

ヒメマスの研究 (Ⅲ)

支笏湖におけるヒメマス産卵群の変動について

徳 井 利 信

Studies on the Kokanee Salmon. (Ⅲ).
Eluctuations in Abundance of the Spawning Kokanee Salmon
of Lake Shikotsu, Hokkaido, Japan.

Toshinobu TOKUI

Lake Shikotsu is a large, deep, clear lake in southwestern Hokkaido, and is famous for the propagation of kokanee salmon. The salmon was first planted in the lake in 1894 from Lake Akan. It is native to only two lakes, namely, Lake Akan, Kushiro Prov. and Lake Chimikeppu, Kitami Prov. both in Hokkaido, where it is also called "Kapacheppo." "Kapa" means flat and "cheppo" a little fish in Aino, so "Kapacheppo" really designates the humpbacked form of spawning kokanee salmon. From 1898 through 1959 the annual spawning population of kokanee salmon in Lake Shikotsu has fluctuated in extreme manner. Various sources of fluctuations of spawning kokanee salmon were studied.

- (1) The fluctuations are mainly caused by low production of this lake.
- (2) Low production appears to be dependent upon a severe scarcity of nutrients in this deep lake.
- (3) Direct addition of inorganic salts to increase production may be questionable.
- (4) It is recommended that control of predaceous fish be tried on the lake in order to increase production of the salmon.
- (5) It is recommended that biological experiments be continued on the lake to determine the optimal population density of released fry.

【 は し が き 】

支笏湖のヒメマスについては、特記すべきことが多い。1894年に原産地の阿寒湖から、初めて当湖に移殖したことはよく知られている。それ以来現在まで60余年の間、ヒメマスの管理は一時間間にゆだねられたが、終始北海道と国によつて行われてきた。十和田湖におけるヒメマスの孵化放流が、1960年8月から国の管理をはなれた現在において、ヒメマスの孵化放流が国によつて行われているのは、支笏湖と中禅寺湖のみである。そして当湖におけるヒメマスは、夏季のあいだ禁漁区域を除いて、一般観光客に自由な釣を楽ませている。これは本邦のほかの湖で、見られないことである。また長い間に、本邦各地の湖沼へ移殖したヒメマス卵は、多数にのぼり最近の1958年に390万粒、1959年に214万粒におよんでいる。このように恵まれた条件と、重大な使命のある当湖のヒメマスも、漁獲量にはげしい年変動があつて、安定した漁獲量を維持するには、いかにすべきであるかに答える何にもものもないのが現状である。そこで過去の記録に残された産卵群の漁獲数から、その変動の原因を明らかにして、将来における安定した漁業への基礎研究の一助にしたい。本文に入るにさきだち、日光湯湖の資料を提与していただいた水産庁日光養魚場に厚くお礼申し上げる。

Fig. 1. Aerial photograph of Lake Shikotsu.



photo the Asahi press

Fig. 2. Explanation of the photograph.

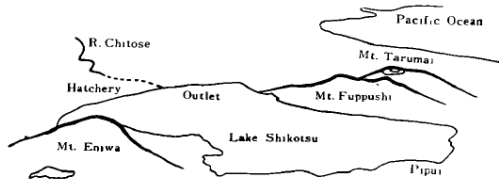


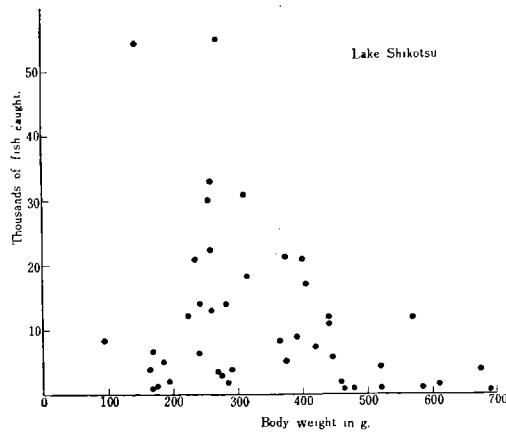
Fig. 3. Locality map of Lakes Shikotsu, Toya and Towada.



Ⅱ 産卵群の漁獲数と魚体重

支笏湖のような大湖において、魚の現存量 (standing crop) は、直接に知ることができない。また生産除去量 (removal rate) も正確に知ることが難しい。したがっていわば生産除去量の一部である、秋季採卵のために漁獲した産卵群の変動をもつて、湖水中の population の変動と考えていだろうか。漁獲のすくないとき魚の population はすくないと考えていだろうか。魚がほかに移動したため、漁獲がすくないことが起りえないか。しかしヒメマスは非常に漁獲の容易な魚であり、また湖のような閉鎖体系では、魚群が移動したために、漁

Fig. 4. Relation between the number of spawning kokanee caught and its average body weight.



獲できなかつたということはずまない。また一般に湖沼では、魚の棲息密度が大であれば魚体は小さくなり、またその逆もなりたつ。これについて徳井 (1959) は、十和田湖のヒメマス漁獲高の減少にともなり、産卵群の魚体の増大を報告した。川尻 (1931) は丸沼のニジマスについて漁獲尾数の多い年に、平均体重の軽くなつてきているのを報告し、これを棲息密度の関係にきした。また Swingle & Smith (1942) は bluegill sunfish の overpopulation による魚体のわい少化を報告している。

支笏湖のヒメマス漁獲数と、その平均体重の関係を図 4 に図示した。これによると多少の例外はあるが、一般的傾向として漁獲数の増加にともない体重の減少が見られる。これは漁獲数の多い年に、魚の population も多かつたと考えて大きい誤のないことを示している。

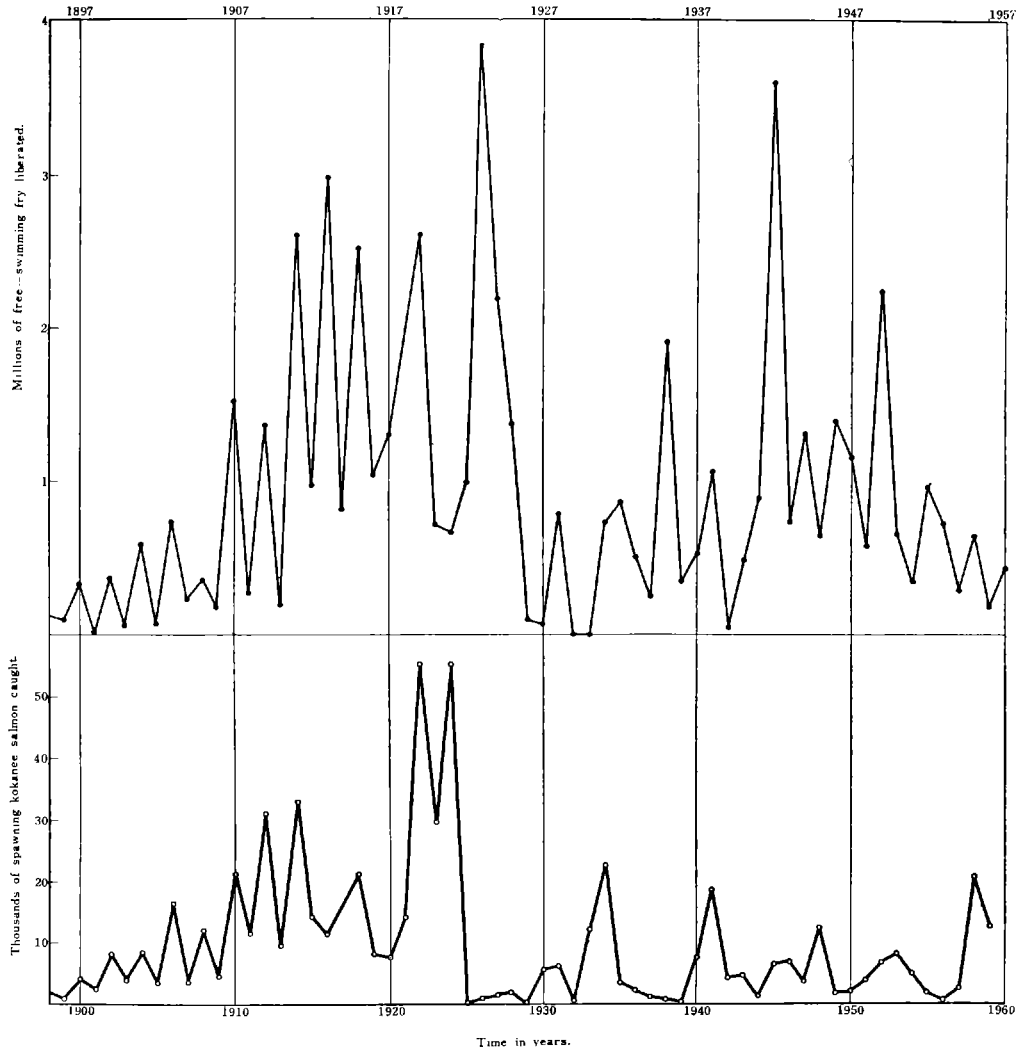
Ⅲ 産卵群漁獲数の変動

支笏湖における、産卵群の漁獲数に及ぼす稚魚放流数の影響をみるため、これらを Fig. 5 に図示した。これによると漁獲数の変動に、2つの大きい傾向のあるのがうかがわれる。1つは漁獲を初めてから約20年間は、産卵群の主群を4年魚として、漁獲数と放流数の間に Fig. 6 のごとく正の相関がみられる。1913年に約300万尾放流し、その後数年にわたり200万尾以上を継続放流した。そのためいままで漁獲数と放流数の間に見られた相関はくずれて、放流数の増加がかえつて漁獲数の減少をきたしている。そして1922年から1926年まで、ヒメマスの管理が一時、北海道から支笏湖保勝会という民間団体にゆだねられたため、乱獲して資源を減少せしめた。そのため再び北海道により管理を行い、南千島エトロフ島のウルモベツ湖からヒメマス卵を移殖して、資源の回復をはかった。

支笏湖で最初の放流から約20年間は、放流数と産卵群漁獲数の間に正の相関がみられた。これは当湖のみの現象でない。川尻 (1931) によると、丸沼のヒメマス放流数と成魚の総捕獲数について、“両者間の関係のうかがわれるのは、わずかに初年の頃のみで後年ははなはだ不明瞭に終つている”と述べている。Fig. 7 は川尻 (1931) のデータから描いたものであるが、放流数を20~30万尾に増加したため、かえつて漁獲数の減少をきたしている。丸沼において、10万尾以上の放流は overpopulation であろう。

支笏湖における放流初期の状況も、放流数が100万尾内外であれば、放流数と漁獲数の間に関係が見られた。しかし200~300万尾も放流して、かえつて漁獲の減少をきたしている。この理由について放流の初期は、いずれも卵をほかの湖から移殖することになるので、それには多大の労力と費用を要するから、多数の卵を移入することができない。これがかえつて、湖の棲息密度に対して overpopulation にならなかつたのであろう。それが自湖で採卵し放流するようになると、多数の放流が可能になる。漁獲量の増加をはかるためには、放流数さえ増せばよいとの単純な考えから多数を放流する。それに加えて湖中での天然産卵からの資源が加わり、overpopulation となり、予期に反して漁獲量は減少する。

Fig. 5. Relation between free-swimming fry liberated and adult spawning kokanee salmon caught 4 years later in Lake Shikotsu.



大島 (1922) は支笏湖, 十和田湖, 中禅寺湖, 芦ノ湖のヒメマスを調査し, overpopulation の問題について次のように述べている。“養魚を試む場合に細心の注意を払わねばならぬことは, 放養面積と放養尾数との割合である。換言すれば魚児を放養するに先だちて, 充分に餌料の状態を調査し, かくかくの数量では幾尾の成魚を養うことができるかを概算して, 常にその規をこえぬよう手加減を加えねばならない。いたずらに放養面積の広きことのみを念頭に置き, 天然餌料の有無を顧慮せずに魚児を放流せんか, 多数が一定量の食を争うこととなつて, たちまち栄養不足をきたすようになるのは, いわずして明なる処である”。大島 (1922) が約 40 年前に, 湖への放流数の最適密度について指摘しているにかかわらず, 生態学の最も難かしい問題とはいえ, 何ら進歩をみせていない。

次に第二の大きい傾向である最近における 30 年間の変動は, 漁獲数と放流数との間に放流初期のような関係を示さず, 互に独立の変動をしているようである。そして漁獲数の 15,000 尾をこえた年が 1934, 1941, 1958 年と 3 回あつた。これを豊漁年とすると, それは漁獲の不漁年から 3 年目に豊漁に達し, いずれも等比級数的に増加している。これは豊漁年の産卵群を 4 年魚として, この魚の発生年は, 湖の魚の population がすくない時で

Fig. 6. Correlation between free-swimming fry liberated and spawning kokanee salmon caught 4 years later in Lake Shikotsu.

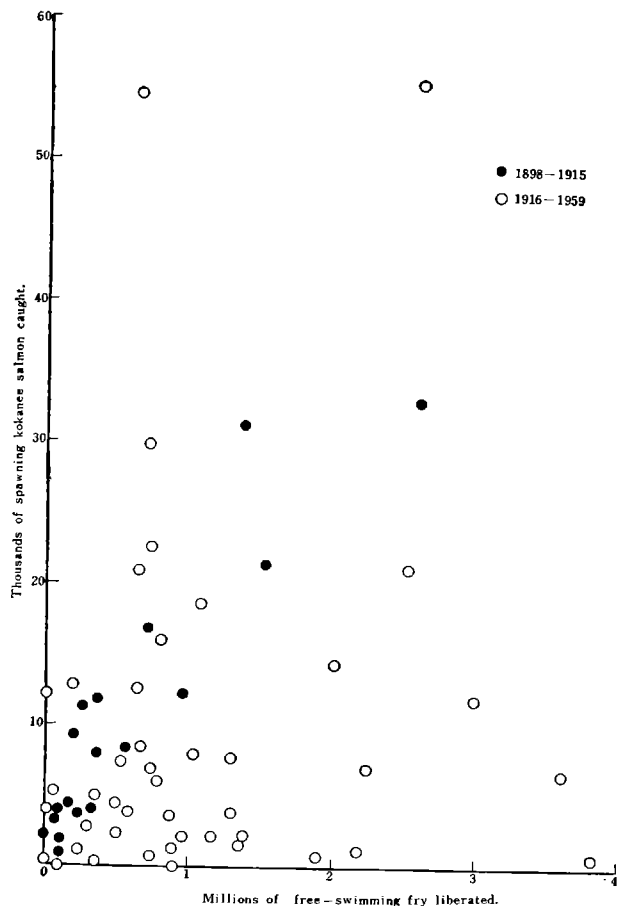


Fig. 7. Relation between kokanee fry liberated and the mature fish caught 3 years later at Lake Marunuma, Nikko Nat. Park. (Data from Kawajiri, 1931.)

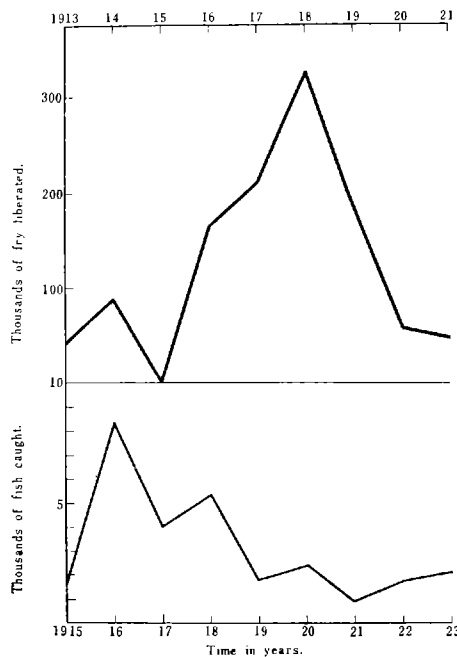
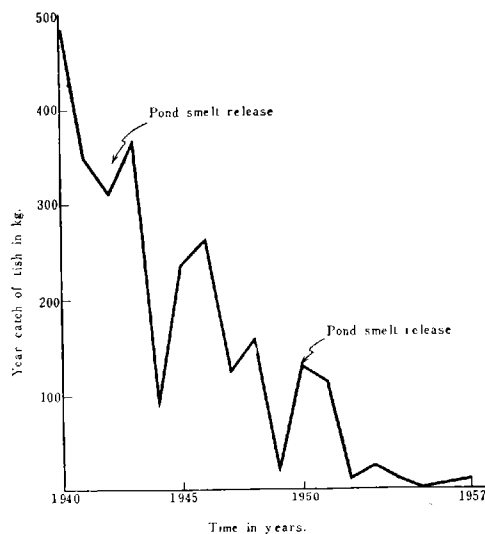


Fig. 8. Fall in catch of kokanee salmon due to release of pond smelt at Lake Yunoko, Nikko Nat. Park. (Data from the Nikko Fish Farm.)



あつたことが推定される。population のすくないことは、環境に特別の変化がない限り、餌料が豊富であり、それが稚魚の初期減もうをすくなくしたためでないかと考えられる。

漁獲の豊漁年を生ずるのは産卵量が多いのでなくて、稚魚の生き残りの多いことが推定され、生き残りを多くするのは餌料であると考えられる。その理由として、日光湯湖の例がある。湯湖におけるヒメマスは好漁をもつて有名であつたが、この湖にワカサギを放流したため、Fig. 8 のようにヒメマスは減少していつた。こゝで興味のあることは、ワカサギを放流した翌々年におけるヒメマスの激減していることである。これについてワカサギとヒメマスは湖の沖帯利用で、動物性プランクトンの捕食者であり、ヒメマスにとってワカサギは競争種である。したがつて春に放流したワカサギのため、その年のヒメマス稚魚は餌料不足となり、その生き残りをすくなくして、3年魚として漁獲されるときに減少をきた

したものと考えられる。1949年に漁獲のすくなかつたのは、ほとんど漁獲を行わなかつたためである。ヒメマス
の棲息湖にワカサギを放流してヒメマスが激減したのは、湯湖のみでなく阿寒湖、チミケツブ湖等の例がある。
阿寒湖の1958年における産卵群の漁獲数は17尾で、採卵数は13,360粒という状態である。チミケツブ湖にお
いては、稀に漁獲されて棲息が確認されているというのが現況である。ヒメマスの原産湖でいずれも上述のよ
うな状態になつた原因の一つは、ワカサギの放流による餌料不足もヒメマス稚魚の生き残りをすくなくしたもの
と考えられる。

Barnaby (1944) は Karluk 湖のベニマスの研究において、この湖のリンやケイ酸のような無機塩の不足が、
間接に動物性プランクトンの生産に影響する。したがつてそれらを太いに餌料としているベニマスの幼魚の生長
や、生き残りにおそらく影響を与えると述べている。

また Wiborg (1948) によると北 Norway におけるタラ稚魚は、おもに初期の *Calanus finmarchicus* を
餌料とするが、その larvae が臍のうを吸収して摂餌を初めるときに、1ℓ中に適當の大きさの10から20位の
copepoda が存在する年に、稚魚の生き残りがよいことを報告している。

鷹司 (1936) によれば、中禅寺湖におけるヒメマスの放流と漁獲尾数の関係は、下記のとおりである。放流稚
魚は3年目に漁獲されるものとする。

年	放流尾数	漁獲率(%)	年	漁獲尾数	平均体重(g)
1929	105,260	1.70	1931	1,805	373
1930	228,600	0.68	1932	1,563	416
1931	272,340	0.68	1933	1,784	350
1932	755,370	0.32	1934	2,400	390
1933	914,450	0.27	1935	2,504	434

上記は放流尾数を10万から20万に倍加しても、漁獲数の増加をもたらすより、かえつてむしろ減少し、8倍
にしても漁獲数の増加を1.4倍位にしか期待できないことを示している。漁獲率は放流尾数について計算するか
ら、放流尾数の増加につれてだんだん減少する。しかも漁獲魚の体重は放流数にかかわらず、あまり変わらな
い。これは放流数を増しても overpopulation となつて、生き残る稚魚はほぼ同数になると考えられる。

IV 支笏湖の生産にもよぼす湖沼学的要因

支笏湖の漁獲変動は根本的な原因を、この湖の生産量の低いことによると考えられた。そこで支笏湖は、この
湖の地形学的、物理学的および地球化学的条件からみて、本邦におけるヒメマスの棲息湖であり、またもつとも
この魚の生産をあげている十和田湖、洞爺湖と比較して、どのように位置づけられるか考察してみたい。この三
つの湖は表1のごとく、湖沼条件がよくにており、いずれも同地方に位置して生産量の問題を論ずる場合に、湖
面に受ける太陽エネルギーの量がほぼ等しいことが必要である条件をみたしている。

Table 1. Limnological data of Lakes Shikotsu, Toya and Towada

Lake	Shikotsu-ko	Toya-ko	Towada-ko
Longitude (E)	141°20'	140°51'	140°53'
Latitude (N)	42°45'	42°36'	40°28'
Area (km ²)	76.2	70.0	59.05
Maximum depth (m)	363.0	179.2	334.0
Mean depth (m)	255.9	117.0	71.0
Transparency (m)	20	15	13
Commercial fish production Kg. per hectare 1)	3.38	6.00	14.21

1) Data from Nakai and Matsui, 1938.

1. 地形学的要因 (平均深度)

Rawson (1955) は、カナダにおける大湖の平均深度と 25 年間の平均漁獲高との間に、実験的に $P = \frac{30.255}{d^{0.7029}} + 0.5$ なる式を見出している。(P はエーカーあたりのポンドで表わした漁獲高で、d は平均深度)。これについて Vallentyne (1957) は“興味のある点は平均深度の小さい湖ほど生産量が多いことである。湖が浅ければ浅いほど (或る限界内で) 生産量は高い”。Rawson (1955) によると、同じことがプランクトンや底生動物また魚類の実際漁獲高についていけると。また中井・松井 (1938) によると、山間地方の湖沼はおおむね深度が大で事業的生産力も低下し、山間および海岸地方を通じて、深湖よりも浅湖の方が生産力の大きいことを指摘している。

Fig. 9 に支笏湖、洞爺湖、十和田湖の単位面積あたりの漁獲高と平均深度の関係を示した。これによると平均深度が増すにつれて、単位面積あたりの漁獲高は減少する。田沢湖が酸性化してマス類の絶滅した現在において、本邦におけるヒメマスの棲息湖で最も平均深度の大きい支笏湖は、地形学上で単位面積あたりの漁獲高が最もすくないといえる。

いま北太平洋沿岸でペニマスの繁殖湖となつている湖の平均深度は、Table 2 のごとくである。これによると、いずれも浅い湖が多い。クリル湖は現在アジャ側で、ペニマスの最も多くそ上する Kamchatka 半島オゼルナヤ河の上流に位置する。しかしその平均深度は、支笏湖よりずっと浅い 176 m である。ペニマスの繁殖湖においてその幼魚は、すくなくとも 1 年以上を湖で生活するから、餌料である動物プランクトンの豊富なことを必要とする。したがってその条件をみたす湖は、いずれも浅い湖であり深い支笏湖と比較して興味がある。

Fig. 9. Removal rates for commercial fish plotted against mean depth for Shikotsu, Toya and Towada lakes.

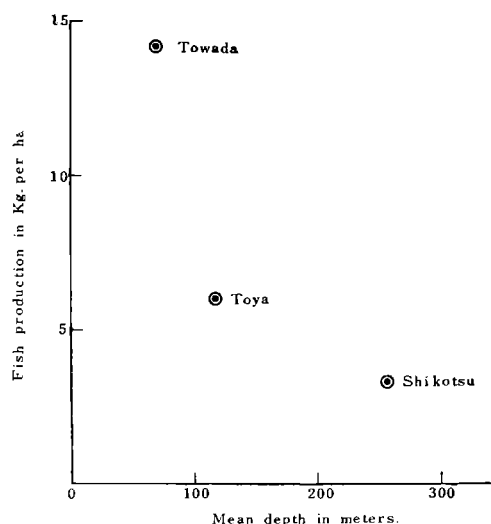


Table 2. Morphometric data of lakes along the northern Pacific coasts which are notably rich in sockeye salmon

Lake	Area (km ²)	Maximum depth (m)	Mean depth (m)	Locality
Urumobetsu	5.1818	48.0	30.68	Etorup Is., Southern Kurile.
Karluk	39.5	126	48.6	Kodiak Island, Alaska.
Cultus	6.26	42	32.2	British Columbia, Canada.
Kuril	76	309	176	Kamchatka.
Dalinie	66	-	50~60	Kamchatka.

Slastenenko (1958) はカナダの British Columbia におけるヒメマスの棲息湖について、“they are known to occur in great many lakes at intermediate depths” と述べている。カナダにおけるヒメマスの棲息湖が deep lakes でなく、lakes at intermediate depths であり、これは北太平洋沿岸のペニマスの繁殖湖と規を一にするものである。支笏湖の生産量が低いのは、この湖の深度があまりに大きいことも原因の一つと考えられる。Vallentyne (1957) は生産量と深度との関係につき、“湖の容積が小さいほど湖水と低泥との接触がより密接であつて、プランクトンの繁殖に必要な栄養塩の多量が泥中における分解によつて、再生産されることも説明の一部になろう” と述べている。

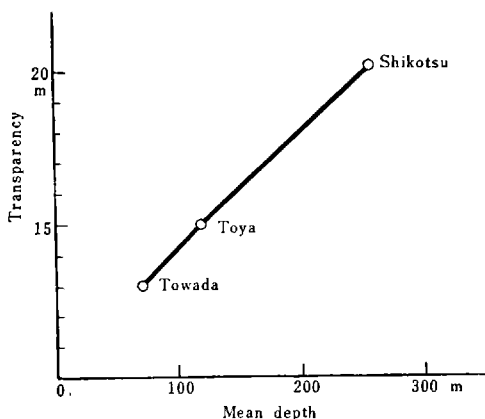
2. 物理学的要因 (透明度)

中井・松井 (1938) は本邦における湖沼の透明度と漁獲高の間に、透明度の大なるものほど生産力の低いこと

を報告している。また田内 (1953) は理論的に単位面積あたりの漁獲量 (Y) と透明度 (T) の間に、 $Y = A + B \times \frac{1}{T}$ (ここで A と B とは定数) といった関係を期待して、わが国の内湾についてあてはまることを示した。

いま支笏湖、洞爺湖、十和田湖の平均深度と透明度との関係を Fig. 10 に図示した。これによると透明度 (T)

Fig. 10. Relation between transparency and mean depth of Lakes Shikotsu, Toya and Towada.



は、平均深度 (d) に比例している。すなわち $T \propto d$ である。したがって Rawson (1955) が実験式としてえた $P = A + \frac{B}{d}$ (A と B は定数) の d を T に置換することができ、 $P = A' + \frac{B'}{T}$ となる。これは田内 (1958) が理論的にえた $Y = A + B \times \frac{1}{T}$ (A と B とは定数) にほかならない。田内の式によると漁獲量は透明度の逆数に比例するから、この点からも透明度の大きい支笏湖の漁獲量は低いことがわかる。

3. 地球化学的要因 (栄養塩)

支笏湖は地形学的、物理学的条件から、漁獲量の低い原因がわかった。次に地球化学的に栄養塩、とくに生産の制限要因となるリン酸塩について述べたい。リン酸塩は原著の値を、すべて可溶性無機態の phosphate-p $\mu\text{g/l}$ に換算して引用した。

支笏湖のリンは高安・五十嵐によると、1929 年 5 月から 1934 年 11 月の間の測定で、季節的に冬季に多く垂直分布において底層に多いが大体 $3 \sim 6 \mu\text{g/l}$ である。十和田湖におけるリンは海洋気象台 (1939) によると、水平および垂直とも一般に $9 \mu\text{g/l}$ である。洞爺湖におけるリンは北海道水産試験場 (1934) によると、床門温泉の影響をうける水域をのぞいて、一般に $2 \sim 3 \mu\text{g/l}$ である。Ricker (1937) によるとカナダの Cultus 湖で $3 \mu\text{g/l}$ 内外である。Barnaby (1944) によるとアラスカの Karluk 湖の表層に $0 \sim 2 \mu\text{g/l}$ 位であるが、夏季の底層に $10 \sim 30 \mu\text{g/l}$ の増大がみられる。高安ら (1954) によるとエトロフ島のウルモベツ湖において、表層から 40 m 位まで $2 \sim 3 \mu\text{g/l}$ 内外であるが、40 m 以深に多量で湖心の最深点近くの 47.2 m に $143 \mu\text{g/l}$ も含まれていた。

湖水のリン含量は十和田湖に多く、支笏湖と洞爺湖にすくない。これは単位面積あたりの漁獲量からも同一の傾向にある。ウルモベツ湖、Karluk 湖、Cutus 湖におけるリンは、表層および中層にすくないが底層に多く見られる。ペニマスの繁殖湖はいずれも深度が小で、底層にリンが多く本邦のヒメマス棲息湖と比較して対照的である。

リンは支笏湖、洞爺湖にすくない、十和田湖、ウルモベツ湖、Karluk 湖に多い。この原因について、流入河川のリンをみてみる。

高安・五十嵐によると支笏湖の流入河川のリンは、水量の最も多いビブイ川、オコタン河に $0 \sim 3 \mu\text{g/l}$ 、孵化場のあるシリセツナイ川に $5 \mu\text{g/l}$ であり、そのたの河川にいずれも $2 \sim 10 \mu\text{g/l}$ 内外である。

北海道水産試験場 (1934) によると、洞爺湖のリンは向洞爺付近の上橋川、三橋川等の 5 河川に $13 \sim 17 \mu\text{g/l}$ で、そのたのポロモエ川、ポロベツ河、タチヤンベツ河等に $1 \sim 3 \mu\text{g/l}$ である。ただ湖畔の床門温泉に $210 \mu\text{g/l}$ を含んで、その影響をうける範囲のみが多くなっている。

十和田湖畔の溪流のリンは、元水産庁十和田湖孵化場 (1952 年 4 月—1960 年 7 月) の湧泉に $40 \mu\text{g/l}$ で、野村ら (1958) によると大川に $20 \sim 50 \mu\text{g/l}$ で、銀山川に $10 \sim 40 \mu\text{g/l}$ となつている。リンは十和田湖畔西岸の溪流に湖水より多いようである。湖畔で水量の多い大川、銀山川、孵化場湧泉等にリンの多いことが、支笏湖、洞爺湖に比し湖水の含量に影響していると考えられる。野村ら (1958) によると、十和田湖畔大川にリンの多いのは、その流域に田圃の比較的多いことによると述べている。しかしこれは地表からの汚染でなく、地質の関係であり、陸水にその程度のリンが含まれることは珍しいことでない。大川と同地方にある銀山川、また孵化場湧泉のある生出 (おいで) にもまったく田圃は存在していない。しかしリンは大川と同程度に存在する。

高安ら (1954) によるとウルモベツ湖の流入河川中のリンは、測定値のある 15 河川の中で、5 河川に 1~3 $\mu\text{g/l}$ で、孵化場の湧泉も含めて 10 河川に 20~70 $\mu\text{g/l}$ である。孵化場湧泉中に 36 $\mu\text{g/l}$ 含まれ、元十和田湖孵化場の湧泉中の含量にはほぼ等しい。

Barnaby (1944) によると Karluk 湖における流入河川のリンは、1936 年の測定で季節的变化を考慮して Little Lagoon Creek 等の 3 河川に 0~10 $\mu\text{g/l}$, Cold Creek 等の 6 河川に 10~50 $\mu\text{g/l}$, Moraine Creek 等の 6 河川に 10~180 $\mu\text{g/l}$ であつた。

上述のようにリンの多い湖水は、流入河川にも多いことがわかる。支笏湖や洞爺湖のように魚類生産量の低い湖は、流入河川によつて運ばれるリンもすくないようである。支笏湖は平均深度および栄養塩から、その生産量の低いことがわかつた。透明度の大きいのは、前の二つの要因から決定することである。中井・松井 (1938) によると“支笏湖の漁獲高がわずかに 3.4 kg/ha にすぎないのは、湖沼本来の性質に基くのか、将来増殖技術上に研究の余地なきや、湖沼経営上大いに考慮すべき問題と思われる”と述べている。支笏湖の生産量の低いのは、湖沼本来の性質に基くと考えるのが至当のようである。

いままでにこの低い生産量をあげるため、北海道水産試験場によつて 1927 年 6 月から 1929 年 6 月の間に、5 回にわたつて毎回硫酸アンモニウムおよび過リン酸石灰が投入された。その結果について高安・五十嵐によると、リンは河床の低土によつて吸着され影響を現わさなかつたものと思われると述べている。

その後、北海道立水産孵化場 (1954) によつて、1953 年 5 月から 7 月の間に、前回と同様の硫酸アンモニウムと過リン酸石灰が投入された。その結果について Fig. 11 は江口ら (1954) のデータから投入後の可溶性無機態の phosphate-p の推移を描いたものであるが、底層に多く沈降しているのがわかる。

Hutchinson & Bowen (1947) は小さい湖の中へ入れたリンの 47% が、生物循環に利用される前に水温躍層の下に沈降したのを知つた。上述のように湖へ投入したリンは、いずれの場合も底層に沈降するようである。

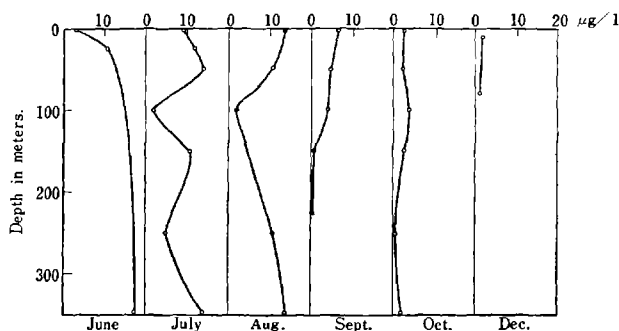
湖へ無機肥料の投入について Odum

(1953) は“植物は窒素やリンなどを直接つかうものであるから、無機肥料によつて生産者である植物の生産力を増大することは短刀直入的である。同じ手続きによつてしばしば第 2 次生産力、たとえば池の中の魚の生産を増大させることができる。しかしながら食物が何回か移送されるわけだから、「系列の上の方向へ」の増大はけつして自動的には行われぬ。いいかえると、基礎生産力の増大は必ずしもすべての 2 次段階のものの生産力を増大するとは限らない。たとえば Juday の Weber 湖の資料をもう一度みてみよう。1933 年にこの湖の生産者はヘクタールあたり 959 kg であつた (湿重量)。この湖に数年間肥料をあたえたあとで、1940 年には生産者はヘクタールあたり、1,696 kg となり、第 1 次消費者 (動物プランクトン、底生動物) もまた増大した。しかしながら 1933 年に用いたと同じ方法によつてとらえた魚では増加はなかつたのである。Juday はその理由を発見できなかったが、増加した第 1 次生産力は、増加した“捕える”魚の生産の方へは流れなかつたのである。(京都大学生態学研究グループ訳文のまゝ)

大島 (1922) は“天然餌料が貧弱な広大な湖面に人力を用いて餌料を発生せしむるは容易でない”として湖のヒメマス管理について“湖面に対する最適の放養尾数を定め年々漁獲せるものを補欠する程度に魚児を放流すること”を湖面管理の第一として最適放流尾数を強調している。

結局、湖水への施肥については Maciolek (1954) の“魚の純生産量という表現からすると、湖への施肥は禁

Fig. 11. Changes in phosphate concentration (in μg . phosphate-P per liter) in lake water enriched with superphosphate. Lake Shikotsu was enriched in May and June 1953. (Data from Eguchi and others, 1954.)



止であるかも知れない。これはとくに深い貧栄養湖についていいうる”とある。これが真実であろう。

V 摘 要

1. 支笏湖のヒメマス産卵群のはげしい漁獲変動は、主としてこの湖の生産量の低いことに原因している。
2. 生産量の低いのは平均深度が大で、また流入河川によつて運ばれる栄養塩のすくないことに起因している。
3. 生産量を増すために、このような深い貧栄養湖に無機肥料を投入するのは、あまり効果的でないと思われる。
4. 安定した漁獲量を維持するには、害魚のく除、放流稚魚の最適密度の決定等の生物学的な改良によつて、湖の漁獲量増加をはかるべきである。

文 献

- Barnaby, J. (1944). Fluctuations in abundance of red salmon, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), of the Karluk River, Alaska. U. S. Fish. & Wildlife Serv., Fish. Bull. **50** (39), 237-295.
- 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). 孵化場試験報告 **9**, 161-176.
- Hutchinson, G. & Bowen, V. (1947). A direct demonstration of the phosphorus cycle in a small lake. Proc. Nat. Acad. Sci., **33** (5), 148-153. “Maciolek, J. (1954) から引用”
- 北海道水産試験場 (1934). 洞爺湖調査. 水産調査報告 第 35 冊, 19-46.
- 川尻 稔 (1931). 丸沼試験池の養鱒成績. 水研誌 **26**, 17-24.
- 海洋気象台 (1939). 十和田湖々沼観測報告. 海洋時報 **12**, 1-23.
- Maciolek, J. (1954). Artificial fertilization of lakes and ponds. U. S. Fish & Wildlife Serv., Special Sci. Rep. Fisheries No. 113, 1-41.
- 中井信隆・松井魁 (1938). 本邦河川湖沼の生産に関する研究. 第 1 報 湖沼の事業的生産力に就て. 陸水難 **8**, 489-499.
- 野村七録・白杵格・津幡文隆・白石景秀 (1958). 湖沼学的調査研究：十和田湖環境調査研究報告書, p. 3-52. 青森県.
- 大島正満 (1922). 阿寒湖から移植せられたる姫鱒の現状. 動雑 **34**, 1-13.
- オダ ム (1953). 生態学の基礎. 京都大学生態学研究グループ誌, 432 p.; 東京：朝倉書店.
- Rawson, D. (1955). Morphometry as a dominant factor in the productivity of large lakes. Proc. Int. Assoc. Limnol., **12**, 164. “Vallentyne, J. (1957) から引用”
- Ricker, W. (1937). Physical and chemical characteristics of Cultus Lake, British Columbia. J. Biol. Bd. Can. **3**, 363-402.
- Swingle, H. & Smith, E. (1942). Management of farm fish ponds. Ala. Agr. Expt. Sta. Bull. 254. “Clarke, G (1954) から引用”
- Slastenenko, E. (1958). The freshwater fishes of Canada. 385 p.; Toronto: Kief Printers.
- 鷹司信敬 (1936). 日光幸湖及び湯湖の水産業に就いて. 水研誌 **31**, 547-554.
- 徳井利信 (1959). ヒメマスの研究 I. 十和田湖のヒメマスについて. 北海道さけ・ます・ふ化場研究報告 **13**, 35-44.
- 田内森三郎 (1953). 水産増殖の物理. 大島泰雄監輯：水産増殖叢書 No. 3, 51 p.; 東京大学農学部水産学科.
- 高安三次・五十嵐彦仁. 湖沼水質の季節的变化 (支笏湖). 17 p.; 北海道水産孵化場.
- 高安三次・近藤賢三・大東信一・岡理信一 (1954). 択捉島湖沼調査報告. 孵化場試験報告 **9**, 1-85.
- Vallentyne, J. (1957). The principles of modern limnology. Amer. Scientist **45**, 218-244.
- Wiborg, K. (1948). Investigations on cod larvae in the coastal waters of Northern Norway. Fiskeridir. Skr. Havundersøk. **9**, no. 3. “Harvey, H (1955) から引用”