

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究 - II

餌の堅さ, 給餌の熟練度, 回数, 時刻及び用水の不足

橋 本 進

Research on Culture of Chum Fingerlings for Stocking - II

Consistency of Diet, Feeding Skill, Frequency,
Time, and Insufficient Water Flow.

Susumu HASHIMOTO

Growth and health conditions of reared fingerlings are strongly influenced by skill of feeding practice and feed preparation. These artificial influences will be removed by using an automatic feeder.

It is anticipated that the automatic feeder will produce a considerable high level feeding efficiency through once or twice feeding during the daytime.

The utilization efficiency of diet is gradually lowered as days go by, though it may relate to the growth of the rearing fingerlings.

Aggravation of the rearing environment is caused by small particles of the diet, water-soluble nutrients in the diet, excrements, metabolic products that increased on account of the growth of reared fingerlings, and the decrease of the frequency of water change. Accordingly, it causes the occurrence of diseases and /or death. If the diseases attack the gill, the mortality becomes very high when rearing fingerlings are transferred into the sea water.

It is possible that troubles of adaptability to the sea water which is caused by the rearing, except such a special disease as furunculosis, can be found by a simple test at the early time of rearing. The test is named a sea water transferring test, which easily gets the survival rate of fingerlings in the sea water. The test will become a very effective method to evaluate the availability of reared fingerlings from the viewpoint of the stocking.

And, influence of the disease on the fingerlings is possible to know by easy test to measure the amount of serum (or plasma) protein.

まえがき

以前、サケ稚魚の放流は、卵黄を吸収して浮上し、遊泳するようになったときに行われていた。しかし餌を絶たれた稚魚は、卵黄吸収後2週間前後から死亡率が増え始め、以後2次反動的に増加して卵黄吸収4週間後には半数以上が死亡（橋本^{脚註1}1962）し、放流稚魚の初期減耗の一大要因として回帰率向上への大きな障害となっていた。このため1961年以前にも市販乾燥餌料などによる餌付が試みられたが、品質及び飼育技術の未熟さなどから、事業段階への発展とはならなかった。

乾燥餌料によるサケの大規模飼育については、1962年に稚魚300万尾を用いて生餌による飼育の事業化試験の中で、そのうちの100万尾を用いて、著者らにより、オリエンタル酵母工業のニジマス稚魚用粉末餌料による試験区が加えられたことに始まり、のち餌付餌料の開発と共に今日に至っている。

放流用稚魚の飼育については、単に体力をつけることによって飢餓に対する抵抗力を増加（秋山、能勢¹⁾1979）させて、絶食時の生残率の低下を防止するばかりでなく、海水への適応能力の劣る成長不良の稚魚（橋本、1979⁵⁾）の出現を防止することになり、降海期の生残りを向上させて、回帰率向上への大きな原動力となった。

このようにサケ稚魚の飼育は回帰率の向上を期待させるが、その成績は餌料成分の品質、配合などの良し悪しに左右されるばかりでなく、給餌時の餌の固さ、水分の多寡（橋本、1966³⁾）や給餌量（橋本、1966⁴⁾）に、或いは給餌その他の飼育管理を行う人が単に替わるだけで、著しく変る（9表参照）ことにしばしば遭遇する。

即ち、飼育によって放流稚魚に体力をつけ、且つ海水移行時における生残りを確実に向上させるためには、飼育時における人為的要素の影響を把握、除去することが肝要と思われる。

そこで本研究は餌の与え方と言う全く人為的な要素に起因する問題と、給餌回数、所要時間、給餌時刻および環境の汚染と言う生理生態的要素に係わる人為的要素の問題が、飼育稚魚の成長、健康および海水への適応能力にどのように影響するかを明らかにするため行ったものである。

方 法

1. 実験目標及び飼育方法

- 1) **実験Ⅰ**：飼育成績に及ぼす飼育員の熟練度、および給餌時における餌の状態（固形か練状か）の影響を明らかにするため、1表に示したような3つの異なる成分の餌による1970年のビタミ

1表 実験Ⅰで使用された餌の質と形

| 餌の形 | 対 照 (事業用) | ビタミンC 無添加 | ビタミンK 無添加 |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| 固形(乾燥物) | 1 | 3 | 5 |
| 練 餌 | 2 | 4 | 6 |

ン無添加試験において、餌の堅さないしは、水分の影響を知るための試験を併せて行ったこと、及びたまたま飼育員が一週間毎に交替し、出勤に不都合が生じた時には、出勤計画内で代理を勤めていたとのことなどから、それらの影響を検討したものである。なお給餌回数は日に3回であった。

- 2) **実験Ⅱ**：手撒給餌と機械給餌（自動給餌器）の適否、必要給餌回数および所要時間を明らかにするた

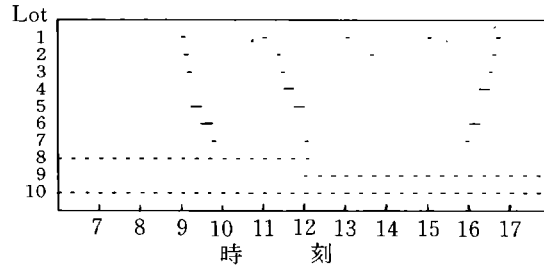
脚註1) 筆者 1962. 鮭稚魚予備飼育事業の結果並びに餌育に伴い得た二・三の考察, 北海道さけ・ますふ化場千歳支場, プリント: 28

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究—II

2表および1図に示した方法・給餌ダイヤに従って飼育実験を行なった。

2表 実験IIの給餌方法

| 区 | 回数 | 方法 | 餌の種類註 |
|----|----|------|-------|
| 1 | 5 | 手撒き | A |
| 2 | 4 | 〃 | 〃 |
| 3 | 3 | 〃 | 〃 |
| 4 | 2 | 〃 | 〃 |
| 5 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 6 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 7 | 3 | 〃 | B |
| 8 | 18 | 機械撒き | A |
| 9 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 10 | 36 | 〃 | 〃 |



1図 給餌ダイヤ(実験II)

給餌所要時間は、手撒きの1, 2, 3, 7の各区は1回5分間、4, 5, 6の各区では1回15分間とし、いずれもタイマーを携帯してコントロールした。また、機械給餌の8区から10区では給餌器の入手が遅れたため、実験開始から55日間は、1図に示した給餌時刻帯の中でそれぞれ7回手撒きで給餌し、入手後は6時から18時までの間に、作動時間5分毎に15分休止の繰返し運転によっ

註：6表参照。

て、断続的ではあるが日間通して給餌した。

- 3) 実験III：自動給餌器を用いた場合の給餌回数、および1回の給餌に必要な時間を明らかにするため、3表に示した給餌回数、所要時間および時刻に従って飼育実験を行った。

なお、1～3各区の所要時間(5分)は実験IIの手撒給餌と比較するために、所要時間を手撒き風に短かくしたものである。また、2～10各区では予定の所要時間の中で連続的に給餌することは、機械の性能上出来なかったもので、実験IVと共に3表に示したとおり断続的給餌となった。

3表 実験IIIの給餌方法

| 区 | 回数 | 所要時間 | 作動方法 | | 給餌時刻 |
|----|----|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | | | 給餌時間 | 休止時間 | |
| 1 | 2 | 連続5分 | 5分00秒 | 0分00秒 | 9:15～ 16:30～ |
| 2 | 4 | 断続〃 | 30〃 | 0〃30〃 | 〃 11:30～ 14:00～ 〃 |
| 3 | 6 | 〃〃 | 25〃 | 1〃00〃 | 〃 10:30～ 12:00～ 13:00～ 〃 17:30～ |
| 4 | 2 | 〃 30分 | 30〃 | 2〃30〃 | 〃 〃 |
| 5 | 4 | 〃〃 | 20〃 | 4〃30〃 | 〃 11:30～ 14:00 〃 |
| 6 | 6 | 〃〃 | 25〃 | 7〃00〃 | 〃 10:30～ 12:00～ 13:00～ 〃 17:30～ |
| 7 | 2 | 〃 60分 | 〃 25〃 | 4〃30〃 | 〃 〃 |
| 8 | 4 | 〃〃 | 1〃00〃 | 4〃00〃 | 〃 11:30～ 14:00～ 〃 |
| 9 | 2 | 〃〃 | 1〃00〃 | 4〃00〃 | 〃 〃 |
| 10 | 4 | 〃〃 | 1〃00〃 | 4〃00〃 | 〃 11:30～ 14:00～ 〃 |

- 4) 実験IV：太陽の日周運動と給餌時刻、所要時間との関係を明らかにするため、4表に示した給餌時刻および所要時間に従って飼育実験を行った。これは、太陽の日周運動が、一般に動物の生理生態のリズムないし、行動と深い係わりを持つため、太陽の日周運動の中で最も顕著な暦現象である日の出、日の入が魚の摂餌および成長にどれだけ影響するかを明らかにしようとしたものである。

給餌速度の制御は、吐出速度と作動時間の両者によって行ったが、給餌器の性能および魚の成長が個々の給餌器、試験区で異なるため、全く同じ作動方法とはならなかった。そこで一応の目安として開始時における1日当りの給餌量が、全所要時間内に与えられるよう計算してまとめた時間を表示した。

給餌器への餌の投入は、前日午後5時頃に1日の必要量の約きを入れ、翌朝残りを補給するようにした。また、給餌器に餌が残らないように所要時間が1時間のもものでは15分間、同じく2時間のもものでは20分間、日の出からの給餌では後に日の入までのものでは前に、それぞれ給餌器の作動時間に余裕をとるようにした。

2. 供試魚および実験期間

供試魚には5表に示した場所および時期に採卵され、当场千歳支場の8℃の湧水でふ化し、管理されていた放流用稚魚を用い、実験開始時の体重および飼育期間は同表に示したとおりである。なお、実験Ⅱおよび実験Ⅲに用いた稚魚は、ふ化直前から水温3.7℃～2.4℃の川水で管理されており、前者が川水で管理された期間は67日であった。

3. 給餌量

実験Ⅰでの給餌量は、実験開始から22日間は、開始時体重の4.3%/日とし、以後の給餌量は各実験期共に期始め体重の4.0%/日とした。実験Ⅱから実験Ⅳまでの給餌量は、各実験期共、期始め体重の4.0%/日とし、成長に見合う餌を餌料係数1として計算し、各実験期共2週間後に加増した。なお、実験Ⅱでは餌に馴れさせるため最初の10日間の給餌量は1.0%/体重/日とした。また、実験Ⅲおよび実験Ⅳでは実験開始前に餌付がされており、その日数は前者で17日、後者では11日前後であった。

4. 飼育水槽および注水量

飼育槽には、実験Ⅰでは33cm(巾)×33cm(深さ)×160cm(長さ)のアトキンスふ化槽、実験Ⅱから実験Ⅳではアース商会(株)FRP製KF400型飼育槽67cm(巾)×47cm(深さ)×147cm(長さ)を使用した。

注水量は実験Ⅰでは23ℓ/分、実験Ⅱおよび実験Ⅲでは10ℓ/分、実験Ⅳでは19.1±0.5ℓ/分であった。なお、実験Ⅳでは換水時間と死亡との関係を予備的に調べる目的で、実験開始から58日(飼育日数69日)以

4表 実験Ⅳの給餌方法

| 区 | 給餌時刻 註 | 所要時間 | 作動方法 |
|---|-------------|------|---|
| 1 | 日出→ | 1 | 30 ⁰⁰ 1 ⁰⁰ 00 ⁰⁰ |
| 2 | →日入 | 〃 | 〃 〃 |
| 3 | 11:00→12:00 | 〃 | 〃 〃 |
| 4 | 日出→ →日入 | 各〃 | 〃 2,30〃 |
| 5 | 日出→ | 2 | 〃 2,00〃 |
| 6 | →日入 | 〃 | 〃 〃 |
| 7 | 10:30→12:30 | 〃 | 〃 〃 |
| 8 | 日出→ →日入 | 各〃 | 〃 1,30〃 |
| 9 | 日出一 →日入 | 日間 | 〃 5,00〃 |

註：日出、日入の時刻は札幌における中央標準時とし、2週間毎に調整した。

5表 供試魚及び実験期間

| 実験番号 | 採卵場 | 採卵時間 | 実験開始時 体重 $\bar{x} \pm s.d/g$ | 実験期間 |
|------|-----|----------------|---------------------------------|------------------|
| I | 西越 | '69, 12, | 0.30±0.01 | '70, 4, 15~9, 12 |
| II | 〃 | '77, 11, 24・25 | 0.28〃0.01 | '78, 4, 13〃7, 26 |
| III | 〃 | '78, 11, 24 | 0.36〃0.02 | '79, 4, 13〃7, 9 |
| IV | 〃 | '79, 11, 10 | 0.35〃0.01 | '80, 4, 10〃7, 7 |

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究—II

後の注水量は1区から4区では $18.8 \pm 0.5\ell/\text{分}$ 、5区から9区では $5.5 \pm 0.2\ell/\text{分}$ とした。

5. 用いた餌

実験Ⅰ：1表に示したとおり、飼育事業で使用されたものを基準にし、これよりビタミンCとKをそれぞれ除いたもの、およびそれぞれに水を加えて練餌としたものなど、計6種類の餌を用いた。

実験Ⅱ：オリエンタル酵母工業(株)でサケ稚魚用餌(A)、および日魯漁業(株)でマス餌付用餌料(B)としてそれぞれ1977年に製造され、前者は本州のさけふ化場、後者は当ふ化場でそれぞれ使用されたものを用いた。これら餌料の主要成分は6表に示したとおりである。

6表 実験Ⅱで使用した餌の主な成分^註(%)

| 餌の種類 | 粗蛋白質 | 粗脂肪 | 粗繊維 | 水分 | 粗灰分 | カルシウム | 磷 |
|----------|-------|------|------|------|-------|-------|------|
| A | >49.0 | >5.0 | <2.0 | | <15.0 | >2.4 | 1.5 |
| A (No.1) | 50.19 | 6.42 | 1.56 | 8.47 | 11.65 | 2.68 | 1.99 |
| A (No.2) | 49.81 | 6.35 | 1.67 | 8.81 | 11.70 | 2.68 | 1.99 |
| B | >48.0 | 7.5 | <2.0 | | <15.0 | >2.8 | >1.6 |

註：A・Bはそれぞれ袋に示されていた値。A (No.1)およびA (No.2)は、メーカーの分析値をサイズ別に表示したものである。

実験Ⅲ：1区から8区はオリエンタル酵母工業(株)で本州のさけふ化場用に、9区および10区は当ふ化場の事業用にそれぞれ製造されたものを用いた。当ふ化場で使用した餌の主要成分は、7表に示したとおりである。

7表 実験Ⅲ(9区・10区)で使用した餌の主な成分^註(%)

| 餌の種類 | 粗蛋白質 | 粗脂肪 | 粗繊維 | 水分 | 粗灰分 |
|-----------|-------|------|------|------|-------|
| A (0.5mm) | 48.15 | 6.99 | 1.35 | 8.05 | 12.86 |
| B (1.0mm) | 48.13 | 6.62 | 1.34 | 8.83 | 12.56 |

註：メーカー分析値

実験Ⅳ：日魯漁業(株)で製造され、当ふ化場で使用されていたサケ稚魚用餌料を用いた。主要成分は8表に示したとおりである。

8表 実験Ⅳで使用した餌の主な成分^註(%)

| 餌の種類 | 粗蛋白質 | 粗脂肪 | 粗繊維 | 水分 | 粗灰分 |
|------|-------|------|------|------|-------|
| A | 48.98 | 5.04 | 1.04 | 7.88 | 14.34 |
| B | 48.96 | 4.73 | 1.04 | 8.27 | 13.25 |

註：メーカー分析値

6. 結果の検討

餌育の目的は、降海期の生残り向上にあるため、海水移行時における死亡率の検討を第一とし、先の報告（橋本1979⁵⁾）で知られている肥満度、餌による成長効率を表わす餌料係数、飼育中の死亡率、および飼育魚の健康と生理状態を表わす指標として血漿蛋白質量などから検討した。なお海水移行時の死亡率を求める実験（以下、海水移行実験と呼称する）は、通水中のアトキンスふ化槽中に浸漬した20ℓ容のステロール製水槽に、海水を2ℓ入れ、通気下で行った。

結 果

1. 実験Ⅰ：飼育成績に及ぼす飼育員の熟練度および餌の状態の影響

9表は1970年に行った餌料試験^{脚註2)}の結果のうち、餌の利用効率の目安として知られる給餌量と増重量との関係、いわゆる餌料係数をほぼ10日間毎に計算し、4月15日から7月10日までの結果を比較表示したものである。

9表 1970年に行った餌料試験の餌料係数の推移とt値註

| 期 間 | 月 日 | 4 15 | 4 27 | 5 7 | 5 18 | 5 29 | 6 8 | 6 18 | 6 29 | 7 10 |
|---------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 給 餌 日 数 | | 11 | | 10 | 10 | 10 | 8 | 10 | 11 | 11 |
| 固 形 | 1 | 1.91 | | 1.10 | 1.63 | 1.30 | 1.91 | 1.45 | 1.94 | 2.02 |
| | 3 | 1.43 | | 1.21 | 1.37 | | 2.25 | 1.36 | 1.82 | 1.77 |
| | 5 | 1.52 | | 1.12 | 1.54 | 1.47 | 1.69 | 1.38 | 1.74 | 2.03 |
| | \bar{x} | 1.62 | | 1.14 | 1.51 | 1.39 | 1.95 | 1.40 | 1.83 | 1.94 |
| | t | 3.175 | | 4.433 | 1.024 | 2.549 | 3.330 | 6.688 | 1.068 | |
| 練 状 | 2 | 2.83 | | 2.27 | 3.20 | 1.72 | 2.24 | 1.31 | 1.71 | 1.78 |
| | 4 | 1.96 | | 2.92 | 3.33 | 1.81 | 1.85 | 1.87 | 1.51 | 1.56 |
| | 6 | 2.14 | | 2.30 | 3.50 | 1.81 | 1.60 | 1.32 | 1.95 | 1.51 |
| | \bar{x} | 2.31 | | 2.50 | 3.34 | 1.78 | 1.69 | 1.50 | 1.72 | 1.62 |
| | t | 0.560 | | 3.668 | 16.971 | 0.636 | 1.530 | 0.986 | 0.658 | |

註：t値はジョージW.スネデイカー〔畑村又好・奥野忠一・津村善郎英訳〕スネデイカー統計的方法改定版、478岩波書店より求めた。

10表 飼育員A・Bが試験に関与した日数と順番（推定）

| 期間 | 月 日 | 4 15 | 4 27 | 5 7 | 5 18 | 5 29 | 6 8 | 6 18 | 6 29 | 7 10 |
|----------|-----|---------|---------|----------|---------|----------|--------|----------|---------|----------|
| 飼 育 日 数 | | 13(11) | | 10(10) | 11(10) | 11(10) | 10(8) | 10(10) | 11(11) | 11(11) |
| 働 いた 日 数 | | A7・B6 | | B1・A7・B2 | B5・A6 | A1・B7・A3 | A4・B6 | B1・A7・B2 | B5・A6 | A1・B7・A3 |

註：中段()内の数字は給餌日数を、下段の文字とそれに続く数字は飼育員名と働いた日数を表わす。又、○印は餌料効率悪化に関与したと思われるところを表示し、?印はかゝりかわりが不明瞭であり、多分AがBの代理をしたと思われるところである。

脚註2) 北海道さけ・ますふ化場 昭和45年度事業成績、174-177 (1970未発表資料)。

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究—II

この表から知られるように、餌料係数は中間の各測定期間毎にかなり規則的に変動した。給餌は方法の項で述べたとおり、A・B二人の飼育員が一週間毎に交替し、いずれかが不都合なときは、二人の勤務計画のまゝで他方が代理を勤めたとされている。このため、10表のように試験の区切り毎に、A・B二人の飼育員が働いた日数を順次振り分け、9表との関係を調べてみた。その結果、5月18日から5月29日までの期間を除けば、全般的にBの係わりが大きい(10表3段目○印で示す)ときに餌料係数が大きい。また、この変動する傾向は固形の場合より、練餌として与えた場合の方が確率が高いことが知られた。また、餌料係数は5月29日までのいずれの時期も、固形の餌を与えたものより練餌の方が小さかった。なお5月18日から5月29日までの間に、Bが勤務する予定日数が7日あるのに、この期間の餌料係数が小さかったが、多分AがBの代理を勤めたとときだったのであろう。

海水移行時の死亡については別途報告するが、対照区では、練餌にした区が多く、ビタミンCおよびKを除いた区では、9月11日(飼育149日)に行った実験のうちビタミンK無添加区を除くと、固形区での死亡が多かった。また、飼育時の死亡は、いずれも練餌区が多かった。

2. 実験II：給餌の回数、所要時間—1

この実験は、給餌を手撒きで行った場合の給餌の時刻、回数および所要時間が飼育成績にどれだけ影響するかを求めようとしたものである。なお、7区は3区と全く同じ回数・所要時間で餌の違いを比較したものであり、8区から10区は給餌回数を多くした場合の効果を、給餌が午前・午後或いは日間という3つの異なる時間帯について、それぞれ求めたものである。

11表 色々な給餌回数及び所要時間で得た餌料係数の比較

| 期 間 | 4 13 | 4 24 | 4 24 | 5 23 | 5 23 | 6 7 | 6 7 | n | $\bar{x} \pm sd$ | t |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|---|------------------|---|
| 給餌日数 | 10(11) | 28(29) | 14(15) | 28(29) | | | | | | |
| 1 区 | 0.846 | 0.856 | 1.014 | 1.230 | 4 | 0.987 ± 0.180 | | | 0.4371 | |
| 2 区 | 0.703 | 0.809 | 1.040 | 1.156 | 4 | 0.927 ± 0.208 | | | -0.1551 | |
| 3 区 | 0.688 | 0.830 | 1.123 | 1.162 | 4 | 0.951 ± 0.229 | | | 0.0243 | |
| 4 区 | 0.688 | 0.809 | 1.117 | 1.173 | 4 | 0.947 ± 0.235 | | | 0.0837 | |
| 5 区 | 0.579 | 0.860 | 1.149 | 1.139 | 4 | 0.932 ± 0.271 | | | -0.1124 | |
| 6 区 | 0.629 | 0.872 | 1.206 | 1.106 | 4 | 0.953 ± 0.258 | | | -0.1178 | |
| 7 区 | 0.579 | 0.929 | 1.175 | 1.219 | 4 | 0.976 ± 0.294 | | | -0.1342 | |
| 8 区 | 0.550 | 0.876 | 1.174 | 1.254 | 4 | 0.964 ± 0.320 | | | 0.0553 | |
| 9 区 | 0.611 | 0.818 | 1.231 | 1.164 | 4 | 0.956 ± 0.293 | | | 0.0369 | |
| 10 区 | 0.564 | 0.817 | 1.150 | 1.334 | 4 | 0.966 ± 0.343 | | | -0.0443 | |
| n | 10 | 10 | 10 | 10 | 40 | | | | | |
| $\bar{x} \pm sd$ | 0.644 ± 0.090 | 0.848 ± 0.039 | 1.138 ± 0.068 | 1.194 ± 0.066 | 0.956 ± 0.235 | | | | | |
| t | | -6.577 | -11.710 | -1.861 | | | | | | |

註：()内は飼育日数、t値は9表参照。

12表 飼育日数と増重倍率(実験Ⅱ)

| 日数 | 11 | 30 | 45 | 84 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1区 | 1.09 | 2.33 | 3.46 | 6.86 |
| 2区 | 1.11 | 2.41 | 3.54 | 7.25 |
| 3区 | 1.11 | 2.38 | 3.43 | 6.99 |
| 4区 | 1.11 | 2.41 | 3.47 | 7.03 |
| 5区 | 1.14 | 2.33 | 3.32 | 6.84 |
| 6区 | 1.12 | 2.31 | 3.24 | 6.77 |
| 7区 | 1.13 | 2.23 | 3.16 | 6.29 |
| 8区 | 1.14 | 2.30 | 3.26 | 6.43 |
| 9区 | 1.13 | 2.40 | 3.36 | 6.86 |
| 10区 | 1.14 | 2.39 | 3.41 | 6.48 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 1.12±0.02 | 2.35±0.06 | 3.37±0.12 | 6.78±0.30 |

13表 飼育中の死亡(実験Ⅱ)

| 日数 | 0~11 | ~30 | ~45 | ~84 |
|------------------|------|-----|---------|---------|
| 1区 | 0% | 0% | 0% | 0.7% |
| 2区 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 3区 | 0 | 0 | 0.4 | 0.4 |
| 4区 | 0 | 0 | 0 | 0.4 |
| 5区 | 0 | 0 | 0.2 | 0.4 |
| 6区 | 0 | 0 | 0 | 0.3 |
| 7区 | 0 | 0 | 0 | 0.7 |
| 8区 | 0 | 0 | 0.1 | 1.1 |
| 9区 | 0 | 0 | 0.2 | 0.6 |
| 10区 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 0 | 0 | 0.1±0.1 | 0.5±0.3 |

14表 海水移行時の死亡と生残魚の大きさ(実験Ⅱ)

| 区 | 死 亡 率 % | | | | 平 均 体 重 註3 | | |
|------------------|---------------|----------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | 註1 7・6(84) | 7・17(95) | 註2 7・24(102) | $\bar{x} \pm sd$ | 7・6 | 7・17 | 7・24 |
| 1 | 70 | | | | 2.04 | | |
| 2 | 60 | | | | 2.30 | | |
| 3 | 35 | 18 | 15 | 23±11 | 2.33 | 2.24 | 2.42 |
| 4 | 50 | 45 | 65 | 53×10 | 2.13 | 2.37 | 2.32 |
| 5 | 30 | 15 | 0 | 15×15 | 2.13 | 2.17 | 2.37 |
| 6 | 35 | 45 | 35 | 38×6 | 2.05 | 2.59 | 2.15 |
| 7 | 65 | 82 | 90 | 79×13 | 1.67 | 2.09 | 1.73 |
| 8 | 35 | 20 | 10 | 22×13 | 1.90 | 2.19 | 2.21 |
| 9 | 35 | 10 | 30 | 25×13 | 2.07 | 2.36 | 2.39 |
| 10 | 50 | 50 | 55 | 52×13 | 1.73 | 2.27 | 2.18 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 47±15 | 36±24 | 38±31 | n 26 40±23 | n 107 2.05±0.47 | n 102 2.29±0.52 | n 97 2.29±0.49 |
| 対 照 (淡 水) | 0 | 0 | 0 | 0 | n 20 2.06±0.47 | n 20 2.39±0.65 | n 20 2.33±0.51 |

註1 ()内の数字は飼育日数. 註2は7月17日より1週間絶食後の実験結果. 註3はホルマリン標本の体重.

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究—II

即ち、実験IIにおける餌料係数は、11表に示したとおり飼育経過につれて増加し、その値は実験Iに比べると非常に小さいものであった。また、この値が1.0以下という極めて餌料効率の良い期間が、かなり長期に亘って続くことも知られた。しかし試験区間での差異は同表に示したとおり全く認められなかった。したがって、全試験区における成長は、12表のように増重倍率で表わすと、極めて良いものであった。同様に、飼育中の死亡も13表に示したとおり皆無に等しいものであった。

しかし、海水移行時の生残りは、14表に示したとおり極めて悪く、放流用稚魚としては極めて不適当な状態にあることがうかがわれた。

3. 実験III：給餌の回数・所要時間—2

この実験は、自動給餌器を使用した場合の給餌の回数と、所要時間の効果を明らかにしようとしたものである。しかしこの実験では、5月20日以後に死亡するものが増えたため、6月8日までについて15表に餌料係数、大きさ、肥満度を、16表に飼育時および海水移行時の死亡率を表示した。

餌料係数は、各区で時々生じた給餌器の調子の狂いを考慮すると、15表に示したとおり試験区間での差異はなかったものと思われる。また供試魚に17日間餌付されていたものを用いたことを考慮して、実験IIの結果と比較すると、全く差異はないものと思われた(11表・15表)。

海水移行時の死亡率は、実験開始から1ヶ月間の平均死亡率が0.2%と極めて僅かであった飼育46日後においても、38±11%という高いものであった(16表)。なお、9区および10区では、5月20日(通算飼育日数55日)頃から死亡する魚が増えはじめ、やがて全区へと広がった。検査の結果、*Aeromonas*菌が検出されたため、飼育試験としての実験は中止した。

15表 餌料係数、フオーク長、体重、肥満度(実験III)

| 区 | 餌料係数 | | フオーク長($\bar{x} \pm sd$)mm | | 体重($\bar{x} \pm sd$)g | | 肥満度($\bar{x} \pm sd$) | |
|------------------|-----------|-----------|-----------------------------|----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | 4 12 | 5 11 | 5 11 | 6 8 | 5 11 | 6 8 | 5 11 | 6 8 |
| 1 | 1.07 | 1.32 | 45.8±3.4 | 58.5±6.3 | 0.89±0.20 | 1.88±0.56 | 9.18±0.69 | 9.05±0.61 |
| 2 | 0.84 | 1.46 | 48.0±3.0 | 60.3±5.7 | 1.00±0.19 | 2.10±0.57 | 8.92±0.54 | 9.30±0.61 |
| 3 | 0.86 | 1.04 | 45.8±4.7 | 60.3±4.9 | 0.89±0.25 | 2.10±0.48 | 8.90±0.65 | 9.40±0.62 |
| 4 | 0.84 | 1.11 | 47.4±3.1 | 60.6±4.1 | 0.98±0.21 | 2.13±0.45 | 9.07±0.63 | 9.40±0.61 |
| 5 | 1.11 | 0.97 | 44.5±3.5 | 58.3±5.5 | 0.82±0.19 | 1.88±0.55 | 9.16±0.58 | 9.14±0.86 |
| 6 | 0.96 | 1.25 | 46.5±3.9 | 60.4±4.1 | 0.91±0.21 | 2.05±0.40 | 8.93±0.62 | 9.17±0.59 |
| 7 | 0.82 | 1.28 | 46.7±3.9 | 61.3±5.5 | 0.98±0.25 | 2.23±0.58 | 9.47±0.77 | 9.39±0.71 |
| 8 | 0.83 | 1.35 | 47.0±3.7 | 62.0±4.6 | 0.97±0.24 | 2.23±0.51 | 9.16±0.60 | 9.17±0.52 |
| 9 | 0.88 | 1.14 | 46.4±3.7 | 58.9±4.7 | 0.99±0.23 | 1.94±0.41 | 9.66±0.69 | 9.30±0.59 |
| 10 | 0.90 | 1.10 | 44.3±4.3 | 57.4±6.5 | 0.80±0.26 | 1.78±0.55 | 8.97±1.05 | 9.06±0.58 |
| n | 10 | 10 | 498 | 502 | 498 | 502 | 498 | 502 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 0.91±0.10 | 1.20±0.15 | 46.2±3.9 | 59.8±5.4 | 0.92±0.23 | 2.03±0.53 | 9.14±0.73 | 9.24±0.64 |

註：表中2段目の数字及び()内の数字は、それぞれ月日及び通算飼育日数を表わす。

4. 実験IV：太陽の日周運動と飼育成績

一般に動植物は、太陽の日周運動につれて生理的あるいは生態的なリズムのある運動ないしは行動を行う。したがって本実験は、日の出、日の入が食欲や消化吸収と密な関係にある飼育成績に、どれほど影響するかを求めることにした。

なお、1975年に当千歳支場ふ化室で行った飼育実験では、キロドネラ及びトリコディナなどによる原虫症が発生し、実験IIIではセッソウ病その他が発生し、海水移行時の生残りを著しく悪化させた。この疾病

による飼育時の死亡は、注水量を増して換水時間を短くすることにより減ることも知られているため、^{脚註4} 本実験では、換水時間と死亡との関係について予備的観察を行い、併せて血液学的方法により、飼育魚の健康および生理状態を検討した。

17表は、餌料係数、フォーク長および肥満度をまとめて示したものである。この実験では飼育管理上の問題から5区、7区に逃溢魚が生じ、殊に7区で著しかったため、逃溢魚が生じた時の5区、7区の餌料係数は、この期間における飼育前後の平均体重に、逃げた数を乗じて得ら

16表 飼育時及び海水移行時の死亡率% (実験Ⅲ)

| 区 | 飼育時の死亡率 | | 海水移行時の死亡率(72時間後) | | |
|------------------|------------------------|----------|------------------|---------|-------|
| | 4・12~5・11 ^註 | 5・11~6・8 | 5・11(46) | 6・8(74) | 7・6参考 |
| 1 | 0.1 | 1.0 | 35 | 20 | 5 |
| 2 | 0.1 | 0.9 | 25 | 10 | 20 |
| 3 | 0.4 | 0.9 | 45 | 30 | 55 |
| 4 | 0 | 0.4 | 30 | 40 | 40 |
| 5 | 0 | 0.5 | 40 | 10 | 15 |
| 6 | 0.1 | 0.4 | 20 | 10 | 15 |
| 7 | 0.1 | 0.1 | 50 | 5 | 45 |
| 8 | 0.2 | 0.4 | 35 | 15 | 5 |
| 9 | 0 | 2.8 | 45 | 30 | 15 |
| 10 | 0.6 | 2.4 | 55 | 65 | 25 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 0.2±0.2 | 1.1±0.8 | 38±11 | 24±18 | 24±17 |

註：15表参照。

17表 餌料係数、フォーク長、肥満度 (実験Ⅳ)

| 区 | 餌料係数 | | フォーク長($\bar{x} \pm s d m m$) | | 肥満度($\bar{x} \pm s d$) | |
|-------------------|------------------|-----------------|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------|
| | 4・5 10・8 (40) | 5・6 8・5 (68) | 5・8 (40) | 6・5 (68) | 5・8 (40) | 6・5 (68) |
| 1 | 0.984 | 1.350 | 44.7±4.3 | 54.8±3.8 | 8.91±0.79 | 9.34±0.75 |
| 2 | 1.096 | 1.518 | 44.9±3.5 | 54.5±3.9 | 8.81±0.76 | 9.38±0.56 |
| 3 | 1.076 | 1.046 | 45.0±2.6 | 56.4±3.9 | 8.99±1.25 | 9.59±0.61 |
| 4 | 1.016 | 1.254 | 45.6±3.5 | 54.9±3.9 | 8.52±0.85 | 9.55±0.69 |
| 5 | (1.102) | (0.978) | 44.0±3.1 | 51.9±5.3 | 8.77±0.62 | 9.04±0.48 |
| 6 | 1.073 | 1.851 | 44.4±3.7 | 53.1±3.1 | 8.73±0.51 | 9.78±0.65 |
| 7 | (1.504) | (3.119) | 44.1±2.3 | 51.8±3.7 | 8.32±0.51 | 9.62±0.62 |
| 8 | 1.100 | 1.121 | 45.7±2.8 | 56.5±4.7 | 8.69±0.57 | 9.24±0.46 |
| 9 | 1.183 | 1.099 | 45.0±3.8 | 55.7±4.1 | 8.31±0.66 | 9.60±0.57 |
| n | 7 | 7 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| $\bar{x} \pm s d$ | 1.076±0.064 | 1.320±0.286 | 44.8±3.4 | 54.4±4.4 | 8.67±0.79 | 9.46±0.64 |

註：実験開始時のフォーク長、肥満度は、標本100についてそれぞれ36.8±2.0mm及び8.35±0.63であった。その他は15表の註を参照される推定逃亡魚量から算出し、表中()を付して示した。なお、この値は平均値の算出にあたっては除外した。

餌料係数については、飼育時の死亡が前回(実験Ⅲ)にも増して著しく、6月5日(実験開始後58日)以後の餌料係数算出が不能となったため、各試験区間の差異は正確には比較できないが、日に1回、日入前に給餌した試験区(2区、6区)の餌料係数は、日出、昼間に給餌したものよりも大きな値を示した。しかし、2区・6区以外の区については、実験Ⅱ・Ⅲと同様に試験区間での差はないように思われた。また、餌料係数は成長につれて大きくなる傾向のあることは、実験Ⅱ・Ⅲと同様であった。なお、5月8日に測定した肥満度の値は、実験Ⅲに比べて小さかったが、1976年の実験で海水移行時に生残った魚の値とは同じくらいのものであった。

脚註4) 北海道さけ・ますふ化場 昭和49年度事業成績, 212-214 (1975未発表資料)。

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究－Ⅱ

18表 飼育時の死亡率（実験Ⅳ）

| 区 | 5日間当り % | | | 期 間 % | | |
|----|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | 4・5 10～8 (40) ^註 | 5・6 8・5 (68) | 6・7 5・7 (100) | 4・5 10～8 (40) | 5・6 8・5 (68) | 6・7 5・7 (100) |
| 1 | 0.12±0.20 | 0.39±0.07 | 12.1± 8.7 | 0.5 | 2.2 | 55.9 |
| 2 | 0.33×0.37 | 1.28×0.71 | 7.6× 4.1 | 1.6 | 6.1 | 38.9 |
| 3 | 0.08×0.09 | 0.09×0.12 | 6.1× 4.6 | 0.4 | 0.5 | 32.5 |
| 4 | 0.11×0.09 | 0.16×0.18 | 7.5× 6.9 | 0.6 | 1.0 | 41.6 |
| 5 | 0.10×0.20 | 0.52×0.59 | 26.2×29.4 | 0.4 | 2.2 | 93.6 |
| 6 | 0.06×0.10 | 0.13×0.13 | 22.6×25.6 | 0.3 | 0.8 | 88.9 |
| 7 | 0.51×0.92 | 0.30×0.40 | 26.0×27.3 | 2.1 | 2.9 | 92.0 |
| 8 | 0.05×0.12 | 0.11×0.10 | 24.5×31.3 | 0.3 | 0.6 | 93.6 |
| 9 | 0.15×0.26 | 0.57×0.54 | 20.6×17.4 | 0.6 | 2.4 | 74.5 |
| n | 54 | 54 | 63 | 9 | 9 | 9 |
| 平均 | 0.17±0.36 | 0.41±0.52 | 17.0±20.6 | 0.8±0.6 | 2.1±1.7 | 67.9±25.8 |

註：15表参照。

飼育中の死亡については、先に述べたとおり実験Ⅱ・Ⅲに比べて実験開始時から多く、2区・7区で顕著であった（18表）。また、2区では5月8日から6月5日までの間における死亡率が特徴的に高くなったが、これは5月8日の測定時に、配水用主バルブの誤操作のため用水が減少し、1区・2区の魚が酸素不足状態となり、殊に2区では集められたカゴの中で窒息、圧死するものも生じたため、その障害が生残魚にまで影響して、疾病などに対する抵抗力を弱めたためと考えられる。

なお、実験開始直後に飼育槽を設置した当ふ化施設内の供試魚が、かって管理されていた各種ふ化器内のサケ稚魚に、トリコディナ原虫症の発生が認められたため、実験開始後ではあったが、実験魚への氷醋酸による薬浴処理を行った。

したがって、実験Ⅳにおける死亡は、トリコディナその他の原虫性疾患および二次的な細菌感染症などが原因と考えられた。このため、死亡に及ばず換水率の影響について、19表に示したとおり6月6日（通算飼育日数69日）以後、5区から9区の注水量を少なくして観察した。

この結果については、注水量を少なくした試験区は全て死亡率が著しく増加し、水量を少なくした区の5日間当りの平均死亡率は、少なく

19表 換水率^註 回数/時(実験Ⅳ)

| 期 間 | 4・10～6・5 | 6・6～7・7 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| 1区 | 6.2～8.8 | 6.8～8.8 |
| 2区 | 5.9～8.4 | 5.8～8.3 |
| 3区 | 6.2～8.8 | 6.2～8.8 |
| 4区 | 5.9～8.5 | 5.9～8.5 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 6.1±0.2 8.6±0.2 | 6.2±0.5 8.5±0.2 |
| 5区 | 6.2～8.8 | 1.7～2.5 |
| 6区 | 6.0～8.6 | 1.7～2.4 |
| 7区 | 6.3～9.0 | 1.8～2.6 |
| 8区 | 6.3～9.0 | 1.8～2.6 |
| 9区 | 6.0～8.6 | 1.8～2.5 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 6.2±0.2 8.8±0.2 | 1.8±0.1 2.5±0.1 |

註：水位調節装置が清掃時にしばしば浅目にセットされていたので幅で示した。'75年の実験では換水回数7.5～8.6回/時のとき罹病し、漸次死亡増加、15回/時では鎮静した。

しなかったものの3倍にもなり (18表・20表・2図), 1975年に得た観察結果と一致した。^{附註4}

20表 注水量変更後の死亡率(%)の比較($\bar{x} \pm sd, t$)

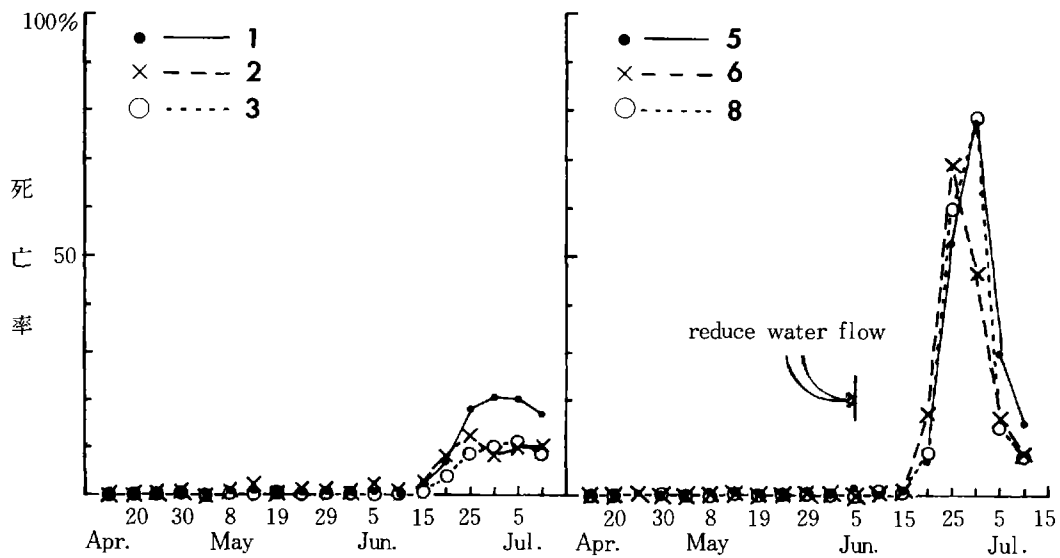
| 区 | 5日間当り(6月6日~7月7日) | 6月6日~7月7日 |
|-----|-----------------------------|-------------------------------|
| 1~4 | 8.3 ± 6.4 \nearrow -3.221 | 42.2 ± 9.9 \nearrow -60.624 |
| 5~9 | 24.0 ± 25.1 | 88.5 8.1 |

註: t値は9表参照

21表 海水移行時の死亡率(実験Ⅳ)

| 月 日 | 5・8(40) | | 6・5(68) | | 7・7(100) | |
|------------------|---------|---------|---------|--------|----------|---------|
| | 24 | 48 | 24 | 48 | 24 | 48 |
| 1区 | 0% | 0% | 90% | 90% | 95% | 95% |
| 2〃 | 15 | 30 | 90 | 95 | 63 | 68 |
| 3〃 | 10 | 30 | 70 | 75 | 78 | 78 |
| 4〃 | 10 | 20 | 80 | 90 | 89 | 94 |
| 5〃 | 45 | 50 | 80 | 85 | 89 | 89 |
| 6〃 | 25 | 30 | 85 | 95 | 78 | 89 |
| 7〃 | 30 | 40 | 80 | 85 | 80 | 80 |
| 8〃 | 0 | 15 | 85 | 90 | 70 | 70 |
| 9〃 | 30 | 40 | 100 | 100 | 88 | 88 |
| $\bar{x} \pm sd$ | 18 ± 15 | 28 ± 15 | 84 ± 8 | 89 ± 7 | 81 ± 10 | 83 ± 10 |
| 2(淡水) | | | | | 10 | 10 |
| 3〃 | | | | | 30 | 35 |

註: 1段目()内の数字は通算飼育日数である。



2図 5日間当り死亡率の推移と注水量との関係(実験Ⅳ)

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究—II

海水移行時の死亡は、21表に示したとおりである。飼育40日目に行った1回目の実験では、48時間後の死亡が0%のものから50%のものまで色々であった。しかし、飼育68日目以後の実験では、海水移行後24時間以内に大半が死亡した。

そこで、これら実験魚の健康状態がどのようであったかを推測するため、7月7日に行った最後の海水移行実験時に血漿蛋白質質量およびヘマトクリット値を測定した。これらの結果については、明らかな血液生理学的特異現象のみられた1975年および1976年の餌料試験の結果を比較対照とし、併せて実験Ⅲの結果と共に22表にまとめて表示した。

これらの結果によると、実験Ⅳでの血漿蛋白質質量およびヘマトクリット値は、1975年および1976年に餌料中のCaとPの比が不適当と思われた餌 (Ca<P) を与えたものと同じか、より少ないものであった。また、実験Ⅲでは当ふ化場の仕様による餌を与えたものは、本州のふ化場仕様の餌を与えたものより血清蛋白質質量が少なかったが、同じ当ふ化場の仕様の餌を与えた実験Ⅳの血漿蛋白質質量は、血清蛋白質質量に換算すると、実験Ⅲでの値よりなお少ないものであった。

22表 放流用飼育サケ稚魚の血漿(血清)蛋白質質量及びヘマトクリット値

| 年 月 日 | 血漿(血清)蛋白質質量 g/dl | | | | ヘマトクリット値 % | | | | 飼育 日数 |
|----------|------------------|------------------|--------|------------------|------------|------------------|--------|------------------|----------|
| | Ca > P | | Ca < P | | Ca > P | | Ca < P | | |
| | n | $\bar{x} \pm sd$ | n | $\bar{x} \pm sd$ | n | $\bar{x} \pm sd$ | n | $\bar{x} \pm sd$ | |
| '75・7・8 | 39 | 6.2±0.9 | 19 | 5.7±0.7 | 39 | 48.9±8.4 | 19 | 46.7±4.3 | 120 |
| '76・7・27 | 28 | 8.0±1.4 | 12 | 6.5±1.0 | 28 | 59.4±6.1 | 8 | 50.7±3.1 | 110 |
| '76・8・2 | 23 | 6.5±0.9 | 10 | 4.8±0.7 | 23 | 52.4±6.0 | 10 | 42.2±4.0 | 116 |
| '79・7・6 | 53 | (7.6±1.5) | | | | | | | 102 |
| 〃 〃 〃 | 14 | (7.1±1.0) | | | | | | | 102 |
| '80・7・8 | 54 | 5.7±1.2 | | | 53 | 50.7±5.8 | | | 101 |

註：2段目 Ca>P及びCa<Pは、餌料中のCaとPの量的関係を表わし、'73年～'76年の実験では前者の成長、歩留りが後者より良かった。'79年欄中上段()内の値は、本州ふ化場の餌を、下段の値は当場の餌をそれぞれ与えたときの血清蛋白質質量である。血清蛋白質質量(SP)と血漿蛋白質質量(PP)との関係は、'75年及び'76年に測定した131尾の平均から、 $SP=1.185 \times PP$ であった。

論 議

1. 飼育成績に及ぼす給餌技術および餌の状態の影響

9表にみられたように、餌料係数の飼育にともなう変動は、10表に示したA・B二人の出勤計画と良く一致するため、A・B二人の給餌に対する熟練度の違いが影響して生じたものにほかならないであろう。殊に9表から知られるように、固形の餌を与えた試験区で変動する確率が高い。この理由については、練餌には加水及び練ることなどの調餌が必要であり、加水量及び練り具合などによっては、水面での散り具合、水中への溶入など投与時の損失量に差が生じる。このため、練餌では調餌のために特別な注意努力が必要となる。これに反し、固形の餌では調餌にかゝる注意努力を必要としないため、給餌時における固形餌への注意力の配分が疎かとなり、固形餌の投与が安易に行われ易くなることも考えられる。この固形餌への労力配分の仕方、割合が、性格及び熟練度などから人によって異なるため、9表に示したように飼育員の交替にともなう餌料係数の規則的変動が、固形餌区でより強く現われたのであろう。いずれにし

脚註5) 北海道さけ・ますふ化場 昭和51年度事業成績、180-183 (1976未発表資料)。

でも、この実験に於いて現われた餌料係数の規則的変動は、投餌技術の良し悪しなどの人為的要素が、飼育成練に著しく影響することを証明するものであろう。

なお、餌料係数からみた成肉効率は、5月29日（飼育43日）まで固形餌区が良いのに、それ以後の効率は練餌区が良い（9表）。このことは、1966年に著者が行った飼育実験³¹において知られていたように、飼料中の水分の多寡が、消化吸收など代謝生理に重要な役割を持ち、稚魚期の餌としては本質的に水分の多いものを必要としているのかもしれない。したがって、これからの餌料としては、稚魚の発育、大きさに応じたものの開発が必要となろう。

2. 給餌（投餌）の手段

普通行なわれている手撒きの方法で飼育した場合の餌料係数は、9表に示したように最も良かったものでも、飼育12日から22日（4月28日から5月7日）の期間に、練餌を与えたもので平均1.14が得られたのみである。

しかるに、給餌器による方法では、固形の餌料でも11表、15表に示したように、その餌料係数は実験Ⅲにおける飼育17日以後の約1ヶ月の飼育で平均 0.87 ± 0.05 、飼育開始時から疾病の疑いがもたれた実験Ⅳにおいても、飼育11日以後の約1ヶ月の飼育で平均 1.08 ± 0.06 である。

もし、実験Ⅱで行われたように、確実に必要な時間をかけて給餌が行われるなら、手撒きの場合でもその餌料係数は、飼育11日以後の1ヶ月の飼育で得られた平均 0.85 ± 0.04 という極めて効率の良い値を得ることは可能である。

しかしながら、現実の問題として実験Ⅱでのように、人手によってロスのないように長時間かけて餌を与えるということは、大変苦痛を感じるであろうから、極めて困難であり不可能であろう。したがって、飼育事業のように人手によって大量に飼育されるときに餌の効率は、実験Ⅰで餌料係数が大きくなり、また人によって成績に差が出たように、人間的要素に著しく影響されることが予想される。

以上のことから、飼育に自動給餌器を使用することは、省力化が叫ばれている折から、成績を向上させるためにも極めて有用な手段となろう。

3. 給餌の回数 所要時間および給餌時刻

実験Ⅱにおいて、各試験区間で餌料係数の値に有意差のなかったこと（11表）は、9時から18時までの時刻帯の中では、実験Ⅰでのような人間的要素をタイマーによって除去し、餌が間違いなく摂られるように与えられれば、手撒きであっても、また、3回以上何回に分けて与えても、そして、給餌時間を5分以上に長くしても、与えた餌の効率は同じであることを意味するものであろう。

このように給餌回数が少なく、所要時間も特別長くなくても良いということは、むしろ回数を多くすることによって1回の餌が少なくなり、弱小な魚に餌があたりなくなって飢餓状となることを防ぐ効果も生じるであろう。殊に、事業規模の飼育にあつては、発生段階の全く異なる稚魚が同一の池に収容されることが多いため、飢餓状の魚が出現する可能性が強い。飢餓状の魚は海水移行時の生残りが悪く（橋本⁵¹1979）又、抵抗力を失って疾病の温床、媒体になることも予想されるところである。

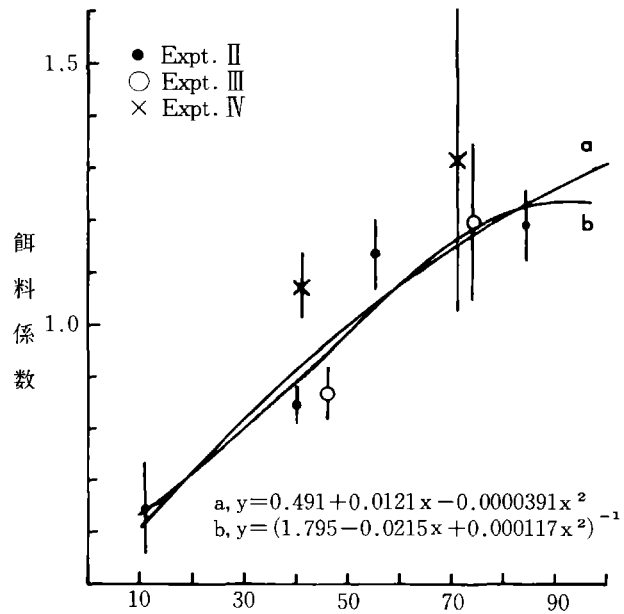
なお、日入前1ないし2時間にのみ餌を与えた試験区の餌料係数が悪かったことについては、摂餌行動に差が生じたのか、生理的な問題に起因したのか、今後の研究に待たねばならないが興味のあるところである。

4. 飼育日数と餌料係数

餌料係数は実験Ⅱの結果(11表)から知られるように、飼育に伴って増加する。そこで、実験Ⅱから実験Ⅳで得た飼育日数と餌料係数の関係を3図および23表に対比させてみた。

即ち、実験Ⅳのように実験開始時から疾病の疑いがみられたことを考慮するとほぼ同じ飼育日数の魚の餌料係数には、実験年次、供試魚の違いなどによる有意な差が認められない。

したがって、サケが餌を肉にする効率は同じ成分の餌であれば、同じ発育段階のものは同じであり、また、この効率は稚魚期のしかも限られた時期であっても刻々と変っていくものだと言うことが出来よう。またこれらのことから今後、サケの飼育をより効果的に行うための餌料としては、1項にも述べたようにもっと



3図 餌料係数と飼育日数との関係
図中の記号及び縦線は平均値及び標準偏差を表わし、曲線a, bは実験Ⅱ及びⅢのデータから最小自乗法で求めたものである。

23表 飼育日数が略同一条件での餌料係数の比較

| 実験 | 日数 | 餌料係数 \bar{t} | t | 日数 | 餌料係数 \bar{t} | t | 日数 | 餌料係数 \bar{t} | t |
|----|-------|----------------|--------|-------|----------------|--------|-------|----------------|--------|
| Ⅱ | 12~40 | 0.848 ± 0.039 | -0.962 | 41~55 | 1.138 ± 0.068 | -1.182 | 56~84 | 1.194 ± 0.066 | 0.132 |
| Ⅲ | 18~46 | 0.865 ± 0.046 | -9.204 | 47~74 | 1.201 ± 0.154 | -1.963 | | | -1.362 |
| Ⅳ | 12~40 | 1.076 ± 0.064 | 8.376 | 41~68 | 1.320 ± 0.286 | -1.116 | | | |

註：飼育日数は餌付時からの通算日数である。 t 値は9表参照。

細かな発育段階に応じた開発が必要となろう。

5. 飼育時と海水移行時の死亡および換水率

実験Ⅱにおいて、飼育時の死亡が殆どなかった(13表)にもかかわらず、海水移行時の生残率が極めて悪かったことは、飼育中に海水への適応能力を失わせる生理異常が生じたためとしか考えられない。1972年に行った実験では、海水移行27時間後の死亡率が5~18%であった5つの試験区の魚を2週間絶食させて海水に入れたところ、適応能力が回復して24時間後の死亡率は1区で5%、残りは全て0%であった。また、絶食後の体重は、絶食前に50尾の平均で4.3 ± 0.3gであったものが、同じく3.8 ± 0.1gと12%もの減少がみられたものであった。しかし、実験Ⅱでは絶食による生残率の回復効果及び体重の減少はみられない(14表)。このため実験Ⅱでの海水移行時の死亡は、1972年の実験とは別の原因も考えられる。

脚註3) 北海道さけ・ますふ化場 昭和47年度事業成績, 194-199 (1972未発表資料)。

海水移行時の著しい死亡は、1975年7月10日（飼育122日）に行った海水移行実験でも知られ、この時の飼育時の死亡は、キロドネラ原虫によるエラ病のため極めて著しいものであった。同様に、1976年の実験^{註5}では、飼育30日（5月8日）には極めて少ないのに、同じく56日後には85%（海水移行後48時間）も死亡する程で、この頃より飼育中の死亡も増加した。これらの海水移行実験では、海水移行後の体重の減少がいずれも著しいものであった。これらの死亡は多分に同じ原因により、滲透圧調節機能上の障害が生じたことに起因したものと考えられる。

したがって、24表および25表に実験Ⅱから実験Ⅳで得た飼育時における死亡率の推移と、海水移行時の死亡率をまとめて比較し、どのような異常が生じたとき海水移行時の死亡、即ち、適応不能になり易いかを検討してみた。

24表 飼育5日間当り死亡率

| | 0~11 | 11~30 | 30~45 | 45~84 | 平均 |
|-----|------------|------------|---|------------------------------------|--------------------------|
| 実験Ⅱ | n10 0.0 | n10 0.0 | n10 0.1±0.1 -2.308 | n10 0.5±0.3 -1.325 -4.128 | n20 0.2±0.3 -2.118 |
| 実験Ⅲ | | | n10 0.2±0.2 17~46 -3.372 -3.265 | n10 1.1±0.9 46~74 -2.864 | n20 0.6±0.8 -3.604 |
| 実験Ⅳ | | | n9 0.8±0.6 11~40 -2.820 -2.094 | n9 2.1±1.7 40~68 -1.613 | n18 1.4±1.4 -2.162 |

註：各実験1段目の数字は飼育日数，2段目nに続く数字は試験区数，同じく3段目は死亡率（ $\bar{x} \pm sd$ ）%とt値，4段目はt値をそれぞれ示したものである。

25表 海水移行時における48時間後の死亡率の比較

| | | 84 | 95 | 102 | 平均 |
|-----|--------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|
| 実験Ⅱ | | n10 47±15 3.404 | n8 36±24 1.190 | n8 38±31 -0.145 | n26 40±23 3.090 |
| 実験Ⅲ | n10 31±10 46 | n10 22±18 74 1.363 | 74 -6.234 | n10 20±16 102 0.261 | n30 24±15 -3.664 |
| 実験Ⅳ | n9 28±15 40 | n9 89±7 68 -10.980 | 68 -10.350 | n9 83±10 100 1.463 | n27 67±30 -6.900 |

註：24表参照

即ち、実験Ⅳにおける飼育時の死亡率は、実験の初期（通算飼育日数11~40日）から実験Ⅱ、Ⅲよりも明らかに高い（24表）。これは、実験開始時より懸念された原虫性の疾病が完全に治っていなかったか、又は他の疾病にも罹ったためと考えられる。殊に、飼育68日後の海水移行時の死亡が、実験Ⅱ、Ⅲに比べて著しく多かったことから、この死亡の原因は先に述べた1975年の実験と同様に、エラへの障害が考えられる。このため、5区のように実験を始めてから4週間の死亡率が僅か0.4%であっても（18表）、海水移行時の死亡率は50%にも高くなったのであろう（21表）。

このように、エラへの障害が予想される疾病は、飼育中の死亡率を増加させる以前に、海水移行が全く不能になるほどの、降海期のサケの海水適応能力を破壊する力を持つことが推察される。また、実験Ⅱに

において、飼育45日から84日の期間での死亡率が0.5%/5日間なのに、47±15%もの海水移行不能魚をみた(24表・25表)のは、飼育と共に収容密度が高くなって環境が悪化し、当场で蔓延している細菌性若しくは原虫性のエラ病に罹病したためと考えられる。

しかし、実験Ⅲのように飼育中の死亡が多かった(24表)わりに、海水移行時の死亡が少なかった(25表)原因については、*Aeromonas Salmonicida*の感染が疾病の主原因菌であったと思われたことから、この疾病によるエラの障害は、他のエラ病原因菌若しくは微生物より少なかったためと推察される。殊に1981年の実験^{脚註6}では、原虫性および細菌性のエラ病に罹ったものの海水移行時の死亡率が極めて高いのに、*Aeromonas Salmonicida*の感染により飼育時に死亡率がかなり高くなった試験区でも、海水移行時の死亡率が全く0%であったことは、本病原菌の保菌率がサケ科親魚に高い^{6,7)}という点から極めて興味あるところである。また、このことから、実験Ⅲで飼育時および海水移行時に死亡した原因は、疾病の主原因とみられた *Aeromonas* 感染症よりも、付随して軽度のエラ病が発生したか、別の原因とみた方が良いであろう。

この実験Ⅲと実験Ⅳの海水移行時の死亡率にみられた差は、血液成分の上でも認められる。即ち、血清蛋白質量と血漿蛋白質量との関係は、1975年および1976年に測定した131尾の結果によると、血清蛋白質量＝血漿蛋白質量×1.185が知られていることから、実験Ⅳの魚の推定血清蛋白質量は、 $5.7 \times 1.185 = 6.57 \text{g/dl}$ となり、同じ仕様の餌を与えた実験Ⅲでの値7.6g/dlより少ない。また、このような血液上に現われた差異は餌料係数の値にも現われている(23表)。したがって、簡単に出来る血清(漿)蛋白質量測定は、海水移行実験による機能点検と共に、稚魚の健康状態即ち健苗性を推測する指標となるであろう。

以上のことから、飼育中に生じる放流稚魚として最も不適な生理異常、飼育中の死亡率に現われる前に、海水移行時の死亡率増加現象から知ることができ、この移行時の死亡は先に述べたとおり、患部がエラに及ぶ疾病が主原因で滲透圧調節機能が破壊されるためと考えられる。なお、潮河性魚類のエラは、滲透圧調節の重要な器官の一つとして早くから知られるところである²⁾。したがって、海水移行実験は直接的に海水への適応能力の可否を提供するのみならず、極めて初期の生理的若しくは病理的異常を予知させるように思われる。また、降海期のサケ稚魚の海水適応にかゝる疾病は、エラ組織の変性又は機能障害を起させるような損傷を与える原虫性あるいは、細菌性のエラ病であるということが出来よう。

また、放流サケ稚魚の健苗性は、海水移行時の体重変化の測定を含めて海水移行実験により知ることが出来、評価法の1つとして、海水移行実験の実施を提案するものである。

換水率の低下により、飼育時の死亡率が増加する現象については、1975年のキロドネラ原虫病^{脚註4}(千歳事業場)、細菌性エラ病^{脚註7}(八雲事業場)の発生時にも観察されたところである。この場合は、換水回数が毎時15回では大きな死亡現象は生じないか時には鎮静化するが、同じく7.5回から8.6回では疾病が発生し、死亡率は増加した。

したがって、実験Ⅳで疾病の障害が増大した原因については、19表にみられるように換水率が1975年のものと同じか、それ以下であったことが大きく原因したのであろう。また、換水率が毎時2回前後のような飼育条件では、罹病する危険性およびそのために生じる障害の危険性は、極めて高くなるものと推測される。

脚註6) 筆者 1981. 未発表資料

脚註7) 事業用の養魚池においては、トリコディナ症の発生が報告されていた。

なお、注水量が少ないとき、罹病し易く、その進行が著しい理由は、換水時間が長くなると微細な餌の粒子および未消化部分を含む糞が滞留沈澱し易くなって、病原性微生物の温床となり、また、増加する排出物が魚体の抵抗力を低下させるに加えて、それが微生物の増殖促進剤ともなって、病原性生物の密度が高くなるためと考えられる。これらの問題については、収容密度と密接な関係にあるため、1981年に行った実験の結果と共に次回に報告する。

結論として、放流稚魚の飼育に重要なことは、餌の与え方や注水量の如何によっては、餌料効率を低下させて成長が悪くなるばかりでなく、疾病の発生およびその為に海水適応不能などの生理障害が発生するということである。この障害は、放流後の限られた河川滞留期に回復することはまず不可能であろう。このため、放流用稚魚を生産するためには、餌の質、給餌法の標準化は勿論のこと、注水量、収容密度など疾病の発生を含めた健康管理的飼育法の確立が急務となろう。

ま と め

この研究は、放流用サケ稚魚の育成に、給餌回数、所要時間、給餌時刻などの飼育方法がどれだけ影響するかを明らかにし、併せて、放流用稚魚の条件と疾病とのかゝわりを検討したものである。

1. 人手による給餌が行われる場合の飼育成績は、飼育員の性格、熟練度などの人為的要素に影響され易い。
2. 人手による給餌でも、タイマーを用いて投与時の人為的要素を除去すると、餌料効率は著しく向上する。しかし、これは極めて困難である。
3. 給餌の回数、所要時間、給餌時刻と餌の利用効率との関係については、日入前に投与した区に餌料係数の僅かな増加がみられた以外、日出を含めて日中に充分注意して給餌が行われれば、1日1・2回の給餌で充分な成長が期待される。このためには、自動給餌器の使用が有用な手段となろう。
4. 餌の利用効率は、餌付後、飼育日数に反比例して低下する。
5. 注水量の減少、放養密度の増加、給餌の拙さ、残餌などによる飼育条件の悪化は、飼育魚の罹病およびその進行を助長し、海水適応不能な、放流稚魚として不適な稚魚の出現を助長する。
6. 原虫性および細菌性のエラ病に罹った稚魚は、海水移行時の死亡率が極めて高い。これらの疾病は海水移行実験によって罹病初期より予見可能と思われる。このため、海水移行実験の実施は、放流用稚魚の健苗性を評価する有用な手段となろう。
7. 疾病による魚体への影響は、血清(漿)蛋白質量の測定という簡単な方法からも知ることが可能である。

文 献

1. 秋山敏男・能勢健嗣 1979. 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究—Ⅳ、シロサケ稚魚の成長段階と絶食に対する抵抗性との関係。さけ別梓。1979, 河川型研究レポート, :121-125.
2. E・ボールドウイン 1949. (ボールドウイン物質代謝研究会訳, 1954). 比較生較生化学入門. 142みすず書房, 東京.
3. 橋本 進 1966. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の稚魚期における代謝生理学的研究—Ⅰ. 飼育のための人工餌料の質および形状について. 北海道さけ・ますふ化場研報, (20):27-35.
4. ——— 1966. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の稚魚期における代謝生理学的研究—Ⅱ.

放流用サケ稚魚の飼育に関する研究－Ⅱ

人工餌料による飼育稚魚の成長および餌料効率におよぼす注水量，給餌量および魚の大きさの影響について．北海道さけ・ますふ化場研報，(20)：37-45.

5. ——— 1979. 放流サケ稚魚の飼育に関する研究－Ⅰ．北海道さけ・ますふ化場研報，(33)：25-30.
6. 木村喬久・吉水 守・田中 真・野村哲一 1979. 湖上サケ科魚類採卵親魚の魚類病原ウイルスならびにせつそう病原菌の保有状況について，さけ別枠．1979. 河川型研究グループレポート，：121-125.
7. ———・—————・—————・————— 1980. 湖上サケ科魚類の病原ウイルス，特にOMV, CS VおよびVENウイルスの保有状況ならびにせつそう病原菌の保菌状況について，さけ別枠．1980 河川型研究グループレポート，：145-151.