

中海・宍道湖等水産資源管理対策事業

宍道湖の環境群と生物群集

園田 武*¹・中村幹雄・山根恭道・中尾 繁*¹

日本におけるヤマトシジミの重要な漁場としてしられる宍道湖は、島根県の日本海側北部の島根半島に位置する、面積79.2km²、最大水深6m、周囲長48kmの貧かん性汽水湖である。宍道湖西部には斐伊川が流入し、東部は流路約7.5kmの大橋川を通して中海と連絡しているために大橋川は中海から宍道湖へのかん水流入路となっており (Ishitobi et. al 1989)、周年にわたるかん水の流入が認められる。汽水域は、海水と淡水が混じりあい複雑な環境要因を生みだし、汽水域独自の生態系を形作っている (Odum, 1971)。一般に夏期の汽水湖においては表水層と低水層の温度格差が大きく、また表水層には河川から流入する淡水、低水層には海から逆流して来るかん水が存在しているために夏期成層状態が著しく形成されることが多い。このようなわが国の内湾や潟湖についての環境要因と底生生物との関係については多くの研究がある (上野, 1943; 山本, 1954; Kikuchi, 1964; 菊池・菊池, 1967; Nakao, 1978; 1979; 1982; 李・中尾, 1985)。

そこで本研究では、このような夏期の宍道湖における底生動物群集と環境要因との関係を把握することおよび今後の研究資料とすることを目的とする。

材料および方法

調査は1991年8月5～6に図.1に示したように宍道湖に40地点を設定して行った。

〈水質〉各地点において表層から底層まで1mごとにサリノメーター、D0メーターを用いて塩分濃度、水温、溶存酸素量の鉛直観測を行った。

〈底質〉採集面積1/20m²の小型スミス・マッキンタイヤー型採泥器を用いて各地点2回ずつ採泥を行った。なお、底質の性状によりスミス・マッキンタイヤー型採泥器が使用不可能な場所では採集面積1/40m²のエックマン・バージ型採泥器を用いた。この場合は各地点4回ずつ採泥した。

〈底生動物〉底生動物は得られた底質から0.5mm目合いのふるいを用いて分離し、ふるい上の全ての動物を中性ホルマリンで固定し、その後各地点ごとの種を同定し、各種別別固体数を算出した。

別に採取した底質は表層2cmまでを化学分析用試料として容器にいれ凍結保存したあと、粒度組成を粒径-1φ以下から4φまでをふるい分け法、4φから6φ以上を日立光走査型粒度分布測定機PSA-2を用いて計9段階に分けて求め、全炭素料、全窒素料を柳本C-NコーダーMT500型によって全硫化物量を富山・神崎法 (1952)により求めた。また間隙水塩分量は湿泥を遠心分離し、上澄み

* 1 北海道大学水産学部

の一定量をFajans法により測定し、間隙水塩素量として求め、つぎの変換式から間隙水塩分量として求めた。

$$S = 0.030 + 1.8050 \text{ Cl}$$

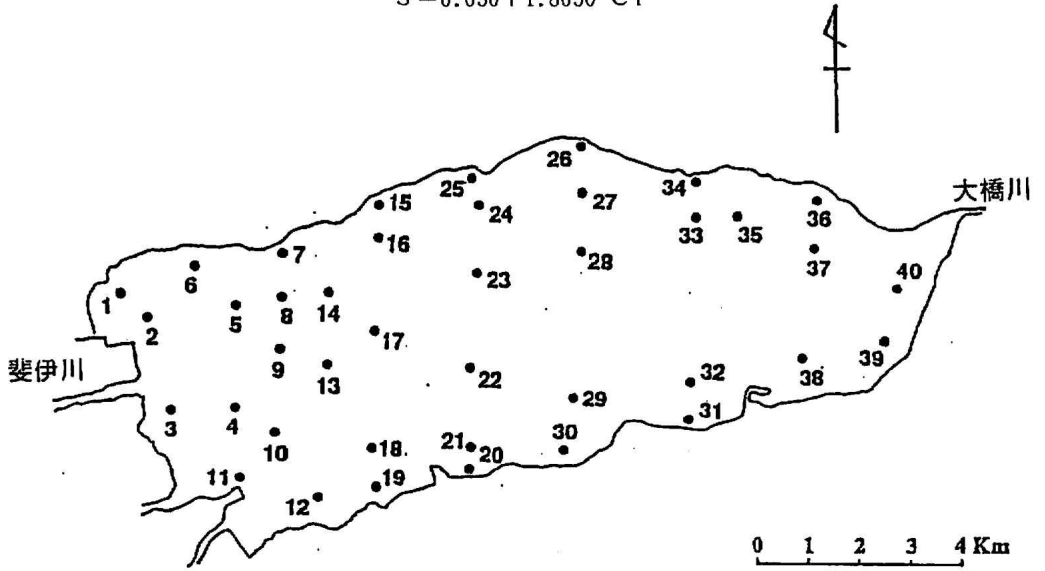


図.1 実道湖における採集地点

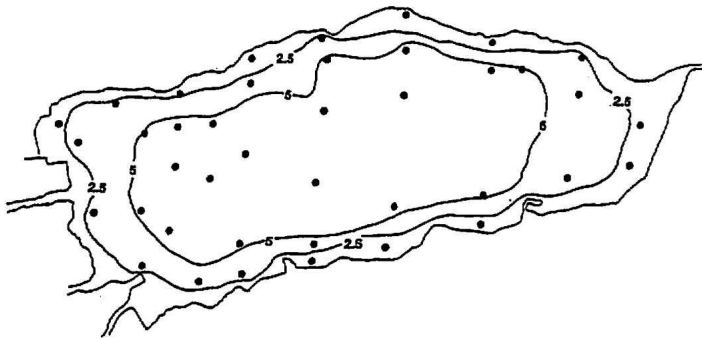


図.2 実道湖の等深線による地形図 (単位: m)

結 果

設定した40地点のうち、地点39において底質が採集できず、地点1から10までは計測機器の故障のため水質調査が行えなかった。

I. 環境要因

図.2に示すように水深は南北両湖岸から湖中央部に向けて比較的急な傾斜で深度を増すのに対して、東西両湖岸ではゆるい傾斜で深度を増しており、全体的に湖棚は良く発達している。湖中央部は水深5 m以上の湖底平原が広範囲に広がっている。

(1) 水質

湖内水の性状を把握するために湖中央部を中心に11地点を設定し、各地点の水温、塩分量、溶存酸素量の鉛直分布を示す(図.3)。どの地点でも表層から底層までの水温の急激な変化は見られないため、湖内に水温躍層が形成されている可能性は小さいと思われる。また溶存酸素量、塩分量については地点23, 28, 29, 32, 33の底層付近で比較的急な変化が見られる他は大きな変動は見られない。全体的に見ると溶存酸素量は7 ppm前後の値を示し、塩分量は1~4‰と低い値を示している。

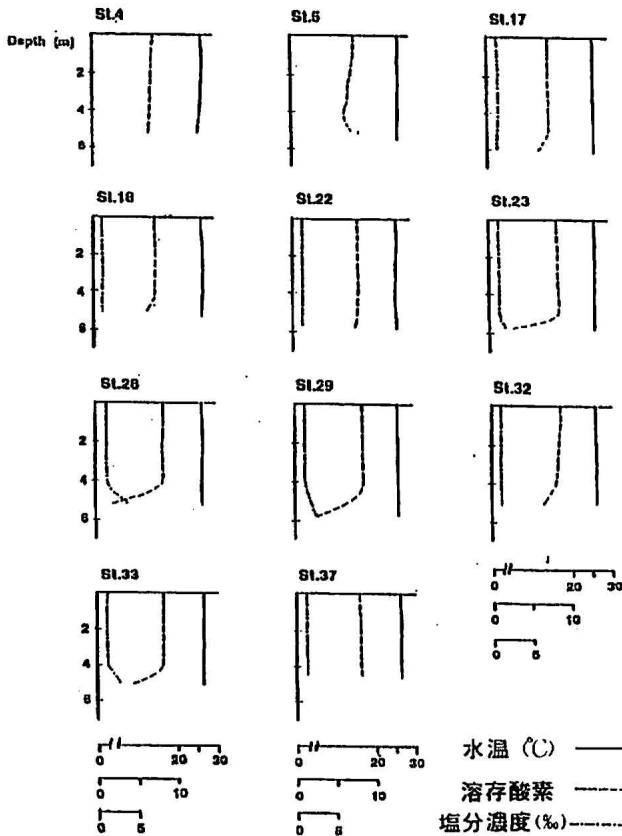


図.3 採水地点における水温、塩分量、溶存酸素量の垂直分布

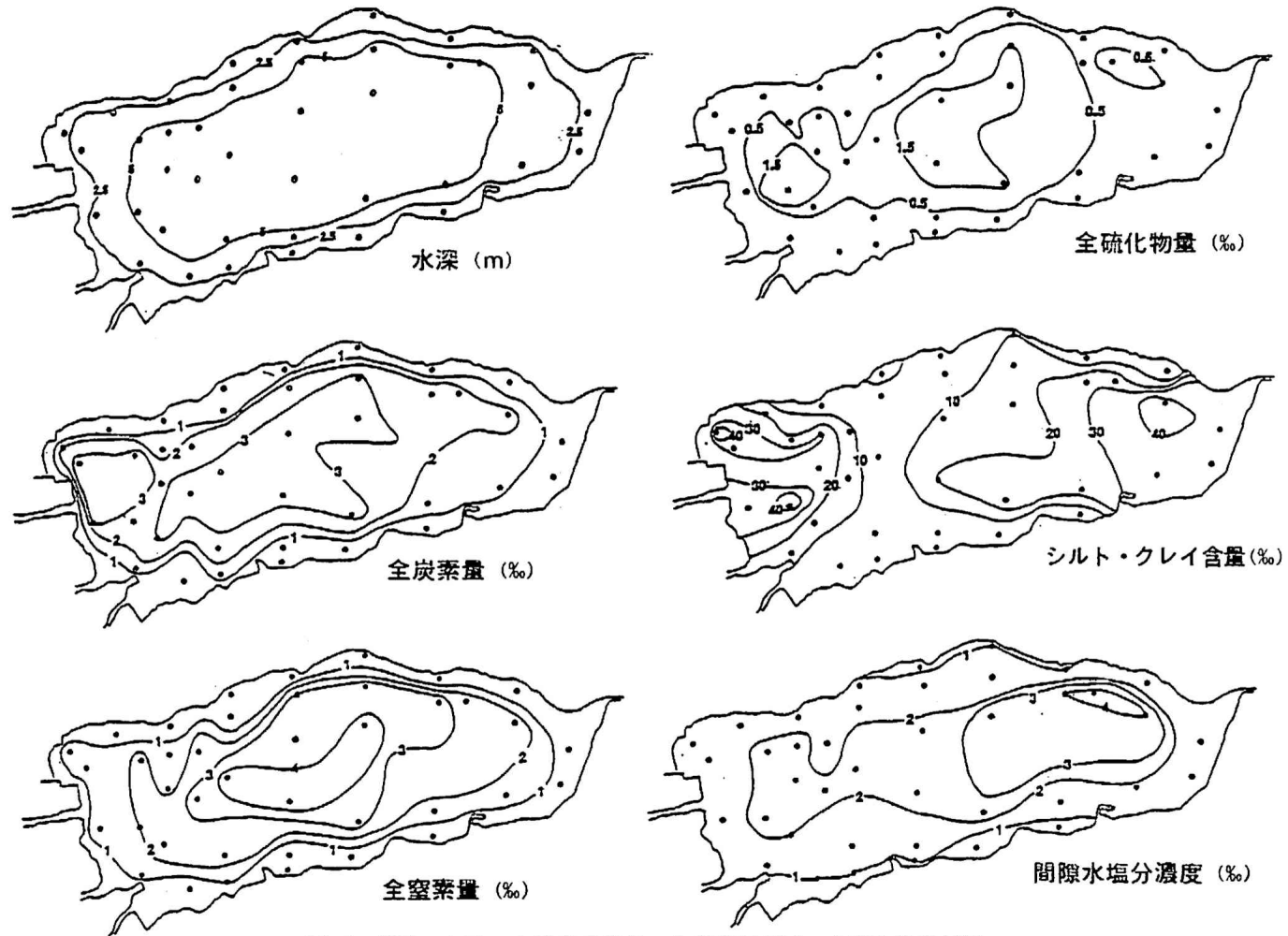


図.4 湖底における全炭素量(%), 全窒素量(%), 全硫化物量(%), シルト・クレイ含量(%), 間隙水塩分量(%)の空間的配置

(2) 底質

湖底質の化学的性状について各分析項目の水平分布を図.4に示す。全炭素量・全窒素量は共に湖岸から等深線に沿って湖中央部に向かうに従い増加する傾向があり、全炭素量については斐伊川河口域および湖中央部で3%以上の地域が認められ、全窒素量は湖中央部で4%以上の地域が広がっている。

全硫化物量は斐伊川河口および湖中央部に1.5%以上の地域が認められる。

つぎに底質シルト・クレイ含量については、湖西部の斐伊川河口域および東部の大橋川への導入部域で比較的高い割合を示しているのに対し、湖中央部は低い傾向にある。

斐伊川河口域は全炭素量、全硫化物量、シルト・クレイ含量ともに大きな値を示しているが、これは河川流入由来の有機物質が河口域に沈積してきた結果と考えられる。

間隙水塩分量は全体的に4以下と低い値であるが、湖東部では比較的高い値となっている。

(3) 底質環境群

(2)で述べた5つの項目(全炭素量、全窒素量、全硫化物量、シルト・クレイ含量、間隙水塩分量)の数値(P,%)について、分析できた39地点においてそれぞれの地点間の類似性を検討して見るために、Snedecor and Cochran(1967)によるつぎの変換値Xを用い、結果からユークリッド平方距離を算出した。

$$X = \arctan \sqrt{(P / (100-p))}$$

この結果をMountford(1962)の平均連結法でデンドログラムとして示し、ユークリッド距離200を基準にI-Nの4つのグループとどれにも属さない地点26と分けた。デンドログラムと各グループの地理的配置図を図.5に示す。

グループIは斐伊川河口および大橋川導入部に分布し、グループIIは湖北西域、グループIIIは南北湖岸沿いに、グループIVは湖東部域に各々分布している。この4つのグループの特徴を示すために5つの分析項目の平均値を表.1に示す。間隙水塩分量はグループIVで最も高く、グループIIIで低い値をとり、全硫化物、全炭素量、全窒素量はグループIIIを除きほぼ似たような値を示している。シルト・クレイ含量に関して見ると、グループI、IV、IIの順に低くなっており、グループIIIは他の3グループに比較して2.62%と低い値になっている。

表.1 各グループにおける5つの環境要因の平均値

湖 底	Group I	Group II	Group III	Group IV
間隙水塩分量 (%)	1.69	1.82	1.31	3.20
全硫化物量 (%)	0.08	0.07	0.02	0.08
全炭素量 (%)	2.27	2.66	0.85	2.47
全窒素量 (%)	0.15	0.25	0.08	0.29
シルト・クレイ含量 (%)	37.55	14.37	2.62	26.88

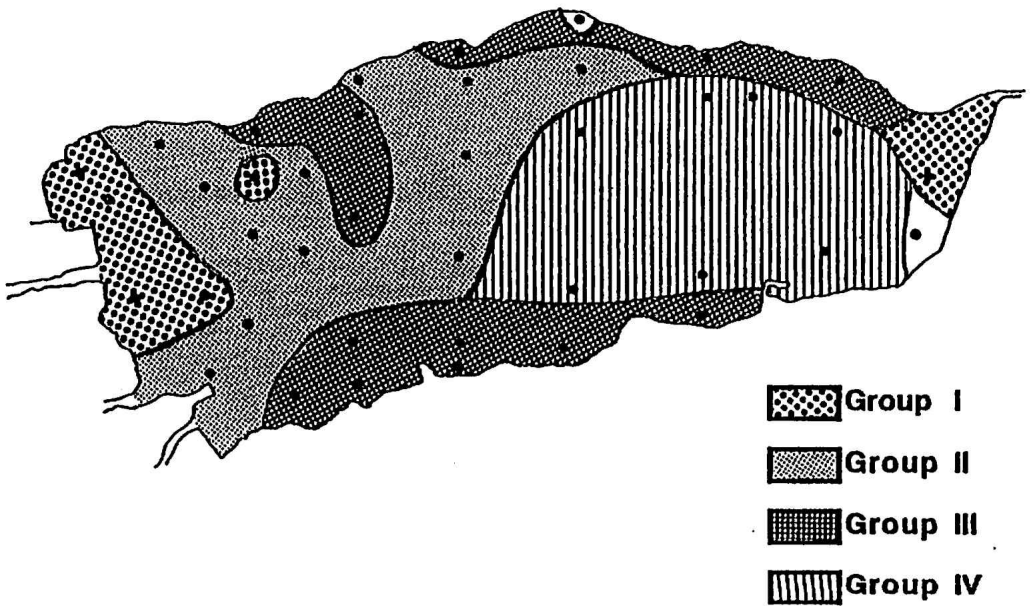
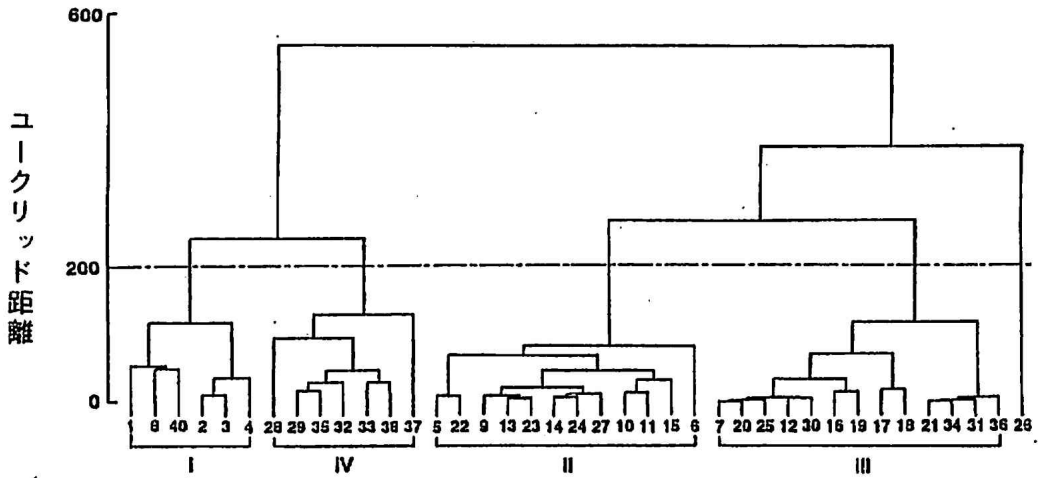


図.5 平均連結法によりユークリッド距離を算出し、系統樹を作成した(上)
ユークリッド距離により分けた4つのグループの水平分布(下)

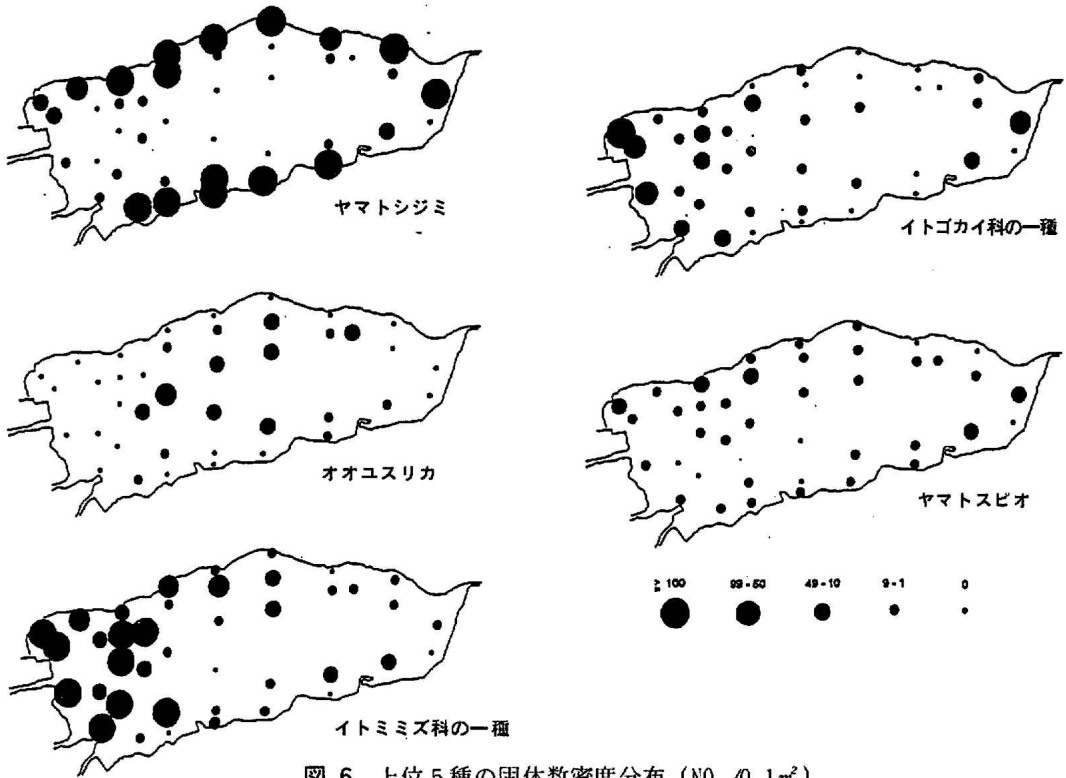


図.6 上位5種の固体数密度分布 (NO./0.1m²)

表.2 宍道湖に見られる底生動物の種名と固体密度(NO./0.1m²)および占有率

種名	固体数 (NO./0.1m ²)	占有率
ヤマトシジミ	3136	48.23
イトミミズ科の一種	2176	33.47
イトゴカイ科の一種	478	7.35
オオユスリカ	297	4.57
ヤマトスピオ	176	2.71
<i>Cyathara</i> sp.	89	1.37
<i>Chone</i> sp.A	58	0.89
<i>Procladius</i> sp.	55	0.85
<i>Neanthes diversicolor</i>	13	0.20
<i>Photis</i> sp.	13	0.20
<i>Chone</i> sp.B	7	0.11
<i>Ampelisca brevicornis</i>	3	0.05
<i>Mysidacea</i> sp.	1	0.02
Total	6502	100.00

II 底生動物群集

採集された底生動物は全部で13種類あり(表.2), 環形動物, 節足動物が各々6種類, 軟体動物が1種類であった。全個体数に占める各種の割合を見てみると, ヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)が全体の48.23%を占め最も優占しており, 続いて貧毛類イトミミズ科の一種(*Tubifex* sp.)が33.47%, 多毛類イトゴカイ科一種(*Notomastus* sp.)が7.35%, オオユスリカ(*Chironomus plumosus*)4.75%, ヤマトスピオ(*Prionospio japonicus*)2.71%と続き, この上位5種で全個体数の96.33%を占めている。これら上位5種の個体数密度分布を図. 6に示す。ヤマトシジミは湖南北湖岸沿いに浅い湖棚上に広く分布しているが, 斐伊川河口域には比較的少数しか分布していない。これにたいしてイトミミズ科の一種, およびイトゴカイ科の一種は湖西部斐伊川河口域に分布が集中している。ヤマトスピオは湖全域に平均的に出現し, 一方でオオユスリカは水深の深い湖中央部に分布している。

一般に汽水湖においては河口域のように塩分濃度の日周変化は少なく, その塩分濃度の変動は季節的な水量の増減などの気象条件に大きく支配され, 長期的な変動として捉えられ, 実道湖においてもIshitobi et al. (1989)が報告している。夏期においては, 水温躍層の形成と湖底層に流入するかん水と表層の河川流入由来の淡水との比重差で成層状態が強く形成される傾向にあり, このような成層状態は水塊の鉛直混合を妨げ底層での嫌気状態を生みだし, 無生物域を作る原因となる。実道湖においても上野(1943), Kikuchi(1964), 中村ら(1982)の調査で夏期の無生物域の存在が認められている。今回の調査では実道湖内に明確な成層状態を認めることはできず, 湖中央部に低酸素水塊の存在が示唆されるものの湖全域にわたり溶存酸素量, 塩分量とも比較的安定した値にあることが認められ, 無生物域は認められなかった。

つぎに底生動物群集系を検討するために各地点間の種組成と個体数に見られる類似性をKimoto (1967)の類似度指数で求めMountford(1962)の平均連結法によってデンドログラムを作成し, この結果から類似度指数0.32で区切ることによりA, B, Cの3つの群集型に分けることができた。デンドログラムと各群集型の空間的配置を図.7に示す。

表.3 各群集型における優占種とその編組比率および指数
SR:種の豊富さ H':多様度 J':均等性指数

群集型	種名	編組比率	指数
A	イトミミズ科の一種	73.2	SR=0.874
	イトゴカイ科の一種	11.6	H'=0.688
	ヤマトシジミ	10.6	J'=0.229
B	オオユスリカ	63.5	SR=0.798
	イトミミズ科の一種	14.9	H'=1.329
	Procladius sp.	8.7	J'=0.384
C	ヤマトシジミ	86.6	SR=1.028
	イトゴカイ科の一種	3.9	H'=0.205 J'=0.056

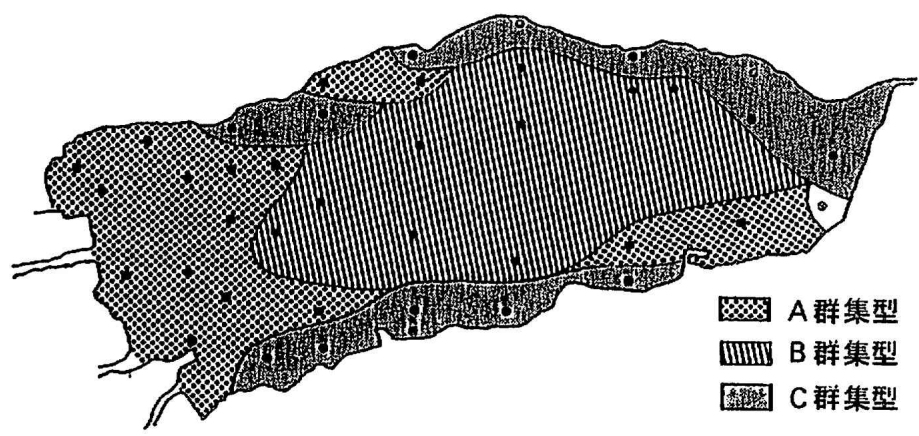
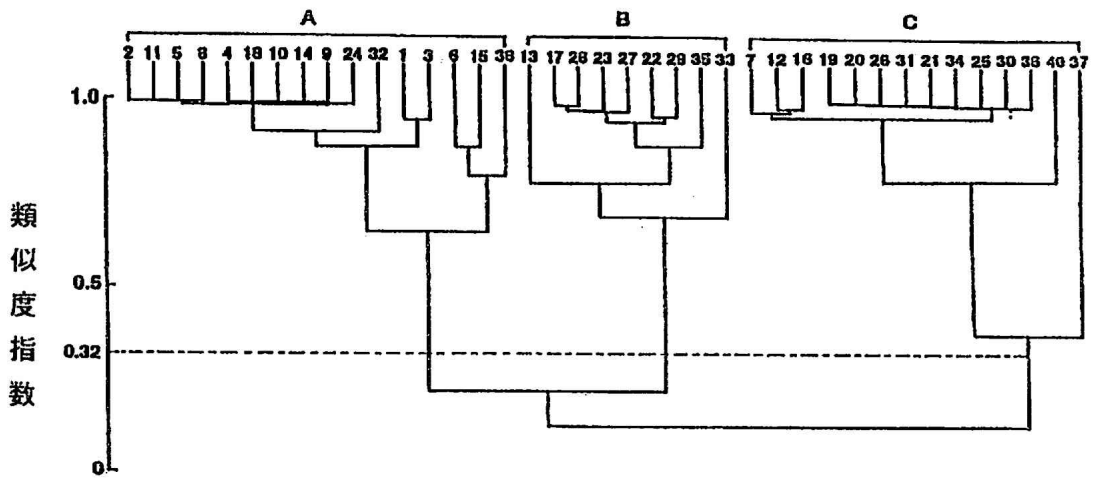


図.7 Kimotoの類似度指数により作成した系統樹と、3つの群集型の水平分図

A群は湖西部の斐伊川河口域に大きな分布域を持ち、B群は水深の深い湖中央域に、C群は湖岸沿いの水深の浅い湖棚上に分散して各々分布している。湖全体にたいしてA、B両群の分布域がほぼ大半を占めている。A、B、C各群集について各群集型における主要出現種とその編組比率および、種類に関する豊富さの程度を表すSR (Species richness)(Margalef, 1958), Shannon-Wiener関数による多様度指数 H' , またPielou(1966)の均等性指数 J' を、各々表. 3に示した。A群集はイトミミズ科の一種(*Tubifex* sp.)が73.2%と卓越しており、ついでB群集ではオオユスリカ(*Chironomus plumosus*)が63.5%, C群集ではヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)が86.6%とそれぞれ卓越しており、これら各群集型の優先手で各群集型を代表して呼ぶと、A群集型はTubifex群集型、B群集型はChironomus群集型、C群集型はCorbicula群集型となる。また各々の群集型の各多様度を比較して見るとCorbicula群集型はTubifex, Chironomus両群集型に比べてSRが大きく、 H' , J' は小さい値をとっていることから、出現種数は多いがヤマトシジミの個体数が非常に多いために均衡性が低く優占度の高いことを示している。更にTubifex, Chironomus両群集型についてはSR, J' に顕著な差は見られないが、Chironomus群集型で H' が3群集型中で一番大きな値であることから[Chironomus群集型では出現種数と各種個体数が比較的均等していることを示していると思われる。

摘 要

1991年8月に、島根県宍道湖において環境要因と底生動物群に関して調査を行い以下のような結果を得た。

1. 底質は4つの地点群に分けられ、全炭素量、全窒素量、全硫化物量は水深と平行して増加する傾向にあり、斐伊川河口域でも高い値を示した。
2. 底生動物群衆は、Tubifex群集型、Chironomus群集型、Corbicula群集型の3つの群集型に分けられた。
3. Tubifex, Chironomus両群集型は有機物量、シルト・クレイ含量が高い値を示す底質型に分布が集中する傾向があり、Corbicula群集型は有機物量、シルト・クレイ含量が低い底質型に強く集中して分布する傾向が認められた。

参 考 文 献

- Ishitobi, Y., Kamiya, H., Hayashi, K., Gomyoda, M. (1989) .The tidal exchange in Lake Shinji under low discharge conditions. *Jap. J. Limnol.* 50:105-113
- Jaramillo, E., Mulsow, S., Pino, M. and Figueroa, H. (1984) :Subtidal benthic macrofauna in an estuary of south Chile; Distribution pattern in relation to sediment types. *Mar. Ecol.*, 5, 119-133
- 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., Ser. II .Part 1. 21-44
- Kimoto, S (1967) :Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Esakia*, 6, 27-54.
- Mountford, M. D. (1962) :An index of similarity and its application to classificatory problems. In Murphy, Z. W. (ed.) *Progress in Soil Zoology*, 43-50 Butterworth, London.
- Nakao, S. (1978) :Distribution of benthos in relation to the sulphide-content in the bottom sediments of mixo-polyhaline Lake Notoro, Hokkaido. *Bull. Fac. Fish, Hokkaido Univ.* 29, 199-212
- (1979) :Seasonal and spatial changes in the structure of mixohaline benthic communities, *ibid.* 30, 1-13
- (1982) :Community structures of the macro-benthos in the shallow waters in northern Japan. *Mem. Fac. Fish, Hokkaido Univ.* 28, 225-304
- 中村幹男・山本孝二・小川綱代・須藤正志・後藤悦郎・大島展志 (1983) :宍道湖の底生動物と底質1982 夏期相。島根県水産試験場事業報告, 186-204.
- Odum, E. P., (1966) :*Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Co.

Pielou,E.C. (1966) :The measurement of diversity in different types of biological collection.J.Theoret.Biol.13,131-144.

季元山・中尾繁 (1985) :北海道汽水湖群の底生動物群集, 特に群集系列傾列と環境との関係. 北大水産彙報, 36 (1) ,12-27

Snedecor,G.W.and Cochran,W.g. (1967) :Statistical methods,Iowa State Univ.Press.- Ames,Iowa.593pp.

富山哲夫・神崎嘉瑞夫 (1952) . 底泥に含まれる硫化物の少量定量法。日水試, 17,115-121

上野益三 (1943) :日本の汽水湖特に潟湖の生態学的研究, 第一報. 服部報公会研究報告, No.10:409-423

山本護太郎 (1954) :汽水性水域の底棲動物群集の研究, 尾沼, 鷹架沼の底棲生物特に群集型の系列について. 日生態会誌, 4:60-63