

# 宍道湖の底生動物と底質

## 1982年 夏期相

中村幹雄・山本孝二・小川絹代  
須藤正志・後藤悦朗・大島展志

中海 宍道湖の干拓・淡水化事業によって近い将来、中浦水門は締切られ、宍道湖は現在の汽水湖より純淡水湖に大きく移りかわろうとしている。淡水化による水質の変化、或は生態系に与える影響は計り知れなく大きいものと思われる。また近年は宍道湖を取りまく社会的、経済的環境の変化によって水質の汚濁化が進んでいる。こうした変化の兆候や過程を明らかにするためには現在の宍道湖の環境特性を把握しなければならない。

仁刀屋内水面分場では環境の特性を把握するのに底生動物と底質とに注目してここ数年来調査してきた。それは底質がその水域の水質の平均的様相であり、底生動物群集はその場に適應できる種のみが生息しているので、その場の底生動物の種や種の構成、個体数などを調べることにより水質、底質を含めたその水域の累積的、総合的な環境の特性を把握することができるためである。

調査、採集地点が多く（248地点）、調査も長期間に渡ったが幸いにも多くの調査協力者を得て底層水、底質、底生動物の総合的な調査を行うことができた。今回、得られた資料は淡水化前の宍道湖の環境実態把握、淡水化、或は富栄養化の過程を解析する基礎資料として役立つものとする。

また1983年、春季、秋季の調査を行い、あわせて考察を行う予定である。

採集動物の種の同定に関しては山室真澄（東京大学：多毛類）、今島実（国立科学博物館：多毛類）、槽谷真宏（島根大学：ユスリカ）、布村昇（富山科学センター：ウミナナフシ）の各氏に負うところが多く深謝する。

### 調 査 方 法

調 査 期 間 : 1982年7月18日～8月11日

調 査 地 点 : 調査地点は図1-1のとおりである。宍道湖を500 m間隔に計248地点を定めた。位置の決定にあたっては、2隻の舟を用いた。一方の舟を固定しておき、他方を時間をきめておおよそ500 mを走らせ、しかるのちに6分儀により位置決定を行った。

採泥・採水方法 : 採泥はエックマン・バージ採泥器を用いて行なった。

採水は北原式B号を用いて、できるだけ湖底から10cm以内の底層水を取るようにした。

---

\* 本調査は島根大学理学部地理学教室と協同で行った。

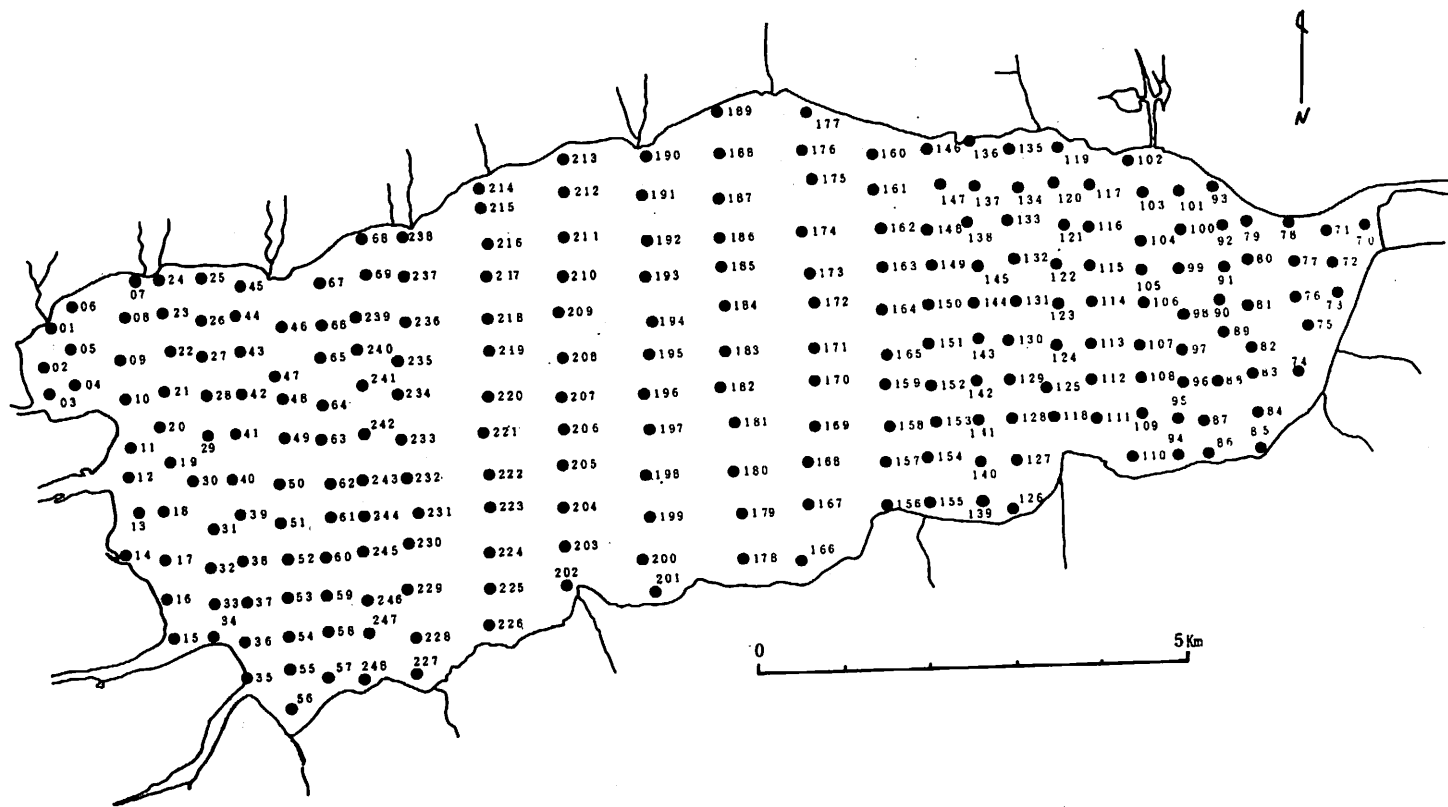


图1 1982年夏期 突道湖调查地点

底 生 動 物 : 採泥にはスミス・マッキンタイヤ型採泥器 (0.05 m<sup>2</sup>) を用い、各定点で1～3回ずつ採取した。採泥試料は0.5 mm目篩で洗い、10%ホルマリンで固定保存した。採集動物は各地点毎に選別し、種の同定、計数および湿重量の計量を行った。

#### 底 層 水

- pH : pHメーターによる現場測定
- DO : Winkler 氏法 (室化ナトリウム変法)
- C<sub>l</sub><sup>-</sup> : モール法
- COD : アルカリ性過マンガン酸法 (30分加熱)

#### 底 質

- IL : 700°Cで4時間加熱による強熱減量
- COD : 湿泥を試料としたアルカリ性過マンガン酸法
- 粒度分析 : 篩別法

調 査 参 加 者 徳岡隆夫 大西郁夫 高安克己 漆戸尊子 日高一彦 抗ノ瀬雅文 三谷貴司  
野村律夫 鈴木徳行 糟谷真宏 七山 太 鳥居直也 橋本圭史 横田正浩

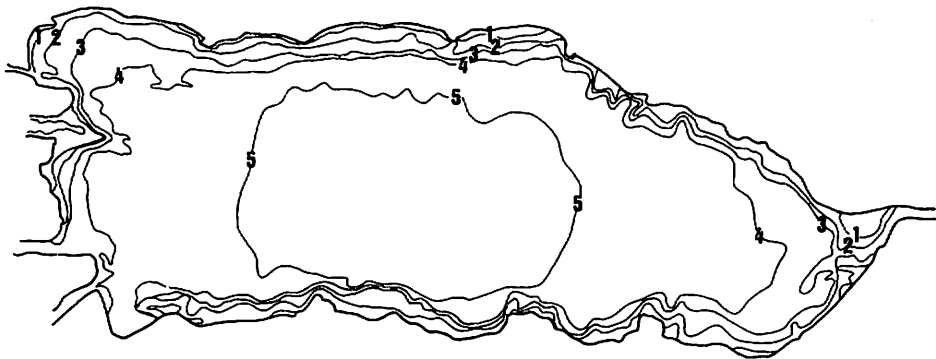


図 2 穴道湖の水深図

## 結 果 と 考 察

1982年、夏期の底生動物と底質の調査結果を報告する。

底層水、底質の分析結果を附表1にまとめた。

各調査地点において出現した底生動物の種類と数量を附表2にまとめた。

### 1. 底層水

底層水の溶存酸素飽和量 (%) を塩素イオン濃度の分布状況を図3、図4に示した。

酸素飽和量の図をみると、水深5 m以上の湖心部の大部分は無酸素或はそれに近い状態であり、

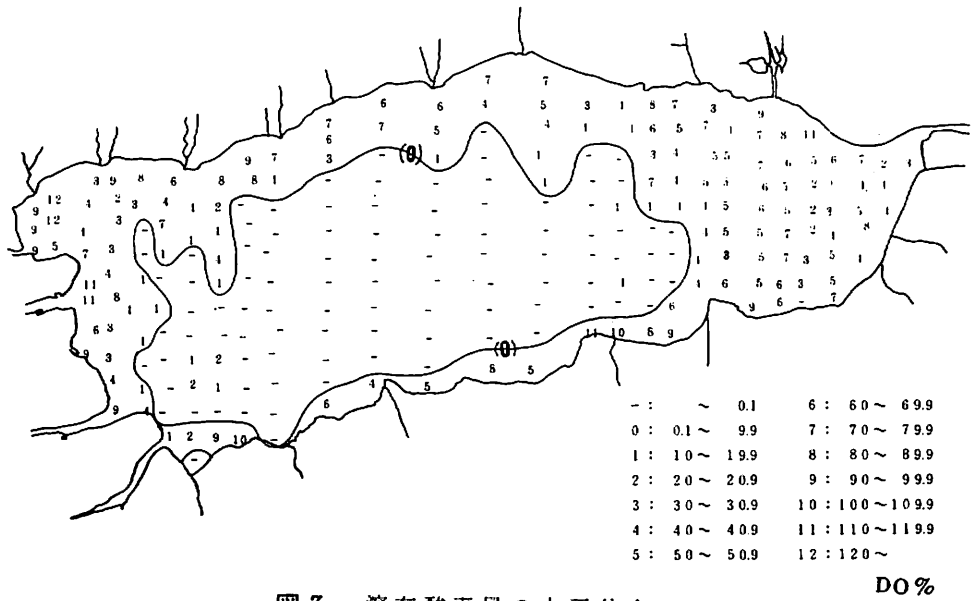


図3 溶存酸素量の水平分布

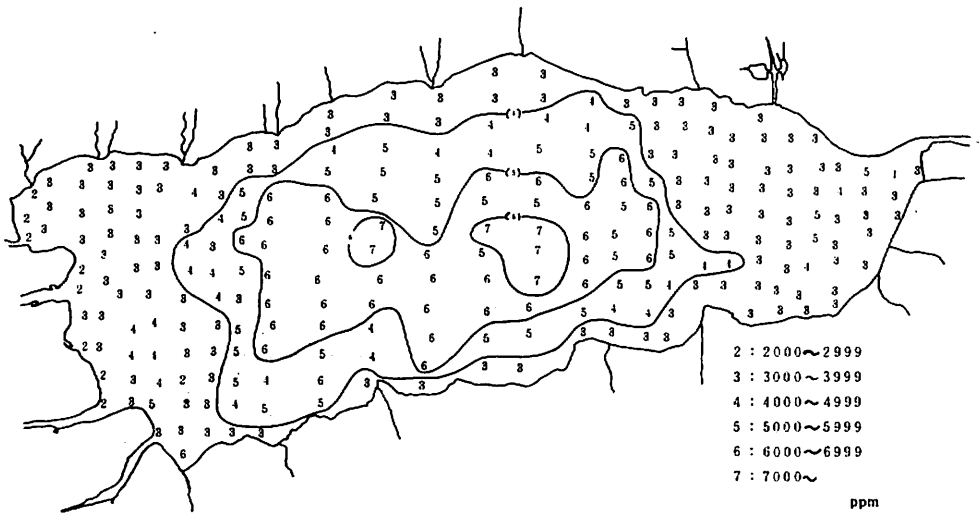


図4 塩素量の水平分布 (ppm)

無酸素地帯は塩素イオン濃度も濃く、6%以上である。

しかし沿岸部4m以浅の砂部分では溶存酸素量は多く、塩素イオン濃度も湖心部の $\frac{1}{2}$ 程度であった。酸素の欠乏は生息する底生動物の生息に直接影響し、塩分濃度は生物の浸透圧耐性と関連し、そこに生息できる種を規制する要因となっている。夏期の穴道湖において、このように広い無酸素地帯が発生するのは穴道湖の富栄養化が進んでいることを示すものである。

そしてまた、このような塩分の存在が汽水湖の水質環境の特性であり、宍道湖は平均塩素イオン濃度 1,000~2,000 ppm の Oligohaline (低塩性汽水湖) に属する Po:Kilohaline (変塩型汽水湖) である。

調査時は年間、最も塩分濃度の高い季節ではあるが、平年よりかなり塩分濃度は高かった。このような塩分濃度変化が底生動物の群集に大きな影響を与える。

## 2. 底 質

### 1) 粒度組成

篩別法による粒度分析結果は附表 1 に示した。

シルト・粘土の含有率の含布状況は図 5 のとおりである。

これまで宍道湖の粒度組成については詳しい報告が見当たらないので今回の資料は底質や底生動物を解析するためでなく、環境の特性を把握するうえでも重要な手掛を与えてくれるものと思われる。粒度組成は湖流、底泥の堆積状態などの累積的な結果を示した。そして底生動物にとっては生息の場所であるため、他の環境要素との相関度が高い。

宍道湖の粒度組成を概観すると沿岸部より湖心部にむかって、粗粒砂・細粒砂・微細粒砂+粗シルト・シルト+粘土と変化する。

宍道湖の 5 m 以深の広い湖盆部はすべてにわたりシルト・粘土含有率が 99% 以上であり、泥は黒色で硫化水素臭が強かった。一方沿岸部の 4 m 以浅はシルト・粘土含有率は 50% 以下である。

また宍道湖西部には宍道湖の流入水量の 8 割を占める斐伊川があり、年間 50~60 万  $m^3$  の土砂

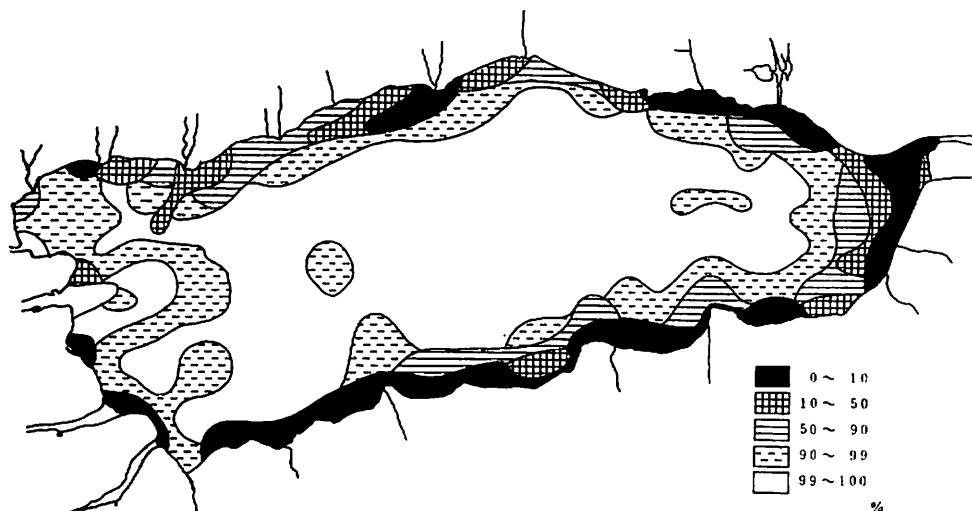


図 5 シルト・粘土の含有率の水平分布

を宍道湖に流入させているため、河口付近は粗粒砂が堆積し、年々浅くなっている。しかし河口から1kmも離れると、シルト・粘土の堆積も非常に多くなり、硫化水素臭もかなり強くなる。また宍道湖の北岸、南岸に流入する中小河川の河口付近は泥と砂が不規則に堆積している。

北岸には岩盤が露出し、砂の堆積がほとんどない地点もある (st.135, st.136, st.146)。漁業者はこの様な底質を「ナメラ」と呼んでいる。

また、砂は後背地の主として花崗閃緑岩の風化砕屑物が河川によって運搬されたものである。

## 2) 底質の化学的性状

底質の有機汚染の指標として重要なCOD, IL (強熱減量)を分析し、その水平分布を図6, 図7に示した。

通常、COD 15~20mg/g, IL 10%以上になると底泥の有機汚染の傾向が強いとされている。

また建設省河川局ではヘドロの除去基準をCOD 20mg/g, 強熱減量 15%, (硫化物 0.3mg/g)としている。こうした点を考慮し等値線を入れてみると、宍道湖では沿岸部4m以浅を除いて宍道湖の全域に渡って底質の有機汚染が進んでいる。

今回、総窒素、総リンの分析を行わなかったが、これらの結果からN, Pの底土への堆積も大きいものと思われる。このような有機物の堆積が酸化分解のため底層水の酸素を消費し、また還元状態でPの底土から再溶出などのため底層における汚濁が一層進んでいる。

底質に関する分析項目の相関図を図8~図11に示した。

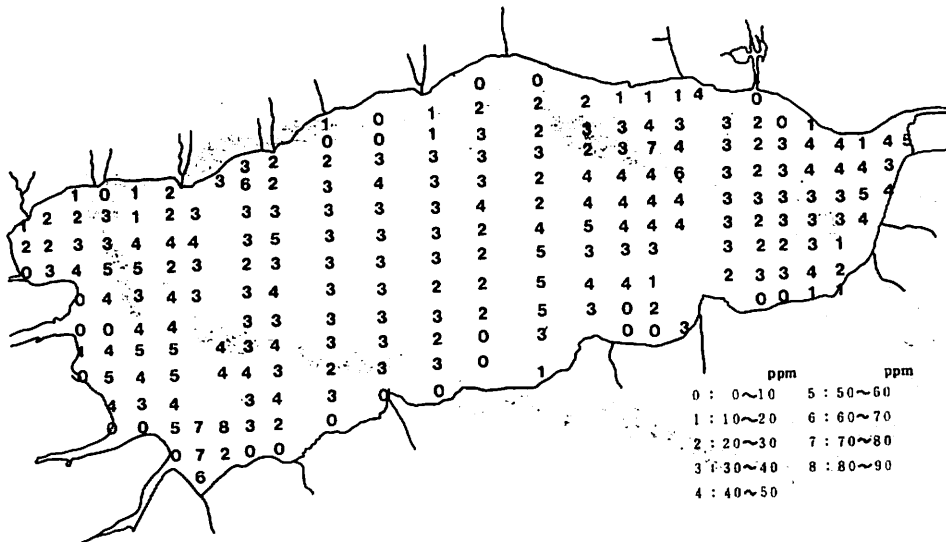


図6 CODの水平分布

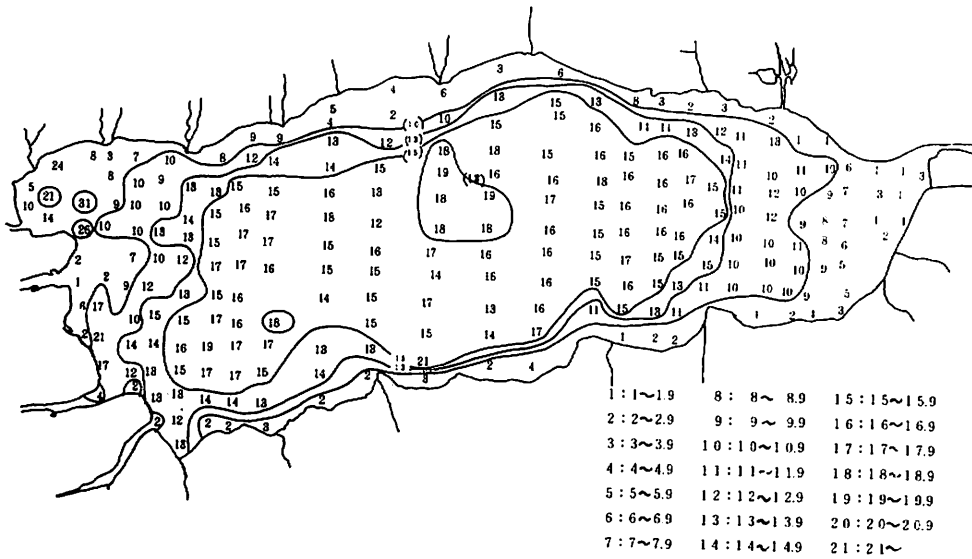


図7 強熱減量 (IL) の水平分布

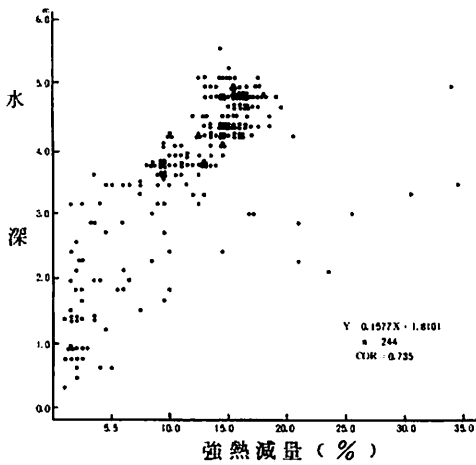


図8 水深と強熱減量の相関関係

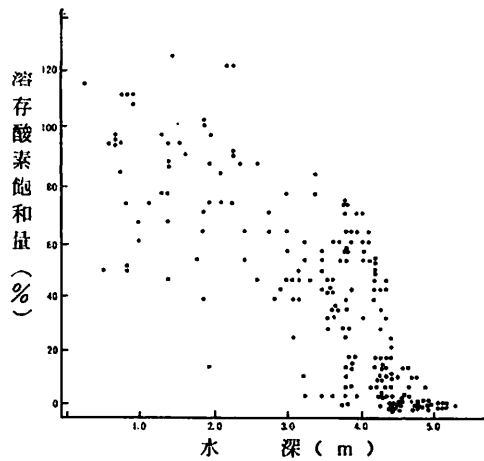


図9 水深と溶存酸素飽和量(%)の相関関係

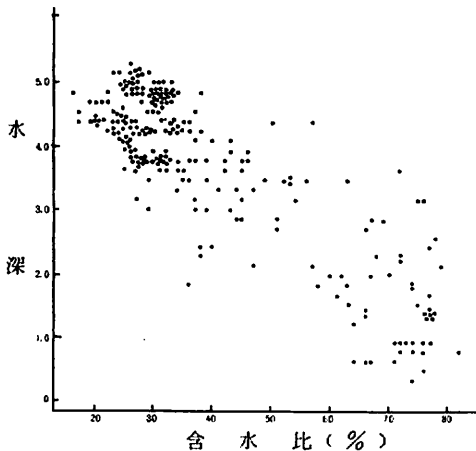


図10 水深と泥の含水比との相関関係

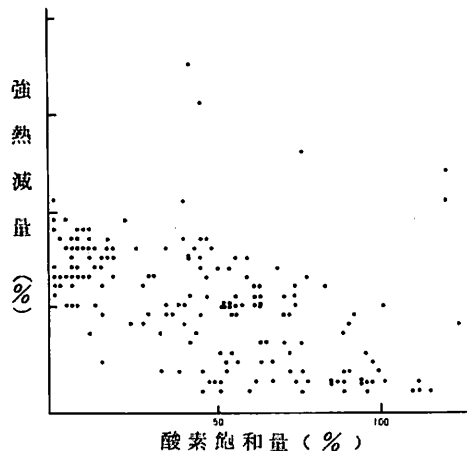


図11 酸素飽和量と強熱減量の相関関係

### 3. 底生動物

1982年、夏期に宍道湖で出現した大型底生動物 (macro-benthos) の主要種を附表2 にまとめた。

今回の調査では出現した底生動物の種類は余り多くなかった。このことは汽水生物相の特徴といわれている。その理由として益子りは第1に塩分の変化が大きいため、海または淡水からの生物拡散・定着に対し、変化の上限下限が相乗的に挙げている。また第2の理由として、汽水の歴史的要

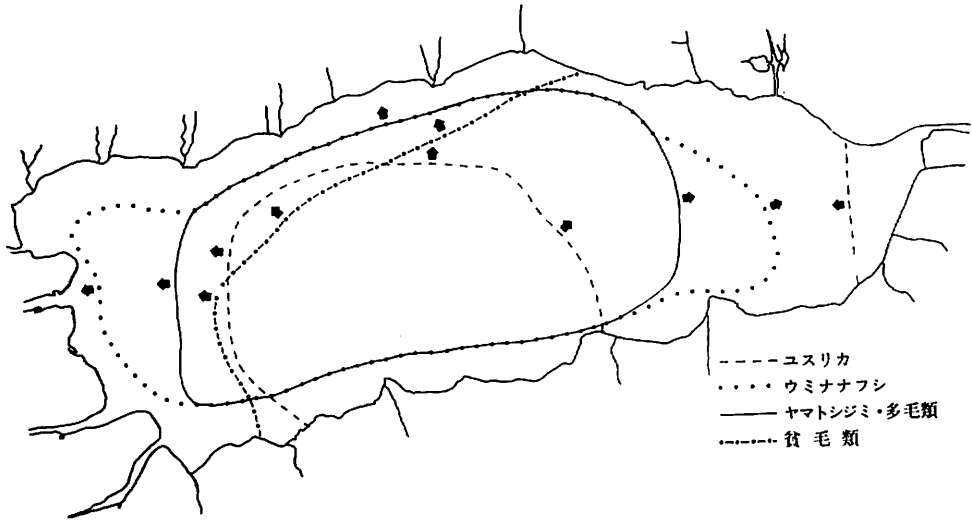


図12 大型底生動物群集の地理的配置

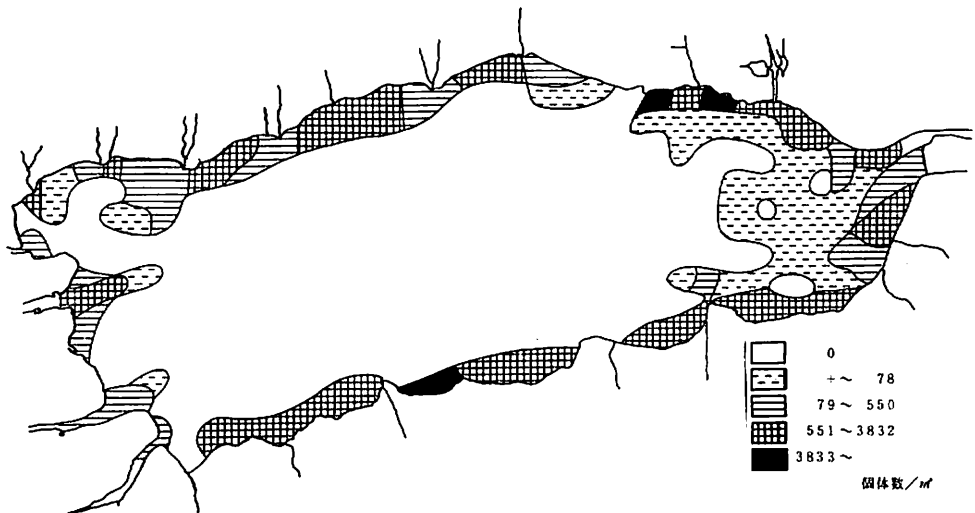


図13 ヤマトシジミの密度分布



因すなわち汽水域は生物の分化が進むための状態が長期間安定して保たれにくかったことをあげている。そうしたなかで宍道湖の底生動物群集について最も特徴的なことは、ヤマトシジミ、(*Corbicula japonicum* Prime)が非常に強く優占していることである。このヤマトシジミは現在宍道湖の漁獲量の8割以上も占める重要な資源でもあるのでその生態分布を調べた。

また今回の調査では、湖心部に全く底生動物の見られない無生物地帯もみられた。これは底層水

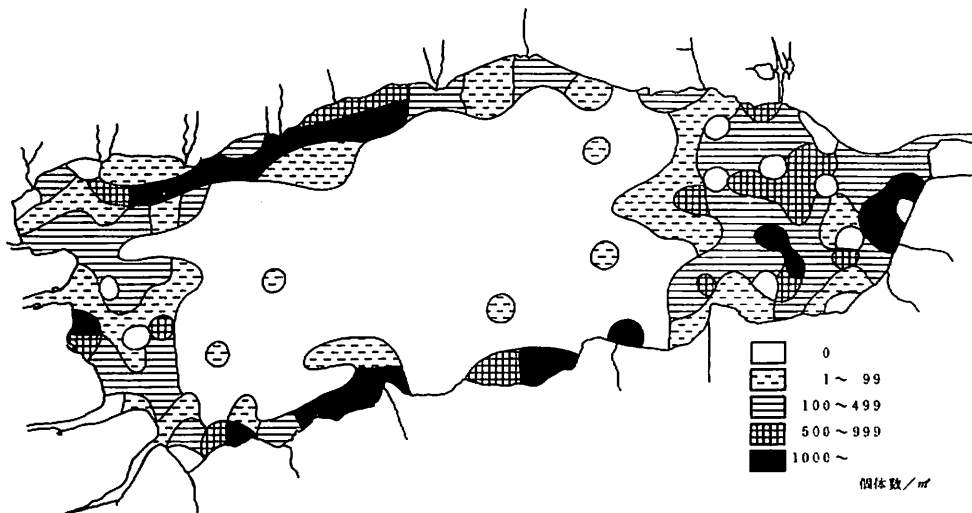


図14 多毛類の密度分布

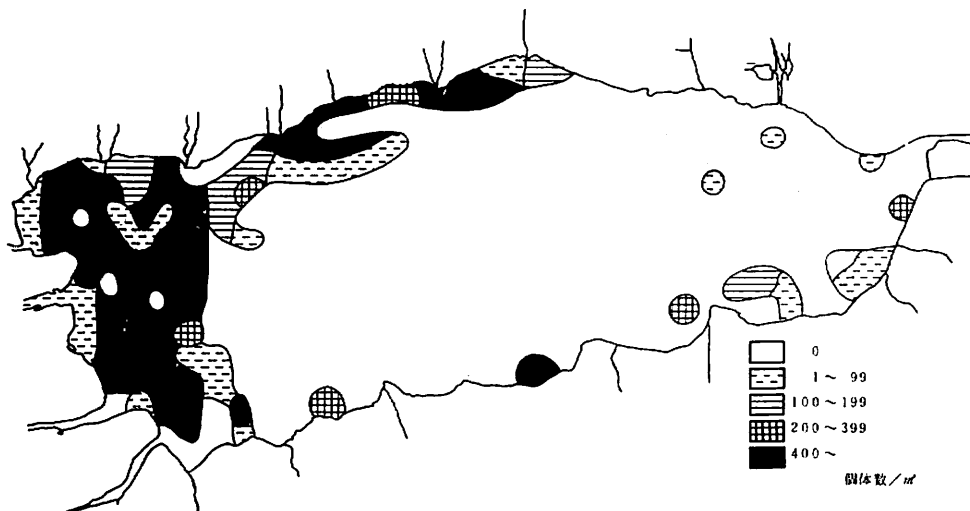


図15 貧毛類の密度分布

の項で既に述べた様に底質の酸化分解による $O_2$ 不足等のためと思われる。したがって無酸素地点と無生物地点は良く一致している。

底生動物の種の同定は非常に困難であり、現在宍道湖に出現する底生動物の多くは種の同定がなされていない。しかし、今回採集した底生動物は多くの分類学者の協力で少しずつであるが同定が進んでいる。なお、多毛類の中に新種と思われるものがみついている。

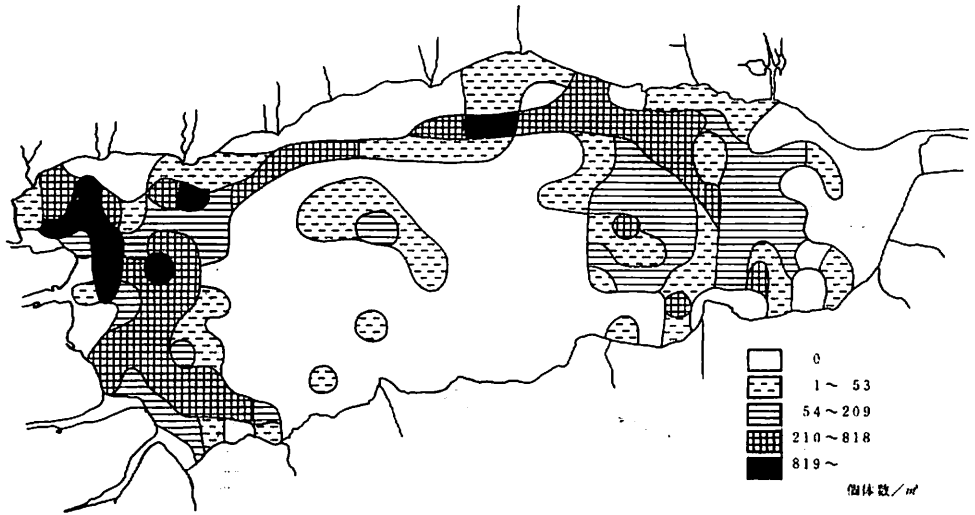


図16 ユスリカの密度分布

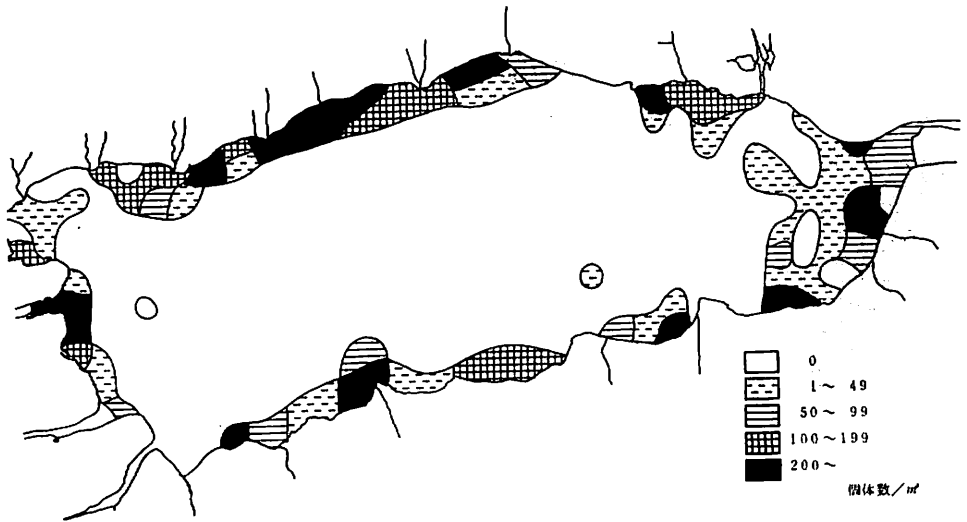


図17 ウミナナフシの密度分布



図18 ヨコエビの密度分布

次に主要現種の密度分布を図13～図18に示し、その生態的分布を概説する。

1) 環形動物

多毛類：変塩性汽水湖の特徴と思われるが出現種類数は非常に少ない。

出現した多毛類の学名と、 $1\text{m}^2$ 当りの平均個体数を表1に示し、その密度分布を図19-①～④に示した。

分類同定は山室真澄氏による。

otherとしたのは属名がわからないが、その科に属していると思われるものである。このように種名の同定されていないものも入れて10種の多毛類が出現した。

表1 Polychaeta (多毛類) の出現種

種名	個体数/ $\text{m}^2$
<i>Spionidae</i> (スピオ科)	
<i>Prinospio japonica</i> (ヤマトスピオ)	263
<i>Pseudopolydora</i> sp.	7
<i>Capitellidae</i> (イトゴカイ科)	
<i>Notomastus latericeus</i> (シダレイトゴカイ)	78
<i>Capitella capitata</i> (イトゴカイ)	1
other	1
<i>Sabellidae</i> (ケヤリ科)	
<i>Potamilla</i> sp.	43
other	1
<i>Nereidae</i> (ゴカイ科)	
<i>Neanthes japonica</i> (ゴカイ)	23
<i>Nicon</i> sp.	1以下
<i>Pectinariidae</i> (ウミイサゴムシ科)	
<i>Lagis bocki</i> (ウミイサゴムシ)	1以下

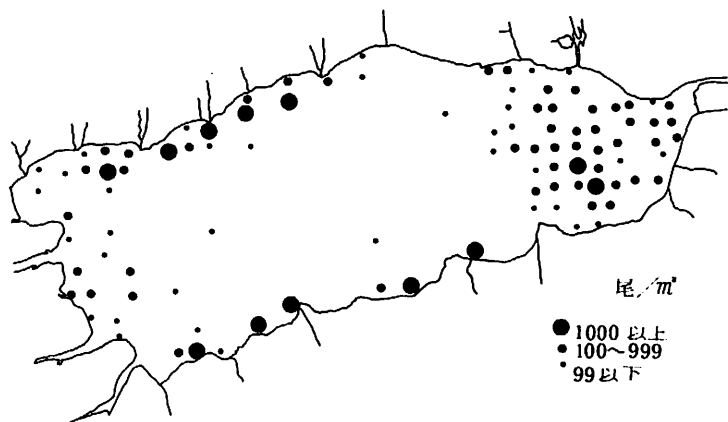


図19-① スピオ科の密度分布

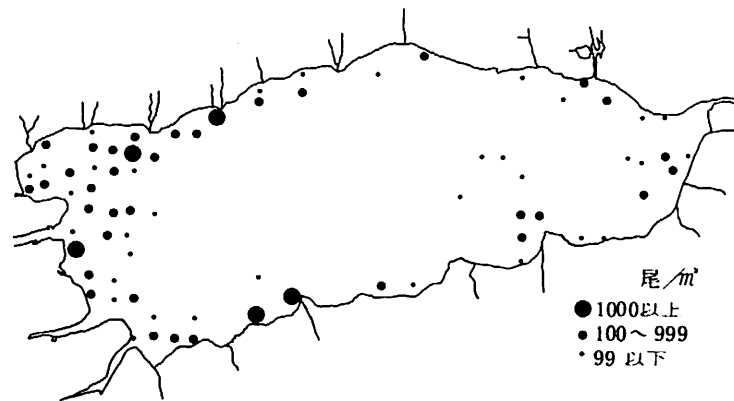


図19-② イトゴカイ科の密度分布

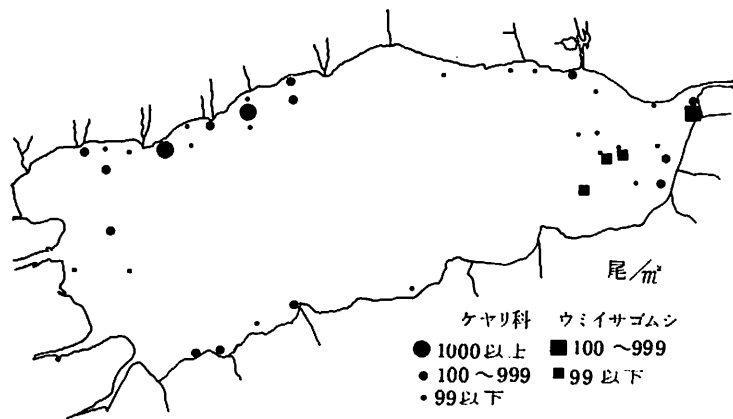


図19-③ ケヤリ科とウミイサゴムシ科の密度分布

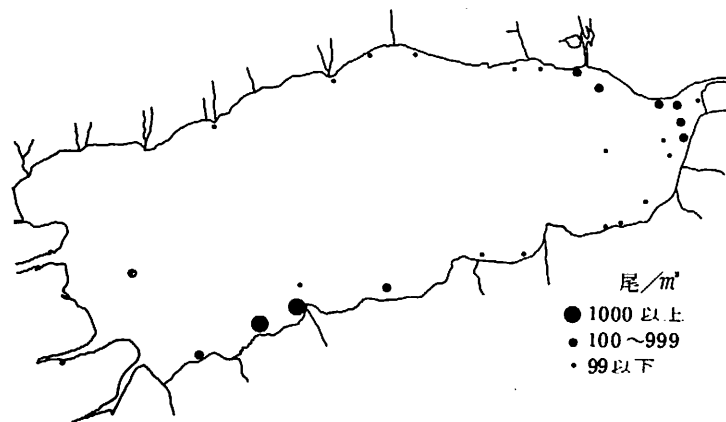


図19-④ ゴカイ科の密度分布

*Prinospio japonica*, *Neanthes japonica*, *Capitella capitata*, *Noto mastus latericeus* は本邦の汽水域、海水域に普通に生息している。

*Pseudopolydora* sp. と *Potamilla* sp. *Nicon* sp. は本邦未報告であり、同定中である。

*Neanthes japonica* は他の多毛類に比べて個体重量が大きく、また沿岸部の砂質域に多く、かなり深く潜在しているために普通の採泥器では採集されることが少ないが、分場で試作した未攪乱柱状採泥器で調査すると表面より 10~20 cm 下層に多く棲息しているのが認められる。また、シジミが高密度に生息するところは、シジミの生息層のさらに下層にこの種が生息しているのが認められ、シジミとの間に何か共生関係も推測される。

**貧毛類：**貧毛類の種の分類は現在、非常に遅れた研究分野であるが、今回の調査で採集されたものはイトミミズ (*Tubifex* sp.) とユリミミズ (*Limnodrilus* sp.) のようである。

貧毛類の分布をみると穴道湖の西部、特に斐伊川の運んだ有機懸濁物が堆積する場所に多く生息している。これは、この種の塩分耐性、有機汚濁に対する耐性のためと思われる。この種は淡水化後には増えるものと思われる。

## 2) 節足動物

ユスリ科 (*Chironomidae*) の種の同定は槽谷氏によりオオユスリカ (*Chironomus plumosus*) とヤハズカユスリカ (*Procladius sagittalis*) (KIEFFER) の 2 種と思われる。

ヤハズカユスリカはこれまでの穴道湖の調査で報告されていない。

この 2 種は共に沿岸部の浅所の砂質地域を除く、その沖合の砂泥質から泥地域に広く分布している。

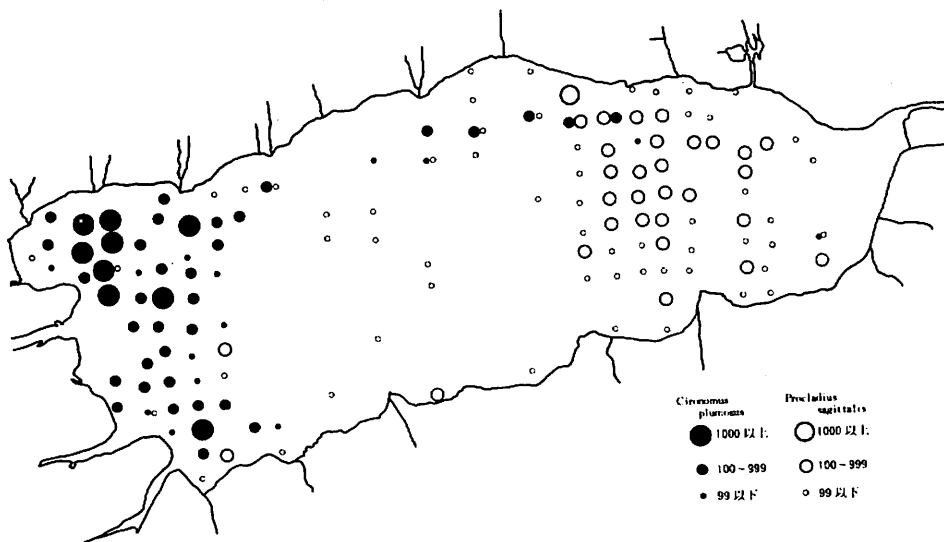


図20 *Chironomus plumosus* と *Procladius sagittalis* の地理的配置

オオユスリカが斐伊川の沖合を中心に宍道湖の西部に分布しているのに反して、ヤハズカユスリカは大橋川沖合を中心に東部に分布している。(図20を参照)

これは塩分耐性のちがいによるものと思われる。ユスリカの密度分布はその羽化期などの影響を大きく受けるのでその生態を知る必要がある。

ウミナナフシ科 (*Paranthura*) これまで *Paranthura sp* として報告してきたウミナナフシはキクチナスウミナナフシ (*Cyathara Kikuchii Nunomura*) と布村氏によって同定された。これは沿岸部の砂質部に分布している。

ヨコエビ亜目 (*Gammaridea*) は3種、生息している様であるが、アンナンデルヨコエビ (*Anisogammarus annandalei*) が最も多くみられる。この種は河口附近の汚染度の比較的少ない砂質地点において採集された。

### 3) 軟体動物

宍道湖の底生動物のなかでヤマトシジミ (*Corbicula japonicum*) が圧倒的に優占している。湖内ではヤマトシジミ以外の二枚貝が見られないが、斐伊川、新建川、四十四間川の河口ではマシジミがわずかであるが生息している。

今回の調査では採集されなかったが沿岸の転石、岸壁にはカワグチツボ、エドガワミズゴマツボ、カワザンショウガイ、イシマキガイなどの巻貝もみられる。

### 4) 季節変化

1983年の春期、秋期調査とあわせて次回報告する。

## 4. ヤマトシジミの生態的分布

ヤマトシジミは底生動物の優占種であるばかりでなく、その漁獲量は年間約15000トンもあり全国一を誇っている重要な漁業資源でもある。そして淡水化後のヤマトシジミ資源の動向は非常に注目されている。

ヤマトシジミの密度分布は図13のとおりであり、水深4～5m以上の湖心部、泥質の地域は除いて宍道湖全域に生息している。

### 1) ヤマトシジミの現存量

ヤマトシジミの現存量がどの程度なのかということは生態学的研究を進めるうえにも、シジミ資源を保護し管理するうえでも非常に重要なことである。

しかし、正しいシジミの現存量を知るのは容易でない。採集器具の効率、分布様式の不均一性などのむつかしい問題が多い。

今回は248地点での採集結果をもとに、シジミの分布と最も相関の高かった水深に注目し、水深

別の平均生息密度を求め、それを宍道湖の水深別の面積に引きのぼして計算すると下記のとおりとなる。

a) 総個体数

水深 (m)	面積 (km <sup>2</sup> )		1 m <sup>2</sup> 当りの平均 個体数 (個)	=	水深別総個体 数 (万個)
0 ~ 1.0	1.53	×	1608.3	=	246070
1.0 ~ 2.0	5.47	×	1374.7	=	751580
2.0 ~ 3.0	6.58	×	1523.4	=	1002400
3.0 ~ 4.0	11.27	×	530.5	=	597870
4.0 ~ 5.0	32.86	×	42.0	=	138010
5.0 ~	22.54	×	0	=	0
合計	80.25				2735930 (274億個)

b) 総重量

水深 (m)	面積 (km <sup>2</sup> )		1 m <sup>2</sup> 当りの平 均重量 (g)	=	水深別総重 量 (t)
0 ~ 1.0	1.53	×	1598.0	=	2444.9
1.0 ~ 2.0	5.47	×	1393.7	=	7623.5
2.0 ~ 3.0	6.58	×	1082.4	=	7122.2
3.0 ~ 4.0	11.27	×	546.1	=	6154.5
4.0 ~ 5.0	32.86	×	74.1	=	2434.9
5.0 ~	22.54	×	0	=	0
合計	80.25				25780.0

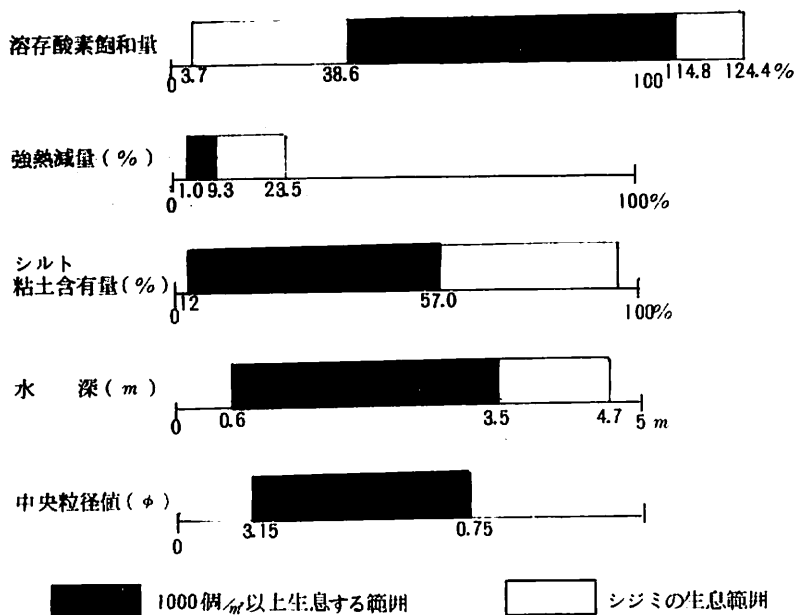


図21 宍道湖におけるシジミの生息範囲 (夏期)

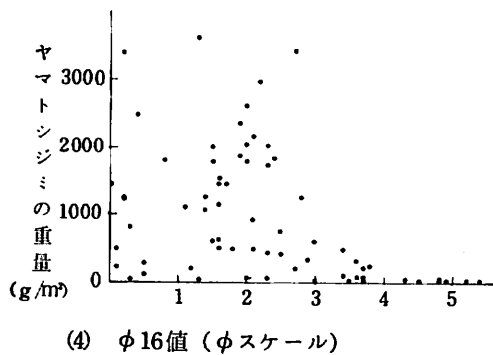
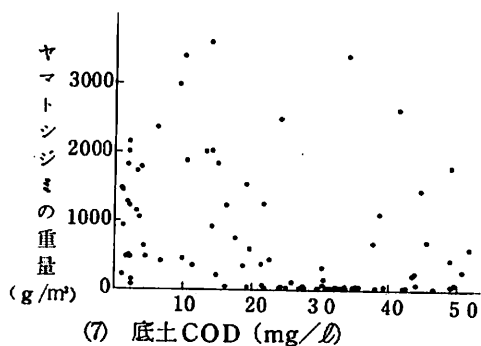
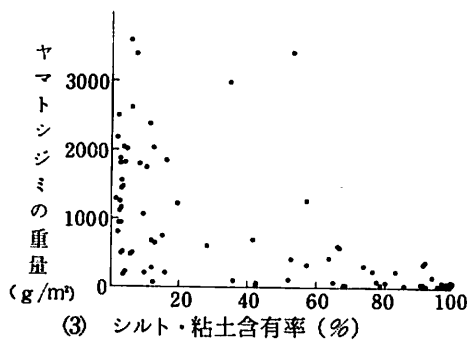
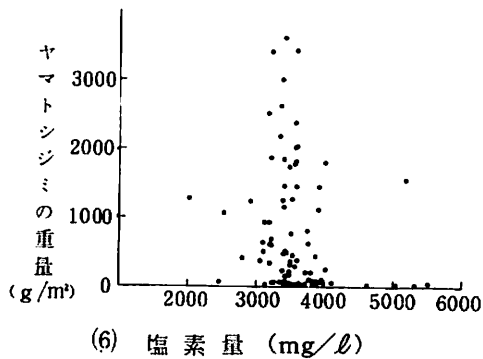
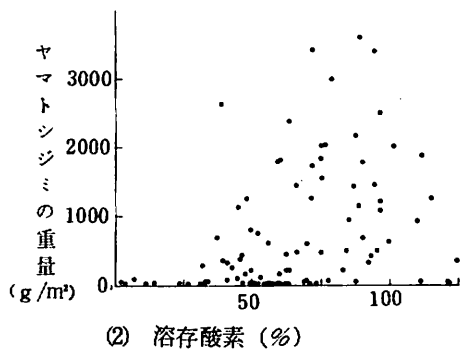
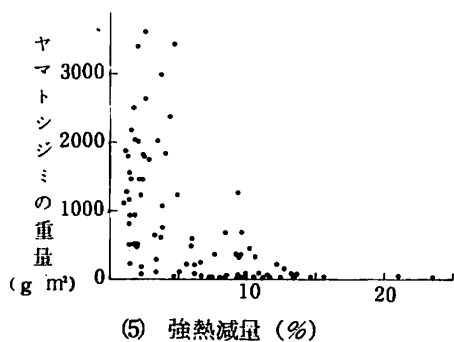
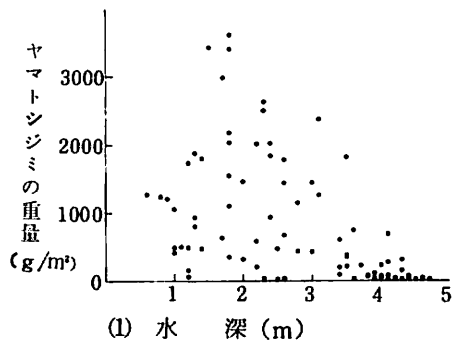


図 22 ヤマトシジミ生息量と環境との相関



以上の計算結果から1982年、夏期のシジミ現存量は約270億個、26,000トンと概算される。

別の調査で夏期の宍道湖におけるスミス・マッキタイヤー採泥器の採泥効率を0.8と算出しているが、その採集効率をもってこの現存量を補正すると約324億個、28,800トンと補正される。

## 2) ヤマトシジミの生息環境

今回の調査結果よりヤマトシジミの生息範囲と1,000個体/m<sup>2</sup>以上生息していた場所の生息環境条件の範囲を図21に示した。更にヤマトシジミの生息と底質環境の相関は図22-(1)~(7)のとおりである。

漁業者の話では底質が砂、或は砂泥質で柔らかく、しかも厚く堆積して水の交換の良い場所であれば採っても採ってもシジミが底から湧いてくるという話であった。

## 3) 宍道湖のヤマトシジミの組成

今回、採集された総べてのシジミ(5,909個体)を計測し、求めた殻長組成と重量組成を表2、3、図23、24に示した。

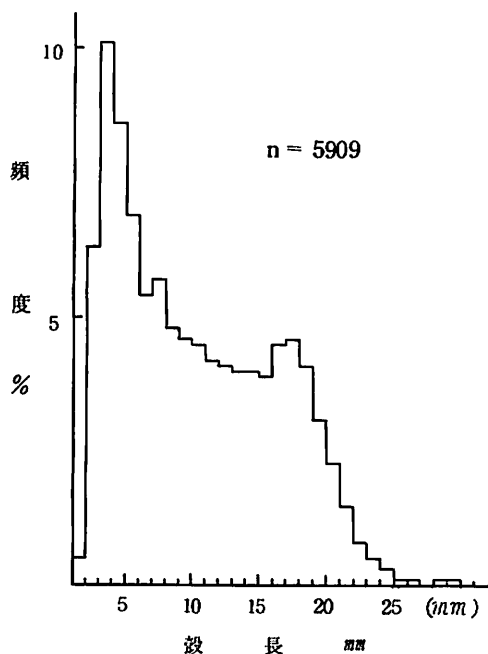


図23 宍道湖におけるヤマトシジミの殻長組成(夏期)

表2 ヤマトシジミの殻長組成

殻長(mm)	個体数(コ)	百分率(%)	累積(%)
1~1.9	31	0.5	0.5
2~2.9	374	6.3	6.8
3~3.9	597	10.1	16.9
4~4.9	509	8.6	25.5
5~5.9	405	6.9	32.4
6~6.9	317	5.4	37.8
7~7.9	339	5.7	43.5
8~8.9	286	4.8	48.3
9~9.9	274	4.6	52.9
10~10.9	268	4.5	57.4
11~11.9	249	4.2	61.6
12~12.9	245	4.1	65.7
13~13.9	238	4.0	69.7
14~14.9	238	4.0	73.7
15~15.9	225	3.8	77.5
16~16.9	267	4.5	82.0
17~17.9	274	4.6	86.6
18~18.9	247	4.2	90.8
19~19.9	182	3.1	93.9
20~20.9	137	2.3	96.2
21~21.9	87	1.5	97.7
22~22.9	48	0.8	98.5
23~23.9	29	0.5	99.0
24~24.9	18	0.3	99.3
25~25.9	8	0.1	99.4
26~26.9	8	0.1	99.5
27~27.9	1	0	99.5
28~28.9	3	0.1	99.6
29~29.9	3	0.1	99.7
30~30.9	2	0	99.7

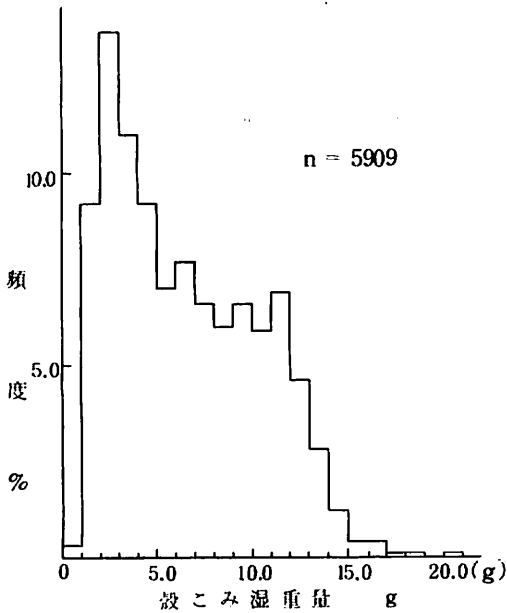


図24 穴道湖におけるヤマトシジミの湿重量(殻込)組成(夏期)

表3 ヤマトシジミの重量組成

重量(g)	個体数(コ)	百分率(%)	累積(%)
0~ 0.9	20	0.3	0.3
1~ 1.9	540	9.2	9.5
2~ 2.9	805	13.7	23.2
3~ 3.9	642	11.0	34.2
4~ 4.9	540	9.2	43.4
5~ 5.9	412	7.0	50.4
6~ 6.9	449	7.7	58.1
7~ 7.9	389	6.6	64.7
8~ 8.9	348	6.0	70.7
9~ 9.9	385	6.6	77.3
10~10.9	348	5.9	83.2
11~11.9	407	6.9	90.1
12~12.9	273	4.6	94.7
13~13.9	166	2.8	97.5
14~14.9	72	1.2	98.7
15~15.9	25	0.4	99.1
16~16.9	22	0.4	99.5
17~17.9	8	0.1	99.6
18~18.9	6	0.1	99.7
19~19.9	3	0	99.7
20~20.9	4	0.1	99.8

要 約

- 1) 穴道湖の漁場環境を、底生動物と底質を主として総合的に把握するため、1982年7月17日～8月11日の期間にわたり、総計248定点で調査を行った。
- 2) 底質の環境指標として底層水のCl<sup>-</sup>、DO、底質の粒度分析、COD、IL、等の物理・化学的性状を分析し、分布様式を明らかにした。
- 3) 穴道湖の底質は、水深4～5m附近で大きく沿岸部と湖盆部に分けられる。4m以浅の沿岸部は砂、あるいは砂泥質であり泥有率はほとんどが50%以下を示す。また、底層水のDOは湖心部より多く、その飽和量は50%以上がほとんどであり、Cl<sup>-</sup>は湖心部の約1/2、4000ppm以下であった。さらに、底質の有機汚染も比較的少なく概ねILは10%、CODは20ppm以下である。一方、5m以深の広い湖心部は黒色軟泥が厚く堆積し、硫化水素臭が強く、また底層水は無酸素地点が多くCl<sup>-</sup>は6000～7000ppmと高い。また底質はヘドロ除去基準のCOD20mg/g、IL15%以上の地点がほとんどであった。
- 4) 0.5mm以上の底生動物の種類と数量を調査地点別に調べた。種の同定は現在も行っているが、すでにいくつかの種を同定することができた。ユスリカ類は*Chironomus Plumosus* と *Procladius sagittalis* (KIEFFER)と同定され、ウミナナフシは*Cyathura Kikuchii Nunomura* と同定された。
- 5) 出現した底生動物の密度分布図を作成した。その種類別の分布図により穴道湖における底生動

物の分布様式を概観した。

ヤマトシジミ、ウミナナフシ、ヨコエビ類は4 m以浅の沿岸部全域に分布し、多毛類はゴカイのように沿岸部に分布するものと、スピオ、イトゴカイのように沿岸より少し湖盆部に近い地域に多く分布するものがある。貧毛類は斐伊川の沖合、西部の砂泥質、泥質部分に多く分布し、ユスリカは沿岸と湖心との中間帯に多く分布する。ユスリカのなかでもオオユスリカは西部に、ヤイズカユスリカは東部に多く分布していた。汽水湖、宍道湖においては、底質の汚濁のみならず塩分濃度が底生動物の分布に影響を与えているようである。

6) 圧倒的優占種であり、重要な漁業資源であるヤマトシジミの生態的分布を調べた。

採集されたシジミの単位当りの密度より夏期の現存量を試算した。その結果、現存量は約 26,000 トン、約 270億個となった。

ヤマトシジミが1000個体/m<sup>2</sup>以上生息している環境条件は、O<sub>2</sub>%は40%以上、水深 0.6~3.5 m、IL1.0~9.3%、シルト粘土含有量12~57%、中央粒径値 3.15~0.75 φであった。

また、ヤマトシジミの大きさの組成を調べた。その結果をみると、殻長20mm以下のシジミが他の湖に比較して非常に少い。これは宍道湖における漁獲強度が非常に大きいことを意味する。

7) 今回の調査に引続き、1983年、春期、秋期に行う予定である。したがって、現在まだ行われている種の同定、Morisitaの優数類似度指数による地域の区別、その他の主成分分析などを合わせて報告する予定である。

## 文 献

- 1) 益子帰来也 (1981) : Biology of Brakis Water. Jap. J. Limnol 42, 2, 108~116.
- 2) Morisita・M (1959) : Measuring of interspecific association and similavity between comunities. Mem・Fac・Sci. Kyushu・Univ. Ser, E, 3, 65~80.
- 3) 中村幹雄 (1978) :宍道湖の底質と大型底生動物について、本誌. 167~175.
- 4) 中村幹雄, 山本孝二, 小川綱代 (1980) :宍道湖・中海の大型底生動物の生息分布と推移について、本誌. 155~168.
- 5) 東幹夫, 陳野聡子 :平戸島志々岐湾の底生動物群集-I 西水研研報 54 195~208.
- 6) 林 勇夫 (1978) :舞鶴湾の平担底における底生動物の生態学的分布 (春季相)-I  
Journal of the Oceanographical society of Japon 34 24~35.
- 7) 中尾 繁 (1977) :ホウキガイ漁場の底生動物群集と底質環境, 北大水産彙報 28-3 95~105
- 8) Sigeru Nakao (1982) : Community struetures of the macvo-bethos in the shallow in Northern Japan, Mem. Fac・Fish, Hokkaido Univ 28 (2) 225~264.
- 9) Akira Fuji (1979) Phosphorus Budge in Natural Population of Corbicula japonica Prime in Poikilohaline Lagoon Zyusan-ko, Mem・Fac・Fish Hokkaido Univ 30 (1) 34-49.