

湖水環境の人為的改造と底生有孔虫の群集変化：その6 塩分躍層に相当する水深での *Ammonia* イベントの確認

野村律夫¹・福田隆弘¹

Benthic foraminiferal changes in relation to human activities: Part 6 Discovery of the *Ammonia* event at halocline depth

Ritsuo Nomura¹ and Takahiro Fukuda¹

Abstract: Benthic foraminifera have significantly changed their main constituents in the last three decades, in association with brackish environmental changes in two Lakes Shinjiko and Nakaumi. The *Ammonia* event, indicating a replacement of previously developed *Haplophragmoides canariensis* with recently developed *Ammonia beccarii*, was discovered at 3.0-4.0 cm sub-bottom depths of sediment cores obtained at 3.0-4.5 m water depths of Lake Nakaumi. These water depths are correlated with a halocline developed in this lake and are important to reconstruct the recent history of the relationships between the shallower and deeper parts of Lake Nakaumi. Thus, the discovery of the *Ammonia* event indicates that the sediment-water interface has changed not only in deeper area, but also in shallower area in recent years.

We suggest that the recent increase of *Ammonia* indicates a progressive loading of organic matter in the shallower area of Lake Nakaumi.

Key words: *Ammonia* event, foraminifera, halocline, Lake Nakaumi

はじめに

筆者らは、中海・宍道湖のメイオベントスとして代表的な有孔虫が近年の環境変化のなかで、その群集をいかに変化させてきたのか、そしてその変化が湖の利用とどのように関連しているのか検討を進めている。これまで、宍道湖において1980年頃に*Ammonia beccarii*が*Haplophragmoides canariensis*を置き換えて優占種となり、大橋川でも同様の優占種の置換現象が1974年頃に起こっていることを報告した(野村・吉川, 1995; 野村, 1996; 野村・遠藤, 1998)。このような*Ammonia beccarii*の近年の産出状況は極めて特徴的であり、宍道湖においてはCOD(化学的酸素要求量)といった水質環境の変化に呼応して、その頻度

が高まっている。これは湖内生産型の有機物質の増加を反映した現象と考え、これをアンモニア(*Ammonia*)・イベントと称して注目しているところである。また、中海東部においても、湖底下5 cm前後において有孔虫群集の変化を認めている(野村・山根, 1996)。この年代は堆積速度を加味した年代見積もりによって1970-1980年にかけて起こっていることはすでに報告しているところである。しかし、湖底堆積物中でのこのような有孔虫群集の変化を認めたのは、水深が塩分躍層より深い部分に相当し、躍層以浅の群集変化については未検討であった。そのため、湖内の環境の時空変化を理解するためには、分布域をさらに広げて*Ammonia* イベントを追跡する必要があった。今回、予察的に塩分躍層に相当する水深の群

¹ 島根大学教育学部地学研究室

集を検討したところ、顕著な *A. beccarii* の相対的増加を認めることができた。これは *Ammonia* イベントに対応する現象と考えられる。

柱状試料の採取地点と処理

試料の採取は1998年11月12日に大海崎沖の3mから4.5mにかけて4地点で実施した(図1)。中海における塩分躍層は水深約3~4mにはほぼ安定して存在することが明らかにされているが(島根大学環境分析化学研究室, 1998; 図2), 試料採取時にも躍層の存在を確認することができた。

柱状の堆積物試料は湖底下1cmごとに切断し, 250メッシュ(74 μ m)の篩で水洗の後, 残渣物について生体を識別するためローズベンガルで染色した。多くの試料は砂質であったため, 最初に四塩化炭素によって有孔虫を浮選したのち, 再度残渣物の中より直接有孔虫を摘出した。今回の採泥では生体個体の産出は極めて少なく, 湖底下1-2cmでも1%以内であった。

有孔虫の産出結果および考察

中海の有孔虫は, *Trochammina hadai* と *A. beccarii* によって優占されているが, 大橋川河口域から中海西部にかけては *Haplophragmoides canariensis* が優占していることが知られている(Nomura and Seto, 1992)。今回, 採泥地点は中海西部に位置するため, *H. canariensis* が認められるとともに, *T. hadai* や *A. beccarii* も含めて3種が基本的な群集を構成している。

これら3種の湖底下5cm内での分布は図3に示すように, 相対頻度が湖底下3から4cmにかけて大きく変化している特徴が認められる。いずれの水深でも *A. beccarii* の相対的な割合が増加し, *T. hadai* や *H. canariensis* の急激な減少となって示される。躍層の下部に相当する水深の群集は, 湖底下4~5cmで *A. beccarii* と *H. canariensis* や *T. hadai* との差が20%以内であったのに対して, 特に水深の浅い地点では *A. beccarii* によって占有される層準も認められる。また, 躍層最上部に相当する地点では, 0~1cmの堆積物1グラム当たりの全有孔虫数を1とした比較では3~4cmで2倍を越える比率になり, 大きな群集変化が起こったことが認められる。しかし, 他の地点では全有孔虫数は僅かな増加傾向を示すものの, 特異な変化は認められなかった(図4)。

以上のことから, 躍層の境界付近の有孔虫群集は,

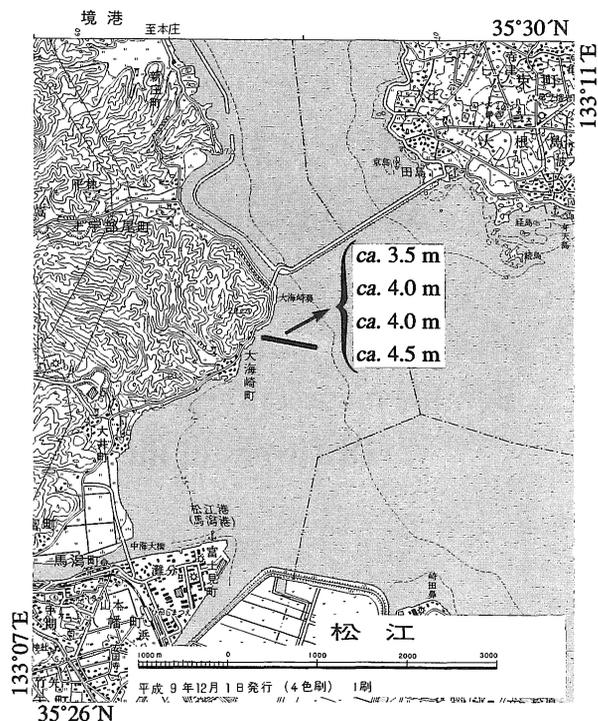


図1. 柱状試料の採取地点とその水深。括弧内は水深を示している。

Fig. 1. Locations of sediment core samples. Water depths indicated in parentheses.

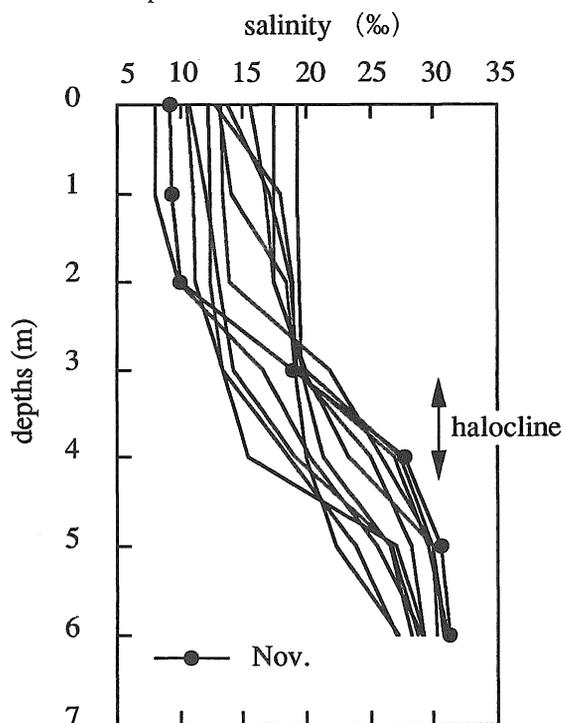


図2. 1998年の塩分の垂直分布と塩分躍層の位置。データは宍道湖・中海水質月報(島根大学環境分析化学研究室, 1998)による。

Fig. 2. Depth profile of salinity in Lake Nakaumi. Original data from the monthly reports of water characters in Lakes Shinjiko and Nakaumi, 1998.

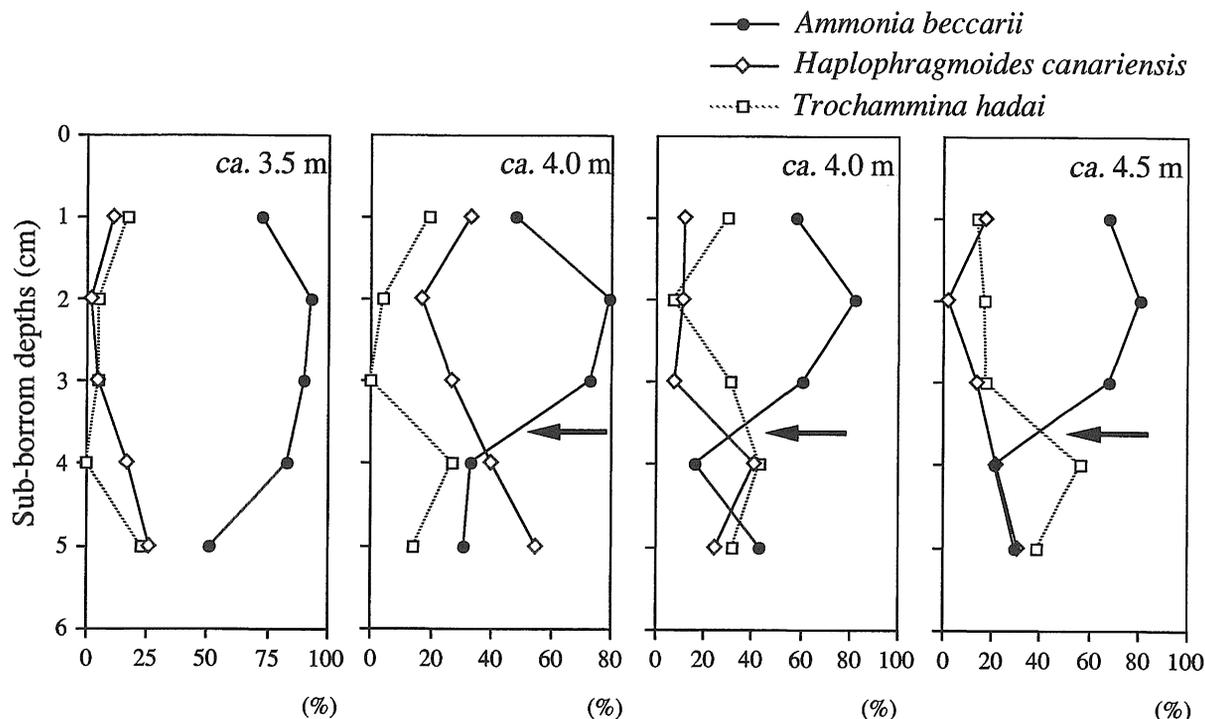


図3. 有孔虫遺骸の層位的な分布. 矢印は, *Ammonia* イベントの起こっている深さを示している.

Fig. 3. Stratigraphic distribution of foraminiferal species in each sediment core. Arrow indicating the *Ammonia* event.

全体として個体数の緩やかな増加傾向を示すが、躍層の上部の地点のように個体数増加が著しく大きくなる場合もある。相対的な割合からみると、バランスのとれていた組成が3~4 cmの間で急激な変化をお越し、*A. beccarii*によって占められる群集へと変化することが明らかになった。

*Ammonia beccarii*による*H. canariensis*の相対量の置換は、宍道湖や大橋川でも確認されており、塩分躍層の発達に弱い環境においても共通して起こった環境変化を反映しているものと認められる。いずれの地点でもここ20~30年の間に有孔虫の変化に応じた塩分の経年的な変化は認められないことから、他の環境要因がこの変化に関係していることは明らかである。我々は、各種の環境要因のなかで、堆積物中の炭素：窒素の比が低くなっていることに注目している。これには一方で有機物質の保存の問題が大きく影響するため、単純に有機物質の供給源の変化とは結びつけられない点もあるが、*A. beccarii*の層位的な分布とC/Nのそれとはかなり調和のとれた分布形態をしていることはすでに指摘した(野村・遠藤, 1998)。すなわち、1970~1980年にかけて陸域起源の高等植物の供給が減り、湖内で生産される動物植物プランクトンの生産量が増加していることを示しているものと考えている。*A. beccarii*は内湾~沿岸域で汎世界的に認められる種で、新生有機物を捕食していることから

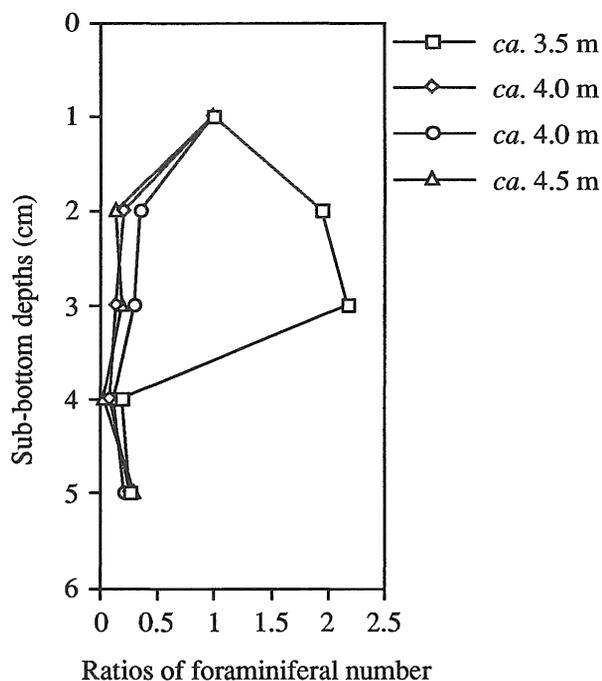


図4. 最表層部(0-1cm)の堆積物1gに含まれる有孔虫の総数を1として比較した有孔虫数の層位的な分布。最も浅い地点で有孔虫数が増えている。

Fig. 4. Stratigraphic distribution of foraminiferal numbers. Each foraminiferal number is standardized to the number of the uppermost sediment (0-1 cm). Note distinct increase of the foraminiferal number at the shallowest location.

推定すると、塩分躍層より浅い部分での有機物質の沈降・付加がここ20～30年の間に促進され、*A. beccarii*にとって食物を容易に摂取しやすい環境が形成されつつあるものとみることができよう。塩分躍層の下では、還元性の環境が維持されやすいことから、有機物質の付加がさらなるフィードバック効果を促進し、石灰質殻をもった種、すなわち*A. beccarii*にとっては適応しにくい環境へと変貌しつつある。中海中央部では膠着質の*T. hadai*が優占する群集へと変化しつつあるのと併せて、躍層相当水深での*A. beccarii*の増加は調和的な群集変化の様子を反映しており、極めて興味のある現象といえる。すなわち、*A. beccarii*の生態的な浅海部への移行は、躍層以深での*T. hadai*の分布拡大と連動した現象とみなすべきである。

*Ammonia beccarii*の躍層に相当する水深での増加は、浅海域においても湖底泥がより腐泥化を示し始めた現象の現われとみなされる。つまり*Ammonia*イベント以前において、躍層上部では酸化や動植物プランクトンによる有機物およびその分解生成物の再利用が効率的に行われてきたにもかかわらず、イベント以後は生産性の増加と余剰の有機物質が多く沈降するようになったことを反映しているものと考えられる。この点について、さらに*A. beccarii*の湖内での有機物質の摂取の方法や嗜好性を評価にいて考察を進めたい。

引用文献

- 野村律夫 (1996) 湖水環境の人為的改造と有孔虫の群集変化. その4 有孔虫の群集変化に対応した化学的酸素要求量 (COD) と宍道湖水の変化. LAGUNA (汽水域研究), 3: 25-31.
- 野村律夫・遠藤公使 (1998) 湖水環境の人為的改造と有孔虫の群集変化. その5 *Ammonia* イベントの提唱と2005年の宍道湖. LAGUNA (汽水域研究), 5: 15-25.
- Nomura, R. and Seto, K., 1992. Benthic foraminifera from brackish Lake Nakanoumi, San-in district, southwestern Honshu, Japan. In: *Centenary of Japanese Micropaleontology*, 227-240, Terra Sci. Publ. Co., Tokyo.
- 野村律夫・山根幸夫 (1996) 湖水環境の人為的改造と有孔虫の群集変化. その3 中海東部の過去数十年の環境変化. LAGUNA (汽水域研究), 3: 13-24.
- 野村律夫・吉川恵吾 (1995) 湖水環境の人為的改造と有孔虫の群集変化. その2 宍道湖の中央1測線の結果. 島根大学教育学部紀要 (自然科学編), 29: 31-43.
- 島根大学環境分析化学研究室 (1998) 宍道湖・中海水質月報.