

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

誌名	北海道大學水産學部研究彙報 = Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University
ISSN	00183458
巻/号	361
掲載ページ	p. 12-27
発行年月	1985年2月

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

李 元 山*・中 尾 繁**

Benthic Communities in Brackish Lakes in Hokkaido, with Special Reference to Relationships between Series of Community Types and Environmental Factors

Yuan Shan LI* and Shigeru NAKAO**

Abstract

Pankenuma and Poronuma are small brackish lakes. The former is located on the Japan Sea coast and the latter on the Okhotsk Sea coast in northern Hokkaido. Mokotoko is a similar lake located on the north coast of Shiretoko Peninsula in eastern Hokkaido. A survey of bottom fauna and bottom environmental factors of these lakes was carried out in July and August 1983. Macro benthos were collected using a small Smith-McIntyre's bottom sampler with an opening of 1/20 sq. meters. Sampling was repeated twice and benthos in an area of about 1/10 sq. meters were obtained at each station.

Based upon the findings of a Cluster Analysis, two different communities are distinguished in Poronuma and three in Pankenuma and Mokotoko respectively. In Pankenuma and Poronuma, with a gentle environmental gradient, the benthic communities are continuous but in Mokotoko, with a steep environmental gradient, the communities are distinctly discontinuous. One community is restricted to the central part (muddy bottom with a higher proportion of sedimentological variables) and the other two similar communities are detected in the shallow coastal area (sandy bottom with a lower proportion of sedimentological variables). The benthic communities of the three above-mentioned brackish lakes are divided into six types according to the results of the Cluster Analysis. These six community types are arranged according to the contents of interstitial water chlorinity but the distributions of these community types scarcely run parallel with those of bottom water chlorinity and sedimentological variables.

はじめに

混鹹性水域の汽水湖や内湾では，その底生動物は種類構成や個体数の差異によって識別できるいくつかの群集から成立していることが多くの研究で知られている (Miyadi, 1940; Yamamoto, 1950; 1951; 山本, 1954; 1955; Kikuchi, 1964; 菊池・菊池, 1967; Nakao, 1979; 1982)。山本 (1954)は，東北地方の4つの汽水湖において，それぞれの湖でいくつかの群集型が識別でき，底層水塩素量によって区分され，高い順に配列された環境系列と群集型の系列がある程度対応する

* 中国山東省海水養殖研究所
(Marine Culture Institute, Shantung Province, China)

** 北海道大学水産学部鹹水増殖学講座
(Laboratory of Marine Culture, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

こと、ある優占種または共通種群の組合せによって求められた群集型を底層水塩素量の順に並べると、異なる水域においても同一水域で見られると同じような対応関係が認められ、いくつかの枝分かれをもつ系列にまとめられることを明らかにした。しかし、菊池・菊池(1967)によれば、底層水塩素量に大きな差がない春季(4月)の潤沼においても3つの群集型が区分され、湖底部に分布する1つの群集は山本(1954)が夏季(7月)の結果からまとめた東北地方4つの湖沼の同一底層水塩素量をもつ水域のどの群集とも対応しないとしている。ただ、混鹹性水域の底生動物ではその個体数が季節的に大きく変化する種があり、特に菊池らが指摘する潤沼湖底部のヤマトスピオ群集を構成する主要種 *Prionospio japonicus* ヤマトスピオは秋季から春季に個体数増加を示す代表的な種である(Nakao, 1979, 1982)ことから、異なる水域の底生動物を比較する場合、季節の相異を考慮に入れる必要はあるだろうが、底層水塩素量のみで混鹹性水域の底生動物群集を論ずるわけにはいかないようである。一方、Nakao(1982)は、青森県十三湖において底生動物群集の構造特性と環境要因を時空間的に明らかにし、底質間隙水塩素量が底生動物群集の分布とよく対応するらしいことを指摘し、Jaramilloら(1984)はチリ南部の混鹹性河口域で底生動物の摂食型と底質粒度の関係を明らかにし、砂質底に濾過食種が、泥質底に堆積物食種が多いという。

ここでは、地理的に隔離された北北海道の3つの汽水湖における底生動物群集の配列とそれらの系列について、特に環境要因との関係から明らかにしたい。

本文の記述に先立ち、研究を進めるに当って多くの助言をいただいた北海道大学水産学部富士昭教授に厚く感謝の意を表します。また、野外作業、資料整理、とりまとめの論議に参加、協力いただいた北海道大学水産学部五嶋聖治博士、同4年目学生畑沢晶子氏(現、北海道大学教養部化学教室)、日野裕介氏(現、島根県栽培漁業センター)に厚く御礼申しあげます。資料採集に際しては、北海道栽培漁業振興公社今井肇氏、網走市役所坂崎繁樹氏および天塩、猿払、網走の各漁業協同組合の関係各位にお世話になった。記して深く感謝するものであります。

パンケ沼・ポロ沼・藻琴湖の概略と調査方法

北海道北部に位置するパンケ沼とポロ沼のうち、パンケ沼はサロベツ川を経て天塩川と連絡し、約22 kmを隔てて日本海に通じている。満潮時の最大深度は約1.75 mで水面積は3.6 km²の小沼である。ポロ沼は1.5 kmの曲折する猿払川を経てオホーツク海と連絡する。水深は1 m以浅で沼内に広く *Zostera japonica* コアマモが繁茂する1.9 km²の小沼である。パンケ沼には小さい2つの注入河川があり、ポロ沼奥部には猿払川支流が流入している。藻琴湖は北海道北東部、網走市の東に隣接する面積1.22 km²で、最大深度5.3 mをもつ小湖である。約1 kmの水路でオホーツク海に連絡する一方、湖奥部に藻琴川が流入している(図1)。図1に示す調査地点の水深と溶存酸素量および泥温は表1に一括して示した。

底質直上水は大型注射器を用いた簡易採水器により底質上2~3 cmの底層水を採水し、スミスマッキンタイヤ型採泥器でとられた底質は表層2 cmまでを凍結保存し、それぞれ以下の方法による分析項目に供した。

底層水塩素量：Fajans 法

間隙水塩素量：乾泥の一定量に定量のDWを加え、遠心分離した後、上澄みの一定量をFajans法によるマイクロビュレットで測定。別に求めた底質の含水量から間隙水塩素量として求めた。

底質の炭素量と窒素量：柳本 C-N コーダー

底質の全硫化物量：富山・神崎法

粒度組成：篩別法と光透過法

底生動物は1/20 m²の採集面積をもつ小型スミスマッキンタイヤ型採泥器で得られた底質を1

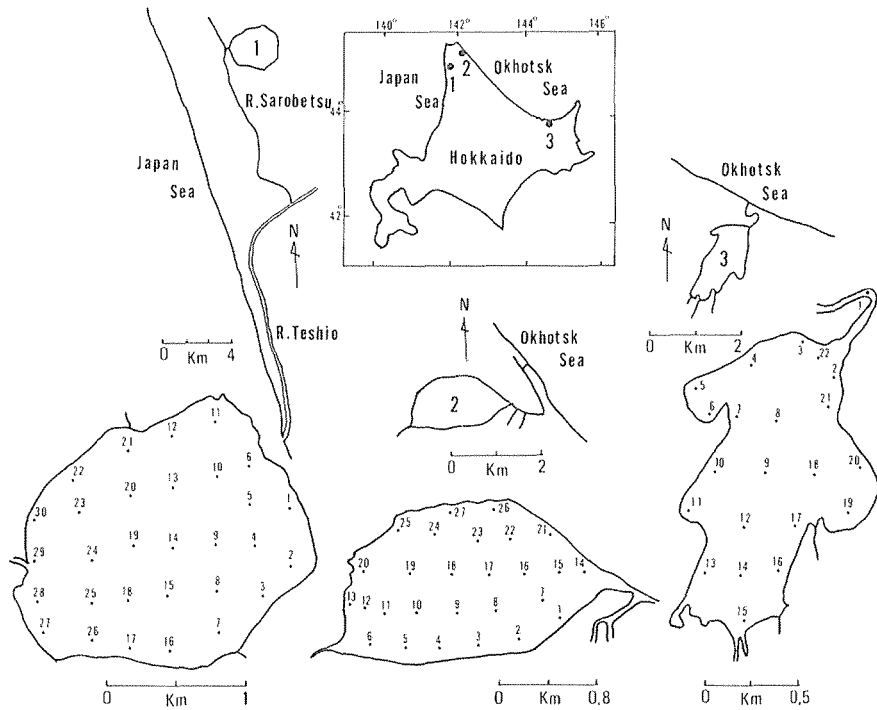


Fig. 1. Map of investigated areas showing research station sites.

mm 目合の篩で分けて採集された。採泥は各地点 2 回の繰り返しにより 0.1 m² 当りの底生動物が採集された。

なお、採集はパンケ沼が 1983 年 7 月 29~30 日、ポロ沼が 8 月 2~3 日、藻琴湖が 8 月 6 日である。

底層環境

粒度組成 粒度分析の結果を粒径加積曲線として描くと、その形状から 4 つの型に分けることができる(図 2)。粗砂あるいは礫質が大部分を占める A 型、淘汰のよい B 型と C 型は、前者が粒径 1~2 φ の中砂が卓越するのに対して後者は粒径 3~4 φ の細砂と微砂が大部分を占めている。淘汰が比較的わるい D 型は粒径 3 φ 以上の微砂からシルト・粘土の細粒部の占める割合が高くなっている。

これら 4 つの粒度型の各水域ごとの分布をみると(図 3)、パンケ沼では沼口と沼奥の 2 地点を除く全域が D 型で占められ、ポロ沼では B 型と C 型が沼口から北岸寄りと沼中央部から奥部にかけての 2 区域に大きく区分された形で分布している。藻琴湖では水深の深い湖中央部でパンケ沼と同じ D 型の分布がみられ、それを囲んで湖岸部に B 型の底質が分布する。A 型はポロ沼の沼口と藻琴湖の湖口および藻琴川が流入する湖奥部の 3 地点にみられるのみである。

底質の化学的性状 各分析項目の水平分布を示す図 4 をみると、炭素量と窒素量において 3 水域中、パンケ沼の顕著に高い値がまず目につく。次いで藻琴湖の中央部が高く、この湖岸部とポロ沼全域が最も低い値を示している。パンケ沼が低位泥炭地に囲繞されていること、C/N 比が 1

Table 1. Limnological observations at research stations in Lake Pankenuma (July 30th and 31th, 1983), in Lake Poronuma (August 2th and 3th, 1983) and in Lake Mokotoko (August 6th, 1983).

Station	Depth (m)			Dissolved oxygen in bottom water (ml/l)			Mud temp. (°C)		
	Pankenuma	Poronuma	Mokotoko	Pankenuma	Poronuma	Mokotoko	Pankenuma	Poronuma	Mokotoko
1	1.45	0.40	0.60	—	8.12	—	20.3	20.9	21.0
2	1.45	0.35	0.60	—	8.08	6.00	20.5	22.1	21.0
3	1.30	0.30	0.35	—	9.68	4.70	19.6	21.0	20.0
4	1.65	0.30	0.55	—	8.87	4.53	20.0	21.5	21.5
5	1.70	0.35	0.50	—	9.79	5.37	20.5	21.1	22.0
6	1.55	0.20	0.40	—	8.72	5.43	20.4	22.3	22.3
7	1.55	0.52	0.60	5.45	7.90	4.59	19.6	21.0	20.8
8	1.70	0.55	2.50	—	6.52	4.46	19.9	20.7	15.2
9	1.75	0.53	3.10	5.77	6.09	3.62	20.3	20.2	14.0
10	1.58	0.50	0.50	—	7.14	6.16	20.8	19.6	22.6
11	1.40	0.48	0.50	5.65	6.43	6.42	21.3	19.7	22.2
12	1.65	0.40	4.20	—	5.79	2.17	20.5	19.2	12.5
13	1.70	0.30	0.50	—	5.19	4.92	20.1	19.5	21.0
14	1.75	0.70	1.90	—	5.73	5.04	20.2	17.1	16.0
15	1.70	0.70	0.90	—	7.16	5.28	19.7	15.8	19.5
16	1.50	0.80	0.40	—	7.37	5.73	19.5	16.9	22.1
17	1.50	0.75	0.55	4.94	8.69	5.75	20.0	18.4	22.4
18	1.70	0.65	3.00	—	5.86	2.91	19.9	18.8	13.0
19	1.75	0.55	0.70	5.59	6.53	6.50	19.6	19.7	22.5
20	1.70	0.50	0.60	—	6.57	6.50	19.8	19.6	22.5
21	1.50	0.40	0.75	6.17	10.87	5.82	19.5	21.0	20.5
22	1.50	0.50	0.35	6.34	10.24	5.50	19.3	21.3	19.8
23	1.60	0.50	—	—	10.35	—	19.2	21.4	—
24	1.50	0.48	—	5.17	7.97	—	19.5	21.5	—
25	1.45	0.40	—	—	10.70	—	19.5	21.3	—
26	1.30	0.35	—	5.39	7.23	—	19.2	22.5	—
27	1.30	0.30	—	—	10.03	—	19.7	22.5	—
28	1.05	—	—	—	—	—	20.2	—	—
29	0.95	—	—	—	—	—	20.2	—	—
30	1.40	—	—	—	—	—	19.7	—	—

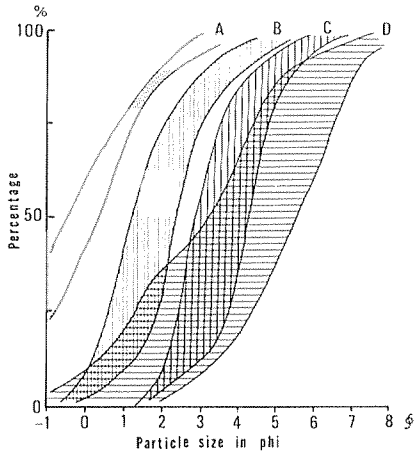


Fig. 2. Cumulative curves of the various size grades in particle composition at each station. See the text for A-D.

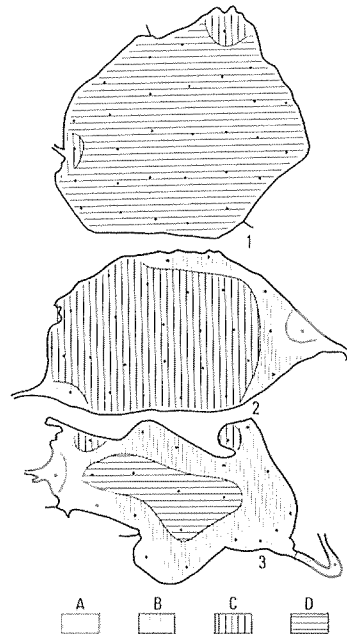


Fig. 3. Spatial distribution of sediment types according to cumulative curvilinear major textural classes. See Fig. 2 for A-D. 1: Lake Pankenuma, 2: Lake Poronuma, 3: Lake Mokotoko.

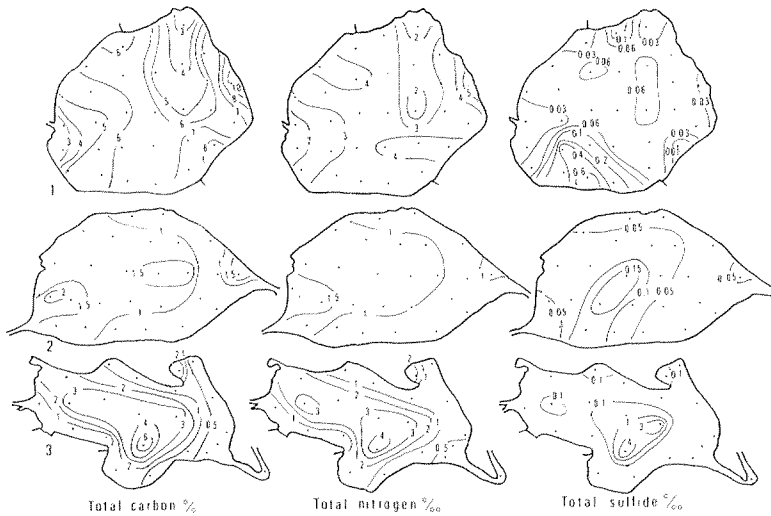


Fig. 4. Map showing the distributions of total carbon (%), total nitrogen (‰) and total sulfide (‰) contents in surface sediments. See Fig. 3 for 1-3.

地点を除く他の地点で 15 以上を示し、特に炭素量が 10% 以上を示す地点 1 では C/N 比が 20.6 となっていることから、泥炭に起源する有機物の多いことを示すものであろう。一方、全硫化物量の分布をみると、藻琴湖中央部を除くと各湖沼とも 0.1% 以下を示す水域が大部分を占め、特にパンケ沼でその値が低いのが注目される。パンケ沼とボロ沼および藻琴湖岸部のこの全硫化物量の低い水域は、水深が浅く、したがって底層水に溶存する酸素量が充分存在すること(表 1)、そのために底質 2 cm 層では還元状態になりにくいことがその理由であろう。

藻琴湖中央部では、少なくとも夏季の底層水酸素量は極めて少なく(表 1)、高い有機物量と合わせて硫化物が生じ易い還元状態が進んでいると思われる。特に地点 8 を中心に 4% 以上の全硫化物量が分布し、この値は底生動物の生息を不可能にする値(Nakao, 1978)に近いと思われる。

3 項目の分布状態は藻琴湖においては湖中央部で高く、湖岸部で低いという共通した傾向がみられるのに対し、パンケ沼とボロ沼では炭素量と窒素量が同一傾向を示す一方、全硫化物量はこれらの分布傾向とほとんど対応していない。

底層水と間隙水の塩素量 底層水塩素量の分布をみると(図 5)、パンケ沼は極めて低い 2‰ 前後であるのに対し、ボロ沼では沼口から沼奥に向けて徐々に低くなりながら 10‰ 以上の水域が沼中央部まで広がっている。一方、3 つの湖沼のうち最も高い底層水塩素量をもつ藻琴湖では 10‰ 以上を示す水域が大部分を占め、特に湖口から湖中央部では 15‰ 以上と高くなって、湖心部ではほぼ外界水と等しい値を示している。パンケ沼の低塩素量は外海からの長い距離、干満差や時間的ズレの他、排水口付近の水深が流入路の水深より極端に浅くなるため、流入する海水が少ないためと考えられる。パンケ沼を除く 2 つの湖沼は、海からの距離が短かく、底層水塩素量は時空間的にかなり大きな変化を示すものと思われる。

間隙水塩素量は(図 5)、パンケ沼で底層水塩素量よりやや高く、沼口から沼奥に向かって徐々に低くなっている。これと比べ、底層水塩素量が高いボロ沼においても、間隙水塩素量ではパン

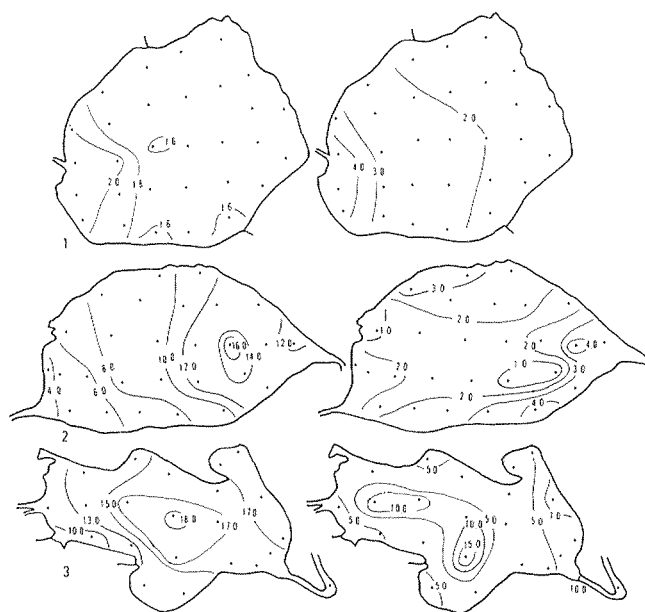


Fig. 5. Distributions of bottom water chlorinity (‰) (left) and interstitial water chlorinity (‰) (right). See Fig. 3 for 1-3.

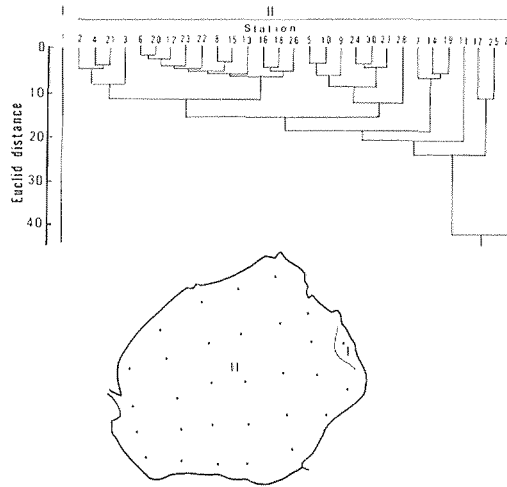


Fig. 6 Cluster dendrogram of sampling points by nearest neighbour method (upper) and the spatial distribution of two environmental types (under) in Lake Pankenuma.

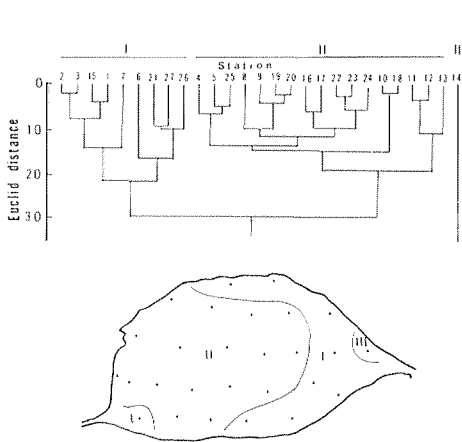


Fig. 7. Cluster dendrogram of sampling points by nearest neighbour method (upper) and the spatial distribution of three environmental types (under) in Lake Poronuma.

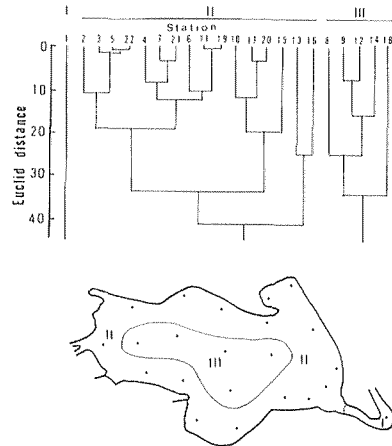


Fig. 8. Cluster dendrogram of sampling points by nearest neighbour method (upper) and the spatial distribution of three environmental types (under) in Lake Mokotoko.

ヶ沼と大きな差異がなく、ほぼ4%以下となっているのは注目すべき点である。藻琴湖においても間隙水塩素量は底層水塩素量よりかなり低くなっているが、分布傾向は底層水塩素量と類似しており、湖中央部が10%以上であるのに対し、湖岸部で約5%、沼口付近でそれよりやや高くなっている。

底層水塩素量においては、パンヶ沼、ボロ沼、藻琴湖の順に顕著に高くなっているが、間隙水塩素量では2つの沼にはほぼ差がなく、藻琴湖岸部がそれよりやや高く、この湖中央部が最も高い

値を示すことになる。

底層環境要因の数値の分布を個々にみると、これまで述べてきたように同じ水域内でも少しずつ異なっている。そこで、これまでにみた環境要因を一括して水域の特徴をみるため、各湖沼において地点間のユークリッド距離を求め、平均連結法で地点群間の類似度をデンドログラムとして示すと図6から図8となる。

パンケ沼では有機物量が極端に高い地点29を除くとほぼ全域が極めて類似した底層環境にあると言える(図6)。このことはボロ沼においても同様に指摘でき(図7)、礫質が卓越する地点14を除くと、厳密には一致しないがほぼ粒度型の分布形態と類似した2つの水域に区分でき、しかも両水域の類似性は極めて高いと言える。藻琴湖では、粒度組成、底質の化学的性状および間隙水塩素量が湖中央部と湖岸部では明らかに異なる2つの水域に区分でき、したがって両水域の底層環境は明らかに類似性に乏しい(図8)。すなわち、パンケ沼とボロ沼では沼内の環境勾配は極めて緩やかであるのに対し、藻琴湖ではそれが急であると言える。

底 生 動 物

採集された底生動物はパンケ沼が17種、ボロ沼が24種、藻琴湖が27種である。

パンケ沼では、貧毛類の1種が個体数編組比率37%と最も高く、次いで *Corbicula japonica* ヤマトシジミ (25.4%)、*Notomastus latericeus* シダレイトゴカイ (16%)、*Neanthes japonica* ゴカイ (15.8%)が多い。これら4種の出現頻度は70%以上で沼内に広く分布がみられ、特に貧毛類の1種とシダレイトゴカイは全地点から得られている。この他では、小巻貝の *Stenothyra edogawaensis*

Table 2. Number and frequency (F: at the stations (30)) of occurring species of Polychaeta (P), Bivalvia (B), Amphipoda (A), Gastropoda (G), Diptera (D), Cumacea (C), Isopoda (I), Oligochaeta (O), Nemertinea (N), and Brachyura (Br) in Lake Pankenuma. += values under 0.1%.

Species	Taxon	Number	%	F	%
1. Oligochaeta sp.	O	1046	37.0	30	100
2. <i>Corbicula japonica</i>	B	716	25.4	29	96.7
3. <i>Notomastus latericeus</i>	P	452	16.0	30	100
4. <i>Neanthes japonica</i>	P	447	15.8	21	70.0
5. <i>Stenothyra edogawaensis</i>	G	71	2.5	22	73.3
6. <i>Kamaka</i> sp.	A	41	1.5	6	20.0
7. Nemertinea	N	15	0.5	5	16.7
8. Chironomidae A	D	11	0.4	5	16.7
9. Chironomidae B	D	7	0.2	3	10.0
10. <i>Prionospio japonicus</i>	P	6	0.2	4	13.3
11. <i>Assimineia lutea japonica</i>	G	4	0.1	2	6.7
12. <i>Melita</i> sp.	A	3	0.1	2	6.7
13. Cumacea	C	1	+	1	3.3
14. <i>Anisogammarus kygi</i>	A	1	+	1	3.3
15. <i>Gnorimosphaeroma oregonensis</i>	I	1	+	1	3.3
16. <i>Caprella aequilibra</i>	A	1	+	1	3.3
17. Brachyura	Br.	1	+	1	3.3

エドガワミズゴマツボが編組比率は低い(2.5%)、出現頻度 73.3% を示して広く分布している(表 2)。

ポロ沼では、シダレイトゴカイの個体数が多く(編組比率 53.6%)、この沼全域に分布している。次いで貧毛類の 1 種、*Assimineea lutea japonica* カワザンショウガイ、ゴカイがそれぞれ約 10% の編組比率と 96% 以上の出現頻度を示している。個体数は少ないが(編組比率 1~3%)出現頻度が約 60% 以上と広く分布する種としては、多毛類の 2 種 *Eteone longa* ホソミサンバと、*Prionospio japonicus* ヤマトスピオ、二枚貝の 2 種、*Macoma* sp. シラトリガイの 1 種とヤマトシジミ、ヨコエビ類の 2 種、*Anisogammarus kygi* トゲオヨコエビと *Corophium* sp. ドロクダムシの 1 種および *Gnorimosphaeroma oregonensis* イソコツブムシとクマ類の 1 種などがあげられる(表 3)。

藻琴湖においては、*Macoma* sp. シラトリガイの 1 種が編組比率 (37.5%)、出現頻度 (86.4%) とも第 1 位で、次いで編組比率では 24.7% のシダレイトゴカイが極端に高い。この他多毛類のヤマトスピオやゴカイ、二枚貝のヤマトシジミ、*Nuttallia olivacea* イソシジミ、*Musculus senhousia* ホトトギスガイなどが編組比率約 4% 以上と比較的個体数の多い種で、出現頻度も 60% 以上と広

Table 3. Number and frequency (F: at the stations (27)) of occurring species of Polychaeta (P), Bivalvia (B), Amphipoda (A), Gastropoda (G), Diptera (D), Cumacea (C), Isopoda (I), Oligochaeta (O), Nemertinea (N), and Macrura (M) in Lake Poronuma. +=values under 0.1%.

Species	Taxon	Number	%	F	%
1. <i>Notomastus latericeus</i>	P	6594	53.6	27	100
2. Oligochaeta sp.	O	1381	11.2	26	96.3
3. <i>Assimineea lutea japonica</i>	G	1161	9.4	27	100
4. <i>Neanthes japonica</i>	P	1016	8.3	27	100
5. <i>Eteone longa</i>	P	445	3.6	26	96.3
6. <i>Prionospio japonicus</i>	P	376	3.1	21	77.8
7. <i>Macoma</i> sp.	B	334	2.7	26	96.3
8. <i>Corbicula japonica</i>	B	200	1.6	27	100
9. <i>Anisogammarus kygi</i>	A	186	1.5	23	85.2
10. <i>Corophium</i> sp.	A	158	1.3	17	63.0
11. Cumacea sp.	C	144	1.2	22	81.5
12. <i>Gnorimosphaeroma oregonensis</i>	I	142	1.2	16	59.3
13. <i>Kamaka</i> sp.	A	116	0.9	10	37.0
14. <i>Corophium uenoi</i>	A	14	0.1	9	33.3
15. Chironomidae A	D	10	+	4	14.8
16. Nemertinea	N	5	+	4	14.8
17. <i>Grandidierella japonica</i>	A	5	+	3	11.1
18. <i>Tharyx</i> sp.	P	4	+	1	3.7
19. Spionidae	P	1	+	1	3.7
20. Capitellidae	P	1	+	1	3.7
21. <i>Euchone</i> sp.	P	1	+	1	3.7
22. Chironomidae B	D	1	+	1	3.7
23. Lysianassidae	A	1	+	1	3.7
24. Macrura	M	1	+	1	3.7

Table 4. Number and frequency (F: at the stations (22)) of occurring species of Polychaeta (P), Bivalvia (B), Amphipoda (A), Gastropoda (G), Isopoda (I), Oligochaeta (O), and Nemertinea (N) in Lake Mokotoko. + = values under 0.1%.

Species	Taxon	Number	%	F	%
1. <i>Macoma</i> sp.	B	2568	37.5	19	86.4
2. <i>Notomastus latericeus</i>	P	1690	24.7	15	68.2
3. <i>Prionospio japonicus</i>	P	551	8.0	18	81.8
4. <i>Corbicula japonica</i>	B	461	6.7	14	63.6
5. <i>Nuttallia olivacea</i>	B	345	5.0	14	63.6
6. <i>Musculus senhousia</i>	B	336	4.9	15	68.2
7. <i>Capitella capitata</i>	P	325	4.7	5	22.7
8. <i>Neanthes japonica</i>	P	259	3.8	17	77.3
9. <i>Eteone longa</i>	P	63	0.9	14	63.6
10. <i>Batillaria cumingi</i>	G	57	0.8	7	31.8
11. Nemertinea	N	35	0.5	12	54.5
12. <i>Grandidierella japonica</i>	A	34	0.5	9	40.9
13. <i>Glycine</i> sp.	P	33	0.5	4	18.2
14. <i>Mya arenaria</i>	B	18	0.3	11	50.0
15. <i>Abarenicola pacifica</i>	P	15	0.2	2	9.1
16. <i>Assiminea lutea japonica</i>	G	14	0.2	3	13.6
17. <i>Laternula limicola</i>	B	9	0.1	5	22.7
18. <i>Stenothyra edogawaensis</i>	G	8	0.1	3	13.6
19. Capitellidae	P	8	0.1	1	4.5
20. <i>Prionospio</i> sp.	P	4	+	4	18.2
21. Gammaridae	A	4	+	1	4.5
22. <i>Anisogammarus kygi</i>	A	3	+	3	13.6
23. Oligochaeta sp.	O	2	+	2	9.1
24. <i>Gnorimosphaeroma oregonesis</i>	I	2	+	1	4.5
25. <i>Sigambra tentaculata</i>	P	2	+	1	4.5
26. <i>Melita</i> sp.	A	1	+	1	4.5
27. <i>Harmothoe imbricata</i>	P	1	+	1	4.5

い分布域をもつ。比較的高い編組比率(4.7%)を示す *Capitella capitata* イトゴカイは出現頻度が22.7%と低く、分布域が限られている。逆に編組比率は低いながら50%以上の出現頻度を示して比較的広い分布域を占める種にホンミサシバ、*Mya arenaria* オオノガイがあげられる(表4)。

各湖沼における底生動物の分布をみると、それぞれの種によりその分布領域の中心は少しずつ異なりながら重複してある一定の分布領域を占めているようである。例えば各湖沼の上位3種の分布を示すと図9のようになり、食毛類の1種はパンケ沼では沼口を中心に東西の岸寄りに多く、ポロ沼でもこの種の分布の中心は岸寄りにある。シダレイトゴカイはパンケ沼とポロ沼では全域に比較的多く分布し、藻琴湖では東西の湖岸に分布の中心がある。パンケ沼のヤマトシジミはこの沼の食毛類の1種と重複する分布領域を占めているようである。ポロ沼のカワザンショウガイは沼口から北岸に向けてその分布は明らかに偏っており、藻琴湖のヤマトスピオも湖口と湖中央部を除く東西の湖岸水域に分布の中心が限られている。

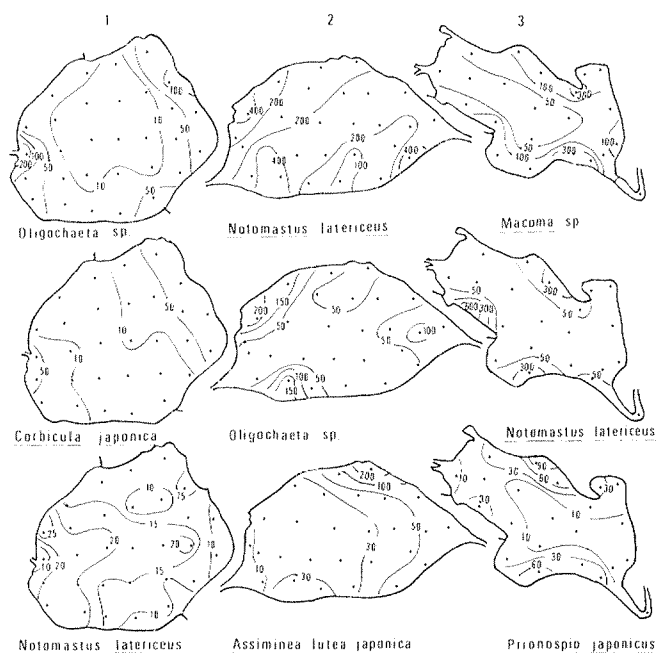


Fig. 9. Map showing the spatial distributions of number of individuals (no./0.1 m²) of three common benthic fauna in each area investigated. 1: Lake Pankenuma, 2: Lake Poronuma, 3: Lake Mokotoko.

このように、ある水域の底生動物はそれぞれの生活様式に応じてそれぞれの分布領域を占有しているが、移動力の乏しいこれら底生動物集団の各地点にみられる種組成と個体数の差異は、その場の総合的、持続的な環境の反映とみなすことができ、しかも複数の種が存在し、それぞれ少しずつ違う環境条件を要求するとすれば、その共通部分はそれぞれの種が要求する環境条件より狭いものになる。そこで、地点間の種組成と個体数にみられる類似性を Morisita (1959) の類似度指数で求め、平均連結法によって類似度の高い地点群を包含する群集を識別した結果が図 10 から図 12 である。

パンケ沼: A 群集はこの沼の中央部に分布するもので、著しく個体数の多い種は見当たらないが、*N. latericeus* シダレイトゴカイと *Oligochaeta* 貧毛類の 1 種が平均して多く、次いで *N. japonica* ゴカイが多い。

B 群集は A 群集でみられるゴカイが少なく、*C. japonica* ヤマトシジミが主要種となる点で異なるが、2 つの群集の類似度は 0.63 と高い。沼奥部に分布する。

C 群集は上記 2 群集とはやや異なり、貧毛類の 1 種とヤマトシジミの個体数が非常に多く、次いでシダレイトゴカイとゴカイが多い。沼口と沼奥部の岸寄りに分布がみられる。

いずれにしてもこの沼の 3 つの群集は、相互に 0.59 の類似度指数を示してよく類似した群集と言える (図 10)。

ポロ沼: A 群集はこの沼を広くおおむね群集で (図 11)、シダレイトゴカイが最も多い個体数を占め、ゴカイ、貧毛類の 1 種、*Assiminea lutea japonica* カワザンショウガイが主要構成員となっている。

B 群集は地点 8 と 26 を中心に極めて狭い範囲に分布し、カワザンショウガイが 28~54% の編

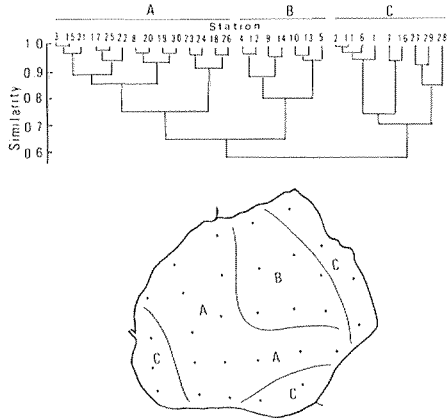


Fig. 10. Dendrogram produced by cluster analysis with Morisita's similarity index (upper) and the spatial distribution of three community types (under) in Lake Pankenuma. See the text for A-C.

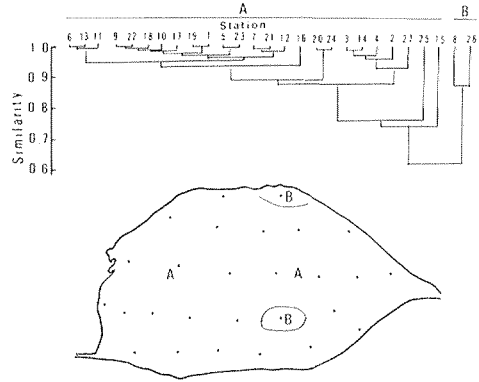


Fig. 11. Dendrogram produced by cluster analysis with Morisita's similarity index (upper) and the spatial distribution of two community types (under) in Lake Poronuma. See the text for A-B.

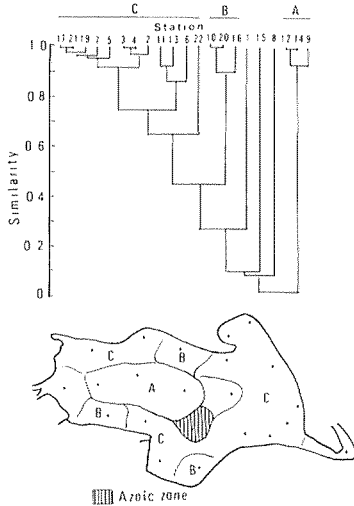


Fig. 12. Dendrogram produced by cluster analysis with Morisita's similarity index (upper) and the spatial distribution of three community types (under) in Lake Mokotoko. See the text for A-C.

組比率を占める他、シダレイトゴカイとゴカイが次いで多い。

これら2つの群集の主要構成種は共通しており、図11で示すように相互に0.6以上の類似度指数をもってよく類似していることがわかる。

藻琴湖：図12に示すように、この湖のA群集は水深の深い湖中央部を中心に分布がみられ、種数が少なく、*Capitella capitata* イトゴカイが顕著に多い群集である。

B群集は東西の湖岸に分布し、シダレイトゴカイが極めて多く、次いで *Macoma* sp. シラトリガイの1種が主要種となっている。*Prionospio japonicus* ヤマトスピオとヤマトシジミも比較的個体数が多い。

C群集はシラトリガイの1種が主要種となるが、この他にはヤマトシジミ、ヤマトスピオなども

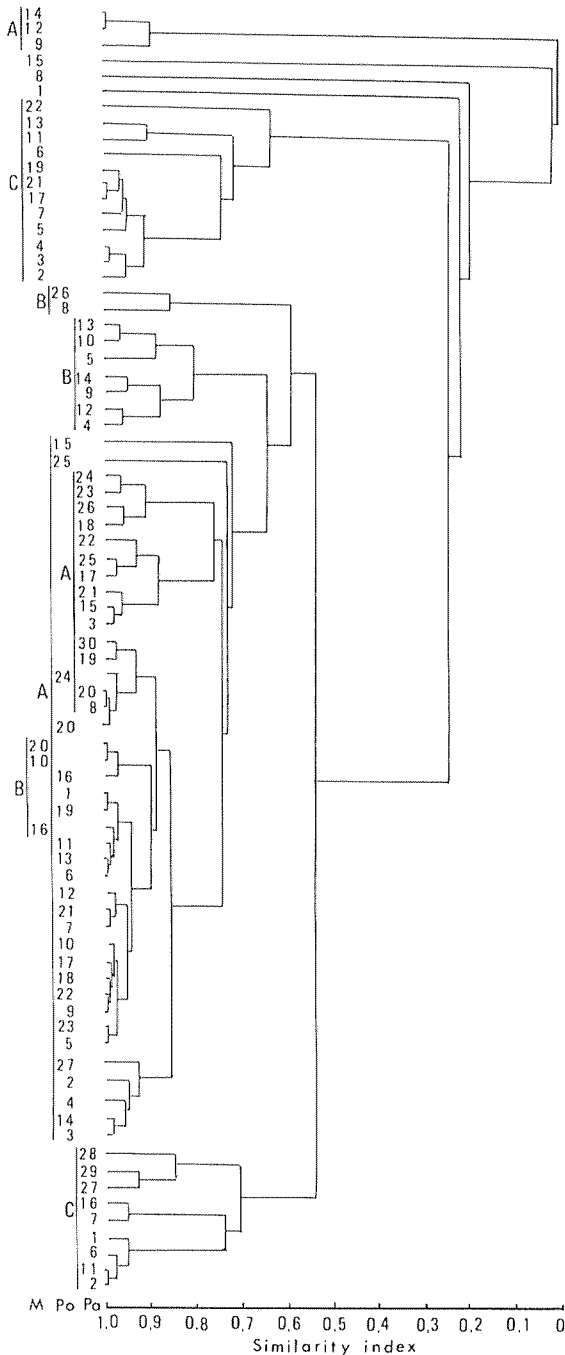


Fig. 13. Dendrogram based on cluster analysis of samples collected in three lakes. Pa: Lake Pan-kenuma, Po: Lake Poronuma, M: Lake Mokotoko.

多い群集でこの湖の浅い水域に広く分布する。上記 B 群集と同一主要種が多く、類似度指数が 0.45 と比較的よく類似しているが、A 群集との類似性は極めて乏しく、明らかに異なる群集と言えよう。

地点 18 のみは 1 mm 以上の底生動物は採集されず、いわゆる死帯を形成しているが、底層水酸素量は 2.91 ml/l で、地点 12 の 2.17 ml/l に次いで低かった (表 1)。夏季のこの貧酸素量に加え、底質全硫化物量が 4.34% と高い値を示すことが死帯の成因と思われる。

以上に述べた 3 つの湖沼の底生動物群集の分布と総合的な底層環境条件とを比較してみると (図 6 と図 10, 図 7 と図 11, 図 8 と図 12), 環境勾配が緩やかなパンケ沼とポロ沼では、底生動物群集も相互に類似性の高い群集としてパンケ沼で 3 群集が、ポロ沼で 2 群集が識別される結果となり、一方、環境勾配が急で湖内が不連続的に 2 つに区分される藻琴湖では、相互に類似する 2 群集が同一環境勾配にある湖岸域に、これらと極めて類似性が乏しい 1 群集が湖中央部に分布するという、環境勾配に対応した群集の配置がみられる。

ある種がある場所に持続的に存在する場合は、その場所の環境がその種にとって適していることになり、複数の種が存在する場合、その要求する環境要因もそれぞれ違おうから、その共通部分 (ここでは群集の分布域) は 1 種のみを要求する環境要因より狭いものになるであろう (二村, 1984)。また、そのような環境がある期間持続していたであろうことは容易に想像できる (山本, 1955, 二村, 1984)。しかし、各湖沼において、環境と底生動物群集のそ

それぞれ類似度の高い地点群が必ずしも一致しているわけではない。これは生物が比較的広い環境条件の下で適応して生活しうること、求めた個々の環境要因がすべて共通して底生動物にとって重要であるとは限らないことなどを考慮すれば当然の結果と言えよう。

群集系列と環境

これまで述べてきた3つの湖沼の底生動物群集を一括して同一手法で相互の類似度を求め、デンドログラムとして示したのが図13である。

パンケ沼C群集、パンケ沼A群集とボロ沼A群集および藻琴湖B群集の3群集、パンケ沼B群集、ボロ沼B群集、藻琴湖C群集、藻琴湖A群集の6つに分けられ、パンケ沼C群集からボロ沼B群集までは相互に類似度が高い。これらの群集と藻琴湖C群集はやや類似しているが、藻琴湖A群集は類似性に乏しいと言える。底層環境についてはすでに述べた通りだが、粒度組成はパンケ沼と藻琴湖中央部からボロ沼、藻琴湖岸部と順に粗粒化し、底質中の有機物量はパンケ沼と藻琴湖中央部が他水域に比べ顕著に高く、全硫化物量は藻琴湖中央部を除く他水域では大差がなかった。これらの底質環境要因や底層水塩素量の分布傾向と群集系列との間にはこれまで指摘されたような明らかな対応関係(山本, 1954; 菊池・菊池, 1967, Jaramilloら, 1984)は認められない。

一方、底質間隙水塩素量をみると、パンケ沼とボロ沼が4%以下、藻琴湖岸部が5%からやや高い値、湖中央部が10%以上となっており、相互に類似度の高い6群集が最も低い間隙水塩素量の水域に、次いで高い塩素量水域に藻琴湖C群集が、最も高い間隙水塩素量水域に藻琴湖A群集の分布がそれぞれよく対応している。

Redeke (1936) がオランダの汽水湖を塩素量から低鹹性 (0.1-1.0 Cl‰), α -中鹹性 (1.0-5.5 Cl‰), β -中鹹性 (5.5-10.0 Cl‰), 高鹹性 (10.0-17.0 Cl‰) の4段階に分けて以来、多くの研究にこの基準が用いられている。実はこの分類は個々の湖についての標識として提唱されたものだが、この分類が1つの生態系内での底生動物群集の分布と対応することから、底層水塩素量の群集構成における重要性を山本 (1954) は重視した。それによると東北地方の4つの汽水湖において、1つの湖内で底生動物の群集組成の類似性からいくつかの群集型が区別され、底層水塩素量によって区分され、順序づけられた環境の系列と群集型の系列の間に対応があること、ある優占種または共通種群の組合せによって分けられた群集型が、異なった水域においても底層水塩素量の系列に対応していることを指摘している。Kikuchi (1964) も宍道湖で同様の結果がみられるという。底層水塩素量によるこれまでの区分方法によると、パンケ沼が α -中鹹性、ボロ沼の沼口から中央部水域が高鹹性、それより奥部が β -中鹹性と区分され、藻琴湖は高鹹性となる。この環境系列が底生動物群集系列と対応しないことはすでに述べた通りである。

菊池・菊池 (1967) は潤沼が底層水塩素量から β -中鹹性湖にあてはまるとしながら、ここに3つの底生動物群集を識別し、湖岸部の群集が八郎潟のIII, II, Iや鷹架沼のII (山本, 1954), 宍道湖沿岸部の α -中鹹性の群集 (Kikuchi, 1964) と同等のものであろうと指摘する一方、湖底部の群集が尾駮沼 β -中鹹性の群集と全く異なっていることを指摘している。ただ、この潤沼湖底部の底生動物群集を構成する主要種 *Prionospio japonicus* ヤマトスピオは季節的変動が大きい種である。例えば青森県十三湖においては秋季から春季にかけて個体数が急増して、底生動物群集の構成種のうち、この種が優占種となることによって夏季の群集型がその他の季節とは著しく異なることが知られている (Nakao, 1979, 1982)。したがって、潤沼の春季相としての特徴がヤマトスピオ群集となっていることも考えられ、夏季の尾駮沼との比較はこの点も考慮すべきかもしれない。いずれにしても今回の結果を含め底層水塩素量と底生動物群集との対応において、厳密には一致

しない場合がでてくるようである。

このような汽水性水域の底層水塩素量は時空間的に大きく変化することが多く、採水の季節や日時によって結果が異なることがある。ただ、間隙水塩素量が底層水と間隙水との交換によってもたらされるものであることから、場所ごとの順序付けとしての系列が両者の間で一致する場合が多く、現象的には底層水塩素量と底生動物群集の分布が対応してみえることが多いのではなからうか。

数種の埋在動物にとって底層水塩素量よりも間隙水塩素量が重要な環境要因となることはこれまでいくつかの報告で知られている (Smith, 1956; Capstick, 1959)。勿論、この研究で採集された *Musculus senhousia* ホトトギスガイのような表在動物にとっては間隙水とのかかわりは埋在動物のそれとは違ってこようから、必ずしもすべての底生動物にとって間隙水塩素量が第一義的に重要だとするわけにはいかないだろうが、この研究の結果や上記の Smith (1956)らの報告、あるいは *Corbicula japonica* ヤマトシジミが底層水塩素量の変化を比較的安定している間隙水塩素量で補填することを示唆した Fuji (1957) の結果などからも、間隙水塩素量が汽水性底生動物群集の分布と強いかかわりをもつであろうことは、首肯されるところである。

摘 要

1. 1983年7月と8月、北海道の3汽水湖において、小型スミスマッキンタイヤ型採泥器を用いて0.1 m²内の大型底生動物を採集し、底層環境要因として底質2 cm層の粒度組成、炭素量と窒素量および全硫化物量、間隙水と底層水の塩素量をそれぞれ求めた。

2. 各地点の種組成と個体数の類似度からパンケ沼では相互に類似する3群集、ポロ沼でも相互に類似する2群集が、藻琴湖では相互に類似する2群集と類似に乏しい1群集の計3群集が認められた。

3. 底層環境要因を総合してみると、パンケ沼はほぼ全域が1つに、ポロ沼では相互に類似する2水域に、藻琴湖では極めて類似に乏しい2水域に分けられる。

4. 環境勾配の緩やかなパンケ沼とポロ沼および藻琴湖岸部ではそれぞれの湖沼で類似した群集が分布し、環境勾配の急な藻琴湖中央部では全く異なる群集の分布がみられる。

5. 3つの湖沼の底生動物群集の類似度から6つの群集型にまとめられ、それらの分布と底層環境要因の分布を対比すると底質環境要因と底層水塩素量との間にはそれぞれ規則的な平行性は認められないが、間隙水塩素量との間に明らかな対応が認められた。

文 献

- Capstick, C.T. (1959). The distribution of free-living nematodes in relation to salinity in the middle and upper reaches of the Blyth estuary. *J. Anim. Ecol.* **28**, 189-209.
- Fuji, A. (1957). Changes in tissue chloride and physiological activity of the brackish-water bivalve, *Corbicula japonica*, in response to variations in salinity. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **8**, 163-177.
- Jaramillo, E., Mulsow, S., Pino, M. and Figueroa, H. (1984). Subtidal benthic macroinfauna in an estuary of south Chile: Distribution pattern in relation to sediment types. *Marine Ecology* **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*, 21-44.
- 菊池泰二・菊池利史 (1967). 茨城県湖沼の底生動物. その春季相について, 日生態会誌 **17**, 63-69.

- Miyadi, D. (1940). Marine benthic communities of the Osaka-Wan. *J. Oceanogr.* **12**, 1-15.
- Morisita, M. (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E.* **3**, 65-80.
- Nakao, S. (1978). Distribution of benthos in relation to the sulfide-content in the bottom sediments of mixo-polyhaline Lake Noto, 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.
- 二村義八朗 (1984). 生物検定法. 付着生物研究 **5**, 47-54.
- * Redeke, H.C. (1936). On the present state of our knowledge of Limnology in the Netherlands. *Union Geodesique et Geophysique Internat. Rapp. divers.* 1-16.
- Smith, R.I. (1956). The ecology of the Ramar estuary VII. Observations on the interstitial salinity of intertidal muds in the estuarine habitat of *Nereis diversicolor*. *J. mar. biol. Assc. U.K.* **35**, 81-104.
- Yamamoto, G. (1950). Benthic communities in Mutsu Bay. *Sci. Rep. Tohoku Univ. (4th Ser. Biol.)*. **18**, 482-487.
- (1951). Ecological note on transplantation of the scallop, *Pecten yessoensis* Jay, in Mutsu Bay, with special reference to the succession of the benthic communities. *Ibid.* **19**, 11-16.
- 山本護太郎 (1954). 汽水性水域の底棲生物群集の研究 IV. 尾駈沼, 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.
- (1955). 松島湾の水産資源に関する基礎研究. 第 2 報. 松島湾の底棲群集. 東北水研報告 **5**, 208-214.

* は直接参照できなかった。