

博士論文

Thesis for the Degree of Doctor of Science

微化石群集解析に基づく後期鮮新世における日本海  
の海洋環境の時間空間的变化

後藤隆嗣

Spatio-temporal changes of marine environments  
in the Sea of Japan during the late Pliocene based  
on faunal analysis of microfossils

Takashi Goto

島根大学総合理工学研究科マテリアル創成工学専攻

Department of Materials Creation and Circulation Technology, Shimane  
University

2014年1月

January 2014

# 目次

<b>Abstract</b> .....	i – iii
<b>第1章 はじめに</b> .....	1–4
<b>第2章 調査地域および分析地域</b> .....	5–35
2.1. 富山県の新第三系	
2.1.1. 富山県富山市八尾地域の三田層	
2.1.2. 富山氷見市灘浦海岸地域の藪田層	
2.2. 新潟県の新第三系	
2.2.1. 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層	
2.2.2. 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層	
2.3. 岡山県新見市田治部地域の田治部層	
<b>第3章 年代</b> .....	36–43
3.1. 三田層	
3.2. 藪田層	
3.3. 鍬江層	
3.3.1. 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層	
3.3.2. 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層	
3.4. 岡山県新見市の田治部層	
<b>第4章 試料と処理法および群集解析法</b> .....	44–48
4.1. 微化石試料の処理法	
4.2. 群集解析法	
4.3. Mg / Ca 比測定用微化石試料	

第5章 結果.....	49-150
5.1. 含泥率	
5.2. 貝形虫化石	
5.2.1. 種多様度・均衡度・密度	
5.2.2. Q-mode クラスタ分析	
5.2.3. R-mode クラスタ分析	
5.2.4. Q-mode 因子分析	
5.2.5. 暖流系種	
5.2.6. Mg / Ca 比に基づく古水温推定	
5.3. 浮遊性有孔虫化石	
5.3.1. 種多様度・均衡度・密度	
5.3.2. Q-mode 因子分析	
5.4. 珪藻化石	
第6章 考察.....	151-166
6.1. No.3 <i>G. inflata</i> bed の層序と対比.	
6.2. 鮮新世の貝形虫化石相	
6.3. 各調査地域における堆積環境の垂直変化	
6.4. 坂井地域の Mg/Ca 比に基づく古水温変化と群集変化との関連性	
6.5. 鮮新世における日本海の初期暖流の流入傾向	
6.6. 古日本海における暖流系種の変化	
第7章 結論.....	167-168
謝 辞 .....	169
Faunal reference lists .....	170-185

引用文献 .....186—202

**Plates** .....1-8

## Abstract

Marine environments in the Sea of Japan changed from approximately 3.5 Ma, because the strait to the south was opened at that time. The aim of this study is to reconstruct spatio-temporal changes of marine environments during the middle to late Pliocene, based mainly on fossil ostracode and planktonic foraminiferal assemblages, and to clarify the temporal changes of warm water ostracode faunas in the Sea of Japan since the middle Miocene in relation to changes of marine conditions.

Pliocene marine sequences are distributed extensively along the Sea of Japan, to the north of the Hokuriku District. These sequences have been correlated chronologically on the basis of biostratigraphy and magnetostratigraphy. The abundance zone of a foraminiferal index species, *Globorotalia inflata* (s.l.), which is known as the No. 3 *G. inflata* bed, has been widely found in upper Pliocene sequences. This species is also a facies which records the formation of a warm-temperate water mass in the intermediate zone of the Sea of Japan during the Plio-Pleistocene. This study examines in: 1) the Mita Formation in the Yatsuo area, Toyama City, Toyama Prefecture; 2) the Yabuta Formation in the Nadaura area, Himi City, Toyama Prefecture; 3) the Kuwae Formation in the Shimoishikawa–Kamiasawa area, Shibata City, Niigata Prefecture; and 4) the Kuwae Formation around the Sakai district, Tainai City, Niigata Prefecture, where the No. 3 *G. inflata* bed has been found or will probably occur.

The following specific studies were conducted: 1) Correlation of the study sequences based on the No. 3 *G. inflata* bed; 2) Comparison of similarities among all samples from the study sequences based on Q-mode cluster analysis of fossil ostracode assemblages; 3) Reconstruction of spatio-temporal changes of paleoenvironment in each sequence based on R-mode cluster and Q-mode factor analyses of fossil ostracode and planktonic

foraminiferal assemblages; 4) Estimation of paleo-water temperature based on Mg/Ca ratios of fossil ostracode valves; 5) Correlation of warm water ostracode fauna during the middle Miocene and those during the late Pliocene.

All the study sequences except the Kuwae Formation in the Sakai district, which was younger than the others, were correlated to the base of the No. 3 *G. inflata* bed. Over 300 ostracode species were identified in the four sequences. Many of these were species living in recent shallow temperate seas around Japan. Extinct species, subtropical–tropical species, circumpolar species, and bay species were also abundant in several samples. Three ostracode species, *Cytherelloidea hanaii*, *Paranesidea* sp., and *Triebelina* sp., which live in shallow warm seas to the south of Kyushu, were defined as subtropical–tropical species in the present study. Q-mode cluster analysis of the ostracodes identified four ostracode biofacies. These comprise shallow marine sediment samples from the Mita Formation (Biofacies 2), upper bathyal–sublittoral sediment samples from the Yabuta and Kuwae formations (biofacies 3), and samples from the uppermost part of the Mita Formation and the lower part of the Yabuta Formation (Biofacies, 1 and 4).

R-mode cluster and Q-mode factor analyses of fossil ostracode and planktonic foraminiferal assemblages yielded the following results. Two cycles from cold to warm intervals were recognized in the Mita Formation. Warm-water species were abundant in the two warm periods, suggesting that water masses warmer than today flowed into the Sea of Japan. Conversely, regression occurred during cold periods, and an erosional surface partly formed at the glacial maximum. Sea-level lowering of approximately 50 m occurred, based on the compositions of the fossil ostracode assemblages. One cycle from cold to warm was recognized in the Yabuta Formation. Marine conditions became warmer upward from the middle horizon.

Cold water masses dominated the seas during deposition of the lowermost part of the Kuwae Formation in Shibata City. Occurrences of warm water species and abundance of *G. inflata* (s.l.) suggest that the influence of the warm water current became stronger upward from the middle horizon. Although warm water ostracodes increased from the middle to upper horizons, deep water species decreased. This suggests that decrease of water depth at that time was possibly due to local tectonic uplift.

An increase in water depth was recognized in the Kuwae Formation in the Sakai area. At this horizon *G. inflata* (s.l.) rapidly increased, and paleowater temperature increased by 6°C, according to Mg/Ca ratios of ostracode valves. This deepening and warming event was possibly caused by global warming.

Considering all results from the present study, a distinct cooling event can be correlated to MIS M2. Additionally, the first invasion of warm water current to the Sea of Japan occurred before MIS M2 during the Pliocene, and the first appearance horizon of *G. inflata* (s.l.) is possibly correlated with MIS M1. Moreover, the abundance zone of *G. inflata* (s.l.) in the Sakai area can be correlated with MIS G19.

Comparison between the warm water ostracode fauna from the middle Miocene and that from the upper Pliocene in the present study shows that they differ. This suggests that the warm water species found in the study areas invaded the Sea of Japan for the first time after opening of the southern strait, and that they differ from species surviving since the middle Miocene.

## 第1章 はじめに

日本海はユーラシア大陸の東端に位置する朝鮮半島，ロシア連邦の極東部，および日本列島により囲まれた北西太平洋の閉鎖的な縁海で，現在，日本海の南北両端部は狭い海峡によって外海と通じている．日本列島の太平洋側には亜熱帯北太平洋環流のひとつである黒潮が流れ，日本海には対馬海峡から黒潮の分流である対馬海流が流入している．対馬海流は日本海に流入する唯一の暖流で，表層付近ではこの海流が分流し，一部は蛇行しながら流れ，北海道北端の宗谷海峡と北海道と本州の間の津軽海峡を通り太平洋に流出し，それぞれ宗谷暖流，津軽暖流と呼ばれている．一方，日本海の中層には，日本海北部の海域で冬季に海水が形成される際に排出される高塩分水の付加と海面の冷却作用によって高密度となった表層水の沈降による冷水塊が存在している．水深 150～200 m 以深に存在するこのような冷水塊は日本海にのみ形成され，日本海中層・固有水と呼ばれる．このため，現在の日本沿岸における日本海には，表層に対馬海流による暖水塊が，中層以深に冷水塊が存在する層状構造が形成されている．現在の日本海の原型となった海域は，背弧拡大により日本列島がユーラシア大陸から分離し始めた前期中新世に，地溝などの窪みに海水が流入することにより形成されたと考えられている（例えば，Otofujii and Matsuda, 1984 ; Hirooka, 1988 など）．前期中新世後期から中期中新世前期の日本周辺の“日本海”は，軟体動物化石の研究結果に基づくと，熱帯環境であったと考えられており，海成層からは様々な生物の暖流系種からなる化石が産出する（例えば，Chinzei, 1986 ; Yajima, 1992 ; Ogasawara, 1994 など）．その後，日本列島は約 15 Ma の中期中新世前期から始まった寒冷化や，フィリピン海プレートの沈み込みに伴う圧縮応力により，東西間にあった海域が隆起することで，現在の形状に近い島弧になったとされる．寒冷化以降の当時の日本海は，南方海峡が次第に狭まり，対馬海流に相当する暖流の流入が制限されていたことが指摘された（例えば，Tada, 1994）．その後の日本海における本格的な暖流の流入時期は汎世界的に温暖であったとされる鮮新世の中頃の Mid Pliocene Warmth (MPW) であると考えられている（Tada, 1994）．MPW とは，約 3.3～3.0 Ma における海洋酸素同位体比の値が低い時期を指す（Raymo et al., 1996）．また，



後期鮮新世から更新世にかけて、ミランコビッチサイクルに代表される数万年周期の氷期・間氷期における日本海の水塊構造を復元する研究が盛んに行われ、下記に示すような様々な見解が提案されてきた。

Brtoли et al. (2005)と Sarnthein et al. (2009)は、これまでの Kameo and Sato (2000)や Sato et al. (2004)による石灰質ナンノ化石の分析結果および海洋酸素同位体比変動を考慮し、MPW から石灰質ナンノ化石の基準面である Datum A までの北半球高緯度海域における寒冷化に関する環境変動メカニズムの新たな提案を行った。この提案は、後期鮮新世のパナマ地峡成立の過程で大西洋海域の暖流が北上し、熱および水分を極域へ供給した。これが北半球の急激な温暖化を招き地球全域の気温が 2~3°C 上昇、地球が MPW へと変化したというものである。なお、Datum A とは小型の *Reticulofenestra* spp. および小型の *Dictyococcites* spp. の両タクサが多産する層準から、寒冷系種である *Coccolithus pelagicus* が多産する層準への産出頻度の急激な変化を示す基準面である (Sato and Kameo, 1996)。

花形(2007)は日本海の ODP 掘削地点である 797 および 795 地点において、鮮新統から比較的多く産出する有孔虫化石の研究を行った。その結果、鮮新統基底付近から約 3.5 Ma の層準まで膠着質有孔虫化石が卓越することを報告した。さらに、約 4~2 Ma の層準における *Globorotalia inflata* (s.l.) などの浮遊性有孔虫化石と石灰質の底生有孔虫化石の増加によって推定される太平洋からの炭酸塩に富んだ水塊の流入量の増加が、この時期に深海域まで影響を与えたことを示唆した。鮮新世における *G. inflata* (s.l.) の多産は No. 3 *G. inflata* bed と呼ばれ日本海側における極めて有用な対比基準面として利用されてきた。また、*G. inflata* (s.l.) の多産は相対的に温暖な水塊が日本海に流入したことを示唆するため、古海洋学的にも重要な意味を持つと考えられている (米谷, 1988)。

三輪ほか (2004a) は新潟県胎内市夏井地域に分布する鮮新統鋤江層から、*G. inflata* (s.l.) の断続的な多産を報告し、当時、日本海に温帯水塊が断続的に流入していた可能性を示唆した。

また、Irizuki et al. (2007) は、三輪ほか (2004a) によって研究がなされた新潟県胎内市夏井地域に分布する鮮新統鋤江層の下~中部層準において貝形虫化石群集を検討した。その結果、少なくとも 3.0-3.1 から 2.8 Ma における温

暖な中層水が形成される間氷期では、下部浅海～上部漸深海帯の水温は現在より高い可能性を示唆した。また水温勾配は穏やかで、現在の日本海固有水と同質の冷水塊は発達していなかった可能性を示唆した。

天野ほか（2000）および天野ほか（2008）は北陸地域に分布する鮮新統において暖流系種を含む貝化石群集を検討し、当時の暖流の厚さは薄く、ごく表層にのみ流入した可能性を指摘した。また、正確な年代は特定されていないが、暖流は 3.66 Ma 以降のある層準から連続的に流入していたと推定した。

他にも後期鮮新世～前期更新世（約 3.5～0.8 Ma）の地層から産出する貝化石と浮遊性有孔虫化石の層位分布の研究に基づき、対馬海流の流入期間について検討した報告も存在する（例えば Kitamura et al., 2001 ; Kitamura and Kimoto., 2006 ; 北村, 2007 ; Kitamura, 2008 など）。これらの研究報告では、暖流の流入期間は暖水系浮遊性有孔虫種の *Globigerinoides ruber* の産出および占有率に基づき、約 1.7 Ma を境に大きく新旧 2 つのステージに分けられている。また、初めて日本海に暖流が流入する時期は 3.2 Ma とされ、1.7 Ma 以前には少なくとも 4 回の暖流の流入が推定された。

以上のように、各研究者によって鮮新世における日本海への暖流の流入時期や構造などに関して見解が異なっている。また、温帯水塊の流入を示唆する *G. inflata* (s.l.) の断続的多産は、北陸地域の多くの場所で認められているが（柳沢・天野, 2003 ; 三輪ほか, 2004a, b ; 加藤ほか, 2006）、No.3 *G. inflata* bed の基底年代はそれぞれの地域で異なった値が報告されている。このため、広域的な対比は行われておらず、鮮新世における各地域での古環境の報告に留まっているのが現状である。

しかしながら、近年では生層序の年代精度の向上、詳細な古地磁気層序の認定、および広域火山灰層の対比などから、日本海側における鮮新統の対比が高精度で明らかになりつつある。そこで、本研究の目的は日本海における暖流の流入に伴う海洋環境の変動に焦点を当て、北陸地方に分布する鮮新世の地層から産出する主に 2 種類の石灰質微化石、すなわち、小型甲殻類の貝形虫化石と単細胞生物でいわゆる動物プランクトンである浮遊性有孔虫化石の群集解析に基づき、当時の水塊構造を復元することである。また、鮮新世に流入し始めた暖流による貝形虫化石群集と、中新世に日本海周辺に存在していた暖流系貝形

虫群集との関連性を検討し、暖流系種の系統の違いについても検討を行った。

まとめると本論文では以下の 3 点について解明する。

1. 貝形虫化石群集と浮遊性有孔虫化石群集に基づく鮮新世の日本海の水塊構造および高時間分解能での古海洋変遷の復元。
2. 広域対比に基づく古日本海全域での環境変動および汎世界的な気候変動との関連性。
3. 古日本海に生息した暖流系貝形虫種の変遷。

## 第2章 調査地域および分析地域

本研究では日本海における古海洋学的な議論を行うため、鮮新世に堆積した富山県富山市八尾地域の三田層、富山県氷見市灘浦地域の藪田層、新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層および新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層を調査対象とし、検討を行った。また、古日本海における暖流系種の変遷を議論するため、温暖な中新世に堆積した岡山県新見市田治部地域の田治部層も調査対象とし、検討を行った (Fig. 1)。

### 2.1 富山県の新第三系

富山県富山市南西部の八尾地域周辺には基盤岩類とこれを覆う新第三紀以降の火山岩・火砕岩、砕屑岩、および第四紀後期の段丘堆積物と沖積層が分布する。この地域の層序はこれまでに様々な研究者によって検討がなされてきた (例えば、藤田・中川, 1948 ; 津田, 1953 ; 中世古 ; 1954 ; 坂本・野沢, 1960 ; 早川, 竹村 1987 ; 藤井ほか, 1992 ; 清水・藤井, 1995)。砺波～八尾地域の新第三系は基盤岩類を不整合に覆い、下位より粗粒砕屑岩を主体とする<sup>これらは</sup>楡原層、安山岩質火山岩・火砕岩を主体とする<sup>いわいね</sup>岩稲層、<sup>いおうぜん</sup>流紋岩質の火砕岩よりなる医王山層が分布し、それらを礫岩・砂～泥質岩への上方細粒化を示す一連の堆積物、<sup>くろせ</sup>黒瀬谷層、<sup>だに</sup>東別所層<sup>ひがしべつしよ</sup>が覆う。その上位を礫岩と砂岩主体の天狗山層、泥岩～砂質泥岩および細粒砂岩からなる音川層、中～細粒砂岩を主体とする三田層がそれぞれ不整合で覆い、さらにその上位を第四系の呉羽山礫層が不整合に覆う (早川・竹村, 1987) (Fig. 2)。

#### 2.1.1. 富山県富山市八尾地域の三田層

富山県富山市に分布する新第三系のうち、黒瀬谷層、音川層および三田層から多くの軟体動物化石が産出しており、それぞれ、八尾 (黒瀬谷) 動物群、音川動物群、<sup>おんま</sup>大桑動物群とよばれ、日本の新第三紀化石動物群の代表である門ノ沢動物群、<sup>やま</sup>塩原-耶麻動物群、大桑-万願寺動物群に対比された。本研究対象である三田層は下位の音川層とともに軟体動物化石群集に基づき古環境変遷について議論がなされた (例えば、池辺, 1949 ; 鎮西, 1985 ; 松浦, 1985 ; 藤井・清

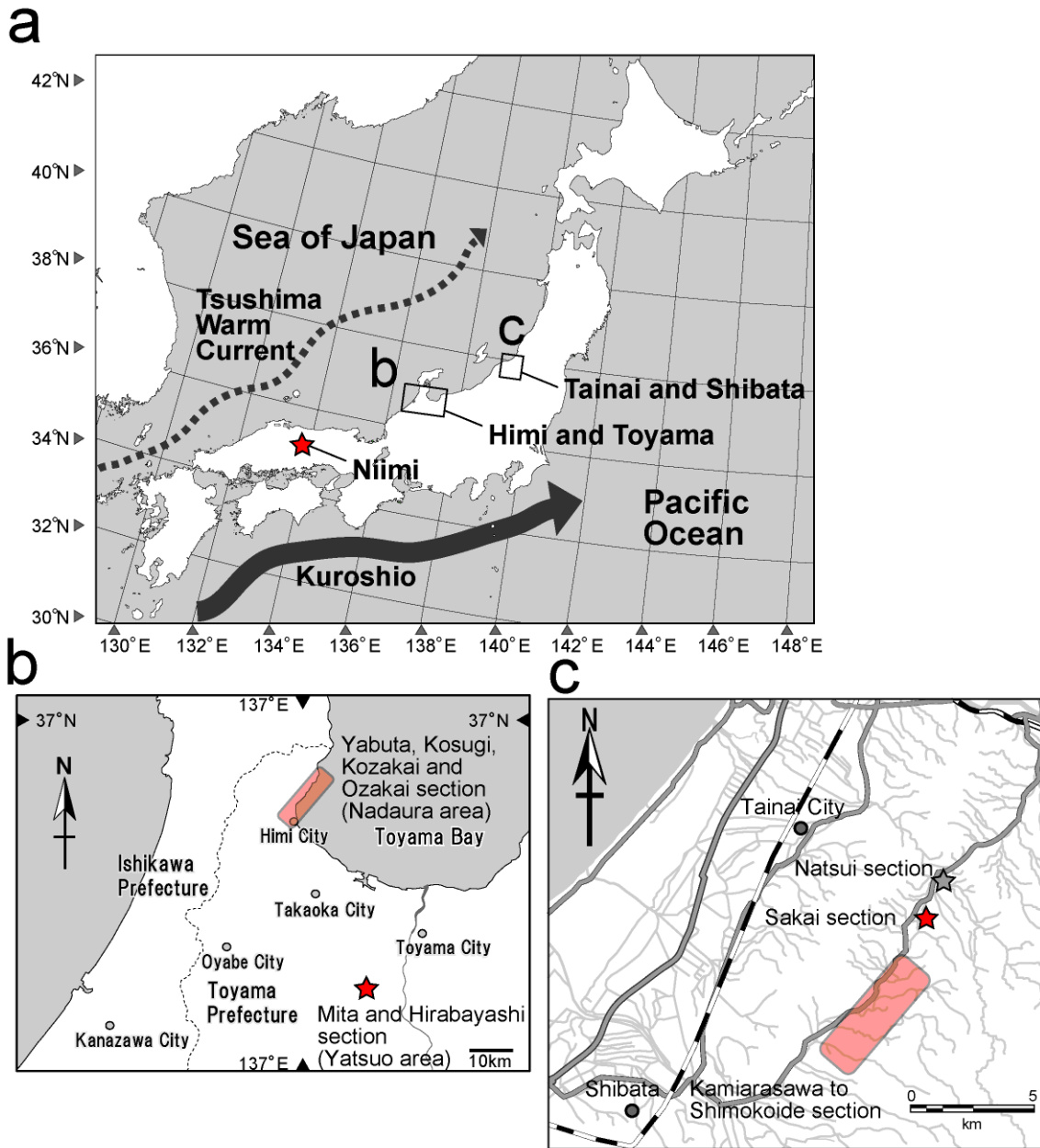


Fig. 1. Index map of the study sites.

Age	Formation	
Quaternary	Kurehayama F.	
Pleistocene	Mita Formation	
Pliocene		
Miocene	Late	Otogawa Formation
	Middle	Tenguyama F.
		Higashibessyo F.
		Kurosedani F.
		Iouzen F.
		Iwaine F.
		Nirehara F.
Early		

Fig. 2. Stratigraphy of the Neogene in the Toyama area revised after Shimizu and Fujii (1995).

水, 1988, 1991 ; 清水・藤井, 1995 ; 天野ほか, 2008). これらのうち, 清水・藤井 (1995) は, 音川層から産出し, 従来, 塩原-耶麻動物群に対比されてきた音川動物群を群集構成に基づき下部と上部とに区分し, 下部を新期塩原-耶麻動物群 (小笠原, 1988) に対比される音川動物群 (Type I) に, 上部を長野県柵動物群との共通種を多く含む従来の音川動物群と大桑万願寺動物群の中間に位置づけられる音川動物群 (Type II) とした. また, 三田層から産出する群集を大桑-万願寺動物群に対比した. その後, 天野ほか (2008) は三田層から産出した軟体動物化石群集に基づき, 南方海峡から流入したと推定される暖流の影響について検討した. その結果, 清水・藤井 (1995) の結果と同様に, 三田層から大桑-万願寺動物群の特徴種や近縁種が多く産出することを指摘し, 三田層下部の層準より上位から, 暖流系種が連続して産出することを示した (Fig. 3). 音川層および三田層に関する層序関係は本論文にとって重要であるため, 以下に詳細を述べる.

音川層は池辺 (1949) によって命名され, 早川・竹村 (1987) によって再定義された地層である. 模式地は婦中町音川校下の山田川沿いに設定された. 層厚は模式地付近で約 400 m である. 岩相は中～細粒砂岩からなる. 三田層は中世古 (1954) によって八尾町三田地域に分布する塊状砂岩に対して命名された. 模式地は八尾町三田地域である. 層厚は約 300 m である. 岩相は中～細粒砂岩からなり, 新鮮な状態では青灰色を呈し, 風化すると暗～淡灰色で全体的に軟弱になる. 三田層の定義は研究者によって異なるが, 早川・竹村 (1987) は音川層に下位より OT1, OT2, OT3 の 3 層の凝灰岩層が挟在することを認め, 音川層の上限を OT3 凝灰岩層とし, それより上位を三田層とした. その後, 清水・藤井 (1995) は OT3 凝灰岩層の 10 数 m 下位の礫岩層を三田層の基底とした. 天野ほか (2008) は, 清水・藤井 (1995) による三田層を踏襲した. 本研究でもこの見解に従い, 三田層は OT3, MT1, MT2 の 3 層の凝灰岩層を挟在する地層とした (Figs. 3,4).

天野ほか (2008) により調査がなされた富山市八尾地域の平林および三田には, それぞれ赤江川本流, 赤江川支流沿いに音川層最上部～三田層の連続的な露出がみられる. 本研究では本流ルートにおいて連続的な微化石試料採取を目的として調査を行った (Figs. 5, 6).

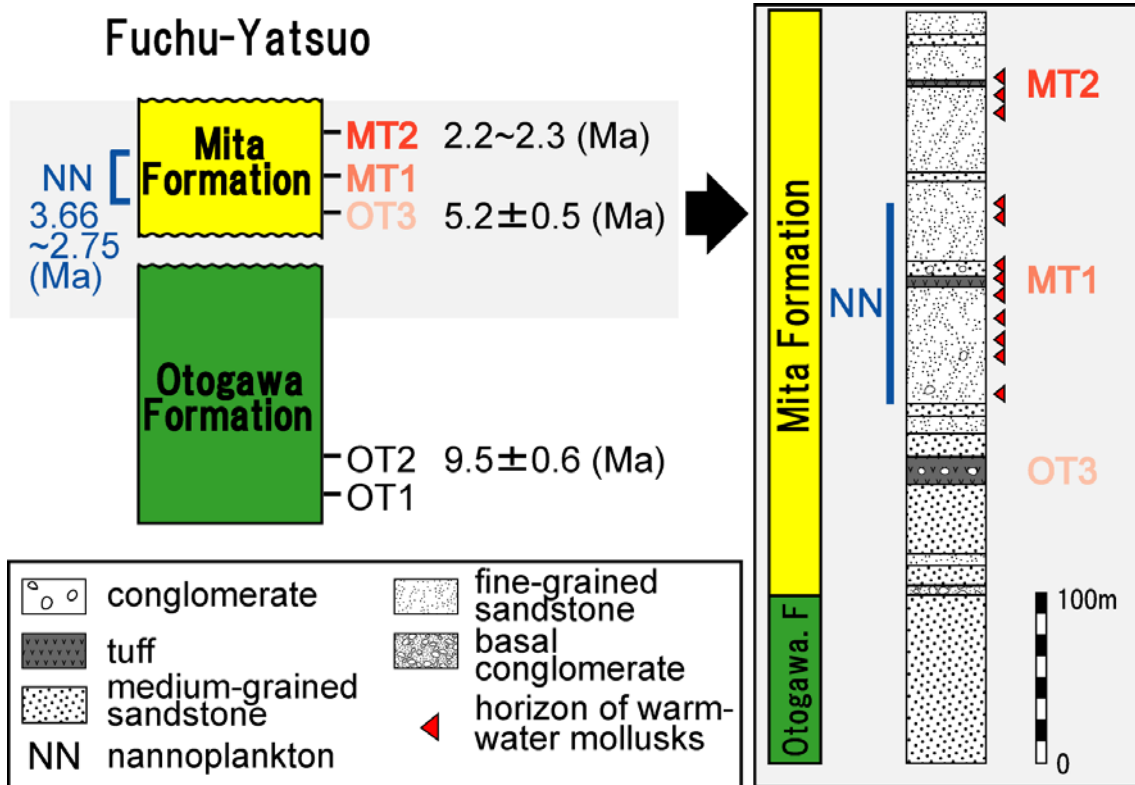


Fig. 3. Lithostratigraphy in the Otagawa and Mita Formations revised after Amano et al. (2008).



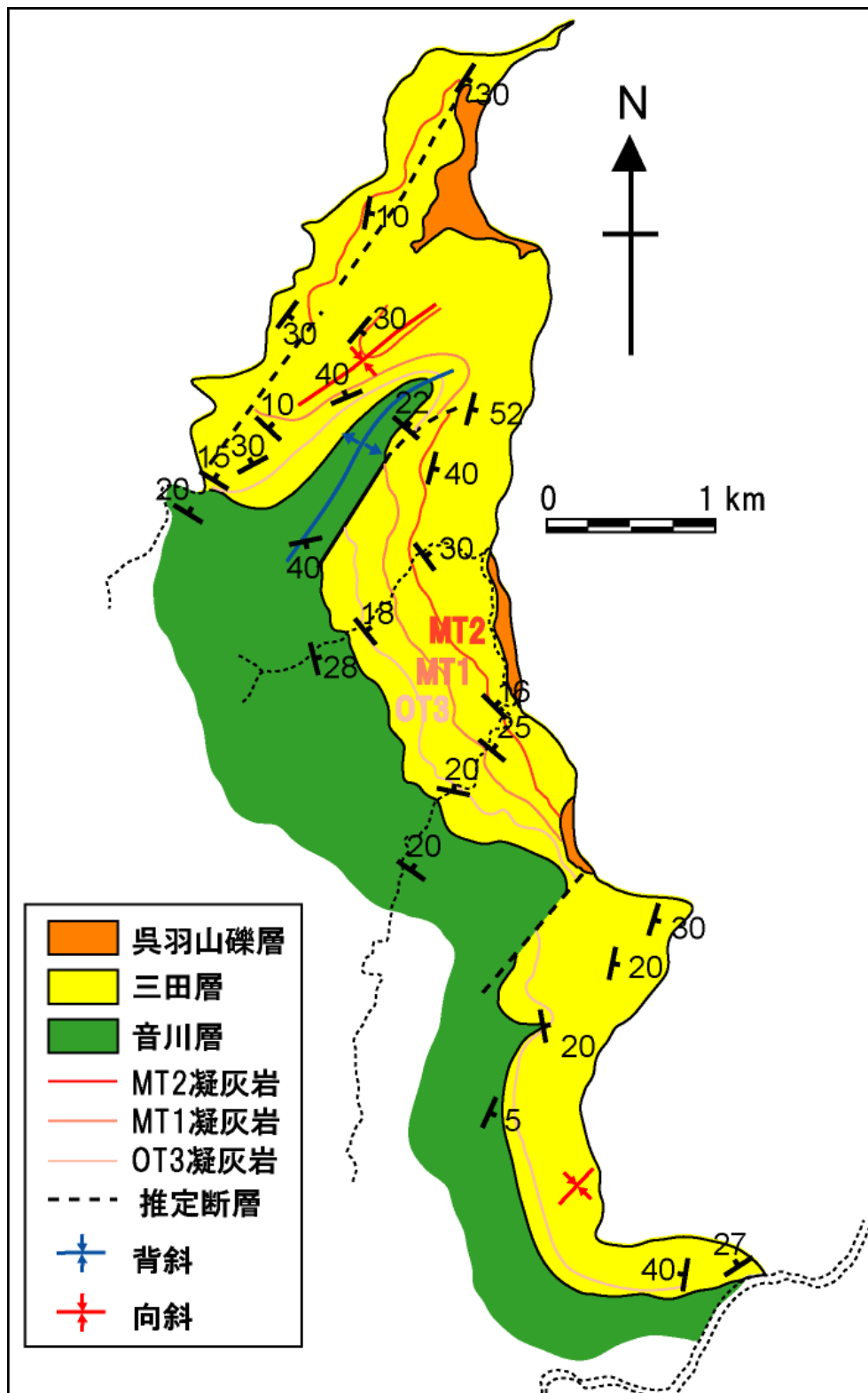


Fig. 4. Geological map and cross section of the Yatsuo area, Toyama Prefecture, Central Japan. Modified from Amano et al. (2008)

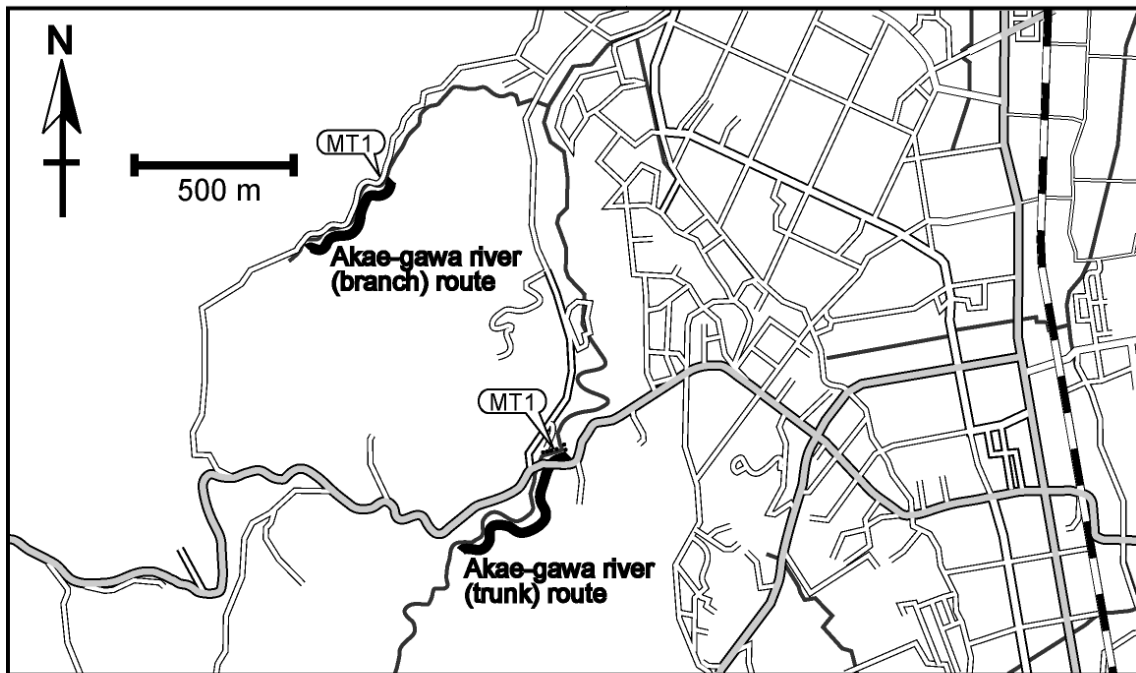
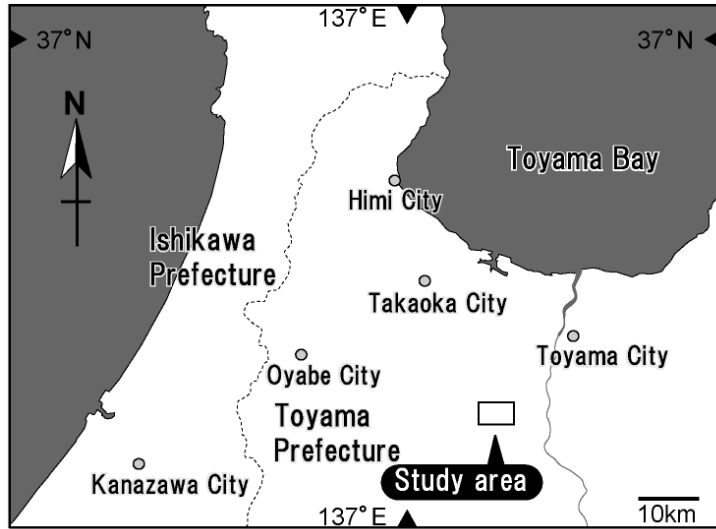


Fig. 5. Map showing the Mita and the Hirabayashi sections of the Mita Formation, Toyama Prefecture, Central Japan.

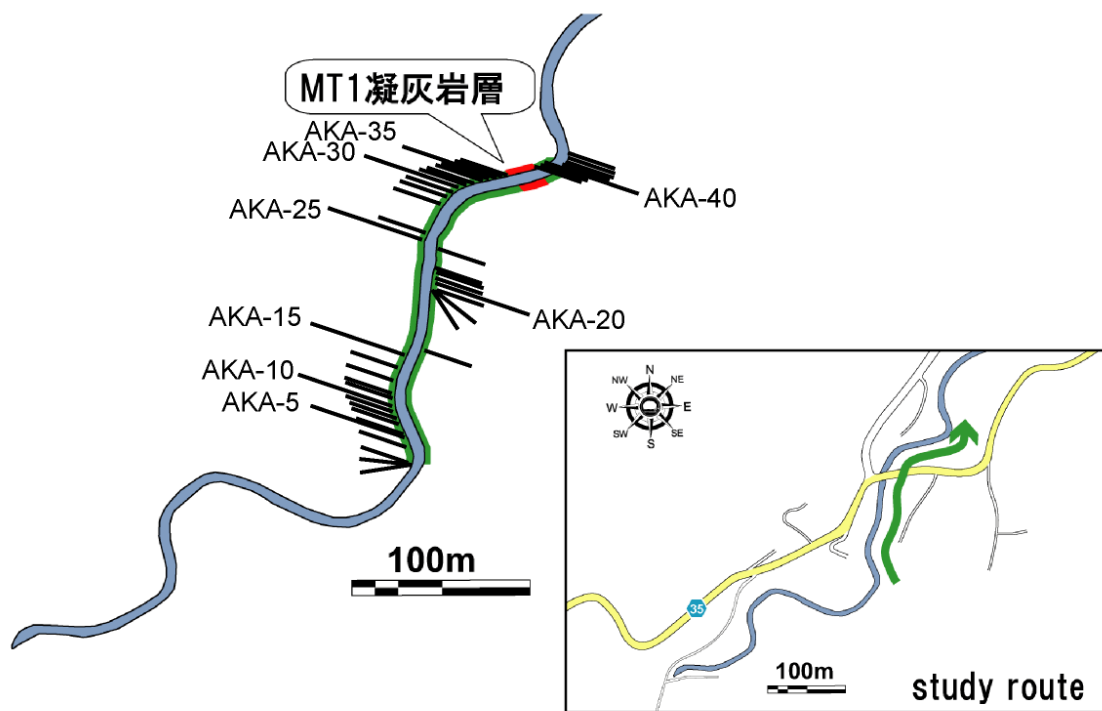


Fig. 6. Locality of sample sites and the route map of the Mita Formation, along the Hirabayashi section, Yatsuo area.

赤江川本流ルートでは、MT1 凝灰岩層を挟み、その上下層準がほぼ連続的に露出する。全体的に中～細粒砂岩から構成され、層厚は約 49 m に達する。下位から約 6 m の層準は、貝殻片を多く含む中～細粒砂岩から構成され、コキナを頻繁に挟在する。また、まれに細礫が含まれる。そのうち、下位より約 2 m 上位までの層準では *Rosselia* などの生痕化石が多く認められ、その 1.5 m 上位に薄い軽石凝灰岩層が挟在する。一部露頭が無い層準を挟み、約 7 m から薄い泥岩層が挟在する約 38 m の層準は、風化作用を強く受け貝殻が溶脱した多くの印象化石を含む中～細粒砂岩から構成される。しかしながら、一部の層準には貝密集層や、貝殻片および細礫を含み、級化構造が発達した粗～細粒砂岩層が存在し、層準によって風化の程度が異なる。15～19 m の層準には *Rosselia* などからなる生痕化石が多く認められる。下位より約 38 m の層準に挟在する薄い泥岩層より上位から MT1 凝灰岩層までは、*Rosselia* が多く認められる中～細粒砂岩から構成される。また、MT1 凝灰岩層直下の層準には貝殻片や中～細礫が多く含まれる。下位より約 41 m 上位の層準には層厚 1.5 m の MT1 凝灰岩層が挟在する。赤江川本流に認められる MT1 凝灰岩層は全体的に乳白色～白色を呈し、下位より層厚約 20 cm の葉理を伴う細粒凝灰岩層、層厚約 40 cm の軽石質粗粒凝灰岩、層厚約 10 cm の軽石質粗粒凝灰岩とガラス質細粒凝灰岩の互層を中部に挟む層厚約 80 cm の砂混じりの軽石質粗粒凝灰岩層から構成される。MT1 凝灰岩層より上位の層準では、直上の泥岩層からその 4 m 上位に挟まれる泥岩層まで、頻繁にコキナ層が挟在し、粗～細粒砂への級化構造が認められ、貝殻片を多く含む中～細粒砂岩から構成される。その上位には貝殻片を含まない中～細粒砂岩が重なる (Fig. 7)。

### 2.1.2. 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

富山県氷見市北部の灘浦海岸には各種の微化石を産出する新第三系氷見層群が分布する。この地域の層序は長谷川・小林(1986)により確立され、灘浦海岸付近の新第三系は下位より中新世に堆積し下部は炭質泥岩、上部は砂岩泥岩互層を主体とする谷口層、硬質泥岩を主体とする中波層、泥岩および珪藻質泥岩～シルト岩からなる姿層、後期中新世から前期鮮新世に堆積し珪藻質シルト岩ないし砂質シルト岩からなる阿尾層、後期鮮新世に堆積し石灰質砂質シルト岩か

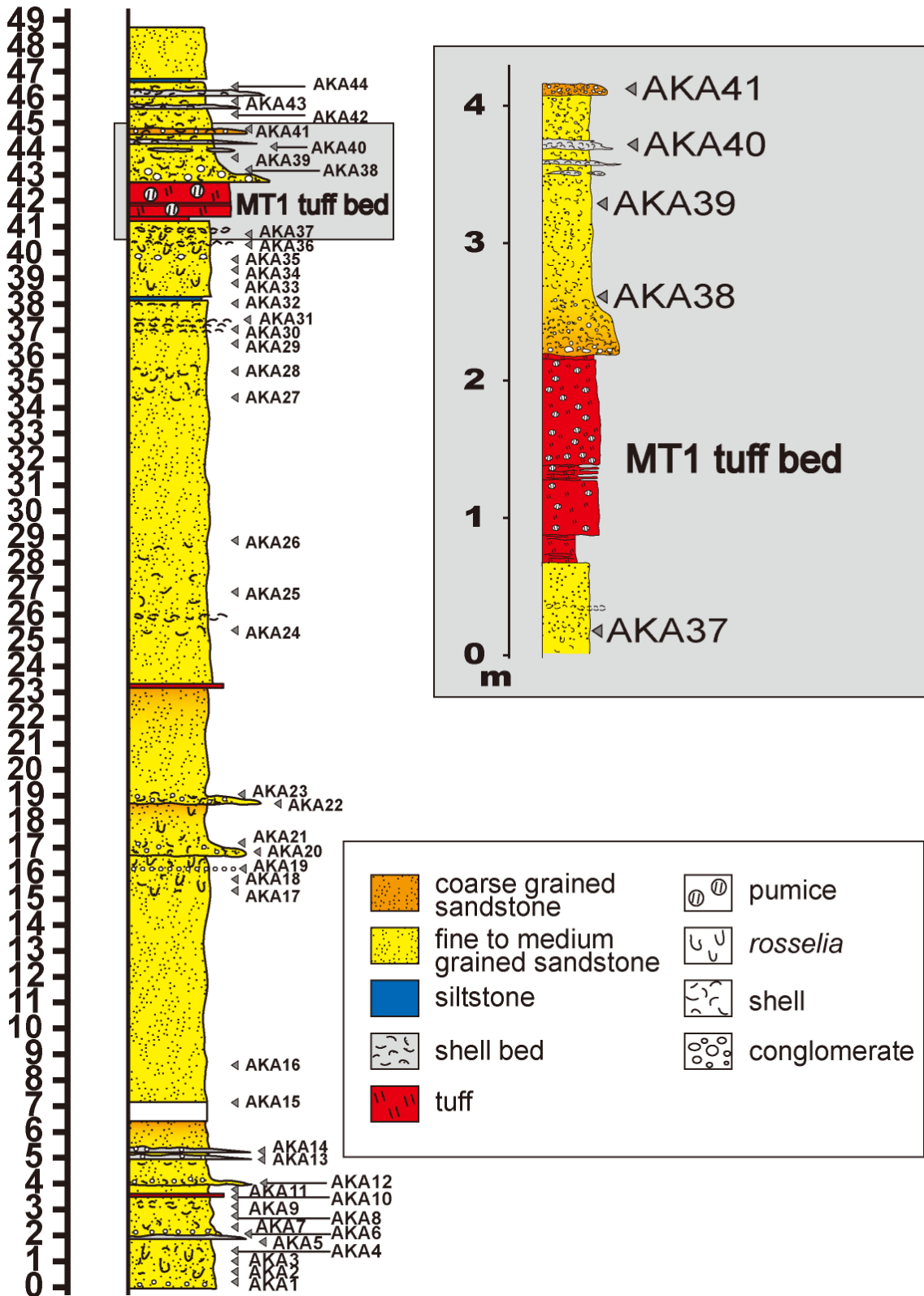


Fig. 7. Columnar sections with sample horizons of the Mita Formation along the Hirabayashi section.

らなる藪田層の順に重なっているとされた。阿尾層および藪田層は下位の姿層にオンラップしており、珪藻化石層序に基づき、姿層と上位 2 層との間には時間間隙が存在することが明らかにされた（渡辺，1990）（Figs. 8, 9）。阿尾層は氷見市西方から北方の灘浦海岸にかけて徐々に厚さを減じ、小杉付近より北方には分布しない。藪田層は阿尾地域から北東部に分布する（Fig. 10）。また、藪田層は有孔虫・放散虫・珪藻などの微化石を多量に含み、軟体動物化石も産出する。

当地域に分布する新第三系からは各種の微化石が豊富に産出するため、これらに基づき中新世～鮮新世における生層序に関する多くの研究が古くから行われてきた（例えば、池辺，1949；千地，1960；中世古ほか，1972；秋葉，1979；Hasegawa，1979；小泉，1979；両角・石垣，1981；菅野，1982；佐藤，1983；高山ほか，1988；渡辺，1990；渡辺，2002；三輪ほか，2004）。特に藪田セクション，小杉セクション，小境セクション，および大境セクションを含む上田～姿地域に分布する姿層，阿尾層，および藪田層に関しては，渡辺（1990）により，調査地域に分布する凝灰岩層の追跡に基づく岩相層序の確立と，微化石層序の検討がなされた。また，阿尾層と藪田層については古地磁気層序の検討も行われた（伊藤・渡辺，1997；渡辺，2002）。さらに，両層には多数の凝灰岩層が挟在し，これらのうちの 5 層（下位より，PM, YT3, MT2, UN, OT5）が広域的に対比されたため（黒川ほか，1998, 1999；Kurokawa and Tomita, 1998, 2000；富田・黒川，1999），層序の高精度な対比が可能となった（Fig. 9）。調査地域に認められる姿層，阿尾層および藪田層に関する層序関係は，本論文にとって重要であるため，渡辺（1990）に基づき以下に詳細を述べる。

姿層の模式地は氷見市姿付近であり，地層の下限は灘浦海岸では確認できない。上限は最上部に連続する海緑石密集部の上限である（渡辺，1990）。また小境付近ではこの海緑石密集部が欠如するため，塊状珪藻質シルト岩の上限が姿層上限と認定された。層厚は不明であるが，少なくとも長谷川・小林（1986）により，姿付近で 240 m，宇波川付近で 160 m と見積もられた。岩相は小杉西北西に位置する北八代以北では，緑灰色塊状珪藻質シルト岩からなり，風化すると 10 cm 程度のブロックとなって割れる。一方，阿尾川河口部周辺の指崎付近より南方では，暗緑灰～暗灰色の塊状シルト岩からなり，風化すると数 cm

Age		Formation	
Pliocene		Yabuta Formation	calcareous sandy siltstone
		Ao Formation	diatomaceous siltstone and sandy siltstone
Miocene	Late		
		Sugata Formation	diatomaceous siltstone and mudstone
	Early	Nakanami Formation	mudstone
		Taniguchi Formation	alternation of sandstone and siltstone, conglomerate

Fig. 8. Stratigraphy of the Neogene in the Nadaura area modified after Hasegawa and Kobayashi (1986).

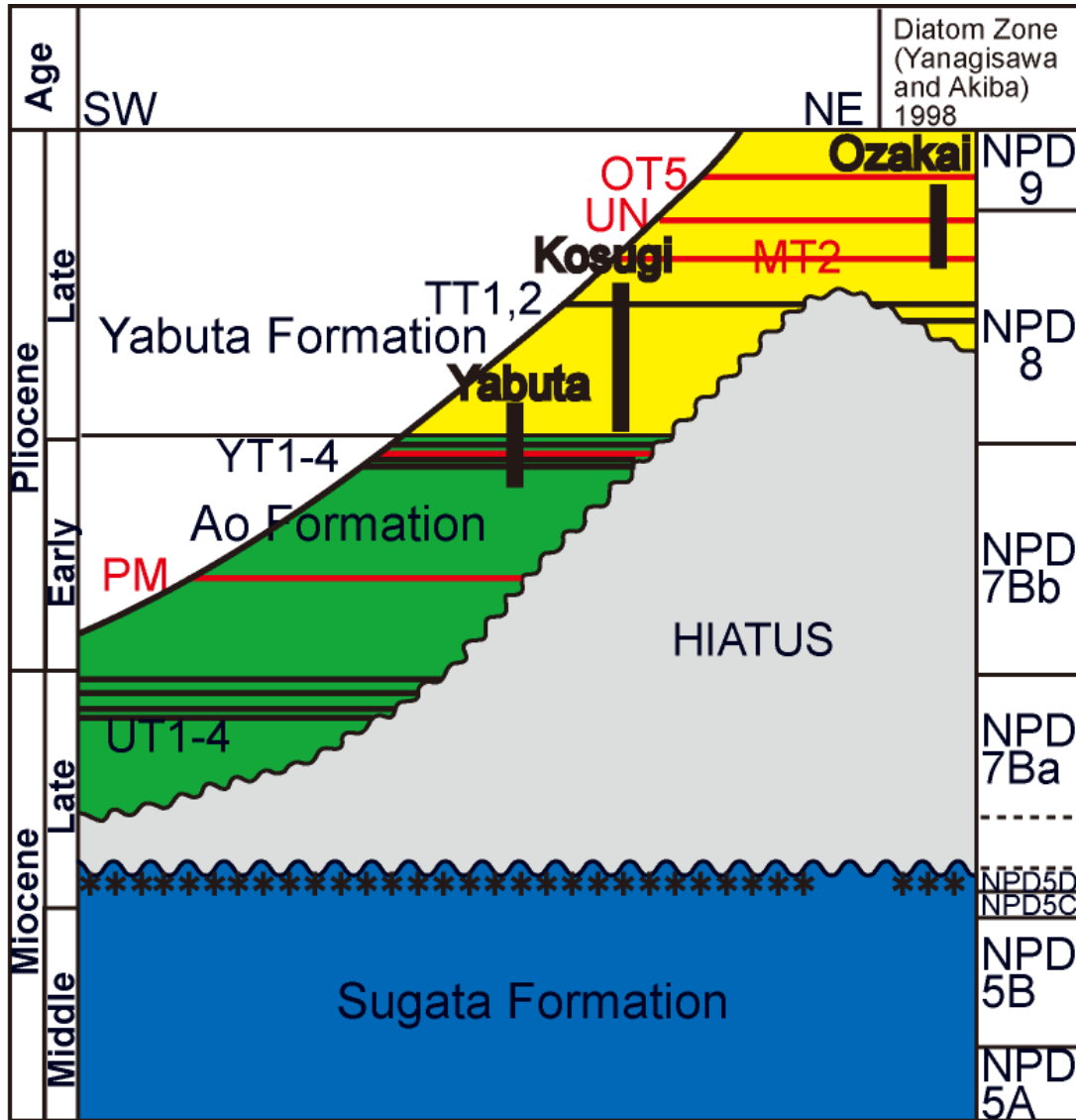


Fig. 9. Schematic section of the Neogene sequence in the Nadaura area. Vertical scale approximately corresponds to thickness of the strata. Modified from Watanabe (1990).



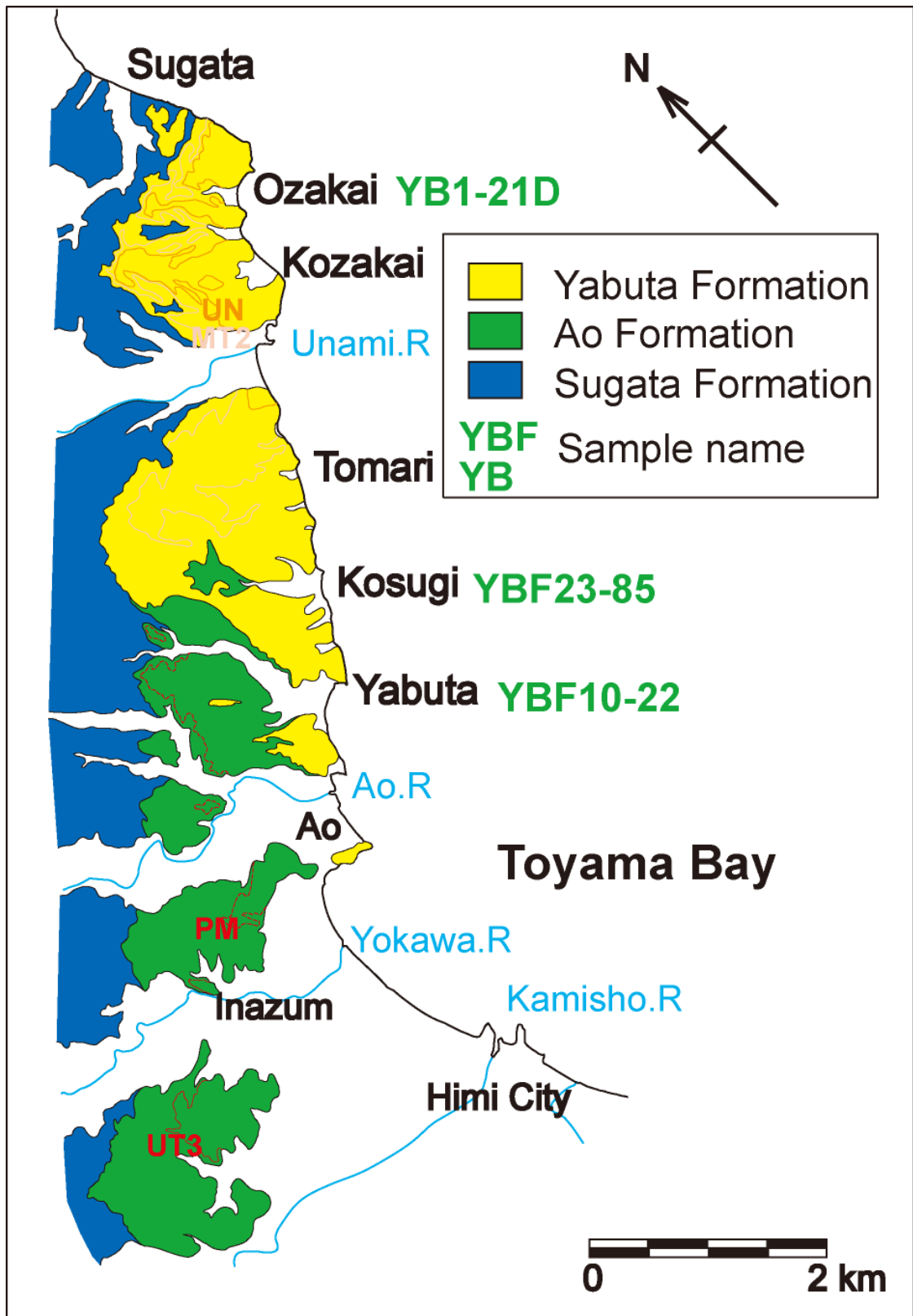


Fig. 10. Geological map of the Himi - Nadaura areas, Toyama Prefecture, Central Japan. Modified from Watanabe (1990)

程度のブロック状に割れる。本層最上部に発達する海緑石密集部は厚さ 30～90 cm で中粒砂サイズの海緑石粒を主体とする塊状の砂岩からなる。

阿尾層の模式地は氷見市阿尾から藪田にかけてであり（渡辺，1990），地層の下限は姿層最上部の海緑石密集部の上面，上限は火山灰層 YT3 の下限に設定された。層厚は上限の認められる阿尾付近で約 200 m である。阿尾層は下位より 3 層の火山灰層 UT1-4, PM, YT1-2 を挟在する。岩相は緑灰色の塊状珪藻質シルト岩および塊状珪藻質砂質シルト岩からなり，姿層よりやや砂質である。

藪田層の模式地は氷見市藪田付近であり（渡辺，1990），地層の下限は火山灰層 YT3 の下限に設定された。上限は灘浦海岸には露出しないため不明である。層厚は小杉では 90 m 以上，小境および大境では 120 m 以上である。藪田層は下位より 6 層の火山灰層 YT3-4, TT1, TT2, MT2, UN, OT5 を挟在する。岩相は主に塊状の淡緑灰色石灰質砂質シルト岩からなり，阿尾層とは整合関係とされる。藪田層は砂質で明るい色調を示し，石灰質微化石を多量に含むことで阿尾層と区別され，YT3 から YT4 付近の層準で岩相が珪藻質シルト岩から石灰質砂質シルト岩に漸移的に変化するため，火山灰層 YT3 が藪田層基底として定義された。

上述のように姿層を不整合で覆う阿尾層，藪田層には多くの火山灰層が認められる。そのうち，現在広域対比に用いられている 5 層（下位より，PM, YT3, MT2, UN, OT5）については，研究対象を含めた新潟地域に分布する鮮新統との対比に有用であるため，詳細と対比される火山灰層について述べる（Fig. 11）。

PM火山灰層は阿尾層中部に挟在し，それらの層相および特徴的なbubble junction 型を示すガラスの形態，ガラスの化学組成および重厚物組成から，新潟県における西山油帯浜忠層中部の Znp-Ywg 火山灰層に対比された（Kurokawa and Tomita, 1998）。Znp-Ywg火山灰層は中央日本における広域火山灰層で，愛知・三重県東海層群の東郷・大田・大谷・阿漕<sup>あこぎ</sup>火山灰層，新潟県鍬江層の上荒沢白色ガラス質（Kwg）火山灰層に対比された。

YT3 火山灰層は藪田層基底部に挟在し，産状やユニット構成の特徴，火山ガラスの形態やガラスの化学組成および重厚物組成から，東頸城丘陵<sup>たむぎかわ</sup>田麦川層中部の板山（It）凝灰岩層（新潟大学東頸城地域地質調査グループ，1987），西山・中央油帯西山層中部の西山ミガキ砂（Nym）火山灰層（黒川ほか，1989），西

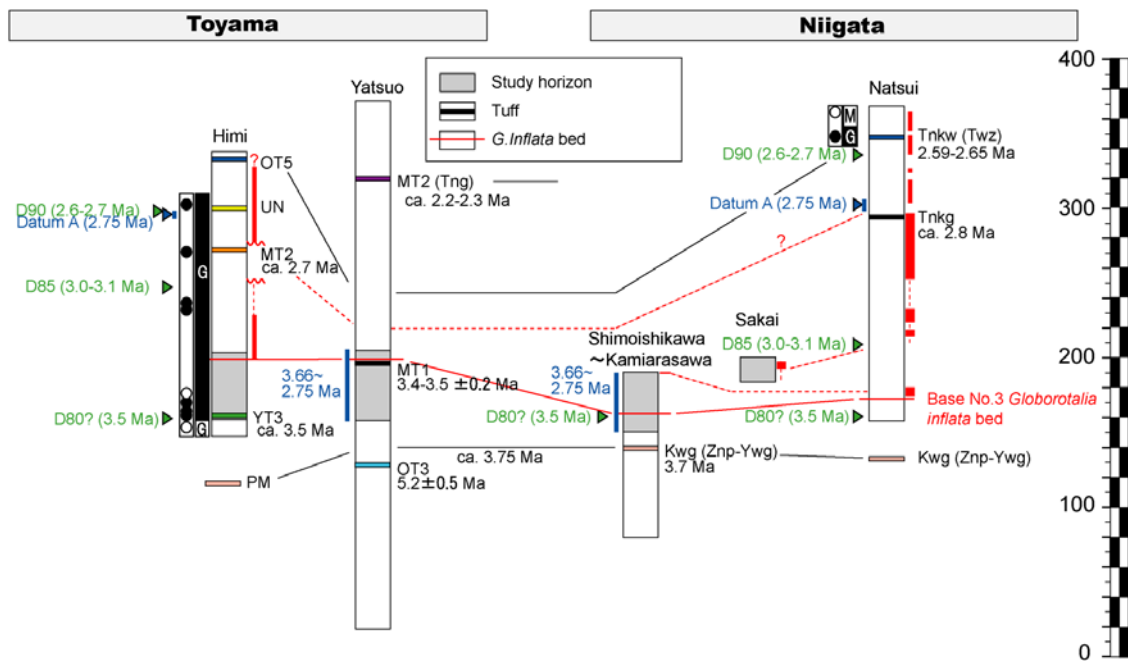


Fig. 11. Comparison of the depositional age and *Globorotalia inflata* (s.l.) occurrence horizons in the Himi and Yatsuo areas, Toyama Prefecture, and in the Shimoishikawa - Kamiarasawa, Sakai and Natsui sections, Niigata Prefecture.

頸城地域川詰層中部の綱子 (Tn) 凝灰岩層 (遠藤・立石, 1985), 魚沼丘陵東縁 (六日市地域) 一之沢パミス質 (Itp) 火山灰層 (村松・林, 1991; 黒川・三浦, 1993) および東海層群の<sup>そうり</sup>佐布里火山灰層 (糸魚川, 1971) に対比された (黒川ほか, 1998).

MT2 火山灰層は藪田層中部に挟在し, 大阪層群の<sup>はぶたき</sup>土生滝 I 火山灰層 (Itihara et al., 1975), 三重県員弁地域の<sup>いなべ</sup>東海層群中の南谷 1 火山灰層 (竹村, 1984), 新潟県長岡市南西 (中央油帯) 西山層の<sup>あらや</sup>荒谷ガラス質 2 (Arg-2) 火山灰層 (黒川ほか, 1989) に対比された (富田・黒川, 1999).

UN 火山灰層は藪田層中上部に挟在し, 東海層群中の南谷 2 火山灰層および新潟県西山層の二田城ガラス質 (Ftj) 火山灰層に対比された (Kurokawa and Tomita, 2000).

OT5 火山灰層は藪田層上部に挟在し, 大阪層群最下部に挟在する朝代火山灰層に対比された (田村ほか, 2005). 近年, 朝代火山灰層は, 新潟地域中央油帯の西山層に挟在する田沢白色ガラス質 (Tzw) 火山灰層と対比され (黒川ほか, 2008), Twz火山灰層は新潟地域では柏崎市 (西山油帯) 西山層中の下山田結晶ガラス質 (Smg) 火山灰層 (黒川ほか, 1989), 佐渡市佐和田町<sup>かみやぼせ</sup>上矢馳河内層の実相寺結晶ガラス質 (Jic) 火山灰層 (黒川・富田, 1995), 胎内市夏井地域, 胎内川右岸鍬江層中の胎内川白色ガラス質 (Tnkw) 火山灰層に対比された.

貝形虫化石に関しては, Cronin et al. (1994)が大境セクションにおいて研究を行った. 同論文では, 珪藻化石層序に基づく藪田層の年代推定, 軟体動物化石群集および貝形虫化石に基づく古環境変遷の推定がなされ, 3.4~2.3 Ma の環境変動について議論された. 特に貝形虫化石に関しては, 群集解析のほか, 試料中に含まれる貝形虫の *Schizocythere* 属のうち, 好冷性である *S. cf. okhotskensis* および温帯性種である *S. kishinouyei* 2 種の相対頻度に基づき環境の違いを示す *Schizocythere index* と名づけられた手法や, 現在の水温や水深などの環境要素が明らかになっている現生群集と, 対象とする各化石群集とを非類似度を用いて直接比較することで堆積当時の古環境を推定する現生アナログ法と呼ばれる手法を用いて, 主に 2.75~2.3 Ma の群集変化が復元された. しかしながら, 同論文での珪藻化石層序に基づく年代値は, これ以降の詳細な生層序学的研究により (例えば, 渡辺, 2002; 三輪ほか, 2004), 修正されるこ

とが判明し、その結果、群集解析は 2.85–2.45 Ma の層準に対して行われたことになる。

三輪ほか (2004) は No. 3 *G. inflata* bed の基底年代を特定するため、藪田セクション、小杉セクション、および大境セクションにおいて、阿尾層最上部層準および藪田層から約 1 m 間隔で古環境解析用試料計 88 試料を採取した。これらの試料から産出した浮遊性有孔虫化石群集の解析を行い、年代推定の根拠となる珪藻生層序の位置を限定するため、一部、珪藻化石についても検討を行った。その結果、藪田層において *G. inflata* は約 3.25 Ma に初めて産出すると推定された。

## 2.2. 新潟県の新第三系

糸魚川-静岡構造線東部から新発田-小出構造線西部、いわゆる北部フォッサマグナに位置する新潟県には新第三系が広く分布する。これらの新第三系は側方に岩相が変化するほか、褶曲構造が発達していることもあり、地域ごとに研究が進められ、地域的な地層名がそれぞれ命名されてきた (例えば, Tsuda, 1956 ; 岩本・新保, 1964 ; 影山・鈴木, 1974 ; 米谷ほか, 1980 ; 米谷・井上, 1981, 魚沼丘陵団体研究グループ, 1983 ; 小林ほか, 1986 ; Kobayashi et al., 1989 ; 鈴木, 1989 など)。近年、小林・立石 (1992) は新潟地域における代表的な層序学的研究を総括し、近年の生層序学的結果に基づき各地域の層序関係を再検討し、地層の対比を行った。新潟油田地域の新第三系の年代は浮遊性有孔虫化石帯に基づき下位より、津川、寺泊、椎谷、西山、灰爪の各期に区分されており (米谷, 1978 ; 渡辺, 1983), 各期に相当する地層が、新潟地域における標準層序とされた。同論文では、それ以前の火山岩類からなる岩体や地層が主に形成された前期中新世を三川期として加えた。本研究ではこれらの地域のうち岩船-津川地域、櫛形山脈東部に位置する鮮新統を対象として研究を行った。

櫛形山脈周辺の新第三系の層序は西田・津田 (1961) によって検討がなされ、現在広く用いられているため、本論文でもこれらの地層名を使用する。この地域に分布する新第三系は、下部に礫岩が発達し上部は砂岩からなり、一部シルト岩・砂岩互層が発達する釜杭層、主に層理の発達した硬質頁岩からなり、しばしば凝灰岩を挟み、最下部に海緑石砂岩が発達する下関層、一部でシルト質

あるいは砂質となる灰白色の緻密な凝灰岩層を挟み黒色泥岩からなる内須川層，内須川層を不整合に覆い，主にシルト岩，中～細粒砂岩およびこれらの互層からなる鍬江層から構成される．これらの地層は新潟地域の標準層序（新潟県，2000）に対比すると，釜杭層は津川階，下関層は七谷階，内須川層は寺泊階，鍬江層は西山階に対比される（Fig. 12）．平松・三輪（1998）は櫛形山脈周辺を含めた胎内川～阿賀野川間に広く認められる鍬江層基底の不整合関係について，不整合面の上下層準から採取された試料に含まれる有孔虫化石，石灰質ナノ化石，および珪藻化石の生層序の検討を行い，各セクションに分布する地層の不整合面の位置を初めて明確にした．また，珪藻化石帯に基づき，これらの不整合による地層の欠如には地域差があることを明らかにした．

黒川ほか（1999）は，平松・三輪（1998）の珪藻化石帯区分に基づき，胎内市夏井地域周辺および新発田市上荒沢から胎内市坂井地域周辺に分布する内須川層および鍬江層を対象として，25層の火山灰層について野外での産状と記載岩石学的特徴の検討を行った．これらのうち鍬江層中に挟在する上荒沢白色ガラス質（Kwg）火山灰層が，藪田層の項でも述べた西山油帯浜忠層中部のZnp-Ywg火山灰層に対比されることを示し，その層準は珪藻化石帯 *Neodenticula kamtschatica* 帯ないし *Neodenticula koizumii*-*N. kamtschatica* 帯との境界付近に位置していることを示した．また黒川ほか（2008）は上述のように鍬江層中の胎内川白色ガラス質（Tnkw）火山灰層をTwz火山灰層に対比した（Fig. 11）．

胎内市夏井地域の胎内川右岸（夏井セクション）には連続的に保存良好な地層が露出しており，火山灰層序，古地磁気層序および生層序について検討がなされた（黒川ほか，2003；井上ほか，2003；渡辺ほか，2003）．その後，これらの年代層序に基づき，浮遊性有孔虫化石群集および貝形虫化石群集の変化に関する検討が行われた（三輪ほか2004a；Yamada et al, 2005；Irizuki et al, 2007）．夏井セクションに分布する鍬江層は砂質シルト岩を主体とし，珪藻質シルト岩からなる内須川層とは断層関係である．鍬江層の層厚は約210 mで，胎内川鍬江層ガラス質（Tnkg）火山灰層と胎内川白色テフラ層（Tnkw）を挟在する．（Fig. 13）

本論文では，新潟県新発田市東北東の下石川～上荒沢地域周辺および新潟県

Age	Stratotype Section	Shibata and Natsui section
<b>Pliocene</b>	Nishiyama Formation	Kuwae Formation
	Shiia and Teradomari Formation	Uchisugawa Formation
<b>Miocene</b>	Nanatani Formation	Shimoseki Formation
	Tsugawa Formation	Kamagui Formation

Fig. 12. Stratigraphy of the Neogene in the Stratotype section, Shibata and Natsui section modified after Nishida and Tsuda (1961).

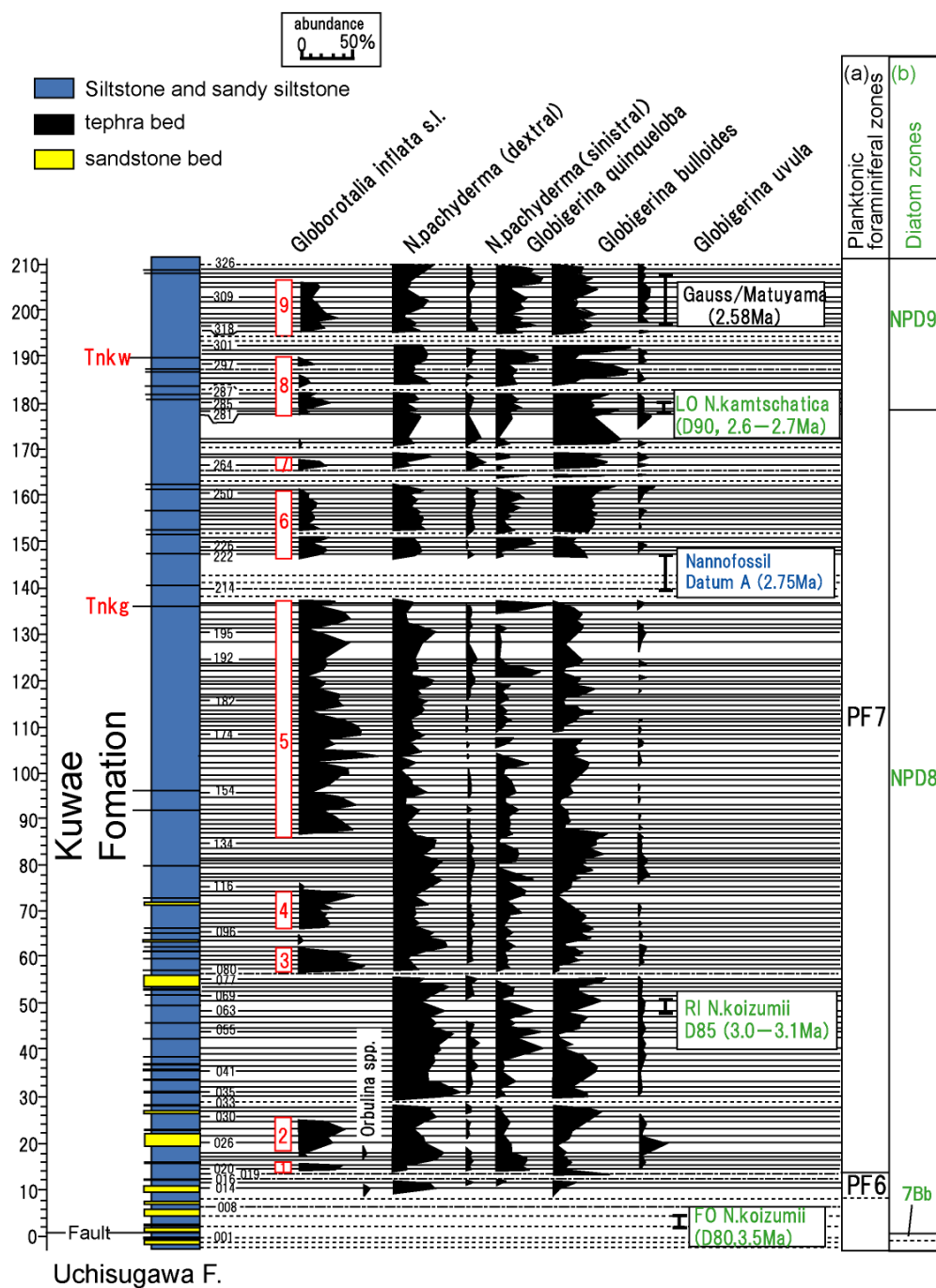


Fig. 13. Stratigraphic distribution of selected planktonic foraminifers, and biostratigraphy and Magnetostratigraphy in the Natsui section, modified after Miwa et al. (2004). (a): Maiya (1978), (b): Akiba (1986) and Yanagisawa and Akiba (1998).



胎内市南東の坂井地域周辺を研究対象として調査した (Figs. 1, 11).

### 2.2.1. 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

新潟県新発田市の中心部から東北東へ約 10 km の地点に位置する下石川～上荒沢地域周辺には、鮮新統鍬江層が分布しており、中～上部中新統内須川層を不整合に覆う。天野ほか (2000) は貝化石群を検討するため、この地域に分布する鍬江層を調査し、岩相から下部、中部、上部に 3 分した (Figs. 1, 14)。また、貝化石群集を検討し、鍬江層中部の上部および上部から 35 種の暖流系種が認められることを示した。さらに、自生的な産地より採取された貝化石群集に基づき、鍬江層中部は上部漸深海帯～下部浅海帯に、鍬江層上部は下部浅海帯に堆積したと推定した。本研究では、天野ほか (2000) によって軟体動物化石が報告された寺内川ルートにおける鍬江層中部の上部および上部を対象として調査を行い、微化石用試料を採取した。寺内川ルートでは、坂井川と合流する地点より約 1 km 南東部に鍬江層中部と上部の境界が設定されている。この地点の寺内川では、左岸と右岸に好露頭が認められる。それぞれ、左岸には鍬江層中部の最上部が、右岸には鍬江層上部が露出しており、ここではこれらの境界は確認できない。挟在する凝灰岩層での地層の走向および傾斜は、それぞれ N30° E, 20W を示す (Fig. 15)。

寺内川左岸には鍬江層中部の最上部付近に相当する層厚約 4.8 m の地層が露出する。最下部の約 30 cm の層準は淡青灰色塊状シルト岩からなり、その上位約 60 cm には層厚数 cm の石英質の礫岩層を挟在し、層厚約 10 cm のいわゆる「ホウキ砂」(長谷川・平山, 1970) と呼ばれる生痕化石が発達する淘汰の悪い淡青灰色シルト質細～極細粒砂岩およびシルト岩から構成される。その上位には下位層を部分的に侵食し、層厚 10 数 cm で礫径が約 5 mm～1 cm である暗緑灰色礫岩層が重なり、最下部に層厚 10 cm の葉理の発達した粗～中粒砂岩層を挟む層厚約 40 cm の淘汰の悪い中粒砂から砂質シルトへと級化する層準が認められる。その上位には再び層厚約 20 cm の最大礫径 6 cm の暗緑灰色礫岩層が重なり、層厚約 30 cm の礫が散在する明青灰色シルト岩および最下部に層厚 1 cm の白色凝灰岩層を伴う約 60 cm の灰色凝灰岩層が認められる。この凝灰岩層より上位では層厚約 20 cm の淘汰の悪いシルト質細～極細粒砂岩、含礫暗灰色細

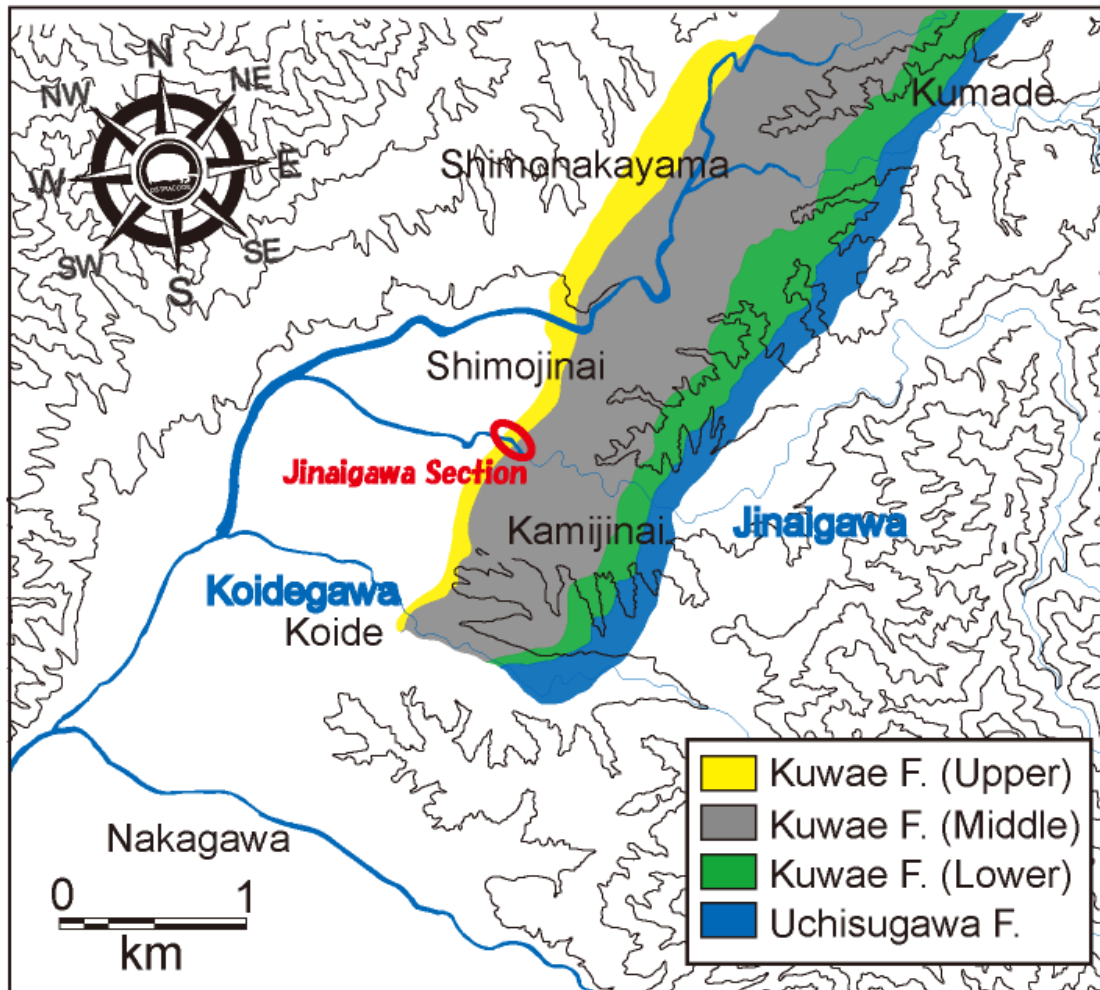


Fig. 14. Map showing the Shimoishikawa - Kamiarasawa section of the Kuwae Formation, Niigata Prefecture, Northeast Japan. Geological map modified after Amano et al. (2000).

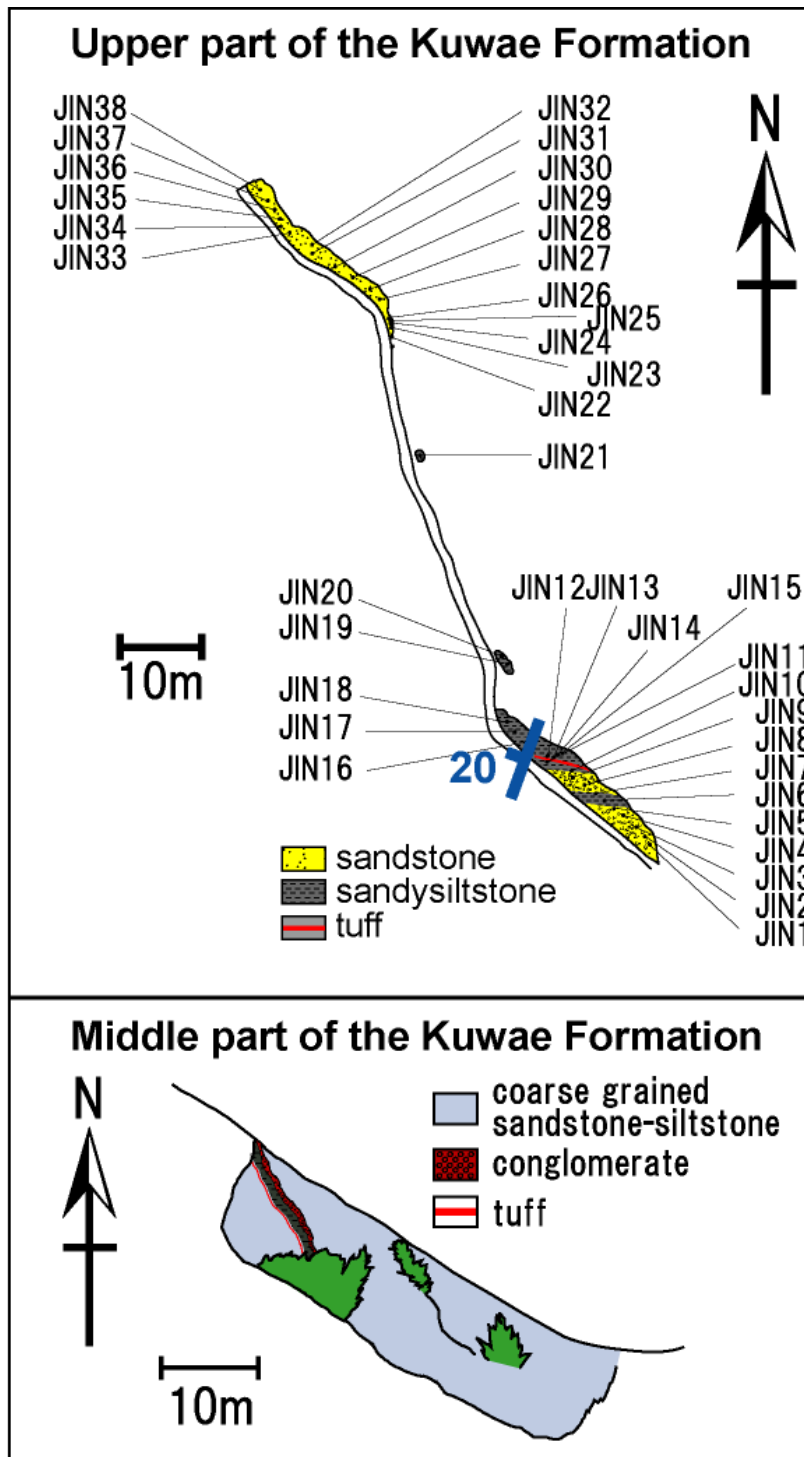


Fig. 15. Locality of sample sites and route map in the Jinai-gawa section.

粒砂岩がそれぞれ重なり、最上部には濃緑灰色シルト質細粒砂岩から青灰色シルト岩へと細粒化する層厚約 2 m の岩相が認められる。

寺内川右岸には一部不連続ではあるが層厚約 31 m の歙江層上部が露出する。これらの層準には貝殻片などが多く含まれる。最下部は *Rosselia* の密集する層厚約 3 m の中～細粒砂岩からなり、その上位は層厚 1m の砂質シルト岩が重なる。その上位では再び層厚約 2 m の *Rosselia* が密集する細粒～中粒砂岩へと岩相が変化する。これより上位では断続的に層厚約 16 m の暗灰色砂質シルト岩が重なる。この層準では下位層との境界より約 1 m 上位に層厚約 15 cm の白色凝灰岩層が挟在する。最上部は層厚約 9 m の細粒～中粒砂岩からなり、下部の 6 m の層準には *Rosselia* が多く認められ、一部密集層を形成する (Fig. 16)。

### 2.2.2. 新潟県胎内市坂井周辺地域の歙江層

新潟県胎内市南東約 7 km の地点に位置する坂井セクション (旧北蒲原郡黒川村) では、歙江層が標高差のある谷型地形側面に連続的に露出する。周辺地域の走向・傾斜に基づいて、本セクション周辺には夏井セクションに向かう南東方向に伸びる向斜軸が推定されており、調査対象とした露頭はほぼ推定向斜軸の軸上に位置すると判断される。層厚は約 17 m で、岩相および堆積構造等から下部、中部、上部に区分した。下位より 12～13 m の層準では一部シルト質砂岩からなるが、その他は全体的に中～細粒砂岩で構成され、全層準に貝殻片が多く含まれる。走向はほぼ南北方向、傾斜は約 3～4 ° 東に傾く。下部では、下位より約 1 m の層準にレンズ状の凝灰岩が認められ、凝灰岩より上位 1～6 m の層準では *Teichichnus* とみられる生痕化石が非常に多く発達し、中部の最下部まで連続的に認められる。*Rosselia* とみられる生痕化石は地層全体に認められるが、下位より 7～8 m の中部層準で特に多く、密集層を形成する。下位より 8～9 m の層準ではハンモック状斜交層理が発達する (Figs. 1, 17, 18)。

### 2.3. 岡山県新見市田治部地域の田治部層

岡山県新見市<sup>たじべ</sup>田治部地域には、瀬戸内区中新統 (第一瀬戸内累層群) に属し、主に海成層からなる下～中部中新統備北層群田治部層が分布し、盆地状の地形を形成する基盤岩類を不整合に覆う (後藤ほか, 2013) (Fig. 19)。その分布は

Middle part of the Kuwae Formation

Upper part of the Kuwae Formation

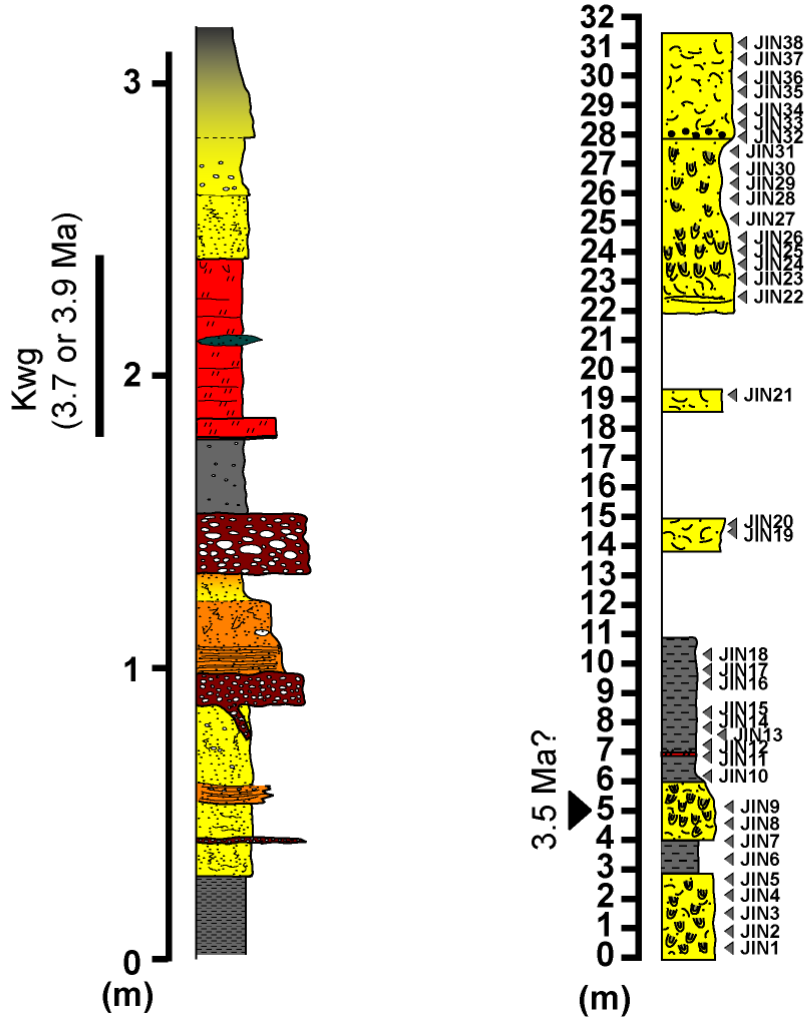


Fig. 16. Columnar sections with sample horizons of the middle and upper parts of the Kuwae Formation, Jinai-gawa section.

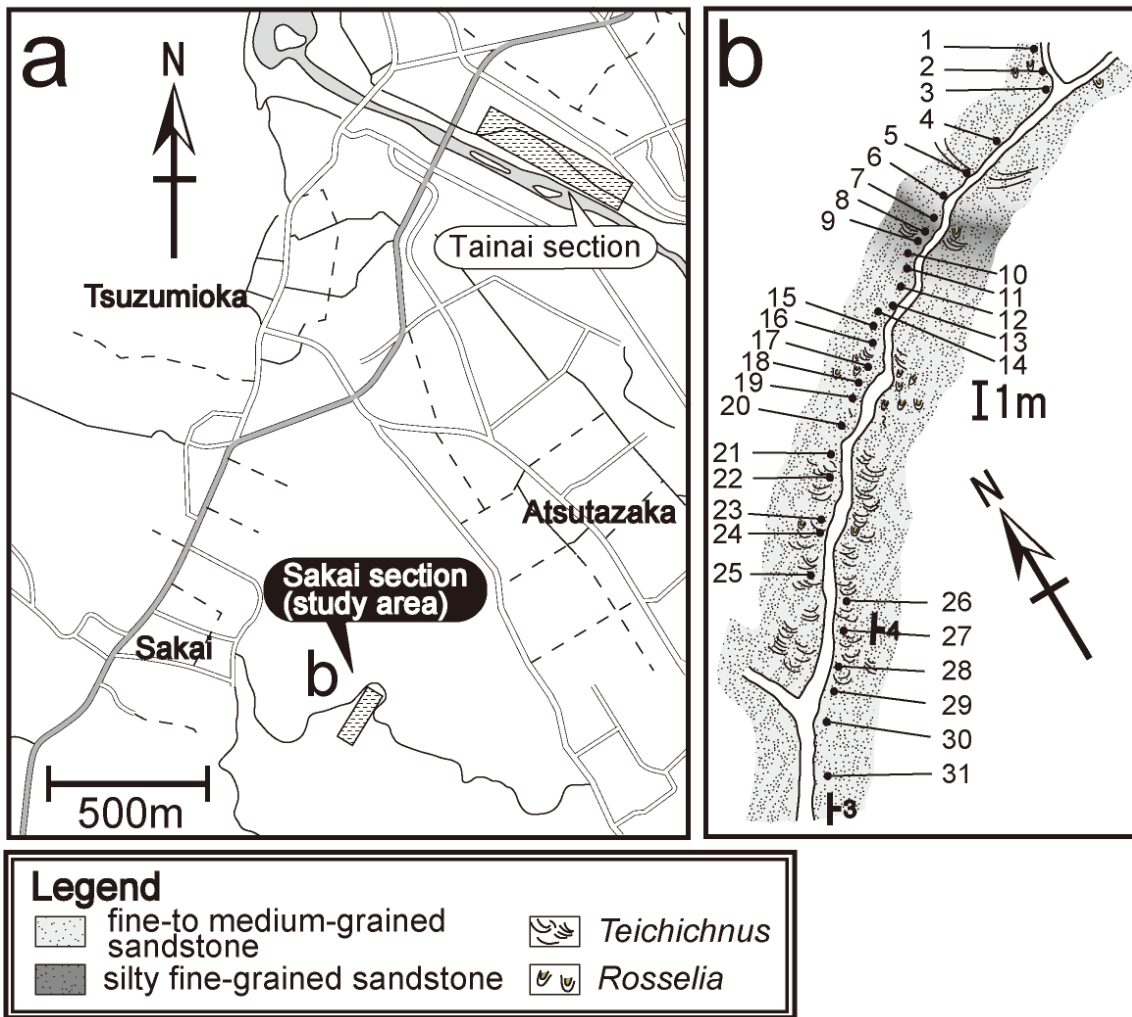


Fig. 17. Locality of sample sites and the route map of the Kuwae Formation in the Sakai section, Niigata Prefecture, Northeast Japan.

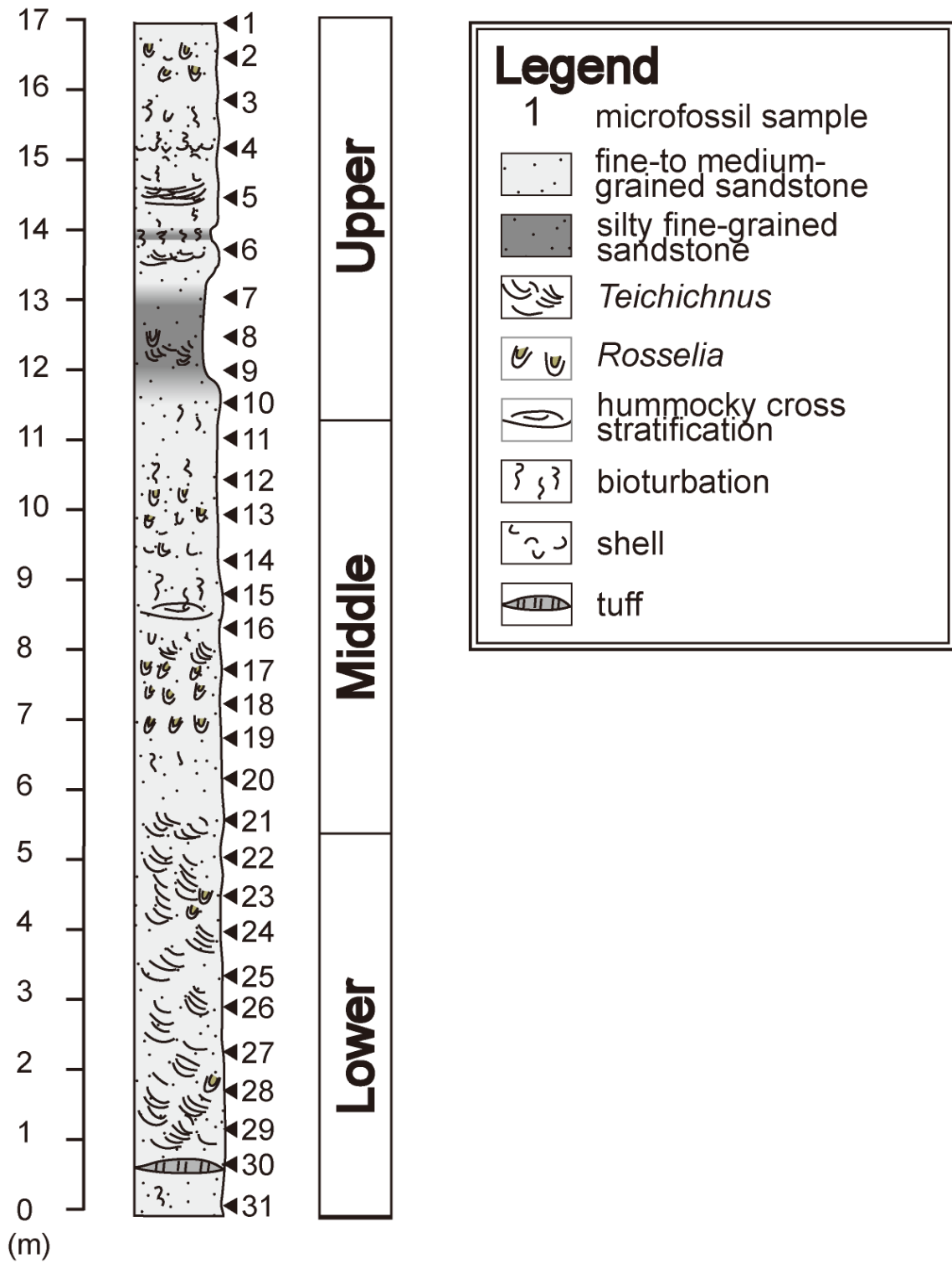


Fig. 18. Columnar section with sample horizons of the Kuwae Formation in the Sakai section.

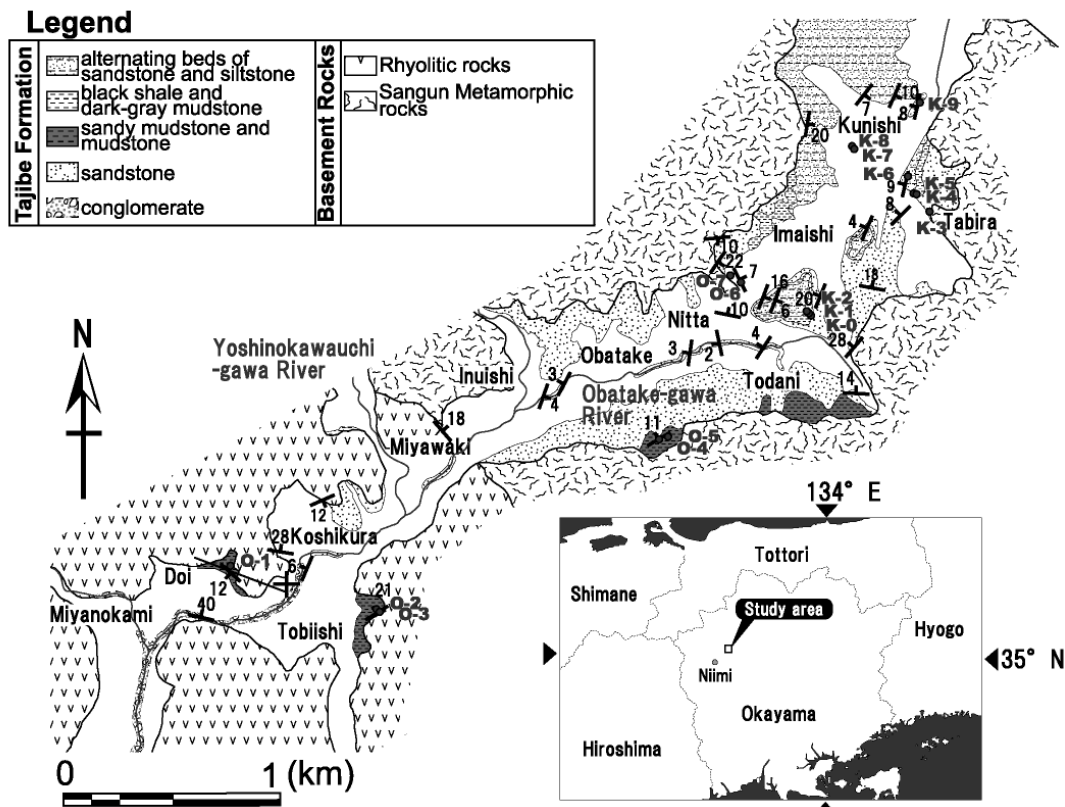
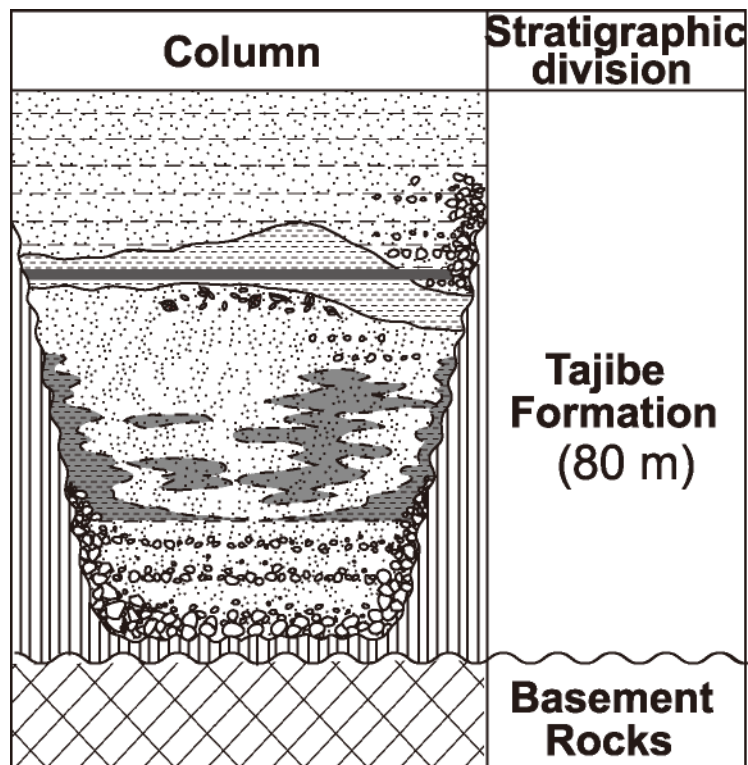


Fig. 19. Geological map of the Niimi area, Okayama Prefecture, Southwest Japan. Modified from Goto et al, (2013).



南西～北東方向に長く、面積は約 4 km<sup>2</sup>である。田治部層は調査地域の南西から北東に向かって上位の地層が分布する層厚約 80 m の堆積層で、岩相に基づき下位より礫岩層、砂岩層と炭質物に富む砂質泥岩～泥質砂岩層、および砂岩泥岩互層に区分される (Fig. 20)。

田治部層最下部の礫岩層は、基盤岩由来の巨礫～大礫主体の礫岩や、基質支持の大礫混じりの細礫岩から構成される基底礫岩層である。砂岩層と炭質物に富む砂質泥岩～泥質砂岩層は、調査地域に最も広く分布している。主に、炭質物や貝化石、生痕化石を多く含む淘汰の悪い暗灰～青灰色砂質泥岩層と、カンラン岩などの礫を頻繁に含む明灰色の中～極細粒砂岩、あるいは泥質砂岩層との互層からなり、層厚数 cm の黒色泥岩層を頻繁に挟む。これらの砂岩層や炭質物に富む砂質泥岩～泥質砂岩層は一部、基盤岩と不整合で接する。また、砂岩層の最上部は植物片化石を多く含む中～細粒砂岩層からなる。砂岩泥岩互層は、最下部が主に黒色頁岩層や暗灰色泥岩層からなる。その上位では級化構造を示す細～極細粒砂岩層と泥岩との互層からなり、稀に、巨～大礫サイズの蛇紋岩礫を含む。



### Legend

<b>Tajibe Formation</b>	
	alternating beds of sandstone and siltstone
	black shale and dark-gray mudstone
	sandy mudstone and mudstone
	sandstone
	muddy sandstone
	conglomerate
	bentonite
	plant fossil
<b>Basement Rocks</b>	
	Rhyolitic rocks and Sangun Metamorphic rocks

Fig. 20. Stratigraphic sequence in the Tajibe area.

## 第3章 年代

研究対象とした鮮新統の堆積年代は、三田層の凝灰岩層のフィッシュ・トラック年代測定を除き、これまでの研究報告から、主に珪藻化石層序、石灰質ナノ化石層序、および古地磁気層序に基づき推定されてきた。さらに、これらの層序学的研究報告に基づき、研究地域に存在する No.3 *G. inflata* bed の基底年代が推定された（例えば、三輪ほか、2004a, b）。No. 3 *G. inflata* bed は後期鮮新世における浮遊性有孔虫の *G. inflata* (s.l.)の多産によって特徴づけられる層準であり（工藤、1967；米谷、1978）、新潟標準層序の鮮新統西山階の基底は、No. 3 *G. inflata* bed の下限に設定されている（Fig. 12）。No. 3 *G. inflata* bed は、この他にも新潟・秋田堆積盆などにおける多くの坑井試料や陸上セクションで広く認められるため、日本海側に分布する鮮新統の広域対比を行う際の非常に有用な生層準としての1つとされた（工藤、1967；佐藤ほか、1988；天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会、1992など）。三輪ほか（2004a）は胎内市夏井地域の胎内川右岸（夏井地域）に露出する鍬江層における浮遊性有孔虫化石群集を検討し、No. 3 *G. inflata* bed は *G. inflata* (s.l.)が稀～無産出区間を挟んで断続的な産出傾向を示す層準であると報告した（Fig. 13）。

以下、各地域で報告された年代および *G. inflata* (s.l.)の産出に関する結果をまとめる。

### 3.1. 三田層

三田層の年代に関して、角井（1986）は OT3 凝灰岩層をフィッシュ・トラック年代法測定法に基づき、 $5.2 \pm 0.5$  Ma と推定した。田村・山崎（2004）は MT2 凝灰岩層を、富山県富山市魚津地域および呉羽山地域に分布する呉羽山礫層、長慶寺砂層中に挟在する谷口（Tng）凝灰岩層、長慶寺（Chk）火山灰層に対比し、その年代を 2.2～2.3 Ma とした（Fig. 11）。

研究対象層準に関して、天野ほか（2008）は赤江川支流において、OT3 凝灰岩層より上位、MT2 凝灰岩層より下位の層準のうち 7 層準について石灰質ナノ化石の検討を行った。その結果、群集構成に基づき、検討した全層準を Sato and Kameo (1996)の Datum A より下位で Martini (1971)の石灰質ナノ化石

帯の NN16 帯下部から中部 (3.66~2.75 Ma) に対比した (Fig. 3). 後述する赤江川本流と支流における貝形虫化石群集の変遷傾向から本研究層準はいずれも 3.66~2.75 Ma に含まれると推測される (Fig. 11). 後藤ほか (印刷中) は赤江川本流および支流における MT1 凝灰岩層の堆積年代をフィッショソ・トラック年代測定法に基づき, 赤江川本流を  $3.5 \pm 0.2$  Ma, 赤江川支流を  $3.4 \pm 0.2$  Ma と見積もった (Fig. 11). また, 那須野 (2010MS) は, 本流および支流の両ルートにおいて MT1 凝灰岩層上部約 3~5 m の層準に数個体ではあるが *G. inflata* (s.l.) の産出を報告した.

### 3.2. 藪田層

藪田層の年代に関して, Cronin et al. (1994), 渡辺 (2002) および三輪ほか (2004) により珪藻化石層序の検討がなされた. これらの報告から, 研究対象としたセクションは Yanagisawa and Akiba (1998) による珪藻化石帯の NPD8 帯および NPD9 帯に対比された. すなわち, *N. koizumii* の初産出層準 (D80, 3.5 Ma) は藪田層基底に挟在する火山灰層 YT3 付近から採取された試料 YBF 15~18 の間に, *N. koizumii* の急増層準 (D85, 3.0-3.1 Ma) が試料 YBF 84~85 の間に, そして *N. kamtschatica* の終産出層準 (D90, 2.6-2.7 Ma) が試料 YB8A~9 の間に認められた (Figs. 9 - 11, 21). さらに, 高山ほか (1988) および大久保ほか (2000) のデータに基づくと, 石灰質ナノ化石層序の基準面である Datum A (2.75 Ma) は藪田層上部の火山灰層 UN の直下に認められている (Figs. 9 - 11, 21).

古地磁気層序に関しては, 伊藤・渡辺 (1997) および渡辺 (2002) に基づくと, 下位よりギルバート/ガウスクロン境界 (3.58 Ma) が火山灰層 YT1 と YT3 の間に, C2An.2r サブクロソの基底 (3.33 Ma) が火山灰層 YT5 と KST1 の間に, ガウスクロソの C2An.2n サブクロソ (3.11-3.22 Ma) が火山灰層 TT1・TT2 付近の層準に認められ, ガウス/松山クロソ境界 (2.58 Ma) は試料 YB9 より上位に推定された (Figs. 9 - 11, 21).

三輪ほか (2004) は藪田, 小杉, および大境セクションの阿尾層と藪田層から採取された 88 試料を用い, 浮遊性有孔虫化石群集の検討をおこなった. その結果, No. 3 *G. inflata* bed は珪藻化石帯の NPD8 帯および NPD9 帯に対比さ

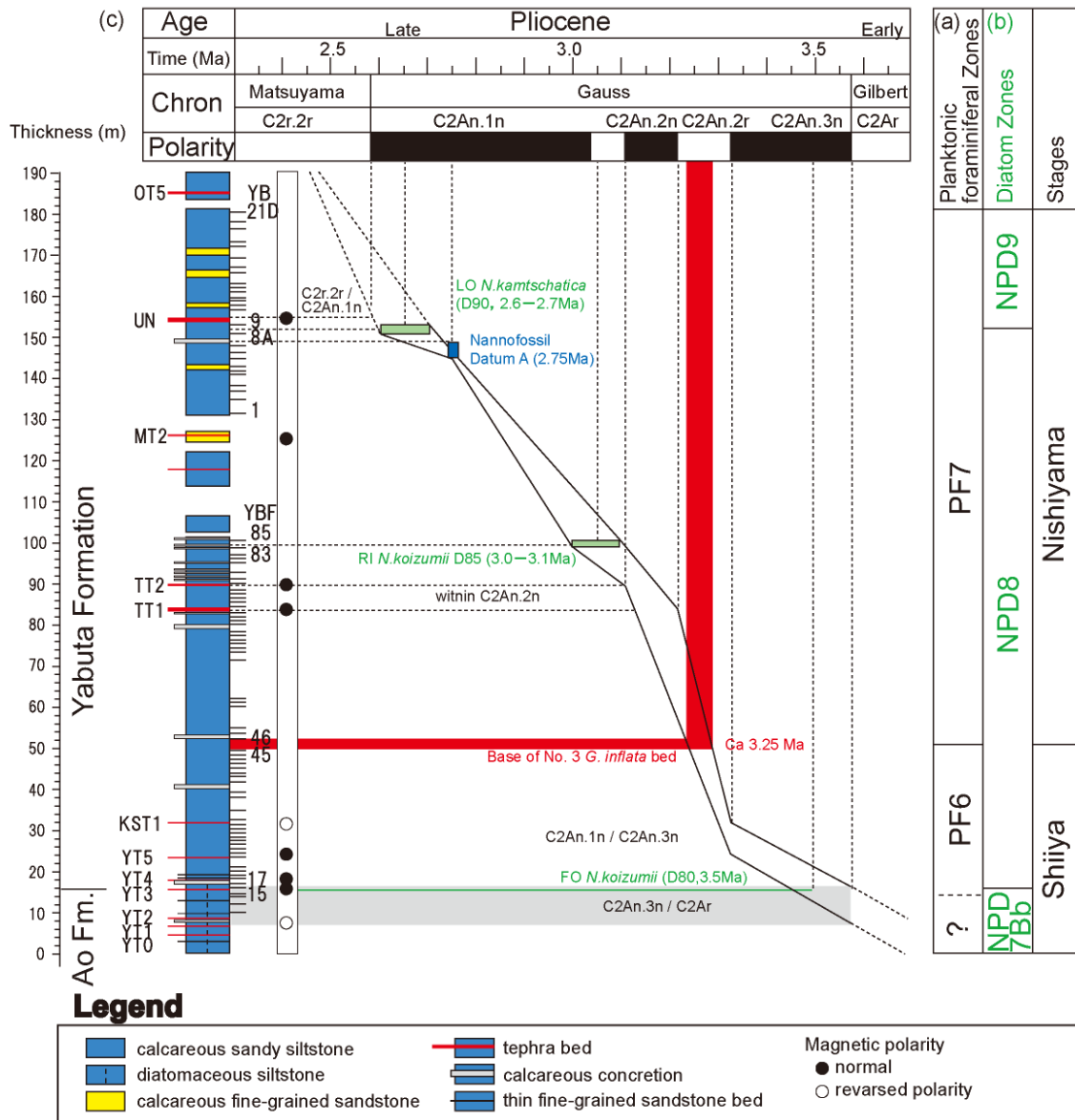


Fig. 21. Sediment accumulation rate curve for the Ao and Yabuta Formations of the Nadaura area, Toyama Prefecture, Central Japan, modified after Miwa et al. (2004). (a): Miwa et al. (2004), (b): Yanagisawa and Akiba (1998), (c): Cande and Kent (1995).

れ、その基底と考えられる層準は *N. koizumii* の初産出層準 (D80, 3.5 Ma) よりも上位で、*N. koizumii* の急増層準 (D85, 3.0-3.1 Ma) よりも下位に位置することを示した。さらに、古地磁気層序に基づく年代値を加えた堆積速度曲線に基づき、No. 3 *G. inflata* bed の基底層準の年代を約 3.25 Ma と見積もった (Figs. 9 - 11, 21).

### 3.3. 鋳江層

鋳江層の年代に関して、渡辺ほか (2003) は胎内市夏井地域の胎内川右岸 (夏井セクション) に露出する鋳江層から産出する珪藻化石群集に基づき、Yanagisawa and Akiba (1998)による珪藻化石帯の NPD8 帯および NPD9 帯に対比した。また、*N. koizumii* の初産出層準 (D80, 3.5 Ma) が基底の内須川層との境界付近の試料 NATS003-006 の間に、*N. koizumii* の急増層準 (D85, 3.0-3.1 Ma) が試料 NATS063-069 の間に、そして *N. kamtschatica* の終産出層準 (D90, 2.6-2.7 Ma) が試料 NATS281-283 の間にあることを示した。さらに、石灰質ナノ化石層序の基準面である Datum A (2.75 Ma) が胎内川ガラス質火山灰層 (Tnkg) 上部の試料 NATS213.5-221.5 の間にあることを示した (Fig. 22)。黒川ほか (2003) は胎内川白色火山灰層 (Tnkw) の年代を約 2.6 Ma と推定した (Fig. 22)。井上ほか (2003) は夏井セクションの鋳江層最上部について古地磁気学的検討を行い、NATS309-324 の間に正磁極期から逆磁極期への逆転を認め、珪藻および石灰質ナノ化石層序と火山灰層の年代に基づき、この層準がガウス/松山クロン境界 (2.58 Ma) であると結論づけた (Fig. 22)。

三輪ほか (2004a) は夏井セクションの鋳江層から 0.2-0.5 m 間隔で採取された 186 試料を用い、浮遊性有孔虫化石群集の検討を行った。その結果、No. 3 *G. inflata* bed は珪藻化石帯の NPD8 帯および NPD9 帯に対比され、その基底と考えられる層準は *N. koizumii* の初産出層準 (D80, 3.5 Ma) よりも上位で、*N. koizumii* の急増層準 (D85, 3.0-3.1 Ma) よりも下位に位置することを示した。また、堆積速度曲線に基づき No. 3 *G. inflata* bed の基底と考えられる層準の年代を約 3.4 Ma と見積もった (Fig. 22)。

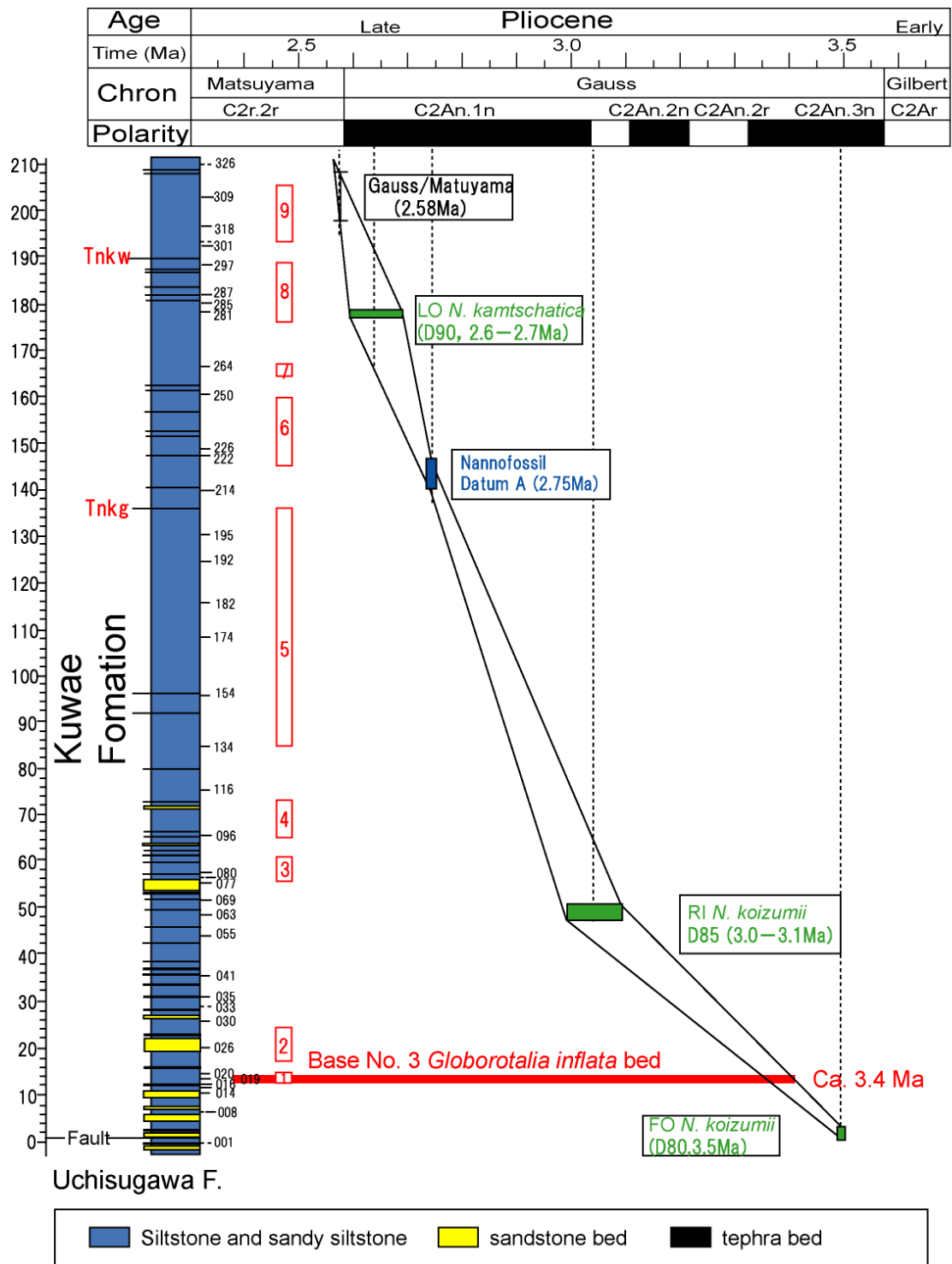


Fig. 22. Sediment accumulation rate curve for the Uchisugawa and Kuwae Formations in the Natui section, Niigata Prefecture, Northeast Japan modified after Miwa et al. (2004).

### 3.3.1. 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

天野ほか（2000）は本研究地域を含む調査地域（下石川～上荒沢地域）において、平松・三輪（1998）により石灰質ナンノ化石が報告された地点を含めた鍬江層中部および上部から微化石用試料を採取し検討を行った。その結果、中部の上部および上部から産出した石灰質ナンノ化石の群集構成は、Sato and Kameo (1996)の Datum A より下位で Martini (1971) の石灰質ナンノ化石帯 NN16 の下部から中部（3.66～2.75 Ma）を示唆するとした（Fig. 11）。

柳沢（私信）は珪藻化石層序および広域凝灰岩の対比に基づく堆積年代を推定するため、本研究地域の鍬江層およびその下位層準が分布する寺内川上流域の調査を行った。その結果、鍬江層中部に認められる凝灰岩層を上荒沢白色ガラス質火山灰層（Kwg）に対比した。この火山灰層の噴出年代は黒川（1999）による各地における挟在層準の検討結果に基づき、およそ 3.7 Ma とされた（田村，2005 ではおよそ 3.9 Ma）（Fig. 16）。さらに、本研究層準である鍬江層の下部層準より *N. koizumii* の産出を認め、その層準を初産出層準(D80, 3.5 Ma) と推定した（Figs. 11, 16）。

本研究では *N. koizumii* の初産出層準（D80, 3.5 Ma）より上位の層準と調査層準最上部の 2 層準から *G. inflata* (s.l.)が多産した。このため、寺内川セクションの No. 3 *G. inflata* bed は珪藻化石帯の NPD8 帯および NPD9 帯に対比され、その基底と考えられる層準は *N. koizumii* の初産出層準（D80, 3.5 Ma）よりも上位と推定される（Fig.11）。

### 3.3.2. 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

黒川ほか（1999）は上荒沢白色ガラス質火山灰層（Kwg）を調査地域の西方 250 m の地点に分布する鍬江層中に認めた。周辺地域における走向傾斜の情報から研究層準周辺に向斜軸が推定され、露頭の位置関係から上荒沢白色ガラス質火山灰層（Kwg）は本研究層準より下位に位置すると推定される（Fig. 23）。

### 3.4. 岡山県新見市の田治部層

後藤ほか（2013）は田治部層上部の砂岩泥岩互層から、浮遊性有孔虫化石の年代指標種である *Praeorbulina sicana* の産出を報告した。*P. sicana* の初産出



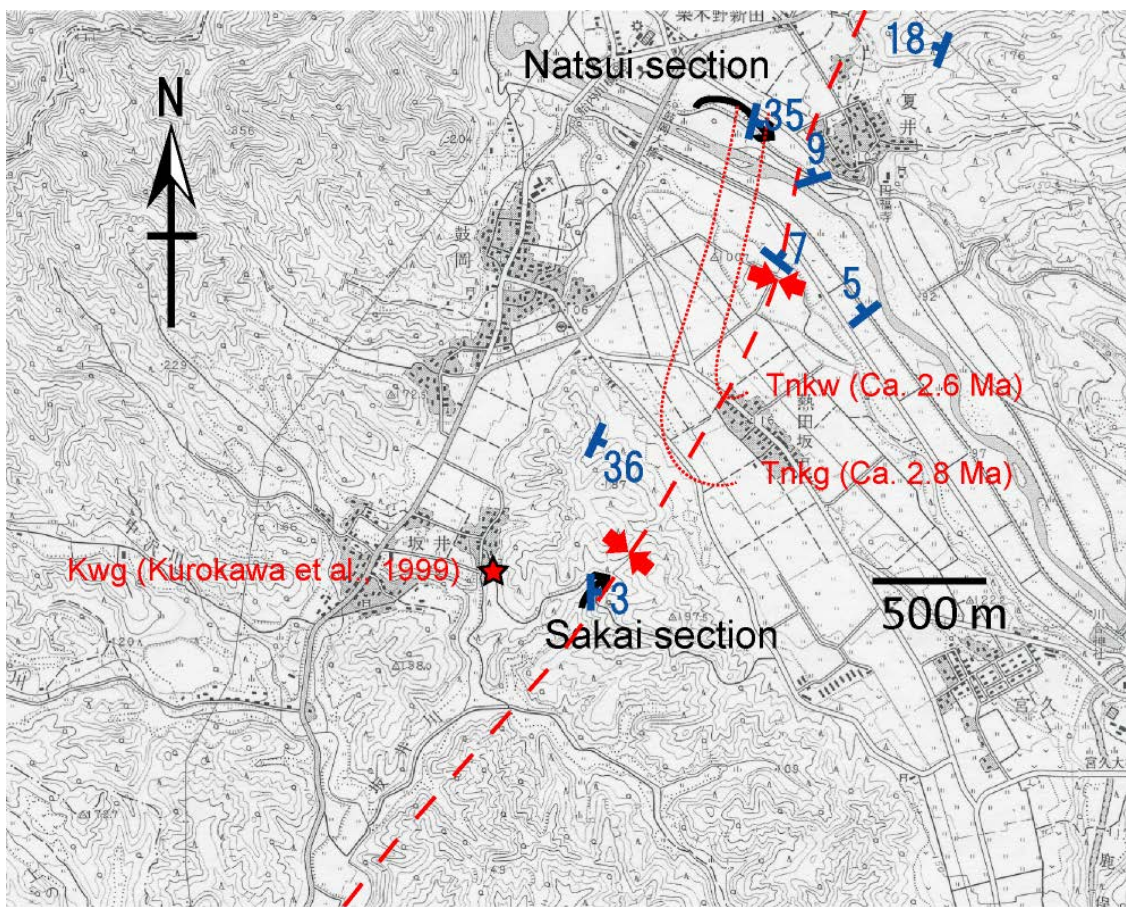


Fig. 23. Distribution of syncline based on strikes and dips around the Natsui and the Sakai sections.

層準は Blow (1969) の浮遊性有孔虫化石帯 N8 の下限を定義し、その年代値は 17.0 Ma である。一方、石灰質ナanno化石の年代指標種として *Helicosphaera ampliaperta* と *Sphenolithus heteromorphus* の産出を報告した。*S. heteromorphus* の初産出層準と終産出層準は、それぞれ、Okada and Bukry (1980) の石灰質ナanno化石帯、CN3 帯下限と CN4 帯の上限を規定し、その年代値は 18.0~14.9 Ma である。このため、両化石の生層序に基づき、この地域に分布する田治部層上部の砂岩泥岩互層は 17.0~14.9 Ma の年代に堆積したと推定される。

## 第4章 試料と処理法および群集解析法

### 4.1 微化石試料の処理法

#### (1) 富山県富山市八尾地域の三田層

三田層中部の風化により明らかに貝殻が溶脱している層準を除き、赤江川本流沿いに分布する層厚約 49 m の三田層から約 50 cm 間隔で合計 44 個の微化石用試料を採取した (Fig. 7).

#### (2) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

この地域では三輪ほか (2004) により挟在する凝灰岩層に基づき対比された藪田セクション、小杉セクション、および大境セクションに分布する層厚約 190 m の連続的な阿尾層と藪田層 (阿尾層層厚約 15 m, 藪田層層厚約 175 m) から、一部の層準をのぞき、約 1 m 間隔で合計 88 個の微化石用試料が採取され、浮遊性有孔虫化石分析に用いられた (Fig. 21). 本研究では、これらの微化石試料のうち、YBF15 から三輪ほか (2004) により *G. inflata* (s.l.) の産出報告がなされた層準付近である YBF 51.5 まで計 36 試料を用い分析を行った (Figs. 21, 24).

#### (3) 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

寺内川右岸に露出する一部不連続な層厚約 31 m の鍬江層から約 50 cm 間隔で合計 38 個の微化石用試料を採取し分析を行った (Fig. 16).

#### (4) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

坂井セクションに分布する層厚約 17 m の鍬江層から、約 50 cm の間隔で合計 31 個の微化石用試料を採取し分析を行った. これらは Goto et al. (in press) および名嶋 (2013MS) による珪藻化石層序および浮遊性有孔虫化石群集解析に用いられた試料と同一試料である (Figs. 18, 25)

貝形虫化石および浮遊性有孔虫化石の処理法に関しては、米谷・井上 (1973) に従った. すなわち、試料を約 60 °C の乾燥器に入れ十分乾燥させた後、乾燥重量 80 g を計りとり、硫酸ナトリウム法とナフサ法を併用し、試料が構成粒子サイズになるまで 200 メッシュ (75 μm) の篩上で水洗し乾燥させる作業を繰り返した. 試料は、さらに 115 メッシュ (125 μm) の篩を用い、粗粒と細粒の試料に区別し、粗粒な試料から双眼実体顕微鏡により 200 個を目安に抽出した. なお、貝形虫化石の個体数は右殻・左殻を区別せず、片殻 1 個体、両殻 2 個体と

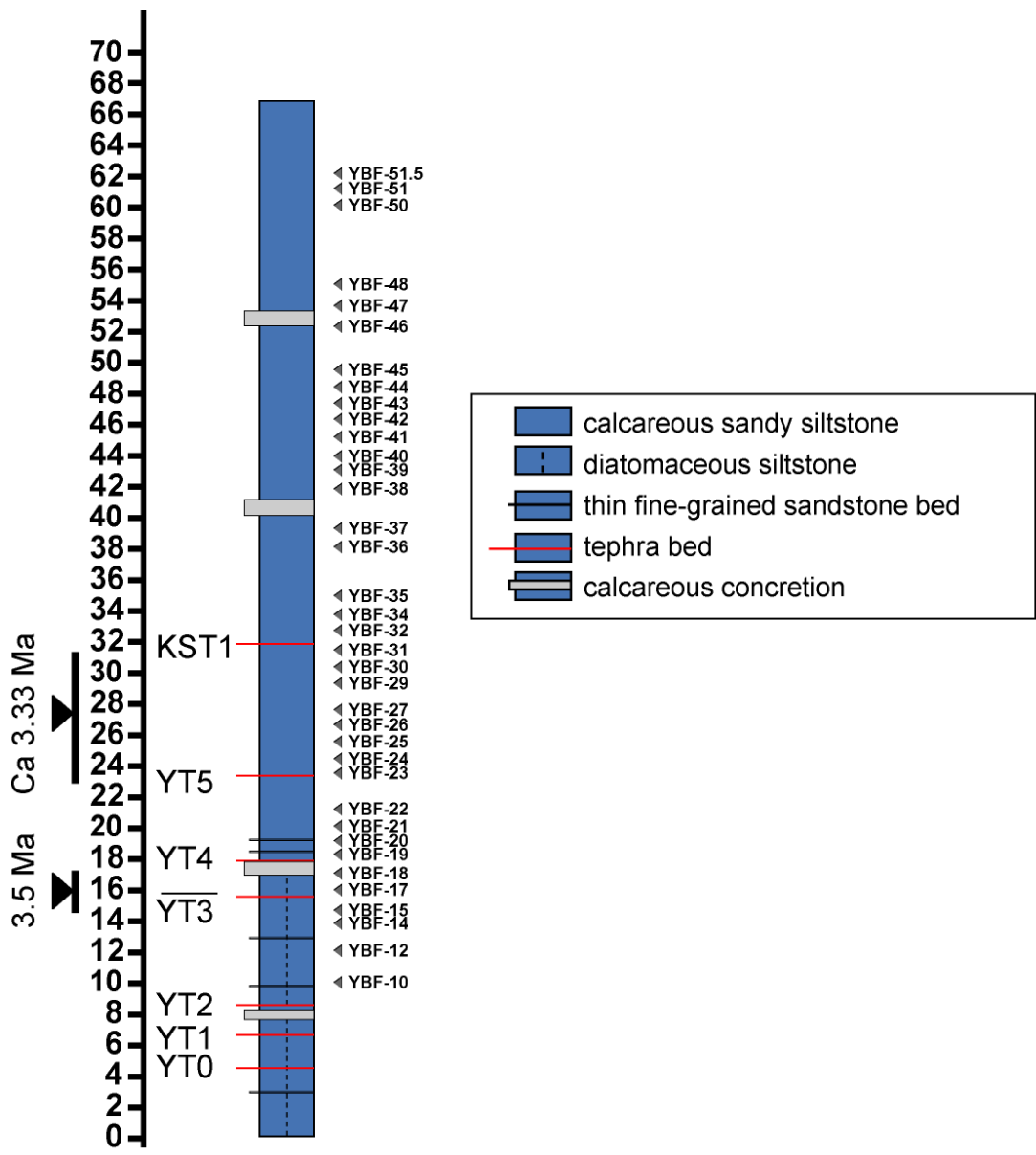


Fig. 24. Columnar section with sample horizons of the Ao and Yabuta Formations from Yabuta - Kosugi sections of the Nadaura area, Toyama Prefecture, Central Japan modified after Miwa et al. (2004).

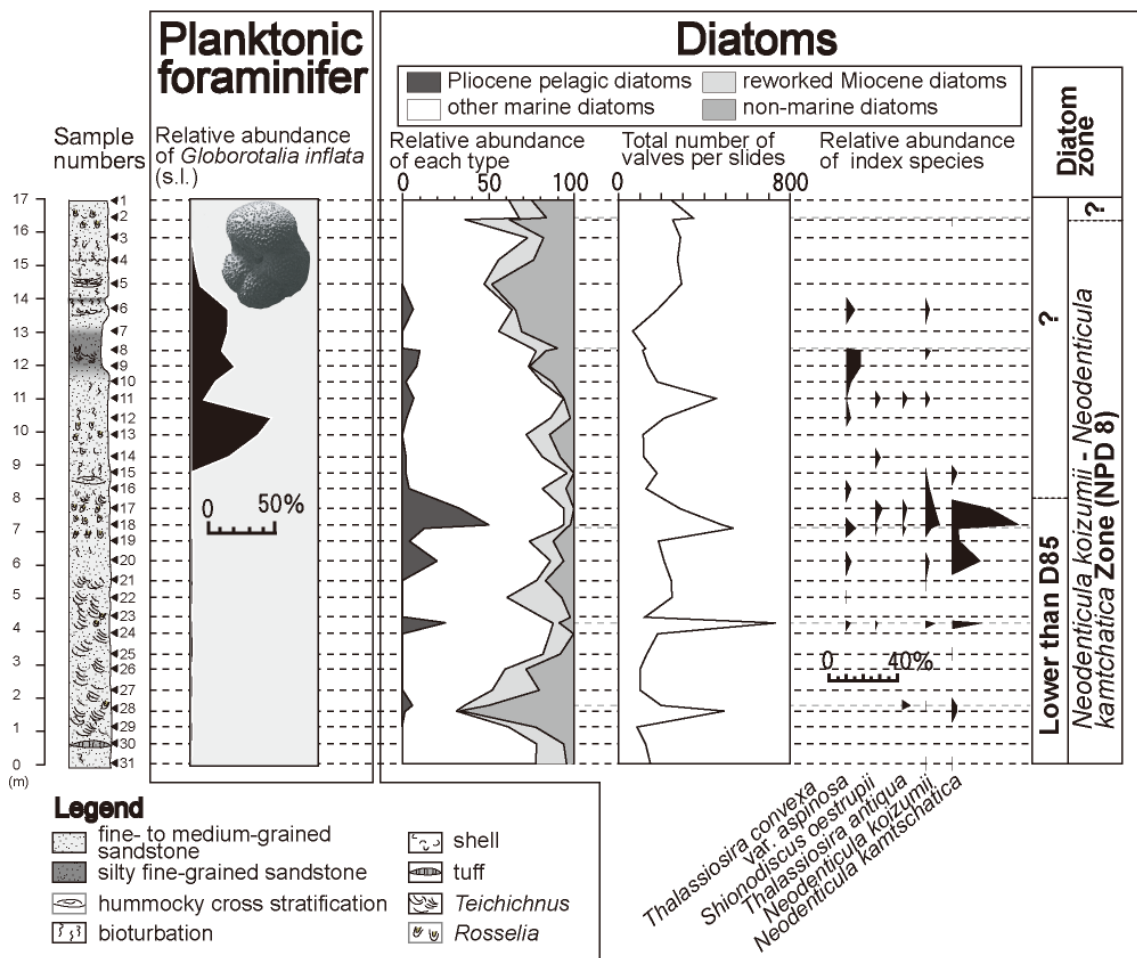


Fig. 25. Stratigraphic distribution of planktonic foraminifer, *Globorotalia inflata* (s.l.) and diatoms.

した。富山県富山市八尾地域の三田層から採取した試料は、試料処理において 80~115 メッシュに含まれる貝形虫化石の個体数が極めて少なく、全体的な群集構成に影響を及ぼさないと判断し、80 メッシュ (180  $\mu\text{m}$ ) の篩より粗粒な試料から貝形虫化石を抽出した。また、今回微化石処理をおこなった試料に対して、底質環境を推測するため乾燥重量と水洗後の残渣重量の差から簡易的に含泥率も求めた。含泥率は次の式で表される。

$$\text{含泥率 (\%)} = (\text{乾燥重量} - \text{残渣}) / \text{乾燥重量} \times 100 (\%)$$

なお、本研究ではナフサ法を用いており、元来の構成物質のサイズより細かくなっている可能性があり、さらに、水洗に 200 メッシュ (75  $\mu\text{m}$ ) の篩を使用したため、厳密には泥粒子よりやや粗粒な粒子を回収した点に留意する必要がある。

珪藻化石の処理法に関しては Akiba (1986) に従っている。すなわち、乾燥試料を砕いた後、約 1 g を 100 cc ビーカーに入れ、純水を試料が浸る程度に注ぎ、一昼夜放置する。その後、純水を加えて約 100 cc の懸濁液とし、約 20 秒間放置、粗粒物が底に沈むのを待ち、上澄みの懸濁液からマイクロピペットで 0.5 cc を取り出し、18×18 mm のカバーグラスに滴下する。これをホットプレートで加熱・乾燥後、アルコールで薄めた封入剤を滴下、さらに加熱・乾燥させてアルコール分を蒸発させる。最後に、このカバーグラスをホットプレートで暖めたスライドグラスに貼付する。その後、珪藻殻の計測を生物顕微鏡 600 倍の倍率下で行った。その後、さらにカバーグラスの幅 5 mm の範囲を走査して、その過程で新たに認められた種、及び破片としてのみ認められた種は (+) として記録した。

#### 4.3. 群集解析法

各調査地域における環境変遷を推定するため、抽出した各試料に含まれる貝形虫化石群集の検討を行った。また、新潟県では胎内市夏井地域および新発田市坂井周辺地域において浮遊性有孔虫化石群集に関する報告がなされており、浮遊性有孔虫化石の生層序に基づく対比を行い、また、堆積当時の表層環境の

様相を捉えることを目的として、下石川～上荒沢セクション内に存在する寺内川ルートにおいて浮遊性有孔虫化石群集の検討も行った。なお、富山県氷見市灘浦海岸の藪田層、新潟県胎内市夏井地域および坂井周辺地域における鍬江層より産出する浮遊性有孔虫化石群集については既存の研究によるデータを用い（三輪ほか 2004a, b；名嶋, 2013MS）、貝形虫化石群集と同様に群集解析を行った。中新世の田治部層については、後藤ほか（2013）の研究データを使用し、検討を行った。さらに、珪藻化石の生層序年代に基づく堆積年代の推定のため坂井周辺地域においては、Goto et al. (in press) による珪藻化石の群集解析のデータを用いた。

#### 4.3. Mg / Ca 比測定用微化石試料

堆積時の古水温を定量的に復元するため、層準中に含まれる貝形虫殻の微量元素分析（Mg/Ca 古水温計）に基づく古水温の推定を試みた。対象とした坂井セクションでは、微化石群集解析用の試料と同一試料計 31 試料を用い、層準ごとに *Krithe* 属の成体殻の抽出を試みた（Plate 1）。

処理方法に関しては、試料を約 50℃の乾燥器に入れ十分乾燥させた後、薬品を用いず試料が構成粒子サイズになるまで 200 メッシュ（75 μm）の篩上で水洗し乾燥させる作業を繰り返した。その際、岩石の大部分が破壊されていない場合は、3%以下の過酸化水素水を加えて、反応がおさまるまで放置し、反応終了後に再び 200 メッシュの篩上で水洗し約 50℃で乾燥させた。乾燥後は破損していない *Krithe* 属の成体殻を抽出した。抽出した殻の表面に付着する汚染源を除去するため、洗浄処理などの前処理を行った後、硝酸で殻を溶解し、高知コアセンターの ICP-AES(Optima DV4300)を用いて、Mg および Ca の値を測定した。

## 第5章 結果

### 5.1. 含泥率

#### (1) 富山県富山市八尾地域の三田層

調査層準の含泥率は他地域と比べ低く、全層準を通じて40%以下であり、変動幅は20~40%を示す (Fig. 26).

#### (2) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

調査層準の含泥率は他地域と比べ高く、多くが80%前後であった。このうち、下位より20~24 m, 30~34 m, および54~56 mの層準では値が低く、60%程度を示す (Fig. 27).

#### (3) 新潟県新発田市下石川~上荒沢地域の鍬江層

調査層準の含泥率は他地域と比べ細かく変動し、下部から上部に向け明瞭に減少した。下部では、3~4 m および6~10 mの層準で80%前後であったが、その他の層準では70%よりも低かった。中部層準では、緩やかに含泥率が減少した。中部から上部の20~23 mの層準では急激に含泥率が減少し、40%以下となった。上部では23~26 mの層準で含泥率が増加し、26~30 mの層準で再び減少した。30 m 付近の層準では調査層準内で最も値が低く、30%以下であった。その後、最上部では僅かな増加が認められた (Fig. 28).

#### (4) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

調査層準では少なくとも2回の含泥率の明瞭なサイクルが認められた。含泥率は下位より0~7 mの層準では30~40%で緩やかに推移した。その上位の7~8.5 mの層準では70%近くまで増加し、8.5~10.5 mの層準では40%まで減少した。その上位では再び急増し、約12 mの層準で最大となった。12~15 mの層準では緩やかに減少した後、最上部に向けて再び増加した (Fig. 29).

### 5.2. 貝形虫化石

富山県の三田層、藪田層、および新潟県の2地域の鍬江層から採取した全149試料のうち136試料から300種以上の保存良好な貝形虫化石が産出した (Table 1)。産出した貝形虫種のうち、現生種の多くは、現在の日本列島周辺海域に広く分布する。しかしながら、一部の試料では、亜熱帯の東シナ海周辺海域や、



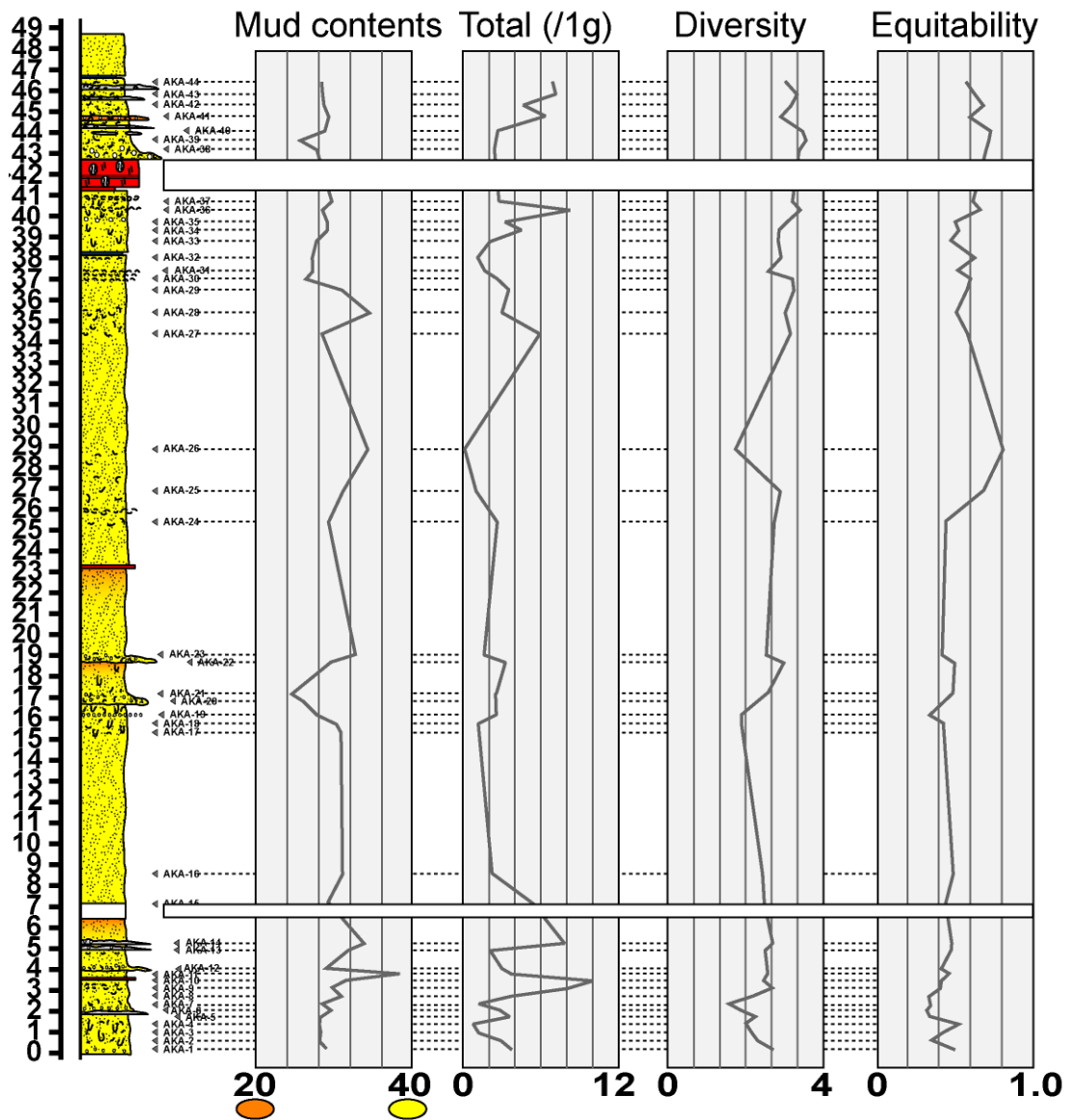


Fig. 26. Temporal changes of mud content, total number of ostracodes per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ) and equitability in the Mita Formation of the Hirabayashi section, Yatsuo area.

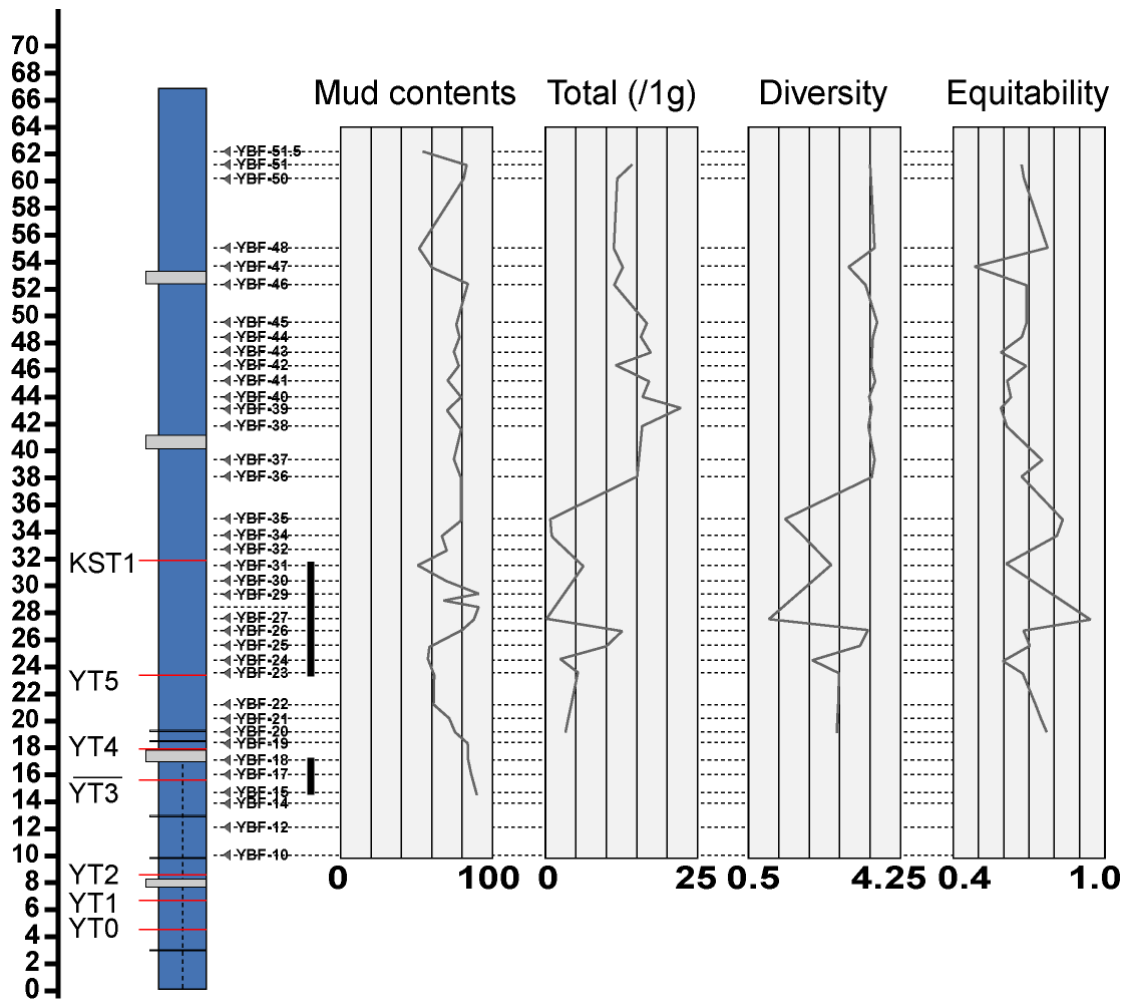


Fig. 27. Temporal changes of mud content, total number of ostracodes per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ) and equitability in the Ao and Yabuta Formation of the Nadaura area.

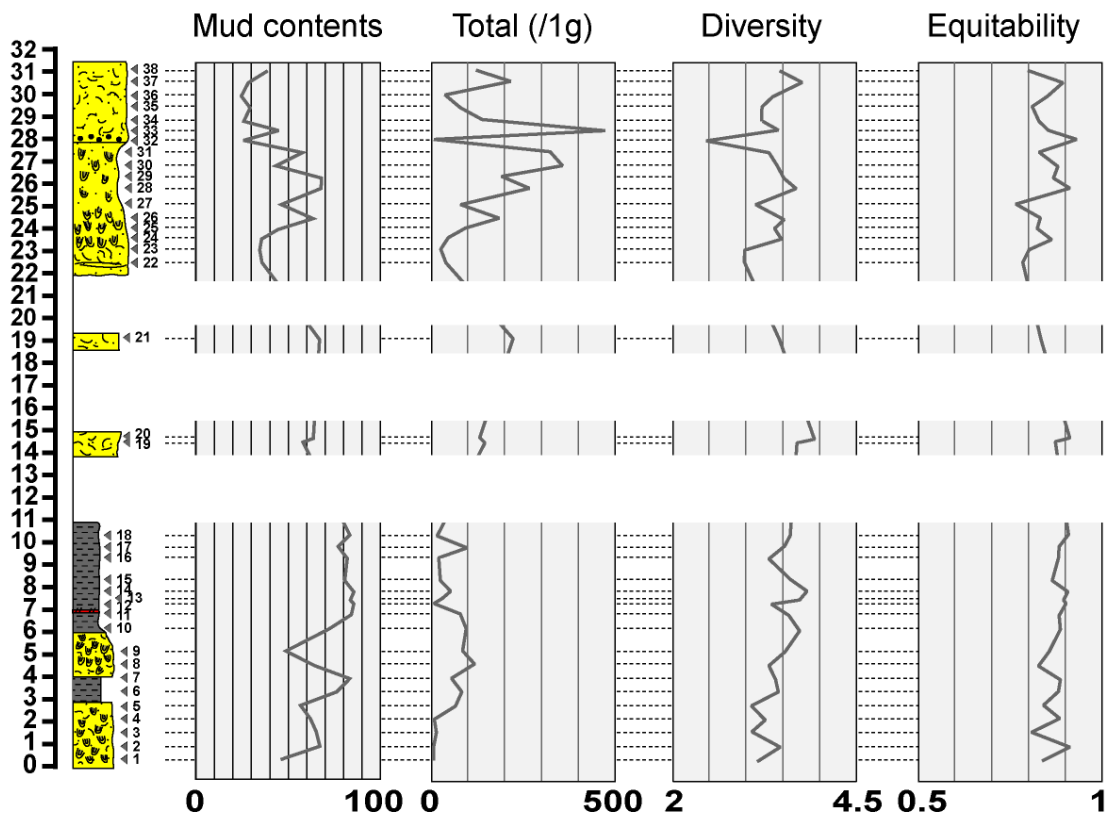


Fig. 28. Temporal changes of mud content, total number of ostracodes per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ) and equitability in the Kuwae Formation of the Jinai-gawa section.

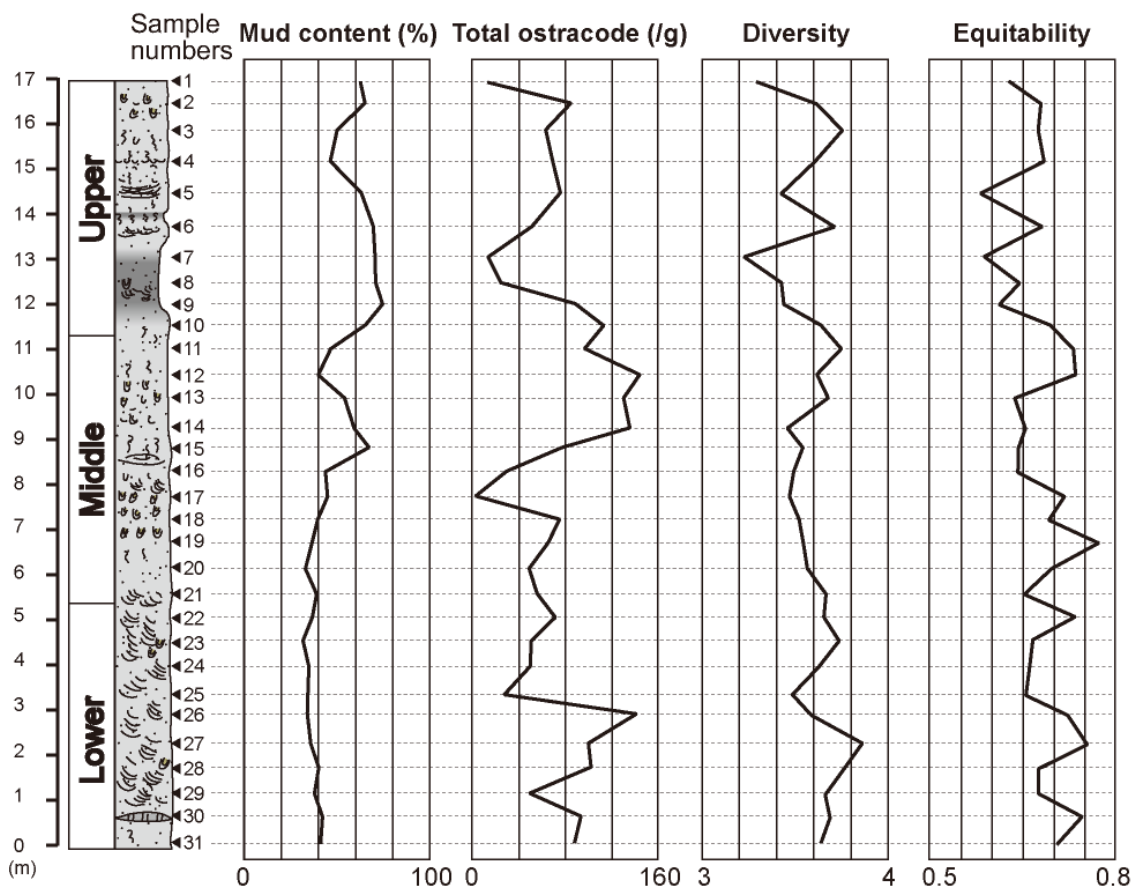


Fig. 29. Temporal changes of mud content, total number of ostracodes per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ) and equitability in the Kuwae Formation of the Sakai section.

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses.

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK1	SAK2	SAK3	SAK4	SAK5	SAK6	SAK7	SAK8	SAK9	SAK10	SAK11	SAK12	SAK13	SAK14	SAK15
		Abrocythereis ? sp.																
★	●	Acanthocythereis dunelmensis (Norman)					9	15	9	18	17	21	8	4	2	3	2	
★	●	Acanthocythereis tsurugasakensis Tabuki								1		1						
	●	Acanthocythereis cf. munechikai Ishizaki																
	●	Acanthocythereis spp.				2		4			1							
	●	Aciticythereis sp.																
	●	Akocpocythere cf. goujoni (Brady)																
	●	Ambocythere japonica Ishizaki																
	●	Ambostrocon sp.																
	●	Ambtonia cf. obai Ishizaki																
	●	Ambtonia spp.																
	●	Amphleberis sp.																
	●	Argilloecia hanai Ishizaki																
	●	Argilloecia lunata Frydl																
	●	Argilloecia spp.																
★	●	Aurila cf. corniculata Okubo				3	4		1			1			8	2	3	
★	●	Aurila cf. hatai Ishizaki							1	3		3		4	5	3		4
	●	Aurila munechikai Ishizaki																
★	●	Aurila shigaramiensis Ozawa																
	●	Aurila togakushiensis Ozawa																
★	●	Aurila tsukawakii Ozawa and Kamiya		1	10	9	5	2	1	2		6	9	4	7	4		1
	●	Aurila cf. uranouchiensis Ishizaki																
	●	Aurila spp.		4		1	1	2		1	1		3				2	
	●	Australmoosella tomokoe (Ishizaki)																
	●	Baffincythere ishizakii Irizuki																
	●	Baffincythere reticulata Irizuki			15		1	3	3		1	2	1		1	1	1	1
	●	Baffincythere robusticostata Irizuki			4		1	1	1		3							3
	●	Baffincythere spp.		3		4		1					1					
	●	Bicomucythere bisanensis (Okubo)																
	●	Bicomucythere sp.																
	●	Bicomucythere spp.																
	●	Burtonia sp.		1														
	●	Bythoceratina angulata Yajima																
	●	Bythoceratina hanai Ishizaki																
	●	Bythoceratina cf. masakensis																
	●	Bythoceratina sp. 1																
	●	Bythoceratina spp.																
	●	Callistocythere hayamensis Hanai																
★	●	Callistocythere hosonosuensis Okubo																
	●	Callistocythere japonica Hanai																
	●	Callistocythere cf. japonica Hanai																
	●	Callistocythere minor Hanai																
	●	Callistocythere cf. nipponica Hanai																
	●	Callistocythere reticulata Hanai																
	●	Callistocythere setanensis Hanai																
	●	Callistocythere cf. setanensis Hanai																
	●	Callistocythere aff. setanensis Hanai																
	●	Callistocythere undata Hanai																
★	●	Callistocythere cf. undulatifacialis Hanai				2	1	5	1	4		1	7	4	2	1	4	
	●	Callistocythere sp. 1																
	●	Callistocythere sp. 2					1	1		1								
★	●	Callistocythere sp. 3																
	●	Callistocythere sp. 4																
	●	Callistocythere sp. 5																
★	●	Callistocythere sp. 6																
	●	Callistocythere sp. 7																
	●	Callistocythere sp. 8																
★	●	Callistocythere spp.		1		1			2				1					
	●	Celta cf. subreticulata Irizuki and Yamada																
	●	Celta sp.																
	●	Chejudocythere higashikawai Ishizaki																
	●	Chejudocythere? sp.																
	●	Cletocythereis bradyi Holden																
	●	Cletocythereis rastromarginata (Brady)				1	2					1		1				
	●	Cletocythereis spp.									1							
	●	Cluthia sp.				2		1	1			1	1		2		1	6
	●	Coquimba ishizaki Yajima																
	●	Coquimba sp.						1										1
★	●	Cornucoquimba monivensis (Ishizaki)		8	5	4	7	9	11	6	12	17	9	10	14	13	15	7
	●	Cornucoquimba saitoi (Ishizaki)																
★	●	Cornucoquimba tosaensis (Ishizaki)		1	3	5	3	2	5	4	3	2	6	5	7		1	2
★	●	Cornucoquimba sp. 1			4	5	2	5	7	3		14	8	4	3	6	5	2
	●	Cornucoquimba sp. 2																
	●	Cornucoquimba sp. 3																
	●	Cornucoquimba sp. 4																
★	●	Cornucoquimba spp.		1			1	4	2		4			2		1		
★	●	Cythere sp. 1		4	17	12	3	4	9	9	19	15	19	12	12	18	12	23
★	●	Cythere sp. 2			2	14	5	3	14	15	11	8	11	1	7	12	6	9

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \	Sample number	SAK1	SAK2	SAK3	SAK4	SAK5	SAK6	SAK7	SAK8	SAK9	SAK10	SAK11	SAK12	SAK13	SAK14	SAK15
		● <i>Cythere</i> spp.																
		● <i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara								1								
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)																
		● <i>Cytheromorpha</i> sp.				1						1						
		● <i>Cytheropteron abnormis</i> Guan																
★	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers						1	6	13	12	14	7	3	3	3	5	5
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>carolae</i> Brouwers										2						
	●	<i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
	●	<i>Cytheropteron elaei</i> Cronin																
	●	<i>Cytheropteron</i> cf. <i>elaei</i> Cronin																
	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
★	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai		6	12	7	8	17	10	3	4	8	6	7	4	5	11	12
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>miurense</i> Hanai		2														
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		11	11	20	9	5	6	1	5	9	6	4	6	11	5	12
	●	<i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>sandaiensis</i>																
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao									1							
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>subuchioi</i> Zhao			2	2	1					5		2		4	1	
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai																
	●	<i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki							1				1	1	2			
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.																
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.		1		1		1	2	3		1	1					
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 1		26	9	8		7	5	3	3	4	2	2	1			1
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 2		15	1	7	2	1	4	4	3	8	5	6	5	5	4	
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 3							1	3	4			2	1			
	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 4		10	1									1				1
	●	<i>Cytherura</i> ? spp.																
★	●	<i>Eisobornia</i> cf. <i>concinna</i> (Jones)		1	1	2						3	1					
	●	<i>Eucythere</i> spp.																
	●	<i>Eucythere</i> aff. <i>mediocostata</i>		1														
★	●	<i>Eucytherea neolae</i> (Ishizaki)		2	3	4	1	1	2	2	1		1	2	1			
	●	<i>Eucytherea poroleberis</i> Zhao																
	●	<i>Eucytherea utsumemi</i> Yajima																
	●	<i>Eucytherea</i> sp. 1				2				1								
	●	<i>Eucytherea</i> sp. 2							1		1	3		5			1	
	●	<i>Eucytherea</i> sp. 3																
	●	<i>Eucytherea</i> sp. 4																
	●	<i>Eucytherea</i> spp.						1										1
	●	<i>Falsobornitoria hayamii</i> (Tabuki)																
	●	<i>Falsobornitoria taiwanica</i> Maltz																
	●	<i>Falsobornitoria</i> spp.			1			3	3		1	1			1	3	2	1
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada		6	3	4	15	4	3	1	2	2	4	9	5	8	6	11
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)																
★	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)		2	12	12	9	9	3	3	1	5	6	6	9	14	10	8
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>uranipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Finmarchinella</i> spp.																
	●	<i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)		5		3	2	3	2	1	1	1	1	1		1	1	1
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)								2		1		1	3			1
	●	<i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki																
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)			7	4	5		2	4	4	4	1	3	5	2	3	6
	●	<i>Hemicythere</i> aff. <i>kitanipponica</i> (Tabuki)					1		2	1				1	2	5		
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov																
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov				1												
	●	<i>Hemicythere</i> cf. <i>posteroestibulata</i>																
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1			2	2		2	3	1	3	2	7		3	5	1	2
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5																
	●	<i>Hemicythere</i> spp.						1			1			1				
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>clathrata</i> (Sars)																
	●	<i>Hemicytherura</i> aff. <i>clathrata</i> (Sars)																
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>cuneata</i> Hanai			4				1					2	2	1		3
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>kajiyamai</i> Hanai		2		3								3				
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>tricarinate</i>																
	●	<i>Hemicytherura</i> sp.					1									1		
	●	<i>Hemicytherura</i> spp.																
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Howeina</i> cf. <i>higashimeyaensis</i> Ishizaki																1
	●	<i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)		3	3													
	●	<i>Howeina</i> sp.																
	●	<i>Howeina</i> spp.																
	●	<i>Kangarina</i> sp.			1	2	2	1	4	2	2	1	2	5		4	1	1
	●	<i>Kangarina</i> spp.																
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.																

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefecture, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK1	SAK2	SAK3	SAK4	SAK5	SAK6	SAK7	SAK8	SAK9	SAK10	SAK11	SAK12	SAK13	SAK14	SAK15
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.		1	4	5	1					4	1		1			
★	●	<i>Krithe</i> spp.				1	2	11	3			1		2	4	9		1
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada					1	1										
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)																
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)					1		1				1					1
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1			3	2									1	1		
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2				2										1		
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3															1	
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5																
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.							1							1		
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki			2	1								1				
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo																
★	●	<i>Loxoconcha hattori</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou																
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou																
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa		1	2									2	2	1		
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha proposita</i> Hu																
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki		4	4	6	2	5	7	11	9	4	8	9	3	11	9	7
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki					3	1								1	1	
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki		1		1												1
	●	<i>Loxoconcha zarnia</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1																
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2																
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.			1											1		1
	●	<i>Loxoconchidea dolgoiensis</i> Brouwers																
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.																
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki		2			1	1	4		2		1	1				
	●	<i>Loxocorniculum mutsuense</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai																
	●	<i>Loxocythere</i> spp.																
	●	<i>Microcythere</i> sp.			1		1											
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou						2		1	2		2	3	3	5	2	6
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou									2							
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki		5				1			1						1	3
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)			1			1		1				1				
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)			2		1											
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)																
	●	<i>Munseyella kikukikensis</i>			2					1			1			1		
	●	<i>Munseyella oblonga</i>																
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima																
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1																
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2																
	●	<i>Munseyella</i> spp.																
	●	<i>Neocythereis punctata</i>																
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)																
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.																
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.		13	10	8	5	2	5					1	1	4	3	
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)																
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki																
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.			1	2			1		2						2	1
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki				1			1	2				1		1		1
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>																
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki		3		1										1		
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.				1												
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)				6		1	2		2	4	2	1	1	1		
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.				1			3			1	5	1	2			4
	●	<i>Paracypris</i> sp.																
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima																
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang										3						
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu																
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki																
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.					3	4	1	1	4		2	2	5	1	2	
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.			2													
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)																
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)																2
	●	<i>Parakrithella</i> spp.			1	2		1							4	3	3	
	●	<i>Paranesidea</i> sp.																
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.																1
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki		4			3			2	3		1					1
	●	<i>Pectocythere</i> spp.			2	2		1	3	1	2	3	2	1		1		2

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	SAK1	SAK2	SAK3	SAK4	SAK5	SAK6	SAK7	SAK8	SAK9	SAK10	SAK11	SAK12	SAK13	SAK14	SAK15
		● <i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyiformis</i> (Ishizaki)															
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Pontocythere</i> spp.			1		1	2	1		5	2	2	2		1	2
		● <i>Propontocypris</i> sp.															
		● <i>Pseudaurilla japonica</i> (Ishizaki)															
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki									6				1	1	
		● <i>Robertsonites irizukii</i> Yamada			1												
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)			5	7	1	11	3	24	14	19	9	2	4	7	11
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.							1				1				
		● <i>Robustaurilla ishizakii</i> (Okubo)															
		● <i>Robustaurilla</i> spp.						1	1					3	2	2	
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)			4	8	10	15	26	14	7	4	5	8	10	13	19
★		● <i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs															
		● <i>Sclerochilus</i> spp.					1										
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya															
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada			5	4		4	1			3	4	4	3	3	
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura skipa</i>															1
★		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya			9	8	2	2	2	2		4		3	5	3	5
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)			4	2	3	4							1		
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.1			16	6	11	7	2	1		1	5	7	5	2	3
		● <i>Semicytherura</i> sp.2			2		3	1				1	2		1	1	
		● <i>Semicytherura</i> sp.3			1	1	1	1	1						1	1	1
		● <i>Semicytherura</i> sp.4					1		1						1	1	
★		● <i>Semicytherura</i> sp.5					1										1
		● <i>Semicytherura</i> sp.6						1									
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
		● <i>Semicytherura</i> sp.8										1		3			
★		● <i>Semicytherura</i> sp.9															1
		● <i>Semicytherura</i> sp.10															
		● <i>Semicytherura</i> sp.11															
		● <i>Semicytherura</i> sp.12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.					1				1	2	1	1			1
		● <i>Spinileberis quadriculeata</i> (Brady)															
		● <i>Spinileberis rhomboidaris</i>															
		● <i>Spinileberis</i> sp.				1											
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.					3								3		2
		● <i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki														2	
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)															2
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.			1		2	1	1			1	2			1	
		● <i>Triebelina</i> sp.															
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
★		● <i>Typhlocythere</i> sp.			1	1				3		1	4	1	1	1	1
		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki															
		● <i>Urocythereis ? posterocostata</i> Tabuki															1
		● <i>Urocythereis ?</i> sp.1			1	2	3	1		2	1	1	4	1	3	5	
		● <i>Urocythereis ?</i> sp.2					2										
		● <i>Urocythereis ?</i> sp.3															
		● <i>Urocythereis ?</i> spp.															
★		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki			2								1	1	2	3	5
		● <i>Xestoleberis opalescenta</i> Schornikov							1	1							
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo			1										1		1
		● <i>Xestoleberis</i> spp.							1		2						1
★		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya															
		● <i>Yezocythere ?</i> sp.															
		● Gen. et sp. indet.			1	1	2		1								1
		No. of species	43	54	62	54	52	60	42	48	51	54	58	51	61	49	54
		No. of specimens	196	213	238	175	190	193	173	193	221	213	183	181	246	170	195
		Total ostracode/(g)	13.1	85.2	63.7	70.0	76.0	51.5	13.8	25.7	88.4	113.6	97.6	144.8	131.2	136.0	78.0
		Shannon_H	3.30	3.62	3.75	3.61	3.44	3.71	3.24	3.44	3.45	3.65	3.75	3.63	3.68	3.47	3.55
		Evenness_e^HS	0.63	0.68	0.68	0.69	0.59	0.68	0.59	0.65	0.61	0.70	0.73	0.74	0.64	0.66	0.65
		Mud contents	62.91	65.49	50.34	47.08	63.45	70.34	71.03	71.03	74.89	65.75	46.95	39.93	54.74	59.83	67.78



Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK16	SAK17	SAK18	SAK19	SAK20	SAK21	SAK22	SAK23	SAK24	SAK25	SAK26	SAK27	SAK28	SAK29	SAK30
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.																
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)		6	8	3	4	4	2			3	1	1		2	2	4
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki					2											
	●	<i>Acanthocythereis</i> cf. <i>munechikai</i> Ishizaki						3					1					
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.																
	●	<i>Alocopocythere</i> cf. <i>goujoni</i> (Brady)																
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambotreron</i> sp.																
	●	<i>Ambtonia</i> cf. <i>obai</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambtonia</i> spp.																
	●	<i>Amphileberis</i> sp.									1							
	●	<i>Argilloecia hanai</i> Ishizaki						1										
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl																
	●	<i>Argilloecia</i> spp.																
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>corniculata</i> Okubo				2		1	3	4		2		2	6	1	3	
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>hatai</i> Ishizaki									4							
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki																
★	●	<i>Aurila shigaramiensis</i> Ozawa																
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa																
★	●	<i>Aurila tsukawekii</i> Ozawa and Kamiya		3	9	5	2	1	5	2	9	10	13	3	8	4	1	3
	●	<i>Aurila</i> cf. <i>uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila</i> spp.		4			1			1	2	1	2	1		6		1
	●	<i>Australmoosella tomokoeae</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki																2
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki		7	7		2		9	4		4		1	3		1	4
	●	<i>Baffincythere robustocostata</i> Irizuki							2								1	
	●	<i>Baffincythere</i> spp.						3			4	2	4			1		
	●	<i>Bicomucythere bisanensis</i> (Okubo)																1
	●	<i>Bicomucythere</i> sp.																
	●	<i>Bicomucythere</i> spp.																
	●	<i>Burtonia</i> sp.																
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima																
	●	<i>Bythoceratina hanai</i> Ishizaki																
	●	<i>Bythoceratina</i> cf. <i>maisakensis</i>																
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1																
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.																
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo																
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai														1		
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>nipponica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> aff. <i>setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai																
★	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>undulatifacialis</i> Hanai		4	3	5		2	2	5		7	4	1		3	7	3
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2					1	2		1				1	1	4		
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3		1		1					1	1						
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8																
	●	<i>Callistocythere</i> spp.					1				1							1
★	●	<i>Celta</i> cf. <i>subreticulata</i> Irizuki and Yamada										1						1
	●	<i>Celta</i> sp.																
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki				1	1											
	●	<i>Chejudocythere</i> ? sp.																
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden																
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)				1					1		1					
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.																
	●	<i>Cluthia</i> sp.		1		2	1	1	2			1			1	2	1	
	●	<i>Coquimba ishizakii</i> Yajima																
	●	<i>Coquimba</i> sp.						2										
★	●	<i>Cornucoquimba monivensis</i> (Ishizaki)		8	1	9	6	3	9		4	4	8	7	4	14	11	3
	●	<i>Cornucoquimba sailoi</i> (Ishizaki)																
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)		8	7	1	7	7	5	6	10	4	3	3	3	1		5
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1		2	7	5	4	2	4			8				5		2
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4																
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.						1		1	2	1	4		1			2
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1		27	13	18	14	14	19	11	13	15	10	12	13	11	18	9
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2		5		6	3	2	5		3	2	2	2	3	2	3	3

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK16	SAK17	SAK18	SAK19	SAK20	SAK21	SAK22	SAK23	SAK24	SAK25	SAK26	SAK27	SAK28	SAK29	SAK30
		● <i>Cythere</i> spp.																
		● <i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara																
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromopha acupunctata</i> (Brady)																
		● <i>Cytheromopha</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron abnormis</i> Guan																
★	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers			5	1	4	2	4		1	2		1		4	2	1
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>carolae</i> Brouwers																
	●	<i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
	●	<i>Cytheropteron elaei</i> Cronin																
	●	<i>Cytheropteron</i> cf. <i>elaeni</i> Cronin																
	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
★	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai		9	9	13	5	9	12	12	11	2	6	9	5	9	1	9
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>miurense</i> Hanai																
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		11	4	8	8	10	10	15	15	11	12	4	13	5	13	
	●	<i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>sandaiensis</i>			1				1					1				
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao																
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>subuchioi</i> Zhao		7			1	5	1		2			2	1	1	8	
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai																
	●	<i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki			3	1												3
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.																
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.									1					2	1	1
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 1		5	4			4	1		1		2	2	4	2	6	2
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 2		8		5	7	1	5	8	10	7	3	4	5	3	10	5
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 3		3	1		7	3	1	1	1	6	1	1	2	3	5	1
	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 4							1	2								
	●	<i>Cytherura</i> ? spp.																
★	●	<i>Eufossionella</i> cf. <i>concinna</i> (Jones)																
	●	<i>Eucythere</i> spp.																
	●	<i>Eucythere</i> aff. <i>mediocostata</i>																1
★	●	<i>Eucythereura neolae</i> (Ishizaki)				2	2				1	1	2	4	5	1	1	4
	●	<i>Eucythereura poroleberis</i> Zhao																
	●	<i>Eucythereura utususemi</i> Yajima																
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 1		2	1					4								3
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 2						1										
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 3													2			
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 4																2
	●	<i>Eucythereura</i> spp.					1		2	1	5							
	●	<i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)									4							
	●	<i>Falsoburtonia taiwanica</i> Maltz																
	●	<i>Falsoburtonia</i> spp.		2	2	1	4	2	1		1					1	1	
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada		12	6	6	11	4	7	5	13	19	11	8	6	5	8	7
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)																
★	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)		12	12	7	5	11	3	5	12	10	12	6	7	6	5	8
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>uranipponica</i> Ishizaki												2				
	●	<i>Finmarchinella</i> spp.																
	●	<i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)		1	3			1	1		3	2			1	1	1	
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)			1		2	1		1	1		3		1	1	1	
	●	<i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki																
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)		3	6	3			4	4	4	2		4	2	1	2	5
	●	<i>Hemicythere</i> aff. <i>kitanipponica</i> (Tabuki)		1														
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov											2					
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov																
	●	<i>Hemicythere</i> cf. <i>posterovestibulata</i>																
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1		1		4		7	3	1	4	4		9	2	4	2	4
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5											2			2		
	●	<i>Hemicythere</i> spp.																1
	●	<i>Hemicythereura</i> cf. <i>clathrata</i> (Sars)																1
	●	<i>Hemicythereura</i> aff. <i>clathrata</i> (Sars)																
	●	<i>Hemicythereura</i> cf. <i>cuneata</i> Hanai			1				1	1	9	5	8	5	5	6	3	2
	●	<i>Hemicythereura</i> cf. <i>kajiyamai</i> Hanai				2	2			5	2			1	3	2		
	●	<i>Hemicythereura</i> spp.																
	●	<i>Hemicythereura</i> sp.										2	2			1		
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Howeina</i> cf. <i>higashimeyaensis</i> Ishizaki												1		1		
	●	<i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)									1							
	●	<i>Howeina</i> spp.																
	●	<i>Howeina</i> spp.																
	●	<i>Kangarina</i> sp.				2		2	1	1	2	5	4	3	3	4		
	●	<i>Kangarina</i> spp.																
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.																

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	SAK16	SAK17	SAK18	SAK19	SAK20	SAK21	SAK22	SAK23	SAK24	SAK25	SAK26	SAK27	SAK28	SAK29	SAK30
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.		3	2	4	4	1		1		1				2	
★	●	<i>Krithe</i> spp.	3		12	7	4	7	1					2		1	
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada															
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)					1		4			3	1	1	4	3	1
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaakensis</i> (Irizuki)					1	2	3	4	2	1	2	2	1		1
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1	1	2													
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2	3										1	2			
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3		1	1								1				
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5															
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.			2										1		
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki											1				1
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo											1				
★	●	<i>Loxoconcha hattori</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou															
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou															
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa				1	1	2	1	1	3		3		4		1
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha proposita</i> Hu															
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki	5	8	5	5	7	8	5	6	9	7	2	5	7	6	4
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki						2	1					1			
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki												1			
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki											1				1
	●	<i>Loxoconcha zamia</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2															
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.			1				1								1
	●	<i>Loxoconchidea doigoiensis</i> Brouwers															
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.															
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki	3					3	2	4				2	1	1	
	●	<i>Loxocorniculum mutsuense</i> Ishizaki					2										
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai															
	●	<i>Loxocythere</i> spp.															
	●	<i>Microcythere</i> sp.									1						
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou	1		5	2	2	1	3					2	1	1	2
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki	2		2										1		1
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)	2	1		2		2	1	4	5	2	2			1	1
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)	1						1		1		1				1
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)															1
	●	<i>Munseyella kikukukensis</i>			1		1	2					3	2	3	1	1
	●	<i>Munseyella oblonga</i>															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2															
	●	<i>Munseyella</i> spp.															
	●	<i>Neocythereis punctata</i>															
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)															
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.															
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.		2		1		1	1	4	1	2	5	5	2		6
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)															
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki															
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.			2												
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki		1		1		1	4	2	1	1				3	
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>															
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.		2													
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)				3	1					1		1	1		2
	●	<i>Palmococoncha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Palmococoncha</i> spp.		1													
	●	<i>Paracypris</i> sp.													1		
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima															
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang															
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu				1											
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki															
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.		3		2				2	2	3		1	2	1	
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.															
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> spp.					2										
	●	<i>Paranesidea</i> sp.															
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.															
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki			2		1	1		1	2		1	4	1		8
	●	<i>Pectocythere</i> spp.	3				1										2

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	SAK16	SAK17	SAK18	SAK19	SAK20	SAK21	SAK22	SAK23	SAK24	SAK25	SAK26	SAK27	SAK28	SAK29	SAK30
		<i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)							1	1	1				1	1	
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Propontocypris</i> sp.		2		3		2	3		1	2	3		1	1	1
		● <i>Pseudouralia japonica</i> (Ishizaki)										1				2	
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites irizuki</i> Yamada								1		1		2		1	
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)	14			2	12	4		2					4	4	3
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.		1					1								
		● <i>Robustaurilia ishizakii</i> (Okubo)															
★		● <i>Robustaurilia</i> spp.			1		1								1	1	
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	14	11	6	5	2	12	6	16	17	25	10	12	10	7	8
★		● <i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs															
		● <i>Sclerochilus</i> spp.															
		● <i>Semicytherura cf. hennyhowei</i> Hanai and Ikeya															
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada	1		5	4	2	6	4	11	5	5	8	4	9	4	5
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura skipa</i>															
★		● <i>Semicytherura subslipperii</i> Ozawa and Kamiya	1	3	5	6	2	5	8	5	13	7	6	4	2	5	2
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)				2		2	2	1	6	4	2				2
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)								2				2			
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.1	4	4	8	2	4	13	6	12	12	12	8	8	2	8	9
		● <i>Semicytherura</i> sp.2	1		1			1	4	3		3					3
		● <i>Semicytherura</i> sp.3		3							1		2		1		
		● <i>Semicytherura</i> sp.4												3		1	1
★		● <i>Semicytherura</i> sp.5							1						1		1
		● <i>Semicytherura</i> sp.6						1									
		● <i>Semicytherura</i> sp.7								3	2			2			
		● <i>Semicytherura</i> sp.8		2	1						2		1		1	1	1
★		● <i>Semicytherura</i> sp.9															
		● <i>Semicytherura</i> sp.10															
		● <i>Semicytherura</i> sp.11															
		● <i>Semicytherura</i> sp.12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.	1				2			2				1	2	1	
		● <i>Spirileberis quadrisculeata</i> (Brady)															
		● <i>Spirileberis rhomboidaris</i>															
		● <i>Spirileberis</i> sp.															
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.					1	1	2	2	1	4		1			3
		● <i>Trachyleberis nitsumai</i> Ishizaki						1									
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)															
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.								1							
		● <i>Trieberina</i> sp.															
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
★		● <i>Typhlocythere</i> sp.	1	1						2	4	1		2	1		1
		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki							1								
		● <i>Urocythereis ? posterocostata</i> Tabuki															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 1	3	1	8					9	3	1	4	3	2	4	1
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 2		1										1	4		5
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 3									3	2			1		
		● <i>Urocythereis ?</i> spp.						1									
★		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki				2		1				1		1			
		● <i>Xestoleberis opalescens</i> Schornikov															
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo			1									2		1	
		● <i>Xestoleberis</i> spp.			1						1						
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya															
★		● <i>Yezocythere ?</i> sp.															
		Gen. et sp. indet.			1				1	1	1		1	2			
		No. of species	50	45	49	45	51	58	53	63	57	50	63	62	58	54	
		No. of specimens	225	170	188	162	155	211	179	256	250	213	177	188	193	189	175
		Total ostracode/(g)	30.0	4.3	75.2	64.8	49.6	56.5	71.6	51.2	50.0	28.4	141.6	100.3	102.9	50.4	93.3
		Shannon_H	3.50	3.48	3.53	3.55	3.57	3.67	3.66	3.74	3.63	3.49	3.59	3.86	3.77	3.67	3.70
		Evenness_e^H/S	0.65	0.72	0.70	0.77	0.70	0.66	0.74	0.67	0.66	0.73	0.76	0.68	0.68	0.68	0.75
		Mud contents	44.09	45.19	39.79	36.56	33.86	39.16	36.71	31.55	34.88	34.30	34.44	36.10	40.79	38.56	42.33

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK31	YBF20	YBF22	YBF23	YBF24	YBF25	YBF26	YBF27	YBF31	YBF34	YBF35	YBF36	YBF37	YBF38	YBF39
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.																
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)		3	4		6	1	12	8		1				3	2	5
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki			1		3	2	3	1	1	14		4	1	2	1	5
	●	<i>Acanthocythereis</i> cf. <i>munekikai</i> Ishizaki						2	1		2							
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.																
	●	<i>Alocopocythere</i> cf. <i>goujōni</i> (Brady)																
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambotreron</i> sp.																
	●	<i>Ambtonia</i> cf. <i>obai</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambtonia</i> spp.																
	●	<i>Amphileberis</i> sp.																
	●	<i>Argilloecia hanai</i> Ishizaki																
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Fryd													1			
	●	<i>Argilloecia</i> spp.																
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>corniculata</i> Okubo		3														
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>hataii</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila munekikai</i> Ishizaki																
★	●	<i>Aurila shigaramiensis</i> Ozawa																
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa																
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya		4					1	5			5		6	3	7	
	●	<i>Aurila</i> cf. <i>uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila</i> sp.		1	1		1	3	1			1		1		2		1
	●	<i>Australmoosella tomokoeae</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Baffinicythere ishizakii</i> Irizuki																
	●	<i>Baffinicythere reticulata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffinicythere robusticostata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffinicythere</i> spp.																
	●	<i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo)																
	●	<i>Bicornucythere</i> sp.																
	●	<i>Bicornucythere</i> spp.																
	●	<i>Buntonia</i> sp.																
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima																
	●	<i>Bythoceratina hanai</i> Ishizaki																
	●	<i>Bythoceratina</i> cf. <i>maisakensis</i>																
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1																
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.																1
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai																
★	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo																
	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>nipponica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> aff. <i>setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai																
★	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>undulatifacialis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3								3					5	3	4	2
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6								1					6	3	4	9
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8																
	●	<i>Callistocythere</i> spp.		1											2	1		1
★	●	<i>Celta</i> cf. <i>subreticulata</i> Irizuki and Yamada																
	●	<i>Celta</i> sp.								1					3			3
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki																
	●	<i>Chejudocythere</i> ? sp.																
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden																
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)																
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.																
	●	<i>Cluthia</i> sp.		1											2		3	
	●	<i>Coquimba ishizaki</i> Yajima																
	●	<i>Coquimba</i> sp.																
★	●	<i>Cornucoquimba monivensis</i> (Ishizaki)		4											3			
	●	<i>Cornucoquimba saitōi</i> (Ishizaki)																
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)		7					3	9					6	15	16	22
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1		2					1	4					23	5	11	7
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2							4	3					1			1
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4								1						1	1	2
	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.																
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1		14			1						1		2	6		2
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2		3								2			3	4		3

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK31	YBF20	YBF22	YBF23	YBF24	YBF25	YBF26	YBF27	YBF31	YBF34	YBF35	YBF36	YBF37	YBF38	YBF39
		● <i>Cythere</i> spp.				1												
		● <i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara																
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)																
		● <i>Cytheromorpha</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron abnormis</i> Guan																
★	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers						1	9	5		1				3	1	3
		● <i>Cytheropteron aff. carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron cf. elaeii</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
★	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai		9					4	5					5	1	2	7
		● <i>Cytheropteron aff. miurense</i> Hanai																
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		7			1		6	15		2			19	13	25	31
		● <i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron aff. sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao																
		● <i>Cytheropteron aff. subuchioi</i> Zhao		1														2
		● <i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai																
		● <i>Cytheropteron yayimai</i> Tabuki																
		● <i>Cytheropteron</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron</i> spp.			1					2								1
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 1					2	1	2			2	1					
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 2		1						1		1			5	2	2	3
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 3			3		1	1	2	3					5	8	6	12
		● <i>Cytherura</i> ? sp. 4																
		● <i>Cytherura</i> ? spp.																
★	●	<i>Eloisunella cf. concinna</i> (Jones)		3			1	1		10	1	2	2	1		1		
		● <i>Eucythere</i> spp.																
		● <i>Eucythere</i> aff. <i>mediocostata</i>																
★	●	<i>Eucytherura neolae</i> (Ishizaki)		2						1		2			2	4	1	5
		● <i>Eucytherura poroleberis</i> Zhao																
		● <i>Eucytherura utsusemi</i> Yajima							2							1		
		● <i>Eucytherura</i> sp. 1																
		● <i>Eucytherura</i> sp. 2		3								2						
		● <i>Eucytherura</i> sp. 3																
		● <i>Eucytherura</i> sp. 4																
		● <i>Eucytherura</i> spp.																1
		● <i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)																2
		● <i>Falsoburtonia taiwanica</i> Meltz																
		● <i>Falsoburtonia</i> spp.		1	3				6	4					4	2	1	3
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada		6	1		1		2	7					9	15	9	16
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)																
★	●	<i>Finmarchinella cf. japonica</i> (Ishizaki)		12					2	4					12	10	10	19
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki																
		● <i>Finmarchinella cf. uranipponica</i> Ishizaki		1														
		● <i>Finmarchinella</i> spp.																
		● <i>Hanaiborchella miurenensis</i> (Hanai)																
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)		2														
		● <i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki																
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)		3	1				1	1					2	3	7	7
		● <i>Hemicythere aff. kitanipponica</i> (Tabuki)																
		● <i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov								1								
		● <i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere cf. posterovestibulata</i>																
		● <i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 1		3											1			
		● <i>Hemicythere</i> sp. 2							3	1		1			4	4	5	1
		● <i>Hemicythere</i> sp. 3																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 4																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 5		1														
		● <i>Hemicythere</i> spp.		1	1		1		5						2	4	2	3
		● <i>Hemicytherura cf. clathrata</i> (Sars)																
		● <i>Hemicytherura aff. clathrata</i> (Sars)																
		● <i>Hemicytherura cf. cuneata</i> Hanai		2					1									3
		● <i>Hemicytherura cf. kajiyamai</i> Hanai								1					1			
		● <i>Hemicytherura tricarinate</i>																
		● <i>Hemicytherura</i> sp.															3	2
		● <i>Hemicytherura</i> spp.																
		● <i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina cf. higashimeyaensis</i> Ishizaki		2														
		● <i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)																
		● <i>Howeina</i> sp.																
		● <i>Howeina</i> spp.			1													
		● <i>Kangarina</i> sp.																
		● <i>Kangarina</i> spp.																
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.																

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	SAK31	YBF20	YBF22	YBF23	YBF24	YBF25	YBF26	YBF27	YBF31	YBF34	YBF35	YBF36	YBF37	YBF38	YBF39
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.		1			1		3									
★	●	<i>Krithes</i> spp.		1	2		5	4	14	6		1			3	8	4	6
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada					7			2		5			4	3	2	12
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)																
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)		3				2		4				1	2	4	1	
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1		2					1	1					5	2	2	3
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5														6		3
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.				2			6	1					1			2
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki																1
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo																
★	●	<i>Loxoconcha hattori</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou																
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou																
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa		1	2											1		
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha proponentica</i> Hu																3
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki		3	5				4	3		2			2	6	2	7
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxoconcha zamia</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1																
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2																
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.													1	3		1
	●	<i>Loxoconchidea dolgoiensis</i> Brouwers																1
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.																1
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki		1														
	●	<i>Loxocorniculum mutsuense</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai																
	●	<i>Loxocythere</i> spp.							1	1					2	3		5
	●	<i>Microcythere</i> sp.								1								1
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou																
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou																
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)			2													
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)																
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)																
	●	<i>Munseyella kikukensis</i>																
	●	<i>Munseyella oblonga</i>																
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima																
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1								1					4	4	2	6
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2																2
	●	<i>Munseyella</i> spp.													1			
	●	<i>Neocythereis punctata</i>																
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)																
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.			7		8		4	5		6	1		2	1	2	3
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.		4														
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)		1														
	●	<i>Normanicocythere japonica</i> Tabuki																
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.						4										
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki						1	3	4		3			6	3	6	10
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>																
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki		1														
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.																
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)			1	1	2	2	3							3	2	
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.																
	●	<i>Paracypris</i> sp.																
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima																
	●	<i>Paracytheridea dialata</i> Gou and Huang																
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu														1		
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki																
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.																2
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.																
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)																
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)																
	●	<i>Parakrithella</i> spp.																
	●	<i>Paranesidea</i> sp.																
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.																
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki																
	●	<i>Pectocythere</i> spp.														2	2	1

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	SAK31	YBF20	YBF22	YBF23	YBF24	YBF25	YBF26	YBF27	YBF31	YBF34	YBF35	YBF36	YBF37	YBF38	YBF39
		<i>Phlyctocythere</i> sp.															
	●	<i>Pistocythere bradyformis</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)															
	●	<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)		1													
	●	<i>Pontocythere</i> sp.						1									
	●	<i>Pontocythere</i> spp.						1			2				5	6	2
	●	<i>Propontocypris</i> sp.														2	2
	●	<i>Pseudoaurilla japonica</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki															
	●	<i>Robertsonites itzukai</i> Yamada		3													
	●	<i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
★	●	<i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)				14	16	16	10		6			4	7		3
	●	<i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
	●	<i>Robertsonites</i> spp.						2								1	
	●	<i>Robustaurilla ishizakii</i> (Okubo)															
	●	<i>Robustaurilla</i> spp.															1
★	●	<i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	10	8		4	1	12	22		12	2	2	13	11	25	41
★	●	<i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs		4		9	2	3	5		18	1	1	1			1
	●	<i>Sclerochilus</i> spp.															
	●	<i>Semicythera cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya															
	●	<i>Semicythera hiberna</i> Okubo															
★	●	<i>Semicythera kazahana</i> Yamada	5						1					2		4	6
	●	<i>Semicythera cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
	●	<i>Semicythera aff. miurensis</i> (Hanai)															
	●	<i>Semicythera sasameyuki</i> Yamada															
	●	<i>Semicythera skipa</i>															
★	●	<i>Semicythera subslipperi</i> Ozawa and Kamiya	2					4	2					3	3	4	2
★	●	<i>Semicythera subundata</i> (Hanai)	2						6					2	7	11	8
	●	<i>Semicythera cf. subundata</i> (Hanai)															
★	●	<i>Semicythera aff. subundata</i> (Hanai)	7			1		3	6								1
	●	<i>Semicythera</i> sp.1															
	●	<i>Semicythera</i> sp.2															
	●	<i>Semicythera</i> sp.3															
	●	<i>Semicythera</i> sp.4															
★	●	<i>Semicythera</i> sp.5							1					6	4	3	4
	●	<i>Semicythera</i> sp.6															
	●	<i>Semicythera</i> sp.7															
★	●	<i>Semicythera</i> sp.8							4					14	16	11	6
	●	<i>Semicythera</i> sp.9												1	3	3	2
	●	<i>Semicythera</i> sp.10															
	●	<i>Semicythera</i> sp.11												3			
	●	<i>Semicythera</i> sp.12												1		1	
	●	<i>Semicythera</i> spp.	1								1						
	●	<i>Spinileberis quadricuculata</i> (Brady)															
	●	<i>Spinileberis rhomboidaris</i>															
	●	<i>Spinileberis</i> sp.															
	●	<i>Sugmatocythere</i> spp.															
	●	<i>Trachyleberis nitsumai</i> Ishizaki															
	●	<i>Trachyleberis scabroconcavata</i> (Brady)															
	●	<i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
	●	<i>Trachyleberis</i> spp.															
	●	<i>Trieblina</i> sp.															
	●	<i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
★	●	<i>Typhlocythere</i> sp.														1	1
	●	<i>Urocythereis? gorokuensis</i> Ishizaki														2	
	●	<i>Urocythereis? posterocostata</i> Tabuki															
	●	<i>Urocythereis? sp.1</i>		5													
	●	<i>Urocythereis? sp.2</i>															
	●	<i>Urocythereis? sp.3</i>		3													
	●	<i>Urocythereis? spp.</i>															
★	●	<i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki		3										2	1	3	1
	●	<i>Xestoleberis opalescens</i> Schomikov															
	●	<i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															
	●	<i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo							1					2		2	3
	●	<i>Xestoleberis</i> spp.															
	●	<i>Yazocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya															
★	●	<i>Yazocythere? sp.</i>															
	●	Gen. et sp. indet.					1	2	3		3			3	2	2	4
		No. of species	53	20	1	22	15	39	48	3	23	8	5	55	50	55	60
		No. of specimens	165	52	1	80	40	153	190	4	90	14	9	227	230	237	334
		Total ostracode(g)	88.0	3.5	0.1	5.3	2.7	10.2	12.7	0.3	6.0	0.9	0.6	15.1	15.3	15.9	22.3
		Shannon_H	3.64	2.731	0	2.75	2.12	3.28	3.46	1.04	2.60	1.87	1.43	3.59	3.64	3.52	3.57
		Evenness_eH/S	0.71	0.7676	1	0.68	0.60	0.70	0.68	0.94	0.61	0.81	0.83	0.67	0.75	0.61	0.59
		Mud contents	42.00	74.87	61.73	61.80	57.87	58.80	80.73	87.27	67.80	67.53	79.27	79.73	75.20	79.47	70.53



Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	YBF40	YBF41	YBF42	YBF43	YBF44	YBF45	YBF46	YBF47	YBF48	YBF50	YBF51	JIN1	JIN2	JIN3	JIN4
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.															
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)				2	4	5	2				3	31	4	33	10
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki	1	2	2			2	1		5		3	32	5	27	16
	●	<i>Acanthocythereis cf. munechikai</i> Ishizaki															
	●	<i>Acanthocythereis</i> spp.										1		8	2	6	4
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.															
	●	<i>Alocopocythere cf. goujōni</i> (Brady)															
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki															
	●	<i>Ambotreron</i> sp.															
	●	<i>Ambtonia cf. obai</i> Ishizaki															
	●	<i>Ambtonia</i> spp.															
	●	<i>Amphileberis</i> sp.															
	●	<i>Argilloecia hanai</i> Ishizaki															
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl	1				2				2		3				
	●	<i>Argilloecia</i> spp.															
★	●	<i>Aurila cf. corniculata</i> Okubo	1		1			2			2		3			1	
★	●	<i>Aurila cf. hatai</i> Ishizaki												3	1		2
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki															
★	●	<i>Aurila shigaramiensis</i> Ozawa															
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa															
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya	2	12	1	1	5	4	1	1	2		3	5	3	2	8
	●	<i>Aurila cf. uranouchiensis</i> Ishizaki															
	●	<i>Aurila</i> spp.				1	1	2				1			1		1
	●	<i>Australmoosella tomokoeae</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki													7	1	6
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki															
	●	<i>Baffincythere robusticostata</i> Irizuki															
	●	<i>Baffincythere</i> spp.															
	●	<i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo)															
	●	<i>Bicornucythere</i> sp.															
	●	<i>Bicornucythere</i> spp.															
	●	<i>Buntonia</i> sp.											1				
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima															
	●	<i>Bythoceratina hanai</i> Ishizaki															
	●	<i>Bythoceratina cf. maisakensis</i>															
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1															
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.															
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai															
★	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo															
	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere cf. japonica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere cf. nipponica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai													1		
	●	<i>Callistocythere cf. setanensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere aff. setanensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai															
★	●	<i>Callistocythere cf. undulatifacialis</i> Hanai													3		3
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1															
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2															
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3	2	8	3	5	6	4	3	1	4	8	12				
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5															
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6	5	4	3	2	5	6		3	5						
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7				4											
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8															
	●	<i>Callistocythere</i> spp.		1		1	1	2					2	3	1		
★	●	<i>Celta cf. subreticulata</i> Irizuki and Yamada															
	●	<i>Celta</i> sp.	3										2				1
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki															
	●	<i>Chejudocythere</i> ? sp.															
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden															
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)															
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.															
	●	<i>Cluthia</i> sp.		1			1				4		2	1	1		
	●	<i>Coquimba ishizaki</i> Yajima															
	●	<i>Coquimba</i> sp.															
★	●	<i>Cornucoquimba monivensis</i> (Ishizaki)			3	1									8	6	7
	●	<i>Cornucoquimba saitōi</i> (Ishizaki)															
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)	5	3	8	10	12	12	8	8	1	10	13	3		4	1
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1	10	12	12	8	14	7	5	2	5	10	11				
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2				1							3				
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3				3			8	5	1	2					
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4	2	2	3	1	2	1	2								
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.				1		1						4	3	3	3
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1		4		7	1	2	2		1	2	2	26	13	23	18
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2	1	2	1	1	2	1				1	1				

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	YBF40	YBF41	YBF42	YBF43	YBF44	YBF45	YBF46	YBF47	YBF48	YBF50	YBF51	JIN1	JIN2	JIN3	JIN4
		● <i>Cythere</i> spp.							1		2	1					3	7
		● <i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara																
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)																
		● <i>Cytheromorpha</i> sp.																
★	●	<i>Cytheropteron abnormis</i> Guan																
	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers		2	1	1		1	2		2	2			2	1	5	8
	●	<i>Cytheropteron aff. carolae</i> Brouwers																
	●	<i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
	●	<i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin																
	●	<i>Cytheropteron cf. elaeii</i> Cronin																2
★	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai		4		1	4	5	4	2	2	4	11	18	2	1	6	2
	●	<i>Cytheropteron aff. miurense</i> Hanai										1						
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		9	19	12	13	14	24	7	13	8	10	10	6	7	8	4
	●	<i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
	●	<i>Cytheropteron aff. sandaiensis</i>																
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao																
	●	<i>Cytheropteron aff. subuchioi</i> Zhao					1											
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai																
	●	<i>Cytheropteron yayimai</i> Tabuki														2	2	
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.																
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.				1	1	1	2		1	1	3	2	1			
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 1			1	1			2	1				1	2	4	3	1
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 2		3	1	3	6	2	4	2	7	6	1	2				
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 3		6	6	4	11	6	4	8	16	5	1	4		2	1	
	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 4													1	1		
	●	<i>Cytherura</i> ? spp.		1										1				
★	●	<i>Eloisoneilla cf. concinna</i> (Jones)				1					2	1			44	8	54	
	●	<i>Eucythere</i> spp.							1									
	●	<i>Eucythere aff. medicostata</i>																
★	●	<i>Eucythereura neolae</i> (Ishizaki)		2	11	3	4	1	4	1	1	5	1	3				
	●	<i>Eucythereura poroleberis</i> Zhao																
	●	<i>Eucythereura utsumemi</i> Yajima					3	6	2	2	5			1	1			
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 1			2													
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 2																
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 3																
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 4																
	●	<i>Eucythereura</i> spp.								1								
	●	<i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)																
	●	<i>Falsoburtonia taiwanica</i> Maltz																
	●	<i>Falsoburtonia</i> spp.		3	1	2				2	1		2		5		6	3
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada		13	13	6	15	4	2	5	1	4	4	1	19	5	17	10
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)								3					3	5	7	4
★	●	<i>Finmarchinella cf. japonica</i> (Ishizaki)		12	16	7	20	10	12	5	3	5	10	8	2		1	
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Finmarchinella cf. uranipponica</i> Ishizaki		1														
	●	<i>Finmarchinella</i> spp.				1		2	2									5
	●	<i>Hanaiborchella miurenensis</i> (Hanai)									1							
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)							6	3								
	●	<i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki							2	4	4				5	3	1	
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)		9	2	5	8	2	4	1								2
	●	<i>Hemicythere aff. kitanipponica</i> (Tabuki)						1		1								
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov																
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov																
	●	<i>Hemicythere cf. posteroestibulata</i>																
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov											1					
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1			1													
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2		5	3													
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3		2														
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4																
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5																
	●	<i>Hemicythere</i> spp.				1		1	2	2				1	3	3	1	2
	●	<i>Hemicythereura cf. clathrata</i> (Sars)																
	●	<i>Hemicythereura aff. clathrata</i> (Sars)																
	●	<i>Hemicythereura cf. cuneata</i> Hanai		1	1		1	2	1		1	1						
	●	<i>Hemicythereura cf. kajiyamai</i> Hanai		1	3	2	3	1	2		1		1					
	●	<i>Hemicythereura tricarinate</i>							8	3								
	●	<i>Hemicythereura</i> sp.				1												
	●	<i>Hemicythereura</i> spp.												1				
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Howeina cf. higashimeyaensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Howeina</i> sp.																
	●	<i>Howeina</i> spp.		1	1										2		1	1
	●	<i>Kangarina</i> sp.							2					1				
	●	<i>Kangarina</i> spp.												1	5			
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.																

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	YBF40	YBF41	YBF42	YBF43	YBF44	YBF45	YBF46	YBF47	YBF48	YBF50	YBF51	JIN1	JIN2	JIN3	JIN4
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.													3	1	1	
★	●	<i>Krithe</i> spp.		7	8	1	4	2	3	9	2	12	5	10	2	12	11	
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada		5	7	2	2		1	7	5	6		2	1	2	3	
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)											2					
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)			3		4	1	2	1		6				2		
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1		4	3		3		1				3		3		1	
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4																
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5		4	5	2	5		4		4		4	3				
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.						4	4	3		1						
	●	<i>Loxococoncha epeterseni</i> Ishizaki				1												1
	●	<i>Loxococoncha harimensis</i> Okubo																
★	●	<i>Loxococoncha hattori</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki											1					
	●	<i>Loxococoncha ikeyai</i> Zhou																
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou											1					
★	●	<i>Loxococoncha kamiyai</i> Ozawa									1		1	4	1			1
	●	<i>Loxococoncha kitanipponica</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxococoncha optima</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxococoncha proprotica</i> Hu																
★	●	<i>Loxococoncha subkotoriforma</i> Ishizaki		5		7	13	9	7	14	11	6	7	7	10	2	12	2
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki			4		2											
	●	<i>Loxococoncha uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxococoncha viva</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxococoncha zamia</i> (Ishizaki)				1												
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 1						1	4	2								
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 2		1														
	●	<i>Loxococoncha</i> spp.				1			2				1			1		
	●	<i>Loxococonchidea dolgoiensis</i> Brouwers					1											
	●	<i>Loxococonchidea?</i> sp.										1						
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki																1
	●	<i>Loxocorniculum mutsuense</i> Ishizaki																
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai																
	●	<i>Loxocythere</i> spp.		5	2	3	3	1	1				5					
	●	<i>Microcythere</i> sp.			1													
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou					2			1								1
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou																
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki											1					1
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)																
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)			1								2					
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)					1											
	●	<i>Munseyella kikukikensis</i>					1						1					
	●	<i>Munseyella oblonga</i>																
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima																
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1		3		4	1	6	3	1		3	1	1				
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2																
	●	<i>Munseyella</i> spp.				1		1	2				1	2	1			
	●	<i>Neocythereis punctata</i>																
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)											1					
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)																
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.		2	2	1	2			3			1	1				
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.																
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)																
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki																
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.																
★	●	<i>Pajienborchella hanai</i> Tabuki		4	7	4	3	3	5	7	1	10	2	2	1	1	1	
	●	<i>Pajienborchella</i> cf. <i>japonica</i>																
	●	<i>Pajienborchella tsurugasakensis</i> Tabuki																
	●	<i>Pajienborchella</i> spp.																
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)			1		3	1	1						4		2	
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)					1		1									
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.					1	1				2						
	●	<i>Paracypris</i> sp.																
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima																
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang																
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu																1
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki																
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.					1	1	2	1					4		1	
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.																
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)																
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)																
	●	<i>Parakrithella</i> spp.						1										
	●	<i>Paranesidea</i> sp.																
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.																
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki																2
	●	<i>Pectocythere</i> spp.		1	3													

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	YBF40	YBF41	YBF42	YBF43	YBF44	YBF45	YBF46	YBF47	YBF48	YBF50	YBF51	JIN1	JIN2	JIN3	JIN4
		<i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)															
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Pontocythere</i> spp.	4	2		5	10	3	3	2		2	1				
		● <i>Propontocypris</i> sp.															
		● <i>Pseudoaurila japonica</i> (Ishizaki)															
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites irizukii</i> Yamada													1	1	1
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)	3	8			5		7					9	2	4	1
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.				2		1			3						
		● <i>Robustaurila ishzakii</i> (Okubo)															
		● <i>Robustaurila</i> spp.															
		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	39	25	16	33	23	14	19	52	8	12	19	13	10	7	2
		● <i>Schizocythere ikedayi</i> Tsukagoshi and Briggs	2		1		1	1	1	2	4			5		1	
		● <i>Sclerochilus</i> spp.		1					1				3	1			
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya															
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada	4	1	1	5	4	4	6	5	2						1
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura skipa</i>															
		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya	6	3	5		4	5	3	5	8	3	1	3	4	1	2
		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)	12	8	7	2	2	14		7	6	4	7	3	2	1	2
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura</i> sp.1			2					1	1	5	4	9	4	1	4
		● <i>Semicytherura</i> sp.2															
		● <i>Semicytherura</i> sp.3															
		● <i>Semicytherura</i> sp.4															
		● <i>Semicytherura</i> sp.5															
		● <i>Semicytherura</i> sp.6	4	5		1	6	10	2	2	3	1	5				
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
		● <i>Semicytherura</i> sp.8															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 9	1	6	1	5	11	15		4	7	2	3				
		● <i>Semicytherura</i> sp. 10		1		1	2	4		1							
		● <i>Semicytherura</i> sp. 11										5					
		● <i>Semicytherura</i> sp. 12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.	1	1													
		● <i>Spinileberis quadriculeata</i> (Brady)								2				1			
		● <i>Spinileberis rhomboidaris</i>															
		● <i>Spinileberis</i> sp.															
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.															1
		● <i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki						1					1	2			
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)															
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.				2											
		● <i>Triebelina</i> sp.															
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
		● <i>Typhlocythere</i> sp.															
		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki	1				1				1	1					
		● <i>Urocythereis ? posterocostata</i> Tabuki	5	2	4											1	
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 1															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 2															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 3															
		● <i>Urocythereis ?</i> spp.				10											
		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki	2	1	1	6	1	4				2	3			1	
		● <i>Xestoleberis opalescenta</i> Schornikov															1
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															1
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo			2	1	2	3	5	1		1	4	6			
		● <i>Xestoleberis</i> spp.					1										
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya															
		● <i>Yezocythere ?</i> sp.															
		Gen. et sp. indet.	3	1	3	4	2	2		1	2	5	1				
		No. of species	53	62	51	63	56	60	45	42	50	50	49	46	45	42	40
		No. of specimens	236	256	174	260	236	252	170	192	168	179	211	305	119	289	161
		Total ostracode(g)	15.7	17.1	11.6	17.3	15.7	16.8	11.3	12.8	11.1	11.9	14.1	7.6	5.9	15.4	10.7
		Shannon_H	3.52	3.64	3.58	3.59	3.61	3.72	3.43	3.01	3.64	3.57	3.53	3.21	3.45	3.07	3.26
		Evenness_e*HS	0.63	0.61	0.69	0.58	0.67	0.69	0.69	0.48	0.78	0.68	0.67	0.54	0.70	0.49	0.65
		Mud contents	78.67	71.33	77.20	75.07	77.67	76.33	83.00	59.67	52.87	81.13	82.33	46.51	68.41	65.75	62.98

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN5	JIN6	JIN7	JIN8	JIN9	JIN10	JIN11	JIN12	JIN13	JIN14	JIN15	JIN16	JIN17	JIN18	JIN19
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.															
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)	4	2	1	8	4	6	8	9	8	23	16	21	15	6	
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki	3	1		7	1		1	2	3	9	2	5	6	4	4
	●	<i>Acanthocythereis cf. munechikai</i> Ishizaki			2			2		5	4	5	1		2	6	7
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.															
	●	<i>Alocopocythere cf. goujoni</i> (Brady)															
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki															
	●	<i>Ambotreron</i> sp.															
	●	<i>Ambtonia cf. obai</i> Ishizaki										1					6
	●	<i>Ambtonia</i> spp.							1			2					
	●	<i>Amphleberis</i> sp.															
	●	<i>Argilloecia hanaii</i> Ishizaki															
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl									1	1					
	●	<i>Argilloecia</i> spp.															
	●	<i>Aurila cf. corniculata</i> Okubo		2	2	1	1	1	1	1	5	1	1				1
★	●	<i>Aurila cf. hataii</i> Ishizaki	4	4	3	2	1			2	3	6		2	2		1
★	●	<i>Aurila cf. munechikai</i> Ishizaki		1		14	1	4	10	1	2		5		6	3	4
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki															
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa						2				1	1	2	3	3	1
	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa															
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa			2												
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya	10	8	3	7	12	9	3	3	2	3	4	1	6	5	1
	●	<i>Aurila cf. uranouchiensis</i> Ishizaki										1					
	●	<i>Aurila</i> sp.		1	5			2	1			2	2	1	1		1
	●	<i>Australmoosella tomokoeae</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki							1	4			2	2		2	
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki			1			2		2							4
	●	<i>Baffincythere robustocostata</i> Irizuki															
	●	<i>Baffincythere</i> spp.															
	●	<i>Bicomucythere bisanensis</i> (Okubo)							1	1							
	●	<i>Bicomucythere</i> sp.															
	●	<i>Bicomucythere</i> spp.															
	●	<i>Burtonia</i> sp.										2					
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima															
	●	<i>Bythoceratina hanaii</i> Ishizaki															
	●	<i>Bythoceratina cf. maisakensis</i>															
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1															
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.					1	1									
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo															
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere cf. japonica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere cf. nipponica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai					2		1	2			2				
	●	<i>Callistocythere cf. setanensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere aff. setanensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai															
★	●	<i>Callistocythere cf. undulatifacialis</i> Hanai	2	2			3				2	6	3	4	1	1	5
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2															
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8															
	●	<i>Callistocythere</i> spp.				2			1	1							
★	●	<i>Celta cf. subreticulata</i> Irizuki and Yamada															
	●	<i>Celta</i> sp.															
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki					1										
	●	<i>Chejudocythere</i> ? sp.															
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden								1							
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)										2		1	1		
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.															
	●	<i>Cluthia</i> sp.	1				1		1	1		3	1				2
	●	<i>Coquimba ishizakii</i> Yajima															
	●	<i>Coquimba</i> sp.															
★	●	<i>Cornucoquimba moniimensis</i> (Ishizaki)	8	3	3	8	4	15	22			1	14	5	6	9	4
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)										3					2
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)	2	7	12	10	4	9	5	10	11	15	19	5	20	12	9
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1															
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2															
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3															
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4															
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.	3	4	1	1	4	1	2	3	9	9	1	2	5	3	1
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1	27	32	12	52	13	20	7	11	21	22	33	17	31	21	43
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2															

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN5	JIN6	JIN7	JIN8	JIN9	JIN10	JIN11	JIN12	JIN13	JIN14	JIN15	JIN16	JIN17	JIN18	JIN19
	●	<i>Cythere</i> spp.	19	6	5	12	10	20	11	4	4	7	5	7	2	12	13
	●	<i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara															
	●	<i>Cythereis</i> sp.															
	●	<i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)															
	●	<i>Cytheromorpha</i> sp.															
	●	<i>Cytheropteron abnormis</i> Guan															
★	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers		3	4	1		5	8	5	5	7	6	4	4	6	2
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>carolae</i> Brouwers															
	●	<i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers														1	
	●	<i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin										3					
	●	<i>Cytheropteron</i> cf. <i>elaeni</i> Cronin						2	1		1	1	1				
	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers						1	1				2				
★	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai	2	2	5	2	7	3	7	11	3	9	9	3	10	2	6
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>miurense</i> Hanai															
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai	3	5	9	11	11	6	10	4	9	5	6	4	9	1	3
	●	<i>Cytheropteron sandaiensis</i>															
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>sandaiensis</i>															
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao					1										
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>subuchioi</i> Zhao															
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai															
	●	<i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki															4
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.															
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.		3	1			3	2	2	4	2	3	1	1		
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 1	1		5	1		8	2			2	1	1	1		5
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 2															
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 3						4	1							2	
	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 4	3				1					2					2
	●	<i>Cytherura</i> ? spp.															
★	●	<i>Elsosonella</i> cf. <i>concinna</i> (Jones)							1		1						13
	●	<i>Eucythere</i> spp.															
	●	<i>Eucythere</i> aff. <i>mediocostata</i>															
★	●	<i>Eucythereura neolae</i> (Ishizaki)			1			2	1				1				
	●	<i>Eucythereura poroleberis</i> Zhao															
	●	<i>Eucythereura utsumemi</i> Yajima															
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 1															
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 2															
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 3															
	●	<i>Eucythereura</i> sp. 4															
	●	<i>Eucythereura</i> spp.						1			1	1	1			1	4
	●	<i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)					3			1		1	1	1			
	●	<i>Falsoburtonia taiwanica</i> Meltz										7	3	5		2	6
	●	<i>Falsoburtonia</i> spp.		1	6	2			4								
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada	21	18	9	22	13	21	11	11	9	10	20	9	10	8	13
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)	2	6	4	2	1	4	3	4	2	5	8		3	3	3
★	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)	1	2			1	3			3		2	4		3	2
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>uranipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Finmarchinella</i> spp.								1							
	●	<i>Hanaiborchella miurenensis</i> (Hanai)					1										
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)															
	●	<i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki					1	1	1				1				1
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)			1	2			2			10	16	8	12	5	7
	●	<i>Hemicythere</i> aff. <i>kitanipponica</i> (Tabuki)															
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov															
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov															
	●	<i>Hemicythere</i> cf. <i>posteroestibulata</i>															
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1		7		7	3	1									1
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5															
	●	<i>Hemicythere</i> spp.	6	6	15	1	1	4			2		2			1	
	●	<i>Hemicythereura</i> cf. <i>clathrata</i> (Sars)															
	●	<i>Hemicythereura</i> aff. <i>clathrata</i> (Sars)															
	●	<i>Hemicythereura</i> cf. <i>cuneata</i> Hanai			1	1		1									
	●	<i>Hemicythereura</i> cf. <i>kajiyamai</i> Hanai					3										1
	●	<i>Hemicythereura</i> <i>tricarinate</i>															
	●	<i>Hemicythereura</i> sp.															
	●	<i>Hemicythereura</i> spp.					3	1	1								
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki															
	●	<i>Howaina</i> cf. <i>higashimeyaensis</i> Ishizaki											2				1
	●	<i>Howaina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Howaina</i> sp.															
	●	<i>Howaina</i> spp.				1											
	●	<i>Kangarina</i> sp.	2							1	1		2		1		
	●	<i>Kangarina</i> spp.															
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.															

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN5	JIN6	JIN7	JIN8	JIN9	JIN10	JIN11	JIN12	JIN13	JIN14	JIN15	JIN16	JIN17	JIN18	JIN19
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.		2									5		1		1
★	●	<i>Krithe</i> spp.	2	9	1	15	7	1	19	12	19	15	20	8	5	9	1
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada					1	1					1		1		4
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)															
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)			1		1		1			1	2				1
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1		1	1	3	1	1	3		4	4	6		2	1	3
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5															
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.															
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki		1									1				
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo															
★	●	<i>Loxoconcha hattori</i> Ishizaki									1						
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki	1														
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou									1						
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou															
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa	9		1	16	18	3					2		1		3
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha proprotica</i> Hu															
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki	1	6		7	5	3	4	6	10	13	20	9	10	6	10
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki				1	1										
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha zamia</i> (Ishizaki)							1								
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2															
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.						4				1			2	1	
	●	<i>Loxoconchidea dolgoiensis</i> Brouwers			1		1				1						
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.															
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki	2	9	1	3	1	4	3		3	4	6	2	3	5	6
	●	<i>Loxocorniculum mutsuiense</i> Ishizaki			2	2											1
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai															
	●	<i>Loxocythere</i> spp.								1							
	●	<i>Microcythere</i> sp.															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou									4		2			1	
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki		1													2
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)				2	1	2			3	4		1		2	2
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)						1	2				1				
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella kikukensis</i>											1	2			1
	●	<i>Munseyella oblonga</i>											1		1		1
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2															
	●	<i>Munseyella</i> spp.				1			1			1	2	1	4		2
	●	<i>Neocythereis punctata</i>															
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)		1			2				3						
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)											2	4			4
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.															
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.	3	8	4	24	28	6	2	1	3				10	7	10
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)															
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki															
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.						5									
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki		1	1		1	2		2	1	1	4			2	
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>								3		2	1				
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.															
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)	1	2		2	1	3	2	1	4	1		1	1	3	2
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)								4	1					3	3
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.										1		2			1
	●	<i>Paracypris</i> sp.					1										
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima												1			
	●	<i>Paracytheridea dialata</i> Gou and Huang	1			4					2						
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu				1							2	3	1	6	
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki						1	1								
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.													1		1
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.															
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)							1		1				1	1	
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> spp.															
	●	<i>Paranesidea</i> sp.															1
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.															
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pectocythere</i> spp.				2											

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN5	JIN6	JIN7	JIN8	JIN9	JIN10	JIN11	JIN12	JIN13	JIN14	JIN15	JIN16	JIN17	JIN18	JIN19
		<i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)							1								
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)															1
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)							1		1	3			1		1
		● <i>Pontocythere</i> sp.				1	1	2					2			3	
		● <i>Propontocypris</i> sp.												1			
		● <i>Pseudouralia japonica</i> (Ishizaki)															
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki		1	2						1		2	2		2	6
		● <i>Robertsonites irizuki</i> Yamada		3			1	6	4	2	1	1	5			1	2
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)		5	3			1	5	2		2	2	3	1		3
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.															
		● <i>Robustaurilia ishizakii</i> (Okubo)															
		● <i>Robustaurilia</i> spp.			2		1		1								1
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)		9	10	6	3	8	6	1	2	4	6	12	8	7	9
★		● <i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs															3
		● <i>Sclerochilus</i> spp.			1		5					1					1
		● <i>Semicytherura</i> cf. <i>henryhowei</i> Hanai and Ikeya				1				2			4		1	1	
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada				1	2		3				6	2		2	1
		● <i>Semicytherura</i> cf. <i>leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura</i> aff. <i>miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura skipa</i>				1											
★		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya		7	3	2	3	3	1	2	3	4	1	4	3	2	5
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)		1	1	3	1	1	3								3
		● <i>Semicytherura</i> cf. <i>subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura</i> aff. <i>subundata</i> (Hanai)															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.1		1	2	1	1	4			1		4			2	7
		● <i>Semicytherura</i> sp.2															
		● <i>Semicytherura</i> sp.3															
		● <i>Semicytherura</i> sp.4															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.5															
		● <i>Semicytherura</i> sp.6							2		1	1					1
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
		● <i>Semicytherura</i> sp.8															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.9															
		● <i>Semicytherura</i> sp.10															
		● <i>Semicytherura</i> sp.11															
		● <i>Semicytherura</i> sp.12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.															
		● <i>Spirileberis quadriculata</i> (Brady)															
		● <i>Spirileberis rhomboidaris</i>															
		● <i>Spirileberis</i> sp.															
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.				2		3		1			1			1	2
		● <i>Trachyleberis nitsumai</i> Ishizaki															
		● <i>Trachyleberis scabrocostata</i> (Brady)															
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.					1			2			1				1
		● <i>Trieberina</i> sp.											1				
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
★		● <i>Typhlocythere</i> sp.															
		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki						1						1			
		● <i>Urocythereis ? postero-costata</i> Tabuki															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 1															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 2															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 3															
		● <i>Urocythereis ?</i> spp.															
★		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki			2	1	3		6	1	1	1	2	2		1	1
		● <i>Xestoleberis opalescenta</i> Schornikov														2	
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama			4		5	1	2	2		2		1		2	2
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo				2			1	2	1			1		1	3
		● <i>Xestoleberis</i> spp.			1		1	3	1	1			3	1			
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya															
★		● <i>Yezocythere ?</i> sp.															
		Gen. et sp. indet.							1								
		No. of species	36	50	45	54	58	67	57	40	65	62	63	41	54	52	67
		No. of specimens	171	210	144	291	222	243	205	132	245	263	315	149	247	222	267
		Total ostracode/(g)	68.0	83.9	57.3	116.0	88.6	97.1	81.9	8.8	24.5	52.6	25.2	19.9	98.8	17.8	142.4
		Shannon_H	3.04	3.45	3.40	3.32	3.53	3.74	3.56	3.34	3.75	3.83	3.63	3.33	3.53	3.61	3.69
		Evenness_e^H/S	0.58	0.63	0.65	0.50	0.58	0.62	0.63	0.68	0.65	0.70	0.57	0.64	0.61	0.70	0.59
		Mud contents	56.69	76.62	84.44	64.86	48.84	73.08	85.43	87.28	84.91	86.10	82.45	83.61	78.31	84.06	59.03



Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN20	JIN21	JIN22	JIN23	JIN24	JIN25	JIN26	JIN27	JIN28	JIN29	JIN30	JIN31	JIN32	JIN33	JIN34
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.															
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)	4	2					3	4		1		1	1	1	2
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki	1														
	●	<i>Acanthocythereis cf. munechikai</i> Ishizaki															
	●	<i>Acanthocythereis</i> sp.	2		1	1	1	4								2	
		<i>Acuticythereis</i> sp.															
		<i>Alocopocythere cf. goujoni</i> (Brady)															
		<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki															
	●	<i>Ambotricon</i> sp.				1											
	●	<i>Ambtonia cf. obai</i> Ishizaki															
	●	<i>Ambtonia</i> spp.	1														
	●	<i>Amphileberis</i> sp.															
	●	<i>Argilloecia hanaii</i> Ishizaki															
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl		2	1						1	2		1			
	●	<i>Argilloecia</i> spp.	1	1				1	1	1			1				4
★	●	<i>Aurila cf. corniculata</i> Okubo		1	6	5	5	2	2	11		3	4	6	1	10	7
★	●	<i>Aurila cf. hataii</i> Ishizaki	3	11	1		4	11	8	5	5	11	3	1	2	3	3
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki				1							2			5	2
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa			2	3	1		1	2			2			1	
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa			2	3	6	2		5							
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya	3	3	5	9	9	8	3	5	3	5		1		2	
	●	<i>Aurila cf. uranouchiensis</i> Ishizaki															
	●	<i>Aurila</i> spp.				1	3			1	1	2			2	1	
	●	<i>Australimoesella tomokoeae</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki										1	1				
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki	1		1	1	2	4	1					1			
	●	<i>Baffincythere robusticostata</i> Irizuki															
	●	<i>Baffincythere</i> spp.															
	●	<i>Bicomocythere bisanensis</i> (Okubo)													1		
	●	<i>Bicomocythere</i> sp.															
	●	<i>Bicomocythere</i> spp.															
	●	<i>Buntonia</i> sp.															
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima															
	●	<i>Bythoceratina hanaii</i> Ishizaki															
	●	<i>Bythoceratina cf. maisakensis</i>															
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1		1		1			2		2					3	2
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.		1				1				1		1		1	
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai			1		2	2					4	5		9	5
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo		2													1
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere cf. japonica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere cf. nipponica</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai							1								
	●	<i>Callistocythere cf. setanensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere aff. setanensis</i> Hanai															
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai															
★	●	<i>Callistocythere cf. undulatifacialis</i> Hanai	2	2					1		1	3		1	2		2
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2															
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5															
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7															
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8															
	●	<i>Callistocythere</i> spp.								1		1	5	1		2	
★	●	<i>Celta cf. subreticulata</i> Irizuki and Yamada									1		1	5	1		2
	●	<i>Celta</i> sp.															
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki															
	●	<i>Chejudocythere?</i> sp.															
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden					1										
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)		1	2											1	1
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.															
	●	<i>Cluthia</i> sp.	1				1						1				
	●	<i>Coquimba ishizaki</i> Yajima															
	●	<i>Coquimba</i> sp.															
★	●	<i>Cornucoquimba monienseis</i> (Ishizaki)	3	6	3	4	6	7	4	8	1	7	5	12		3	3
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)	4	1		2			2							1	1
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)	8	9	2	4	5	6	5	7	9	4	4	9		4	2
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1															
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2															
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3															
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4															
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.	4	3	4	2	1	2	2	8		2	3	1			2
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1	23	27	21	15	8	12	4	57		20	19	10	2	29	26
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2		1		1	3			4	3	1				7	2

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN20	JIN21	JIN22	JIN23	JIN24	JIN25	JIN26	JIN27	JIN28	JIN29	JIN30	JIN31	JIN32	JIN33	JIN34
	●	<i>Cythere</i> spp.	6	7	2	28	14	30	16		11		6	6	1		
	●	<i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara											1				
	●	<i>Cythereis</i> sp.															
	●	<i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)															
	●	<i>Cytheromorpha</i> sp.															
★	●	<i>Cytheropteron abnormis</i> Guan															
	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers	4	4			1		1	2		2	3				
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>carolae</i> Brouwers															
	●	<i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers															
	●	<i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin															
	●	<i>Cytheropteron</i> cf. <i>elaeni</i> Cronin															
★	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers	1						1		2						
	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai	6	7	2	1	3	5	2	2	3	2		2		3	1
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>miurense</i> Hanai					1										
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai	8	12	3	2	6	9	5	12	4	11	5	9		6	2
	●	<i>Cytheropteron sandaiensis</i>															
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>sandaiensis</i>															
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao															
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>subuchioi</i> Zhao															
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai							1								1
	●	<i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki													1		
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.															
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.	6				2		1	2	4	3	2	1			
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 1	5	1							1	3		1		2	4
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 2							3				2				2
★	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 3	1					2		1		3	1	2		1	
	●	<i>Cytherura</i> ? sp. 4	2							2	1	2				3	
	●	<i>Cytherura</i> ? spp.															
★	●	<i>Eloisunella</i> cf. <i>concinna</i> (Jones)	9														
	●	<i>Eucythera</i> spp.															
	●	<i>Eucythera</i> aff. <i>mediocostata</i>															
★	●	<i>Eucythera neolae</i> (Ishizaki)		1													
	●	<i>Eucythera porolebis</i> Zhao										1					
	●	<i>Eucythera utsumemi</i> Yajima															
	●	<i>Eucythera</i> sp. 1															
	●	<i>Eucythera</i> sp. 2															
	●	<i>Eucythera</i> sp. 3															
	●	<i>Eucythera</i> sp. 4															
	●	<i>Eucythera</i> spp.	2														
	●	<i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)			1		2	1	1								
	●	<i>Falsoburtonia taiwanica</i> Maltz	1								1						
	●	<i>Falsoburtonia</i> spp.															
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada	11	10	21	19	10	15	7	20	5	4	10	5		3	8
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)	5	4	4	2	4	1	1	3	6		2	1		1	
★	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)	5			1	3		5				1	1			
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Finmarchinella</i> cf. <i>uranipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Finmarchinella</i> spp.													1		1
	●	<i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)	2														
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)															
	●	<i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki			1		2	1	2		3		4	3			
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)	6	11	8	11	11	14	3	8	3	6	4	4	2	4	1
	●	<i>Hemicythere</i> aff. <i>kitanipponica</i> (Tabuki)															
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov						1	1	2							
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov															
	●	<i>Hemicythere</i> cf. <i>posterovestibulata</i>															
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov								1							
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1			6	5	5	1	6	8		1	4			7	
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5															
	●	<i>Hemicythere</i> spp.	1	2					1	1	4	3	10			7	3
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>clathrata</i> (Sars)															
	●	<i>Hemicytherura</i> aff. <i>clathrata</i> (Sars)				1	2										2
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>cuneata</i> Hanai	2					1	2	2	1						
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>kajiyamai</i> Hanai	2	3	1			2		1	3	1	3	1		4	1
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>tricarinate</i>										1					
	●	<i>Hemicytherura</i> sp.															
	●	<i>Hemicytherura</i> spp.		2				1					1				
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki															
	●	<i>Howeina</i> cf. <i>higashimeyaensis</i> Ishizaki			1			2									
	●	<i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)		1			2					1				1	
	●	<i>Howeina</i> sp.															
	●	<i>Howeina</i> spp.	1						1	1				1			
	●	<i>Kangarina</i> sp.		3				1	1			3	2				1
	●	<i>Kangarina</i> spp.															
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.															

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN20	JIN21	JIN22	JIN23	JIN24	JIN25	JIN26	JIN27	JIN28	JIN29	JIN30	JIN31	JIN32	JIN33	JIN34
	●	<i>Kotorocythere</i> spp.							1								1
★	●	<i>Krithe</i> spp.			8					4	4	3	2				
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada	1	2													
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)															
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)	1			1		2		1			1		1	1	
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1			2	5		3	2	3	1	1			1	1	2
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5															
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.							1								
	●	<i>Loxococoncha epeterseni</i> Ishizaki					1										
	●	<i>Loxococoncha harimensis</i> Okubo				2		2	1	2							3
★	●	<i>Loxococoncha hattori</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki	1			1					3	2	1	1	2	1	3
	●	<i>Loxococoncha ikeyai</i> Zhou															
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou															
★	●	<i>Loxococoncha kamiyai</i> Ozawa	1	20	17	11	5	25	28	58	14	22	15	10			25
	●	<i>Loxococoncha kitanipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxococoncha optima</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxococoncha proprotica</i> Hu	2														
★	●	<i>Loxococoncha subkotoriforma</i> Ishizaki	6	10	5	2	3	8	4	4	4		7	6			2
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxococoncha uranouchiensis</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxococoncha viva</i> Ishizaki					1										1
	●	<i>Loxococoncha zamia</i> (Ishizaki)															1
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 1															
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 2															
	●	<i>Loxococoncha</i> spp.						1	2			2					2
	●	<i>Loxococonchidea dolgoiensis</i> Brouwers															
	●	<i>Loxococonchidea?</i> sp.															
★	●	<i>Loxocomniculum kotoriformum</i> Ishizaki	7	1					1	7	3	7	6	4			8
	●	<i>Loxocomniculum mutsuiense</i> Ishizaki		4							3	3	4	1			5
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai					2	1									3
	●	<i>Loxocythere</i> spp.			1			1									
	●	<i>Microcythere</i> sp.	1														
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou															1
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou															2
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki					1	1	1	2	1		1				
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)	3				2	1				1		1			
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)			1												
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella kikukukensis</i>															1
	●	<i>Munseyella oblonga</i>															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2															
	●	<i>Munseyella</i> spp.									2			1			
	●	<i>Neocythereis punctata</i>															
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)							1								
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)															
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.															
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.	12	40	47	44	40	50	45	79	12	29	32	43	5	45	35
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)															
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki															
	●	<i>Pacamboccythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Pacamboccythere</i> sp.															
★	●	<i>Pajjenborchella hanai</i> Tabuki	1					2									
	●	<i>Pajjenborchella</i> cf. <i>japonica</i>			2												
	●	<i>Pajjenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pajjenborchella</i> spp.															
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)	3	1			2	2	1	1	1	2	1				2
	●	<i>Palmococoncha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)	1														
	●	<i>Palmococoncha</i> spp.															
	●	<i>Paracypris</i> sp.			1								1			1	
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima															
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang			1												
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu			1		1	1	2	4					1		
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki															
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.	1	2				3			1						2
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.								1	2	1					
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)				4				1	3		2	1			
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> spp.															
	●	<i>Paranesidea</i> sp.															
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.															
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pectocythere</i> spp.	3					1	1	1							1

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN20	JIN21	JIN22	JIN23	JIN24	JIN25	JIN26	JIN27	JIN28	JIN29	JIN30	JIN31	JIN32	JIN33	JIN34
		<i>Phlyctocythere</i> sp.						1									
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)															
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)			1						1						3
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)	3														
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Pontocythere</i> spp.							6					1			
		● <i>Propontocypris</i> sp.							3		1	1					
		● <i>Pseudoaurila japonica</i> (Ishizaki)															
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki	4	1													
		● <i>Robertsonites irizukii</i> Yamada	2		3	1	2	1	1				1				3
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)	4			2	1		1	6	1	1	1				
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki				1											
		● <i>Robertsonites</i> spp.															
		● <i>Robustaurila ishizakii</i> (Okubo)								1							2
		● <i>Robustaurila</i> spp.	4	2				1		2	1						
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kaijima)	5	9	3	8	11	11	1	5	5	4	4	10		6	2
★		● <i>Schizocythere ikedayi</i> Tsukagoshi and Briggs	1														
		● <i>Sclerochilus</i> spp.	2	1	1		1	1	2	4	3	2	2	1			1
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya	9	1					1						1		
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo						1	1	1							
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada	7				1						1	3			5
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura skipa</i>												1	1		
★		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya	1	1	1		2	13		2	2	1	4	6	1	6	7
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)	3	1	3	3	1	3	3	2	1	2	3				
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)															
★		● <i>Semicytherura</i> aff. <i>subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura</i> sp.1	4	1	1		3	2				2	1		1		1
		● <i>Semicytherura</i> sp.2															
		● <i>Semicytherura</i> sp.3															
		● <i>Semicytherura</i> sp.4			4	1		1	3			3	2	1		5	1
★		● <i>Semicytherura</i> sp.5															
		● <i>Semicytherura</i> sp.6															
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.8															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 9															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 10															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 11															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.															
		● <i>Spinileberis quadriculeata</i> (Brady)															
		● <i>Spinileberis rhomboidaris</i>															
		● <i>Spinileberis</i> sp.															
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.				2		2	1		1						
		● <i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki												2			
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)															
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.			1												1
		● <i>Triebelina</i> sp.							1	1			2				1
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki	1														
		● <i>Typhlocythere</i> sp.															
★		● <i>Urocythereis? gorokuensis</i> Ishizaki															
		● <i>Urocythereis? posterocostata</i> Tabuki															
		● <i>Urocythereis? sp. 1</i>															
		● <i>Urocythereis? sp. 2</i>															
		● <i>Urocythereis? sp. 3</i>															
		● <i>Urocythereis? spp.</i>	1										1				
★		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki	2	10	3	3	2	10	6	7	9	16	6	8	1	14	6
		● <i>Xestoleberis opalescenta</i> Schornikov															
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kaijima			1	1			3	3	4	8	5	2	5		16
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo	6	1				3				2	3	1	5		2
		● <i>Xestoleberis</i> spp.				2		1	4	1		8	13			4	2
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya	1									3			1		
★		● <i>Yezocythere? sp.</i>															
		Gen. et sp. indet.			1						1						
		No. of species	68	62	43	41	56	60	64	60	52	59	51	52	15	57	45
		No. of specimens	250	277	197	213	216	307	230	399	166	238	222	202	24	292	179
		Total ostracode(g)	133.3	221.6	39.5	28.4	43.4	81.9	184.0	79.8	264.8	190.2	353.7	322.8	9.6	473.3	143.1
		Shannon_H	3.91	3.46	2.99	2.99	3.48	3.37	3.50	3.13	3.66	3.51	3.45	3.31	2.55	3.45	3.17
		Evenness_e*HS	0.70	0.52	0.45	0.47	0.57	0.48	0.49	0.37	0.72	0.58	0.62	0.51	0.86	0.54	0.53
		Mud contents	64.45	68.25	36.27	35.31	36.02	44.78	64.59	46.46	69.01	69.36	43.74	58.84	26.51	45.62	26.32

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN35	JIN36	JIN37	JIN38	AKA1	AKA2	AKA3	AKA4	AKA5	AKA6	AKA7	AKA8	AKA10	AKA11	AKA12	
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.																
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)			1	1	1											
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki																
	●	<i>Acanthocythereis</i> cf. <i>munekikai</i> Ishizaki																
	●	<i>Acanthocythereis</i> spp.													1			
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.		1														
	●	<i>Alocopocythere</i> cf. <i>goujoni</i> (Brady)																
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambotricon</i> sp.																
	●	<i>Ambtonia</i> cf. <i>obai</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambtonia</i> spp.				1	1											
	●	<i>Amphileberis</i> sp.														1		
	●	<i>Argilloecia hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl																
	●	<i>Argilloecia</i> spp.																
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>corniculata</i> Okubo	5	7	2	4		2	2	1	1	8	5		5	4	15	2
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>hataii</i> Ishizaki	3	6	4	11												
	●	<i>Aurila munekikai</i> Ishizaki	1	1														
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa	1	3	2	2	23	9	2	1	3	4			1	8	1	
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa				3	4											
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya	1	2	8	15												
	●	<i>Aurila</i> cf. <i>uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila</i> spp.																
	●	<i>Australmoosella tomokoeae</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki	1	1			2											
	●	<i>Baffincythere robustocostata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere</i> spp.																
	●	<i>Bicomucythere bisanensis</i> (Okubo)				1												
	●	<i>Bicomucythere</i> sp.																
	●	<i>Bicomucythere</i> spp.																
	●	<i>Buntonia</i> sp.																
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima																
	●	<i>Bythoceratina hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Bythoceratina</i> cf. <i>maisakensis</i>																
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1	3	3	2	4												
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.	1			1												
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai	1	2	5	4												
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo																
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai						2					2			1		3
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>nipponica</i> Hanai			2													
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> aff. <i>setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai																
★	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>undulatifacialis</i> Hanai						2	2	1		1	1	1	3			
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8																
	●	<i>Callistocythere</i> spp.																
★	●	<i>Celta</i> cf. <i>subreticulata</i> Irizuki and Yamada						2	3	7		7	2		12	6	5	4
	●	<i>Celta</i> sp.																
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki																
	●	<i>Chejudocythere</i> ? sp.																
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden																
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)				1	1											
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.																
	●	<i>Cluthia</i> sp.																
	●	<i>Coquimba ishizakii</i> Yajima																
	●	<i>Coquimba</i> sp.																
★	●	<i>Cornucoquimba monienseis</i> (Ishizaki)	8	1	2	11								1			1	3
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)			2			4	1									
★	●	<i>Cornucoquimba tosaenseis</i> (Ishizaki)	4	4	6	22	2								3	1		5
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4																
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.			3	2	3	6	2	4	9	10				3		6
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1	12	15	12	38	17	5	3	1	3	3			8	11	14	14
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2					1									1		1

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN35	JIN36	JIN37	JIN38	AKA1	AKA2	AKA3	AKA4	AKA5	AKA6	AKA7	AKA8	AKA10	AKA11	AKA12
	●	<i>Cythere</i> spp.	12	6	8	21											
	●	<i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara															
	●	<i>Cythereis</i> sp.															
	●	<i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)															
	●	<i>Cytheromorpha</i> sp.															
★	●	<i>Cytheropteron abnormis</i> Guan															
	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers															
	●	<i>Cytheropteron aff. carolae</i> Brouwers															
	●	<i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers															
	●	<i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin															
	●	<i>Cytheropteron cf. elaeii</i> Cronin															
	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers															
★	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai	1	1	5	3	3	3	2	1	2	1		2	3	6	5
	●	<i>Cytheropteron aff. miurense</i> Hanai															
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		2	8	8	1				1			1	2		
	●	<i>Cytheropteron sandaiensis</i>															
	●	<i>Cytheropteron aff. sandaiensis</i>															
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao													1		
	●	<i>Cytheropteron aff. subuchioi</i> Zhao															
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai															
	●	<i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki															
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.															
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.															
★	●	<i>Cytherura?</i> sp. 1	1	1	5	2		1									
★	●	<i>Cytherura?</i> sp. 2	1		3												
★	●	<i>Cytherura?</i> sp. 3	1	1													
	●	<i>Cytherura?</i> sp. 4				1											
	●	<i>Cytherura?</i> spp.															
★	●	<i>Eloisunella cf. concinna</i> (Jones)															
	●	<i>Eucythere</i> spp.															
	●	<i>Eucythere aff. medicostata</i>															
★	●	<i>Eucytherura neolae</i> (Ishizaki)	1			1											
	●	<i>Eucytherura poroleberis</i> Zhao															
	●	<i>Eucytherura utususemi</i> Yajima															
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 1															
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 2															
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 3															
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 4															
	●	<i>Eucytherura</i> spp.															
	●	<i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)		1	3	1						1					
	●	<i>Falsoburtonia taiwanica</i> Meltz					1										
	●	<i>Falsoburtonia</i> spp.															
★	●	<i>Finmarchinella hanaii</i> Okada	11	4	9	35	45	75	18	10	30	31	11	69	56	66	58
★	●	<i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)			1	3					1			2	1		
★	●	<i>Finmarchinella cf. japonica</i> (Ishizaki)	1	1													
★	●	<i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Finmarchinella cf. uranipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Finmarchinella</i> spp.															
	●	<i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)	1					3						5		3	2
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)					1	4	1								2
	●	<i>Hemicythere gorokuensis?</i> Ishizaki	1		2						1	1	1				
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)	5	3	5	6	6				1	1	1	3	9	7	4
	●	<i>Hemicythere aff. kitanipponica</i> (Tabuki)															
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov						1			2	1		1	4	8	
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov															
	●	<i>Hemicythere cf. posteroestibulata</i>															
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1	3	4		6	4							3	3	2	5
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4															
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5															
	●	<i>Hemicythere</i> spp.	4	2	10	1											
	●	<i>Hemicytherura cf. clathrata</i> (Sars)					1										
	●	<i>Hemicytherura aff. clathrata</i> (Sars)															
	●	<i>Hemicytherura cf. cuneata</i> Hanai					2										
	●	<i>Hemicytherura cf. kajiyamai</i> Hanai				2											
	●	<i>Hemicytherura tricarinate</i>															
	●	<i>Hemicytherura</i> sp.															
	●	<i>Hemicytherura</i> spp.															
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki					3										
	●	<i>Howeina cf. higashimeyaensis</i> Ishizaki															
	●	<i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)	1	1			3	4								2	4
	●	<i>Howeina</i> spp.					11	9	10		9	22	6	7	1	2	
	●	<i>Howeina</i> spp.															
	●	<i>Kangarina</i> sp.				1											
	●	<i>Kangarina</i> spp.															
★	●	<i>Kotoracythere</i> sp.					1	7	6	10	7	6	5	2	3	3	11

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN35	JIN36	JIN37	JIN38	AKA1	AKA2	AKA3	AKA4	AKA5	AKA6	AKA7	AKA8	AKA10	AKA11	AKA12
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.					1					1					
★	●	<i>Krithe</i> spp.															
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada					2								2		
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)				2	4										
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaakensis</i> (Irizuki)					1										
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1	2	1	4	4											
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4								3		1	1				
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5															
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.					1										
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo				3	2										
★	●	<i>Loxoconcha hattori</i> Ishizaki						7	3			3	1		4	5	7
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattori</i> Ishizaki	1	5	6	10											
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou															
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou															
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa	26	12	13	44											
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha proponentica</i> Hu															
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki	5		6	11		1					2			8	2
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki				1											
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki		4	1	3	1					1					
	●	<i>Loxoconcha zamia</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2															
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.	2			2						1	1				
	●	<i>Loxoconchidea dolgoensis</i> Brouwers				1											
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.															
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki	4	4	7	8						4	1		5	3	5
	●	<i>Loxocorniculum mutsuense</i> Ishizaki	1	4													
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai															
	●	<i>Loxocythere</i> spp.	1														
	●	<i>Microcythere</i> spp.															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou				1											
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki				2	3					1					
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)							3							8	1
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella kikukensis</i>															
	●	<i>Munseyella oblonga</i>															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2															
	●	<i>Munseyella</i> spp.		1		1							3	1	1		
	●	<i>Neocythereis punctata</i>															
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)															
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.															
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.	43	37	32	67		2							1		
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)															
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki															
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)						3		1			3				1
	●	<i>Pacambocythere</i> spp.															
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki		2	1	1											
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>															
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.															
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)				1	3										
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.															
	●	<i>Paracypris</i> spp.				1											
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima															
	●	<i>Paracytheridea dialata</i> Gou and Huang															
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu	1	1	2	1											
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki															
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.	1	1													
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.			1	3											
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)			1	2	1										
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> spp.															
	●	<i>Paranesidea</i> sp.					1										
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.															
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki						9	1	1	4	6	15	5	6	5	1
	●	<i>Pectocythere</i> spp.															

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	JIN35	JIN36	JIN37	JIN38	AKA1	AKA2	AKA3	AKA4	AKA5	AKA6	AKA7	AKA8	AKA10	AKA11	AKA12	
		<i>Phlyctocythere</i> sp.	1															1
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)			1													
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)	1															
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)																
		● <i>Pontocythere</i> sp.																
		● <i>Popontocypris</i> sp.			1													
		● <i>Pseudouralia japonica</i> (Ishizaki)				1												
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki				2	4											
		● <i>Robertsonites irizuki</i> Yamada				1												
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada																
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)	1			2												
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki				1	1											
		● <i>Robertsonites</i> spp.																
		● <i>Robustaurilia ishizakii</i> (Okubo)	4	1	3													
		● <i>Robustaurilia</i> spp.		1	2	2												
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	3	8	5	13	6	1	1	1	2	1	3	4	3	1	1	
★		● <i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs																
		● <i>Sclerochilus</i> spp.	2	1		1												
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya																
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo																
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada	2	1	8													
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya						1	1	1					1			
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)																
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada																
		● <i>Semicytherura skipa</i>																
★		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya	2	4	3	2												
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)																
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)																
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)																
★		● <i>Semicytherura</i> sp.1	1	1		1												
		● <i>Semicytherura</i> sp.2																
		● <i>Semicytherura</i> sp.3	1	1	1	2												
		● <i>Semicytherura</i> sp.4																
★		● <i>Semicytherura</i> sp.5																
		● <i>Semicytherura</i> sp.6																
		● <i>Semicytherura</i> sp.7																
		● <i>Semicytherura</i> sp.8																
★		● <i>Semicytherura</i> sp.9																
		● <i>Semicytherura</i> sp.10																
		● <i>Semicytherura</i> sp.11																
		● <i>Semicytherura</i> sp.12																
		● <i>Semicytherura</i> spp.													2			1
		● <i>Spirileberis quadrisculeata</i> (Brady)																
		● <i>Spirileberis rhomboidaris</i>						1			1						2	2
		● <i>Spirileberis</i> sp.																
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.																
		● <i>Trachyleberis nitsumai</i> Ishizaki																
		● <i>Trachyleberis scabrocostata</i> (Brady)						3	3	1	1	1		1	2	1	1	
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl																
		● <i>Trachyleberis</i> spp.				1												2
		● <i>Triebelina</i> sp.		1		1												
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki																
★		● <i>Typhlocythere</i> sp.																
		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki						2	2	2		1		4	3	1	4	
		● <i>Urocythereis ? posterocostata</i> Tabuki																
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 1																
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 2																
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 3																
		● <i>Urocythereis ?</i> spp.		1	2	1												
★		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki	4	5	14	16												
		● <i>Xestoleberis palescens</i> Schornikov																
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama	2	3	8	8												
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo	1		4													
		● <i>Xestoleberis</i> spp.	2		8													
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya						18	1	27	18	1	2	60	66	27	40	30
★		● <i>Yezocythere ?</i> sp.						22	27	18	58	69	60	66	27	40	30	
		Gen. et sp. indet.																
		No. of species	52	51	63	71	25	28	19	13	26	27	13	25	28	25	29	
		No. of specimens	200	179	268	452	179	176	90	55	164	190	98	220	163	218	179	
		Total ostracode/(g)	80.7	35.8	213.6	120.6	3.66	2.89	1.19	0.75	3.55	2.84	1.30	3.64	10.02	3.72	3.01	
		Shannon_H	3.20	3.32	3.74	3.43	2.71	2.29	2.16	2.00	2.24	1.87	1.55	2.22	2.45	2.54	2.54	
		Evenness_e^H/S	0.46	0.54	0.66	0.43	0.50	0.35	0.43	0.53	0.34	0.32	0.36	0.34	0.43	0.47	0.41	
		Mud contents	29.63	25.25	28.28	38.86	28.94	28.09	28.15	28.11	28.43	29.48	28.54	30.83	31.58	38.44	29.01	



Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA13	AKA14	AKA15	AKA16	AKA18	AKA19	AKA20	AKA21	AKA22	AKA23	AKA24	AKA25	AKA26	AKA27	AKA28
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.										1						
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)																1
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki																
	●	<i>Acanthocythereis</i> cf. <i>munekikai</i> Ishizaki										2	1					
	●	<i>Acanthocythereis</i> spp.																
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.																
	●	<i>Alocopocythere</i> cf. <i>goujoni</i> (Brady)																
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambotracon</i> sp.																
	●	<i>Ambtonia</i> cf. <i>obai</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambtonia</i> spp.																
	●	<i>Amphileberis</i> sp.																
	●	<i>Argilloecia hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl																
	●	<i>Argilloecia</i> spp.																
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>corniculata</i> Okubo		1	6	10	3	6	8	4	9	8	9	22			5	1
★	●	<i>Aurila</i> cf. <i>hataii</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila munekikai</i> Ishizaki																
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa		6	1	3		2	6		3	8	3	20	2		11	2
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa																
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya																
	●	<i>Aurila</i> cf. <i>uranouchiensis</i> Ishizaki												3				
	●	<i>Aurila</i> spp.																
	●	<i>Australmoosella tomokoeae</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere robustocostata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere</i> spp.																
	●	<i>Bicomucythere bisanensis</i> (Okubo)										1						
	●	<i>Bicomucythere</i> sp.																
	●	<i>Bicomucythere</i> spp.													1			
	●	<i>Burtonia</i> sp.																
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima																
	●	<i>Bythoceratina hanaii</i> Ishizaki																
	●	<i>Bythoceratina</i> cf. <i>maisakensis</i>																
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1																
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.																
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo																
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai		4	3	1	11	1		1	3	1		1	5			8
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>nipponica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai				1												
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai																2
	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>setanensis</i> Hanai																4
	●	<i>Callistocythere</i> aff. <i>setanensis</i> Hanai																12
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai											1					11
★	●	<i>Callistocythere</i> cf. <i>undulatifacialis</i> Hanai			5	2					1	13	1	2	1			
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4																1
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5												1				
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8																
	●	<i>Callistocythere</i> spp.									1		1					
★	●	<i>Celta</i> cf. <i>subreticulata</i> Irizuki and Yamada			1		2					1				1	28	18
	●	<i>Celta</i> sp.																
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki																
	●	<i>Chejudocythere</i> ? sp.																
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden													2			
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)																
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.																
	●	<i>Cluthia</i> sp.																
	●	<i>Coquimba ishizaki</i> Yajima																
	●	<i>Coquimba</i> sp.																
★	●	<i>Cornucoquimba monivensis</i> (Ishizaki)			3	4				2		5	3					
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)											1					
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)			3	6	8		4	4	3	14		4	1			3
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4																
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.			5			1				2						
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1		10	3	10	3	10	9		2	2	1	3	1		6	13
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2		1	1			1				2					1	

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA13	AKA14	AKA15	AKA16	AKA18	AKA19	AKA20	AKA21	AKA22	AKA23	AKA24	AKA25	AKA26	AKA27	AKA28
		● <i>Cythere</i> spp.																
		● <i>Cythereilobidea hanaii</i> Nohara				1		1		1		6	4	4	2			
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)																
		● <i>Cytheromorpha</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron abnormis</i> Guan				1												
★		● <i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron aff. carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron cf. elaeii</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
★		● <i>Cytheropteron miurense</i> Hanai		4	11	5	21	2	3	3	15	9	7					1
		● <i>Cytheropteron aff. miurense</i> Hanai																
★		● <i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		1	3	2	2		2	2	2	8	6	6	3			1
		● <i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron aff. sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao		1	1					1								
		● <i>Cytheropteron aff. subuchioi</i> Zhao																
		● <i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai			1													
		● <i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki																
		● <i>Cytheropteron</i> sp.															3	1
		● <i>Cytheropteron</i> spp.																1
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 1																
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 2																
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 3																
		● <i>Cytherura</i> ? sp. 4																
		● <i>Cytherura</i> ? spp.																
★		● <i>Eloisunella cf. concinna</i> (Jones)								1					1			
		● <i>Eucythere</i> spp.																
		● <i>Eucythere aff. medicostata</i>																
★		● <i>Eucythereura neolae</i> (Ishizaki)																
		● <i>Eucythereura poroleberis</i> Zhao																
		● <i>Eucythereura utususemi</i> Yajima																
		● <i>Eucythereura</i> sp. 1																
		● <i>Eucythereura</i> sp. 2																
		● <i>Eucythereura</i> sp. 3																
		● <i>Eucythereura</i> sp. 4																
		● <i>Eucythereura</i> spp.																
		● <i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)																
		● <i>Falsoburtonia taiwanica</i> Meltz																
		● <i>Falsoburtonia</i> spp.																
★		● <i>Finmarchinella hanaii</i> Okada		51	55	53	8	34	95	7	57	57	31	65	9	1	13	3
★		● <i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)				2	3		3		2	7	3		9		9	
★		● <i>Finmarchinella cf. japonica</i> (Ishizaki)																
★		● <i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki															6	12
		● <i>Finmarchinella cf. uranipponica</i> Ishizaki																
		● <i>Finmarchinella</i> spp.																
		● <i>Hanaiborchella miurenensis</i> (Hanai)		2	7		3	2	3			8	2		1		5	8
★		● <i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)		1	2		3			2		1		2	2		2	21
		● <i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki																
★		● <i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)		8	6	9	6		4	2	10	6		5	4		1	3
		● <i>Hemicythere aff. kitanipponica</i> (Tabuki)																
		● <i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov				1	1											
		● <i>Hemicythere cf. posteroestibulata</i>																
		● <i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere</i> sp.1		3	8	6		1	3			5	2				7	1
		● <i>Hemicythere</i> sp. 2																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 3																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 4																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 5																
		● <i>Hemicythere</i> spp.																
		● <i>Hemicythereura cf. clathrata</i> (Sars)																
		● <i>Hemicythereura aff. clathrata</i> (Sars)																
		● <i>Hemicythereura cf. cuneata</i> Hanai				1	3			5	5	6	2	2				
		● <i>Hemicythereura cf. kajiyamai</i> Hanai																
		● <i>Hemicythereura tricarinate</i>																
		● <i>Hemicythereura</i> sp.																
		● <i>Hemicythereura</i> spp.																
		● <i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina cf. higashimeyaensis</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina neoleptocythereoidea</i> (Ishizaki)		8	1	3						1		2	2			
		● <i>Howeina</i> sp.												4	2			1
		● <i>Howeina</i> spp.																
		● <i>Kangarina</i> sp.							2			2		2				
		● <i>Kangarina</i> spp.																
★		● <i>Kotoracythere</i> sp.		4	1	1	18	2	2								1	2

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	AKA13	AKA14	AKA15	AKA16	AKA18	AKA19	AKA20	AKA21	AKA22	AKA23	AKA24	AKA25	AKA26	AKA27	AKA28
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.			1			1									2
★	●	<i>Krithe</i> spp.															
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada					1										1
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)															
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1										1	1				
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5															
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.															
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki												2			1
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo															
★	●	<i>Loxoconcha hattorii</i> Ishizaki	6	13	9	2	1	9	3	10	4	1	12	1		4	2
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattorii</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou									3		9	4			
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou															
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa															2
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha propontica</i> Hu															
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki	7	1		2			1		7						
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki							1	1							
	●	<i>Loxoconcha zamia</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2															
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.											1			1	
	●	<i>Loxoconchidea dolgoiensis</i> Brouwers															
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.										1					
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki	2	2										2	1		7
	●	<i>Loxocorniculum mutsuense</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai															
	●	<i>Loxocythere</i> spp.															
	●	<i>Microcythere</i> spp.															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki									2		2				1
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)		15		7					2	10	2	1	3		
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella kikulukensis</i>															
	●	<i>Munseyella oblonga</i>															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima							2	5							
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2															
	●	<i>Munseyella</i> spp.										1					
	●	<i>Neocythereis punctata</i>															2
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)															
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.															
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.	3	3				3	2	9	5	5	5	1			
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)															
	●	<i>Normanicocythere japonica</i> Tabuki															
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)											1				3
	●	<i>Pacambocythere</i> spp.															
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki															
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>															
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.															
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)															
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.															
	●	<i>Paracypris</i> spp.															
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima															
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang															
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu			2												
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki	2	2									1				
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.															
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.															
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)											2				
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> spp.															
	●	<i>Paranesidea</i> spp.															
	●	<i>Patagonacythere</i> spp.															
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki												1		1	6
	●	<i>Pectocythere</i> spp.															

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	AKA13	AKA14	AKA15	AKA16	AKA18	AKA19	AKA20	AKA21	AKA22	AKA23	AKA24	AKA25	AKA26	AKA27	AKA28
		<i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)			2												
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)														2	7
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)															
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Pontocythere</i> spp.															
		● <i>Propontocypris</i> sp.															
		● <i>Pseudoaurila japonica</i> (Ishizaki)			1				2		1						
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites irizukii</i> Yamada															
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)															
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.															
		● <i>Robustaurila ishizakii</i> (Okubo)															
		● <i>Robustaurila</i> spp.															
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	12	51	23	37	30	44	6	31	44	34	16	12	2	2	13
★		● <i>Schizocythere ikedayi</i> Tsukagoshi and Briggs															
		● <i>Sclerophilus</i> spp.															
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya															
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada	1	2													
		● <i>Semicytherura skipa</i>															
★		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya									4	4	3	2			2
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)											1	2			
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.1												2			
		● <i>Semicytherura</i> sp.2															
		● <i>Semicytherura</i> sp.3															
		● <i>Semicytherura</i> sp.4															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.5															
		● <i>Semicytherura</i> sp.6															
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
		● <i>Semicytherura</i> sp.8															
★		● <i>Semicytherura</i> sp. 9															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 10															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 11															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.															
		● <i>Spinileberis quadriculeata</i> (Brady)									2					1	
		● <i>Spinileberis rhomboidaris</i>														2	1
		● <i>Spinileberis</i> sp.															
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.															
		● <i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki															
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)	1	2		2					4	5	5	2	3		3
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.									1						
		● <i>Triebelina</i> sp.															
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
		● <i>Typhlocythere</i> sp.															
★		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki	6	4	4											18	48
		● <i>Urocythereis ? postero-costata</i> Tabuki															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 1															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 2															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 3															
		● <i>Urocythereis</i> spp.															
★		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki															
		● <i>Xestoleberis opalescens</i> Schornikov															
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo															
		● <i>Xestoleberis</i> spp.															
★		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya	26	9	1									1	5	22	8
		● <i>Yezocythere ?</i> sp.															
		Gen. et sp. indet.															
		No. of species	25	36	25	20	15	16	20	23	35	28	31	27	6	31	35
		No. of specimens	169	237	162	145	95	200	52	179	261	136	206	78	11	184	231
		Total ostracode(g)	2.11	7.81	5.37	2.28	1.19	2.48	0.65	2.54	3.25	1.64	2.58	0.96	0.14	5.91	2.96
		Shannon_H	2.52	2.68	2.48	2.42	1.86	1.88	2.801	2.57	2.97	2.53	2.74	2.89	1.73	3.15	3.02
		Evenness_e*HS	0.49	0.47	0.44	0.49	0.43	0.34	0.82	0.49	0.50	0.42	0.44	0.69	0.81	0.59	0.51
		Mud contents	31.84	33.88	29.15	31.08	30.33	27.81	26.00	24.58	29.58	32.71	29.29	31.18	34.26	28.38	34.53

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA29	AKA30	AKA31	AKA32	AKA33	AKA34	AKA35	AKA36	AKA37	AKA38	AKA39	AKA40	AKA41	AKA42	AKA43
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.																
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)																
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki																
	●	<i>Acanthocythereis cf. munechikai</i> Ishizaki																
	●	<i>Acanthocythereis</i> spp.	1															
		<i>Acuticythereis</i> sp.																
		<i>Alocopocythere cf. goujoni</i> (Brady)																
		<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambotreron</i> sp.																
	●	<i>Ambtonia cf. obai</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambtonia</i> spp.																
		<i>Amphleberis</i> sp.																
		<i>Argilloecia hanai</i> Ishizaki																
		<i>Argilloecia lunata</i> Frydl																
	●	<i>Argilloecia</i> spp.																
★	●	<i>Aurila cf. corniculata</i> Okubo	1			1	2	2	6	2	15	3	20	15	17	9	11	26
★	●	<i>Aurila cf. hatai</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki																
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa	6	3	3	1	3	4	8	14	8					3		8
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa											2	4		1		
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya											8	15	3	2	9	2
	●	<i>Aurila cf. uranouchiensis</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila</i> spp.																
	●	<i>Australimoesella tomokoeae</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere robustocostata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere</i> spp.																
	●	<i>Bicomocythere bisanensis</i> (Okubo)																
	●	<i>Bicomocythere</i> sp.																
	●	<i>Bicomocythere</i> spp.																
	●	<i>Burtonia</i> sp.																
		<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima																
		<i>Bythoceratina hanai</i> Ishizaki																
		<i>Bythoceratina cf. maisakensis</i>																
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1																
		<i>Bythoceratina</i> spp.																
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo																
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai	6					2	8	2	3	2	2	5	5	13	3	1
	●	<i>Callistocythere cf. japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere cf. nipponica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai											1	3				3
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere cf. setanensis</i> Hanai	14	7		2	7	12	10	1	6	3	8	3	2			
	●	<i>Callistocythere aff. setanensis</i> Hanai	4	6		4	12				13							
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai	1	2			4	2	2			2						
★	●	<i>Callistocythere cf. undulatifacialis</i> Hanai	7					10	2		13	4	3	9	3	6	7	2
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4	1										1	5	1	6	4	
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5								1								
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8																
	●	<i>Callistocythere</i> spp.								4			2					
★	●	<i>Celta cf. subreticulata</i> Irizuki and Yamada	8	8	21	13	3	1	9	2	5	7	9	7	8	8	8	2
	●	<i>Celta</i> sp.																
		<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki																
		<i>Chejudocythere?</i> sp.																
		<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden																
		<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)																
		<i>Cletocythereis</i> spp.																
	●	<i>Cluthia</i> sp.																
	●	<i>Coquimba ishizaki</i> Yajima																
	●	<i>Coquimba</i> sp.																
★	●	<i>Cornucoquimba monienseis</i> (Ishizaki)	1	1	2				3				6	1		3		3
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)									1							
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)	3	5	1	3	2	6	6	22	17	16	7	15	30	27	12	
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4																
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.		2		2		3					2		1	1	1	1
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1	11	6	6	4	2	4	5	7	8	1	3	3	3	3	3	8
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2													1			

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA29	AKA30	AKA31	AKA32	AKA33	AKA34	AKA35	AKA36	AKA37	AKA38	AKA39	AKA40	AKA41	AKA42	AKA43
		● <i>Cythere</i> spp.																
		● <i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara																
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)						1	1			2		1	4			1
		● <i>Cytheromorpha</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron abnormis</i> Guan																
★		● <i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron aff. carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron elaei</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron cf. elaei</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
★		● <i>Cytheropteron miurense</i> Hanai								1				1	3			2
		● <i>Cytheropteron aff. miurense</i> Hanai																1
★		● <i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		4	4		1	4	3	2	2	2				5		1
		● <i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron aff. sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao																
		● <i>Cytheropteron aff. subuchioi</i> Zhao																
		● <i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai																
		● <i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki																
		● <i>Cytheropteron</i> sp.					1			1	4					3		
		● <i>Cytheropteron</i> spp.					2			1								
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 1							2	2	2							
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 2																
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 3																
		● <i>Cytherura</i> ? sp. 4																
		● <i>Cytherura</i> ? spp.																
★		● <i>Eloisunella cf. concinna</i> (Jones)														1		
		● <i>Eucythera</i> spp.			2						2		2					
		● <i>Eucythera aff. medicostata</i>																
★		● <i>Eucythera neolae</i> (Ishizaki)																
		● <i>Eucythera poroleberis</i> Zhao																
		● <i>Eucythera utususemi</i> Yajima																
		● <i>Eucythera</i> sp. 1		2								1						
		● <i>Eucythera</i> sp. 2																
		● <i>Eucythera</i> sp. 3																
		● <i>Eucythera</i> sp. 4																
		● <i>Eucythera</i> spp.																
		● <i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)																
		● <i>Falsoburtonia taiwanica</i> Meltz																
		● <i>Falsoburtonia</i> spp.																
★		● <i>Finmarchinella hanaii</i> Okada	10	11	5	2	6	1	14	19	14	5	5	3	7	14	23	
★		● <i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)	4		2	2	1			2	1	2	1	2		3	3	
★		● <i>Finmarchinella cf. japonica</i> (Ishizaki)																
★		● <i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki	19	6	6	3	2	12	11	13	9	6	9		2	4	8	
		● <i>Finmarchinella cf. uranipponica</i> Ishizaki																
		● <i>Finmarchinella</i> spp.																
		● <i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)	4	1	2		2	2			1		2					
★		● <i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)	9	6		2	33	24	12	19	5	9	6	5	1	3	4	
		● <i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki																
★		● <i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)	1	1		1	3		2	10	2	4	4	5	2	3	11	
		● <i>Hemicythere aff. kitanipponica</i> (Tabuki)																
		● <i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov									1				1			2
		● <i>Hemicythere cf. posteroestibulata</i>																
		● <i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 1	2	5	3		2		1	6	3							
		● <i>Hemicythere</i> sp. 2																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 3																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 4																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 5									2				4	4	2	2
		● <i>Hemicythere</i> spp.																
		● <i>Hemicytherura cf. clathrata</i> (Sars)			2													
		● <i>Hemicytherura aff. clathrata</i> (Sars)																
		● <i>Hemicytherura cf. cuneata</i> Hanai											1					3
		● <i>Hemicytherura cf. kajiyamai</i> Hanai																
		● <i>Hemicytherura tricarinate</i>																
		● <i>Hemicytherura</i> sp.																
		● <i>Hemicytherura</i> spp.																
		● <i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina cf. higashimeyaensis</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina neoleptocytheroidea</i> (Ishizaki)							3	1		3	1					
		● <i>Howeina</i> sp.									2						1	6
		● <i>Howeina</i> spp.																
		● <i>Kangarina</i> sp.																
		● <i>Kangarina</i> spp.																
★		● <i>Kotorocythere</i> sp.	3	1	2	4				2	3	1	4	8	4	13	1	3

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \	Sample number	AKA29	AKA30	AKA31	AKA32	AKA33	AKA34	AKA35	AKA36	AKA37	AKA38	AKA39	AKA40	AKA41	AKA42	AKA43	
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.				1							1				2		
★	●	<i>Krithe</i> spp.																	
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada												1	1	1	1	1	3
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)																	
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaakensis</i> (Irizuki)				2													
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1		1									1	2					1
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2																	
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3																	
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4				2	3						2			1			
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5																	
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.																	
	●	<i>Loxococoncha epeterseni</i> Ishizaki			1				7		1	3							2
	●	<i>Loxococoncha harimensis</i> Okubo																	
★	●	<i>Loxococoncha hattorii</i> Ishizaki		1	1	1	1	8	8	7	15		12	4	9	2	3	12	
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>hattorii</i> Ishizaki																	
	●	<i>Loxococoncha ikeyai</i> Zhou																	
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou																	
★	●	<i>Loxococoncha kamiyai</i> Ozawa						2	1										1
	●	<i>Loxococoncha kitanipponica</i> Ishizaki																	
	●	<i>Loxococoncha optima</i> Ishizaki			1			1	2	3			1		3				3
	●	<i>Loxococoncha proprotica</i> Hu																	
★	●	<i>Loxococoncha subkotoriforma</i> Ishizaki					4						1	3					
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki																	
	●	<i>Loxococoncha uranouchiensis</i> Ishizaki																	
	●	<i>Loxococoncha viva</i> Ishizaki											2			3			
	●	<i>Loxococoncha zarnia</i> (Ishizaki)										5							
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 1																	
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 2																	
	●	<i>Loxococoncha</i> spp.												2					1
	●	<i>Loxocochitidea dolgoiensis</i> Brouwers																	
	●	<i>Loxocochitidea?</i> sp.																	
★	●	<i>Loxocomniculum kotoriformum</i> Ishizaki		6	3	2	2	4	8	2	1	1		1	2	3	3	3	
	●	<i>Loxocomniculum mutsuese</i> Ishizaki														2			
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai																	
	●	<i>Loxocythere</i> spp.																	
	●	<i>Microcythere</i> sp.																	
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou																	
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou																	
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki		2		2	2						7	2	3	1			
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)																	
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)											2	6	3	6			6
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)																	
	●	<i>Munseyella kikulukensis</i>																	
	●	<i>Munseyella oblonga</i>														2			
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima																	
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1																	
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2																	
	●	<i>Munseyella</i> spp.								3						2			
	●	<i>Neocythereis punctata</i>		2			2												
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)																	
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)																	
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.																	
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.		1			1		4	7	7	4	11	14	3	8	20	10	
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)																	
	●	<i>Normanicythere japonica</i> Tabuki		11	4		2	6	4	2	4	4							
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)																	
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.																	
★	●	<i>Pajenborchella hanai</i> Tabuki																	
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>																	
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki																	
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.																	
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)		1		3				2		2		1		2			
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)																	
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.																	
	●	<i>Paracypris</i> sp.																	
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima																	
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang																	
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu																	
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki								2	2								
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.																	
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.																	
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)														1			1
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)																	
	●	<i>Parakrithella</i> spp.																	
	●	<i>Paranesidea</i> sp.																	
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.																	
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki		2	4	4	2	1	4		1		2	9	4				3
	●	<i>Pectocythere</i> spp.					1						2						

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	AKA29	AKA30	AKA31	AKA32	AKA33	AKA34	AKA35	AKA36	AKA37	AKA38	AKA39	AKA40	AKA41	AKA42	AKA43
		<i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)					2					3		2			3
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)													5		
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)	7				1	1			4	1	3		2	10	11
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Propontocypris</i> sp.															
		● <i>Pseudoaurila japonica</i> (Ishizaki)										2	4	1			
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki	1	1													
		● <i>Robertsonites irizukii</i> Yamada															
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada									1		1				
★		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)															
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.															
		● <i>Robustaurila ishizakii</i> (Okubo)															
		● <i>Robustaurila</i> spp.															
★		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	9	6	10		2	4	10	9	7	10	9	7	7	10	17
★		● <i>Schizocythere ikewayi</i> Tsukagoshi and Briggs															
		● <i>Sclerochilus</i> spp.															
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya											5	4		1	
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
★		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada											1				
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)			2												
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada			2												
		● <i>Semicytherura skipa</i>															
★		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya					2				1	2					
★		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)					1										
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.1		9	3		1		1	2		7	1		3		3
		● <i>Semicytherura</i> sp.2															
		● <i>Semicytherura</i> sp.3											3		2		1
★		● <i>Semicytherura</i> sp.4															
		● <i>Semicytherura</i> sp.5															
		● <i>Semicytherura</i> sp.6															
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
★		● <i>Semicytherura</i> sp.8															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 9															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 10															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 11															
		● <i>Semicytherura</i> sp. 12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.					2			2							
		● <i>Spinileberis quadriculeata</i> (Brady)												1	1		
		● <i>Spinileberis</i> spp.	2		1												
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.															
		● <i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki											1	4	4	3	1
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)		1			3	1	5		4	1					
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															
		● <i>Trachyleberis</i> spp.															
		● <i>Triebelina</i> sp.															
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
★		● <i>Typhlocythere</i> sp.															
		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki	40	34	20	25	41	53	49	17	13	4	7	11	19	13	
		● <i>Urocythereis ? postero-costata</i> Tabuki															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 1															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 2															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp. 3															
★		● <i>Urocythereis ?</i> spp.						4							1		
		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki	2	1													1
		● <i>Xestoleberis opalescens</i> Schornikov															
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo															
		● <i>Xestoleberis</i> spp.				1		1					1				
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya		1	1		1	1			1	1				1	1
★		● <i>Yezocythere ?</i> sp.	5	12	30	14	1	1	5	4	22	1		1			
		Gen. et sp. indet.															
		No. of species	39	38	25	29	35	34	34	40	35	51	42	42	36	34	41
		No. of specimens	215	167	138	103	179	200	196	242	184	193	201	164	180	184	210
		Total ostracode(g)	3.46	2.63	1.64	1.11	2.05	4.45	3.23	8.24	2.86	2.39	2.53	2.66	6.30	4.68	7.11
		Shannon_H	3.27	3.21	2.58	2.93	2.86	2.90	3.08	3.39	3.21	3.39	3.58	3.50	2.92	3.18	3.33
		Evenness_e*HS	0.58	0.60	0.53	0.62	0.47	0.52	0.51	0.66	0.62	0.71	0.73	0.73	0.60	0.67	0.64
		Mud contents	31.04	26.41	27.11	27.10	27.60	29.08	29.04	28.48	29.61	27.58	25.59	28.70	29.21	28.64	28.50



Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA44	AKA6S	AKA7S	AKA8S	AKA9S	AKA10S	AKA15S	AKA16S	AKA17S	AKA18S	AKA19S	AKA27S	AKA28S	AKA29S	AKA30S
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.						1										
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)			5	2	5		1				1		6		2	2
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki																
	●	<i>Acanthocythereis cf. munechikai</i> Ishizaki																
	●	<i>Acanthocythereis</i> spp.																
	●	<i>Acuticythereis</i> sp.																
	●	<i>Alocopocythere cf. goujoni</i> (Brady)																
	●	<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambotreron</i> sp.																
	●	<i>Ambtonia cf. obai</i> Ishizaki																
	●	<i>Ambtonia</i> spp.		3											4		1	
	●	<i>Amphileberis</i> sp.																
	●	<i>Argilloecia hanai</i> Ishizaki																
	●	<i>Argilloecia lunata</i> Frydl																
	●	<i>Argilloecia</i> spp.																
★	●	<i>Aurila cf. corniculata</i> Okubo		2						9	16	11	3	12	8	3	5	6
★	●	<i>Aurila cf. hataii</i> Ishizaki																
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki																
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa		4	13	1	8	12	29	9	16	17	5	9	3	2	2	
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa		1											6		7	
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya		10													7	3
	●	<i>Aurila cf. uranouchiensis</i> Ishizaki		18														
	●	<i>Aurila</i> spp.																
	●	<i>Australimoesella tomokoeae</i> (Ishizaki)																
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere robusticostata</i> Irizuki																
	●	<i>Baffincythere</i> spp.																
	●	<i>Bicomucythere bisanensis</i> (Okubo)		1											4	2		
	●	<i>Bicomucythere</i> sp.																
	●	<i>Bicomucythere</i> spp.																
	●	<i>Buntonia</i> sp.																
	●	<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima						1						1				
	●	<i>Bythoceratina hanai</i> Ishizaki									1							
	●	<i>Bythoceratina cf. maisakensis</i>												1				
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1																
	●	<i>Bythoceratina</i> spp.																
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai								1								1
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo																
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai		8							2	1	2		4	5	5	2
	●	<i>Callistocythere cf. japonica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere cf. nipponica</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai								4	2	4						2
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere cf. setanensis</i> Hanai														1		1
	●	<i>Callistocythere aff. setanensis</i> Hanai																
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai									3	3	11	5	1			10
★	●	<i>Callistocythere cf. undulatifacialis</i> Hanai		2	2	2	1		4						4	2	2	8
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1		1											5	3		
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2																
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4		1														2
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5																2
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6													1			
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7																
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8																
	●	<i>Callistocythere</i> spp.																2
★	●	<i>Celta cf. subreticulata</i> Irizuki and Yamada		4	9	9	17	10	16	1	1	1	1	3	28	17	13	5
	●	<i>Celta</i> sp.																
	●	<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki																
	●	<i>Chejudocythere?</i> sp.																
	●	<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden																
	●	<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)																
	●	<i>Cletocythereis</i> spp.																
	●	<i>Cluthia</i> sp.																
	●	<i>Coquimba ishizaki</i> Yajima																
	●	<i>Coquimba</i> sp.																
★	●	<i>Cornucoquimba moniivensis</i> (Ishizaki)			2	1	1	1		6	2				4	1	1	
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)						1										
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)		13	1		1		6		3		5	3	3	20	18	11
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3																
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4																
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.		8	6	6	4	3	15	7	7	16	7	13	3	3	1	1
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1		1	2				19	23	23	12	11	5	2	1	1	1
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2												1	3			

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \	Sample number	AKA44	AKA6S	AKA7S	AKA8S	AKA9S	AKA10S	AKA15S	AKA16S	AKA17S	AKA18S	AKA19S	AKA27S	AKA28S	AKA29S	AKA30S
		● <i>Cythere</i> spp.																
		● <i>Cythereleidea hanaii</i> Nohara		17														
		● <i>Cythereis</i> sp.																
		● <i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)													2	2	2	
		● <i>Cytheromorpha</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron abnormis</i> Guan																
★		● <i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron aff. carolae</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron discoveria</i> Brouwers																
		● <i>Cytheropteron elaeii</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron cf. elaeii</i> Cronin																
		● <i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers																
★		● <i>Cytheropteron miurense</i> Hanai		1				1		10	3	5	1	5	1		1	3
		● <i>Cytheropteron aff. miurense</i> Hanai																
★		● <i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		2	2	9	7	5	9						2	2	2	3
		● <i>Cytheropteron sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron aff. sandaiensis</i>																
		● <i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao								2	2		1	1				
		● <i>Cytheropteron aff. subuchioi</i> Zhao																
		● <i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai																
		● <i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki																
		● <i>Cytheropteron</i> sp.																
		● <i>Cytheropteron</i> spp.																
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 1													2		1	
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 2																
★		● <i>Cytherura</i> ? sp. 3																
		● <i>Cytherura</i> ? sp. 4																
		● <i>Cytherura</i> ? spp.																
★		● <i>Eloisunella cf. concinna</i> (Jones)								2								
		● <i>Eucythera</i> spp.																
		● <i>Eucythera aff. medicostata</i>																
★		● <i>Eucythera neolae</i> (Ishizaki)																
		● <i>Eucythera poroleberis</i> Zhao																
		● <i>Eucythera utususemi</i> Yajima														2		
		● <i>Eucythera</i> sp. 1																
		● <i>Eucythera</i> sp. 2																
		● <i>Eucythera</i> sp. 3																
		● <i>Eucythera</i> sp. 4																
		● <i>Eucythera</i> spp.																
		● <i>Falsoburtonia hayamii</i> (Tabuki)																
		● <i>Falsoburtonia taiwanica</i> Maltz																
		● <i>Falsoburtonia</i> spp.																
★		● <i>Finmarchinella hanaii</i> Okada		5	37	21	28	34	39	64	47	66	40	51	10	1	3	9
★		● <i>Finmarchinella japonica</i> (Ishizaki)		5	1		4	7	4				4		3	1		3
★		● <i>Finmarchinella cf. japonica</i> (Ishizaki)																
★		● <i>Finmarchinella uranipponica</i> Ishizaki					1									8	4	2
		● <i>Finmarchinella cf. uranipponica</i> Ishizaki																
		● <i>Finmarchinella</i> spp.																
		● <i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)			1		2	3	1	4	3		9	1	3		3	
★		● <i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)					1				1				2	3	4	2
		● <i>Hemicythere gorokuensis</i> ? Ishizaki																
★		● <i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)		7											1	8	2	1
		● <i>Hemicythere aff. kitanipponica</i> (Tabuki)																
		● <i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov								2	3	1						1
		● <i>Hemicythere cf. posteroestibulata</i>																
		● <i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov																
		● <i>Hemicythere</i> sp.1								5	6		2	2				
		● <i>Hemicythere</i> sp. 2																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 3																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 4																
		● <i>Hemicythere</i> sp. 5														2		
		● <i>Hemicythere</i> spp.																
		● <i>Hemicytherura cf. clathrata</i> (Sars)												1				
		● <i>Hemicytherura aff. clathrata</i> (Sars)																
		● <i>Hemicytherura cf. cuneata</i> Hanai									1				6			
		● <i>Hemicytherura cf. kajiyamai</i> Hanai																
		● <i>Hemicytherura tricarinate</i>																
		● <i>Hemicytherura</i> sp.																
		● <i>Hemicytherura</i> spp.																
		● <i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina cf. higashimeyaensis</i> Ishizaki																
		● <i>Howeina neoleptocytheroidea</i> (Ishizaki)		1						7	3	8	2	1				
		● <i>Howeina</i> sp.			13	12	20	7	5	7	11		2		22	6	9	1
		● <i>Howeina</i> spp.																
		● <i>Kangarina</i> sp.																
		● <i>Kangarina</i> spp.																
★		● <i>Kotoracythere</i> sp.			2		10	7					2	1	1			3

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	AKA44	AKA6S	AKA7S	AKA8S	AKA9S	AKA10S	AKA15S	AKA16S	AKA17S	AKA18S	AKA19S	AKA27S	AKA28S	AKA29S	AKA30S
	●	<i>Kotoracythere</i> spp.															1
★	●	<i>Krithe</i> spp.															
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada	1		1	3	3	1				1		9	4	1	1
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)															
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaakensis</i> (Irizuki)			2	5	6	3	3								
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1					2									2	2
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3															
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4	1	1	3	1											
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5															
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.															
	●	<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki			2				12	6							4
	●	<i>Loxoconcha harimensis</i> Okubo															
★	●	<i>Loxoconcha hattorii</i> Ishizaki	9						27	25		5	4	1	1	4	
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>hattorii</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha ikeyai</i> Zhou															
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou															
★	●	<i>Loxoconcha kamiyai</i> Ozawa															1
	●	<i>Loxoconcha kitanipponica</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha optima</i> Ishizaki	1												1	2	3
	●	<i>Loxoconcha propontica</i> Hu															
★	●	<i>Loxoconcha subkotoriforma</i> Ishizaki	2			2	1					1	2				1
	●	<i>Loxoconcha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha viva</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxoconcha zarnia</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 1															
	●	<i>Loxoconcha</i> sp. 2															
	●	<i>Loxoconcha</i> spp.															2
	●	<i>Loxoconchidea dolgoiensis</i> Brouwers															
	●	<i>Loxoconchidea?</i> sp.															
★	●	<i>Loxocorniculum kotoriformum</i> Ishizaki	2		1			2	6	3	4		3	7	3	4	1
	●	<i>Loxocorniculum mutsuanense</i> Ishizaki															
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai															
	●	<i>Loxocythere</i> spp.															
	●	<i>Microcythere</i> sp.															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzeii</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzeii</i> Zhou															
	●	<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki		5	6	5	5	10				6		4	3	1	1
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)										3	4				
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)															
	●	<i>Munseyella kikulukensis</i>															
	●	<i>Munseyella oblonga</i>															
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima												8	2	10	12
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1															
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2															
	●	<i>Munseyella</i> spp.															
	●	<i>Neocythereis punctata</i>			5									1	4		3
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)				2											
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)								1							
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.															
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.	21					5	8		1	4	1	5		6	3
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)															
	●	<i>Normanicocythere japonica</i> Tabuki							1								
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)	3									2			2	2	1
	●	<i>Pacambocythere</i> sp.															
★	●	<i>Pajienborchella hanai</i> Tabuki			5	9	2	3						3			
	●	<i>Pajienborchella</i> cf. <i>japonica</i>															
	●	<i>Pajienborchella tsurugasakensis</i> Tabuki															
	●	<i>Pajienborchella</i> spp.															
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)	1			3	6										5
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)															
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.												1			
	●	<i>Paracypris</i> sp.															
	●	<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima															
	●	<i>Paracytheridea dilatata</i> Gou and Huang															
	●	<i>Paracytheridea echinata</i> Hu															
	●	<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki															
	●	<i>Paracytheridea</i> spp.															
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.															
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)	1														2
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)															
	●	<i>Parakrithella</i> spp.															
	●	<i>Paranesidea</i> sp.															
	●	<i>Patagonacythere</i> sp.															
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki	6	2	4	5	11	2				2	6		2	5	7
	●	<i>Pectocythere</i> spp.		3		3	1										

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	AKA44	AKA6S	AKA7S	AKA8S	AKA9S	AKA10S	AKA15S	AKA16S	AKA17S	AKA18S	AKA19S	AKA27S	AKA28S	AKA29S	AKA30S
		● <i>Phlyctocythere</i> sp.															
		● <i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)		1											1	9	1
		● <i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)															1
		● <i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)		2											4	6	3
		● <i>Pontocythere</i> sp.															
		● <i>Pontocythere</i> spp.															
		● <i>Propantocypris</i> sp.															
		● <i>Pseudoaurila japonica</i> (Ishizaki)		2													
		● <i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites irizukii</i> Yamada															
		● <i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada															
*		● <i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)					3										
		● <i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki															
		● <i>Robertsonites</i> spp.															
		● <i>Robustaurilia ishizakii</i> (Okubo)															
		● <i>Robustaurilia</i> spp.															
*		● <i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)		1	8	7	12	6	3			1	1	3	1	5	12
*		● <i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs													2		
		● <i>Sclerochilus</i> spp.															
		● <i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya												2	2	3	
		● <i>Semicytherura hiberna</i> Okubo															
*		● <i>Semicytherura kazahana</i> Yamada														2	
		● <i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya															
		● <i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada															
		● <i>Semicytherura skipa</i>															
*		● <i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya		6												3	
*		● <i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)		5	2	2	2	2	12								1
		● <i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)															
		● <i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)															
*		● <i>Semicytherura</i> sp.1															10
		● <i>Semicytherura</i> sp.2															
		● <i>Semicytherura</i> sp.3															
		● <i>Semicytherura</i> sp.4													3		1
*		● <i>Semicytherura</i> sp.5															
		● <i>Semicytherura</i> sp.6															
		● <i>Semicytherura</i> sp.7															
		● <i>Semicytherura</i> sp.8															
*		● <i>Semicytherura</i> sp.9															
		● <i>Semicytherura</i> sp.10															
		● <i>Semicytherura</i> sp.11															
		● <i>Semicytherura</i> sp.12															
		● <i>Semicytherura</i> spp.															
		● <i>Spinileberis quadriculeata</i> (Brady)			1	1	2		4		3		1	1			
		● <i>Spinileberis rhomboidaris</i>			2	3			1						2	1	
		● <i>Spinileberis</i> sp.															
		● <i>Sugmatocythere</i> spp.															
		● <i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki		9													4
		● <i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)					2	2			1		2	2			4
		● <i>Trachyleberis strada</i> Frydl															2
		● <i>Trachyleberis</i> spp.															
		● <i>Triebelina</i> sp.										1					
		● <i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki															
		● <i>Typhlocythere</i> sp.															
*		● <i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki			3			1	15	6	1				2	2	2
		● <i>Urocythereis ? postero-costata</i> Tabuki															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp.1															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp.2															
		● <i>Urocythereis ?</i> sp.3															
*		● <i>Urocythereis ?</i> spp.			1		2										
		● <i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki															
		● <i>Xestoleberis opalescens</i> Schornikov															
		● <i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama															
		● <i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo															
		● <i>Xestoleberis</i> spp.															2
		● <i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya			3										8	3	8
*		● <i>Yezocythere ?</i> sp.			42	65	97	59	34	4	3	2	19	12	54	27	10
		Gen. et sp. indet.															
		No. of species		38	29	26	29	28	25	23	29	17	30	30	48	37	52
		No. of specimens		180	175	177	267	201	203	234	204	167	156	159	280	148	208
		Total ostracode/(g)		6.88													
		Shannon_H		3.03	2.6	2.413	2.488	2.569	2.62	2.539	2.657	2.089	2.663	2.597	3.219	3.059	3.536
		Evenness_e^HS		0.58	0.4644	0.4466	0.4299	0.4836	0.5492	0.6335	0.548	0.475	0.531	0.4971	0.5681	0.5916	0.7465
		Mud contents		28.39													

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA31S	AKA33S	AKA34S	AKA35S	AKA36S	AKA37S	AKA38S	AKA39S	AKA40S	AKA41S	AKA42S
		<i>Abrocythereis</i> ? sp.												
★	●	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman)												
★	●	<i>Acanthocythereis tsurugasakensis</i> Tabuki												
	●	<i>Acanthocythereis cf. munechikai</i> Ishizaki												
	●	<i>Acanthocythereis</i> spp.												
		<i>Acuticythereis</i> sp.												
		<i>Alcopocythere cf. goujoni</i> (Brady)						1						
		<i>Ambocythere japonica</i> Ishizaki					1							
	●	<i>Ambostrocon</i> sp.												
	●	<i>Ambtonia cf. obai</i> Ishizaki												
	●	<i>Ambtonia</i> spp.												
		<i>Amphleberis</i> sp.												
		<i>Argilloecia hanai</i> Ishizaki												
		<i>Argilloecia lunata</i> Frydl												
	●	<i>Argilloecia</i> spp.												
★	●	<i>Aurila cf. corniculata</i> Okubo		3	27	13	11	14	8	21	4	5	9	8
★	●	<i>Aurila cf. hataii</i> Ishizaki												
	●	<i>Aurila munechikai</i> Ishizaki												
★	●	<i>Aurila shigamiensis</i> Ozawa						2	3	2	4	6	3	4
	●	<i>Aurila togakushiensis</i> Ozawa		1	3	3	4	1	9	9	2			2
★	●	<i>Aurila tsukawakii</i> Ozawa and Kamiya		3	8		3	5	1			2		4
	●	<i>Aurila cf. uranouchiensis</i> Ishizaki												
	●	<i>Aurila</i> spp.												
		<i>Australimoosella tomokoei</i> (Ishizaki)						1						1
	●	<i>Baffincythere ishizakii</i> Irizuki												
	●	<i>Baffincythere reticulata</i> Irizuki												
	●	<i>Baffincythere robusticostata</i> Irizuki												
	●	<i>Baffincythere</i> spp.												
	●	<i>Bicomucythere bisanensis</i> (Okubo)			1	3		2	2	1				1
		<i>Bicomucythere</i> sp.												
		<i>Bicomucythere</i> spp.										2		
		<i>Buntonia</i> sp.												
		<i>Bythoceratina angulata</i> Yajima												
		<i>Bythoceratina hanai</i> Ishizaki						1						
		<i>Bythoceratina cf. maisakensis</i>												
	●	<i>Bythoceratina</i> sp. 1												
		<i>Bythoceratina</i> spp.												
	●	<i>Callistocythere hayamensis</i> Hanai												
	●	<i>Callistocythere hosonosuensis</i> Okubo												
★	●	<i>Callistocythere japonica</i> Hanai			9	2	2	1			3		6	19
	●	<i>Callistocythere cf. japonica</i> Hanai												
	●	<i>Callistocythere minor</i> Hanai						1						
	●	<i>Callistocythere cf. nipponica</i> Hanai												
	●	<i>Callistocythere reticulata</i> Hanai			2	3	1	4	2	5	1	1		
	●	<i>Callistocythere setanensis</i> Hanai												
	●	<i>Callistocythere cf. setanensis</i> Hanai												
	●	<i>Callistocythere aff. setanensis</i> Hanai												
	●	<i>Callistocythere undata</i> Hanai							2					
★	●	<i>Callistocythere cf. undulatifacialis</i> Hanai		3	1		2	1	3	2				1
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 1		8				1			1		2	1
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 2												
★	●	<i>Callistocythere</i> sp. 3												
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 4												
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 5									2			1
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 6												
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 7												
	●	<i>Callistocythere</i> sp. 8						1						
	●	<i>Callistocythere</i> spp.			2							1		1
★	●	<i>Celtia cf. subreticulata</i> Irizuki and Yamada			8			1		1	8	3		
	●	<i>Celtia</i> sp.												
		<i>Chejudocythere higashikawai</i> Ishizaki												
		<i>Chejudocythere?</i> sp.												1
		<i>Cletocythereis bradyi</i> Holden												
		<i>Cletocythereis rastromarginata</i> (Brady)												
		<i>Cletocythereis</i> spp.												
	●	<i>Cluthia</i> sp.												
	●	<i>Coquimba ishizakii</i> Yajima			1			3						
	●	<i>Coquimba</i> sp.												
★	●	<i>Cornucoquimba monivensis</i> (Ishizaki)			1	5								
	●	<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)												1
★	●	<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)			4	23	12		5	4	14	6		2
★	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 1												
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 2												
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 3												
	●	<i>Cornucoquimba</i> sp. 4												
★	●	<i>Cornucoquimba</i> spp.			15		2	2	2	2	6		3	4
★	●	<i>Cythere</i> sp. 1				2	3	2	2	3	5	3	4	7
★	●	<i>Cythere</i> sp. 2			1	1	2	5	6	1	1	1	1	1

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \	Sample number	AKA31S	AKA33S	AKA34S	AKA35S	AKA36S	AKA37S	AKA38S	AKA39S	AKA40S	AKA41S	AKA42S
	●	<i>Cythere</i> spp.												
	●	<i>Cytherelloidea hanaii</i> Nohara						1	1	2	1			
	●	<i>Cytherois</i> sp.												
	●	<i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)												1
	●	<i>Cytheromorpha</i> sp.												
	●	<i>Cytheropteron abnormis</i> Guan							1					
★	●	<i>Cytheropteron carolae</i> Brouwers												
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>carolae</i> Brouwers												
	●	<i>Cytheropteron discoveris</i> Brouwers												
	●	<i>Cytheropteron elaei</i> Cronin												
	●	<i>Cytheropteron</i> cf. <i>elaei</i> Cronin												
	●	<i>Cytheropteron lordi</i> Brouwers												
★	●	<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai						1		2		1	1	
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>miurense</i> Hanai												
★	●	<i>Cytheropteron sawanense</i> Hanai		1			4		1	3		3	1	
	●	<i>Cytheropteron sendaiensis</i>												
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>sendaiensis</i>												
	●	<i>Cytheropteron subuchioi</i> Zhao				2		1	1	1	2		1	
	●	<i>Cytheropteron</i> aff. <i>subuchioi</i> Zhao												
	●	<i>Cytheropteron uchioi</i> Hanai					1							
	●	<i>Cytheropteron yajimai</i> Tabuki		2										
	●	<i>Cytheropteron</i> sp.		1										2
	●	<i>Cytheropteron</i> spp.						1						3
★	●	<i>Cytherura?</i> sp. 1									1			1
★	●	<i>Cytherura?</i> sp. 2												
★	●	<i>Cytherura?</i> sp. 3												
	●	<i>Cytherura?</i> sp. 4												
	●	<i>Cytherura?</i> spp.						2						
★	●	<i>Eklisonella</i> cf. <i>concinna</i> (Jones)												
	●	<i>Lucythere</i> spp.		1										
	●	<i>Eucytherura</i> aff. <i>mediocostata</i>												
★	●	<i>Eucytherura neolae</i> (Ishizaki)												
	●	<i>Eucytherura poroleberis</i> Zhao												
	●	<i>Eucytherura utsusemi</i> Yajima												
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 1												2
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 2												
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 3												
	●	<i>Eucytherura</i> sp. 4												
	●	<i>Eucytherura</i> spp.												
	●	<i>Falsobuntonia hayamii</i> (Tabuki)												
	●	<i>Falsobuntonia taiwanica</i> Malz												
	●	<i>Falsobuntonia</i> spp.												
★	●	<i>Firmarchinella hanaii</i> Okada		4	13	9	10	5	16	15	6	11	10	
★	●	<i>Firmarchinella japonica</i> (Ishizaki)		2	5	1		5	3	1	5	4	2	
★	●	<i>Firmarchinella</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)												
★	●	<i>Firmarchinella uranipponica</i> Ishizaki		4	11	5	1	3	1		2	3	7	20
	●	<i>Firmarchinella</i> cf. <i>uranipponica</i> Ishizaki												
	●	<i>Firmarchinella</i> spp.												
	●	<i>Hanaiborchella miurense</i> (Hanai)				1								
★	●	<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)		1				4	7	11	5	1	2	4
	●	<i>Hemicythere gorokuensis?</i> Ishizaki												
★	●	<i>Hemicythere kitanipponica</i> (Tabuki)		7	11	7	2	5	2	12	2		4	
	●	<i>Hemicythere</i> aff. <i>kitanipponica</i> (Tabuki)												
	●	<i>Hemicythere ochotensis</i> Schornikov												
	●	<i>Hemicythere orientalis</i> Schornikov												
	●	<i>Hemicythere</i> cf. <i>posteroventribulata</i>												
	●	<i>Hemicythere quadrinodosa</i> Schornikov												
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 1				1		2		4	1			
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 2												
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 3												
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 4					1	1	1	2		2		
	●	<i>Hemicythere</i> sp. 5												
	●	<i>Hemicythere</i> spp.												
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>clathrata</i> (Sars)												
	●	<i>Hemicytherura</i> aff. <i>clathrata</i> (Sars)												
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>cuneata</i> Hanai		1				2		1	1	3	1	1
	●	<i>Hemicytherura</i> cf. <i>kajiyamai</i> Hanai												
	●	<i>Hemicytherura tricarinate</i>												
	●	<i>Hemicytherura</i> sp.												
	●	<i>Hemicytherura</i> spp.												
	●	<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki												
	●	<i>Howeina</i> cf. <i>higashimeyaensis</i> Ishizaki												
	●	<i>Howeina neoleptocytheroidea</i> (Ishizaki)						1	4	4	10			
	●	<i>Howeina</i> sp.		2	1	2	1			3		2	1	1
	●	<i>Howeina</i> spp.												
	●	<i>Kangarina</i> sp.												
	●	<i>Kangarina</i> spp.												
★	●	<i>Kotorocythere</i> sp.		2	14	1	1	2					2	1

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species	Sample number	AKA31S	AKA33S	AKA34S	AKA35S	AKA36S	AKA37S	AKA38S	AKA39S	AKA40S	AKA41S	AKA42S
	●	<i>Kotorocythere</i> spp.				2			1	1				
★	●	<i>Krithe</i> spp.												
★	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>cronini</i> Irizuki and Yamada						1	1		2			1
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>robusta</i> (Tabuki)												
	●	<i>Laperousecythere</i> cf. <i>sasaokensis</i> (Irizuki)												
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 1		1	1		1			2			1	1
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 2												
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 3												
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 4												
	●	<i>Laperousecythere</i> sp. 5												
	●	<i>Laperousecythere</i> spp.												
	●	<i>Loxococoncha epeterseni</i> Ishizaki			7	2		1	2	3				
	●	<i>Loxococoncha harimensis</i> Okubo												
★	●	<i>Loxococoncha hattorii</i> Ishizaki		1	7	4	3	6	9	22	3	4	14	1
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>hattorii</i> Ishizaki												
	●	<i>Loxococoncha ikeyai</i> Zhou												
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>ikeyai</i> Zhou												
★	●	<i>Loxococoncha kamiyai</i> Ozawa												1
	●	<i>Loxococoncha kitanipponica</i> Ishizaki												
	●	<i>Loxococoncha optima</i> Ishizaki			1					1	4			2
	●	<i>Loxococoncha proposita</i> Hu												
★	●	<i>Loxococoncha subkotoriforma</i> Ishizaki		2			2		1				1	
	●	<i>Loxococoncha</i> aff. <i>subkotoriforma</i> Ishizaki												
	●	<i>Loxococoncha uranouchiensis</i> Ishizaki												
	●	<i>Loxococoncha viva</i> Ishizaki												
	●	<i>Loxococoncha zarnia</i> (Ishizaki)					3							
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 1												
	●	<i>Loxococoncha</i> sp. 2												
	●	<i>Loxococoncha</i> spp.					3				2	5	7	
	●	<i>Loxococonchidea dolgolenis</i> Brouwers												
	●	<i>Loxococonchidea?</i> sp.												
★	●	<i>Loxocomniculum kotoriformum</i> Ishizaki		4	1		1	3	1	2	2	6	2	1
	●	<i>Loxocomniculum mutsuense</i> Ishizaki						1	1	3				
	●	<i>Loxocythere inflata</i> Hanai												
	●	<i>Loxocythere</i> spp.												
	●	<i>Microcythere</i> spp.												
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>chinzei</i> Zhou												
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>chinzei</i> Zhou												
	●	<i>Munseyella hatatatenis</i> Ishizaki									1		3	2
	●	<i>Munseyella hokkaidoana</i> (Hanai)												
	●	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai)												
	●	<i>Munseyella</i> aff. <i>japonica</i> (Hanai)												
	●	<i>Munseyella kikulukensis</i>												
	●	<i>Munseyella oblonga</i>												
	●	<i>Munseyella</i> cf. <i>oborozukiyo</i> Yajima		24	2	2		3						
	●	<i>Munseyella</i> sp. 1												
	●	<i>Munseyella</i> sp. 2												
	●	<i>Munseyella</i> spp.		1							1			
	●	<i>Neocythereideis punctata</i>												
	●	<i>Neomonoceratina</i> cf. <i>japonica</i> (Ishizaki)												
	●	<i>Neomonoceratina tsurugasakensis</i> (Tabuki)									1			
	●	<i>Neomonoceratina</i> spp.												
★	●	<i>Neonesidea</i> spp.		7	38	12	11	6	5	13	1	6	4	
	●	<i>Nipponocythere bicarinata</i> (Brady)		8						1				
	●	<i>Normancythere japonica</i> Tabuki												
	●	<i>Pacambocythere</i> cf. <i>u-carinata</i> (Ishizaki)		1	1	2	4	4		4		2		
	●	<i>Pacambocythere</i> spp.												
★	●	<i>Pajenborchella hanaii</i> Tabuki												2
	●	<i>Pajenborchella</i> cf. <i>japonica</i>												
	●	<i>Pajenborchella tsurugasakensis</i> Tabuki												
	●	<i>Pajenborchella</i> spp.												
	●	<i>Palmenella limicola</i> (Norman)		1		1				1				
	●	<i>Palmoconcha</i> cf. <i>saboyamensis</i> (Ishizaki)												
	●	<i>Palmoconcha</i> spp.												
	●	<i>Paracypris</i> spp.												
	●	<i>Paracythereidea bosoensis</i> Yajima												
	●	<i>Paracythereidea dilatata</i> Gou and Huang												
	●	<i>Paracythereidea echinata</i> Hu												
	●	<i>Paracythereidea neolongicaudata</i> Ishizaki			1									
	●	<i>Paracythereidea</i> spp.												
	●	<i>Paradoxostoma</i> spp.			1			1						1
	●	<i>Parakrithella pseudadonta</i> (Hanai)			1						2	3	1	1
	●	<i>Parakrithella</i> aff. <i>pseudadonta</i> (Hanai)												
	●	<i>Parakrithella</i> spp.												
	●	<i>Paranesidea</i> sp.												
	●	<i>Patagonacythere</i> spp.												
★	●	<i>Pectocythere daishakaensis</i> Tabuki		14	12		2					3	1	5
	●	<i>Pectocythere</i> spp.												

Table 1. List of fossil ostracodes from the Mita, Yabuta, and Kuwae Formations, Toyama and Niigata Prefectures, Central to Northeast Japan. Solid stars and circles show species used for quantitative analyses. (continued)

R-mode	Q-mode	Species \ Sample number	AKA31S	AKA33S	AKA34S	AKA35S	AKA36S	AKA37S	AKA38S	AKA39S	AKA40S	AKA41S	AKA42S
		<i>Phlyctocythere</i> sp.											
	●	<i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)	1	5			3	1	4			1	2
	●	<i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)				1						2	
	●	<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)	1				3			1	2	2	
	●	<i>Pontocythere</i> sp.											
	●	<i>Propontocypris</i> sp.											
	●	<i>Pseudosaurilla japonica</i> (Ishizaki)							2	1		2	
	●	<i>Robertsonites hanaii</i> Tabuki											
	●	<i>Robertsonites izukii</i> Yamada											
	●	<i>Robertsonites cf. leptoreticulata</i> Yamada	4		2	1		1					
★	●	<i>Robertsonites tabukii</i> (Ishizaki)											
	●	<i>Robertsonites tsugaruana</i> Tabuki										3	
	●	<i>Robertsonites</i> spp.											
	●	<i>Robustaurilla ishizakii</i> (Okubo)											
	●	<i>Robustaurilla</i> spp.											
★	●	<i>Schizocythere kishinouyei</i> (Kajiyama)	9	11	7	7	12	8	16	6	2	5	
★	●	<i>Schizocythere ikeyai</i> Tsukagoshi and Briggs	2										
	●	<i>Sclerochilus</i> spp.					2	2			2	2	
	●	<i>Semicytherura cf. henryhowei</i> Hanai and Ikeya											
	●	<i>Semicytherura hiberna</i> Okubo											
★	●	<i>Semicytherura kazahana</i> Yamada			4								
	●	<i>Semicytherura cf. leptosubundata</i> Ozawa and Kamiya	1								2		
	●	<i>Semicytherura aff. miurensis</i> (Hanai)				1							
	●	<i>Semicytherura sasameyuki</i> Yamada	3							1			
	●	<i>Semicytherura skipa</i>											
★	●	<i>Semicytherura subslipperi</i> Ozawa and Kamiya											1
★	●	<i>Semicytherura subundata</i> (Hanai)					1						1
	●	<i>Semicytherura cf. subundata</i> (Hanai)											
	●	<i>Semicytherura aff. subundata</i> (Hanai)											
★	●	<i>Semicytherura</i> sp.1	2	6	3	2	2				3	2	
	●	<i>Semicytherura</i> sp.2											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.3	2	4							1		
	●	<i>Semicytherura</i> sp.4											
★	●	<i>Semicytherura</i> sp.5											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.6											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.7											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.8											
★	●	<i>Semicytherura</i> sp.9											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.10											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.11											
	●	<i>Semicytherura</i> sp.12											
	●	<i>Semicytherura</i> spp.											
	●	<i>Spinileberis quadraculeata</i> (Brady)				2							1
	●	<i>Spinileberis rhomboidaris</i>											
	●	<i>Spinileberis</i> sp.											
	●	<i>Sugmatocythere</i> spp.											
	●	<i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki	1	5			4	4	1	1	3	1	3
	●	<i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)	9	5	3		2	6	3	3	4	8	1
	●	<i>Trachyleberis strada</i> Frydl				1							
	●	<i>Trachyleberis</i> spp.			2								
	●	<i>Trebelina</i> sp.											
	●	<i>Typhlocythere japonica</i> Ishizaki											
★	●	<i>Typhlocythere</i> sp.											
	●	<i>Urocythereis ? gorokuensis</i> Ishizaki	2								1		
	●	<i>Urocythereis ? posterocostata</i> Tabuki											
	●	<i>Urocythereis ?</i> sp.1											
	●	<i>Urocythereis ?</i> sp.2											
	●	<i>Urocythereis ?</i> sp.3											
	●	<i>Urocythereis ?</i> spp.											
★	●	<i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki			1								
	●	<i>Xestoleberis opalescens</i> Schornikov											
	●	<i>Xestoleberis sagamiensis</i> Kajiyama											
	●	<i>Xestoleberis setouchiensis</i> Okubo											
	●	<i>Xestoleberis</i> spp.											
	●	<i>Yezocythere hayashii</i> Hanai and Ikeya	2	3		1			1		3	6	
★	●	<i>Yezocythere ?</i> sp.				2							
		Gen. et. sp. indet.											
		No. of species	46	44	33	36	51	35	41	36	36	52	27
		No. of specimens	171	271	117	102	153	117	215	91	105	158	86
		Total ostracode/(g)											
		Shannon_H	3.235	3.147	3.035	3.156	3.541	3.132	3.166	3.217	3.331	3.545	2.43
		Evenness_e^HS	0.6194	0.6286	0.7175	0.7338	0.7669	0.6945	0.6406	0.7799	0.8227	0.7367	0.5165
		Mud contents											



寒冷な北極域周辺など、現在の日本列島周辺海域とは緯度の異なる地域に分布する種や（例えば、Cronin and Ikeya, 1987 ; Zhou, 1995 など）、湾域などやや閉鎖的な環境を好む種も多産する。また、絶滅種も多く産出し、これらの種は相対的に冷温な更新世に日本海周辺で広く分布していたことが知られている（例えば、小沢, 2007 など）。産出した貝形虫種の主要種および特徴種の走査型電子顕微鏡写真を Plates 1-8 に示す。

今回、堆積当時の底質環境を復元し互いの地域を比較するため、貝形虫化石が 50 個体以上産出した富山県富山市八尾地域の三田層の 41 試料、富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層の 20 試料、新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層の 37 試料、新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層の 31 試料を用いて統計的群集解析を行った。富山県富山市八尾地域では、研究対象とした赤江川本流の北部約 1 km の地点に、本流と平行して赤江川支流が流れており、この赤江川支流沿いに露出する三田層は貝形虫化石が報告されている（那須野, 2010MS）。層準中に挟在する MT1 凝灰岩層から両ルートの三田層は対比可能であり、これらの試料からは堆積当時の地域的な変化を含めた包括的な検討ができる可能性がある。そのため、赤江川支流の三田層から報告された試料および赤江川支流の既存の研究層準より下位で採取した計 25 試料も追加し、那須野（2010MS）のデータも再検討し（Figs. 5, 30）、計 154 試料を用いて群集解析を行った。

### 5.2.1. 種多様度・均衡度・密度

群集構造を数量的に示す指標として、密度、種多様度、均衡度の垂直変化を検討した。密度は乾燥試料 1 g 中に含まれる貝形虫の総個体数として表した。

種多様度 [ $H(S)$ ] は Shannon-Wiener の多様度指数を用いると次式で表される。

$$H(S) = - \sum p_i \ln p_i$$

ここでの  $p_i$  は  $i$  番目の種の割合を表す。この指数は種数が多く、各種の均衡度が高いほど高い数値を示す。

化石群集構成種がどの程度均等に含まれているかを示す均衡度 [ $Eq.$ ] (Buzas

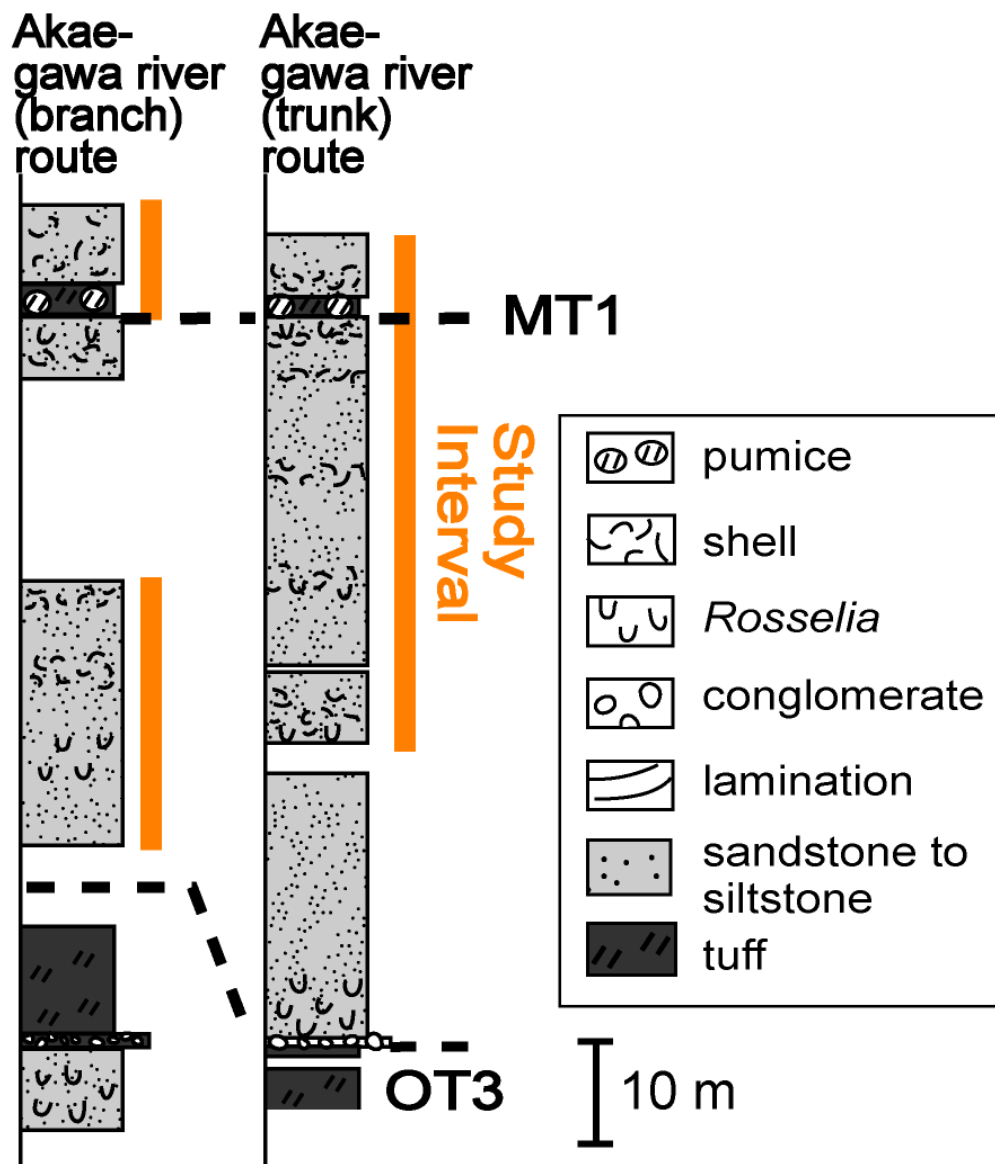


Fig. 30. Comparison of the Mita Formation based on the MT1 tuff bed in the Mita and Hirabayashi sections.

and Gibson, 1969) は次式で表される.

$$Eq. = e^{H(S)}/S.$$

ここでの  $S$  は種数を表す. すべての種の割合がまったく均等であれば  $Eq. = 1$  となり, ある種が突出すれば値が小さくなる. なお, 赤江川支流に関しては試料層準が不連続であるため検討していない.

(1) 富山県富山市八尾地域の三田層 (赤江川本流)

【密度】他地域と比べ低く, 全層準で 12 以下であった. 下部, 中部, および上部層準で変化傾向が異なり, 下部では, 1~10 の間で細かい変動を示した. 中部では全試料で 4 以下と低い値を示した. 上部では, 少なくとも 2 回のサイクルが認められ, 2~8 で値が推移した (Fig. 26).

【種多様度】相対的に下~中部で低く, 上部で高かった (Fig. 26).

【均衡度】種多様度と逆相関を示し, 密度, 均衡度がともに低い 29 m 付近で最大となった (Fig. 26).

(2) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

【密度】全体的に低く, 試料 YBF35~YBF36 を境に明瞭に異なる. YBF35 より下位では相対的に値が低く YBF26 を除き 10 以下であった. YBF36 より上位では 10 以上となった (Fig. 27).

【種多様度】密度と同調する傾向を示した (Fig. 27).

【均衡度】種多様度および密度と逆相関を示し, 密度, 均衡度がともに低い 28 m 付近で最大となった (Fig. 27).

(3) 新潟県新発田市下石川~上荒沢地域の楯江層

【密度】密度は全体的に高かった. 下部, 中部, および上部層準で変化傾向が異なり, 下部では相対的に低く, 0~100 前後で推移した. 中部では下部から上部に向け密度が増加し, 中部の最上部層準では 200 以上となった. 中部から上部にかけては, 露出の無い層準を挟んで急減する. また, 上部では 1 回の大きなサイクルが認められ. 全体として, 約 30~450 まで変化した (Fig. 28).

【種多様度】下部から中部に向けて緩やかに増加し, 中部から上部に向かい

急減した。上部では相対的に低い割合で推移した (Fig. 28).

【均衡度】全体的に高く、0.8~0.9 前後で変動した (Fig. 28).

#### (4) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

【密度】下位より 3 m および 9~12 m の層準に大きなピークが存在し、3.5, 8 および 12~13 m の層準で低かった。中部から上部では含泥率と逆相関が認められたが、下部では認められなかった。泥質堆積物の層準では低く、砂質堆積物の層準では高い密度を示した (Fig. 29).

【種多様度】全体的に高く、密度と同調する傾向を示した。泥質堆積物の層準で最も低くなった (Fig. 29).

【均衡度】0.7 前後で細かく変動した。泥質堆積物の層準付近で低く、0.6 を下回った (Fig. 29).

### 5.2.2. Q-mode クラスタ分析

試料を種構成の類似性に基づいてグループとしてまとめるため、Q-mode クラスタ分析を行った。分析には、フリーウェアソフト PAlaeontological SStatistics (Hammar et al., 2001) を利用した。分析試料は、再検討を行った那須野 (2010MS) の試料を加えた三田層の 66 試料、藪田層の 20 試料、新発田市下石川~上荒沢地域の鍬江層の 37 試料、胎内市坂井周辺地域の鍬江層の 31 試料、合計 154 試料のうち、産出個体数が 50 個体に満たない試料 (YBF 22, 24, 27, 34, 35, JIN 32, AKA26) を除いた計 147 試料を用いた。その結果、類似度約 0.4 を境に大きく 4 つのクラスターが認定された。各クラスターはそれぞれ貝形虫化石相①, ②, ③, および④に相当する (Table 1, Figs. 31, 32).

【化石相①】富山県八尾地域における赤江川支流の三田層最上部層準の 1 試料からなり、その他のクラスターとは 0.2 の類似度で連結される (Figs. 31, 32).

【化石相②】赤江川本流および支流の三田層の試料で構成される。これらの試料は類似度約 0.5 を境に 5 つの亜化石相 (Mf1, Mf2, Mf3, Mf4, Mf5) に区分された (Figs. 31, 32).

Mf1 は赤江川本流の三田層最下部および、赤江川支流の三田層下部から採取された 22 試料から構成される。

Mf2 は赤江川本流の三田層上部、MT1 凝灰岩層下部から採取された 11 試料

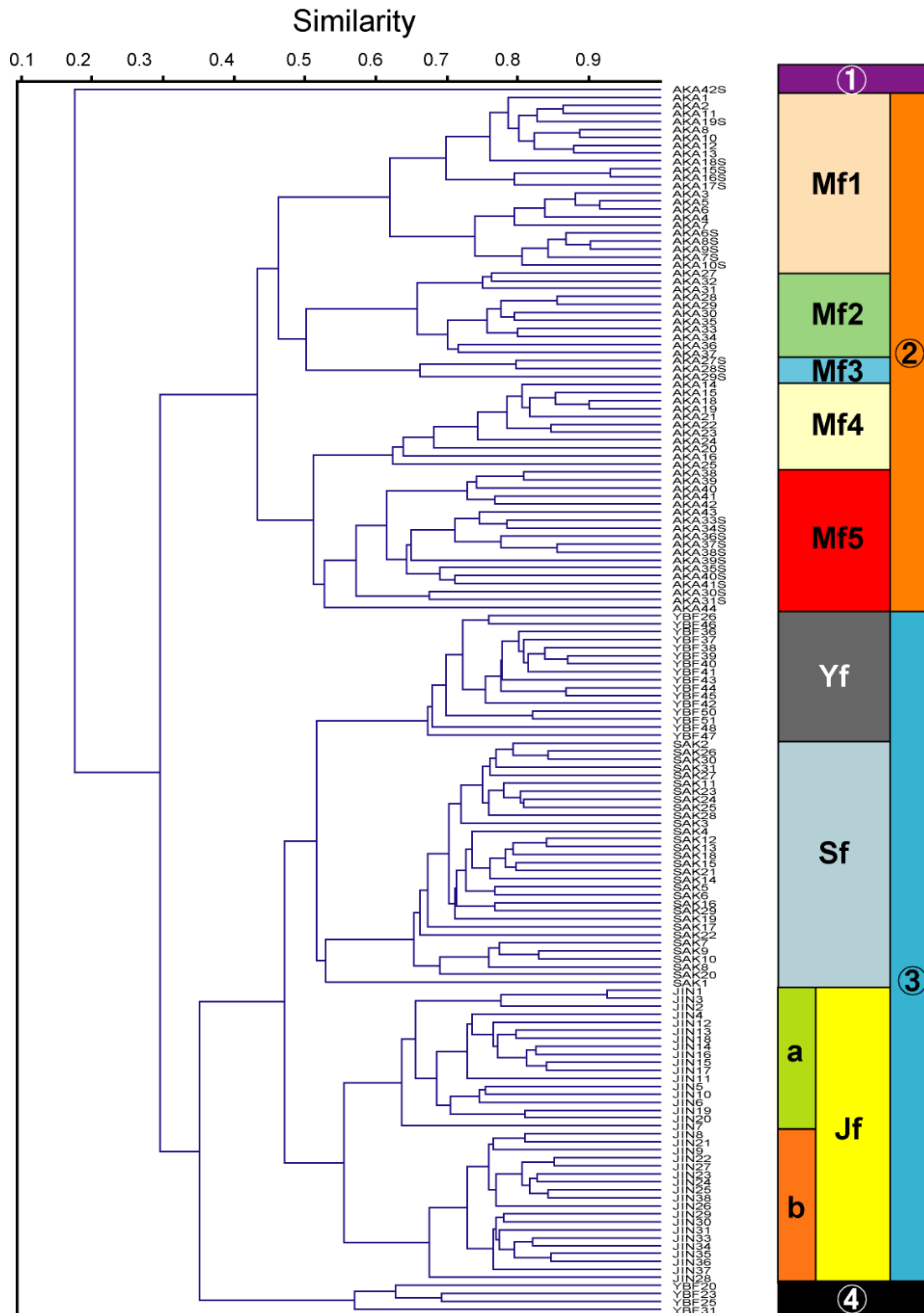


Fig. 31. Dendrogram of the Q-mode cluster analysis for all samples from study areas based on overlap (Horn, 1966), ①, ②, ③, and ④ show biofacies, Mf1, Mf2, Mf3, Mf4, Mf5, Yf, Sf, and Jf (a and b) show subbiofacies.

Facies	Subfacies	Formation	Sediment type	Dominant and Characteristic taxa	
②	①	Mita	f.s., m.s.	<i>Callistocythere japonica</i> <i>Finmarchinella uranipponica</i>	
	Mf1	Mita	f.s., m.s., shell rich sand	<i>Finmarchinella hanii</i> <i>Yezocythere?</i> sp.	
	Mf2	Mita	f.s., m.s., shell rich sand	<i>Finmarchinella uranipponica</i> <i>Urocythereis? gorokuensis</i> <i>Hanaiborchella triangularis</i>	
	Mf3	Mita	f.s., m.s., shell rich sand	<i>Celtia</i> cf. <i>subreticulata</i> <i>Yezocythere?</i> sp.	
	Mf4	Mita	f.s., m.s., shell rich sand	<i>Finmarchinella hanii</i> <i>Schizocythere kishinouyei</i>	
③	Mf5	Mita	f.s., m.s., shell rich sand	<i>Aurila</i> cf. <i>corniculata</i> <i>Comucoquimba tosaensis</i> <i>Neonesidea</i> spp.	
	Yf	Yabuta	calcareous sandy silts	<i>Comucoquimba moniwiensis</i> <i>Comucoquimba</i> sp.1 <i>Cytheropteron sawanense</i> <i>Finmarchinella hanii</i> <i>Schizocythere kishinouyei</i>	
	Sf	Sakai	sandy silt, f.s., shell rich sand	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> <i>Comucoquimba moniwiensis</i> <i>Cythere</i> sp.1 <i>Robertsonites tabukii</i> <i>Schizocythere kishinouyei</i>	
	Jf	a	Jinai	sandy silt, f.s., shell rich sand	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> <i>Acanthocythereis tsurugasajkensis</i> <i>Cythere</i> sp.1 <i>Elofsonella</i> spp. <i>Finmarchinella hanii</i> <i>Krithe</i> spp.
		b	Jinai	shell rich sand	<i>Neonesidea</i> spp. <i>Loxococoncha kamiyai</i>
④	Yabuta	Yabuta	calcareous sandy silts	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> <i>Krithe</i> spp. <i>Schizocythere kishinouyei</i> <i>Schizocythere ikeyai</i> <i>Robertsonites tabukii</i>	

Fig. 32. Dominant and characteristic taxa in each biofacies (subbiofacies).

から構成される。

Mf3 は赤江川支流の三田層上部，MT1 凝灰岩層直上から採取された 3 試料から構成される。

Mf4 は赤江川本流の三田層下～中部から採取された 11 試料から構成される。

Mf5 は赤江川本流および赤江川支流の三田層上部，MT1 凝灰岩層上部から採取された 18 試料から構成される。

このように，三田層におけるこれら 5 つの亜化石相は層準ごとに明瞭に区分された。

【化石相③】三田層の試料および藪田層下部層準を除く試料で構成される。

これらの試料は類似度約 0.5 を境に 3 つの亜化石相 (Yf, Sf, Jf) に区分された (Figs. 31, 32)。

Yf は藪田層中～上部層準から採取された 16 試料から構成される。

Sf は新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層から採取された 31 試料から構成される。

Jf は新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層から採取された 37 試料から構成される。また亜化石相 Jf は類似度約 0.6 を境にさらに 2 つのグループ (Jf-a, Jf-b) に分けられ，両グループは含泥率の違いにより明瞭に区分された (Figs. 28, 31)。

【化石相④】藪田層下部層準の 4 試料から構成される。各試料は，その他の藪田層試料と比べ貝形虫の個体数密度が低いことで特徴づけられる (Figs. 27, 31, 32)。

### 5.2.3. R-mode クラスタ分析

類似した産出傾向を示す種のグループ (種群) を定量的に識別するため，産出貝形虫化石の多産種を用い，R-mode クラスタ分析を行った。類似度は，現在一般的に貝形虫化石群集のクラスタ分析の際に用いられる Horn (1966) の重複度指数 (index of overlap) を使用した。分析には，フリーウェアソフト PAlaeontological STatistics (Hammar et al., 2001) を利用した。

(1-1) 富山県富山市八尾地域の三田層 (赤江川本流)

総個体数が 100 個体以上産出する 19 の優占タクサについて分析を行った

(Table 1). その結果, 類似度 0.72 を境に 4 つの種群 (Mt1, Mt2, Mt3, Mt4) が認められた (Figs. 33, 34).

【種群 Mt1】 *Aurila cf. corniculata*, *Callistocythere japonica*, *Callistocythere cf. undulatifacialis*, *Cornucoquimba tosaensis*, *Hemicythere kitanipponica*, *Loxoconcha hattorii*, *Neonesidea* spp. から構成される. これらの貝形虫タクサのうち現生種は冷温～温帯な陸棚以浅の環境に広く生息する.

最も多産した *A. cf. corniculata* に比較された *A. corniculata* は太平洋側日本列島周辺海域において琉球から北海道まで広く分布し, 主に潮間帯から上部浅海帯に生息する (Okubo, 1980a ; Zhou, 1995). 次いで産出頻度の高い *C. tosaensis* は沿岸の砂底や海藻上に生息する (Ishizaki, 1968; Okubo, 1980b など). 同種は太平洋側日本列島周辺海域において琉球から大槌湾まで広く分布する (Zhou, 1995). 3 番目に産出頻度の多い *Neonesidea* 属は主に外洋水の影響が強い潮間帯から陸棚に生息する. 同属の *N. oligodentata* は太平洋側日本列島周辺海域において琉球から北海道まで広く分布し, *N. posteroacuta* は駿河湾以南にのみ分布する. いずれも主な生息水深は 100 m 以浅である (Zhou, 1995).

【種群 Mt2】 *Celtia cf. subreticulata*, *Finmarchinella uranipponica*, *Hanaiborchella triangularis*, *Urocythereis? gorokuensis* から構成される. これらの貝形虫タクサのうち *F. uranipponica*, *H. triangularis* は冷温な湾域～外洋の浅海環境に広く生息する. 最も多産した *U.? gorokuensis* は絶滅種であるものの, 共産する現生貝形虫種や底生・浮遊性有孔虫種などから, 内湾よりも外洋の浅海域を好んだと推測された (小沢, 2007). 次いで産出頻度の高い *C. cf. subreticulata* と比較された *C. subreticulata* は瑞浪層群や富草層群などの下部中新統から報告され (山田ほか, 2001; Irizuki et al., 2004), 現生では, 冷温帯のアラスカ湾 (水深 20～60 m 前後) などの湾に多く生息する種 (Brouwers, 1993) と類似する. 3 番目に産出頻度の高い *H. triangularis* は神奈川県浜砂から初めて報告され (Hanai, 1970), 太平洋側の日本列島周辺海域において沖縄島から館山湾にかけて広く分布する (Zhou, 1995). 比較的高緯度の奥尻島沖および知床半島沖における調査では, 水深 215 m の表層堆積物からも産出する (Ozawa and Tsukawaki, 2008). *F. uranipponica* は現在の青森湾の水深が浅い砂質泥から報告されており (Ishizaki, 1971), 現在の日本海側北陸部, 佐渡



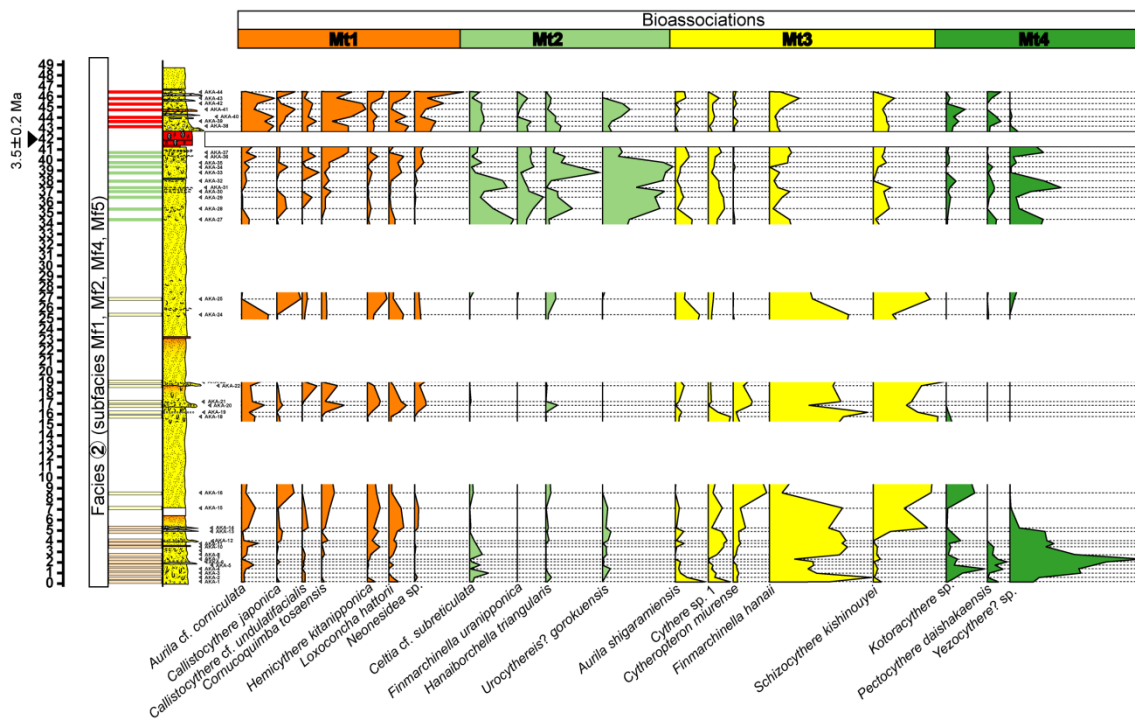


Fig. 33. Vertical changes of percentages of ostracode species in each bioassociation. Mt1, Mt2, Mt3, and Mt4 mean ostracode bioassociations in the Hirabayashi section.

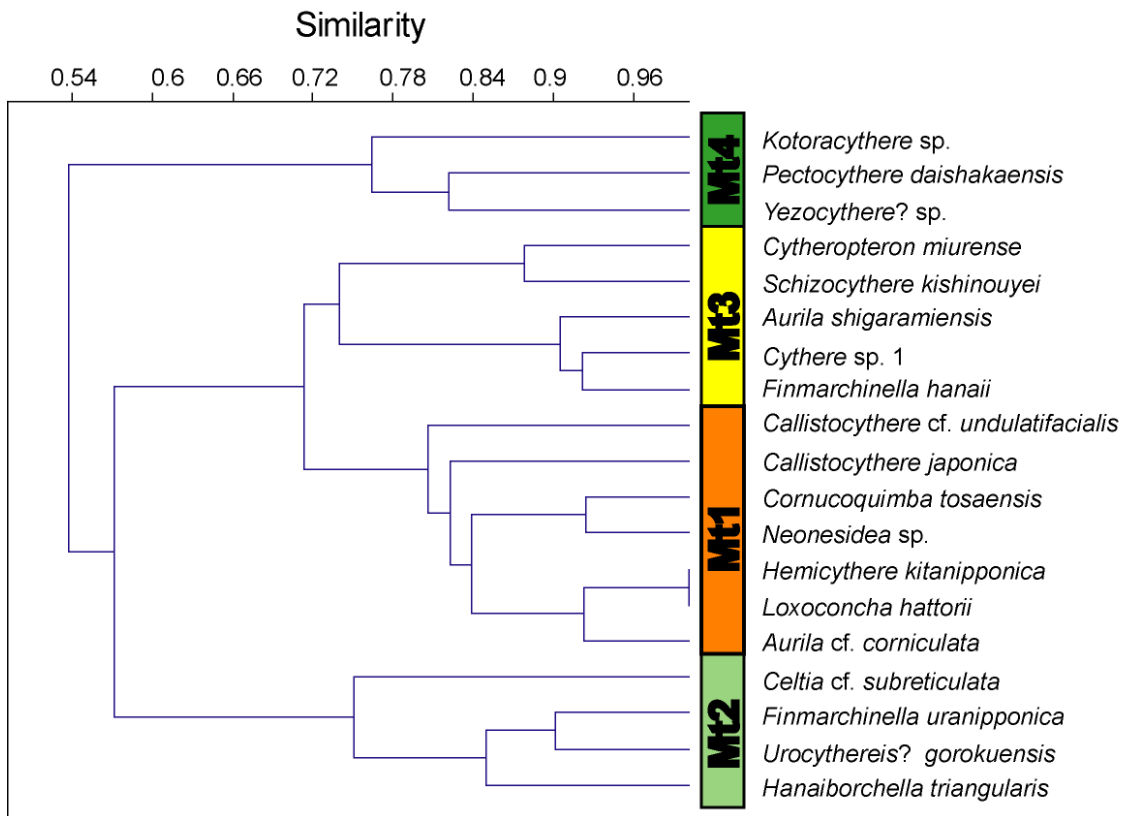


Fig. 34. Dendrogram of R-mode cluster analysis based on the index of overlap (Horn, 1966). Mt1, Mt2, Mt3, and Mt4 mean ostracode bioassociations in the Hirabayashi section.

島沿岸および本州～佐渡島の海域における予察的な表層堆積物調査では、唯一本州陸域に最も近い水深 35 m の表層試料から産出した (Tsukawaki et al., 2001). 比較的高緯度の奥尻島沖および知床半島沖における調査では、水深 100～505 m の表層堆積物から産出する (Ozawa and Tsukawaki, 2008). 太平洋側の日本列島周辺海域においては仙台湾以北に分布が限られる (Zhou, 1995).

【種群 Mt3】*Aurila shigaramiensis*, *Cythere* sp. 1, *Cytheropteron miurense*, *Finmarchinella hanaii*, *Schizocythere kishinouyei* から構成される. 最も多産した *F. hanaii* は日本列島周辺上部陸棚に生息する典型的な浅海外洋性貝形虫種とされ (Ikeya and Cronin, 1993), 近年では、現在の日本海域北東部、奥尻島南部の表層堆積物 (水深 65～250 m) や九十九湾湾口部 (水深約 30 m) から報告された (Kamiya et al., 2001; Ozawa, 2008). 次いで産出頻度の高い *S. kishinouyei* は太平洋側日本列島周辺海域において琉球から北海道まで日本列島沿岸砂底環境に広く分布し (Zhou, 1995), 日本海周辺 (隠岐の島, 能登半島, 津軽半島など) では水深 80 m 以浅の水域に生息し Tsushima Warm Current Surface Water Assemblages (TWSA) を構成する種群の 1 つとされた (Ozawa, 2003).

【種群 Mt4】*Kotoracythere* sp., *Pectocythere daishakaensis*, *Yezocythere?* sp. から構成される. 最も多産する *Yezocythere?* sp. は Cronin and Ikeya (1987) により好冷性種とされた *Normanicythere* sp. A と同一種で、本研究でもわずかに産出した *Y. hayashii* に類似する. *Y. hayashii* は更新統大桑層, 男鹿半島の更新統鮪川層などから報告され (Cronin and Ikeya, 1987; Irizuki and Sasaki, 1993), 現在, 青森湾において水深 40～50 m に多く生息している (Ishizaki, 1971).

(1-2) 富山県富山市八尾地域の三田層 (赤江川支流)

総個体数が 50 個体以上産出する 22 の優占タクサについて分析を行った (Table 1). その結果, 類似度 0.72 を境に 6 つの種群 (Mb1, Mb2, Mb3, Mb4, Mb5, Mb6) が認められた (Figs. 35, 36).

【種群 Mb1】*Callistocythere japonica*, *Finmarchinella uranipponica* から構成される. このタクサでは *F. uranipponica* が最も産出頻度が高かった. 次いで産出頻度の高い *C. japonica* は現在の太平洋側の日本列島周辺海域において沖縄

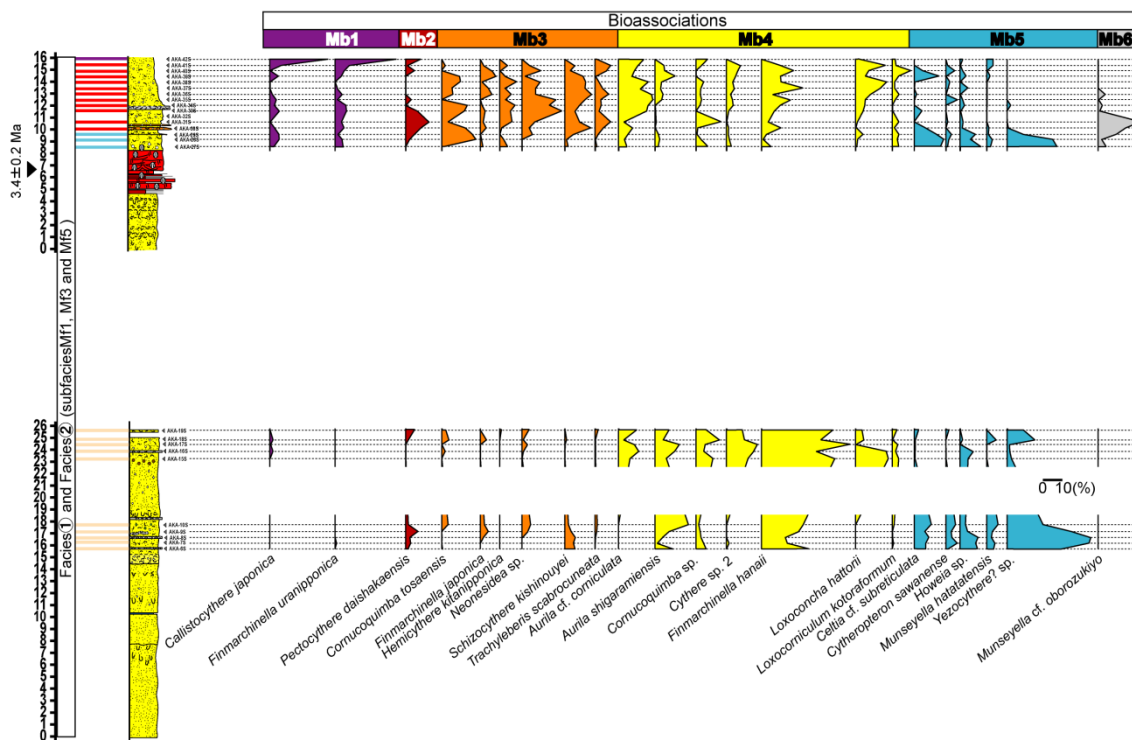


Fig. 35. Vertical changes of percentages of ostracode species in each bioassociation. Mb1, Mb2, Mb3, Mb4, Mb5, and Mb6 mean ostracode bioassociations in the Mita section.

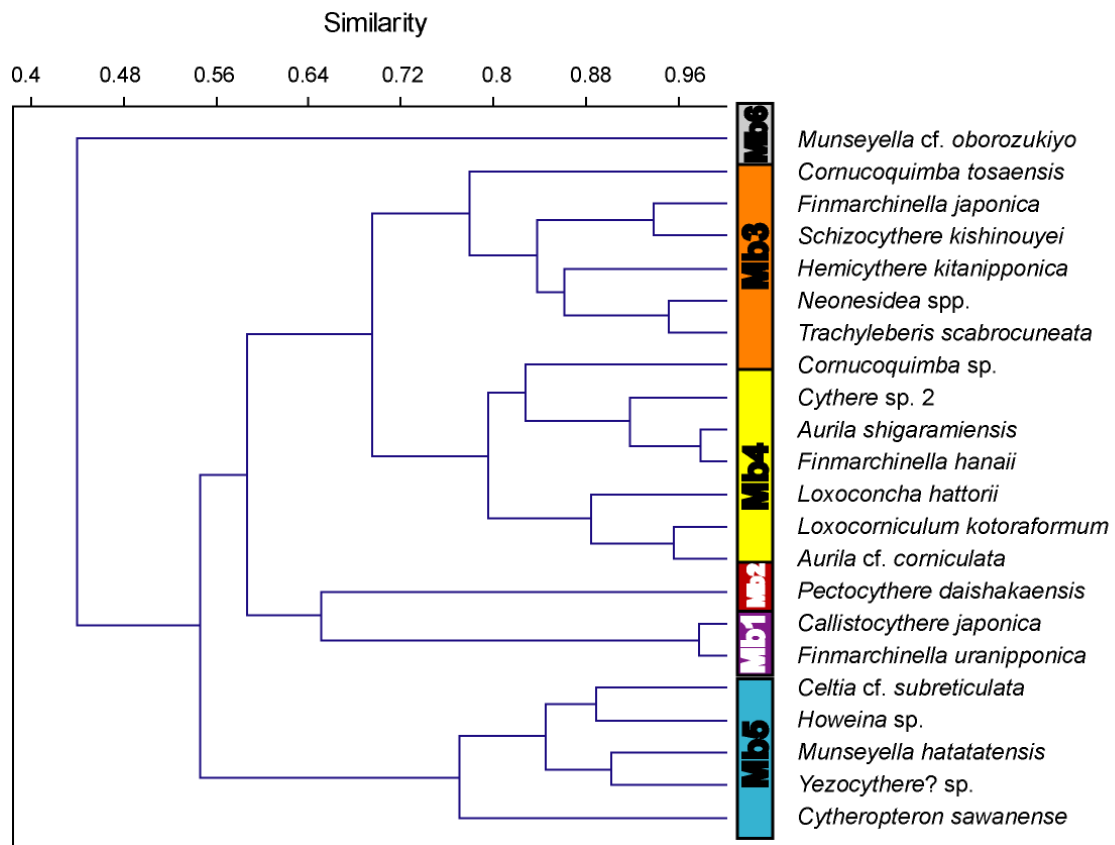


Fig. 36. Dendrogram of R-mode cluster analysis based on the index of overlap (Horn, 1966). Mb1, Mb2, Mb3, Mb4, Mb5, and Mb6 mean ostracode bioassociations in the Mita section.

島から仙台湾以南にかけて広く分布する (Zhou, 1995).

【種群 Mb2】 *Pectocythere daishakaensis* の 1 種から構成される。この種は北陸地域津軽盆地における更新統大釈迦層から産出し、環極域種 (circumpolar species) であるとされた (Tabuki, 1986).

【種群 Mb3】 *Cornucoquimba tosaensis*, *Finmarchinella japonica*, *Hemicythere kitanipponica*, *Neonesidea* sp., *Schizocythere kishinouyei*, *Trachyleberis scabrocuneata* から構成される。これらの貝形虫タクサのうち現生種は冷温～温帯な陸棚以浅の環境に広く生息する。この中で *S. kishinouyei* が最も産出頻度が高く、次いで *C. tosaensis* の産出頻度が高かった。*Neonesidea* spp. が 3 番目に産出頻度が高かった。

【種群 Mb4】 *Aurila* cf. *corniculata*, *Aurila shigaramiensis*, *Cornucoquimba* sp., *Cythere* sp. 2, *Finmarchinella hanaii*, *Loxoconcha hattorii*, *Loxocorniculum kotoriformum* から構成される。これらの貝形虫タクサのうち現生種は冷温～温帯な陸棚以浅の環境に広く生息する。この中では *F. hanaii* が最も産出頻度が高く、次いで *A. cf. corniculata* の産出頻度が高かった。3 番目に *A. shigaramiensis* の産出頻度が高かった。

【種群 Mb5】 *Celtia* cf. *subreticulata*, *Cytheropteron sawanense*, *Howeina* sp., *Munseyella hatatensis*, *Yezocythere?* sp. から構成される。この中では *Yezocythere?* sp. が最も産出頻度が高く、次いで *C. cf. subreticulata* の産出頻度が高かった。

【種群 Mb6】 *Munseyella* cf. *oborozukiyo* から構成される。この種に比較された *M. oborozukiyo* は太平洋側日本列島周辺海域において日向灘以北から駿河湾間の限られた地域に分布する (Zhou, 1995).

## (2) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

総個体数が 50 個体以上産出する 24 の優占タクサについて分析を行った (Table 1). その結果、類似度 0.72 を境に 3 つの種群 (Y1, Y2, Y3) が認められた (Figs. 37, 38)

【種群 Y1】 *Schizocythere* sp. から構成される。この種は調査層準よりも上位の藪田層 (約 2.8～2.3 Ma) から産出する *S. cf. okhotskensis* (Cronin and Ikeya, 1993) と同一種であり (Plate 3), 好冷種である。この種は多産層準における群

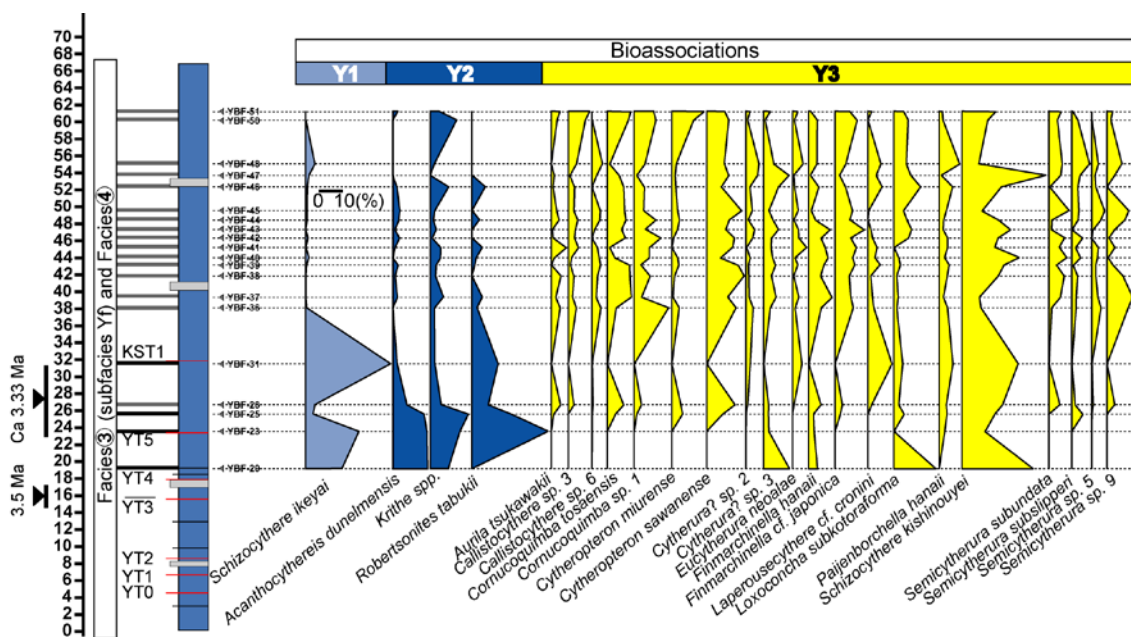


Fig. 37. Vertical changes of percentages of ostracode species in each bioassociation. Y1, Y2, and Y3 mean ostracode bioassociations in the Nadaura area.

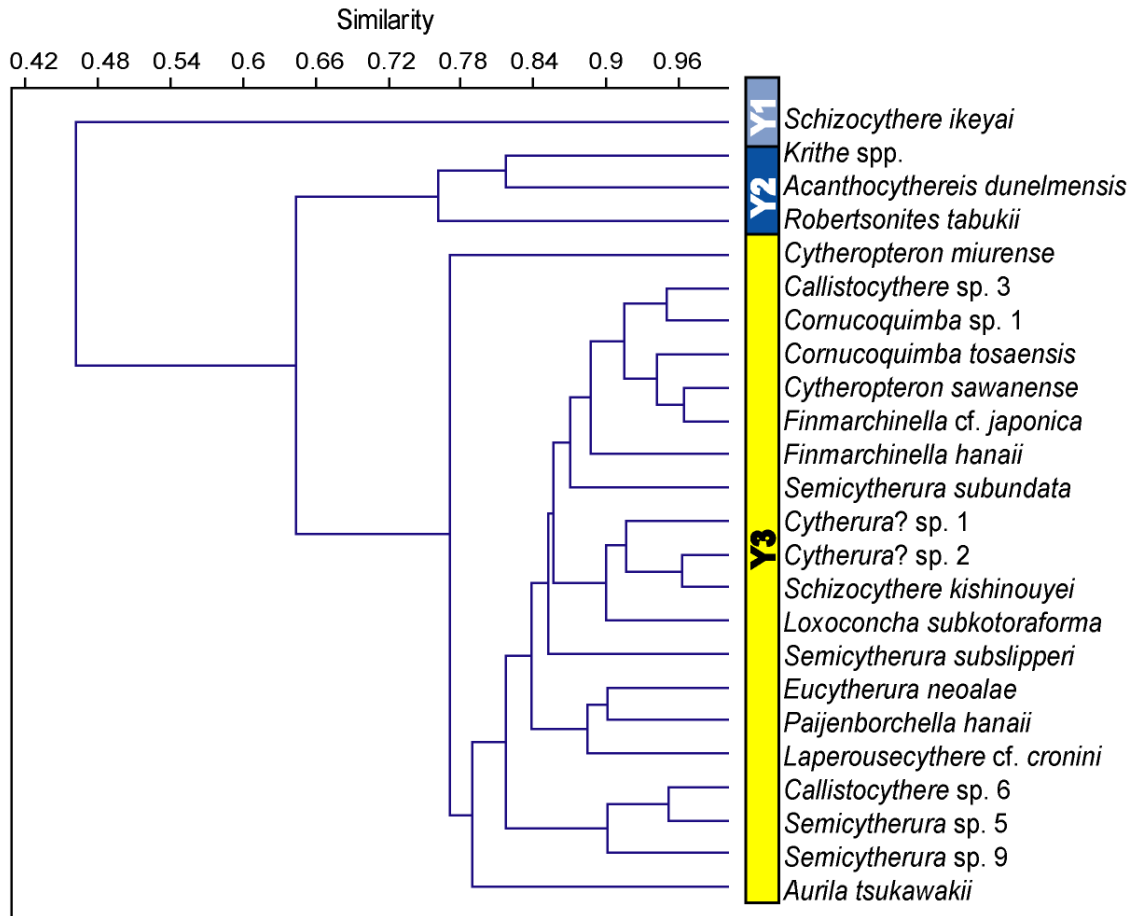


Fig. 38. Dendrogram of R-mode cluster analysis based on the index of overlap (Horn, 1966). Y1, Y2, and Y3 mean ostracode bioassociations in the Nadaura area.



集構成から相対的海水準の低下および寒冷な環境と関連性があることが示された(Cronin and Ikeya, 1993).

【種群 Y2】 *A. dunelmensis*, *Krithe* spp., *R. tabukii* から構成される。これらの貝形虫タクサは寒冷な浅海域あるいは日本海では陸棚以深の環境に広く生息する。*Krithe* 属の多くは陸棚以深に認められ、太平洋側の日本列島周辺海域において *K. hanaii* は水深約 300 m 以深, *K. surugensis* は約 150 m 以深, *K. sawanensis* は 120 m 以深より産出する (Zhou, 1995). *K. antisawanensis* は、日本と中国周辺の下部浅海～中部漸深海帯に広く分布する(例えば, Zhou and Ikeya, 1992; Ikeya and Suzuki, 1992). Irizuki et al. (2007) は、日本海におけるこの種の分布が対馬暖流の影響下で、底質が泥である水深約 150 m 前後に限られることを指摘し、日本海側の鮮新統鍬江層における同種が多産する層準から温帯水塊流入時期について議論した。次いで *R. tabukii* の産出頻度が高かった。現在の日本海域に生息する *Robertsonites* 属 (*R. hanaii*, *R. tabukii*, *R. tsugaruana*) は、日本海固有水塊が発達する水深 150 m 以深に生息し、そこでは 5°C 以下の低い水温により特徴づけられる(例えば, Yamada, 2003; Ozawa 2003). *R. tabukii* は現在、本州沖合の漸深海帯 200 m 前後の水深に生息しており、そこでの水温は約 2～5°C, 塩分は 34‰を示す(Ozawa, 2003; Ozawa and Kamiya, 2005; Irizuki et al., 2007). *A. dunelmensis* は、北半球高緯度地域では水温 6～8°C 以下の環境に生息し、Cronin and Ikeya (1987) による環極域種 (circumpolar species) に指定された。この種は現在の日本海において上～中部漸深海帯、水温約 0～5°C の日本海中層水塊 (JSIPW) 影響下に生息する(例えば, Ishizaki and Irizuki, 1990; Ozawa, 2003; Ozawa and Kamiya, 2005; Irizuki et al., 2007)。一方、アラスカ湾や北極海に面したシベリア沖のような寒冷環境下では、浅海帯 (水深 20 m 以浅) からも報告された (Brouwers, 1990; Stepanova et al., 2003)。

【種群 Y3】 *Aurila tsukawakii*, *Callistocythere* sp. 3, *Callistocythere* sp. 6, *Cornucoquimba tosaensis*, *Cornucoquimba* sp. 1, *Cytheropteron miurense*, *Cytheropteron sawanense*, *Cytherura?* sp. 2, *Cytherura?* sp. 3, *Eucytherura neoalae*, *Finmarchinella hanaii*, *Finmarchinella* cf. *japonica*, *Laperousecythere* cf. *cronini*, *Loxoconcha subkotoriforma*, *Paijenborchella*

*hanaii*, *Schizocythere kishinouyei*, *Semicytherura subundata*, *Semicytherura subslipperi*, *Semicytherura* sp. 5, *Semicytherura* sp. 9 から構成される。これらの貝形虫タクサのうち現生種の記載種の多くは冷温～温帯の陸棚以浅の環境に広く生息する。この中では *S. kishinouyei* が最も多産した。Cronin and Ikeya (1993)は、藪田層 (約 2.8～2.3 Ma) から産出する *S. kishinouyei* を温帯性種, *S. cf. okhotskensis* (= *S. ikeyai*) を好冷性種として、互いの割合を比較した (*Schizocythere index*)。次いで産出頻度の高い *C. sawanense* は冷水系の陸棚以浅に生息する (Hanai et al., 1977 ; Ikeya and Itoh, 1991 ; 入月・石田, 2007 など)。3 番目に産出頻度の高い *F. cf. japonica* に比較された *F. japonica* は太平洋側日本列島周辺海域において土佐湾以北に分布し、北方の仙台湾および大槌湾ではそれぞれ、30 m および 90 m 以浅から報告された (Zhou, 1995)。

### (3) 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

総個体数が 100 個体以上産出する 23 の優占タクサについて分析を行った (Table 1)。その結果、類似度 0.64 を境に 3 つの種群 (J1, J2, J3) が認められた (Figs. 39, 40)

【種群 J1】*Elofsonella cf. concinna* から構成される。同属の *E. concinna* は Cronin and Ikeya (1987)による環極域種指定され、現在、北極海域に生息している (例えば, Irizuki, 1989)。また、この種は現在、太平洋側にはほとんど分布しておらず、唯一、アラスカ湾の北緯 60° 付近から産出する (Tabuki, 1986)。

【種群 J2】*Acanthocythereis dunelmensis*, *Acanthocythereis tsurugasakensis*, *Cornucoquimba* spp., *Krithe* spp. から構成される。これらの貝形虫タクサは寒冷な浅海域あるいは陸棚以深の環境に広く生息する。

【種群 J3】*Aurila tsukawakii*, *Aurila cf. hataii*, *Cornucoquimba moniwensis*, *Cornucoquimba tosaensis*, *Cythere* sp. 1, *Cythere* sp. 2, *Cytheropteron miurense*, *Cytheropteron sawanense*, *Finmarchinella hanaii*, *Finmarchinella japonica*, *Hemicythere kitanipponica*, *Loxoconcha kamiyai*, *Loxoconcha subkotoriforma*, *Loxocorniculum kotoriformum*, *Neonesidea* spp., *Schizocythere kishinouyei*, *Semicytherura subslipperi*, *Xestoleberis hanaii* から構成される。これらの貝形虫タクサのうち現生種の多くは冷温～温帯な陸棚以浅の環境に広く生息する。この中では *Neonesidea* spp. が最も多産した。

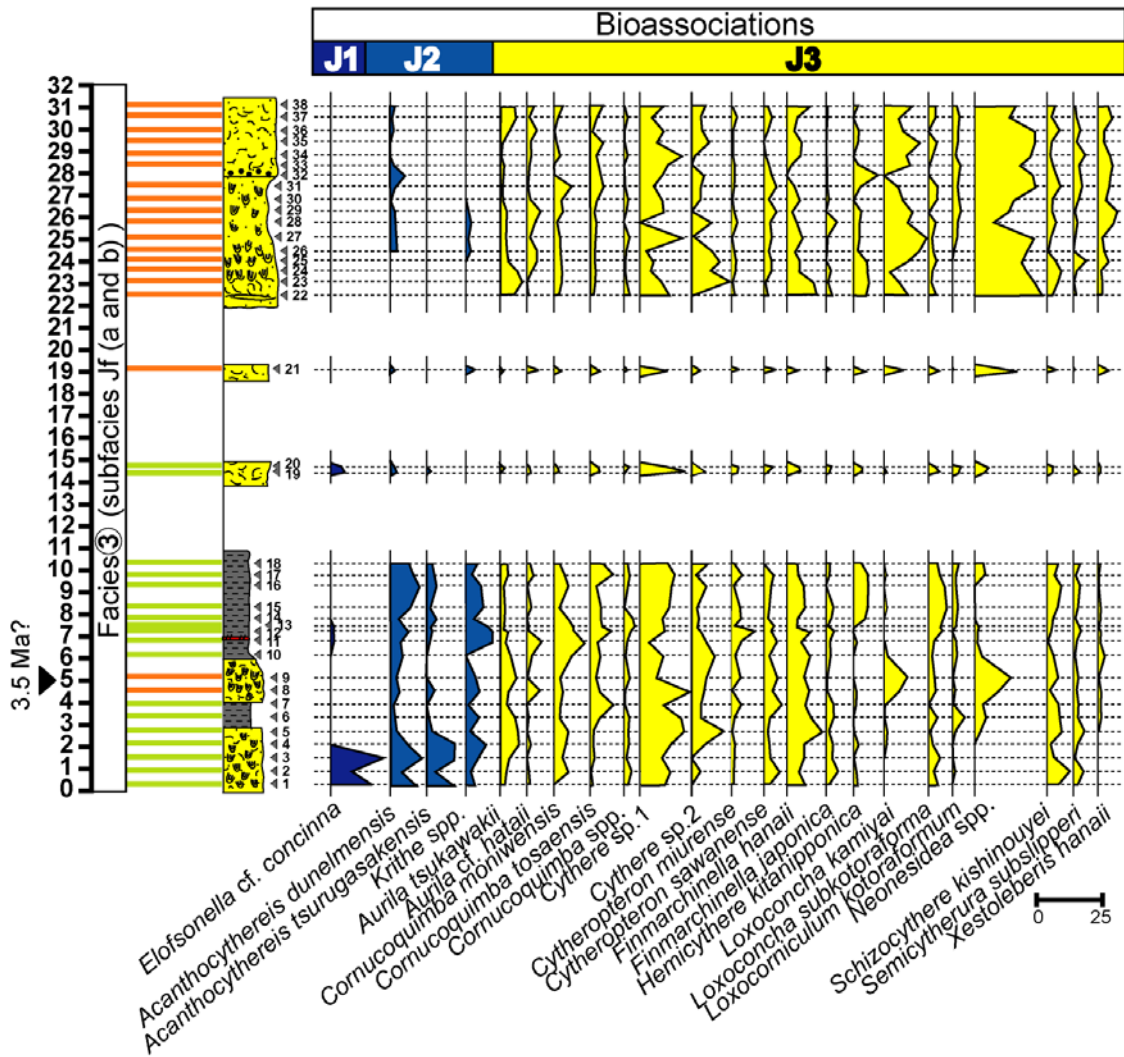


Fig. 39. Vertical changes of percentages of ostracode species in each bioassociation. J1, J2, and J3 mean ostracode bioassociations in the Jinai section.

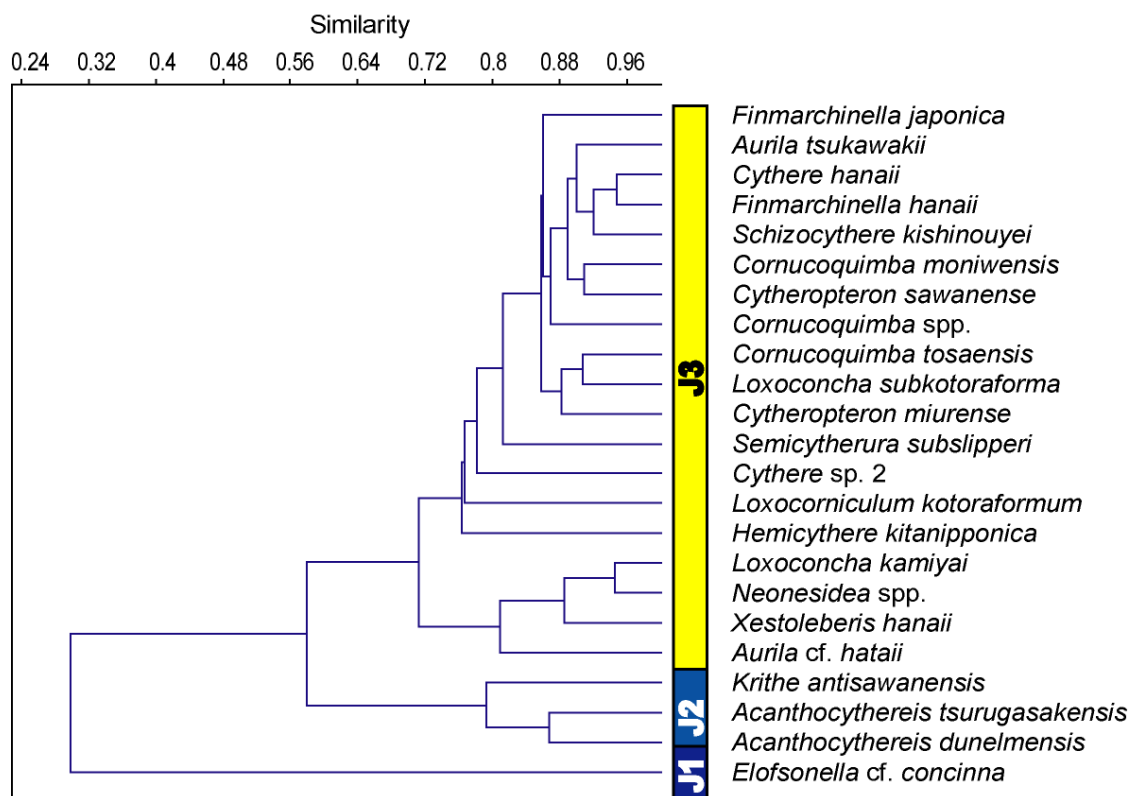


Fig. 40. Dendrogram of R-mode cluster analysis based on the index of overlap (Horn, 1966). J1, J2, and J3 mean ostracode bioassociations in the Jinai section.

次いで *Cythere* sp. 1 の産出頻度が高かった。この種の生息環境は不明であるが、*Cythere* 属は潮間帯において石灰藻などの葉上で生息するタクソンであり（例えば、Tsukagoshi, 1987）、少なくとも上部浅海帯以浅に生息する種であると考えられる。*F. hanaii* は 3 番目に産出頻度が高かった。4 番目に産出頻度が高い *L. kamiyai* は、表層海水の低塩分化による更新世の絶滅種であるが、産出傾向から外洋の浅海環境を好んだと推定された（Ozawa, 1996）。

#### （4）新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

上位 22 の優占タクサについて分析を行った (Table 1)。その結果、類似度 0.76 を境に 4 つの種群 (S1, S2, S3, S4) が認められた (Figs. 41, 42)

【種群 S1】*Aurila tsukawakii*, *Cornucoquimba moniwensis*, *Cornucoquimba tosaensis*, *Cornucoquimba* sp., *Cythere* sp. 1, *Cythere* sp. 2, *Cytheropteron miurense*, *Cytheropteron sawanense*, *Cytherura?* sp. 2, *Finmarchinella hanaii*, *Finmarchinella* cf. *japonica*, *Hemicythere kitanipponica*, *Loxoconcha subkotraforma*, *Schizocythere kishinouyei*, *Semicytherura kazahana*, *Semicytherura subslipperi*, *Semicytherura* sp. 1 から構成される。これらの貝形虫タクサのうち現生種は冷温～温帯な陸棚以浅の環境に広く生息する。このタクサでは *Cythere* sp. 1 が最も産出頻度が高い。次いで *S. kishinouyei* の産出頻度が高い。3 番目に *C. sawanense* の産出頻度が高い。4 番目に産出頻度の高い *C. miurense* は暖温帯から中間温帯の暖流影響下の海域に生息する (Hanai et al., 1977 など)。

【種群 S2】*Acanthocythereis dunelmensis*, *Cytheropteron carolae*, *Robertsonites tabukii* から構成される。これらの貝形虫タクサは冷温な浅海域あるいは陸棚以深の環境に広く生息する。このタクサでは *R. tabukii* が最も産出頻度が高い。次いで *A. dunelmensis* の産出頻度が高い。*C. carolae* は寒冷なアラスカ湾の中部浅海～上部漸深海帯で報告された (Browers, 1994)。

【種群 S3】*Cytherura?* sp. 1 から構成される。この種の生息環境は不明である。

【種群 S4】*Neonesidea* spp. から構成される。

#### 5.2.4. Q-mode 因子分析

Q-mode クラスタ分析によって区分された各試料に影響を与える要因を明

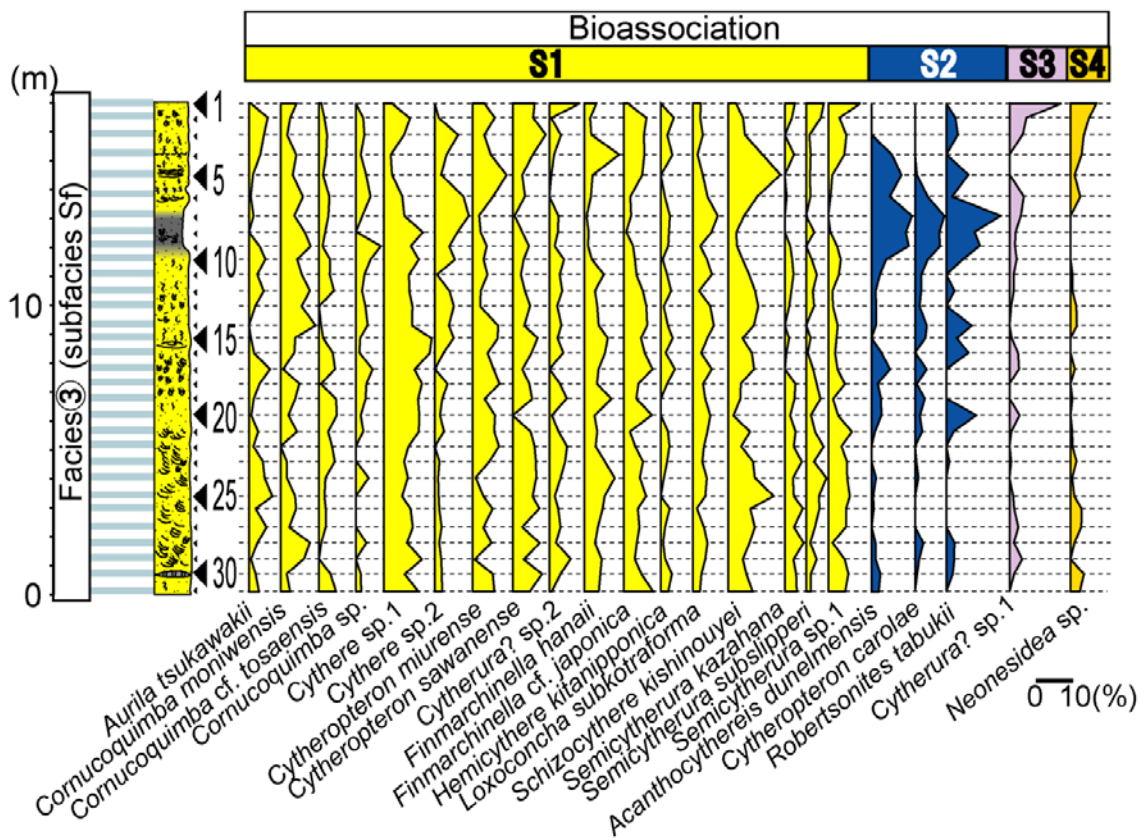


Fig.41. Vertical changes of percentages of ostracode species in each bioassociation (S1, S2, S3, and S4) in the Sakai section.

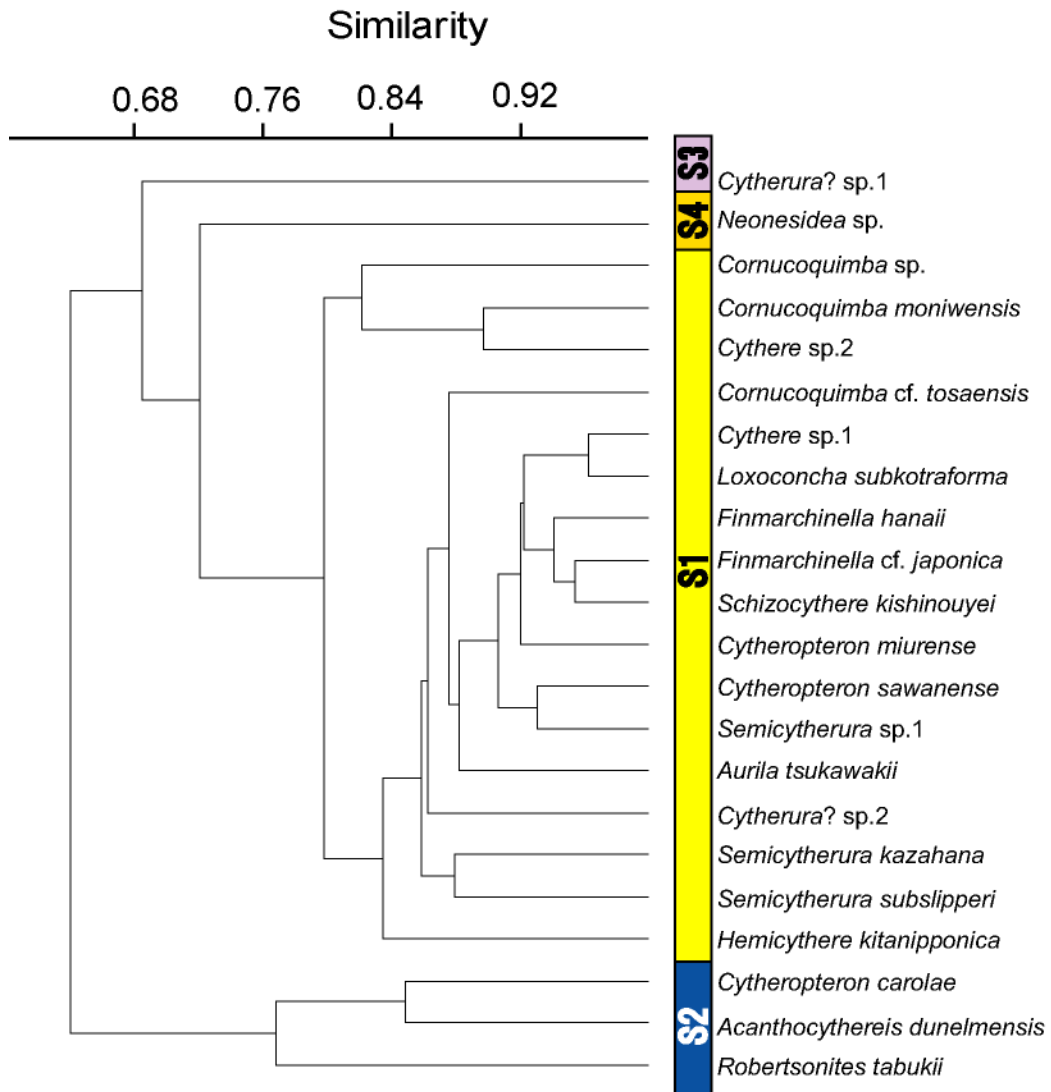


Fig. 42. Dendrogram of R-mode cluster analysis based on the index of overlap (Horn, 1966). S1, S2, S3, and S4 mean ostracode bioassociations in the Sakai section.

らかにするため、本研究では Q-mode 因子分析を行った。因子分析とは、実測値（観測変数）に基づき、潜在変数である因子の存在を明らかにする手法である。今回は実測値として、貝形虫化石のタクサを用いたため、これらの群集構成を規制する環境因子が有意な因子であると期待される。そのため、分析の結果求められた上位因子を、各層準における堆積環境を推定する根拠として用いた。クラスター分析は大きく地域ごとに区分されたため、地域別に因子分析を行った。因子分析には、いずれかの試料で3個体以上産出するタクサを用いた。

以下、それぞれの地域において、層準ごとの上位因子の因子負荷量および因子得点を示す。

(1-1) 富山県富山市八尾地域の三田層（赤江川本流）

求められた寄与率は第1-4因子までで、全体の84.2%を説明する (Figs. 33, 34, 43)。

【第1因子】本因子は全体の49.0%を説明し、*F. hanaii* (+7.0) および *S. kishinouyei* (+3.8) が高い正の因子得点を持つ。どちらも Mt3 の構成種であり、第1因子は冷温～温帯な浅海環境を示唆する。

【第2因子】本因子は全体の16.3%を説明し、*U.? gorokuensis* (+7.3) が突出して高い正の因子得点を持ち、次いで *H. triangularis* (+2.7) が高い。どちらも Mt2 の構成種あり、外洋を好むこれらの2種が高い因子得点を示すことから、第2因子は冷温な外洋の浅海環境を示唆する。

【第3因子】本因子は全体の13.4%を説明し、*Yezocythere? sp.* (+7.6) が高い正の因子得点を持ち、次いで *F. hanaii* (+2.6) が高い。*Yezocythere? sp.* は Mt4 の構成種であり *F. hanaii* は Mt3 の構成種である。両種は好冷性種であり、*Yezocythere? sp.* が高い因子得点を示すことから、第3因子は冷温な湾域の環境を示唆する。

【第4因子】本因子は全体の5.6%を説明し、*A. cf. corniculata* (-5.1) および *C. tosaensis* (-4.0) が高い負の因子得点を持つ。どちらも Mt1 の構成種であり、第3因子も冷温～温帯の浅海環境を示唆する。

(1-2) 富山県富山市八尾地域の三田層（赤江川支流）

求められた寄与率は第1-4因子までで全体の81.1%を説明する (Figs. 35, 36, 43)。



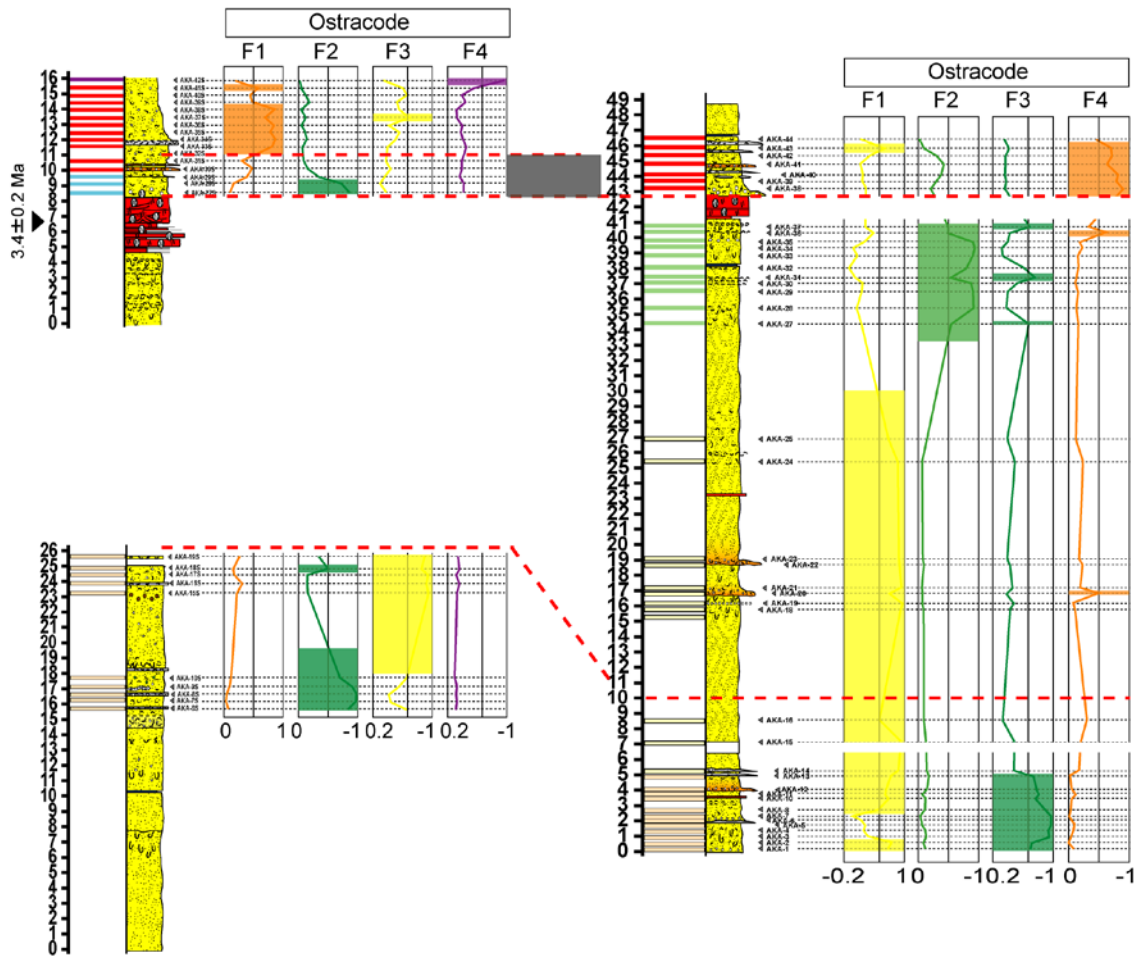


Fig. 43. Vertical changes of first four factors of ostracode in the Mita and Hirabayashi sections. Red broken line indicates horizon of the comparing. Black area indicates horizon of the denudation.

【第1因子】本因子は全体の48.7%を説明し、*A. cf. corniculata* (+4.6)および*Neonesidea* spp. (+4.1)が高い正の因子得点を持つ。これらは種群 Mb2 および Mb3 の構成種で、第1因子は冷温～温帯の浅海環境を示唆する。

【第2因子】本因子は全体の17.4%を説明し、*Yezocythere?* sp. (-8.0)が突出して高い負の因子得点を持つ。この種は Mb5 の構成種であり、第3因子は冷温な湾域の環境を示唆する。

【第3因子】本因子は全体の11.2%を説明し、*F. hanaii* (-7.4)が突出して高い負の因子得点を持ち、次いで、*Cythere* sp. 2 (-2.6)が高い。どちらも Mb4 の構成種であり、第3因子は冷温～温帯の浅海環境を示唆する。

【第4因子】本因子は全体の3.8%を説明し、*C. japonica* (-5.6)および*F. uranipponica* (-5.8)が高い負の因子得点を持つ。どちらも Mb1 の構成種であり、現在の太平洋側の日本列島周辺海域において、*C. japonica* は沖縄島から仙台湾以南にかけて広く分布し、*F. uranipponica* は仙台湾以北に分布が限られる。このため、第4因子は両種が互いに生息可能な現在の仙台湾に近い冷温な環境を示唆する。

## (2) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

求められた寄与率は第1～5因子までで全体の86.6%を説明する(Figs. 37, 38, 44)。

【第1因子】本因子は全体の64.9%を説明し、*C. sawanense* (+4.5)および*Semicytherura* sp. 9 (+4.1)が高い正の因子得点を持つ。どちらも種群 Y3 の構成種で、最も因子得点の高い*C. sawanense* は冷水系の陸棚以浅に生息する。従って、第1因子は冷温な浅海環境を示唆する。

【第2因子】本因子は全体の10.7%を説明し、*A. dunelmensis* (+3.3)、*Krithe* spp. (+3.9)および*R. tabukii* (+6.1)が高い因子得点を持つ。いずれも種群 Y2 の構成種であり、第2因子は寒冷な深海環境を示唆する。

【第3因子】本因子は全体の4.7%を説明し、*S. kishinouyei* (-7.6)が突出して負の高い因子得点を持つ。*S. kishinouyei* は種群 Y3 の構成種で、日本列島沿岸砂底環境に広く分布する。上部における藪田層では温帯性種とされた。従って、第3因子は相対的に温暖な浅海環境を示唆する。

【第4因子】本因子は全体の3.7%を説明し、*A. tsurugasakensis* (+4.6)および

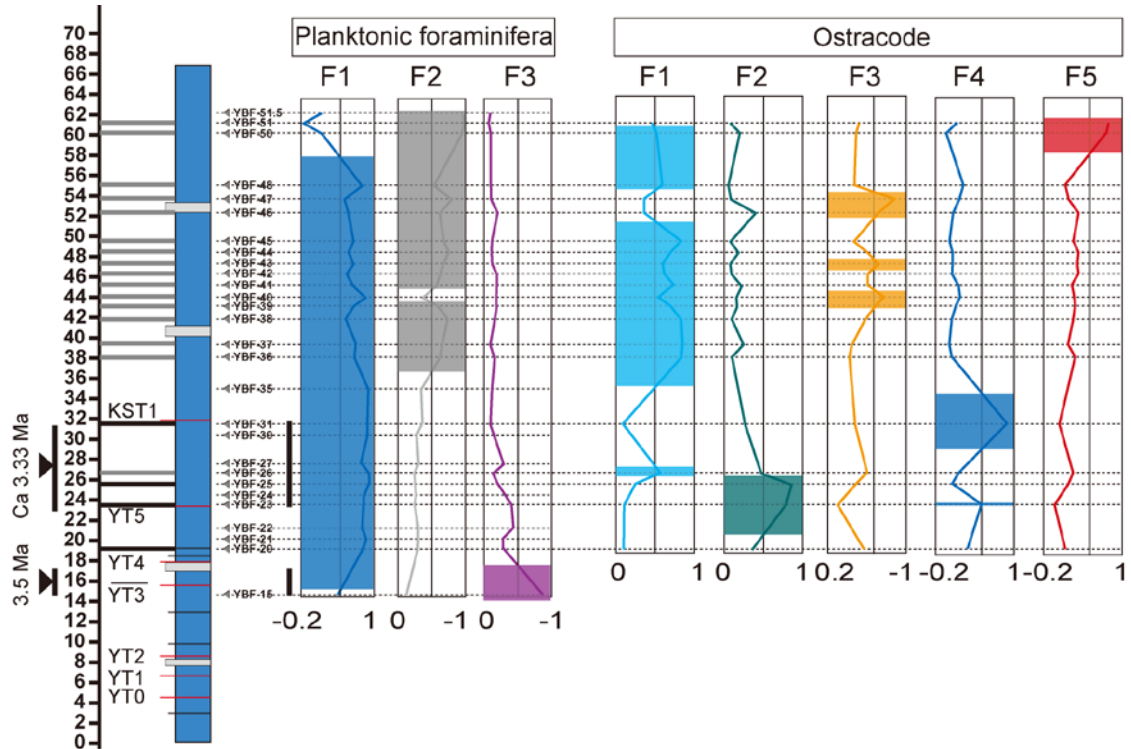


Fig. 44. Vertical changes of first three and five factors of planktonic foraminifera and ostracodes in the Nadaura area.

*Schizocythere* sp. (+6.2)が高い因子得点を持ち、*S. kishinouyei* (+2.3)がやや高い因子得点を持つ。最も因子得点の高い *Schizocythere* sp. が好冷性種と考えられるため、第 4 因子は寒冷な浅海環境を示唆する。

【第 5 因子】本因子は全体の 2.6%を説明し、*Callistocythere* sp. 3 (+3.1), *C. tosaensis* (+2.5), *C. miurense* (+5.0), *Krithe* spp. (+2.4)および *S. aff. subundata* (+2.6)が高い因子得点を持つ。最も因子得点の高い *C. miurense* は種群 Y3 の構成種であり、温帯から中間温帯の暖流影響下の海域に生息する。一方、相対的に深海域に生息する *Krithe* spp. も高い因子得点を示す。従って、第 5 因子は暖流の影響下にある浅海域付近の相対的深海環境を示唆する

#### (3) 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

求められた寄与率は第 1～3 因子までで全体の 81.9%を説明する (Figs. 39, 40, 45)。

【第 1 因子】本因子は全体の 61.4%を説明し、*L. kamiyai* (+4.1)および *Neonesidea* spp. (+9.1)が高い正の因子得点を持つ。どちらも種群 J3 の構成種であり、*Neonesidea* spp.の因子得点が極めて高い値を示すことから、第 1 因子は冷温～温帯の浅海環境を示唆する。

【第 2 因子】本因子は全体の 17.0%を説明し、*A. dunelmensis* (+3.7), *C. tosaensis* (+3.6), *Cythere* sp.1(+5.6)および *Krithe* spp. (+3.8)が高い因子得点を持つ。種群 J2 および種群 J3 の構成種の因子得点が共に高い値を示すため、第 2 因子は浅海域付近の相対的深海環境を示唆する。

【第 3 因子】本因子は全体の 3.6%を説明し、*A. dunelmensis* (+3.2), *A. tsurugasakensis* (+4.6)および *E. cf. concinna* (+8.3)が高い因子得点を持つ。種群 J1 の構成種である *E. cf. concinna* の因子得点が突出して高く、種群 J2 の構成種である 2 種の因子得点も高い。しかしながら、相対的深海環境を示唆する *Krithe* spp. の因子得点は低いため、第 3 因子は寒冷な環境を示唆する。

#### (4) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

求められた寄与率は第 1～4 因子までで全体の 82.6%を説明する (Figs. 41, 42, 46)。

【第 1 因子】本因子は全体の 69.6%を説明し、*F. hanaii* (+3.8)および *S. kishinouyei* (+4.3)が高い因子得点を持つ。どちらも種群 S1 の構成種であり、

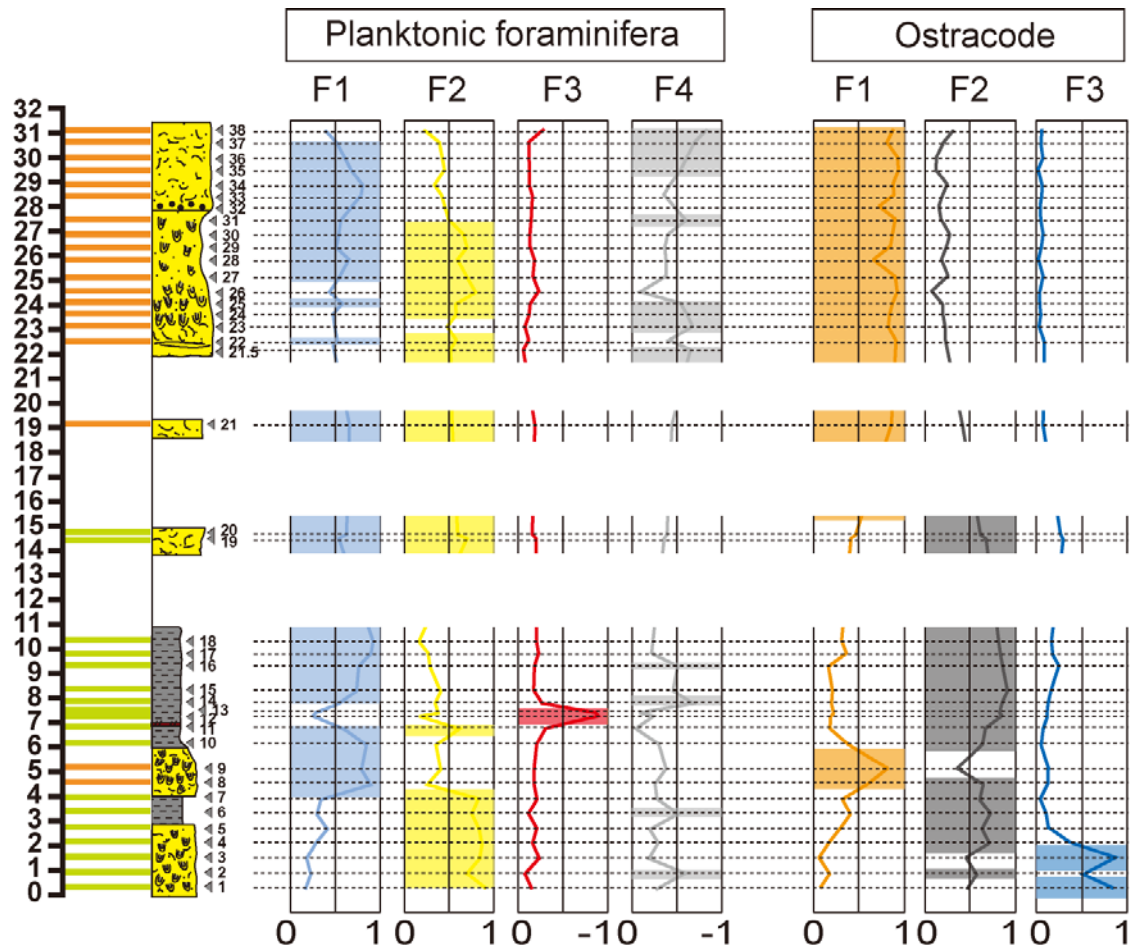


Fig. 45. Vertical changes of first four and three factors of planktonic foraminifera and ostracodes in the Jinai section.

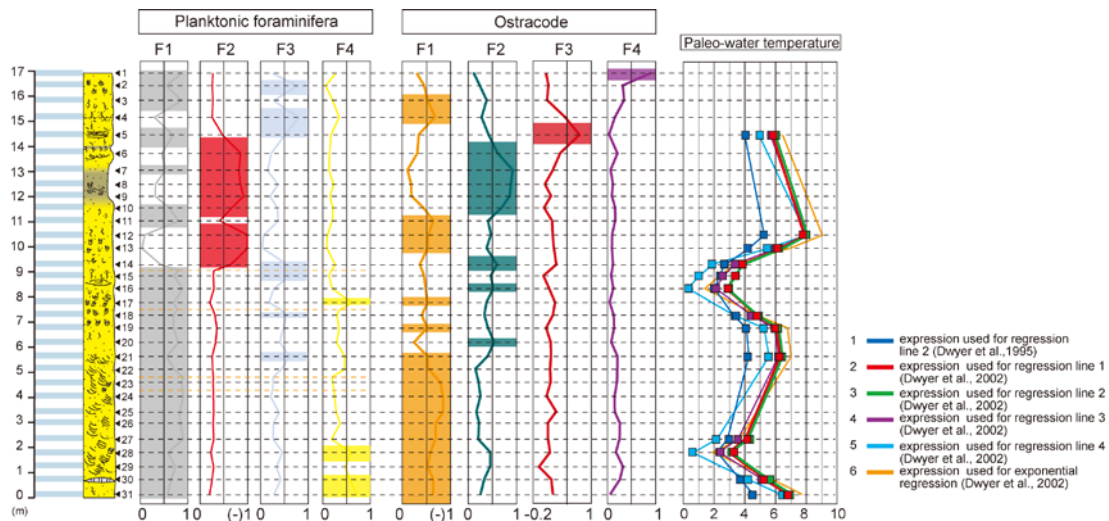


Fig. 46. Vertical changes of first four factors of planktonic foraminifera and ostracodes with paleo-water temperature based on Mg/Ca in ostracode species shell in the Sakai section.

第 1 因子は冷温～温帯な浅海環境を示唆する。

【第 2 因子】本因子は全体の 7.1%を説明し、*A. dunelmensis* (-4.5), *C. carolae* (-3.6) および *R. tabukii* (-4.9) が高い因子得点を持つ。これらは S2 の構成種であり、これらのほとんどが寒冷環境に適応する種でもある。従って、第 2 因子は浅海域付近の相対的深海環境あるいは寒冷な環境を示唆する。

【第 3 因子】本因子は全体の 3.1%を説明し、*A. dunelmensis* (+3.0), *C. miurense* (+4.3), *Krithe* spp. (+2.9) および *S. kishinouyei* (+5.2) が高い正の因子得点を持ち、*Cythere* sp. 1 (-3.3) のみ高い負の因子得点を示す。これらは種群 S1 および S2 の構成種であり、種群 S2 の *A. dunelmensis* と *Krithe* spp. がいずれも高い正の因子得点を持つことから相対的に深海環境を示唆する。一方、種群 S1 の構成種のうち、温帯性種である *C. miurense* および *S. kishinouyei* が正の因子得点を持ち、*Cythere* sp. 1 が負の因子得点を持つことから温帯環境が示唆され、第 3 因子は暖流の影響下にある浅海域付近の相対的深海環境を示唆する。

【第 4 因子】本因子は全体の 2.7%を説明し、*Cytherura?* sp. 1 (+6.4), *Cytherura?* sp. 2 (+3.2), *Neonesidea* spp. (+3.1) および *Semicytherura* sp. 1 (+3.0) が高い因子得点を持つ。種群 S3 における生息環境不明な *Cytherura?* sp. 1 の因子得点が高く、*Neonesidea* spp. の因子得点も高い値を示すことから、少なくとも浅海環境が示唆される。

### 5.2.5. 暖流系種

#### (1) 鮮新世

現在の日本列島周辺海域の九州以南に生息範囲が限られる 3 種が産出し、本研究ではこれらの種を暖流系種と定義した。以下に、各暖流系種の分布および産出層準について述べる。なお、藪田層からは暖流系種が産出しない。

#### 【*Cytherelloidea hanaii*】

*Cytherelloidea* 属は熱帯～亜熱帯性貝形虫種で、*C. hanaii* は現生種として主に尖閣諸島周辺の水深 100～150 m から報告され (Nohara, 1981)、近年では鹿児島県上甕島かみこしきじまの浦内湾うらうちにおける主に湾中央部の水深約 10～30 m から報告され

た (Irizuki et al., 2006). また, 同属の *C. senkakuensis* は, 現在の日本周辺海域において, 太平洋側では駿河湾以南に分布する (Zhou, 1995). 日本海側において同種は, Ozawa (2003) による対馬暖流中層水塊の構成種として認識され, その水塊は水温 7~20°C, 塩分濃度は 34~34.5‰ とされる.

本研究では新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層 SAK7, 富山県富山市八尾地域の三田層本流の AKA15, 18, 20, 22~25, 44 および三田層支流の AKA-36S~39S から産出が認められた (Fig. 47).

#### 【*Paranesidea* sp.】

*Paranesidea* 属は熱帯~亜熱帯性貝形虫種で, 同属の *Paranesidea* sp. は種子島以南に分布する (Zhou, 1995). 本研究では新潟県新発田市下石川~上荒沢地域の鍬江層の JIN18, 38 から産出が認められた (Fig. 47).

#### 【*Triebelina* sp.】

*Triebelina* 属は熱帯~亜熱帯性貝形虫種で, 同属の *T. sertata* は太平洋側日本列島周辺海域において九州地方日向灘以南に分布する (Zhou, 1995). 本研究では新潟県新発田市下石川~上荒沢地域の鍬江層の JIN14, 26, 27, 29, 33, 36, 38 から産出が認められた (Fig. 47).

### (2) 中新世

岡山県新見市田治部地域における中新統田治部層から採取された試料のうち, 上部の砂岩泥岩層中 6 試料から貝形虫化石が産出し, 13 属 19 種の貝形虫が認められた (Table 2, Fig. 19). これらの貝形虫化石種のうち, *Pseudoaurila okumurai* および *Loxoconcha* cf. *pulchra* に比較される *L. pulchra* は暖流影響下の沿岸砂底海域に卓越する種であると推測されているため (Yajima, 1988, 1993), これらを中新世における暖流系種と認定した. これら暖流影響下に生息していたと考えられる 2 種のうち *P. okumurai* は絶滅種と考えられている. 一方, *L. pulchra* は現在の太平洋側の日本列島周辺海域において, 日向灘以南にかけて広く分布することが報告され (Zhou, 1995), 高知県の浦ノ内湾の水深 2~16 m の海底 (Ishizaki, 1968) や静岡県浜名湖の水深 10 m 前後の海底 (Ikeya and Hanai, 1982) にも卓越することが報告された (入月・松原, 1994).

#### 5.2.6. Mg / Ca 比に基づく古水温推定



Table 2. List of fossil ostracodes from the Tajibe Formation, Okayama Prefecture, Southwest Japan.

Specific name	K-0	K-1	K-4	K-5	K-6	K-9
<i>Acanthocythereis</i> sp. 1				2	3	
<i>Acanthocythereis</i> sp. 2	2				4	
<i>Acanthocythereis</i> ? sp.			1			
<i>Australimoosella hanaii</i> Yajima					1	
<i>Bythocypris</i> ? sp.						2
<i>Callistocythere</i> sp.		2				
<i>Cornucoquimba moniwickensis</i> (Ishizaki)		3			2	2
<i>Cornucoquimba saitoi</i> (Ishizaki)					2	12
<i>Cythere omotenipponica</i> Hanai		1				12
<i>Cythereopteron sendaiense</i> Ishizaki					1	
<i>Krithe</i> ? sp.		1				
<i>Legitimocythere</i> sp.			1			4
<i>Loxoconcha</i> cf. <i>pulchra</i> Ishizaki						6
<i>Loxoconcha nozokiensis</i> Ishizaki		2			2	2
<i>Neonesidea</i> sp.	1	1			2	7
<i>Pseudoaurila ishizakii</i> Irizuki and Yamada						57
<i>Pseudoaurila okumurai</i> (Yajima)		2	3			40
<i>Schizocythere</i> sp.						2
<i>Trachyleberis mizunamiensis</i> Yajima						1
Number of species	2	7	3	1	8	12
Number of specimens	3	12	5	2	17	147

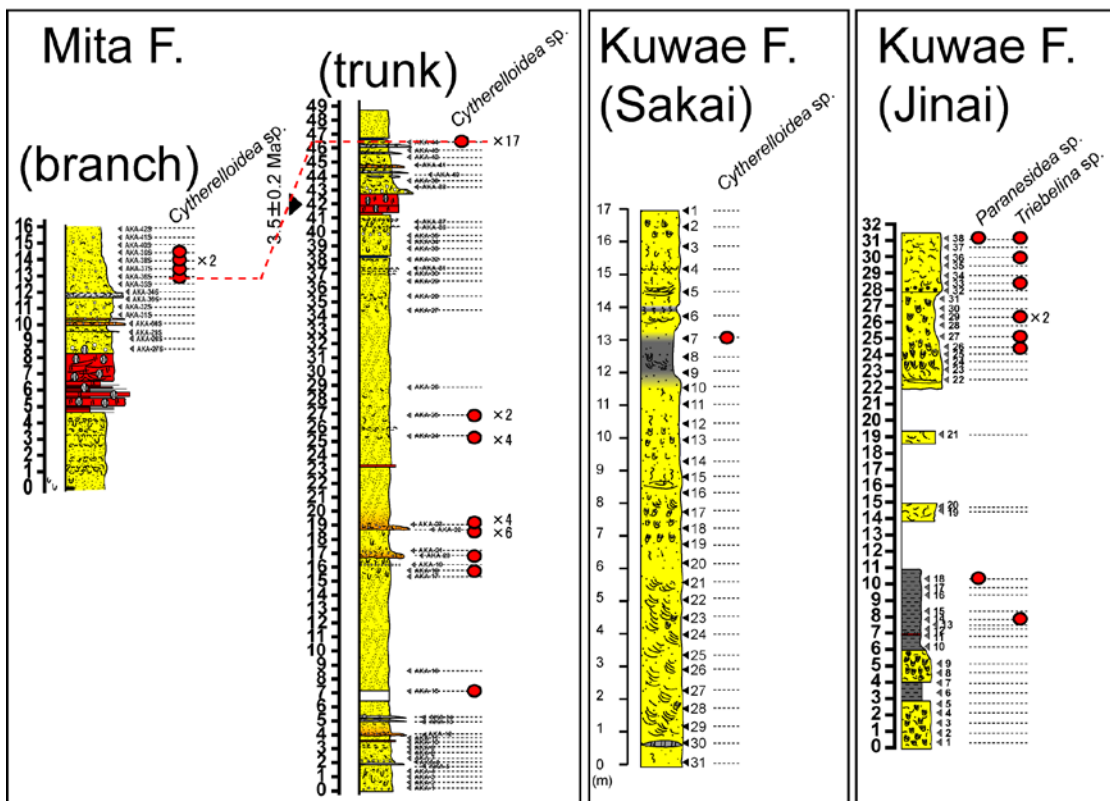


Fig. 47. Occurrence horizons of warm-water ostracode taxon in the study area.

Mg/Ca 比に基づく古水温推定とは、貝形虫や有孔虫など石灰質の殻や組織を形成する現生生物中に含まれる Mg/Ca 比と生息水温との正の相関関係に基づき、各地点で測定した水温と生息する現生種の Mg/Ca 比との散布図から回帰直線を作成し、その後、地層から産出する化石に含まれる Mg/Ca 比を求め、作成した回帰式に代入することで古水温を求める手法である（例えば Dwyer et al., 1995; Dwyer and Baker, 2002; Cronin et al., 2005; Dwyer and Chandler, 2009 など）。海生貝形虫の Mg/Ca 比の測定には *Krithe* 属が用いられることが多い。それは *Krithe* 属の種の多くが生息環境の比較的安定している深海域に生息するため、水温以外の環境要因に影響されにくいこと、滑らかな殻の形状から表面の付着物が少なく、純粋な殻の Mg/Ca 比を求めやすいこと、生息範囲が極めて広域で定量性があることなどが理由である。また、殻に含まれる Mg/Ca 比と水温との関係は種によって異なっており、同一種でも成長段階および堆積後の保存状態によっても値が明瞭に異なることが知られている（例えば、森下ほか, 2010）。Dwyer et al. (1995)は、顕微鏡観察時での貝形虫殻の保存状態を 1～7 まで階級をつけて区分した（visual preservation index (VPI)）。

新潟県胎内市坂井周辺地域、鍬江層に関して、少なくとも 1 個体以上の *Krithe* 属が産出した 13 試料（5, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 31）の古水温を推定した。今回測定された *Krithe* 属の殻の Mg/Ca 比は Dwyer et al. (1995)および Dwyer et al. (2002)で作成された回帰式に代入し、古水温を求めた。その結果、本層準では 2～3℃前後の水温幅を伴い、0～10℃の範囲で水温が変化した。また、約 4℃を境に層準ごとの水温の分布が異なり、少なくとも 2 回のサイクルが認められた。下部層準と中部層準における試料 28 および 16 では特に値が低く、約 0～3℃であった。また、中部層準の試料 12 では最も値が高く、全回帰式において 5℃以上の高い値を示した（Table 3, Fig. 46）。

### 5.3. 浮遊性有孔虫化石

調査地域における堆積当時の表層海洋環境を復元するため、調査地域における浮遊性有孔虫化石群集について検討を行った。各地層から産出する浮遊性有孔虫化石群集に関して、富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層は三輪ほか(2004)によるデータを、新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層は名嶋（2013MS）による

Table 3. List of samples from the Kuwae Formation in the Sakai section, which indicated Mg/Ca ratio of genus *Krithe* and value of regression expression based on Dwyer et al. (1995) and Dwyer et al. (2002), and number of specimens

Sample number	Ca	Mg	Mg/Ca	Dwyer et al. (1995)	Dwyer et al. (2002)					Number of specimens
					R1	R2	R3	R4	Rexp	
SAK5	2041.29	14.88	13.54	3.99	5.87	6.05	5.69	4.93	6.43	3
SAK12	2639.88	22.66	15.75	5.28	7.87	8.15	8.07	7.98	9.05	3
SAK13	3172.5	24.34	14.04	4.27	6.31	6.52	6.22	5.61	7.05	3
SAK14	3246.75	19.98	11.32	2.69	3.84	3.94	3.31	1.86	3.32	3
SAK15	2011.19	11.65	10.75	2.35	3.32	3.40	2.69	1.07	2.41	3
SAK16	1458.81	7.91	10.17	2.01	2.79	2.85	2.07	0.27	1.45	1
SAK18	2341.29	15.69	12.35	3.29	4.78	4.92	4.41	3.28	4.83	2
SAK19	2196.43	16.44	13.81	4.14	6.10	6.30	5.98	5.29	6.76	2
SAK21	3049.25	23.23	14.01	4.26	6.29	6.50	6.20	5.58	7.03	2
SAK27	3220.25	19.22	11.56	2.82	4.06	4.17	3.56	2.19	3.68	2
SAK28	2676.15	15.04	10.45	2.17	3.05	3.12	2.37	0.65	1.92	2
SAK30	1066.75	7.48	13.06	3.70	5.43	5.60	5.18	4.26	5.80	1
SAK31	1163.27	9.11	14.59	4.60	6.82	7.05	6.82	6.38	7.73	1

データを使用した。新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層は、浮遊性有孔虫化石を抽出した。これらの試料は貝形虫化石群集を抽出した試料と同一層準の試料である。富山県富山市八尾地域の三田層は那須野（2010MS）および後藤ほか（印刷中）による産出報告があるが、試料間隔が粗く、層準も限定的であるため *G. inflata* の産出に基づく広域対比としてのみ使用し、群集解析には用いなかった。結果として、浮遊性有孔虫化石が 50 個体以上産出した富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層の 28 試料、新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層の 37 試料、新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層の 35 試料を用いて群集解析をおこなった (Tables 4～6)。

### 5.3.1. 種多様度・均衡度・密度

貝形虫化石と同様、試料間の相違を検討する指標として、密度、種多様度、均衡度の垂直変化を求めた。

#### (1) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

【密度】貝形虫化石の産出密度と同様、試料 YBF35 と YBF36 を境に明瞭に異なり、YBF35 より下位では相対的に低かった。しかしながら、YBF25 は突出して高く、5000 以上であった。YBF36 から上位では 200～500 前後と相対的に高かった (Fig. 48)。

【種多様度】1.5～2.0 前後で変動した (Fig. 48)。

【均衡度】0.3～0.6 前後で変動したが、試料 YBF32, 33 では 0.7 以上となった (Fig. 48)。

#### (2) 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

【密度】下部、中部および上部層準で変化傾向が異なり、下部では含泥率と同調し、砂質堆積物層準で高かった。中部では下部から上部に向け密度が増加し、中部の最上部では 1300 以上となった。中部から上部にかけては、露出の無い層準を挟み急減した。上部では 500 前後で変動した (Fig. 49)。

【種多様度】2.0 前後で変動した (Fig. 49)。

【均衡度】全体的に値が低く、0.5～0.7 前後で変動したが、試料 JIN29 では 0.7 以上となった (Fig. 49)。

#### (3) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

Table 4. List of fossil planktonic foraminifera from the Yabuta Formation, Toyama Prefecture, Central Japan.

Species	Sample number	YBF14	YBF15	YBF20	YBF21	YBF22	YBF23	YBF24	YBF25	YBF26	YBF27	YBF29	YBF30	YBF31	YBF32	YBF33
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny		27	42	19	25	28	44	18	42	59	1	4	16	2	5	
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny (5 chamber type)		19	10	10	1				1	17						
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny (thick wall type)		4	4	4	10	1	1	1	1	8			7	2		
<i>Globigerina quinqueloba</i> Natland		1	1	2									1	3		
<i>Globigerina</i> sp. Indet.	1															
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)		50	15	14	45	21	14	6	2	5			2		1	
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)		13	9	9	40	19	17	27	84	39			4	9	1	
<i>Globigerinita</i> sp. Indet.			1													
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)																
<i>Globigerinoides obliquus</i> etremus Bolli & Bermu																
<i>Globigerinoides</i> sp.																
<i>Neoglobobulimina dutreirei</i> (d'Orbigny)				1			3	2								
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (dextral)		33	83	79	100	60	74	61	132	81			33	69	7	
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (sinistral)		3	25	11	22	9	8	9	33	14				4		
<i>Neoglobobulimina kagaensis</i> (Maiba, Saito & Sato)		1			1								1			
<i>Neoglobobulimina</i> sp. A																
<i>Neoglobobulimina</i> spp.						2										
<i>Globorotalia orientalis</i> Maiba, Saito & Sato																
<i>Globorotalia</i> cf. <i>orientalis</i> Maiba, Saito & Sato																
<i>Globorotalia orientalis -praeinflata</i> intermediate form																
<i>Globorotalia inflata praeinflata</i> Maiba, Saito & Sato																
<i>Globorotalia inflata</i> spp. indet.																
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)		1			1											
<i>Globorotalia</i> spp.																
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny																
Planktonic genus & species indet.		8	12	4	16	12	3	3	13	11			2	4	2	
Miscellaneous genus		2	35	5	4	5	16	2	1	4	17		11	4	3	
No. of species		2	12	10	11	10	9	10	10	13			11	10	7	
No. of specimens		3	195	197	156	266	169	166	129	313	259	1	65	118	17	
Number / g		0.02	2.0	31.5	25.0	42.6	108.2	425.0	5283.8	200.3	5.2	0.01	0.3	37.8	0.1	
Shannon H		0.64	1.747	1.47	1.523	1.62	1.544	1.417	1.439	1.331	1.736	0	1.338	1.257	1.468	
Evenness eH/S		0.94	0.57	0.54	0.56	0.59	0.59	0.53	0.47	0.52	1	0.42	0.44	0.72	0.77	

Table 4. List of fossil planktonic foraminifera from the Yabuta Formation, Toyama Prefecture, Central Japan.  
(continued)

Species	Sample number	YBF35	YBF36	YBF37	YBF38	YBF39	YBF40	YBF41	YBF42	YBF43	YBF44	YBF45	YBF46	YBF47	YBF48	YBF50	YBF51	YBF51.5
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny		30	34	25	64	58	49	47	130	2	2	26	60	30	23	23	16	6
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny (5 chamber type)				1	3								2	2	1			
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny (thick wall type)		10	34	57	95	45	16	34	99	59	61	53	43	64	26	115	113	48
<i>Globigerina quinqueloba</i> Natland			3	2	4	2		6	3	2	3	5	2	4		5	2	3
<i>Globigerina</i> spp.																		
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)		35	15	39	56	25	42	22	13	32	22	20	15	20	14	4	2	2
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)		2	2		1	1		1	5				3	2	3	7	3	5
<i>Globigerinita</i> sp. indet.																		
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)																		
<i>Globigerinoides obliquus</i> <i>eremus</i> Bolli & Bermu																		
<i>Globigerinoides</i> sp.																		
<i>Neoglobobulimina dutreteri</i> (d'Orbigny)		99	67	105	114	88	109	68	168	102	84	95	77	75	80	63	26	27
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (dextral)		14	4	9	17	13	9	1	14	7	9	9	9	7	8	27	7	6
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (sinistral)				1			1		1	1	2	3	3		2			2
<i>Neoglobobulimina kagaensis</i> (Miyai, Saito & Sato)																		
<i>Neoglobobulimina</i> sp. A							1	1			2	11	6		1	2		3
<i>Neoglobobulimina</i> spp.													3		1	1	1	1
<i>Glaborotella orientalis</i> Miyai, Saito & Sato																		
<i>Glaborotella</i> cf. <i>orientalis</i> Miyai, Saito & Sato																		
<i>Glaborotella orientalis</i> Miyai, Saito & Sato													10	3	4	1		1
<i>Glaborotella orientalis</i> - <i>praeriflata</i> intermediate form												1	13	9	1	17	9	12
<i>Glaborotella inflata</i> <i>praeriflata</i> Miyai, Saito & Sato													3		1	1	1	2
<i>Glaborotella inflata</i> spp. indet.																		
<i>Glaborotella scitula</i> (Brady)		1	1	1	4	3			4	3		1						
<i>Glaborotella</i> spp.		2																
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny		10	8	15	15	11	15	14	10	10	7	13	8	13	9	11	12	37
Planktonic genus & species indet.		4	21	10	31	31	13	25	34	40	22	37	38	29	26	33	12	15
Miscellaneous genus		10	10	12	12	11	10	10	13	13	12	15	19	12	10	17	17	17
No. of species		207	189	266	405	279	259	219	484	307	242	292	306	257	189	312	218	174
No. of specimens		16.6	483.8	681.0	518.4	714.2	331.5	280.3	2478.1	393.0	2478.1	373.8	391.7	1315.8	483.8	798.7	558.1	890.9
Number/g		1.407	1.498	1.486	1.631	1.583	1.422	1.49	1.457	1.659	1.624	1.823	2.086	1.67	1.394	1.711	1.551	1.95
Shannon H		0.51	0.56	0.44	0.51	0.54	0.52	0.55	0.39	0.48	0.51	0.48	0.47	0.53	0.50	0.37	0.31	0.47
Evenness e <sup>H</sup> S																		

Table 5. List of fossil planktonic foraminifera from the Kuwae Formation in the Jinai-gawa section, Niigata Prefecture, Northeast Japan.

Species	JIN1	JIN2	JIN3	JIN4	JIN5	JIN6	JIN7	JIN8	JIN9	JIN10	JIN11	JIN12	JIN13	JIN14	JIN15	JIN16	JIN17	JIN18
<i>Globigerina angustumbilicata</i> Bolli		3				7	3	3	7							2	1	
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	45	39	81	38	63	43	61	38	31	37	48	29	62	37	32	23	40	27
<i>Globigerina falcomensis</i> Blow		4	3	2	11	4	3	1	1	1	8	1	5	2	6	1	2	3
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr & Zaitzeff	2		1	3	1	3	1	2	2					1	1			
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)		4	4	1	1	9	1	1	2					1	1			
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	4	4	4	1	1	9	1	1	2					2	2	1	2	2
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)	1	12	29	6	3	19	24	2	4	8	5	5	1	13	11	13	12	6
<i>Globigerinoides bollii</i> (Blow)																		
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)										1								1
<i>Globocornella inflata</i> (d'Orbigny) s.l.										2	71	74	13			3	5	2
<i>Globobulimina variabilis</i> Bolli											1							
<i>Globobulimina decoraperta</i> (Takayanagi and Saito)	1	1		1						5			2					
<i>Globobulimina woodi</i> (Jenkins)	4	14	10	6	13	7	9	6	5	3	7		3			3	5	4
<i>Neogloboquadrina asanoi</i> Group					6	2	12	3	3	17	1	7	1	7	1	3	2	6
<i>Neogloboquadrina</i> cf. <i>conglomerata</i> (Schwager) dextral	7		7	7	20	11	14	83	45	56	28	28	28	38	43	47	87	75
<i>Neogloboquadrina</i> cf. <i>conglomerata</i> (Schwager) sinistral										2	1			1			3	
<i>Neogloboquadrina dutretoi</i> Group	2				2	2	3	4	5	3	1		4	1	3	7	11	12
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli) dextral									2									
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli) sinistral	29	42	18	15	19	34	22	21	13	2	8	10	11	8	17	10	13	2
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) dextral	7	5	2	2		2	2		2	1		1						3
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) sinistral						3	3	4	5	4	18	2	12	4	7	12	12	18
<i>Orbulina</i> spp.	31	22	15	35	43	31	26	11	13	18	23	17	20	15	10	15	19	16
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Nattland)		1	3		2	3	8	4					3		1			4
No. of species	9	13	10	11	12	15	13	14	15	12	14	12	14	13	13	13	13	15
No. of specimens	146	207	193	134	207	223	205	226	170	169	186	182	244	203	176	182	243	209
Number / g	467.2	331.2	154.4	857.6	1324.8	356.8	328	1446.4	2176	1081.6	297.6	291.2	390.4	649.6	563.2	582.4	777.6	334.4
Shannon H	1.84	2.08	1.78	1.94	2.02	2.26	2.12	1.94	2.15	1.86	2.12	1.84	1.99	1.96	2.05	2.10	2.04	2.03
Evenness e <sup>H</sup> /S	0.57	0.57	0.54	0.58	0.58	0.64	0.59	0.50	0.61	0.53	0.60	0.48	0.52	0.54	0.60	0.58	0.55	0.51



Table 5. List of fossil planktonic foraminifera from the Kuwae Formation in the Jinai-gawa section, Niigata Prefecture, Northeast Japan. (continued)

Species	Sample number	JIN19	JIN20	JIN21	JIN22	JIN23	JIN24	JIN25	JIN26	JIN27	JIN28	JIN29	JIN30	JIN31	JIN32	JIN33	JIN34	JIN35	JIN36	JIN37	JIN38
<i>Globigerina angustilumbicata</i> Boli												1									1
<i>Globigerina bulboides</i> d'Orbigny		31	36	51	29	29	40	58	66	55	55	22	41	61	3	36	20	36	2	34	28
<i>Globigerina falconensis</i> Blow		5	1	6	6	3	1	5	3	3	3	3	3	2	2	5	1	7		8	4
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr & Zaitzeff		1					4	5	5	2	2		2	1							1
<i>Globigerinella obesa</i> (Boli)																					
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)		1	1			5	3	1	2	4	4	2	2	12	1	2		9		13	10
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)		6	9	2		3	5	1	2			2	2	2	1			3		3	1
<i>Globigerinoides bollii</i> (Blow)																					
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)																					1
<i>Globocornella imitata</i> (d'Orbigny) s.l.		1																			36
<i>Globorotulitoides variabilis</i> Boli			2																		
<i>Globoturborotalita decoraperfa</i> (Takayanagi and Saito)			1																		
<i>Globoturborotalita woodi</i> (Jenkins)			6	2	5	10	8	11	12	10	5	5	9	9	1	4	1	4		1	5
Neogloboquadrina asanoi Group		1	1	1					2												
Neogloboquadrina cf. conglomerata (Schwager) dextral		21	36	45	28	31	25	49	20	39	48	16	34	47	4	57	44	52	4	30	43
Neogloboquadrina cf. conglomerata (Schwager) sinistral		3	1	4										2	1	1		1			
Neogloboquadrina duterrei Group				5		2	1	4	8	4			8	7	1	3	2			10	6
Neogloboquadrina incompta (Cifelli) dextral		16	11	8	5	9	11	20	21	28	30	20	39	17	1	28	12	17	2	7	17
Neogloboquadrina incompta (Cifelli) sinistral		5	3	5		5		2	2	1			2		1						1
Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) dextral		4	3	3	2	2	1	2	5					3		2		3		1	
Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) sinistral		22	39	29	51	40	29	46	24	46	24	17	31	25	4	15	20	34	2	13	23
<i>Orbulina</i> spp.																					
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Natland)				3	1	3	1	2	2	5	2		1	1				3		1	1
No. of species		12	14	13	8	12	12	13	12	11	7	8	12	13	7	11	7	12	4	13	13
No. of specimens		133	182	210	164	208	191	285	203	233	211	111	212	266	21	188	128	225	16	183	287
Number/g		851.2	582.4	1344	524.8	665.6	407.5	608	433.1	745.6	675.2	710.4	678.4	851.2	134.4	802.1	273.1	180	102.4	585.6	459.2
Shannon H		2.09	2.03	1.98	1.84	2.05	2.01	2.11	1.95	1.95	1.81	2.03	2.06	1.95	1.75	1.91	1.66	2.03	1.33	1.99	1.95
Evenness e <sup>H</sup> /S		0.62	0.55	0.56	0.57	0.60	0.57	0.53	0.64	0.59	0.68	0.76	0.60	0.50	0.82	0.52	0.66	0.58	0.95	0.52	0.50

Table 6. List of fossil planktonic foraminifera from the Kuwae Formation in the Sakai section, Niigata Prefecture, Northeast Japan.

Species	Sample number	SAK1	SAK2	SAK3	SAK4	SAK5	SAK6	SAK7	SAK8	SAK9	SAK10	SAK11	SAK12	SAK13	SAK14	SAK14.5	SAK15	SAK16	
<i>Globigerina angustumbilicata</i> Boli																			
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny		21	1	6	16	9	8		16	20	24	15	12	4	18	14	7	4	4
<i>Globigerina falconensis</i> Blow		2			1	2	4		1	6	3	6	3	1		4	2		2
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr & Zaitzeff		3	5	2	19			4	3	1	5	2		1					
<i>Globigerinella obesa</i> (Boli)																			
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)		1	2			8	1		2	1	1					1	2		2
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)		19	1	5	13	2	4	4	4	1	11	9	2	1	8	8	14		6
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)						1													
<i>Globocornella inflata</i> (d'Orbigny)					4	16	63	27	57	111	64	19	118	78	37				1
<i>Globobulborotalita decoraperta</i> (Takayanagi and Saito)									1				1						
<i>Globobulborotalita woodi</i> (Jenkins)					3	11	2	3	2	1	7	3		3		2	1		4
<i>Neogloboquadrina asanoi</i> (Maiva, Saito and Sato)					6		2	2	2			1		1	2	3			3
<i>Neogloboquadrina</i> cf. <i>conglomerata</i> (Schwager) dextral		25	22	17	48	45	32	11	40	48	66	57	26	15	58	75	64		19
<i>Neogloboquadrina dufferrei</i> (d'Orbigny) dextral									2			5		4					2
<i>Neogloboquadrina dufferrei</i> (d'Orbigny) sinistral			1			5		1	1	4		9	1	1	5	2	1		
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli) dextral											1		1		1				1
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli) sinistral		3	2	6	5				3	1	1				1	1	1		1
<i>Neogloboquadrina keageensis</i> (Maiva, Saito and Sato)					2	2	2	2	4	3	2	3	1		14	7			1
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) dextral					5	3	5	7	3	5	7	9	2	4	8	11	10		9
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) sinistral		2	5	3	5				2		2	2	1		3				1
<i>Neogloboquadrina praehumerosa</i> (Natori) dextral				12															
<i>Neogloboquadrina praehumerosa</i> (Natori) sinistral																			
<i>Orbulina suturalis</i> Broennimann																			
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny																			
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Natland)		82	16	49	22	60	62	31	44	79	112	115	45	24	51	115	71		55
No. of species		9	8	9	12	13	9	10	16	14	12	15	12	11	13	13	12		12
No. of specimens		158	50	105	146	162	183	88	187	281	303	257	213	133	210	244	176		105
Number /g		252.8	320	672	934.4	1036.8	1171.2	563.2	1196.8	1798.4	1939.2	1644.8	1363.2	3404.8	2688	3123.2	2252.8		1344
Shannon H		1.45	1.45	1.69	2.01	1.82	1.55	1.72	1.92	1.59	1.71	1.81	1.35	1.35	1.97	1.50	1.50		1.60
Evenness e <sup>H</sup> S		0.47	0.53	0.60	0.62	0.48	0.52	0.56	0.42	0.35	0.46	0.41	0.32	0.35	0.55	0.35	0.37		0.41

Table 6. List of fossil planktonic foraminifera from the Kuwae Formation in the Sakai section, Niigata Prefecture, Northeast Japan. (continued)

Species	Sample number	SAK17	SAK17.5	SAK18	SAK19	SAK20	SAK21	SAK22	SAK22.5	SAK23	SAK23.5	SAK24	SAK25	SAK26	SAK27	SAK28	SAK29	SAK30	SAK31	
<i>Globigerina angustiumbilicata</i> Boli											6									2
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	27	17	26	15	24	26	20	20	7	10	18	19	10	19	19	27	38	30	52	
<i>Globigerina falconensis</i> Blow	2	2	6	6	5	3	3	3				4	5	1		5			10	
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr & Zaitzeff	3	3			5	3	1	1			1					1	2		15	
<i>Globigerinella obesa</i> (Boli)					1								2			3				
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	6	3		12	2	1	1	1	2	1	1	1	1		1	4			1	
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)	17	3	6	6	25	3	6	6	6	1	4	16	6	4	15	7	6	9	1	
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)																				
<i>Gibboconella inflata</i> (d'Orbigny)			5	8	8	2	1	1			1	1	1	1	1	1	3	1		
<i>Globobulborotalia decoraperta</i> (Takayanagi and Saito)											2									
<i>Globobulborotalia woodi</i> (Jenkins)	18	9	8	16	12	17	14	14	7	3	15	13	10	14		23		9	27	
<i>Neoglobobulborotalia asanoi</i> (Maiva, Saito and Sato)	1				4	4	8	3			2	1	2	6	1	9	3	4	8	
<i>Neoglobobulborotalia cf. conglomerata</i> (Schwager) dextral	12	34	61	43	63	55	32	31	31	28	50	38	30	27	52	36	32	28	25	
<i>Neoglobobulborotalia cf. conglomerata</i> (Schwager) sinistral	3	3	6	1	7	6	4	1	1	4	9	7	3	1	2	1	1	8	4	
<i>Neoglobobulborotalia duterrei</i> (d'Orbigny) dextral			13	3	5	1	1	2	1	1	1	4	1	2	4	2	3	8	5	
<i>Neoglobobulborotalia duterrei</i> (d'Orbigny) sinistral					1	1	1	1			1				1	1	1	1	4	
<i>Neoglobobulborotalia incompta</i> (Cifelli) dextral	4	2	5	5	3	2	2	1						3	1	1	2	1	1	
<i>Neoglobobulborotalia incompta</i> (Cifelli) sinistral	1	2												1						
<i>Neoglobobulborotalia kegaensis</i> (Maiva, Saito and Sato)	2	2	4		5	4	1	1	15	23		3	2	4	1	9	6	2	9	
<i>Neoglobobulborotalia pachyderma</i> (Ehrenberg) dextral	12	13		14	16	24	11	15			27	16	7	13	12	18	19	10	11	
<i>Neoglobobulborotalia pachyderma</i> (Ehrenberg) sinistral					3	2	3	2	2		2	3		1	1	1	2	4	3	
<i>Neoglobobulborotalia praeumerosa</i> (Natori) dextral																				
<i>Neoglobobulborotalia praeumerosa</i> (Natori) sinistral																				
<i>Orbulina suturalis</i> Broennimann																				
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny	48	58	78	62	119	51	51	51	96	86	157	144	61	80	164	47	70	45	62	
<i>Turborotalia quinqueloba</i> (Nattland)	13	14	11	13	18	14	16	16	12	9	15	13	14	15	14	17	16	14	17	
No. of species	153	153	218	192	308	201	157	173	173	157	296	269	141	177	276	195	191	160	240	
No. of specimens	979.2	3916.8	2790.4	4915.2	3942.4	2572.8	2009.6	2214.4	2009.6	2009.6	3788.8	3443.2	1804.8	2265.6	3532.8	2496	2444.8	2048	3072	
Number / g	2.04	1.91	1.81	2.03	2.04	2.00	2.05	1.51	1.51	1.36	1.60	1.64	1.84	1.83	1.36	2.22	1.91	2.11	2.23	
Shannon H	0.59	0.48	0.56	0.59	0.43	0.53	0.48	0.38	0.38	0.43	0.33	0.40	0.45	0.42	0.28	0.54	0.42	0.59	0.55	
Evenness e <sup>H</sup> S																				

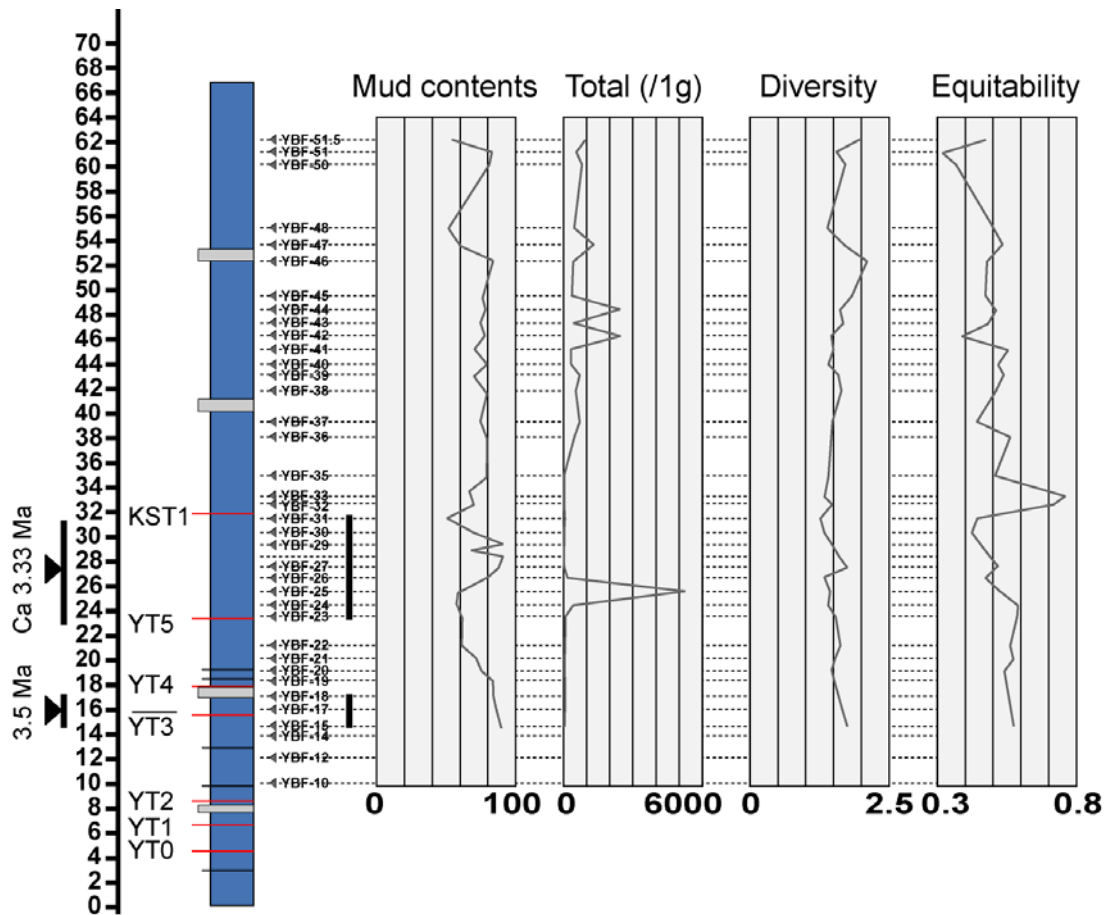


Fig. 48. Temporal changes of mud content, total number of planktonic foraminifera per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ) and equitability in the Ao and Yabuta Formations of the Nadaura area.

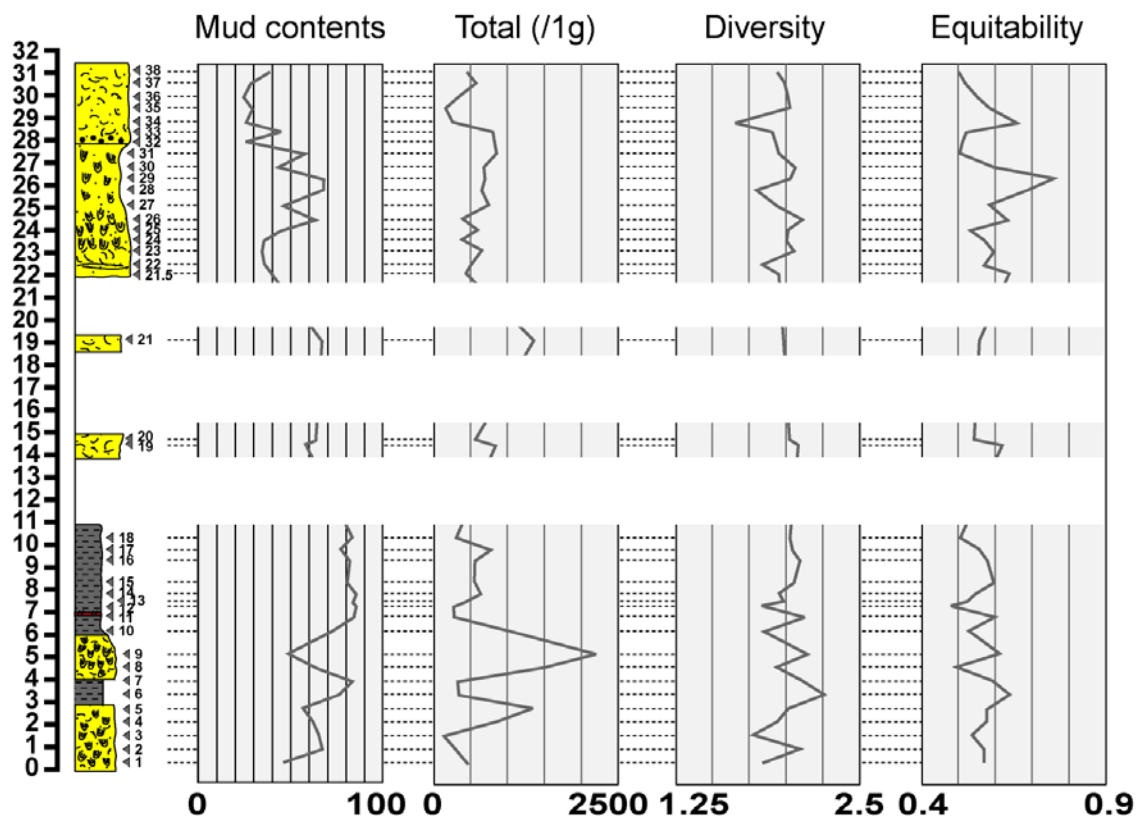


Fig. 49. Temporal changes of mud content, total number of planktonic foraminifera per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ), and equitability in the Kuwae Formation of the Jinai-gawa section.

【密度】全体的に高く、細かい変動を示しながら、下部から上部に向け低くなった (Fig. 50).

【種多様度】1.5~2.0 前後で変動した (Fig. 50).

【均衡度】少なくとも 2 回の大きなサイクルが認められた。最下部では比較的高いが、下部から中部では、均衡度が下がった。その上位では約 7 m の層準に向け増加した。中部から上部では、7 m の層準から 10~11 m の層準へ向け減少し、その上位で、再び上部に向け増加し、最大値となった (Fig. 50).

### 5.3.2. Q-mode 因子分析

貝形虫化石群集の分析と同様に、浮遊性有孔虫化石群集に影響を与えた共通因子を明らかにするため、Q-mode 因子分析を行った。

#### (1) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

寄与率は第 1~3 因子までで全体の 96.4%を説明する (Figs. 44, 51).

【第 1 因子】本因子は全体の 83.7%を説明し、*Neogloboquadrina pachyderma* dextral(+3.9)が高い正の因子得点を持つ。この種は、中~高緯度海域に卓説する種とされ、日本近海においては親潮域に代表されるように寒冷な水塊に対応して分布する (Domitsu and Oda, 2005)。従って、第 1 因子は親潮域に相当する表層環境を示唆する。

【第 2 因子】本因子は全体の 10.2%を説明し、*Globigerina quinqueloba* (*Turborotalita quinqueloba*)(-4.1)が高い負の因子得点を持つ。この種は、日本海域周辺においてほとんど陸棚付近に分布が限られ、低塩分な水塊の影響下で卓越する。また、河川から流入する淡水との関連性も指摘された (Domitsu and Oda, 2005)。従って、第 2 因子は陸域に近く沿岸水の影響が強い表層環境を示唆する。

【第 3 因子】本因子は全体の 2.5%を説明し、*Globigerinita glutinata*(-3.9)が高い負の因子得点を持つ。この種は、温度耐性や塩分濃度耐性が最も広く、典型的な汎存種であるとされるため、因子 3 の示唆する具体的な環境は不明である。

#### (2) 新潟県新発田市下石川~上荒沢地域の鍬江層

寄与率は第 1~4 因子までで全体の 95.2%を説明する (Figs. 45, 52).

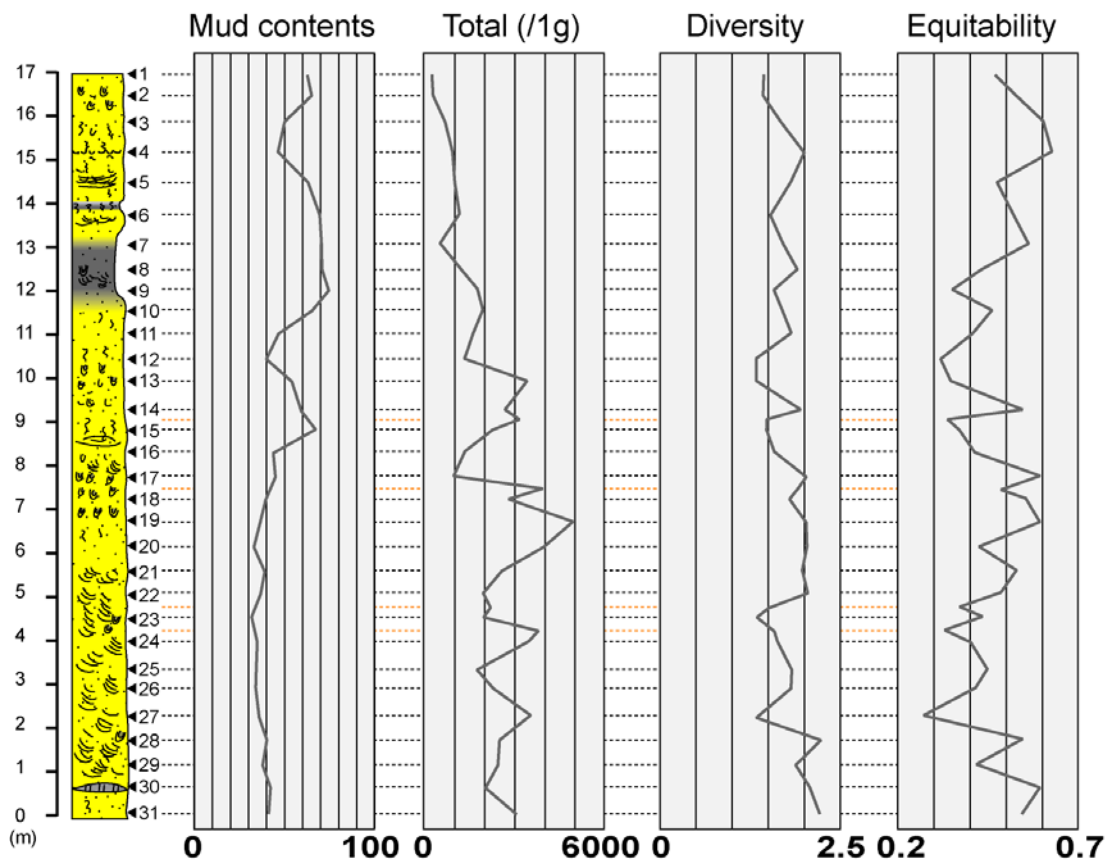


Fig. 50. Temporal changes of mud content, total number of planktonic foraminifera per 1g dried sediment sample, species diversity ( $H(S)$ ), and equitability in the Kuwae Formation of the Sakai section.

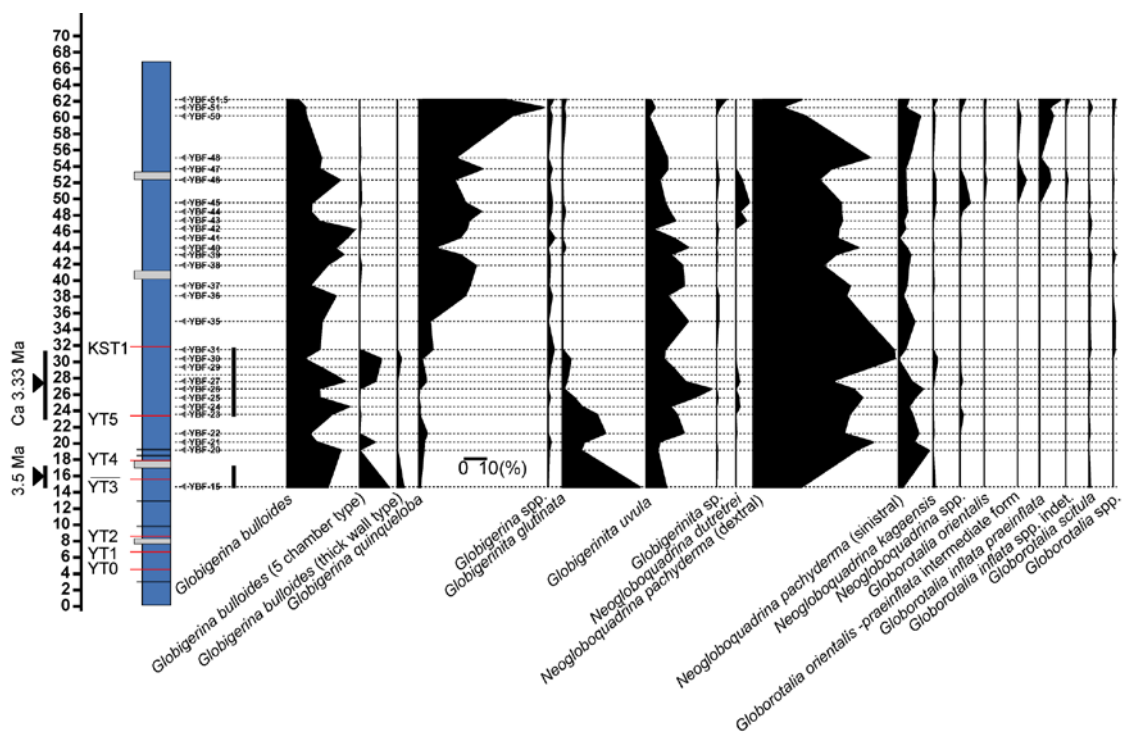


Fig. 51. Vertical changes of percentages of planktonic foraminiferal species in the Nadaura area.



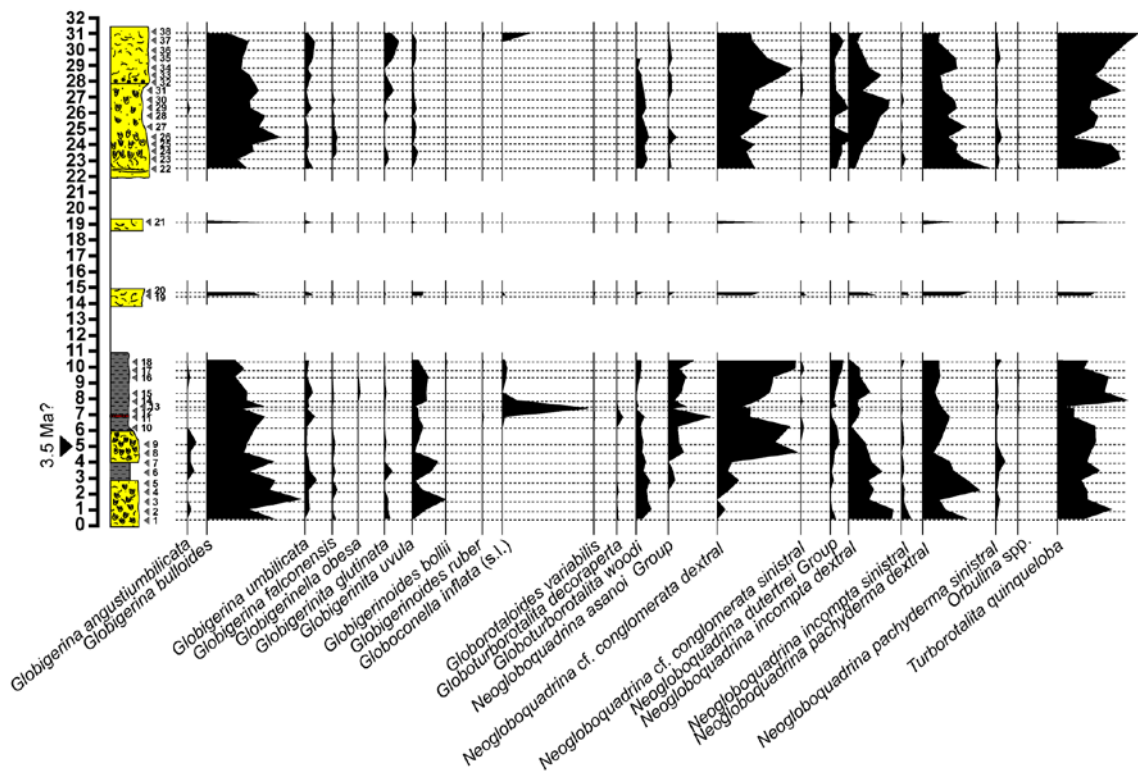


Fig. 52. Vertical changes of percentages of planktonic foraminiferal species in the Jinai section.

【第 1 因子】本因子は全体の 81.1%を説明し、*Neogloboquadrina cf. conglomerata* dextral (+4.5)が高い正の因子得点を持つ。この種の形態に基づいた分類は確立されておらず、*Neogloboquadrina* 属いずれかの種に組み込まれる場合が多い。そのため、現時点での具体的な生息環境は不明であり、第 1 因子が示唆する環境は不明である。

【第 2 因子】本因子は全体の 6.9%を説明し、*Globigerina bulloides*(+3.5)が高い正の因子得点を持つ。この種は、主に現在の対馬海峡西部に分布し、この海域は中国長江からの低塩分で栄養塩に富んだ表層水塊の影響下にある。

(Domitsu and Oda, 2005)。また、*G. bulloides* は一般に湧昇流の間接指標としても知られており（例えば、Thiede, 1975 ; Bé, 1977）、同種は鉛直混合により躍層が崩壊し、表層に栄養塩が豊富に供給された時に多産する(Schiebel et al., 2001)。このため、第 2 因子は湧昇流の影響を伴う栄養塩が豊富な表層環境を示唆する。

【第 3 因子】本因子は全体の 4.1%を説明し、*Globoconella inflata* (-4.5)が高い負の因子得点を持つ。この種は No. 3 *G. inflata* bed の構成種で、米谷 (1988)によれば同種の多産は相対的に温暖な水塊が日本海に流入したことを示唆すると解釈された。土橋・尾田 (2001) は太平洋側本州沖黒潮流軸部におけるこの種の現存量は水深 300 m で最大となることを示した。また、Domitsu and Oda (2005)の産出リストによれば、同種は現在の日本海にはほとんど産出しておらず、産出地点は対馬海峡付近に限られることを示した。これは、現在の日本海の深層が日本海固有水で満たされているため、*G. inflata* が好む水深はこの水塊の影響で同種が生息できないほど寒冷であるためと解釈されている（例えば、根本, 2013)。このため、第 3 因子は中層水における温帯水塊の存在を示唆する。

【第 4 因子】本因子は全体の 3.0%を説明し、*T. quinqueloba*(-4.5)が高い負の因子得点を持つ。従って、第 4 因子は陸域に近く沿岸水の影響が強い表層環境を示唆する。

### (3) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

求められた寄与率は第 1~4 因子までで全体の 97.9%を説明する (Figs. 46, 53)。

【第 1 因子】本因子は全体の 82.5%を説明し、*T. quinqueloba*(+4.6)が高い正の

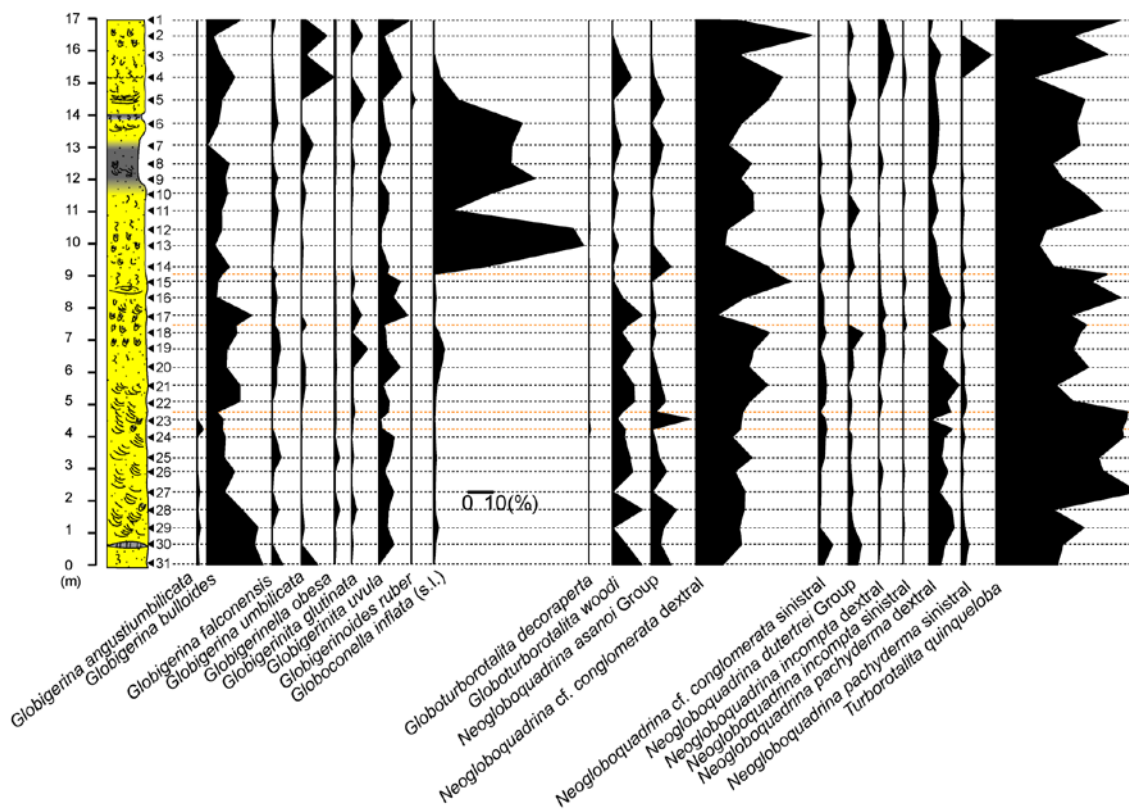


Fig. 53. Vertical changes of percentages of planktonic foraminiferal species in the Sakai section.

因子得点を持つ。従って、第 1 因子は陸域に近く沿岸水の影響が強い表層環境を示唆する。

【第 2 因子】本因子は全体の 9.7%を説明し、*G. inflata* (s.l.) (+4.6)が高い正の因子得点を持つ。従って、第 2 因子は中層水における温帯水塊の存在を示唆する。

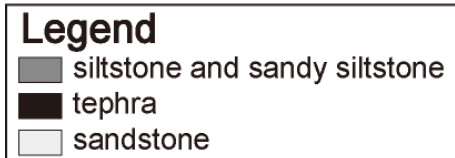
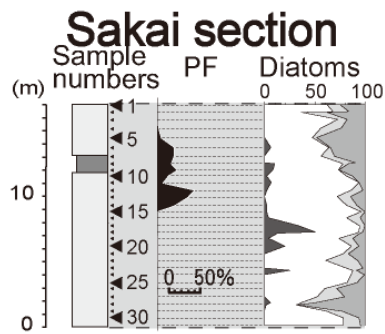
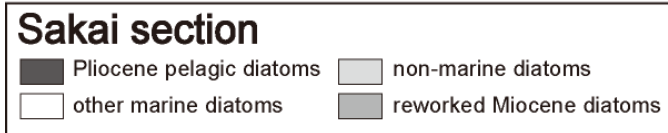
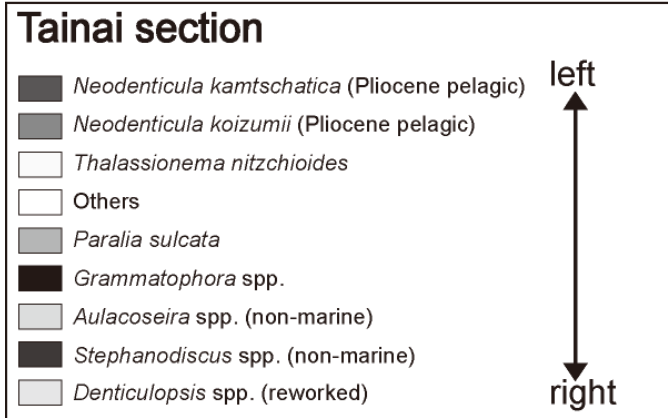
【第 3 因子】本因子は全体の 3.5%を説明し、*N. cf. conglomerata* dextral (-4.6)が高い負の因子得点を持つ。従って、因子 3 の示唆する具体的な環境は不明である。

【第 4 因子】本因子は全体の 2.3%を説明し、*G. bulloides* (+3.8)が高い正の因子得点を持つ。従って、第 4 因子は湧昇流の影響を伴う栄養塩が豊富な表層環境を示唆する。

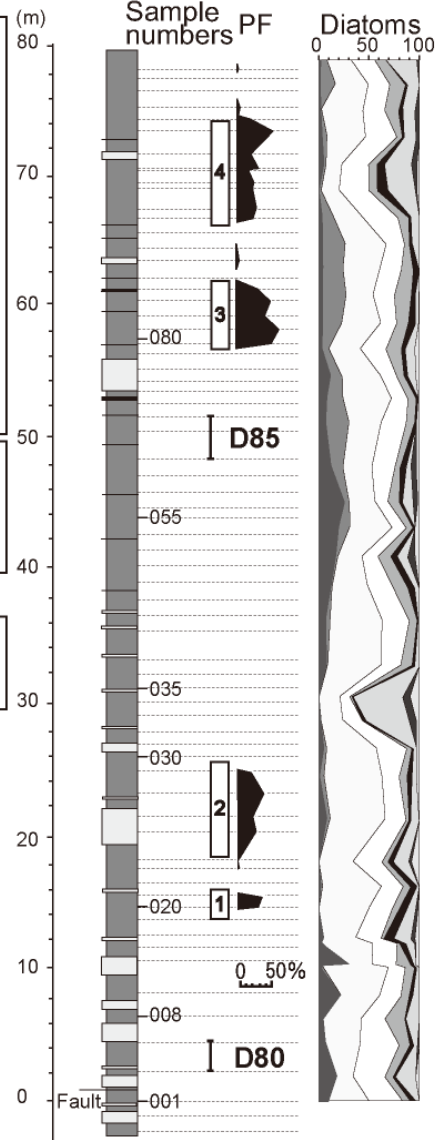
#### 5.4. 珪藻化石

堆積年代を推定する指標として、坂井セクションにおける珪藻化石層序の検討を行った。その結果、最上部の 2 試料を除く試料採取層準は NPD 8 帯 (3.5 ~ 2.7 Ma) に相当し、坂井セクションの鍬江層の試料のうち、少なくとも試料 17 以下の層準は、*N. koizumii* の急増層準 (D85, 3.0-3.1 Ma) より古い。最上部 2 試料は化石帯の指標種が産出しなかったため断定できないが、夏井セクションで認定された D85 の上位 120 m が NPD 8 帯であり、これら 2 試料が D85 の下位に当たる層準よりわずか 9 m 上位あることを考慮すると、これら 2 層準も NPD8 帯に相当する可能性が高い (Figs. 25, 54)。

## Diatoms



## Tainai section



Watanabe et al. (2003)  
Miwa et al. (2004)

Fig. 54. Diagram showing comparison between the Sakai section and the Natsui section on the basis of planktonic foraminifers and diatoms. D80 and D85 show diatom datums.

## 第6章 考察

### 6.1. No. 3 *G. inflata* bed の層序と対比.

浮遊性有孔虫種 *G. inflata* (s.l.) の産出に基づく対比を目的として, No. 3 *G. inflata* bed の再検討を行った.

富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層と新潟県の胎内市夏井地域および新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層において, *G. inflata* (s.l.) の初産出層準は, 珪藻化石層序の *N. koizumii* の初産出層準 (D 80, 3.5 Ma) と *N. koizumii* の急増層準 (D85, 3.0-3.1 Ma) の間に認められるため, 3.5~3.0-3.1 Ma に No. 3 *G. inflata* bed の基底が存在することになる. しかしながら, 既存の研究で連続的に層序が検討された富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層および新潟県胎内市夏井地域の鍬江層では (三輪ほか, 2004a, b), 藪田層で約 3.25 Ma, 鍬江層で約 3.4 Ma と見積もられ, 推定年代に差が生じている. これに関して三輪ほか (2004b) は, 珪藻化石層序の他に古地磁気層序のデータを用いて年代を推定した藪田層での年代値 (約 3.25 Ma) が, No. 3 *G. inflata* bed の基底年代として相対的に信頼できると判断した. しかしながら, 層序が連続的に検討された両層準において, 年代の見積りにこのような差が生じたのは珪藻化石層序における *N. koizumii* の初産出層準 (D 80, 3.5 Ma) の認定の難しさが原因であると考えられる.

*N. koizumii* の初産出層準と *N. koizumii* の急増層準の定義として, *N. koizumii* の初産出層準は, *N. koizumii* が初めて産出する層準を意味する. 一方, *N. koizumii* の急増層準は試料間隔が密である場合, 同属である *N. kamtschatica* との産出頻度が逆転する層準を意味する. 今回の両地域の鮮新統では, *N. koizumii* は急増層準で明瞭に急増し, *N. kamtschatica* との産出頻度の差を比較することが可能である. しかしながら, *N. koizumii* の初産出層準付近では *N. koizumii* の産出は極めて乏しく, また断続的であることが知られている (例えば, 渡辺, 2002; 渡辺ほか, 2003). この場合, 多くの連続的な試料を検討した中で, 最も下位に *N. koizumii* の産出が認められる層準が *N. koizumii* の初産出層準と認定されることになる. それゆえ, 新潟県胎内市夏井地域における鍬江層のように, 最下部が下部層の内須川層と断層で接している

層準については、より下位の層準から *N. koizumii* が産出する可能性があり、その場合、No. 3 *G. inflata* bed の基底年代が相対的に古く見積もられることになる。すなわち、夏井地域における鍬江層について、本当の意味での「*N. koizumii* の初産出層準」は断層より下位に存在しているため、両地域の No. 3 *G. inflata* bed の基底年代に差が生じた可能性も考えられる。

また、*G. inflata* (s.l.) の生息水深が両地域の産出年代に違いを及ぼしている可能性も検討する必要がある。この場合、*G. inflata* (s.l.) はより深海域で堆積した地層において多く産出する傾向を示すと推測される。新潟県胎内市夏井地域の鍬江層において *G. inflata* (s.l.) がはじめて多産する層準付近の貝形虫化石群集のデータは乏しいが (Iizuki et al., 2007)、藪田層において、3.4 Ma 前後の層準では因子分析の結果に基づくと寒冷な深海環境が推定された。この因子において最も因子負荷量が高い種は *R. tabukii* であり、この種は水深 150 m 以深に分布することが推測された。このため、堆積水深の上部に温暖な水塊が形成された場合、この層準に *G. inflata* (s.l.) が認められないのは不自然である。それゆえ、水深の違いが原因で、新潟県胎内市夏井地域の鍬江層に限り約 3.4 Ma に *G. inflata* (s.l.) が認められるという解釈は矛盾する。

その他、富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層が、新潟県胎内市夏井地域の鍬江層よりも暖流の影響を受けにくく *G. inflata* (s.l.) が分布しにくい地域で堆積した可能性についても検討する。北陸地域の新第三紀をまとめた藤井ほか (1992) に基づくと、藪田層堆積当時の古地理は能登半島に相当する部分が本州と分断され、海峡が形成されていたと考えられている。この能登半島基部における海域は *Conchocele bisecta*, *Lucinoma annulata*, *Acila Nuculana* 等の中～下部浅海帯の軟体動物化石の多産が認められており、ある程度水深を伴っていたことが推測される。新潟県胎内市夏井地域の鍬江層は、その分布から陸域付近で堆積したと考えられ、*G. inflata* (s.l.) 伴う温暖な水塊は陸域付近の水域にも影響を及ぼしていたものと推測される。それゆえ、ある程度堆積水深を伴う海峡が形成された能登半島基部における、藪田層の堆積環境が暖流の影響を受けにくい地域で堆積したため、*G. inflata* (s.l.) が分布しにくかったという解釈は矛盾する。

以上のことから、現時点では三輪ほか (2004b) が指摘したように、*G. inflata*

(s.l.)初産出層準の年代は藪田層における約 3.25 Ma が妥当であると考えられ、新潟地域においても同様にこの年代が適応されると推定した (Fig. 11).

藪田層において *N. koizumii* の急増層準から MT2 火山灰層直上までは浮遊性有孔虫化石群集の検討ができていないため、その間の *G. inflata* (s.l.) の産出状況は不明である。そのため、鍬江層における *G. inflata* (s.l.) の下位より 3~5 番目の多産区間 (三輪ほか, 2004) が藪田層では認められず、見かけ上両地域の産出傾向が異なっていると解釈される (Fig. 11)。この解釈に基づけば、*G. inflata* (s.l.) の産出傾向から新潟県下石川地域の鍬江層における下位の *G. inflata* (s.l.) が多産する層準も No. 3 *G. inflata* bed の基底に対比され、同地域における最上部の *G. inflata* (s.l.) の多産層準は夏井地域の 2 番目の多産区間に相当する。さらに、富山県富山市八尾地域に分布する三田層からは、MT1 凝灰岩層の約 5 m 上位から個体数は少ないが *G. inflata* (s.l.) が産出した。その間の堆積速度は不明であるが、MT1 凝灰岩層は  $3.4\sim 3.5\pm 0.2$  Ma 堆積したと推定されるため、この層準は *N. koizumii* 急増層準 (3.0-3.1 Ma) より下位の *G. inflata* (s.l.) 多産区間に相当する可能性が高い。それゆえ、この層準も No. 3 *G. inflata* bed の基底付近に対比するのが妥当と考えられる。

坂井周辺地域における *G. inflata* (s.l.) の多産層準は、産出傾向および珪藻化石層序との比較から、三輪ほか (2004) による胎内市夏井地域の鍬江層で報告された *G. inflata* (s.l.) 多産区間の中で、下位より 1 番目と 2 番目の多産区間の組み合わせか、あるいは 3 番目の多産区間の層準であると考えられる (Fig. 25, 54)。坂井セクションの *G. inflata* (s.l.) の産出傾向を詳細に検討すると、多産層準より下位においても数個体ほど、多くの層準で産出が認められる。この傾向は、胎内地域において下部では保存状態が不良であるため判断できないが、少なくとも 3 番目の多産区間には認められる。以上のことから、坂井地域における *G. inflata* (s.l.) の多産層準は胎内地域における 3 番目の *G. inflata* (s.l.) 多産区間に相当する可能性が高いと判断された。

## 6.2. 鮮新世の貝形虫化石相

Q-mode クラスタ分析の結果から認定された 4 つの化石相は、陸域周辺の浅海域で堆積した三田層の試料 (化石相②)、深海域で堆積した藪田層と鍬江層の



試料（化石相③），赤江川支流の三田層最上部試料および藪田層下部の試料（化石相①，④）にまとめられた（Figs. 31, 32）. 亜化石相は，赤江川支流の三田層最上部の試料および藪田層下部の試料を除き，地域ごとに認定された. 5つの亜化石相が認定された三田層は，層準ごとに堆積環境が大きく異なっている可能性が示唆される（Fig. 33）. これは三田層が相対的に浅海で堆積したため，その他の地層と比べ海水準変動などの影響が顕著に反映されたことによると解釈される. 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鋳江層では亜化石相内でさらに細分され，含泥率および岩相に基づき区分された上部層準で，急激な浅海化が起きた可能性が示唆される（Fig. 39）. また，比較的高い類似度であれば，他地域の亜化石相においても再区分が可能であった. このことは，地域差に基づく堆積環境が群集構成の違いに大きく起因しているが，同一地域であっても時代ごとに堆積環境は変化していたことを示唆している.

### 6.3. 各調査地域における堆積環境の垂直変化

#### (1) 富山県富山市八尾地域の三田層

三田層は Q-mode クラスタ分析によって化石相②に区分された三田層における，試料中の含泥率がその他の地域に比べ明らかに低い値を示し，特定の層準では貝形虫化石の群集構成がその他の地域ではほとんど認められない内湾性種が多産することから，研究地域の中で最も陸域に近い環境で堆積したと考えられる（Figs. 26, 31, 32, 33）.

赤江川本流の三田層は，凝灰岩層に基づく対比および下部層準での貝形虫化石群集構成の類似性から，赤江川支流と同様 NN16 帯下～中部 (3.66～2.75 Ma) に対比される可能性が高い（Figs. 3, 28, 33, 35, 43）. このことから，三田層の研究層準の堆積年代は少なくとも 3.66 Ma から *G. inflata* (s.l.) の初産出層準付近（約 3.25 Ma）であると推測される（Fig. 11）. この期間に堆積した三田層は大局的に 2 回の寒冷～温暖サイクルが認められ，温暖期には暖流系貝形虫種が産出することから暖流の影響下で堆積したことが示唆される（Figs. 43, 47）. 以下に詳細を述べる.

三田層では最下部で貝形虫の第 3 因子負荷量が高く，その上位では第 1 因子負荷量の値が高くなる. このことから，最下部層準では冷温な湾域環境が示唆

され、その上位で冷温～温帯の浅海環境へと変化したと推測される。この変化は、八尾地域の赤江川支流および本流の下部層準において共通して認められる。また、その後の冷温～温帯の浅海環境を示唆する層準からは暖流系貝形虫種の *C. hanaii* が産出したため、上部層準では現在よりも温暖な暖流が流入していた可能性が高い (Fig. 47)。下位より 18 m の層準より上位の 4 試料 (AKA22～25) では *C. hanaii* の産出個体数が多く、この層準付近で暖流の影響が最も強かったと推測される。連続的な試料採取が可能であった本流における MT1 凝灰岩層より下位の層準では、貝形虫に関して冷温な外洋の浅海環境を示唆する第 2 因子負荷量が高い値を示し、冷温な湾域の環境を示唆する第 3 因子負荷量が第 2 因子 2 負荷量と逆相関を示し、周期的に変化する。この間、暖流系種は産出せず、冷温～温帯の浅海環境を示唆する第 1 因子負荷量および第 4 因子負荷量も全体的に値が低いことから、この層準は冷温環境下で堆積し、暖流は弱体化したか、あるいは流入していなかったと考えられる。堆積場は湾域環境と外洋の浅海環境が交互に変化したと判断される。MT1 凝灰岩層より上位の層準では、那須野 (2010MS) および Irizuki et al. (2012) は両地域における凝灰岩層の層厚および凝灰岩層直上での貝形虫化石群集構成の違いから、赤江川本流での凝灰岩層層準付近の地層の削剥を指摘した。本研究でも、貝形虫化石の群集解析の結果、赤江川支流においてだけ MT1 凝灰岩層の直上で冷温な湾域の環境が推測された。このことから、この層準堆積時には寒冷化に伴う浅海化が起き、海水準の低下は三田層の一部の地層を削剥したと推測される。赤江川支流における、MT1 凝灰岩層の上下層準から多産する貝形虫種は *Yezocythere? sp.* であり、この種が好む生息環境を近縁種と同様水深約 40～50 m の湾域と仮定すると、海水準低下は最大で 50 m に達していたと推測される。その上位の層準では両層準とも冷温～温帯の浅海環境が示唆される。暖流系種に関して、本流では最上部試料 (AKA44) より *C. hanaii* が急増し、赤江川支流では AKA36S～39S より連続的に同種が産出した (Fig. 47)。また、那須野 (2010MS)、後藤ほか (印刷中) はほぼ同一の層準から両地域で中層水における温帯水塊の存在を示唆する *G. inflata* の産出を報告した。以上のことから、三田層では赤江川本流最上部および赤江川支流最上部付近の層準で再び日本海における暖流の流入量が増加したと推測される。三田層において *G. inflata* (s.l.) の産出量が乏しい理由は、同種が中層水

を好むため、他地域と比較し浅海域に堆積した三田層の堆積深度にはほとんど分布しないことが理由であると推測される。それ以降は暖流の流入量が縮小し、支流の最上部で認められるような仙台湾付近の冷温な環境へと変化したと推測される。

## (2) 富山県氷見市灘浦海岸地域の藪田層

藪田層の岩相はほとんどが砂質シルトから構成されており、その他の地域とくらべ含泥率が高く、多くが 80%前後であるため、研究地域の中で最も深海域で堆積したと考えられる (Figs. 27, 31, 32)。堆積年代は既存の研究報告に基づく 3.58Ma (ギルバート / ガウス境界) 以降から少なくとも *G. inflata*(s.l.) の初産出層準付近 (約 3.25 Ma) と推測される (Fig. 21)。この期間に堆積した藪田層は大局的に 1 回の寒冷～温暖サイクルが認められ、下部と上部では堆積環境が大きく異なっていたと推測される (Fig. 44)。以下に詳細を述べる。

藪田層の試料採取層準において、最下部付近は貝形虫化石が産出しないため、底質環境については不明である。一方、浮遊性有孔虫化石は産出が認められ、第 3 因子負荷量が高い値を示した。この因子は汎存種である *G. glutinata* の高い因子得点によって特徴づけられるため、具体的な環境は推定できない。しかしながら、尾田・嶽本 (1992) によると、この種は黒潮域である北太平洋西部縁辺の表層堆積物における優占種とされた。土橋・尾田 (2001) は黒潮流軸部において、この種の現存量が 50 m 付近で最大となることを示した。また、現生種の分布状況から、日本海においては対馬暖流の指標種のひとつとされる (Domitsu and Oda, 2005)。以上のことから、古日本海においても同種の多産は、相対的な温帯水塊の流入と関連する可能性がある。さらに、この層準には鮮新世における温帯水塊の指標種とされる *G. inflata* (s.l.) が産出しない。このため、*G. glutinata* が相対的な温帯水塊の流入により多産したと解釈した場合は、両種の分布水深の違いから、中層の温帯水塊は形成されず、50 m 前後の表層付近の限られた暖流が流入したものと推測される。その上位の層準では、貝形虫に関しては凝灰岩層 YT4 から KST1 の間で冷温～寒冷環境を示唆する因子が高い値を示す。また、それぞれの因子から、下位より 24～26 m 層準における寒冷な深海環境、約 27 m 層準における冷温な浅海環境、約 32 m 層準での寒冷な浅海環境が示唆された。特に、YBF31 の層準は *Schizocythere ikeyai* の優占によ

って特徴づけられる。この種は群集構成から寒冷化に伴う相対的海水準の低下との関連性が示されたため、本層準においても同様にこの層準付近で寒冷化に伴う浅海化が起きた可能性が示唆される。貝形虫化石群集に関して、密度および種多様度は YBF35 と YBF36 の間で大きく変化し (Fig. 27), この層準の下位と上位では環境が大きく異なると推測される。YBF36 より上位の層準では冷温な浅海環境を示唆する貝形虫の第 1 因子負荷量が高い値を示し、上部層準では相対的に温暖な浅海環境を示唆する第 3 因子負荷量の値も高いことから、藪田層では YBF35, 36 を境に冷温～寒冷環境から冷温～温帯環境へと変遷したと推測される。また、最上部層準では暖流の影響下にある浅海域付近の相対的深海環境を示唆する第 5 因子負荷量が高い値を示すため、浅海域における暖流の影響が推測される。これらの層準について、浮遊性有孔虫化石に関しては、最下部層準を除き、下位より YBF48 の層準まで連続的に第 1 因子負荷量が高い値を示し、この間は基本的には親潮域に相当する表層環境が示唆される。一方、底質環境が異なると推測した YBF36 より上位の層準では、表層環境においても陸域に近く沿岸水の影響が強い表層環境を示唆する第 2 因子負荷量の値が上昇し、第 1 因子負荷量の値は相対的に低くなる。これは表層環境においても、寒冷な親潮の影響が弱まったと推測される。底質環境において暖流の影響が推測された最上部層準では、浮遊性有孔虫の第 1 因子負荷量および第 3 因子負荷量の値は共に低いため、因子に基づく表層水温の推定は困難である。しかしながら、最上部層準には *G. inflata* (s.l.) の産出が認められたため (Fig. 51), 中層には温帯水塊が形成されていたと推測される。

### (3) 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層

新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層は岩相、含泥率、および Q-mode クラスタ分析の結果から、構造運動が激しい環境下で堆積したと考えられる (Figs. 28, 31, 32)。堆積年代は既存の研究報告に基づく 3.5～3.0 - 3.1 Ma の期間に堆積し、本研究層準における *G. inflata* (s.l.) の多産層準は夏井地域における *G. inflata* (s.l.) の下から 1 および 2 番目の産出区間に対比されると推測される。この期間に堆積した鍬江層は最下部における寒冷期を含め、大局的に寒冷～温暖環境への変化が認められ、下部層準における少なくとも 1 回の海進海退サイクルおよび、中～上部層準にかけての大きな浅海化が認められた (Fig.

45). 以下に詳細を述べる.

最下部から0~2 mの層準では, 全体的に貝形虫の第3因子負荷量の値が高く, 寒冷な浅海環境が推測される. 第3因子負荷量は *E. cf. concinna* の高い因子得点によって特徴づけられるため, この時期の古水温は極めて低かったと推測される. 一方, 2~4 m 付近の層準では第2因子負荷量の値が高く, 相対的に深海環境が示唆される. 表層に関しては, 浮遊性有孔虫の第2因子負荷量の値が高く, この間の層準は湧昇流の影響を伴う栄養塩が豊富に供給される環境であったと考えられる. その上位では貝形虫の第1因子負荷量と第2因子負荷量の変化から, 5 m 層準付近で一度浅海化が起こり, 6 m 層準から散在的に露頭が露出する約15 m 層準まで, 深海環境であったと推測される. これら深海環境を示唆する層準中には個体数は少ないが浅海域に生息する暖流系種が産出した (Fig. 47). 群集構成および因子得点から貝形虫の第2因子負荷量は浅海域付近の相対的深海環境を示唆すると解釈されるため, 浅海ではこのような暖流系種が生息できる程度に暖かく, それらの遺骸殻が深海域まで運搬されたと推測される. 一方, 表層環境に関しては, 2回目の深海化が起こる6 m 付近の層準で細かな変動が認められ, 浮遊性有孔虫の第2因子負荷量の値の増加から, 湧昇流の影響を伴う栄養塩が豊富に供給される環境へ変化した後, 7 m 付近の層準で *G. inflata* (s.l.)の多産によって特徴づけられる第3因子負荷量の値が高くなり, 中層水に温帯水塊が存在するようになったと考えられる. その後, 浮遊性有孔虫の第1因子負荷量が継続して高い値を示すため, 表層の環境については明瞭ではない. しかしながら, 中層水塊が形成された直下の層準における, このような因子の動向は, 暖流の流入初期に, 鉛直混合が一時的に強まった事を反映し, 湧昇流が起き, そのことが因子として反映された可能性がある. その他の層準においても暖流系貝形虫種の産出から, 表層付近には暖流の存在が推測される (Fig. 47). 15 m 付近より上位の層準では貝形虫の第2因子負荷量と第1因子負荷量が逆転し, 上部層準では常に第1因子負荷量が高い値を示すため, 上部層準は堆積場が浅海へと変化したと推測される. また, 多くの層準で暖流系種が認められ, それらの産出頻度は中部層準よりも浅海化後の上部層準の方が高い傾向を示した (Fig. 47). 海水準の低下に伴う浅海化が起きたと仮定した場合, 含泥率からは最下部層準を超える規模の海退が起きたと推測されるが (Fig. 28),

貝形虫の第 3 因子負荷量を特徴づける寒冷系種の産出などは認められない。以上の点を考慮すると、中～上部層準での急激な浅海化は、寒冷化に伴う海水準の低下ではなく、地域的なテクトニクスの変化によってもたらされた可能性が高いと推測される。浮遊性有孔虫に関しては、散在的に露頭が認められる 14～15 m の層準から上部の 27 m 層準付近まで第 2 因子負荷量が高い値を示す。このことは浅海化に伴い、冷温な環境に加えて湧昇流の影響を伴う栄養塩が豊富な表層環境へ変化したと推測される。さらに上部層準では、浮遊性有孔虫の第 4 因子 4 負荷量が多く層準で高い値を示すため、浅海化後、陸域に近く沿岸水の影響が強い表層環境へと変化したと推測される。最上部層準では、*G. inflata* (s.l.)が多産するため、中層水における温帯水塊の存在が示唆されるが、同種の産出頻度は下位の多産層準におけるそれと比較し低いため、第 3 因子負荷量にあまり反映されていないと考えられる (Fig. 52)。この層準と対比される夏井セクションにおける下から 2 番目の *G. inflata* (s.l.)産出区間は産出頻度が高く層厚もある。このことは、両者の違いは堆積水深の違いを反映しているか、あるいは夏井セクションの 2 番目の *G. inflata* (s.l.)産出区間に相当する層準の一部のみが最上部層準で捉えられたと推測される。

#### (4) 新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層

坂井周辺地域における鍬江層の堆積年代は、3.0～3.1 Ma 付近であると推測され、本層準における *G. inflata* (s.l.)の多産層準は胎内地域における *G. inflata* (s.l.)の下位より 3 番目の産出区間に相当すると考えられる。この期間に堆積した鍬江層は少なくとも 1 回の大きな海水準変動サイクルが認められた (Fig. 46)。以下に詳細を述べる。

貝形虫の因子分析の結果に基づくと、*Teichichnus* とみられる生痕化石が非常に多く認められる最下部より 0～5 m の層準では貝形虫の第 1 因子負荷量の値が高く、冷温～温帯な浅海環境が示唆される。一方、中部層準では第 1 因子負荷量および第 2 因子負荷量の値が、層準ごとに交互に高い値を示し、冷温～温帯な浅海環境から、浅海域付近の相対的深海環境あるいは寒冷な環境への変化が周期的に起きたと推測される。浮遊性有孔虫の因子分析結果からは、最下部層準で第 4 因子負荷量の値が高く、湧昇流の影響を伴う栄養塩が豊富な表層環境が示唆される。また、全体的を通じて第 1 因子負荷量の値が高く、陸域に近

く沿岸水の影響が強い表層環境が示唆される。中部から上部層準では SAK10～6 の層準で貝形虫の第 2 因子負荷量が高い値を示す。浮遊性有孔虫に関しては、これらの層準よりやや下位で第 2 因子負荷量が高く、SAK10～6 の層準でも同様に高い値を示した。さらに、貝形虫の因子分析結果により深海化が最も顕著となったと考えられる SAK7 の層準で暖流系種の *C. hanaii* が産出したため、深海化が起きた層準付近では浅海域における暖流の影響が強かったと推測される。このことから SAK10～6 層準での貝形虫の第 2 因子負荷量の高い値は温暖化に伴う海水準上昇による深海化を示唆するものと考えられ、両者の比較から堆積場は SAK14～12 の層準では温帯水塊影響下で堆積し、その後、海進によって深海化が進み、SAK10～6 の層準では中層水塊以深の環境下で堆積するようになったと推測される。Irizuki et al. (2007)は、胎内地域の同時期に堆積したと推測される *G. inflata* (s.l.)多産層準で、同様に海進の伴う温暖な中層水の存在を推定しており、今回の結果は、この結果に調和的であった。SAK5 の層準では、暖流の影響下にある浅海域付近の相対的深海環境を示唆する第 3 因子負荷量が高い値を示すが、表層では、浮遊性有孔虫の第 2 因子負荷量の値が低くなり、陸域に近く沿岸水を示唆する浮遊性有孔虫の第 1 因子負荷量および冷温な表層環境を示唆する第 3 因子負荷量の値が高くなる。その後、浮遊性有孔虫と貝形虫共に冷温および冷温～温帯な浅海環境を示唆する因子が高い値を示すことから、この層準では寒冷化による海水準低下に伴い、温暖な環境から冷温～温帯環境へと変化する移行期であると考えられる。最終的に、*Cytherua?* sp. 1 および *Neonesidea* spp. が多産する浅海環境へと変化したと推測される。

#### 6.4. 坂井地域の Mg/Ca 比に基づく古水温変化と群集変化との関連性

Mg/Ca 比に基づく古水温推定の結果は中～上部層準における微化石群集に基づく因子分析の結果と良い相関関係を示した (Fig. 46)。中～上部層準での古水温は、貝形虫の因子分析結果により冷温環境が示唆される層準では 0～4℃で変化し、冷温～温帯な浅海環境および浮遊性有孔虫分析により温暖な中層水の存在が示唆される層準では約 4～8℃を示した。このように、因子分析の結果と調和的な古水温の変化は、氷期-間氷期における暖流の消長と対応する可能性が高い。また、Irizuki et al. (2007)は夏井セクションにおいて、同時期の間氷期に堆

積したと考えられる層準から水温約 6~20°Cを好む *K. antisawanensis* が多産することを報告した。このため、本研究による Mg/Ca 比に基づき推定された底層水温は Irizuki et al. (2007)が想定した底層水温に比べ若干低く見積もられたことになる。このように、両研究結果において見積もられた水温に違いが生じた理由の 1 つは、生息水温と殻の Mg/Ca 比の関係にあると考えられる。今回の研究では試料中から産出した貝形虫殻の Mg/Ca 比を Dwyer et al. (1995)および Dwyer et al. (2002)が提唱した回帰式に代入することで古水温の値を求めた。しかしながら、これらの研究における回帰式を作成するために用いられた貝形虫殻は一部北極海などの、高緯度寒冷地域で採取された個体を含んでいる。同属であっても種が異なれば Mg/Ca 比が異なる場合も有り、それゆえ、水温が低い地域で採取した試料から作成した回帰式を直接用い、古水温を見積もったことが、Irizuki et al. (2007)が推定した値より低くなった原因であると解釈される。以上のように、絶対値の補正は今後、日本周辺の *Krithe* 属を用いた回帰式を作成し、行わなければならないが、水温変化があることは確かなことであると推定される。このように、本層準では下部層準も含め、少なくとも 2 回の水温変動サイクルが推測され、温暖な中層水の存在が示唆される層準ではこれまでの回帰式に基づけば、最大で 6°C前後の水温上昇があったことが示唆される。

#### 6.5. 鮮新世における日本海の初期暖流の流入傾向

堆積年代が他の研究地域と異なる新潟県胎内市坂井地域の鍬江層を除き、その他の 3 地域では、*G. inflata* (s.l.)の初産出層準より下位にいずれも大規模な寒冷化とそれに伴う海水準の低下が存在することが明らかとなった。この時代には MIS M2 とよばれる、極めて底質有孔虫の  $\delta^{18}\text{O}$  の値が高く見積もられた時期の存在が知られている(Lisiecki and Raymo, 2005)。MIS M2 の年代は約 3.3 Ma である。

この時代周辺は Mid-Pliocene warm period(3.3~3.0 Ma)とよばれ大局的に温暖な時期に相当する。また、酸素同位体比において示される寒冷化傾向およびそれ以前の振幅の小さな変動から、第四紀における振幅が大きく今日的な挙動を示す移行期の、最初期に相当する。現在予測される汎世界的な温暖化現象は人類の活動に伴う様々な現象に由来するとされるが、このような人類の影響を



差引いた純粋な現象としての地球温暖化の変動を推測するため、汎世界的に寒冷化が強化され始める時期において、温暖化傾向を示すこの時代は多くの研究者によって注目されてきた。しかしながら、温暖化に移行する、明瞭な氷期—間氷期の初動として注目されたという理由もあり、この時期の初めに起きた大規模な寒冷化イベントとしての MIS M2 に関する研究報告は極めて少ない。

Dwyer and Chandler (2009)は大西洋の DSDP site 607(約 42° N, 33° W), ODP site 925 および site 926 (約 4° N, 43° W) において、底生有孔虫化石における  $\delta^{18}\text{O}$  および貝形虫化石の Mg/Ca 比から推定した底層水温に基づき、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$  を求め、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$  における 0.1‰ の変化がおおよそ 10 m の海水準変化に相当すると想定した Shackleton and Opdyke (1973)の説を元に、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$  (SMOW) との比較から、約 3.4~2.9 Ma の古水深変動を見積もった。この時代における大規模な海水準変動は、北半球大陸氷床および南極大陸氷床の増減に由来する可能性が示唆され(例えば, Dowsett and Cronin, 1990 ; Webb and Harwood, 1993 ; Kennett and Hodell, 1995 など), 底生有孔虫の酸素同位体変動に基づき、各イベントにおける現在の海水準変動量との比較がなされた。その結果、MIS M2 (約 3.3 Ma)の寒冷化イベントは大西洋側でも認識されており (Dowsett and Cronin 1990; Holl et al., 2007), Dwyer and Chandler (2009) は北大西洋 DSDP site 607 による調査から MIS M2 の時期は現在より約 65 m 海水準が低かったと見積もった。同様に ODP site 925 および ODP site 926 ではそれぞれ、約 70 m および 50 m の海水準低下を見積もった。

藪田層の場合、MIS M2 の層準は C 2 An. 2r サブクロンの基底より上位で *G. inflata* (s.l.)の初産出層準よりも下位に位置する。また、三田層では MT1 凝灰岩層 (3.4 Ma 前後) の直上に相当すると考えられる。三田層の MT1 凝灰岩層の層準付近における古水深は Q-mode クラスタ分析によって、支流にのみ認められた層準における貝形虫化石群集の中で多産する *Yezocythere?* sp. および *C. cf. subreticulata* の存在を考慮すると、両種の好む水深分布から 50m 前後と推定される。大西洋で見積もられた海水準の低下の値を適用すると、MIS M2 の時代には陸上侵食を受けていた可能性が考えられる。このように、MT1 凝灰岩層直上の侵食面はこの海面低下に相当する可能性が高い。以上のことから、今回の調査で各地域に認められた海水準の低下あるいは寒冷化は、汎世界的な

寒冷化イベントである MIS M2 に対応可能で、当時の日本海は汎世界的寒冷化の影響を強く受けていたと考えられる。一方、このイベントの直上に *G. inflata* (s.l.) の初産出層準があり、その年代が約 3.25 Ma であることから、これは MIS M1 の温暖化イベントに相当し、三田層で推測された最初の暖流の流入時期はそれ以前の MIS MG1 の時期のものであると判断される。このことから、両者の暖流の規模は異なっており、MIS MG1 に流入した初期の暖流は小規模であり、MIS M1 に流入した暖流は中層に温帯水塊が形成されるほど大規模なものであったと推測される (Fig. 55)。以上の結果から、少なくとも 3.66–3.3 Ma 以前に日本海へ暖流がすでに流入していたことが推測され、暖流の本格的な流入は 3.25 Ma 以降に起きたと結論づけられる。また、坂井地域の鍬江層に関しては、夏井地域における鍬江層との対比から *G. inflata* (s.l.) の多産層準が MIS G19 の温暖化イベントを捉えている可能性が高いと推測される。

#### 6.6. 古日本海における暖流系種の変化

古日本海は形成以降、前期中新世後期から中期中新世初期にかけて (約 16 Ma)、熱帯海中気候事件とよばれる (土, 1986)、著しく温暖な海中気候の影響で高海水準下の多島海が形成された。生層序年代から田治部層もおおよそ、この時期に堆積したことが推定される。同時期に堆積した地層には、岐阜県瑞浪市周辺の明世層上部や、岩手県二戸地域の門ノ沢層等があり、門ノ沢層の上限は浮遊性有孔虫化石層序および珪藻化石層序に基づき 15.7 Ma と見積もられた (佐保, 1976 ; Koizumi, 1985 ; 小泉, 1986 ; 入月・松原, 1994)。田治部層から産出する *L. cf. pulchra* に対比される *L. pulchra* は、明世層上部の宿洞砂岩部層の群集中に認められ (Yajima, 1988, 1992)、岩手県二戸地域の門ノ沢層からも産出する。また、絶滅種である *P. okumurai* は明世層の優占種として報告された、以上のことから、これらの 2 種は当時の温暖な環境に適応し、この時代の日本海域に広範囲に分布していたことが推測される。

一方、熱帯海中気候事件以後、少なくとも約 14 Ma 以降には寒冷化が起き、この時代の層準からは、中新世で報告された温暖な気候下で生息した種が報告されなくなる (例えば, Tanaka, 2002, 2003 ; 松浦, 2013 など)。この時代周辺を境界としたタクサの変化は、軟体動物化石などにおいても確認されており

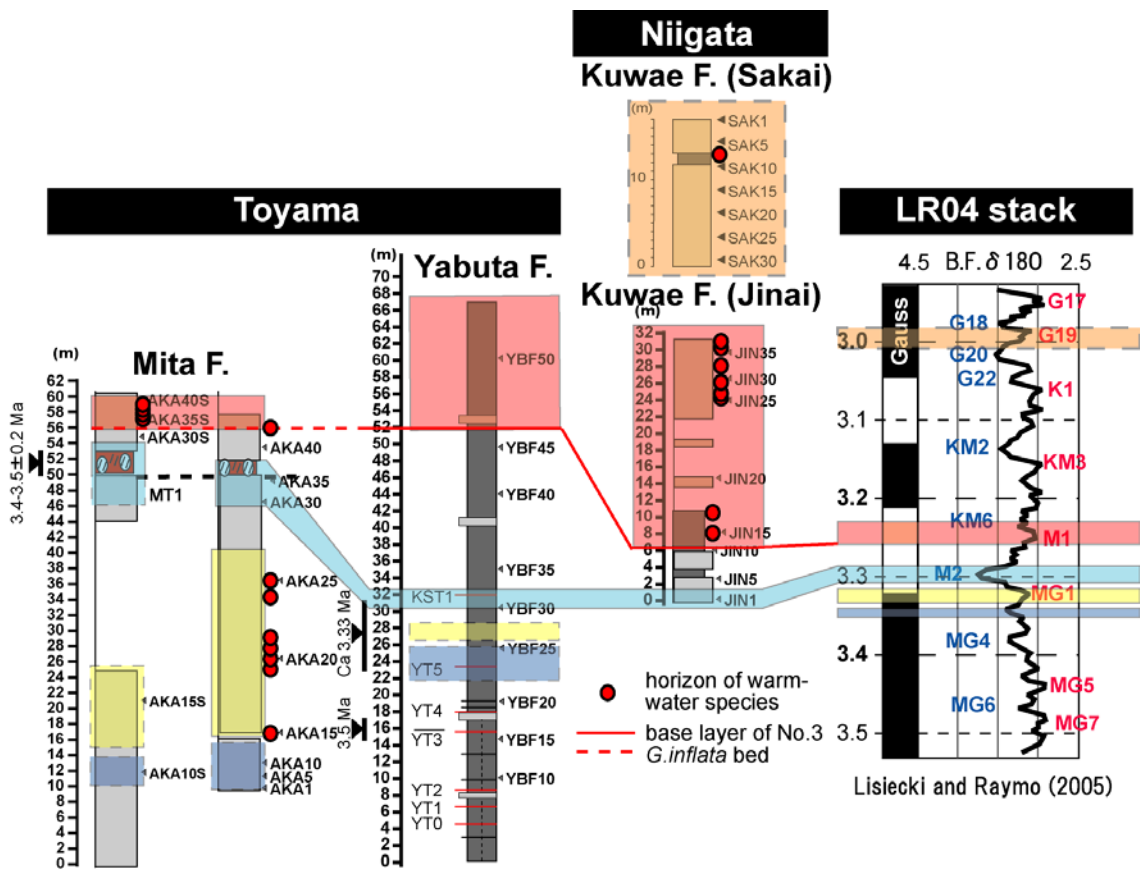


Fig. 55. Comparison of the temporal changes of paleoenvironment s in the Toyama and Niigata areas with oxygen isotope curve of the LR stack. Orange areas show around of the warming event G19. Red areas show a period of the warming event M1. Aqua areas show a period of the cool event M2. Yellow areas show a period of the warming event MG1. Blue areas show a period of cool.

(Chinzei, 1991 ; Ogasawara, 1994 など), これ以降, 南方からの暖流の流入が散在的になっていったことが推測されている. 松浦ほか (2013) は, 島根県松江市に分布する中部中新統布志名層下部から産出する貝形虫化石群集の検討を行い, 中期中新世の温帯タクサが認められないことを示し, Cronin and Ikeya (1987)によって定義された好冷性タクサである *Laperousecythere* 属, 環極域種である *Elofsonella* 属や *P. limicola* などの産出を報告した.

約 10 Ma になると南方海峡には大陸と日本列島をつなぐ陸橋が形成され, 現在の対馬暖流に相当する暖流の流入が制限されたと考えられている (Tada, 1994 など). この時期およびこれ以降の中新世の地層を対象とした研究報告は乏しいが, Irizuki (1994)は秋田県秋田市の下部中新統藤琴川層から産出した貝形虫化石群集を報告した. 藤琴川層は浮遊性有孔虫および石灰質ナンノ化石などの生層序に基づき, 堆積年代は約 7–8 Ma と推定された. Irizuki (1994)は, 藤琴川層下部から採取した 5 試料から, 38 属 78 種の貝形虫を報告し, そのうち Cronin and Ikeya (1987)によって定義された環極域種が 13 種, 好冷性種が 10 種, 認められることを示した. このように, 少なくとも日本海側からは, 約 14 Ma 以降, 中新世における温暖な影響下で生息した種の産出が認められなくなる. このため, 本研究で対比された層序関係に基づくと, 本研究層準の約 3.66 ~ 3.4 - 3.5 ± 0.2 Ma に堆積したと推定される三田層中部から産出する *C. hanaii* は中新世以降における, 初めての明らかな暖流系種であると推測される. また, *L. pulchra* および *P. okumurai* は本研究における日本海側の鮮新統のいずれの地層からも産出が認められないことから, 鮮新世から産出する暖流系種は, 中新世から産出する種群とは系統が異なり, 暖流の流入とともに南方海峡から移動してきたものと推測される. さらに, 同属の *C. senkakuensis* が, 現在の日本海にも生息していることを考慮すると, 水温の変化はあるものの暖流の流入形態は鮮新世の時代と比較し, 大きな違いは認められないものと判断される.

また, 上記の 2 種の他に, 前期中新世後期から中期中新世初期の温暖な時期には *Cornucoquimba moniwensis* の多産が報告されており (例えば, Ishizaki, 1966 ; Yajima, 1992 など), 田治部層からも産出が認められる. この種は現生種として生息が確認されているが, 現在は生息数が少なく, 東北日本の仙台湾などの冷温帯に分布が認められている. このように貝形虫種の中には, 生息域

を変化させることで気候変化に適応した種も存在する。

## 第7章 結論

本研究では、日本海側北陸地方に分布する鮮新統のうち、富山県富山市八尾地域の三田層、富山県氷見市灘浦地域の藪田層、新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層、および新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層から産出する微化石群集の組成を明らかにし、群集解析および化学分析に基づきこれらの地層の古環境変遷を高解像度で復元した。また、これまでの研究報告をまとめ、各地域の層準を対比し、汎世界的な海水準変動サイクルに伴う日本海域における海洋イベントを明らかにした。

1. 富山県富山市八尾地域の三田層、富山県氷見市灘浦地域の藪田層、新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層、および新潟県胎内市坂井周辺地域の鍬江層から、現在の日本列島周辺海域に広く分布する種および湾域のやや閉鎖的な環境を好む種に加え、東シナ海で認められる亜熱帯性種や北極域で認められる環極域種および絶滅種を含めた 300 種以上の貝形虫化石が認められた。
2. クラスタ分析の結果、4 地域から採取された試料は 4 つの化石相 (①～④) にまとめられることが明らかになった。また、化石相②では 5 つの亜化石相が認定され、陸域周辺海域では層準ごとに大きく異なる堆積環境が示唆された。
3. 既存の研究で報告された各地域の生層序、古地磁気層序、フィッション・トラック年代、および広域火山灰層の対比をまとめ、研究地域で認められる *G. inflata* (s.l.) 産出層準を比較した。その結果、No. 3 *G. inflata* (s.l.) bed の基底は藪田層で見積もられた年代である約 3.25 Ma が最も適切であることが再認識された。
4. No. 3 *G. inflata* (s.l.) bed 基底より下部で暖流系貝形虫種が産出し、暖流の流入が、No. 3 *G. inflata* (s.l.) bed の層準より以前にすでに起きていたことが明らかになった。
5. 藪田層を除く鮮新統から現在の日本海側北陸地域には認められない暖流系貝形虫種が確認され、堆積当時の日本海浅海域では現在より温暖な暖流が流入していたことが明らかになった。
6. 新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層に認められた上部層準の浅海化は暖流系種の産出傾向から、寒冷化に伴う海水準低下ではなく、地域的な構造

運動による浅海化であった可能性が示唆された。

7. 新潟県胎内市坂井周辺地域における鍬江層から採取した *Krithe* 属の Mg/Ca 比に基づく古水温が推定され、少なくとも坂井地域における鍬江層の堆積層準は 2 回の水温変動サイクルを伴っていることが明らかになった。また、因子分析に基づき、温帯水塊が存在した時期に約 6°C の水温上昇が見積もられた。

8. 富山県富山市八尾地域の三田層、富山県氷見市灘浦地域の藪田層および新潟県新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層に認められた寒冷環境を示す層準は、いずれも約 3.3 Ma に起きた汎世界的な寒冷化イベントである MIS M2 の時期に堆積した可能性が示唆され、日本海での大規模な寒冷化とそれに伴う海水準低下が明らかになった。また、高緯度に位置する新発田市下石川～上荒沢地域の鍬江層の一部の層準から、主に現在の北極域に分布する寒極域種の多産が確認され、堆積当時の日本海が極めて寒冷な環境であったことが明らかになった。

9. 中新世から鮮新世にかけての貝形虫化石群集の検討から寒冷期を挟んで、中新世と鮮新世から産出する暖流系種が異なることが明らかになった。

## 謝辞

本論文を作成するにあたり、指導教員である島根大学総合理工学研究科地球資源環境学領域の入月俊明教授には論文に関するご指導をはじめ、現地での指導、および貝形虫化石の同定作業のご指導など大変なご尽力を賜り、ご足労をおかけした。また、研究内容に関して極めて明確な指針を示していただき、執筆への道標を与えて頂いた。同講座の林 広樹准教授には、浮遊性有孔虫化石の同定をして頂き、入月俊明教授同様、研究内容に関する指針を示して下さった。また、研究室が異なるにも関わらず、自身の教え子のように丁寧にご指導して下さい。同講座の大平博人准教授には本研究内容に関する年代値の推定のため、フィッシュン・トラック法による年代測定をして頂いた。同じく同講座の Barry Roser 准教授には Abstract の修正をして頂いた。信州大学理学部の山田 桂准教授には藪田層の貴重な微化石試料を提供いただいた。また、鍬江層における貝形虫殻の Mg/Ca 比の測定に関して多大なるご指導をして頂いた。高知大学海洋コア総合センターの岡村 慶准教授には ICP-AES の使用方法に関して丁寧にご教示頂いた。産業技術総合研究所地質情報研究部門の柳沢幸夫博士には、鍬江層における珪藻化石の同定をして頂くとともに温かいご指導を頂いた。島根県立自然館の河野重範博士、香港大学研究員の岩谷北斗博士、島根大学大学院総合理工学研究科マテリアル創成工学の吉岡 薫氏には、研究を通じて活発な議論にお付き合い頂いた。

株式会社蒜山地質年代学研究所の竹下浩征博士をはじめ社員の方々には、大学退学後、そして就職後においても研究の機会を与えて頂くなど、始終温かく見守り続けて頂き、言葉では言い尽くせないご好意を頂戴した。最後に、愚息であるにもかかわらず、ここまで温かく見守り支え続けて下さった両親に心より感謝したい。

私の研究に携わっていただいた、すべての方々のご教授、ご尽力なくして本研究は成し得なかった。この場をお借りし、すべての皆様に心より御礼申し上げます。

本研究は JSPS 科研費基盤研究 C (225404763)、代表者：入月俊明の一部を使用した。



## Faunal reference list

I discuss shortly ostracode species in the plates.

### *Cytherelloidea hanaii* Nohara

Remarks: The genus *Cytherelloidea* has been reported in subtropical shallow seas in the world (e.g. Zhou, 1995).

### *Neonesidea* sp.

Remarks: The genus *Neonesidea* has been reported in littoral to sublittoral seas in Japan (e.g. Zhou, 1995). Species in the present study is similar to *Neonesidea oligodentata* (Kajiyama) but the former is different from the latter from having morphology.

### *Paranesidea* sp.

Remarks: The genus *Paranesidea* has been reported in subtropical shallow seas in the world (e.g. Zhou, 1995). Species in the present study resembles genus *Neonesidea* but the former is different from the latter from having numerous pits on the valve surface. Numerous pits on the valve surface.

### *Triebelina* sp.

Remarks: The genus *Triebelina* has been reported in subtropical shallow seas in the world (e.g. Zhou, 1995).

### *Pontocythere subjaponica* (Hanai)

*Cushmanidea subjaponica* Hanai, 1959a, p. 298, 299, pl. 16, figs. 4-6; Ishizaki, 1966, p. 138, pl. 17, fig. 4; Ishizaki, 1968a, p. 19, pl. 3, figs. 16, 17; Ishizaki, 1969, p. 216, pl. 26, fig. 17; Ishizaki, 1971, p. 79, pl. 2, fig. 18; Igo and Ikeya, 1971, p. 203, fig. 12.

*Pontocythere subjaponica* Yajima and Lord 1990 p. 159, fig. 5-11.

Remarks: This species was first described from recent beach sand, Kanagawa Prefecture (Hanai, 1959).

***Krithe antisawanensis* Ishizaki**

*Krithe antisawanensis* Ishizaki, Ishizaki, 1966, p. 137, 138, pl. 18, figs. 17, 24, 25.

Remarks: This species was first described from the Miocene Hatatate Formation, Miyagi Prefecture (Ishizaki, 1966).

***Kotoracythere* sp.**

*Kotoracythere* sp. Tabuki, 1986, p. 61, pl. 1, figs. 14-19.

*Kotoracythere* sp. A. Cronin and Ikeya, 1987, p. 76, pl. 3, fig. 18.

Remarks: This species has been widely reported from Plio-Pleistocene formations in northern Japan (e.g. Tabuki, 1986; Cronin and Ikeya, 1987).

***Munseyella hatatatensis* Ishizaki**

*Munseyella hatatatensis* Ishizaki, 1966, p. 153, pl. 19, fig. 12; Ishizaki, 1971, p. 92, pl. 4, figs. 5, 6.

Remarks: This species was first described from the Miocene Hatatate Formation, Miyagi Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1966).

***Munseyella japonica* (Hanai)**

“*Touluminiä*” *japonica* Hanai, 1957b, p. 478, 479, pl. 11, figs. 1a-e, text-figs. 3a, b, 4a, b.

*Munseyella japonica* (Hanai): Hanai, 1957b, p. 481; Hanai, 1961a, p. 362, text-fig. 6, figs. 1a, b, 2a, b; Ishizaki, 1968a, p. 38, pl. 5, figs. 21, 22; Ishizaki, 1975, p. 56.

This species was first described from the shore back of an Imperial villa, Kanagawa Prefecture (Hanai, 1957b).

***Pectocythere daishakaensis* Tabuki**

*Pectocythere daishakaensis* Tabuki, 1986, p. 59-60, pl. 2, figs. 1-7, text-figs.

16.1, 2.

Remarks: This species was first described from the Pleistocene Daishaka Formation, Aomori Prefecture, northeast Japan (Tabuki, 1986).

***Callistocythere japonica* Hanai**

*Callistocythere japonica* Hanai, 1957a, p. 457-459, pl. 9, figs. 2a-g, text-figs. 1B, C, 2E, F, pl. 10, fig. 7; Hanai, 1961a, p. 368, text-fig. 10, figs. 3a, b.

Remarks: This species was first described from the recent shore, Kanagawa Prefecture (Hanai, 1957a).

***Callistocythere* cf. *setanensis* Hanai**

Cf. *Callistocythere setanensis* Hanai, 1957a, p. 457, pl. 10, figs. 3a, b.

Remarks: *C. setanensis* was first described from the Pliocene Setana Formation, Hokkaido. This species in the present study is different from the type specimens of *Callistocythere setanensis* in having different reticulation

***Callistocythere* aff. *setanensis* Hanai**

Remarks: This species is similar to *Callistocythere setanensis* Hanai, 1957a, but the former has larger valves than the latter.

***Callistocythere* cf. *undulatifacialis* Hanai, 1957**

Cf. *Callistocythere undulatifacialis* Hanai, 1957a, p. 455, pl. 7, figs. 3a-d, pl. 10, fig. 6.

Remarks: *C. undulatifacialis* was first described from the recent beach sand, Kanagawa Prefecture. This species in the present study is different from the type specimens of *Callistocythere undulatifacialis* in having different reticulation.

***Callistocythere* sp. 3**

Remarks: This species has not been described yet.

***Callistocythere* sp. 4**

Remarks: This species has not been described yet.

***Callistocythere* sp. 6**

Remarks: This species is similar to *Callistocythere* cf. *setanensis*; Ozawa, 2008, pl.1, fig. 6, but This species in the present study is different from the latter in having sharp reticulation

***Cythere* sp. 1**

Remarks: This species is similar to *Cythere hanaii* Tsukagoshi and Ikeya, 1990, but it slightly differs in valve morphology and pore distribution.

***Cythere* sp. 2**

Remarks: This species is similar to *Cythere golikovi* Schornikov, 1974, but slightly differs in valve morphology.

***Hanaiborchella miurensis* (Hanai)**

*Paijenborchella miurensis* Hanai, 1970, p. 725, 726, pl. 107, fig. 2, pl. 108, figs. 2a-e, text-figs. 7C, D, 11H.

*Hanaiborchella miurensis* (Hanai) Yajima, 1992, p. 256, pl. 31, fig. 4.

Remarks: This species was first reported from the recent beach sand, Kanagawa Prefecture, central Japan (Hanai, 1970).

***Hanaiborchella triangularis* (Hanai)**

*Paijenborchella triangularis* Hanai, 1970, p. 724, 725, pl. 107; fig. 1, pl. 108, figs. 3a-f, text-figs. 7A, B.

Remarks: This species was first reported from the recent beach, Kanagawa Prefecture, central Japan (Hanai, 1970).

***Paijenborchella hanaii* Tabuki**

*Paijenborchella hanaii* Tabuki, 1986, p. 126, pl. 3, figs. 3-10; Irizuki, 1994, p. 9, pl. 1, fig. 14; Irizuki and Matsubara, 1994, p. 151, pl. 1, fig. 6; Kamiya et al., 1996, p. 162, figs. 3-9; Ozawa, 1996, p. 113, pl. 7, fig. 7.

Remarks: This species was first described from the Pleistocene Daishaka Formation, Aomori Prefecture, northeast Japan (Tabuki, 1986).

***Palmenella limicola* (Norman)**

*Palmenella* sp. Hanai, 1961, p. 369, text-fig. 11, figs. 4a, b.

*Palmenella limicola* (Norman) Ishizaki, 1966, p. 156, pl. 19, fig. 8; Hanai, 1970, p. 704, text-fig. 6B, 7G, H.

*Palmenella limicola* (Norman) Hanai, 1970 p. 702, text-figs. 6-B, 7-G, H

Remarks: This species was reported from the Pliocene Setana Formation, Hokkaido.

***Schizocythere kishinouyei* (Kajiyama)**

*Cythere kishinouyei* Kajiyama, 1913, p. 11, pl. 1, figs. 61-63.

*Schizocythere kishinouyei* (Kajiyama) Hanai, 1961, p. 369, text-fig. 11, figs. 3a, b.

Remarks: This species was first reported from recent sediments in Misaki, Miura City, Kanagawa Prefecture, central Japan (Kajiyama, 1913). This species has been widely reported from shallow sandy bottoms under the influence of warm currents in Southwest Japan (e.g. Hanai *et al.*, 1977; Zhou, 1995).

***Schizocythere ikeyai* Tsukagoshi and Briggs**

*Schizocythere okhotskensis* Hanai, Cronin and Ikeya, 1987, p. 81, pl. 2, fig. 14.

*Schizocythere* sp. A. Brouwers, 1990, p. 55, pl. 5, figs. 10, 11.

*Schizocythere* sp. Ikeya et al., 1992, p. 350, figs. 11-14, 15.

*Schizocythere* sp. 1. Ozawa, 1996, pl. 8, fig. 10.

*Schizocythere ikeyai* Tsukagoshi and Briggs, 1998, p. 2, 4, 6, 8, 9, pl. 25.

Remarks: This species was first described from the Pliocene Yabuta Formation, Toyama Prefecture.

***Aurila* cf. *corniculata* Okubo**

Cf. *Aurila corniculata* Okubo, 1980, p. 399-400, fig. 10.

Remarks: This species resembles *A. disparata* Okubo, 1980 in the shape of valves, but differs from the latter in having the postero-dorsal protuberance.

This species in the present study is different from the type specimens of *Aurila corniculata* in having different marginal ridge.

***Aurila* cf. *hataii* Ishizaki**

Cf. *Cythere villosa* Baird. Imanishi, 1954, p. 90, fig. 2.

Cf. *Aurila hataii* Ishizaki, 1968, p. 20, pl. I, figs. 5, 6, pl. 4, figs. 5, 6; Hanai et al., 1977, p. 43.

*Aurila* cf. *hataii* Ishizaki, 1971, p. 81, pl. 2, figs. 2, 3.

Remarks: This species in the present study is different from the type specimens of *Aurila hataii* in having different marginal ridge.

***Aurila shigaramiensis* Ozawa**

*Aurila shigaramiensis* Ozawa, 2008, p. 171-173, pl. 3, figs. 11-18.

Remarks: This species was first described from the Pliocene Ogikubo Formation, Nagano Prefecture, central Japan (Ozawa, 2008).

***Aurila togakushiensis* Ozawa**

*Aurila togakushiensis* Ozawa, 2008, p. 171, pl. 3, figs. 1-10.

Remarks: This species was first described from the Pliocene Ogikubo Formation, Nagano Prefecture, central Japan (Ozawa, 2008).

***Aurila tsukawakii* Ozawa and Kamiya**

*Aurila tsukawakii* Ozawa and Kamiya, 2009, p. 29-35, fig. 2.

Remarks: This species was first described from the Pleistocene Omma Formation, Toyama Prefecture, central Japan (Ozawa and Kamiya, 2009).

***Cornucoquimba moniwensis* (Ishizaki)**

*Hermanites moniwensis* Ishizaki, 1966, p. 158, 159, pl. 18, figs. 1-3.

*Cornucoquimba moniwensis* (Ishizaki) Ishizaki and Matoba, 1985, p. 17, pl. 2, fig. 13; Ikeya and Suzuki, 1991, p. 134, fig. 13.

Remarks: This species was first described from the Miocene Moniwa Formation, Miyagi Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1966).

***Cornucoquimba tosaensis* (Ishizaki)**

*Hermanites tosaensis* Ishizaki, 1968a, p. 41, pl. 2, fig. 4, pl. 8, figs. 13, 14; Ishizaki, 1969, p. 222, pl. 26, fig. 19.

*Cornucoquimba tosaensis* (Ishizaki) Hanai et al., 1977, p. 48; Okubo, 1979c, p. 144, figs. 2g, h.

Remarks: This species was first described from the recent sandy mud in Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, southwest Japan (Ishizaki, 1968).

***Cornucoquimba* sp. 1**

Remarks: This species is similar to *Cornucoquimba tosaensis* (Ishizaki) in general outline, but differs from the latter in having distinct reticulated surface ornamentation.

***Elofsonella* cf. *concinna* (Jones)**

*Elofsonella concinna* (Jones) Tabuki, 1986, p. 68, 69, pl. 4, fig. 1, 2.; Cronin and Ikeya, 1987, p. 77, pl. 1, fig. 13.

Remarks: This species is similar to *Elofsonella concinna* Jones, 1856 in general outline but differs in surface ornamentation.

***Finmarchinella hanaii* Okada**

*Finmarchinella (Barentsovia) hanaii* Okada, 1979, p. 170, pl. 22, figs. 1-13; Ishizaki and Matoba, 1985, p. 19, pl. 3, figs. 14, 15.

*Finmarchinella hanaii* Okada, 1979; Cronin and Ikeya, 1987, p. 79, pl. 1, fig. 3; Ozawa, 1996, p. 110, pl. 4, fig. 8; Irizuki et al., 1998b, p. 35, figs. 5-14; Yamada et al., 2002a, p. 122, pl. 1, fig. 4.

Remarks: This species was first described from the Pleistocene Shibikawa Formation, Akita Prefecture, northeast Japan (Okada, 1979).

***Finmarchinella japonica* (Ishizaki)**

*Nereina japonica* Ishizaki, 1966, p. 143, 144, pl. 19, figs. 1-4, text-fig. 1, figs. 3, 4.

*Finmarchinella (Barentsovia) japonica* (Ishizaki): Neale, 1974, p. 92, 93.

*Finmarchinella japonica* (Ishizaki) Tsukagoshi and Kamiya, 1996 p. 352, figs. 11G, 12E

Remarks: This species was first described from the Miocene Hatatate Formation, Miyagi Prefecture.

***Finmarchinella uranipponica* Ishizaki**

*Finmarchinella uranipponica* Ishizaki, 1969, p. 217, 218, pl. 26, figs. 12, 13, pl. 24, fig. 4; Ishizaki, 1971, p. 83, pl. 3, fig. 3.

*Finmarchinella (Finmarchinella) uranipponica* Ishizaki. Neale, 1974, p. 86.

Remarks: This species was first described from the recent muddy sand in Nakaumi Estuary, Shimane Prefecture, southwest Japan (Ishizaki, 1969).

***Hemicythere kitanipponica* (Tabuki)**

*Ambostracon kitanipponica* Tabuki, 1986, p. 74-76, pl. 10, figs. 1-8, text-fig. 18.

*Hemicythere kitanipponica* (Tabuki). Irizuki, 1994, p. 8-10, pl. 1, figs. 8, 9.



Remarks: This species was first described from the Daishaka Formation, Aomori Prefecture, northeast Japan (Tabuki, 1986).

***Hemicythere sakaii* Goto and Irizuki**

*Hemicythere sakaii* Goto and Irizuki in Goto et al. (in press)

*Remarks:* According to Goto et al. (in press), this species closely resembles and probably related to *Caudites japonicus* Ishizaki, 1971 from Aomori Bay, northeast Japan, in the general outline of the valves, but differs from the latter in having distinct oblique ridge in the posterior area. Hanai et al. (1977) thought that *C. japonicus* belongs to the genus *Hermanites* with a question mark. Okubo (1979, 1980) suggested that *C. japonicus* is placed in the genus *Ambostracon*. *Caudites* has three frontal scars and the inner lamella with a peculiar secondary fusion (Van Morkhoven, 1963).

*Hermanites* has probably V-shaped or crescent ones (Van Morkhoven, 1963). Hazel (1962) established the genus *Ambostracon* but he could not describe frontal scars. Valicenti (1977) mentioned that *Ambostracon* has three frontal scars. As *C. japonicus* of Ishizaki (1971) and the present new species have two frontal scars, they are not placed in the genera mentioned above. On the basis of the number of frontal scars and other features of carapace, the new species and *C. japonicus* are possibly assignable to the genus *Hemicythere*.

***Laperousecythere* cf. *cronini* Irizuki and Yamada**

Cf. *Patagonacythere robusta* Tabuki, 1986, p. 77, 78, figs. 4-12; text fig. 20

Cf. *Laperousecythere* sp. Irizuki and Matsubara, 1995, p. 76, figs. 7.4-7.8; Irizuki and Maruyama, 2001, fig. 4.7.

Cf. *Cornucoquimba* sp. Miyazawa, 1997, pl. 1, figs. 1, 2; pl. 7, figs. 5, 6.

Cf. *Laperousecythere cronini* Irizuki and Yamada, 2004, p. 130-132, pl. 6, figs. 3-8.

Remarks: This species in the present study is different from the type specimens of *Laperousecythere cronini* in having different reticulation.

***Urocythereis? gorokuensis* Ishizaki**

*Urocythereis? gorokuensis* Ishizaki, 1966, p. 144, 145, pl. 19, figs. 9, 10, text-fig. 1, fig. 7; Ishizaki, 1971, p. 83, 84, pl. 3, figs. 4, 5.

*Urocythereis? gorokuensis* Ishizaki. Yajima, 1982 p. 213, pl. 13, fig. 14

Remarks: This species was first described from the Pliocene Tatsunokuchi Formation, Miyagi Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1966).

***Yezocythere? sp.***

Remarks: This species is similar to *Yezocythere hayashii* Hanai and Ikeya, 1991 in general outline, but this species in the present study are different from the *Yezocythere hayashii* in having different reticulation.

***Acanthocythereis dunelmensis* (Norman)**

*Cythereis dunelmensis* Norman, 1865a, p. 193; Norman, 1865b, p. 22, pl. 7, figs. 1-4.

*Acanthocythereis dunelmensis* (Norman) Neale and Howe, 1975, pl. 1, figs. 3, 11, 13-16; Rosenfeld, 1977, p. 23, 24, pl. 5, figs. 65-68; Lord, 1980, pl. 1, figs. 8-13; Cronin, 1981, p. 400, pl. 8, fig1, 2; Cronin, 1986, pl. 2, fig. 9; Ikeya and Suzuki, 1992, p. 121, pl. 1, fig. 2; Kamiya et al., 1996. p. 161, fig. 2-8-10; Ozawa, 1996, p. 107, pl. 1, fig. 1; Irizuki, 1996, p. 29, figs. 7-1, 2.

Remarks: This species was reported from high latitude seas around the world.

***Acanthocythereis tsurugasakensis* Tabuki**

*Acanthocythereis tsurugasakensis* Tabuki, 1986, p. 85, 86, pl. 11, fig. 2-10. text-fig. 20.2.

Remarks: This species is characterized by weak spines compared to other genus *Acanthocythereis*.

***Acanthocythereis* sp.**

Remarks: This species has not been reported elsewhere. The morphology of this species is closely similar to species under the genus *Acanthocythereis*.

***Celtia* cf. *subreticulata* Irizuki and Yamada**

Cf. *Celtia* sp. Miyazawa, 1997, pl. 3, fig. 8; Yamada et al. 2001, pl. 1, fig. 7.; Irizuki and Maruyama 2001, fig. 4.6.

Cf. *Celtia subreticulata* Irizuki and Yamada, 2004, p. 125, 126, pl. 5, figs. 1-6.

Remarks: It resembles also *Celtia* sp. reported from the Pleistocene Daishaka Formation, northeastern Japan (Tabuki 1986, p. 87, 88, pl. 11, figs. 11-14; pl. 12, figs. 1, 2, text-fig. 20.3).

***Normanicythere japonica* Tabuki**

*Normanicythere japonica* Tabuki, 1986, pl. 8, figs. 11-14; pl. 9, figs. 1, 3.

Remarks: This species was described from the Pleistocene Daishaka Formation, Aomori Prefecture, northeast Japan (Tabuki, 1986).

***Pistocythereis bradyformis* (Ishizaki)**

*Cythereis darwini* Brady. Kajiyama, 1913, p. 12, 13, pl. 1, figs. 67-69.

*Cythereis* sp. Hanai, 1959c, p. 429.

*Echinocythereis* sp. Hanai, 1961a, p. 373, text-fig. 14, figs. 3a, b.

*Echinocythereis bradyformis* Ishizaki, 1968a, p. 40, pl. 8, fig. 4; Ishizaki, 1971, p. 94, pl. 4, fig. 1.

Remarks: This species was described from the recent fine sand in Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, southwest Japan (Ishizaki, 1968).

***Robertsonites irizukii* Yamada**

*Robertsonites irizukii* Yamada, 2003, p.171, 172, pl. 1, figs. 3-7.

Remarks: This species was described from the Pliocene Kuwae Formation, Niigata Prefecture, central Japan (Yamada, 2003).

***Robertsonites tabukii* (Yamada)**

*Robertsonites reticuliforma* (Ishizaki). Tabuki, 1986, p. 110, 111, text-fig. 17; Irizuki, 1994, p. 11, pl. 2, figs. 4-6; Irizuki, 1996, p. 29, figs. 7-3, 4.

*Robertsonites* sp. 3. Yamada, 2002, p. 24, fig. 2-2.

*Robertsonites tabukii* Yamada, 2003, p. 176, pl. 2, figs. 3-19.

Remarks: This species was described from the Pliocene Kuwae Formation, Niigata Prefecture, central Japan (Yamada, 2003).

***Trachyleberis niitsumai* (Ishizaki)**

*Trachyleberis niitsumai* Ishizaki, 1971, p. 93, pl. 1, fig. 5, pl. 4, figs. 15, 18, pl. 5, fig. 3, pl. 6, fig. 10, pl. 7, fig. 9.

Remarks: This species was described from the recent mud in Aomori Bay, Aomori Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1971).

***Cytheropteron carolae* Brouwers**

*Cytheropteron* sp. H. Brouwers, 1981, p. 9; Brouwers, 1982a, p. 11, Brouwers, 1982b, p. 8

*Cytheropteron* sp. Ishizaki and Matoba, 1985, p. 9, pl. 3, figs. 9, 10.

*Cytheropteron* sp. 3. Tabuki, 1986, p. 102, pl. 17, figs. 11, 12.

*Cytheropteron carolae* Brouwers, 1994, p. 17, pl. 9, figs. 3, 4; pl. 8, figs. 12-14

Remarks: This species was first described from the Gulf of Alaska, US.

***Cytheropteron miurense* Hanai**

*Cytheropteron miurense* Hanai, 1957c, p. 29, 30, pl. 4, figs. 1a, b, text-figs. 7a, b; Hanai, 1961a, p. 365, text-fig. 8, fig. 8, figs. 2a, b; Ishizaki, 1966, p. 139, pl. 17, figs. 17, 18; Ishizaki, 1968a, p. 19, pl. 4, figs. 14, 15; Ikeya and Itoh, 1991, p. 136, fig. 15-A; Irizuki et al., 1998b, p. 37, figs. 6-12.

Remarks: This species was first described from the shore behind an Imperial villa, Hayama-cho, Kanagawa Prefecture, central Japan (Hanai, 1957c).

***Cytheropteron sawanense* Hanai**

*Cytheropteron sawanense* Hanai, 1957c, p. 27, 28, pl. 4, figs. 2a-c, text-figs. 8a, b; Hanai, 1961a, p. 365, text-fig. 8, figs. 3a, b; Ikeya and Itoh, 1991, p. 136, fig. 15-B; Irizuki, 1994, p. 11, pl. 2, fig. 15; Ozawa, 1996, p. 110, pl. 4, fig. 5; Yamada et al., 2002a, p. 122, pl. 1, fig. 3.

Remarks: This species was first described from the Pliocene Sawane Formation, Niigata Prefecture, central Japan (Hanai, 1957c).

***Cytherura* sp. 1**

Remarks: This species has not been described yet.

***Cytherura* sp. 2**

Remarks: This species has not been described yet.

***Cytherura* sp. 3**

Remarks: This species has not been described yet.

***Eucytherura neoalae* (Ishizaki)**

Remarks: This species was reported from the Miocene Hatate Formation.

***Howeina neoleptocytheroidea* (Ishizaki)**

*Cytherura neoleptocytheroidea* Ishizaki, 1966, p. 138, pl. 17, figs. 19, 20.

Remarks: This species was first described from the Pliocene Tatsunokuchi Formation, Miyagi Prefecture, northeast Japan.

***Kangarina* sp.**

Remarks: This species is characterized by sharp ala compared to other genus *Kangarina*.

***Semicytherura kazahana* Yamada, Tsukagoshi, and Ikeya**

*Semicytherura quadrata* Ishizaki, 1968, p. 20, pl. 4, figs. 11, 12.

*Semicytherura* sp. B. Lee, 1990, (unpublished) pl. 27, figs. 12, 13.

*Semicytherura kazahana* Yamada et al., 2005, p. 251-255, figs. 2C, 6, 7.

Remarks: This species was first described from Aburatsubo Bay, Kanagawa Prefecture, central Japan (Yamada et al., 2005).

***Semicytherura subslipperi* Ozawa and Kamiya**

*Semicytherura subslipperi* Ozawa and Kamiya, 2008, p. 138-141, pl. 1, figs. 9-16.

Remarks: This species was first reported from the Pleistocene Omma Formation, Toyama Prefecture, central Japan (Ozawa and Kamiya 2008).

***Semicytherura subundata* (Hanai)**

*Cytherura subundata* Hanai, 1957c, p. 20, 21, pl. 3, figs. 3a-d, text-figs. 3a, b; Hanai, 1961a, p. 358, text-fig. 2, figs. 3a, b.

*Semicytherura subundata* (Hanai) Cronin and Ikeya, 1987, p. 83, pl. 3, fig. 11; Irizuki, 1994, p. 13, pl. 3, figs. 4, 5; Ozawa, 1996, p. 115, pl. 9, fig. 2.

Remarks: This species was first described from the Pleistocene Sawane Formation, Niigata Prefecture, central Japan (Hanai, 1957c).

***Semicytherura* sp. 1**

*Semicytherura* sp. 1. Ozawa, 2008, p. 167, pl. 2, figs. 14, 15.

Remarks: This species was first reported from the Pliocene Ogikubo Formation, Nagano Prefecture, central Japan (Ozawa, 2008).

***Semicytherura* sp. 5**

Remarks: This species has not been described yet.

***Loxoconcha hattorii* Ishizaki**

*Loxoconcha hattorii* Ishizaki, 1971, p. 86, pl. 5, figs. 5, 9, 10, pl. 7, fig. 7.

Remarks: This species was first described from Aomori Bay, Aomori Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1971).

***Loxoconcha kamiyai* Ozawa**

*Loxoconcha* sp. 1. Ozawa, 1996, p. 112, pl. 6, fig. 10.

*Loxoconcha kamiyai* Ozawa, 2008, p. 242-244, figs. 2, 3.

Remarks: This species was first described from the Pleistocene Omma Formation, Toyama Prefecture, central Japan (Ozawa, 2008).

***Loxoconcha subkotoriforma* Ishizaki**

*Loxoconcha subkotoriforma* Ishizaki, 1966, p. 150, pl. 19, fig. 5.

Remarks: This species was first described from the Miocene Hatatate Formation, Miyagi Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1966).

***Loxocorniculum kotoriformum* Ishizaki**

*Loxocorniculum kotoriformum* Ishizaki, 1966, p. 150, 151, pl. 18, figs. 15, 16.

Remarks: This species was first described from the Miocene Hatatate Formation, Miyagi Prefecture, northeast Japan (Ishizaki, 1966).

***Xestoleberis hanaii* Ishizaki 1968**

*Xestoleberis* sp. Hanai, 1961a, p. 364, text-fig. 7, figs. 2a, b, c.

*Xestoleberis hanaii* Ishizaki, 1968, p. 41, 42, pl. 9, figs. 1, 2; Ishizaki, 1971, p. 95, pl. 4, fig. 14; Schornikov, 1974, p. 184-186, text-fig. 26.

Remarks: This species was first described from the Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, southwest Japan (Ishizaki, 1968).

***Xestoleberis sagamiensis* Kajiyama**

*Xestoleberis sagamiensis* Kajiyama, 1913, p. 8, pl. 1, figs. 26-29; Hanai, 1959c, p. 436; Ishizaki, 1968a, p. 42, pl. 9, fig. 3, 4; Ishizaki, 1971, p. 95, pl. 4,

fig. 11.

This species was first described from the recent mud to coarse sand, Kanagawa Prefecture.

*Xestoleberis setouchiensis* Okubo

*Xestoleberis setouchiensis* Okubo, 1979, p. 11-14, pl. 1, figs. 2, 3.

This species was first described from the Inland Sea of Seto, southwest Japan (Okubo, 1979).



## 引用文献

- 秋葉文雄 (Akiba, F.), 1979. *Denticula dimorpha* とその類縁種の形態, および新第三系珪藻化石層序区分. 石油資源技研所報, **22**, 148–189.
- Akiba, F., 1986. Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle- to high latitudes of the North Pacific. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T. et al., *Initial Report of Deep Sea Drilling Project*, **87**, 93–480.
- 天野和孝・葉室麻吹・佐藤時幸 (Amano, K., Hamuro, M. and Sato, T.), 2008. 鮮新世における日本海への暖流の流入—富山市八尾町の三田層産軟体動物群の検討を通じて—. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **114**, 516–531.
- 天野和孝・佐藤時幸・小池高司 (Amano, K., Sato, T. and Koike, T.), 2000. 日本海中部沿岸域における鮮新世中期の古海況—新潟県新発田市の鍬江層産軟体動物群—. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **106**, 883–894.
- Bé, A. W. H., 1977. An ecological, zoogeographic and taxonomic review of recent planktonic foraminifera. *Oce. Micropaleontol.*, **1**, 1–100.
- Brouwers, E. M., 1990. Systematic paleontology of Quaternary ostracode assemblages from the Gulf of Alaska, Part 1: Families Cytherelloidae, Bairdiidae, Eucytheridae, Krhithidae, Cushmandeiidae. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1510**, 1–43.
- Brouwers, E. M., 1993. Systematic paleontology of Quaternary ostracode assemblages from the Gulf of Alaska, Part 2: Families Trachyleberididae, Hemicytheridae, Loxoconchidae, Paracytherideidae. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1531**, 1–47.
- Brouwers, E. M., 1994. Systematic paleontology of Quaternary ostracode assemblages from the Gulf of Alaska, Part 3: Family Cytheruridae. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1544**, 1–45.
- Brtoli, G., Sarnthein, M., Weinelt, M., Erlenkeuser, H., Garbe Schonberg, D. and Lea, D. W., 2005. Final closure of Panama and the onset of northern

- hemisphere glaciatio. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **237**, 33–44.
- Buzas, M. A, and Gibson, T. G., 1969. Species diversity: benthonic foraminifera in western North Atlantic. *Science*, **163**, 72–75.
- 千地万造 (Chiji, M.), 1960. 富山県“なだうら”地方の新第三系の微化石層序. 大阪市立自然史博研報, (*Osaka Nat. Hist. Mus.*) **no. 12**, 63–95.
- 鎮西清高 (Chinzei, K.), 1985. 富山, 音川層群中の軟体動物化石群. 野田浩司編 日本産新生代貝類の群集特性, 昭和 59 年度科学研究費補助金—総合研究 A : 59340053—研究成果要旨集, 19–20.
- Chinzei, K., 1986. Faunal succession and geographic distribution of Neogene molluscan faunas in Japan. *Palaeontol. Soc. Jap. Spec. Pap.*, **29**, 17–32.
- Chinzei, K., 1991. Late Cenozoic zoogeography of the Sea of Japan area. *Episodes*, **14**, 231–235.
- Cronin, T. M., Dowsett, H. J., Dwyer, G. S., Baker, P. A. and Chandler, M. A., 2005. Mid-Pliocene deep-sea bottom-water temperatures based on ostracode Mg/Ca ratios. *Mar. Micropaleontol.* **54**, 249–261.
- Cronin, T. M. and Ikeya, N., 1987. The Omma-Manganji ostracod fauna (Plio-Pleistocene) of Japan and the zoogeography of circumpolar species. *Jour. Micropalaeontol.*, **6**, 65–88.
- Cronin, T. M., Kitamura, A., Ikeya, N., Watanabe, M. and Kamiya, T., 1994. Late Pliocene climate change 3.4–2.3 Ma: paleoceanographic record from the Yabuta formation, Sea of Japan. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **108**, 437–455.
- Domitsu, H. and Oda, M., 2005. Japan Sea planktic foraminifera in surface sediments: geographical distribution and relationships to surface water mass. *Paleont. Res.*, **9**, 255–370.
- Dowsett, H. J. and Cronin, T. M., 1990. High-eustatic sea level during the middle Pliocene: evidence from the southeastern US Atlantic Coastal Plain. *Geology*, **18**, 435–438.
- Dwyer, G. S. and Chandler, M. A., 2009. Mid-Pliocene sea level and continental ice volume based on couple benthic Mg/Ca

- palaeotemperatures and oxygen isotopes. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, 157–168.
- Dwyer, G. S., Cronin, T. M., Baker, P. A., Raymo, M. E., Buzas, J. S. and Correge, T., 1995. North Atlantic deep-water temperature change during late Pliocene and late Quaternary climatic cycles. *Science*, **270**, 1347–1351.
- Dwyer, G. S., Cronin, T. M. and Baker, P. A., 2002. Trace elements in marine ostracodes. In Holmes, J. A. and Chivas, A. R., eds., *The Ostracoda: Applications in quaternary research*. Washington, DC: American Geophysical Union, 205–225.
- 遠藤正孝・立石雅昭 (Endo, M. and Tateishi, M.), 1985. 西頸城北東部の新第三系上部一特に綱子礫岩の堆積特性について一. 新潟大理学部地鉱教室研究報告 (*Contr. Dep. Geol. Mineral., Niigata Univ.*), **no. 5**, 33–48.
- 藤井昭二・清水正之 (Fujii, S. and Shimizu, M.), 1988. 富山県婦中町蓮花寺産の軟体動物化石. 富山大教養部紀要 (自然科学篇) (*Jour. Coll. Liberal Arts, Toyama Univ. (Nat. Sci.)*), **21**, 75–89.
- 藤井昭二・清水正之 (Fujii, S. and Shimizu, M.), 1991. 富山県八尾町平林の三田累層産貝化石. 富山大教養部紀要 (自然科学篇) (*Jour. Coll. Liberal Arts, Toyama Univ. (Nat. Sci.)*), **no. 24**, 13–23.
- 藤井昭二・紺野義夫・中川登美雄 (Fujii, S., Konno, Y. and Nakagawa, T.), 1992. 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三紀古地理. 地質学論集 (*Mem. Geol. Soc. Japan*), **37**, 85–95.
- 藤田和夫・中川衷三 (Fujita, K. and Nakagawa, C.), 1948. 富山県砺波地方の第三紀層 (演旨). 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **54**, 125.
- 後藤隆嗣・入月俊明・林 広樹・田中裕一郎・松山和馬・岩谷北斗 (Goto, T., Irizuki, T., Hayashi, H., Tanaka, Y., Matsuyama, K. and Iwatani, H.), 2013. 岡山県新見市田治部地域に分布する中新統の層序と堆積環境. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **119**, 321–333.
- Goto, T., Irizuki, T., Yanagisawa, T. and Hayashi, H., 2014. Microfossil Biostratigraphy and Paleoenvironments of the Upper Pliocene Kuwae

Formation, Northeast Japan (in press)

後藤隆嗣・那須野伸治・入月俊明・大平寛人・林 広樹 (Goto, T., Nasuno, S., Irizuki, T., Ohira, H. and Hayashi, H. ), 2014, 富山県の上部鮮新統三田層における MT1 凝灰岩層のフィッシュトラック年代と古環境. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), (印刷中)

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., and Ryan, P. D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontological Electronica*, **4**, 1–9.

Hanai, T., Ikeya, T., Ishizaki, K., Sekiguchi, Y. and Yajima, M., 1977. Checklist of Ostracoda from Japan and its adjacent seas. *Bull. Univ. Mus. the Univ. Tokyo*, **12**, 1–119.

長谷紘和・平山次郎 (Hase, H. and Hirayama, J.), 1970. 五城目地域の地質. 地域地質調査報告, 地質調査所(*Geol. Surv. Japan*), **46**.

Hasegawa, S., 1979. Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku province, central Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, **49**, 89–163.

長谷川四郎・小林博明 (Hasegawa, S. and Kobayashi, H.), 1986. 能登半島南部上部新生界の地質 その 1. 富山県氷見市付近の岩相層序区分と層模式 (stratotypes). 中川久夫・小高民夫・高柳洋吉 (編), 北村 信教授記念地質学論文集, 北村 信教授退官記念事業会, 91–111.

早川秀樹・竹村厚司 (Hayakawa, H. and Takemura, A.), 1987. 富山県八尾地域の第三系. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **93**, 717–732.

Hill, D. J., Haywood, A. M., Hindmarsh, R. C. A. and Valdes, P. J., 2007. Characterizing ice sheets during the mid Pliocene evidence from data and models. In Williams, M., Haywood, A. M., Gregory, F. J. and D. N., eds., *Deep-time perspectives on climate change: marrying the signal from computer models and biological proxies. Micropalaeontol. Soc.* 517–538.

平松 力・三輪美智子 (Hiramatsu, C. and Miwa, M.), 1998. 新潟県北蒲原地域の第三系微化石層序と鍬江層基底の不整合形態. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **63**, 301–314.

- Horn, H. S., 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *Amer. Nat.*, **100**, 419–424.
- 池辺展生 (Ikebe, N.), 1949. 富山県西部及び石川県東部の新第三紀層(富山県及石川県の地質学的研究 1). 地学 (*Jour. Geogra.*), **1**, 14–26.
- Ikeya, N. and Hanai, T., 1982. Ecology of Recent ostracods in the Hamana-ko region, the Pacific coast of Japan. *Bull., Univ. Mus., Univ. Tokyo* **20**, 15–59; 257–272.
- Ikeya, N. and Itoh, H., 1991. Recent Ostracoda from the Sendai Bay region, Pacific coast of northeastern Japan. *Rep. Fac. Shizuoka Univ.*, no. **25**, 93–145.
- Ikeya, N. and Suzuki, C., 1992. Distributional patterns of modern ostracodes off Shimane Peninsula, south western Japan. *Rep. Fac. Sci., Shizuoka Univ.*, no. **26**, 91–137.
- Ikeya, N. and Cronin, T. M., 1993. Quantitative analysis of Ostracoda and water mass around Japan: application to Pliocene and Pleistocene paleoceanography. *Micropaleontology*, **35**, 263–281.
- 井上博文・山田 桂・高橋雅紀・本山 功・柳沢幸夫 (Inoue, H., Yamada, K., Takahashi, M., Motoyama, I. and Yanagisawa, Y.), 2003. 新潟県北蒲原地域の胎内川における鮮新統鍬江層最上部の古地磁気層序. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **68**, 570–580.
- Irizuki, T., 1989. Fossil ostracode assemblages from Pliocene Sasaoka Formation, Akita City, Japan—with reference to sedimentological aspects. *Trans. Proc. Palaeontol. Soc. Jpn., N. S.*, no. **156**, 296–318.
- Irizuki, T., 1994. Late Miocene ostracods from the Fujikotogawa Formation, northern Japan with reference to cold water species involved with trans-Arctic interchange. *Jour. Micropalaeont.*, **13**, 3–15.
- Irizuki, T. and Sasaki, O., 1993. Analysis of morphological changes through ontogeny: genera *Baffinicythere* and *Elofsonella* (Hemicytherinae). In: McKenzie, K. G. and Jones, P. J., eds., *Ostracoda in the Earth and Life Sciences*. A. A. Balkema, Rotterdam, 335–350.

- Irizuki, T., Goto, T., Nasuno, S., Hayashi, H. and Ohira, H., 2012. Fossil ostracode faunas from the middle Pliocene Mita Formation, central Japan, with relation to warm water inflow into the Sea of Japan. *International Symposium on Paleoceanography in the Southern Ocean and NW Pacific: Perspective from Earth Drilling Sciences*, 19–21 November, 2012, Kochi.
- 入月俊明・石田 桂 (Irizuki, T. and Ishida, K.), 2007, 日本海沿岸の鮮新世貝形虫群集と海洋環境との関係. 化石 (*Fossils*), **82**, 13–20.
- Irizuki, T., Kusumoto, M., Ishida, K. and Tanaka, Y., 2007. Sea-level changes and water structures between 3.5 and 2.8 Ma in the central part of the Japan Sea Borderland: Analyses of fossil Ostracoda from the Pliocene Kuwae Formation, central Japan. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **245**, 421–443.
- 入月俊明・松原尚志 (Irizuki, T. and Matsubara, T.), 1994. 貝形虫化石群集に基づく下 - 中部中新統門ノ沢層の堆積環境の垂直変化. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **100**, 136–149.
- Irizuki, T., Tanaka, H., Ishida, K., 2006. Recent Ostracoda from Urauchi Bay, Kamikoshiki-jima Island, Kagoshima Prefecture, southwestern Japan. *Laguna*, **13**, 13–28.
- Irizuki, T., Yamada, K., Maruyama, T. and Ito, H., 2004. Paleoecology and taxonomy of Early Miocene Ostracoda and paleoenvironments of the eastern Setouchi Province, central Japan. *Micropaleontology*, **50**, 105–147.
- Ishizaki, K., 1968. Ostracodes from Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, **40**, 1–45.
- Ishizaki, K., 1971. Ostracodes from Aomori Bay, Aomori Prefecture, Northeast Honshu, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser., (Geol.)*, **43**, 59–97.
- Ishizaki, K. and Irizuki, T., 1990. Distribution of bathyal ostracodes in sediments of Toyama Bay, Central Japan. *Cour. Forsch.-inst. Senckenb.*,

123, 53–67.

Itihara, M., Yoshikawa, S., Inoue, K., Hayashi, T., Tateishi, M. and Nakajima, K., 1975. Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Osaka Group in Sennan-Senpoku area, south of Osaka, Japan,—A standard stratigraphy of the Osaka Group—. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **19**, 1–29.

伊藤康人・渡辺真人 (Ito, Y. and Watanabe, M.), 1997. 富山県氷見地域に分布する新第三系の古地磁気層序. 地調月報 (*Bull. Geol. Surv. Japan*), **no. 48**, 339–446.

糸魚川淳二 (Itoigawa, J.), 1971. 知多半島西北部知多町付近の常滑累層. 瀬戸層群の研究, その2. 竹原平一教授記念論文集(*Festschrift in honour of professor Takehara Heiichi*), 69–82.

岩本寿一・新保久弥 (Iwamoto, J. and Shinbo, H.), 1964. 新潟油田地域に於ける有孔虫化石による古地理学的推察について. 化石 (*Fossil*), **no. 8**, 1–11.

影山邦夫・鈴木尉元 (Kageyama, K. and Suzuki, Y.), 1974. 信越地向斜の古流系と古地理について. 地調報告 (*Bull. Geol. Surv. Japan*), **250**, 285–305.

Kameo, K. and Sato, T., 2000. Biogeography of Neogene calcareous nanofossils in the Caribbean and the eastern equatorial Pacific Floral response to the emergence of the Isthmus of Panama. *Mar. Micropaleont.*, **39**, 201–218.

Kamiya, T., Ozawa, H. and Obata, M., 2001. Quaternary and Recent marine Ostracoda in Hokuriku district, the Japan Sea coast (Excursion D). In Ikeya, N. ed., *Field Excursion Guidebook of the 14th International Symposium on Ostracoda, Shizuoka Univ. (ISO2001)*, 73–106.

加藤 進・井上洋子・渡辺其久 (Kato, S., Inoue, Y. and Watanabe, K.), 2006. 新潟県片貝ガス田における *Globorotalia inflata* bed. 瑞浪市化石博研報 (*Bull. Mizunami Fossil Mus.*), **no. 6**, 1–15.

Kennett, J. P. and Hodell, D. A., 1995. Stability or instability of Antarctic ice sheets during warm climates of the Pliocene? *GSA Today*, **5**, 10–13.

北村晃寿 (Kitamura, A.), 2007. 後期鮮新世から前期更新世の間氷期における

- 対馬海流の動態とその要因-特に下部更新統における浮遊性有孔虫 *Globoconella inflata* の産出の古海洋学的意義の再検討. 化石 (*Fossils*), **no. 82**, 52–59.
- Kitamura, A. and Kimoto, K., 2006. History of the inflow of the warm Tsushima Current into the Sea of Japan between 3.5 and 0.8 Ma. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **236**, 355–366.
- Kitamura, A., Takano, O., Takata, H. and Omote, H., 2001. Late Pliocene–early Pleistocene paleoceanographic evolution of the Sea of Japan. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **172**, 81–98.
- 小林巖夫・立石雅昭 (Kobayashi, I. and Tateishi, M.), 1992. 新潟地域における新第三系の層序と新第三紀古地理. 地質学論集 (*Mem. Geol. Soc. Japan*), **no. 37**, 53–70.
- 小泉 格 (Koizumi, I.), 1979. 能登半島南部—灘浦海岸地域—. 土 隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本試料, IGCP-114 National Working Group of Japan, 静岡, 89–90.
- Koizumi, I., 1985. Diatom biochronology for late Cenozoic, north-west Pacific. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **91**, 195–211.
- 小泉 格 (Koizumi, I.), 1986. 中新世の珪質堆積物と海洋事件. 海洋科学 (*Mar. Sci.*), **18**, 146–153.
- 工藤哲郎 (Kudou, T.), 1967. 新潟ベアスンにおける Foraminiferal Ratio の利用について. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **32**, 13–14.
- 黒川勝巳 (Kurokawa, K.), 1999. 新潟地域における七谷層～魚沼層群の火山灰層序. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **64**, 80–93.
- 黒川勝巳・樋口裕也・平中宏典 (Kurokawa, K., Higuchi, Y. and Hiranaka, H.), 2003. 西山層中部の Tzw テフラ層とその対比. 平成 12 年度～平成 14 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)(2)) 研究成果報告書, 広域テフラによる日本列島中新統～下部更新統の精密対比, 317–322.
- 黒川勝巳・三浦光代 (Kurokawa, K. and Mitsuura, M.), 1993. 火山灰鍵層からみた新潟県魚沼丘陵地域の層序とその対比—とくに魚沼層群基底部と菅沼層 (八石油帯) との同時異相関係について. 新潟大教育紀要 (自然科学)



- 黒川勝己・長橋良隆・吉川周作・里口保文 (Kurokawa, K., Nagahasi, Y., Yoshikawa, S. and Satoguchi, T.), 2008. 大阪層群の朝代テフラ層と新潟地域の Tzw テフラ層の対比. 第四紀研究 (*The Quaternal.Res.*), **47**, 93–99.
- 黒川勝己・庭山かおる・寺井直子 (Korokawa, K., Niwayama, K. and Terai, N.), 1989. テフラ鍵層からみた新潟県西山油帯南部の鮮新世堆積作用. 新潟大学教育学部紀要 (自然科学) (*Jour. Coll. Liberal Arts, Niigata Univ. (Nat. Sci.)*), **31**, 15–42.
- (*Jour. Coll. Liberal Arts, Niigata Univ. (Nat. Sci.)*), **34**, 97–148.
- 黒川 勝己・富田 裕子 (Kurokawa, K. and Tomita, Y.), 1995. 大佐渡南西部における中山層・河内層中の火山灰層とその対比, 新潟大学教育学部紀要 (自然科学) (*Jour. Coll. Liberal Arts, Niigata Univ. (Nat. Sci.)*), **37**, 13–65.
- Kurokawa, K. and Tomita, Y., 1998. The Znp-Ohata Ash; an early Pliocene widespread subaqueous tephra deposit in central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.* **104**, 558–561.
- Kurokawa, K. and Tomita, Y., 2000. The UN-MD2 Ash: a late Pliocene widespread tephra deposit in central Japan. *Earth Sci.*, **54**, 337–341.
- 黒川勝己・富田裕子・金子 颯 (Kurokawa, K., Tomita, Y. and Kaneko, A.), 1998. 新潟県の板山 - Nym 火山灰層, 氷見層群の YT3 火山灰層および東海層群の佐布里火山灰層の対比: 中央日本における鮮新世の広域火山灰層の検出. 地球科学 (*Earth Sci.*), **52**, 292–300.
- Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E., 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. *Paleoceanography*, **20**. PA1003
- 米谷盛寿郎 (Maiya, S.), 1978. 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 藤田和夫ほか編, 日本の新生代地質 (池辺展生教授記念論文集), 池辺展生教授退官記念事業会, 大阪, 35–60.
- 米谷盛寿郎 (Maiya, S.), 1988. 有孔虫の変遷に認められる新第三紀イベント. 新第三紀における生物の進化・変遷とそれに関するイベント, IGCP-246・日本古生物学会 1987 年々会シンポジウム (静岡) 特集号, 大阪市立自然史

- 博物館 (*Osaka Nat. Hist. Mus.*), 31–48.
- 米谷盛寿郎・井上洋子 (Maiya, S. and Inoue, Y.), 1973. 微化石研究のための効果的岩石処理法について. 化石 (*Fossils*), nos. 25/26, 87–96.
- 米谷盛寿郎・井上洋子 (Maiya, S. and Inoue, Y.), 1981. 新潟堆積盆地における中新統中下部の有孔虫化石群集と古地理の変遷. 化石 (*Fossil*), 30, 73–78.
- 米谷盛寿郎・井上洋子・尾形英雄 (Maiya, S., Inoue, Y. and Ogata, H.), 1980. 新第三紀新潟堆積盆地における古環境と古地理の変遷. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), 45, 323–336.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A., ed., *Proceedings II planktonic Conference. Planktonic Microfossils*, Roma : Rome (Ed. Technosci), 2, 739–785.
- 松浦信臣 (Matsuura, N.), 1985. 北陸地方の鮮新世から完新世に至る軟体動物群集の変遷. 瑞浪市化石博研報 (*Bull. Mizunami Fossil Mus.*), no. 12, 71–158.
- 松浦康隆・入月俊明・林 広樹 (Matsuura, Y., Irizuki, T. and Hiroki, H.), 2013. 島根県中部中新統布志名層下部から産出したタコブネ類化石と共産する微化石群集. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), 119, 312–320.
- 三輪美智子・渡辺真人・山田 桂・柳沢幸夫 (Miwa, M., Watanabe, M., Yamada, K. and Yanagisawa, Y.), 2004. 富山県氷見市灘浦地域の藪田層 (鮮新統) の浮遊性有孔虫化石群集-とくに No. 3 *Globorotalia inflata* bed の下限年代について-. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), 69, 668–678.
- 三輪美智子・柳沢幸夫・山田 桂・入月俊明・庄司真弓・田中裕一郎 (Miwa, M., Yanagisawa, Y., Yamada, K., Irizuki, T., Shoji, M. and Tanaka, Y.), 2004. 新潟県北蒲原郡胎内川における鮮新統鍬江層の浮遊性有孔虫化石層序-No.3 *Globorotalia inflata* bed 下限の年代について-. 石油技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), 69, 272–283.
- 森下知晃・山口龍彦・眞柴久和・神谷隆宏 (Morishita, T., Yamaguchi, T. Mashiba, H. and Kamiya, T.), 2010. 貝形虫の殻の Mg / Ca 比, Sr / Ca 比による古環境推定の現状と問題点. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), 116, 523–543.

- 両角芳郎・石垣武久 (Morozumi, Y. and Ishigaki T.), 1981. 藪田層の浮遊性有孔虫化石群集—藪田層の時代および下位の地層との層序関係に関連して一. 大阪市立自然史研報 (*Bull. Osaka Nat. Hist. Mus.*), **no. 35**, 1–13.
- 村松敏雄・林 正栄 (Muramatsu, T. and Hayashi M.), 1991. 六日町西方地域第三系～第四系及び凝灰岩のフィッション・トラック年代. 新潟県地学教育研究会誌, **no. 25**, 99–104.
- 新潟大学東頸城地域地質調査グループ, 1987. 新潟県東頸城地域の中新一鮮新統の層序. 地球科学 (*Earth Sci.*), **41**, 165–181.
- 新潟県, 2000. 新潟県地質図説明書. 200.
- 西田彰一・津田禾粒 (Nishida, S. and Tsuda, K.), 1961. 新潟県坂町付近の新第三系. 楨山次郎教授記念論文集, 107–113.
- 中世古幸次郎 (Nakaseko, K.), 1954. 富山県南部の上部新第三紀層の層序の修正. 阪大南校・北校理報, **2**, 87–100.
- 中世古幸次郎・小泉 格・菅野耕三・米谷盛寿郎 (Nakaseko, K., Koizumi, I., Sugano, K. and Maiya, S.), 1972. 富山県灘浦地方の新第三系の微化石層序. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **78**, 253–264.
- 根本直樹 (Nemoto, N.), 2013. 有孔虫からみた Gateway の復元: 古津軽海峡の復元. 日本古生物学会 2013 年年会予稿集, シンポジウム講演. 3.
- Nohara, T., 1981, Notes on the ostracode genus *Cytherelloidea* from the Senkaku-retto, Okinawa. *Biol. Mag. Okinawa*, **19**, 41–45.
- 小笠原憲四郎 (Ogasawara, K.), 1988. 東北日本の暖・寒流系貝類の消長からみた新第三紀の生物事件. 新第三紀における生物の進化, 変遷とそれに関するイベント. 大阪自然史博物館 (*Osaka Nat. Hist. Mus.*), 40–70.
- Ogasawara, K., 1994. Neogene paleogeography and marine climate of the Japanese Islands based on shallow-marine mollusks., *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **108**, 335–351.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973 ; 1975). *Mar. Micropaleontol.*, **5**, 321–325.

- 大久保 弘・佐藤時幸・渡辺真人 (Okubo, H., Sato, T. and Watanabe, M.),  
2000. 富山県北西部の鮮新 - 更新統, 藪田層と十二町層の火山灰による対  
比と十二町層下部の珪藻・石灰質ナンノ化石. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc.  
Japan*), **106**, 583–596.
- Okubo, I., 1980a. Six species of the subfamily cytherurinae Muller, 1894, in  
the inland sea, Japan. *Pub. Seto Marine Biol. Lab.*, no. **25**, 7–26.
- Okubo, I., 1980b. Taxonomic studies on Recent marine podocopid Ostracoda  
from the Inland Sea of Seto. *Pub. Seto Marine Biol. Lab.*, no. **25**,  
389–443.
- Otofujii, Y. and Matsuda, T., 1984. Timing of rotational motion of southwest  
Japan inferred from paleomagnetism. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **70**,  
373–382.
- Ozawa, H., 1996. Ostracode fossils from the late Pliocene to early Pleistocene  
Omura Formation in the Hokuriku district, central Japan. *Sci. Rep.  
Kanazawa Univ.*, **41**, 77–115.
- Ozawa, H., 2003. Japan Sea ostracod assemblages in surface sediments:  
their distribution and relationships to water mass properties. *Paleont.  
Res.*, **7**, 257–274.
- 小沢広和 (Ozawa, H.), 2007. 日本海の好冷性介形虫相の変遷と海洋環境. 化  
石 (*Fossils*), **82**, 21–28.
- Ozawa, H. and Kamiya, T., 2005. The effects of glacio-eustatic sea-level  
change on Pleistocene cold water ostracod assemblages from the Japan  
Sea. *Mar. Micropaleontol.* **54**, 167–189.
- Ozawa, H. and Tsukawaki, S., 2008. Preliminary report on modern ostracods  
in surface sediment samples collected during R. V. Tansei-marui Cruise  
KT04–20 in the southwestern Okhotsk Sea and the northeastern Japan  
Sea off Hokkaido, north Japan. *Ann. Res. Inst. Japan Sea Region*, **39**,  
31–48.
- Raymo, M. E. and Horowitz, G. H., 1996. Mid-Pliocene warmth: stronger  
greenhouse and stronger conveyor. *Mar. Micropaleont.*, **27**, 313–326.

- 坂本 亨・野沢 保 (Sakamoto, T. and Nozawa, T.), 1960. 5万分の1の地質図幅「八尾」および同説明書. 地質調査所 (Geol. Surv. Japan).
- 佐保哲郎 (Samata, T.), 1976. 北上山地北縁部, 馬淵川流域の新第三系の浮遊性有孔虫化石層序. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **82**, 783–793.
- Sarnthein, M., Bartoli, G., Prange, M., Schmittner, A., Avhneider, B., Weinelt, M., Andersen, N. and Garbe-Schonberg, D., 2009. Mid-Pliocene shifts in ocean overturning circulation and the onset of Quaternary-style climate. *Clim. Past*, **5**, 269–283.
- 佐藤時幸 (Sato, T.), 1983. 北陸・山陰地域の浮遊性微化石層序—不整合と関連して—. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **48**, 62–69.
- 佐藤時幸・高田俊昭・加藤道雄・工藤哲郎・亀尾浩司 (Sato, T., Takada, T., Kato, M., Kudo, T. and Kameo, K.), 1988. 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序 その4:総括—太平洋側および鮮新/更新統境界の模式地との対比. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **53**, 475–491.
- Sato, T. and Kamaeo, K., 1996. Pliocene to Quaternary calcareous nannofossil biostratigraphy of the Arctic Ocean, with reference to late Pliocene glaciation. In Thiede, J., Myhre, A.M., Firth, J.V. et al. eds., 1996. *Proc. ODP, Sci. Results*, 151: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 39–59.
- Sato, T., Yuguchi, S., Takayama, T. and Kameo, K., 2004. Drastic change in the geographical distribution of the cold-water nannofossil *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller at 2.74 Ma in the late Pliocene, with special reference to glaciation in the Arctic Ocean. *Mar. Micropaleont.*, **52**, 181–193.
- Schiebel, R., Waniek, J., Bork, M. and Hemleben, C., 2001. Planktic foraminiferal production stimulated by chlorophyll redistribution and entrainment of nutrients. *Deep-Sea Res I*, **48**, 721–740.
- 清水正之・藤井昭二 (Shimizu, M. and Fujii, S.), 1995. 後期中新世音川動物群—音川動物群から大桑動物群への遷移—. 地球科学 (*Earth Sci.*), **49**, 419–432.

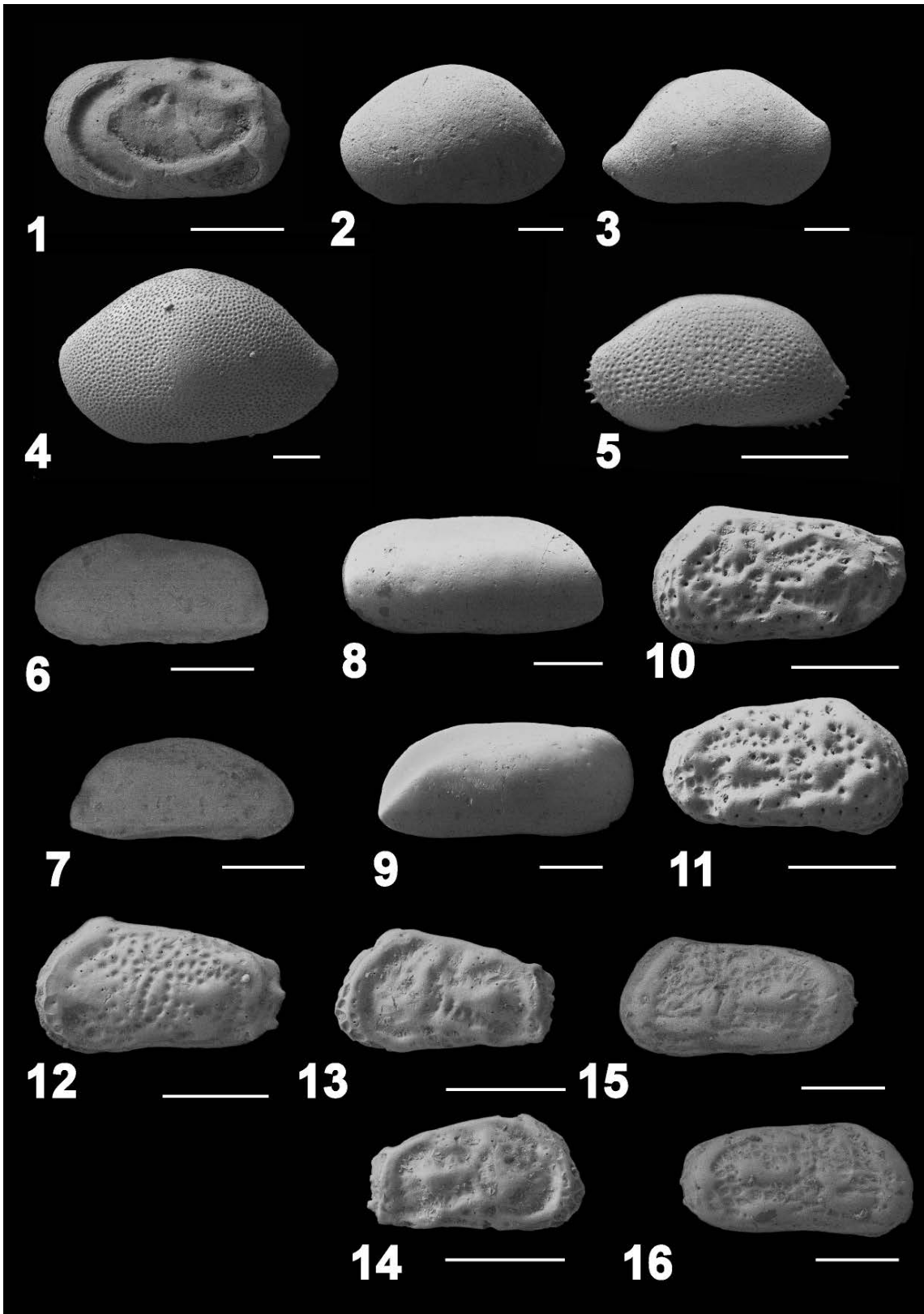
- Stepanova, A., Taldenkova, E. and Bauch, H., 2003. Recent Ostracoda from the Laptev Sea (Arctic Siberia): species assemblages and some environmental relationships. *Mar. Micropaleontol.*, **48**, 23–48.
- 菅野耕三 (Sugano, K.), 1982. 北陸地方新第三系の化石放散虫層序の研究 (第2報)–蘆田層の放散虫化石群集–. 大阪教育大紀要 (*Jour. Coll. Liberal Arts, Osaka Univ.*), **31**, 35–43.
- 角井朝昭 (Sumii, T.), 1986. 富山県八尾地域新第三系凝灰岩の FISSION TRACK 年代測定. 大阪微化石研究会誌 (*News of Osaka Micropaleont.*), **14**, 51–61.
- 鈴木宇耕 (Suzuki, U.), 1989. 日本海東部新第三系堆積盆地の地質. 地質学論集 (*Mem. Geol. Soc. Japan*), **no. 32**, 143–183.
- Tabuki, R., 1986. Plio-Pleistocene Ostracoda from the Tsugaru Basin, North Honshu, Japan. *Bull. Coll. Educ. Univ. Ryukyus*, **no. 29**, 27–160.
- Tada, R., 1994. Paleooceanographic evolution of the Japan Sea. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **108**, 487–508.
- 高山俊昭・加藤道雄・工藤哲郎・佐藤時幸・亀尾浩司 (Takayama, T., Kato, M., Kudo, T., Sato, T. and Kameo, K.), 1988. 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序 その2: 北陸堆積盆地, 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), **53**, 9–27.
- 竹村恵二 (Takemura, K.), 1984. 三重県員弁地域の鮮新・更新統東海層群—特に岩相層序と火山灰層序の関係について—. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **90**, 799–813.
- 田村糸子 (Tamura, I.), 2005. テフロクロノロジーに基づく中央日本の鮮新—更新世古環境復元: 富山県東部呉羽山礫層の広域テフラおよび室田層の室田凝灰岩と佐布里テフラの対比からみた飛騨山脈の隆起時期の推定. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*) **114**, 631–637.
- 田村糸子・山崎晴雄 (Tamura, I. and Yamazaki, H.), 2004. 北陸層群のテフロクロノロジー—テフラ層序および広域テフラ層との対比に基づく北陸層群の堆積年代—. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **110**, 417–436.
- 田村糸子・山崎晴雄・水野清秀 (Tamura, I., Yamazaki, H. and Mizuno, K.)

2005. 関東平野西縁多摩川河床に分布する友田 2 テフラと小佐治(古琵琶湖層群), OT5(氷見層群)テフラの対比-ガウス正磁極期最上部 2.6Ma 頃の広域テフラ. 日本地質学会第 112 年学術大会 (112th Ann. Meet. Geol. Soc. Japan) . 82.
- Tanaka, G., 2002. Miocene ostracods from the Fujina Formation, Shimane prefecture, Southwest Japan and their paleoenvironmental significance. *Paleont. Res.*, **6**, 1–22.
- Tanaka, G., 2003. Middle Miocene ostracods from the Omori Formation, Izumo City, Southwest Japan - Its implications for paleoenvironment of the Proto-Japan Sea - . *Earth Science*, **57**, 111–127.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1992. 改訂版日本の石油・天然ガス資源. 520.
- Thiede, J., 1975. Distribution of foraminifera in surface waters of a coastal upwelling area. *Nature*, **253**, 712–714.
- 富田裕子・黒川勝巳 (Tomita, Y. and Kurokawa, K.), 1999. 中央日本における 2.7 Ma 頃の広域火山灰層; 土生滝-(大阪層群)-MT2(氷見層群)-Arg-2 (西山層) 火山灰層の対比. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **105**, 63–71.
- 土 隆一 (Tuchi, R.), 1986, 新第三紀のイベントとその時間空間的広がり. 海洋科学, **18**, 132–135.
- 土橋正也・尾田太良 (Tsuchihashi, M. and Oda, M.), 2001. 本州沖黒潮流軸部に生息する現生浮遊性有孔虫の深度分布とその季節変化. 化石 (*Fossil*), **no. 70**, 1–17.
- 津田禾粒 (Tsuda, K), 1953. 富山県八尾町付近の地質. 新潟大理研報, **1**, 1–33.
- Tsuda, K. Itoigawa, J. and Yamanoi, T., 1986. Mangrove fauna and flora in the Middle Miocene of Japan. *Paleontol. Soc. Japan. Spec. Pap.*, **29**, 129–134.
- Tsukagoshi, A. and Ikeya, N., 1987. The ostracod genus *Cythere* O.F. Müller, 1785 and its species. *Trans Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, **no. 148**, 197–222.
- Tsukawaki, S., Ozawa, H., Domitsu, H., Hirano, K., Maeda, T., Tomii, Y.,

- Saito, S., Xu, X., Kamiya, T., Kato, M. and Oda, M., 2001. Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT99-14 in the central and northeastern marginal parts of the Japan Sea—Sediments, benthic and planktonic foraminifers and ostracodes (Part I : Surface sediments). *Bull. Japan Sea Res. Inst.*, no. 32, 1–28.
- 魚沼丘陵団研哺乳類グループ, 1983. 魚沼層群から産出する軟体動物化石. 魚沼層群, 地団研専報, 26, 67–72.
- 渡辺真人 (Watanabe, M.), 1990. 富山県氷見・灘浦地域の新第三系の層序—とくに姿類層とその上位層との間の時間間隙について—. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), 96, 915–936.
- 渡辺真人 (Watanabe, M.), 2002. 富山県氷見・灘浦地域の鮮新統の珪藻化石層序と年代層序の再検討—とくに広域火山灰層と No. 3 *Globorotalia inflata* (浮遊性有孔虫) bed の年代について—. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), 108, 499–509.
- 渡辺真人・柳沢幸夫・山田 桂・入月俊明・庄司真弓 (Watanabe, M., Yanagisawa, Y., Yamada, K., Irizuki, T., and Shoji M.), 2003. 新潟県北蒲原地域胎内川に分布する鮮新統鍬江層の珪藻・石灰質ナンノ化石層序. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), 68, 561–569.
- 渡辺其久男 (Watanabe, S.), 1983. 東北裏日本油田地域の年代層序の現状. 石技誌 (*Jour. Jpn. Assoc. Petrol. Tech.*), 48, 88–92.
- Webb, P. N. and Harwood, D. M. 1993. Late Cenozoic glacial history of Ross embayment, Antarctica. *Quat. Sci. Rev.*, 10, 215–223.
- Yajima, M., 1988. Preliminary notes on the Japanese Miocene Ostracoda. In Hanai, T., Ikeya, N. and Ishizaki, K, eds., *Evolutionary biology of Ostracoda its fundamentals and applications*. Kodansha Ltd., Tokyo and Elsevier, Amsterdam, Oxford New York, Tokyo, 1073–1085.
- Yajima, M., 1992. Early Miocene Ostracoda from Mizunami, central Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no. 19, 247–267.
- 山田 桂・入月俊明・中嶋祥江 (Yamada, K., Irizuki, T. and Nakajima, S.), 2001. 下部中新統富草層群新木田層 (長野県) の貝形虫化石群集と堆積相



- の時空分布. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **107**, 1–13.
- Yamada, K., 2003. New ostracod (Crustacea) species of the genus *Robertsonites* from the upper Pliocene Kuwae and Sasaoka Formations, central and northeast Japan. *Jour. Micropaleontol.*, **22**, 169–181.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F., 1998. Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395–414.
- 柳沢幸夫・天野和孝 (Yanagisawa, Y. and Amano, K.), 2003. 新潟県上越地域西部に分布する鮮新統の珪藻化石層序と古海洋環境. 地調研報 (*Bull. Geol. Surv. Japan*) , **54**, 63–93.
- Zhou, B. and Ikeya, N., 1992. Three species of Krithe (Crustacea: Ostracoda) from Suruga Bay, central Japan. *Trans. Proc. Paleontol. Soc. Jpn., N.S. no. 166*, 1097–1115.
- Zhou, B., 1995. Recent ostracode fauna in the Pacific off Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. Ser. Geol., Mineral.*, **57**, 21–98.



## Explanation of Plate 1

All scale bars indicate 100  $\mu\text{m}$ .

**Fig. 1. *Cytherelloidea hanaii* Nohara**

1. Lateral view of left valve, adult, sample AKA44 (Mita F.).

**Figs. 2, 3. *Neonesidea* sp.**

2. Lateral view of left valve, adult, sample JIN4 (Kuwaie F.).
3. Lateral view of right valve, adult, sample JIN4 (Kuwaie F.).

**Fig. 4. *Paranesidea* sp.**

4. Lateral view of left valve, adult, sample JIN38 (Kuwaie F.).

**Fig. 5. *Triebelina* sp.**

5. Lateral view of left valve, juvenile, sample JIN38 (Kuwaie F.).

**Figs. 6, 7. *Pontocythere subjaponica* (Hanai)**

6. Lateral view of left valve, adult, sample AKA28 (Mita F.).
7. Lateral view of right valve, juvenile, sample AKA28 (Mita F.).

**Figs. 8, 9. *Krithe antisawanensis* Ishizaki**

8. Lateral view of left valve, adult, sample JIN15 (Kuwaie F.).
9. Lateral view of right valve, adult, sample JIN15 (Kuwaie F.).

**Figs. 10, 11. *Kotoracythere* sp.**

10. Lateral view of left valve, adult, sample SAK9 (Kuwaie F.).
11. Lateral view of right valve, adult, sample SAK10 (Kuwaie F.).

**Fig. 12. *Munseyella hatatensis* Ishizaki**

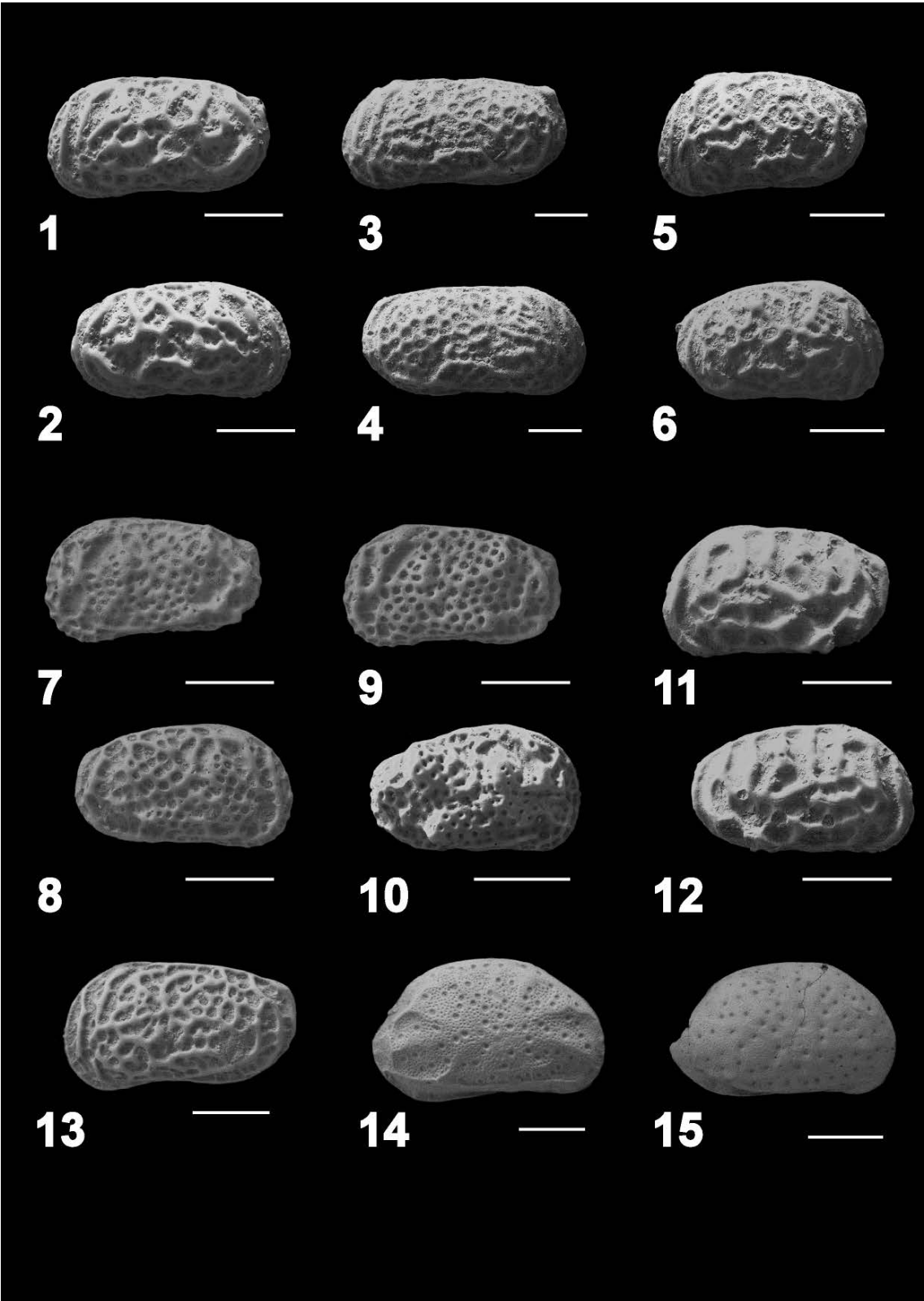
12. Lateral view of left valve, adult, sample SAK15 (Kuwaie F.).

**Figs. 13, 14. *Munseyella japonica* (Hanai)**

13. Lateral view of left valve, adult, sample AKA22 (Mita F.).
14. Lateral view of right valve, adult, sample AKA22 (Mita F.).

**Figs. 15, 16. *Pectocythere daishakaensis* Tabuki**

15. Lateral view of left valve, adult, sample AKA20 (Mita F.).
16. Lateral view of right valve, adult, sample AKA20 (Mita F.).



## Explanation of Plate 2

All scale bars indicate 100  $\mu$ m.

**Figs. 1, 2. *Callistocythere japonica* Hanai**

1. Lateral view of left valve, adult, sample AKA41 (Mita F.).
2. Lateral view of right valve, adult, sample AKA41 (Mita F.).

**Figs. 3, 4. *Callistocythere* cf. *setanensis* Hanai**

3. Lateral view of left valve, adult, sample AKA30 (Mita F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample AKA30 (Mita F.).

**Figs. 5, 6. *Callistocythere* aff. *setanensis* Hanai**

5. Lateral view of left valve, adult, sample AKA27 (Mita F.).
6. Lateral view of right valve, adult, sample AKA27 (Mita F.).

**Figs. 7, 8. *Callistocythere* cf. *undulatifacialis* Hanai**

7. Lateral view of left valve, adult, sample SAK11 (Kuwae F.).
8. Lateral view of right valve, adult, sample SAK11 (Kuwae F.).

**Figs. 9, 10. *Callistocythere* sp. 3**

9. Lateral view of left valve, adult, sample YBF51 (Yabuta F.).
10. Lateral view of left valve, juvenile, sample YBF36 (Yabuta F.).

**Figs. 11, 12. *Callistocythere* sp. 4**

11. Lateral view of left valve, adult, sample AKA41 (Mita F.).
12. Lateral view of right valve, adult, sample AKA41 (Mita F.).

**Fig. 13. *Callistocythere* sp. 6**

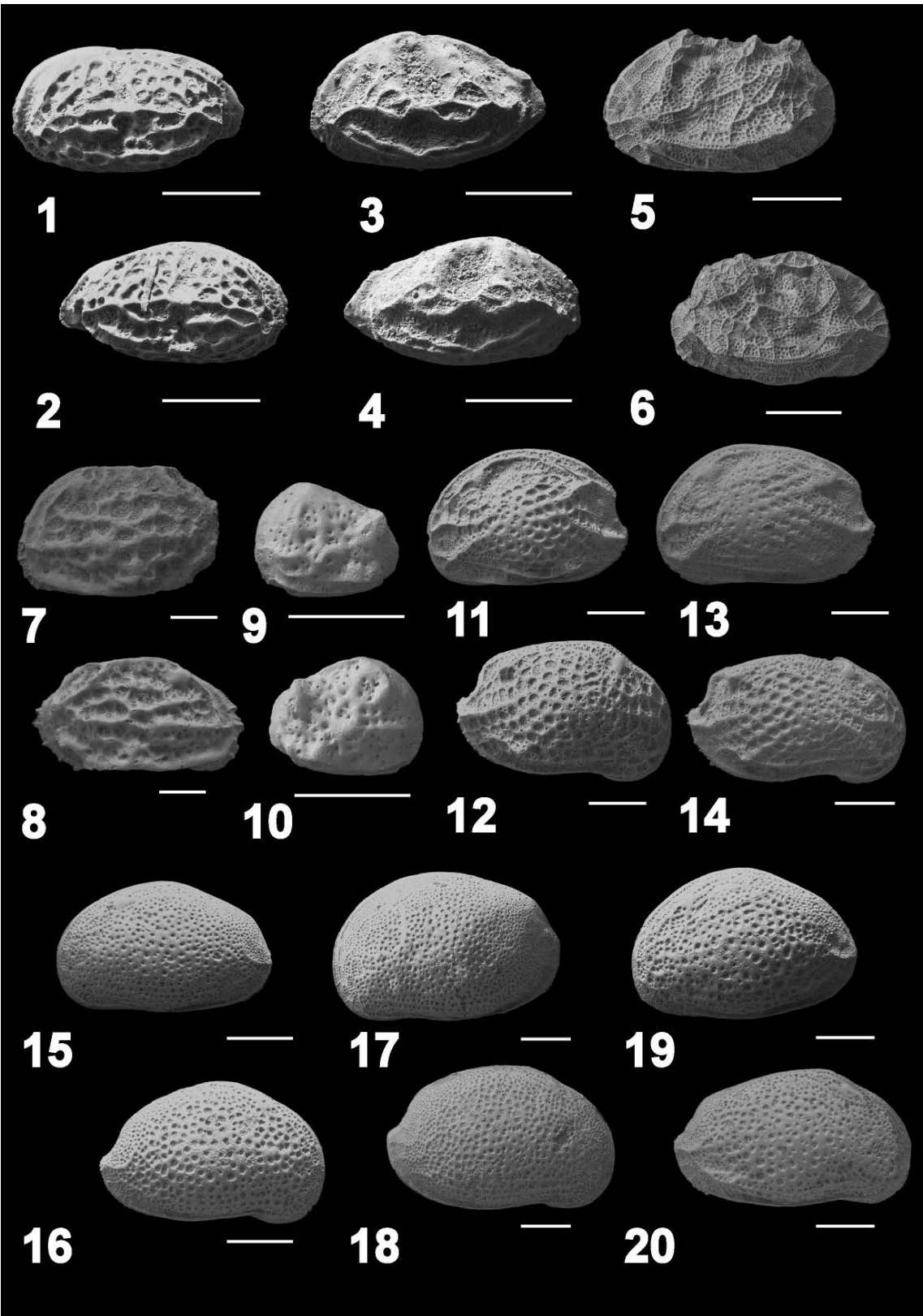
13. Lateral view of left valve, adult, sample YBF38 (Yabuta F.).

**Fig. 14. *Cythere* sp. 1**

14. Lateral view of right valve, adult, sample SAK11 (Kuwae F.).

**Fig. 15. *Cythere* sp. 2**

15. Lateral view of right valve, juvenile, sample SAK6 (Kuwae F.).



### Explanation of Plate 3

All scale bars indicate 100  $\mu\text{m}$ .

**Figs. 1, 2. *Hanaiborchella miurensis* (Hanai)**

1. Lateral view of left valve, adult, sample AKA14 (Mita F.).
2. Lateral view of right valve, adult, sample AKA14 (Mita F.).

**Figs. 3, 4. *Hanaiborchella triangularis* (Hanai)**

3. Lateral view of left valve, adult, sample AKA37 (Mita F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample AKA37 (Mita F.).

**Figs. 5, 6. *Palmenella limicola* (Norman)**

5. Lateral view of left valve, adult, sample SAK13 (Kuwae F.).
6. Lateral view of right valve, adult, sample SAK12 (Kuwae F.).

**Figs. 7, 8. *Schizocythere kishinouyei* (Kajiyama)**

7. Lateral view of left valve, adult, sample JIN38 (Kuwae F.).
8. Lateral view of right valve, adult, sample JIN22 (Kuwae F.).

**Figs. 9, 10. *Schizocythere* sp.**

9. Lateral view of left valve, juvenile, sample YBF31 (Yabuta F.).
10. Lateral view of right valve, juvenile, sample YBF31 (Yabuta F.).

**Figs. 11, 12. *Aurila* cf. *corniculata* Okubo**

11. Lateral view of left valve, adult, sample JIN26 (Kuwae F.).
12. Lateral view of right valve, adult, sample JIN27 (Kuwae F.).

**Figs. 13, 14. *Aurila* cf. *hataii* Ishizaki**

13. Lateral view of left valve, adult, sample JIN26 (Kuwae F.).
14. Lateral view of right valve, adult, sample JIN27 (Kuwae F.).

**Figs. 15, 16. *Aurila shigaramiensis* Ozawa**

15. Lateral view of left valve, adult, sample JIN22 (Kuwae F.).
16. Lateral view of right valve, adult, sample JIN2 (Kuwae F.).

**Figs. 17, 18. *Aurila togakushiensis* Ozawa**

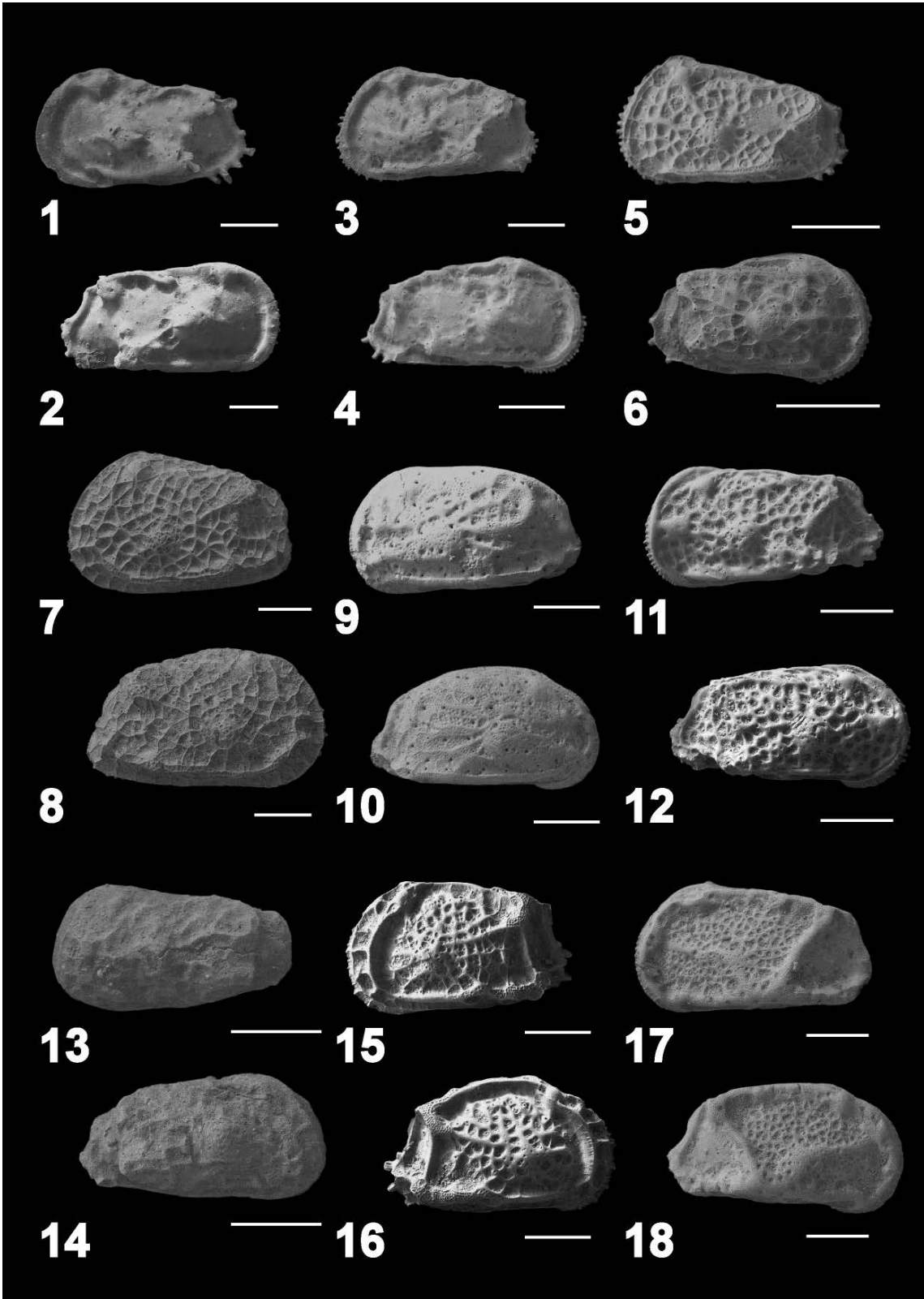
17. Lateral view of left valve, adult, sample JIN24 (Kuwae F.).
18. Lateral view of right valve, adult, sample JIN25 (Kuwae F.).

**Figs. 19, 20. *Aurila tsukawakii* Ozawa and Kamiya**

19. Lateral view of left valve, adult, sample JIN15 (Kuwae F.).

20. Lateral view of right valve, adult, sample SAK4 (Kuwae F.).





## Explanation of Plate 4

All scale bars indicate 100  $\mu$ m.

### **Figs. 1, 2. *Cornucoquimba moniwensis* (Ishizaki)**

1. Lateral view of left valve, adult, sample SAK11 (Kuwa F.).
2. Lateral view of right valve, adult, sample SAK5 (Kuwa F.).

### **Figs. 3, 4. *Cornucoquimba tosaensis* (Ishizaki)**

3. Lateral view of left valve, adult, sample SAK10 (Kuwa F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample SAK12 (Kuwa F.).

### **Figs. 5, 6. *Cornucoquimba* sp. 1**

5. Lateral view of left valve, adult, sample SAK9 (Kuwa F.).
6. Lateral view of right valve, juvenile, sample YBF41 (Yabuta F.).

### **Figs. 7, 8. *Elofsonella* cf. *concinna***

7. Lateral view of left valve, adult, sample JIN3 (Kuwa F.).
8. Lateral view of right valve, adult, sample SAK3 (Kuwa F.).

### **Figs. 9, 10. *Finmarchinella hanaii* Okada**

9. Lateral view of left valve, adult, sample JIN27 (Kuwa F.).
10. Lateral view of right valve, adult, sample SAK4 (Kuwa F.).

### **Figs. 11, 12. *Finmarchinella japonica* (Ishizaki)**

11. Lateral view of left valve, adult, sample SAK31 (Kuwa F.).
12. Lateral view of right valve, adult, sample SAK31 (Kuwa F.).

### **Figs. 13, 14. *Finmarchinella uranipponica* Ishizaki**

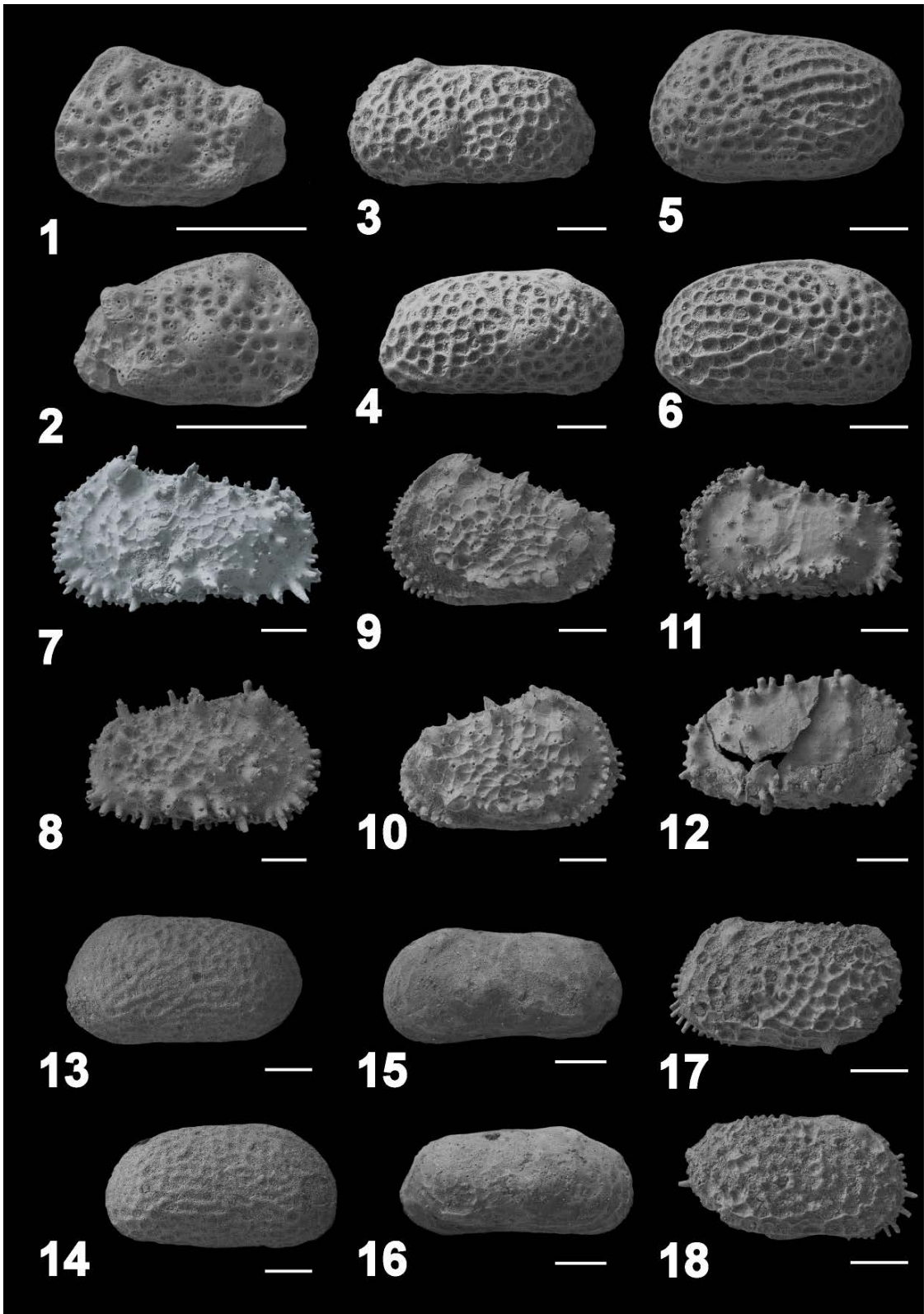
13. Lateral view of left valve, juvenile, sample AKA28 (Mita F.).
14. Lateral view of right valve, juvenile, sample AKA28 (Mita F.).

### **Figs. 15, 16. *Hemicythere kitanipponica* (Tabuki)**

15. Lateral view of left valve, adult, sample SAK31 (Kuwa F.).
16. Lateral view of right valve, adult, sample JIN4 (Kuwa F.).

### **Figs. 17, 18. *Hemicythere sakaii* Goto and Irizuki**

17. Lateral view of left valve, adult, sample JIN35 (Jinai F.).
18. Lateral view of right valve, adult, sample JIN35 (Jinai F.).



## Explanation of Plate 5

All scale bars indicate 100  $\mu$ m.

### **Figs. 1, 2. *Laperousecythere* cf. *cronini* Irizuki and Yamada**

1. Lateral view of left valve, juvenile, sample YBF39 (Yabuta F.).
2. Lateral view of right valve, juvenile, sample YBF39 (Yabuta F.).

### **Figs. 3, 4. *Urocythereis?* *gorokuensis* Ishizaki**

3. Lateral view of left valve, adult, sample AKA2 (Mita F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample AKA2 (Mita F.).

### **Figs. 5, 6. *Yezocythere?* sp.**

5. Lateral view of left valve, adult, sample AKA2 (Mita F.).
6. Lateral view of right valve, adult, sample AKA2 (Mita F.).

### **Figs. 7, 8. *Acanthocythereis dunelmensis* (Norman)**

7. Lateral view of left valve, adult, sample JIN16 (Kuwaie F.).
8. Lateral view of right valve, adult, sample SAK5 (Kuwaie F.).

### **Figs. 9, 10. *Acanthocythereis tsurugasakensis* Tabuki**

9. Lateral view of left valve, adult, sample YBF31 (Yabuta F.).
10. Lateral view of right valve, adult, sample YBF31 (Yabuta F.).

### **Figs. 11, 12. *Acanthocythereis* sp.**

11. Lateral view of left valve, adult, sample JIN19 (Kuwaie F.).
12. Lateral view of right valve, adult, sample JIN25 (Kuwaie F.).

### **Figs. 13, 14. *Celtia* cf. *subreticulata* Irizuki and Yamada**

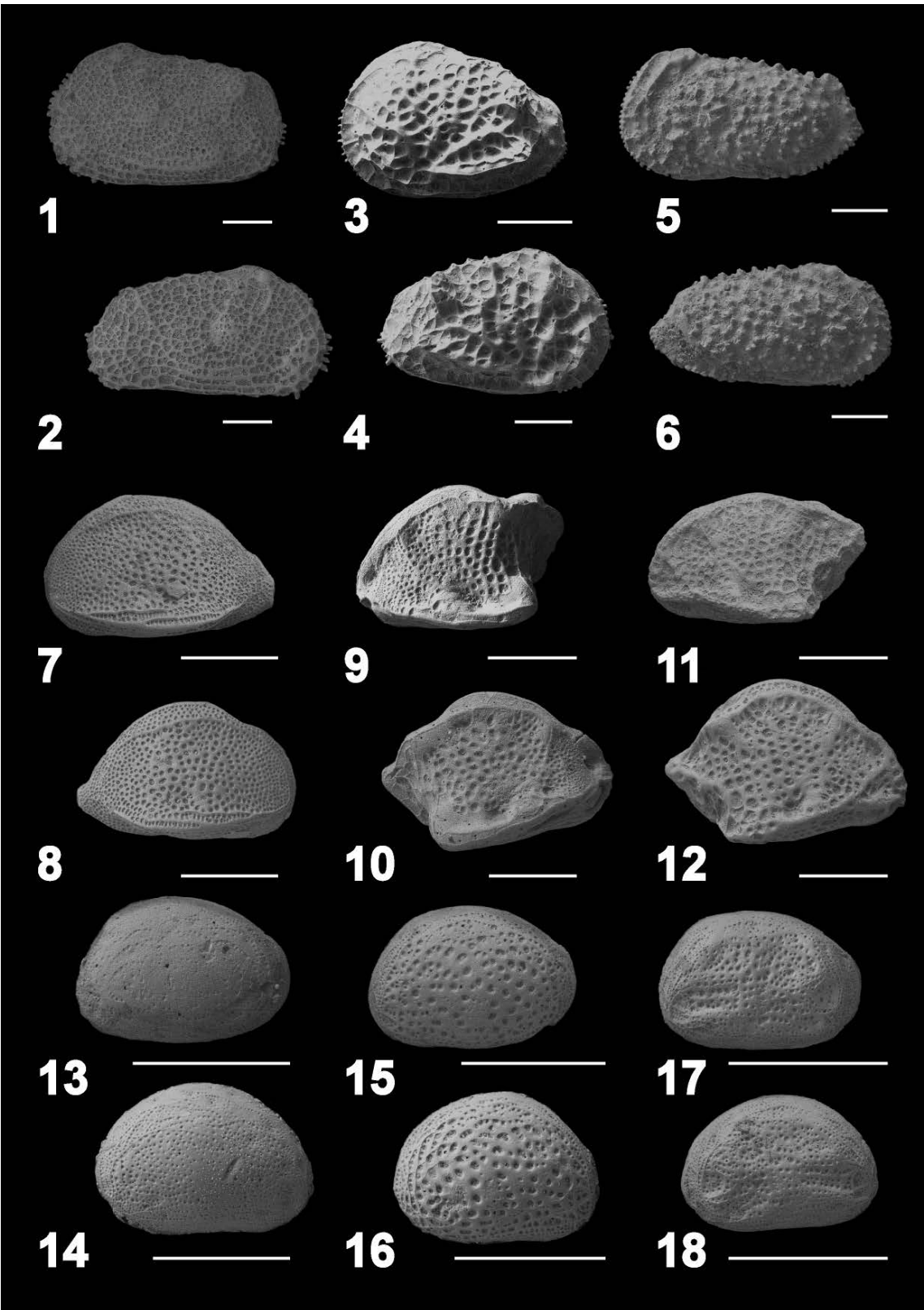
13. Lateral view of left valve, adult, sample AKA35 (Mita F.).
14. Lateral view of right valve, adult, sample AKA35 (Mita F.).

### **Figs. 15, 16. *Normanicythere japonica* Tabuki**

15. Lateral view of left valve, adult, sample AKA28 (Mita F.).
16. Lateral view of right valve, adult, sample AKA28 (Mita F.).

### **Figs. 17, 18. *Pistocythereis bradyformis* (Ishizaki)**

17. Lateral view of left valve, adult, sample AKA14 (Mita F.).
18. Lateral view of right valve, adult, sample AKA14 (Mita F.).



## Explanation of Plate 6

All scale bars indicate 100  $\mu$ m.

### **Figs. 1, 2. *Robertsonites irizukii* Yamada**

1. Lateral view of left valve, adult, sample JIN33 (Kuwae F.).
2. Lateral view of right valve, adult, sample JIN9 (Kuwae F.).

### **Figs. 3, 4. *Robertsonites tabukii* (Ishizaki)**

3. Lateral view of left valve, juvenile, sample JIN6 (Kuwae F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample SAK23 (Kuwae F.).

### **Figs. 5, 6. *Trachyleberis niitsumai* (Ishizaki)**

5. Lateral view of left valve, adult, sample AKA40 (Mita F.).
6. Lateral view of right valve, juvenile, sample AKA40 (Mita F.).

### **Figs. 7, 8. *Cytheropteron carolae* Brouwers**

7. Lateral view of left valve, adult, sample SAK9 (Kuwae F.).
8. Lateral view of right valve, adult, sample JIN7 (Kuwae F.).

### **Figs. 9, 10. *Cytheropteron miurense* Hanai**

9. Lateral view of left valve, adult, sample SAK31 (Kuwae F.).
10. Lateral view of right valve, adult, sample SAK14 (Kuwae F.).

### **Figs. 11, 12. *Cytheropteron sawanense* Hanai**

11. Lateral view of left valve, adult, sample JIN17 (Kuwae F.).
12. Lateral view of right valve, adult, sample SAK14 (Kuwae F.).

### **Figs. 13, 14. *Cytherura* sp. 1**

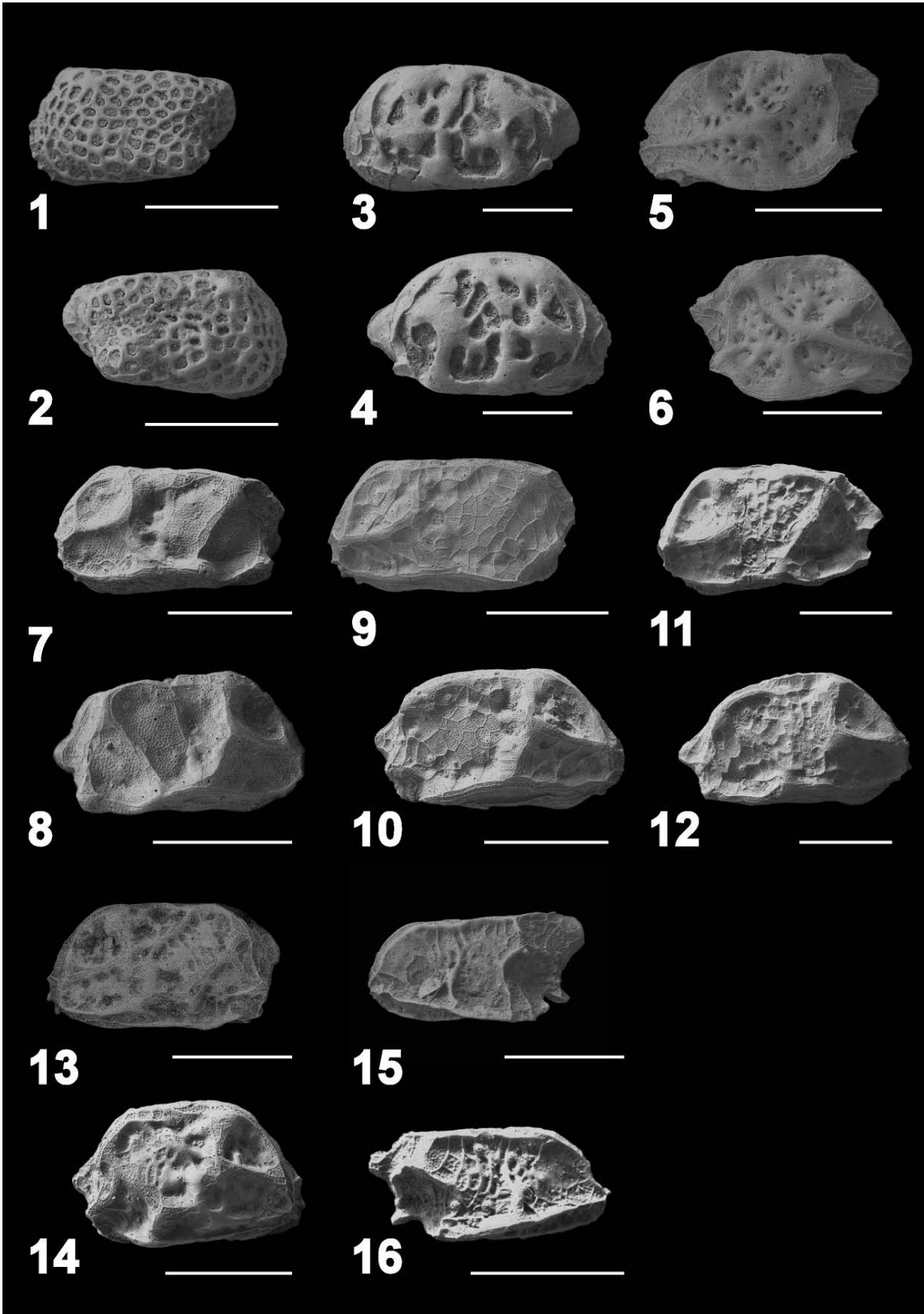
13. Lateral view of left valve, adult, sample SAK3 (Kuwae F.).
14. Lateral view of right valve, adult, sample SAK22 (Kuwae F.).

### **Figs. 15, 16. *Cytherura* sp. 2**

15. Lateral view of left valve, adult, sample SAK10 (Kuwae F.).
16. Lateral view of right valve, adult, sample SAK19 (Kuwae F.).

### **Figs. 17, 18. *Cytherura* sp. 3**

17. Lateral view of left valve, adult, sample SAK23 (Kuwae F.).
18. Lateral view of right valve, adult, sample SAK24 (Kuwae F.).



## Explanation of Plate 7

All scale bars indicate 100  $\mu\text{m}$ .

### **Figs. 1, 2. *Eucytherura neoalae* (Ishizaki)**

1. Lateral view of left valve, adult, sample SAK27 (Kuwae F.).
2. Lateral view of right valve, adult, sample SAK26 (Kuwae F.).

### **Figs. 3, 4. *Howeina neoleptocytheroidea* (Ishizaki)**

3. Lateral view of left valve, adult, sample SAK2 (Kuwae F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample SAK1 (Kuwae F.).

### **Figs. 5, 6. *Kangarina* sp.**

5. Lateral view of left valve, adult, sample SAK4 (Kuwae F.).
6. Lateral view of right valve, adult, sample SAK4 (Kuwae F.).

### **Figs. 7, 8. *Semicytherura kazahana* Yamada**

7. Lateral view of left valve, adult, sample SAK9 (Kuwae F.).
8. Lateral view of right valve, adult, sample SAK26 (Kuwae F.).

### **Figs. 9, 10. *Semicytherura subslipperi* Ozawa and Kamiya**

9. Lateral view of left valve, adult, sample SAK10 (Kuwae F.).
10. Lateral view of right valve, adult, sample SAK12 (Kuwae F.).

### **Figs. 11, 12. *Semicytherura subundata* (Hanai)**

11. Lateral view of left valve, adult, sample SAK4 (Kuwae F.).
12. Lateral view of right valve, adult, sample SAK31 (Kuwae F.).

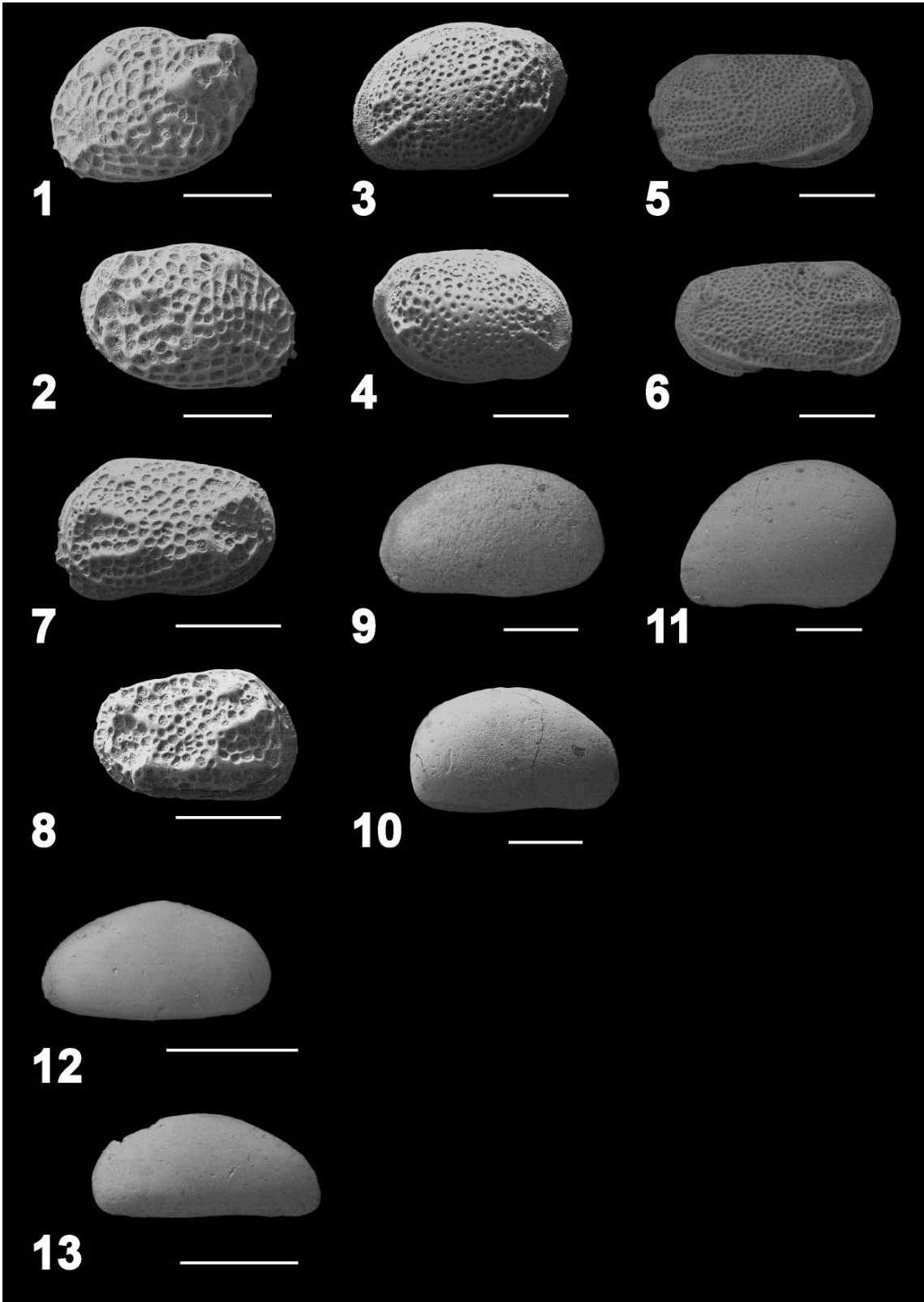
### **Figs. 13, 14. *Semicytherura* sp. 1**

13. Lateral view of left valve, adult, sample SAK3 (Kuwae F.).
14. Lateral view of right valve, adult, sample SAK27 (Kuwae F.).

### **Figs. 15, 16. *Semicytherura* sp. 5**

15. Lateral view of left valve, juvenile, sample YBF45 (Yabuta F.).
16. Lateral view of right valve, juvenile, sample YBF45 (Yabuta F.).





## Explanation of Plate 8

All scale bars indicate 100  $\mu$ m.

**Figs. 1, 2. *Loxococoncha hattorii* Ishizaki**

1. Lateral view of left valve, adult, sample JIN38 (Kuwae F.).
2. Lateral view of right valve, adult, sample JIN35 (Kuwae F.).

**Figs. 3, 4. *Loxococoncha kamiyai* Ozawa**

3. Lateral view of left valve, adult, sample JIN4 (Kuwae F.).
4. Lateral view of right valve, adult, sample JIN4 (Kuwae F.).

**Figs. 5, 6. *Loxococoncha subkotoriforma* Ishizaki**

5. Lateral view of left valve, adult, sample JIN34 (Kuwae F.).
6. Lateral view of right valve, adult, sample JIN34 (Kuwae F.).

**Figs. 7, 8. *Loxocorniculum kotoriformum* Ishizaki**

7. Lateral view of left valve, juvenile, sample JIN17 (Kuwae F.).
8. Lateral view of right valve, juvenile, sample JIN17 (Kuwae F.).

**Figs. 9, 10. *Xestoleberis hanaii* Ishizaki**

9. Lateral view of left valve, adult, sample JIN37 (Kuwae F.).
10. Lateral view of right valve, adult, sample JIN30 (Kuwae F.).

**Fig. 11. *Xestoleberis sagamiensis* Kajiyama**

11. Lateral view of left valve, adult, sample JIN33 (Kuwae F.).

**Figs. 12, 13. *Xestoleberis setouchiensis* Okubo**

12. Lateral view of left valve, juvenile, sample YBF44 (Yabuta F.).
13. Lateral view of right valve, juvenile, sample JIN30 (Kuwae F.).