



Title	魚類棲息環境としての湖沼の微生物学的研究 : III. 大沼湖沼群の微生物叢について
Author(s)	吉水, 守; YOSHIMIZU, Mamoru; 木村, 喬久 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 34(4), 361-369
Issue Date	1983-12
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23841">https://hdl.handle.net/2115/23841</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	34(4)_P361-369.pdf



魚類棲息環境としての湖沼の微生物学的研究

III. 大沼湖沼群の微生物叢について

吉水 守\*・木村 喬久\*

Bacteriological Study on Lake as Ambient Water for Fish

III. Microflora of Lake Group Onuma (Onuma,  
Konuma and Junsainuma), 1976-1978

Mamoru YOSHIMIZU\* and Takahisa KIMURA\*

Abstract

The distribution and composition of heterotrophic microflora and the coli-form bacteria in Lake group Onuma (Onuma, Konuma and Junsainuma) as ambient water for fish was studied.

The viable bacteria in surface and bottom water that varied from  $10^1$  cells/ml in spring to  $10^3$  in autumn, and also in plankton, was observed to vary from  $10^5$  to  $10^9$  cells/g in these same seasons. This abundance of these microorganisms was observed in the station of the south basins of Lake Onuma, where the river mouth is situated and closed to sightseers. The generic composition of the microflora included the genera *Pseudomonas*, *Flavobacterium*/Cytophagaceae, *Achromobacter*, *Aeromonas* and Enterobacteriaceae, both in water and plankton, and the later two genera were isolated in great numbers from summer to autumn.

The viable microbial counts in the mud, in which no seasonal variation was observed, were  $10^5$  to  $10^6$  cells/g. The microflora of the mud was different from that of the water and plankton, the principal genera in the mud being Coryneforms and *Pseudomonas*.

結 言

前報<sup>1,2)</sup>までに北海道の代表的な貧栄養湖である洞爺湖および支笏湖における従属栄養細菌の分布ならびに魚類棲息環境としての両湖の微生物叢を明らかにしたが、函館近郊には駒ヶ岳の噴火による塞止湖であり、水深も浅く近年富栄養化の進行している<sup>3)</sup>大沼湖沼群が存在する。大沼をはじめ小沼、蓴菜沼ではこの大沼水系を利用したワカサギ、フナ、コイ等の養殖、蓴菜の栽培などが行われているが、1974年頃より大沼および小沼に棲息するフナに表皮の肥厚を伴い、潰瘍性の欠損が生じるいわゆる“穴あき病”が発生し大きな問題となった。

著者らはこの原因究明の一環とし、病魚および棲息環境としての湖水の微生物学的検討を行い、病魚からは原因菌と考えられる atypical *Aeromonas salmonicida* を分離すると共に患部周辺の菌叢は *A. hydrophila* が優勢をなしていることを明らかにした<sup>4)</sup>。

本報においては病魚体表の菌叢との関連から調査した大沼、小沼および蓴菜沼の湖水、プランクトンならびに湖泥の従属栄養細菌数とその菌叢ならびに大腸菌群の分布について周年の観察を行い、前

\* 北海道大学水産学部微生物学講座  
(Laboratory of Microbiology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

報までの貧栄養湖と比較検討したので報告する。

### 実験材料と方法

#### 湖 水

1976年5月から1978年1月に至る間に計11回, Fig. 1に示す大沼, 小沼および蘆葉沼内に定めた9地点 (Station 1~6および12~14) において表面水を, また Station 1においては水深7~8mの底層水をそれぞれ滅菌三角フラスコおよびJZ式細菌用採水器を用いて採取し, 後者では採水後滅菌三角フラスコに移し, 共にアイスボックスに収めて氷蔵し北大水産学部に持ち帰り直ちに実験に供した。なお運搬に要した時間は約1時間であった。

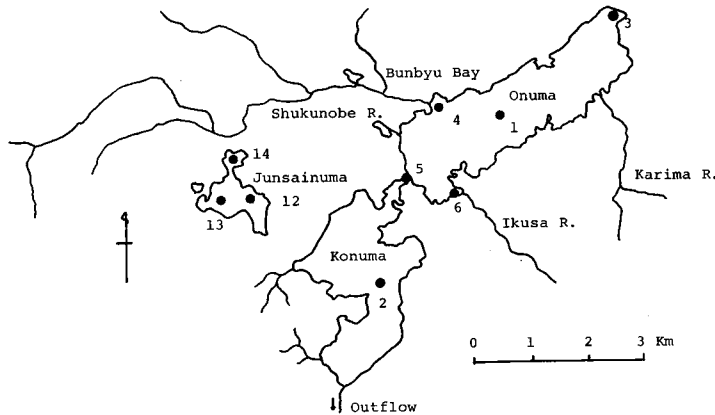


Fig. 1. Map of Lake Onuma group showing the sampling stations.

#### プランクトン

前述の Fig. 1 に示した Station 1, 2 において湖水の採水と同時にプランクトンネット (XX-13,  $\phi$  23.5 cm) を用い, 前者では水深 5 m より表面までの垂直引きにより, また後者では表面 5 m の水平引きにより採集し, 無菌的に滅菌三角フラスコに移した後アイスボックスに収め, 湖水と同様氷蔵して実験室に持ち帰り直ちに実験に供した。なおプランクトンは 3000 rpm 10 分間の遠心分離により集め湿重量を秤量後, その 9 倍量の滅菌生理的食塩水を加え乳鉢にて磨細し, この磨細液を試料とした。

#### 湖 泥

前記 Fig. 1 の Station 1, 6 の两点において湖水およびプランクトンを採取後エックマン採泥器を用い, 前者では水深 7~8 m, 後者では水深 1.5~2 m の湖底から採取した湖泥を無菌的にシャーレに移し前記同様氷蔵して実験室に持ち帰った。湖泥は湿重量を秤量後その 9 倍量の滅菌生理的食塩水を加えた懸濁液を試料とした。

#### 生菌数の測定法

前述の各試料の生菌数の測定は前報までと同様<sup>1,2)</sup>, 淡水基礎培地を用い 20°C 7 日間の好気培養により発生した集落数から常法により算出し, 水試料では 1 ml 当り, プランクトンおよび湖泥では湿重量 1 g 当りの生菌数として示した。

さらに湖水試料については LB 培地を用いた常法の 大腸菌群最確数および EC 培地法<sup>3)</sup> による *E. coli* 最確数を測定した。

## 菌株の分離および分類法

菌株の分離は基礎培地平板上の全集落あるいは一定面積中の全集落(20~30個)を釣菌し、純培養を繰り返して供試分離菌株を得た。分離菌株は前報同様 Shewan et al. の方法<sup>6)</sup> および著者らの作成した scheme<sup>7)</sup> に準拠して genus レベルの分類を行った。

## 結 果

## 湖水の生菌数

湖水表面水および Station 1 における底層水の生菌数は Table 1 に示すごとくで、23~9400/ml の範囲で測定され、調査した兩年共に春に少く、水温の上昇と共に漸増し秋 11 月に最高値を示す季節的な変化を示したが、その変動幅は 10<sup>2</sup> 程度と小さかった。湖沼間では大沼と小沼の中心に近い Station 1, 2 に差は認められず、また Station 1 における表面水と底層水の生菌数にもほとんど差は認められ

Table 1. Viable microbial counts in the surface water sampled in Lake Onuma group (/ml)

Sampling date	Sampling station										
	1	2	3	4	5	6	12	13	14	11*	
19. May '76	430	310	230	260	370	340	—	—	—	290	
15. July '76	460	180	240	260	480	420	—	—	—	370	
28. Sep. '76	410	710	620	600	630	1200	—	—	—	790	
25. Nov. '76	950	1200	1100	990	1200	2700	—	—	—	1300	
11. May '77	160	160	260	80	450	1700	—	—	—	110	
14. June '77	120	290	210	140	250	440	—	—	—	140	
12. July '77	460	300	770	490	690	4100	260	23	460	370	
13. Sep. '77	360	370	340	320	520	910	—	—	—	1700	
12. Oct. '77	220	270	340	115	620	800	—	—	—	200	
25. Nov. '77	1500	1200	6300	6800	1300	9400	—	—	—	4500	
18. Jan. '78	—	650	—	—	520	2100	—	—	—	—	

cf. \*: bottom water, depth 7~8 m, at Station 1

Table 2. Coli forms counts in the surface water and bottom water sampled in Lake Onuma group by MPN method (/100ml)

Sampling date	Sampling station										
	1	2	3	4	5	6	12	13	14	11*	
19. May '76	70	49	17	33	170	9200	—	—	—	23	
15. July '76	13	33	7	21	17	1600	—	—	—	—	
28. Sep. '76	17	4	8	13	17	130	—	—	—	—	
25. Nov. '76	540	130	79	350	220	920	—	—	—	—	
11. May '77	33	110	17	14	17	1700	—	—	—	79	
14. June '77	93	13	21	220	49	240	—	—	—	49	
12. July '77	49	22	170	79	170	3500	49	5	17	130	
13. Sep. '77	33	130	49	79	920	920	—	—	—	540	
12. Oct. '77	140	33	33	79	310	2400	—	—	—	170	
25. Nov. '77	240	240	920	1600	3100	1600	—	—	—	540	
18. Jan. '78	—	33	—	—	540	920	—	—	—	—	

cf. \*: bottom water, depth 7~8 m, at station 1

Table 3. *E. coli* counts in the surface water and bottom water sampled in Lake Onuma group by MPN method (/100 ml)

Sampling date	Sampling station									
	1	2	3	4	5	6	12	13	14	11**
19. May '76	5	2	5	2	2	140	—	—	—	2
15. July '76	*	2	2	8	*	110	—	—	—	—
28. Sep. '76	*	*	*	*	5	49	—	—	—	—
25. Nov. '76	49	11	8	33	23	22	—	—	—	—
11. May '77	*	7	5	*	17	220	—	—	—	*
14. June '77	2	5	5	5	2	11	—	—	—	7
12. July '77	49	8	33	49	79	350	5	5	5	22
13. Sep. '77	33	14	23	49	49	350	—	—	—	130
12. Oct. '77	17	33	2	11	33	27	—	—	—	33
25. Nov. '77	240	49	240	920	110	920	—	—	—	540
18. Jan. '78	—	4	—	—	31	130	—	—	—	—

cf. \*\*: bottom water, depth 7~8 m, at station 1

\*: less than 1.8/100 ml.

Table 4. Viable microbial counts in the plankton sampled in Lake Onuma and Lake Konuma (/g)

Sampling date	Sampling station	
	1	2
19. May '76	$3.2 \times 10^8$	$3.8 \times 10^4$
15. July '76	$1.1 \times 10^6$	$4.2 \times 10^5$
28. Sep. '76	$1.8 \times 10^7$	$9.8 \times 10^6$
25. Nov. '76	$6.9 \times 10^6$	$8.9 \times 10^6$
11. May '77	$4.5 \times 10^6$	$9.3 \times 10^7$
14. June '77	$1.4 \times 10^7$	—
12. July '77	$4.4 \times 10^8$	$1.4 \times 10^9$
13. Sep. '77	$2.0 \times 10^6$	$5.6 \times 10^6$
12. Oct. '77	$6.1 \times 10^7$	$1.3 \times 10^9$
25. Nov. '77	$1.3 \times 10^8$	$4.8 \times 10^8$

Table 5. Viable microbial counts in the mud sampled in Lake Onuma (/g)

Sampling date	Sampling station	
	1	6
11. May '77	$2.2 \times 10^6$	$1.7 \times 10^7$
14. June '77	$1.2 \times 10^6$	$5.9 \times 10^6$
12. July '77	$3.7 \times 10^6$	$2.8 \times 10^7$
13. Sep. '77	$3.1 \times 10^5$	$4.3 \times 10^5$
12. Oct. '77	$9.7 \times 10^5$	$6.0 \times 10^6$
25. Nov. '77	$4.3 \times 10^6$	$9.2 \times 10^6$

なかった。蓴菜沼は1977年6月1回のみ調査であったが、西側の Station 13 で若干低い値を示した。地域的には観光の中心地に近く生活排水を含む軍川の流入口である Station 6 において常に高い値が測定された。

Table 6. Generic distribution of microorganisms isolated from the surface water sampled in Lake Onuma

Sampling date	Sampling station	Micrococcus	Coryneforms	Achromobacter	Flavobacterium/ Cytophagaceae	Enterobacteriaceae	Pseudomonas	Vibrio	Aeromonas	Yeast	Unclassified	Number of the isolates
19. May '76	1	% 0	4	11	4	4	71	0	0	0	7	28
15. July '76	1	0	7	3	0	33	50	0	7	0	0	30
28. Sep. '76	1	0	7	39	4	0	21	0	29	0	0	28
25. Nov. '76	1	0	0	3	30	0	60	0	0	3	3	30
11. May '77	1	0	30	25	15	5	25	0	0	0	0	20
	3	0	30	25	15	5	10	0	10	0	5	20
	4	0	14	21	14	0	50	0	0	0	0	14
	5	0	17	17	0	0	67	0	0	0	0	6
	6	0	0	30	25	0	45	0	0	0	0	20
12. July '77	1	0	6	17	0	17	50	0	0	0	11	18
	3	0	13	0	25	0	50	0	13	0	0	16
	4	0	0	5	5	5	65	0	15	0	5	20
	5	0	5	5	5	10	45	5	25	0	0	20
	6	0	12	24	0	12	35	0	18	0	0	17
13. Sep. '77	1	0	26	9	26	4	35	0	0	0	0	23
	3	0	12	20	28	0	40	0	0	0	0	25
	4	0	11	11	11	0	61	0	0	0	6	18
	5	0	7	0	0	14	57	7	14	0	0	14
	6	0	26	16	0	0	26	5	26	0	0	19
25. Nov. '77	1	0	44	8	12	0	28	4	4	0	0	25
	3	0	9	9	9	0	65	4	0	0	4	23
	4	0	12	16	28	0	36	0	0	0	8	25
	5	0	0	0	4	0	96	0	0	0	0	25
	6	0	14	9	5	0	58	0	9	0	5	22
18. Jan. '78	5	0	11	0	14	0	71	0	0	0	4	28
	6	0	8	19	23	0	50	0	0	0	0	26

湖水の大腸菌群最確数および *E. coli* 最確数

湖水表面水および Station 1 における底層水の大腸菌群最確数を Table 2 に、*E. coli* 最確数を Table 3 に示したが、大腸菌群数は全定点より 4~9200/100 ml の範囲で測定され、前記生菌数同様春に少く秋 11 月に最高値を示す季節的变化を示した。この場合も湖沼間には中心部と比較する限り顕著な差は認められず、Station 1 における表面水と底層水にもほとんど差は認められなかった。しかし地域的にはやはり Station 6 が常に最も高い値を示し、かなり汚染が進行しているものと考えられた。*E. coli* 数は 1.8 以下~920/100 ml と低いものの、ほぼ同様の分布傾向が観察された。

Table 7. Generic distribution of microorganisms isolated from the bottom water sampled in Lake Onuma

Sampling date	<i>Micrococcus</i>	Coryneforms	<i>Achromobacter</i>	<i>Flavobacterium</i> / Cytophagaceae	Enterobacteriaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>Vibrio</i>	<i>Aeromonas</i>	Yeast	Unclassified	Number of the isolates
12. July '77	0	0	5	5	53	37	0	0	0	0	19
13. Sep. '77	0	24	6	6	6	59	0	0	0	0	17
25. Nov. '77	0	13	9	17	9	35	13	0	0	4	23

Table 8. Generic distribution of microorganisms isolated from the surface water sampled in Lake Konuma

Sampling date	<i>Micrococcus</i>	Coryneforms	<i>Achromobacter</i>	<i>Flavobacterium</i> / Cytophagaceae	Enterobacteriaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>Aeromonas</i>	<i>Vibrio</i>	Yeast	Unclassified	Number of the isolates
19. May '76	0	0	3	17	7	47	23	0	0	3	30
15. July '76	4	0	18	7	11	22	37	0	0	0	27
28. Sep. '76	4	0	18	4	0	39	29	0	0	7	28
25. Nov. '76	0	7	10	3	7	67	3	0	0	3	30
11. May '77	0	20	20	30	5	20	0	0	0	5	20
12. July '77	0	15	55	5	0	5	20	0	0	0	20
13. Sep. '77	0	0	5	5	5	29	52	0	0	5	21
25. Nov. '77	0	8	28	12	0	40	4	4	0	4	25

プランクトンの生菌数

大沼および小沼の中心点 Station 1, 2 において採集したプランクトンの生菌数を Table 4 に示したが、 $10^5 \sim 10^9/g$  の範囲で測定され、1976 年度においては 9 月にピークを示す季節的な変化がみられたもののその変動幅は小さく、翌年度では著明な季節変化は認められなかった。

湖泥の生菌数

Station 1. 6 すなわち大沼の中心部および軍川の流入口において採集した湖泥の生菌数は Table 5 にみられるごとくで、前者では  $10^5 \sim 10^6/g$  と周年ほぼ一定の値を示した。後者では  $10^5 \sim 10^7/g$  と若干の変動が認められたが、季節変化は観察されなかった。

大沼表面水の細菌叢

前述の大沼表面水より分離した総計 612 株より継代不能株を除く 560 株について Shewan et al. および著者らの scheme により genus レベルの分類を行い、各 genus の出現率を分離菌株数に対する百分率で表わした結果は Table 6 に示すごとくで、全般的には *Pseudomonas*, *Flavobacterium*/

Cytophagaceae, *Achromobacter*, Coryneforms がその主体を成し, 季節的には夏に *Aeromonas* および Enterobacteriaceae が増加する傾向が認められた。

#### 大沼底層水の細菌叢

前記 Station 1 における底層水より分離した 65 株より継代不能株を除く 59 株の分類結果を Table 7 に示した。表面水同様 *Pseudomonas*, *Flavobacterium*/Cytophagaceae, Coryneforms, *Achromobacter*

Table 9. Generic distribution of microorganisms isolated from the plankton sampled in Lake Onuma and Lake Konuma (/g)

Sampling date	Sampling station	<i>Micrococcus</i>	Coryneforms	<i>Achromobacter</i>	<i>Flavobacterium</i> / Cytophagaceae	Enterobacteriaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>Vibrio</i>	<i>Aeromonas</i>	Yeast	Unclassified	Number of the isolates
11. May '77	1	0	3	0	0	0	97	0	0	0	0	30
	2	0	7	32	0	0	61	0	0	0	0	28
12. July '77	1	0	0	0	0	30	4	17	35	0	13	23
	2	0	33	4	21	0	21	4	13	0	4	24
13. Sep. '77	1	0	0	0	0	36	55	5	0	0	5	22
	2	0	4	0	0	22	30	0	13	0	30	23
25. Nov. '77	1	0	4	4	52	0	36	0	0	0	4	25
	2	0	32	12	28	0	28	0	0	0	0	25

Table 10. Generic distribution of microorganisms isolated from the mud sampled in Lake Onuma

Sampling date	Sampling station	<i>Micrococcus</i>	Coryneforms	<i>Achromobacter</i>	<i>Flavobacterium</i> / Cytophagaceae	Enterobacteriaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>Vibrio</i>	<i>Aeromonas</i>	Yeast	Unclassified	Number of the isolates
11. May '77	1	0	41	17	0	0	41	0	0	0	0	29
	6	0	20	20	17	0	30	0	10	0	3	30
12. July '77	1	0	52	8	0	0	40	0	0	0	0	25
	6	0	61	4	4	0	22	4	4	0	0	23
13. Sep. '77	1	0	74	0	0	0	17	0	0	0	9	23
	6	0	58	0	0	0	33	0	8	0	0	24
25. Nov. '77	1	0	71	0	0	0	29	0	0	0	0	24
	6	0	50	0	4	4	42	0	0	0	0	24

などが菌叢の主体を成していたが、7月に Enterobacteriaceae が高率に検出された。

小沼表面水の細菌叢

小沼の中心部 Station 2 の表面水より分離した 210 株より継代不能株を除く 201 株の分類結果は

Table 8 にみられるごとくで、*Pseudomonas*, *Flavobacterium*/Cytophagaceae, *Achromobacter* が主体を成すのは大沼と同様であったが、Coryneforms, の割合が低く逆に *Aeromonas* の割合が高くなっていった。

プランクトンの細菌叢

Station 1 および 2 におけるプランクトンより分離した 210 株より継代不能株を除いた 200 株の分類結果は Table 9 に示すごとくで、湖水同様 *Pseudomonas* が主体を成していたが、その割合は春に高く夏には *Aeromonas*, 秋に Enterobacteriaceae, 冬に向かう 11 月には *Flavobacterium*/Cytophagaceae が高くなり、湖水の菌叢の影響を受け季節によりその構成に変化が認められた。

湖泥の細菌叢

大沼の Station 1, 6 における湖泥より分離した 210 株より継代不能株を除く 202 株の分類結果を Table 10 に示した。湖泥の菌叢は湖水と異り Coryneforms と *Pseudomonas* がその主体を成し、構成は比較的単純であった。

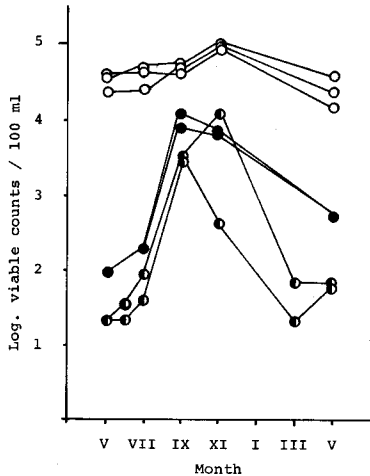


Fig. 2. Seasonal change of aerobic heterotrophs in the epilimnion of Lake Onuma, Lake Toya and Lake Shikotsu.

- : Lake Onuma,
- : Lake Toya
- : Lake Shikotsu

考 察

以上大沼、小沼および専菜沼における湖水、プランクトンおよび湖泥の従属栄養細菌数とその菌叢ならびに大腸菌群の分布についての観察を行ったが、湖水の生菌数は調査した両年度共に  $10^1 \sim 10^3$ /ml の範囲で測定され、底層水もほぼ同程度であった。この値は前報<sup>1,2)</sup>までの貧栄養湖である支笏湖および洞爺湖に比し約 10~100 倍高い値であった。Fig. 2 に支笏湖、洞爺湖および大沼における湖水表面水の生菌数の季節変化を示したが、その変動幅は支笏湖が最も大きく次いで洞爺湖、大沼の順となり、大沼ではきわめて小さかった。またプランクトンの生菌数においても同様の傾向が認められ、支笏湖、洞爺湖に比し大沼・小沼ではさほど顕著でなく、湖泥の生菌数に至っては周年ほぼ一定の値を示した。さらに表面水と底層水の生菌数の関係では両者間に差は認められなかった。これは大沼の水深が約 8 m と浅く、湖水が十分攪拌されるためと考えられる。

採水点の地理的な位置関係についてみると、観光客の出入が多く、軍川の流入口である Station 6 が周年を通じて最も生菌数が高く、大腸菌群数、*E. coli* 数においても同様の傾向が認められることから、これは軍川の流入に起因する生活排水の影響と観光施設からの人為的な汚染によるものと考えられる。一方専菜沼については 1977 年 7 月 1 回のみ調査であったが、生菌数・大腸菌群数共に大沼、小沼よりも少く、これは専菜沼に流入河川がなく、付近に村落も存在しない為汚染進行が比較的ゆるやかであることによると考えられる。

湖水の菌叢は全般的には *Pseudomonas*, *Flavobacterium*/Cytophagaceae, *Achromobacter*, Coryne-

forms が主体を成し、夏季に *Aeromonas*, Enterobacteriaceae が増加した。この傾向は支笏湖や洞爺湖においても認められたが、大沼・小沼では Coryneforms の占める割合が周年高かった。またプランクトンの菌叢も *Pseudomonas*, *Flavobacterium*/Cytophagaceae, *Achromobacter*, *Aeromonas*, Enterobacteriaceae により構成されていたが、春に *Pseudomonas*, 夏に *Aeromonas*, Enterobacteriaceae, 秋には *Flavobacterium*/Cytophagaceae の占める割合が増加し、構成員の季節的な変化がみられたが、湖泥の菌叢は Coryneforms および *Pseudomonas* が周年その主体を成していた。支笏湖、洞爺湖に比し湖泥の菌叢における *Pseudomonas* の占める割合は若干高くなっていた。

このように栄養段階の異なる湖沼を微生物学的に比較すれば、湖沼が富栄養化するにつれ、従属栄養細菌数が増加する一方で、その季節的な変動幅が減少する傾向が認められ、菌叢はより複雑なものとなる傾向が認められた。

### 要 約

1. 湖水の生菌数は 23~9400/ml の範囲で測定され、季節的には春に少く秋にピークを示す変化を示したが、変動幅は  $10^2$  程度と小さかった。
2. プランクトンの生菌数は  $10^5$ ~ $10^6$ /g の範囲で測定され、季節的には秋に若干高くなる傾向を示した。
3. 湖泥の生菌数は  $10^5$ ~ $10^6$ /g ではほぼ周年一定の値を示した。
4. 湖水の細菌叢は *Pseudomonas*, *Flavobacterium*/Cytophagaceae, *Achromobacter*, Coryneforms がその主体を成し、季節的には夏に *Aeromonas* および Enterobacteriaceae の割合が増加した。
5. プランクトンの細菌叢は *Pseudomonas* が主体を成し、湖水の細菌叢を強く反映した季節的な変化を示した。
6. 湖泥の細菌叢は Coryneforms および *Pseudomonas* がその主体を成し、季節的な変動は認められなかった。

### 謝 辞

本研究の遂行にあたり、試料の採取にご協力いただいた北海道立水産孵化場、栗倉輝彦博士はじめ同孵化場関係各位に深甚なる謝意を表す。また終始ご助言とご協力を頂いた北海道大学水産学部微生物学講座、絵面良男博士および田島研一教官に感謝の意を表す。

### 文 献

- 1) 木村喬久・吉水 守・三戸秀敏 (1978). 魚類棲息環境としての湖沼の微生物学的研究 I. 有珠山噴火に伴う降灰の洞爺湖湖水微生物叢に及ぼした影響について. 北大水産彙報, **29**, 363-377.
- 2) 吉水 守・三戸秀敏・木村喬久 (1983). 魚類棲息環境としての湖沼の微生物学的研究 II. 支笏湖の微生物叢について. 北大水産彙報, **34**, 93-103.
- 3) 伊藤富子・吉住喜好・今田和史・栗倉輝彦・岡本眞美 (1976). 1973年~1976年の大沼湖沼群(大沼・小沼・尊菜沼)の水質について. 北海道立水産孵化場研究報告, **31**, 97-112.
- 4) 吉水 守・木村喬久・宮崎統五 (1981). 我国コイ科魚類天然棲息魚及び養殖魚より分離された atypical *A. salmonicida* について. 昭和 56 年度日本水産学会秋季大会において講演発表.
- 5) Fishbein, M. (1962). The aerogenic response of *Escherichia coli* and strain of *Aerobacter* in EC broth and selected sugar broths at elevated temperatures. *Appl. Microbiol.*, **10**, 79-85.
- 6) Shewan, J., Hobbs, G. and Hodgkiss, W. (1960). The *Pseudomonas* and *Achromobacter* group of bacteria in the spoilage of marine white fish. *J. Appl. Bact.*, **23**, 463-468.
- 7) 吉水 守・木村喬久・坂井 稔 (1980). サケ科魚類の稚仔魚期における腸内細菌叢の形成時期について. 日本誌, **46**, 967-975.