

サケ稚魚の生態調査 (1) 豫報

佐野 誠三・小林 哲夫

AN ECOLOGICAL STUDY ON THE SALMON FRY, *ONCORHYNCHUS KETA*. (I)

Seizo SANO and Tetuo KOBAYASHI

The salmon, including *oncorhynchus keta* and *O. masou* which is caught in the coastal waters and rivers of Hokkaido is one of the most important fisheries resources. In order to maintain the resource of the salmon the artificial hatching up the River Chitose, a tributary of the River Ishikari, has been commenced since 1888. At present the artificial hatching is done almost in every river where the salmon comes up. However, from various reasons the investigation of the ecology of the released salmon fry has not been made satisfactorily.

The released fry begins to move down the River Ishikari at the end of February. On account of the low temperature of the river water the fry is not so active at the beginning but later from April to May it makes haste the way downward. By early June most of the fry move into the sea. After entering into the sea the fry migrates along the coast until the middle or the end of June. At that time the body length is generally 70-100mm. The fry grows more rapidly in the sea where the rich food exists than in the river. The scale first appears on the body of the fry which is about 35 mm in body length. The size and the number of the circuli of the scale increase with the length of the body. The comparative study on the morphology of the scale between the fry and adult has revealed that the so-called river life zone of the adult scale does not show any span of the life in the river as has been generally believed.

In fact, the fry enters into the sea at the stage of 29-55 mm body length having only the base structure of the scale or 1-4 developed circuli on it. During the stay along the coast or a little later stage the scale of the fry attains as large the size as the river life zone of the adult.

北海道の沿岸並びに河川のサケ、マス資源を維持するため、その沂上河川に於て積極的な人工孵化を行うと共に天然蕃殖を保護し、稚魚の生産を増加し、その降海をうながす方法が採られて居る。之等稚魚の生産、降海に対して人工孵化事業は如何なる効果を示して居るか、又天然蕃殖による生産量ほどの程度になつて居るか等、数多の批判が加えられ論議が交される様になつた。何れにしても之等稚魚の河川より海に降つて成長する事は衆知の事実であるが降海して後の稚魚の生態に関しては多くの困難、障害のため最近迄積極的な調査研究は行われていなかつた。しかし之等稚魚の調査に関しては現在に於ても決して容易な事ではないがサケマス総合調査の一環として石狩水系で調査実施を企図した。爾後巻を追つて結果を報告する。

石狩川は古くからサケ、マス沂上で道内屈指の河川である。その支流、千歳川上流には過去60年の歴史をもつ千歳孵化場があり、石狩本流にも小規模な一、二の孵化場がある。近年、石狩水域の開発、利用の強化によるものか年々その沂上に減少の傾向がある。特に最近著しい減少で孵化事業並びに沿岸漁業の成行も深く憂慮され、その根本的究明に迫られて居る。茲に至り稚魚の生態、特にその発生、降海量調査こそ如何に必要であるかは今更述べる迄もない事である。

本報告に於ては概括的な降海稚魚の移動、成長、ウロコの生成及び形状を記し、その調査方法並びにその

方向に対し種々御批判を願ひ、今後の調査研究を強力に推進したいと思ふ。

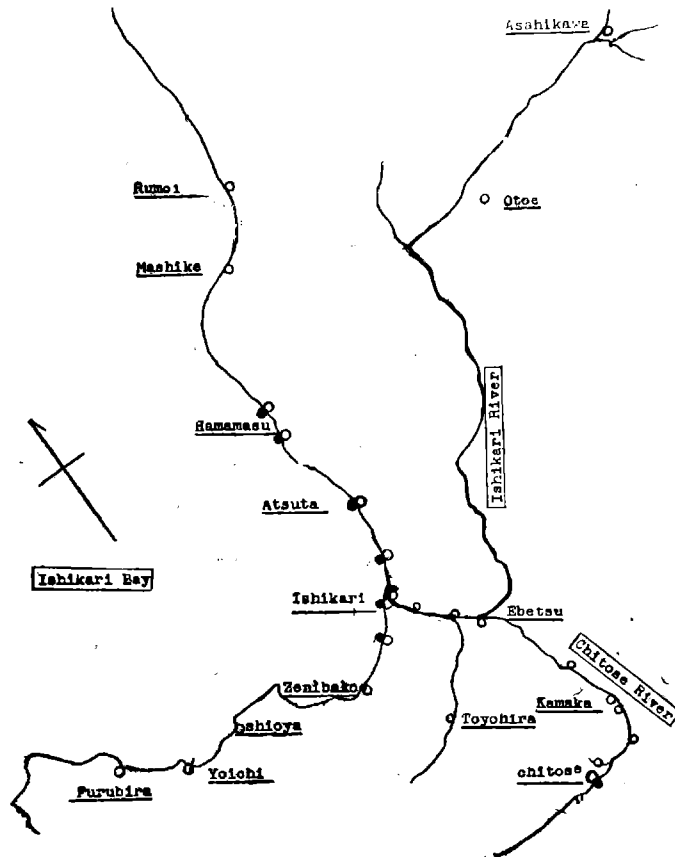
本文に先だち終始御指導、御鞭撻下され且本稿の御校閲の勞をとられた北大教授犬飼哲夫、北大水産学部久保達郎両先生に深謝の意を表す。又調査並びに材料採集に御援助を与えられた千歳支場長小林教司氏、支場員各位、広重兼太郎氏、浜益村北島富作氏、石狩漁業協同組合員各位、本場事業課金田源吉氏並びに菊地覚助氏、調査課各位に対しても深く謝意を表す。

II 調査経過 方法及び材料

本報告は26年5月～7月、27年3月～7月の間、第1図に示された夫々の調査点に於ける結

Fig. 1. Showing the station of investigation

● : in 1951 ○ : in 1952.



果による。即ち26年は主として河口並びに沿岸地区に5ヶ地点(第1図参照)を選び漁業者の協力により定置網、地曳網類に混獲されるサケ稚魚の標本採集と混獲状況の聞込調査を行つた。27年は前年の結果に基づき、石狩湾の沿岸に12ヶ地点を定め漁業者或は関係者の協力を求め、4月～7月の間、調査票による調査と標本採集を行つた。河川に於ては3月～6月の間4回、軽動力船により千才川より石狩河口迄の移動調査を行つた。石狩本流の調査並びに千才川に於ける灌漑溝流入稚魚調査は一応計画したが経費、其他の都合で中止した。尚又河口のチ

カ地曳網に混獲される稚魚の数量的調査も計画したがチカ漁業の不振のため中止した。

調査票は主として稚魚の混獲期間、混獲状態、混獲漁具、気象、水温、潮汐等の簡単な記述調査を行つた。採集標本はホルマリン漬として後成長、ウロコの形成状態、食性を分析した。ウロコの分析のためには各標本群より約30ヶ体内外の標本を抽出観察する様にした。尙食性分析結果については後日報告する。

Table 1. Materials used for this observation

	Date collected	Region collected	Fishing gear	Body length in mm		Number of specimen	In individuals used for scale observation
				Min-Max	Mean		
At Sea Coast.	1951, 5, 20-25	Ishikari	Fixed net	38-81	53.2	202	—
	6, 10-13	"	"	39-71	50.4	153	—
	6, 9	Hamamasu	"	32-77	47.2	934	24
	1952, 5, 24	Ishikari	Dragnet	54-90	67.4	45	27
	5, 25	Furubira	"	83-94	86.5	8	8
	6, 5-6	Yoichi	Fixed net	54-77	67.5	11	11
	6, 13-	Hamamasu	"	54-86	66.3	93	68
In River	1951, 5, 15	Ishikari	Dragnet	29-49	34.5	35	—
	5, 18	Chitose	—	29-47	33.1	134	—
	6, 1-16	Ishikari	Dragnet	33-50	38.9	120	20
	1952, 4, 2	Asahikawa	—	29-43	35.2	113	—
	4, 2	Otoe	"	27-32	29.7	61	—
	4, 3	Ishikari	Dragnet	27-35	30.3	38	—
	4, 3	Chitose-river	Dragnet	27-34	29.9	142	—
	5, 2-6	"	—	27-35	30.8	138	—
	5, 6	Ishikari	Dragnet	29-39	31.3	8	—
	5, 20	"	"	27-45	36.2	65	—
	6, 4-11	Chitose-river	Dragnet	37-60	40.2	167	62
	6, 7	Ishikari	"	35-52	42.8	26	—

(Not; Ishikari: Mouth of Ishikari River)
Chitose: Chitose River

Ⅲ 成 長

体 長:

体長測定は吻端より尾柄のウロコのある部分の末端迄の水平距離を測定した。級間を 5mm として年別、月別、地区別の体長分布を書くと、河川並びに沿岸に於ては夫々第2図、第3図の如くである。河川に於て4月～6月の体長は25～55mmで各月の度数分布より、その成長の程度が推察される。降海盛期の4月下旬～5月下旬及び6月上旬～中旬の河口附近の分布は26年度、27年度共に30～35mm及び40～45mmに各々モードがあり同一分布状態を示す。これに対して沿岸地区において同一時期及び場所の26年、27年度のモードは大きく離れその平均体長も第2表に示される通り明らかに差がある。又26年度の石狩地区のものについて、6月のモードは5月のそれよりも下位にあり平均体長は小さい。そして石狩地区と浜益地区のものについて、その調査票による混獲期の推移並びに混獲状態より予測される成長の差は認められない。

Table 2. Mean of body length of young fry at sea coast (Ishikari, Hamamasu) in 1951, 1952.

Region	Month	Number of fish	Mean	Confidence interval
Ishikari	1951 May	202	53.2	$53.2 - 1.02 \leq m \leq 53.2 + 1.02$
"	" June	153	50.4	$50.4 - 1.08 \leq m \leq 50.4 + 1.08$
"	52 May	45	67.4	$67.4 - 3.35 \leq m \leq 67.4 + 3.35$
"	" June	—	—	—
Hamamasu	51 June	934	47.2	$47.2 - 0.40 \leq m \leq 47.2 + 0.40$
"	52 "	93	66.3	$66.3 - 2.17 \leq m \leq 66.3 + 2.17$

Note ; Significant level = 5%

Fig. 3. Monthly frequency distribution of body length of young fry taken in river from April to June in 1951 and 1952.

▲ : Mouth of River △ : Chitose River
 — : 1951 ... : 1952

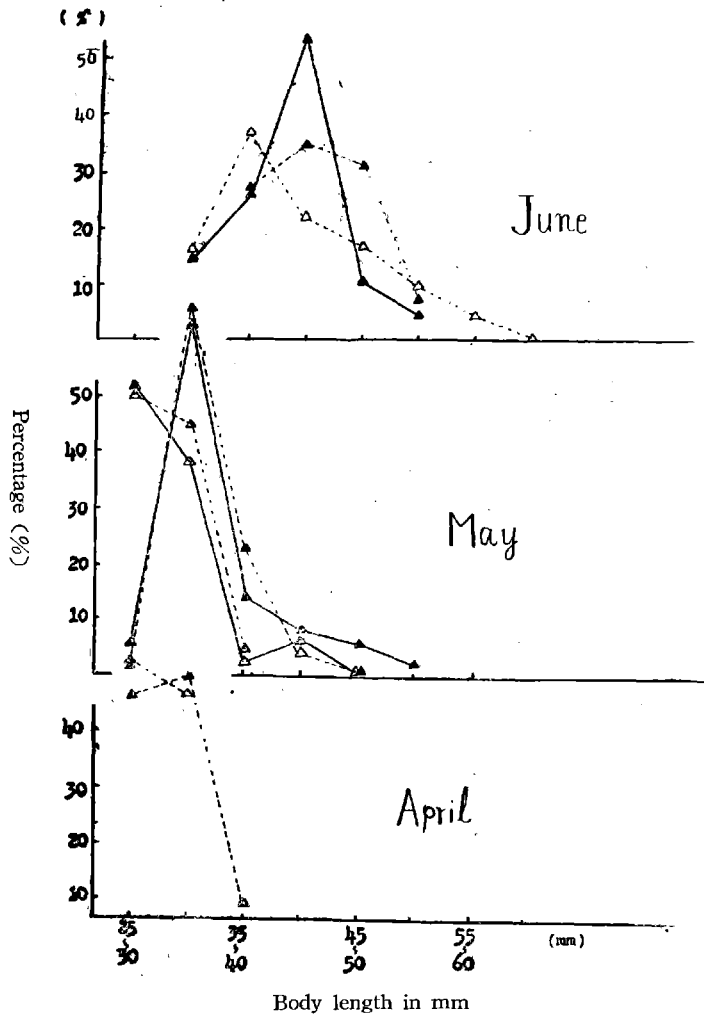
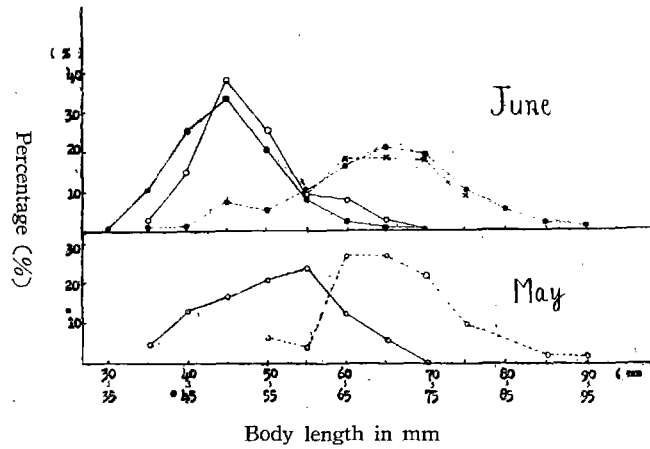


Fig. 3. Monthly frequency distribution of the body length of young fry taken at sea coast from May to June in 1951 and 1952.

○: Ishikari ●: Hamamasu ×: Yoich
 —: 1951 ...: 1952



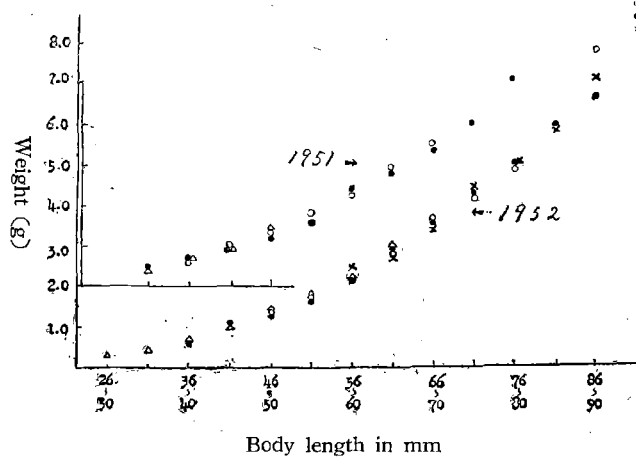
以上の様な関係は標本採集の際の漁具の撰択性と長期間に亘る産卵発生による影響、其の他の為と思われるが河川生活より沿岸洄游に移り豊富な餌料を攝り、急速な成長をなす事が推察され得るであろう。

体 重:

体重と体長との関係を示すと第4図の如くである。26年度並びに27年度共に下に凹な曲線で示される。

Fig. 4. Relation between body length and average weight of class-interval of young fry taken in river and at sea coast in 1951 and 1952.

△: River ○: Ishikari ●: Hamamasu
 ×: Yoichi and Frubira

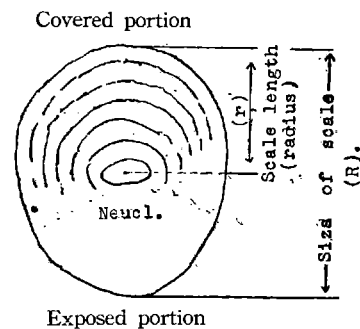


IV ウロコの形成

1. ウロコの観察方法

ホルマリン漬標本と材料としてその体長測定及びウロコの採取を行つた。ウロコの採取及び処理はサケ親魚の場合に準じ、背鰭の基部と測線の間中部より表皮と共に剝離し、水の中で表皮と分離し双眼顕微鏡下で正常と思われるウロコを10~12枚を選び、アリザリンで染色してスライド上に並べ、カバーガラス、バルサムでプレパラートして撮影顕微鏡でウロコの大さ、ウロコの径及び circuli 数を夫々計測した。それ等の測定位置は第5図に示した通りである。尙又親魚のウロコの中心部の circuli の密な部分、通称河川帯或は河川生活より海洋生活に移る際の環境変化により生成すると称される部分と稚魚のウロコとを比較検討するため、26年度の石狩水系及び沿岸産のものより40ヶ体抽出して、その明瞭な河川帯の circuli 数とその末辺迄のウロコの径を計測した。

Fig. 5. Diagram of the scale to show the part of scale observed.



2. 稚魚のウロコの生成及び形状

採集標本に於けるウロコの発現は体長約35mm前後に於て観察された。幸内('33)松井('42)久保('49)氏等によれば夫々体長約40mm, 29mm, 34mmと異つた観察値を示して居るが、この異つた結果は夫々の観察材料及び観察方法等の相異によるものと考えられる。ウロコの生成状態は既に知られて居る如く最初尾柄部の側線近くに発現し、後、体の前部、上下に生成されて行く。そしてその生成初期の形状は circuli の形成無く楕円形をなす。circuli が形成されるに随い縦軸に伸長して成魚と同様な円形となる。circuli の最初1~2本は略々完全な環状をなすが、其後のものは露出部と被覆部との境界線近くで消失、不明瞭となる。ウロコの大さ、形は体の各部により異なる。特に尾柄部のものは成長するに随い縦軸に長い大小不揃、且左右不相称な形をなす。背鰭の基部と側線の間中部のものはその大さ、形状は比較的一定して居り、形も左右相称の円形となす。circuli は略々完全な同心円を連続的に形成するが中には途中で切断、合着等して不規則となるものもある。

3. ウロコの大さ及び Circuli 数と体長との関係

27年度の沿岸標本についてそのウロコの大さ及び circuli 数と体長との関係は第6図、第7図の如くで夫々比例的関係にある。松井氏は長期淡水飼育サケ稚魚についてウロコの大さは体長に比例する事を認めて居る。ウロコの大さと体長との関係式を求めれば

$$L = 69.09R + 12.27$$

但しL=体長 (mm)

R=ウロコの大さ (mm)

Fig. 6. Relation between size of scale and body length of young fry taken at sea coast in 1952.
○: Ishikari ●: Hamamasu × Yoichi and Furubira

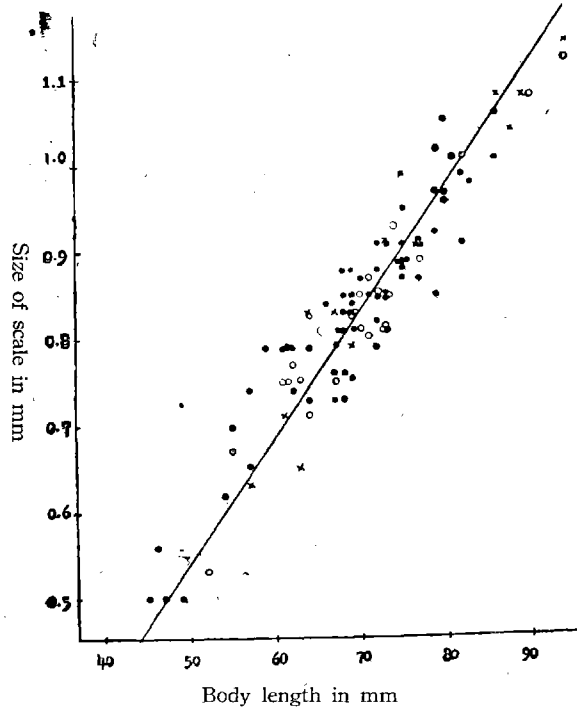
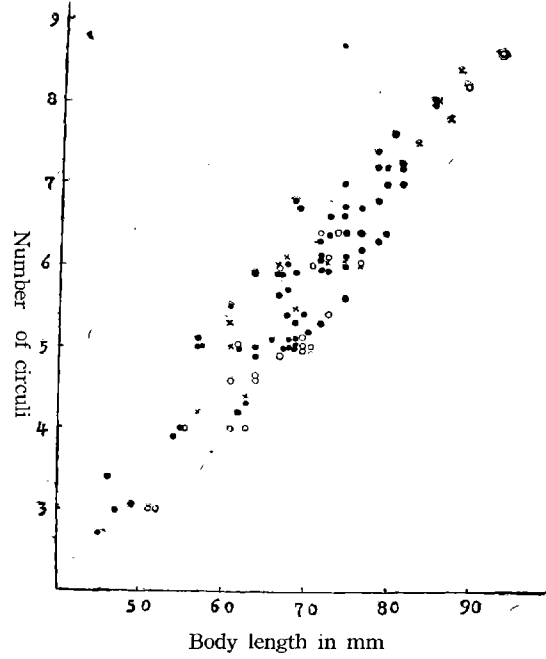


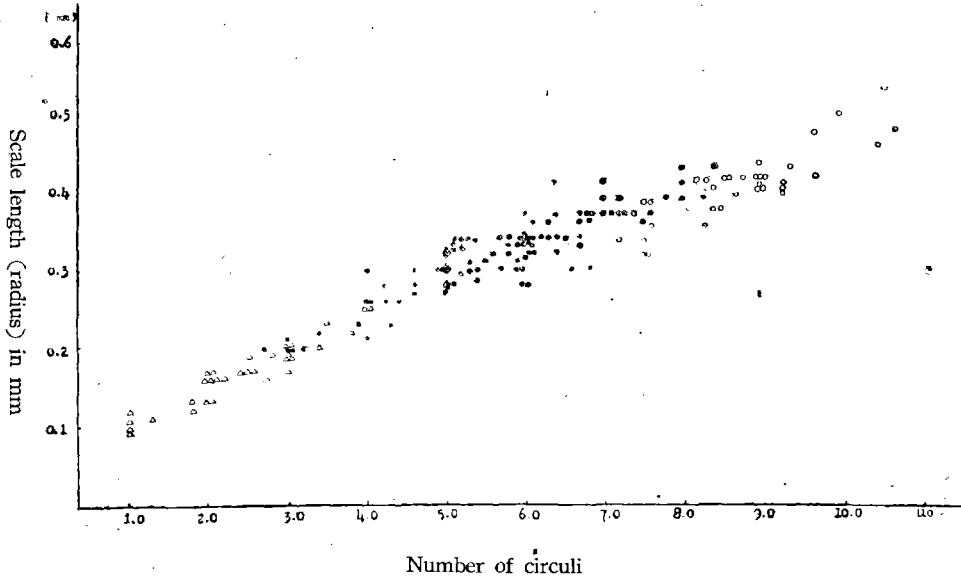
Fig. 7. Relation between number of circuli and body length of young fry taken at sea coast in 1952.
○: Ishikari ●: Hamamasu ×: Yoichi and Furubira



4. 親魚のウロコの中心部の密線帯と稚魚のウロコとの関係

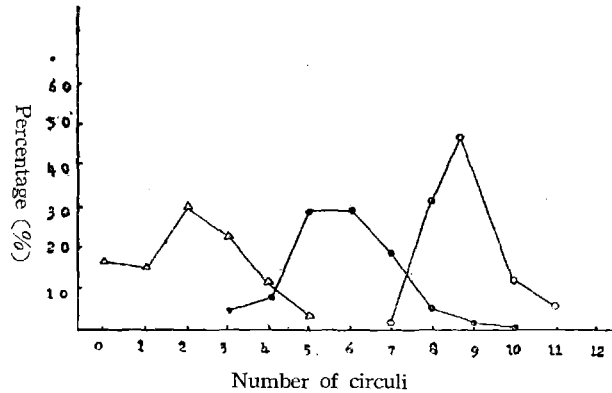
降海末期の6月中旬の河川内の標本と沿岸の標本並びに親魚のウロコの河川帯の circuli 数とウロコの径との関係は第8図に示された通りである。各々の circuli 数の度数分布を求めれ

Fig. 8. Relation between number of circuli and scale length (radius) in each group.
 △: in River ●: Sea ○: Adult fish



ば第9図の如くなる。その平均 circuli 数区間は95%の信頼度に於て河川地区 2.17 ± 0.33 , 沿岸地区 5.78 ± 0.12 , 親魚 8.82 ± 0.35 となり、各々の区間は重なり合わない。沿岸滞留中のものは未だ親魚のウロコの通称、河川帯なる部分迄に達して居らない事が知られる。尙又沿岸標本群は4月~5月中旬頃迄に河口を通過したものと推定され、その当時の標本体長分布(第2図参照)及びウロコの形成状態より見てその群はウロコの原因の発現乃至 circuli 数1~3本で海に出たものと考えられる。

Fig. 9. Frequency distribution of number of circuli in each group
 △: River ●: Sea ○: Adultfish



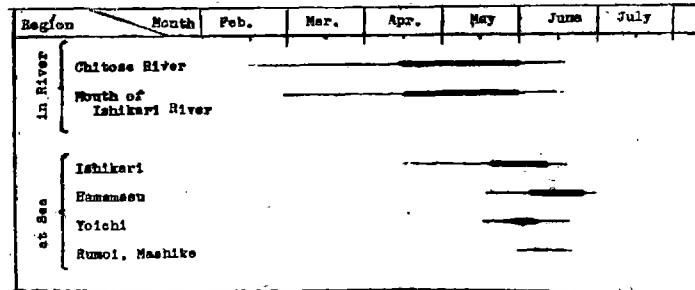
之等の事から親魚のウロコの中心部の circuli の密な部分を単に河川帯と称するのは妥当でない。即ち河川生活より海洋生活に移る際の環境変更に依つて生成されると云う説には充分考え直されるべき余地がある。親魚のウロコの circuli の密な部分より広い部分に移るのは稚魚時代の沿岸滞留期間の末期或は其の後に於て体長約80~100mmの頃形成されるものと推定される。一方又長期淡水飼育稚魚のウロコにも略々同部分に明瞭な circuli の密な部分の形成を観察されたものがあつた。松井('42), 幸内('33)氏等も同様な観察を認めて居り、この長期淡

水飼育稚魚に見られる現象と親魚のものとの間に一脈の関連があるのではなからうかと推測されるがその検討は後日に譲る。親魚のウロコの中心部の密線帯の成因は体成長時の生理的週期の変化によるものか、又その当時の直接的或は間接的な環境要因によるものかは今後の研究に俟ちたい。

V 稚魚の河川降下及び沿岸滞留状態

26年5月～7月、27年3月～7月の間沿岸に於ける標本採集及び調査票による調査と河川に於ける4回の移動調査の結果、稚魚の河川、沿岸滞留期間を略図すれば第10図の通りである。即ち、

Fig. 10. Period of stay of Young fry in various places.



上流地区:

通常千才孵化場に於て稚魚の孵化は12月頃より始まり翌年3月下旬頃終る。孵化稚魚は養魚池に收容され完全な臍囊吸収を待つて、4月下旬～6月中旬の間一齊に放流される。其の間養魚池は水温 2.0～3.0°C の低い河川水を使用するため一般にその発育は遅れるが早期收容の稚魚は3月初旬頃より一部養魚池より流出する。

4月初旬頃は未だ河水温も 2.0～4.0°C の低温で流下稚魚の行動は活潑でなく、分布も局部的で主として上流地区の沼沢地域は比較的水温の温い小川口などにウグイの稚魚 (体長 24～40 mm) 等と混在し、日中水温の上昇する時は浮遊し、水温低下の時は水底又は草木の蔭等に静止する。体長は27～34mm で斑紋も明瞭で大部分は臍囊を吸収して居るが中には腹部の完全に縫合して居ないものもある。5月初旬～中旬になると水温も 6.0～10.0°C に上昇し、雪融け水による増水で稚魚の降下は最盛期に達し沿線至る所に活潑な群游が認められる。体長は 27～40 mm、一部のものにはウロコの発現、生成が認められる。しかし 5月下旬の増水末期に於て往々沼沢地等の凹地に流入した稚魚は減水により取残され、終には斃死の憂身を見るものも少なくないと云われ、又灌漑溝用水取入のため流入する多数の稚魚も同様な運命に陥り易く、その対策として過去長年色々手段、方法が講ぜられて来たが水域の開発利用の強化にともない、益々考慮せられるべき問題となるであろう。6月中旬に至ると水温も 12.0～16.0°C に上昇し流れの緩やかな瀬などに僅かに小群を認められるに過ぎなく大部分降下する。

河口地区:

河口附近には通常2月下旬 (本年2月27日出現) になるとチカ地曳網に時折り散見される様になる。4月中旬頃まで水温も 3.0～5.0°C で稚魚は広く分散して居り曳網にチカ、ウグイ、其他の魚種と共に少々混獲される。5月上、中旬頃になると水温の上昇と増水とにより稚魚の数

も非常に多くなり、随所に活潑な群游が認められる。体長は 27~45mm, 斑紋は消失し一部にはウロコの形成が認められる。増水後の 6 月上, 中旬頃になるとチカ地曳網に混獲される稚魚数は著しく減少し、下旬には其の姿は没する。河口附近のチカ地曳網漁業は稚魚の降海盛期、即ち 4 月下旬~5 月下旬頃まで増水及び不漁のため、屢々その操業を中止する事多く稚魚の混獲の程度を充分知る事が出来なかつたが、その群游状態と増水後の状態並びに標本の分析とにより、増水期に集つた稚魚群は長期河口に滞留する事なく海に流下するものと考えられる。尙又石狩本流の天然発生状況は色々な都合で一貫した調査を行わなかつたが、たまたま 4 月 2 日の標本採集結果から相当量の天然発生と早期の成長及び流下が推察された。その標本群の体長は 29~43mm でウロコの前基の出現を認められるものもあり、同時期の千才川産及び音江孵化場産のものよりもその成長が勝れている事が知られた。

沿 岸:

河口附近に稚魚が現れる時期より少々遅れて 4 月下旬頃より河口附近の沿岸定置に見受けられる様になる。主として 5 月中旬~6 月下旬の間、石狩湾沿岸一帯に群游し定置網、曳網類に混獲される。通常この時期に用いる定置網類は主としてニシン、ホツケ、マス、其他カレイ類の雑魚を対称とした網目の大き 2~3 寸目のもので沖出し 200~600 間である。稚魚は普通の場合之等の網目を抜け混獲され難いがコナゴ、チカ、白魚等の小魚を対称とした小定置及び曳網類に時には非常に多量混獲され、その被害は非常に大きい。

混獲盛期は石狩地区 5 月下旬~6 月中旬、浜益地区 6 月上旬~下旬で濃厚な群游がある。(第 10 図参照) 余市、古平、留萌、増毛方面では 5 月下旬~6 月中旬の間、稚魚の群游が認められたが厚い洄游は見られなかつた。稚魚の混獲の度合はその時の気象状態、潮汐等に大きな関係を有する事が考えられる。混獲時期の稚移、混獲状況並びに成長状態より考察すれば、石狩河口を出た稚魚群には潮流、其の他により浜益方面に洄游するものと一部は小樽、余市方面に洄游するのであると推測される。そして体長約 60~100mm の大きに成長した頃、沖合に去るものと考えられるが石狩湾の詳細な海洋調査も行われておらず、しかも稚魚の洄游に関する調査そのものが多くの面で制約を受け最初の計画通り実施出来なかつたと云う事からして、詳細な論議検討は今後引続いて行われるべき調査研究の結果に俟ちたい。

文 献

- (1) 相川 広 秋 (1949): 水産資源学
- (2) 久保伊津男 水産資源学 東京水産大学
- (3) 久保伊津男 (1938): 遡河鮭の stoaak に関する研究 I 日本水会誌 vol. 6, No. 5, 262~265
- (4) 川上 四 郎 (1936): 鱗層比較研究より本邦産鮭の系統關係を論ず 北海道水. 試. 旬報. 328
- (5) 久保 達 郎 (1947~1949): 鱗相より見た鮭の生態. (1~2) 北海道水. 試. 報. vol. 2, No. 1, vol. 4. No. 2
- (6) 岡 田 雋 (1939): 銀鱗の生態. 動. 雜. vol. 51. No. 4.
- (7) 松井魁, 木暮岳彦 (1942): 水産生物の生長度. 第 3 報 淡水飼育に依る鮭稚魚の生長度. 水. 研. 誌 vol. 37.
- (8) 幸内慎次郎 (1933): 鮭稚魚の鱗の研究. 千歳鮭鱗孵化場試. 報. I
- (9) 平松 達 男 (1949): 当歳鯉の成長と鱗紋形成との関係 福岡県水. 試. 報.
- (10) EDWIN L. COOPER 1951 Validation of Scales of Brook Trout, *salvelinus fontinalis*. for Age Determination. Copeia, No. 2.