

那珂川に溯上するサケ *Oncorhynchus keta* (WALBAUM) の資源生物学的研究

※
福田英雄 石井克彦 山田静男

緒言

阿珂川は利根川とともに太平洋岸におけるサケの溯河南限として生物学的に興味の対象となっているが、溯河状態についての漁業生物学的知見については、ほとんど得られていない実状である。今回の調査研究では、群系統、魚群構成、その他の資源生物学的諸項目、漁獲量の時系列的変動等資源の動態に関する事項、その他本魚種の溯河生態に関する事柄等に関して調査を実施し、種々の新知見を得たので、その結果を報告する。

本文に入るに先立って、この調査研究に対して指導と助言をいただいた、東京水産大学増殖学科故久保伊津男教授、高木和徳助教授、池ノ上宏助手の各先生方に感謝の意を表します。

調査方法

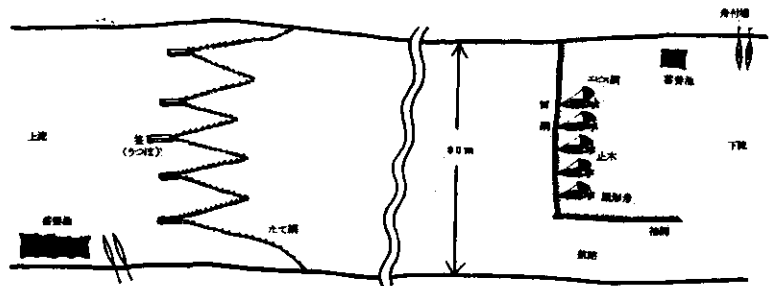
1 調査位置、時期

調査対象としては、那珂川で昭和43年度に許可されたサケ漁業のうち、次の漁業を選んだ。

表1

漁法	操業位置	許可期間	調査期間
留網漁業	水戸市青柳(河口から約14.5 Km)	9月20日~10月9日 11月10日~12月20日	9月26日~29日 11月27日~29日
たて網漁業	東茨城郡常北町石塚那珂西の鹿島ヶ原 (同約29.5 Km)	10月10日~11月20日	10月17日~19日 11月7日~9日
	〃 御前山村野田地先(同約47.0 Km)	9月20日~12月20日	11月24日~25日

図1
留網漁法(右)
とたて網漁法(左)



※ 現、特許庁勤務

2 測定方法

漁体の測定は生鮮なサケについて、全長 (TL)、尾又長 (FL)、頭長 (HL) を 0.5 cm の単位で測り、体重 (W) は 0.1 Kg の単位まで計量した。なお一部については体長 (BL)、体高 (BD)、尾柄高 (CP) をも測定した。採鱗部位は背鰭と脂鰭の中間で、側線の上部 3 列に限定した。鱗の測定は

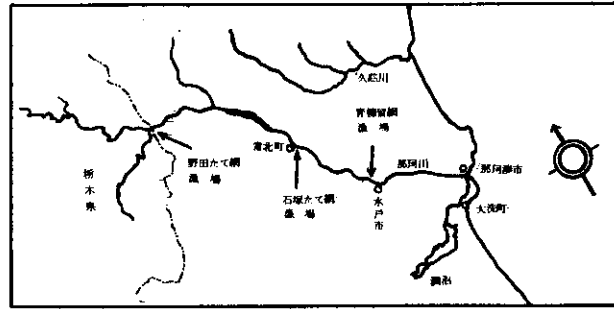


図2 漁場図

Graham 法により、測定方向としては川上 (' 35) , 岡田 (' 37) , Marr (' 43) の方向 [小林 ' 55] を改良して、被覆部と露出部との境界線に垂直で、かつ鱗の焦点を通る直線を基準線として、その基準線の両側各々 30° 以内において焦点と外縁を結ぶ径のうち最も長い径を選んだ。



図3 鱗の測定方向、ならびに各年齢魚 (満年齢) の鱗
 左上 2 年魚、右上 3 年魚、左下 4 年魚、右下 5 年魚

魚群構成

1 年齢組成

1966年および1967年の溯河群の年齢組成を表-2に示す。

これらは2~5の各年齢からなるが、まず1966年をみると1時期のみの調査であるが、2年魚(1964年級群)が約半数を占めて主群をなし、1967年は3年魚(1964年級群)が約77%で主群となっている。このことは1964年の溯河群が産卵した卵の発生量が非常に大きかったことを意味する。更に年別漁獲量の短期変動(後述)を考慮すると、那珂川のサケは3年系群であると考えられ、大関(未発表)の説とも一致する。

1967年溯河群には、雌の2年魚(雌全体の2.48%)と雄の5年魚(0%)が非常に少ない。また時期別年齢組成の推移をみると、4回の調査で3年魚は漸減し、4年魚は漸増している。4年魚に5年魚を加えたものを高齢魚とすると、今回の調査では6.5%から3.4%へと漸増している。このことから溯河初期には高齢魚が多いとする説(田口'66)は那珂川ではあてはまらない。

表-2 年齢組成 ()内は百分率, 単位%

年	調査月日	性	N	年 齢			
				2	3	4	5
1966	11月1日, 4日	計	28	15 (53.57)	6 (21.43)	7 (25.00)	0
1967	9月 28~29日	♂	9	1 (11.11)	8 (88.89)	0	0
		♀	22	0	20 (90.90)	1 (4.55)	1 (4.55)
		計	31	1 (3.23)	28 (90.31)	1 (3.23)	1 (3.23)
	10月 17~19日	♂	50	4 (8.00)	40 (80.00)	6 (12.00)	0
		♀	41	1 (2.44)	39 (95.12)	1 (2.44)	0
		計	91	5 (5.49)	79 (86.82)	7 (7.69)	0
	11月 7~9日	♂	34	10 (29.41)	19 (55.88)	5 (14.71)	0
		♀	65	3 (4.62)	51 (78.46)	10 (15.38)	1 (1.54)
		計	99	13 (13.13)	70 (70.71)	15 (15.15)	1 (1.01)
	11月 24~29日	♂	5	2 (40.00)	3 (60.00)	0	0
		♀	33	0	20 (60.61)	12 (36.36)	1 (3.03)
		計	38	2 (2.26)	23 (60.53)	12 (31.58)	1 (2.63)
総 計	♂	98	17 (17.35)	70 (71.43)	11 (11.12)	0	
	♀	161	4 (2.48)	130 (80.75)	24 (14.91)	3 (1.86)	
	計	259	21 (8.11)	200 (77.22)	35 (13.51)	3 (1.16)	

2 体長-体重-肥満度構成

(1) 尾叉長

尾叉長の出現範囲は46.0cmから82.5cmで63cmにモードがある。年齢別にみると2, 3, 4, 5年魚の平均値はそれぞれ54.3, 63.5, 74.0, 77.3cmで4年魚までは約10cmづつの差がみられる。尾叉長と体長との関係は11月24~29日の41標本について調べたところ、 $BL = 0.924 FL + 0.98$ (ただし $49.0 \text{ cm} \leq FL \leq 78.0 \text{ cm}$) という一次式で表わされる。これから各年齢の平均体長を求め、北海道7河川での1957年における平均体長と比較すると、3年魚, 4年魚, 5年魚はそれぞれ那珂川で59.7, 69.4, 72.4cm, 北海道で62.3, 70.9, 77.9cmとなりやや北海道のものの方が優っている。

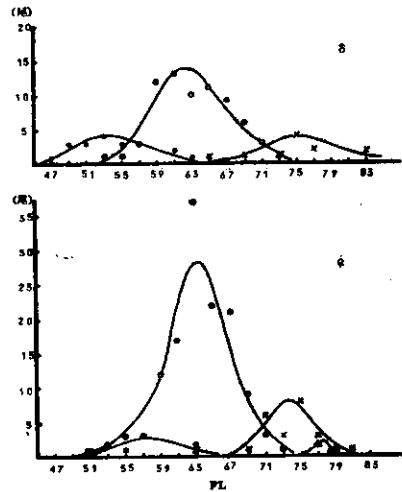


図4 尾叉長頻度分布
 黒丸 2年魚, 白丸 3年魚,
 ×印 4年魚, 黒三角 5年魚

表3 年齢別尾叉長 単位cm

年齢	性	N	平均値	最頻値	範囲
2	♂	17	53.5	53	46.0~52.0
	♀	4	58.0	63	50.0~63.0
	計	21	54.3	55	46.0~63.0
3	♂	70	63.3	61	53.5~72.0
	♀	132	63.6	63	51.5~79.5
	計	202	63.5	63	51.5~79.5
4	♂	11	75.2	75	65.5~82.5
	♀	24	73.5	75	63.0~80.0
	計	35	74.0	75	63.0~82.5
5	♂	0			
	♀	3	77.3	77	77.0~78.0
	計	3	77.3	77	77.0~78.0

表4 時期別尾叉長 単位cm

調査月日	性	N	平均値	最頻値	範囲
9月 27~29日	♂	10	60.8	61	54.0~65.0
	♀	23	65.4	63	54.0~80.0
	計	33	64.0	63	54.0~80.0
10月 17~19日	♂	50	65.4	67	49.0~82.5
	♀	42	63.9	63	50.0~74.0
	計	92	64.6	63	49.0~82.5
11月 7~9日	♂	36	61.1	59	46.0~82.5
	♀	71	64.9	63	51.5~79.0
	計	107	63.6	63	46.0~82.5
11月 24~29日	♂	5	55.0	53	49.0~61.5
	♀	33	68.0	63 65	57.0~78.0
	計	38	66.3	63	49.0~78.0
計	♂	101	62.9	61	46.0~82.5
	♀	169	65.3	63	50.0~80.0
	計	270	64.4	63	46.0~82.5

(2) 体 重

体重組成は図-5のとおりである。Wの階級は1.0~1.3 Kg, 1.4~1.7 Kg, 以下同様に0.4 Kgごとに区切った。出現範囲は1.0~6.9 Kgで2.1~3.7 Kgのものが多い。年齢別にみると, 2年魚を除いて雌雄の差はほとんどみられない。

(3) 肥 満 度

肥満度は一般的に雌の方が雄よりも大きい。雌雄の総計について平均値の差の検定を行ったところ0.01の危険率で有意の差があった。また肥満度のちらばり状態(標本分散 S^2)も雄より雌の方が大きい。雌雄のどちらも溯河時期後半になると肥満度は減少する傾向にある。

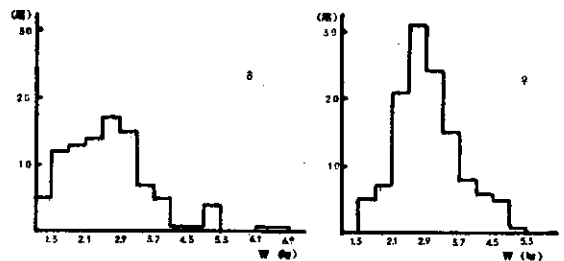


図5 体重組成

表5 年齢別体重, 単位Kg

年齢	性	N	平均値	範囲
2	♂	16	1.55	1.0~2.4
	♀	4	1.85	1.4~2.8
	計	20	1.65	1.0~2.8
3	♂	65	2.70	1.3~4.0
	♀	97	2.82	1.5~4.0
	計	162	2.77	1.3~4.0
4	♂	11	4.19	2.2~6.9
	♀	17	4.09	2.7~5.0
	計	28	4.13	2.2~6.9
5	♂	0		
	♀	2	4.65	4.6~4.7
	計	2	4.65	4.6~4.7
不明(再生鱗)	♂	4		
	♀	3		
	計	7		

表6 時期別体重, 単位Kg

調査月日	性	N	平均値	範囲
9月 28~29日	♂	7	2.50	1.9~2.7
	♀	13	3.33	2.5~4.7
	計	20	3.04	1.9~4.7
10月 17~19日	♂	49	3.13	1.1~6.9
	♀	43	3.00	1.5~5.1
	計	92	3.07	1.1~6.9
11月 7~9日	♂	35	2.45	1.0~6.5
	♀	43	2.83	1.5~4.7
	計	78	2.66	1.0~6.5
11月 24~29日	♂	5	1.82	1.3~2.3
	♀	24	3.39	2.3~4.7
	計	29	3.12	1.3~4.7
計	♂	96	2.78	1.0~6.9
	♀	123	3.01	1.5~5.1
	計	219	2.95	1.0~6.9

表7 肥満度

性		9月28~29日	10月17~19日	11月7~9日	11月24日~29日	計
♂	平均値	10.79	10.73	10.37	10.32	10.59
	S ²	0.70	1.44	1.87	0.61	1.46
	N	7	50	33	5	95
♀	平均値	10.67	11.58	10.65	10.19	10.88
	S ²	2.07	4.83	1.03	2.63	2.64
	N	13	41	40	25	119

3 性

(1) 性の判別

2次性徴の現われていない個体では生殖巣によってみる以外に明確な雌雄判別方法はないが、一般に雄の方が雌よりも脂鱗が長く頭が尖っており(疋田'62), また産卵回帰する成熟期のサケでは、頭長の胴長に対する割合が特に雄において著しく変化するとされている。(久保'49)。

今回の調査でえられた頭長と胴長(ここではFL-HLとする)の関係は図-6のとおりで、雄では頭長の胴長に対する割合は雌におけるものよりも大きい、その比率には胴長のいかににかかわらず大きな変化はみられない。一方雌においては、この比率は胴長が約53cm以上になるとやや大きくなるこ

とから、むしろ雌の方が性成熟の影響をつよく受けているようにみえる。

またHL/FL平均値は表-8の如くである。これによるとHL/FL値は秋深まるとともに漸増し、その値が最も大きい魚が溯河するのはその最盛期が終る頃の、11月上旬である。雄で上顎のよく発達した個体いわゆる鼻曲りが多くみられるのはこの時期である。溯河時期の経過に伴ってみられる頭部相対長の変化は雄でよりも雌の方で大きい。従来性成熟による頭部相対長の変化が強く現われるのは雄であると考えられていたのとは逆の結果がここでも得られたと言えよう。

また雌雄のHL/FL平均値を比較したところ、0.01の危険率で有意の差がみられた。すなわち一般に雄は雌よりも尾叉長に対する頭長の割合が大きい。

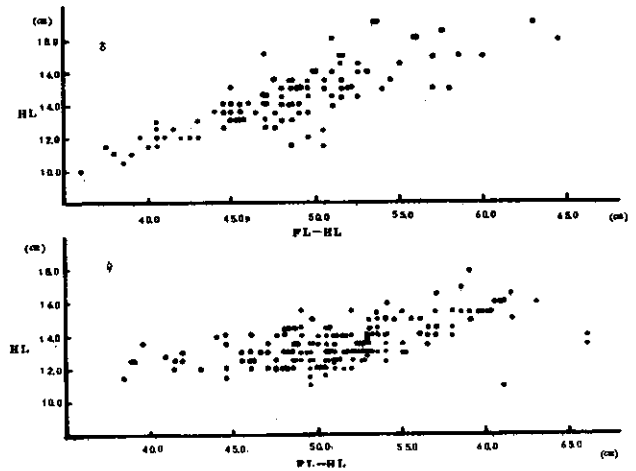


図6 HLと(FL-HL)の関係

表8 時期別、雌雄別 $\frac{HL}{FL}$ 平均値 ()内は測定尾数

性	9月28~29日	10月18~19日	11月7~9日	11月24~29日	計
♂	0.2204 (10)	0.2252 (51)	0.2319 (35)	0.2304 (5)	0.2273 (104)
♀	0.1864 (23)	0.2007 (41)	0.2169 (27)	0.2069 (33)	0.2032 (124)

今回の調査から、尾鰭後縁の形状に多少とも顕著な性徴が認められた。サケの尾鰭は2葉形を呈し、雄では後縁凹形の切れ込みが鋭く深いのに対して、雌では滑かで浅い傾向がみられる。この点における雌雄の差を知るために、時期別、平均尾叉長(FL)に対する全長から尾叉長を差引いた値の平均値(FL-FL)を求めた。全漁期をとおしたこの値を雌雄間で比較したところ、0.01の危険率で有意の差があった。しか

し、ここで注意すべきは雌雄間における成長度の違いである。ここで取扱った範囲内では両性の成長はどちらも一次式として表わされるが、それは

$$\delta \text{では、} (TL-FL) = 0.0497FL + 0.3564$$

$$\eta \text{では、} (TL-FL) = 0.0077FL + 2.1356$$

である。従って厳密に言えば、上記のような単純な両性間の比較では成長の要素をほとんど無視しているから、その点で真の比較とはいえない。この点は将来の研究に残された問題である。

なお表-9によれば、溯河初期では雌雄の区別を尾鰭の切れ込みの深さによって判定するのは無理のように思われるが、むしろその形状に性徴があり判別は可能である。すなわち雄では後縁凹形の最奥部の切れ込みが鋭いのに対して、雌ではそれが時期的な変化を示さず、漁期を通じていちように円滑である。

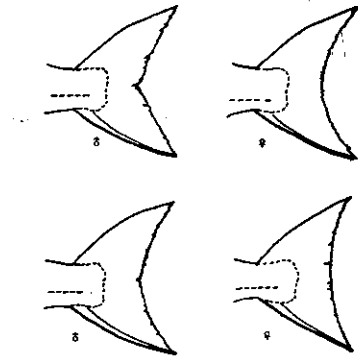


図7 尾の切込状態
上；溯河初期，下；溯河終期

表-9 平均FL値に対する平均TL-FL値 単位cm

性		9月	10月	11月	11月	計	N
		28~29日	18~19日	7~9日	24~29日		
♂	TL-FL	3.15	3.76	3.10	3.00	3.42	101
	FL	60.45	65.13	61.16	55.20	62.72	
♀	TL-FL	3.11	3.17	2.23	2.59	2.64	179
	FL	65.12	63.42	64.33	67.70	64.83	

(2) 性比

今回の魚体測定調査によって得られた性比を、10月10~13日迄の石塚たて網の漁獲記録、および10月24~30日の野田たて網漁獲記録より求めた性比とともに表-10に掲げる。なお蓄養のため測定対象からはざされた親魚の個体や性別も各時期の値をえるため必要であるから、それらは別記の記録より補正するように留意した。

性比(♂/♀)は漁獲最盛前期に最も高くなった後激減し、その後は漸減傾向を示している。この変動傾向がこの年度に特徴的なものであるかどうかを調べるために、1928~1944年(17年間の留網による漁獲性比と比較した。また他の河川における性比の変動状態をみるためには1962~1966年の鬼怒川の漁獲性比をも併せて検討した。漁期は時期的にも期間としてもほとんど魚の溯河期と一致し、これは両河川を通じていえるところから、9月26日から12月20日までの漁期を5日間づつの単位で区切り、この単位時期ごとの平均性比($\frac{\sum \delta/\eta}{n}$)※を図-8で表わした。この図によれば上記のような那河川での変動傾向は溯河初期を除いて普遍的なものといっよようである。初期の9月26日~30日については17年間のうち2回しか漁獲がなく、1943年では♂/♀が14/33=0.42、1944年は3/1=3.00であるということから信頼性が低く、実際はその平均値1.71より低い値をとるものと思われる。鬼怒川の場合は調査年数がかなり短いではあるが、ここで特に目立つのは那河川の場合とくらべて著しく性

※ nは各単位時間の漁獲年の総計

比が高い(雄が比較的多い)ことである。この違いが何に由来するものかは明らかでない。いずれにせよ変動傾向は那珂川のそれと類似している。

表一 10 1967年那珂川溯上サケの時期別魚獲性比

	9月28日16:00~ 29日16:00	10月10日07:00~ 19日14:00	10月17日15:00~ 19日14:00	11月7日10:00~ 9日15:00	11月24~30日 野田たて網 11月27日07:00~ 29日07:00 青柳留網
♂	10	49	37	31	17
♀	23	40	69	72	53
♂/♀	0.435	1.23	0.536	0.417	0.321

4. 成長

成長は鱗相の観察結果から推定した。一般に成長式はS字状曲線に適合するものとして表わされるが、ある体長範囲だけに限ってはいえ、近似的に直線をあてはめても大きな誤差はないことが実証されている。ここではこの直線式として

$$\frac{Ln - Lo}{L - Lo} = \frac{Rn - Ro}{R - Ro}$$

(ただし、L; FL-HL, Lo; 初鱗発生時のFL-HL, Ln; n年目のFL-HL, R; 鱗径,

Ro; 中心板の半径, Rn; n年目の鱗径)

を用いた。初鱗発生時の胴長25mm, 中心板の半径0.07mmは小林('61)により、鱗相から計算胴長(FL-HL)を求めた。計算尾叉長は計算胴長から変換式によって求めた。ここでいう変換式は図一0からえた一次式(FL-HL) = 0.85 FL - 4.16である。各年齢群の計算尾叉長は表一11, 図一

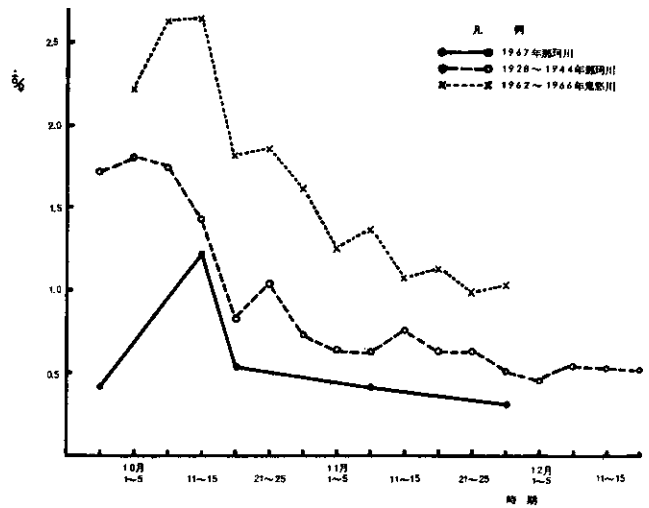


図8 性比の時期変動

表一 11 計算尾叉長 ln; n年目の計算FL, ※ FL-ln, 単位cm

年齢	N	FL	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₂ -l ₁	l ₃ -l ₂	l ₄ -l ₃	l ₅ -l ₄
2	19	52.3	31.1	/	/	/	21.2※	/	/	/
3	192	62.9	31.3	43.9	/	/	12.6	19.0※	/	/
4	32	72.0	31.1	42.6	54.9	/	11.5	12.3	17.1※	/
5	3	75.6	28.0	40.2	51.5	62.6	12.2	11.3	11.1	13.0※

9のとおりである。これを見ると回帰年以前の年間成長量は、11.1~12.6cmまでの範囲にある。この値は若齢で回帰した魚では高齢で回帰した魚よりも多少大きい傾向がみられるものの、大差ないと言ってよいようである。それに対し回帰年の成長量は13.0~21.2cmであって、前者に比較して各年齢群のいずれも飛躍的に大きい。同じような例はすでに常呂川の場合(久保'41)にも認められている。このように河川回帰するサケにおいて、高齢魚の鱗から求めた計算体長が若齢魚の鱗より求めた値よりも小さいことが何に起因するものか、すなわち単なるLee-現象であるのか、それとも若齢魚ほど同年齢魚群中において特に成長のよい個体が溯上しているのかは今後の問題である。

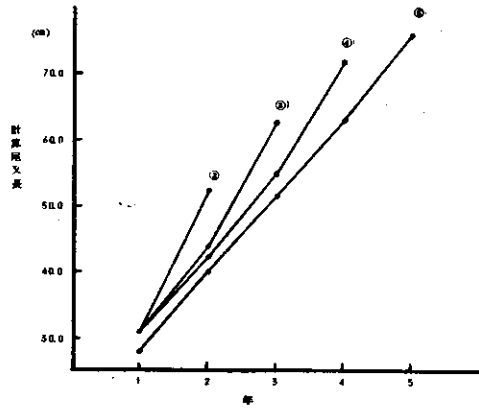


図9 各年齢毎の計算尾又長
 ②; 2年魚, ③; 3年魚 ④; 4年魚
 ⑤; 5年魚

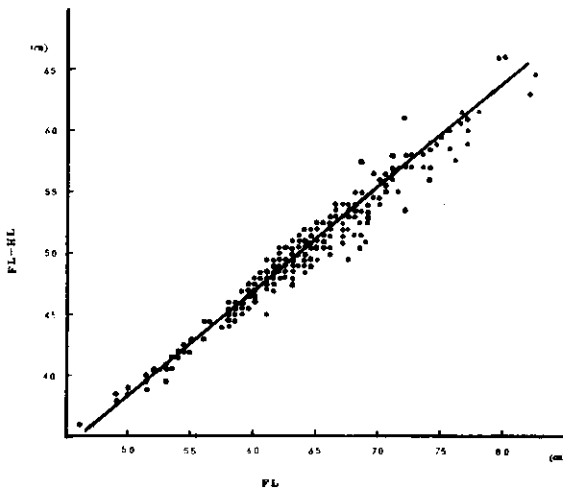


図10 FLと(FL-HL)の関係

5. 成 熟

(1) 体 色

成熟しきった個体，すなわち産卵直前（触感により採卵用として選別された）や産卵直後漁獲された雌，並びに鼻曲りが著しく採精の対象となる雄のほとんどが，体色からみて顕著な帯黒色および帯紅色のいり交った雲状斑紋を表わすことが知られているので，この特徴はあきらかに性成熟に伴って現われるものに違いない。

漁期中の魚の体色をみると，時期の経過とともに，次第に雲状斑紋の形で体色の濃い個体の占める率が増している。初期の9月28～29日では雲状斑紋のほとんどみられないワセ（後述）が全数を占めているのに対し，終期の11月24～29日には濃く明瞭な斑紋をもつサケが，オクジロ（後述）とともに認められるにすぎない。その間の溯河魚群についてみると，色の濃い魚が過半数を占めたのは雄が溯河最盛期の10月17～19日以後，雌では11月7～9日の調査以後で，このことから出現時期に性的な差があるようにみえる（表-14参照）。一方各年齢魚群の中に体色の濃い個体が占める割合は，若齢魚より高齢魚の方が多く，また2年魚に比較して4年魚の方が早く体色の濃い個体が現われるので，これらのことは年齢による成熟速度の相違を思わせる。

(2) 完熟卵重量

11月7～9日に石塚で漁獲された採卵前の成熟雌以外にホッチャリ（Kelt）[※]や産卵後直ちに捕獲されたものおよび採卵後の魚体も測定する機会を得た。そこで採卵前と採（産）卵後の両者の体重と尾叉長の関係式から得られる個体別完熟卵重量（ E_w ）を推定した。この値は人工授精にあたって1個体から採取し得る卵の総重量を意味しているはずである。尾叉長（ FL ）と総体重（ TW ）の関係式は採卵前で， $TW = 0.000007496 FL^{3.0767}$ （測定尾数22）となり，採（産）卵後では， $TW = 0.00002662 FL^{2.7427}$ （同38）である。故に

$$E_w = 0.000007496 FL^{3.0767} - 0.00002662 FL^{2.7427}$$

が得られるから，尾叉長に応じて求められる採取可能な卵重量は表-12に示すとおりである。

表12 計 算 E_w

FL (cm)	採卵前のTw (Kg)	採(産)卵後のTW (Kg)	EW (Kg)
50	1.265	1.238	0.03
55	1.696	1.608	0.09
60	2.217	2.042	0.18
65	2.836	2.544	0.29
70	3.562	3.119	0.44
75	4.404	3.770	0.63
80	5.574	4.501	1.07

※上流で産卵して流れてきたやせ細ったサケ

(3) 採卵, 採精個体数出現率

後述の1日あたりの漁獲量を3点移動平均して時期を横軸, 漁獲量を縦軸として求めた漁獲量曲線に基づき, すでに述べた性比の時期変動を考慮して雌雄別の漁獲量曲線を算出した(図-11, 白丸, 黒丸)。雌雄の漁獲比率は雌64%に対して雄36%である。このうち採卵, 採精ができる可能性のある個体はワセ以外の体色の濃いものと, 別の1系群とされるオクシロで, 雌では雌総漁獲量の50%雄では雄の総漁獲量の70%にあたる。なおワセも蓄養やその他の処理等により熟卵を得ることができると思われるが, 死数が増す等実用効果が乏しく, 実際には行われていない。

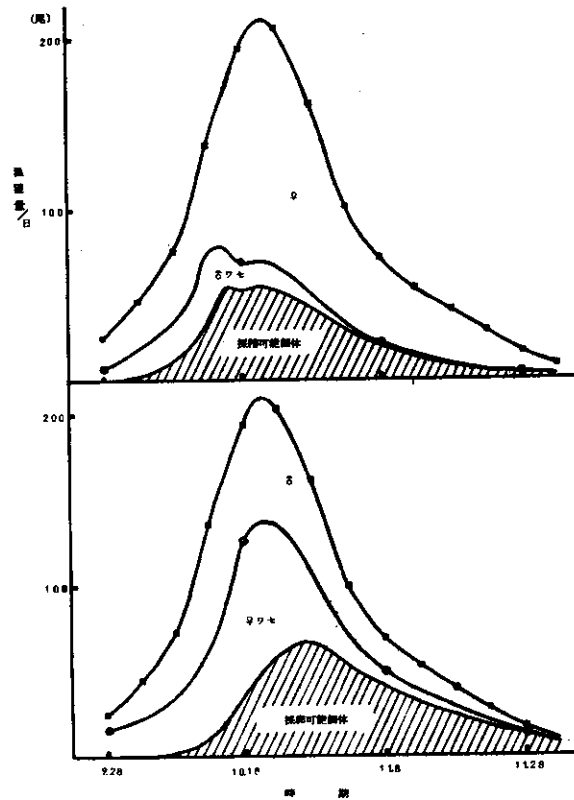


図11 雌雄別, 未成熟別, 漁獲量の時期別変動
 黒四角 総漁獲量曲線, 黒丸 雄漁獲量曲線
 白丸 雌漁獲量曲線

漁獲変動について

1 年別漁獲量の変動

戦後には年次ごとの認可方式をとってきたため, 年によって漁獲期間, 漁獲方法, 漁獲努力が異なっているため各年における漁獲量は不祥な点が多い。ただ留網漁業のみが毎年一定の漁獲努力を払っていると思われるので, この漁業から変動状況を調べた。大関('56)によれば1922年とその3n年後は豊漁年であったとしたが, この傾向はここ数年間についても言える。すなわち1957年以後の留網漁業は表-13の如くで1958+3n年(n=0, 1, 2, 3)が豊漁年である。

表13 留網漁獲量の短期変動 単位 尾

n 年	1957+3n	1958+3n	1959+3n
0	1460	1675	989
1	1385	3017	1350
2	不明	735	548
3	558	851	
平均	1125.3	1569.5	962.3

次に長期変動傾向を那珂川全域について大ざっぱに探ってみると次のようである。1946～'52年にかけては漁獲が4000～5000尾あったものが、1953～'56年になると2000～3000尾に減る。1957～'60年にやや回復して3000～5000尾となり、1952年に始めた人工孵化事業もこの頃によりやく放流尾数100万尾を越すようになった。1961年以後は漁獲量5000～8000尾と安定し続けている。

栃木県との県境にある野田たて網の1952～1967年(欠1958, 1965)の漁獲記録から各年における1尾あたりの平均重量を求めたところ、平均重量に変動がみられ、かつ野田たて網の漁獲量との間に一定の関係がみられた。すなわち漁獲量の多い年には平均重量が小さく、漁獲量が少ない年は平均重量が大きい。しかし野田たて網の平均重量と下流にあたる留網漁獲量にはこの関係はみられないから、この野田漁場に特有な現象であると言えよう。(図12) その現象の原因としては次のようなことが考えられる。那珂川で主産卵場は石塚たて網より上流にあるため、石塚たて網にぶつかってもその下流域で産卵することは少ない。それに大型のものは比較的溯河途中で捕獲されやすいことや、小型のものは網をぬけやすいことなどからまって、石塚たて網より上流に更に溯河するサケは小型のものが多いと言える。また中流域の石塚たて網の漁期が終るまで網の下域で滞留して、網をあげた後更に上流に溯河するものもいると思われる。時期別平均体重の変動様式が野田たて網と他の漁場では違いがあるのもこの理由を裏づけている。故に小型のものが多い年は一番上流にある野田たて網の漁獲が多いと考えられる。

次にこの平均重量の年間差が何に由来するかを検討するため、先ず両群の肥満状態を調べたところ、

図12 野田たて網での平均重量(黒丸)及び留網漁獲量(×印)との関係

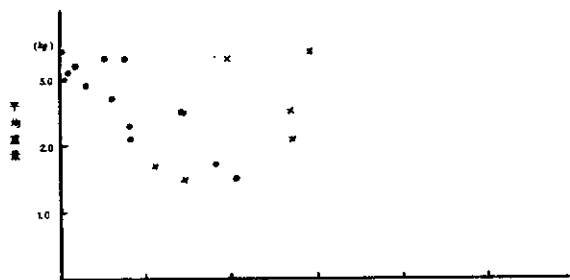
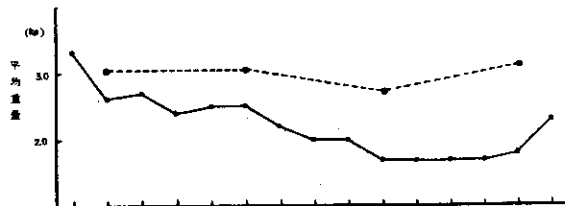


図13 1952～'66年における野田たて網の平均重量の時期変動(黒丸)と1967年における他の漁場での平均重量の時期変動(白丸)



危険率0.05で有意の差はなかった。標本は小型群については1960年に野田たて網でとれた雄30尾、大型群は適当な資料がないので今回の調査時に石塚たて網でとれた雄88尾の測定値を使用した。ただし石塚たて網で捕獲されたサケ!野田たて網で捕獲されたものより幾分大型であると考えられるが、同一年溯河群であるから肥満度にそれほど変化はみられないと考えられる。次に年齢との関係をみると1966年溯河群は平均体重1.7Kgの小型群で、その主群は2年魚である。一方1967年群は比較的大型群(漁期をとおしての野田たて網の平均重量は不明であるが11月25日のみでは3.5Kgで、1967年の全漁場での平均体重は2.95Kgである。)でその主群が3年魚であることから、若齢群ほど上流への溯河率が高いことが想定される。

2. 時期別漁獲量の変動

まず1日あたりの漁獲量として漁期中の漁獲量を5日間毎にまとめ、その期間内における漁獲量/日を算出した。従って単位期間は9月21~25日、26~30日、以下同様である。ただし10月26~31日については特に6日間を1期間とした。

那珂川のサケ漁獲量を時期別にヒストグラムで表わすと図14のようになり、最盛期は10月中旬~下旬にかけてである。これと1956~1963年の旧地曳網漁業の漁獲最盛期を比較すると、1期間(5日間)旧地曳網漁業の方が早くなっている。年によって溯河最盛期に変化がなければ、このズレ

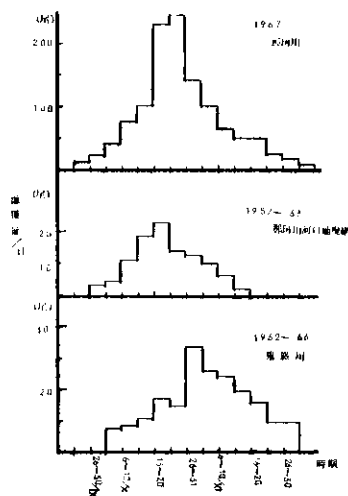


図14 時期別漁獲量/日のヒストグラム

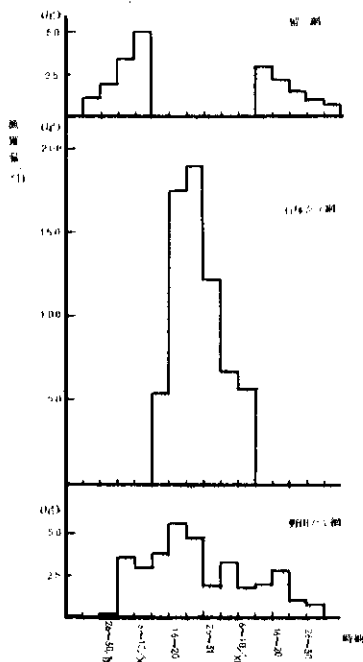


図15 1967年時期別漁獲量/日のヒストグラム

那珂川に溯上するサケ *Oncorhynchus keta* (WALBAUM) の資源生物学的研究

は河口付近の旧地曳網漁場から石塚たて網まで約 2.9 Km を溯河するのに要した期間であると推定される。

なお鬼怒川では漁獲最盛期は 10 月下旬～11 月上旬となっている。

1967 年の各漁場における時期別漁獲量の変動をヒストグラムで表わしたのが図-15 で、これにより一番上流にある野田たて網の漁獲量は留網漁業や石塚たて網漁業から多少とも影響を受けていることが了解される。

3. 漁獲量と環境要因との関係

(1) 河川水温および沿岸水温

漁獲量/日と河川水温および沿岸水温との関係は図-15 に示したとおりで、それらと日毎の漁獲量との関係は認められないが、沿岸水温や河川水温が下降し始めると溯河が始まり、河川水温が 16～17℃、沿岸水温が 18～19℃程度に達する頃溯河盛期がみられる。

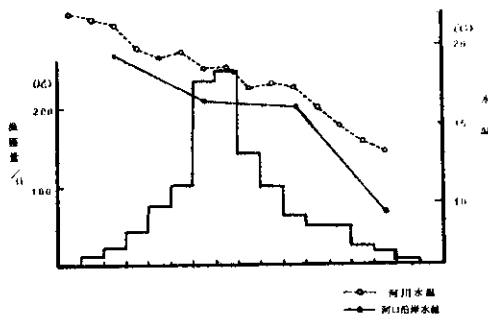


図 16 1967 年漁獲量/日と水温の関係

(2) 平均水温

各年の 9 月～12 月の平均水位とその年の留網漁業の漁獲量との関係は相関係数 0.27 で有意ではないが、平均水位が高い年の方が豊漁年である傾向が強い。

なお河口塩素量および河川水位と日別漁獲量との間には相関がみられない。

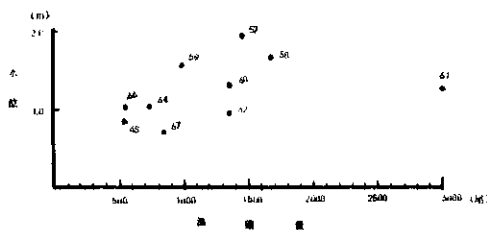


図 17 留網漁獲量と水位の関係

サケの系統について

那珂川に溯河するサケに対して地元では時期別に名称を与えている。すなわち9月~10月上旬に上ってくるサケを「ワセ」と言い、10月上旬~11月中旬に溯河するサケを「ナカデ」、それ以後のものを「オク」と呼ぶ。しかしこれは時期のみならず体色、体形からも区別しているようである。

一般に初期に溯河するワセは表面が銀白色のキラキラする鱗をもち、そしてそれは非常にはがれ易く、感じとしてペラペラとする。これは粘液物質が少なく、体表内に深く埋没していないためである。ワセの卵は殆んどが熟卵ではなく、直ちに人工授精を施すことはできない。言わば回游時の形態からそれほど変化していない状態と言えよう。

10月になると順次色づいたものが上ってくるようになる。これは第2次性徴で黒や桃色の雲状斑紋をした婚姻色が生じ、雌雄の特徴が一段と明瞭となる。すなわち雄は上顎が発達し、雌は一層丸みを帯びる。

10月中旬~下旬に至ると蓄養することによって採卵、採精が可能となるサケが溯河する。これがナカデであり雄の中には典型的な鼻曲りも出現する。鱗は粘液に覆われて剥げにくくなる。11月になるとナカデの雌の殆んどが成熟卵をもち、頭を持ちあげると卵粒がほと走り出るようなものもある。

11月下旬以後に漁獲されるオクのうちCommon salmon (どの溯河々川においてもごく普通にみられる回帰系統のサケ)にあたるものを「アオンゾ」と呼ぶ。これは体色が緑色帯びているためにつけられた名称であるが、単なる時期的な名称の違いで形態的にはナカデと同一群とみなせられる。

一方Silvery salmon はオクジロと呼ばれ、漁期終了間近になるほどこの系統の出現率が増す。外見が一見ワセのように銀白色であるが、鱗が青み帯びた底光りをするのと、ワセほど剥げ易くないので区別できる。加えてオクジロの特徴は比較的ナカデより孕卵数が少ないが成熟卵を持つことである。以上の点および他の形態的特徴(後述)から、オクジロはワセ→ナカデ→アオンゾと続く系統とは別のストックに属すると思われる。

Silvery salmon の名称は河川によって異なるが、ここでCommon salmon に対応してかかげてみると、新潟県三面川ではブチ(Common S.)に対してキラ(Silvery S.) (久保³⁸)、北海道千歳川ではブナケに対するギンケ(佐野⁴⁶)である。

次にCommon S.とSilvery S.とを出現率、年齢組成、各種形態測定値について比較した。標本は出現率以外は11月24~29日に捕獲したナカデ(アオンゾ)25尾、オクジロ13尾を使用した。肥満度については天然産卵魚と採卵魚を除いた。

表14 オクジロの出現率

性	調査月日	ワセ	ナカデ(アオンゾを含む)	オクジロ
♂	9月28~29日	100%	0%	0%
	10月17~19日	22.9	77.1	0
	11月 7~ 9日	8.8	91.2	0
	11月24~29日	0	40.0	60.0
♀	9月28~29日	100%	0%	0%
	10月17~19日	83.3	16.7	0
	11月 7~ 9日	26.5	73.5	0
	11月24~29日	0	69.7	30.3

2. 年齢組成

年齢組成は表-15のとおりで、オクジロの雄に若齢魚(3尾漁獲されたうち2尾が2歳魚)のみられることが注目される。

表15 年齢組成

系統	性	N	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳
ナカデ	♂	2	0	2	0	0
	♀	23	0	15	10	1
オクジロ	♂	3	2	1	0	0
	♀	10	0	8	2	0

3. 各種形態測定値

(1) $BD/FL-HL \times 100$

胴長に対する体高の割合(%)は雌雄ともややオクジロの方が優っているが、総計についての平均値の差は危険率0.05で有意でない。

表16 $BD/FL-HL \times 100$

系統	性	N	平均値	範囲
ナカデ	♂	2	24.64	21.50~27.78
	♀	23	24.28	20.05~28.21
	計	25	24.34	20.05~28.21
オクジロ	♂	3	25.18	23.71~27.16
	♀	10	25.75	22.92~28.16
	計	13	25.62	22.92~28.16

(2) $CP/FL-HL \times 100$

胴長に対する尾柄高の割合(%)は $BD/FL-HL \times 100$ とは逆にナカデの方がオクジロより平均値で優っているが、これもその差は危険率0.05で有意でない。

表17 $CP/FL-HL \times 100$

系統	性	N	平均値	範囲
ナカデ	♂	2	8.77	8.64~8.89
	♀	23	8.38	7.38~9.09
	計	25	8.41	7.38~9.09
オクジロ	♂	3	8.66	8.25~9.09
	♀	10	8.32	7.44~9.78
	計	13	8.40	7.44~9.78

(3) 肥満度 ($W/L^3 \times 1000$)

オクジロはナカデに比較して肥満度はやや小さい傾向にあるが、その平均値の差は危険率 0.05 で有意ではない。

表-18 肥満度

系 統	性	N	平 均 値	範 囲
ナカデ	♂	2	1 0.8 2	1 0.4 5 ~ 1 1.2 0
	♀	15	1 0.2 1	7.2 3 ~ 1 1.4 9
	計	17	1 0.2 8	7.2 3 ~ 1 1.4 9
オクジロ	♂	3	9.9 9	9.0 3 ~ 1 0.7 4
	♀	9	1 0.1 2	8.5 4 ~ 1 0.9 4
	計	12	1 0.0 9	8.5 4 ~ 1 0.9 4

以上の結果を総合すると、漁期終期に出現する Silvery Salmon (オクジロ) は Common Salmon (ワセからナカデ、そしてアオンゾと続く系統) に比べて幾分若齢的傾向が強いように思われる。そして形態的には明確ではないが、Silvery S. は Common S. よりも、胴長に対して体高が大きく、尾柄高が小さい。また肥満度が小さいということから体幅の小さいことが考えられるので、全体的にみると木の葉型の傾向を示していると言える。これは Silvery S. の孕卵数が少ないことと関係がある。

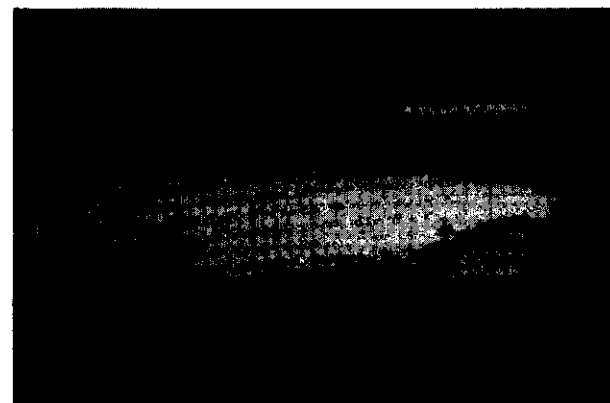
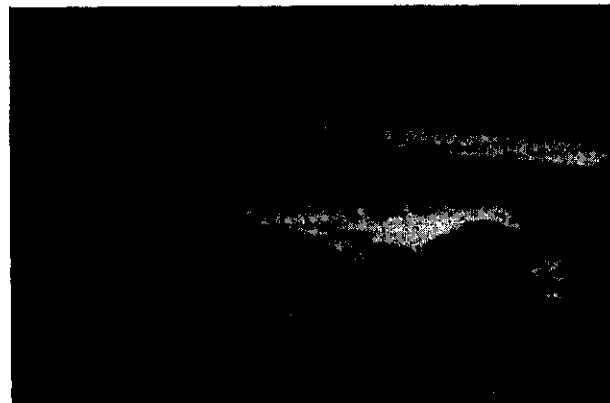


図 18 上：ナカデ (自然産卵)
下：オクジロ♀

論 議

すでに述べたように、那珂川を溯るサケの主体群は3年魚であるが、それに対してこの川よりも北に分布する北海道、東北地方の溯河々川の多くでは4年魚を主体とする溯河群が認められているのは興味深い事実である。このことは、すでに知られている一般に南の地域から北の地域に行くにしたがってサケの成熟年齢が高年化するという傾向 (INPEC, '54) [松下, '64] と一致している。なお中村 ('65) が鬼怒川でえた8~16個体の資料で4歳魚が主体という結果を得ている。しかしここでは年齢の算出基準が不明なことと、標本が著しく少ないことから、鬼怒川のサケについては再検討を要するものと言えよう。

那珂川で3年魚が主体をなすと言えらば、卵発生量に対する河川回帰率は4年魚主体の場合よりも大きいことが推測され、したがって漁獲量の点からみても、この川の経済性の大きいことが注目される。

河川によって主体群の成熟年齢に差があること、また同一河川の同一年級群において回帰年に変異の幅のあることの原因として、(1)時間的、空間的回游径路の違い(回游距離、摂餌環境、その他水温等の環境要因)、(2)成熟機構の個体差、あるいは(3)遺伝的特性の違い等が考えられよう。これらのうちで特に系群独自の遺伝的特性が問題となるとすれば、それはおそらく4年系群河川に那珂川のサケ稚魚を標識放流する等の方法で解明できる。

今回の調査においてどの年級群も回帰年の成長が大きいことが明らかにされた。このことは田口('61)が溯河開始前の半年以内はそれまでの約2倍の速度で成長することを示したのと密接な関係をもつようである。田口はこのことの原因として溯河前に充分栄養を蓄積しなければ溯河困難となることをあげている。この問題は今後性成熟との関係のもとで解明されるように思われる。たとえばこの場合とくに若齢魚において回帰年の成長がよいということを、鱗相上の Lee 一現象というよりも上記の観点から解明される可能性が大きいとみられる。

那珂川産サケの系統については、海洋成育期間中の生態がほとんど知られていないので、その解析は難しい。ワセ→ナカデ→アオンゾと続く系統(Common S.)とオクジロ(Silvery S.)の形態も非常に類似した様相を呈しているため、両者を区別する特徴を見究め難い。そこで形態をはじめ、成長、年齢組成、成熟度、回游等の広範な比較研究が望まれる。溯河時期の後半にはオクジロのみが溯河しているわけではなく、ワセ→ナカデ→アオンゾの系統も溯河している。自然産卵に当ってはこれら2系統の交配があり得ると考えられる。人工孵化事業でも事実上両者の区別は行なわれていない。ここでとくに注目されるのは、このような事実があるにもかかわらず、依然オクジロの独立性が認められているということである。要するにこの系統が独立した遺伝的形質に起因するものとして解釈される可能性はきわめて乏しいといえよう。この場合、オクジロの系群としての独立性はその生理生態的あるいは環境などの内外因に求められ、那珂川とは別の回游系統群の分離混入の可能性も考えられる。

要 約

1. 1967年に那珂川に溯河したサケの資源調査研究を行なった。
2. 年齢組成は3年魚が77%を占め主群をなしている。
3. 尾叉長の範囲は4.6.0~8.2.5cmで、6.3cmにモードがある。体重は1.0~6.9Kgで、2.1~3.7Kgの

のものが多し。

4. 肥満度は、雌の方が雄よりも大きく、また両性を通じて溯河時期後半に減少する傾向にある。
5. 頭長の胴長に対する比率は雌よりも雄の方が大きい、性成熟がこの比率に及ぼす影響は雄よりも雌の方が大きい。また全長から尾叉長を差引いた値は雌より雄の方が大きい。
6. 性比は漁獲最盛前期に最も高くなった後激減し、その後は漸減傾向を示す。
7. 計算尾叉長からみると、回帰年の成長量はそれ以前に比較して各年魚とも飛躍的に大きい。
8. 体色および鼻曲りが性成熟に伴って現われる。成熟個体が溯河してくる時期に雌雄間、年齢差でズレがみられる。すなわち雄の方が雌よりも、高齢魚が若齢魚よりも早い時期に成熟個体が溯河しはじめる。
9. 採取可能卵重量は $Ew = 0.000007496 FL^{3.0767} - 0.00002662 FL^{2.7472}$ なる式で求められる。
10. 採卵採精ができて得る個体は雌では雌総漁獲量の50%、雄では雄総漁獲量の70%である。
11. 留網漁業から短期変動を求めたところ3年の周期が認められた。
12. 野田たて網漁業における漁獲魚の年毎の平均重量に年変化がみられ、漁獲量と平均重量とは負の相関々係がみられる。これは小型群が大型群よりも上流に溯河し易いためである。
13. 那珂川のサケ溯河最盛期は10月下旬～11月上旬である。
14. 那珂川に溯河するサケには2系統あり Silvery salmon にあたるオクジロ系は、ごく一般にみられる Common salmon にあたるワセ→ナカデ→アオンゾ系に比較して体高が大きく、尾柄高が小さく、そして肥満度が小さい傾向にある。また時期的には溯河終期にのみオクジロがみられ、年齢もオクジロの方が幾分若齢である傾向を示している。

資 料

野田たて網漁業漁獲記録および採鱗野帳

那珂川漁業協同組合の魚種別年度別漁獲調査表、および内水面漁業調査結果表

留網漁業漁獲記録

地曳網漁業日誌

茨城県さけ人工ふ化実績一覧表

大関哲英「茨城県那珂川に於ける漁獲高とその要因について」の付表

鬼怒川さけ親魚採捕並びに人工ふ化一覧表

建設省土木試験場の河口より29.291 Kmにある自記水位計記録

文 献

- 1) 大関哲英 未発表(1956): 茨城県那珂川に於ける鮭漁獲高とその要因に就て. 東京水産大学資源学教室卒業論文, 第56号
- 2) 田口喜三郎 1961: 太平洋産サケ・マス資源とその漁業
- 3) 疋田豊彦 1962: サケ属魚類の生態・形態学研究特に系統との関係. 北海道さけ・マスふ化場研究

報告：1-57

- 4) 久保達郎 1949 鱗相よりみた鮭の生態(2)網走川・常呂川のサケの成長。水産孵化場試験報告, 4 (2) : 79-94
- 5) 小林哲夫 1955 : サケのウロコの大きさの測定方法に関する検討。水産孵化場試験報告, 10 (1.2) : 33-41
- 6) 1961 サケ *Oncorhynchus keta* (WALBAUM) の年齢・成長並びに 統に関する研究。北海道さけ・ます孵化場研究報告, 16 : 1-102
- 7) 久保伊津男 1938 : 溯河サケのストックに関する研究(予報)・I 三面川より得たる材料に就て。日水誌, 6(5) : 262-265
- 8) 佐野誠三 1946 : 溯河鮭中通称ギンケ鮭に関する調査(予報1)。水産孵化場試験報告, (1) : 39-49
- 9) 松下友成 1964 : 北洋におけるサケ・マス資源 I ・種類および生活史, 水産研究叢書, 6-1
- 10) 中村守純 外9. 1965 : 利根川水系の水産動物の調査報告・第1編 生物調査 建設省関東地方建設局利根川河口堰調査報告書(II)・資源科学研究所, 昭和38・39年度 : 1-89 PLS 1-43 学研究所。