HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	小川におけるサクラマスONCORHYNCHUS MASOU幼魚の生態に関する一知見
Author(s)	小坂, 淳; 石田, 昭夫
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 20(2), 65-74
Issue Date	1969-08
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23381
Type	bulletin (article)
File Information	20(2)_P65-74.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

小川におけるサクラマス *ONCORHYNCHUS MASOU* 幼魚の生態に関する一知見*

小 坂　　淳**・石 田 昭 夫***

A Note on the Ecology of Juvenile *Masu* Salmon, *ONCORHYNCHUS MASOU* in a Brook.

Sunao KOSAKA and Teruo ISHIDA

Abstract

A study on the distribution, emigration, growth, precocious maturity and abundance of juvenile *Masu* salmon, including both, hatchery-cultured and naturally spawned fish, was made in a small brook near Hakodate, Hokkaido.

Most of the hatchery-cultured fry, liverated in the section II, moved to the upstream during the period from late April to early June. A tendency of further movement to the upstream was also recognized in a small number of the hatchery-cultured fish during this period. Both groups of fish were distributed more or less evenly in the brook.

The naturally spawned fish were larger in size than the hatchery-cultured fish until early July, thereafter the latter showed a larger growth than the former. The size of the fish belonging to two groups became approximately equal in September. Their specific growth rate decreases gradually as the fish grows.

The percentage of precocious males, captured in the brook, in the month of September, was found to be 36.8% of the total capture.

Abaundance of fish in the brook was estimated from the recaptured of the marked fish.

緒　　言

サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の幼稚魚期の生態に関する研究は比較的少ない。石田[1] は函館市の郊外にある小川におけるサクラマス幼魚の分布移動を調べ，6月下旬以降は，小川全体に分散が終り定住していると報告している。しかし，かれはそれ以前の時期のものについては観察していない。

早期のサクラマスの稚魚には，ギンザケ (*O. kisutch*) の稚魚の nomad と呼ばれているグループ[2]

* 本報告は 1968 年 11 月 21 日　日本水産学会北海道支部大会（於北海道大学水産学部）で要旨を講演発表した。

** 北海道大学水産学部七飯養魚実習施設
(*Nanae Fish-Culture Experimental Station, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

*** 遠洋水産研究所北洋資源部
(*Northern Pacific Fisheries Resources Section Far Seas Fisheries Research Laboratory, Hakodate*)

にみられるような下流への移動があるかもしれないし，ないとしても産卵床から浮上した稚魚には定住性を示すまでに何らかの移動分散が現われるものと予想される。この点をあきらかにするため，飼育されていたサクラマスの稚魚を小川に放流し，既にその小川に生息していた天然産の魚とあわせ，それらの生態を観察した。

移動から定住へ等の生態的変化も，基本的には発育過程に特有に現われる生活内容の変化と考えられるので，観察の際には，発育のどの段階に移動あるいは定住が認められるのかについて留意した。

観察の結果，分布移動や成長などについて若干の知見を得ることができたので，ここに報告する。

材料及び方法

移殖放流されたサクラマスの稚魚は，1967年9月29日に北海道さけますふ化場尻別事業場から受精卵として北海道大学水産学部七飯養魚実習施設に運ばれ，11月10日前後にふ化し，その後実験室内で飼育されていた同腹の魚である。

移殖放流は1968年4月22日に行われた。放流された魚は実験室から約25km離れた小川まで車で運搬され，放流の直前にヒレ切除の方法によって標識が付けられた。152尾の魚は脂ビレが切除され，16尾の魚は各々の個体が識別され得るように組合されたヒレ部位が切除され，合計168尾の個体が放流された。このときの魚の大きさは体長（尾叉長）3.1cmから4.3cmまでの範囲で，平均3.9cmであった。

採捕の方法並びにその際の取扱いは，石田[1]に準じて行われた。魚は袋状の手網で採捕され，計測されてから標識が付けられて再び放流された。6月10日の一回目の調査の際に，標識の付いた移殖放流された魚の他に，無標識の魚が採捕されたことから天然に発生したサクラマスの幼魚が生息していることがわかり，それ以降天然産の魚も観察の対象に加えられた。

サクラマスでは，当才魚の秋に，成熟するものが生ずるとされている[3]。そのような早熟な雄魚の出現の状態を知るため，別に精巣を組織学的方法で詳細に調べているが，この研究では成熟しているか否かは9月の調査のときに，採捕された魚の腹部をおして放精するか否かによって判定した。

観察の行われた小川は，函館市の郊外にある瀬戸川で，その概況は既に述べられている[1]ので，ここでは新たに設定された観察区域に対しての説明を簡単に行なう。

Fig. 1に示されているように，小川が下流から上流に向って5つの区域に（I～V）分けられた。最下流の区域Iは川口から約300m上流までの範囲で，川口近くの流域では函館空港の拡張工事が行なわれていた。この区域の川は水田地帯のほぼ中央部を流れている。区域IIの流域は，沢の北東側の丘陵に接近している部分が多く，一部だけが反対側の丘陵に迫っている。流域が丘陵のがけに接しているところでは川床が岩盤状で，概して小さな淵と瀬が連続しており，その他の流域は砂礫で早瀬の部分が比較的多くなっている。この区域の流域の長さは843mである。区域IIとIIIの分岐点から流域の位置が変り，そこから上流域では西側に丘陵が連らなり，反対側に水田がひろがっている。区域IIIは428mの流域で，その上の361mの流域が区域IVとして設定されている。区域VのIVと接する部分で護岸工事が行なわれていて，そこに仮設のダムが造られていた。区域Vは流域の左岸沿いに，約500mにわたって農道があり，その上流はいわゆる山地の渓流型から源流型へと変化している。

最初に魚が放流された場所は区域IIの上流部で，区域IIIとの境界から約25m下流のところである。

今回の観察は主として区域II～IV間で行なわれ，IとVでは副次的になされた。区域II，III及びIVの川の景観は基本的には同じで，川巾（約1.5～2.0m）及び水深でも区域間で差異は認められない。小川の水温は，4月22日（13：00）が16.3°Cで予想以上に高く，7月2日（15：30）が21.5°C，

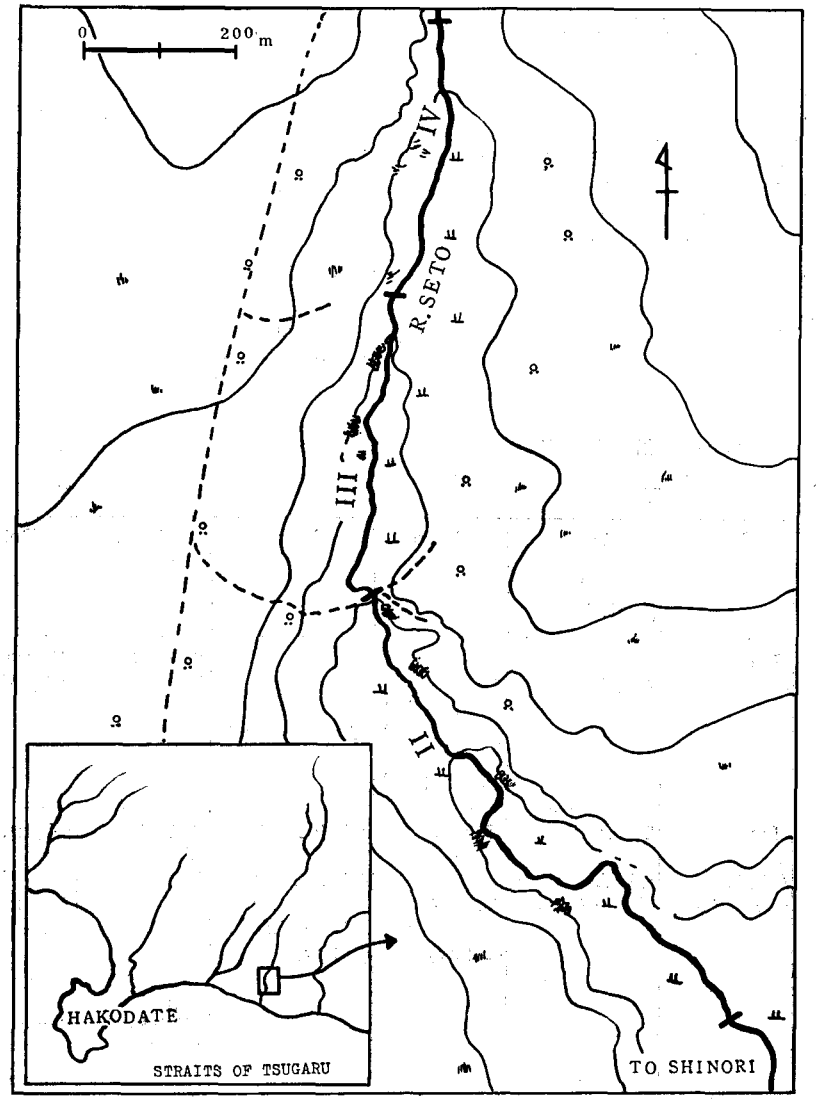

Fig. 1. Location of the brook (R. Seto) and the experimental sections of the brook

8月5日 (9：50) が 21.8°C そして9月6日 (14：25) が 17.5°C で，夏季の間 20°C を上まわる日が相当にあったものと推定される。

結　　果

採捕並びに標識放流—再捕

各々の時期に採捕された移殖放流の魚と天然産の魚の各区域別の個体数並びにその百分率が Table 1 に示されている。移殖放流された魚についてみると，6月以降どの時期も区域 III で採捕された魚が他の区域で採捕されたものより相対的に多くなっている。これに対し，天然産の魚は区域 II で採

Table 1. Number of captured juvenile *Masu* salmon.

Date	Section / Group	II		III		IV	
		Number	Per cent	Number	Per cent	Number	Per cent
June 10	Hatchery-cultured fish	19	(44)	20	(47)	4	(9)
	Naturally spawned fish	56	(49)	37	(33)	20	(18)
July 2	Hatchery-cultured fish	5	(15)	20	(61)	8	(24)
	Naturally spawned fish	80	(74)	11	(10)	17	(16)
Sept. 6	Hatchery-cultured fish	6	(30)	10	(50)	4	(20)
	Naturally spawned fish	43	(64)	14	(21)	10	(15)

Table 2. Number of marked and recaptured juvenile *Masu* salmon.

Date \ Section	II		III		IV	
	Catch	Release	Catch	Release	Catch	Release
Apr.-22		Ad=152 (Indiv.)=16				
June-10	Non=56 Ad=19	D=56 Ad+D=19	Non=37 Ad=15 (lP)(lV+Ad) (D+Ad+lV) (rV+Ad) (rP+D+Ad)	rV=37 Ad+rV=15 Same to catch	Non=20 Ad=4	lV=20 Ad+lV=4
July-2	Non=56 D=24 Ad+D=4 (Ad+lV+rV)	D+hA=80 Ad+D+hA=4 (Ad+lV+rV)	Non=7 rV=4 Ad=12 Ad+rV=5 Ad+D=2 (D+rV)	rV+hA=11 Ad+hA=12 Ad+rV+hA=5 Ad+D+hA=2 (D+rV)	Non=14 lV=3 Ad+lV=1 Ad=5 Ad+D=2	lV+hA=17 Ad+lV+hA=1 Ad+hA=5 Ad+D+hA=2
Aug.-5					Non=8 lV+hA=2 Ad=3	Same to catch
Sept.-6	Non=34 D=5 D+hA=3 Ad+D=3 Ad=3 lV=1	Same to catch	Non=11 rV=3 Ad=3 Ad+rV=3 Ad+D=2 Ad+hA=1 (D+rV)	Same to catch	Non=10 Ad=3 Ad+rV=1	Same to catch

Abbreviations:

Non=no marking.
Ad=adipose fin clipping,
D=dorsal fin clipping,
lP=left pectoral fin clipping,
rP=right pectoral fin clipping,
lV=left ventral fin clipping,
rV=right ventral fin clipping,
Abbreviations in parentheses: inidivdual marks with clipping of one or three fins.

捕されたものが多い。

ここで移殖放流した魚の6月の分布の状態が注目される。4月22日から6月10日までに，移殖放流した魚の半数以上の個体が上流，特に区域IIIに移動したことがそれからわかる。更に区域IIの同じ流域内においても，6月の採捕の際に，放流地点より下流では僅か7尾しか再捕されていない。これらのことから，移殖放流した魚の大半は，この期間に，放流地点より上流へ向って移動したと云える。

なお，天然産の魚も含めた移動の状況の詳細は標識放流—再捕の結果（Table 2, Fig. 2）から知ることができる。6月10日並びに7月2日に採捕された魚には，Table 2に示しているような部位に標識があらたに付けられた。7月2日の調査の際に，区域IIで無標識の魚が56尾，背ビレ切除の魚が24尾，脂ビレ及び背ビレ切除の魚が4尾そして個体別標識の魚が1尾採捕された。区域IIIでは，無標識の魚が7尾，脂ビレ及び右腹ビレ切除の魚が5尾，脂ビレ及び背ビレ切除の魚が2尾そして個体別標識の魚が1尾採捕され，区域IVでは無標識の魚が14尾，左腹ビレ切除の魚が3尾，脂ビレ及び左腹ビレ切除の魚が1尾，脂ビレ切除の魚が5尾そして脂ビレ及び背ビレ切除の魚が2尾採捕された。これらの結果から，この期間には，天然産の魚は区域相互間を移動しなかったものと推察される。一方，移殖放流された魚では極めて少数ではあるが，この期間に区域IIから上流に移動したものがある。

8月2日に川の状況を観察しながら区域IVの上流で採捕を試みたところ，7月2日の際とほとんど同じ分布状態が認められた。

9月6日の観察の際には，川の状態が前回までと部分的に幾分異なっていた。それまで淵であったところが数ケ所埋められたりしていた。採捕された魚をみると，移殖放流魚では7月2日から9月6日までの間に区域間を移動したと云いきれる魚は再捕されておらず，6月あるいは7月に標識を追加されなかった脂ビレの無い個体が各区域でそれぞれ3尾再捕されている。天然産の魚では6月10日に区域IVで標識された左腹ビレ切除の1個体が下流の区域IIで再捕されている。これは天然産の標識を付けた魚が他の区域にまで移動した唯一の例である。しかしながら，これはたまたま偶然的に

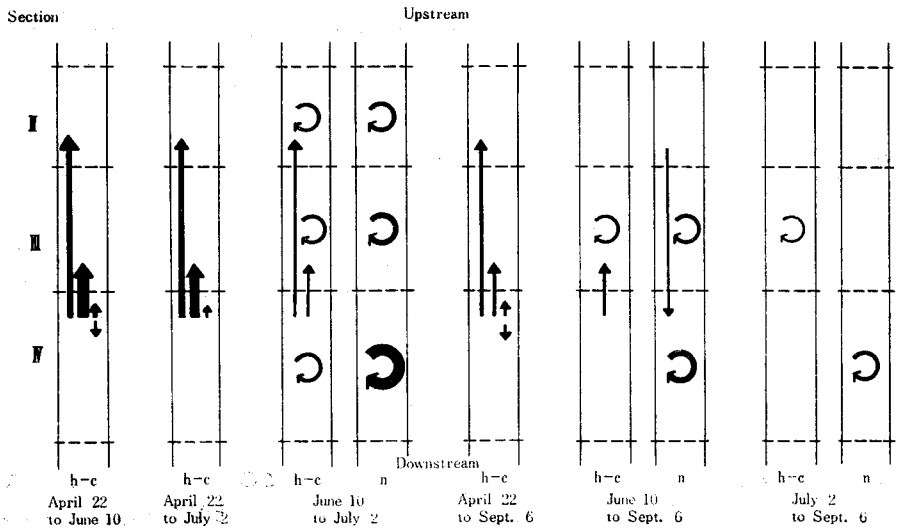

Fig. 2. Diagrams showing the migratory course of the marked fish; abbreviations: h-c=hatchery-cultured fish, n=naturally spawned fish

Table 3. Fork length and specific

Group / Section / Date	Hatchery-cultured fish								
	II			III			IV		
	Fork length		Specific growth rate	Fork length		Specific growth rate	Fork length		Specific growth rate
	Range	Mean		Range	Mean		Range	Mean	
April 22	3.1- 4.3	3.9							
June 10	5.5- 7.8	6.8	(5.0)	5.9- 7.7	6.8	(6.4)	5.7- 6.9	6.7	(6.9)
July 2	6.7- 9.8	8.0	(3.5)	6.0-10.0	8.4	(3.6)	8.1- 9.0	8.4	(2.5)
Sept. 6	10.2-12.0	11.2		10.7-14.8	11.8		10.1-11.4	10.7	

現われたことかもしれないし，このことだけで天然産の魚には下流へ移動する性質があるとは云えないであろう。

以上の外に，区域 I と V で行なった副次的調査の採捕魚の中には，区域 II, III 及び IV で標識された魚は認められなかった。ただし，区域 II で 1 年魚が 1 尾採捕されているが，資料の取扱いからは省いてある。

成 長 の 経 過

採捕されたときの魚の体長範囲並びに平均値及び頻度分布が Table 3 及び Fig. 3 に示されている。放流時の 4 月 22 日に 3.1cm から 4.3cm の体長範囲であった移殖魚は，6 月 10 日に 5.5cm から 7.8 cm，7 月 2 日に 6.0 cm から 10.0 cm までの範囲に成長した。天然産の魚は，6 月 10 日に 5.9 cm から 9.9 cm であったのが，7 月 2 日には 7.0 cm から 12.3 cm までの範囲に達していた。その後，9 月 6 日には，移殖放流魚の体長範囲は 10.1 cm から 14.8 cm までとなり，天然産の魚の 8.6 cm から 16.5 cm までの体長範囲に包含されるようになった。即ち，移殖放流された魚の成長の変異の巾は天然産の魚のそれに比べ小さなまま経過した。

成長過程を知る目安として，平均値を用いて各期の比成長率が求められた (Table 3)。6 月から 7 月にかけての区域 II の移殖放流魚の比成長率が，その間の同じ区域における天然産の魚のそれより小さかった他は，いずれも移殖放流魚の比成長率が当該の天然産の魚のそれより大きな値を示した。季節的に変動をみると，両者ともに 6 月から 7 月にかけてその率が大きく，7 月から 9 月にかけて小さくなっている。そして，4 月から 6 月にかけての移殖放流魚の比成長率が 8.3 (cm/cm/week) と云う値であることからして，少なくも，このような小川におけるサクラマス幼魚の成長過程は，春の小型の時期に良く，夏から秋にかけて魚が大きくなるにしたがって比成長率が低下する傾向にあるとみなされる。

早 熟 な 雄 魚 の 出 現 率

9 月 6 日の観察の際に放精した雄魚の数は，移殖放流魚の場合，採捕数に対し区域 II で 33.4%，区域 III で 50%，また天然産の魚の場合，区域 II で 30.0%，区域 III で 35.7% といずれも高い値を示していた。これら全体の早熟雄魚の出現率は 36.8% であった。この値は，カラフトの河川では早熟雄魚は雄魚全数の 0.7% であるという報告[4] に比べはるかに大きなことがわかる。どのような機構でもって，このような結果になるのかについては今後追求する予定である。

成熟魚の体長は，雌魚が主と思われる非成熟の魚のそれより大きい傾向にある (Fig. 3)。

growth rate (cm/cm/week x100)

Naturally spawned fish								
II			III			IV		
Fork length		Specific growth rate	Fork length		Specific growth rate	Fork length		Specific growth rate
Range	Mean		Range	Mean		Range	Mean	
6.5- 9.9	8.2	(5.4)	5.9- 9.6	7.6	(5.7)	5.9- 9.2	7.7	(4.5)
7.3-12.3	9.7	(1.9)	7.9-12.0	9.1	(2.3)	7.0-10.9	8.9	(2.2)
8.8-16.5	11.7		8.6-16.1	11.4		9.3-15.0	10.9	

生息数の推定並びに移殖放流した魚の残存の割合

6月10日の標識放流魚と7月2日の採捕魚の値 (Table 2) から，生息数の試算が行なわれた。計算にはペターソン法が用いられた。天然産の魚の場合には，区域間の移動がなかったものとして区域別に，一方移殖放流した魚では，全体の個体数で計算されてから6月10日のときの各区域の採捕の比率の割合に配分する計算がなされた。

その結果，移殖放流魚の場合，区域IIに44尾，区域IIIに48尾そして区域IVに9尾が生息していたことになり，これに対し天然産の魚の場合は，区域IIに131尾，区域IIIに65尾及び区域IVに93尾の各々が推算された (Table 4)。

移殖放流した魚の6月10日の生息推定尾数101尾は，4月の放流当初の168尾の60.1%に当り (Table 4)，この割合を表示の別の方程式で求めてみても60.3%とほとんど同じ値が得られた (Table 4)。

論　　議

得られた結果から，小川における今回の移殖放流魚と天然産の魚の分布移動には差異があると云えるであろう。6月上旬の分布状態 (Table 1, 4)，それ以降の少数の移殖放流魚の上流への移動 (Table 2, Fig. 2) はそれを示している。石田[1]は同じ小川で天然産の魚のみが生息している状態のもとで，6月下旬以降かなり安定した定住性を認めながらも，なお一部の個体が上流へ向って移動したと述べている。それは今回の移殖放流魚のうちの上流へ移動したものと現象的に一致している。従って，移殖放流魚と天然産の魚にみられた分布移動の差異を単に移殖放流した魚と天然に発生した魚との違いによって起きたのだとは云い切れない。

6月10日の各区域における生息推定尾数をその流域の単位長さ当りに換算してみると，どの区域の場合も，1m当り0.2尾から0.3尾までの範囲の値が得られる。これを相対生息密度と考えるとすれば，それは比較的低い値のように思われる。同じ区域内にあっては，多少魚の集りの状態に粗密が認められるものの，区域IIから区域IVまでほぼ平均に分布していたことは，今回観察された移殖魚の上流への移動が密度調整的な意味における分散のために一定の役割をはたしたことを示すものと考えられる。

サクラマスの幼魚の外にも，河川生活をするサケ・マス類があり，それらの中にも上流へ向って移動する場合のあることが知られている。例えば，White[5]はカワマスの稚魚を小川に移殖放流した際に，下流へ移動するものがあるが同時に，一部の個体は上流へ向って移動したと述べ，Huntsman[6]は，

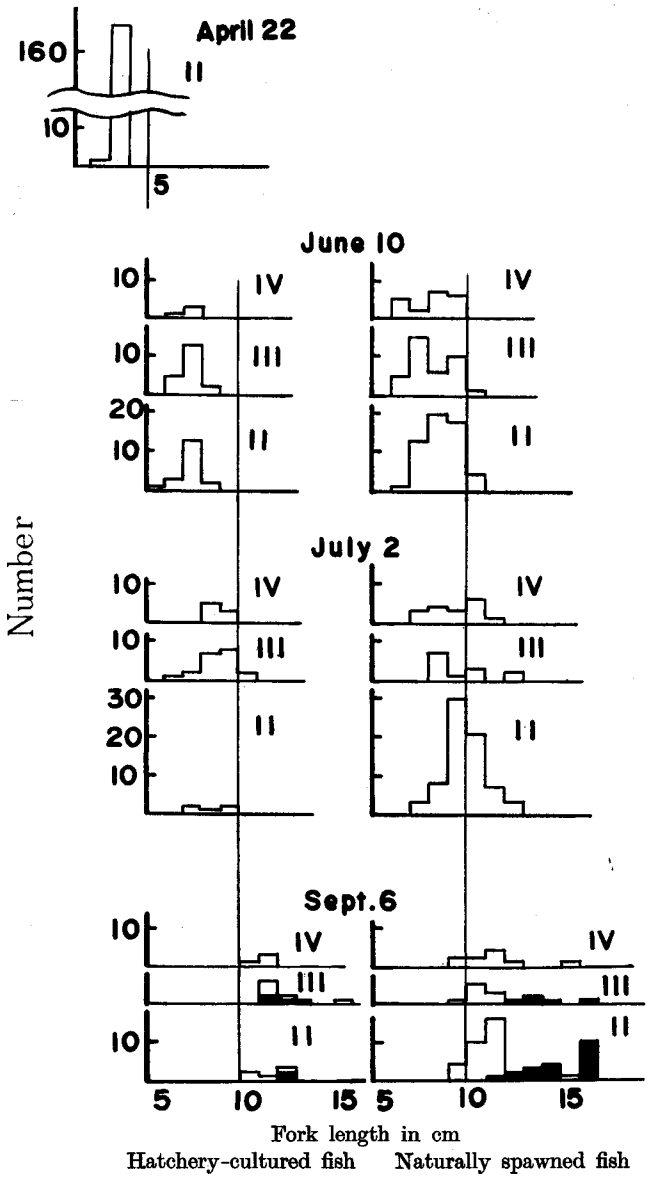

Fig. 3. The frequency distribution of fork length of juvenile fish captured at every section of the brook; black part=precocious male parr

また，Margaree river の小さな支流に向っての *Salmo salar* の幼魚の移動を観察している。しかしながら一般には Chapman[2) 7)] がギンザケで観察している nomad のような下流への移動が普通の分散の型と考えられている[8)]。

今回の場合，ギンザケの nomad のような下流への移動があるかもしれないという初めの予想に反して，移殖放流した魚では多くが上流へ向って移動した。このことは，サクラマスのように幼魚期に

Table 4. Stock size on June 10 and survival rate of the hatchery-cultured fish during the period from April 22 to June 10.

Section / Group	II	III	IV	Total
Hatchery-cultured fish	44	48	9	101
Naturally spawned fish	131	65	93	289
Ratio of stock size	$\frac{101}{168^*}\times 100=60.1$ (%)			
Algebraic method	$(168x-43^{**}):43=19^{***}:14^{****}$ $x=60.3$ (%)			

*; fish liberated on April 22, **; hatchery-cultured fish recaptured on June 10, ***; hatchery-cultured fish recaptured on July 2,which were not marked on June 10, ****; hatchery-cultured fish recaptured on July 2,which were marked on June 10.

河川内で定住性を示す魚では，便宜的に設けられた今回の II～IV の観察区域のように，同じ河川形態の景観を示す範囲では，上流あるいは下流の区別なく定住する時期へ移行する際にすみ場所を有利に利用するかたちに移動分散が起ると考えるのが妥当であろう。

移動分散の時期も，例えば降海行動が Smolt の段階に生ずると同じように，発育過程の一定の段階に集中的に現われるであろうと考えられる。4月22日に放流された際の移殖放流魚は大きさからすると Fry の段階[9]であり，Krykhtin[10] の云う‘水深の浅い場所での稚魚の生育のエタップ’に相当しているが，6月10日には，かれらは Parr の段階[9]に，Krykhtin[10] の‘川の深い部分での幼魚の生育のエタップ’に達している (Fig. 3)。6月10日の天然産の魚の大きさを移殖魚のそれと比較すると，前者の方が後者より相当大きい (Fig. 3) ので Fry から Parr への移行もより早く起っているものと推定される。これらのことから，移殖放流魚の移動が4月22日から6月10日にかけ多くみられることを考えると，分散のための移動は Fry の段階から Parr への移行期にかけて主に現われるものと判断される。天然産の魚については6月以前の観察が欠けており，また移殖放流魚に比べ発育が進んでいたものと思われるので，更にもっと早い時期のものについて検討を加える必要がある。

要　　約

飼育されていたサクラマスの稚魚を函館市の郊外にある小川に標識放流し，天然産の魚とあわせて，分布移動，成長の経過並びに成熟等について調べた。

1) 移殖放流した魚は，4月22日から6月10日までの間に，その大半が上流に移動した。その後7月2日までの間にも，少数の個体が上流に移動したが，天然産の魚は移動しなかったものと推定される (Table 2, Fig. 2)。

2) 移殖放流魚は，初め天然産の魚より小さいが，9月には両者ともほぼ同じ同きさになった (Table 3, Fig. 3)。比成長率は春に大きく，時期が進み魚が大きくなるに従いしだいに小さくなる傾向を示した (Table 3)。

3) 早熟な雄魚の出現率は 36.8% であった。

4) 6月10日の生息数を推定した (Table 4)。移殖放流した魚の4月から6月にかけての残存の割合は約 60% であった。

本研究を進めるに際し多大の便宜とご指導を与えられた北海道大学水産学部久保達郎助教授，並び

に取まとめに当りご指導をいただいた北海道大学水産学部山本喜一郎教授に対し厚く感謝の意を表する。野外の調査に援助を与えられた北海道大学大学院生菅野泰次氏並びに東海区水産研究所和田一雄氏に対し御礼申し上げる。

文　　献

1) 石田昭夫 (1967). 小川のヤマベ (*Oncorhynchus masou*) の分布移動および生息数についての一観察. 北海道区水産研究所報告 (33), 1-8.
2) Chapman, D.W. (1962). Aggressive behavior in juvenile coho salmon as a cause of emigration. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **19** (6), 1047–1080.
3) 大野磯吉 (1933). 北海道産サクラマスの生活史. 鮭鱒彙報 **5** (2), 15-26.
4) Volovik, S.P. (1963). Matjerialy po biologii mologi simy *Oncorhynchus masu* (Brevoort) njekotorykh rjek Sakhalina. *Voprosy Ikhtiologii*. Tom III, **3** (28), 507–512.
5) White, H.C. (1924). A quatitative determination of the number of survivous from planting 5,000 trout fry in each of two streams. *Cont. Can. Biol.* **2** (9), 137–149.
6) Hunthsman, A.G. (1945). Migration of salmon parr. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **6** (5), 399–402.
7) Chapman, D.W. (1965). Net production of juvenile coho salmon in three Oregon streams. *Trans. Am. Fish. Soc.* **94** (1), 40–52.
8) Northcote, T.G. (1967). The relation of movements and migrations to production in freshwater fishes. pp. 315–344. In Gerking, S.D. (Ed.), The Biological Basis of Freshwater Fish Production. *Blackwell Scientific Pub. Oxford and Edinburgh.*
9) 久保達郎・小坂　淳 (1964). 池中飼育されたサクラマス幼魚の成長について. 日本水産学会講演発表.
10) Krykhtin, M.L. (1962). Matjerialy o rjechnom pjeriodje jizni simy. *Izvestija Tinro.* **48** 84–132.