

中海・宍道湖の自然史研究 —その13. 中海南東部の柱状試料中の有孔虫群集とその変遷—

瀬戸 浩二*・松井 宏樹**・高安 克己***

Natural history of the Nakano-umi and Shinji Lakes —XIII. Foraminiferal assemblages of the core samples from southeastern part of Lake Nakanoumi and their historical distribution—

Kouji SETO, Hiroki MATSUI and Katsumi TAKAYASU

I. はじめに

中海・宍道湖自然史研究会では、1986年に中海から境水道にかけて、底層水と底質表層試料の採取を行い、底質・底層水環境の解析とあわせて有孔虫の分布状況を明らかにした(中海・宍道湖自然史研究会ほか、1987)。その結果をふまえ、今回は中海南東部の米子湾で1989年に採取した3本のコア・サンプルについて有孔虫分析を行い、過去約1000年間の環境変遷について検討した。なお、同一試料について介形虫遺骸群集についても検討されている(高安ほか、1990)。

本研究は文部省科学研究費補助金、一般研究A『中海・宍道湖の環境変遷—風土記時代と現在の比較からみた将来予測』(課題番号01400003, 代表者徳岡隆夫)の一環として行ったもので、試料採取においては研究組織のメンバーや中海・宍道湖自然史研究会の方々に大変お世話になった。これらの方々に心から感謝する次第である。

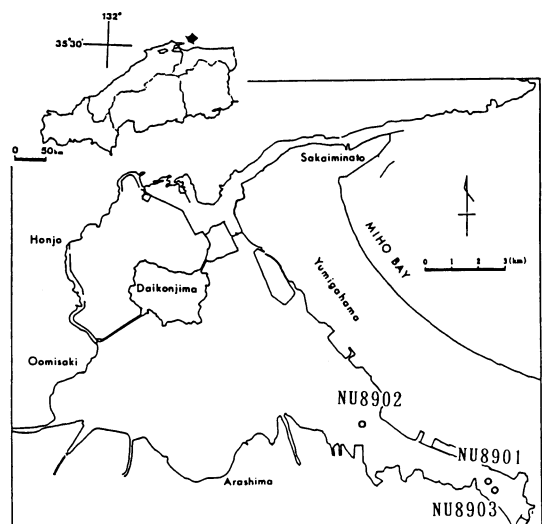
II. 採泥およびサンプル処理

採泥は、美保閘町民主造船所有の八束丸を用いて1989年7月20日と9月15日の2回行い、1回目はNU8901の1本、2回目はNU8902, NU8903の2本のコアを採取した。NU8901およびNU8903は米子湾において水深それぞれ4.2m, 3.9mの地点で、NU8902は伯太川沖において水深6.8m地点で採泥した(第1図)。

NU8901は押し込み式柱状採泥器(内径5.5cm, 長さ

2m), NU8902, NU8903は松本・青木式不攪乱柱状採泥器(内径5.5cm, 長さ2m)を用いて採泥し、それぞれ132.5cm, 152.5cm, そして162.5cmのコアを採取した。採泥したコアは縦に2分割した後、その片方を垂直方向に2.5cm間隔で切り取り、NU8901から53試料、NU8902から62試料、そしてNU8903から63試料を得た。そのうち有孔虫解析には、NU8901では53試料すべて、NU8902, NU8903は1試料おきにそれぞれ31試料、33試料を用いた。

各試料湿重量を測定した後、200メッシュのふるいで水洗し、その残渣を定温乾燥器で70℃, 24時間放置して乾燥させた。しかし、NU8901-52の試料は泥が硬く、水洗しただけでは不十分だったので、ビーカー中で1%程度の過酸化水素水につけ、数分間ガスバーナーで加熱した後、200メッシュのふるいで水洗した。



第1図 試料採取地点

* 広島大学理学研究科博士課程

** 応用地質株式会社

*** 島根大学理学部地質学教室

乾燥させた残渣は、そこに含まれる有孔虫数が200-300個体になるように分割し、その分割した試料からすべての有孔虫を摘出した。しかし、全試料を検鏡しても200個体に満たないものも多くあった。また各試料の乾燥重量1g当りの定量有孔虫数を算出するために、別の皿で各試料の一部を70℃で24時間乾燥させ、その乾燥前後の質量変化により含水率を求めた。

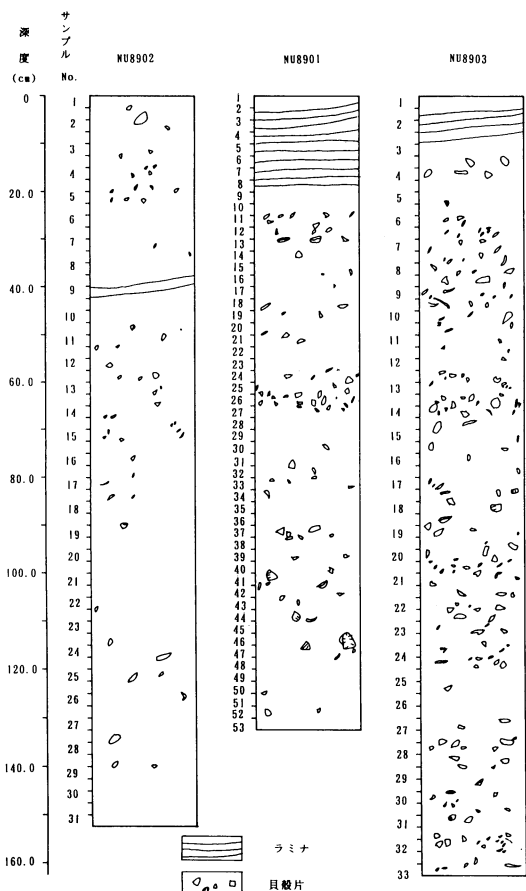
Ⅲ. コアの堆積物について

今回の採泥で得られた3本のコアの堆積物は、概して貝殻片を含む泥である。しかし、NU8901では0~17cmまで、NU8902では0~10cmまで貝殻片をほとんど含まないラミナ層がみられる。NU8901, NU8903には、上から約60cm付近に貝殻片の密集層が見られる。NU8902は、その他の2本のコアよりも全体的に貝殻片が少ない(第2図)。

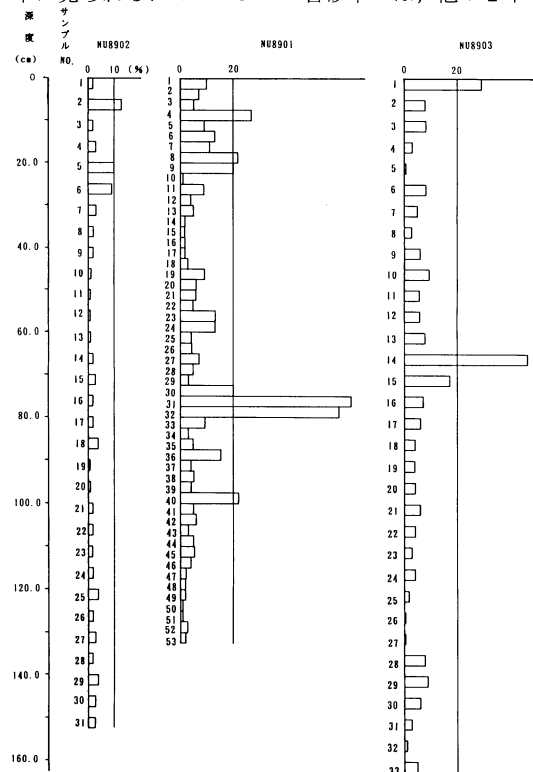
砂粒サイズ以上の含有物の量の層位的変化を簡易的に示すために、“含砂率”を求めた。ここでいう“含

砂率”は200メッシュのふるいによる水洗処理後の残渣とその処理前の乾燥重量の比である。その残渣のほとんどが、貝、介形虫、有孔虫などの生物遺骸片であり、その中で最も重量を占めているのが貝殻片であるから、“含砂率”は貝殻片の含有率を示している。ただし、NU8901とNU8903に見られるラミナ層は、生物遺骸片がほとんど含まれていないことが観察されているので、その層準の“含砂率”は、200メッシュ以上の碎屑物の含有率である。“含砂率”の層位的変化は、第3図に示した。

NU8901の“含砂率”はほとんどの層準が5~10%で、4層準において20%を越えるピークがある。そのうち最大なものは75~77.5cm(31)の層準で、約65%にも達する。また、22.5~25.0cm(10), 122.5~127.5cm(50, 51)の層準は1%以下と低い値を示している。NU8903の“含砂率”もNU8901と同様に、ほとんどの層準が5~10%である。しかし、20%を越えるピークは2層準しかなく、最大値を示す65.0~67.5cm(14)の層準でも45%である。“含砂率”1%以下を示す層準は、20.0~22.5cm(5)と125.0~132.5cm(26, 27)の2層準あり、それはNU8901とほぼ同層準に見られる。NU8902の“含砂率”は、他の2本の



第2図 柱状試料の概要



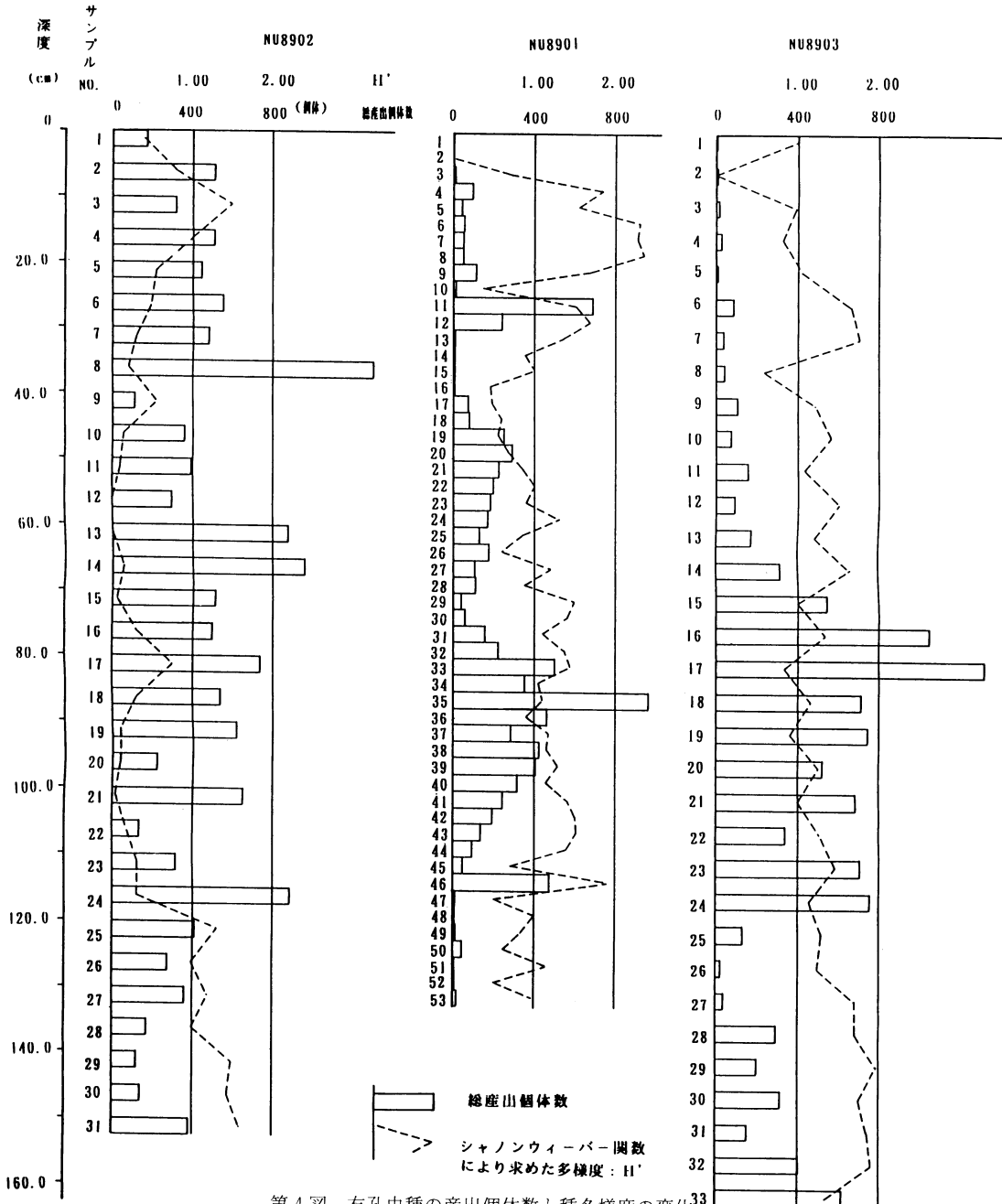
第3図 “含砂率”の層位的変化

コアよりも低く、ほとんどの層準が5%以下で、最大でも5.0~7.5cm(2)の13%である。

IV. 有 孔 虫

有孔虫解析に用いた117試料の中から産出した有孔

虫は、浮遊性有孔虫1タクサ、底生有孔虫30タクサ(砂質有孔虫2タクサ、磁器質有孔虫1タクサ、石灰質有孔虫27タクサ)である。それらの産出リストは第1, 2, 3表に示した。浮遊性有孔虫は、NU8901とNU8902の4試料から1個体ないし2個体産出して



第4図 有孔虫種の産出個体数と種多様度の変化

- ・乾燥試料1g当りの産出個体数に換算
- ・種多様度は、シャノン・ウィーバー関数のH'により算出

るだけであり、また、磁器質有孔虫もほとんど産出せず、NU8901 と NU8903 の 5 試料から 1 個体ないし 2 個体産出しているだけである。したがって、有孔虫解析に用いたのは、砂質殻タクサと石灰質殻タクサである。

A. 定量有孔虫数

各試料から抽出した有孔虫の個体数を乾燥重量 1 g 当りの個体数に換算した定量有孔虫数の層位的変化について検討してみた。

有孔虫解析に用いた 117 試料の中に認められる定量有孔虫数は、ほぼ 0 個体から最大 1315 個体と変化の幅が大きい。それらの層位的変化は、第 4 図に示した。

NU8902 の定量有孔虫数は、ほとんどの層準が 500 個体前後であり、時々 700 個体を越える層準や 20 個体以下の層準がある。しかし、120.0 cm の以下の層準では、下に向うにつれて減少している。

NU8901 は、112.5~115.0 cm (46) の層準のような例外的に多産する層準もあるが、あまり産出しない層準からピークの層準まで増加し、あまり産出しない層準まで減少するというような一連の変化が 3 回見られる。そのような一連の変化で一番下位のものは、72.5~115.0 cm (30~46) の層準で、ピークは 85.0~87.5 cm (35) の層準にみられ、定量有孔虫数は本コア最大の 964 個体である。下位より 2 番目のものは、40.0~70.0 cm (17~28) の層準で、ピークは 47.5~50.0 cm (20) の層準である。定量有孔虫数は、ピークで 289 個体と他に比べて全体的に少ない。一番上位のものは、7.5~30.0 cm (4~12) の層準で、ピークは 25.0~27.5 cm (11) の層準にあり、定量有孔虫数は 687 個体である。それら以外の層準では有孔虫はあまり産出せず、30 個体以下である。

NU8903 の定量有孔虫数は、ほぼ 0 から全試料最大の 1315 個体まで幅広い変化をしている。1 番下位より、25.0~27.5 cm (26) の層準まで緩やかに減少し、115.0~117.5 cm の層準まで急激に増加している。85.0~117.5 cm (18~24) の層準は 600 個体前後で安定し、80.0~82.5 cm (17) の層準で本コア最大のピークになる。そしてその層準からほとんど 0 に近い表層部まで多少の増減があるものの、緩やかに減少する。

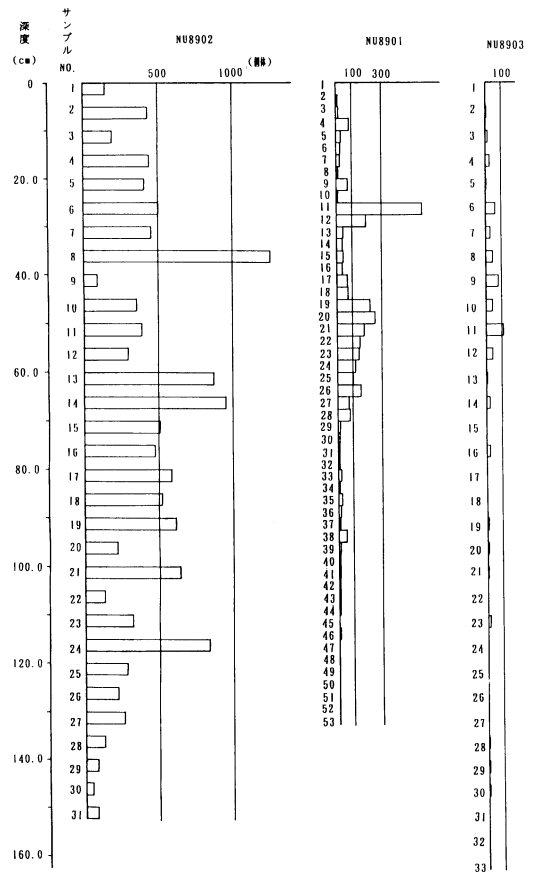
NU8901 と NU8903 の定量有孔虫数の層位的変化は、類似する点が見られるが、NU8902 とはほとんど共通するものが見られない。

B. 砂質有孔虫

今回産出した砂質有孔虫は、*Cribrostomoides canariensis*, *Trochammina hadai* の 2 タクサのみである。しかし、乾燥重量 1 g 当りの定量個体数は、最大 1256 個体と非常に多産する。砂質有孔虫の乾燥重量 1 g 当りの定量個体数の層位的変化は第 5 図に示した。

NU8902 の砂質有孔虫の定量個体数は、表層から 127.7 cm までは 700 個体を越える層準や 200 個体以下の層準もあるが、概して 500 個体前後で不規則に変化し、127.5 cm 以下では下位に向かって減少している。700 個体を越える層準は 3 層群あり、そのうち最も多産する層群は、35.0~37.5 cm (8) の層群で 1256 個体に達する。

NU8901 の砂質有孔虫は、7.5~70.0 cm (4~28) の層準に多産し、それ以外の層準ではあまり産出しない。特に 115.0 cm 以下の層準ではまったく産出していない。定量個体数の顕著なピークは、25.0~27.7 cm



第 5 図 砂質有孔虫の産出個体数の層位変化
・個体数は乾燥試料 1 g 当り

(11)と47.5~50.0cm (20) の2層準あり, それぞれ575個体と256個体である. 定量個体数は, 70.0cmから下位のピークの層準にかけて緩やかに増加し, その層準から30.0~40.0cm (13~16) の50個体にも満たない層準にかけて減少している. そしてその少ない層準から上位のピークの層準にかけて再び増加し, 表層まで減少している.

NU8903では, 10.0~60.0 (4~12) の層準に比較的多く産出し, それ以外の層準ではほとんど産出しない. 比較的多産する層準でも他の2本のコアより少なく, 最大でも50.0~52.5cm (11) の116個体である. それ以外の層準はすべて100個体以下である.

全コアを通して見ると, 砂質有孔虫の定量個体数はNU8902からNU8903すなわち中海から米子湾に向かうにつれて減少していく傾向にある.

C. 石灰質有孔虫

今回産出した石灰質有孔虫は, *Ammonia beccarii* forma 1, *Ammonia tepida* などの27タクサである. 石灰質有孔虫有孔虫は限られた層準に多産し, 定量個体数は最大1315個体である. 石灰質有孔虫の乾燥重量1g当りの定量個体数の層位的変化は, 第6図に示した.

NU8902は, 他の2本に比べて定量個体数が少なく, 最大でも, 298個体である. 石灰質有孔虫が比較的多産する層準は, 115.0cm以下(24~31)の層準, 80.0~82.5cm(17)の層準, 5.0~35.0cm(2~8)の層準で, それらの層準以外は, ほとんど産出しない. そして, 115cm以下の層準では下位に向かって増加する傾向にある.

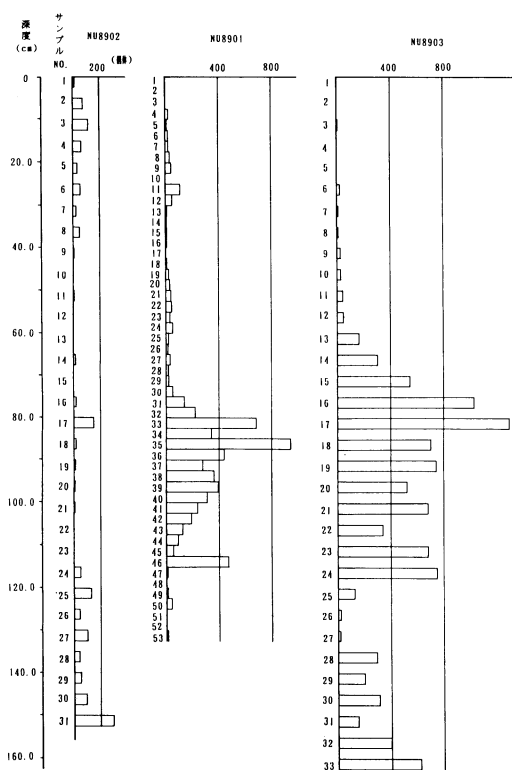
NU8901では, 72.5~115.0cm(30~46)の層準に多産し, 最大定量個体数は85.0~87.5cm(35)の939個体である. 定量個体数は115.0cmからピークの層準まで増加し, その層準から75.0cmにかけて減少する.

NU8903では, 135.0cm以下(28~33)の層準と60.0~122.5cm(13~24)の層準に多産し, 定量個体数は最大1315個体である. このコアは, 砂質有孔虫が少ないために定量有孔虫数(乾燥重量1g当りの総個体数)の変化とほぼ同じである.

石灰質有孔虫の定量個体数は, 砂質有孔虫の場合と逆にNU8902からNU8903すなわち中海から米子湾に向かうにつれて増加する傾向にある.

D. 主要な有孔虫タクサの層位的変化

各試料間で多産頻度が高い *Ammonia beccarii* forma 1, *Ammonia tepida*, *Cribr stomoides*



第6図 石灰質有孔虫の産出個体数の層位的変化
・個体数は乾燥試料1g当り

canariensis, *Elphidium*, *Trochammina hadai* の5タクサについて乾燥重量1g当りの定量個体数(第7, 8, 9図)および産出比(第10図)の層位的変化について検討をした. なお *Elphidium* 属は, 各試料から12タクサを識別したが, 各タクサの占める割合が低いので, ここでは *Elphidium* 属を一括し1タクサとして検討した.

a. 定量個体数

NU8902では, 主要5タクサ中, 比較的多産するものは *A. beccarii* forma 1, *A. tepida*, *T. hadai* の3タクサである. 本コアで最も多産する *T. hadai* は, 最下部から115.0cm(24~31)にかけて増加し, それより上位は定量個体数が500個体前後で安定する. その反面, *A. beccarii* forma 1は最下部から115.0cmにかけて減少し, それより上位は時々多産する層準も見られるが, あまり産出しない. *A. tepida* は, *A. beccarii* forma 1に伴って多産しており, 定量個体数は50個体以下である. *Elphidium* は120.0cm~最下位(25~31)にかけてわずかに産出し, 最大定量個体数は19個体以下である. *C. canariensis* は, 本コアではまったく産

出していない。

NU8901 では、それぞれのタクサによって産出する層準が異なっている。*A. beccarii* forma 1 は、72.5～115.0cm (31～46) の層準、*T. hadai* は40.0～70.0cm (17～28) の層準、そして *C. canariensis* は、25.0～30.0cm (11～12) に多産する。*A. tepida* は、NU8902 と時と同様に *A. beccarii* forma 1 に伴って産出し、*Elphidium* は、77.5～115.0cm (32～46) の層準に産出する。*A. beccarii* forma 1 の多産層準の定量個体数は、85.0～87.5cm (35) の層準で最大の771個体を示し、下位から上位にかけて増加し、ピークを向えて減少するという産状を示す。*T. hadai* も *A. beccarii* forma 1 と同様な産状を示す。ピークは、47.5～50.0cm (20) の層準の256個体で、*A. beccarii* forma 1 に比べて全体的に少ない。*C. canariensis* も *A. beccarii* forma 1 と同様な産状を示すが、個体数の増減が急激に起こる。ピークは、25.0～27.5cm (11) の層準で278個体である。

NU8903 でも、それぞれのタクサによって産出層準が異なる。*A. beccarii* forma 1 は、70.0～122.5cm (15～25) 及び135.0cm～最下部 (28～33) の層準に多産し、定量個体数は最大1131個体と他のタクサに比べて著しく大きい。*A. tepida* は他のコアと同様に *A. beccarii* forma 1 に伴って多産するが、本コアでは *A. beccarii* forma 1 に次いで多産する。*Elphidium* も *A. beccarii* forma 1 とほぼ同層準に多産するが、上位に向かうにつれて減少している。*T. hadai* は25.0～60.0cm (6～12) の層準、*C. canariensis* は10.0～32.5cm (3～7) の層準に産出する。最大定量個体数は、それぞれ50.0～52.5cm (11) の層準の116個体、25.0～27.5cm (6) の層準の39個体と *A. beccarii* forma 1 と比較して相当少ないが、ともに下位から上位にかけて増加し、ピークを経て減少するという産状を示している。

全コアを通じてみると、*A. beccarii* forma 1、*A. tepida* および *Elphidium* は、NU8902 からNU8903 すなわち中海から米子湾にかけて増加する傾向にあり、逆に *T. hadai* は減少する傾向にある。*C. canariensis* は米子湾内でしか産出しないが、湾の奥に向かうにつれて減少している。

b. 産出比

NU8902 で高い割合を示すタクサは、*A. beccarii* forma 1 と *T. hadai* の2タクサである。*A. beccarii* forma 1 は、最下部から115.0cm (24～31) の間に

58.4%から5.8%に減少し、*A. beccarii* forma 1 優勢から *T. hadai* 優勢の群集に移り変わる。その層準以上では、ほとんどの層準で *T. hadai* が90%以上を占めている。*A. tepida* と *Elphidium* は、それぞれ14.3%、5.0%以下と産出比が低い。

NU8901 では72.5cm以下 (30～53) の層準で、*A. beccarii* forma 1 優勢で60.0%～92.5%を占めている。そして67.5～72.5cm (28～29) の間に *A. beccarii* forma 1 の割合が下がり、67.5cm以上 (1～27) も層準からは *T. hadai* の優勢な群集に移り変わる。5.0～32.5cm (3～13) の層準では、*C. canariensis* の産出比が高くなり、40%以上を占めているところもある。*A. tepida* は72.5～115.0cm (30～47) の層準で比較的産出比が高く、最大で25.8%を占めている。*Elphidium* は、100.0～120.0cm (41～48) の層準で比較的産出比が高い。

NU8903 では、60.0cm～最下部 (13～33) までは *A. beccarii* forma 1 優勢の群集で、56.8～89.0%を占めている。そして55.5～57.5cm (12) の間で *A. beccarii* forma 1 が減少し、35.0～52.5cm (8～11) の層準では、*T. hadai* 優勢の群集になる。15.0～32.5cm (4～6) では、*C. canariensis* が35.7～78.4%と大きな割合を占めており、*C. canariensis* 優勢の群集である。*A. tepida* は60.0～87.5cm (13～18) で高い割合を示し、20～30%を占めている。*Elphidium* は、95.0cm～最下位 (20～33) の層準で、最大7.9%と比較的高い割合を示している。そして、ピークから上位に向かうにつれて産出比が減少している。

全コアに共通する変化は、ある層準で *A. beccarii* forma 1 優勢から *T. hadai* 優勢の群集に移行することである。NU8901 と NU8903 では、さらに *T. hadai* 優勢から *C. canariensis* 優勢の群集に移行する。

c. 種多様度

各試料についての種の多様性を検討するためにシャノン・ウィーバー関数の H' を求めた。 H' は次式より算出される。

$$H' = -\sum_{i=1}^n P_i \log P_i$$

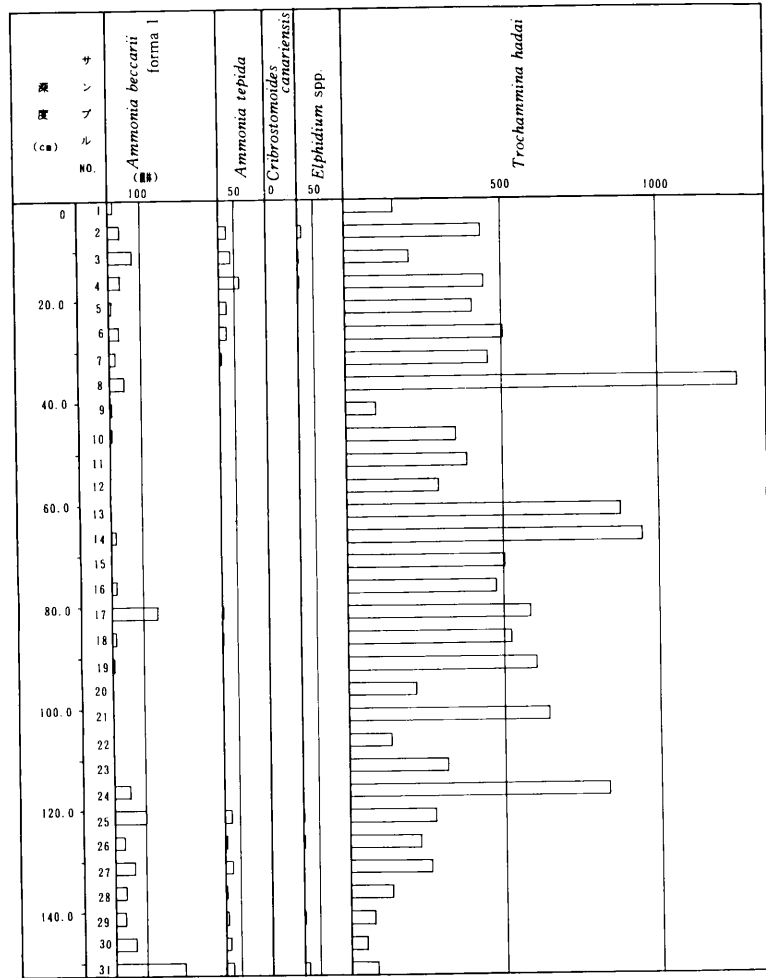
S: 試料中の総タクサ数

P_i : 試料における第 i 番目の個体数の割合

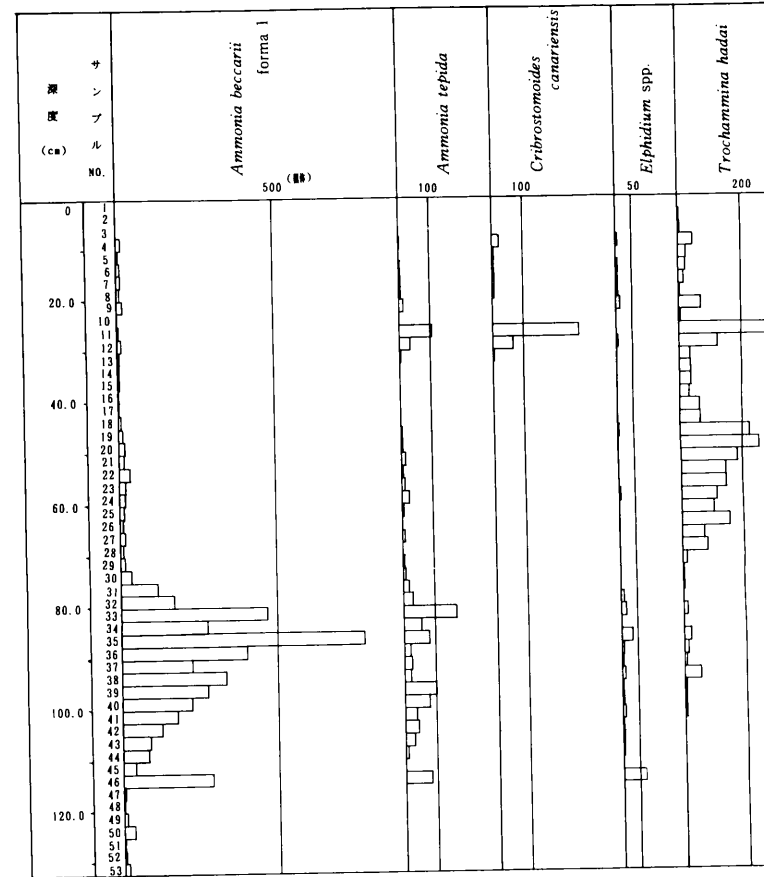
それらの層位的変化は第4図に示してある。

H' は全コアを通じてほとんどの層準で1.0前後と低い値を示している。NU8902 の20.0～120.0cm (5～24) の層準では、0.5以下とさらに低い。NU8901 の

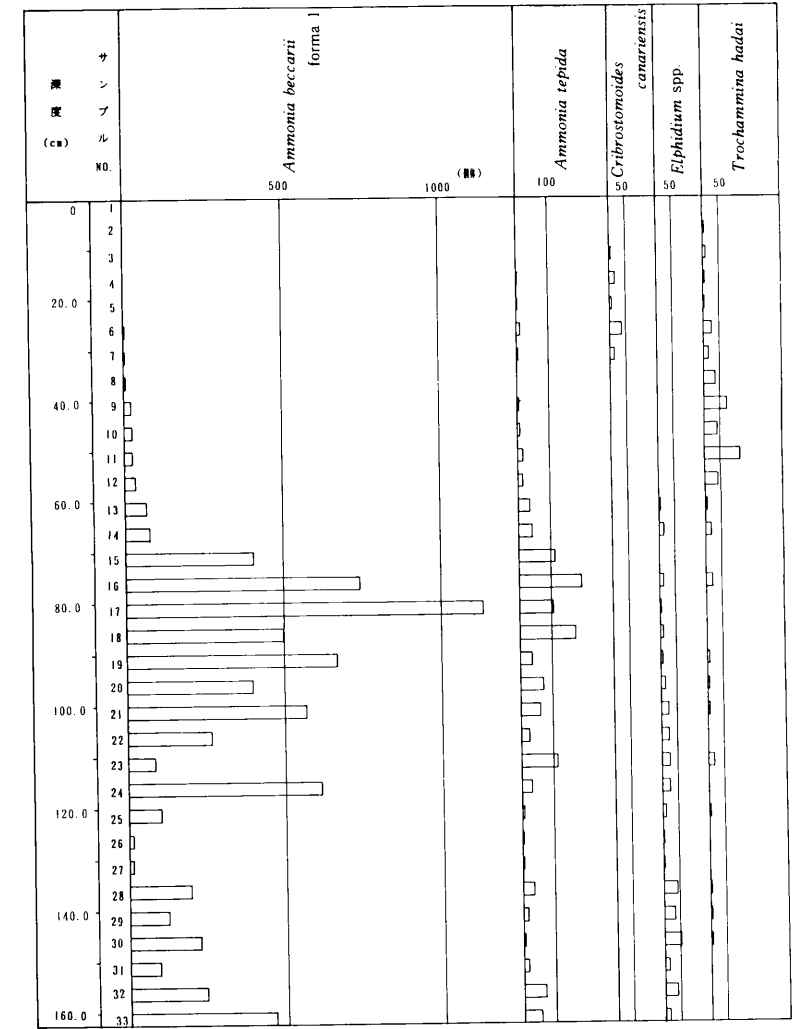
7. NU8902



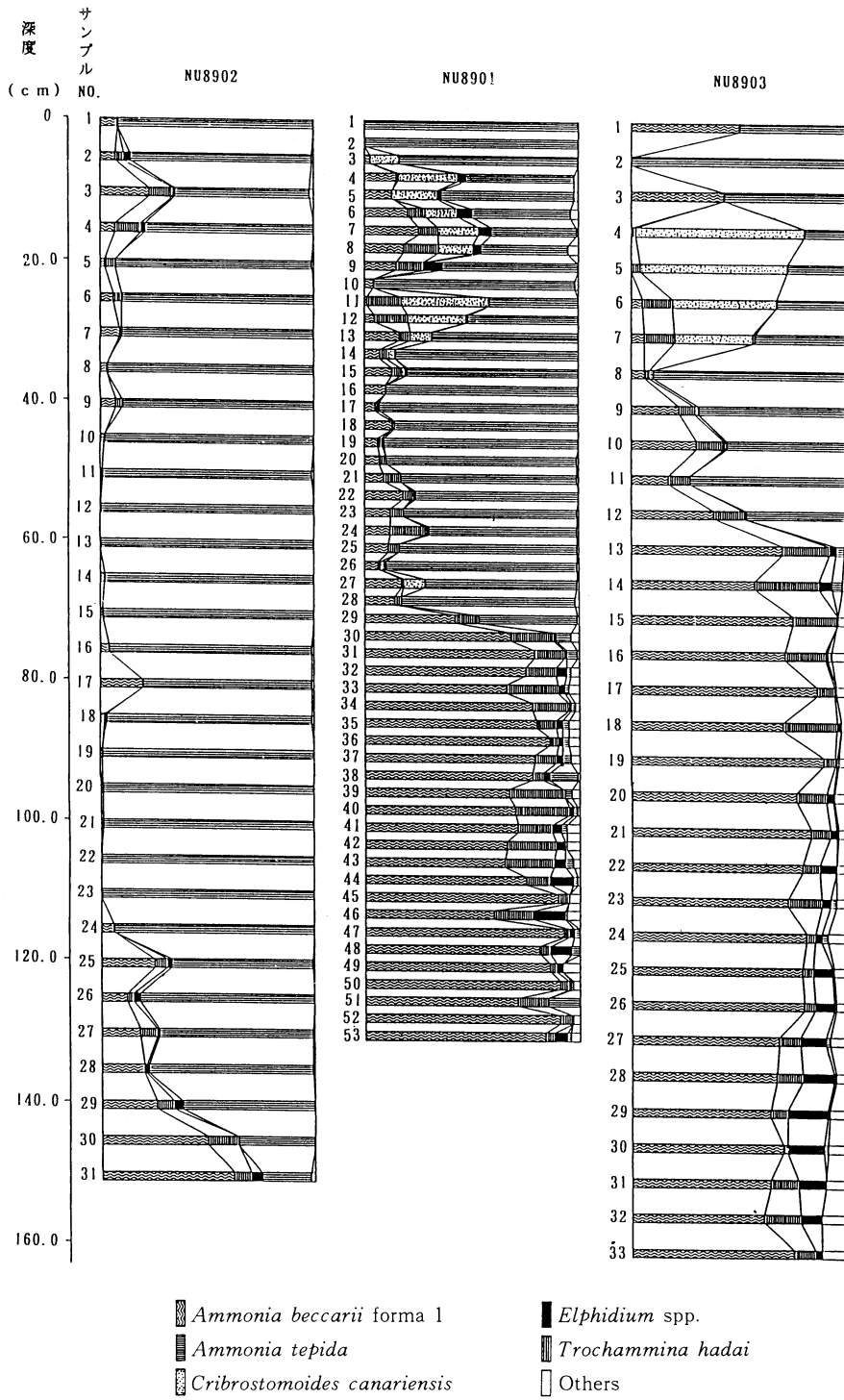
8. NU8901



9. NU8903



第7, 8, 9図 主要有孔虫タクサの産出個体数の層位的変化
・個体数は乾燥試料1g当り



第10図 主要有孔虫タクサの産出比の層位的変化

7.5~22.5cm (4~9) の層準では例外的に高い値を示しており、2.0を越える層準もある。また NU8903 の130cm以下の層準でも比較的高く、1.5~2.0である。おおまかに見れば、どのコアも下位から上位に向かってわずかながら減少する傾向にある。

E. 有孔虫群集解析

有孔虫群集について考察するために、多数の試料を統計的に近似した試料群に集約するクラスター分析を行った。クラスター分析は、産出した底生有孔虫30タクサのうち産出比が2%を越える17タクサについて試料間で行った。試料間のクラスター分析で得られたデンドログラムは、非類似度を標準化ユークリッド平方距離で求め、群平均法によって、それぞれのコアの試料について作製した(第11図)。

求められた相関距離は、NU8902, NU8901, NU8903で、それぞれ100.0以下、19.0以下、1.3以下で切った。その結果、NU8902では2a, 2bの2試料群、NU8901では1a~1pの16試料群、そしてNU8903では3a~3kの11試料群が認められた。しかし、クラスター分析で得られた試料群は、細分化され非常に複雑なものとなった。そこで、クラスター分析による試料群を参考にし、主要タクサの定量個体数や産出比を考慮に入れて、NU8902では2試料群、NU8901では4試料群、NU8903では3試料群にまとめた。それらの試料群の層位的位置を第12図に、また各試料群内での有孔虫タクサの平均産出頻度を第13図に示した。

以下に各試料群の特徴を示す。

NU8902

2A 試料群 (試料1~29)

T. hadai の独占的産出によって特徴づけられ、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴する。

2B 試料群 (試料30, 31)

A. beccarii forma 1 が特徴的に産出し、*A. tepida*, *T. hadai* が随伴する。

NU8901

1A 試料群 (試料1, 2, 9, 10, 14~29)

T. hadai の独占的産出によって特徴づけられ、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴する。

1B 試料群 (試料30~53)

A. beccarii forma 1 の独占的産出によって特徴づけられ、*A. tepida*, *T. hadai* が随伴する。

1C 試料群 (試料11~13)

C. canariensis, *T. hadai* が特徴的に産出し、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴する。

(1C) 試料群 (試料3~8)

C. canariensis, *T. hadai*, *A. beccarii* forma 1 が特徴的に産出し、*A. tepida*, *Elphidium* が随伴する。

また、*Globigerina* spp., *Pararotalia nipponica*, *Pararotalia? minuta*, *Rosalina bradyi*, *Elphidium crispum* などの特異なタクサが1%以下で産出する。

NU8903

3A 試料群 (1~3, 8~12)

T. hadai の独占的産出によって特徴づけられ、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴する。

3B 試料群 (試料30~53)

A. beccarii forma 1 の独占的産出によって特徴づけられ、*A. beccarii* forma 2, *A. tepida*, *Elphidium subarcticum*, *T. hadai* が随伴する。

3C 試料群 (試料4~7)

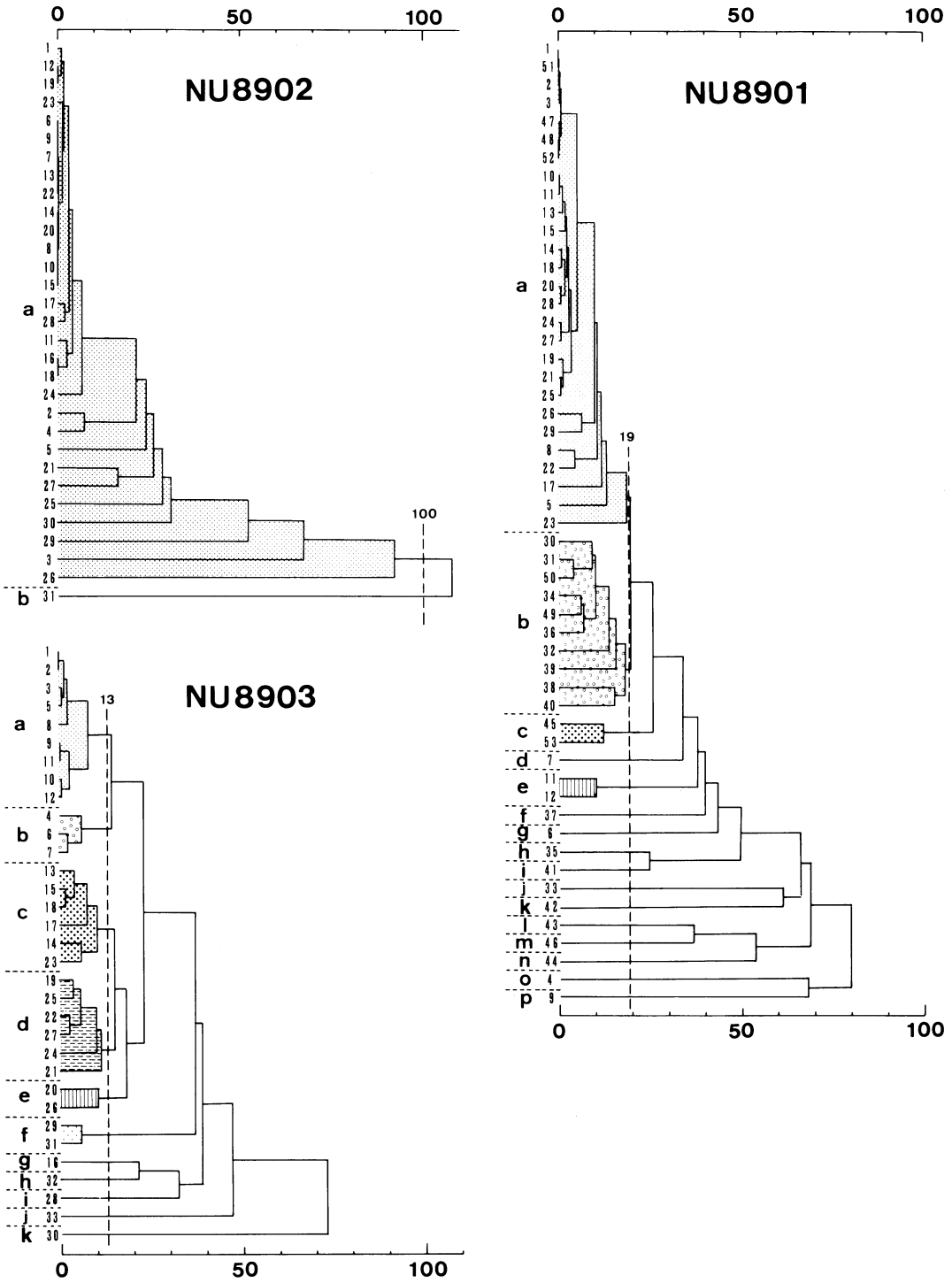
C. canariensis, *T. hadai* が特徴的に産出し、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴する。

以上の試料群をコア間で比較すると、1A, 2A, 3A 試料群は*T. hadai* の独占的な産出により特徴づけられ、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴するという点で類似しており、それらの試料群はほぼ相同の群集とみなすことができる。同様に1B, 2B, 3B 試料群は、*A. beccarii* forma 1 が特徴的に産出し、*A. tepida*, *T. hadai* が随伴するという点で類似しているため、ほぼ相同の群集とみなすことができる。1C, 3C 試料群も、*C. canariensis*, *T. hadai* が特徴的に産出し、*A. beccarii* forma 1, *A. tepida* が随伴するという点で類似しており、それらの試料群もほぼ相同の群集とみなすことができる。

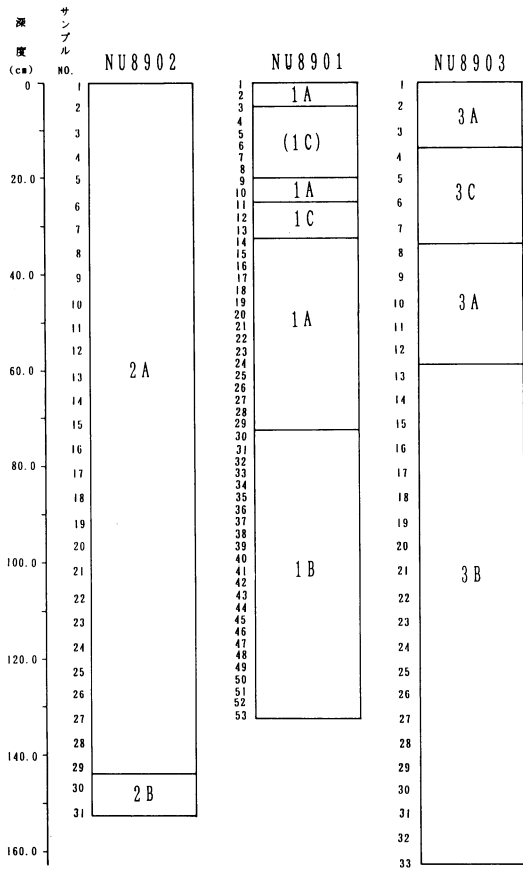
V. 古環境の変遷

A. 有孔虫群集から推定される古環境

中海における現世の底生有孔虫の研究は、羽田(1939)、瀬戸(1986MS)、NSRほか(1987)、紺田(1988)、NOMURA and SETO(in press)がある。それらの中で、瀬戸(1986MS)、NOMURA and SETO(in press)は、中海から美保湾にかけての底生有孔虫群集について研究し、現在の環境との関係を検討している。その水域で認められた有孔虫群集は、クラスター分析によってA, B, Cの3試料群に区別し、さらにA試料群はA₁, A₂, A₃, A₄の4試料群に細分した第14図。そして、A試料群は中海、B試料群は境水道、C試料群は美保湾に分布し、それぞれの試料群の分布



第11図 試料間のクラスター分析で得られたデンドログラム



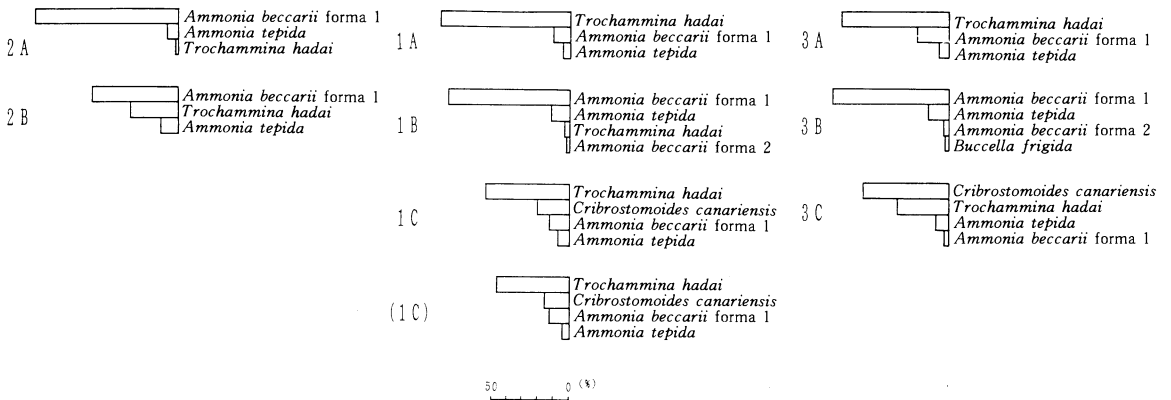
第12図 各試料群の層位的分布

・各試料群は、クラスター分析、主要タクサの定量個体数・産出比によって類別した。(本文参照)

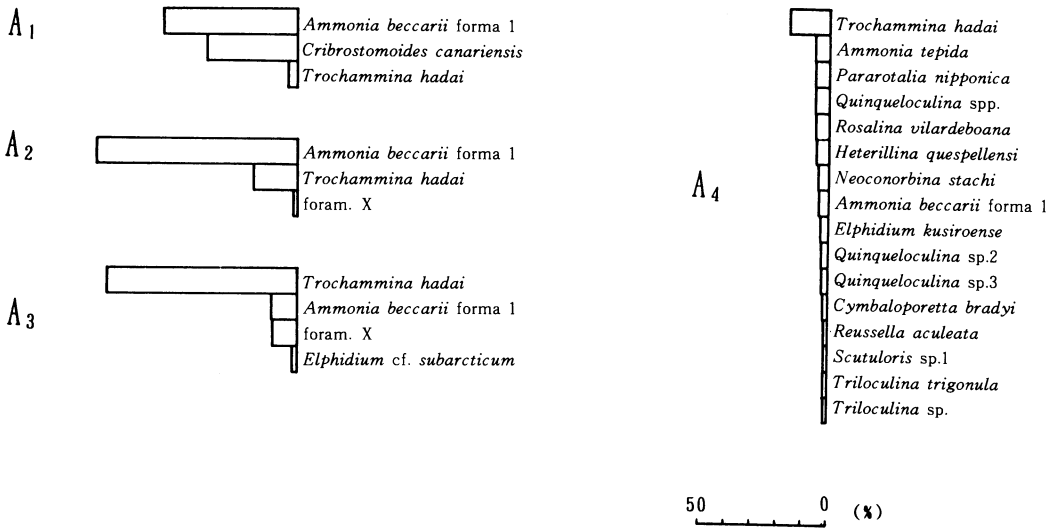
が主に塩分濃度に規制されていることを認めた。そのような研究で得られたデータに基づいて、3本のコアで認められた有孔虫群集の示す古環境を推定した。

本研究で得た試料群は、ほとんどが表層部のA試料群に類似しており、現在の中海の環境に対比できる。1A, 2A, 3A 試料群は、*T. hadai* の独占的な産出によって特徴づけられ、*A. beccarii* forma 1 を伴う点で現世の A₃ 試料群に対応している。A₃ 試料群は、中海の東部に広く分布し、中海の中では比較的高塩分濃度(22.0~25.0%)の環境に認められる群集である。1A, 2A, 3A 試料群も、そのような環境であったと思われる。

1B, 2B, 3B 試料群は、*A. beccarii* forma 1 が卓越し、*T. hadai* が随伴するという点で現世の A₂ 試料群に対応している。A₂ 試料群は中海の西部に広く分布し、A₃ 試料群より低い塩分濃度(15.5~21.5%)に認められる群集である。しかしながら、1B, 2B, 3B 試料群は、*A. tepida* (2.4~29.5%) や *Elphidium* (20%以下) を伴い、2B 試料群を除いて *T. hadai* の産出比が低いという点で A₂ 試料群とは異なっている。*Elphidium* は、境水道、美保湾に分布するB, C試料群に認められ、中海に比べて高塩分濃度の環境に生息している。現在の中海の地形から見て、*Elphidium* がそのような海域から運搬されたということは考えられず、保存状態から見て再堆積したものとも考えられない。そして、*A. beccarii* forma 1 が汽水域の幅広い範囲に適応していることを考慮すると1B, 2B, 3B 試料群は、現在の中海より塩分濃度の高い環境であったことが推定される。



第13図 各試料群内での有孔虫タクサの平均産出頻度



第14図 中海表層試料における各有孔虫試料群 (瀬戸, 1986MS による)

1C, 3C 試料群は, *C. canariensis* が特徴的に産出するという点で, A₁ 試料群に対応する. しかし, A₂ 試料群で最も卓越するタクサは, *A. beccarii* forma 1 であるのに対して, 1C, 3C 試料群は *T. hadai* が卓越あるいは随伴している. これらの試料群の特徴種である *C. canariensis* は, 低塩分濃度 (<13‰) に生息し, 川起源の栄養分に富む水系関係して分布している (NOMURA and SETO, in press). そして, *T. hadai* が幅広い範囲に適応していることを考慮すると, 1C, 3C 試料群は A₂ 試料群同様に, 河川の影響の及ぶ低塩分濃度の環境であることが推定できる.

なお (1C) 試料群は, *Pararotalia nipponica*, *Rosalina bradyi*, *Elphidium crispum* などの高い塩分濃度に生息するタクサが産出している. が, しかし, 基本的な群集構成は 1C, 3C 試料群と同じなので, それとほぼ同様な環境が推定される. それらのタクサは, 浚渫の影響によるものであると思われる.

各コアの試料群の基本的な配列は, 第12図に示したように NU8902 では, 上位より 2B-2A 試料群, NU8901 では, 1B-1A-1C 試料群, NU8903 では, 3B-3A-3C 試料群であり, いずれのコアも下位から上位にかけて高塩分濃度から低塩分濃度の環境に移行していることが推定できる.

B. 定量個体数, 個々のタクサの定量個体数, 種多様度から推定される環境変遷史.

定量有孔虫数, 個々のタクサの定量個体数は, 基本

的に有孔虫の生産性と堆積速度に関係している. しかし, NSR ほか (1987) によれば, 堆積速度は地域的な変化はあるけども過去1000年間に大きな変化はなかったとされている. したがって, 定量有孔虫数の変化は, 主に有孔虫の生産性に起因するものと思われる. 生産性は, 有孔虫の生活に適応する環境に関係し, 生産性が高いほどより生活に最適な環境であることを示し, 逆に生産性が低い所は, 有孔虫にとって不適当な環境であることを示す.

種多様度は, おおまかに見れば塩分濃度に相関があり, 塩分濃度が高くなれば, 種多様度も高くなる傾向がある (NOMURA and SETO, in press).

種多様度, 定量有孔虫数, 各タクサの定量個体数にはそのような意味があり, それらの層位的変化を検討することによって, 群集で得られた環境変化に加えて, さらに詳細に環境変遷史を考察した.

NU8902

最下部から120cmにかけての *A. beccarii* forma 1 と *T. hadai* の生産性の変化は, *A. beccarii* forma 1 に適した環境から *T. hadai* の最適な環境に漸移的に変化したことを示している. その環境変化は, 群集の移行から主に塩分濃度の変化であり, その層準内で塩分濃度が漸移的に低下したと推定される. また, 多様性も, その層準で一部段階的であるけれども減少しており, それを支持している.

120cm以上の層準では, *T. hadai* が高い生産性で安

定しており、現世とほぼ同じ環境が継続されていたものと思われる。

NU8901

最下部から115cmにかけては、有孔虫の生産性あるいは“含砂率”が他の層準に比べて著しく低く、有孔虫や貝などの生物にとって生存しにくい環境であったと思われる。

115~25cmにかけての主要タクサの生産性の変化は、*Elphidium* の適した環境 *A. beccarii* forma 1 の最適な環境、*T. hadai* の最適な環境を経て、*C. canariensis* の最適な環境に変化したことを示す。また、主要タクサの最適な環境の間は、互いに不適当な環境のため有孔虫全体の生産性の低い層準ができる。この環境変化は、塩分濃度の高い環境を示す *Elphidium* の減少に始まり、それより低い塩分濃度を示す *T. hadai* を経て、塩分濃度の低い環境を示す *C. canariensis* に連続的に移行していることから、主に塩分濃度の連続的な低下によるものと推定される。また、多様性も一部の例外を除いてわずかながら減少する傾向にあることから、塩分濃度の低下に起因することを支持している。

25cm以上の層準では、有孔虫の生産性が著しく低下し、特に表層~7.5cmまでは、定量有孔虫数が0.2以下と、有孔虫が生存できない環境となっている。1960年代の群集分布図(紺田, 1988)によると、本コア付近は *C. canariensis* を主体とする群集の分布域であり、当時は有孔虫の生存可能な環境であった。そして、NSR ほか(1987)によれば、本コア付近の底層水の塩分濃度は、約10%、溶存酸素量は、約3 ml/l と決して有孔虫が生存できない状態ではなく、それ以外の環境ストレスがかけられたと思われる。また、1960年代の群集分布図には、無有孔虫相が米子湾の奥にあり、約20年の間にそれが米子湾全体に広がっていったものである。この環境ストレスとは、恐らく工業排水や家庭排水による水質汚染であると思われる。

NU8903

最下部から115cmにかけて、*A. beccarii* forma 1 は生存に適した環境から生存しにくい環境へ変化し、再び生存に適した環境に変化している。この *A. beccarii* forma 1 の生存しにくい環境の層準では、“含砂率”や定量有孔虫数も低く、他の生物に対しても生存しにくい環境であったと思われる。一方、*Elphidium* の生産量は、その生産量の著しく低い層準を除いて減少しており、塩分濃度が低下していること

を示している。しかし、*A. beccarii* forma 1 に2つの異なる塩分濃度の最適範囲があるとは考えられないので、塩分濃度以外に何らかな環境ストレスがかけられたと思われる。

115cm以上の層準では、NU8901 とほぼ同様な生産量や多様性の変化をするので、NU8901 とほぼ同じ環境変遷史をたどったと思われる。

中海南東部のコアで認められた有孔虫群集変化は、主に塩分濃度の変化によるものと推定された。地中海の中心部に近い NU8902 は、120cmまで塩分濃度は低下し、120cmから表層まで現在の塩分濃度で安定している。一方、米子湾の NU8902, NU8903 は、最下位から表層まで、塩分濃度は連続的に低下している。NSR ほか(1987)によれば、²¹⁰Pb 法による地中海の堆積速度は0.044~0.077g/cm²-y で、米子湾付近がもっとも速いとされている。NU8902 と NU8901 あるいは NU8903 と同じ堆積速度であったとすれば、100cm付近での塩分濃度は、NU8902 よりも NU8901 あるいは NU8903 の方が高いことになる。現在の中海における海水の流入経路では、そのようなことは考えにくく、当時は米子湾に別の流入経路があったと推定される。徳岡ほか(1986)の風土記時代の古地理には、弓ヶ浜半島の頸部に美保湾と連絡するもう1つの水道として描かれており、今回の有孔虫群集の変遷によって推定された結果は、それを支持している。そしてその水道が閉じていくことによって、海水の流入量が減少するために、塩分濃度が低下し、さらにそれが閉じることによって海水の流入がなくなり現在の塩分濃度まで低下したと思われる。

VI. ま と め

1. 中海南東部の3本のコアから得た117試料の中から、底生有孔虫30タクサ、浮遊性有孔虫1タクサが産出した。
2. 主要タクサはそれぞれ産出層準が異なり、その産出域にそれぞれのピークをもつ。
3. 種多様度は、どのコアでも下位の層準から上位の層準に向かうにつれて減少する傾向にある。
4. クラスター分析による結果を参考にし、群集組成から NU8901 を4試料群、NU8902 を2試料群、NU8903 を3試料群に区別した。そして、それぞれの試料群について古環境を検討し、その結果、1B, 2B, 3B 試料群が最も高い塩分濃度を示し、1A, 2A, 3A 試料群がそれより低い塩分濃度を示し、1C, 3C

試料群が最も低い塩分濃度を示すことが推定された。

5. 群集変化や定量有孔虫数や種多様度などから、NU8901, NU8903 は高い塩分濃度から連続的に低下したことを示し、NU8902 はある程度まで低下し、そこから現在の環境で安定していることが推定された。そして堆積速度が同じと仮定して、ある層準からNU8902 側が高い塩分濃度を示すという現在の環境と逆転することから、米子湾に別の海水の流入経路を推定した。

文 献

- 羽田良木, 1939: 汽水産有孔虫の研究Ⅳ. 中海の有孔虫類. 動物雑. 51, (3), 135-139.
- 紺田 功, 1988: 中海底質中表層中の有孔虫分布 (1) 1960年代後半. 三梨・徳岡編「中海・宍道湖・地形・底質・自然史アトラス」, 61, 島根大学山陰地域総合センター.
- 中海・宍道湖自然史研究会, 松本英二・井内美朗・鹿島 薫, 1987: 中海・宍道湖の自然史研究—その6. 中海における1986年度柱状採泥と湖底堆積物中の有孔虫・珪藻群集(予報) —. 島根大学地質学研報, (6), 61-84.
- NOMURA. R. and SETO. K. (in press) : Benthic foraminifera from brackish Lake Nakaumi, San-in district, southwestern Honshu, Japan. (Professor Yokichi TAKAYANAGI Mem. Vol.)
- 瀬戸浩二, 1986: 有孔虫組成から見た中海の底質環境. 島根大学理学部1986年度卒業論文.
- 高安克己・植田和昭・太田久子, 1990: 中海・宍道湖の自然史研究—その12. 中海底質中の介形虫遺骸群集とその変遷. 島根大地質学研報, 129-144.
- 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克己, 1986: 湖底をさぐる—宍道湖のおいたち. ふるさとブックレット4. たたら書房. 米子.

Explanation of Plate I

- Figs. 1a-c. *Ammonia beccarii* (Linné) forma 1
Figs. 2a-c. *Ammonia beccarii* (Linné) forma 2
Figs. 3a-c. *Ammonia tepida* (Cushman)
Figs. 4a-c. *Buccella frigida* (Cushman)
Figs. 5a, b. *Cribrostomoides canariensis* (d'Ordigny)
Figs. 7a, b. *Elphidium matsukawauraense* Takayanagi
Figs. 8a, b. *Elphidium excavatum lidoensis* Cushman
Figs. 9a, b. *Elphidium jenseni* Cushman
Figs. 10a, b. *Elphidium subarcticum* Cushman
Figs. 11a-c. *Trochammina hadai* Uchio
Figs. 12a-c. *Valvulineria hamanakoensis* (Ishiwada)

Plate I

