

ワカサギの産卵行動と受精卵に関する研究

七條喜一郎*・松本 勉**・吉田 勲***・奥村武信****・斎藤俊之*****
竹内 崇* 原田悦守*・鈴木 實*

平成12年6月30日受付

* 鳥取大学農学部家畜生理学教室、** 鳥取県水産試験場、*** 鳥取大学農学部生存環境科学講座、
**** 鳥取大学農学部森林科学講座、***** 鳥取大学農学部家畜薬理学教室

Studies of Spawning Action and Fertilized Eggs of PondSmelt

Kiitiro Sitizyo*, Tutomu Mathumoto**, Isao Yoshida***, Takenobu Okumura****
Toshiyuki Saito*****, Takashi Takeuchi*, Etsumori Harada* and Minoru Suzuki*

* Department of Veterinary Physiology, ** Tottori Pref. Fish. St., ***Department of Environmental Engineering, **** Department of Forest Science, ***** Department of Veterinary Pharmacology, Faculty of Agriculture, Tottori University,

Tottori 680-8553, Japan

For the management in the fishery resource of pondsmelt (*hypomesus transpacificus nipponesis*), in Lake Koyama, the spawning action and the fertilized eggs were observed in the Nagara River of Lake Koyama. The following results were obtained. 1) Spawning adults of pondsmelts made a spawning bed at depth of 0.5 ~1.0cm on the river-bed gravel. 2) The fertilized eggs adhered to a sand particle were buried into the river-bed load with the moving sand by the water flow of the river. 3) In this hatching test, buried eggs were hatched by the results of a trial water reflux, whereas no water reflux eggs died because of an oxygen deficiency.

(Received 30 June 2000)

Key words : Hatching, Pond-smelt, Spawning Action,

緒言

近年、湖山池のワカサギが激減している[3,4]。その原因について、池から海に通じる河川の水門閉鎖による塩分濃度の低下、湖沼の富栄養化とそれともなう水質および湖底の泥土化などの要因が考えられている。同様なことは、白石ら[1]、須藤ら[5]が相模湖と芦ノ湖において報告し、漁獲圧による影響、魚食魚類による食害などによる損耗が大きいと述べている。

一方、著者ら[3]は湖山池のワカサギ資源を回復することを目的として、流入河川における遡上調査を行った

ところ、湖山池のワカサギの産卵ピークは1月であったものが3月に変化していた。このことは何らかの原因によって、この池の在来種の再生産量が減少し、放流による移入種の比率が増加しているものと推測した。

このような結果から、湖山池のワカサギ資源を回復するためには流入河川の産卵場整備が急務であり、それによって、再生産量の増加を図る必要がある。しかし、ワカサギの最適産卵条件および産卵行動の詳細については未だ不明な点が多い。

そこで、本実験ではワカサギの産卵行動を観察する目的で、ビデオカメラによる産卵シーンの撮影を行った。

また、長柄川におけるワカサギの産卵状況を把握するために、川底の砂質部測量および水流による産着卵の動態調査を行うとともに、砂に埋没した卵の孵化試験を行った。

材料及び方法

1. 産卵行動の観察

湖山池に流入する主要河川である長柄川を網で堰き止め、遡上してくるワカサギを1.2×4.0mに囲った網生け簀の中に導き、モニター付き水中カメラ（ソニー製、VX-1000）で監視しながら撮影した。なお、生け簀内の上流部約1mの川底は砂が露出した自然の状態にし、それより下流部には川底一面にモジ網を設置し、砂の部分とモジ網敷設部位における産卵行動を比較した。また、撮影用の照明にはDC12vの電源を用い、自作した反射板付きの電球を水中に4箇所設置して撮影した。

2. 埋没卵数の計測

生け簀内でワカサギの産卵行動を確認した翌日、その部位の川底に、外径2.1cm、内径1.8cmの亚克力製パイプを突き立て、砂をカラム状に採取した。採取した資料を上部から0.5cm間隔に分取し、そこに含まれるワカサギ卵数を算定した。また、生け簀内に敷設したモジ網については25cm内に付着した卵数を5箇所算定して、その概数を算出した。

3. 放流卵の動態調査

琵琶湖産のワカサギ卵約4,000万粒を長柄川に放流した。この際、放流地点から下流の川底に5m間隔でモジ網（20×20cm）を垂直に立て、それに付着した卵数を算定することにより卵の漂着距離を推定した。また、放流2日後に同地点の川底の砂を上記の亚克力製パイプで採取し、上部より1cm間隔で砂を分取し、そこに含まれている埋没卵数を算定した。

4. 埋没卵の孵化試験

ワカサギ卵が付着したモジ網を切り取り、ペットボトルに詰めた砂に埋めて、埋没深度による孵化率の違いを検討した。

結果

1. ワカサギの産卵行動

1) 遡上と産卵場所

ワカサギは午後6時頃より、日没とともに10～20尾の群れを成して産卵河川に遡上してきた。その遡上方法は一気に上流を目指して遡上するのではなく、約10m上流へ上った後、引き返し、あたかも産卵場所を探している

かのように、上ったり下ったりしながら遡上した。生け簀内に入った後も同様に遊泳していたが、午後8時頃より産卵行動を開始し、11時頃まで続いた。

この場合の産卵行動は生け簀内のすべての場所で均等に行われるのではなく、図1に示した生け簀の水が流入する側（上流側および⑤側）に多くみられた。すなわち、これらの部位は流速が速い部分であった。

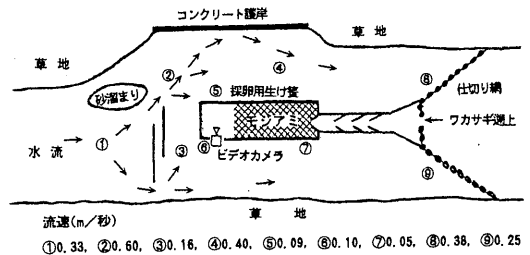


図1. 産卵行動のビデオ撮影を行った採卵用生け簀の概要と流速

2) 産卵行動

水中ビデオカメラで撮影した映像の模式図の一例を図2に示した。ワカサギの産卵は雌が頭から砂に突入して、体全体を左右にくねらせるようにして砂に潜り込み、これに2～3尾の雄が追尾して、雄が雌の両腹側に密着するようにして産卵する行動がうかがわれた。

しかし、この一連の行動をスローモーションで再現してみると、雌は顎の部分で砂を削るように川底に突進し、腹部と尾鳍で川底の砂を弾き飛ばしていた。また、別のシーンでは上流に向かって、2尾の雄が雌を挟む形で一瞬停止した後、2度大きく体をくねらせて尾鳍で砂を巻き上げて浮上した。これらの観察から、ワカサギは川底の砂に窪みを造り、産卵した後、その上に砂をかけることが明らかになった。この一連の産卵行動に要した時間

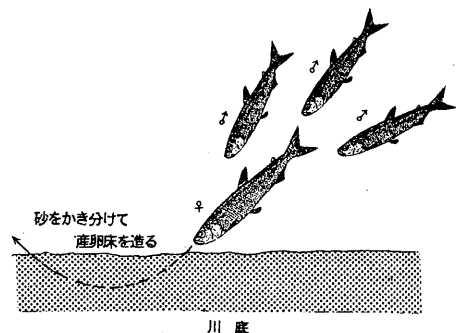


図2. ワカサギの産卵行動

は 2~3 秒程度であり、雌のワカサギが砂に接触してから浮上するまでの距離は体長の約 2 倍程度で、その深さはほぼ体高の 1~1.5 倍程度であった。

またカメラによる撮影は出来なかったが、川底に太さ 1mm の針金で作った 10cm 角のメッシュを置いた場合、水流に直交する針金の下に次々とワカサギが潜り込み、産卵の様子が確認された。

一方、川底にモジ網を敷設した場所では網上有るわずかな砂礫の部分に雌が腹を擦り付けるような行動をとり、これに数尾の雄が体当たりするような産卵行動がみられた。次にこのモジ網の上に砂を投入してやると産卵行動が活発になり、網上に砂が無い部分での産卵はわずかであった。

3) 埋没卵の確認

ビデオカメラによる撮影の翌日、盛んに産卵行動が見られた川底の部分 5 箇所の砂に、アクリル製パイプを突き立て、底層をカラム状に採取した。このカラムの上部から 5 mm 間隔で砂を掻き取り、その中に含まれる埋没卵数を計測した。

その結果、表 1 に示したように、産着卵の 53% が深さ 0.5cm までの部位に認められ、1cm 以内に 80% が含まれていた。

表 1 産卵場におけるワカサギ卵の埋没数

深さ cm	試料 1	2	3	4	5	合計	比率
0~0.5	0	5	11	13	4	33	(53%)
0.5~1.0	0	2	1	12	2	17	(27%)
1.0~1.5	0	0	0	0	8	8	(13%)
1.5~2.0	0	0	0	0	4	4	(6%)
2.0~2.5	0	0	0	0	0	0	
2.5~3.0	0	0	0	0	0	0	

2. ワカサギ卵の放流と埋没卵の調査

上記の観察において、ワカサギが好んで産卵する場所は、ある程度の流速がある砂の部分であることが明らかになった。そこで、湖山池で最も多くのワカサギが産卵のために遡上する長柄川の砂の調査および放流したワカサギ卵の埋没調査を行った。

図 3 は本年 4 月に測量した長柄川の砂質部分の測量図である。田中橋下流約 40m から金沢橋下流約 30m にかけて多量の砂が堆積しており、ワカサギの絶好の産卵場になっていた。なかでも金沢 1 号樋門と金沢 2 号樋門の間は川幅が広く、川底一面に砂が約 10cm の厚さに堆積していた。また、その砂の表層は水流によって少しずつ流下しており、金沢橋付近の砂は 50~70cm の厚さであった。

このように砂が常時移動していることから推測すると、砂粒に付着したワカサギ卵が砂とともに埋没してしまうことが懸念される。そこで、金沢 2 号樋門前の長柄川の中央よりワカサギの受精卵を約 4,000 万粒放流し、その下流域における卵の漂着量および 2 日後における卵の埋没調査を行った。

図 4 は放流地点から 5m 間隔に設置したモジ網の 5[㎡] に付着した漂着卵数を示したものである。放流地点から 5m 以内に 39% の卵が沈下し、10m 以内に放流卵の 53% が沈下した。また、15m 地点までに約 70%、20m 地点までに 80% の卵が沈下し、50m 地点でほぼ全量が沈下する結果であった。なお、放流地点の水流は 0.52 m³/秒であった。

図 5 は放流 2 日後に放流地点より下流中央部の砂を前述のアクリル製パイプでカラム状に採取し、埋没卵の状態を調べたものである。放流地点より下流 10m および 20m の地点に多量の埋没卵が認められ、特に 10m 地点では 6~9cm の深い位置に多量の卵が埋没していた。

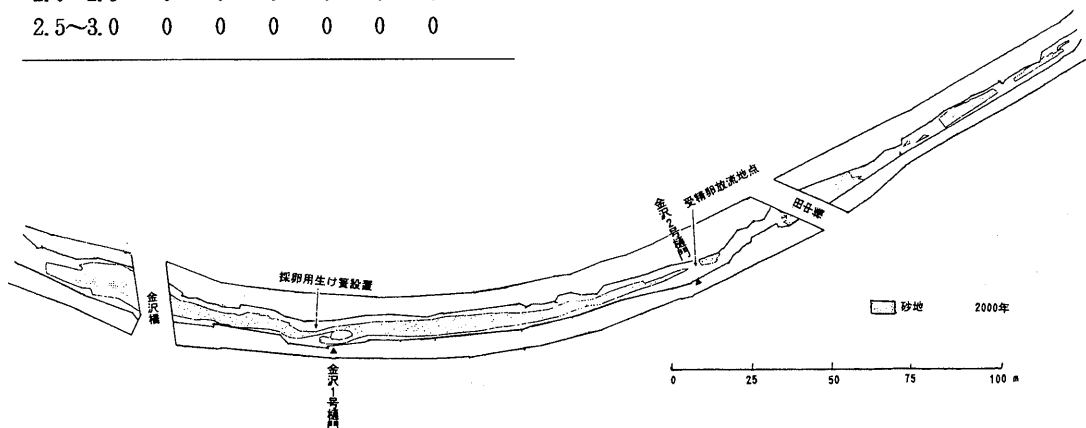


図 3. 長柄川の測量図

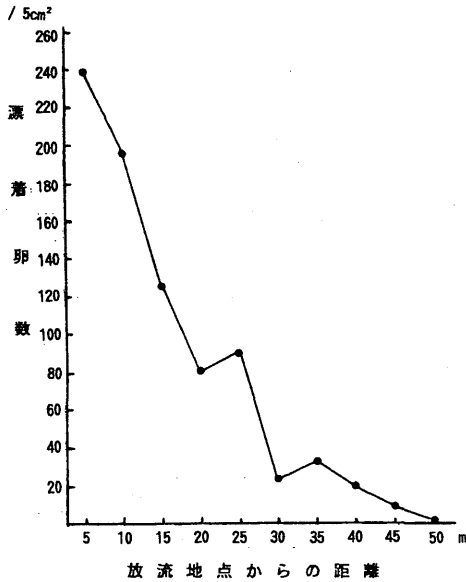


図 4. 放流卵の漂着分布
(放流地点の流速0.52m/秒)

3. 埋没卵の孵化試験

次に、埋没したワカサギ卵の孵化試験を行った。実験には産卵場に敷設して天然採卵したモジ網を付着卵が10~20個程度になるように切り取り、これをペットボトルに入れた砂の0、1、2、4、6 cmの深さに埋めた。砂中に埋めた卵の水流による影響を調べるために、水の還流を行わないグループ (図6のA)と上部から水を流して砂の中に水を還流さすグループ (図6のB)に分けて、そ

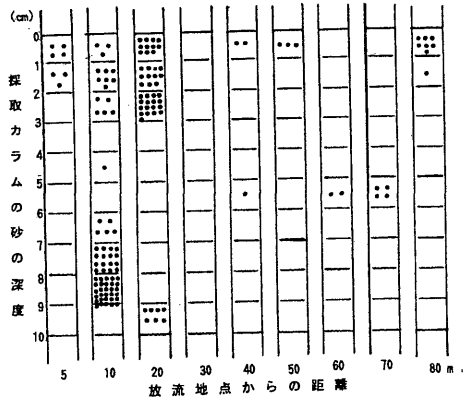


図 5. 放流卵の埋没状況 (・は埋没卵を示す)

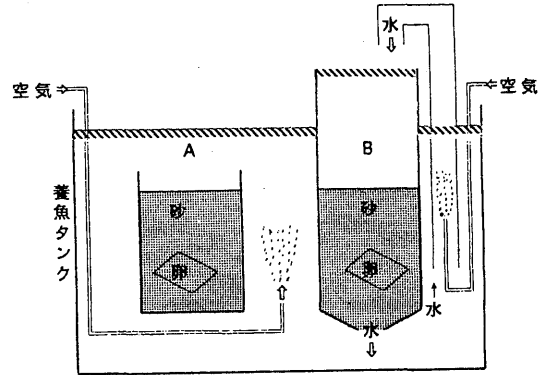


図 6. 埋没卵の孵化実験装置

れぞれの深度ごとに2検体ずつ試験した。なお、全ての試験を同一条件にするために、卵を埋めた全てのペットボトルを一つの大型水槽内につり下げ、その水温を14℃に設定した。

孵卵開始後20日目に各ボトルの砂を静かに除き、埋めたモジ網に付着している死滅卵数を算定した。

表2に示したように、水の還流を行わなかったAグループは何れの深度においても、全ての卵が死滅した状態

表 2 埋没卵の孵化試験

埋没深度 - cm	グループA (不還流)		グループB (還流)	
	試験卵数	死滅卵数	試験卵数	死滅卵数
0	① 27	27	13	0
	② 21	21	19	0
1	① 25	25	17	0
	② 18	18	11	3
2	① 16	16	26	3
	② 20	20	28	2
4	① 15	15	23	0
	② 21	21	20	0
6	① 19	19	18	0
	② 23	23	-	-

で確認された。一方、還流を行ったグループでは1cmに埋めた2検体のうちの1検体および2cmに埋めた両検体に2~3個の死滅卵が認められた。しかし、その他は全ての卵が消失しており、孵化したものと思われた。なお、孵化した稚魚はタンクの上部よりオーバーフローする水とともに流出したのと思われ、確認することが出来なかった。

考察および結論

1. ワカサギの産卵行動

松本らが昨年行った調査において、湖山池のワカサギが産卵のために遡上する時期は1~3月であり、1月下旬に遡上する群と3月に遡上する二種類の群があるものと推測された。また、ワカサギは水草や浮遊物に産卵するのではなく、ある程度の流速がある川底の砂に卵を産み着けることを報告した[3]。しかしその産卵行動の詳細については不明であった。

そこで今回、水中カメラによるワカサギの産卵行動を観察したところ、ワカサギはサケ、マスなどが造る産卵床と同様な窪みを造ることが明らかになった。しかし、今回の観察では、撮影に用いたカメラを川床に置き、横方向から撮影したため、その窪みの形態、大きさなどについては明確にすることが出来なかった。また、その深さについても厳密な測定は出来なかったが、映像からの推測および産着卵の埋没深度から、ワカサギが造る産卵床様の窪みの深さはほぼ1cm程度と推測された。

次に、1尾の雌に対して2~3尾の雄が追尾して産卵したことは、前報[3]において、産卵最盛期に遡上するワカサギの性比が雌1に対して雄3であったことと一致する結果であった。しかし、今回の観察では多数のワカサギを生け簀内に導いて、その産卵行動を観察したため、1尾の産卵回数および1回の産卵数などについては観察出来なかった。

2. 長柄川の川砂面積と放流卵の埋没試験

本実験を行った長柄川は湖山池に流入する河川のうちで最も水量が多く、ワカサギの産卵には最適な場所となっている[3]。しかし、この川の底砂は水流によって常に移動しており、ワカサギの産着卵が砂に埋没して、孵化出来ないことが懸念される。特に産卵時期の3月は雪解けによる増水期であり、砂の移動が大きいものと推測された。このことは、本実験の放流試験において、多量のワカサギ卵が放流2日後に7~9cmの深さにまで埋没していたことから明らかである。

また、本実験の底砂測量における、長柄川の砂の面積および粒度については現在解析中であり、水量および水流との関係についても今後検討したいと考えている。

3. 埋没卵の孵化試験

前述のように、ワカサギ卵は自然産卵においても、放流卵においても、砂礫に吸着した状態で、川底の砂に埋もれて孵化するものと思われる。このことは、ワカサギの産卵場所が20~40cmと浅い場所であることから考える

と、紫外線を避ける有効な手段になっているものと推測される。また、他の魚や水性動物から卵を守る手段にもなっている。ワカサギ卵が紫外線に弱いであろうことは、放流試験の埋没卵の調査時に、岸辺の水草に付着した卵および淀みの泥の表面に白濁した死滅卵を多数認めたことから容易に推測できた。

また、本実験の孵化試験において、砂に埋没した卵は水を還流しなければ死滅するが、水を還流さえすれば少なくとも6cmの深さまでは孵化することが確認された。しかし、本実験では還流量を規定しなかったため、還流量と孵化率との関係については今後検討する必要がある。また、河川における底砂層中の水の動態についても検討しなければならないと考えている。

謝 辞

本実験を行うに当たり、ワカサギの水中撮影を行って戴きました、日本海ケーブルネットワーク(NCN)制作担当の谷口晶子氏およびNHK 鳥取放送局の村山幸嗣カメラマンに御礼申し上げます。また、実験にご協力戴きました湖山池漁業協同組合の宮島君美組合長、受精卵の孵化管理に御協力下さいました鳥取へら鮎釣り研究会の岡村操会長に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 白石芳一・徳永英松：相模湖におけるワカサギの産卵環境について。淡水区水産研究所研究報告，8：33-43 (1958)
- 2) 栗原伸夫：ワカサギ，淡水養殖技術，野村稔編，恒星社厚生閣，東京(1993) pp. 324-335
- 3) 松本 勉・七條喜一郎・吉田 勲・長谷川紘一・斎藤俊之・猪迫耕二：鳥取県の湖山池におけるワカサギ親魚の遡上調査。鳥取県水産試験場研究報告，(投稿中)
- 4) 七條喜一郎・田中善蔵・佐藤俊夫・佐竹寛昭・竹内崇・原田悦守・鈴木 實：内水面漁業の現状と課題——特に鳥取県湖山池漁業を事例として——。鳥大農研報，49：133-139 (1996)
- 5) 須藤和彦・中田英昭：芦ノ湖におけるワカサギ資源の変動要因。水産増殖，43：1-9 (1995)