鹿児島県上甕島の、塩分が異なる2つの汽水湖における大型底生動物相

山室真澄

Macrobenthic Faunas of Two Brackish Lagoons with Different Salinity in Kamikoshiki Island, Kagoshima Prefecture

Masumi YAMAMURO

Abstract

Quantitative seasonal samplings of macrobenthos were carried out in two brackish lakes with different salinity in Kamikoshiki Island, Kagoshima Prefecture.

At Lake Kazakiike, where chlorinity of the water was around 1‰, macrobenthic fauna was constructed mostly with chironomid larvae and oligochaetes, which were presumably fresh form, and some brackish and one marine species were added to the fauna. At Lake Kaiike, where surface water usually showed 10‰ chlorinity, all species were marine.

The population density of macrobenthos was high in autumn and low in summer in both lakes. Dominant species changed at each depth among bivalves and polychaetes in Lake Kaiike.

Common brackish species were characteristically absent in both Lake Kazakiike and Lake Kaiike. The author assumed that the absence of open waterways from the lakes into both fresh and marine region was responsible for the lack of brackish species in both lakes.

Key words : brackish species, chlorinity Polychaeta, Mollusca, macrobenthos.

1. はじめに

東シナ海に面する鹿児島県上甕島北東岸には、礫州によって海と隔てられ、淡水の流入河川を持たないという、水文学的に特殊な環境におかれた汽水湖沼群の存在が知られている (Fig. 1)。礫州の形成が完新世の最高海面期 (6,000 yr. BP) 以降であることから (荒巻ら, 1976), 湖の形成時期もそれ以降であると考えられる。

このうち、鯨崎地 (面積 0.14 km², 最大深度 5.9 m) は埋積が最も進んでいると考えられており, また湖水の塩素量は 3‰ 以下である (MATSUYAMA, 1981a)。鯨崎池への塩水の供給が礫州を通じて行なわれるのか, 暴浪時に礫州をこえて行なわれるのかは分からない (松山, 1985a)。一方, 貝池 (面積 0.15 km², 最大深度 11.6 m) では, 礫州を通じて海水と湖水とが交換し, 海の干満に呼応した湖面の変動は, 2 cm 以内である (荒巻ら, 1976)。貝池では常に塩分が成層し, 表層水の塩素量は 15‰ 以下であるのに対して, 底層水は 18.5‰ 以上を示す (松山, 1985b)。また中層部では化学合成細菌や光合成細菌が密集して bacterial plate を形成し, 春から夏にかけては表層より水温が

Fig. 1 Coastal lakes on the north-east shore of Kamikoshiki Island. Depth is given in meters.

高い中温層が発達するという、特異な現象が起こっている。Bacterial plate 以深の湖水は、常に硫化水素を含む(松山, 1985a)。

これらの湖の水質やプランクトン・バクテリアについて、古くは神戸海洋気象台(1935)の報告があり、最近では主に貝池に関して、松山の1975年から1985年の長期にわたる報告がある(MATSUYAMA, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981a, 1981b, 1982, 1983, 1984, 1985; 松山, 1985a, 1985b; MATSUYAMA, 1986; MATSUYAMA and SHIROUZU, 1978)。また地形や水文学的環境については荒巻ら(1976)の詳細な報告がある。しかし大型底生動物に関する研究は、これまでにまったく行われていない。

本研究では、鯨崎池と貝池を調査水域に選び、これらの特殊な水域における大型底生動物相の特徴を明らかにすることを試みた。調査は季節毎に行い、また調査時以外の水域の環境も検討して、調査水域の一般的な特徴を得ることを心がけた。

2. 調査方法

調査は、秋季相を1984年11月1日(貝池)および2日(鯨崎池)、春季相を1985年4月10日、夏季相を1985年8月24日(鯨崎池)および25日(貝池)に、それぞれ行なった。

鯨崎池・貝池ともに、水質の鉛直方向での変化は大きい、水平方向ではほぼ一様と考えてよい(MATSUYAMA, 1978; 荒巻ら, 1976)。そこで水質の現場での測定と採水は両湖沼の湖心部で行ない、それぞれの水深ごとの水質を代表させた。水温は電気温度計(東邦電探, Et-3型)を用いて船上から測定し、その他の水質は採水後、実験室に持ち帰り、塩素量はMOHR法、溶存酸素量はWINKLER法により測定した。硫化水素量は試水に CdCO_3 懸濁液を加えて CdS として固定したのち、ヨウ素滴定により測定した。

底生動物および湖底堆積物の採取は、鯨崎池では水深0.5 mから5.5 mまで深度1 mおきに6地点、貝池では水深0.5 mで1地点と、水深1 mから5 mまで深度1 mおきに5地点、あわせて6地点で行なった(Fig. 2)。鯨崎池・貝池ともに、それぞれの地点でエ

Fig. 2 Bathymetries and sampling stations in Lake Kazakiike (left) and Lake Kaiike (right). Bathymetries are according to MATSUYAMA (1981). Depth is given in meters.

クマン・バージ型採泥器(15×15 cm²) 5回分の堆積物を採取し、湿重量で約100 g分を粒度分析用に除き、残りを現場で0.5 mmの篩で洗った後、篩に残ったものを10%ホルマリンで固定して研究室に持ち帰り、実体顕微鏡下で動物を選別した。ただし貝池の水深0.5 mの地点は礫質のため採泥器の使用が不可能だったため、方形枠を置いて、スコップにより0.1 m²分の堆積物を採取した。堆積物の微細泥率は、湿重量で約20 g分の堆積物をふるい分け、粒径62.5 μm未満の粒子の乾重量が全体の乾重量に占める割合として求めた。

春季・夏季には、両湖沼の数ヵ所で素潜りによる潜水調査を行ない、上記の採泥器にかからない性質をもつ動物(例えば礫に付着するなど)の採集や、湖底環境の目視による観察を行なった。

3. 結果

3-1. 水質と底質

Figure 3Aに鯨崎池の、Figure 3Bに貝池での水質測定の結果を示す。

鯨崎池では(Fig. 3A)、1984年11月の塩素量が、特に表層で5.1‰という高い値を示した。1985年4・8月については、全水深とも1~2‰と、平年並であった(松山, 1985a参照)。溶存酸素飽和度は、8月に水深4.5 mで60%を示したほかは、すべて過飽和になっていた。水温は全調査期間を通じて成層していなかった。また硫化水素も検出されなかった。

貝池でも(Fig. 3B)、1984年11月の表層付近での塩素量が例外的に高く14.5‰であったが、それ以外の観測では、ほぼ平年並の10‰前後であった(松山, 1985b参照)。水温の成層は常に観察され、特に1984年8月には水深3.5 mの中温層で35.6°Cにも達した。溶存酸素飽和度は全観測とも水深4 mまでは過飽和かそれに近い状態であったが、水深5 mでは50%以下に急減した。硫化水素は全観測ともに水深5 m以深で検出された。

底質について Figure 4に、秋季における鯨崎池・貝池での堆積物の微細泥率を示す。鯨崎池の堆積物は、水深0.5 mまでは細礫まじりのシルトで、微細泥率は10%~25%であった。水深1.5~2.5 mでは30~45%であったが、全調査期間を通じて、水深2.5 mの地点の方が、より浅部にある水深1.5 mの地点よりも高い値を示す傾向が認められた。水深3.5 m以深では、概ね50%以上であった。

貝池では、春季の水深2 mの地点だけは、他の季節よりも、やや高い値を示した。それ以外の地点では、一般に、水深1 mまでは、大礫のすきまを泥が埋める状態で、微細泥率は10%未満、水深2 mでは約20%、水深3 m以深では礫は混じらず、微細泥率は常に60~80%であった。

3-2. 鯨崎池の大型底生動物

鯨崎池では、観測地点の代表性を検討するために、

Fig. 3 Depth distribution of environmental factors of water.

A: At Lake Kazakiike on 2 November 1984 (left), 10 April 1985 (center) and 25 August 1985 (right).

B: At Lake Kaiike on 1 November 1984 (left), 10 April 1985 (center) and 25 August 1985 (right).

春季と夏季に潜水による目視観察を行なった。礫州がある北東岸では、大礫や巨礫が裸出しており、その礫の表面には、肉眼で認められるほど、付着藻類が繁茂していた。腹足類(イシマキガイ・ヒメタニシ)は、このような礫上でのみ観察された。その他の湖岸では礫はほとんどなく、水深約1mで挺水植物や沈水植物が繁茂していた。これらの大型植物は、春季よりも夏季の方が、より密に繁茂していた。水深1mから2mにかけては湖全体について、湖底の傾斜がやや急で、砂やシルトからなる湖底を茶褐色の軟泥が、数mmの厚さでおおっていた。水深2m以深は一様に茶

褐色の軟泥底で、貝殻や甲殻類などの巣穴はまったく認められなかった。また大型植物も認められなかった。このような観察結果から、水深0.5mの採泥地点については、礫州がある北東岸の同水深のところとは、異なった動物相が得られた可能性がある。しかし、0.5m以深では、景観に差がみられないことから、同水深での位置による動物相の違いは少ないと考えた。

Figure 5に、各定点での大型底生動物の密度の季節変化を示した。またTable 1に各定点で採集した大型底生動物と、潜水調査の際に採集した大型底生動物

Fig. 4 Depth distribution of the mud content (%) of the sediments at Lake Kazakiike and Lake Kaiike in November 1984.

Fig. 5 Depth distribution of individual numbers of several groups of macrobenthos in Lake Kazakiike. Date of samplings are 2 November 1984 (left), 10 April (center) and 24 August 1985 (right).

Table 1. Macrobenthic fauna of Lake Kazakiike.
 “*” denotes the species collected without
 using Ekman-Birge type grab.

ARTHROPODA	ANNELIDA
Insecta (Chironomid larvae)	Oligochaeta spp.
<i>Chironomus</i> sp.	Polychaeta
<i>Dicrotendipes</i> sp.	<i>Notomastus</i> sp.
<i>Glyptotendipes</i> sp.	MOLLUSCA
<i>Polypedilum</i> sp.	Gastropoda
Chironomini Gen. sp.	<i>Clithon retropictus</i> *
<i>Tanytarsus</i> sp. 1	<i>Sinotaia quadrata</i> *
<i>Tanytarsus</i> sp. 2	
Malacostraca	
<i>Jesogammarus</i> sp.	
<i>Palaemon macrodactylus</i> *	

(*がついているもの)の、同定が可能なレベルでの名称を記した。

鯉崎池では、ユスリカ科幼虫と貧毛類が高密度に生息しており、多毛類 *Notomastus* sp. がこれについて (Fig. 5)。ユスリカ科幼虫と貧毛類は、種名は特定できなかったが、大部分が淡水種と考えられる。また種名が特定できたヒメタニシ *Sinotaia quadrata* (Table 1) も淡水種である。*Notomastus* sp. は汽水種と考えられ (OKUDA, 1935), 巨礫上でのみ認められたイシマキガイ *Clithon retropictus* も汽水種である。さらに海産種 (ユビナガスジエビ *Palaemon macrodactylus*) も 1 種類、認められた。したがって、鯉崎池の動物相は淡水種が主体をなし、それに汽水種数種と海産種 1 種が加わって構成されている。

深度ごとの分布は、全調査期間を通じて、水深 0.5 m の採集地点で大型底生動物の密度が最も高く、逆に水深 5.5 m の最も深い地点では生息が認められなかった。これを動物の分類群別にみると、軟甲類は水深 0.5 m, また貧毛類の出現も、4 月には少数が 1.5 m に生息していたが、おおむね水深 0.5 m に限られていた。逆に多毛類 (*Notomastus* sp.) は 1.5 m 以深で高い密度を示した。またユスリカ科幼虫は、0.5 m での密度のピークの他に、やや深い地点でも小さなピークがみられ、3 季を通じて、深度に対して二山の密度分布を示した。

密度の季節変化については、秋季に、特に浅い地点で最も高く、夏季が最低であった。特に水深 0.5 m の地点で、秋季には 1 m² 当り 8,000 個体近く採集された貧毛類が、春季には 1 m² 当り 160 個体、そして夏季には 1 m² 当り 18 個体しか採集されなかった。多毛類

Notomastus sp. も、春季・秋季には採集されたが、夏季には全地点とも採集されなかった。しかしユスリカ科幼虫には、他の動物ほど顕著な季節変化が認められなかった。

3-3. 貝池の大型底生動物

貝池でも春季と夏季に、潜水による目視観察を行った。東岸の水深約 2 m 以浅は大礫の礫底で、水深 2 m 以深は、ところどころに大礫が埋まっていたものの、ほとんど一様に茶褐色の泥底であった。水深 1 m 以浅では挺水植物がみられたが、それ以深では大型植物はみられなかった。水深約 6 m 以深は、bacterial plate によって光がさえぎられるために、全くの暗黒で観察できなかった。西岸では湖岸の勾配が大きく、岸から水平距離 2~3 m で水深 1 m に達した。水深 1 m 以深の状況は東岸と変わらなかった。したがって、水深 0.5 m の地点では東岸と多少異なる結果が得られた可能性があるが、それ以深では、貝池全体の動物相をほぼ反映していると考えた。

Table 2 に各定点で採集した大型底生動物と、潜水調査の際に採集した大型底生動物 (*がついているもの) の、同定が可能なレベルでの名称を記した。また Figure 6 に、各定点での大型底生動物の密度の季節変化を示した。

貝池では種名が特定できた 13 種すべてが海産種であり (Table 2)*, 鯉崎池と共通する種はユビナガスジエビ 1 種のみであった。鯉崎池で優占的であったユスリカ科幼虫は全調査期間を通じて認められず、また貧毛類も鯉崎池ほどは優占的ではなかった (Fig. 6)。一方、鯉崎池では生息が認められなかった二枚貝類が全調査期間を通じて認められた。また鯉崎池ではそれぞ

*貝池でのスビオ科多毛類 (Spionidae) は、同定に必要な完全個体が採集されなかったため種は特定できなかったが、剛毛の配置の型などから 3 種類に区別できた。また貝池では Table 2 に挙げた動物の他に、ブドウガイ (*Haloa japonica*) とカミスジカイコガイダマシ (*Cylichna angusta*) の貝殻が、水深 4 m 以深の堆積物から採集された。

Table 2. Macrobenthic fauna of Lake Kaiike.

“*” denotes the species collected without using Ekman-Birge type grab.

ARTHROPODA		
Malacostraca		
<i>Amphithoe valida</i>		
<i>Melita</i> sp.		
<i>Corophium</i> sp.		
<i>Grandidierella</i> sp.		
<i>Cyathura muromiensis</i>		
<i>Excorallana</i> sp.		
<i>Palaemon serrifer</i> *		
<i>Palaemon macrodactylus</i> *		
ANNELIDA		
Oligochaeta spp.		
Polychaeta		
<i>Capitella capitata</i>		
<i>Heteromastus</i> sp.		
<i>Ceratonereis erythraeensis</i>		
Pilargidae sp.		
Spionidae spp.		
MOLLUSCA		
Bivalvia		
<i>Ruditapes philippinarum</i>		
<i>Musculista senhousia</i>		
<i>Theora fragilis</i>		
<i>Barbatia virescens obtusoides</i> *		
Gastropoda		
<i>Batillaria multiformis</i>		
<i>Reticunassa festiva</i> *		
<i>Cinnalepeta pulchella</i> *

Fig. 6 Depth distribution of individual numbers of several groups of macrobenthos in Lake Kaiike. Date of samplings are 1 November 1984 (left), 10 April (center) and 25 August 1985 (right).

れ1種類だけ生息が認められた多毛類・軟甲類が、種数・生息密度ともに優占的であった。

深度別の分布は、全調査期間を通じて、水深3~4m以深では密度が低くなる傾向が認められた (Fig. 6)。また水深5mの地点では、秋季と春季に大型底生動物の生息が認められなかった。これを動物の分類群別にみると、貧毛類が水深2mまで、軟甲類は水深3mまでと、比較的浅い地点から採集された。さらに、貝池での二枚貝類の密度の深度別分布 (Fig. 7) を種類別にみると、ホトギスガイ (*Musculista senhousia*) は水深0.5~4mに、アサリ (*Ruditapes philippinarum*) は水深0.5~2mに分布しており、全調査期間を通じてホトギスガイの方がアサリより、深い湖底にまで生息していた。また春季にはアサリの生息が認められなかった水深3~4mの地点で、シズクガイ (*Theora fragilis*) が高密度に生息していた。多毛類でも (Fig. 8)、浅い地点から深い地点に向かって *Heteromastus* sp., モロテゴカイ (*Ceratonereis erythraeensis*), カギゴカイ科の1種 (*Pilargidae* sp.), スピオ科多毛類 (*Spionidae* spp.) と、各深度ごとに優占的な動物が異なり、また、この傾向が、全調査期間を通じて認められた。

Fig. 7 Depth distribution of individual numbers of several species of bivalves in Lake Kaiike. Date of samplings are 1 November 1984 (top), 10 April (middle) and 25 August 1985 (bottom).

貝池でも、全地点を通じて秋季の方が夏季よりも密度が高く、特に貧毛類でその傾向が著しかった (Fig.

Fig. 8 Depth distribution of individual numbers of several species of polychaetes in Lake Kaiike. Date of samplings are 1 November 1984 (top), 10 April (middle) and 25 August 1985 (bottom).

6)。しかし種や科のレベルでみると、シズクガイ (Fig. 7) やスピオ科多毛類 (Fig. 8) のように、春季に特に高い密度を示した動物もいた。

4. 考 察

4-1. 鎌崎池・貝池での底生動物の密度の季節変化と深度別分布

鎌崎池では、水深 5.5 m の地点では、全調査期間を通じて大型底生動物の生息が認められず、また秋季には水深 4.5 m の地点でも生息が認められなかった (Fig. 5)。生息が認められなかった水深の環境条件は (Fig. 3A), 夏季に溶存酸素が低下した以外は他の水深と変わらなかった。したがって、調査項目の中から原因を推定することはできない。

一方、貝池では、水深 5 m の地点で秋季と春季に大型底生動物の生息が認められず、また夏季には水深 4 m の地点で生息が認められなかった (Fig. 6)。貝池で

は、水深 5 m 以深から、3 季ともに貧酸素化・硫化水素の発生がみられ (Fig. 3B), そのことが底生動物の生息を困難もしくは不可能にしていると考えられる。

全調査期間を通じて大型底生動物の生息が認められた地点では、鎌崎池・貝池ともに、密度が秋季に高く、夏季に低くなる傾向を示した。一方、水深 2 m 以浅での水質 (Fig. 3A・B) は、鎌崎池・貝池ともに、秋季に塩素量が他の季節より多少高かった他は、特に顕著な季節変化はみられなかった。そこで一つの可能性として、調査時以前の環境悪化による動物の死滅によって減少した場合が考えられる。また、無機環境以外の要因に支配された可能性として、種によってはパッチ状に高密度に生息しており、夏季には偶然そのパッチを外して採集した場合を想定できる。しかし鎌崎池・貝池両湖沼において生息が認められた貧毛類の場合、各調査時期における最高密度が、両湖沼ともに秋、春、夏と順に減少している。3 回の調査を通じて、両湖沼で密度の増減が同じ傾向を示すようにパッチを外した可能性はきわめて低いと考えられることから、少なくとも貧毛類については、他の可能性を考えねばならない。そこで両湖沼の浅部における各種の密度の変動には、種の生活史が関係している可能性が残される。この場合、秋に若い個体が多数発生し、夏にそれが死滅する年 1 回繁殖型か、それよりも速い、もしくは遅いサイクルで繁殖が行なわれているのかは、今回の調査結果からだけでは特定することはできない。

貝池では、貧酸素化・硫化水素の発生によって大部分の底生動物の生息が妨げられる水深 5 m よりも浅い地点において、二枚貝類各種の鉛直方向での生息範囲が異なっていた (Fig. 7)。それらのうちアサリが水深 0.5~2 m に、ホトトギスガイが水深 0.5~4 m に、シズクガイが水深 3~4 m の地点に生息していた。このとき堆積物中の微細泥率 (Fig. 4) はアサリが生息していた地点では約 20% 以下であったが、シズクガイが生息していたのは微細泥率が 60% をこえる地点であり、上記の生息範囲とよく対応していた。

海域では、底生動物の分布が動物の生活様式と底質との関係で規定されている例が多数報告されており (GRAY, 1974 の総説参照), 本研究の二枚貝類も、アサリが filter-feeder, ホトトギスガイが底質上にマットを形成する filter-feeder, シズクガイが deposit-feeder で、生活様式や摂食方法と環境との対応が明確にあらわれている例と考える。

多毛類でも深度によって優占的な種が異なっていたが (Fig. 8), 種が特定できなかった動物については塩分耐性の違いに対応した分布である可能性も残されており、各種の深度別分布がどのような環境と対応しているのかについては、今後の課題である。

4-2. 鎌崎池・貝池の底生動物相の特色

日本の汽水湖における底生動物相と環境との関係については、湖水の塩素量 (特に底層水) との対応がし

ばしば指摘されてきた (UENO, 1938; 朝比奈, 1940; 山本, 1954; 菊池・菊池, 1967 など)。鉾崎池・貝池の場合も、前者では淡水種が大部分を占めるのに対して、後者では海産種からなり、両湖沼で共通する種類はユビナガスジェビ1種のみであった (Table 1, 2)。したがって両湖沼では、現在の湖水の塩素量に対応した動物相が、それぞれ形成されていると考えられる。

しかし汽水種についてみると、両湖沼とも汽水域であるにも関わらず、鉾崎池には2種しか認められず、貝池ではまったく認められなかった。そこで、汽水種が少ない鉾崎池・貝池の底生動物相が、塩素量との関係では、他の湖沼と比べてどのような特色があるのか検討した (Table 3)。ただし、本研究の結果からも推測できるように、汽水湖の湖水の塩素量は、河口ほどではないにしても、長期的にはある程度変化している。したがって、調査して得られた動物相が、その調査時の湖水の塩素量に対応したものであるとは断言できず、表に示された塩素量は、ここでは、大体の目安と考え

る。また、表中に引用した報告は、採泥器を用いて得られた動物相なので、採泥器では採集が困難な底質 (粗砂・礫など) に主に生息する動物が、採集されていない可能性がある。そこで、湖沼で一般に用いられているエクマン・バージ型採泥器でも十分採泥できる砂泥質の底質に生息する動物で、従来の研究によって汽水湖に普通に生息していることが確認されている、貝類と多毛類の各3種を比較の対象とした。

貝類では、二枚貝類のヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) と腹足類のカワザンショウガイ (*Assiminea lutea japonica*) が汽水種で、二枚貝類のホトトギスガイ (*Musculista senhousia*) が海産種である。このうちヤマトシジミについては、成体が海水ではへい死すること (田中, 1984)、海水中では卵は脱水して、発生が認められないこと (朝比奈, 1941) とが報告されている。多毛類ではゴカイ (*Neanthes japonica*) とヤマトスピオ* (*Prionospio japonica*) が汽水種で、特にゴカイは、卵から成体に至るまでのどの過程でも、特定

Table 3. Common macrobenthos living in soft bottom of brackish lagoons in Japan. "×" denotes the existence of the species. Lakes are arranged in order of the chlorinity from low to high.

Reference: 1 INOUE and IGARASHI, 1976; 2 ASAHINA, 1942; 3 ASAHINA, 1943a; 4 KIKUCHI, 1964; 5 INOUE, 1965; 6 NAKAO, 1982; 7 LI and NAKAO, 1985; 8 UENO, 1943; 9 KIKUCHI and KIKUCHI, 1967; 10 ASAHINA, 1943b.

* The report does not include exact values. The value before reclamation are used, provisionally.

Name of the surveyed lakes	Surface area (km ²)	Maximum depth (m)	Chlorinity (‰)	<i>Corbicula japonica</i>	<i>Assiminea lutea japonica</i>	<i>Musculista senhousia</i>	<i>Neanthes japonica</i>	<i>Prionospio japonica</i>	<i>Capitella capitata</i>
Takahoko-numa (1)	5.9	7.0	0	×					
O-numa (2)	5.0	1.0	0.2—0.7	×	×		×	×	
Kutcharo-ko (2)	14.0	3.3	0.2—0.9	×	×		×		
Tofutsu-ko (3)	9.3	2.5	0.2—3.1				×		
Sarukotsu-numa (2)	0.23	1	0.6—1.0	×	×		×		
Shinji-ko (4)	79.7	6.0	0.6—3.4	×	×			×	
Hachiro-gata (5)	223*	5*	0.7—1.5	×	×		×	×	
Jusan-ko (6)	20.6	1.5	0—15	×	×		×	×	
kazaki-ike	0.14	5.9	1.1—5.1						
Panke-numa (7)	3.6	1.8	1.6—2.0	×	×		×	×	
Togo-ike (8)	4.2	3.6	2.9—3.1	×	×		×	×	
Poronuma (7)	1.9	<1	4—16	×	×		×	×	
Hi-numa (9)	8.8	3.1	5.6—11.1	×	×		×	×	×
Obuchi-numa (1)	3.3	4.7	6.5—17.3	×	×	×	×	×	
Yuto-numa (10)	3.6	3.5	7.0—14.7	×	×		×	×	
Kai-ike	0.15	11.6	9.1—18.6			×			×
Mokoto-ko (7)	1.2	5.3	10—	×	×	×	×	×	×
Notoro-ko (6)	57.9	23.1	14—			×	×		×

の水温の範囲では、海水中でも生存できる (INAMORI and KURIHARA, 1979a, b, c)。 *Capitella capitata* は海産種であるが、広塩性で、塩素量 10 ‰ を下回る環境にも生息することが知られている (菊池, 1979; 上野・山本, 1982)。

Table 3 からは、貝類・多毛類ともに、より高鹹側の水域に海産種 2 種が普通に生息していることが確認できる。また、淡水側ほど汽水種・海産種の生息が認められなくなる。このような傾向は、湖沼の面積や最大水深とは相関がみられない。これらのことから、一部の種についてではあるが、それぞれの汽水湖において、湖水の塩分と対応した底生動物の分布の変化が成立していることが、再確認できる。これに対して、鎌崎池や貝池の動物相は、他の汽水湖沼とは異なる特徴を示す。すなわち鎌崎池では、他の同等の塩素量の範囲を示した湖沼では普通に生息している汽水性の底生動物が生息していない。また貝池でも、貝類・多毛類ともに汽水種の生息が認められない。

このように、他の汽水域で普通に生息している汽水種が、甌島の汽水湖沼では生息していない原因として、礫州で海域から閉塞されているうえに、淡水の流入河川がないという水文学的な特殊性が影響していると考えた。Table 3 中の他の汽水湖沼はすべて、淡水の流入河川と海側への開口部を有している。したがって、湖沼の環境が一時的に生息に適さなくなった場合、水路によって他の生息可能な水域に通じているために、そこで生き残った個体の子孫が、湖沼の環境が好転した後に再侵入することができる。たとえば宍道湖の場合、上野 (1943) が調査したときには塩分が平常値を大幅に上回っており、最大淡水流入河川である斐伊川流入部付近でさえ、塩素量約 10 ‰ を示した。このとき、平常は宍道湖湖岸部全域に生息しているヤマトシジミがまったく採集されず、海域から侵入してきたと考えられるハマグリが採集されている。しかし Table 3 にみられるように、現在では上野の調査以前のように、湖岸全域にわたってヤマトシジミの生息がみられる。

鎌崎池・貝池の場合も、本研究の秋季観測において表層水の塩素量が例外的に高かったように、湖の環境は年によって、かなりの範囲で変化していると考えられる。このとき、ひとたび湖沼部での環境が極端に悪化した場合、隣接する汽水域がないために、他の水域で一部の個体が生き残って、その子孫が再侵入することができない。また汽水種の死滅後、偶然、ある汽水種が鎌崎池や貝池に到達したとしても、その到達の頻度と同じくらいかそれ以上頻繁に湖水の環境が変化していれば、その汽水種は、鎌崎池・貝池に安定して生息することができない。

このように考えると、鎌崎池・貝池に現在生息して

いる底生動物は、閉塞して不安定であるという特殊な環境に、特にその塩分変化の範囲でよく適応できる種であることが予測される。実際、貝池では現在、海産種しか生息していなかったが (Table 2)、一般に塩素量 10 ‰ 以上の汽水域では海産の生物が優占すると考えられている (REDEKE, 1933; REMANE and SCHLIEPER, 1971; 益子, 1981)、貝池では表層でも塩素量が 15 ‰ に達することがあり (松山, 1985b)、同湖沼が隣接するより低鹹な汽水域をもたないことから、海産種のみが生き残って現在に至ったと考えられる。さらに貝池に生息していたシズクガイや *Capitella capitata* などは、海域においても非調和的な環境への適応性が注目されている動物である (菊池, 1979; 菊池・田中, 1976)。これらの動物が持つ非調和的な海域で生存するのに有効な属性が、貝池のような不安定な汽水域で生息を確保するのに役立っているのであろう。

今回の調査で鎌崎池が示した塩素量の範囲は、汽水域の中でも最も種数が少なくなる水域とされており (REMANE and SCHLIEPER, 1971)、この範囲を中心に塩分が変化する鎌崎池の環境は、底生動物にとっては極めて不安定なものであると考えられる。したがって、現在、鎌崎池に生息している底生動物が、どのような方法でその分布を維持しているのかは、興味深い問題である。その解決には、汽水性底生動物の生理や拡散のメカニズムなどの解明が不可欠であると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、長崎大学水産学部の松山通郎助教授には現地調査では便宜をはかっていただき、水質に関してご教示いただいた。国立科学博物館動物研究部の今島 実博士には多毛類の同定をご指導いただいた。また大阪府立大学農学部の西田秀行氏にはユスリカ科幼虫を、富山市科学文化センターの布村 昇学芸員には等脚類を、東海大学の波部忠重博士には貝類を、東京大学海洋研究所の向井 宏助手と水産大学校の林 健一助教授には十脚類を、茨城大学理学部の森野 浩助教授には端脚類を、それぞれ同定していただいた。東京大学理学部地理学教室の阪口 豊教授はか諸先生方には演習等を通じてご指導いただいた。この機会に、以上の方々に心から感謝いたします。

摘 要

鹿児島県上甌島の塩分が異なる鎌崎池と貝池の 2 つの汽水湖で、大型底生動物の定量採集を春・夏・秋に行ない、動物相を比較した。

湖水の塩素量が 1 ‰ 前後の鎌崎池では、ユスリカ科幼虫と貧毛類が優占しており、これに汽水種数種と海産種 1 種で動物相を構成していた。一方、塩素量が平常は表層で 10 ‰ 前後の貝池では海産種のみが生息し

* 3-3 節の注で述べた貝池のスビオ科多毛類には、体前部の形態がヤマトスビオと一致する個体は含まれていなかった。

ており、両湖沼ではそれぞれ、塩分に対応した異なる動物相が形成されていた。また嶺崎池・貝池ともに、底生動物の密度は秋季には高く、夏季には低かった。さらに、貝池では二枚貝類と多毛類の優占種が深度によって異なっており、このうち二枚貝類については、生活様式や摂食様式と底質との関係で、種特有の深度分布が構成されると推測した。

嶺崎池・貝池ともに、動物相と湖水の塩素量との対応関係は、汽水域に普通に生息している汽水種の不在という点で、日本の他の汽水湖沼における対応とは異なる様相を示した。両湖沼における、礫州で海域から閉塞されているうえに、淡水の流入河川がないという水文学的な特殊性が、この原因である可能性を議論した。

文 献

- 荒巻 孚・山口雅功・田中好國 (1976) : 鹿児島県、上甕島における甕四湖の水文地形的研究。専修自然科学紀要, **9** : 1-80.
- 朝比奈英三 (1940) : 藻琴沼の底棲動物。動物学雑誌, **52** : 157-175.
- 朝比奈英三 (1941) : 北海道における蜆の生態学的研究。日本誌, **10** : 143-152.
- 朝比奈英三 (1942) : 北部北海道汽水域とその底棲群集。陸水雑, **12** : 101-109.
- 朝比奈英三 (1943a) : 北海道北見国壽沸沼の底棲動物。陸水雑, **13** : 63-70.
- 朝比奈英三 (1943b) : 十勝海岸湖の底生動物 I。動物学雑誌, **55** : 137-154.
- GRAY, J. (1974) : Animal-sediment relationships. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., **12** : 223-261.
- INAMORI, Y. and Y. KURIHARA (1979a) : Analysis of the environmental factors affecting the life of the brackish polychaete, *Neanthes japonica* (Izuka). I. The effects of the environmental factors on survival and growth. Bull. Mar. Biol. St. Asamushi, Tohoku Univ, **16** : 87-100.
- INAMORI, Y. and Y. KURIHARA (1979b) : Analysis of the environmental factors affecting the life of the brackish polychaete, *Neanthes japonica* (Izuka). II. Thermal and salty conditions required for development and growth. Bull. Mar. Biol. St. Asamushi, Tohoku Univ, **16** : 101-112.
- INAMORI, Y. and Y. KURIHARA (1979c) : Analysis of the environmental factors affecting the life of the brackish polychaete, *Neanthes japonica* (Izuka). III. The effects of the environmental factors on fertilization, cleavage and post-larval development. Bull. Mar. Biol. St. Asamushi, Tohoku Univ, **16** : 113-121.
- 井上晴夫 (1965) : 八郎潟の沿岸及び湖底の動物。八郎潟の研究, 282-335.
- 井上晴夫・五十嵐敬治 (1976) : 尾駮・鷹架沼の底生動物。尾駮・鷹架沼生態調査研究報告書, 69-90. 尾駮・鷹架沼生態調査研究会(編)むつ小川原総合開発センター.
- KIKUCHI, T. (1964) : Ecology and biological production of Lake Naka-Umi and adjacent regions. 3. Macro-benthic communities of Lake Shinji-Ko and Lake Naka-Umi. Spec. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. Series II, Part I : 21-44.
- 菊池泰二 (1979) : 多毛類 *Capitella capitata* の生態、生活史：“汚染指標種”の生態的特性をめぐって(総合抄録)。ベントス研連誌, **17/18** : 33-51.
- 菊池泰二・田中雅生 (1976) : シズクガイ *Theora lata* (HINDS) の生態的特性、殊に生活史の特徴と非調和性環境への適応性について。生理生態, **17** : 261-271.
- 菊池泰二・菊池昶史 (1967) : 茨城県涸沼の底生動物、その春季相について。日本生態学会誌, **17** : 63-69.
- 神戸海洋気象台 (1935) : 甕島湖群湖沼観測報告。海洋時報, **8** : 163-199.
- 李 元山・中尾 繁 (1985) : 北海道汽水湖群の底生動物群集、特に群集系列と環境との関係。北海道大学水産学部研究彙報, **36** : 12-27.
- 益子帰来也 (1981) : 汽水の生物学。陸水雑, **42** : 108-116.
- MATSUYAMA, M. (1977) : Limnological features of Lake Kaiike, a small coastal lake on Kamikoshiki Island, Kagoshima Prefecture, Japan. Jpn. J. Limnol., **38** : 9-18.
- MATSUYAMA, M. (1978) : Stratified condition of Lake Kaiike, a small coastal lake on Kamikoshiki Island, Kagoshima Prefecture. Jpn. J. Limnol., **39** : 97-102.
- MATSUYAMA, M. (1979) : On the purple sulfur bacterium, *Chromatium* sp., densely populating the mid-depth of Lake Kaiike, Kamikoshiki Island, Kagoshima Prefecture. Jpn. J. Limnol., **40** : 20-28.
- MATSUYAMA, M. (1980) : Some considerations on the dense population of a purple sulfur bacterium, *Chromatium* sp., at the mid-depth of Lake Kaiike. Jpn. J. Limnol., **41** : 84-94.
- MATSUYAMA, M. (1981a) : Three coastal lakes on Kamikoshiki Island, Kagoshima Prefecture. Jpn. J. Limnol., **42** : 52-57.
- MATSUYAMA, M. (1981b) : Comparative aspects of a small coastal lake, Kaiike, on Kamikoshiki Island, Southern Kyushu, Japan. Verh. Internat. Verein. Limnol., **21** : 979-986.

- MATSUYAMA, M. (1982): A dense community of ciliates of the Trachelocercidae family around the bacterial plate at the mid-depth of Lake Kaiike. Jpn. J. Limnol., **43**: 280-284.
- MATSUYAMA, M. (1983): A phototrophic bacterium of Chromatiaceae family isolated from the mid-depth of Lake Kaiike. Jpn. J. Limnol., **44**: 6-20.
- MATSUYAMA, M. (1984): Characteristics of a phototrophic bacterium isolated from the bacterial plate of Lake Kaiike. Jpn. J. Limnol., **45**: 158-164.
- MATSUYAMA, M. (1985): A gas-vacuolate phototrophic bacterium isolated from the bacterial plate of Lake Kaiike. Jpn. J. Limnol., **46**: 192-198.
- 松山通郎 (1985a): 鹿児島県上甕島貝池にみられる特異な有機物生産. 生物科学, **37**: 14-23.
- 松山通郎 (1985b): 上甕島貝池の成層状態と海水の流出流入. 陸水雑, **46**: 229-238.
- MATSUYAMA, M. (1986): N_2 fixation of a large phototrophic bacterium isolated from the bacterial plate of Lake Kaiike with some considerations on its *in situ* growth. Jpn. J. Limnol., **47**: 369-375.
- MATSUYAMA, M. and E. SHIROUZU (1978): Importance of photosynthetic sulfur bacteria, *Chromatium* sp. as an organic matter producer in Lake Kaiike. Jpn. J. Limnol., **39**: 103-111.
- NAKAO, S. (1982): Community structures of the macro-benthos in the shallow waters in northern Japan. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **28**: 225-304.
- OKUDA, S. (1935): Some lacustrine polychaetes with a list of brackish-water polychaetes found in Japan. Annot. Zool. Japon., **15**: 240-246.
- REDEKE, H. C. (1933): Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna des Brackwassers. Verh. internat. Verein. Limnol., **6**: 46-61.
- REMANE, A. and C. SCHLIEPER (1971): *Biology of Brackish Water*. John Wiley & Sons.
- 田中彌太郎 (1984): ヤマトシジミの塩分耐性について. 養殖研報, **6**, 29-32.
- 上野益三 (1937): 藻琴沼とその生物. 植物及動物, **5**: 1261-1268.
- UENO, M. (1938): Bottom fauna of Lake Abasiri and the neighbouring waters in Hokkaido. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc., **15**: 140-167.
- 上野益三 (1943): 日本の汽水特に潟湖の生態学的研究, 第1報, 日本海沿岸汽水の底棲動物. 服部報公会研究報告, **10**: 409-425.
- 上野信平・山本護太郎 (1982): *Capitella capitata* ならびに *Paraprionospio pinnata* の生理的耐溶性について. ベントス研会誌, **23**, 60-68.
- 山本護太郎 (1954): 汽水性水域の底棲生物群集の研究 III. 尾駁沼・鷹架沼の底棲生物, 特に群集型の系列について. 日本生態学会誌, **4**: 60-63.
- (著者: 山室真澄, 東京大学理学部地理学教室, 〒113 東京都文京区本郷7丁目3番1号; Masumi YAMAMURO, Department of Geography, Faculty of Science, The University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo, Tokyo, 113)
- 1986年10月31日 受付
1987年5月8日 受理