

支笏湖ヒメマスの生態調査 — I —

昭和31年の異常卵巣成熟魚の多数出現について

黒 萩 尙・佐々木 正 三

Some Ecological Studies on the Kokanee Salmon (*O. nerka* var. *adonis*)
in Lake Shikotsu, Hokkaido. — I .

Frequent occurrence of adult salmon with abnormal ovaries in 1956

Takashi KUROHAGI and Shozo SASAKI

Summary

- 1) Many adult kokanee salmon with abnormal ovaries were observed at Lake Shikotsu, which is a large and deep caldera lake in south-western Hokkaido, in the summer-autumn of 1956.
- 2) The abnormal ovaries involve complete atrophic ovaries and partial atrophic ones in appearance. The fish which has complete abnormal ovaries has longer body length, fainter secondary sexual body colour and less mucus over the body epidermis than those with the normal adult. These conditions of the bodies were very noticeable at the adults with the complete atrophic ovaries.
- 3) The occurrence of the abnormal adult females were conspicuous in the years of 1929-30 and 1940 in Lake Shikotsu. Before a few year of the above years including 1956, there were very poor quantities of the salmon food plankton crustaceans and size diminution of adult groups. After that the mean body length of the spawning adults began to increase and the number of the spawning adults caught decreased continuously until the abnormal adults appeared again.
- 4) The statistics of yearly fluctuations of the mean body length of the spawning adult females and numbers of the spawning adults caught in Lake Shikotsu for 63 years extending from 1898 to 1960 showed that the above three cases of many abnormal adult females were brought from the same causes just mentioned. In the other years these has been no abnormal adult females since 1898.

本湖のヒメマス (*O. nerka* var. *adonis*) は明治27年(1894)わが国産湖の一つである阿寒湖から移殖人工孵化放流が行なわれ明治31年(1898)本湖での採卵に成功してから道水産試験場統いて道水産孵化場によつて資源の保護管理が行なわれ、その業務は昭和27年(1952)以降当場および道立水産孵化場によつて引きつがれ今日に至っているが、これらヒメマスの生長度および漁獲高は移殖後現在まで年によつて非常に大きな変動を示している実状で以前には昭和初年に、また最近では昭和28年(1953)に魚体の極度の生長不良を改善する目的で本湖に対して施肥が試みられている。¹⁾⁶⁾¹¹⁾ 筆者等はその施肥の効果を検討するためには当然のことながら本湖ヒメマスの数量変動の実体とその要因との関係を知る必要があることを痛感し昭和27~28年(1951~53)に道立水産孵化場淡水係と筆者の一人佐々木が行なつたヒメマス魚体測定資料の検討を試みると同時に昭和29年(1954)以降漁獲および採集魚の年齢、生長度および漁獲状況などの経年変動の状況などに主点をおき、その生長生存に最も深い関係があると考えられる湖プランクトンの経年変動の状態とともに観察を続けているが、た

また昭和 31 年（1956）にヒメマス増殖上また生態学上からも重要であると考えられる異常卵巣成熟魚の多数出現という現象に当面した。この異常卵巣成熟魚の年齢および生長傾向の特異性については第 2 報で詳しく述べる予定であるが、今回はその出現状況並びに症状に重点をおいて報告する。この報文のとりまとめにあたり種々の助言を下された調査課長佐野誠三氏および道立水産孵化場調査課江口弘氏並びにこれに関する観察および資料の蒐集に種々協力下された道立水産孵化場調査課長内稔氏並びに同支笏湖事業所阿部春三、遠藤喜久治両氏に対し深く感謝の意を表する。

出現状況と症状

1. 出現状況

昭和 31 年異常卵魚の出現に気付いたのは 7 月に入ってからで 8 月以降の採集魚の全てについてまた 10～11 月の産卵漁獲魚については無作意になるよう心掛けて抽出測定した魚の全てについて卵巣の正異の状態を観察したのがその結果得た正異卵巣魚の出現数およびその比率は次（Table 1）の通りである。

Table 1. Individual numbers of adult kokanee salmon with normal and abnormal ovaries caught in Aug.-Nov., 1956.

	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Normal	55(61.1)	23(63.9)	96(64.0)	29(38.7)	203(57.8)
Abnormal	35(38.9)	13(36.1)	54(36.0)	46(61.3)	148(42.2)
Total	90(100.0)	36(100.0)	150(100.0)	75(100.0)	351(100.0)

この結果 8～9 月は雌測定魚（成熟魚のみ）126 尾中 48 尾（約 39%）、捕獲雌測定親魚 225 尾中 100 尾（約 44%）が見出された。即ち大体産卵雌魚の約 40% が異常卵巣魚と推定し得る。このような卵巣異常の魚は筆者等が直接観察し得た昭和 27 年以降昭和 35 年まで昭和 31 年のように多数出現した年は全くないが、昭和 30 年には気に止めていなかったため記録はないが若干個体ではあるが同様の症状の親魚がみられ、また昭和 31 年（'56）2 月にもぶなけの前年秋の産卵に属すると考えられる卵巣異常の魚を 3 尾採集観察している。その他卵巣に何らかの異常の認められる魚は昭和 32～34 年（'57～'59）に年間 2～3 尾程度および昭和 35 年には数尾認められたにすぎずこのような異常卵巣魚の多数の出現という現象は最近においては昭和 31 年の特異現象といえる。

2) 異常卵巣の症状

それら異常卵巣の肉眼的症状は大別すると次の 2 型にわけられる。

(1) 全萎縮状異常卵巣

卵巣は小指か人差指程度で萎縮したような形状を示す。卵径は 0.2～0.5 mm（正常卵粒は 5 mm 内外）程度で不揃いで卵巣の色調は灰黄色を帯び一部分暗紫色を示しているものや卵巣膜の一部が水腫状の塊瘤となっておりその中にやや透明な青味を帯びた水疱状の卵粒がみられるなどの症状が認められる。

(2) 部分的萎縮状異常卵巣

ほぼ大部分が正常と思われる卵粒よりなる卵巣の中に前記の萎縮状の異常卵粒が混在しているものでその混合の程度は $\frac{1}{5}$ ～ $\frac{1}{6}$ からほんの少数の異常卵粒が点在しているにすぎないものまで種々の段階がある。

次にこのような種々の程度の異常卵巣魚の出現の状況であるがその異常卵巣の程度を先の全萎縮状異常卵巣魚と萎縮状小卵粒混在異常卵巣魚にまた後者をその程度により四標示にわけて 9～11 月の異常卵巣魚 113 尾について観察した結果を Table 2 に示したが、前者はその中 70 尾約 62% を占め後者の中でも正常と考えられる卵粒が卵巣の $\frac{1}{2}$ 以上を占めていると認められる個体は 23 尾で全体の約 20% にすぎなかつた。次に支笏湖事業所において前記萎縮状小卵粒混在異常卵巣中の正常卵と考えられる卵粒につきこの発生状況の観察を行なつたがその結果は Table 3 の通りで対象に使用した正常卵巣からの正常卵と比較するとその浮化率は一般に悪いが浮出後の経過については詳細な観察は行なわなかつたが浮出稚魚にしても正常卵巣からの正常卵稚魚と一見異なつた状態は見受けられなかつた。なお孵化飼育試験中における毎日 10 時測定の月別平均孵化水温は次の通りである。

支笏湖ヒメマス生態調査 — I

	Oct.	Nov.	Dec.	Janu.	Feb.	Mean
Temp. of (°C)	9.2	8.4	7.5	7.3	7.1	7.9

Table 2. Details of 113 adult kokanee salmon with abnormal ovaries caught in Sept.-Nov., 1956.

State	Number
Adult with complete atrophic abnormal ovaries.	70
Adult with partial abnormal ovaries.	43
(About $\frac{3}{5}$ abnormal part)	(20)
($\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$)	(8)
($\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$)	(5)
($\frac{1}{5}$ $\frac{1}{5}$)	(10)
Total	113

Table 3. States in hatching process of the eggs with normal appearance in a partial abnormal ovaries and the eggs in the normal ovary of spawning adult kokanee salmon caught in late Oct., 1956.

	Number of eggs	Day of development			Number of dead eggs	Number of hatched fry.	survival rate
		Fertilization.	Appear. of eyes.	Hatch out.			
Normal eggs in partial abnormal ovaries	705	X. 20	XI. 19	I. 12	183	522	74%
Eggs in normal ovaries	30.000	X. 20	XI. 19	I. 12	3.400	26.600	89%
Normal eggs in partial abnormal ovaries	1.518	X. 23	XI. 26	I. 16	1.168	350	23%
Normal eggs in normal ovaries	30.000	X. 23	XI. 26	I. 16	1.800	28.200	94%

Table 4. Scaled body length in cm. (B. L.), body weight in gr. (B. W.) and coefficient fatness (C. F.) of spawning adult kokanee salmon with normal (N.O) and abnormal ovaries (A.O) caught in Aug.-Sept. and Oct.-Nov., 1956. (Where coefficient fatness was calculated by $K=10^3W/L^3$ in which K. represents coefficient fatness, W body weight in gr. and L scaled body length in cm.)

			N	Max.	Min.	\bar{x}	$\Sigma(x-\bar{x})^2$		
B.L.	Aug.-Sept.	A.O.	47	38.4	33.2	36.37 ± 0.86	32.32	t=4.965	$t_{0.01}=2.616$
		N.O.	78	37.1	33.6	35.66 ± 0.73	41.04		
	Oct.-Nov.	A.O.	100	39.0	35.6	36.88 ± 0.93	86.50	t=5.302	$t_{0.01}=2.601$
		N.O.	125	38.2	33.6	36.42 ± 0.87	93.47		
B.W.	Aug.-Sept.	A.O.	47	803	570	720.9 ± 46.55	99701	t=1.627	$t_{0.05}=1.983$
		N.O.	48	803	585	708.2 ± 40.24	124669		
	Oct.-Nov.	A.O.	62	805	605	729.3 ± 48.50	143466	t=1.386	$t_{0.05}=1.976$
		N.O.	106	805	575	719.1 ± 43.01	202419		
C.F.	Aug.-Sept.	A.O.	47	19.13	13.82	15.00 ± 0.98	45.1519	t=2.667	$t_{0.01}=2.616$
		N.O.	78	17.40	14.44	15.40 ± 0.73	41.4569		
	Oct.-Nov.	A.O.	61	16.31	11.80	13.90 ± 1.27	96.9403	t=7.159	$t_{0.01}=2.609$
		N.O.	106	18.02	12.94	15.21 ± 1.06	117.5594		

3. 異常卵巣成熟魚の形態上の特徴

全萎縮状異常卵巣の魚体では一見したところ、体長は正常卵巣のそれより幾分大型で腹部が細り体色は中ばぶなけで幾分銀けを帯びているものが多く外形からもほぼ判別ができる。また萎縮状小卵粒混在異常卵巣の魚体ではやや体長が大である傾向にあることを除いては正常卵巣成熟魚と大きな差異はみられない。即ち腹部をあまり細まらず体色もぶなけである。

次に 8～9 月および 10～11 月の正常卵巣成熟魚および異常卵巣成熟魚の体長（被鱗）、体重および肥満度の比較（Table 4.）であるが、この結果からみるといずれも体長および肥満度に有意の差が認められるが体重では差は認められず、この測定結果からも異常卵巣魚は正常卵巣魚よりも幾分体長は大で肥満度は小さいことは明瞭である。

4. 出現についての考察

本湖ヒメマススの異常卵巣魚の多数出現という現象が最初に報告されたのは昭和 5 年で「数年前より蕃殖不良で特に 1～2 年前（昭和 3～4 年）より卵巣萎縮症に罹つたものが多く、その対策として大正 15 年以降毎年エトロフ島（南千島）より紅鱒（*Onchorhynchus nerka*）の卵を移植したが本年（昭和 5 年）は漁獲も多く魚体は全長 1 尺 4～5 分、体重 100 匁内外で雌雄中ばし精卵ともに異常がない、また最初の症状が見出されたのは夏である」³³⁾ ことが、更に、その後異常卵巣魚の出現には特に留意していたようであるが昭和 6～8 年にはそのような雌魚は全く見出されなかつたことが報告され、⁴⁾⁵⁾⁷⁾ さらに再び昭和 13 年（'38）に「親魚の捕獲は前年（昭和 12 年）同様著しく不漁であつたが採卵親魚は肥大し平均全長 35.7cm、平均体重 480g を示したが採卵不能の個体はいずれも魚体が細長く延長し卵子は径 1mm 内外の未熟卵で著しいものは卵巣の萎縮を示しており、この現象の原因は不明である」¹⁰⁾ との報告がある。その後昭和 14 年以降昭和 26 年（'39～'51）まで例年の捕獲採卵孵化放流の業務報告を除きヒメマスについては昭和 22 年（'47）の産卵群の年齢と同 23 年のギンケの流下状況、¹⁴⁾ 及び昭和 23～24 年の魚体の大きさ及び年齢等についての大東其の他の報告があるだけであるが、それら報文中には異常卵巣魚の出現につき全く記載がないばかりでなく筆者の一人佐々木も昭和 19 年夏（'44）から 23 年春（'48）まで道孵化場支笏湖事業所主任を兼務していたが異常卵巣魚の出現を見出した記憶はない。又、昭和 14 年（'39）以降昭和 26 年（'51）まで佐々木が支笏湖事業所主任であつた期間以外、当事業所の主任をされた佐野誠三、江口弘及び大東信一（現道立水産孵化場事業課勤務）諸氏に対し筆者が直接在勤期間中のかかる異常卵巣魚の出現の有無について御教示をお願いした結果得た回答は全て異常卵巣魚の出現はなかつたと言う事であり（但し昭和 14 年のみは明瞭な答は得られなかつた）。それに前記昭和 13 年親魚の異常卵巣魚の出現について報告されている岸田氏は昭和 9 年（'34）より孵化場支笏湖事業所の主任をされていたが昭和 12 年（'37）以前のヒメマスについてはかかる異常卵巣魚につき全く報告していない等の諸点から見て昭和初年以降現在まで異常卵巣魚群が発生した年は前述の昭和 3～4 年（'28～'29）及び同 13 年（'38）[同 14 年もそうであるかも知れない]及び今回報告の昭和 31 年（'56）のみと推定される。更にかかる異常卵巣魚の出現について興味ある事はその出現前後数年間の雌成熟魚の大きさと産卵群漁獲尾数の変動状況との関係である。これらの関係を見るため昭和 27～35 年（'52～'60）のヒメマス 10～11 月の産卵群雌魚の体長及び体重の分布（Table 5）と、測定個体が 10 個体内外にすぎない年もあるが大正 11～昭和 7 年（'22～'32）[昭和 4 年（'29）を除く]、及び昭和 11 年は餌料プランクトンの発生不良で親魚は矮小型で採卵数も少なかつた事⁹⁾⁹⁾ が知られているがその後の昭和 12～17 年（'37～'42）の 9～11 月の成熟雌魚の体長及び体重の分布、更に本湖ヒメマス増殖開始以来のヒメマス雌親魚の平均体長（体長測定資料が欠けている年も多いので測定した平均産卵成熟魚体長と共に採卵使用雌親魚一尾当りの平均採卵数（N）から $N = 0.0204 L^{3.0170}$ の乗る式で求めた雌産卵成熟魚平均体長¹⁹⁾ とを併用した）と産卵成熟魚の漁獲尾数の年変動の状況を合わせて考察して見ると前記 3 回の異常卵巣魚の出現に関連して 2、3 の共通点が表われている。

即ち

1) 異常卵巣魚出現の 2～3 年前に必ず産卵雌魚の体長（被鱗）；20cm 内外、体重；100g 内外、一尾当り平均採卵数 200 粒以下の本湖ではほとんど最小型と思われる矮小型産卵親魚群の出現がある。そしてその後産卵親魚の魚体は逐次大型となり大体異常卵巣魚の出現時に於いて最大型に達し、更に其の後魚体は幾分再び小さくなりほぼ中型化する。

2) 昭和初年頃の産卵魚の漁獲尾数の記録は蕃殖不良による秋産卵群の漁獲中止のためないが其の他今回の昭

支笏湖ヒメマスの生態調査 — I

和31年を含めて2回の異常卵巣出現の年も産卵魚の漁獲は極めて少なくいずれも本湖に於ける最低値に属する。

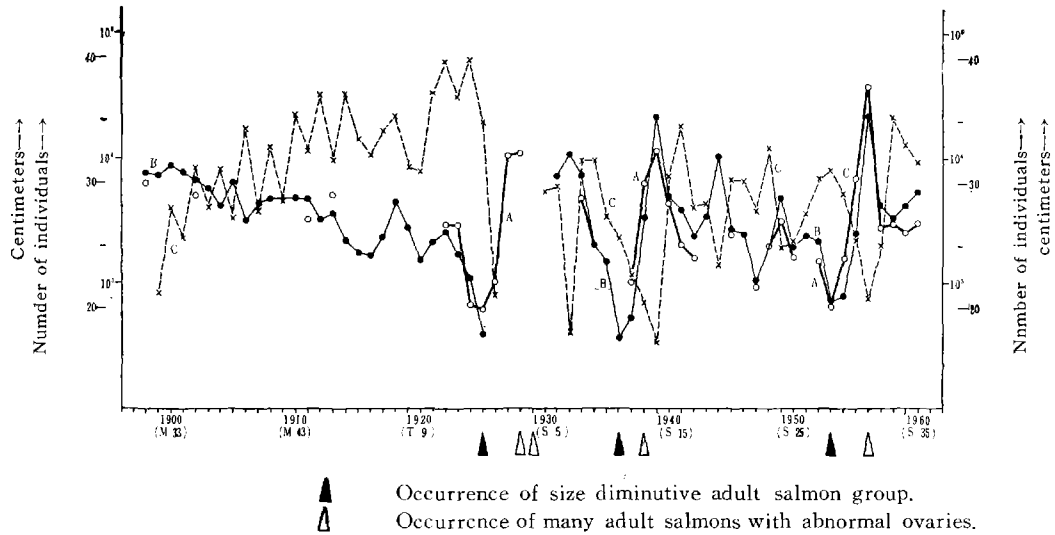


Fig. 1. Fluctuations of mean scaled body lengths of spawning adult females and individual numbers of spawning adult males and females caught in Lake Shikotsu, 1898-1960. Curve A and B represent mean body lengths, the former was obtained by direct measurements and the latter calculated by $N=0.0204 L^{3.0179}$ in which N represents the average number of eggs per female at the time of artificial insemination and L means body scale lengths in cm. in spawning adult females. Curve C shows individual numbers of adults caught in spawning season.

Table 5. Scaled body length in cm. and body weight in gr. of adult female kokanee salmon caught from Lake Shikotsu in Oct.—Nov., 1952-1960.

Year	Body length				Body weight			
	N	\bar{x}	Max.	Min.	N	\bar{x}	Max.	Min.
1952(昭27)	157	22.88±0.65	29.2	19.9	157	160.2±15.2	329	100
○1953(ノ28)	180	20.60±0.68	21.3	18.8	180	89.1±11.8	122	68
1954(ノ29)	109	24.08±0.45	25.4	23.0	109	191.0±12.7	215	155
1955(ノ30)	83	30.36±0.28	32.5	28.0	62	450.9±34.3	518	392
●1956(ノ31)	226	37.63±1.01	39.0	33.6	167	723.5±43.8	837	575
1957(ノ32)	220	26.55±2.17	35.7	23.7	214	309.6±67.4	575	186
1958(ノ33)	370	25.33±0.58	27.8	23.5	369	230.9±17.5	290	185
1959(ノ34)	226	25.97±0.63	28.1	23.8	226	256.9±22.4	306	198
1960(ノ35)	221	26.93±0.74	28.4	24.7	221	308.1±22.8	355	227

- Occurrence of size diminutive adult salmon group.
- Occurrence of many adult salmon with abnormal ovaries.

Table 6. Scaled body lengths in cm. and body weight in gr. of adult females kokanee salmon caught from Lake Shikotsu in Sept.—Nov., 1922—1932 and 1936—1942.

Year	N	Body scale length			Body weight		
		\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.
1922 (大正11) ×)	151	26.2	28.8	23.4	273	444	214
1923 (12) ×)	49	26.7	27.7	24.4	254	292	187
1924 (13) ×)	35	21.8	24.4	20.4	148	184	127
○ 1925 (14) ×)	30	19.9	20.9	19.8	91	105	75
1926 (15) ×)	27	22.0	22.8	21.7	165	184	150
1927 (昭和2) ×)	72	32.1	33.5	30.4	594	664	533
● 1928 (3) ×)	38	32.4	33.2	31.2	593	638	560
● 1929 (4)	-	-	-	-	-	-	-
1930 (5) ××)	-	* 31.8	* 33.0	* 29.7	358	377	338
1931 (6) ×××)	10	30.6	31.5	29.7	430	465	381
1932 (7) ××××)	-	34.4	-	-	542	-	-
Occurr. of the very poor food plankton and the size diminutive adult group							
○ 1936 (昭和11) ×)	10	22.3	23.5	21.2	174	185	160
● 1937 (12) ×)	30	29.8	32.0	28.6	464	540	390
? 1938 (13) ×)	59	32.6	39.0	29.5	683	840	510
1939 (14) ×)	13	27.9	28.9	26.4	520	620	450
1940 (15) ×)	8	25.0	26.0	24.0	287	300	265
1941 (16) ×)	19	24.3	26.5	23.0	268	310	220

- Occurrence of size diminutive adult salmon group. ×) From 12) of literature cited
 ××) 3) // //
 ● Occurrence of many adult salmon with abnormal ovaries. ×××) 4) // //
 ××××) 7) // //
- *) Total length

以上の様に異常卵巣魚群出現に関連しての産卵雌魚の魚体の大きさと漁獲尾数の変動状況及び異常卵巣魚の症状との類似点を考え合わせるとこれら既知の異常卵巣魚群の出現は同様の原因から生じた同様に現象であると推定される。又更に、異常卵巣魚群出現の前駆的現象と見られる矮小型親魚群の出現の年は昭和27～28年（'52～'53）の例と同様¹¹⁾ 大正末年⁶⁾ 及び昭和11年（'46）⁸⁾⁹⁾ 共に餌料プランクトンの発生が極めて不良であつた事から結局異常卵巣魚の多数出現と言う現象にはその2～3年前に餌料プランクトンの極端な発生不良と言う前駆的現象があると言う事になる。尚本湖ヒメマス採卵開始（明治31年；1898）以来の雌親魚の平均体長及び親魚漁獲尾数の遷移状況から見てそれらの上に前記1)及び2)の異常卵巣魚出現の特徴（短小形親魚群の出現も含めて）が見られるのは大正末年以降の約35年間でここでは親魚雌体長、親魚漁獲尾数共に何年かおきに起伏を示し前記異常卵巣魚出現の特徴もその間大体11年及び17年の期間を置いて生じているがそれ以前の本湖ヒメマス漁獲開始後の約25年間は大体魚体は年と共に小さくなり漁獲尾数は逆に逐次多くなる傾向を示し大正末年に続いている。以上の事から湖餌料プランクトンの極端な発生不良と言う現象も大正末年より以前の約30年間には生じておらず全てそれ以後の約35年間に11年及び17年の期間を置いて生じた現象である事が推定される。この事実は本湖の環境特にヒメマスに対する栄養条件、更には本湖ヒメマス数量の動態とその要因とを知る上に重要な現象である。

要 約

(1) 昭和31年（'56）の支笏湖のヒメマス成熟魚は本湖産のものとしては非常に大型であつたが、その中に多数の異常卵巣魚の出現が認められた（雌成熟魚中8～9月に約39%、10～11月に約44%）。

- (2) それらの異常卵巢魚の卵巢の症状は肉眼的に全萎縮状卵巢と部分的萎縮状異常卵巢とに分けられ一般に正常卵巢魚よりもやや体長が大で特に前者では体形細まり体色の2次性徴及び体表面の粘液の分泌量は少なかつた。
- (3) 異常卵巢魚出現の前後数年間の雌成熟魚の体長産卵魚の漁獲尾数及び餌料である甲殻類プランクトンの発生状況の変動の上に次の現象が見出された。即ち、
- 1) 異常卵巢成熟魚出現の2~3年前に甲殻類プランクトンの極度の発生不良と矮小型成熟魚群の出現がある。
 - 2) その後成熟魚の魚体は逐次大型となるが産卵成熟魚の漁獲尾数は低下し、異常卵巢魚出現の年に各々最大型と最低値に達する。
- (4) 甲殻類プランクトンの発生状況、産卵成熟魚の体長と漁獲尾数及び症状の類似性から既知の萎縮卵巢魚の出現(昭和3~4年、13年)は今回の異常卵巢魚の出現と同様の原因から生じた同様の現象と推定される。
- (5) 本湖に於いてヒメマスの漁獲が最初に行なわれた明治31年以來の雌産卵成熟魚の平均体長並びに産卵群の漁獲尾数の経年変化の状況から見て矮小型成熟魚群の出現、餌料甲殻類プランクトンの極度の発生不良及び異常卵巢成熟魚群の出現と言う一連の現象は本湖ヒメマス漁獲開始後大正末年以前の約30年間には生じておらずその後現在までの約35年間に大体11年及び17年の間隔を置いて生じた事が推定される。

文 献

- 1) 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), 鯉試報, 9(1, 2), 161~176。
- 2) 北水試, 1930; 支笏湖ベにます蕃殖状況, 北水試句, 110, 1080。
- 3) ——, 1930; 支笏湖に於けるひめます捕獲採卵状況, 北水試句, 119, 1157。
- 4) ——, 1931; 支笏湖に於けるひめますの蕃殖状況, 北水試句, 147, 1349~1350。
- 5) ——, 1953; 支笏湖に於けるひめます親魚捕獲並びに採卵状況, 北水試句, 153, 1405~1406。
- 6) 五十嵐彦仁, 1939; 支笏湖に於ける施肥試験の効果, 北水試句, 412, 293~295。
- 7) 倉上政幹, 青山喜藏, 1933; 支笏湖に於けるひめます親魚捕獲並びに採卵事業(昭和7年度), 北水試句, 193, 1953~1954。
- 8) 岸田敏明, 1937; 支笏湖の移殖魚について。鮭鱒彙報, 31, 25~30。
- 9) ——, 1937; 支笏湖姫鱒の採卵状況捕獲魚の死は釣落し, 鮭鱒彙報, 31, 31~32。
- 10) ——, 1938; 支笏湖姫鱒の採卵状況, 鮭鱒彙報, 38, 114。
- 11) 黒萩 尚, 1958; 北海道支笏湖に於けるプランクトンの出現状況の経年変動に関する研究(I)。昭和27年5月から昭和32年6月までの沖定点に於けるプランクトンの遷移状況について。北さけふ研報, 12, 97~110。
- 12) 三原健夫, 江口弘, 1955; 明治32年(1899)より昭和30年(1955)に至る支笏湖姫鱒親魚(*Oncorhynchus nerka*)の体長, 体重, 肥満度の出現並びにその変動に対する一考察。鯉試報, 10(1, 2), 83~104。
- 13) ——, ——, 1957; 明治32年(1899)より昭和30年(1955)に至る支笏湖姫鱒親魚(*Oncorhynchus nerka*)の各年次に於ける平均体長と平均採卵数との関係。水鯉研報, 12, 1~6。
- 14) 大東信一, 久保達郎, 大久保正一, 1948; 支笏湖に於けるヒメマスの生態, 水鯉試報, 3(1), 29~32。
- 15) ——, 大久保正一, 1949; 支笏湖に於けるヒメマスの生態(I)。水鯉試報~4(2), 76~78。