



Title	秋季サロマ湖の湖底環境
Author(s)	梶原, 昌弘; 藤芳, 義裕; 川北, 倫正; 三宅, 秀男; 宮本, 義憲
Citation	北海道大學水産學部研究彙報 = BULLETIN OF THE FACULTY OF FISHERIES HOKKAIDO UNIVERSITY, 39(1): 34-44
Issue Date	1988-02
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23985
Type	bulletin
File Information	39(1)_P34-44.pdf



[Instructions for use](#)

秋季サロマ湖の湖底環境

梶原 昌弘**・藤芳 義裕***・川北 倫正**
三宅 秀男**・宮本 義憲****

Bottom Water Environments of the Brackish Lake Saroma in Autumn*

Masahiro KAJIHARA**, Yoshihiro FUJIYOSHI***, Michimasa KAWAKITA**
Hideo MIYAKE** and Yoshinori MIYAMOTO****

Abstract

Current meters and thermo-salino meters were moored at the brackish Lake Saroma where Okhotsk Sea water flows freely into and out of the lake through two channels, from September 24th to 30th, 1986. On the 29th and the 30th of September, time-series measurements of light transmittance, particle-size distributions, and dissolved and particulate organic matter, were carried out from 8:30 to 16:30.

Results of temperature salinity measurements showed no differences in spatial and temporal variations. The depth-time distributions of dissolved and particulate matter changed in accordance with the scalar speed of water. Assuming a diurnal and a semi-diurnal component to the time-dependent data, harmonic analyses were examined. Since all data except current measurements were taken for eight hours, we could compare only phase-lags of the semi-diurnal component as a significant one. The phase-lags calculated from chemical substances were in good agreement with those from the scalar speed of water. This might be caused by uniform distribution of the lake sediment over a run of water. Agreements of the phase-lags in dissolved matter with those in particulate matter suggested that the dissolved matter was caused by the pore-water in suspended particles and by water adsorbed by the suspended particles, in addition to its diffusive process into the lake.

はじめに

サロマ湖は北海道北東部のオホーツク海に面した海跡湖で、長さ約25 kmの砂し (sand spit) によって外海と境された周囲81.1 km 面積151.7 km²の我国第3番目の湖である。この湖は外海と2つの湖口によってつながっているが、いわゆる現湖口は1929年に開削されたものであり、第2湖口(新湖口)は湖水が停滞し悪化した漁場環境を改善するため、1973年から1979年にかけて

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績第192号
(Contribution No. 192 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
(Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

*** サロマ湖養殖漁業協同組合
(Lake Saroma Aquaculture Cooperation)

**** 北海道開発局土木試験所
(Civil Engineering Research Institute, Hokkaido Development Bureau)

開削されたものである。これら2つの湖口によって、サロマ湖の湖水環境は外海の影響を強く受けている。湖は12月～1月に結氷し、4月下旬～5月上旬に解氷する。この冬期間に湖内を占めている海水は、初冬にオホーツク海の沿岸部を覆う低塩、低温な東サハリン寒流水である。解氷後、この海水は暫時湖に流入する河川水や沿岸域の融氷水の影響を受けるが、やがて卓越する宗谷暖流水が流入する^{1,2)}。湖水の最高水温は8月中旬～下旬に出現し、その後気温の低下によって9月頃には、海水温が気温を上回る。植物プランクトンは、このような海水特性に対応して寒流系、暖流系のプランクトンが出現するが、個体数は4月ないし5月の解氷後に生じる blooming で最大となる³⁾。

この湖口開削による湖と外海の活発な海水交流は、漁場環境を好転させ、さらに資源管理も加わって、近年は安定した漁業が営まれている。サロマ湖の主要な漁獲物は、生産量、生産高ともにホタテ漁業（養殖およびタモ取り）で、その他カキ、ツブ、シジミ等の貝類やエビ、ウニ、ニン、チカ等、多様な水産資源が漁獲されている。このような漁場としての重要性から、サロマ湖では古くから数多くの資源調査や研究がおこなわれ、現在も国や道の試験研究機関や地元の漁業組合によって活発に実施されている。その究極の目的が生物生産を活発化し、かつ安定させることにあることはいうまでもない。この研究は生物活動にとって重要な海水中の溶存態、並びに懸濁物質の時系列測定を行い、湖流との関連から湖内、特に湖底近くのこれらの物質の挙動に重点をおいて研究したものである。

測定方法

従来、サロマ湖で実施されてきている湖水調査の多くは、空間的な変動現象を把握することに重点がおかれていた。しかし、今回我々は、物理量・化学量の時間変動に主眼をおいて時系列測定を実施した。測定点は図1に示したサロマ湖の第2湖口の南西約1 kmの地点（水深：18 m）である。水温及び塩分の測定は1986年9月24日～30日にかけて、湖底上1 m, 3 m, 5 m, 8 m, 12 m, 15 mにATC-8000型メモリー式水温・塩分計（アレック電子）を係留して測定した。9月29日および30日の両日は調査船をアンカーし、約8時間に亘って鉛直的に30分間隔の濁度計（マーテック）による透過光の測定、および7 l バンドン採水器を用い、1時間間隔の採水を行った。得られた試水は懸濁粒子の粒径分布の測定、並びに懸濁態、溶存態物質の分析に供した。一方、湖流は水温・塩分計による測定期間中、同一測定点に6台の流速計を係留して測定した。

使用した流速計は海底から上方にMTCM-6ST（鶴見精機）、RCM-4（アンデラ）、MTCM-5A（鶴見精機）各2台ずつで、測流時間間隔はMTCM-6STでは10分間隔、他の流速計では2分間隔である。

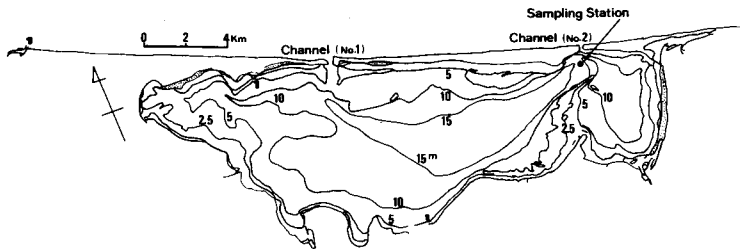


Fig. 1. Map of sampling station and bathymetry in Lake Saroma.

測定結果

この測定時期の湖水は、前述の様に宗谷暖流に覆われている。水温・塩分計を係留していた9月24日10⁰⁰~9月30日14⁴⁰の期間に測定された塩分は、流入河川水の影響を受けて潮時によっては表層でやや低かった。しかし、この表層の値を含めても、全水柱についての塩分の時間変動の最小・最大値の巾は32.58~33.81Sであった。湖水水温は後半ほど高くなる傾向を示したが、それでもなお全水柱の水温変動の最小・最大値の巾は16.84~18.30℃であった。この様に今回測定を行った時期の湖水は、鉛直的に安定した時期に相当していた。

流速測定は計器の不調のため、海底上3m, 12m, 15mの測定値が信頼できなかった。しかし、他の三台のデータについて調和分析を行った結果、日周変動の成分(K₁, O₁, P₁)が半日周変動の成分(M₂, S₂)に比較して振幅が卓越し、且つ各成分の位相が鉛直的にはほぼ等しかった。ここでは、他の溶存態及び懸濁態物質の時系列測定との比較を容易にするため、これらの測定時間帯に合せ、代表的に海底上8mの流速のスティックダイアグラム及び南北成分、東西成分を図2に示した。図の上は9月29日、下は9月30日の測定結果である。なお、9月30日は14³⁰で流速計を撤収したため以後は欠測である。

濁度計によって測定された海水中の透過光Tから光束消散係数(Beam attenuation coefficient: $\alpha = 1/n \cdot 1/T$)を計算し、その経時変化を図3に図示した。物理的には、光束消散係数は海水自身の消散係数、懸濁粒子の散乱係数、粒子と溶存態物質による吸収係数の和を意味している。従って、光束消散係数 α は懸濁物質も含めた海水中の濁りの度合を示していると云える。 α の変動は両日ともほぼ東北東流が卓越する時、即ち9月29日には凡そ12³⁰~13³⁰、30日には凡そ12⁰⁰~14³⁰に上層が鉛直的に混合され一様になっている。第2湖口が測定点から北東方向に位置していたことを考慮すると、湖から外海へと流出する際に反時計回りの環流が形成されていたと考えられる。この環流についてはこれまでの観測結果でも示唆されている⁴⁾。底層に見られる高

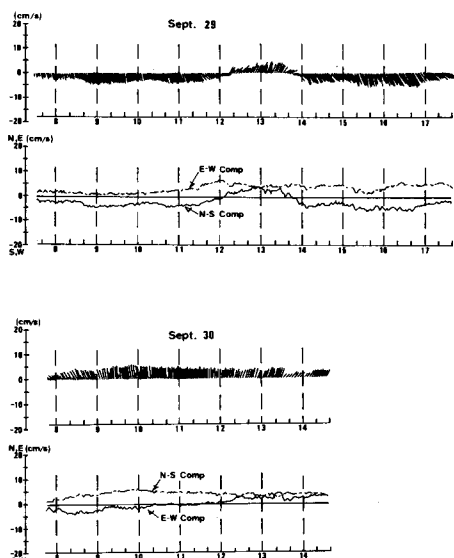


Fig. 2. Stick diagrams, and eastward and northward flowing components 8 m above the bottom.

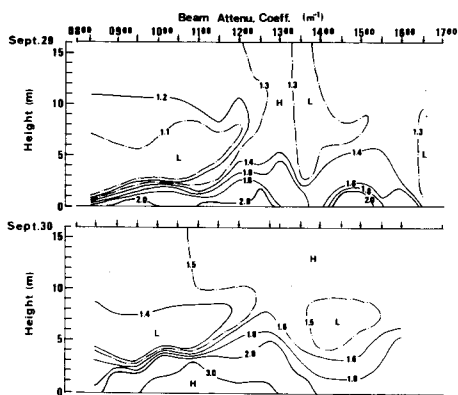


Fig. 3. The depth-time distributions of beam attenuation coefficient.

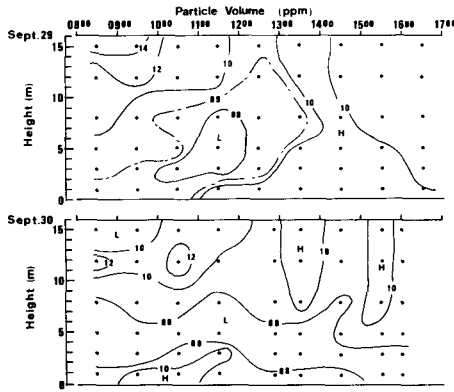


Fig. 4. Same as in Fig. 3 but for particle volume.

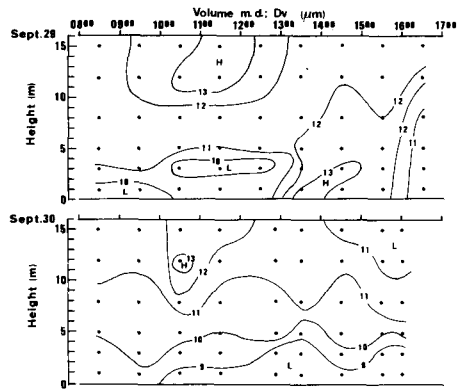


Fig. 5. Same as in Fig. 3 but for volume mean diameter.

濁度の形成は、流速測定の結果から考え、湖と外海との間の海水の流入・流出に伴う流れの早さに対応した湖底堆積物の再懸濁によるものであろう。

採水された試水の一部 300 ml は Coulter Counter TA-II を用いて懸濁粒子の粒径分布の測定に供した。使用したアパーチャーは 100 μm で、測定した粒径巾は 1.58~40.3 μm である。

図 4 は測定された粒径巾の総粒子体積濃度の時間変動である。一般的に、底層よりも上層の方の総粒子体積濃度が大きい傾向がある。流出が始まると、初め海底近くの低い総粒子体積濃度の等値線は上向になるが、流れとの関係はこの図から必ずしも明確に説明できない。しかし外海から湖への流入時には、上層から総粒子体積濃度の大きい海水が流れこんでいるのが特徴的である。図 5 はこの粒径分布測定を基に計算した、体積平均粒径 D_v ($D_v = \sum N_i \cdot D_i^4 / \sum N_i \cdot D_i^3$) の時間変動である。ここで、 N_i は粒径 D_i の粒子の個数である。粒径分布は総粒子体積濃度の分布にやや類似しており、特徴的な流入時の分布を除くと、一般に総粒子体積濃度が大きいと、平均粒径も大きくなる。従って、海底に近いほど平均粒径は小さくなる。しかし、9月29日の13^h~14^hにかけては、海底近くでむしろ平均粒径が大きくなっている。これは、堆積粒子が流れに応じて再懸濁

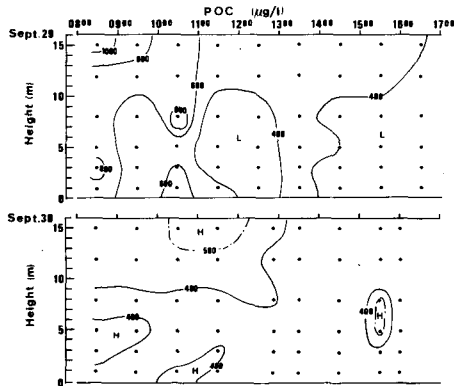


Fig. 6. Same as in Fig. 3 but for particulate organic carbon.

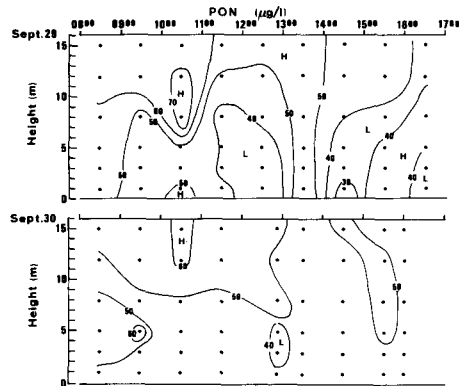


Fig. 7. Same as in Fig. 3 but for particulate organic nitrogen.

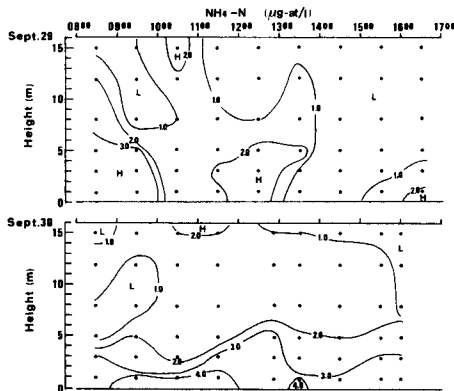


Fig. 8. Same as in Fig. 3 but for $\text{NH}_4\text{-N}$.

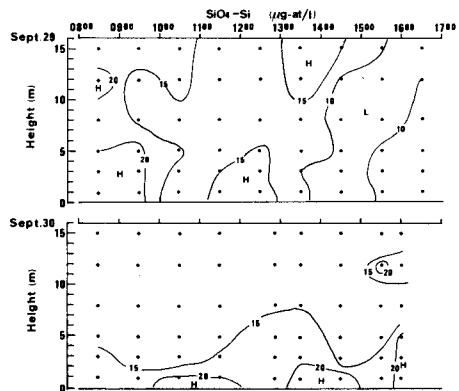


Fig. 9. Same as in Fig. 3 but for $\text{SiO}_4\text{-Si}$.

した後、流れの変動に伴って沈降したり、或は凝集粒子の崩壊や粒子相互の凝集によって、複雑に挙動するためであろう。

試水 1000 ml は Whatman GF/C フィルターでろ過し、乾燥して実験室に持ち帰り、CHN 元素分析計 (日立) を用いて懸濁態有機物質の分析に供した。図 6 は有機炭素 (POC), 図 7 には有機窒素 (PON) の時間変動を示した。これら POC, PON 濃度は季節的にも鉛直にも変動するが、今回測定された濃度はこれまでの測定値³⁾と同様に、噴火湾⁵⁾や高い基礎生産力を持つベーリング海^{6,7)}での値に比較しても非常に高い。顕微鏡によって試水を観察したところ、この時期の湖水にはプランクトン類の分布が極めて少なかった。従って、測定された高い POC, PON の濃度はプランクトンによるものとは考えられない。恐らく、サロマ湖で大量に養殖されているホタテ貝の糞粒に原因したものであろう。なお両図ともに分布型としては、懸濁粒子が関与する総粒子体積濃度 (図 4) や体積平均粒径 (図 5) と類似しているが、その値は表層でいずれも高い傾向を示している。この表層の測定値について、さらに流入時 (8^h30), 流出時 (12^h30) で比較してみると、POC, PON は流出時に各々 30% および 56% に減少しており、また総粒子体積濃度では 40% に減少していた。東流成分の強い外海の海洋条件を考慮するならば、この流入時の高い値は第一湖口から一旦外海に流出し、懸濁態物質の付加を受けた後、再び第二湖口から流入したものではなかろう

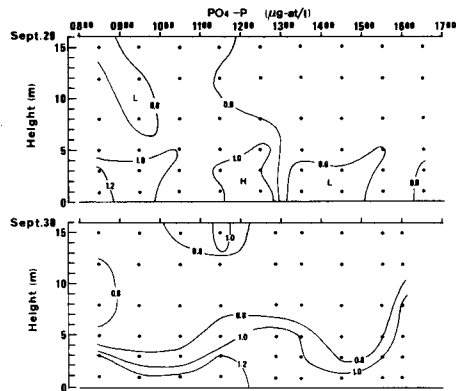


Fig. 10. Same as in Fig. 3 but for $\text{PO}_4\text{-P}$.

か。

栄養塩の分析用として、100 ml のポリビンに各々2本ずつ全測点の試水を採水し、凍結して実験室に持ち帰りオートアナライザー（テクニコン）によって分析を行った。図8、図9、図10はそれぞれアンモニア（NH₄-N）、シリケート（SiO₄-Si）、リン酸塩（PO₄-P）の時間変動を示したものである。アンモニアとリン酸塩は表層に比べ海底近くで高い傾向を示している。一方、シリケートにはその様な顕著な傾向が特に見られない。しかし、いずれの分布も光束消散係数、乃至は懸濁粒子が関与する化学成分の分布と類似する傾向が見られる。

考 察

海底近くの懸濁態、溶存態物質の経時変化が流れの強さとの変動と対応することは、ベーリング海の大陸棚上の時系列測定の結果から既に示唆されている⁷⁾。しかし、ベーリング海の測定では流れの測定時間間隔に比較して、光束消散係数や採水の時間間隔が大きく、また論文の主たる目的ではないために詳細には検討されてはいない。しかし、このベーリング海の大陸棚上では、流れの変動に対して化学成分等の変動が時間的に遅れて出現していた。

さて、測定結果で述べたように基本的にはサロマ湖においても、光束消散係数や化学成分の分布が、流れの変動に対応する傾向を示していた。そこでこれらの傾向をさらに明確にするため、測定値の調和分析を行って流れの変動と比較検討をしてみることにする。しかし、光束消散係数や化学成分等の測定資料の時間巾が8時間に限定されていることを考慮し、周期成分としては1日周期と半日周期のみを考えることにする。即ち、時間変動成分を A とした時、次式の周期変動で表わされるものと考える。

$$A = A_0 + A_1 \cos(\sigma t - \mu_1) + A_2 \cos(2\sigma t - \mu_2) \quad (1)$$

ここで、 A_0 は流れにおいては恒流成分、また化学成分等にあつてはこの調和分析を行う時間範囲での定数、 A_1 、 A_2 、および μ_1 、 μ_2 はそれぞれ1日周期、半日周期の振幅並びに位相である。なお $\sigma = 360^\circ/25 \text{ h}$ である。

表1、2は9月29日の資料から得られた流れと化学成分の調和分析の結果である。なお、流れに関しては光束消散係数の測定や採水の時刻の間隔を考慮し、8^h30～14^h30に得られた資料を用いた。同様に表3、4は9月30日についての結果である。なお、30日は前述のように流速計を撤収したため、流速測定と採水の時間巾が一致しない。流れに関しては8^h30～14^h30の資料を用いた。なおここでは変動現象との対応から、流れについてはスカラー量としての speed を用いている。計算結果は、使用した資料の時間巾のため、半日周期成分を除いては信頼性が無い。そこで半日周期の位相についてのみ注目してみる。明らかに、29日、30日の結果はともに流れの位相と光束消散係数や化学成分位相とがほぼ一致しているのが認められる。即ち、この測定点で全水柱が同位相で流動し、粒状物質は湖底から再懸濁し、かつ上層では流れとともに流入流出している。そしてまた溶存態物質も流れとともに同じ位相で変動している。先に述べた様に、ベーリング海の大陸棚では光束消散係数等の変動が流れの変動に遅れて出現したのに対し、サロマ湖では流れの変動と一致して出現している。これはサロマ湖の場合、流程の範囲の湖底堆積物がほぼ一様であるためと考えられる。即ち、流れの変動に伴って再懸濁、ないしは湖底から拡散された物質は移流によって運ばれるが、堆積物が一様であるために見掛上オイラー的な測定である流速の変動と、ラグランジュの結果である物質の変動が一致したものであろう。また、拡散と沈降に支配される懸濁態物質と、単に拡散の影響のみを受ける溶存態物質の変動が同位相であるのは、これらの溶存態物質の起源が、凝集粒子の間隙水や粒子の付着水として運ばれた可能性によるものであろう。

Table 1. Results of harmonic analyses using equation (1) for the September 29th period.

Height (m)	A ₀ (cm/s)	A ₁ (cm/s)	A ₂ (cm/s)	μ ₁ (deg)	μ ₂ (deg)
<u>Current speed</u>					
1	17.7	14.3	7.2	19.2	91.9
5	15.8	11.4	4.6	16.7	91.1
8	12.7	6.4	2.4	15.4	91.4
mean				17.1	91.5
SD (n=3)				1.9	0.4
<u>Beam attenuation coefficient (1/m)</u>					
1	2.37	1.16	0.78	28.9	88.9
3	1.77	0.92	0.48	23.2	89.2
5	1.50	0.50	0.19	18.3	88.3
8	1.33	0.27	0.08	14.6	88.4
12	1.31	0.03	0.02	17.4	90.7
15	1.32	0.02	0.01	177.8	96.2
mean				46.7	90.3
SD (n=6)				64.4	3.0
<u>Total volume of particles (ppm)</u>					
1	1.34	0.63	0.34	25.2	89.4
3	1.20	0.43	0.11	24.0	78.4
5	0.89	0.16	0.19	43.5	93.6
8	0.71	0.40	0.31	31.8	91.7
12	0.79	0.48	0.21	22.8	89.5
15	0.60	1.02	0.54	24.4	90.1
mean				28.6	88.8
SD (n=6)				8.0	5.3
<u>Mean diameter (μm)</u>					
1	13.2	4.0	1.6	22.7	87.2
3	10.9	1.0	1.8	53.3	95.3
5	12.5	1.3	0.5	31.0	81.2
8	11.8	0.2	0.5	179.5	102.6
12	13.3	1.8	1.8	35.2	92.9
15	12.3	1.4	1.4	48.5	91.1
mean				61.7	91.6
SD (n=6)				58.8	7.0
<u>PON (μg/l)</u>					
1	40.5	8.8	0.6	3.2	71.4
3	17.6	53.6	30.4	25.0	90.3
5	34.1	23.4	12.9	22.7	91.0
8	33.7	25.7	7.8	16.7	88.2
12	40.4	30.8	9.4	13.9	90.7
15	37.6	37.1	13.0	15.3	90.7
mean				16.1	87.1
SD (n=6)				7.7	7.7

Table 2. Results of harmonic analyses using equation (1) for the September 29th period (continued).

Height (m)	A_0	A_1	A_2	μ_1 (deg)	μ_2 (deg)
<u>POC ($\mu\text{g/l}$)</u>					
1	305	322	113	18.8	88.0
3	104	112	609	25.6	90.2
5	127	643	376	25.6	90.5
8	165	573	253	22.1	89.4
12	290	512	215	18.5	90.8
15	111	1005	509	22.5	90.5
mean				22.2	89.9
SD (n=6)				3.1	1.0
<u>C/N</u>					
1	8.2	4.8	2.3	24.4	89.6
3	4.5	11.0	5.8	27.1	89.3
5	5.4	8.4	5.2	28.0	90.3
8	6.2	6.6	3.9	27.7	90.1
12	8.1	3.3	1.9	24.1	91.1
15	6.1	9.2	5.6	27.4	90.6
mean				26.5	90.2
SD (n=6)				1.7	0.6
<u>SiO₄-Si ($\mu\text{g/l}$)</u>					
1	5.6	17.2	6.1	18.1	88.3
3	4.3	18.9	8.5	22.6	89.0
5	6.4	16.6	5.3	16.0	88.9
8	9.1	7.7	3.3	19.5	89.4
12	4.9	19.9	9.3	19.4	90.2
15	13.1	3.6	0.5	165.5	62.3
mean				43.6	84.7
SD (n=6)				59.8	11.0
<u>PO₄-P ($\mu\text{g/l}$)</u>					
1	0.46	0.79	0.31	21.7	87.2
3	0.43	0.88	0.33	20.8	87.2
5	0.72	0.22	0.04	177.8	100.1
8	0.61	0.33	0.09	16.0	86.2
12	0.62	0.25	0.08	15.2	87.9
15	0.76	0.07	0.10	92.7	89.4
mean				57.4	89.7
SD (n=6)				66.1	5.2
<u>NH₄-N ($\mu\text{g/l}$)</u>					
1	-0.21	4.10	1.96	27.1	88.0
3	-0.42	4.20	1.78	21.6	88.5
5	0.08	3.66	1.65	18.2	90.8
8	0.10	2.11	1.07	20.6	90.5
12	0.00	1.88	1.01	23.9	90.2
15	0.57	0.69	0.01	6.6	113.4
mean				19.7	93.6
SD (n=6)				7.1	9.8

Table 3. Results of harmonic analyses using equation (1) for the September 30th period.

Height (m)	A ₀ (cm/s)	A ₁ (cm/s)	A ₂ (cm/s)	μ ₁ (deg)	μ ₂ (deg)
<u>Current speed</u>					
1	20.6	23.6	5.5	40.6	90.3
5	38.3	43.0	11.2	45.2	90.6
8	18.9	13.9	4.0	51.2	91.8
mean				45.7	90.7
SD (n=3)				5.3	0.8
<u>Beam attenuation coefficient (1/m)</u>					
1	3.04	1.48	1.50	51.2	90.8
3	3.04	1.96	1.39	37.7	90.7
5	1.94	0.81	0.40	23.9	91.3
8	1.49	0.10	0.03	10.4	94.2
12	1.59	0.14	0.08	29.9	90.6
15	1.65	0.27	0.13	25.1	90.4
mean				29.7	91.3
SD (n=6)				13.8	1.4
<u>Total volume of particles (ppm)</u>					
1	0.70	0.59	0.44	46.2	87.3
3	0.96	0.37	0.34	34.5	91.6
5	0.71	0.12	0.14	81.1	90.1
8	0.95	0.13	0.02	169.4	89.2
12	0.91	0.32	0.09	13.5	89.9
15	1.17	0.34	0.27	35.0	89.9
mean				63.3	89.7
SD (n=6)				56.5	1.4
<u>Mean diameter (μm)</u>					
1	8.6	0.7	0.2	9.5	93.0
3	8.2	1.4	0.6	21.2	90.4
5	10.1	0.9	0.7	33.6	91.1
8	10.1	1.5	1.6	62.7	89.1
12	11.4	0.9	0.6	154.2	91.2
15	12.0	1.3	1.5	60.9	90.1
mean				57.0	90.8
SD (n=6)				52.1	1.3
<u>PON (μg/l)</u>					
1	36.5	17.8	10.3	31.3	88.1
3	33.4	23.0	11.9	21.3	90.1
5	30.9	36.4	21.1	26.2	90.3
8	49.9	1.9	1.4	144.2	87.9
12	48.5	7.9	2.9	175.1	91.4
15	49.4	11.0	2.1	174.1	94.1
mean				95.4	90.3
SD (n=6)				76.6	2.3

梶原ら： 秋季サロマ湖の湖底環境

Table 4. Results of harmonic analyses using equation (1) for the September 30th period (continued).

Height (m)	A ₀	A ₁	A ₂	μ ₁ (deg)	μ ₂ (deg)
<u>POC (μg/l)</u>					
1	278	136	79	33.2	87.8
3	266	192	107	23.5	89.9
5	288	204	145	31.3	90.4
8	382	25	38	82.9	91.3
12	350	122	24	13.4	87.0
15	391	113	2	179.7	124.4
mean				60.7	95.1
SD (n=6)				63.1	14.4
<u>C/N</u>					
1	7.6	0.1	0.1	69.0	94.9
3	8.0	0.2	0.3	79.8	88.8
5	8.8	1.6	0.4	14.4	89.9
8	7.7	0.4	0.5	45.8	93.0
12	7.2	1.4	1.0	31.0	88.9
15	8.0	0.4	0.1	4.3	85.7
mean				40.7	90.2
SD (n=6)				29.9	3.3
<u>SiO₄-Si (μg/l)</u>					
1	22.0	4.5	2.9	29.0	89.5
3	16.0	2.7	2.6	42.6	88.4
5	18.9	8.5	3.0	14.7	91.8
8	12.6	1.4	1.4	113.1	89.5
12	14.3	2.3	2.7	118.6	89.4
15	12.0	1.6	1.2	41.7	88.7
mean				60.0	89.6
SD				44.5	1.2
<u>PO₄-P (μg/l)</u>					
1	1.22	0.13	0.10	140.6	89.7
3	0.89	0.26	0.10	19.4	85.5
5	1.10	0.52	0.34	28.8	90.5
8	0.53	0.55	0.44	45.9	87.8
12	0.65	0.12	0.07	22.9	90.0
15	0.68	0.11	0.04	176.9	96.9
mean				72.4	90.1
SD (n=6)				68.5	3.8
<u>NH₄-N (μg/l)</u>					
1	4.03	0.38	0.40	43.5	90.1
3	2.56	0.39	0.34	75.6	82.5
5	3.23	2.29	0.97	17.6	90.3
8	1.22	0.42	0.21	22.8	89.6
12	1.55	0.11	0.15	177.8	97.3
15	1.40	0.76	0.97	56.6	90.7
mean				65.7	90.1
SD (n=6)				59.0	4.7

終に、測定に御協力を戴いた北海道開発局土木試験所、北海道栽培漁業振興公社、サロマ湖養殖漁業協同組合の諸氏に深く感謝致します。

文 献

- 1) Takizawa, T. (1982). Characteristics of the Soya Warm Current in the Okhotsk Sea. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan* 38, 281-292.
- 2) 青田昌秋 (1975). 宗谷暖流の研究. 低温科学 物理編, 33, 151-172.
- 3) 北海道栽培漁業振興公社 (1984). サロマ湖環境調査報告書
- 4) 北海道開発局土木試験所第一研究部水産土木研究室 (1986). 寒冷地圏域の海跡湖における環境保全に関する研究 (昭和60年度研究成果報告書)
- 5) Yanada, M. and Maita, Y. (1978). Production and decomposition of particulate organic matter in Funka Bay, Japan. *Estuarine Coast. Mar. Sci.* 6, 523-533.
- 6) Handa, N. and Tanoue, E. (1981). Organic matter in the Bering Sea and adjacent areas. p. 359-381. In Hood & Calder (ed.), *The Eastern Bering Sea Shelf: Oceanography and Resources. vol. one.* 625 p. Univ. Washington Press, Seattle, Washington.
- 7) Kajihara, M., M. Morinaga and A. Sekine (1986). Distributions and upward fluxes of particulate matter near bottom in the southeastern Bering sea shelf. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan.* 42, 389-401.