

論文

福島県東棚倉地域久保田層から産出する *Anadara* 属二枚貝化石の形態測定

鈴木 拓馬\*・林 広樹\*\*

**Morphometric analyses of the genus *Anadara* (Bivalvia; Arcidae)  
from the Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area,  
Fukushima Prefecture, Northeast Honshu, Japan**

Takuma Suzuki\* and Hiroki Hayashi\*\*

**Abstract**

The taxonomic classification of the genus *Anadara* (Bivalvia) from the Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area has been controversial in previous studies, because there are wide ranges in its shell variation. The present study conducts morphometric analyses of fossil *Anadara* collected from three localities (Kamitoyo, Kubota, and Tanaka) of the formation as a basic study to describe the morphologic variation through time and space. As a result, the Kamitoyo population can be distinguished from other two populations by its shell shape and ontogenetic pattern. In turn, morphometric differences between Kubota and Tanaka populations should be resulted from an intraspecific variation because these two populations have a common ontogenetic pattern of the shell-coiling mode. According to ontogenetic parameters of hinge teeth, these three populations are placed in the subgenus *Anadara*. We distinguish the Kamitoyo population into an independent species *Anadara (Anadara) tanakuraensis* Noda from the rest two populations belonging to *Anadara (Anadara) hataii* Noda.

**Key words:** *Anadara*, Fukushima Prefecture, Kubota Formation, Miocene, Morphometric analysis

はじめに

二枚貝類の化石は日本各地の地層から豊富に産出するため、古生物学の研究対象や実習材料として適している。二枚貝類の分類は、一般に殻の形態形質に基づいている。古生物集団の形態形質を記載するうえで、他産地の集団との比較を客観的なものにするためには、可能な限り多数の個体について形質の計測を行い、集団の特徴を数量的に扱うことが望ましいとされる(例えば、速見, 1969)。

福島県東棚倉地域の中新統久保田層は、二枚貝類をはじめとする動物化石を多産し、塩原型動物群の模式地のひとつとされている(鎮西, 1963; Chinzei and Iwasaki, 1967; Iwasaki, 1970 など)。この地域から産する二枚貝類の化石のうち、サルボウ属(*Anadara*)は久保田層の下部および上部から多産する。Nomura and Hatai (1936)は、久保田層産のサルボウ属化石を *Anadara nihohensis* (Otuka, 1934) に同定した。Noda (1966)は、殻表面の装飾や外形、蝶番部の形態タイプに着目し、サルボウ属を8亜属に細分するとともに、久保田層産

のサルボウ属を *A. (Anadara) ninohensis* と *Anadara (Anadara) hataii* Noda, 1966, *Anadara (Anadara) tanakuraensis* Noda, 1966 の3種に分類した。Iwasaki (1970)は、久保田層の10地点から得られた200個体以上のサルボウ属化石を分析対象とし、殻表面の装飾と外形に基づいて6つの形態タイプに区分した。また、それぞれの形態タイプが相互に重なりつつ異なる地理的分布を示すこと、およびそれぞれの形態タイプ間に中間的形態が存在することから、これら形態タイプは生息環境の違いによる種内変異であるとし、すべて単一種の *A. ninohensis* に同定した。一方、Sasaki (1990)は、分類学的に比較的安定な形質である蝶番部に着目し、その相対成長パターンからサルボウ属の亜属レベル分類が可能であることを示した。彼が提案した判別基準に基づく、久保田層産のサルボウ属化石は岩手県二戸地域を模式地とする *A. (Scapharca) ninohensis* と亜属レベルで異なる相対成長パターンを示すことから、*A. (A.) hataii* に同定された。

以上述べたように、久保田層のサルボウ属化石については分類学的な解釈が二転三転している。これは、これまでの先行研究でも述べられているように、本地域のサルボウ属が形態的に著しい多様性を有していることによる。しかし、久保田層内の地点間における形態の差異は、Iwasaki (1970)の形態タイプによって定性的に示されたのみで、形態変異の程度を数量的に示すデータは不足している現状にある。

ところで、Iwasaki (1970)が識別したサルボウ属の形態タ

\* 島根大学総合理工学部  
Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University,  
1060 Nishikawatsu, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

\*\* 島根大学大学院総合理工学研究科  
Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane  
University, 1060 Nishikawatsu, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

イブのうち、タイプ6は棚倉町堀川付近で孤立した分布を示し、他の形態タイプと共存しない。この形態タイプは、Noda (1966) の *A. (A.) tanakuraensis* に相当する (Iwasaki, 1970)。島本ほか (1998) の地質図に基づくと、タイプ6が産出する地点は久保田層上部に相当し、他の形態タイプが産出する久保田層下部とは層準が異なる。また、Sasaki (1990) が相対成長パターンの解析に用いたサルボウ属化石は久保田層下部のものであり、Iwasaki (1970) のタイプ1~5を含んでいるものの、タイプ6が産出する久保田層上部の集団を含んでいない。したがって、久保田層から産出するサルボウ属が単一種と見なせるかどうかの検証は、タイプ6についてはまだ行われていない。もしタイプ6を別種として識別可能であるならば、日本産サルボウ属の系統進化を理解するうえで、中新世の塩原型動物群と鮮新世の大桑万願寺動物群を接続する重要な位置付けとなる可能性がある。また、もし種内の表現形の違いに過ぎないのであれば、微化石分析や地球化学的分析を行うことにより、その差異をもたらした環境因子を特定できる可能性がある。

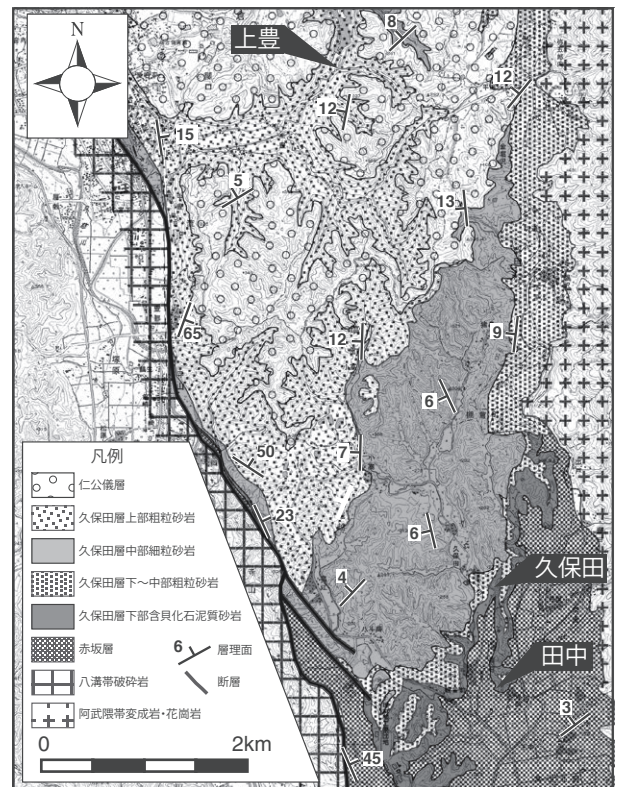
本研究では、久保田層におけるサルボウ属の形態多様性を理解するための基礎的研究として、Noda (1966) による *A. (A.) tanakuraensis* の原記載地である棚倉町上豊に露出する久保田層上部の泥質砂岩から、多数の原記載地標本 (Topotype) を採取した。得られた標本について、殻長や殻高等の基本形質、および Sasaki (1990) による蝶番部の形質を計測した。合わせて、久保田層下部の *A. (A.) hataii* (Iwasaki, 1970) による形態タイプの1~5) についても同様の測定を行い、Sasaki (1990) の結果と比較して計測手法の妥当性を検証するとともに、産地間の形態差について考察した。

## 地質概説

福島県南部、東白川郡塙町~棚倉町にかけての地域には、新第三系が北北西に開いた半盆状をなして分布する (第1図)。地層の傾斜はおおむね20°以下で緩やかだが、堆積盆の西縁境界をなす南北走向の逆断層近傍では急傾斜となり、一部で逆転層も見られる。

本研究の層序は柳沢ほか (2003) に従う。本地域の新第三系は、下位より、中新統の赤坂層と久保田層、および鮮新統の仁公儀層に区分される (第2図)。赤坂層は中粒~粗粒砂岩から主に構成され、最下部に基底礫岩を伴う。砂岩からは *Chlamys kaneharai* (Yokoyama, 1931) 等の貝化石を産出する。本層の最上部は斜交層理を示す砂岩泥岩礫岩互層から構成され、数枚の亜炭層を挟んでおり非海成層と考えられる。本層は下位の阿武隈変成岩・花崗岩類を不整合に覆う。

久保田層の岩相は、下位より、貝化石を多く含む泥質中粒~粗粒砂岩、大型の平板状斜交層理をもつ粗粒砂岩、塊状シルト質細粒砂岩、大型の平板状斜交層理をもつ粗粒砂岩の順に重なる。下位の赤坂層からは整合に漸移する。本層には多数の凝灰岩層が挟まり、そのうち7枚が鍵層 (Kt-1~Kt-7) として追跡されるとともに (島本ほか, 1998)、さらに2枚については K-Ar 法およびフィッシュントラック法による年代測定が実施さ



第1図 本研究による試料採取位置を、地質図 (島本ほか, 1998 を簡略化) 上に示した。国土院発行 1:25000 地形図「棚倉」および「塙」を使用した。

れている (Takahashi *et al.*, 2001a, b) (第2図)。また、本層中部以上の層準では浮遊性微化石を多産し、Blow (1969) の浮遊性有孔虫化石帯 N.16 帯 (相田, 1988; 島本ほか, 1998; Hayashi *et al.*, 2002; Hayashi and Takahashi, 2008), Okada and Bukry (1980) の石灰質ナンノ化石帯 CN5b 帯~CN7 帯 (島本ほか, 1998), 本山 (1999) の放射虫化石帯 *Lynchocanoma magnicornuta* 帯 (島本ほか, 1998), Yanagisawa and Akiba (1998) の珩藻化石帯 NPD6C 帯 (柳沢ほか, 2003) にそれぞれ対比される。

仁公儀層は酸性凝灰岩および凝灰質砂岩を主とし、最下部に基底礫岩を伴う。下位の久保田層を傾斜不整合に覆う。

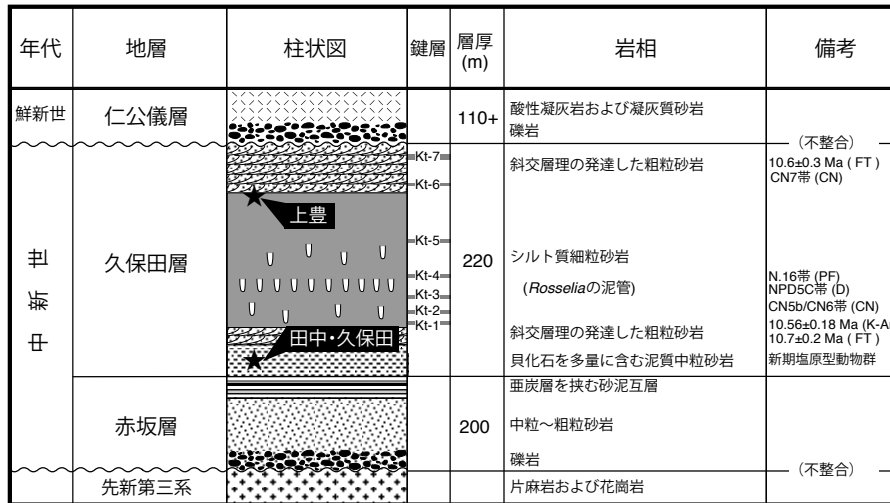
## 試料および方法

### 1 試料採取地点

本研究によるサルボウ属化石の試料採取地点を第1図および第1表に示す。採取地点「上豊」は、上豊集落の北東で堀川に流入する小さな沢の左岸側にある高さ約8mの露頭であり、やや泥質な青灰色塊状中粒砂岩から構成される。Noda (1966) による *A. tanakuraensis* の原記載地は、上豊集落の北東約1.5kmの堀川畔の崖とされており、本研究の採取地点とはほぼ同一地点と考えられる。この露頭の河床面付近に、主としてサルボウ属化石からなる厚さ30~50cm程度の化石床が見られ (第3図)、試料はその層準から採取した。本層準は、久保田層上部の凝灰岩鍵層 Kt-6 からおよそ10m下位に

第1表 本研究によるサルボウ属化石の採取地点

|     | 北緯           | 東経            | 備考          |
|-----|--------------|---------------|-------------|
| 上豊  | 37度1分57.9秒   | 140度24分45.42秒 | 堀川に合流する沢の河床 |
| 久保田 | 36度59分15.16秒 | 140度25分46.19秒 | 藤田礫業貝化石鉱山   |
| 田中  | 36度58分42.66秒 | 140度25分46.94秒 | 藤田礫業貝化石鉱山   |



★ 本研究の試料採取層準

第2図 東棚倉地域における新第三系の模式柱状図 (柳沢ほか, 2003 をもとに作成). 本研究による試料採取層準を星印で示した. FT: フィッシュトラック年代, K-Ar: カリウム・アルゴン法年代, CN: 石灰質ナノ化石, PF: 浮遊性有孔虫, D: 珩藻. 年代の出典は本文参照.

位置する. 化石の保存はあまり良好ではなく, 殻の破片化や表面構造の摩耗が普遍的に認められる. サルボウ属化石のほとんどは離弁で, また殻頂の方向もまちまちである. 随伴種として, *Glycymeris* sp., *Kaneharai kaneharai* (Yokoyama, 1926), *Lucinoma annulata* (Reeve, 1850), *Mercenaria* sp., *Mizuhopecten paraplebejus* (Nomura and Hatai, 1936), *Saccula confusa toyomaensis* Kamada, 1962 が認められた.

採取地点「久保田」は藤田礫業(株)による貝化石鉱山の跡地で, ベンチカットされた高さ約 40 m の大露頭である. この露頭では, 久保田層最下部の含貝化石泥質粗粒砂岩から, 久保田層中部の凝灰岩鍵層 Kt-1 の層準までが露出する. サルボウ属化石は含貝化石泥質粗粒砂岩の中部から上部にかけて多産し, 散在型の化石床を形成する (第4図). 合弁個体が多く見られるが, 密集した産状を示し, 生息姿勢を保持したものは見られない. 随伴種として, *Macoma* sp., *Laevicardium shiobarense* (Yokoyama, 1926), *Chlamys kaneharai* (Yokoyama, 1926), *K. kaneharai*, *L. annulata*, *Mercenaria* sp., *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) 等が認められた.

採取地点「田中」は藤田礫業(株)による貝化石鉱山の採掘現場で, ベンチカットされた高さ約 20 m の露頭である. 久保田層最下部の含貝化石泥質中粒~粗粒砂岩から, その上位の斜交層理をもつ粗粒砂岩までが露出する. サルボウ属化石を採取した層準は含貝化石泥質中粒~粗粒砂岩の中部付近で,

久保田とほぼ同一層準と考えられる. しかし, 岩相は久保田よりもやや泥質分が多く, より細粒である. サルボウ属化石は散在型の化石床を形成し, 合弁個体も多く含まれるが, 生息姿勢を保持したものは少ない (第5図). 随伴種として, *L. shiobarense*, *Macoma* sp., *Glossaulax didyma* (Röding, 1798), *K. kaneharai*, *C. gigas* 等を認めた.

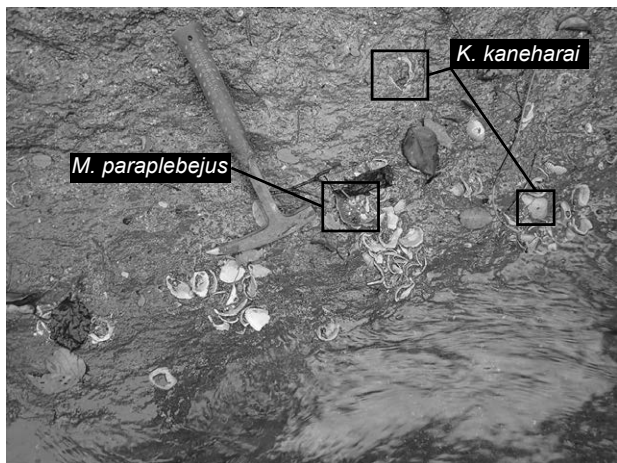
## 2 試料採取および計測方法

サルボウ属化石の採取は, 2013年9月17日および2014年9月8日に行った. 採取にあたっては, ハンマーおよびツルハシを用いて, 露頭表面から見える個体を採取した.

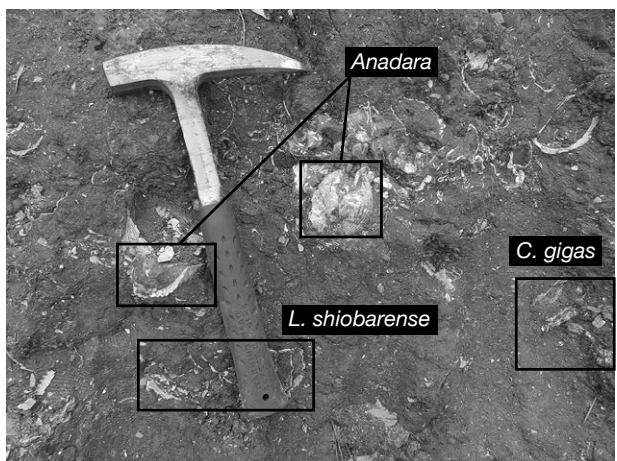
採取した化石はクリーニングを行ったが, その過程で修復困難なほど破損した個体や, 母岩が固結していてクリーニングが著しく困難な個体は除外した. 最終的に上豊 39 個体, 久保田 29 個体, 田中 27 個体を計測に用いた.

得られた個体について, まず表面装飾や殻外形に基づき, Iwasaki (1970) の形態タイプの識別を行った. 次に, 個体の計測を行った. 計測項目は, 二枚貝類で一般的に計測される基本形質 (放射肋数, 殻長 (width), 殻高 (height), 殻厚 (depth)) の他, Sasaki (1990) によって提案された蝶番部の形質 (CH, TL, AT, CT, PT, EV) (第6図) である. 以下に蝶番部の形質について概略を示す.

CH: 靱帯部 (cardinal area) の高さ



第3図 上豊におけるサルボウ属化石と、随伴種 *Mizuhopecten paraplebejus* 及び *Kaneharaia kaneharai* の産状。厚さ 30 cm 前後のレンズ状化石床の主構成要素として産出する。



第5図 田中におけるサルボウ属化石と、随伴種 *Laevicardium shiobarense* 及び *Crassostrea gigas* の産状。合弁個体も含むが、多くは離弁であり、殻の方向は様々である。

TL : 蝶番線 (hinge line) の全長

AT : 蝶番部の先端 (beak position) を TL 上に投影した点から、TL の前端までの長さ

CT : 蝶番部の先端を TL 上に投影した点から、hinge teeth 配列変換点までの長さ

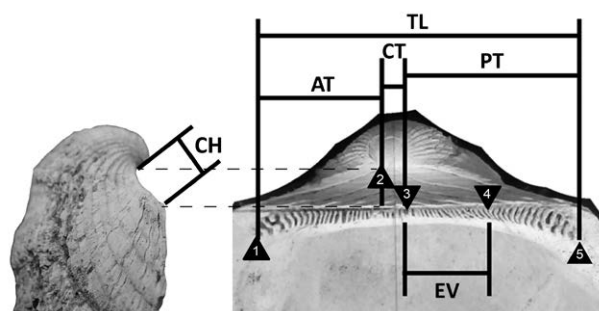
PT : hinge teeth 配列変換点から、TL の後端までの長さ

EV : PT のうち、発散型歯列 (divergent teeth) を示す部分の長さ

これら計測項目のうち、CH については、最小目盛 0.05 mm のノギスを化石に直接あてて測定した。その他の形質については、透明アクリル板上に蝶番線の向きを正確に揃えたうえで写真撮影を行い、画像解析ソフト ImageJ (Ver. 1.48) を用いて計測を行った。個体が小さいために画像上で hinge teeth の識別が困難な場合は、40 倍の双眼実体顕微鏡による観察を補助的に用いた。なお、殻の一部欠損や摩耗等の理由で計測困難な形質がみられた場合は、その部位の計測を省略した。



第4図 久保田におけるサルボウ属化石の産状。合弁個体も多く含むが、多くは離弁であり、層理面方向に密集して産出する。



第6図 Sasaki (1990) による蝶番部の形質。1 : 蝶番線 (TL) の前端。2 : 蝶番部の先端 (beak position)。3 : hinge teeth 配列変換点。4 : 発散型歯列 (divergent teeth) と収束型歯列 (convergent teeth) の境界となる V 型歯列 (v-shaped teeth) の位置。5 : 蝶番線の後端。CH, AT, CT, PT, EV については本文参照。

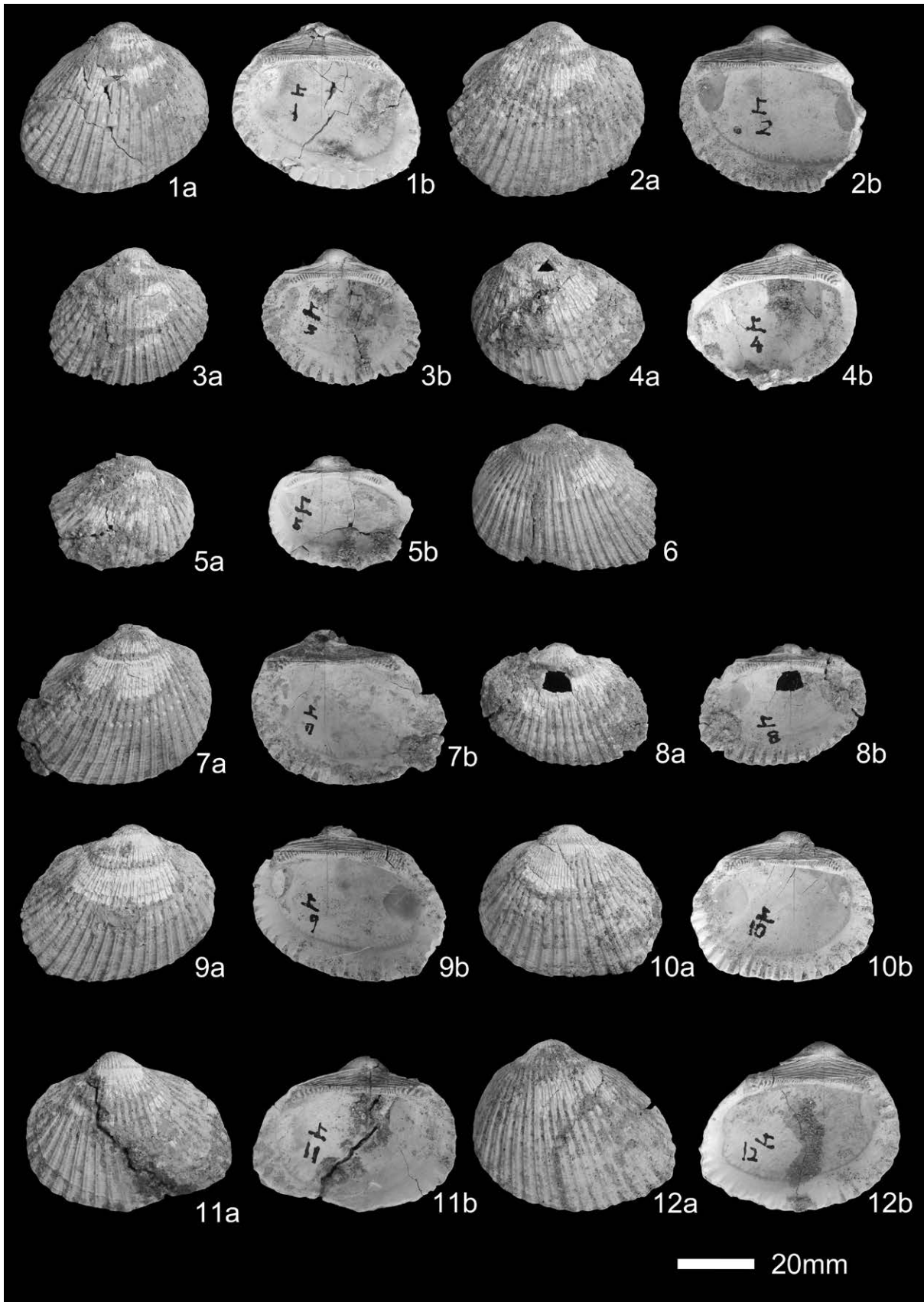
## 結 果

### 1 Iwasaki (1970) の形態タイプ

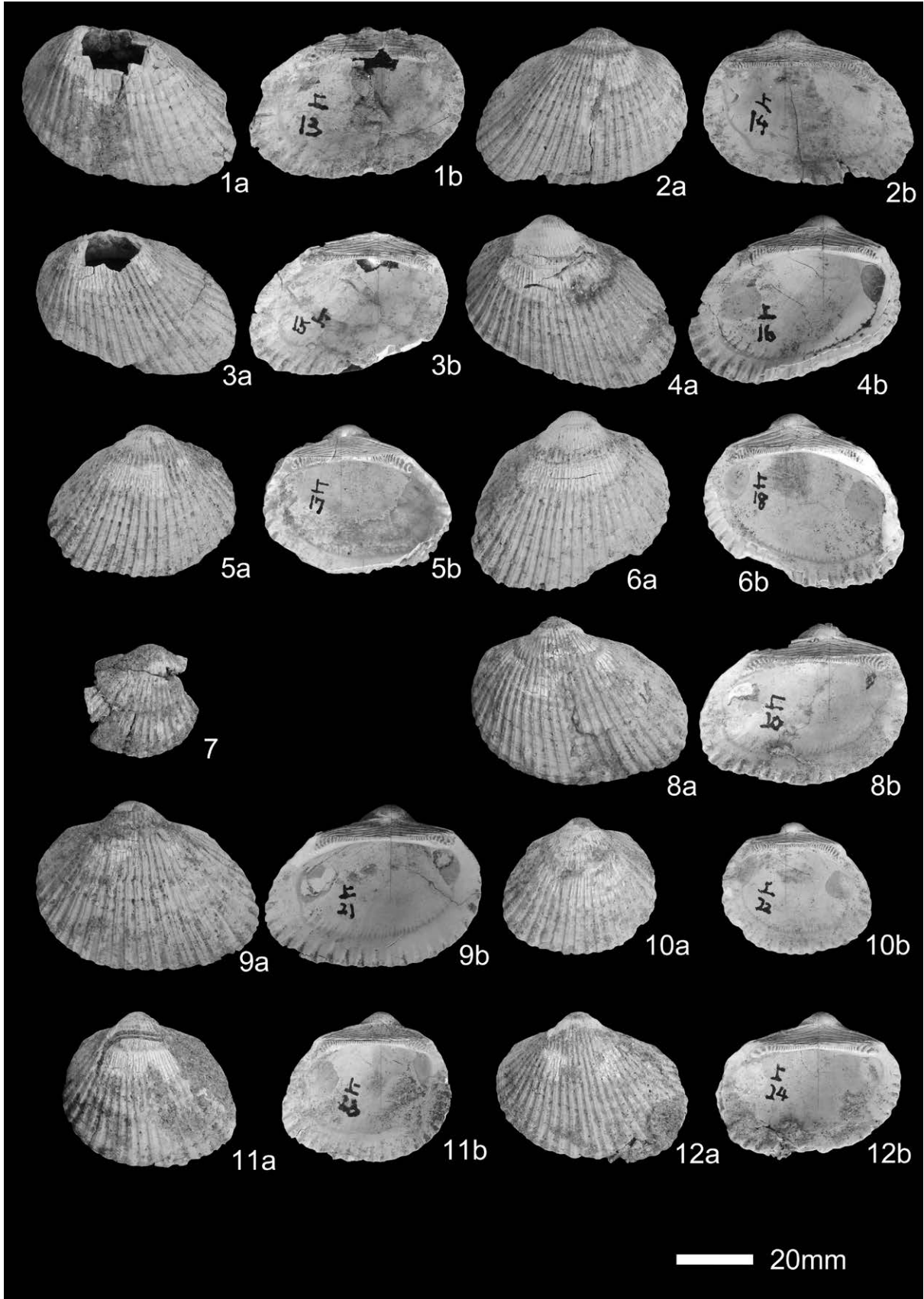
得られた化石個体の殻外形および表面装飾に基づき、Iwasaki (1970) の形態タイプ区分を試みた (第7~10図, 第2~4表)。上豊の個体群は、後縁部が長く伸びる傾向を有する (例えば標本番号 DGSU T.3618 など)。また、放射肋の背面が浅い溝で2分されているが、後縁部では4分しているという特徴をもつ。一部の個体では後縁部があまり伸びず、円形に近い外形をもつ (標本番号 DGSU T.3624, DGSU T.3625 など) もの、放射肋の分岐パターンからすべてタイプ6に属すると判断した。

久保田ではタイプ2~5が認められた。このうち、タイプ3 (18個体) が特に多く、産出個体の約62%を占める。次いで多いのはタイプ2 (8個体, 約28%) であり、タイプ5 (2個体)、タイプ4 (1個体) と続く。タイプ1およびタイプ6は認められなかった。

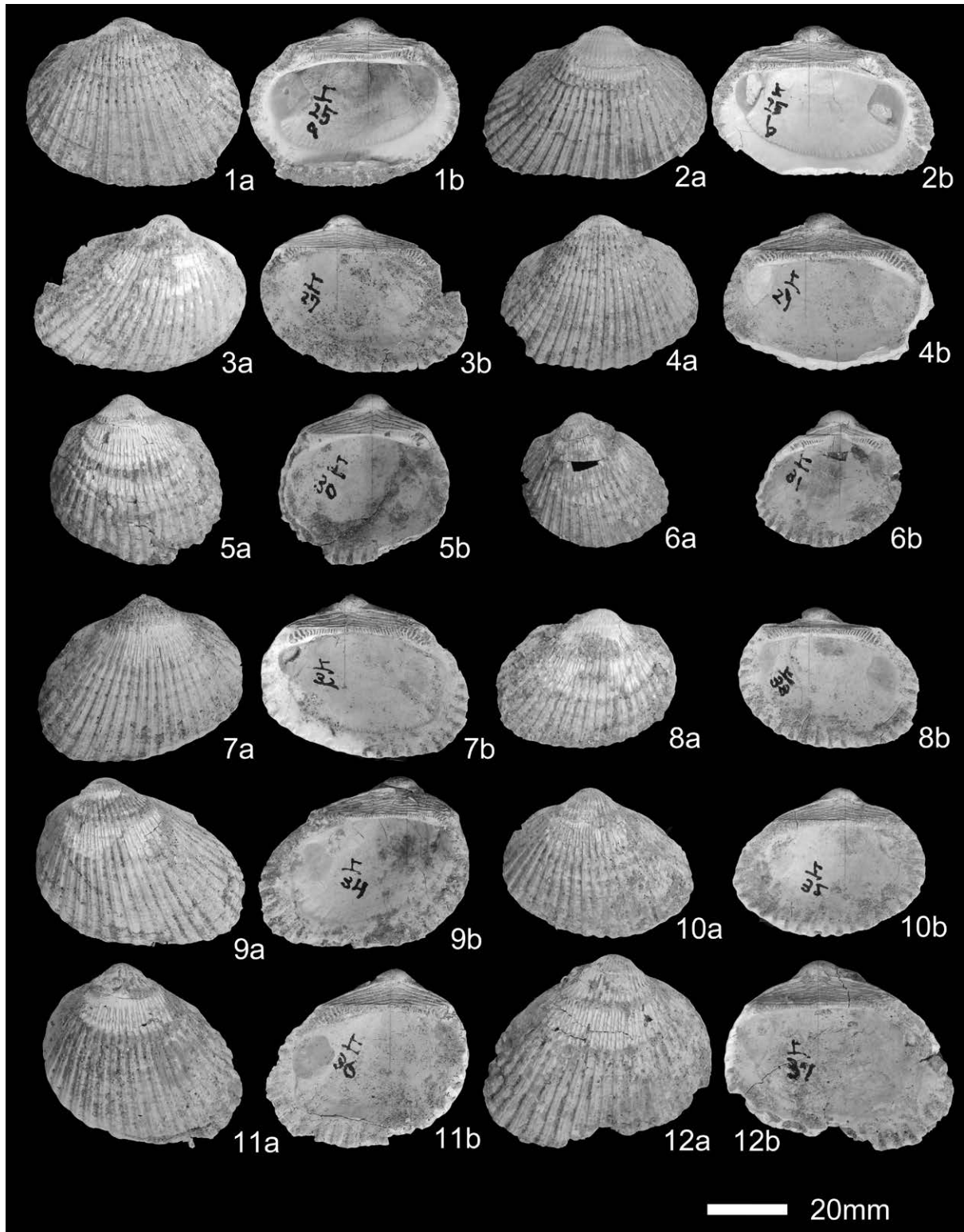
田中ではタイプ2~4が認められた。もっとも多く産出したのはタイプ3 (18個体) であり、産出個体数の約67%を占める。次いでタイプ2 (6個体, 約22%)、タイプ4 (3個体, 約11%) が産出した。タイプ1, 5, 6は認められなかった。



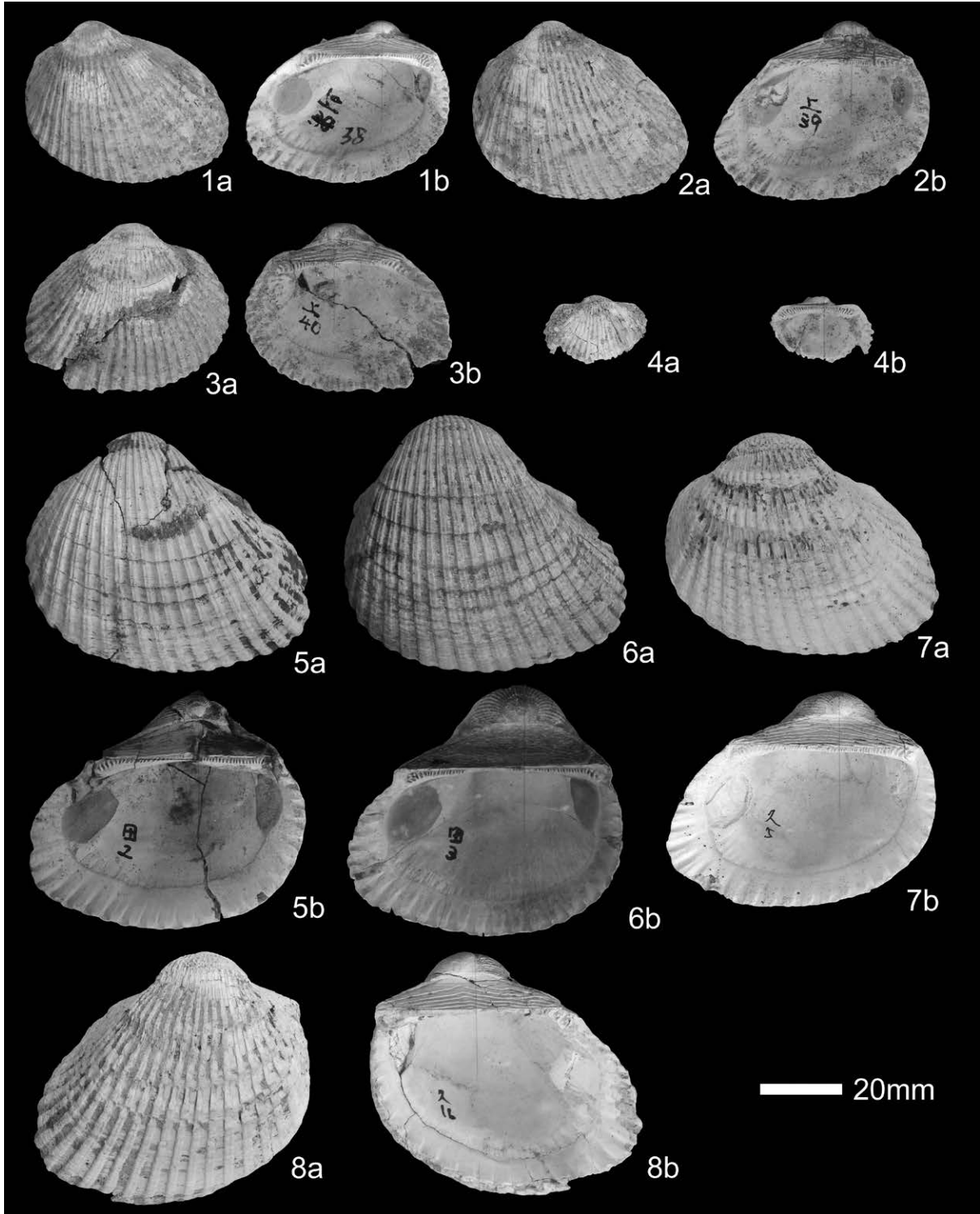
第7図 上豊で得られた *Anadara* (*Anadara*) *tanakuraensis* Noda (1/4). 1a-b: 標本番号 DGSU T.3603, 2a-b: 標本番号 DGSU T.3604, 3a-b: 標本番号 DGSU T.3605, 4a-b: 標本番号 DGSU T.3606, 5a-b: 標本番号 DGSU T.3607, 6: 標本番号 DGSU T.3608, 7a-b: 標本番号 DGSU T.3609, 8a-b: 標本番号 DGSU T.3610, 9a-b: 標本番号 DGSU T.3611, 10a-b: 標本番号 DGSU T.3612, 11a-b: 標本番号 DGSU T.3613, 12a-b: 標本番号 DGSU T.3614.



第8図 上豊で得られた *Anadara (Anadara) tanakuraensis* Noda (2/4). 1a-b: 標本番号 DGSU T.3615, 2a-b: 標本番号 DGSU T.3616, 3a-b: 標本番号 DGSU T.3617, 4a-b: 標本番号 DGSU T.3618, 5a-b: 標本番号 DGSU T.3619, 6a-b: 標本番号 DGSU T.3620, 7: 標本番号 DGSU T.3621, 8a-b: 標本番号 DGSU T.3622, 9a-b: 標本番号 DGSU T.3623, 10a-b: 標本番号 DGSU T.3624, 11a-b: 標本番号 DGSU T.3625, 12a-b: 標本番号 DGSU T.3626.



第9図 上豊で得られた *Anadara* (*Anadara*) *tanakuraensis* Noda (3/4). 1a-b: 標本番号 DGSU T.3627, 左殻, 2a-b: 標本番号 DGSU T.3628, 右殻, 3a-b: 標本番号 DGSU T.3629, 4a-b: 標本番号 DGSU T.3631, 5a-b: 標本番号 DGSU T.3632, 6a-b: 標本番号 DGSU T.3633, 7a-b: 標本番号 DGSU T.3634, 8a-b: 標本番号 DGSU T.3635, 9a-b: 標本番号 DGSU T.3636, 10a-b: 標本番号 DGSU T.3637, 11a-b: 標本番号 DGSU T.3638, 12a-b: 標本番号 DGSU T.3639.



第10図 1-4：上豊で得られた *Anadara (Anadara) tanakuraensis* Noda (4/4). 5-6：田中で得られた *Anadara (Anadara) hataii* Noda. 7-8：久保田で得られた *A. (A.) hataii*. 1a-b：標本番号 DGSU T.3640, 2a-b：標本番号 DGSU T.3641, 3a-b：標本番号 DGSU T.3642, 4a-b：標本番号 DGSU T.3643, 5a-b：Iwasaki (1970) のタイプ3, 標本番号 DGSU T.3674, 6a-b：Iwasaki (1970) のタイプ4, 標本番号 DGSU T.3675, 7a-b：Iwasaki (1970) のタイプ5, 標本番号 DGSU T.3648, 8a-b：Iwasaki (1970) のタイプ2, 標本番号 DGSU T.3659.



第2表 上豊から採取したサルボウ属化石の計測結果. 標本番号は島根大学総合理工学部地球資源環境学科登録標本台帳 (DGSU) の登録番号で示した.

| 標本番号<br>DGSU | 基本形質 |      |     |            |            |            | Sasaki (1990)による蝶番部の形質 |            |            |            |            |       |       |            |       |
|--------------|------|------|-----|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|------------|-------|
|              | L/R  | 放射肋数 | タイプ | 殻長<br>(mm) | 殻高<br>(mm) | 殻厚<br>(mm) | TL<br>(mm)             | AT<br>(mm) | CT<br>(mm) | PT<br>(mm) | EV<br>(mm) | AT/TL | EV/PT | CH<br>(mm) | lnCH  |
| T.3603       | R    | 30   | 6   | 49.46      | 44.90      | 17.55      | 33.19                  | 14.93      | 1.98       | 16.28      | 9.98       | 0.450 | 0.613 | 7.0        | 1.946 |
| T.3604       | R    | 32   | 6   | 43.60      | 39.48      | 17.65      | 35.81                  | 18.12      | 1.56       | 16.13      | 12.88      | 0.506 | 0.798 | 5.9        | 1.775 |
| T.3605       | R    | 30   | 6   | 41.22      | 35.79      | 14.80      |                        |            |            |            |            |       |       | 2.6        | 0.956 |
| T.3606       | L    | 29   | 6   | 45.99      | 38.83      | 16.45      | 32.27                  | 12.95      | 2.69       | 16.63      | 10.33      | 0.401 | 0.621 | 5.4        | 1.686 |
| T.3607       | R    | 30   | 6   | 39.70      | 30.15      | 13.10      | 25.95                  | 10.05      | 0.19       | 15.71      | 8.16       | 0.387 | 0.519 | 2.1        | 0.742 |
| T.3608       | L    | 33   | 6   | 48.81      | 38.23      | 17.85      |                        |            |            |            |            |       |       |            |       |
| T.3609       | R    | 31   | 6   | 50.43      | 41.78      | 17.90      | 34.89                  | 13.23      | 1.20       | 20.45      | 10.62      | 0.379 | 0.519 | 6.5        | 1.872 |
| T.3610       | L    |      |     | 43.63      | 31.75      | 12.65      | 28.59                  | 11.89      | 1.27       | 15.43      | 6.44       | 0.416 | 0.417 | 2.8        | 1.030 |
| T.3611       | R    | 33   | 6   | 50.75      | 40.65      | 16.30      | 35.88                  | 14.72      | 1.06       | 20.10      | 8.99       | 0.410 | 0.447 | 4.2        | 1.435 |
| T.3612       | L    | 32   | 6   | 47.84      | 39.83      | 15.80      | 31.56                  | 12.88      | 1.34       | 17.34      | 10.33      | 0.408 | 0.596 | 5.5        | 1.705 |
| T.3613       | L    | 30   | 6   | 53.33      | 40.86      | 18.15      | 38.28                  | 16.91      | 0.50       | 20.88      | 10.12      | 0.442 | 0.485 | 6.1        | 1.808 |
| T.3614       | L    | 33   | 6   | 52.70      | 44.71      | 20.65      | 35.10                  | 12.95      | 2.62       | 19.53      | 10.83      | 0.369 | 0.554 | 7.3        | 1.988 |
| T.3615       | L    | 30   | 6   | 57.11      | 43.32      | 18.20      |                        |            |            |            |            |       |       |            |       |
| T.3616       | R    | 32   | 6   | 55.08      | 41.04      | 17.25      |                        |            |            |            |            |       |       | 6.3        | 1.841 |
| T.3617       | L    | 32   | 6   | 51.62      | 38.23      | 16.30      | 36.52                  |            |            | 20.17      | 11.32      |       | 0.561 | 6.5        | 1.872 |
| T.3618       | L    | 33   | 6   | 55.08      | 45.14      | 16.90      | 37.51                  | 13.52      | 3.33       | 20.66      | 11.04      | 0.360 | 0.534 | 5.8        | 1.758 |
| T.3619       | R    | 30   | 6   | 49.57      | 39.66      | 16.80      | 32.06                  | 13.45      | 1.84       | 16.77      | 8.63       | 0.419 | 0.515 | 6.3        | 1.841 |
| T.3620       | R    | 34   | 6   | 51.73      | 47.19      | 17.75      | 34.89                  | 13.94      | 0.99       | 19.96      | 12.60      | 0.400 | 0.631 | 6.1        | 1.808 |
| T.3621       | R    |      |     |            | 29.81      |            |                        |            |            |            |            |       |       |            |       |
| T.3622       | L    | 33   | 6   | 54.72      | 42.98      | 19.05      | 37.79                  | 15.50      | 0.64       | 21.65      | 14.44      | 0.410 | 0.667 | 6.3        | 1.841 |
| T.3623       | L    | 30   | 6   | 56.21      | 42.74      | 17.90      | 37.86                  | 15.57      | 0.85       | 21.44      | 15.00      | 0.411 | 0.700 | 6.1        | 1.808 |
| T.3624       | R    | 30   | 6   | 38.87      | 34.66      | 14.65      | 24.96                  | 10.24      | 0.09       | 14.63      | 5.33       | 0.410 | 0.365 | 3.8        | 1.335 |
| T.3625       | L    | 29   | 6   | 43.98      | 39.96      | 15.55      | 28.50                  | 10.47      | 3.26       | 14.77      | 9.15       | 0.368 | 0.620 | 4.7        | 1.548 |
| T.3626       | L    | 32   | 6   | 48.84      | 38.11      | 17.70      | 32.98                  | 12.95      | 2.69       | 17.34      | 12.88      | 0.393 | 0.743 | 8.0        | 2.079 |
| T.3627       | B    | 30   | 6   | 54.32      | 40.84      | 16.20      | 32.27                  | 13.94      | 0.35       | 17.98      | 11.82      | 0.432 | 0.657 | 5.3        | 1.668 |
| T.3629       | R    | 25   | 6   | 51.48      | 38.19      | 16.65      | 35.38                  | 13.45      | 0.35       | 21.58      | 14.37      | 0.380 | 0.666 | 7.0        | 1.946 |
| T.3631       | R    | 29   | 6   | 48.85      | 37.84      | 18.10      | 34.89                  | 13.94      | 0.21       | 20.73      | 12.95      | 0.400 | 0.625 | 5.8        | 1.758 |
| T.3632       | L    | 29   | 6   | 42.20      | 41.74      | 17.85      | 31.15                  | 12.83      | 0.56       | 17.76      | 12.40      | 0.412 | 0.698 | 6.5        | 1.872 |
| T.3633       | L    | 29   | 6   | 36.41      | 33.18      | 13.80      | 22.36                  | 8.64       |            |            |            | 0.387 |       | 3.1        | 1.131 |
| T.3634       | R    | 28   | 6   | 50.11      | 41.15      | 16.65      | 35.38                  | 13.53      | 0.92       | 20.93      | 12.76      | 0.382 | 0.609 | 5.4        | 1.686 |
| T.3635       | R    | 27   | 6   | 43.91      | 34.25      | 12.75      | 28.33                  | 10.99      | 0.49       | 16.84      | 5.43       | 0.388 | 0.322 | 2.1        | 0.742 |
| T.3636       | L    | 28   | 6   | 56.32      | 45.06      | 19.70      | 36.79                  | 11.70      | 1.62       | 23.47      | 16.21      | 0.318 | 0.691 | 7.6        | 2.028 |
| T.3637       | L    | 29   | 6   | 46.90      | 36.32      | 16.00      | 30.37                  | 12.97      |            |            |            | 0.427 |       | 6.3        | 1.841 |
| T.3638       | L    | 28   | 6   | 49.31      | 44.04      | 18.00      | 33.19                  | 12.47      | 1.69       | 19.03      | 10.08      | 0.376 | 0.530 | 6.8        | 1.917 |
| T.3639       | R    | 30   | 6   | 56.09      | 47.13      | 19.85      | 37.00                  | 14.52      | 1.97       | 20.51      | 10.15      | 0.392 | 0.495 | 8.3        | 2.116 |
| T.3640       | L    | 30   | 6   | 48.96      | 38.62      | 18.75      | 32.42                  | 10.92      | 3.24       | 18.25      | 12.47      | 0.337 | 0.683 | 6.4        | 1.856 |
| T.3641       | L    | 30   | 6   | 51.72      | 42.53      | 17.30      | 34.11                  | 12.19      | 2.61       | 19.31      | 9.94       | 0.357 | 0.515 | 6.8        | 1.917 |
| T.3642       | R    | 31   | 6   | 49.77      | 40.55      | 17.65      | 31.29                  | 13.11      | 0.42       | 17.76      | 9.72       | 0.419 | 0.548 | 6.2        | 1.825 |
| T.3643       | L    |      | 6   |            |            |            | 17.81                  | 6.95       | 0.28       | 10.57      | 3.90       | 0.391 | 0.369 | 1.1        | 0.095 |
| 最大値          |      | 34   |     | 57.11      | 47.19      | 20.65      | 38.28                  | 18.12      | 3.33       | 23.47      | 16.21      | 0.51  | 0.80  | 8.3        | 2.116 |
| 最小値          |      | 25   |     | 36.41      | 29.81      | 12.65      | 17.81                  | 6.95       | 0.09       | 10.57      | 3.90       | 0.32  | 0.32  | 1.1        | 0.095 |
| 平均値          |      | 30.3 |     | 49.10      | 39.77      | 16.92      | 32.57                  | 12.92      | 1.38       | 18.46      | 10.66      | 0.40  | 0.57  | 5.6        | 1.641 |

第3表 久保田から採取したサルボウ属化石の計測結果. 標本番号は島根大学総合理工学部地球資源環境学科登録標本台帳 (DGSU) の登録番号で示した.

| 標本番号<br>DGSU | 基本形質 |      |     |            |            |            | Sasaki (1990)による蝶番部の形質 |            |            |            |            |       |       |            |       |
|--------------|------|------|-----|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|------------|-------|
|              | L/R  | 放射肋数 | タイプ | 殻長<br>(mm) | 殻高<br>(mm) | 殻厚<br>(mm) | TL<br>(mm)             | AT<br>(mm) | CT<br>(mm) | PT<br>(mm) | EV<br>(mm) | AT/TL | EV/PT | CH<br>(mm) | lnCH  |
| T.3644       | L    | 28   | 3   | 60.84      | 51.48      | 23.01      | 41.46                  | 15.93      | 4.02       | 21.51      | 15.43      | 0.384 | 0.718 | 8.5        | 2.14  |
| T.3645       | L    | 32   | 3   |            | 52.20      | 20.86      |                        |            |            |            |            |       |       | 7.0        | 1.95  |
| T.3646       | L    | 31   | 3   |            |            |            |                        |            |            |            |            |       |       | 8.9        | 2.19  |
| T.3647       | L    | 31   | 2   | 46.80      | 40.39      | 17.59      | 34.89                  | 13.46      | 1.07       | 20.36      | 10.59      | 0.386 | 0.520 | 3.1        | 1.13  |
| T.3648       | L    | 29   | 5   | 64.44      | 51.85      | 26.23      | 43.47                  | 16.38      | 1.23       | 25.86      | 19.83      | 0.377 | 0.767 | 9.2        | 2.22  |
| T.3649       | L    | 29   | 3   | 61.91      | 54.54      | 28.70      | 44.95                  | 18.84      | 3.69       | 22.41      | 19.33      | 0.419 | 0.863 | 9.8        | 2.28  |
| T.3650       | L    | 30   | 3   | 64.20      | 56.54      | 24.61      | 44.17                  | 17.16      | 3.53       | 23.48      | 15.27      | 0.388 | 0.650 | 8.0        | 2.08  |
| T.3651       | L    | 30   | 5   | 61.58      | 51.72      | 24.61      | 36.86                  | 13.87      | 0.82       | 22.17      | 14.94      | 0.376 | 0.674 | 6.6        | 1.89  |
| T.3652       | L    | 30   | 2   |            | 44.09      | 18.15      | 31.20                  | 11.66      | 0.57       | 18.97      | 11.33      | 0.374 | 0.597 | 3.6        | 1.28  |
| T.3653       | L    | 30   | 2   | 62.10      | 55.47      | 25.23      | 43.02                  | 16.42      | 1.40       | 25.20      | 17.82      | 0.382 | 0.707 | 6.9        | 1.93  |
| T.3654       | L    | 30   | 2   | 53.45      | 47.29      | 19.38      | 33.37                  | 13.55      | 1.48       | 18.35      | 8.09       | 0.406 | 0.441 | 4.3        | 1.46  |
| T.3655       | L    | 29   | 2   | 60.34      | 52.71      | 26.77      | 43.46                  | 18.72      | 3.67       | 21.07      | 13.68      | 0.431 | 0.649 | 7.1        | 1.96  |
| T.3656       | L    | 28   | 3   | 62.90      | 57.49      | 29.54      | 43.68                  | 17.49      | 3.28       | 22.91      | 14.45      | 0.400 | 0.631 | 8.3        | 2.12  |
| T.3657       | L    | 30   | 3   | 59.60      | 48.77      | 24.31      | 37.68                  | 14.94      | 2.96       | 19.79      | 10.43      | 0.396 | 0.527 | 5.2        | 1.65  |
| T.3658       | R    | 28   | 3   | 62.81      | 54.43      | 26.71      | 44.83                  | 19.13      | 6.73       | 18.96      | 10.51      | 0.427 | 0.554 | 11.0       | 2.40  |
| T.3659       | R    | 30   | 2   | 66.17      | 59.20      | 23.29      | 44.91                  | 17.32      | 8.05       | 19.54      | 13.38      | 0.386 | 0.685 | 10.1       | 2.31  |
| T.3660       | R    | 31   | 4   | 54.36      | 53.37      | 24.22      | 40.15                  | 16.83      | 5.99       | 17.32      | 12.40      | 0.419 | 0.716 | 9.9        | 2.29  |
| T.3661       | R    | 31   | 3   | 60.60      | 51.12      | 20.50      | 41.05                  | 16.42      | 3.53       | 21.10      | 13.55      | 0.400 | 0.642 | 6.8        | 1.92  |
| T.3662       | R    | 30   | 3   | 70.15      | 58.46      | 25.78      | 44.50                  | 17.90      | 1.48       | 25.12      | 14.04      | 0.402 | 0.559 | 8.4        | 2.13  |
| T.3663       | R    | 32   | 3   | 55.11      | 47.38      | 19.57      | 34.15                  | 13.38      | 1.15       | 19.62      | 12.07      | 0.392 | 0.615 | 6.0        | 1.79  |
| T.3664       | R    | 33   | 3   | 63.18      | 58.71      | 26.88      | 43.58                  | 16.50      | 8.29       | 18.79      | 13.75      | 0.379 | 0.732 | 10.2       | 2.32  |
| T.3665       | R    | 28   | 3   | 59.35      | 53.87      | 25.63      | 40.89                  | 15.85      | 2.14       | 22.91      | 14.86      | 0.388 | 0.649 | 7.4        | 2.00  |
| T.3666       | R    | 28   | 2   | 52.12      | 46.63      | 18.38      | 32.26                  | 13.14      | 2.71       | 16.42      | 7.55       | 0.407 | 0.460 | 4.6        | 1.53  |
| T.3667       | R    | 32   | 3   | 60.85      | 52.62      | 24.61      | 41.46                  | 16.26      | 3.20       | 22.00      | 15.52      | 0.392 | 0.705 | 8.4        | 2.13  |
| T.3668       | R    | 31   | 3   | 58.35      | 53.61      | 22.98      | 36.53                  | 13.79      | 0.82       | 21.92      | 13.14      | 0.378 | 0.599 | 7.8        | 2.05  |
| T.3669       | R    | 30   | 2   | 56.11      | 51.37      | 23.29      | 37.35                  | 13.79      | 3.28       | 20.28      | 15.11      | 0.369 | 0.745 | 7.9        | 2.07  |
| T.3670       | R    | 32   | 3   | 60.79      | 49.63      | 22.67      | 40.56                  | 15.19      | 6.24       | 19.13      | 12.48      | 0.374 | 0.652 | 6.7        | 1.90  |
| T.3671       | R    | 29   | 3   | 52.25      | 44.68      | 17.21      | 33.83                  | 13.88      | 2.05       | 17.90      | 9.69       | 0.410 | 0.541 | 4.4        | 1.48  |
| T.3672       | R    | 28   | 3   | 65.56      | 57.72      | 24.11      | 46.88                  | 18.14      | 3.94       | 24.79      | 20.85      | 0.387 | 0.841 | 10.9       | 2.39  |
| 最大値          |      | 33   |     | 70.15      | 59.20      | 29.54      | 46.88                  | 19.13      | 8.29       | 25.86      | 20.85      | 0.43  | 0.86  | 11         | 2.398 |
| 最小値          |      | 28   |     | 46.80      | 40.39      | 17.21      | 31.20                  | 11.66      | 0.57       | 16.42      | 7.55       | 0.37  | 0.44  | 3.1        | 1.131 |
| 平均値          |      | 30.0 |     | 59.80      | 52.06      | 23.50      | 39.99                  | 15.77      | 3.20       | 21.01      | 13.64      | 0.39  | 0.64  | 7.5        | 1.959 |

第4表 田中から採取したサルボウ属化石の計測結果. 標本番号は鳥根大学総合理工学部地球資源環境学科登録標本台帳 (DGSU) の登録番号で示した. なお, 灰色で示した標本 (T48, T58) は撮影・計測後に破損によって失われたため, 登録番号は与えられていない.

| 標本番号<br>DGSU | 基本形質 |      |     |            |            |            | Sasaki (1990)による蝶番部の形質 |            |            |            |            |       |       |            |        |
|--------------|------|------|-----|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|------------|--------|
|              | L/R  | 放射肋数 | タイプ | 殻長<br>(mm) | 殻高<br>(mm) | 殻厚<br>(mm) | TL<br>(mm)             | AT<br>(mm) | GT<br>(mm) | PT<br>(mm) | EV<br>(mm) | AT/TL | EV/PT | CH<br>(mm) | lnCH   |
| T.3673       | L    | 28   | 3   | 64.13      | 55.58      | 27.08      | 46.04                  | 17.69      | 8.62       | 19.73      | 15.06      | 0.384 | 0.763 | 10.2       | 2.322  |
| T.3674       | L    | 29   | 3   | 66.03      | 55.82      | 28.02      | 44.53                  | 19.63      | 1.77       | 23.14      | 16.96      | 0.441 | 0.733 | 10.5       | 2.351  |
| T.3675       | L    | 30   | 4   | 65.79      | 60.09      | 35.10      | 46.43                  | 18.72      | 4.05       | 23.67      | 18.44      | 0.403 | 0.779 | 14.0       | 2.639  |
| T.3676       | L    | 28   | 2   | 56.06      | 46.56      | 22.42      | 34.15                  | 12.98      | 3.42       | 17.75      | 11.25      | 0.380 | 0.634 | 5.5        | 1.705  |
| T.3677       | L    | 29   | 4   | 59.14      | 54.87      | 28.91      | 40.57                  | 16.06      | 0.82       | 23.69      | 16.88      | 0.396 | 0.712 | 11.1       | 2.407  |
| T.3678       | L    | 28   | 3   | 44.89      | 41.09      | 18.88      | 29.48                  | 12.80      | 0.67       | 16.01      | 6.08       | 0.434 | 0.380 | 4.3        | 1.459  |
| T.3679       | R    | 28   | 3   | 62.94      | 52.02      | 28.02      | 42.95                  | 17.88      | 1.14       | 23.93      | 16.17      | 0.416 | 0.676 | 8.6        | 2.152  |
| T.3680       | R    | 29   | 3   | 64.61      | 56.06      | 27.43      | 45.25                  | 18.44      | 2.64       | 24.17      | 17.51      | 0.407 | 0.725 | 11.0       | 2.398  |
| T.3681       | R    | 29   | 4   | 57.96      | 52.73      | 26.25      | 37.08                  | 15.49      | 0.57       | 21.03      | 13.42      | 0.418 | 0.638 | 8.5        | 2.140  |
| T.3682       | B    | 32   | 3   | 62.94      | 52.97      | 29.79      | 45.17                  | 17.65      | 2.55       | 24.96      | 16.88      | 0.391 | 0.676 | 8.2        | 2.104  |
| T.3683       | B    | 29   | 3   | 62.23      | 54.63      | 24.48      | 41.36                  | 16.06      | 2.48       | 22.82      | 15.69      | 0.388 | 0.687 | 8.4        | 2.128  |
| T.3684       | B    | 29   | 3   | 61.76      | 54.63      | 28.02      | 42.00                  | 18.44      | 1.53       | 22.03      | 15.13      | 0.439 | 0.687 | 7.7        | 2.041  |
| T.3685       | B    | 30   | 3   | 56.06      | 49.64      | 25.37      | 37.32                  | 15.43      | 1.05       | 20.84      | 11.65      | 0.413 | 0.559 | 5.9        | 1.775  |
| T.3686       | B    | 29   | 3   | 65.32      | 52.73      | 29.79      | 43.66                  | 18.76      | 3.43       | 21.47      | 17.51      | 0.430 | 0.815 | 9.7        | 2.272  |
| T.3687       | R    | 33   | 3   | 31.87      | 26.30      | 11.05      | 20.25                  | 8.21       | 0.36       | 11.68      | 1.66       | 0.405 | 0.142 | 1.3        | 0.262  |
| T.3688       | R    | 32   | 3   | 28.06      | 23.75      | 10.30      | 17.64                  | 6.47       | 0.34       | 10.82      | 0.00       | 0.367 | 0.000 | 1.2        | 0.182  |
| T.3689       | L    | 29   | 3   | 23.22      | 19.55      | 7.95       | 12.79                  | 4.56       | 1.01       | 7.22       | 0.59       | 0.356 | 0.082 | 1.0        | 0.000  |
| T.3690       | L    | 31   | 3   | 18.96      | 16.47      | 6.75       | 11.64                  | 4.16       | 0.47       | 7.01       | 0.00       | 0.358 | 0.000 |            |        |
| T.3691       | L    | 30   | 3   | 17.50      | 15.56      | 5.85       | 10.46                  | 3.03       | 0.92       | 6.50       | 0.00       | 0.290 | 0.000 | 0.7        | -0.357 |
| T.3698       | L    | 32   | 3   | 15.69      | 13.75      | 6.25       | 9.66                   | 3.29       | 0.50       | 5.88       | 0.00       | 0.340 | 0.000 |            |        |
| T.3705       | R    | 29   | 2   | 12.40      | 10.59      | 4.45       | 7.76                   | 2.76       | 0.07       | 4.93       | 0.00       | 0.355 | 0.000 |            |        |
| T.3708       | L    | 28   | 2   | 11.84      | 10.72      | 4.00       | 7.25                   | 2.55       | 0.69       | 4.01       | 0.00       | 0.352 | 0.000 |            |        |
| T.3714       | R    | 31   | 2   | 9.75       | 7.80       | 3.30       | 6.41                   | 2.16       | 0.13       | 4.12       | 0.00       | 0.337 | 0.000 |            |        |
| T48          | L    | 2    | 2   | 7.87       | 6.76       |            | 4.39                   | 1.38       | 0.24       | 2.78       | 0.00       | 0.314 | 0.000 |            |        |
| T.3721       | L    | 30   | 3   | 7.73       | 6.06       | 2.70       | 4.93                   | 1.66       | 0.08       | 3.20       | 0.00       | 0.336 | 0.000 |            |        |
| T58          | R    | 31   | 3   | 6.62       | 5.71       |            | 4.78                   | 1.82       | 0.23       | 2.72       | 0.00       | 0.382 | 0.000 |            |        |
| T.3732       | L    | 2    | 2   | 5.40       | 4.25       | 1.75       | 3.30                   | 1.10       | 0.05       | 2.15       | 0.00       | 0.334 | 0.000 |            |        |
| 最大値          |      | 33   |     | 66.03      | 60.09      | 35.10      | 46.43                  | 19.63      | 8.62       | 24.96      | 18.44      | 0.44  | 0.82  | 14         | 2.639  |
| 最小値          |      | 28   |     | 5.40       | 4.25       | 1.75       | 3.30                   | 1.10       | 0.05       | 2.15       | 0.00       | 0.29  | 0.00  | 0.7        | -0.357 |
| 平均値          |      | 29.7 |     | 38.77      | 33.58      | 17.76      | 25.82                  | 10.34      | 1.47       | 14.01      | 7.81       | 0.38  | 0.36  | 7.1        | 1.666  |

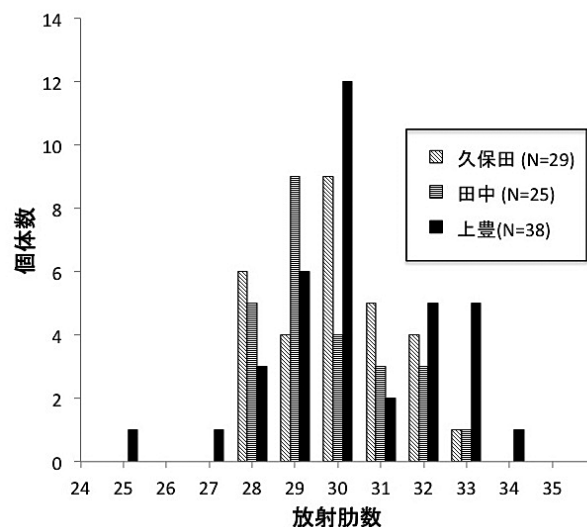
## 2 基本形質の計測結果

各採取地点における放射肋の頻度分布を第11図に示す. 上豊の放射肋数は, 最小値が25本, 最大値が34本, 最頻値が30本である. 久保田の放射肋数は, 最小値が28本, 最大値が33本, 最頻値が30本である. 田中の放射肋数は, 最小値が28本, 最大値が32本, 最頻値が29本である. 以上を比較すると, 3地点ともほぼ同様の最頻値を示す. しかし, 久保田と田中では検討した個体数が少ないために, これら地点間の頻度パターンが有意に異なるかどうかは判断が難しい.

殻高-殻長および殻厚-殻長の散布図を第12図に示す. いずれの産地においても, これら3変量の分布には正の相関が示唆される. 殻長の最大個体は久保田から産出したが (標本番号 DGSU T.3662, 70.15 mm), 殻高と殻幅の最大個体は田中から産出した (標本番号 DGSU T.3675, 殻高 60.09 mm, 殻厚 35.10 mm). 上豊の個体群は他の2産地と比較すると全体的にやや小型で, 殻長の最大値は 57.11 mm (標本番号 DGSU T.3615) である.

まず殻高と殻長の関係に着目すると, 3地点から得られた個体の分布はほぼ重なっている. しかし, 最小自乗法により回帰直線を求めると, 上豊の回帰直線の傾き (約 0.6) は田中や久保田 (約 0.8~0.9) よりもやや小さくなっている. これは, 先述のように, 上豊の個体群では後縁部が長くなる傾向があることに対応していると考えられる.

殻厚と殻長の散布図では, 3地点の個体群は部分的に重なりつつも, 異なる分布を示す. 回帰直線に注目すると, 上豊の回帰直線の傾き (約 0.25) は久保田 (約 0.46) や田中 (約 0.48) よりも小さくなっている. 一方, 久保田と田中では回帰直線の傾きが類似しているものの, 切片は田中の方が大き

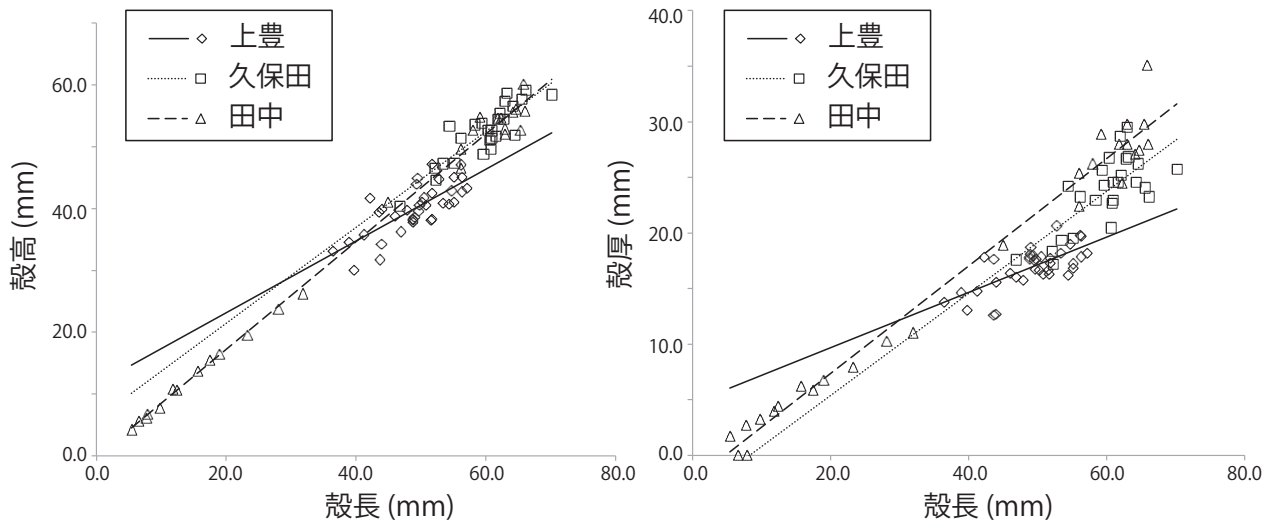


第11図 各産地におけるサルボウ属化石の放射肋数の頻度分布

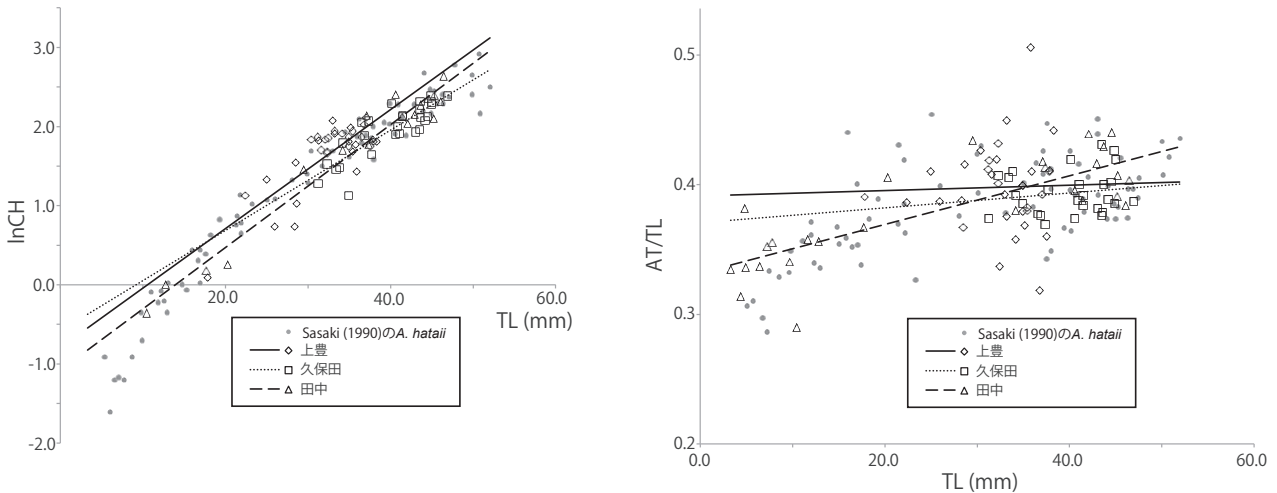
く, 全体として田中の方が殻長あたりの殻厚が大きくなる傾向を示す.

## 3 Sasaki (1990) による蝶番部形質の計測結果

CHの自然対数 (lnCH) と TL, および AT/TL と TL の散布図を第13図に, EV/PT と TL の散布図を第14図に示す. なお, これらの散布図には Sasaki (1990) による *A. (A.) hatiai* の測定結果 (67個体) も重ねて示した. Sasaki (1990) による *A. (A.) hatiai* の採集地点は, 本研究の久保田および田中と



第12図 各産地におけるサルボウ属化石の殻高-殻長（左）および殻厚-殻長の散布図



第13図 各産地におけるサルボウ属化石のlnCH-TL（左）およびAT/TL-TL（右）の散布図. Sasaki (1990) による久保田層の *A. (A.) hataii* の測定結果を重ねて示した.

同一層準と考えられる。もしこれら蝶番部の形質が種内で安定ならば、少なくとも久保田と田中の個体群は Sasaki (1990) の個体群と重なる分布を示すことが期待される。また、それにより、本研究が Sasaki (1990) の測定を再現できているかどうかを検証できる。

lnCH と TL の散布図によると、産地によらず正の相関が認められる。3 地点の個体群とも Sasaki (1990) による *A. (A.) hataii* の形態空間に含まれ、産地間の有意差は特に認められない。一方、AT/TL と TL の散布図では、同様に3 地点の個体群とも Sasaki (1990) の形態空間とほぼ重なる。しかし、計測値の分散が各産地とも大きいため、変量間の相関や産地間の差異は不明瞭である。

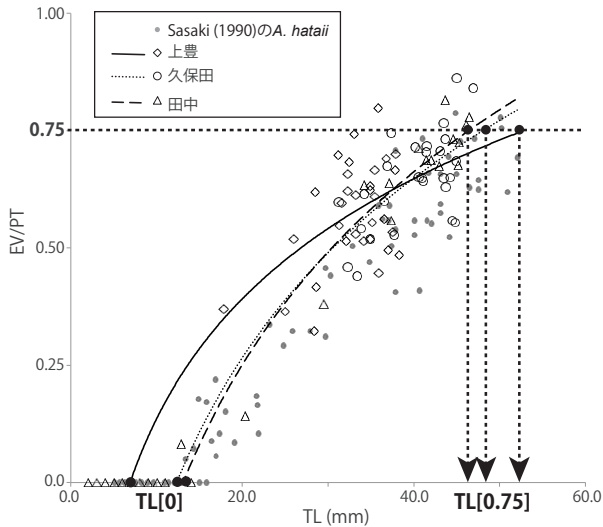
EV/PT と TL の散布図をみると、久保田と田中の測定結果は Sasaki (1990) の計測空間にほぼ一致しているものの、上豊の測定結果は全体的にグラフの上方へ外れる傾向がある。測

定点の分布から、EV/PT は TL の対数に比例することが予想される。この予想に基づき回帰曲線を作成すると、久保田と田中の回帰曲線はほぼ重なるが、上豊は他二者と大きく異なる回帰曲線となっている。特に、EV/PT が 0 となる時の TL の値 (Sasaki, 1990 における TL [0]) に着目すると、久保田と田中がそれぞれ 13.1 および 12.3 であるのに対し、上豊では 6.9 と小さくなっている (第14図)。

## 考 察

### 1 形態タイプの区分と地理的分布

Iwasaki (1970) が示した久保田層堆積盆中の各形態タイプの分布を、本研究結果と比較する (第15図)。上豊ではすべての個体がタイプ6に相当するが、これは Iwasaki (1970) によるタイプ6の分布域に隣接し、また地質図上の対比ではほ



第14図 各産地におけるサルボウ属化石のEV/PT-TLの散布図。各産地の回帰曲線に基づいてSasaki (1990)のTL[0]およびTL[0.75]を求めた。Sasaki (1990)による久保田層の*A. (A.) hataii*の測定結果を重ねて示した。

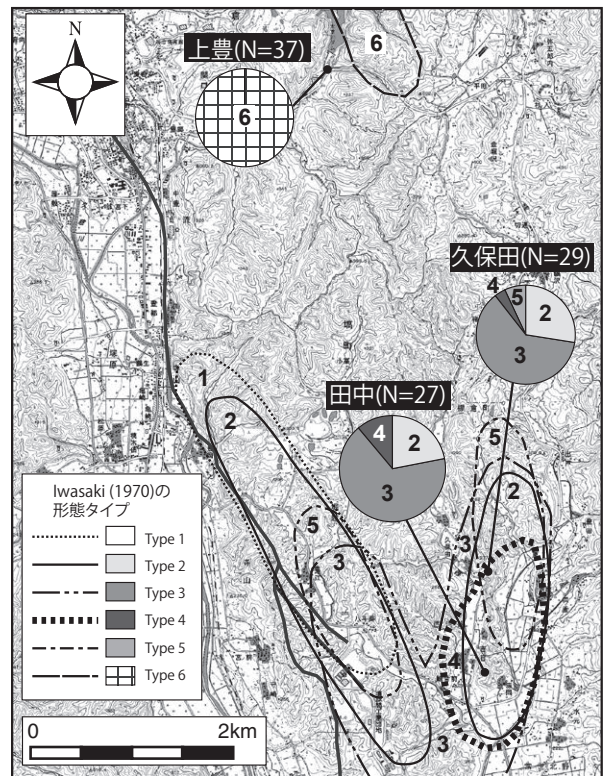
ほぼ同一層準と考えられる。久保田では、Iwasaki (1970)の分布図に基づくタイプ2, 3, 4, 5の産出が予測される。一方、田中については、タイプ2, 3, 4の産出が予測される。本研究の結果は、これらの予測と一致している。したがって、本研究で検討した3地点については、Iwasaki (1970)の形態タイプの分布を追認できたものと考えられる。しかし、Iwasaki (1970)は久保田層中の10地点からこの分布図を作成したとしているものの、各地点の具体的な位置や、それぞれにおける形態タイプの組成比は示されていない。

Iwasaki (1970)における形態タイプのうち、タイプ1~5については分布が相互に重なり、かつそれぞれのタイプ間に中間的な個体が存在するとされる。本研究でも、タイプ2と3、タイプ3と4について中間個体が存在し、判別がやや困難であるとの印象を受けた。一般に、同所的な集団で遺伝的交流がある場合、多型を維持することは困難と考えられることから、タイプ1~5は同一遺伝集団内の個体変異と解釈される(Iwasaki, 1970)。一方で、タイプ6は地理的にも層準的にも他のタイプから孤立しており、種または亜種レベルで異なる可能性が強く示唆される。

Noda (1966)は久保田層産のサルボウ属を*A. (A.) ninohensis*と*A. (A.) hataii*, *A. (A.) tanakuraensis*の3種に区分したが、そのうち*A. (A.) ninohensis*はIwasaki (1970)のタイプ1, 2, 5に、*A. (A.) hataii*はIwasaki (1970)のタイプ3, 4に、*A. (A.) tanakuraensis*はタイプ6に相当する(Iwasaki, 1970)。形態タイプの分布からは、少なくとも*A. (A.) tanakuraensis*は他2者と独立した種であることが示唆される。

## 2 基本形質に基づく産地間の違い

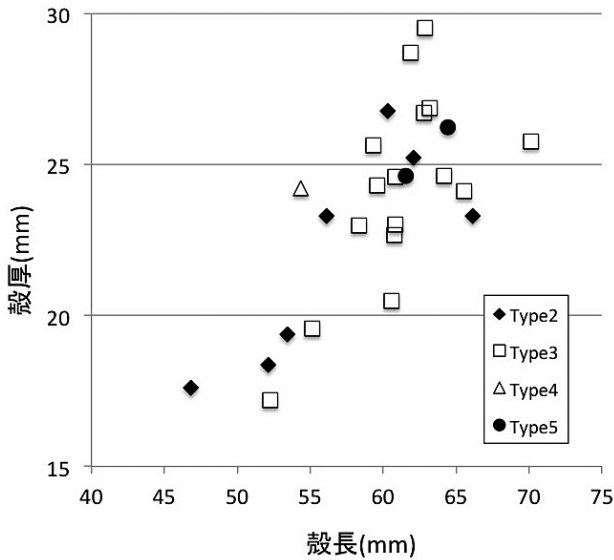
Noda (1966)は久保田層産“*A. (A.) hataii*”の記載を行い、30個体のデータから、放射肋数を27~30本とした。また、



第15図 本研究によって得られたサルボウ属化石をIwasaki (1970)による形態タイプに区分し、その頻度の円グラフをIwasaki (1970)による形態タイプの地理的分布図上に示した。国土地理院発行1:25000地形図「棚倉」および「塙」を使用した。

*A. (A.) tanakuraensis*については放射肋数を30本と報告した。Iwasaki (1970)は134個体について放射肋数を調べ、25~31本の幅を持つこと、28本を最頻値とする正規分布を示すことを明らかにした。本研究で計数した上豊の放射肋数は30本が最頻値となり、これはNoda (1966)による*A. (A.) tanakuraensis*の記載内容と一致する。さらに、本研究では最小値25本、最大値34本までの幅をもつことが明らかになった。得られた頻度分布はShapiro and Wilk (1965)の正規性テストに合格するが( $p(\text{normal}) = 0.07$ , 棄却基準0.05として合格)、この分布が単峰性をもつか多峰性をもつかの検証には、さらに多くの個体数が必要である。なお、田中と久保田については、上豊よりもさらに個体数が少ないため、先行研究との比較を詳細に議論することは困難である。

殻長、殻高および殻厚の比較では、特に上豊の個体群が他の2産地と有意に異なる傾向を示し、区別可能である。久保田と田中の個体群の比較では、特に殻厚-殻長の散布図で明瞭な差異が認められた。この差異はIwasaki (1970)の形態タイプによる違い、あるいはNoda (1966)による“*A. (A.) ninohensis*”と*A. (A.) hataii*の違いである可能性があるため、特に多様な形態タイプが産出した久保田について、形態タイプを区別した散布図を作成した(第16図)。その結果、Noda (1966)の“*A. (A.) ninohensis*”に相当するタイプ2およびタ



第 16 図 久保田におけるサルボウ属化石の殻厚-殻長の散布図を、Iwasaki (1970) の形態タイプ別に示した。黒塗りのタイプ 2 およびタイプ 5 は Iwasaki (1970) および Sasaki (1990) の Type A, Noda (1966) の “*A. (A.) ninohensis*” に、白抜きのタイプ 3 およびタイプ 4 は同じく Type B, *A. (A.) hataii* に相当する。

タイプ 5 と、同じく *A. (A.) hataii* に相当するタイプ 3 およびタイプ 4 (Iwasaki, 1970; Sasaki, 1990) の間に、分布の有意な差は認められなかった。したがって、Noda (1966) による久保田層産の “*A. (A.) ninohensis*” と *A. (A.) hataii* が独立した分類群であるという仮定は、少なくとも今回のデータからは支持されない。久保田と田中の形態差は、異なるタクサの組成比の変化と捉えるよりも、むしろ地点間の生育環境や肥満度の違いを反映したものと考える方が妥当であろう。

なお、Kauffmann (1969) は様々な分類群の内生 (infauna) 二枚貝類について、殻幅が底質中の潜入深度と相関していることを示した。一般に、二枚貝類では同種であっても底質や溶存酸素、水温等に応じて、地理的・時間的に異なる潜入深度をもつことが知られている。久保田と田中の個体群では、田中の方が殻長あたりの殻厚が大きくなる傾向が見られる。しかし、その要因を明らかにするためには両地点の堆積環境の違いを復元する必要がある。

### 3 蝶番部の形質による産地間の違い

本研究で作成した  $\ln CH$  と  $TL$ ,  $AT/TL$  と  $TL$ , および  $EV/PT$  と  $TL$  の散布図 (第 13 図および第 14 図) によると、少なくとも久保田と田中の個体群については、Sasaki (1990) による久保田層産 *A. (A.) hataii* の測定結果と重なっている。したがって、本研究によるこれら形質の計測は、Sasaki (1990) の計測を良好に再現できていると判断した。以降はその前提のもとに議論を進める。

Raup and Michelson (1965) は、二枚貝類や腹足類の殻のように回転しながら付加成長する生物器官の理論形態モデルを、1 回転あたりの増大率 ( $W$ ), 巻き軸の距離 ( $D$ ), 巻き方向

の変位率 ( $T$ ), 母曲線の形状 ( $S$ ) の 4 パラメーターで記述した。本研究で測定した  $CH$  と  $TL$  は、それぞれ  $D$  と  $W$  に関係した変数である (Sasaki, 1990)。 $\ln CH$  と  $TL$  の散布図上では、 $TL$  が約 10 mm 以上の領域で 3 個体群ともほぼ同一直線上に収束している (第 13 図)。このことは、この 3 個体群の成長パターンが、少なくとも成長のごく初期以外ではほぼ同様の  $D$ - $W$  パラメーターを共有する対数螺旋モデルで表せることを示している。一方で、 $AT/TL$  と  $TL$  の散布図を見ると、各個体群とも大きく分散しており、明瞭な傾向は認めがたい。 $AT/TL$  は後縁部と前縁部の形状差に直接的に影響することから、Raup and Michelson (1965) のモデルでは  $S$  に関係した変数とされる (Sasaki, 1990)。本研究で認められた  $AT/TL$  の大きな分散は、外形上認められる形態タイプの大きな変異と調和的である。

$EV/PT$  と  $TL$  の散布図では、久保田と田中の個体群がほぼ同様の回帰曲線で近似されるが、上豊のみが大きく異なる (第 14 図)。上豊の回帰曲線では、 $TL [0]$  の値が他二者よりも小さく、そこから  $EV/PT$  が比較的急速に増加する。しかし、増加率が飽和するのも早く、 $TL=37$  mm 付近で他二者の回帰曲線と交差する。このパターン上の比較では、上豊の個体群の方が久保田や田中の個体群よりも早く成熟しているように見える。こうした歯列の相対成長パターンは分類群によって安定な形質と考えられることから (Sasaki, 1990)、久保田と田中の個体群は同一形態タクソンにまとめられる可能性が高い。一方で、上豊の個体群は、久保田や田中とは異なる相対成長パターンを示すことから、異なる形態タクソンに属すると考えられる。そのうえで各形態タクソンを担名タイプと比較するならば、上豊の個体群は *A. (A.) tanakuraensis* に、久保田と田中の個体群は *A. (A.) hataii* に同定される。

なお、Sasaki (1990) は、 $TL [0]$  と  $TL [0.75]$  ( $EV/PT$  が 0.75 となる  $TL$  の値) の比がサルボウ属の亜属レベルの分類に有効であるとして、その判別基準を提示している。本研究における回帰曲線から  $TL [0]/TL [0.75]$  を求めると、上豊では 13.1%、久保田では 25.6%、田中では 28.3% となった。これらの値は、*Anadara* 亜属の範囲 (0~31%) に相当する。

### 4 久保田層のサルボウ属個体群の意義

これまでの議論によって、上豊の個体群は基本形質や成長パターンにおいて久保田や田中の個体群 (*A. (A.) hataii*) と異なり、また産出層準も異なることから、同一亜属の別種 (*A. (A.) tanakuraensis*) として区別された。すなわち、久保田層という地層の下部と上部に、同一亜属の異なる種が産出したことになる。この両種は、第 11~13 図の散布図等で示されるように形態的に極めて類似しており、近縁種と考えられる。このように、非常に近縁な形態種が地理的にも層序的にも近接して産出し、かつ両者が共存しない場合、両者に祖先-子孫の関係があるとは言えないだろうか。筆者らは、未検討の共通祖先種から両種が分岐したという可能性も否定できないものの、両種が直接の祖先-子孫関係にある可能性は十分に高いと考えている。そしてその場合、 $EV/PT$  の相対成長パターンの違いに着目するならば、その進化機構は異時性

(heterochrony) をともなうものである可能性も指摘される。

上豊は、 $10.6 \pm 0.3$  Ma のフィッシュントラック年代が得られている凝灰岩鍵層 Kt-7 (Takahashi *et al.*, 2001b) の約 25 m 下位に位置し、また、 $10.6 \pm 0.2$  Ma の K-Ar 年代と  $10.7 \pm 0.2$  Ma のフィッシュントラック年代が得られている凝灰岩鍵層 Kt-1 (Takahashi *et al.*, 2001a) の約 140 m 上位に位置する。したがって、上豊は 10.6 Ma 前後の堆積年代を示すものと考えられる。一方、久保田と田中については、年代が分かっている凝灰岩鍵層 Kt-1 よりも下位であるものの、年代の下限については不明である。この両種の産出の意義については、時代背景や堆積環境についての、より詳細なデータに基づく追加検討が望まれる。

また、久保田と田中の地点間で見られるような *A. (A.) hataii* の種内変異についても、Iwasaki (1970) による形態タイプの分布を追認する結果が得られたものの、その実態解明にはさらなる追加個体に基づく詳細な分析を要する。微化石等により、各産出地点の堆積環境を詳細に復元することで、堆積盆内の環境傾度に対して中立的な形質と、そうでない形質を識別するような調査研究が望まれる。

## 結 論

福島県東棚倉地域における久保田層上部の 1 地点 (上豊) および久保田層下部の 2 地点 (久保田, 田中) から、合計 95 個体のサルボウ属化石について、形態測定を行った。その結果、上豊の個体群については、殻形態や蝶番部の相対成長パターンが久保田や田中の個体群と異なることから、別種と判断される。一方で、久保田と田中の個体群の比較では、一部の形態計測で若干の差が認められ、また形態タイプの組成比も異なっている。しかし、蝶番部の相対成長パターンがほぼ一致していることから、同種の種内変異と判断される。Sasaki (1990) によって提案された亜属レベルの形態計数に基づくと、上豊の個体群は *Anadara* 亜属と判断される。以上に基づき、上豊の個体群は *Anadara (Anadara) tanakuraensis* Noda, 久保田と田中の個体群は *Anadara (Anadara) hataii* Noda と同定された。

## 謝 辞

本研究は、著者のひとり鈴木が、島根大学総合理工学部理工特別コースの演習 (プロジェクトセミナー) として実施したものである。福島県東白川郡塙町の藤田礪業(株)には、貝化石鉱山における試料採取を許可頂くとともに、あたたかい励ましを頂いた。島根大学総合理工学研究科の酒井哲弥准教授には、2014 年 9 月 8 日の現地調査にご同行頂き、堆積環境についてご助言を頂いた。以上の方々および機関に心から感謝申し上げます。なお、本研究で検討された貝化石は、撮影・測定後に破損した田中の 2 点 (T48, T58) を除き島根大学総合理工学部地球資源環境学科に保管されている。

## 文 献

- 相田 優, 1988, 福島県棚倉地域の久保田層より産する新第三紀浮遊性有孔虫化石. 福島県立博物館紀要, no. 2, 13-27.
- Blow, W. H., 1969, Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H., eds., *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967*, **1**, 199-421.
- 鎮西清高, 1963, 東北日本の新第三紀貝化石群集の変遷. 化石, no. 5, 20-26.
- Chinzei, K. and Iwasaki, Y., 1967, Paleocology of shallow sea molluscan fauna in the Neogene deposits of Northeast Honshu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 67, 93-113.
- 速見 格, 1969, 化石の計測と統計 - 古生物学実習の一例 -. 九大理研報 (地質), **10**, 67-90.
- Hayashi, H., Yamaguchi, T., Takahashi, M. and Yanagisawa, Y., 2002, Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the upper Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **53**, 409-420.
- Hayashi, H. and Takahashi, M., 2008, Numerical age of the planktonic foraminiferal zonal boundary between N.15 and N.16 in the mid-latitude northwest Pacific region. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **59**, 415-422.
- Iwasaki, Y., 1970, The Shiobara-type molluscan fauna. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. 2*, **17**, 351-444.
- Kauffmann, 1969, Form, function and evolution. In Moore, R.C., ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology (Part N: Mollusca 6, vol. 1)*. Geological Society of America and University of Kansas, N129-224.
- 本山 功, 1999, 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩 - 化石帯区分の進歩 -. 石油技誌, **64**, 28-39.
- Noda, H., 1966, The Cenozoic Arcidae of Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, **38**, 1-161.
- Nomura, S. and Hatai, K., 1936, Fossils from the Tanagura Beds in the vicinity of the Town Tanagura, Hukushima-ken, Northeast Honshu, Japan. *Saito Ho-on Kai Mus., Res. Bull.*, no. 10, 109-155.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleont.*, **5**, 321-325.
- Raup, G. M. and Michelson, A., 1965, Theoretical morphology of the coiled shell. *Science*, **147**, 1294-1295.
- Sasaki, O., 1990, Parameters for description of the shell form of the genus *Anadara* (Mollusca; Bivalvia). *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 158, 513-534.
- Shapiro, S. S. and Wilk, M.B., 1965, An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* **52**, 591-611.
- 島本昌憲・林 広樹・鈴木紀毅・田中裕一郎・齋藤常正, 1998, 福島県東部棚倉地域に分布する新第三系の層序と微化石年代. 地質学雑誌, **104**, 296-312.
- Takahashi, M., Hayashi, H., Danhara, T., Iwano, H. and Okada, T., 2001a, K-Ar and fission track ages of the Kt-1 Tuff in the Miocene marine sequence in the Tanagura area, Northeast Japan. *Jour. Japanese Assoc. Petrol. Technol.*, **66**, 311-318.
- Takahashi, M., Iwano, H., Yanagisawa, Y. and Hayashi, H., 2001b, Fission track age of the Kt-7 Tuff in the Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **52**, 291-301.
- 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・山口龍彦・林 広樹・高橋雅紀, 2003, 福島県東棚倉地域に分布する上部中新統久保田層の海生珪藻化石層序と古環境. 地調研報, **54**, 29-48.

(受付: 2014 年 10 月 17 日, 受理: 2014 年 12 月 15 日)