

湖水環境の人為的改造と底生有孔虫の群集変化： その1 島根県中海本庄工区の場合

野村律夫¹⁾・猪口 靖²⁾

Benthic foraminiferal changes in relation to human activities in brackish environment: Part 1, the case of the Honjyo area in Lake Nakaumi, Shimane Prefecture.

Ritsuo Nomura¹⁾ and Yasushi Inokuchi²⁾

Abstract: Benthic foraminifera in brackish Lake Nakaumi were studied to detect the faunal changes due to human activities for several decades. Honjo area is located in the northwestern part of Lake Nakaumi, whose environment has been changed by the reclamation project started 25 years before.

We found that the critical faunal change have taken place owing to isolation from the main Lake Nakaumi area. Benthic foraminiferal occurrences are rare in this area. The original taxa characterized by *Ammonia beccarii*, *Uvigerinella grabra*, and *Trochammina hadai* along with elphidiids, miliolids become extinct or decreased their numbers after the isolation event (about 5.6-6.8 years). The main cause of such critical faunal change is due to the decrease in water salinity and the weakening of a halocline. The water circulation between the surface and the deep might have changed by the decreased salinity stratification, and resulted in the environmental change of the sediment/water interface.

Key words: bottom environment, foraminifera, Lake Nakaumi, reclamation project, salinity change

はじめに

中海は、総水面積97km²に及び、低から高の広塩分領域をもった汽水湖である。低塩分水は宍道湖(総面積81km²)より大橋川を介して流入し、さらに日本海の高塩分水が幅250-500mの境水道より流入する。中海の中央部は水深6-7mの平坦な泥質湖底よりなり、浅海部分は水産資源に恵まれている。戦後の食料増産の国策のもと、1968年から農水省による農地および農業用水の確保のためにはじまった水門や堤防の建設は、中海の自然環境を大きく変化させるに至っている。同じ国策のもとに他の汽水湖

が農地へと転化してしまったにもかかわらず、幸いにも、その後の政策の変化や地域住民の環境保護の声によって、中海は干拓工事直前の水門や堤防が築かれたまま、この事業は1994年現在も凍結されたままである。ここで紹介する本庄工区とは、中海の北西に位置し、中海の1/3を占める最も大きな干拓予定地であった汽水域である。水深5-6mのこの地域は、現在周囲が人工堤防によって閉鎖されている(図1)。すなわち、境水道より流入していた日本海の海水が人為的に突然遮断され、しかも閉鎖された地域である。

我々は、このような人為的な自然改造が生物群に与えた影響を具体的に復元するために、この地域の底生有孔虫の時系列的な群集変化について調査を行った。結果として、底生有孔虫群集に示される生物相は、かなり大きな環境変化を受けていることが初めて明かとなった。

¹⁾ 島根大学教育学部地学研究室
Department of Micropaleontology, Faculty of Education,
Shimane University, Matsue, 690

²⁾ 松江第四中学校
The forth Matsue Junior High School, Matsue, 690

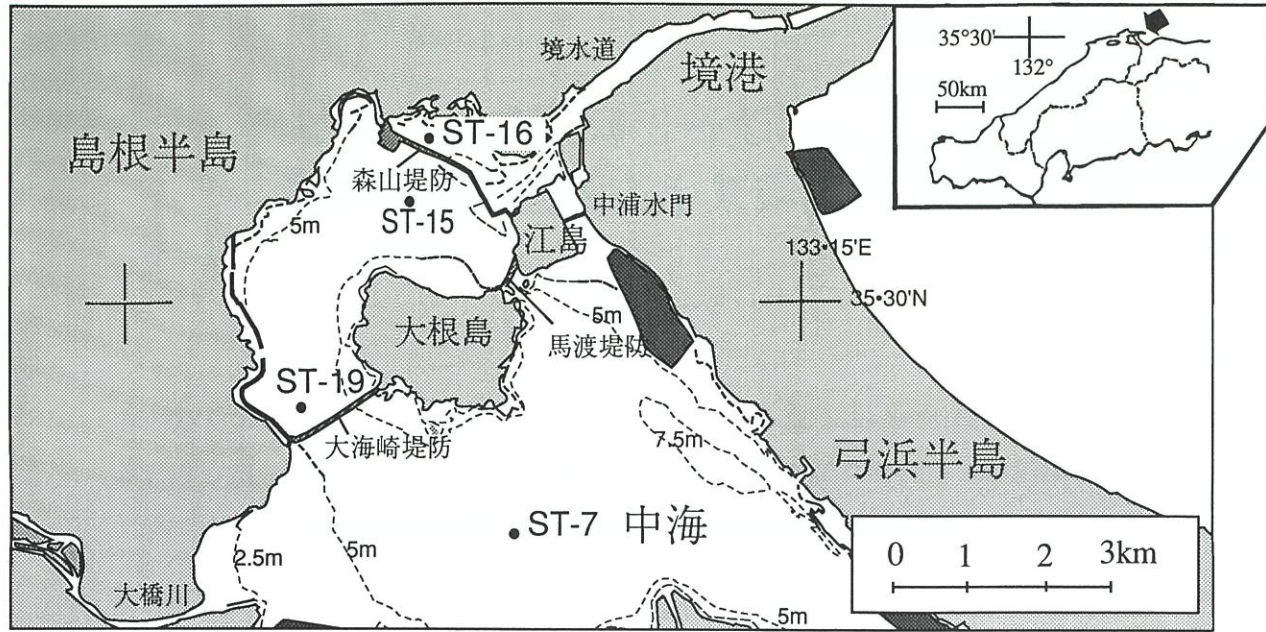


図1. 試料の採取地点。弓浜半島の黒い地域は埋立地を示す。
Fig. 1. Locations of studied sites. Darker portions showing reclaimed area.

中海の水質環境

近年、水質環境の調査は活発に行われている。1970-80年代には伊達(1978)および伊達ほか(1989), 1980-90年代には橋谷ほか(1992)による継続した報告がある。このような継続的な研究報告によって、湖水の化学的な自然環境は、気圧、降雨、風などの気象条件によって左右される複雑な変化を常に伴いながら、経月的な規則変化を示していることが明らかにされている(橋谷ほか, 1992)。最近の島大実道湖・中海水質月報ごぼうす(1991-1992)によると、水温は塩分躍層によって分けられる上層水温と下層水温とも極めてよく似た季節変動を示し、夏期の25°~30℃、冬期の6℃の年較差20-25℃となっている。

塩分濃度については、境水道内の下層水は年間を通してほぼ30-33‰の一定した濃度を示しているが、中海中央の水深6mでは冬期に減少のピークが見られる。より塩分濃度の低い実道湖から流出する湖水の影響を受ける大橋川河口では、塩分濃度の変化は極めて変化に富んでいる。とくに顕著な塩分濃度の低下は、大橋川の流量が増す3-4月頃であり、中海の上層水の塩分濃度の低下もこれによっている。塩分躍層は中海中央で3-4mに存在している(Ohtake et al., 1982; 徳岡ほか, 1994)。

中海中央の溶存酸素は上層水で過飽和しているが、下層水は規則的に変化している。1年のうち5-6月頃と10-11月頃に飽和度は0に近づいている。

下層での溶存酸素の欠乏は、湖底からのリンの溶出を促し、植物プランクトンの生産に大きな影響を及ぼしている。Ohtake et al. (1982)は、中海中央部で酸素欠乏期のリンの溶出速度を10-20mgP/m²・dayと見積っている。伊達ほか(1989)は、中海中央で1987年の全リンの濃度が1976年の約1.5倍に増加していることを報告している。

柱状試料とそれらの堆積年の推定方法

今回検討した柱状試料の採取は、干拓事業団によって公表されている資料を基にして、1992年の春と秋に実施した。この資料には、本庄工区の干拓に伴う浚渫、基盤目状の盛り土、および排水溝の位置が示されている。島大山陰地域研究総合センター(1992)は、このような湖底の状況を音波探査によって詳細に示している。これによると、大根島の西側は比較的密な盛り土が行なわれているが、北側では数100m×1km程度の長方形の区画として、自然の湖底が残っている。したがって、柱状採泥はこのようない人為的な擾乱部分をさけて行なった(ST-15, 19)。検討試料は、湖底下20cmまでの柱状試料を上部より1cmごとに切断し、250メッシュの篩で洗浄した残さ堆積物である。また、生体個体を識別するために表層10cmまでの切断試料にはローズベンガルによる染色を施している。

工区を閉鎖するための人口堤防の建設や工区内での干拓ともなう一連の工事には、相当量の堆積物の再堆積があったことは明らかに想像される。すな

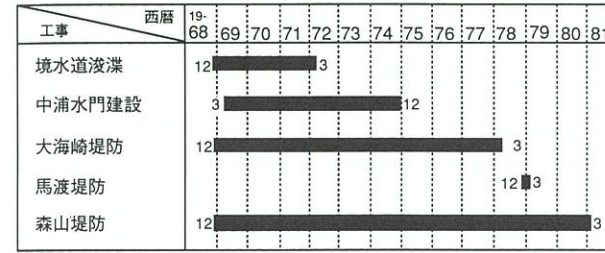


図2. 本庄工区の干拓計画によって実施された堤防と水門の工事期間。
Fig. 2. Intervals of construction works in Honjyo area by the reclamation project.

わち、これらの工事はかなり小さな面積しか占めていないが、自然状態の湖底にその影響をかなり及ぼしている。このような現象の起こったことに留意して柱状試料の堆積年を推定することにした。以下に示すように、柱状試料の特定部分にシルトないし細粒堆積物のピークが認められるのは、その付近での工事の影響が最も大きかった部分に相当する。本庄工区の工事期間は図2に示されるように、1970-1981年にかけて行われている。各地点での含砂率の層的变化は図3に示す。

ST-15: 大根島の北側に位置し、水深5mの地点である。湖底下6cmに細粒砂が6%含まれている。細粒砂の増加傾向は湖底下10cmから始まっている。森山堤防は1977年には堤防の基部ができていたのみであったから、この地点の細粒砂の増加は1977年から始まっているものと考えられる。細粒砂のなかには、明らかな異地性の有孔虫が含まれている。本庄工区を閉鎖した森山堤防の完成年が1981年3月であり、後に述べる群集の変化もこれと同時に起こっていることから、この細粒砂の増加傾向にある層

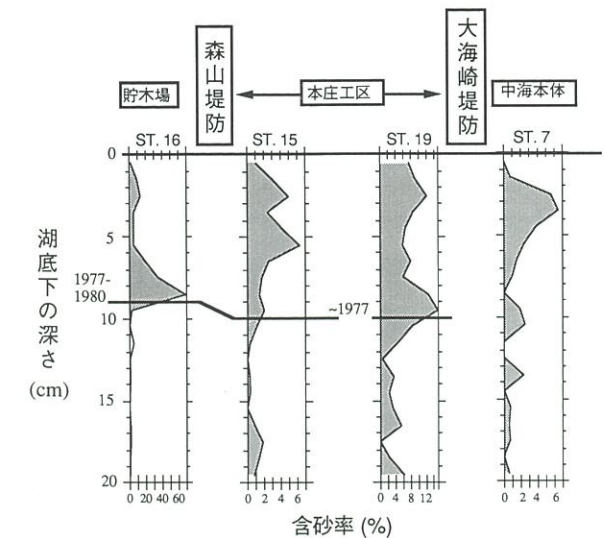


図3. 湖底下20cmまでの堆積物中の細粒砂の含有率と堆積年
Fig. 3. Stratigraphic distribution of fine-grained sand (%) and the determined age.

は1977-80年の間である。

ST-19: 大根島の西側に位置し、水深5mの地点である。ここでは、湖底下10cmに細粒砂のピークが現われている。大海崎堤防の近くに位置することから、堤防の工事開始(1969年)から完成(1977年)の間で堆積したものであろう。しかし、森山堤防の完成と後述するST-15とST-19の群集変化とがほぼ一致して起こっていることから工区の閉鎖時期とみなされ、1977年頃であると考えられる。

工区内の3地点の他に、工区外の群集と比較するために、柱状採泥を行なった。

ST-16: 森山堤防の北部と島根半島との間にある地点で、現在貯木場となっている。湖底下9cmに60%をこす顕著な細粒砂が含まれている。1977年には、ST-16地点の森山堤防はまだ出来ていなかったため、堤防が完成する1980年の間の3年間の工事に伴った砂の再堆積と考えられる。これを裏付けるように、表層から9cmの間には樹木の表皮片の含有が顕著である。堤防の完成によって人口的な入江が形成されたために、貯木にふさわしい場所となったためである。

有孔虫群集

中海の有孔虫については、羽田(1939)によって初めてその特徴種が報告されている。しかし、それ以降の研究は限られており、文献による定量的な群集構造の変遷は明らかではない。このようななかでNomura and Seto (1992)は、本庄工区を除く境水道から中海の表層堆積物中の有孔虫群集について定量的な解析を行い、3群集と4亜群集を認めた。これによると、群集および亜群集は湖水下層水の塩分濃度と密接な関係があり、高塩分海水よりなる境水道部から中海にかけて、*Elphidium excavatum* forma *lidoensis*, *Elphidium somaense*, *Nonionella pulchella*などの比較的矮小な elphidids と nonionids よりなるA群集, *Ammonia tepida*, *Pararotalia nipponica*, *Rosalina vilardeboana*, さらに種々の quinqueloculinids を伴うB群集, そして *Trochammina hadai* と *Ammonia beccarii* によって占有されるC群集が分布している。中浦水門によって隔てられた中海は、C群集によってしめられており、種の多様性もAやB群集と比べて明らかに低く、この点でも塩分濃度の差が群集組成を決定的に支配していることが明らかとなっている。*T. hadai* と *A. beccarii* によって代表される現在の中海の群集構成は、試料の処理方法に違いがあるため、正確には決めれないが、羽田(1939)や紺田(1988)による1930年代と1968年当時の限られた資料の構成と

は大きな変化はないようである。したがって、中海では *T. hadai* と *A. beccarii* の組成頻度がどのように変化しているかが問題となる。これに対しては、4 垂群集によって示されるように、*T. hadai* は比較的高塩分域に多く分布し、*A. beccarii* は低塩分域に多く分布している。最も低塩分域では、宍道湖で見られる *Cribrostomoides canariensis* が産出するようになる。

本庄工区内に近い地点または地域の 1930 年代および 1960 年代の有孔虫群集は、羽田 (1939) と紺田 (1988) からみて、*Ammonia beccarii*, *Trochammina hadai*, *Triloculinella oblonga*, *Uvigerinella grabra*, *Elphidium advenum*, *Elphidium* spp. によって占められる群集であったものとみられる。

このような情報を基にして、柱状試料を検討すると、個体数が少なく、A または B 群集の成殻の要素が C 群集の中に認められ、しかもそれらの産出が一致して限られている層準が認められる。これらの中には殻の壊れたものや、殻表面の溶解したものも含まれており、異地性を示す。しかしながら、保存良好なものも一方で認められ、原地性と異地性の判別の不可能な種も存在する。以下に各地点での産出状況を述べる。

ST-15

産出種の頻度を層位的に検討すると、基本的にこの地点の主要種は、*Triloculinella oblonga*, *Uvigerinella grabra*, *Ammonia beccarii* forma A, *Trochammina*

ST. 15 (本庄工区)

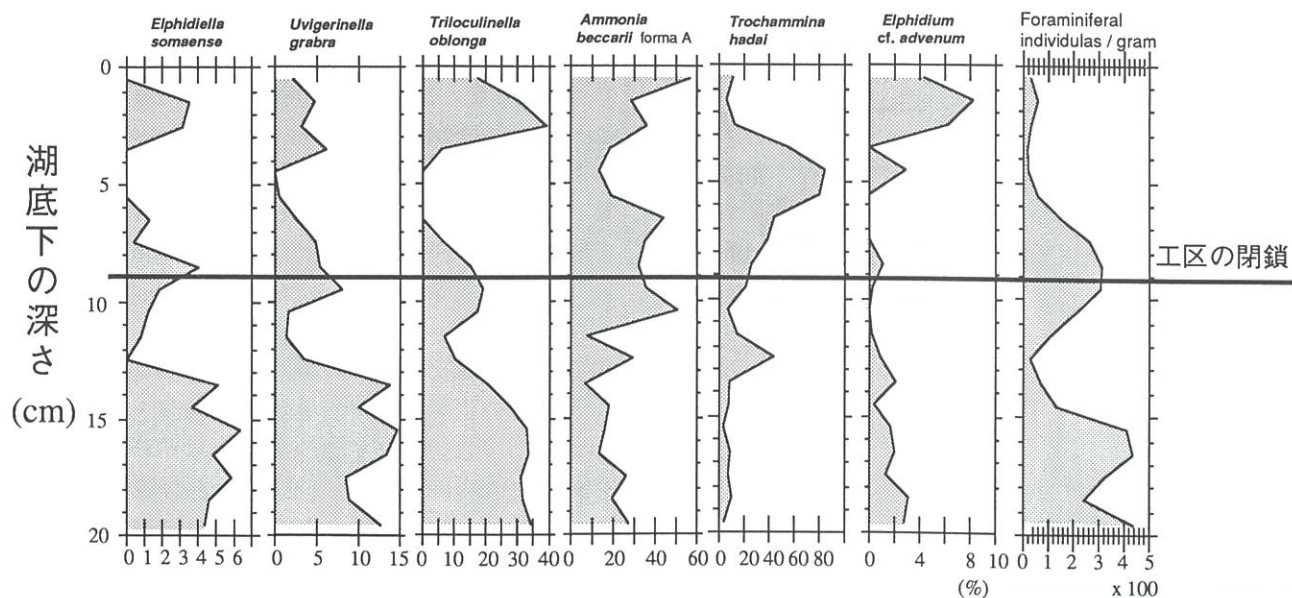


図4. ST-15 地点における湖底下 20cm までの主要な有孔虫の産出割合.
Fig. 4. Stratigraphic distribution of important foraminifera at ST-15 (%).

hadai 等からなる (図 4)。しかし、種数、個体数の極めて顕著な減少が湖底下 12-13cm と 6cm に見られる。堆積物 1 グラム当たり 200-400 個体あった群集は 20-30 個体へと変化する。表層から 5cm の間で、*A. beccarii* forma A と *T. hadai* の頻度は見かけじょう多く産出しているが、いずれも殻が白濁し、表面の腐食しているものが多く、生体は見られなかった。とくに、表層から 2cm 以内は顕著である。*Elphidium somaense*, *Uvigerinella grabra* や *Triloculinella oblonga* のような比較的高塩分を好む種が 13cm 以深には一定して多く産出しているにもかかわらず、8cm 以浅では少なく、連続性を欠く (図 5)。このような不連続な産出状況は 8-10cm 以下の湖底下 11-13cm にかけても現われている。9-10cm には *P. nipponica* のような異地性個体が多く含まれる。14-20cm 内でも B 群集の再堆積と考えられる *Spiroloculina acescata*, *S. communis*, *Quinqueloculina vulgaris* の成殻が産し、境水道の浚渫による影響が推定されるが、一方で原地性を否定することもできない。湖底下 8cm までの産出状況は、明らかに *T. oblonga* 等の既存種にとっては危機的な環境変化が起こったことが示される。

ST-16

この地点も St-15 に近く、主要種は *T. oblonga*, *A. beccarii* forma A, *U. grabra* であったものとみられる。しかし、湖底下 9-10cm で顕著な群集変化が起こっている (図 6)。中海でも現在比較的高塩分域に多い *Trochammina hadai* の産出がこの層準をはさんで

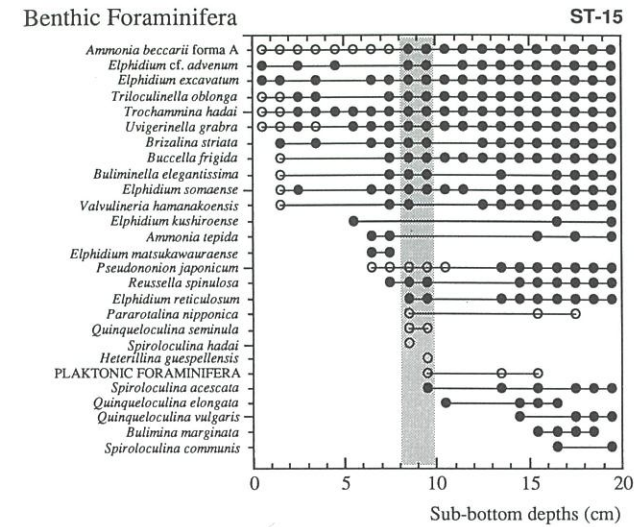


図 5. ST-15 地点における湖底下 20cm までの有孔虫の存否。黒は存在を示し、白丸は再堆積を示す。湖底下 9-10cm の模様は顕著な群集変化の起こったことを示す。

Fig. 5. Stratigraphic distribution of foraminifera showing the presence or absence in each section at ST-15. White circles showing the presence of reworked specimens. Fine dotted pattern showing the critical faunal change at 9-10cm below the bottom.

80% に達するほど増加していく。反対に既存の *T. oblonga* や *U. grabra* は減少するか産出しなくなる。さらに境水道の砂底質中の産出するものと同じ特徴を有す *P. nipponica* の産出は特徴的である。すなわち、湖底下 8cm では 20% に達している。堤防中の中粒砂のなかにもこの種が含まれていることからしても、明らかに堤防建設による砂質堆積物に由来するも

のである。*Trochammina hadai* の増加は、堤防建設後、この地点は閉鎖されていないにもかかわらず中海中央に似た環境へと変化している。*T. hadai* の生体個体の占める割合は湖底下 2-4cm で多い。

ST-19

この地点は、もともと *Ammonia beccarii* forma A, *Trochammina hadai* を主要種として、*U. grabra*, *T. oblonga*, *Elphidium excavatum*, *Buccella frigida* が随伴していたものとみられる (図 7)。湖底下 12cm より産出頻度に変化がみられ、湖底下 9-12cm の間で、*T. oblonga*, *E. somaense*, *E. excavatum* forma *lidoensis* は産出しなくなる (図 8)。しかし、それらの層準は一致していない。産出頻度も変動している。湖底下 9-10cm には、固着性の *Cibicides* や海浜の砂質底に多い *Elphidium crispum*, *E. jensenii* が含まれ、再堆積の起こったことが明らかである。*A. beccarii* と *T. hadai* の産出割合は、見かけじょう多くなるが、有孔虫数が ST-15 の場合と同じく湖底下 12cm と 5cm で大きく減少し、湖底下 5cm の間は極めて少ない。*T. hadai* のなかには殻の壊れた個体も含まれ、再堆積による影響も見られる。また、生体個体も確認できない。

なお、中海中央の ST-7 でも同様に解析を行ったが、*Trochammina hadai* によって占有される群集組成にも顕著な変化の起こっていることが湖底下

ST. 16 (貯木場)

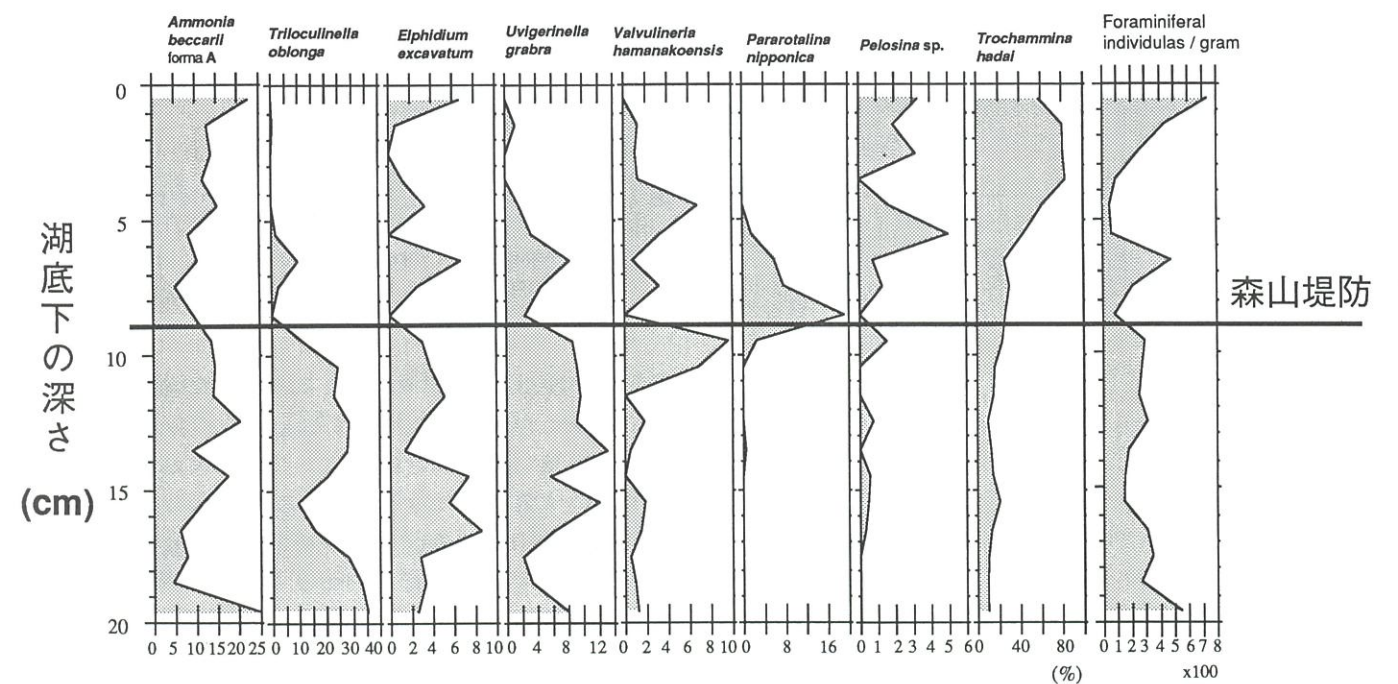


図 6. ST-16 地点における湖底下 20cm までの主要な有孔虫の産出割合.
Fig. 6. Stratigraphic distribution of important foraminifera at ST-16 (%).

ST. 19 (本庄工区西部)

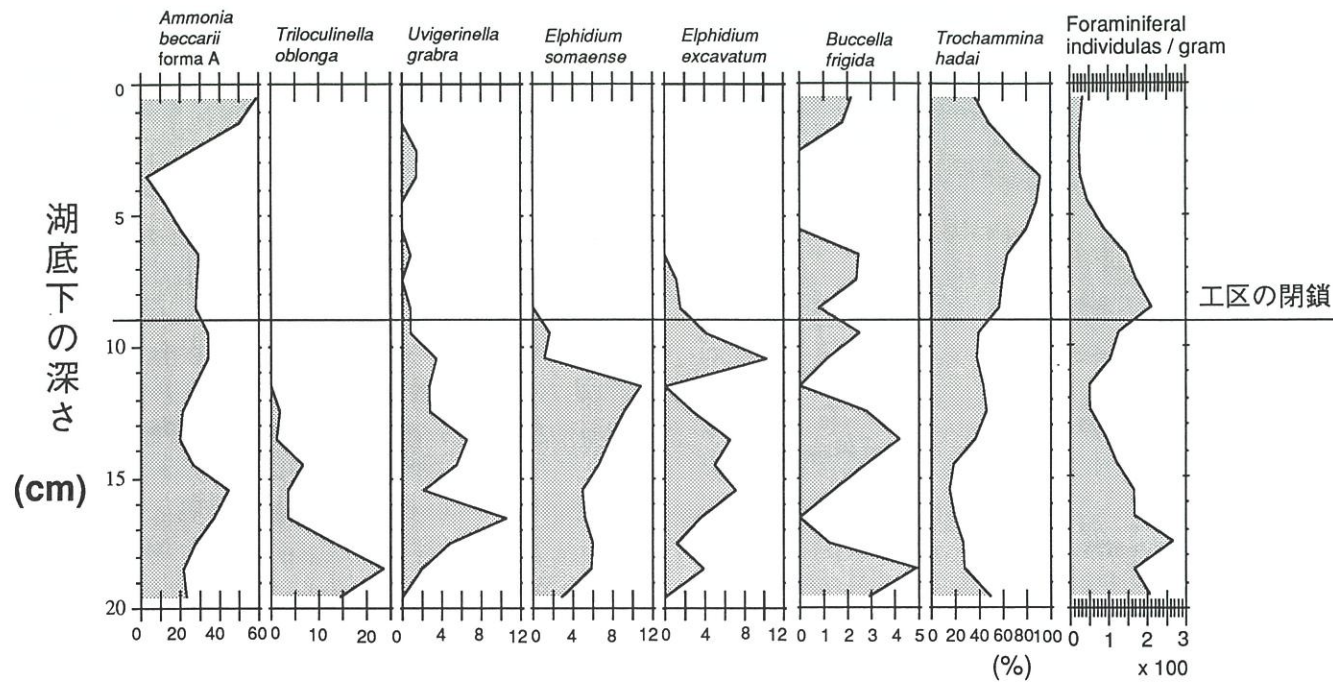


図7. ST-19 地点における湖底下20cm までの主要な有孔虫の産出割合. Fig. 7. Stratigraphic distribution of important foraminifera at ST-19 (%).

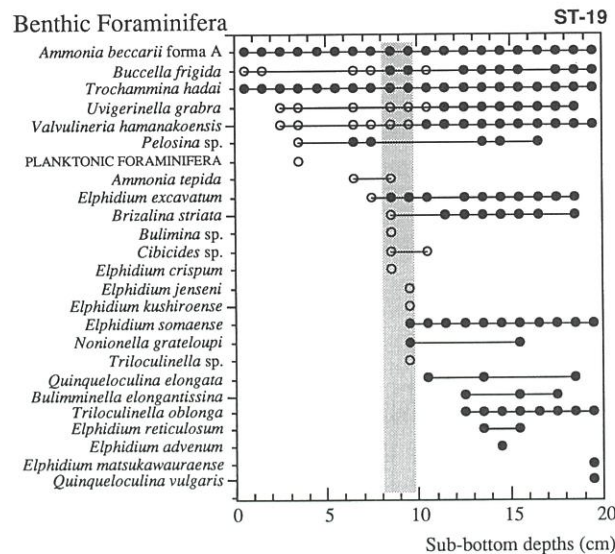


図8. ST-19 地点における湖底下20cm までの有孔虫の存否. 黒丸は存在を示し, 白丸は再堆積を示す. 湖底下9-10cm の模様は顕著な群集変化の起こったことを示す. Fig. 8. Stratigraphic distribution of foraminifera showing the presence or absence in each section at ST-19. White circles showing the presence of reworked specimens. Fine dotted pattern showing the critical faunal change at 9-10cm below the bottom.

9-12cm に認めることができた. また, 湖底下12-13cm で個体数は, ST-15やST-19が減少しているのとは逆に増えている現象が確認される(図9). この関係は, 後述するように中浦水門の建設時期と関係しているようにみえが, 中海・宍道湖自然史研究

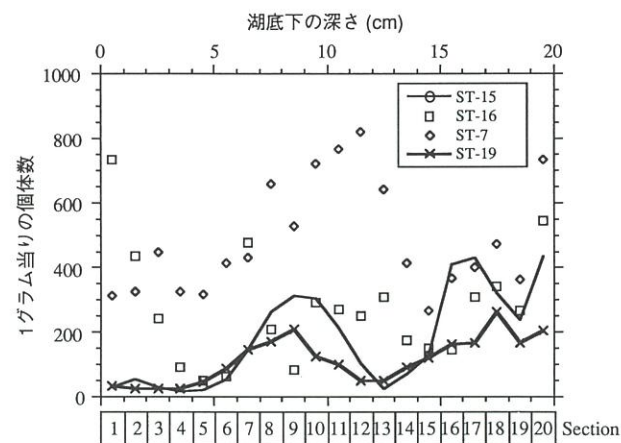


図9. 各地点における有孔虫の1グラム当りの個体数の層位的比較. Fig. 10. Comparison of foraminiferal individuals per sediment gram among four sites. Determined year excepting ST-7.

会ほか(1987)が中海中央で求めた堆積速度(0.056g/cm²/year)をもとにすると, その年代はかなり古く見積られることになる. このことの詳細は続報で議論することにする.

図9と図10は, 各地点での基本的な有孔虫群集に関する情報を比較したものである. 1グラム当りの有孔虫個体数(図9)および確認できた種数(図10)明らかに, 工区内のST-15と19は類似した変化パターンを記録している. それは, 12-13cmでの群集変化と5-9cmにかけての変化であり, それらのタイミン

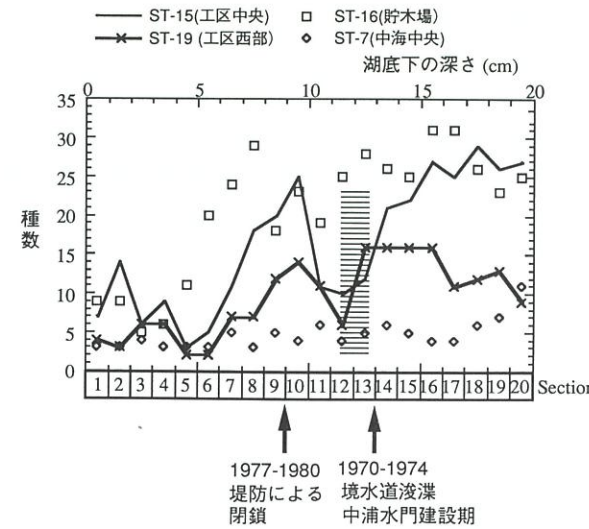


図10. 各地点における有孔虫の種数の層位的比較と推定される堆積年. Fig. 10. Comparison of foraminiferal species among four sites. Determined year excepting ST-7.

グは一致している. いずれもそれまでこの地点に生存していた群集の急激な減少と消滅を伴うものである. それらは,

Ammonia beccarii forma A, *Ammonia tepida*, *Brizalina striata*, *Buccella frigida*, *Bulimina marginata*, *Buliminella elegantissima*, *Elphidium excavatum*, *Elphidium kushiroense*, *Elphidium matsukawauraense*, *Elphidium reticulosum*, *Elphidium cf. advenum*, *Elphidium somaense*, *Quinqueloculina elongata*, *Reussella spinulosa*, *Triloculinella oblonga*, *Trochammina hadai*, *Uvigerinella grabra*, *Valvulineria hamanakoensis*

である. 一方, 湖底下8-9cmで種数や個体数が増えるのは異地性の海成堆積物(たぶん境水道の浚渫時の堆積物)が堤防建設等の工事に利用され, その中の有孔虫化石が混入したことによるものである. したがって, 新たな種の出現として認められるものはない.

中海淡水化工事に関連した群集変化

今まで述べてきたような, 群集変化は明らかに中海の人為的な改造工事と関係している. 中海では, 本庄工区を含めて, その周辺の干拓地へ農業用水を供給する目的で淡水化計画が進められた. 弓浜半島と江島の間200mには中浦水門が設けられ, 境水道の大規模な浚渫が1969-74にかけて行われている(図2). これは, 本庄工区を完全閉鎖する堤防建設より6-10年前にあたる.

このような淡水化計画による中浦水門の建設や堤防による潮流の変化はシミュレーションによっても

示されている(中海淡水化影響調査委員会, 1975). それによると, 水門や堤防建設以前の下層水は, 江島や大根島の北側を反時計回りに動いていた. この地域が一定して泥質の堆積物で占められていることからしても, この流れは, mm/s単位の極めてゆっくりとした密度流であったと考えられている. これは, 弓浜半島と江島の間(通称中浦水道; 現在の中浦水門)が水深1.5mの地形的な高まりのために, 境水道から中海中央へ下層水の直接的な流入が阻害されたため, 必然的な反時計回りの結果であったと考えられる. 一方, 大橋川より流入した上層水は, 下層水とは逆に大根島の北を水道方向へ流れたものとみられる. しかしながら, 自然の流路の完全閉鎖や水門建設のための弓浜半島と江島間の浚渫は, 流路を水門のみに限ってしまう結果となった. 中浦水門建設以前は江島・大根島を反時計回りで流入した下層水は, 停滞水として大根島の南から南東付近に留まっていたと考えられているが, 水深7-10mに浚渫された水門建設以後, この地域は直接的な流入を受けることになる. Nomura and Seto (1992)は, A1-A4亜群集が中浦水門から中海の南へ放射状に広がっていることを確認し, その現象を上述のように中浦水門からの高塩分の下層水の拡散的な流入パターンを反映しているものとした. したがって, 境水道の浚渫と中浦水門の建設は, 本来の反時計回りの下層水の流入を水門側に流路の変更を余儀なくさせ, 結果として, 大根島北側の本庄工区域の環境変化をもたらせたと考えられる. したがって, 湖底下12-13cmで認められた最初の顕著な種数減少や有孔虫数の減少は, このような水門建設と結び付いた現象であったと考える. この時期の*T. oblonga*, *E. somaense*, *U. grabra*の減少は, 比較的高塩分濃度を有する下層水の影響が少なくなったことを推定させる.

湖底下5-10cmで認められる変化は, 明らかに今日へと継続している環境変化である. この変化の要因は堤防による閉鎖であろう. ST-16で絞られる堤防の完成時期は, 上述のように1977-81年3月にかけてである. 一応1977-80年として, これが湖底下9cmで認められるわけだから, 単純に平均化した堆積スピードは1.4年/1cmから1.7年/1cmとなる. ただし, ここでは乾燥重量による堆積速度は求めている. また, 細粒堆積物を含んでいるわけであるから, 本来の堆積スピードはもう少し遅いことも考えられる. この点で若干の問題を残すものの, 閉鎖して少なくとも1.4-1.7年以内で群集への影響が現われたことになる. その影響は年毎に現われ, 湖底下5-6cmで最も顕著になる. したがって, その間4cm

あるから、約5.6年から6.8年かかっているようである。また、この堆積速度をもとにすると、湖底下9cmから13cmまでには4cmあるから、1977年と1980年からそれぞれの堆積速度分を引くと、1970.2年から1974.4年となる。これらの年は、境水道の浚渫や中浦水門の建設の後半に相当し、前述のような有孔虫群集の解析で導かれた考察を裏付けている。

変化の要因

水門や堤防が建設され、下層水の流入経路が変化したにもかかわらず、中海中央の群集組成はあまり大きく変化していない(図9)。これは塩分躍層の継続的存在によって基本的な湖水の上下循環が大きくかわっていないためと考えられるが、工区内では下層水の流入がなくなったために、必然的に下層水の塩分低下をもたらせたことが推定される。水深4-5mでの塩分濃度の何度かの測定では21-21.5%であり、季節的にも安定したものであった。一般に中海では水深3-4mに塩分躍層のあることが知られている(たとえば、伊達ほか, 1989; 橋谷ほか, 1992; 徳岡ほか, 1994)。1992年の中海中央の水深4mでは22.4%, 5mでは26.1%, 6mでは28.4%であった(島大宍道湖・中海水質月報ごびうす, 1991-1992)。また、少ない記録のなかで、中海淡水化影響調査委員会(1975)による閉鎖以前(1973年10月)の工区内の水深4m下層の塩分濃度は25.1%が記録されている。すなわち、閉鎖環境におかれることによって本庄工区内の塩分濃度は確実に低下しているといえる。これには、工区西側の本庄川との間に水深2m、幅数メートルの開口部が設けられており、限られているとはいえ、ここより河川水の流入がもたらされた結果である。また、上層水の塩分濃度は、春と秋の柱状試料採泥時には20%であり、瀬戸(島根大地理地質, 私信)によると1992年11月での上層と下層の塩分濃度はやはり20-21%内にあったようである。これらの現象は、明らかに下層水の塩分濃度の低下が底生有孔虫群集の激減に大きく影響していることを示すものである。すなわち、塩分濃度の低下が主要な要因となって本庄工区内の底生有孔虫群集を消滅状態にさせていったといえる。

下層水における塩分濃度の低下は、躍層の発達を弱くし、それに伴う季節的な有機物や栄養塩類の蓄積のバランスを変化させたことは予想されることである。堆積物中の有機物を摂取している底生有孔虫にとって、好氣的環境のもとで有機成分が容易に酸化されてしまうことは食物の減少を意味する。塩分躍層によって維持されている上層水と下層水の分離

は、上層水へのリン酸態リン(PO₄-P)等の栄養塩類の溶出を季節的にコントロールしている主要な要因のひとつとなっているが、これが無くなると上層水中での利用を低下させることになると考えられる。このような2箱モデル的な栄養塩類のサイクルは海洋においても大きな意味をもっており、湧昇流による栄養塩類に富む下層水の上層水への移流は上層での生物生産を活発にし、その有機物フラックスは底生生物の進化に大きな役割を果たしてきた。海洋と違って内湾という小さなスケールでも、このような湖水循環は基本的に行われている。本庄工区の群集変化は、塩分躍層の弱体化に導かれた栄養塩類の循環バランスが維持されなくなったことによる群集消滅の一例と考えられる。

90年代には、排水溝の中にエビが群生しているのが観察されているし(橋谷ほか, 1992)、湖岸にはウミナガ貝が生息している。しかし、底生有孔虫に関する限り、10年以上もたった今でも新たな環境に適応した種は見つかっていない。単純にみると、塩分濃度の低下から*Cribrostomoides canariensis*のような宍道湖型の群集が予想されるが、湖水システムとしての躍層の消滅は、底生有孔虫群集にはかなり大きな要因である。たぶん最初に出現するのは躍層の影響を受けない低栄養塩型の種が予測されよう。

まとめ

1. 人間活動によってもたらされた湖沼の環境変化を島根県と鳥取県の県境にある中海の干拓予定地域(本庄工区)の底生有孔虫からみた。堤防の建築や浚渫によって散布された細粒の堆積物は、柱状堆積物中に記録され、細かい時間の設定を可能にする。これによって、群集との対応関係も明らかになる。
2. 中海淡水化計画による水門の建設では、中海に適応した群集にはその構成種に大きな変化をおよぼしていない。しかし、1679ヘクタールの閉鎖された本庄工区内の有孔虫群集は、堤防や水門の建設でもってほぼ絶滅状態になっている。閉鎖されて1-2年以内に急激な減少が見られ、約5-7年以内に消滅状態になってしまう。
3. 絶滅の要因として、工区内の塩分濃度の低下が主要な要因として挙げられる。しかし、たぶん群集は塩分濃度の単純な減少のみに左右された結果ではないであろう。塩分濃度の減少は水深3-4mにある躍層を弱体化させ、下層水が年間を通して容易に酸化される環境におかれたためであろう。すなわち、上層と下層の湖水循環の変化による生産性の低下と湖底での食物としての有機物量の減少結果であろう。

引用文献

- 伊達善夫(1978)中海干拓淡水化事業。水利科学, 104: 43-69.
- 伊達善夫, 橋谷博, 清家泰, 近藤邦男, 奥村稔, 藤永薫(1989)12年間の定期調査からみた中海・宍道湖の水質—季節変化, 経年変化, 平均値—, 山陰地域研究(自然環境), 5: 89-102. (島根大学)
- 羽田良禾(1939)汽水産有孔虫類の研究VI. 中海の有孔虫類。動物学雑誌, 51(3): 135-139
- 橋谷博, 奥村稔, 藤永薫, 近藤邦男, 清家泰(1992)宍道湖・中海の水質変動に与える気象・海象の影響—(その2) 1982-1991年の水質変動と気象5因子。山陰地域研究(自然環境), 8: 69-86. (島根大学)
- 紺田功(1988)中海の底質表層中の有孔虫分布(1)。三梨昂, 徳岡隆夫編, 中海・宍道湖, 地形・底質・自然史アトラス。島根大学, 61p.
- 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年度柱状採泥と湖底表層堆

積物中の有孔虫・珪藻群集(予報)—。島大地質研報, 6: 61-84.

- 中海淡水化影響調査委員会(1975)中海の水質変化とその水質保全対策について。島根県, 116p.
- Nomura, R. and Seto, K. (1992) Benthic foraminifera from brackish Lake Nakanoumi, San-in District, Southwestern Honshu, Japan. In: *Centenary of Japanese Micropaleontology*. (eds.) Ishizaki, K. and Saito, T. pp. 227-240. Terra Sci. Publ. Co., Tokyo.
- Ohtake, H., Kondo, K., Seike, Y. and Date, Y. (1982) Seasonal and areal features of the lagoonal environment in Lake Nakanoumi, a shallow coastal lagoon in Japan. *Hydrobiologia*, 97: 15-26.
- 島大山陰地域研究総合センター(1992)中海北部(本庄工区)アトラス。徳岡隆夫・高安克己編, 92p.
- 島根大学宍道湖・中海水質月報ごびうす(1991-1992)島大理学部化学科環境化学分析室。
- 徳岡隆夫・大西郁夫・三瓶良和・瀬戸浩二・田村嘉之・高安克己・安間恵・土屋洋一・松田滋夫・井内美郎・西村清和(1994)音波探査による中海・宍道湖の塩分躍層の検討とその意義。LAGUNA(汽水域研究), 1: 11-26. (島根大学)