

摩周湖の湖沼学的研究

(1954年6月の性状)

委嘱 黒萩 尚 吉住 喜好 甲斐 哲夫
 (北海道さけ・ます孵化場)(北海道立水産孵化場)(北海道立水産孵化場)

Limnological Study of Lake Mashu.
 Conditions on June, 1954.

By

Takashi KUROHAGI, Kiyoshi YOSHIKUNI, Tetsuo KAI

1. 緒 言

摩周湖は北海道東部に在るカルデラ湖で、湖水面は海拔350mの高度にあり、湖水面積は約20km²、湖内に一小島を有し、湖岸には環壁が発達し、また最深部はほぼ湖中央にあり211.6mが記録されている。また透明度は極めて高く1931年8月末、高安、近藤両氏の計った41.6mという値は世界にその例がないといわれる(田中館1925, 高安; 近藤1934)。また、湖内には虹鱒 (*Salmo irideus*)、Stealhead trout (*Salmo gairdneri*)、エビ、ザリガニが移殖され現在、それらは湖中に棲息し、特に虹鱒は道立水産孵化場の手により毎年採卵が行われ、卵は他地方に移出されている。本湖に付いて田中館氏(1925)、高安、近藤両氏(1934)は湖沼学的研究の結果を報告し、上野氏(1931, 1932, 1933)は本湖採集のCladocera. について、また岡田氏(1933)は*Ceratium hirundinella*の奇型について、内海氏(1931)、森氏(1936)、三原氏(1947)、甲斐氏(1954)は虹鱒やStealhead trout に関して報告した。また近年本湖の水位が2m程減じ、透明度が29mに低下したといわれている(1953年6月16日毎日新聞、6月17日朝日新聞、9月29日北海道新聞)。筆者等は1954年6月、機会を得てプランクトン、湖の理化学的性状について観察を行い、その結果を取纏めたので本紙上に報告する。報告に際し研究の機会を与えられた、サケマス孵化場兼水産孵化場長荒井定治氏、水産孵化場次長三原健夫氏、サケマス孵化場調査課長佐野誠三氏、その上種々の助言を与えられた水産孵化場調査課長江口弘氏、現地において種々の便宜を与えられた道立水産孵化場淡水係長高山正雄氏、サケマス孵化場事業課谷口定利氏に深く感謝する。なお本研究は道立水産孵化場調査試験費によつて行つた。また6月初旬における観測は甲斐が、6月下旬のそれは黒萩、甲斐が、水質に関しては吉住が、プランクトンに関しては黒萩がそれぞれ分担して行つた。

2. 湖の理化学的性状

本湖の理化学的性状に関しては田中館(1925)、高安、近藤(1934)氏等の報告があるが、いずれも夏期のものである。今回 Fig. 1, St. 3の地点で6月4日、6月24日の2回、水温、pH、硅酸塩、磷酸塩、アンモニア態窒素、塩素を垂直的に観察した。また6月24日のみ水色を、6月10日St. 4にて、また6月24日St. 3において透明度を測定した。なお測温は顛倒寒暖計、採水にはエクマン顛倒採水器を使用し、水色はフオレル水色計、透明度は直径29.5cmの白色円盤を使用して測定した。また水質については現場においてpH比色計によりpHのみを測定し、水の分析は全て試水を実験室に持ち帰つて行つた。分析には主に三宅、松居両氏の「水の化学分析法」、吉村氏の「湖沼学」を参考にし次の方法に拠つた。

- Cl Mohr の銀滴定法
- SiO₂ Winkler の法
- P₂O₅ Deniges-Atkins 法
- NH₃-N Winkler 改良の直接比色法

それらの結果は Table 1, 2, Fig. 2, 3. に示す通りである。

(1) 水 温

6月4日の水温の垂直状態は上下層ほとんど変わらず、表面で4.65°C、20m層で4.25°C、50m層で4.17°C、100m層で4.09°C、200mで3.85°Cあつたが、6月24日の測定では表層で6.62°C、20m層で6.01°C、50m層で4.91°C、100m層で4.25°C、200m層で3.86°Cとなつており、結局20日間で表層では2.0°C、20m層で1.8°C、50m層で0.8°C程度高められたことになる。これら水温の状態より見てこの当時の湖水は垂直的に極めて循環混合され易い状態であることが明らかである。また摩周湖と同様の深いカルデラ湖で本

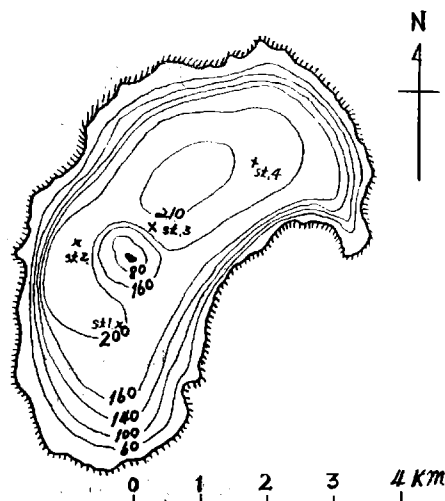


Fig. 1 観測, プランクトン採集地点

Table 1 観 測 結 果 (1954年6月4日, St. 3)

Depth (m)	W.T. (°C)	pH	Cl mg/L	SiO ₂ mg/L	P ₂ O ₅ mg/L	NH ₃ -N mg/L
0	4.65	7.0	14.41	14.6	0.0070	0.0000
5	4.37	7.0	14.74	14.6	0.0055	0.0000
10	4.32	7.1	14.74	14.3	0.0095	0.0000
15	4.29	7.0	14.07	14.4	0.0055	0.0000
20	4.25	6.8	14.07	14.5	0.0035	0.0000
30	4.19	6.8	14.07	14.7	0.0035	0.0000
40	4.14	6.8	14.07	13.9	0.0040	0.0000
50	4.17	6.8	13.91	14.2	0.0100	0.0000
75	4.15	6.8	14.07	14.3	0.0050	0.0000
100	4.09	6.8	14.74	14.5	0.0045	0.0000
150	4.01	6.7	14.07	13.6	0.0070	0.0000
200	3.85	6.6	14.74	14.1	0.0065	0.0000

Table 2 観 測 結 果 (1954年6月24日, St. 3)

雲量: 10 風: 0 波浪: 0 水色: 2 透明度: 28m

Depth (m)	W.T. (°C)	pH	Cl mg/L	SiO ₂ mg/L	P ₂ O ₅ mg/L	NH ₃ -N mg/L
0	6.62	7.1	14.41	15.8	0.0170	0.0000
5	6.51	7.0	14.58	14.9	0.0115	0.0000
10	6.42	7.0	14.07	15.8	0.0280	0.0000
15	6.35	7.0	14.07	15.7	0.0200	0.0000
20	6.01	7.0	14.41	15.1	0.0060	0.0000
30	5.36	7.0	14.07	14.9	0.0045	0.0000
40	5.16	6.9	14.07	14.1	0.0045	0.0000
50	4.91	6.9	14.07	15.0	0.0090	0.0000
75	4.40	6.9	14.41	14.8	0.0110	0.0000
100	4.25	6.9	14.91	14.2	0.0040	0.0000
150	4.02	6.8	14.58	14.5	0.0045	0.0000
200	3.86	6.2	14.74	14.7	0.0070	0.0000

州北部に位置する十和田湖, また支笏湖の6月下旬の水温と比較して見ると, 十和田湖の表層 $14.50^{\circ}\text{C} \sim 15.06^{\circ}\text{C}$ (小久保, 川村1951), 支笏湖の 14.67°C (元田, 1953) に比べ本湖のそれは約 8°C 程低温である。また高安及び近藤両氏 (1934) は本湖の8月末表層水温として $15.5^{\circ}\text{C} \sim 18.5^{\circ}\text{C}$ を報告しているが, ほぼ同時期の十和田湖の表層水温 $26.02^{\circ}\text{C} \sim 26.90^{\circ}\text{C}$ (小久保, 川村1951), 支笏湖の表層水温 22°C 前後 (五十嵐1939), 洞爺湖の 21.8°C (Yoshimura 1936) 等に比し低温である。

(2) pH

pH は $6.2 \sim 7.1$ を示し, 表層高く底層が低くなっている。すなわち表層は 7.1 内外であるが, 底層は低く $6.2 \sim 6.7$ を示した。また6月下旬には6月上旬に比し底層の pH は低くなっている。高安及び近藤両氏(1934)は底層において pH 5.8 を測定している。

(3) 塩素量

塩素量は $13.91 \sim 14.91\text{mg/L}$ を示し, 垂直的な成層は認められなかつた。これは注排水川を持たない本湖では当然と考える。本湖の塩素量は1931年夏期, 高安・近藤両氏の測定では $8.9 \sim 9.3\text{mg/L}$ であつたからやや増加の傾向が見られるが大差はない。また, 本湖と同様なカルデラ湖の十和田湖の $16.28 \sim 20.18\text{mg/L}$, 最大 28.00mg/L (小久保, 川村1951), 支笏湖の表層 $19.5 \sim 25.3\text{mg/L}$, 深層 $20.7 \sim 25.2\text{mg/L}$ (五十嵐, 1940~1941) または $22.47 \sim 23.13\text{mg/L}$ (江口その他 1954) に較べれば少ない方であるが, 日本の湖沼における塩素量は大体 10mg/L 内外 (吉村1933~1934) であるから, 本邦湖沼としては普通である。

(3) 硅酸塩

硅酸塩は $13.6 \sim 15.8\text{mg/L}$ を示し, 全層にわたつて比較的平均に分布しており成層は認められなかつた。表層は $14.6 \sim 15.8\text{mg/L}$, 底層は $14.1 \sim 14.7\text{mg/L}$ を測定したが, 支笏湖では表層 $18.0 \sim 35.1\text{mg/L}$, 深層 $17.1 \sim 18.2\text{mg/L}$ (五十嵐 1940~1941), 十和田湖の表層 $18.0 \sim 25.0\text{mg/L}$, 底層 $25.0 \sim 28.0\text{mg/L}$ (小久保, 川村1951) である。1931年夏期の硅酸塩含量は $10 \sim 12\text{mg/L}$ 程度(高安, 近藤1934) で今回とあまり変らない。

(4) 磷酸塩

磷酸塩は6月4日の観測では $0.0035 \sim 0.0100\text{mg/L}$, 6月24日のそれは $0.0040 \sim 0.0280\text{mg/L}$ を示し, 初旬と下旬では上層にかなりの変化が認められ, 下旬に多くなっている。すなわち初旬の0~15m層では $0.0055 \sim 0.0095\text{mg/L}$ (最大は10m層の 0.0095mg/L) であつたが, 下旬の0~15m層では $0.0115 \sim 0.0280\text{mg/L}$ (最大は10m層の 0.0280mg/L) であつた。底層における上旬と下旬との差は認められない。全層を通じて見ると, 大体 $0.0035 \sim 0.0070\text{mg/L}$ の範囲にあり, その含有量は僅少である。

(5) アンモニア塩

Hasler A. D. and W. G. Einsele (1948) によれば, 普通貧栄養湖に最も欠乏しているものは, 第一に P, 次

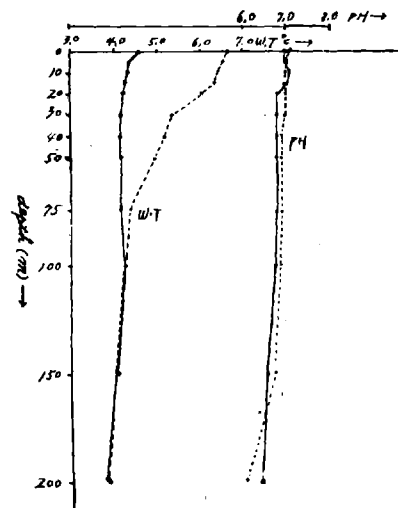


Fig. 2 水温, pHの成層状態 (St.3)
 — 6月4日
 - - - 6月24日

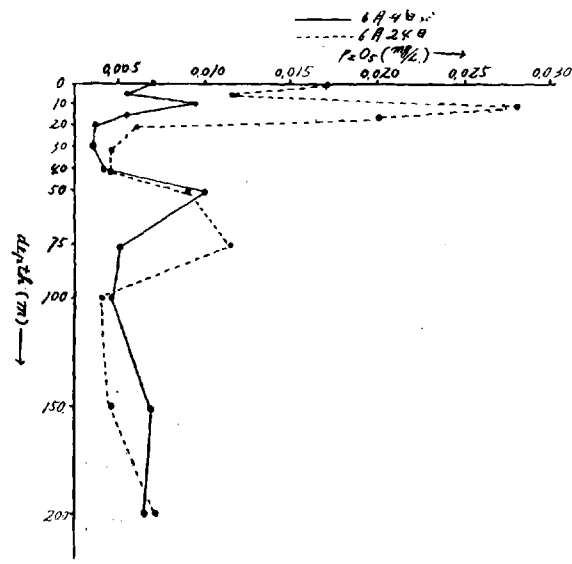


Fig. 3 P₂O₅の成層状態 (st. 3)

がNであるといわれているが、本湖のアンモニア塩の含有量は極めて少なく、今回の測定結果を通じて0.0000であつた。1931年夏期の状態は高安、近藤両氏の測定結果では0.002~0.009mg/Lであつた(高安、近藤、1934)。

(6) 水色及び透明度

水色は6月下旬 St.3 における測定で2を記録した。なお本湖では1917年夏期田中館氏が、1931年夏期に高安近藤両氏がそれぞれ水色3を記録している(田中館1925, 高安, 近藤1934)。

透明度は同日同地点で直径29.5cm, 白色透明度板にて28mを、また6月10日 St.4 の地点で27mを記録した。本湖は極めて透明度の大なることが知られており、1931年夏、高安、近藤両氏の記録した41.6mは湖沼として世界に例がないといはれたが(高安、近藤1934, 元田1950)、近年本湖の透明度の低下が新聞紙上報導されていた。今、現在まで本湖において記録されている透明度の記録を列記すると、すなわち

測定年月日	記録	観測者
1917年8月末	33m	田中館
1931年8月末~9月初	39m~41.6m	高安, 近藤
1946年6月	40m	三原
1952年7月	29m	桜井 その他
1953年6月	29m	"
1954年6月	27~28m	黒萩, 甲斐

(註) この中1952年、1953年の記録は昭和28年6月16日付毎日新聞、同年6月17日付朝日新聞、同年9月29日付北海道新聞に報じられた。

である。すなわち本湖の透明度は1947~1952年を境としてかなり低下している。吉村氏(1937)によれば透明度と水中懸濁物の量とは大体隻曲線的な関係があり、したがって透明度の大なる湖では少量の懸濁物の増加も大きく透明度に影響する。しかし本湖のプランクトンやセストンについてはその定量的な研究がないので、それらの量の増加が透明度を低下させたのかどうかは明らかでない。

3. プランクトン

(1) 採集方法

プランクトンの採集は6月下旬、Fig. 1の各地点で直径35cm, 長さ100cm, ××9国産篩絹製の手製ネット(大型ネット)と直径25cm, 長さ100cm, ××14国産篩絹製の小型ネットを使用し、前者は深さ200m(それ以上では底部より)から、また後者を使用して深度100mより、それぞれ毎秒1m程度の速度で垂直採集を行った。なおまた採集プランクトンを採集ビンに入れる際は、ネットを3回づつよく洗滌し、その中のプランクトンは出米得る限り採集する様心掛けた。

(2) 出現種

上記の採集でその出現が認め得た種類は Table. 3 に示す通りである。すなわち動物性プランクトンとしては橈脚類1種、枝角類3種、輪虫類3種、植物性プランクトンとしては藍藻類1種、硅藻類12種、原生動物3種計23種である。またその中

量的に多く出現していたのは動物性プランクトンとしては *Cyclops strenuus*。次いで *Daphnia longispina*, *Asplanchna priodonta*。であり、植物性プランクトンはそれにくらべるときわめてすくなく、そのうち *Asterionella formosa*。次いで *Dinobryon se-*

Table. 3 採集プランクトンの種類

Zoo-plankton.	
Copeoda.	<i>Cyclops strenuus</i> Ficher.
Cladocera.	<i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller. <i>Bosmina coregoni</i> Baird. <i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller).
Rotifer.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse. <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicot). <i>Keratella cochlearis</i> Gosse.
Phyto-plankton.	
Diatomeae.	<i>Melosira varians</i> C.A.Ag.

rtularia が僅かに優占している程度であつた。これを高安, 近藤両氏 (1934) の結果と比較すると 2, 3 の新しい種類が見られるが, 多くの種類はほとんど変わらず, 特に動物性プランクトンとして *C. strenuus*, *D. longispina* が, また植物性プランクトンの発生悪く, その中 *Asterionella*, が比較的優勢である点等, 種類構成上より見ると, あまり

変化が見られない。また支笏湖 7 月の 27 種 (田村, 富士 1949), 十和田湖 6 月の 23 種 (小久保, 川村 1951) に比較するとほぼ同様である。

(3) 動物性プランクトン

大型プランクトンネット採集の結果, 採集個体数及びそれから換算した各地点湖水面一平方米当りの平均個体数, 湖水一立方メートル当りの平均個体数は Table 4 に示す通りである。

Table 4 動物性各種プランクトンの出現数

St.	1		2		3		4		平均	
	190 m		196 m		190 m		200 m			
sp.	採集数	%	採集数	%	採集数	%	採集数	%	採集数	%
<i>Cyclops strenuus</i>	4030	58.71	2625	53.68	2890	57.58	1840	59.16	2846.3	57.28
<i>Nauplius of Copepoda</i>	1375	20.00	825	16.87	430	8.57	440	14.15	767.5	14.90
<i>Daphnia longispina</i>	390	5.68	995	20.35	1280	25.50	610	19.61	818.8	17.80
<i>Bosmina coregoni</i>	92	1.34	63	1.23	105	2.09	30	0.97	72.5	1.41
<i>Scapholeberis mucronata</i>	0	0.00	0	0.00	4	0.08	10	0.32	3.5	0.03
<i>Asplanchna priodonta</i>	975	14.20	385	7.87	310	0.18	180	5.79	451.3	8.51
<i>Kellicottia longispina</i>	R R R		R R R		R R R		R R R			
<i>Keratella cochlearis</i>			R R R		R R R					
計	6862	99.93	4890	100.00	5019	100.00	3110	99.92	4959.9	99.93
湖水面 1 平方米当りの個体数	114048		71273		83415		51722		82615	
湖水 1 立方メートル当りの個体数	600		364		439		258		415.3	

動物性プランクトンの計数は大型小動物出現の種類は全数を数え, 多数出現種はそれの 100cc 稀釈液をよく震盪しその中より大型駒込ピペットで 10cc とり, その中に含まれている個体数を種類別に数えた。なおそれを三回行って, その平均値より採集数を求めた。また微細な種で微量出現のものは記号でその採集状況を表示した。なお使用大型ネットは毎秒 1 m 程度の曳上速度の垂直採集の際の濾過率は濾水計を使用して測定した結果では 0.625 (5 回の平均) であり, それで採集数を補正して湖水面一平方米当りの動物性プランクトン数, 湖水一立方メートル当りの平均動物性プランクトン数を求めたものである。

なお, 本湖では Copepoda として *C. strenuus* しか発見されておらず, 今回も同様であつたので, 出現していた Copepodid 期の Copepoda は全て *C. strenuus* であるとして計数した。その結果, 最も動物性プランクトンの多いのは St. 1 で採集数 6862 個体, 最も少ないのは St. 4 の 3110 個体であり, 地点平均 4970.3 個体となつていた。しかして動物性プランクトンは, St. 1, St. 3, St. 2, St. 4 の順位で少なくなつてはいるが, 平均値より

の変差は全て50%以内である。Apsten, Birge, Ruttner 等は個体数の大体25~50%までの変動は水平分布を論ずる際、重視する必要はないといっている(森主一, 森緩二1935)。したがって各地点における動物性プランクトン数の差はあまりないが、唯、傾向として湖の南側に多く、北側に少なくなっているといえる。また計算上湖沖部では湖水面一平方米当り平均82615個体、湖水一立方メートル当り平均415.3個体ということになる。

また、各地点における各種類の全動物性プランクトンに対する比は *C. strenuus* が最大で53.68% (St.2) ~ 59.16% (St.4) 平均57.28%を占めており、次いで *D. longispina* の5.68% (St.1) ~ 25.5% (St.3) 平均17.80%, *Naupius of Copepoda* の8.57% (St.3) ~ 20.00% (St.1), 平均14.90%, *A. priodonta* の5.79% (St.4) ~ 14.20% (St.1) 平均8.51%となっており、その他の種類は極めて少なく、各地点において各種類の割合は大して変りがない。これを夏期高安、近藤両氏の研究結果(1934)と比較すると、出現種としてはあまり変りがないが、唯今回その当時採集されなかつた *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis* が採集された。

各種プランクトンについて

i) 甲殻類プランクトン.

(a) *Cyclops strenuus* Fischer.

本種はヨーロッパ、アジア、北米、北阿に分布し(Rylov 1932)、日本では冷水高山湖や暖い低地湖等に広く分布しており、北海道では洞爺湖、支笏湖、倶多楽湖等の冷水貧栄養湖や網走湖、半月湖等の富栄養湖にも分布している湖沼生産上重要な種類である。今回も本種は前述の通り全動物性プランクトン中約57.28%を占めていた。今、採品中より無作為になるよう沈澱している各個体をスポイトで吸い上げて、それらをスライド上に散布し、双眼顕微鏡下それらの個体を測定し易いよう解剖針で直し、顕微鏡を低倍率にして測定したが(体の曲つて測定し難いものは除外した)、その結果はTable 5, Fig.4 に示す通りである。なお体長としては頭端より叉肢末端までの長さを採用し、計376個体を測定した。

Table 5 *Cyclops* の体長分布

体長 (mm)	個体数
0.30 ~ 0.39	1
0.40 ~ 0.49	9
0.50 ~ 0.59	83
0.60 ~ 0.68	67
0.70 ~ 0.79	47
0.80 ~ 0.89	38
0.90 ~ 0.99	37
1.00 ~ 1.09	46
1.10 ~ 1.19	24
1.20 ~ 1.29	12
1.30 ~ 1.39	4
1.40 ~ 1.49	5
1.50 ~ 1.59	1
1.60 ~ 1.69	2
計	376
最小測定個体	0.37 mm
最大測定個体	1.68 mm

すなわち最小個体0.37mm, 最大1.68mmであり、体長0.50~0.59mmと1.00~1.09mmに個体数の極大値を有している。また、その他 Adult ♂ 46個体, ♀ 有卵23個体の体長の測定を行つたが Adult ♂ では最小1.04mm

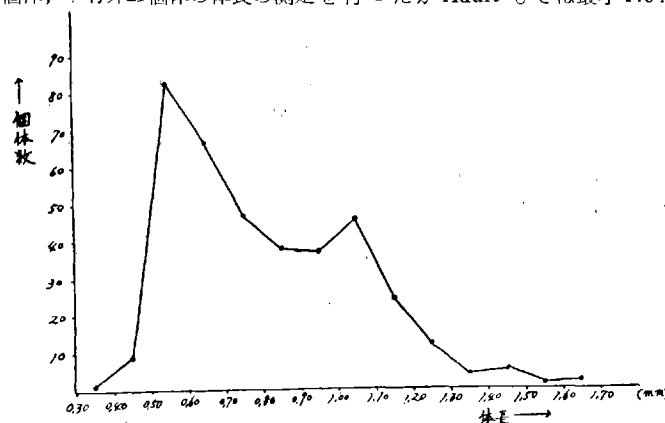


Fig. 4 *Daphnia* の体長頻度分布

最大1.48mm, 平均1.154mmとなっており、有卵♀では最小1.06mm, 最大1.54mm, 平均1.360mmで有卵♀が若干大型である。また Adult ♂ は1.10~1.19mmのものが最も多く、有卵♀では1.30~1.39mmのものが最も多い (Table 6, Table 7)。

以上の点より考えれば体長1.00mm以上の個体は成熟期に近い Copepodid または Adult の成熟期に達したものと見える。然りとすれば本種の Copepodid 期以上になっている個体の約25.13%がほぼ成熟期のものと見える。また本湖においては出現 Nauplius 期のものの大部分は本種のものと考えられるが、そうすれば結局観察

当時、本湖沖部における本種は、その約 19.5% がほぼ成熟期若しくはそれに近いもので、約 59.1% が成熟期に間がある Copepodid 期のもの、約 21.2% が Nauplius 期のものということになる。すなわち当時は群としてはまだ成熟期に入っていない。本種は津軽十二湖では 6 月になると成熟有卵のものが多数出現し、6、7 月が成熟期であるといわれ(小久保, 1941), また網走湖では 5 月初旬本種の Nauplius らしいものが出現し、5 月末 Copepodid となり、6 月末には成体となるが(元田, 石田, 1948), これらの湖沼に比較すると本湖では本種の成長が若干遅れている。これは本湖がそれらの諸湖に比較して極度に貧栄養な冷水湖の故であろう。なお今回採集した本種の大型の Copepodid, Adult の多数に、多数の *Synedra cyclopum* Brutschy. (珪藻の一種) が付着していた。

(b) *Daphnia longispina* O. F. Müller.

本種も湖沼プランクトンとしては極めて普通、しかもまた大量に発生し、魚類の餌料にもなる湖沼生産上重要な種類であり、今回は *C. strenuus* に次いで出現しており、全動物性プランクトン中約 17.8% を占めていた。本種には次の 2 種がある。すなわち

Daphnia longispina subsp. *longispina*

" " " *hyalina*.

であり(上野 1930, 1931, 1932, 1933, Rylov 1935.), 両者共日本に産し前者の富栄養池沼性に比較すると、後者は大湖の沖部にプランクトンとして出現する(上野 1931, 1933).

Table 8 *Daphnia* の体長分布

体長 (mm)	個体数
0.80 ~ 0.89	2
0.90 ~ 0.99	7
1.00 ~ 1.09	22
1.10 ~ 1.19	13
1.20 ~ 1.29	5
1.30 ~ 1.39	4
1.40 ~ 1.49	7
1.50 ~ 1.59	12
1.60 ~ 1.69	27
1.70 ~ 1.79	27
1.80 ~ 1.89	35
1.90 ~ 1.99	14
2.00 ~ 2.09	6
2.10 ~ 2.19	1
計	182
最小測定個体	0.83 mm
最大測定個体	2.18 mm

大湖の上和田湖に産するのは前者である(小久保, 川村 1951). しかし北海道の湖沼プランクトンとして知られているのは全て後者に属する(上野 1931, 1932, 1933). さらに本邦の subsp. *hyalina*. には次の 2 type が知られている。すなわち

1. 比較的頭部が高く、夏に非常に長い尾刺を持つもの。

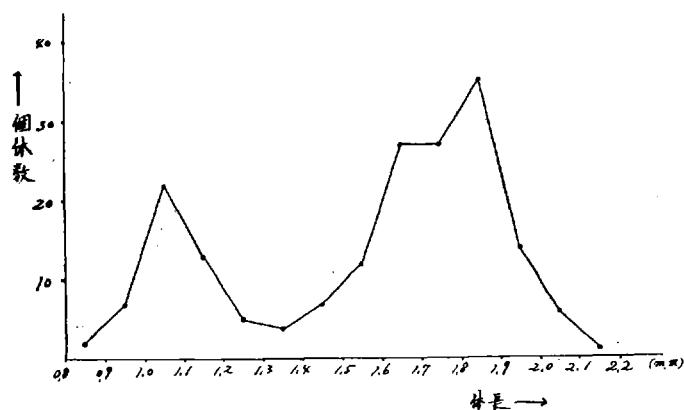


Fig. 5 *Daphnia* の体長頻度分布

Table 6 *Cyclops adult* ♂ の体長分布

体長 (mm)	個体数
1.00 ~ 1.09	11
1.10 ~ 1.19	22
1.20 ~ 1.29	11
1.30 ~ 1.39	1
1.40 ~ 1.49	1
計	46
最小測定個体	1.04 mm
最大測定個体	1.58 mm
平均	1.154 mm

Table 7 *Cyclops adult* ♀ 有卵個体の体長分布

体長 (mm)	個体数
1.00 ~ 1.09	2
1.10 ~ 1.19	1
1.20 ~ 1.29	4
1.30 ~ 1.39	8
1.49 ~ 1.49	5
1.50 ~ 1.59	3
計	23
最小測定個体	1.06 mm
最大測定個体	1.54 mm
平均体長	1.360

2. 短頭で非常に短い尾刺を有するもの。

であり、2.は特に東北海道、南千島の深い火山湖や本州の2, 3の高山湖に分布しており(上野 1933, 1938), 本湖産本種もこれに属する(上野 1933)。すなわち本亜種の中特に冷水性のものである。今採品中より無作為になるようスポイトでスライド上にとり上げ、182個体の体長(尾刺を除いた全長, すなわち頭頂より尾刺の基部までの長さ)を測定すると結果は Table 8, Fig. 5の通りとなる。

測定した結果, 最小: 0.83mm, 最大: 2.18mm で, 体長1.00~1.09mmと1.80~1.89mmに個体数の極大値を有している。また, その他に行つた有卵個体(有卵個体は全て夏卵を有するもののみであつた), 53尾の測定では最大: 2.25mm, 最小: 1.48mm, 平均1.86mmで1.80~1.99mmの個体が最も多く, 53尾中33尾約62.3%を

Table 9 *Daphnia* adult ♀ with Summer eggs の体長分布

体 長	個 体 数
1.40 ~ 1.49	1
1.50 ~ 1.59	3
1.60 ~ 1.69	4
1.70 ~ 1.79	5
1.80 ~ 1.89	17
1.90 ~ 1.99	16
2.00 ~ 2.09	5
2.10 ~ 2.19	1
2.20 ~ 2.29	1
計	53
最小測定個体	1.48 mm
最大測定個体	2.25 mm
平均体長	1.86 mm

占めていた((Table 9)。それから見ると大体1.48mmがこの時期における夏卵形成の最小形と考えられる。この大きさ以上の個体は測定182個体中123尾(67.5%)を占めており, したがって全体の約67.5%は夏卵形成の大きさに達していることになる。本種は津軽十二湖では7月から9月にかけて夏卵により無性的に急増し, 12月には有性卵を持つた母虫, ♂が出現し, その後大部分のものは消失する(小久保, 1941)。同様に夏期以後, 夏卵による無性生殖で増加し初冬の頃に有性卵(冬卵)を形成し, 大部分の個体が消失することは支笏湖でも観察されている(黒萩未発表)。その他十和田湖, 本崎湖でも夏から秋にかけて急増し, 冬~春には少ない(田村, 畑 1937, 小久保, 川村 1953)。津軽十二湖や支笏湖の例より見て, 本種はそれらの湖沼では単輪性(monocyclic)で, 夏~秋には夏卵(無性卵)により急増し, その後冬季に入ると有性生殖を行い, 越冬卵(有性卵)を残して大部分は消失してしまうものと思われる。しかし本湖では8月, *Ephippial female* や ♂が見い出されている(上野 1931, 1933)。その点より見て本湖の本種の盛期は夏期までで, 上記の諸湖に比較して有性生殖の時期が早く, したがってその消失も早いことが想像される。

(c) *Bosmina coregoni* Baird.

多数出現しているのは甲殻類プランクトンとしては, 前2種のみで本種も小数出現しているのみであつたが, 田沢湖では8, 9月頃増加することが知られており(小久保, 1944), 本湖でも夏期にはある程度の増加は期待される。

上野氏によれば本邦産 *Bosmina* 族には次の種が知られている。すなわち

Bosmina longirostris (O. F. Müller.)

" *coregoni* Baird

である(上野 1931, 1932, 1933, 1938)。前種は日本では最も普通のプランクトンで(上野 1938), 小池沼にも大湖にも産し, 時に大量に発生し小型肉食魚であるワカサギの餌料プランクトンとして知られているが(宮内 1935, 桜井, 坂井 1943, 石田 1949, 佐藤 1950, 1953), 後種は前種に比較し狭温冷水種で, 主として北海道東南部の寒冷な地帯の湖沼に限られており(上野 1931, 1933, 1938), 本州では富士山麓の河川湖(上野 1931, 1933), 田沢湖(上野 1940, 小久保 1944)に知られているにすぎない。

(d) *Scapholeberis mucronata* (O. F. Müller.)

本種は日本では貧栄養性の湖沼に広く分布しており, 北海道では弱アルカリ性の火山湖に分布している(上野 1933)。しかし大量に発生することがなく重要な種類ではないといわれており(小久保, 川村 1951), 今回本湖でもその出現は極めて少なかった。

ii) 輪虫類プランクトン

輪虫類プランクトンは富栄養性の平地湖では時に大量に発生し, 幼魚の餌料としても利用せられ(佐藤 1950 (1), 1950(2), 1953) 淡水動物性プランクトンとしては甲殻類に次いで重要な種類であるが, 貧栄養湖では種・量

共に少ない。今回本湖では 3 種の出現を見たが、*Asplanchna priodonta* を除いては極めて小数出現していたにすぎない。

(a) *Asplanchna priodonta* Gosse

本種は本邦いたる所の大小の湖沼に出現するが(山元 1949)、冷水貧栄養湖では多量に発生することはない。本湖では今回 *Daphnia longispina* に次いで全動物プランクトン中約 8.5% を占めていた。なお本種は 1931 年夏期の高安、近藤両氏(1934)の観察には見出されていなかった。

(b) *Kellicottia longispina* (Kellicott.)

本種は本邦では中部以北に普通で中栄養性の湖沼に分布するといわれ(山元 1949)、貧栄養カルデラ湖の支笏湖、洞爺湖、十和田湖等には知られていないが、青木湖では 2 月、4 月にいちぢるしく多数となり(中野、その他 1935)、また木崎湖では春と秋の最盛期を持つ(田村、畑 1937)。本湖では今回微量出現の程度であつたが、本湖の冷水貧栄養性より見て多数出現することはないと考える。

(c) *Keratella cochlearis* (Gosse)

本種はプランクトンとして極めて普通の種類で貧栄養高山湖から小池沼にも出現する(小久保、川村 1940)が、本湖の如き冷水貧栄養湖では多量に発生することはないと思われる。

(3) 植物性プランクトン

各地点における小型ネットによる採集品を数回づつ検鏡した結果、各種の出現状況を記号で表示した。またそれらの地点における植物性プランクトンの採集数は、採品を 200cc ビーカーにて 50cc に希釈し、それをよく震盪して、その中より細口駒込ピペットにて 0.1cc を経線入スライド上にとり、その中に含まれている植物性プランクトン数を数え、その方法の

三回の繰返しの平均値より求めたものである。また使用小型ネットの濾過率は濾水計を使用して測定の結果、プランクトンの小量の場合、毎秒一米程度の垂直深集では約 0.449 (5 回測定の平均)であり、採集数をそれにより補正し、湖水面一平方米当りの数、湖水一立方メートル当りの平均数を求めて見た。それらの結果は Table 10. に示す通りである。なお植物性プランクトン数として群体のものには群体数、単細胞のものには細胞数を採用した。

すなわち一カ地点平均採集数は 22,200 ケ、湖水面一平方米当りの平均数

Table 10 植物性プランクトンの出現状況

sp	St	1	2	3	4	平均
<i>Melosira varians</i>				R R R	R R R	
<i>M. italica</i>		R R R	R R R	R R R		
<i>Asterionella formosa</i>		+	+	+	+	
<i>Tabellaria flocculosa</i>		R R R	R R	R R R	R R	
<i>Fragilaria crotonensis</i>		R R R				
<i>F. sp.</i>		R R R	R R R		R R R	
<i>Synedra ulna</i>		R R	R R R	R R R	R R	
<i>S. capitata</i>		R R R	R R R	R R R	R R R	
<i>S. sp.</i>		R R R	R	R	R	
<i>Epithemia sp.</i>			R R R		R R R	
<i>Suirella spiraloïdes</i>				R R R		
<i>S. sp.</i>		R R R	R R R	R	R R	
<i>Ocellularia sp.</i>		R R R	R R R			
<i>Dinobryon sertularia</i>		R	R	R R	R	
<i>Peridinium sp.</i>		R R	R R	R R R	R R R	
<i>Ceratium hirundinella</i>		R R R	R R R		R R R	
採 集 数		15,400	16,000	22,800	34,600	22,200
湖水面一米方米当りの個体数		699,006	726,240	1034,892	1570,494	1007,658
湖水一立方米当りの個体数		6,990	7,262	10,349	15,705	10,077

1007,658 ケ、湖水一立方メートル当り平均 10,077 ケであり、これを同様にカルデラ湖である支笏湖と比較すると、支笏湖で植物性プランクトン発生の特に不良であつた 1952 年、1953 年前期の状態(江口その他 1954)に匹敵する。すなわち植物性プランクトンの発生状態は特に不良である。また各種プランクトンの発生状況は *Asterionella formosa* 次いで *Dinobryon sertularia* が優占していたが、他の種類は特に僅少であつた。なお今回採集の植物性プラン

トンは16種で十和田湖6月の17種(小久保, 川村 1951), 支笏湖7月下旬の16種(田村, 富士 1949)とほぼ同様である。

i) 珪藻類

珪藻類はやはり富栄養湖に多量出現するが, 他の植物性プランクトンに比較すると水温が低くても栄養状態さえ充分であれば大量に発生する。それ故冷水貧栄養湖では他の植物性プランクトンに比し量種共に多いのが普通で, 貧栄養湖増殖上極めて重要なものである。今回採集されたものは, *Asterionella formosa*, *Synedra ulna*, *Synedra sp.* *Synedra capitata* 等12種であり, 十和田湖6月の10種(小久保, 川村 1951), 支笏湖7月の10種(田村, 富士 1949)とほぼ等しい。

(a) *Asterionella formosa* Hassall.

日本湖沼にその分布の知られている淡水産 *Asterionella* は次の3種である。すなわち

Asterionella formosa Hassall.

A. gracillima. (Hantzsch) Heiberg.

A. zigzagostellata Elenkin.

3種共増殖力の強い種類で *A. zigzagostellata* は広瀬弘幸氏により網走湖より報告されたもので, 細胞の大きさ, 形はほとんど *A. gracillima* と同様であるが, 群体をZ字状に作る個体が多いことにより区別されるという(広瀬, 1950)。また *A. formosa* は細胞長40~140 μ , *A. gracillima* は細胞長38~130 μ , ほとんど同大であるが, *A. gracillima* は殻面, 殻環面より見る時, 細胞の脚端, 頭端の大きさがほとんど同じであり, *A. formosa* は明瞭に頭端より脚端が太いことにより区別されるといわれるが(Pestalozzi 1942), 本邦において *Asterionella gracillima* として報告されている種類も頭脚の両端を正確に比較すると, 多くは脚端が頭端より大で殆んどが *A. formosa* に属するものであるとのことである(小久保 1955)。本湖のものについては先に高安, 近藤両氏により *A. gracillima* と報告されているが, 今回採集の *Asterionella* 50ヶ体の測定結果では細胞の長さ64.4 μ ~95.2 μ , 平均85.7 μ , 殻環面よりの脚端の巾3.30 μ ~6.05 μ , 平均4.87 μ , 頭端の巾2.75 μ ~5.50 μ , 平均3.85 μ , 両端の差は0.55~2.20 μ 平均1.86 μ であり, 平均値において脚端は頭端の1.27倍となつている。また, 殻面よりの測定は, 1ヶ体しか行なはなかつたがその個体では頭端の巾:2.75 μ , 脚端の巾:3.85 μ と脚端の巾は頭端の巾の1.4倍であり, かなり脚端の巾は大である。したがつて本湖産の *Asterionella* は *A. formosa* と査定した。なお両端の測定はアルコールランプで乾燥し Hyrax で貼付した標本に付き, 接眼鏡 $\times 15$, 接物鏡 $\times 100$ を使用し油浸で行つたものである。また津軽十二湖産 *A. formosa* は5月, 6月は十字形の群体が多く, 7月には一般形の5放射型, 5ヶ以上の星形の個体が優勢であることが報告されているが(小久保, 川村 1940, 小久保 1941), 本湖今回の採品ではほとんどが星状の群体を作り, 42群体の観察の結果では, 群体の細胞が6ヶのもの8, 7ヶのもの15, 8ヶのもの14, 9ヶのもの2, 10ヶのもの3であり, 7, 8ヶのものが最も多かつた。

(b) *Synedra cyclosum* Brutschy.

本種は浮游性珪藻というよりむしろ付着性の珪藻で *Cyclops*, *Diaptomus*, *Bosmina* 等に付着生活する(Pestalozzi 1942)。本湖においては多数の *Cyclops strenuus* の成体の腹部, 叉肢等に多数叢状に付着しているのが観察されむしろ *C. strenuus* の成体でこの種の付着していないのが珍しい位であつた。しかし *C. strenuus* の若い Copepodid Nauplius, または他の種類の甲殻類プランクトン等には全く付着していなかつた。本湖産本種は殻面観は軽く切殻軸の方向に弓形に曲り, 両端にいくにしたがい段々細くなり, 両端は尖つておらず一たぐびれ, 球状に膨大している。30ヶ体の測定結果では細胞の長さ最少118.3 μ , 最大132.0 μ , 平均124.6 μ , 中心の幅最少2.75 μ , 最大3.85 μ , 平均3.10 μ であり, 条線紋は10 μ に付き16~18程度, 擬縦溝は細く中央に楕円形の中心区がある。Pestalozzi によれば細胞長25~93 μ , 幅3~4 μ , 条線紋は10 μ に付き14~17ヶであり, 10 μ 当りの条線紋の数, 幅は大體一致するが細胞の長さは記載より若干長い。

iii) 原生動物

本種は甲殻類, 輪虫類等の食餌となり(赤塚 1930, 小久保 1932) *Eudorina elegans*, *volvox aureus*, *Ceratium hirundinella* 等の増殖力の強い種類を含んでいる。しかし前2種は富栄養低地湖のもので本湖の如き貧栄養

高地湖にはほとんど出現しないが、*C. hirundinella* はかかる貧栄養湖でも大量に発生する(小久保, 川村 1951)。今回本湖では *Dinobryon sertularia* が硅藻の *Asterionella* に次いで出現しており、その他 *Peridinium sp.*, *Ceratium hirundinella* が極く小数出現していたのみである。

(a) *Dinobryon sertularia* Ehrenb.

本種は本邦いたる所に産し(川村 1918, 小久保 1932), 本湖でも *Asterionella sp.* に次いで出現した。

(b) *Ceratium hirundinella* (O.F. Müll.).

本種は冷水貧栄養湖にも多く産し, 冷水貧栄養湖生産上特に重要な種類であるが, 今回の採集では少量にすぎなかつた。本種は支笏湖では 8 月中旬より 10 月にかけて多数出現し(田中館 1925), また木崎湖, 琵琶湖でも夏期最も多く出現する(田村, 畑 1937, 菊地その他 1942)。すなわち夏期性のプランクトンである。したがって本湖でもやはり夏期にはある程度増加することが考えられる。本湖の *C. hirundinella* については岡田氏が夏期, 後突起または右突起が 2 又している奇形を見出ししているが, (Okada, 1933) 今回の採集では出現数が少なく後突起が 2 又している個体を唯一個体見出したのみであつた。

4. 考 察

小久保, 川村両氏によれば, 本邦の貧栄養性高山湖では北は北海道より南は九州までプランクトンの共通種が多く, その中生産的に重要なものは甲殻類の *Acanthodiptomus pacificus*, *Cyclops strenuus*, *Daphnia longispina*, 原生動物の *Ceratium hirundinella* でいづれも増殖力強く, 貧栄養高山湖でも大量に発生するもので生産性の高い貧栄養湖ではいづれもこれら四種を産するが十和田湖ではその中 *Cyclops strenuus*, *Ceratium hirundinella* を産せず, それを該湖の生産上の大きな欠点とした(小久保, 川村 1951)。摩周湖では *Cyclops strenuus*, *Daphnia longispina*, *Ceratium hirundinella* を産するが *Acanthodiptomus pacificus* を産しない。*Cyclops strenuus* は *A. pacificus* に比較すると生殖時期が早く, 出現の期間も短かい(田中館 1925, 小久保 1941)。従つて本湖に *A. pacificus* を産しないことは十和田湖に *C. strenuus* を産しない以上に生産上大きな欠点といわなければならない。また一般に水界において水中の無機成分より有機物を合成し, 種々の動物の生産を維持するという生産上基礎的な役割を担うものは植物特に植物性プランクトンであるが, しかし貧栄養冷水湖では富栄養温水湖に比し, 植物性プランクトンの発生は量種共に少ない。小久保, 川村両氏(1951), 小久保氏(1955)によれば本邦湖沼で増殖力強く生産的に重要な種類は硅藻プランクトンでは *Melosira granulata*, *Asterionella formosa*, またはそれらの変種, *Melosira italica*, *Melosira islandica* 次いで *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata*, *Synedra ulna*, 緑藻プランクトンとしては *Eudorina elegans*, *Volvox aureus*, 藍藻類プランクトンとしては *Microcystis*, *Anabaena* の数種であるが, その中硅藻プランクトンの他は富栄養性の種類であるため, 摩周湖の如き冷水貧栄養湖ではその量的発生は望むべくもない。また硅藻プランクトンはやはり富栄養湖に多く, 貧栄養湖では少ないが, 栄養分次第で場所, 季節にかかわらず増加する(小久保, 川村 1951)。本湖には増殖力の強い硅藻の *Asterionella formosa*, *Melosira italica*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra ulna* が分布しており, また本湖 6 月は上旬下旬共, 上下の水温差があまりなく, 容易に上下の水塊が混合し易い状態であり, 水温の状態も増殖適温が $4^{\circ}\text{C} \sim 6^{\circ}\text{C}$ といわれる *Asterionella* の増殖(小久保 1955)には適当な時期に考えられるが *Asterionella* が優占してはいるが, 全体として極めて少ない状態であつた。これは高度の貧栄養性を物語っているのものであると考える。また一般に水界の生産にもリービヒの最少の法則(Liebig's law of minimum)が成り立ち(須田 1943, 吉村 1937), Hasler A. D. 等によれば普通貧栄養湖では P 次いで N が最少物質(minimum substance)として働らき(小久保, 川村 1951), 吉村氏(1937)によれば, 本邦湖沼で最少物質として考えられるのは P, N, Fe, であるという。しかしその中鉄塩は酸素の多い pH の中性以上の水では水酸化鉄として沈澱してしまい, 従つて酸素含有量の多い, pH の高い摩周湖や支笏湖の如き湖水ではほとんど含有していないが, 支笏湖では磷酸塩, 窒素塩の投入後, かなりの硅藻プランクトンの増加を見ている点(江口その他 1954), また硅藻の培養実験において鉄塩の欠乏は硅藻の増殖を阻止しない点(松江 1954)等より見て, 最少物質として本湖の硅藻の増殖を阻止しているとは考えられない。また *Asterionella* は網走湖では解氷後直

ちに増殖し始めることが観察されており(元田, 石田 1948), *Asterionella* の増殖適温より見て本湖では解氷後6月一杯は *Asterionella* の増殖には適していると考えられるにもかかわらず本湖の磷酸塩は微量の存在ではあるが6月上旬に比しむしろ6月下旬上層で増加しており, 硅藻の増殖に際し細胞は必要以上の磷酸塩を摂取細胞内に貯蔵し, したがって摂取する磷酸塩がなくなつてもしばらくの間増殖を続けること(松江 1954)から考えて, 磷酸塩も最少物質として作用しているとは考えられない。また窒素塩類としては今回 $\text{NH}_3\text{-H}$ のみの分析しか行わなかつたが, 両回共 0.0000 mg/L の状態であり, 上記の点より考えてNが最少物質として硅藻等植物性プランクトンの増殖を阻止していることが想像される。また6月上旬より6月下旬に上層水の磷酸塩は増加しているが, この点より6月に入つてからは植物性プランクトンは増殖しているよりむしろ衰えて来ることが想像され, 本湖の解氷期が4月下旬(田中館 1925)であることを考えれば, せいぜい5月一いばが本湖の *Asterionella* の増加期でそれ以後は窒素塩類の欠乏, 動物性プランクトンの捕食等により減少し始めていることが考えられる。以上のように本湖には生産的に重要な *Cyclops strenuus*, *Daphnia longispina*, *Ceratiun hirundinella* を産するが, 重要種 *Acanthodiptomus pacificus* を産しない。また本湖には大量発生性を有する硅藻プランクトンとしては *Asterionella formosa* を始め数種が分布するが水中の窒素化合物が最少物質として働き春季の硅藻の増殖はその量少なく, 期間も短かいことが推定される。小久保, 川村両氏は十和田湖の研究(1951)において, 重要種の移殖, 貧栄養湖の施肥を湖生産増強上提唱されており, 湖沼の施肥については青木湖, 支笏湖等深い貧栄養湖では施肥後, 植物性プランクトンを始め動物性プランクトンの増加が認められており(中野その他 1935, 川尻その他 1940, 江口その他 1954), また *Acanthodiptomus pacificus* の移殖については, 然別湖で成功した例もあり(元田 1950), 芦の湖でもある程度成功している(神奈川県水試 1936)が, 本湖においても窒素塩次いで磷酸塩を主とする施肥に *Acanthodiptomus pacificus* の移殖を適当な方法で行うことが本湖の生産を高める上から見て必要であると考えられる。

5. 要 約

- (1) 本報告は1954年6月の摩周湖の湖沼学的研究の結果を取纏めたものである。
- (2) 水温の状態は底層 3.85°C ~ 3.86°C , 上層は上旬 4.65°C , 下旬 6.62°C で, 上下水温の差はあまりなく容易に上下水塊が混合され易い状態であつた。
- (3) pHは表面が上旬7.0, 下旬7.1, 底層は上旬6.7, 下旬6.2と上層が高く底層が低い状態であつた。
- (4) 塩素量は上下旬共 13.91~14.91 mg/L, 垂直的な成層は認められず, その含量は本邦湖沼として普通である。
- (5) 硅酸塩は13.6~15.8mg/Lで上下旬共ほとんど変わらず, 成層も認められなかつた。
- (6) 磷酸塩は上旬0.0035~0.0100mg/L, 下旬0.0040~0.0280mg/Lで, 下旬上層で若干多くなつていた。
- (7) アンモニヤ態窒素は上旬, 下旬共全層0.0000mg/Lであつた。
- (8) 水色は下旬2を記録し; 透明度は上旬, 下旬27~28mであり1931年~1946年の記録39~41.6mに比較して低下していた。
- (9) プランクトンは湖深部四ヶ点の垂直採集で動物性プランクトン7種, 植物性プランクトン種16を見出した。
- (10) 動物性プランクトンは湖深部ではほぼ一様に分布するが湖の南側に多く北側に少ない傾向があり, その個体数は平均, 湖水面一平方米当り82615個体, 湖水一立方メートル当り416.3個体であつた。
- (11) 動物性プランクトン各種の割合は地点により大して変りがなく, *Cyclops strenuus* が平均57.28%, *Daphnia longispina* が平均17.80%, *Nauplius of Copepoda* が平均14.9%, *Asplanchna priodonta* が平均8.51%を占めており他の種類は僅少であつた。
- (12) *Cyclops strenuus* は群としては成熟期に達せず, したがって津軽十二湖や網走湖よりその生活史が遅れていた。
- (13) *Daphnia longispina* の約67.5%は夏卵を形成する母虫の大きさに達していた。
- (14) 植物性プランクトンの量は僅少であり湖水面一平方米当り平均1007,658個体, 湖水一立方メートル当り平均10,077個体で, 支笏湖で特に植物性プランクトンの発生不良であつた1952年, 1953年前期の状態に匹敵する。

- (15) 植物性プランクトンとしては *Asterionella formosa* 次いで *Dinobryon sertularia* が優占していた。
 (16) 多数の *Synedra cyclopum* Brutshy が多くの *Cyclops strenuus* の成体または大型の Copepodid の腹節、又肢に付着していた。
 (17) 本湖には増殖力の強い珪藻を数種産し、特にこの時期は *Asterionella* の増殖に適しているにもかかわらず、窒素塩類の欠乏がその増殖を阻止していることが推察された。
 (18) 本湖に対する窒素、磷酸類の施肥は冷水貧栄養湖生産の重要種である *Acanthodiatomus pacificus* の移殖と共に湖生産上必要なことと考える。

引用文献

- 1) 赤塚孝三. 1930. 浮游生物学概説. 岩波講座.
 2) 江口 弘, 黒萩 尚, 吉住喜好, 佐々木正三. 1954. 支笏湖施肥試験 (予報). 水産報告 9 (1~2).
 3) 江口 弘, 吉住喜好, 中沢善三郎. 1953. 北海道における湖沼の生産計画資料. 北水試資料 16.
 4) Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae) Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas, Heft 10.
 5) 畑 久三. 1936. 木崎湖群の理化学的調査資料. 水産試験場調査資料 2.
 6) 広瀬引幸. 1950. 網走湖に出現する植物プランクトンについて 日本水学会誌 16 (1).
 7) 五十嵐彦仁. 1939. 支笏湖水質の季節変化調査の概要. 北水試旬報 411.
 8) ————. 1940~1941. 北海道における湖沼水質の化学的特性及びプランクトン 1~XII. 北水試旬報 478~489 後編1~8
 9) 石田昭夫. 1949. 網走湖におけるワカサギの食性に関する研究. 水産報告 4 (2).
 10) 川村多実二. 1918. 日本淡水生物学 (上).
 11) 川尻 稔, 畑 久三, 島立孫亥. 1940. 鱒湖中養殖試験 (木崎湖における鱒の養成) 水産試験場調査資料7.
 12) 甲斐哲夫. 1954. 摩周湖における虹鱒の年令と成長について. 水産報告 9 (1~2).
 13) Kokubo, S. 1913. On Japanese freshwater Cyclopidae with descriptions of two new species and one new subspecies. Annot. Zool. Jap. 8 (1)
 14) 小久保清治. 1932. 浮游生物分類学.
 15) ————. 川村輝良. 1940. 津軽十二湖のプランクトンについて. 動物及び植物 8 (12).
 16) ————. 1941. 津軽十二湖のプランクトンとその季節変化. 水産学雑誌 49.
 17) ————. 1944. 本邦湖沼のプランクトン. 生物学の進歩 2.
 18) ————. 川村輝良. 1951. 十和田湖の湖沼学的研究. 青森県水産資源調査報告 2.
 19) ————. 川村輝良. 1953. 十和田湖の湖沼学的研究. 第二報. 青森県水産資源調査報告 3.
 20) ————. 1955. 浮游性珪藻類.
 21) 菊地健三, 榎田淑子, 館野文枝. 1942. 琵琶湖のプランクトンの垂直分布の周年変化概況. 陸水雑 12 (2).
 22) 神奈川県水産試験場. 1936. 芦の湖基本調査. 神奈川県水試報告 昭和9年度.
 23) 黒萩 尚. 支笏湖におけるプランクトンの季節的消長. 未発表.
 24) 森 圭一, 森 緩二. 1935. 比良山上小女郎池におけるプランクトン分布の異状について. 陸水雑 5.
 25) 宮内武雄. 1935. ワカサギ天然餌料に関する研究. 日水学会誌 3 (5).
 26) 森 保斐. 1936. 摩周湖ステイールヘッドトラウト及び虹鱒蓄殖状況. 北水試旬報 312.
 27) 三原健夫. 1947. 摩周湖における虹鱒の生態に関する研究 (第一報). 水産報告 2 (1).
 28) 元田 茂, 石田昭夫. 1948. 網走湖の研究特にプランクトン相について 1. 水産報告 3 (1).
 29) 元田 茂. 1950. 北海道湖沼誌. 水産報告 5 (1).
 30) Motoda, S. 1953. Observations on Diurnal Migration of Plankton Crustaceans in Lake Shikotsu, Hokkaido and Tsugarujuni, Aomori, and some experiments on Photo-and Geotaxis. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 1 (1).
 31) 松江吉行. 1954. 海産浮游珪藻スケルトネマ [*skeletonema costatum* (Greu) Cieve] の培養 水産学の

概観 未発表の文献.

- 32) Okada, Y. 1933. Abnormalities in *Ceratium hirundinella* found in Hokkaido. Annot. zool. Japan, 14 (2).
- 33) 岡田喜一. 1939. 淡水藻類. 日本陰花植物図鑑.
- 34) Pestalozzi G. H. 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers, 2. Teil, 2. Hälfte, Die Binnengewässer Bd. XVI. 2 (2).
- 35) Rylov, W. M. 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer, Bd. XV.
- 36) 桜井基博, 坂井清栄. 1943. 公魚の増殖と餌料生物. 北水試旬報 556.
- 37) 須田皖二. 1943. 海洋科学.
- 38) Sato, R. 1950 (1). In feeding habits of the larvae of pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas). Tohoku, Jour, Agricul, Res, 1 (2).
- 39) 佐藤隆平. 1950. ウグヒ稚魚の人工飼育. 日本水産学会誌 16 (1).
- 40) ————. 1953. 青森県小川原沼の水産開発調査 第二報. ワカサギ稚幼魚の発生, 成長及び食性について. 青森県水産資源調査報告 3.
- 41) 田中館秀三. 1925. 北海道火山湖研究概報.
- 42) 高安三次, 近藤賢三. 1934. 湖沼調査第一編摩周湖. 水産調査報告第三十五冊.
- 43) 田村 正, 畑 久三. 1937. 木崎湖における重要プランクトンの季節的消長. 水産学雑誌 42.
- 44) ————, 富士 昭. 1949. 支笏湖のプランクトンの垂直分布. 陸水雑 14 (3).
- 45) 内海重左衛門. 1931. 摩周湖虹鱒移殖及其成績. 鮭鱒彙報 3 (4).
- 46) 上野益三. 1930. 八方池, 白馬大池の枝角類 (鯀脚類雑記 4) 動雑 42.
- 47) ————. 1931. 北海道の枝角類. 動雑 43.
- 48) ————. 1932. 北海道の枝角類 (2). 動雑 44.
- 49) Ueno, M. 1933. The Freshwater Branchiopoda of Japan II. Cladocera of Hokkaido. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ, B8 (3).
- 50) ————. 1938. Japanese Freshwater Cladocera a Zoogeographical Sketch. Annot. Zool. Jap, 17.
- 51) 上野益三. 1940. 田沢湖生物群衆の昭和14年夏期の状況. 陸水雑 10 (1~2).
- 52) 吉村信吉. 1933. 再び日本における透明度の大きな湖沼. 陸水雑 2.
- 53) ————. 1933~1934. 日本湖水の化学成分 III, 塩化物. 陸水雑 3.
- 54) Yoshimura, S. 1936. A Contribution to the Knowledge of Deep Water Temperatures of Japanese Lakes, part 1. Summer Temperature. Jap. Jour. Astr. & Geophys. XIII. (2).
- 55) 吉村信吉. 1937. 湖沼学.
- 56) 山元孝吉. 1949. 日本陸水産輪虫類 (3). 陸水雑 14 (3).
- 57) ————. 1951. 日本陸水産輪虫類 (6). 陸水雑 15 (3~4).
- 58) 1953年6月16日付毎日新聞北海道版.
- 59) 1953年6月17日付毎日新聞北海道版.
- 60) 1953年9月29日付北海道新聞.