

サケ・マス孵化管理技術の改善に関する研究

誌名	北海道立水産孵化場研究報告 = Scientific reports of the Hokkaido Fish Hatchery
ISSN	02866536
著者	小林, 美樹 岩見, 俊則 岡田, 鳳二
巻/号	43号
掲載ページ	p. 47-55
発行年月	1988年12月

サケ・マス孵化管理技術の改善に関する研究
仔魚期における仔魚の活動と成長

小林美樹・岩見俊則・岡田鳳二
(北海道立水産孵化場)

Studies on the Improvement of Hatchery Facilities and Technologies
in Artificial Salmon Propagation
Movement and Growth of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) Alevins
in Experimental Incubators having Different Flooring

Miki Kobayashi, Toshinori Iwami, and Houji Okada
(Hokkaido Fish Hatchery)

Abstract

In order to develop more effective salmon hatchery facilities as well as technologies involved and thereby facilitate in producing better quality fry, experiment was made on different, several types of incubation channels. Namely, movement and growth of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) during the period from artificial fertilization to complete yolk absorption stages were studied by using several types of incubation channels. As a result, it was found that alevins incubated in the "blind" type channel were more vigorous and active than those incubated in the "gravel" type channel. They swam actively against the water flow at the upper part of the channel. The gravel type incubation channel is the facility which has been used generally in Hokkaido. Its bottom is covered with gravel of 3 to 4 cm in diameter. Whereas the bottom of blind type incubation channel is covered by window shade etc. and is used in some areas in recent years. The alevins in "honeycomb board" type incubation channel were observed that they could maintain their position much more stable than they could in gravel type and blind type incubation channels. The bottom of "honeycomb board" type incubation channel is covered by honeycomb board and blind. The blind is the same as that of used in the "blind" type. The stable position of alevins observed in honeycomb board type incubation channel may have been supported by vertical water flow within the honeycomb board. This is to say that the fry having yolk can be safely kept within the honeycomb board until they come out of it after yolk absorption stage. Or this may be interpreted that the fish's nature to swim against water flow leads to otherwise unnecessary energy consumption and this could be avoided by honeycomb structure. The alevins which could stay relatively calm within the honeycomb board for 8 weeks after emergence proved to grow larger than other alevins grown in other types of incubation channels. From this observation, it may be safe to say that the honeycomb

board type incubation channel would be much more useful than the conventional gravel type from the standpoint of producing more healthy and quality fry.

近年の我国のサケ資源の増大はサケの生物学的知見に基づく孵化技術の向上に負うところが極めて大きいといえる。しかし、技術が向上したとはいえ人工孵化管理過程には検討されるべき余地は多い。

健苗を生産する上で、孵化後の仔魚の養成場所である養魚池の見直しと検討は重要な課題の一つと言える。特に長年、半ば習慣的に使用されている養魚池の砂利は健苗生産という見地からばかりでなく、管理業務の合理化や、養魚池の効率的利用の面からもその改善の必要性が強調されている。このことから効率を重視する孵化事業を近代化させていく上で砂利使用の是非が活発に論議されるようになり、建築資材の利用や発想を変えたユニークな装置の開発研究などが各地で試みられるようになった。その結果、事業的に利用されるようなものが考案されるようになったが、未だ全面的に砂利に代るという状態に至っていない。このようなことから砂利に代って、健苗育成と現在の養魚池の合理的、効率的利用に対応し得る新しい養魚池用床材などを開発するため、仔魚期の行動観察を主体にした基礎的実験を試みた。得られた知見をここに報告し、今後の研究の参考に供したい。

材料および方法

養魚池の床材が孵化後の仔魚の安静保持にどのような効果があるのか現在使用している養魚池の構造を参考にして実験を行った。

実験装置

実験装置の概略を Fig. 1 に示す。実験水槽には長さ 3.5 m のアトキンス式孵化槽 (2 間槽) を用い、槽の底全面にそれぞれの床材を設置し、供試卵あるいは供試魚を槽の排水口側 (下流側) 1/2 の部分に散布した。そして槽の注水口側 (上流側) 1/2 を下流側の散布場所から移動してくる仔魚の計数の場とした。実験水槽の注水量は 4 から 5 $l \cdot min^{-1}$ 、水深は 5 から 6 cm に調整した。また仔魚の移動状況を客観的に把握するため、実験水槽の上流側 1/2 を流れに沿って更に 4 区に区分した。実験 I においては砂利 (Fig. 2-C) と市販の遮光板の配列体 (Fig. 2-A ; 以下、ブラインドと記す) との比較実験とし、実験 II においては主にサンドイッチパネルの中芯として使用されている蜂の巣状構造体 (Fig. 2-B ; 以下、ハニカムと記す) と砂利、ブラインドの比較実験とした。実験 II に使用したハニカムは本来家屋等の建材、污水处理用濾材あるいは航空機および鉄道車両等に広く使用されており、多数の六角形の筒を寄せ集めたさながら蜂の巣状のもので、軽くて強いという特性をそなえている。今回の実験では切り口の一辺が 2 cm、筒長 1.5 cm 区と 2.5 cm 区の二つの実験区を設け、一方の切り口 (底無し) を槽の底に接着させ、槽内に蜂の巣状に広げた。従ってハニカムの筒は槽内の流れに垂直に立てられた状態となり、筒内で生育する仔魚へ十分に酸素を供給するためには筒内への水の循環が必要となる。そのためには実験水槽内を流れる水平的な流れの一部を垂直的な流れに変える補助具が必要と考えられ、その補助具として実験 I および II で使用したものと同一ブラインドをハニカム上に置いた。

供試魚の収容

実験 I においては積算水温 440 度前後の発眼卵 (千歳川産) 7,500 粒 (15000 粒 m^{-2}) をアトキンス孵化盆四枚に盛り、実験水槽下流側の各床材上にセットして孵化後観察を開始した。孵出のピークは 1986 年 12 月 25 日で、孵化率は

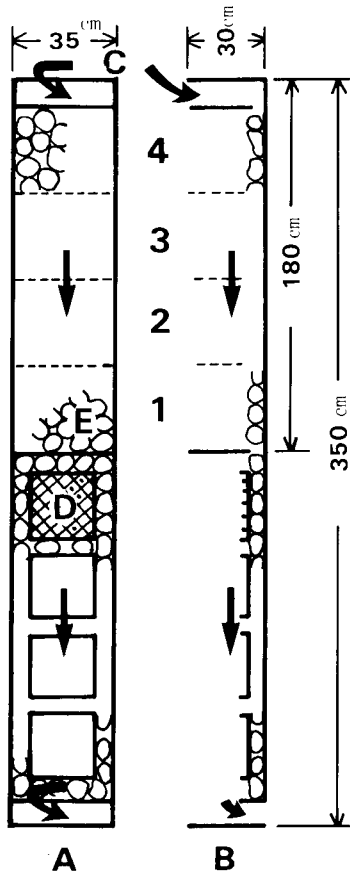


Fig. 1 Schematic illustration of experimental incubation channel. The arrows indicate water movements. The incubation channel is numbered from 1 to 4 for convenience of measurement. A, a ground plan; B, a side view; C, water; D, tray; E, flooring materials ("gravel", "blind" or "honeycomb board").

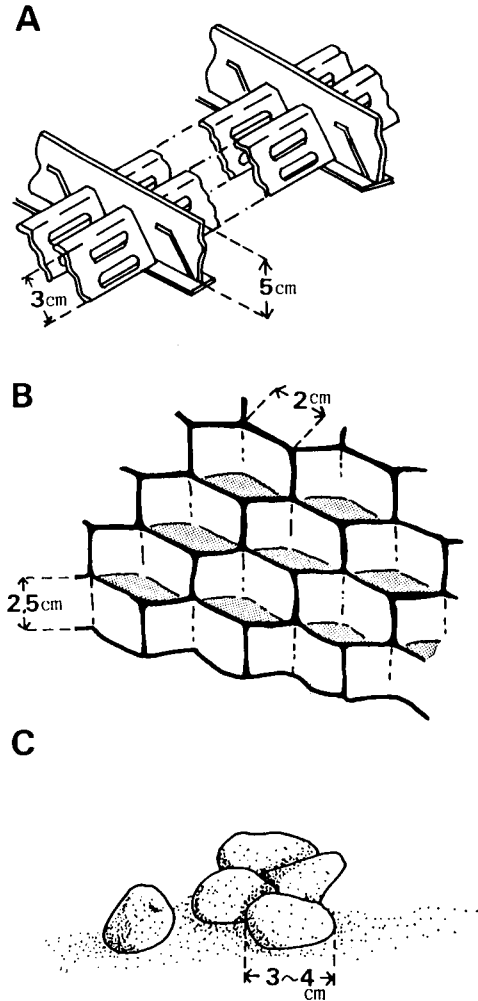


Fig. 2 The illustration of the materials covering the bottom of incubation channel. A, blind; B, honeycomb board; C, gravel.

91.0%であった。実験 II においては発眼卵が入手できなかったため島牧村泊川産の孵化（1987年1月20日孵化，孵化率 89.4%）後16日（積算水温600度）のサケ仔魚7,500尾を実験 I と同様に散布収容した。

仔魚の移動状況の観察

仔魚の移動状況をできるだけ詳細にとらえるため、実験水槽の上流側1/2を実験 I と同様四つに区分し、下流から上流へ向って1区、2区、3区、4区として各区に移動した仔魚を計数した。計数時には区画境に各床材に適した仕切り網をセットした後サイフォンで水と一緒に水槽外に仔魚を取り出して計数した。計数後直ちに元の区画に仔

魚を静かに戻し、安定した状態になった後(おおよそ30分前後)、仕切り網を取り外した。移動仔魚数が多い場合には計測時間を短縮するため重量法によった。また、計数時のサンプリングは、光などによっておこる仔魚の異状な移動を極力抑えるため、できるだけ暗い条件のもとで行った。

計数は実験Ⅰにおいては孵出後ほぼ5日毎に8回(1986年12月31日から1987年2月4日)、実験Ⅱにおいても同様にほぼ5日毎に5回(1987年2月12日から3月4日)行った。各実験区の仔魚の活動がどのように成長に反映するか明らかにするため、浮上時の稚魚を採取し、実験Ⅰについては体重のみ、実験Ⅱについては体長(尾叉長)および体重をそれぞれ測定した。また、各実験区の水の流れ方については食紅水溶液を用いて観察した。

結 果

実験Ⅰ

実験Ⅰにおける発育にともなう仔魚の移動状況はTable 1に示した。砂利およびブラインド実験区はいずれも時間(日数)の経過とともに仔魚が散布場所より上流方向に移動することが明らかに認められた。

Table 1 Movement of chum salmon alevin in two types of incubation channels during 42 days after hatching

Date of measurement	Blind					Gravel				
	Number of alevin					Number of alevin				
	1	2	3	4	Total ^{*)}	1	2	3	4	Total
1987, Dec. 31	861 ^{*)} (11.5%) ^{**}	68(0.9%)	84(1.1%)	18(0.2%)	1,031(13.7%)	54(0.7%)	0	0	0	54(0.7%)
1988, Jan. 5	816(10.9)	670(8.9)	1,053(14.0)	546(7.3)	3,085(41.1)	287(3.8)	1(0.1%)	0	0	288(3.8)
10	824(11.0)	331(4.4)	234(3.1)	2,354(31.4)	3,743(49.9)	943(12.6)	43(0.6)	210(3%)	0	988(13.2)
16	1,241(16.5)	361(4.8)	286(3.8)	1,848(24.6)	3,736(49.8)	1,161(15.5)	340(4.5)	52(0.7)	7(0.9%)	1,560(20.8)
20	1,361(18.1)	662(8.8)	117(1.6)	1,923(25.3)	4,063(54.2)	1,152(15.4)	628(8.4)	105(1.4)	4(0.5)	1,889(25.2)
25	1,339(17.9)	298(4.0)	283(3.8)	2,485(33.1)	4,405(58.7)	1,432(19.1)	647(8.6)	322(4.3)	20(0.3)	2,421(32.3)
31	926(12.3)	805(10.7)	170(2.3)	1,967(26.2)	3,868(51.6)	1,430(19.1)	1,123(15.0)	400(5.3)	194(2.6)	3,147(42.0)
Feb. 4	1,221(16.3)	786(10.5)	266(3.5)	1,289(16.9)	3,542(47.2)	1,647(22.0)	1,132(15.1)	690(9.2)	197(2.6)	3,666(48.9)

*1 Number of alevin which had moved into each division.

*2 Ratio of number of alevin which had moved into the division to number of alevin which were distributed over the incubation channel.

*3 Total number and ratio of alevin which had moved into four divisions.

特にブラインド実験区においては観察開始5日後に少数ではあるが最上流側(4区)まで仔魚の移動が示され、その後移動数は日を追って増加し、第三回目の観察時(1月10日孵化後21日)には最上流側の4区に移動した仔魚は孵化数の31.4%(2,354尾)に達し、第六回目の観察時(1月25日孵化後36日)には1から4区の総数は4,405尾、総供試魚の58.7%を占めるなど、ブラインド実験区の仔魚の移動が極めて激しいことが知られた。

これに対して砂利実験区では実験開始後5日目(第一回観察時)には散布場所に最も近い1区に僅かに54尾が移

動したに過ぎず、最上流側の4区まで分布するようになったのは第四回目の観察時(1月16日、孵化後27日)で、その数は7尾であった。しかし、その後時間の経過とともに増加する傾向が顕著に示され、第七回目の観察(1月31日、孵化後42日)では1から4区に分布していた仔魚の総数は3,147尾(42.0%)とブラインド区に比べて少ないものの、

Table 2 Body weight of chum salmon fry held in two types of incubation channel

Type of incubation channel	Number of fish	Body weight (g)
Blind	120	0.246 ± 0.0438 ^{*)} (0.17 - 0.30) ^{**}
Gravel	120	0.258 ± 0.0392 (0.20 - 0.35)

*1 Mean + standard deviation.

*2 Range.

サケ・マス孵化管理技術の改善に関する研究

仔魚の臍嚢吸収に伴い流れに逆らって移動する傾向が高まることが明らかとなった。

このような床材による仔魚の活動の相違が、成長にどの様に反映しているのか検討するために、それぞれの実験区の浮上稚魚(積算水温890度)の体重の比較を行った(Table 2)。その結果、砂利実験区の稚魚の平均体重は0.258 gであったのに対し、ブラインド実験区では0.246 gと、平均体重に有意の差が認められた。一方、採取標本の臍嚢吸収状態を示す腹部の縫合については砂利実験区に臍嚢吸収途中で腹部縫合の完成していないものが目立つのに対して、ブラインド実験区では縫合の完成したものが多く、臍嚢吸収度合から見る限りブラインド実験群の方が砂利実験群に比べてより発育が進んでいるといえる。このことから臍嚢吸収速度は活動の活発、不活発と密接に関係していることが示唆された。

実験 II

従来の砂利に代る養魚池床材あるいは装置の開発をめざして、今回、家屋等の建材として使用されているハニカム (Fig. 2-B) の利用を試みた。しかし、六角形の巣状の筒にほぼ均等に分散させて収容した仔魚に、十分酸素を供給するためには、それぞれの筒内に水の交換を促す動きを起こさせる必要があるとの考えから、実験 I で使用したブラインドが流れに対して抵抗板の役割を果たすであろうとの判断のもとに、ハニカムの切口中にブラインドを設置した。このブラインド設置はハニカム内の水の交換(上下流)を行う上で極めて有効であることが実験後の流向観察実験において確かめられた。また、軽いハニカムの安定的保持にブラインドとの併用が大きな役割を果たしたといえる。

Table 3 Movement of chum salmon alevin in each type of incubation channel during 45 days after hatching

Date of measurement	Honeycomb board (1.5cm)					Honeycomb board (2.5cm)				
	Number of alevin				Total ^{*)}	Number of alevin				Total
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1987. Feb.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	3 ^{**) (0.04%)}	0	0	0	3(0.04%)	0	0	0	0	0
22	3 (0.04)	1(0.01)	0	0	4(0.05)	1(0.01)	0	0	0	1(0.01)
27	5 (0.07)	2(0.03)	1(0.01)	0	8(0.11)	3(0.04)	1(0.01)	0	0	4(0.05)
Mar.5	5 (0.07)	3(0.04)	2(0.03)	1(0.01)	11(0.15)	3(0.04)	1(0.01)	0	0	4(0.05)
Date of measurement	Blind					Gravel				
	Number of alevin				Total	Number of alevin				Total
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1987. Feb.12	664 (8.9%)	838(11.2%)	436 (5.8%)	1,199(16.0%)	3,137(41.8%)	906(12.1%)	1,152(15.4%)	275(3.7%)	70(0.9%)	2,403(32.0%)
18	1,143(15.2)	758(10.1)	695 (9.3)	2,003(26.7)	4,599(61.3)	1,168(15.6)	1,296(17.3)	512(6.8)	222(3.0)	3,198(42.6)
22	1,391(18.5)	706(9.4)	761(10.1)	1,825(24.3)	4,683(62.4)	870(11.6)	1,612(21.5)	1,915(25.5)	678(9.0)	4,175(55.7)
27	1,291(17.2)	524(7.0)	655(8.7)	2,444(32.9)	5,314(70.9)	1,197(16.0)	1,326(17.7)	1,149(15.3)	1,270(16.9)	4,942(65.9)
Mar.5	1,625(21.7)	1,225(16.3)	815(10.9)	1,462(19.5)	5,127(68.4)	684(9.1)	771(10.3)	1,476(19.7)	1,609(21.5)	4,540(60.5)

*1) Number of alevin which had moved into each division.

*2) Ratio of number of alevin which had moved into the division to number of alevin which were distributed over the incubation channel.

*3) Total number and ratio of alevin which had moved into four divisions.

新床材(ハニカムとブラインドの組み合わせ)実験区と砂利、ブラインド実験区における仔魚の移動状況は Table 3 に示した。実験 II においては発眼卵が入手できず、かわりに孵化後16日(積算水温600度)の仔魚を用いたため、仔魚の移動状況に実験 I と若干の相違があると考えられるが、ブラインドと砂利の間では実験 I に見られたのと類似した傾向がうかがわれた。これに対して新床材ハニカムの筒長 1.5 cm および 2.5 cm 区ではブラインド区および砂利区の活発な移動とは対照的に殆んど仔魚の移動はみられず、第五回目の最後の観察(3月4日、積算水温809度)

まで筒の中に留まっていた。移動した仔魚数は1から4区の総計で筒長1.5 cm 実験区で僅かに11尾, 筒長2.5 cm 実験区で4尾確認されただけであった。しかし, 筒長1.5 cm 実験区において仔魚散布場所の下流側に一部壅集が観察された。いずれにしてもハニカム実験区では砂利, ブラインド実験区と顕著な相違が示され, 仔魚の安静保持の床

Table 4 Fork length and body weight of chum salmon fry held in each type of incubation channel. The measurement was done on March 19, 1987

Type of incubation channel	Number of fish measured	Fork length (cm)		Body weight (g)	
		Mean ± S. D.	Range	Mean ± S. D.	Range
Honeycomb board (1.5cm)	270	3.63 ± 0.20	3.0-4.0	0.268 ± 0.047	0.17-0.44
Honeycomb board (2.5cm)	270	3.69 ± 0.20	3.3-4.2	0.277 ± 0.053	0.18-0.43
Blind	270	3.58 ± 0.21	3.1-4.1	0.265 ± 0.057	0.16-0.44
Gravel	270	3.65 ± 0.20	3.2-4.2	0.274 ± 0.053	0.18-0.45

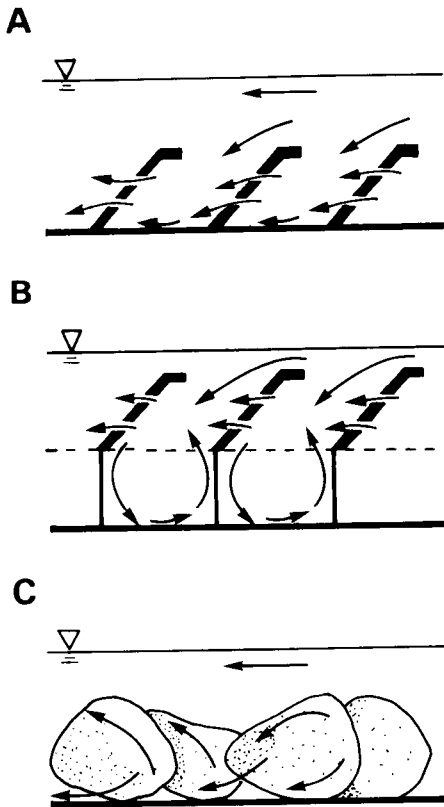


Fig. 3 The illustration of the water movement (arrows) in each type of incubation channels. A, blind type; B, honeycomb type (blind on it); C, gravel type ∇: means water level.

材として優れていることが示唆された。

積算水温916度時の各実験区の稚魚の体長(尾叉長), 体重については Table 4 に示した。平均値の差はそれ程大きくないものの, 体長, 体重とも筒長2.5 cm 実験区が最も大きく, 次いで砂利区, 筒長1.5 cm 区そしてブラインド区となっていた。

実験 II は孵化直後からの実験ではなく臍嚢吸収が2割程度進んだ状態の仔魚であるため, 床材による成長への影響を論ずるには適切と言い難い面があるが, Table 4 に示したそれぞれの値から, 仔魚期の活動の度合が浮上後の稚魚の大きさと深い関係があることがうかがわれる。

次に実験 I および II において各床材の周囲の水の流れを観察した結果, 概略的には Fig. 3 に示すような流れを呈することが知られた。各実験区での流向は, 指標として用いた食紅水溶液の滴下位置によって多少の変化は見られるものの, 砂利, ブラインドの利用の場所ではほぼ水平的な流れを示すものに対して, ハニカムではゆっくりした垂直的な流れがみられた。筒長1.5 cm 区と筒長2.5 cm 区とを比較した場合, 両区とも垂直的な流れを示すがその流れは筒長1.5 cm 区において明らかに速い傾向が観察された。このように仔魚の安静を保つには, 水平的な流れより垂直的な流れを起す構造の床材或いは装置が有効であることが明らかとなった。

考 察

養魚池の池底に敷きつめられる砂利は孵化後の仔魚の管理に不可欠な床材として現在も稚魚生産の基本とされている。使用される砂利の大きさや敷く厚さがほぼ統一されるようになったとはいえ、孵化事業における機能性の向上や合理的稚魚生産管理などの近代化のためにも砂利の見直しや新しい仔魚管理方式の確立が望まれる。

健苗生産を目指した新しい仔魚管理方式を確立するためには仔魚期の生理生態的知見の蓄積とそれに基づく構造の装置なり、床材の開発が肝要である。

このような見地から現在使用されている砂利並びに新しく開発され、市販されている仔魚のアパートともいわれているブラインドの仔魚に対する安静保持の効果について、さらには家屋等の建材として使用されているハニカムの新しい仔魚管理床材としての利用価値について実験を試みた。その結果、一部普及がみられているブラインド装置は長年使用されてきた砂利より仔魚の安静を保持する点で劣り、そのことが浮上時の稚魚の大きさにも反映することが明らかとなった。一方、水平的な流れを垂直的な流れにかえた形のハニカムを床材とした場合、仔魚の安静保持は極めて良好で、その安静保持が明白に成長に反映することが知られ、砂利に代る新しい床材としての価値が極めて高いことが示唆された。

まず、砂利とブラインドの安静保持力を比較検討した実験Ⅰにおいて、砂利はブラインドに比べ仔魚の発育初期には安静保持力の点で明らかに優れていたが、発育が進むにつれ人工孵化事業においても通常認められると同様に、散布場所を離れ注水部に移動するものが多くなることが確かめられた。

実験水槽中の流速については計測することはできなかったが、注水量と流水面の断面から推算すれば $0.35\sim 0.42\text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ となる。このような微流速にも拘らず、仔魚の移動が示されたことは安静保持の役割として砂利は十分でないことを物語っている。このような仔魚の移動は仔魚の流れに対する正の走性によることは明白で、養魚池の注水によるほぼ水平的な流れを改善しない限り、仔魚の上流部への移動を抑制することはできないことが指摘される。ブラインド実験区の移動が砂利実験区より顕著なことはブラインド装置の流速の刺激が砂利より大きいことによると見なされるが、その度合いについて明白にすることはできなかった。

仔魚期の活動の活、不活発と成長との関連について、臍嚢から栄養を摂取する仔魚期において運動量が多い条件下で発育した稚魚の体重は運動量が小さい条件下のものより小さい値となることが明らかにされている（小林，1966；埴山，1986）。実験Ⅰにおいて移動が活発だったブラインド実験区の稚魚の体重が砂利実験区より小さい値を示したことにより明らかにブラインド装置は仔魚の安静保持の面ばかりか、健苗育成という面でも色々問題を含んでいるものと推察される。

次に実験Ⅱにおいて、ハニカムの実験区は対照区の砂利およびブラインド実験区の仔魚の活発な移動とは全く対照的に水槽上部への移動がほとんどみられなかった。このことは、ハニカムの各筒に垂直的な水の流れを起こさしめたことが大きな要因と考えられる。本来、魚類は水平的な流れに顕著な走性を示すものの垂直的な流れに対しては走性が不顕著なことからして当然のことであるが、ハニカム内に構成される垂直的な流れが浮上時まで仔魚を筒内に留まらせる作用があるといえる。そしてそのことが成長の面にもプラスとして反映する可能性が認められるなど、仔魚期の安静保持のための新しい床材として極めて有望であることが知られた。また、仔魚期には光に対して負の走性をもつと言われることから、ハニカムの筒の構造にそれらのある程度満たす条件があるのかも知れない。

北海道水産孵化場研報

いずれにしろ仔魚の活動は流れや光などに対する様々な定性と密接な関係があると判断されることから、発育段階における走性を明らかにしその有効な利用が肝要と考えられる。また、成長については各実験区の活動の顕著な違いに比べればそれ程大きな差異が認められなかったが、これについては孵化後半月近くを経過した仔魚を用いたことによると考えられる。しかし、その成長差が僅少とはいえ筒長 2.5 cm 実験区の稚魚の平均体重が砂利およびブラインド実験区より大きい値を示したことは、明らかに安静による体成長への反映とみなすことができる。なお、筒長 1.5 cm 実験区では実験中、下流方向へ仔魚が流出したことや、成長量が砂利より下回ったことなどから筒長が短すぎる場合には安静保持の点でいくつかの問題が生じることを示唆している。そして筒長 2.5 cm 実験区の結果から少なくとも筒長 2.5 cm 以上が適切ではないかと推察される。一方、ハニカムの口径について、本実験においては切り口の一边が 2 cm の大きさのものを使用したのが、事業的に利用する場合には効率的な口径をさらに検討することが肝要である。

また、ハニカムの筒内にゆるやかな上下流を起こすためにはブラインドが有効であったことが食紅水溶液で確かめられた (Fig. 3 参照) が、ハニカム様の床材利用のためには更に適切な上下の環流を起こさせる補助具の開発が必要と考えられる。

以上実験 I および II の結果から養魚池の水平的な流れを垂直的な流れに変えることが仔魚の安静保持に必要な要素であるとともに、その垂直的な流れを利用し得るハニカムのような構造をもつ床材が極めて有効であることが指摘される。従って、健苗育成並びに稚魚生産効率の向上に併せて養魚池の多面的利用および管理業務の機械化、合理化のためにも砂利使用に代ってハニカムと同様の機能をもつ床材の早期実用化が期待される。

要 約

1. 養魚池の砂利に代る新しい床材の開発のため、各床材の仔魚期における活動並びに成長への影響について基礎的実験を行った。
2. 砂利実験区とブラインド実験区の比較実験の結果、仔魚は発育経過に伴ってそれぞれの床材を離れ、流れに逆らって活発な移動をすることが明らかとなった。
3. 砂利およびブラインド実験区での仔魚の活発な移動は何れも水平的な流れに対する正の走性に基づくものである。
4. 仔魚の移動状況から、市販のブラインドは長年使用されている砂利よりも仔魚の安静保持力が劣ることが明らかとなった。
5. 仔魚の活動の活発、不活発は仔魚の成長にも影響し、活発な活動を示すブラインド実験区の浮上期の稚魚の体重が砂利実験区より小さい値が示された。
6. 新床材として利用したハニカムによる仔魚を安静保持する機能は、砂利と比較して著しく高く、臍嚢吸収して浮上するまでハニカムの筒中に仔魚を安静状態で留まらせることが明らかにされた。
7. ハニカムの仔魚安静保持力は水平的な水の流れを垂直的な流れに変えたことによるもので、仔魚期の活動抑制には仔魚の流れに対する走性のコントロールが極めて有効であることが指摘される。
8. ハニカムボードの高い安静保持機能は成長の面にも明らかにプラスとして反映されることから、養魚池の砂利に代る床材として極めて有望と判断され、その実用化が期待される。

謝 辞

この論文の御校閲の労を賜った前水産庁北海道さけ・ますふ化場長、小林哲夫博士に感謝申し上げるとともに、有益な御助言と御指導および御校閲を賜った水産庁北海道さけ・ますふ化場、大熊一正技官に深甚の謝意を表す。また、本研究あたって、貴重なる文献の貸与と御助言を賜った水産庁北海道さけ・ますふ化場、帰山雅秀博士に深謝の意を表す。

文 献

- 帰山雅秀 (1986). サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活に関する生態学的研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 40, 51-52.
- 小林哲夫 (1966). さけます稚魚の生態調査の概要. 仔魚期 (発生初期) における成長機構. 第三回さけ・ます増殖研究協議会議事録, 56-58.
- 水産庁北海道さけ・ますふ化場 (1985). さけ・ます人工ふ化場事業実施要領, 41-50.

