

中海・宍道湖の自然史研究
——その11. 宍道湖湖心部のボーリングコア中の有孔虫群集——

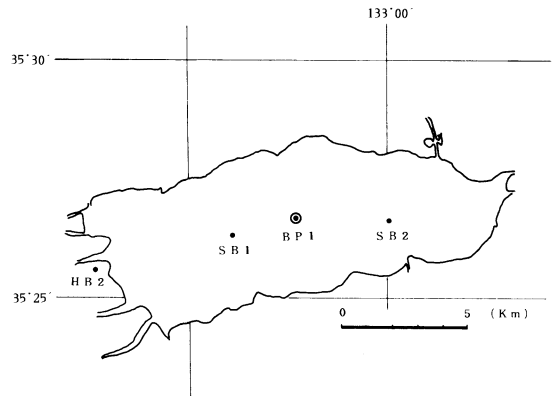
前本義幸*・紺田 功**・高安克己*

Natural history of the Nakano-umi and Shinji Lakes
——XI. Foraminiferal assemblages in the boring
core from the central part of Lake Shinji——

Yoshiyuki MAEMOTO, Isao KONDA and Katsumi TAKAYASU

I. はじめに

中海・宍道湖自然史研究会 (1982) は、中海の1地点と宍道湖の4地点の表層柱状試料について、予察的に有孔虫群集の時空的变化を検討している。表層1~2 mの堆積物では中海は、*Ammonia beccarii*, *Trochammina cf. japonica*, *Quinqueloculina* spp. を主とする群集で、宍道湖は *Haplophragmoides Canariensis*, *Miliammina fusca*, *Ammobaculites exigus* を主とする群集であり、それぞれ中海相、宍道湖相とよんで区別している。より深層の堆積物中の有孔虫については、紺田・水野 (1987) の研究がある。彼らは宍道湖底の2本 (SB1とSB2)、斐伊川河口の1本 (HB2) のオールコアについて、有孔虫群集の分析を行っておりいずれも中海層中部泥層 (水野ほか, 1972) から有孔虫の産出を報告している。そして、最も西に位置する HB2 の群集が暖流域の最も海水循環の良い群集特性を示し、最も東に位置する SB2 の群集が塩分濃度の低い湾奥部の群集特性を示していることから、この水域での中海層中部泥層堆積時の古環境は西方で外洋に通じた暖流の流入する内湾であったと考え、この湾を「古宍道湾」とよんでいる。湖底下の第四系の層序は、水野ほか (1972) によりまとめられており、下位から、弓が浜層約15万年前)、中海層 (1万年前以降) に分けられている。中海層については、特に大型動物化石の産出状況によって、上部、中部、下部各層に垂直的に3分している。すなわち、中部泥層は、ウニ類 (破片) が多産することで特徴づけら



第1図 BP1の位置、および、紺田・水野 (1987) で用いた HB2, SB1, SB2 の位置

れ、有孔虫や珪藻の出現状況も大型化石のそれに大体対応している。

本研究では、1987年8月に中国地方建設局出雲工事事務所が宍道湖湖心部観測塔建設のため、株式会社荒谷建設コンサルタントに発注して行ったボーリング調査の際に得られた試料について有孔虫分析を行い、あわせて含砂率についての検討も行った。ボーリング (BP1) の位置は、北緯35°26'50"、東経132°57'45"で、前述の SB1 と SB2 の中間地点にあたる (第1図)。その意味で、今回の資料は紺田・水野 (1987) の結論を補強するものであり、事実、西に開いた奥深い「古宍道湾」の様相をより鮮明に描き出す結果となった。

II. 研究方法

a. コアの概要

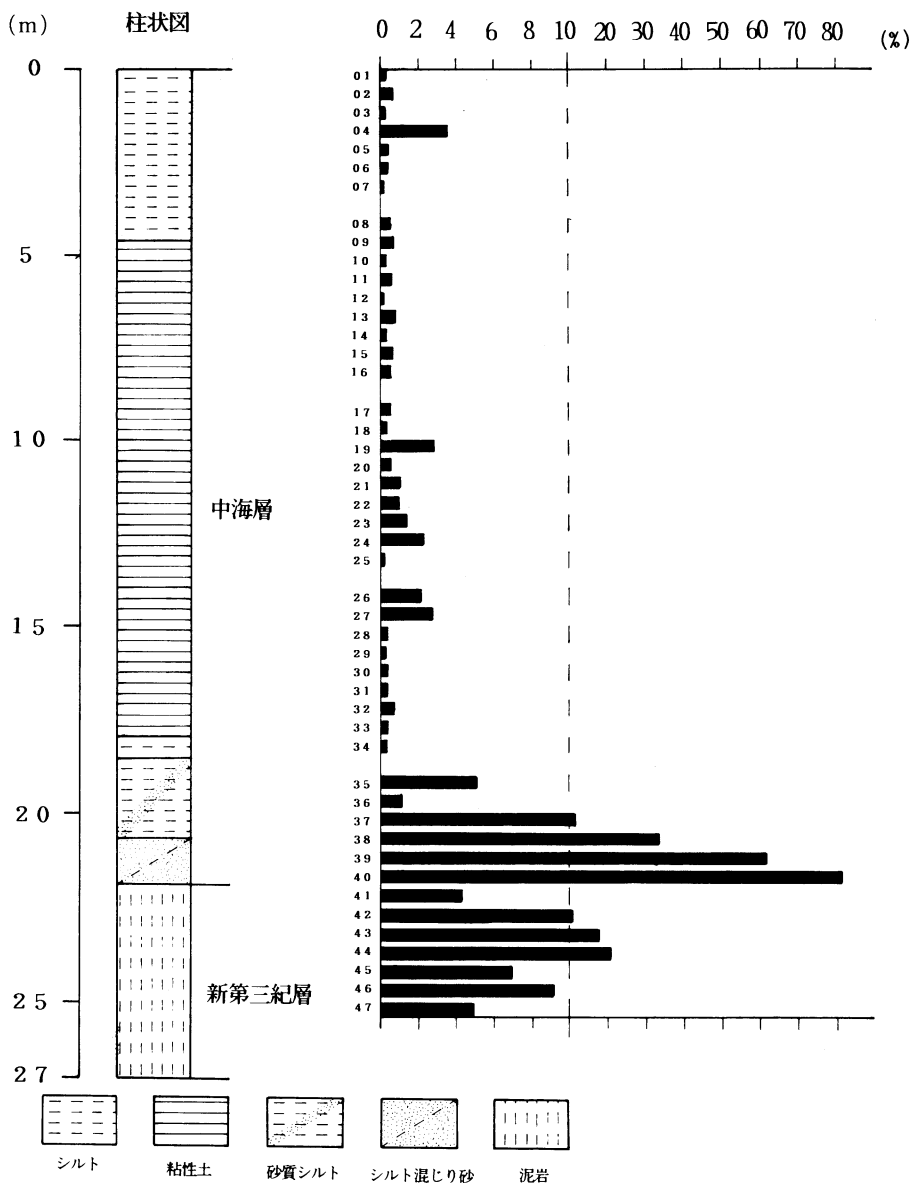
BP1 は27mのボーリングコアで、土質試験のため4ヶ所 (3.00~3.80m, 8.00~8.80m, 13.00~13.80

* 島根大学理学部地質学教室
** 元奈良県立二階堂高等学校

m, 18.00~18.80m) がすでに欠落していた。試料はコア頂部より50cm間隔で、5cmの厚さをぬきとり、これを2つに縦割りしたものを有孔虫サンプルとし、残り半分は、花粉分析用と珪藻分析用に当てた。コア頂部より25mまでのボーリングコアより47サンプル取ることができた。ただし、土質試験用にコアが抜き取られている4ヶ所については、試料の間隔を100cmとした。

b. 試料の泥化

試料の泥化について、過去に、試料を乾燥する段階で温度が高温だったため、試料が固結してしまったという失敗例があった。そのため、今回は有孔虫をできるだけ壊さないよう、試料を乾燥せずに泥化しようと試みた。まず、ビーカーに試料と水だけを入れ、一週間様子を見た結果数個の試料で半分以上の泥化が見られたがその他の試料では全く泥化しなかった。次に、



第2図 ボーリングコア柱状図と含砂率
(柱状図は宍道湖地質調査業務報告書を参考に作成)

第1表 BPI ボーリングコア中の有孔虫のリスト

Sample Number	0 1	0 2	0 9	1 4	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7	2 8	2 9	3 0	3 1	3 2	3 3	3 4
	Meters From Top of Core	0	0.50	4.50	6.95	10.95	11.50	11.95	12.50	12.95	13.95	14.50	14.95	15.50	15.95	16.50	16.95	17.50
Genus and Species	~0.05	~0.55	~4.55	~7.00	~11.00	~11.55	~12.00	~12.55	~13.00	~14.00	~14.55	~15.00	~15.55	~16.00	~16.55	~17.00	~17.55	~18.00
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné) "formaA" <i>A. beccarii</i> (Linné) <i>tepida</i> (Cushman) <i>A. japonica</i> (Hada) <i>A. spp.</i> <i>Buccella frigida</i> (Cushman)	25.0			100.0	10.0 66.0 1.4 1.0 2.9	73.1 0.5	65.1	40.7 100.0	8.7 43.6	4.4 37.6	15.7 0.2 0.1	50.0	100.0	100.0	100.0	81.8 9.1 9.1	90.5 6.0 0.9	100.0
<i>B. spp.</i> <i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny) <i>Cribrostomoides canariensis</i> (d'Orbigny) <i>C. sp.</i> <i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	50.0 25.0	100.0			2.4 2.0	2.0		0.2		0.6	0.6	0.03 0.3						
<i>E. clavatum</i> Cushman <i>E. hispidulum</i> Cushman <i>E. subarcticum</i> Cushman <i>E. spp.</i> " <i>Elphidium</i> " <i>somaense</i> Takayanagi					1.9 0.5 5.3	0.5 2.0 5.6	1.8 3.7	0.2 0.2 0.4 0.9 4.5		0.8 0.3 0.4 1.1 3.4	0.4 0.4 0.3	50.0					1.7	
" <i>E.</i> " <i>subincertum</i> Asano <i>Florilus grateloupi</i> (d'Orbigny) <i>Hopkinsina glabra</i> (Millett) <i>Loxostomoides durrandii</i> (Millett) <i>Massilina milletti</i> (Wiesner)					0.5 0.5 1.0	1.5 1.0 4.1	5.0	0.4 8.2		0.7 6.1	1.0 4.3 0.03 0.03							
<i>M. secans</i> (d'Orbigny) <i>M. spp.</i> <i>Nonionella miocenica</i> Cushman <i>N. stella</i> Cushman and Moyer <i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny							1.4			0.3 0.3 0.1	0.03 0.2 0.03 0.2							
<i>Q. subrotunda</i> (Montagu) <i>Q. spp.</i> <i>Triloculina planciana</i> d'Orbigny <i>Valvulineria hamanaoensis</i> (Ishiwada)					5.7 1.4	4.1 0.5	18.8 1.0	32.0 1.7		33.2 0.4 0.6	30.0 0.5 0.1 0.8						0.9	
Calculated benthonic foraminiferal number in 10g of dry sample	0.6	0.1	0.2	0.2	2007	1757	2867	1684	1.0	2650	545	0.5	0.7	2.0	41	1.7	19	3.6

水をいれた試料を10~20分加熱したあと、分散剤として2%ピロリン酸ナトリウム溶液を加え(全量が0.2%となるように)、その後超音波洗浄器処理を30分行った。加熱時間や超音波洗浄器処理時間を変えてみたが、結果的に、水洗できるまでに泥化した試料はなかった。試料の泥化は、これら二度の失敗後、最終的にナフサ法を試みるにより成功した。ナフサ法では前段で試料を乾燥するが、今回は60°~70°Cと、比較的低温で乾燥した。24時間以上乾燥した熱いままの試料に、試料が完全に漬かるまでナフサを入れ20分放置した後、ろ紙でナフサを回収し、試料に熱湯を入れ1時間程度沸騰させてナフサをとばす。これを200メッシュのふるいで水洗し、岩片がなければそのまま蒸発皿にあげ乾燥し、岩片が多ければピーカーに入れもう一度ナフサ法を繰り返した。

c. 含砂率の算出

処理前の乾燥試料の重量と200メッシュのふるいによる水洗処理後の残渣の乾燥重量の比から含砂率を求めた。サンプルNo. 01, 02, 03, 04, 06, 07, 09, 19, 26, 27, 28, 30, の12サンプルではナフサ法によって乾燥試料の秤量を行う前に試みた処理の中で、何度か200メッシュによる水洗を行っており処理前の乾燥試料の秤量ができなかったためコアより、その部分の直下1cmを取って含水率を求め乾燥重量を算出してから含砂率を算出した。

b. 有孔虫検鏡試料

乾燥した残渣中から有孔虫を摘出したが有孔虫個体数の多い試料は四分法により検鏡試料を適当な量にとどめた。試料の個体数の比較には、水洗処理後の全乾燥試料と検鏡試料の重量比から、乾燥状態で10gの原試料の個体数を算定する方法をとった。

Ⅲ. 含砂率についての分析結果

BP1 ボーリング試料の含砂率は、第2図のような結果が出た。なお今回は、その後有孔虫や貝形虫を摘出する必要があるため、石灰質殻や有機物を除去する処理は行っていない。貝殻の量は、有孔虫の個体数に比例的に多く、サンプ No. 21~24, 26~27 で著しく多く、28~34と、01, 02, 04~12 でも含まれている。含砂率が高い値を示す試料のうちで、04は、貝殻が少し含まれているものの、砂量が絶対的に多く、19では、雲母片がかなり多く見られる。21~24, 26, 27 では、貝

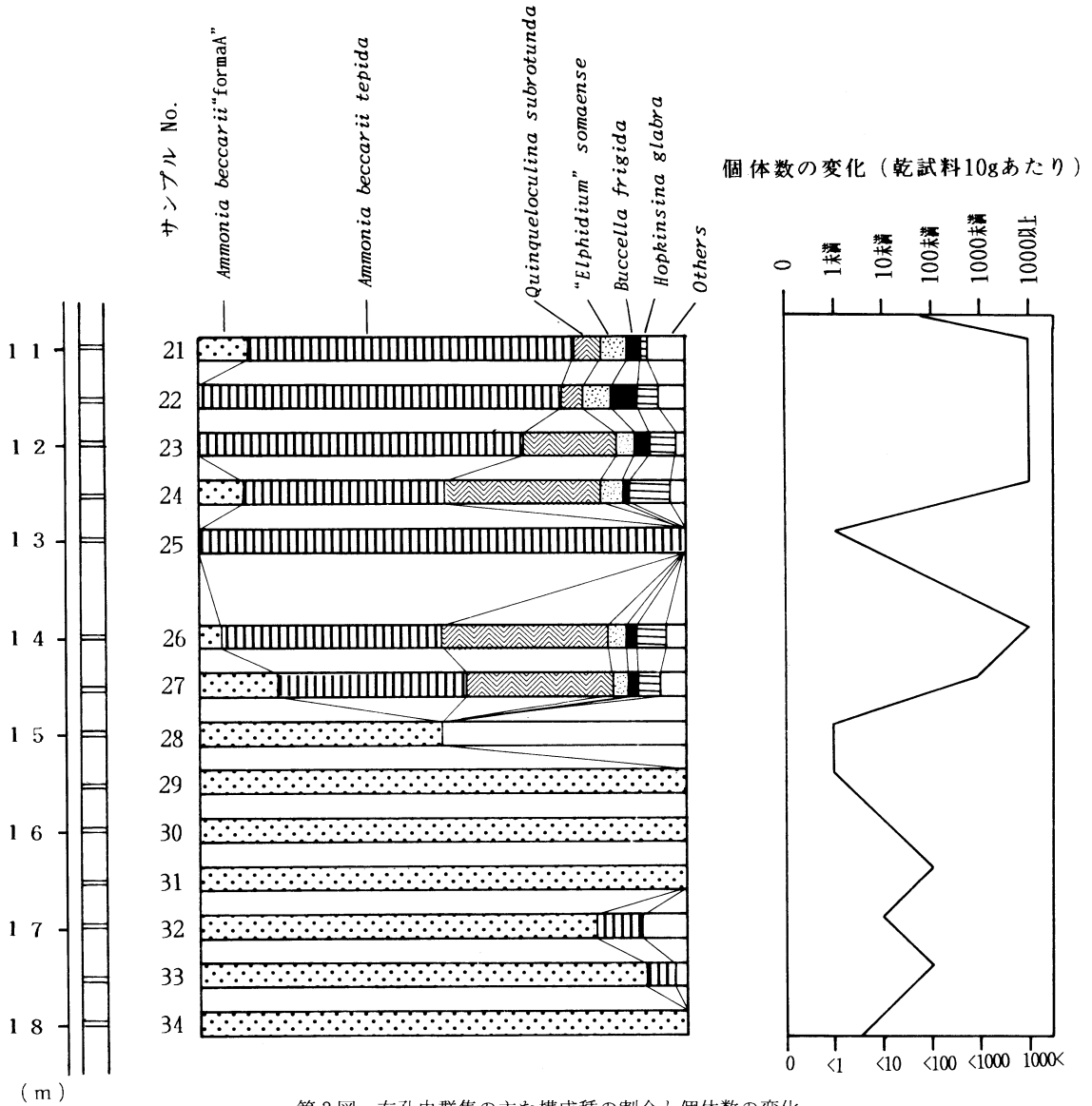
殻が著しく多いために高い値を示すものと考えられる。35では植物片が特に多く、36も、植物片が多く見られる、37より下のサンプルからは、有機物はあまり見られない。以上のことを考慮に入れ、含砂率についてまとめると、BP1 での中海層はコア頂部から深度18.5mまでについては、深度15mと、10.0mの2ヶ所で、砂量が2.5%を越える高い値を示す。中海層の最下部である、コア頂部から深度18.5~21.9mの部分では、下位に向かって含砂率が高くなり最も下の40では80%を越える値が出ている。この部分は、実道湖地質調査業務報告書では境港層とされており、また、岩相から見て境港層と考えられていたが、千場・大西ほか(1989)によるBP1 ボーリングコアの花分析の結果、境港層と共通した特徴を持つ花粉群集が認められなかったことより、この部分を中海層最下部に対比するのが妥当と考えられる。サンプル No. 41~47 は新第三紀層にあたり、この部分の泥岩は、4~20%の含砂率が認められ、中海層の泥層に比べ全体に高い値を示す。

Ⅳ. 有孔虫についての分析結果

BP1 ボーリング試料中の有孔虫分析結果を、第1表に示す。有孔虫が産出したのは、サンプル No. 01, 02, 14, と、21~34までの合計18試料であり、その他の試料からは産出しなかった。産出した有孔虫は全て底生有孔虫であり、浮遊性有孔虫は産出しなかった。有孔虫群集の主な構成種の割合と個体数の変化を、第3図に示す。有孔虫群集は優勢種の違いにより次の2つの群集型に分けられる。

I型群集: *Ammonia beccarii* "formaA"だけが優勢種となっているか、この種のみからなる群集である。*Ammonia beccarii* "formaA"は、内湾では湾奥部の陸水の流入の多い汽水域に分布の中心を持つもので瀬戸(1986 MS)によれば中海の大橋川河口付近と米子湾湾奥部に高い頻度で分布する。また、その個体数は、塩分濃度が高く溶存酸素量が低い領域と、塩分濃度が低く溶存酸素量が高い領域で多くなる。I型群集には随伴種は非常に少なく、わずかに *Ammonia beccarii tepida*, *A. japonica*, *Elphidium* spp., *Quinqueloculina* spp.が見られるのみである。固体数は少なく乾試料10g当りでは最高41固体である。この群集は、コア頂部から14.95m~18.00mの部分、すなわちサンプル No. 28~34の7サンプルで認められる。

II型群集: *Ammonia beccarii tepida*を優勢種とす



第3図 有孔虫群集の主な構成種の割合と個体数の変化

る群集で、この種は、37%以上の頻度を示す。*Ammonia beccarii* "formaA"は、16%以下の低い頻度になり、産出しない試料もある。千地(1969)によると *Ammonia beccarii tepida* は内湾では湾口部から湾奥部に広く分布し、内湾全体としての暖流の影響の強さを指示するものとして西南日本各地の第四系、特に内湾堆積物の堆積環境を推定する手がかりとされたものである。主な随伴種は *Ammonia beccarii* "formaA"をはじめ、*Quinqueloculina subrotunda*、"*Elphidium*" *somaense*、*Buccella frigida*、*Hopkins*

ina glabra 等に代表に20種を越え、I型群集に比べかなり種数が多くなる。個体数もI型群集に比べかなり多くなり、乾試料10g当りの個体数は、1000個を越える試料が多い。この群集は、コア頂部から10.95m～14.55mの部分、すなわちサンプル No. 21～27で認められる。

V. 考 察

a. 従来の研究との比較

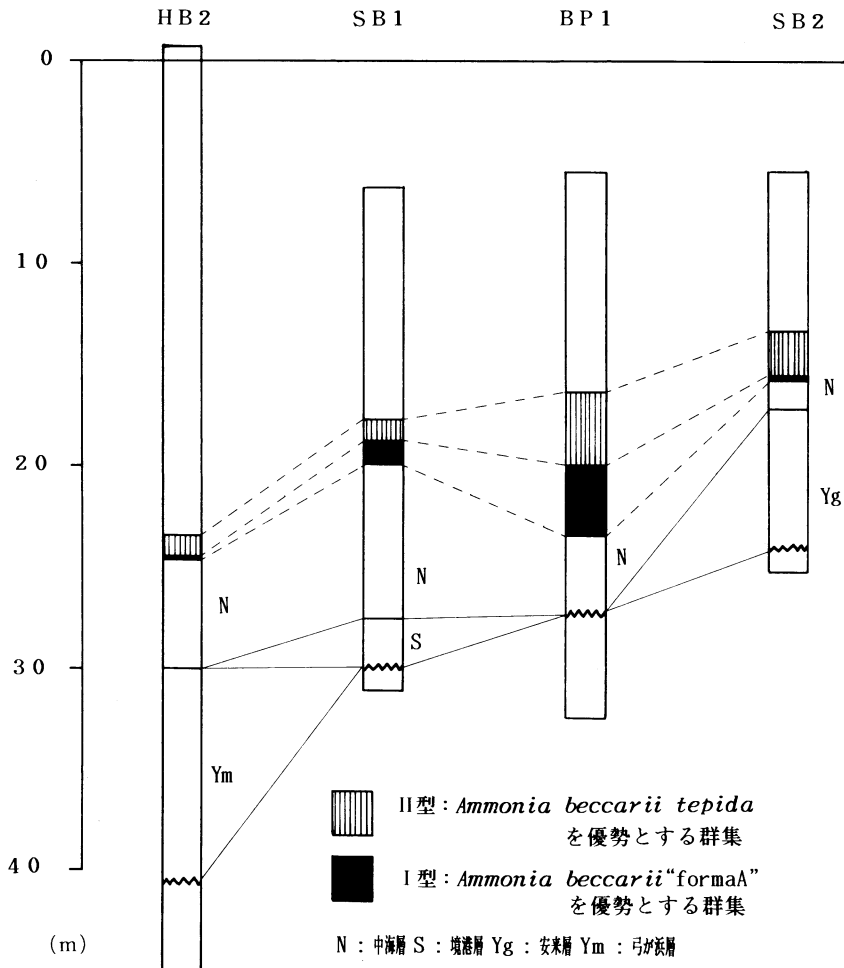
前途したように、紺田・水野(1987)によって、宍

道湖で2本 (SB1, SB2), 斐川平野東部で1本 (HB2) の基盤に達するボーリングコア中の有孔虫が報告されている。それによると, それぞれのコアでの有孔虫群集は優勢種の組み合わせによって次のようにA型, B型, C型, D型の4つの群集に分けられている。

- A型: *Ammonia beccarii* "formaA"が優勢
- B型: *Ammonia beccarii tepida*,
Ammonia beccarii "formaA"が優勢
- C型: *Ammonia beccarii tepida*が優勢
- D型: *Ammonia beccarii tepida*, *Hopkinsina glabra* が優勢

A型は, それぞれのコアの有孔虫産出層準の最下部を特徴づけており, 今回のBP1においてI型群集としたものに対比できる。B型はSB2に, C型はSB1

とSB2に, D型はHB2に認められ, それぞれの随伴種はBP1においてII型群集としたものの随伴種とほぼ同じであること, またそれぞれ *Ammonia beccarii tepida* を優勢種とすることから, BP1のII型群集に対比することができる。また, SB1のC型, SB2のB型とC型, HB2のD型も, それぞれBP1におけるII型群集と似た性格を持つことから, いずれもII型群集に含めてもよいと考えられる。このように, 従来の資料をここで述べたI型とII型に対比して, それぞれのボーリングの位置関係を考慮して配置すると第4図のようになる。いずれのコアでもI型からII型への群集変化が認められ, それぞれの地点で湾奥から湾口へと環境が移行していったことがわかる。BP1のサンプルNo. 25では種数, 個体数共に著しく減っている(第3



第4図 HB2, SB1, SB2 とBP1の有孔虫産出層準の対比
(左側の柱状ほど西方に位置する)

図). BP1 の東に位置する SB2 の資料からも同じことが言える. このことから, 「古宍道湾」の時代について, 少なくとも一度の, かなり陸水の影響を受ける環境の変化があったと考えることができる. また, II 型群集で特徴づけられる環境から, 非常に急激に有孔虫を全く産出しない環境へと変化していることも共通する特徴となっている.

b. 有孔虫産出層準の年代

中海層の層序と放射年代は, 水野ほか (1972) によりまとめられている. これによると, 中海層上部泥層と中部泥層の境は約3000年 B. P., 中部泥層と下部泥層の境は約7000年~7500年 B. P.である. 紺田・水野 (1987) による宍道湖の有孔虫は中海層中部泥層から産出し, 下部泥層, 上部泥層からは有孔虫は検出されなかったと報告していることから, BP1 ボーリングコアについても有孔虫産出層準は, 中海層中部泥層に含まれると考えられる. また, 干場 (1988MS) による花粉層序学的研究結果にもつげば有孔虫産出層準は花粉分帯のB帯とC帯に相当し, その年代は約9000年前~約5500年前であるという. したがって, BP1 の有孔虫産出層準は, 7500~5500年前と推定される. 紺田

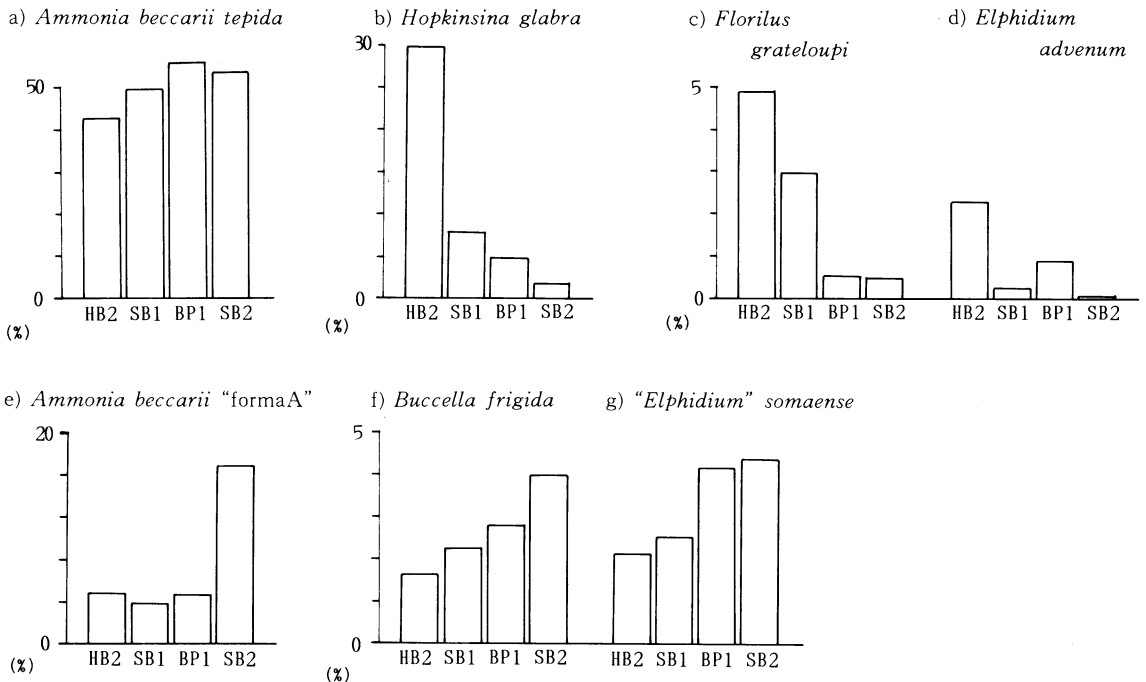
・水野 (1987) ではこの地域での中海層中部泥層の堆積時の古環境は西方で外洋に通じた暖流の流入する内湾であったと考え, この湾を, 「古宍道湾」とよんでいる. 「古宍道湾」の海域がもっとも拡がり, 湾奥まで海水の影響が強く現れたことを示すのは, II 型群集が産出する層準であろう. その時代は, 全国的に知られる縄文海進の時代と一致する.

c. 「古宍道湾」の古環境

II 型群集で特徴づけられる層準は, いずれのコアでも唯一の顕著な海進層準として認められる. そこで, この群集のいくつかの種の産出頻度について水平的な比較を行い, 「古宍道湾」の湾内の地域的古環境の差異について検討してみた. それぞれのコアでのII型群集と対比した群集の産出層準を1つのサンプルと考え, 群集全体の総個体数とある1種についての総個体数からその種の産出頻度を算出し, その値をコアの位置に従って並べて示したものを第5図に示す.

Ammonia beccarii tepida はこの群集を特徴づけている種であるが4本のコアで大きな違いは見られないが, HB2 で最も小さな値を示す (第5図-a).

Hopkinsina glabra は, HB2 では優勢種として特に



第5図 II 型群集における主要な種の産出頻度

高い値を示し、東に向かって割合は低くなっていく(第5図-b)。

外洋浅海種の *Florilus grateloupi*, *Elphidium advenum* は共に西で高い値を示し、東に向かって割合は低くなっている傾向がある(第5図-c, d)。

Ammonia beccarii “formaA”は、I型群集の特徴種であるが、SB2で高い値を保っている他は、大きな違いは見られない(第5図-e)。

内湾性の強い *Buccella frigida*, “*Elphidium*” *somaense* は、共に東で高い値を示し、西に向かって割合は低くなっていく傾向がある(第5図-f, g)。

以上のように、東側で塩分濃度の低い内湾的性格を示し、西に向かって海の影響が強くなっていく傾向が明瞭に認められる。

VI. まとめ

1. 今回分析した宍道湖湖心部のボーリング試料の、10.95~18.00mの試料から有孔虫が産出し、その上部および下部では有孔虫はほとんど産出しない。

2. 有孔虫群集は、優勢種によって2つの群集型に分けることができ、それぞれの優勢種を以下に示す。

I型群集: *Ammonia beccarii* “formaA”

II型群集: *Ammonia beccarii tepida*

I型群集は有孔虫産出層準の下部に、II型群集は上部に産出し、II型群集は海の影響が強い特徴を持つ種を伴う。

3. 有孔虫産出層準の古環境は縄文海進に関係し、下

部~上部へ塩分濃度が高くなっていったと考えられる。

4. これまでの、斐川平野東部および宍道湖における有孔虫の試料と比較すると、西側で海の影響が強く、東側で陸水の影響が強いことが明らかになった。

文 献

干場英樹(1988):宍道湖湖心部のボーリングコアの花粉分析. 島根大学理学部地質学科卒業論文(手記).

紺田 功・水野篤行(1987):宍道湖・斐川平野東部のボーリングコア中の有孔虫群集. 山陰地域研究, 自然環境, 175-185.

水野篤行・大嶋和雄・中尾征二・野口寧世・正岡栄治(1972):中海・宍道湖の形成過程とその問題点. 地質学論集第7号, 113-124.

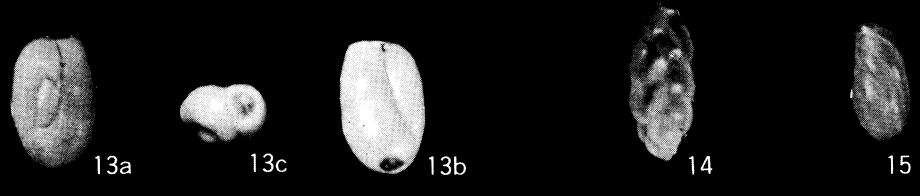
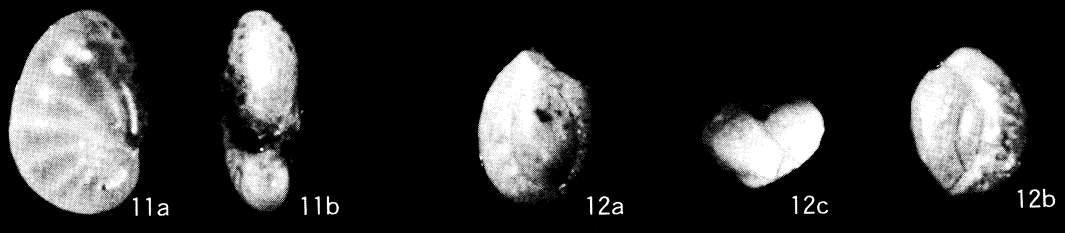
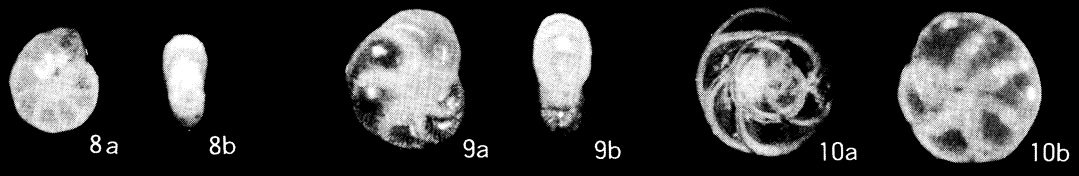
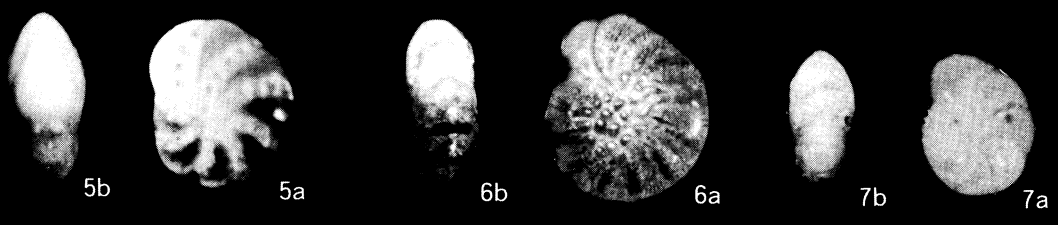
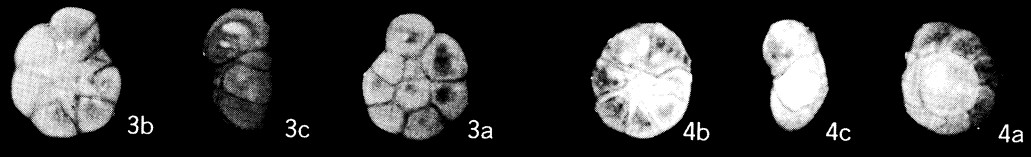
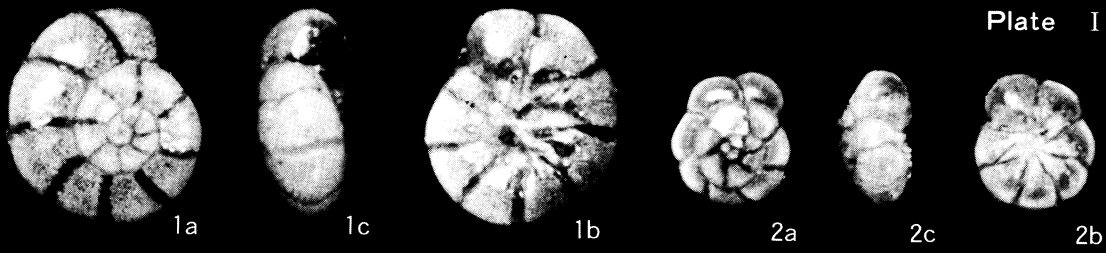
中海・宍道湖自然史研究会(1982):中海・宍道湖の自然史研究——その1 予察的柱状採泥の結果について——. 島根大学地質学研究報告, 1, 29-46.

中海・宍道湖自然史研究会・松本英二・井内美郎・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年度柱状採泥と湖表面層堆積物中の有孔虫・珪藻群集(予報)——. 島根大学地質学研究報告, 6, 61-84.

瀬戸浩二(1986):有孔虫組成から見た中海の底質環境. 島根大学理学部地質学科卒業論文(手記).

Explanation of Plate I

- Figs. 1a—c. *Ammonia beccarii* (Linné) “formaA”
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 2a—c. *Ammonia beccarii tepida* (Cushman)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 3a—c. *Ammonia japonica* (Hada)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 4a—c. *Valvulineria hamanakoensis* (Ishiwada)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 5a,b. *Elphidium advenum*(Cushman)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 6a, b. *Elphidium clavatum* Cushman
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 7a, b. *Elphidium hispidulum* Cushman
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 8a, b. “*Elphidium*” *somaense* Takayanagi
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 9a, b. *Elphidium subarcticum* Asano
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 10a, b. *Buccella frigida* (Cushman)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 11a, b. *Florilus grateloupi* (d’Orbigny)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 12a—c. *Quinqueloculina subrotunda* (Montagu)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Figs. 13a—c. *Triloculina planciana* d’Orbigny
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.
- Fig. 14. *Hopkinsina glabra* (Millett)
BP1, sample no.24, 12.50~12.55m from top of core.
- Fig. 15. *Buliminella elegantissima* (d’Orbigny)
BP1, sample no.27, 14.50~14.55m from top of core.



0.2mm