

網走湖の研究

磷酸鹽その他の成層状態に就て

石 田 昭 夫

網走湖は水深8米以深に周年海から逆流した海水が停滞し、鋭い躍層を介して低鹹な表水層水 (Cl^- で約200~700mg/l) が覆つゝ、所謂異鹹湖の典型的なものである。従つてその海水停滞層には種々の栄養物質が蓄積されていると考へられ、それらの蓄積の状態を知る事は湖の生産力と云ふ點からも有意義であると思はれる。著者は1949年春より50年春にかけ數回に亘り可溶性磷酸鹽、過マンガン酸カリ消費量、植物性プランクトン等について測定を行ふ機會を得たので茲に報告する。

観測方法 観測地點は前研究(元田, 石田, 1948)の場合と同じ湖心部の一點(水深約16米)を選び、採水はエクマン型の採水器(筒長40cm)を用ひた。表面から湖底に至る各層に就いて水温, pH, 溶存酸素, 鹽素量, 可溶性磷酸鹽及び過マンガン酸カリ消費量を測定し同時に植物性プランクトンの量を調べた。観測は1949年の春から秋にかけ4回, 更に50年春に1回と都合5回行つた。場合によつては全ての測定は行なはれなかつた。

各種成分の測定は採水後直ちに本湖畔にある實驗室で行つた。溶存酸素はウインクラーの常法、鹽素量はモールの硝酸銀滴定法で標準海水を標準に用ひて行つた。可溶性磷酸鹽は比色法により、其の際含有量が多い時は適當に薄めて行つた。試水は空気に曝したり、採水後一週間放置しても含有量に著しい變化は認められなかつた。過マンガン酸カリ消費量はアルカリ性にして10分間煮沸するウインクラーの方法¹⁾を用ひた。植物性プランクトンは採水器から採つた水20ccに就いて直接双眼顯微鏡で數を算へた。其の際數の少ないもの及び微小なものは省略した。

各観測値は表1—5に示した。尙表に附した水位は基準を適當に選んだ比較的な値である。

観測結果及び考察 湖の湖沼學的概況は前研究(元田, 石田, 1948)の場合と大差は見られなかつた。但し停滞層の鹽分濃度及び厚さは前回に比して幾分増しておりその爲か停滞層内の水温の季節的較差は減少してゐる。鹽素量の垂直分布の變化は水位を記録しておいたので正確に比較出来る。即ち表面から7米以淺の表水層では上下一様に含まれてゐるがその量は季節的に又年によつて變化し、一般に春から秋にかけて増加し、1949年には秋には春の4倍近くになつてゐる。此の期間中は海水の湖内への浸入は稀であるから増加した鹽分は主として停滞層からもたされたものである。8米層は8月迄高鹹であるが10月には表水層に同化されてしまふ。9~12米層附近の鹽素量は躍層の傾度が著しく少々の變化は採水器の筒の長さによる誤差に含まれてしまひ正確に比較出来ないが見るべき變化はない様である。13米以深では観測値は春から秋にかけ明瞭に減少してゐる。従つて停滞層内でゆるやかな水の循環が行なはれており、底層水もそれに加はつてゐる事は明らかである。

可溶性磷酸鹽は豫想されてゐた様に深層に多量に蓄積されており、且特徴のある成層をしてゐた。いづれの場合も表面から9米層附近迄は僅かしか含まれてゐないが無酸素層の上限に當る10米層附近から急激に含有量が増加し始め13米層附近迄殆んど直線的に増し、それ以深では増加の度は鈍つてゐる。含有量は底層水で7mg/l前後と云ふ大きな値を示してゐる。尙1950

1) Die Binnengewässer, Bd. M. S. 138

年春の測定では前年に比し上層から増加が始まつてゐるが成層の型は前年と同様で途中急激に増加しそれ以深では垂直的な含有量の變化は少い。各観測共大体同じ地點で行つたにかゝらず底層水の含有量がまちまちであるのは更に正確な観測及び分析を行なはなければ明瞭でないが興味がある。

過マンガン酸カリ消費量は表面と變水層附近で幾分増加が見られる。最小値は變水層の下部にありそれ以深では再び増し始め底層水で最大となり各回共60^{mg}/l 足らずのかなり一定の値を示してゐる。

植物性プランクトンは溶存酸素の成層と相關して分布しており、酸素が飽和してゐる層内では上下一様に數多く分布してゐるが、酸素の減耗の見られる層では急激に減少してゐる。いづれの場合も深層では完全に消失してゐる。前研究(元田, 石田, 1949)では深層にも分布する如くあるが前研究に用ひた採集方法は不備の點が多かつたから今回の結果がより一般的であらう。

以上の結果から本湖の海水停滯層には少くとも可溶性磷酸鹽に就いては相當量の蓄積が行なはれてゐる事が明らかになつた。これは上層より有機態その他の形で沈降して來たものが沈降途中分解したり、又一部は湖底よりの擴散によつて停滯層水に蓄積した結果には違ひないが、それだけでは此の成層の状態は説明出來ない。單に水の停滯した度合に應じて磷酸鹽が蓄積されたものだとすると、磷酸鹽の成層は水の停滯を支配してゐる鹽分の成層ともつと密接な關係があつて然るべきであるが事實はそうでなく、磷酸鹽は鹽分の増加し始める層より2米程下の層から増してゐる。鹽分の變化から停滯層水はゆるやかな循環をしてゐる事が推定されたにかゝらず、春から秋にかけ磷酸鹽の成層は殆んど變化しない。従つて磷酸鹽の成層、循環には水の停滯等の物理的條件と共に化學的過程が大きく働いてゐる様に思はれる。無酸素層の上限と磷酸鹽の増加の始まる層とが一致してゐる點などから Einsele (1936) や 高安等 (1936) が指摘してゐる水酸化鐵や礫土、その他に有機コロイド等による吸着作用が關與してゐるのかも知れない。いづれにせよ本湖では磷酸鹽が多量に蓄積されてゐる層と表水層とは數米の層でさへぎられ直接にはふれ合つてゐないと云へる。深層の磷酸鹽が再び表水層に回歸して利用されるとすれば如何なる過程によつてであるか興味ある問題である。

植物性プランクトンは躍層に入ると共に急激に減少し過マンガン酸カリ消費量は躍層附近で幾分増すが不規則であり且その直下では最小値さへ示してゐる。これらの事は一般の湖の變水層について云はれてゐる事と相反してゐる。これは植物性プランクトンに就いて松平 (1939) が、細泥について野滿等 (1937) が指摘した様に、變水層に入ると鹽分濃度が急増する爲に沈降物質が停滯する前にコロイドの狀況に變化を來たし沈澱が早められる事が一因と考へられる。

終りに臨み色々御指導いただいた北大水産學部元田先生、同低温科學研究所朝比奈英三氏に心からの感謝を捧げる次第である。

文 献

- Einsele, W. 1936. Ueber die Beziehungen des Eisenkreislaufs zum Phosphatkreislauf im eutrophen See. Arch. f. Hydrobiol., 29: 664-686.
- 松平近義, 1939. 電解質が淡水産植物性プランクトン (*Scenedesmus obliquus* Chodat & Artari) の沈降に及ぼす影響. 日本水誌, 7 (6): 342-344.

元田茂, 石田昭夫, 1948. 網走湖の研究特にプランクトン相に就て (第一報). 水産孵化場試験報告, 3 (1): 1-12.

——, ——, 1949. 同 (第二報) 同前, 4 (1): 1-9.

Nomitsu, T. and Takegami, T. 1937. Studies on marine deposits. I. On the action of sea-salts upon the sedimentation of fine mud. Rec. Ocean. Works in Japan, 9: 1-26.

高安, 五十嵐, 黒田, 1936. 湖沼水質の變化とプランクトン, 北水試, 水産調査報告, 40.1-104.

第1表 1949年5月28日観測結果

水深 (m)	T°C	pH*	O ₂ cc/l	Cl ^{mg} /l	P ^{mg} /l	KMnO ₄ ^{mg} /l
0	15.9	7.0	6.79	175	0.01	19.7
2	12.59	6.9	6.79	175	—	—
4	12.19	6.8	6.79	185	—	—
6	12.17	6.8	6.86	210	0.01	14.5
8	8.43	6.8	6.37	1350	0.01	13.6
9	3.30	6.8	5.24	2710	0.02	12.1
10	3.34	6.9	2.02	5085	0.05	11.7
11	4.55	7.2	0.00	7895	0.6	18.5
12	5.46	7.2	—	8780	2.1	28.0
13	5.48	7.2	—	9160	4.3	35.4
14	6.05	7.2	—	9670	5.6	42.7
15	5.98	7.2	—	9960	—	—
15.5	5.96	7.2	—	9980	6.1	58.9
16	6.01	—	—	—	—	—

観測地点水深; 16.2m. 透明度; 70cm. 水位; 90cm.

第2表 1949年6月28日観測結果

水深 (m)	T°C	pH*	O ₂ cc/l	Cl ^{mg} /l	P ^{mg} /l	KMnO ₄ ^{mg} /l	マイクロ システス	アステリ オネラ	シネドラ
0	17.9	8.4	6.77	260	0.00	18.2	5.3	407	32
2	16.29	8.7	6.95	270	0.00	16.0	5.0	590	57
4	16.19	8.4	6.87	275	0.00	16.3	7.9	650	54
6	15.90	7.8	6.62	275	0.00	16.9	3.7	—	—
7	15.71	7.7	6.60	275	—	—	—	700	60
8	14.05	7.1	5.60	1200	0.00	27.9	1.0	680	57
9	6.59	6.9	1.05	4955	0.01	10.0	0.1	48	17
10	4.75	7.1	0.00	7100	0.11	—	0.1	5.8	7.2
11	5.03	7.2	0.00	8380	1.7	18.8	—	—	—
12	5.60	7.2	—	8925	3.5	—	0.0	0.3	0.1
13	5.92	7.2	—	9470	5.7	39.1	—	—	—
14	6.00	7.2	—	9785	6.7	—	—	—	—
15	6.00	7.2	—	9830	6.9	57.5	—	—	—

観測地点水深; 16.1m. 透明度; 1.1m. 水位; 29cm.

第3表 1949年8月16日観測結果

水深 (m)	T°C	pH*	O ₂ cc/l	Cl ^{mg} /l	P ^{mg} /l	KMnO ₄ ^{mg} /l	アナベ ノブシス	アハニジ メノン
0	24.8	8.0	6.26	330	0.00	33.5	3300	31
2	24.72	7.8	6.25	330	0.00	31.4	3400	23
4	24.66	7.8	6.21	330	0.00	25.2	3000	21
6	21.36	7.3	5.53	375	0.00	21.0	1700	10
7	19.82	6.8	2.70	675	0.00	18.4	23	0.2
8	13.35	6.7	0.71	1910	0.00	21.2	3.5	0
9	11.19	6.9	0.00	5380	0.02	23.2	—	—
10	7.23	7.1	0.00	7660	0.12	21.1	—	—
11	6.12	7.2	—	8335	1.4	27.3	—	—
12	5.71	7.2	—	8845	3.0	—	—	—
13	5.87	7.2	—	9470	5.5	38.7	—	—
14	5.95	7.2	—	9620	6.2	—	—	—
15	5.93	7.2	—	9720	6.5	56.8	—	—

観測地点水深; 16m. 透明度; 1.2m. 水位; 20cm.

第4表 1949年10月22日観測結果

水深 (m)	T°C	pH*	O ₂ cc/l	Cl ^{mg} /l	P ^{mg} /l	KMnO ₄ ^{mg} /l	シネドラ	アハニジ メノン
0	13.1	7.4	6.95	655	0.00	26.7	9.5	20
2	12.89	7.6	6.92	645	0.00	20.9	10	14
5	12.85	7.5	6.85	645	0.00	20.6	10	16
7	12.86	7.4	6.87	650	0.00	27.6	6	18
8	12.87	7.4	6.84	715	0.00	22.4	4	13
9	13.86	7.0	1.04	5580	0.01	20.0	5	1
10	10.86	7.2	0.05	6900	0.07	18.2	0	0
11	7.84	7.25	0.00	8460	1.6	26.2	—	—
12	6.57	7.3	—	9020	4.0	31.1	—	—
13	6.16	7.3	—	9420	6.5	38.7	—	—
14	6.02	7.3	—	9570	7.6	58.8	—	—
15	6.01	7.3	—	9620	7.7	59.4	—	—

観測地点水深; 16m. 透明度; 2.1m. 水位; 18cm.

第5表 1950年5月30日観測結果

水 深 (m)	T°C**	pH*	O ₂ cc/l	Clmg/l	Pmg/l
0	14.72	8.0	8.05	700	0.00
2	14.25	8.0	7.65	700	—
4	14.19	8.0	7.68	700	—
6	14.13	8.0	7.77	700	—
7	14.10	8.0	7.52	720	0.00
8	11.85	7.1	4.80	2260	0.00
9	7.50	7.0	0.22	6530	0.06
10	5.21	7.3	0.09	7850	1.1
11	5.49	7.3	0.00	8920	4.3
12	5.67	7.2	—	9070	5.0
13	5.65	7.2	—	9120	—
14	5.55	7.2	—	9560	—
14.5	—	—	—	—	5.6

観測地点水深; 15.5m. 透明度; 1.5m. 水位; 20cm.

表註 *pH: 塩分誤差未補正。 **水溫のみ5月28日観測。

植物性プランクトンは1cc中の個体(群体)数を以て示してある。

水位は基準を適當に選んだもので海拔の意味ではない。