

ヤマメの産卵習性について

木 村 清 朗

(1972年3月13日受領)

On the Spawning Behavior of the Fluvial Dwarf Form of Masu Salmon, *Oncorhynchus masou*

Seirō Kimura

Observations on the spawning behavior of the fluvial dwarf form of masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Brevoort), were made in the Ishido-dani, a tributary of Hitotsuse River in Miyazaki Pref., in the autumn of 1957 and 1969. During the spawning season from the last part of October to the first part of November, the water temperature was 13.5–15.5°C and the spawning act of a female and several males was observed usually in the pool-end.

In the male group the hierarchy of peck-right type is recognized according to their body sizes and the largest one mates with the female. The paired male immediately drives subordinate males away if they attempt to approach the female. The female defends her site from invaders such as males which are smaller than herself or another female which tries to dig the site of the paired female. The feeling and/or crouch (Fig. 6 C and D) of the female is thought to be the signal posture that causes courting of males, and when the paired male is in the similar posture, homosexual courtship of another smaller male is occasionally observed. As the female repeats digging movement at the rate of twice a minute, a shallow depression is made in which the oviposition occurs. At the oviposition, 30–100 eggs are shed into the crevices of gravel remained in the center of the depression. In the postspawning stage only the female remains on her redd and she covers the eggs with sand and smaller gravel of the upstream part from the depression. Several hours after the first oviposition, the males appear again near the female which is making another depression at about 20 cm upstream place from the previous one, and they repeat the same acts as they did in the first prespawning stage. The next oviposition is usually observed 25–30 hours after the first one. Three or 4 days are necessary for 2 or 3 times of oviposition.

(Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka shi, Japan)

ヤマメは主として山間の渓流に生息する普通全長 25 cm 以下の小型のサケ科魚類で、北日本に分布する大型の降海性サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) と同じ種に属する。北海道、東北地方のヤマメ(ヤマベ)の雌はほとんどが降海してサクラマスになり、雄の一部のみが河川内で成熟するとされている(大野, 1933 a,b; 大島, 1957)。しかし、この研究を行なった九州では、ヤマメは雌雄共に河川内で成熟産卵し、サケ科魚類の幼期特徴である parr marks を生涯体側にとどめている(Fig. 1 A, B)。

筆者は河川性サケマス類の生活史研究の一環として、昭和 32 年と 44 年の秋に、宮崎県の一つ瀬川源流で、ヤマメの産卵習性を観察したので、その詳細を報告する。

場所と方法

観察は宮崎県児湯郡西米良村上米良字槇ノ口地先の石堂谷でなされた (Fig. 2)。この渓流は石堂山(海拔 1547 m)に源を発し、槇ノ口で米良川に合流する約 4 km の流程で、禁漁区に指定されている。この合流点より約 400 m 上流に宮崎県営の米良養魚場があり、さらにそこより約 1 km 上流にある落差 10 m 程の滝が魚止めとなっている。

調査は米良養魚場を根拠にして、米良川合流点とこの滝の間で行なった。この水域の川幅は 1~15 m で、早瀬と淵が交互に連続し、流れは比較的速く水も清澄である。年間の最高水温は約 20°C で、冬季も 5°C を下ることはある。この調査水域の全域にヤマメとタカハヤ

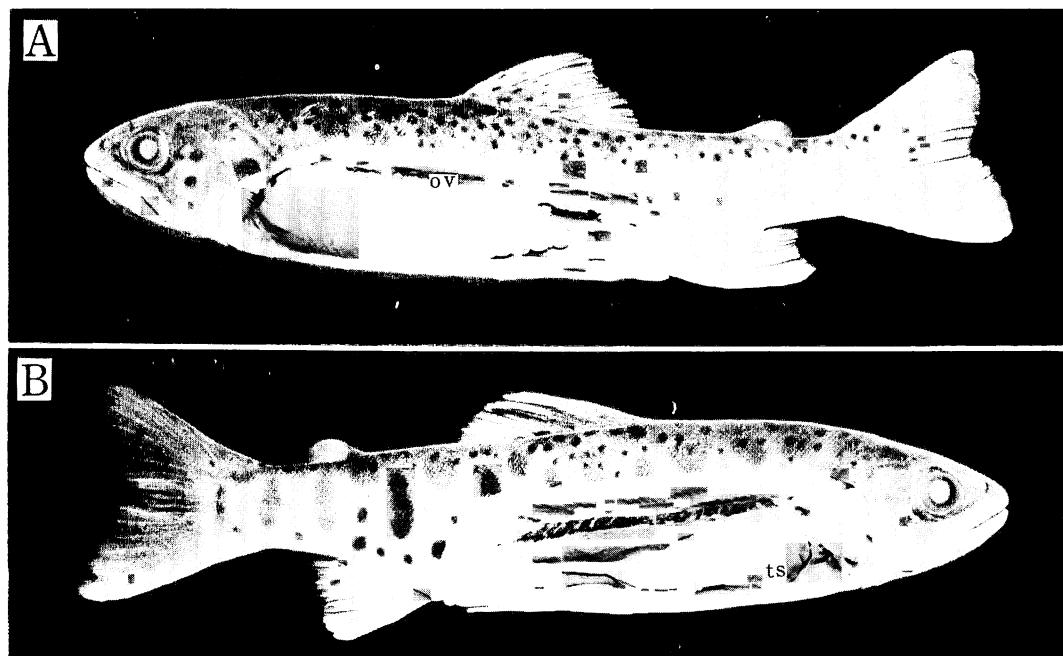


Fig. 1. The fluvial dwarf form of masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Brevoort), caught in the Ishido-dani on September 16, 1957. The parr marks remain even in the mature specimen. A. Female, 22.7 cm in total length, and its ovary (ov). B. Male, 19.1 cm, and its testis (ts).

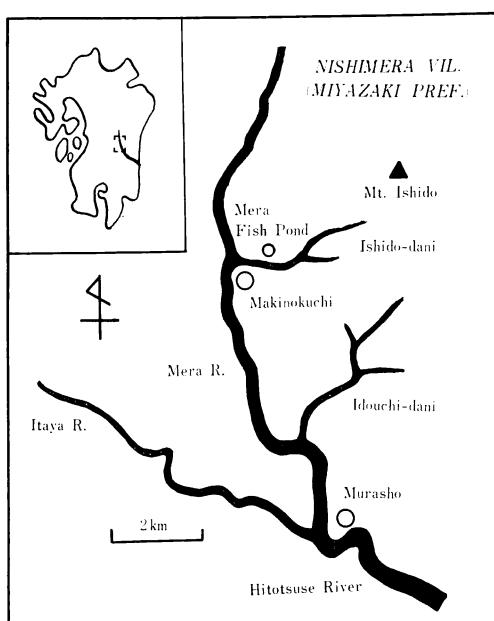


Fig. 2. Map representing the Ishido-dani joining the upper reaches of Hitotsuse River. 'dani' means a mountain stream in Japanese.

Moroco steindachneri jouyi (Jordan and Snyder) が多くすみ、養魚場付近より下流には移植されたニジマス *Salmo gairdneri* Richardson もみられた。

産卵床と産卵行動の調査は昭和 32 年秋に行ない、さらに詳細な行動の観察と写真撮影は、昭和 44 年秋に実施した。観察は肉眼あるいは 7 倍の双眼鏡により撮影は 200 mm 望遠レンズを装着した 35 ミリ 1 眼レフによった。

産卵期

昭和 32 年秋には、10 月下旬より 11 月上旬にかけて、ヤマメの産卵行動がみられた。筆者が観察を始めた 1 月 23 日には、新しく作られた産卵床 2 カ所と産卵行動中の雌雄 1 組を認めた。ほぼ全域で産卵行動が多くみられたのは、10 月 25 日より 11 月 5 日の間で、この頃が産卵の盛期と思われた。しかし、10 日以降には雌雄による行動はもうみられなかった。なお、このヤマメの産卵期は、この地方における紅葉の初期から盛期にほぼ相当する。

産卵床

ヤマメの産卵床は、九州では「すり場」あるいは「瀬

Table 1. Physical characters of spawning redds of the fluvial dwarf form of masu salmon, *O. masou*, in the Ishido-dani.

Redd No.	Length	Width	Depth	Size of gravel	Velocity	Site
1	120 cm	30 cm	10-15 cm	2-3 cm	35 cm/sec	Pool-end
2	—	40	15-30	1-5	20	Pool-end
3	100	40	25-30	—	—	Pool-end
4	100	70	10-30	2-4	—	Pool-end
5	135	60	10-25	—	10	Pool-end
6	60	30	15-20	—	20	Pool-end
7	55	30	10-15	1-5	25	Riffle-side
8	70	50	30-40	0.5-4	—	Pool-end
9	120	50	25-30	0.5-4	10	Pool-end
10	140	60	20-30	1-5	20	Pool-end
11	150	100	0-25	2-5	10	Riffle-side
12	150	100	10-25	1-5	20	Pool-end

「すり場」と呼ばれている。筆者の観察によると、産卵床は長径 55~150 cm、短径 30~100 cm の橢円形の範囲に砂礫が盛りあがっており (Fig. 3)、普通の川底に比して白くなっている。これらの大きさと環境条件を Table 1 に、縦断面を Fig. 4 に示した。産卵床の中には通常 1~3 卵群が認められ、1 卵群の卵数は 30~100 粒であった。

このような産卵床は、九州の河川ではヤマメが通常生息する水域の全般にわたってみられるので、産卵に際してヤマメは大きな移動はしないと思われる。昭和 32 年秋には調査水域において、55 例の産卵床を観察し、このうち 35 例は淵尻の礫底に認められ、その下流は早瀬か低い落ち込みになっていた。他の 20 例は瀬わきの淀みか落ち込みの横にみられた。このような産卵床は翌年秋の観察でも、ほぼ同じ場所にみられ、12 年後においても川底が変わらない限り同様であった。なお、この渓流ではニジマスも 2 月頃ほとんど同じ場所で産卵した。



Fig. 3. Spawning redd of the fluvial dwarf form of masu salmon. Water flowing from right to left.

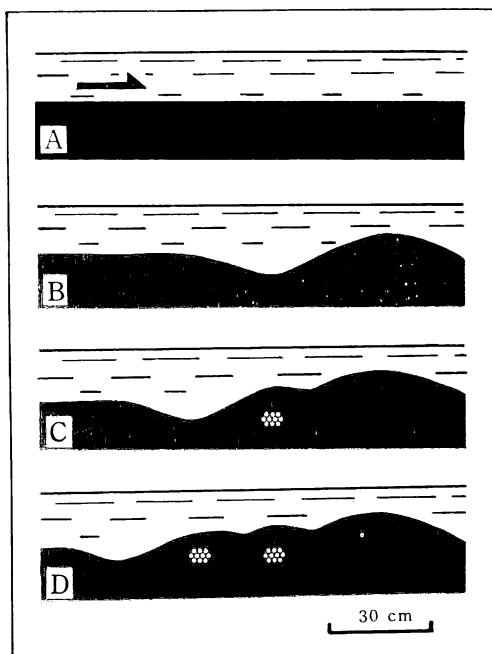


Fig. 4. Schema of the longitudinal section of the spawning redd. White spots indicate the covered eggs. A. Undisturbed bottom. B. Just before the first oviposition. A shallow depression has been dug by the female. C. Before the second oviposition. A new depression has been dug at about 20 cm upstream place from the site of the first oviposition. D. After the whole spawning acts.

また、川底がすこし掘られて産卵床によく似た場所がみられたが、そこでは卵は認められず、これらはBriggs (1953) のいう trial redd (試床) にあたると思われた。これらの多くは、底は岩盤もしくは大型の礫からなり、産卵床を作るのが困難だと推定された。

産卵行動

ヤマメの産卵行動が始まっているのを、米良川合流点より約 250 m 上流の石堂谷の淵尻で、昭和 44 年 10 月 28 日 14 時頃みつけた。以下にこの産卵行動を時間を追って述べる。この淵は長さ約 20 m、最大幅 6 m、最深部の深さは 2 m 程度であった。淵尻はかなり広く、その深さは 10~30 cm、流速約 20 cm/sec で、左岸には狭い河原があり、その下流は瀬になっていた (Fig. 5)。

この場所で産卵行動中のヤマメは、全長 18 cm 程の雌 1 尾と全長 20~25 cm 程度の雄 5 尾であった。これらの雌雄はかなり大胆で、観察のため 2 m 程度まで近づくことが可能で、いったん逃げてもすぐ戻って来ることが多かった。

一般にヤマメには、サクラマスのような顕著な雌雄差は認め難いが、産卵行動中の雄は腹鰓先端が白いことで雌と区別され、さらに雄は体側から背面にかけて赤味を帯び、雌は腹部側面と腹面が著しく黒く変わるので両者の区別は可能である (Fig. 6 C, D)。ほかに、雄には側線部に黒い縦帯がみられるものもあるが、腹部は黒くはない。雄の個体識別は、体の大きさ、斑紋、体色、体側の白い小さな傷の有無、位置および形などによった。

前産卵行動

1. ペアの形成

一般にヤマメの産卵行動は昼過ぎに始まる。ここに述べる行動の観察時には、すでにペアの形成がなされており、雌雄いずれが先に産卵床に現われたのかは不明である。



Fig. 5. Spawning place in Ishido-dani where the observations were carried out.

た。しかし、他の例によると、まず雌が単独で淵尻に現われ、数カ所の川底を掘り始めた。その場所は次第に 1 カ所に限定されて、そこに産卵床が出来始めた。その頃、雄数尾がほとんど同時に雌の近くに現われ、そのうち最も大きい雄が雌とペアを組んだ。

前産卵行動において、ヤマメの雌は産卵床の中央に静止し、ペアの雄はそのやや斜め下流に位置する (Fig. 6 A)。他の雄は、産卵床の下流に群れ、それぞれが小さい雄を牽制しながら、雌に近づこうとする。その時、ペアの雄は激しくダッシュして、これらの雄を追い払い、時に背鰓が出るような浅い所まで追いつめたり、尾柄のあたりに噛みつくこともしばしばみられた。そして、いったん追われた雄も再び下流より産卵床への侵入をはかるので、このペアの雄の行動はかなりめまぐるしかった。

これらの雄の個体間の優劣は極めて明確で、雌とペアを組むのは、順位が 1 位の雄である。雄間の順位は体の大きさとよく一致し、ほぼ同じ大きさの雄の間では、体色が明るく赤味を帯びたものが上位である。同様な雄の順位については、白石・鈴木・玉田 (1957) がアマゴの前産卵行動において観察している。ヤマメの大きい雄は、一方的に小さい雄を攻撃するが、この際小さい雄による反撃は認め難いので、このような雄間の順位制は、Alee (1951) による peck-right 型 (絶対的順位) といえよう。

このペアの雄はその後、さらに大きい雄が現われたため、ペアの地位を奪われて、産卵床から追い出された。その際にも何らの抵抗もなく、雌の行動にも変化は認められなかつた。また、雌はしばしば産卵床を少時離れて、近くの流れの緩い所で静止することがある。その時もペアの雄は、雌について行き、この間に下位の雄が産卵床に侵入しても、ほとんど反応しない。したがって、ペアの雄は、産卵床とよりも雌との結びつきが強いと考えられる。しかし、この雄は前述のように、自己より大きい雄により追われる事もあるので、その組合せはさほど強固で安定したものとは考え難い。

雌は普通、産卵床の中央に位置し、その周辺に自分より小さいヤマメやタカハヤなどが近づくと、これらを追い払う。特に他の雌が川底を掘る動作を示すと、激しくこれを追い立てる。産卵に際して、このように雌がなわばかりを持つことは、硬骨魚類では少ないと思われるが、ヤマメと同属のマスノスケ *O. tchawytscha* (Walbaum), ギンザケ *O. kisutch* (Walbaum), ベニザケ *O. nerka* (Walbaum) などで同様な行動が知られている (Briggs, 1953; Kimsey, 1955; Hanson and Smith, 1967)。



Fig. 6. Photographs showing a resting pair and the characteristic acts of the paired female. A. Resting pair. Female (PF), about 18 cm in total length, and paired male (PM), about 25 cm. B. Digging female (PF) and paired male (PM). The female, turning on her side on the bottom, presses the tail on the gravel and lifts it upward with powerful flexion of her body. This act is repeated at the same point many times. C. Feeling posture of the female. The female, sinking herself on the bottom of the redd, erects the anal fin (af) and moves it as if fumbling for a crevice in the gravel. D. Crouch posture of the female. The female, inserting her erected anal fin into a crevice in the gravel, crouches on the center of the depression and slightly bends her anterior body upward. These photographs were taken on October 28, 29 and 30, 1969.

2. 営床と求愛

営床は他のサケマス類と同じく雌が行なう。産卵床で静止した雌は、急に体を横に倒しながら、各鰓をいっぱいに拡げ、激しく体を屈曲させて上流へすこし進む (Fig. 6 B). この間 2~3 秒を要する。その後、正常の姿勢に戻り、頭部を上流に向かたまま、流れに乗って元の位置へ帰る。この営床動作の際、川底の砂礫は、尾部の強い動きによって掘り起されて、下流へ押し流される。この動作はほぼ 1 分間に 2 回の割合で、翌 29 日朝の放卵直前まで繰り返されたので、川底にはすり鉢型の「くぼみ」が次第にできてきた (Fig. 4 B). このようなヤマメの営床動作は、佐野・長沢 (1958), 佐野 (1959) が写真で示したサケ *O. keta* (Walbaum) および Jones and King (1950) と Jones (1959) が 16 ミリシネの連続写真によって報告した Atlantic salmon, *Salmo salar* Linnaeus, の営床動作によく似ている。

次にヤマメの雌は、体を沈めて腹面を川底につけて、いっぱいに拡げた臀鰓の先端で、礫の間を探るような動作に移る (Fig. 6 C). Atlantic salmon と ブラウンマス *S. trutta* Linnaeus について、Jones and Ball (1954) はこれを feeling と呼んでいる。ヤマメの場合、さらに「くぼみ」が大きくなると、雌は中央の大型礫の間に臀鰓を深く差し込みながら、後半身を沈め体の前部を上方へすこしそらせる (Fig. 6 D). この動作は前述の feeling がさらに強まったものと考えられ、Jones and Ball (1954) はこれを crouch, Fabricius and Gustafson (1954) はヨーロッパのイワナ *Salvelinus alpinus* (Linnaeus) (原著では *Salmo* 属) についてこれを anchoring と呼んでいる。

ヤマメの雌によるこのような feeling と crouch の姿勢がみられると、ペアの雄は後方から静かにこの雌に近づいて求愛する。その際、吻端で雌の尾柄のあたりに軽く触れ、ゆっくりと前進しながら雌の体側をこすり

(Fig. 7 A), 時に体をふるわせる。雄の吻端が雌の背鰓の下あたりに達すると、雌は体を浮きあがらせ、すこし前進しながら雄から離れる。その時すでに下位の雄が雌に近づいて、求愛しようとしているので、ペアの雄はこれらに突進して追い払う。また、雌の feeling や crouch に際して、ペアの雄が一時いない場合には、2 位の雄が同様にして求愛する。そのほか、前産卵行動の初期には、ペアの雄は静止している雌の横で、体を「く」の字状に曲げ、各鰓を拡げ口をすこし開らせて、強く硬直しながら体をふるわせる (Fig. 7 B). これも求愛のひとつと考えられる。この際、雌の行動には変化は認め難いが、時には驚いて逃げ出すこともあった。

以上に述べたように、雄には静止、攻撃および求愛など、雌には静止、営床、feeling, crouch および攻撃などの諸動作が認められる。そして、これらは Table 2 に示すようにほぼ定まった順序で、放卵放精の直前まで、30 秒程度の周期で繰り返される。

ヤマメの雌雄がそれぞれの動作をおこすきっかけについては、不明な点が多いが、Jones and Ball (1954) や Fabricius and Gustafson (1954) は、他のサケマス類について雌による crouch (anchoring) は、雄の求愛や放精を誘発する信号と考えている。ヤマメの場合も crouch のほかに feeling に際しても、雄は一齊に求愛しようとするし、まれな例ではあるが、ペアの雄が川底に腹面をつけて feeling あるいは crouch に似た姿勢で休息すると、下位の雄によるホモセクシュアルな求愛 (homosexual courting) さえみられた。したがって、体を沈めて行なう雌によるこれらの動作は、雄の求愛を誘発する強い信号であることは、確かであろう。

放卵放精行動

このペアによる最初の放卵放精は、10月29日10時47分に観察された。その日は早朝から前産卵行動が行なわれており、雌の営床動作により産卵床には、径 30 cm,

Table 2. Order of the prespawning acts shown by a female and males. This order is repeated twice a minute until an oviposition occurs.

Resting	Fig. 6 A
Quivering of the paired male*	Fig. 7 B
Approach of the subordinate males to the female*	
Chasing the males by the paired male*	
Feeling and/or crouch of the female	Fig. 6 C, D
Courting of the paired male	Fig. 7 A
Approach of the subordinate males to the female	
Chasing the males by the paired male	
Digging movement of the female	Fig. 6 B
Resting	Fig. 6 A

* These acts are often omitted.

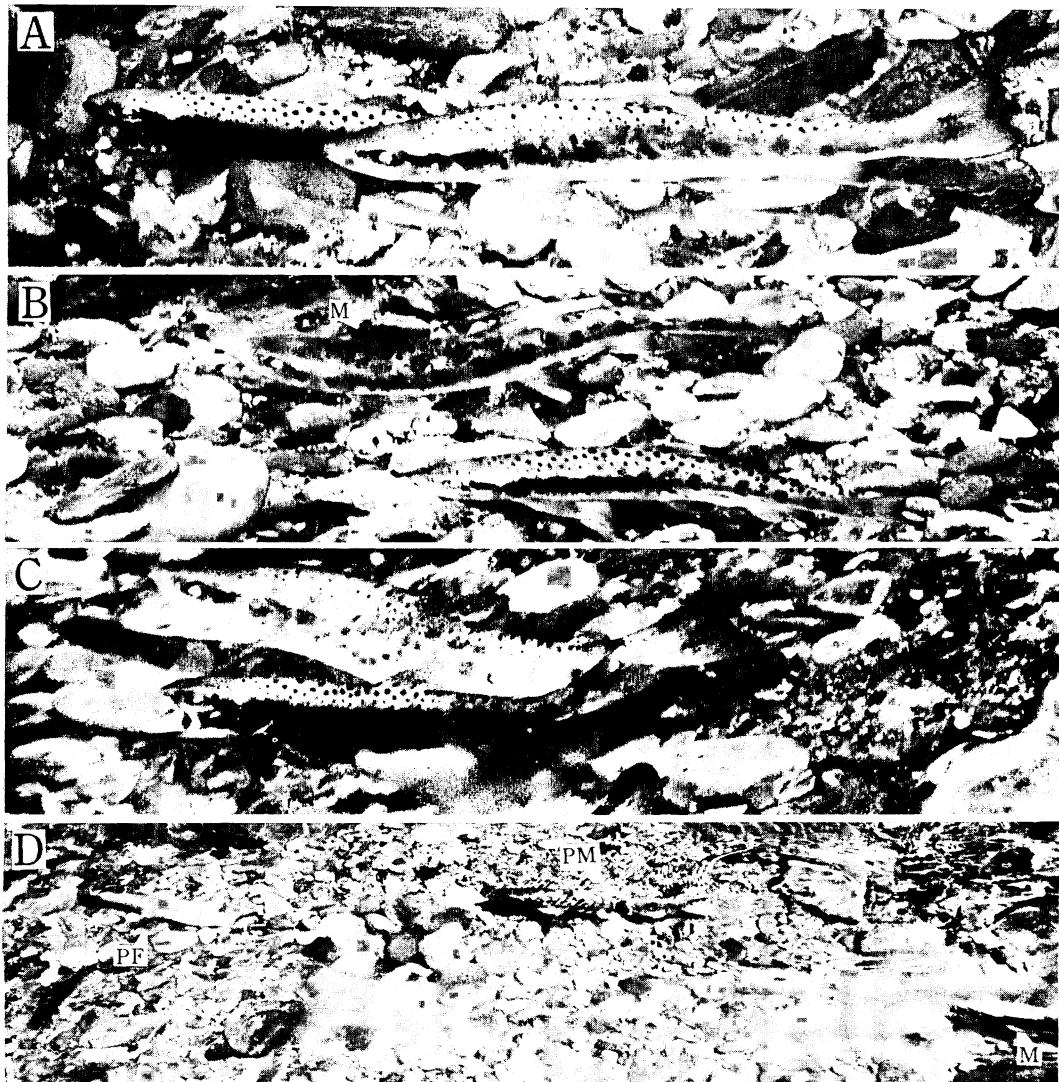


Fig. 7. Photographs showing the prespawning courting, oviposition and postspawning covering action. A. Courting of the paired male. If the female takes the feeling and/or crouch posture, the male quickly approaches and nudges the side of her body with his snout. B. Quivering of the male (M). The male bends his body trembling violently. On this occasion, he spreads his fin to the utmost and gapes slightly. This is thought to be a kind of courtship and is only seen in the early prespawning stage. C. Oviposition. The female takes the crouch posture first, and the paired male presses the female's side with his side. Then the pair releases simultaneously the eggs and milt quivering violently and gaping widely. Orgasm usually continues for 1-2 seconds. White turbidity due to the emission of the milt is visible at this time. Only a single oviposition occurs in a single depression. D. After finishing the oviposition. The female (PF) starts to cover the laid eggs with sand and smaller gravel. The males (PM and M) leave the redd soon after. The white turbidity of the milt is seen in the center of the depression and in the downstream part from it for about 10 seconds. A-C were taken on the same dates with those of Fig. 6, but D on November 2, 1957.

深さ 5~6 cm の浅いすり鉢型の「くぼみ」ができた (Fig. 4 B). その中央部に残ったやや大型の礫の間に、まず雌は臀鰭を深く差し込んで、crouch の姿勢をとった。ペアの雄はこの雌に求愛しながら前進し、両者は頭部を揃えてぴったりと体側を接した。そして、その雄は尾部を僅かに雌の方へ曲げ、両者は各鰓をいっぱいに拡げ、体を激しく硬直けられさせながら、大きく口を開いて同時に放卵放精した (Fig. 7 C). 放卵放精には 1~2 秒を要し、その際精液による白濁が、「くぼみ」の中央で明瞭に認められた。この濁りは、その後も 10 秒間程滞留しながら、次第に流失した (Fig. 7 D).

筆者は昭和 32, 44 年の両シーズンにこのような放卵放精を 7 例確認した。いずれも、ひとつの「くぼみ」で放卵放精は 1 回だけみられた。また、そのうちの 1 例では、雌雄 1 対による放卵放精中に、さらに 2 位の雄が雌の他の体側に体を接して放精した。しかし、どの例においても、放卵放精は最初雌の crouch に始まり、それに雄が求愛しながら、体側を接した後におこった。したがって、放卵放精に際してはまず雌が深い crouch の姿勢をとれるように、礫間の砂や小石が営床動作によって、十分に取り除かれる必要があろう。

また、産卵床の「くぼみ」には、上下方向の緩い環流が生じ、そのため放出された卵と精液は、すぐには流失しないとされている (Hobbs, 1948; Burner, 1951; Stuart, 1953)。ヤマメの場合、「くぼみ」の深さは 5~6 cm に過ぎないので、このような環流は確認されなかつたが、前述のように放卵は、「くぼみ」中央部の礫の間隙で行なわれる所以、水より僅かに比重が大きい卵は、この礫の間によく納まっていた。産卵床はかなり流れの速い所にあるが (Table 1)，放出された精液はしばらく礫の間にただよっているので (Fig. 7 D)，この間に卵は、効果的に受精されることになる。なお、昭和 32 年秋に行なった埋蔵卵の調査によると、1 カ所に 30~100 粒の卵が認められたので、ヤマメは 1 回にその程度放卵すると推定された。

後産卵行動

放卵放精後、直ちに雌は「くぼみ」のすぐ上流部で、次の営床動作を始め (Fig. 7 D)，雄は上流の淵へ立ち去る。この雌の動作によって掘り起された砂礫で卵は埋められる。この際の営床動作は、最初は活発で 1 分間に 15 回にものぼったが、次第に回数は減り前産卵行動で述べた状態となった。受精卵は約 15 分で埋められた。そして、この卵群の 20 cm 程上流に新しく「くぼみ」が出来始めた。この期には雌は、自己より小さい雄や他の雌などの侵入者には、特に強く反発する。

放卵放精後 3 時間程たつと、上述の新しい「くぼみ」の中に位置する雌の近くに数尾の雄が現われ、最大のものがペアとなり、前産卵行動が再び始まった。このペアの雄は、先に放精した個体と同じであり、2 回目の放卵放精は翌 30 日の 16 時 40 分に新しい「くぼみ」の中で観察された。

そして、31 日昼頃までは時々雌が産卵床にみられたが、雄はもう姿をみせず、この場所での産卵は前日の夕刻に終了したと思われた。すなわち、ここでは 28 日昼過ぎに産卵行動が始まり、翌 29 日朝最初の、30 日午後次回の産卵が行なわれ、それに続く後産卵行動は 30 日夕刻まで観察された。なお、昭和 32 年の観察例では、4 日間にわたって、25~30 時間の間隔で、同一雌による放卵放精が 3 回確認された。その場合も、最初に産み出された卵群の約 20 cm 上流で次回の、さらにその 20 cm 上流で最後の放卵放精が行なわれた。

ヤマメの卵はこの地方では、12 月中に孵化し終わり、翌年 1, 2 月にかけて仔魚は産卵床内で卵黄を吸収し尽す。浮上した稚魚が認められるのは、例年 2 月下旬以降である。これらの初期生活史については、別に報告する。

謝 辞

御指導頂き、原稿を御校閲下さった九州大学農学部の塚原博教授、懇切な御指導を頂いた同大学の内田恵太郎名誉教授、およびこの研究の端緒を与えられた鹿児島大学水産学部の今井貞彦教授に心から感謝する。現地調査に際して、便宜をはかって頂いた宮崎県淡水漁業指導所の日高武達元所長、駿島実雄元所長および同所米良養魚場の元所員、浜砂安男夫妻に深謝する。

引 用 文 献

- Alee, W. C. 1951. The social life of animals. (Revised ed.). Beacon Press, Boston, 233 pp., 48 figs.
- Briggs, J. C. 1953. The behavior and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. Calif. Fish and Game, Fish Bull., 94 : 1-62, figs. 1-5.
- Burner, C. J. 1951. Characteristics of spawning nests of Columbia River salmon. U. S. Dept. Inter., Fish Wildl. Serv., Fish. Bull., 61 : 97-110, figs. 2-7.
- Fabricius, E. and K.-J. Gustafson. 1954. Further aquarium observation on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus* L. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, 35 : 58-104, figs. 1-15.
- Hanson, A. J. and H. D. Smith. 1967. Mate selection in a population of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) of mixed age-group. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24 (9) : 1955-1977, figs. 1-7.
- Hobbs, D. F. 1948. Trout fisheries in New Zealand.

- Their development and management. New Zealand Mar. Dept., Fish. Bull., 9 : 1-173, pls. 1-31, figs. 1-4.
- Jones, J. W. 1959. The salmon. A New Naturalist Spec. Vol., Collins, London, 192 pp., 12 pls., 24 figs.
- Jones, J. W. and G. M. King. 1950. Further experimental observations on the spawning behaviour of the Atlantic salmon (*Salmo salar* Linn.). Proc. Zool. Soc. London, 120, pt. 2: : 317-323, pl. 1.
- Jones, J. W. and J. N. Ball. 1954. The spawning behaviour of brown trout and salmon. Brit. J. Anim. Behav., 2 (3) : 103-114, pl. 1, figs. 1-6.
- Kimsey, J. B. 1955. Post-spawning behavior of the kokanee, *Oncorhynchus nerka kennerlyi*, in Donner Lake, California. Copeia, 1955 (1) : 51-52, fig. 1.
- 大野磯吉. 1933 a. 北海道産サクラマスの生活史. 鮭鱒
彙報, 5 (2) : 15-26.
- 大野磯吉. 1933 b. 北海道産サクラマスの生活史. 鮭鱒
彙報, 5 (3) : 13-25, pls. 1-3.
- 大島正満. 1957. 桜鱒と琵琶鱒. 榆書房, 札幌, 79 pp., 1 pl., 42 figs.
- 佐野誠三. 1959. 北日本産サケ属の生態と繁殖について. 北海道さけ・ます・ふ化場研究報告, 14 : 1-70, figs. 1-28.
- 佐野誠三・長沢 晃. 1958. 十勝川支流メム川における鮭の天然繁殖. 北海道さけ・ます・ふ化場研究報告, 12 : 1-19, pls. 1-5, figs. 1-8.
- 白石芳一・鈴木喜三郎・玉田五郎. 1957. 三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究 第二報. 産卵習性に関する研究. 淡水区水産研究所資料, 14 : 1-7., figs. 1-6.
- Stuart, T. A. 1953. Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.). Scot. Home Dept., Freshwater and Salmon Fish. Res., 5 : 1-39, figs. 1-11.
(福岡市東区箱崎 九州大学農学部水産学第二講座)