

# サケ・マスに関連する 文献要約集

## ギンザケ稚魚の三次元摂食反応域

Dunbrack, R.L. and L.M. Dill. 1984. Three-dimensional prey reaction field of the juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1176-1182.

魚類の餌生物の選択性については、これまで餌のサイズや餌までの距離など、主に見つけられやすさといった観点から論じられてきた。魚の索餌は、水の動きや魚の動きに伴う円筒状の水柱の範囲内で行われることから、餌に出会う機会は、この有効索餌域の断面積 (Scanning area) の大きさに比例する。この断面域の大きさを実験的に推定するため、大きな水槽内で定位するギンザケ稚魚の摂餌行動を2台のビデオカメラで撮影し、餌生物に対する反応空間域を三次元的に解析した。その結果、反応距離は水平視認面の上側と、断面視認面の前方で最大を示した。河川の流水中では、ギンザケ稚魚が比較的底層に定位するのに対し、餌生物は表面に多く、下から上に向かっての摂餌行動を起こすことが多く、この実験結果と一致する。ギンザケを用いたこの結果と実験方法は、他のサケ科魚類の索餌反応域の推定にも有効である。  
(真山 紘)

## ギンザケ卵を河川内でふ化させる3種の技法の比較試験

Bams, R.A. 1985. Comparison of three instream incubation techniques for coho salmon. North American Journal of Fisheries Management 5(2A): 159-172.

自然界を利用しながらサケ科魚類を培養する戦略の一環として、サケ科魚類の卵を河床に埋設してのふ化方法は、増殖経費の節減の他に、生物学的観点から、自然界への適応や記銘の面でも有利である。この技術の開発に向け、3種類の河川内ふ化技法の比較試験を、ギンザケの受精卵を用いて人工河川

で行った。日本の養魚池にまねて、砂利底の上に卵を盛ったスクリーンを設置する方式 (A), 砂利と卵を詰めた大型の箱を河床に埋め込む方式 (B), 砂利と卵を小さなカゴの中に詰めて砂利層に埋め込む方式 (C) を比較した。Aは死亡率が高く, しかも出来上り稚魚のサイズ, 発育段階, 卵黄の転換効率, これらすべてが他に比べて劣った。Cは最も効率的で, Bはこれらの中間であった。これらの結果をもとに, より効率を高めるための技法について提言している。 (真山 紘)

### 体内及び外界の磁場の改変とサケ稚魚の定位

Quinn, T.P. and C. Groot. 1983. Orientation of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) after internal and external magnetic field alteration. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1598-1606.

サケの河川塑上は, 嗅覚により支配されるが, 外洋での回遊には他の要素の関与が知られ, 太陽の位置や偏光パターンなど天象との関連の他に, 地磁気が方位の決定に関わることが著者の一人であるQuinnにより提唱されている。本報告ではこれまで供試されたことのなかったサケ稚魚を用いて, サケ属魚類の方位選択性の普遍性を明らかにすると共に, 方位選択に関わる天象と磁界との相対的役割について検討した, 円形水槽に収容された稚魚が8方向へ流下できる装置を用いた実験で, 水槽にカバーをかけても, 方位選択性を狂わすことはできず, また, 稚魚の鼻先にステンレス製の Coded wire tag を打ち込んだところ, これらの磁化の有無にかかわらず降下方位には影響を与えなかった。しかし, 水槽に巻かれたコイルに通電し, 外界の磁界を90°変換することにより, 稚魚の移動方向が影響を受けることが知られた。しかし, その変化の度合や方向性を明らかにするには至らなかった。(真山 紘)

### サケ属魚類における海洋生存率の密度従属に関する試み

Peterman, R.M. 1980. Testing for density-dependent marine survival in Pacific salmonid, p.1 - 12. In W.J. McNeiland and D.C. Himsworth [eds.], Salmonid Ecosystems of the North Pacific. Oregon State Univ. Press, Corvallis. 331p.

サケ属魚類の密度従属現象をMorrisとVarley & Gradwellの方法により検討した結果, 次の4項目に分かれてそれぞれ密度従属現象が観察され

た。a) 同一年級群内における相互作用では12例中7例がMorris法により、また1例がVarley & Gradwell法により有意であった。b) 年級群間の相互作用ではMorris法により6例中4例が密度従属現象を示したが、Varley & Gradwell法では有意でなかった。c) 同一河川あるいは近隣河川での個体群間の相互作用では19例中2例に密度従属現象が観察された。また、カラフトマスの降海量とベニザケ Smolt の生存率にも相関が見られた。d) 個体群間あるいは種間の関連では55例中7例がMorris法により、5例がVarley & Gradwell法により有意であった。特に、アラスカ系のベニザケとBritish Columbia系のカラフトマスに5%レベルで相関がみられた他、北海道系サケの回帰率とUgashik川系ベニザケSmoltの生存率の間にも負の相関がみられた。(埴山雅秀)

### 浮上直後におけるマスノスケ稚魚の流れ応答と反発行動

Taylor, E.B. and P.A. Larkin. 1986. Current response and agonistic behavior in newly emerged fry of chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, from ocean and stream type population. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 565-573.

Fraser川におけるマスノスケの生活型には、上流のSlim Creekで産卵して降海移動の前に1年間河川生活をする河川型と下流のHarrison川で産卵して浮上直後の最初の春からその年の初夏までに降海する海洋型の2型がある。浮上直後における両者の流れ応答と反発行動を調べた結果、Slim Creek産はHarrison川産に比べて強い正の走流性を示したほか、鏡刺激や種間および種内間テストに対して極めて攻撃的であった。また、不對鰭も前者の方が明白色であった。これらの事から、攻撃行動、正の走流性および鰭の色の明るさはサケ科魚類の河川残留期間における重要な構成要素であると考えられた。(埴山雅秀)

### 魚類の初期生活段階における運動機能形態

Webb, P.W. and D. Weihs. 1986. Functional locomotor morphology of early life history stages of fishes. Trans. Am. Fish. Soc. 115: 115-127.

初期生活期における魚類の運動機能に関する形態が流体力学的観点から比

較された。初期生活期の魚類の標準活性は抗力が直線的に流速に依存し推力が抵抗力に著しく寄与する域と慣性力が体表面付近の境界層を除いて卓越する域との間の中間的な流体力学的環境で生じる(レイノルズ数;  $20 < R < 200$ )。仔稚魚(Larva)の全力疾走は後者に属する。発育に伴う魚類の形態の変化はその遊泳活動との関連が深い。発育に伴う運動機能の形態変化が尾柄高/体高, 全長/体高および推力/抵抗値の3つの要因により検討され, 真骨魚類の活動型がマグロ(Cruiser)型, マス(Accelerator)型, およびフグ(Maneuverer)型に分けられた。(婦山雅秀)

### ベニザケ国際シンポジウム(要約集)

“Sockeye’85” International Sockeye Salmon Symposium on Sockeye Population Biology and Future Management. November 19-22, 1985, Nanaimo, British Columbia, Canada. Department of Fisheries and Oceans, Fisheries Research Branch, Pacific Biological Station, Nanaimo, B. C., Canada.

1985年11月19日から22日にかけて, カナダのNanaimoにおいて「ベニザケの集団生物学と将来の資源管理」をテーマにベニザケの国際シンポジウムが開催されたが, わが国から出席された函館水試の長澤和也博士からその要約集を入手した。シンポジウムは「生活史戦略」, 「生息場所と発育段階」, そして「資源管理」の3セクションから成っているが, ここではセクション1から一部紹介する。C.C. Wood & B.E. Riddellは北ブリティッシュ・コロンビアのStikine川におけるベニザケの生活史を紹介し, その生活型を“湖沼型”, “河川型”と“海洋型”の3つに分け, 前2者が1年以上淡水生活をするのに対し, 後者は浮上後直ちに降海し湖と接続しない河川に多くみられることを報告している。また, 降海サイズは海洋型が48mm-FL, 1.0g BWであるのに対し, 河川型では71mm-FL, 3.0g-BWであった。降海サイズについてはJ.P. Koenigs et al. もスモルト生産技術の観点から湖沼型では60mm-FL, 2.0g-BWを挙げている。E.L. Brannonは稚魚の浮上時期が春の餌増殖時と相関が見られることから, ベニザケは適切な浮上時期を選択するために産卵時期を調整するように適応分化したと考え, 水温が低い産卵床ではその個体群の産卵時期が早く, 逆に水温の高い産卵床の個体群では産卵時期が遅い傾向にあることを示した。D.E. RogersはWood川

に溯上したベニザケの鱗を解析し、産卵回帰の年齢決定は淡水生活期では環境要因（生息密度、水温）が、海洋生活では遺伝的要因（両親の海洋年齢）が深く関連していることを報告している。同様のことをM.J. Bradford & R.M. Petermanも報告しているが、彼らはさらにそのような遺伝的関係が見られない実験例も示し、遺伝的変異の重要性を指摘している。また、M.R. GrossがGame theoryとBet-hedging modelから進化的に安定な戦略(ESS)と“Optimal”戦略を生活史の進化にあてはめて大胆な推理を行っており、M.C. Healeyも雌の成熟年齢とサイズをゲーム説モデルから生活史の最適化モデルにより検討し、雌の大型化に伴う卵サイズの大型化は小型の雌より大型の雌の方が個々の配偶子により多く投資できることから卵の生存率という点で重要であることを指摘している。（婦山雅秀）

#### 背鳍鳍条を用いたマスノスケの年齢査定法とその精度について

Chilton, D.E. and H.T. Bilton. 1986. New method for ageing chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) using dorsal fin rays, and evidence of its validity. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1588-1594.

鱗に代わる年齢査定方法として背鳍鳍条の断面に現れる縞模様を用いたマスノスケの年齢査定を試み、その精度について検討した。その結果、鱗単独と鱗・背鳍鳍条併用の2通りの方法で査定した年齢の比較では、淡水年齢については差が認められなかったものの、海洋年齢については鱗単独の方が併用法に比べて若齢になる傾向が認められた。また、標識魚を使って淡水年齢を査定したところ、併用法で90%以上の高い精度が得られた。これらのことから、マスノスケの年齢査定を行う場合には、鱗単独に比べ鱗・背鳍鳍条併用のほうが優れていると判断された。（大熊一正）

#### 光周期調節により成熟が促進された親魚から生産されたマスノスケ

##### 0+ 稚魚のスモルト化と降海回遊について

Zaugg, W.S., J.E. Bodle, J.E. Manning and E. Wold. 1986. Smolt transformation and seaward migration in 0-age progeny of adult spring chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) matured early with photoperiod control. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 885-888.

催熟のため蓄養されたマスノスケ親魚を人工的な光周期のもとで、徐々に

照明時間を短くして管理すると、自然光での管理に比べて1ヶ月程早く採卵が可能になった。これらの卵から発生した稚魚は、ふ化時の比較ではやや小型であるが、飼育期間を長くすることができるため逆に大型になり、鱭のつま黒化や海水適応力と関係する鰓の $\text{Na}^+\text{-K}^+$  ATPaseの活性の上昇が示され、通常の方法で親魚から得られた稚魚に比べてほぼ1年早く、 $\text{O}^+$ でスマルト化することが認められた。また、降海行動も順調に示された。この方法では蓄養中の親魚の斃死率を低くすることができるほか、大型の稚魚を $\text{O}^+$ でスマルト化させることができるのでマスノスケの資源増大をはかる上で非常に有効と見られるが、最終的にはこれらの放流魚の回帰を待たなければならぬ。

(大熊一正)

### 日本のサクラマスにおける遺伝的変異と集団構造

Okazaki, T. 1986. Genetic variation and population structure in masu salmon *Oncorhynchus masou* of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52: 1365-1376.

北海道10河川と本州東部の8河川におけるサクラマス集団について遺伝的変異を検討したところ、34遺伝子座中17座に遺伝的多型が認められた。サクラマスはサケ属中最も原始的であり、ニジマス属に近い種と考えられているが、平均ヘテロ接合体率は5.2%であり、サケ属の値に類似していた。各集団間の遺伝的距離(Nei, 1978)の平均は0.0028と高く(北海道産サケでは0.0006)、地理的に近接した集団間にも遺伝的組成には大きな違いが認められ、サクラマスの各河川分集団はサケ属魚種のなかでも高い遺伝的独立性をもつものと考えられた。遺伝的組成に明確な地理的勾配は認められなかったが、遺伝的近似性から、検討した河川分集団は知床半島を境として、根室海峡・太平洋に面する地域と、オホーツク海・日本海に面する地域の2つのグループに大別された。同一河川における遺伝的組成は経年的にも一定であったことから、電気泳動法によって、海洋で漁獲されるサクラマスの集団構造を分析することも可能である。

(浦和茂彦)

### ブリテイッシュ・コロンビア南部における

### サケの生化学的な遺伝集団の識別

Beacham, T.D., R.E. Withler, and A.P. Gould. 1985. Biochem-

ical genetic stock identification of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in southern British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 437-448.

カナダ西岸とバンクーバー島にはさまれたJonstoneをはじめとする海峡は産卵回帰するサケ親魚の重要な通過路であるが、そこで行われているサケ漁業によって、フレーザー川系サケなどに対して過剰な間引きを行う可能性があることから、季節的に集団構造を把握し漁業規制を行う必要がある。そこで、ブリティッシュ・コロンビア州南部の33サケ分集団における遺伝的変異を電気泳動法によって調べ、さらにJonstone海峡で漁獲されたサケの集団構造を推定した。遺伝的多型を示す7遺伝子座を用いて分析を行ったところ、各分集団間の遺伝的距離は0.0000-0.0118であり、フレーザー川、Bute and Toba Inlets, バンクーバー島, および南部Mainlandの4地区のサケは各々異なった遺伝的組成を持つことがわかった。9分集団については2年間分析したが、遺伝組成に経年変化は認められなかった。Jonstone海峡で漁獲されたサケの遺伝的組成を毎週調べたところ、0-19%がワシントン州、13-45%がフレーザー川起源のサケと推定され、フレーザー川での溯上状況と一致した。(浦和茂彦)

### ニジマス稚魚の呼吸機能に及ぼす細菌性鰓病の影響

Wakabayashi, H. and I. Iwado. 1985. Effects of a bacterial gill disease on the respiratory functions of juvenile rainbow trout, p.153-160. In A.E. Ellis [ed.], Fish and Shellfish Pathology. Academic Press, London. 412p.

飼育環境が細菌性鰓病魚の死亡に重要な役割を果たすと考えられることから、ニジマス稚魚に鰓病菌 *Flavobacterium* sp. を実験感染させ稚魚の呼吸機能に与える影響について検討した。まず、飼育水の溶存酸素量と感染魚の死亡率を知るため、溶存酸素を100%, 90%, 80%, 70%および60%に設定した連続水槽にニジマスを20尾ずつ収容し、鰓病菌を感染させたところ、2週間の累積死亡率はそれぞれ28%, 70%, 73%, 88%, 100%となり、低酸素区ほど死亡率が高くなった。鰓での鰓病菌数は5日後に最も多くなった。低酸素に対する耐性を知るため、稚魚10尾ずつを密封容器に収容し横転時の溶存酸素を調べたところ、全数魚が横転するのは対照魚で1.2-1.6ppm, 感

染2日後の魚で2.1-2.7ppm, 5日後の魚で2.8-3.1ppmの範囲であり, 感染によって稚魚の低酸素に対する耐性が低下した。ニジマス稚魚の酸素消費量は対照魚で251-289ml/kg/hrなのに対し, 感染して2日後183-229ml/kg/hr, 5日後155-167ml/kg/hrと低下した。以上のことから, *Flavobacterium* 感染は鰓の呼吸機能を低下させ, 低酸素状態では窒息によって死亡し易くなることが実験的に証明された。(浦和茂彦)

#### サケ科魚類稚魚の環境性鰓病の病因病理学

Klontz, G.W., B.C. Stewart and D.W. Eib. 1985. On the etiology and pathophysiology of environmental gill disease in juvenile salmonids, p.199-210. In A.E. Ellis [ed.], Fish and Shellfish Pathology. Academic Press, London. 412p.

環境性鰓病(EGD)は集約的に飼育された稚魚に発生しやすい。その病因は複雑であり, 直接的には遊離アンモニアの蓄積, 水中浮遊物による鰓への刺激, 間接的には個体密度, 低酸素, 水温変化やpHが関与すると考えられている。本報ではニジマス稚魚を用いてEGDと遊離アンモニア, 飼育密度の関係について検討した。遊離アンモニア濃度 0.0, 0.01, 0.03, 0.05 mg/liter の区を設定して実験を行ったところ, 12週後0.03mg/liter 以上の区で成長の低下が認められた。さらに, 0.03mg/liter 以上の濃度で常に飼育した区及び0.05mg/liter で断続的に飼育した区では2週後より鰓薄板の肥厚, 鰓薄板上皮と毛細血管間の分離(ECS)が認められた。ニジマス鯉弁の病変の割合は, 8-12週後, 0.03mg/liter 連続区で40%, 0.05mg/liter 連続区で70%, 0.05mg/liter 断続区で30%であるが, 対照魚に病変は認められなかった。飼育密度を変えて比較したところ(1.26, 2.52, 5.04, 7.88 kg/kg/cmbody length), 高密度区では体重の増加が有意に低く, 鰓に著しいECSがみられ, 血清中Na<sup>+</sup>濃度の低下, 血液と鰓のアンモニア濃度の増加が認められる場合もあった。(浦和茂彦)