昭和八年夏期猪苗代湖調査の結果に就いて

山村 彌六郎

(水産講習所)

An Investigation of Lake Inawasiro in the Summer of 1933.

Yarokurô YAMAMURA

SYNOPSIS

Lake Inawasiro is located at the north latitude $37^{\circ}30'$ and the east longitude $140^{\circ}05'$ and is 514m high above the sea-level. It has the coast 56.09 km long, the area of 103.64 km² and the maximum depth of 102 m. On the occasion of the great explosion of the volcano Bandai in 1888, all the fishes in the lake were killed and the lake has become barren. Over twenty years after that time the Hukusima Fisheries Experimental Station made a chemical analysis of the lake water, which proved to be no more unusual. Since 1908 Hukusima Fisheries Experimental Station has taken charge of the fish cultural experiment of trouts (*Oncorhynchus nerka* and *Salvelinus kundscha*) in this lake, liberating to it 125,300~3,200,000 young every year. Compared with these, however, only 550~1,800 adults a year are caught in the rivers around the lake. Why is the productivity so poor as this?

To answer this question, the present author made an investigation last summer (1933) on the chemical properties¹⁾ of the water and the distribution of plankton in this lake.

The Nagase River, rising from the northern foot of Mt. Bandai, supplies the largest part of the inflow to this lake. It discharges water from the lakes of Hibara, Akimoto and Onogawa mixed with the highly acidic water of a branch called Su-gawa. By dint of inflow of the acidic water the whole mass of the lake water is markedly acidified showing the fall in pH-values to 2.8 at the inlet and 5.5 at the outlet (Fig. 1). In Fig. 1 the direction of the flow of this acidic water over the lake, inferred from the isolines of pH-values, is indicated by the arrows. The results of the chemical analysis of surface-samples from different positions are tabulated in Tab. 1. We know that the phosphate and the nitrate are extremely poor, while the sulphate is comparatively rich.

The composition of the plankton in several parts of the lake collected by horizontal hauls through 400 m in the surface-layer is shown in Tab. 2. The plankton is generally very poor in its density except at the stations XII, XIII, XIV and XV in the shallow littoral zone which is fed by the fresh water from the skirts of Mt. Bandai raising the pH-value to 6.0 to 8.0. The relation between the pH-values and the density of the plankton is given in Tab. 3, whence we can see that the zoo-plankton develops hardly at the pH-value of 5.3, while the phyto-plankton distributes in a wider range. Both the zoo-plankton and the phyto-plankton grow most favourably at pH of 7.0 to 8.0.

緒言 猪苗代湖は北緯 $37^{\circ}30'$ 東經 $140^{\circ}05'$ 海拔 514 米に位し湖岸線の長さ 56.09 軒、面積 103.64 方軒、容積 5.69886 立方軒、最深 102 米である。湖沼學的研究は田中子爵²⁾(1901, 1902) を嚆矢とし、その後田中館秀三(1922)・吉村信吉³⁾・宮地傳三郎⁴⁾ 諸氏の研究によつて湖

1) A chemical study of the lake was made by S. YOSHIMURA in 1932.

盆形態・化学成分・底棲生物等の状態が明かとなつた。本湖に於ける養魚経営は明治十八年より同二十四年まで農商務省がマス・サケ・イワナ等約 90 萬尾を孵化放流したのが最初である。明治二十一年磐梯山の爆發、小野川・秋元・檜原三湖の新成、明治二十三年の大洪水、同二十三年沼尻硫黄山の噴火等の災害相次いで起り、爲に水質は害され魚類の被害著しく一時荒廢に歸した。爾來年月の経過と共に漸次水質が恢復し、明治四十一年市野金一郎・越田徳次郎兩氏は本湖の水質分析⁴⁾の結果、魚類の棲息に大した害を與へざるものと認めたので、福島縣水産試験場は湖岸に孵化場を設置し鱒屬の孵化放流試験を開始した。即ち十和田湖・支笏湖・沼澤沼等より毎年約 100 萬粒の鱒卵を買入れて孵化放養を繼續し、大正三年頃より湖岸の河川に溯上する鱒の漁獲及び採卵を開始した。同試験場報告⁵⁾によれば明治四十一年より昭和二年に至る毎年の放養数は 125,300~3,200,000 尾、大正三年より昭和二年までの漁獲数は 500~1,800 尾であつて放養数と漁獲数との割合は著しく小さい。本湖天然に産する魚類⁶⁾はウグヒ・ハヤを主とし、その他鯉・鮒・鰻等を産するがその産額は多くはない。之等の事實によつて見れば本湖の水質が魚類の棲息に適當でないことが頷かれる。長瀬川は檜原・秋元・小野川三湖の水を集めて磐梯山麓より湖に瀉ぐ最大注入河であるが、途中沼尻硫黄床を通過して著しく酸性になつて居る酸川の水を合流して来る。明治四十年頃沼尻に日本硫黄株式會社⁷⁾が創立され、その排水の猪苗代湖魚類に對する毒作用問題は屢論議されてゐる所であるが、未だその眞偽如何を聞かない。本調査は昭和八年八月十六日より同月二十九日に亘つて本湖の生産力が何によつて支配されるかを知らんとして行つたものである。

観測事項及び結果

1. 氣象條件 観測期間に於ける湖面上の日中の氣温は最高 28°C 近附であつた。晴天靜穩の日には日中は湖面に高氣壓を生ずる爲め所謂湖風が湖岸に向つて吹寄せ周縁の山の上に積雲を形成し、夜間は反對に湖岸より湖心に向つて氣流が集中し昇騰する爲め湖面は雲で蔽はれる。本湖地方の主風向⁸⁾は西であるが夏期の末には東風が多く本観測の期間は主として東風の影響を受けた。

2. 水色及び透明度 水色はフォーレル標準色の 2 から 8 まで廣く分布し、湖中央部で 2、湖柵附近で 3、湖岸附近で長瀬川附近は 4~8 と急激に變化し、北岸の沃野の影響を受ける部分では褐緑である。透明度は 17~20 米で湖心では最大であつた。

3. 水素イオン濃度の分布⁹⁾ 八月十九日發動機船によつて湖を一週し、表面水を Clarke 及び Lubs の比色法によつて迅速に測定して行つた。當日の表面水温 24°~26°C。指示薬はチモールブルー、ブロームフェノールブルー、ブロームクレゾールグリーン、メチルレッド、ブロームチモールブルーを用ひ、温度及び鹽類誤差は略一様と見做して補正は行はない。観測値を羅針盤及び船の速さから推定した位置に對して記入し、等 pH 線を作成すれば第 1 圖に示す如くである。長瀬川河口に於ける pH は 2.8 で河口を中心として等 pH 線は同心圓狀に分布し、湖口に於ける値は 5.5 である。等 pH 線の形狀から推せば、長瀬川は湖水に入りて二派に分れ湖の北岸を迂迴して戸ノロより日橋川に瀉ぐものと、南東に旋回して東上戸灣に向ひ安積疏水より排出されるものとを區別することが出来る。本湖の北岸一帯は淺平

第1圖 猪苗代湖 pH 分布圖 (昭和八年八月)。

×1, 2, ..., 14 採水地點。I, II, ..., XV プランクトン採集區域。

にして磐梯山麓の耕地から来る落汁の影響を受けて水藻が繁茂し pH は急激にアルカリ側に傾いてゐる。

4. 化学成分の水平分布 14 個の地點 (第1圖に示す) に於て表面水を採水し分析した結果を第1表に掲げる。分析法は磷酸: Denigès の方法、硝酸: Silves 法、珪酸: King & Lucas 法、鹽素: 比濁法¹⁰⁾、硫酸: Denis u. Reed の方法、鐵: Meink 及び Horn の比色法により、カルシウム: 蔞酸石灰とし過滿俺酸加里によつて滴定した。之によつて見れば本湖には硫酸は可なり多量であるが、磷酸及び硝酸は著しく乏しい。又長瀬川に多くて他

第 1 表 (Tab. 1) mg/l で示す

地 点	總固形物 Total Solid	SO ₄	SiO ₂	P ₂ O ₅	N ₂ O ₅	Cl	Fe	Ca
11. 長 瀬 川	260	86	22	0.001	0.004	10	2.0	19
4. 長 瀬 川 東 口	120	49	17	0.005	0.024	5	1.0	14
2. 長 瀬 川 西 口	220	52	17	0.001	0.016	9	0.3	12
1. 長瀬川-長濱 中央	108	39	12	0.001	0.001	6	0.8	10
3. 長瀬川-材木山 中央 10 m	132	50	17	0.001	0.016	6	—	11
同 20 m	105	48	15	0.002	0.016	6	—	10
5. 上 戸	128	44	16	0.002	0.008	6	0.5	11
6. 上戸-赤崎 中央	112	64	17	0.003	0.032	5	1.0	11
7. 赤 崎	100	44	17	0.001	0.002	5	1.1	11
8. 材 木 山	100	44	17	0.002	0.016	6	trace	10
9. 中 田 灣	140	46	16	0.004	0.016	6	0.2	9
10. 翁 島	120	50	17	0.003	0.012	6	0.5	10
12. 小 黒 川 沖	158	35	22	0.009	0.006	6	1.0	17
13. 三 城 潟 沖	140	46	16	0.006	0.002	9	0.4	12
14. 蟹 澤 沖	140	49	15	0.006	0.003	6	0.7	13

第 2 表 (Tab. 2)

Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
<i>Cyclotella antiqua</i>	93	19	+	11	+	18	+	18	32	12	24	17	+	32	+
<i>Melosira varians</i>													144	48	30
<i>Navicula spp.</i>					33						+	+	452	16	+
<i>Surirella robusta</i>				11							+	34	378	32	60
<i>Synedra spp.</i>												85	54	64	
<i>Oscillatoria</i>	19	39	35								+	+	765	192	60
<i>Lyngbya</i>					17										
<i>Anabaena</i>			53		17	54	17		32						
<i>Oedogonium sp.</i>												+	81	48	+
<i>Oed. undulatum</i>													306	144	
<i>Mougeotia sp.</i>	93	130	630	33	159	72	149	53	160	60	264	34	54	48	120
<i>Sphaeroszoma sp.</i>													135	32	60
<i>Arcella vulgaris</i>													270	176	
<i>Dynobryon sp.</i>											+	+	27	+	
<i>Alona guttata</i>													+	16	
<i>Alonella sp.</i>													54	+	
<i>Microcyclops sp.</i>												17	+	+	

の地點に少い傾向の見られる成分は總固形物・硫酸・珪酸・鹽素・鐵及びカルシウムで硝酸及び磷酸は北岸小黑川河口附近に稍多きを見る。

5. プラントンの水平分布 表層 400 m をネットで曳き採集したるプラントンの種類及び数を査定し第 2 表に示す如き結果を得た。此の結果から次の如き傾向を認めることが出来る。即ち植物性プラントン *Cyclotella* 及び *Mougeotia* は湖全體に存在するが *Melosira*, *Navicula*, *Surirella*, *Synedra*, *Oedogonium* 等は地點 XII, XIII, XIV 及び XV に限つて存在し、特に XIII (小黑川口) に多く、此附近の水は微アルカリ性反應を呈し、且つ 150 % の溶解酸素を保有してゐる。これに反し *Lyngbya* 及び *Anabaena* は III, V, VI, VII, IX に見られ XII, XIII, XIV には見られない。*Oscillatoria* は XIII, XIV, XV に多い他、少量ではあるが I, II, III にも見られる。動物性プラントンは植物性プラントンに反し殆んど XII, XIII, XIV 及び XV の地點にのみ見られ、その他の地點には全く存在しないことが分る。

6. 水素イオン濃度とプラントン量との關係 以上述べた事實によつて水素イオン濃度並にプラントンが場所によつて可なり異つてゐるので、次に示す如く pH と植物性プラントン並に動物性プラントンの量との間の關係を求めて見た (第 3 表)。

第 3 表 (Tab. 3)

pH	Phyto-plankton	Zoo-plankton	pH	Phyto-plankton	Zoo-plankton
5.0	205	0	5.3	166	0
5.0	288	+	5.3	71	0
5.1	188	0	5.3	224	0
5.1	718	0	5.3-6.0	170	17
5.2	72	0	7.0-8.0	2234	486
5.2	55	0	5.9-6.6	624	224
5.3	226	0	5.4-6.0	275	60
5.3	144	0			

第 3 表によつて分る如く動物性プラントンの存在するのは pH 5.3 以上で 7.0~8.0 に於て最も多い。植物性プラントンは動物性プラントンよりも廣い pH の範圍に存在するが、最も多く存在するのは動物性プラントンと同様に pH 7.0~8.0 に於てである。

結論 本湖は長瀬川によつて著しく酸性化されて居つて pH 5.3 以下の場所はプラントンに極めて乏しく殊に動物性プラントンは殆んど全く存在しないが水の中性乃至微アルカリ性の部分では動物性植物性兩プラントンが共によく蕃殖してゐる。このことから本湖の生産力は水素イオン濃度の影響を受けることが明白である。而してその本源は長瀬川の支流沼尻硫黄山より来る酸川である。日本の湖沼では硝酸乃至磷酸が生産力の制限因子と考へられるから、¹¹⁾ 硝酸及び磷酸の乏しいことも本湖に於てプラントンの蕃殖しない根因であり、且つ水の交換が速く所謂 Kofoid の法則の支配を受けることも考へられる。併し水素イオン濃度とプラントンの蕃殖状態との關係に就いては實驗室の研究によつて確めたいと考へて

ゐる。

摘 要

1. 昭和八年八月猪苗代湖の水素イオン濃度並にその他の化學成分の水平分布を調査した。
 2. 同時にプランクトンの分布状態を調査した。
 3. 本湖には pH 2.8 の長瀬川の注入を受け、その酸性化によつてプランクトンの蕃殖が阻害され、従つて魚類の生産力に乏しい。
 4. 本湖の磷酸及び硝酸量は極めて貧であるが、硫酸は比較的多量である。
- 終りに臨み、本研究を爲すに當りプランクトンを査定して下さつた稻葉傳三郎氏、化學分析を御指導下さつた大谷武夫博士、觀測の結果に就て御教示を賜つた田内博士、器具を貸與された岡田光世氏、有益な文献を惠與された吉村信吉氏に對して深甚なる謝意を表す。

文 獻

- 1) 田中阿歌磨 (1922) 趣味の湖沼學、東京、318-340.
- 2) 吉村信吉 (1932) 磐梯火山四周の火山湖の地方湖沼學的豫察的研究。
地理學評論、8, 782-802, 860-880, 533-976.
- 3) 宮地傳三郎 (1932) 日本動物學輯報、4. (3), 264-265.
- 4) 福島縣水産試験場 (1918) 福島縣水産試験場事業報告、22, 71-72.
- 5) 福島縣水産試験場 (1912-1927) 同 (16-31).
- 6) 越田徳次郎 (1908) 猪苗代湖に産する魚類に就きて 水産研究誌、3, 225-227.
- 7) 今井治作 (1917) 沼尻硫黄礦山誌
- 8) 田子健吉 (1924) 磐梯と猪苗代湖
- 9) 山村彌六郎 (1934) 猪苗代湖の水素イオン濃度の分布。陸水學會誌、3 (3), 59-61.
- 10) 島田清・本俣正夫 (1932) 微量の鹽素の比濁定量法。日本水産學會誌、1 (1), 5-6.
- 11) 吉村信吉 (1933) 湖沼學 岩波講座 地理學、145-148.