

## 昭和基地周辺の塩湖の水質の由来と変化

平林 順一\*・小坂 丈予\*\*

### Seasonal Variation in Chemical Composition and the Origin of the Saline Lakes around Syowa Station, Antarctica

Jun-ichi HIRABAYASHI\* and Joyo OSSAKA\*

**Abstract:** For a period from December 1972 to February 1974, we made researches on the lakes around Syowa Station. The present paper deals with the consideration about chemical compositions of the lakes in Langhovde, Skarvsnes and West Ongul Island, in which the total concentration of salts is more than 10 g/l.

Furthermore, from the comparison with the chemical compositions of main lake waters in the Dry Valley area, on the basis of the experimental results by T. G. THOMPSON and K. H. NELSON about the "enrichment process of sea water under frigid condition", we discussed the origin of the chemical components of these lake waters as follows: Chemical compositions of saline lake waters around Syowa Station are similar to those of sea water. Most of these lakes are in the early stage of the "enrichment process of sea water under frigid condition"; whereas saline lakes in the Dry Valley area are in various stages.

According to the chemical analysis of surface and layered water of saline lakes in Langhovde and Skarvsnes, seasonal variations are observed that the concentrations of chemical compositions of surface waters decreased in summer due to the inflow of the thawing water and increased in winter due to the sufficient circulation in the lake.

**要旨:** 1972年12月から1974年2月の間に、南極昭和基地周辺の露岩地域で行った湖沼調査の結果に基づき、ラングホブデ、スカルプスネス、西オングル島の総塩分量が、10 g/l以上の塩湖の水質について検討を試みた。またこの地域の塩湖とビクトリアランド、ドライバレー地域の主な塩湖の水質を、THOMPSONらが行った海水の冷凍濃縮実験の結果に基づいて比較し、その水質の由来を考察した。

昭和基地周辺の塩湖は海水組成に近く、また冷凍濃縮過程としては、初期段階のものがほとんどであると考えられる。これにくらべドライバレー地域においては、種々の段階の塩湖が存在している。

またラングホブデ、スカルプスネスに存在する主な塩湖について、表面水ならば

---

\* 東京工業大学工学部地質鉱物学教室. Laboratory of Geology and Mineralogy, Tokyo Institute of Technology, 12-1, Ookayama 2-chome, Meguro-ku, Tokyo 152.

に各層水の水質の季節変化についても調査を行った。その結果、ほとんどの塩湖の表面水の成分濃度は、夏期には周辺からの融雪水などにより希薄であり、冬期には十分な混合が行われるために濃くなっている。

## 1. ま え が き

南極プリンスオラフ沿岸地域に多数散在する湖沼については、別報（平林・小坂，1976）でその全般的な水質について論じたが、これらのうち、特に総塩分量が 10 g/l をこえる塩湖は、村山（1975）も指摘しているように、ラングホブデ、スカルプスネス地区に多く存在し、西オングル島にも認められた。この他にも、かすみ岩地区にも塩湖の存在が報告されている（目黒，1962；上野，1963）。またこれら地域の一部の塩湖については、鳥居・山県（1973），杉村（1971），吉田（1970），村山（1975）らの報告があり、その地形および成分含有量から、主として海水が直接とり込まれてできたものと考えられている。筆者らも 1973 年 2 月から 1974 年 1 月にかけて、これら地域の塩湖の水質と、それらのうち主なものについては、表面ならびに各深度の水質につき、それぞれの季節変化について調査を行った。特に夏期の調査においては、舟底池、ぬるめ池、ざくろ池で観測隊としては初めてゴムボートを使用し、立体的な調査を行うことができた。本報告ではこれら地域の塩湖についての主成分について、化学分析を行った結果とその季節変化について論じた。また南極ビクトリアランド、ドライバレー地域の主な塩湖とも比較検討を試みた。

## 2. 試料採取地点とその状況

今回調査を行った塩湖は、各露岩地域ごとに図 1，図 2，図 3 にその位置を示した。以下主な塩湖の試料採取時の状況について述べる。

### 2.1. ラングホブデ地区

ぬるめ池：海岸のすぐ近くに位置し、吉田（1970）によれば、海から切り離された後、さほど時間が経過していないものと報告されているもので、現在も夏期には周囲からの融雪水の流入により増水し、湖水の一部が海に溢出している。またこの湖の特徴のひとつは、年間を通じ、水深 10～11 m 以深の底層水に多量の硫化水素が含まれていることである。この湖で 1974 年 1 月 25 日、ゴムボートを使用して各層別に調査を行った。

いちじく池：夏期の 1973 年 2 月 8 日に、湖底全体に厚さ 1～2 cm にわたって、一辺が 0.5～1 cm 位の立方体の halite (NaCl) が析出しており、その上たまっている湖水の量は

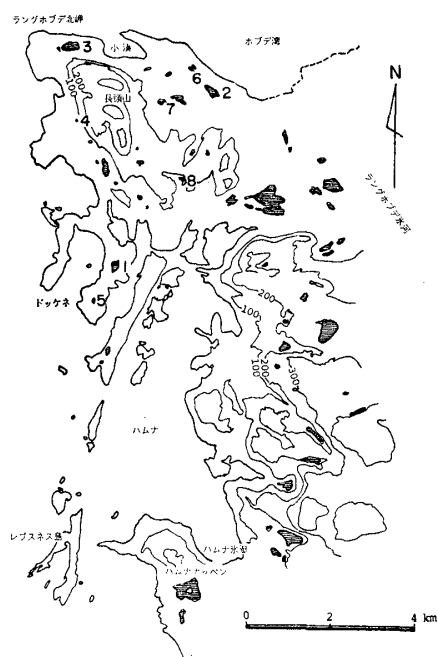


図 1 ラングホブデにおける試料採取  
地点 (1~8)

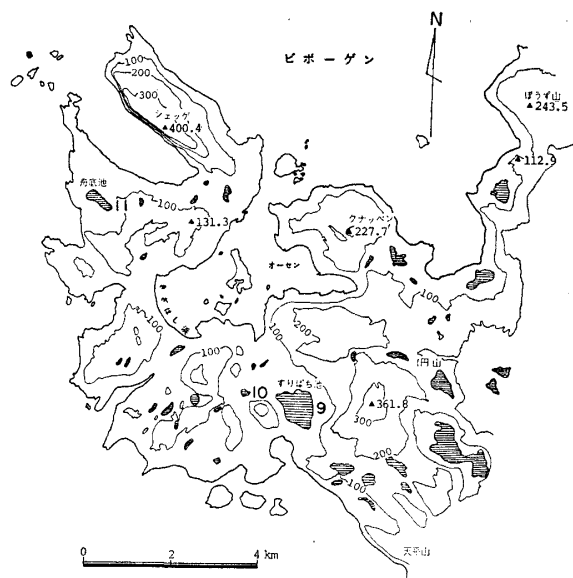


図 2 スカルプスネスにおける試料採取地点  
(9~11)



図 3 西オングル島における試料採取地点 (12)

極めて少なく、その平面的ひろがり湖の中央部に面積わずか 15 m × 50 m であり、その深さは平均約 2 cm 程度にすぎなかった。またこの halite 層の下湖底泥の中には、長さ 3 ~ 8 mm、幅 2 ~ 3 mm の gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) の結晶の析出が見られた。しかるに同

年4月30日の調査の際には、これら多量の *halite* の結晶はほとんど消失しており、湖水の量は著しく増加していた。また同10月9日には、これらの湖水のほとんどは、厚さ約10 cmの非常にやわらかいシャーベット状の氷が生じており、その上に約10 cmの積雪が認められた。この時にはシャーベットアイスに穴をあけると、その周囲より湖水がしみ出すのでこれを採取した。1974年1月24日の調査時には、前年2月の状況にて、湖全体に *halite* の析出が認められたが、湖水は全体の1/3程の面積を占めていた。

## 2.2. スカルプスネス地区

舟底池：この湖は海水面よりも低い位置にあり、湖岸近くには多量の *mirabilite* ( $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )、*halite* などの鉱物の析出が見られた。1973年2月6日には、この湖にゴムボートを用いて調査を行い、各層の湖水と湖底泥を採取した。同年5月8日の調査の際には同湖はまだ結氷しておらず、同8月22～26日、同9月29日にはわずかにシャーベットアイスが40 cm程度凍結していた。またこの湖では8月24～25日にかけて、詳細な測深と平板法を用いて湖盆地形の調査も行った。

すりばち池：この湖も舟底池と同様に海水面よりも低い位置にあり、周辺には *halite* の析出が認められた。1973年5月6日には、わずかに10 cm程度の結氷が認められ、同9月30日の調査では氷の厚さは80 cmに達していた。

## 2.3. 西オングル島

WO-2：この池は海岸近くに位置し、しかも湖岸のモレーンより大量の *mirabilite* の析出が認められた。

この他の塩湖においてもその湖岸周辺には *halite* などの塩類析出物が多く認められた。

# 3. 結 果

調査を行った各塩湖の湖水について別報で述べた分析法を用い、各主成分の化学分析を行った。表1には夏期における表面水の分析結果を、また表2には主な塩湖について、各季節における水質の変化を示した。表1によれば、これら湖水の pH は 6.7～8.3、Na は 3.31～65.4 g/l、K は 0.13～10.5 g/l、Ca は 0.03～2.30 g/l、Mg は 0.58～47.6 g/l、Cl は 7.32～209 g/l、 $\text{SO}_4$  は 0.12～14.7 g/l の範囲にある。これら塩湖の総塩分量の最高は、いちじく池の 326 g/l で実に海水の10倍の濃度である。また表2に示したように、ぬるめ池、いちじく池、すりばち池では表面水（結氷時は氷の直下の湖水）の成分含有量は、各成分共

表 1 ラングホブデ, スカルプスネス, 西オングル島における塩湖の表面水の化学成分

Table 1. Chemical compositions of surface water of saline lakes in Langhovde, Skarvsnes and West Ongul Island. (成分単位は g/l)

試料		採年 月日	水温 (°C)	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	総塩 分量	比重*
ラング ホブ デ	1 Lake Nurume	1973-2-7	4.6	8.3	5.54	0.22	0.30	0.74	9.82	1.41	18.03	1.014
	2 Lake Itiziku	2-8	7.2	6.7	44.1	10.5	0.17	47.6	209	14.7	326.07	1.229
	3 Lake Zakuro		9.1	7.7	65.4	2.64	1.55	9.32	123	5.60	207.51	1.144
	4 L-5		7.0	8.0	5.62	0.21	0.40	0.97	10.6	1.53	19.33	1.014
	5 L-11	2-9	3.3	8.3	18.6	0.71	0.99	2.40	32.5	6.57	61.77	1.046
	6 L-15	1974-1-24	17.7	8.2	12.1	0.25	0.67	1.37	21.3	3.55	39.24	1.030
	7 L-18		14.0	8.2	5.53	0.17	0.29	0.59	8.48	1.16	16.22	1.010
	8 L-19	1-29	11.0	—	3.31	0.13	0.29	0.71	6.50	1.18	12.12	1.008
スブ ス カ ネ ス	9 Lake Suribati	1973-2-4	3.8	8.1	16.1	0.67	0.41	2.50	33.9	1.06	54.64	1.041
	10 SV-7		6.2	8.7	3.83	0.17	0.03	0.58	7.32	0.12	12.05	1.008
	11 Lake Hunazoko	2-6	6.3	7.7	62.7	2.55	2.30	9.37	122	2.99	201.91	1.137
西グ オル ン島	12 WO-2	1973-2-16	0.3	8.8	4.68	0.02	0.03	0.05	0.60	9.54	14.92	1.011

\* at 20°C

表 2 主な塩湖の各季節における湖水の化学成分

Table 2. Seasonal variation of chemical compositions at some saline lakes. (成分単位は g/l)

Sample	W. T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	比 重*
Lake Nurume									
1973- 2- 7 0 m	+4.6°C	8.3	5.54	0.22	0.30	0.74	9.82	1.41	1.041
5- 3 0	-1.5	8.0	8.48	0.31	0.33	1.00	13.6	2.18	1.018
1	-1.4	8.1	7.41	0.28	0.29	0.82	11.3	2.01	1.017
3	-1.3	8.1	7.47	0.28	0.29	0.84	13.0	2.01	1.017
5	+2.3	8.1	8.38	0.31	0.32	0.93	14.1	2.34	1.018
7	+3.3	8.1	9.81	0.36	0.37	1.10	15.1	2.70	1.023
9	+4.1	8.1	10.7	0.39	0.39	1.18	16.2	2.84	1.024
11	+7.2	7.7	13.6	0.49	0.51	1.61	22.1	3.43	1.031
13	+5.6	6.9	14.7	0.61	0.65	2.06	24.3	4.10	1.039
10- 5 0	-1.5	7.8	10.0	0.38	0.36	1.12	17.2	2.56	1.024
2	-1.7	7.9	10.3	0.39	0.38	1.17	17.9	2.68	1.026
4	-1.7	7.9	10.8	0.43	0.37	1.14	17.8	2.71	1.026
6	-1.7	7.8	10.8	0.40	0.33	1.00	16.6	2.79	1.025
8	-1.2	7.9	10.6	0.39	0.38	1.15	17.4	2.68	1.026
10	+1.7	8.0	13.6	0.47	0.40	1.29	19.9	3.11	1.030
12	+4.3	7.1	15.3	0.55	0.47	1.51	24.3	3.75	1.038
13	+0.1	7.4	12.3	0.47	0.40	1.15	19.0	3.03	1.028

Sample	W. T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	比 重*
1974- 1-25 0	+5.0	7.3	1.31	0.05	0.05	0.14	2.21	0.30	1.003
3	+11.5	8.4	9.67	0.36	0.38	1.13	17.2	2.39	1.021
6	+8.0	8.2	10.7	0.40	0.41	1.27	18.9	2.67	1.026
8	+5.9	8.4	11.0	0.41	0.42	1.28	19.2	2.72	1.027
11	+7.3	7.5	15.3	0.56	0.57	1.79	25.6	3.68	1.034
14	+5.8	7.2	17.0	0.65	0.64	2.10	30.2	3.67	1.039

## Lake Itiziku

1973- 2- 8 0 m	+7.2	6.7	44.1	10.5	0.17	47.6	209	14.7	1.229
4-30 0	-18.2	6.9	91.9	2.70	1.34	8.76	173	2.63	1.186
10- 9 0	-17.3	6.9	83.7	1.26	0.97	3.49	134	2.20	1.158
1974- 1-24 0	+14.1	7.4	66.3	7.90	0.22	35.4	200	12.3	1.217

## Lake Zakuro

1973- 2- 8 0 m	+9.1	7.7	65.4	2.64	1.55	9.32	123	5.60	1.144
5- 1 0	-14.9	7.6	66.2	2.65	1.62	9.42	124	4.63	1.144
10- 9 0	-14.6	7.4	66.7	2.79	1.59	8.71	123	2.91	1.144
1974- 1-28 0	+9.0	7.9	55.3	2.21	1.24	7.19	107	3.95	1.124
2	+11.1	8.0	65.4	2.49	1.51	8.11	124	3.53	1.142
4	+17.4	8.0	72.3	2.65	1.14	8.66	131	10.9	1.156

## Lake Suribati

1973- 2- 4 0 m	+3.8	8.1	16.0	0.67	0.41	2.50	33.9	1.06	1.041
5- 5 0	-9.2	7.8	46.6	1.31	0.78	5.54	73.9	2.60	1.099
8-28 0	-10.0	7.7	50.9	1.89	0.78	5.95	88.8	2.84	1.107
9-30 0	-10.0	7.7	48.9	2.00	0.84	6.48	94.0	2.98	1.107
2	-10.1	7.7	48.9	1.96	0.83	6.43	94.0	2.94	1.017
4	-10.1	7.7	49.0	1.98	0.85	6.52	94.3	2.90	1.107
6	-9.5	7.7	48.9	1.86	0.84	6.51	94.4	2.94	1.107
8	-3.2	7.8	57.9	1.98	0.97	7.45	110	3.95	1.128

## Lake Hunazoko

1973- 2- 6 0 m	+6.3	7.7	62.7	2.55	2.30	9.37	122	2.99	1.137
2	+7.9	7.7	70.9	2.95	2.63	10.7	139	2.95	1.153
3	+1.7	7.6	71.5	2.95	2.61	11.0	142	2.81	1.156
4	-7.3	7.6	72.3	2.94	2.62	10.8	141	2.82	1.155
6	-11.7	7.6	74.8	2.93	2.70	11.2	146	2.79	1.159
7.5	-11.0	7.6	74.9	2.95	2.69	11.2	146	2.79	1.159
5- 8 0	-12.0	7.9	66.5	2.82	2.34	9.98	129	2.58	1.148
8-25 0	-18.4	7.5	72.9	3.00	2.39	9.96	143	2.76	1.158
2	-18.4	7.6	74.0	3.02	2.40	10.1	145	2.76	1.160

Sample	W. T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	比重*
4	-18.3	7.5	73.5	3.01	2.42	10.1	145	2.78	1.160
6	-18.3	7.6	73.6	3.00	2.46	10.1	145	2.78	1.160
8	-18.2	7.4	73.6	3.05	2.47	10.2	146	2.82	1.161
9	-18.2	7.4	74.1	3.01	2.45	10.2	147	2.85	1.162
9-29 0	-16.4	7.4	70.8	2.82	2.37	9.53	137	2.58	1.152
2	-17.4	7.4	75.8	3.01	2.48	10.2	146	2.55	1.161
4	-17.4	7.4	75.9	2.98	2.48	10.1	145	2.65	1.161
6	-17.9	7.4	75.9	2.98	2.48	10.2	146	2.63	1.161
8	-17.5	7.4	77.0	3.03	2.50	10.3	147	2.58	1.163
9	-17.2	7.4	77.0	3.06	2.44	10.2	147	2.73	1.163

\* at 20°C

に季節により著しく変動が認められ、特に夏期の湖水は成分含有量が少ない。さらに舟底池における各季節の深度別の化学成分の分析結果によれば、1973年2月6日の表面水温は+6.3°Cで、水深2~6mにかけて著しい温度躍層が存在し、6m以下では-11°Cにも達している。成分についてみると表面水はやや濃度が薄く、3m以深ではほとんど変化は認められなかった。また冬期にはこのような現象はなく、表面から底層まで水温、各成分共にほとんど変動はない。ぬるめ池では、夏期には表面水の成分濃度が深層水にくらべ著しく薄く、深くなるにしたがってその濃度は増加している。冬期(1973年)には0~5mまでは変化がみられないが、7m以深では徐々にその濃度が高くなっている。また水温は0~5mまではマイナスであるが、7m以深ではプラスになり、最高は11mの+7.2°Cであった。1973年10月には12mの深さで各成分共にその濃度が最高になり、最深部ではやや薄

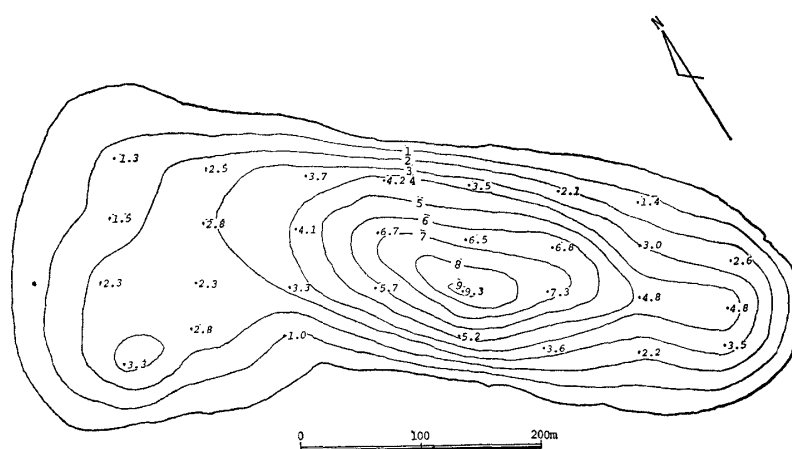


図4 舟底池の湖盆地形

Fig. 4. Basin topography of Lake Hunazoko.

くなっている。

1973年8月24, 25日に調査を行った舟底池の湖盆地形を図4に示した。これは湖内30点湖岸27点の計57点の測量点について、平板法により作図したものである。これによる湖盆は、長径：657 m，短径：185 m，周囲：1,670 m，最高深度：9.3 m，平均深度：2.8 m，面積：130,000 m<sup>2</sup>，容積：360,000 m<sup>3</sup>であった。

#### 4. 結果の検討と考察

表1の結果よりこれら塩湖の成分特徴を求めるために、 $\text{Na}+\text{K}-\text{Ca}+\text{Mg}-\text{Cl}+\text{SO}_4$  および  $\text{Na}-\text{Ca}-\text{Mg}$  の三成分割合を求め、それぞれ図5, 6に示した。また図6には、THOMPSON と NELSON (1956) が行った海水の冷凍濃縮過程による成分変化の実験データから求めた主な温度における成分割合と、温度変化による成分割合の移動の方向を記入した。さらに同図には YAMAGATA *et al.* (1967) によるドライバレー地区のドンファン池、ボニー湖、フリクセル湖、バンダ湖の成分割合の範囲もあわせ記入した。図5, 6によれば、昭和基地周辺のほとんどの塩湖は、海水の成分割合に近いことが認められる。

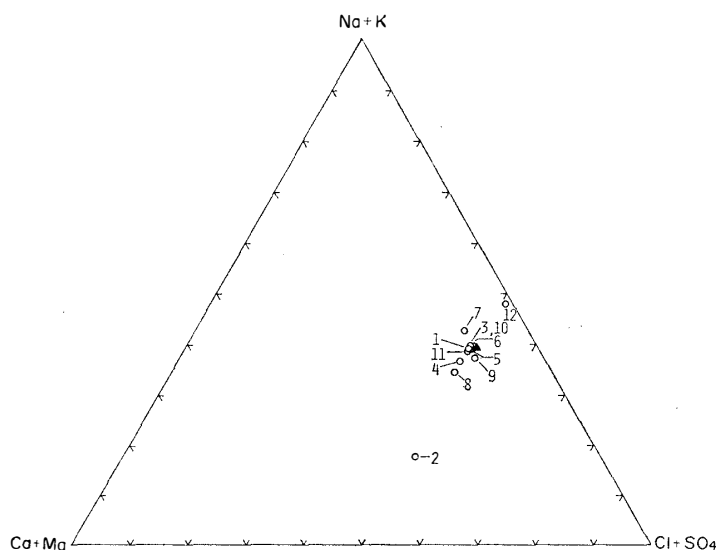


図5 ラングホブデ、スカルプスネス、西オングル島における塩湖の  $\text{Na}+\text{K}-\text{Ca}+\text{Mg}-\text{Cl}+\text{SO}_4$  三成分割合（当量比）  
▲ は海水の値

Fig. 5. Relations of the  $\text{Na}+\text{K}-\text{Ca}+\text{Mg}-\text{Cl}+\text{SO}_4$  of saline lake waters in Langhovde, Skarvsnes and West Ongul Island (eq. ratio). ▲ sea water.



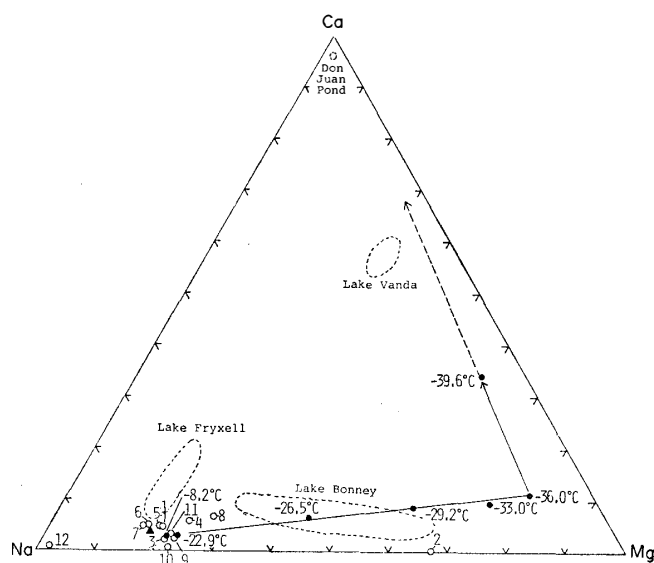


図 6 ラングホブデ、スカルプスネス、西オングル島における塩湖の Na-Ca-Mg 三成分割合 (当量比)

▲ は海水の値, ● は Thompson と Nelson の実験結果から求めた値

Fig. 6. Relations of the Na-Ca-Mg of saline lake waters in Langhovde, Skarvsnes and West Ongul Island (eq. ratio).

▲ sea water

● after T. G. THOMPSON and K. H. NELSON

図 6 における THOMPSON と NELSON の実験データから求めた割合によれば,  $-8.2^{\circ}\text{C}$  から  $-22.9^{\circ}\text{C}$  の間は, まだ海水割合からあまり大きくはずれてはいないが,  $-22.9^{\circ}\text{C}$  からは徐々にその割合が変化し,  $-36^{\circ}\text{C}$  で Mg の割合が最も大きくなる. さらに  $-36^{\circ}\text{C}$  より温度が下がると, Ca の割合が大きくなる方向へと向かっている. これは  $-8.2^{\circ}\text{C}$  で  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  が析出するが, 海水中の硫酸イオンが少ないために, Na はほとんど減少せず, 三者の割合に大きな変化がない.  $-22.9^{\circ}\text{C}$  からは  $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  が析出しはじめ, Na の割合は著しく減少する. また  $-36^{\circ}\text{C}$  以下では, K および Mg の塩化物が析出しはじめ, Ca が溶液に残っていくためである.

ここでドライバレーの塩湖についてみると, フリクセル湖は海水の割合に近く, ボニー湖では  $-26.5^{\circ}\text{C}$  ~  $-29.2^{\circ}\text{C}$  の付近に位置し, バンダ湖は  $-39.6^{\circ}\text{C}$  の割合の位置から Ca の頂点に向かう方向上にあり, さらにドンファン池では Ca に最も富んだ位置にある. これらドライバレー地域の塩湖は, 海水が取り込まれ, 主には冷凍濃縮の結果できたと考えられるものであり, その濃縮の度合は, まだ海水の割合に近い冷凍濃縮過程の初期段階のものから, ドンファン池のように極度の冷凍濃縮を受けたと思われるものまで, 種々の段階の塩湖

が存在している。一方昭和基地周辺の塩湖は、ドライバレー地区とは異なり、ほとんどが初期段階のものである。いちじく池は図6の  $\text{Na}-\text{Ca}-\text{Mg}$  の割合が、他の湖沼にくらべ大きくはずれており、しかも THOMPSON らの実験の成分変化の方向を示す線からは、著しく  $\text{Ca}$  が少ない位置にプロットされる。これは前に述べたように、夏期のいちじく池では大量の  $\text{halite}$  が析出しており、また湖底泥中に多量の  $\text{gypsum}$  が析出しているために  $\text{Na}$  と  $\text{Ca}$  の割合が小さく、冷凍濃縮過程としてはやや進んだ状態にあるものと考えられる。さらにいちじく池は湖底に  $\text{halite}$  および  $\text{gypsum}$  の析出が認められるボニー湖とほぼ同じ位置にあり、両者はよく似た変遷を受けているものと思われる。

また西オングル島 WO-2 は先にも述べたように、湖岸のモレーンより大量の  $\text{mirabilite}$  および  $\text{thenardite}$  の析出が見られ、この影響を強く受けており、 $\text{Na}$  と  $\text{SO}_4$  が他の成分に比べ著しく濃く、しかもその割合は  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  にほぼ等しい。そのために図6では海水にくらべ  $\text{Na}$  に富む位置にプロットされる。したがって WO-2 は他の塩湖と同じ基準で議論することはできないものと思われる。

これらの結果から考えると、昭和基地周辺地域に存在する塩湖のほとんどは海水が取り込まれ、その後ある程度の冷凍濃縮を受けてできたものと考えられる。またドライバレー地区の塩湖とくらべると、著しく異なるのは特に気温、湿度などの気象条件、あるいは地形、湖生成年代の違いなどによるものであろう。

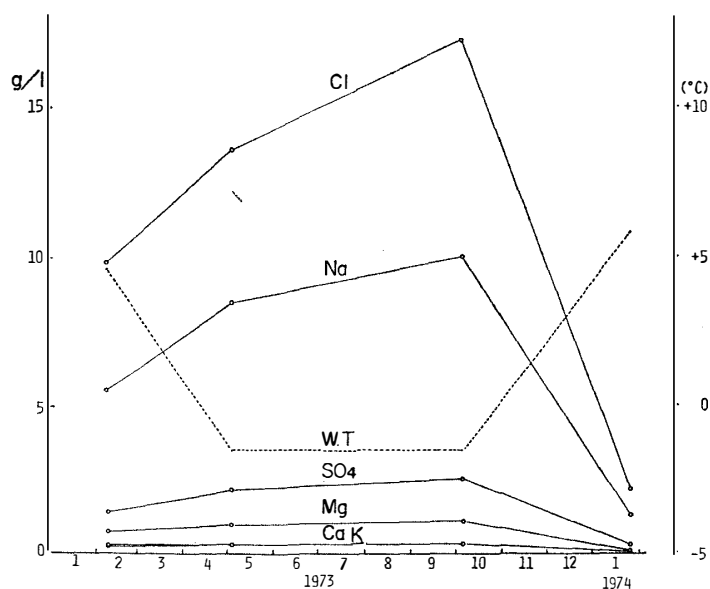


図7 ゑるめ池における表面水の季節変化

Fig. 7. Seasonal variations of chemical composition of surface water of Lake Nurume.

表2に示したラングホブデ、スカルプスネス地域にみられる塩湖のうち、ぬるめ池、いちじく池、ざくろ池、すりばち池、舟底池の表面水の水温、ならびに各成分の季節による変化を図7, 8, 9, 10, 11に示した。これによるとぬるめ池、ざくろ池、舟底池、すりばち池はにた変化を示し、夏期にくらべ冬期に濃度が濃くなっている。これは夏期に周辺の融雪水、あるいは湖の氷の融解した非常に濃度の薄い水が表層部に乗っており、十分に循環が行われていないためである。また1973年2月のざくろ池では水深が4mと浅いため、全体に

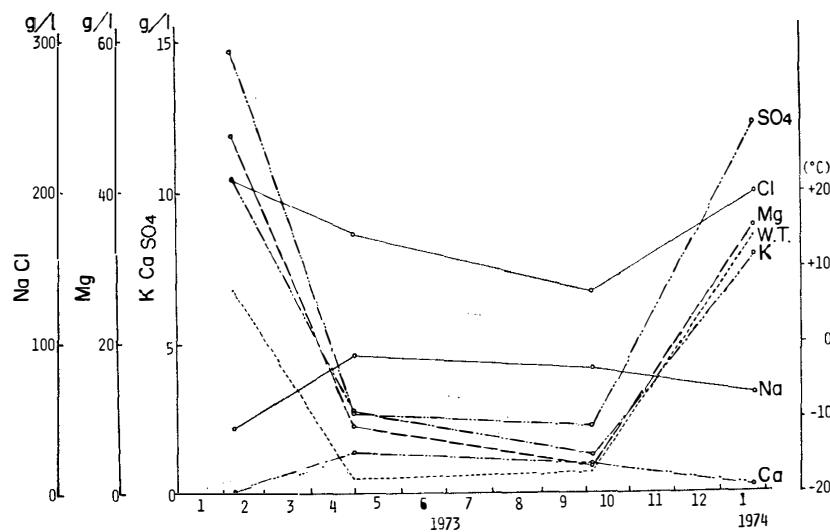


図8 いちじく池における表面水の季節変化

Fig. 8. Seasonal variations of chemical composition of surface water of Lake Itiziku.

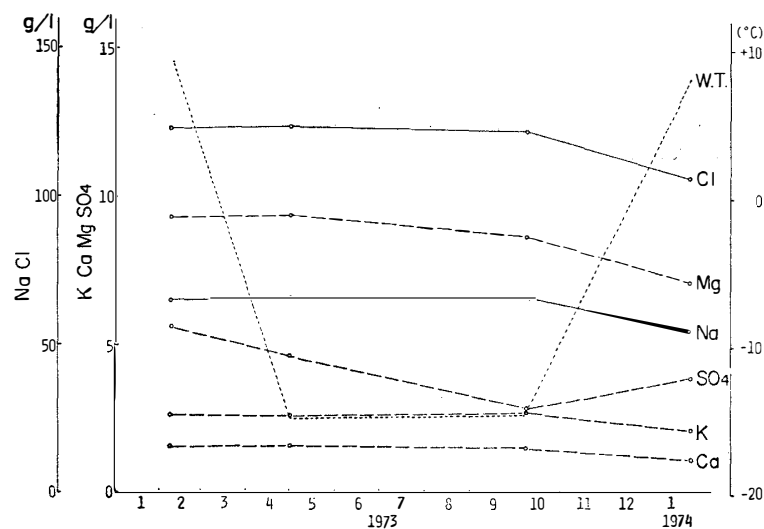


図9 ざくろ池における表面水の季節変化

Fig. 9. Seasonal variations of chemical composition of surface water of Lake Zakuro.

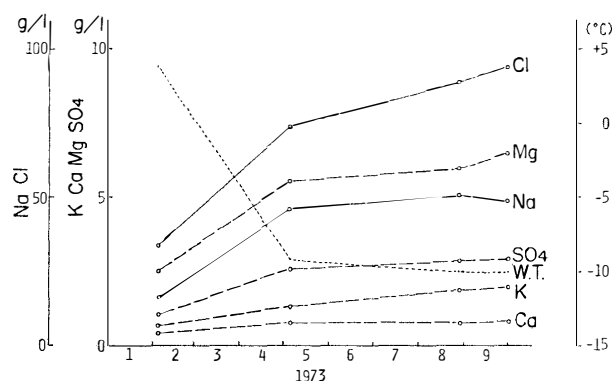


図 10 すりばち池における表面水の季節変化

Fig. 10. Seasonal variations of chemical composition of surface water of Lake Suribati.

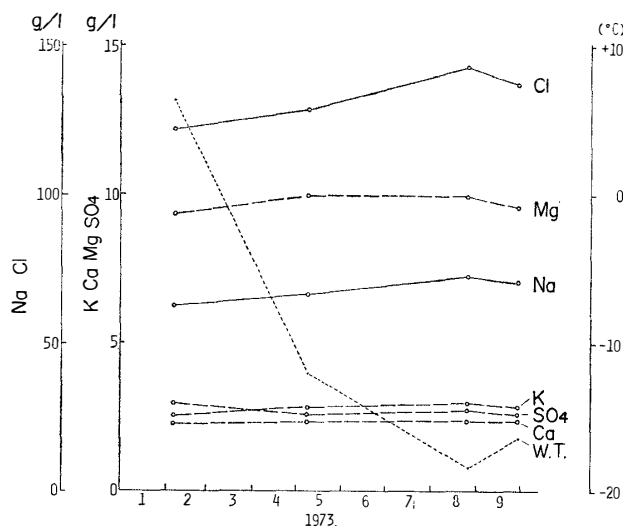


図 11 舟底池における表面水の季節変化

Fig. 11. Seasonal variations of chemical composition of surface water of Lake Hunazoko.

循環がよく行われており、同時期の他の湖では充分な混合が行われていない。しかも湖によって混合の程度が異なっている。これは湖の深度の違いによるものであろう。またいちじく池の季節変化は他の塩湖とは異なっており、夏期には Na と Ca のみが冬期に比べ薄く、他の K, Mg, Cl, SO<sub>4</sub> は逆の傾向を示している。Na については、夏期にいちじく池全体に析出していた halite に降雪が加わり寒剤となって、気温が  $-19^{\circ}\text{C}$  になるまでは周囲を冷却しつつ halite は融け、湖水が著しく増加し、Na と Cl の濃度は NaCl の割合になったためと思われる。また Ca についても同様に、湖底泥中に析出していた多量の  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の一部が融けた結果と考えられ、Ca と SO<sub>4</sub> の割合は  $\text{CaSO}_4$  の値になっている。こ

れら析出塩類とは直接関係がみられない K と Mg は、冬期 4~5 倍に薄くなっているが、これは湖水の増加による単なる希釈で説明するに足る濃度が濃すぎ、おそらくは塩類あるいは底泥中に介在しており、これが冬期、湖水の増加にともなって溶出してくるものと考えられる。

次にぬるめ池、舟底池の季節による垂直の成分変化についてみるために、表 2 の結果をそれぞれ図 12, 13 に示した。1973 年 2 月 6 日の舟底池では水温が表面で  $+6.3^{\circ}\text{C}$  であり、6 m で  $-11.7^{\circ}\text{C}$  にも下がっている。また各成分をみるとほとんどが表層部が薄く、深くなるにつれて濃くなっている。また同 8 月 25 日には水温、pH、各成分共に表層から深層まで

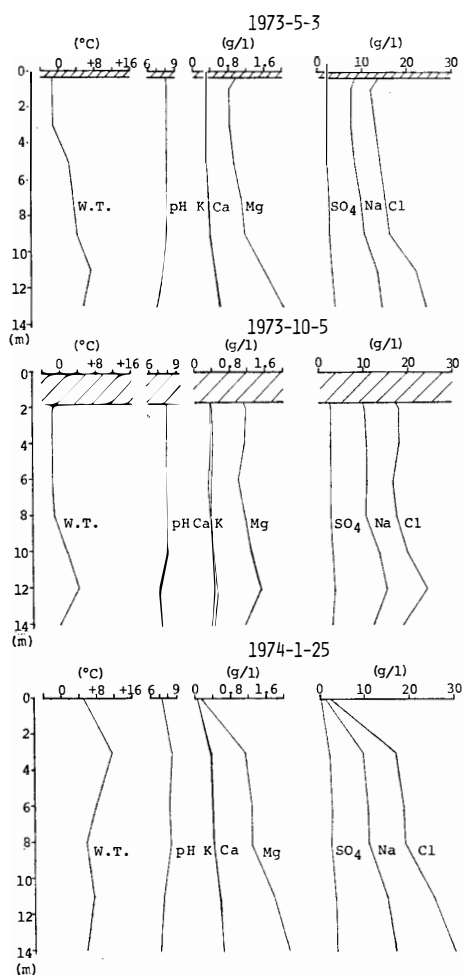


図 12 ぬるめ池における各季節の水質の垂直分布

Fig. 12. Seasonal variations of vertical distribution of chemical composition of Lake Nurume.

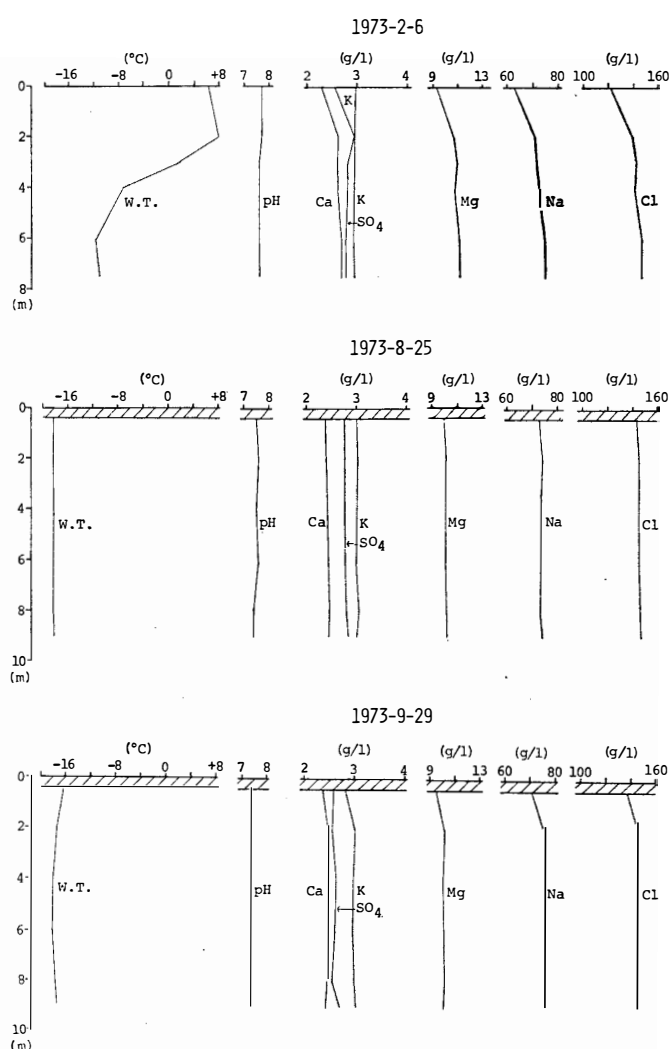


図 13 舟底池における各季節の水質の垂直分布

Fig. 13. Seasonal variations of vertical distribution of chemical composition of Lake Hunazoko.

ほとんど一様で変化がない。9月の氷層直下の水温は8月に比べ約 $2^{\circ}\text{C}$ 上昇が認められた。これらの結果ならびに5月の表面水の結果とあわせ考えると、舟底池では夏期には雪融け水、湖の氷の融け水が表層部に存在し、下層とは濃度差により十分に混合できず、周囲の気温が下がる5月頃には湖全体に循環が行われ、表層から下層まで水温、pH、各成分濃度共に一様になり、8月頃までこの状態が続き、表層部は結氷する。9月末には気温の上昇、日射により、湖の氷が一部融け、表層部がやや薄くなり始める。このような変化が年間を通じてくり返されているものと考えられる。

ぬるめ池も同様に夏期には表層部が薄く、氷がまだ充分厚くならない5月初め頃の表層部は、氷の生長にともなってやや濃くなり、10月初めには氷が融けはじめ、わずかに薄くなっている。またぬるめ池では10~11 m以深の底層水には多量の硫化水素が含まれており(10月調査時では約 $200\text{ mg/l}$ )、舟底池のように湖全体にわたる循環が行われず、一年を通じて完全に循環することはないようである。

## 5. ま と め

1) 昭和基地周辺にみられる塩湖には、総塩分量が $326\text{ g/l}$ にも達するものもある。また各成分の割合からみれば、塩湖の大部分は海水の成分割合とよい一致がみられる。

2) 昭和基地周辺の塩湖とドライバレー地域の塩湖とくらべると、ドライバレー地域ではTHOMPSON と NELSON による冷凍濃縮過程にあてはめると、初期段階のものから最終段階のものまで種々の水質の塩湖が存在するが、昭和基地周辺の塩湖では大部分がその初期段階のものである。

3) 主な塩湖の表面水の水質は季節により変化が認められ、夏期に湖の氷の融け水および周辺の融雪氷の流入により、成分濃度が小さくなり、冬期濃くなる。いちじく池のみはほとんどの成分が前者とは逆の傾向を示す。

4) 舟底池の垂直の成分の季節変化は、夏期には表層水が底層水にくらべ雪融け水等により著しく薄くなり、十分に混合が行われず、冬期には完全に混合が行われ全層通じて一様になる。またぬるめ池では年間を通じて10~11 m以深に多量の硫化水素を含む底層水が存在し、舟底池のように完全に混合することはないようである。

## 文 献

- 平林順一・小坂丈予 (1976) : 南極プリンスオラフ沿岸に分布する湖沼水の水質について, 南極資料, **57**, 56-72.
- 目黒 熙 (1962) : 南極地域海岸線付近の露岩地帯の池及び風化物について. 南極資料, **14**, 44-47.
- 村山治太 (1975) : 昭和基地付近の塩湖について. 地球化学会討論会講演要旨集, 於八王子セミナーハウス, **1975**, 76.
- 杉村行勇 (1971) : スカルプスネスの塩水湖. 極地, **13**, 10-12.
- THOMPSON, T.G. and NELSON, K.H. (1956): Concentration of brines and deposition of salts from sea water under frigid conditions. *Am. J. Sci.*, **254**, 227-238.
- 鳥居鉄也・山県 登 (1973) : 昭和オアシス. 南極, 楠 宏他編, 東京, 共立出版, 319-330.
- 上野精一 (1963) : 南極オングル島付近の池水などの臭素含量について. 南極地球化学シンポジウム講演要旨, 於東京.
- YAMAGATA, N., TORII, T. and MURATA, S. (1967): Report of Japanese summer parties in Dry Valleys, Victoria Land, 1963-1965. V. Chemical composition of lake waters. *Nankyoku Shiryo (Antarct. Rec.)*, **26**, 54-75.
- 吉田栄夫 (1970) : 東南極プリンスオラフ海岸の隆起汀線と塩湖. 現代の地理学, 渡辺光教授退官記念会, 古今書院, 93-118.