

ホンモロコ種苗生産試験一Ⅱ

仔稚魚飼育について

中村 幹雄・山本 孝二

1)

前報においてホンモロコの採卵、ふ化について報告したが、引継いでふ化稚魚の飼育を野外の素堀池で粗放的な方法により量産を第一義としたホンモロコ仔魚の飼育試験を行なった。

本種についての基本的な研究は2, 3報告されているが、量産を目的とした粗放的な養殖法についての報告はみあたらない。そこで本年は粗放的な、しかも種苗の大量生産を行う中での、仔稚魚の初期餌料、成長と生残率、飼育池における生態、飼育池の水質、疾病等について試験を行なったので報告する。

材 料 お よ び 方 法

1. 供 試 材 料

滋賀水試において地下水によりコンクリート池で人工配合餌料で飼育されていた親魚より1979年5月14日採卵、5月16日に滋賀水試(彦根市)より三刀屋町に移殖し、同月21日にふ化した15万尾と、同様に移殖した親魚(平均体長9.1cm, 平均体重7.6g)230尾より採卵、ふ化した(5月27日~6月14日)の5万尾を使用した。

ふ化稚魚は(平均全長4.61mm, 平均体重0.37mg)であった。

2. 飼 育 方 法

現在行われている稚魚生産の大半は莫大な施設と労力を費やして生物餌料を培養し、更に加温循環式飼育等に高度に集約化された種苗生産方式を取っているが、今回のホンモロコ稚魚の飼育方法としては本種の飼育方法が未開発であるので、その飼育法が確立されている鯉の飼育法を基本に、日常のホンモロコ飼育管理する中で、その都度、よりbetterと思われる方法で行なった。基本的には野外素堀池を用いて、池に施肥し生物餌料を培養せしめたのち、ふ化した仔魚を直接に放養する方法を取った。

採卵、ふ化：前報のとおりである。

飼育池：従来、鯉の青仔養成に用いていた野外素堀池3の1号池、3の3号池(面積282㎡, 底部泥、コンクリート壁、深さ0.8m)を用いた。

飼育期間：1979年5月24日に放養し、同年10月18日まで、飼育日数は148日間である。

飼育水：水源に河川水（三刀屋川）を使用し、注水量はふ化稚魚の放養後15日間は完全に止水にし、除々に注水量を増加した。8月1日以降は3の1号池30~90ℓ/分、3の2号池10~50ℓ/分。

飼育池の水質調査：飼育池の水質分析を毎月行なったが、その水質分析項目および方法は以下のとおりである。

- DO Winkler氏法（窒化ナトリウム変法）。
- PH 比色計による現場比色。
- Cl⁻ 硝酸銀法（モール法）。
- COD アルカリ性過マンガン酸カリウム法。
- NH₄-N ネスラー法による発色を分光光度計で測定。
- NO₂-N グリース・ロミンによる発色を分光光度計で測定。
- NO₃-N カドミウム・銅カラムによりNO₃-NをNO₂-Nに還元させて、以後NO₂-Nと同じ。
- PO₄-P モリブデン青法による発色を分光光度計で測定。
- SS ろ紙（NO6）で懸濁物を濾過し、110°Cで乾燥後、恒量を秤量。

結 果 お よ び 考 察

1) 飼 育 飼 料

生物餌料：野外飼育池（約280m²）に施肥（ケイフン0.5kg/m²）し、プランクトンの繁殖している池にふ化仔魚を放養し、仔魚の初期飼料として、プランクトンを採取させた。

飼育池に出現した飼料生物は*Brachionus calyciflorus*が非常に強い優占種であったが、次第に、*Moina* sp が優占してくる。

飼育池より仔魚を無作為に5尾採捕し、消化管内の摂取餌料の種類を検鏡した結果、*Brachionus calyciflorus*、*Moina*の幼生が確認された。他の微細プランクトンの摂取を期待したが、今回は確認できなかった。淡水性ツボワムシ（*Brachionus calyciflorus*）はふ化後、数日後には仔魚に摂取され、その後も成長に従って非常に多数が消化管内にみられ、消化もよい様である。

従って、この種は初期餌料としてその有効性は非常に大きい。海水性ワムシ（*Brachionus plicatilis*）はアユ、マダイ等のふ化稚魚の初期餌料としてその有効性が知られ、その培養技術がほぼ確立されつつある。一方、淡水ワムシはその培養技術は未知であり確立されていない。今後、この種の培養技術の開発が必要と思われる。

稚魚期になると*Moina* spを採餌する。他の池よりネットで採集したワムシ、或は、冷凍ワムシを与えると、普段非常に憶病な魚であるが、ワムシを与えた箇所集まり、表面に浮上して摂餌活動を行うのが観察される。ミジンコ（*Moina* sp）に対するホンモロコ稚魚のし好、選択性は非常に強いと思われる。ミジンコの培養は鯉の養殖では昔から行われてきているが長期に渡って安定してミジンコを繁殖させる技術確立することが必要と思われる。

配合餌料：大量の種苗生産を行う場合、なるべく早く人工配合餌料を摂餌させることが、飼育管理上重要である。しかし、仔稚魚期のホンモロコは池の底層や池壁に全体的に分布し、静止あるいは、ゆっくり遊泳し、与えた餌に対する採餌行動は活発とは言えず、目の前にきた餌のみ捕食する状態であるので“餌付”は困難であった。“餌付”のために、散布、給餌法→置餌法→吊餌法→定点散餌法等の方法を鶏卵の黄味、生ワムシ等と併用しながら時間をかけて段階的に行い最終的には1日も早く、池中にいるモロコのほとんどが餌場に集まり定点給餌法で、人工配合飼料を給餌できるようにすることが給餌管理上、最も重要なことである。

現状では小型動物プランクトン(ツボワムシ等)→大型動物プランクトン(タマミジンコ等)→人工配合餌料(クランブル)の飼料系列が最も有効であり、生物餌料をなるべく長期間、供給することが良い飼育成績に結びついている。配合餌料の投与は生物餌料の量的限界からできるだけ早期に切り換えたいが、現状では、成長、歩留りの面で問題点があるようである。

2) 成 長

飼育池においての仔稚魚の体長と体重の成長状況は図1に示した。

成長状況を明らかにするため、ふ化後10日目、30日目、60日目、115日目、135日目に池より無作為に取り上げた仔稚魚の体重組成ならびに体長組成は図2-(1)～2-(6)に示した。

また飼育期間中における体重と体長の成長倍率、および平均日間成長量は、表1に示した。

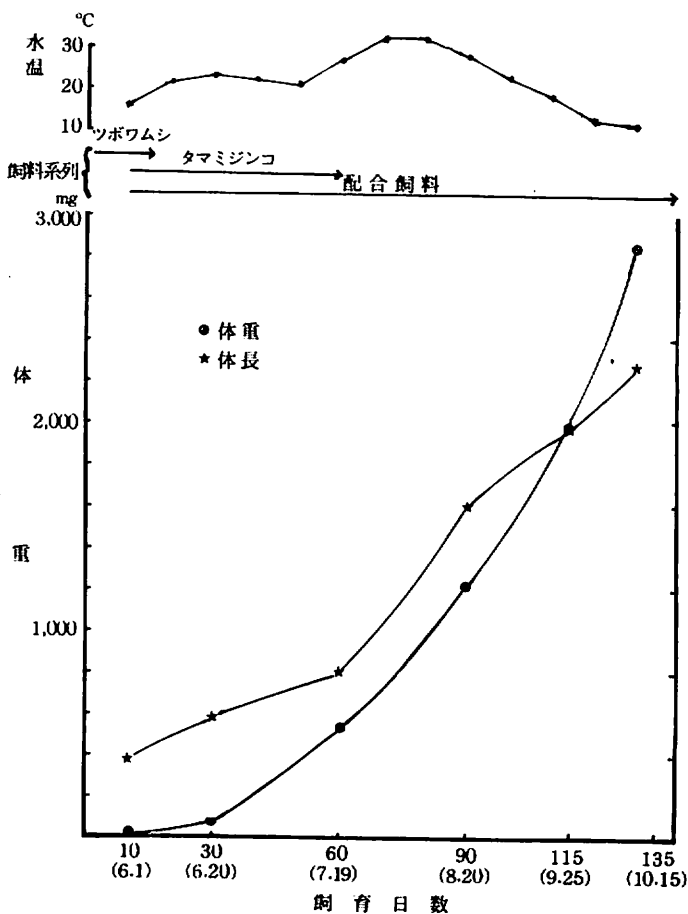


図1 ホンモロコの飼育仔稚魚の体重及び全長の成長

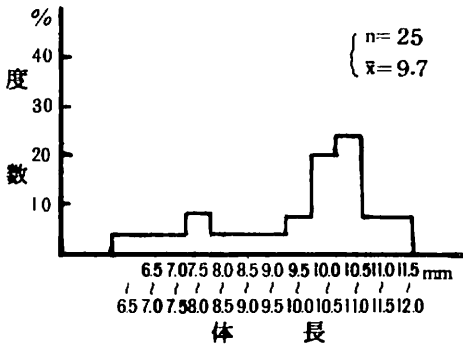


図 2-1) ふ化後 10 日のホンモロコ稚魚の体長の度数分布

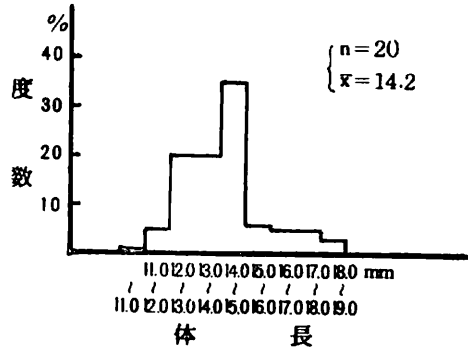


図 2-2) ふ化後 30 日のホンモロコ稚魚の体長の度数分布

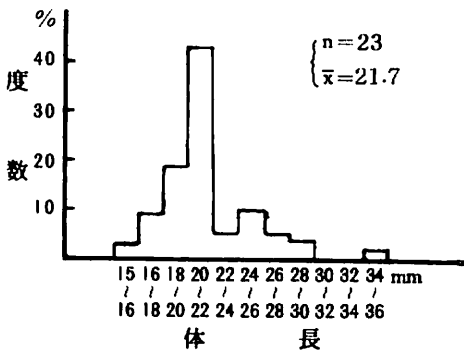


図 2-3) ふ化後 6 日のホンモロコ稚魚の体長, 体重の度数分布

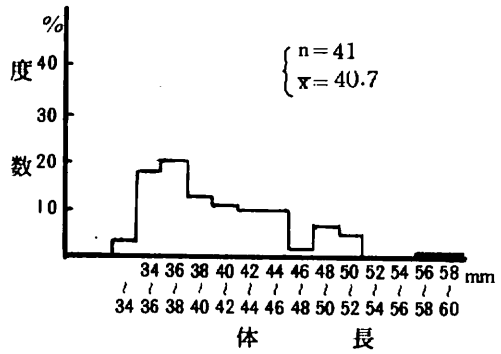
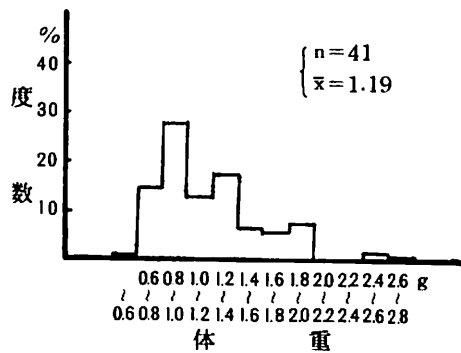
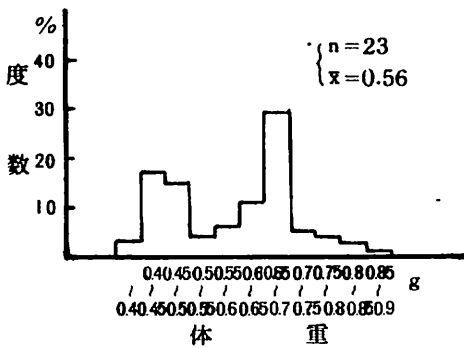


図 2-4) ふ化後 9 日のホンモロコ稚魚の体長, 体重の度数分布



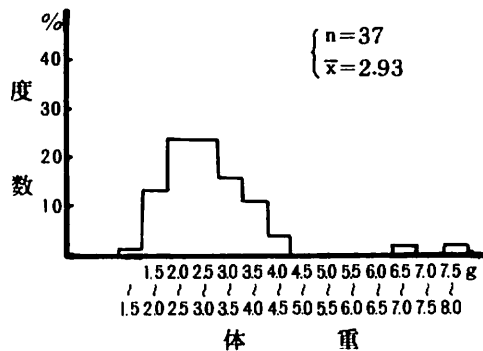
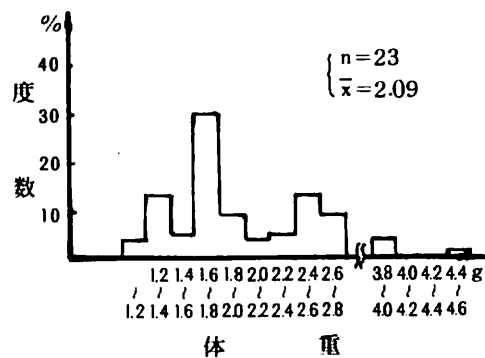
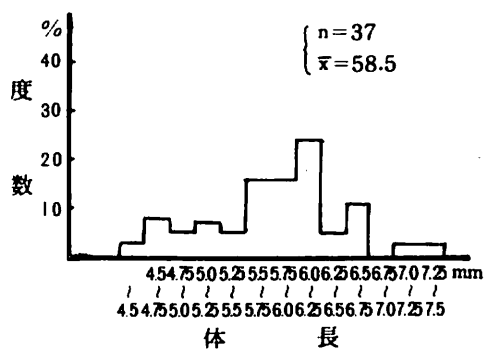
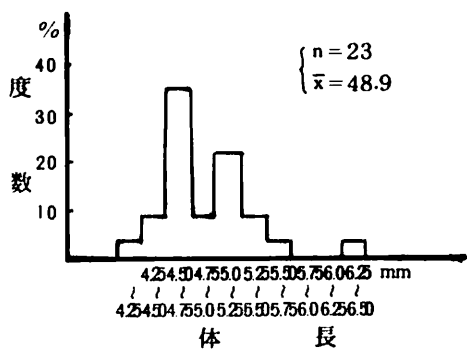


図 2 - (5) ふ化後 115 日のホンモロコ稚魚の体長, 体重の度数分布

図 2 - (6) ふ化後 135 日のホンモロコ稚魚の体長, 体重の度数分布

表1 ホンモロコの飼育仔稚魚の体重および体長の成長倍率および日間成長率

飼育日数	体 重		体 長	
	増重倍率	日間増重率	成長倍率	日間成長率
0～10		%	1.15倍	7.32%
0～30			2.15	3.46
0～60	1529.5	3.329	3.82	2.19
0～90	3215.2	2.221	8.04	1.78
0～115	5647.6	1.739	9.87	1.45
0～135	7917.9	1.481	12.22	1.27

体長—体重の関係：野外飼育池における粗放的な養殖法での飼育中に仔稚魚の成長の度合、適正給餌量などを知ることは非常に困難であるが、日常の飼育管理上は非常に大切なことである。

そこで飼育中の仔稚魚の“太りぐあい”の相違を比較することによって、逆に飼育魚の成長の度合、適正給餌量などを把握した。“太りぐあい”を数字で表現するのに肥満度係数を求める方法もあるが、著者は、より適切と思われる体長—体重の関係式を求めた。体長と体重の値をそれぞれ対数変換してグラフ上に1尾ずつプロットすると、各点がほぼ直線上に並ぶ。

これらの各点にもっと適合する式は、

$$\text{Log } W = n \text{Log } L + \text{Log } K \quad (W: \text{体重mg}, L: \text{体長mm}, K: \text{定数})$$

であり、最少自乗法でn(勾配)とLog K(定数)を求めることができる。

本年度のホンモロコの体長—体重の関係は図3-(1)～3-(5)に示した通りである。

$$\text{Log } W = 1.827 \text{Log } L + 0.2231 \quad (\text{全飼育期間を通じて})$$

$$\text{Log } W = 1.1750 \text{Log } L + 1.2628 \quad (\text{ふ化後60日目, 平均体長21.7mm, 平均体重566.3mg})$$

$$\text{Log } W = 2.7368 \text{Log } L - 1.3269 \quad (\text{ふ化後90日目, 平均体長40.7mm, 平均体重1190mg})$$

$$\text{Log } W = 3.0023 \text{Log } L - 1.7892 \quad (\text{ふ化後115日目, 平均体長48.9mm, 平均体重2090mg})$$

$$\text{Log } W = 2.7452 \text{Log } L - 1.4175 \quad (\text{ふ化後135日目})$$

この関係式で勾配(n)の値が3を超えている時には、体長が増加と共に魚が太っていくことを示して、3未満の値の時には、逆にやせていく。したがって、池中で仔稚魚を養殖する場合、飼育魚の成長が良く、魚が健康で池の水質環境が良ければ勾配nが3の附近、できれば3以上でなければならない。もし、著しく3より少ない場合は、給餌量が不足か、飼育環境の変化などを考えなければならない。ただ魚種によって、例えばアユの様に稚アユがほっそりとしなやかで、大形アユの方がふとたくましくなるのが一般的で正常なものと、又、その反対のものがあるように思われるので、その魚種、特有の勾配値があると思われる。よって、ホンモロコに関して今後ともに体長—体重に関する、いろいろの条件下におけるデータを作り、検討されなければならないが、本年度

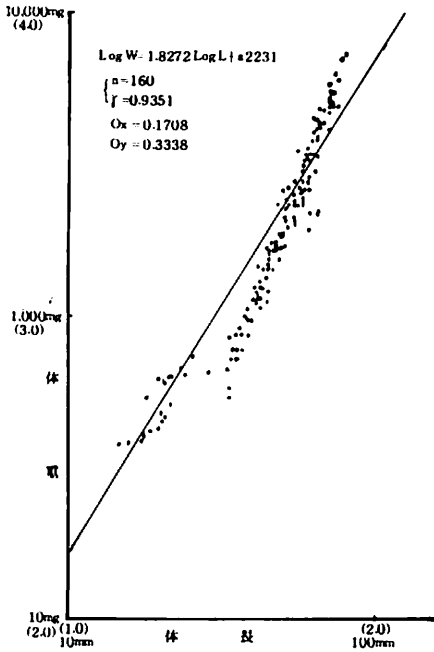


図 3-1) ホンモロコの体長と体重の関係 (全飼育期間)

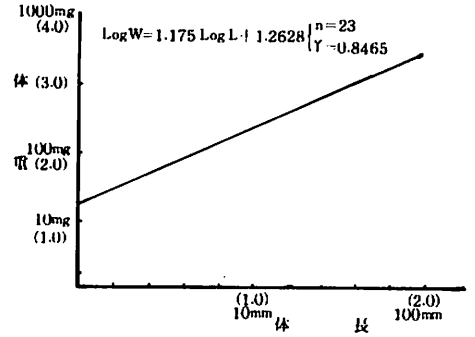


図 3-2) ふ化後 60 日のホンモロコ稚魚の体長-体重の関係

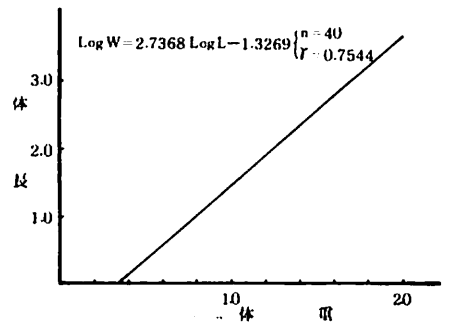


図 3-3) ふ化後 90 日のホンモロコ稚魚の体長-体重の関係

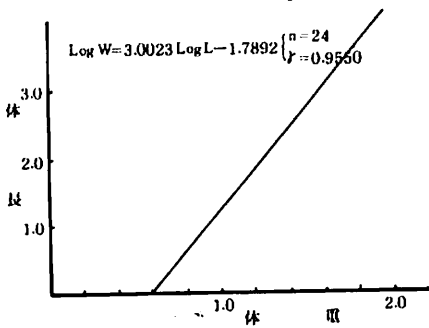


図 3-4) ふ化後 115 日のホンモロコ稚魚の体長-体重の関係

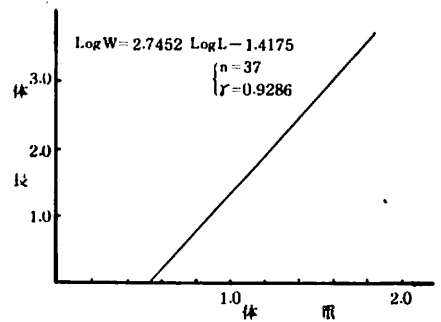


図 3-5) ふ化後 135 日のホンモロコ稚魚の体長-体重の関係

の体長一体重の関係より 仔稚魚の成長、或は、飼育条件、環境等をおおまかに推察すると次のようなことが考えられる。

ふ化後 60 日目までの体長一体重の関係を調べなくて残念であるが、ふ化直後、ツボムシの繁殖した池に放養し、その後も別の池で繁殖したツボムシ、タマミジンコをネットですくい与えた。そして、人工配合飼料も与えたので、おそらく当初は餌も十分であり、成長もよかったものと思われるが、ふ化後 60 日目頃にはこうした生物餌料の繁殖がなくなり、人工配合飼料だけになった時期である。そして、“餌付”が十分でなく、おそらく与えた人工配合飼料を充分摂取できずに成長が悪く、やせていったことが、勾配 1.1750 という低い値になったと思われる。

以後 90 日目 2.7, 115 日目 3.00 と次第に良くなってきたのは“餌付”も終り、人工配合飼料に慣れ、順調に成長していたものと思われる。115 日目頃は池の水質環境も良好であり、給餌量も適正であったと思われる。

135 日はまた勾配が 2.7 と下がっている。これは魚体重が増加したにもかかわらず給餌量を増加しなかったためと思われる。又、雌の中には卵巣が除々に成熟しているものがあるので正常ならばおそらく勾配が 3 以上になるとと思われる。

全体的に本年度は初年度のためホンモロコの仔稚魚の養成技術が未熟のため、給餌等の飼育成績が充分とはいえず、ホンモロコの成長も満足すべきものでない。

生存率：大量生産を目的として野外飼育池での粗放的な方法による稚魚養成のため生残率を調べるのが困難であった。

飼育成績：本年度の仔稚魚の飼育成績は表 2 のとおりである。

表 2 ホンモロコの仔稚魚飼育成績（ふ化後 135 日間）

	飼育池 A (3-1)	飼育池 B (3-2)
飼育期間	5月21日～10月18日	5月21日～10月18日
放養尾数	15万尾 (約530/m ²)	5万尾 (100尾/m ²)
生産尾数	8万尾 (285尾/m ²)	1.5万尾 (53尾/m ²)
重量	232kg (0.8kg/m ²)	52.5kg (0.18kg/m ²)
生残率	58%	50%

(推定)

3) ホンモロコの仔稚魚の生態（飼育池における）

ホンモロコのふ化仔魚が、その発育段階にともなって、飼育池においてどのような分布、行動を示すかを知ることは、未知であるホンモロコの飼育管理技術にとって重要な知見を提供してくれた。

ホンモロコの飼育仔魚の発育段階は中村²⁾伊藤³⁾が表 3 のようにわけている。

ふ化仔魚の大きさはかなり差があり、親魚の大きさに関係あると思われる。仔魚前期にはふ化池の

池底に沈下しほとんど静止状態にあり、浮上しない。

そのため、ふ化稚魚を抄うのが困難であるので、ふ化水槽の水ごとにならぬ稚魚が稚魚池に移せるように工夫しなければならない。そしてふ化後4～5日頃には、卵黄は吸収されるが摂餌もその頃は可能のようである。仔魚後期には仔魚の大部分が前期と同じように池底全面に分散分布している。したがって

表3 ホンモロコの発育段階

発 育 段 階	ふ化後の日数
仔 魚 前 期	0 - 5日
仔 魚 後 期	6 - 20日
稚 魚 期	20 - 30日
未 成 魚 期	30 - 日

野外飼育池のように透明度の低い池ではなかなか仔魚の姿が確認できないため、放養した稚魚の生存確認が困難である。しかし、ワムシの繁殖した池では時には一部の仔魚が池壁に沿って水中を遊泳するのが認められる。これはおそらくワムシが水面近くに多く繁殖した時、その摂餌のため池底を離れて水表面近くにきたものと思われる。稚魚期も仔魚後期とさしたるちがいはないか、Moinaをより多く摂取するように思われる。未成魚期になるとやっと、遊泳力も大きくなり、中層近くも遊ぎ出し、飼育池でその姿を容易に確認できるようになる。特に夜間は池壁近くに多く集まっている。この時期に上手に「餌付」を行いたいものである。そして池の飼育魚（コイ等）と異なるのは物音や人影に非常に敏感で憶病であるということである。そして驚き逃げると泥の中であろうと水草の中であろうと、池壁の破れた穴の中であろうといっさいかまわず頭を突込む習性がある。隠れ場の必要な魚のようである。この憶病で慣れにくい魚は、特に高度の飼育技術を要求されることになる。

4) 飼育池の水質

飼育期間中の水質環境を調べた。その結果は図4のとおりである。

飼育池の水質を移殖放流を計画している宍道湖の水質と比較検討した。

宍道湖の水質が琵琶湖の水質よりかなり、有機汚濁が進んでいるので、その移殖放流後の繁殖が心配されるので特にその点について検討した。

飼育池は生物餌料を培養するために仔魚の放養前にケイフンを1㎡当たり0.5kgも施肥し、半流水式で飼育したので残餌や魚のフンなどで池育水はかなり汚濁し、有機汚濁の指標であるCOD、SS、N、Pなどの分析値はいずれも宍道湖より高く汚濁していた。それより以上に汚濁している飼育池で支障なく成長したので、宍道湖の水質環境（塩分を除く）がホンモロコの成長、生残に対して制限要因になることはないと思われる。

Cl⁻に対する耐性は水槽実験で2000ppmで48時後の斃死は全くみられなかった。そしてふ化仔稚魚にはその生態からみて底質環境が非常に重要であり、底質の良否がその生存に強く影響を与えられるので今後、検討したい。

5) 疾 病

未成魚期に外部寄生虫、Trichodina, Chilodon, Costia, Dactylogyrus等が寄生しているのを確認し、マゾデン0.5ppmを散布した。魚体が小さいためか外部寄生虫には弱いようである。

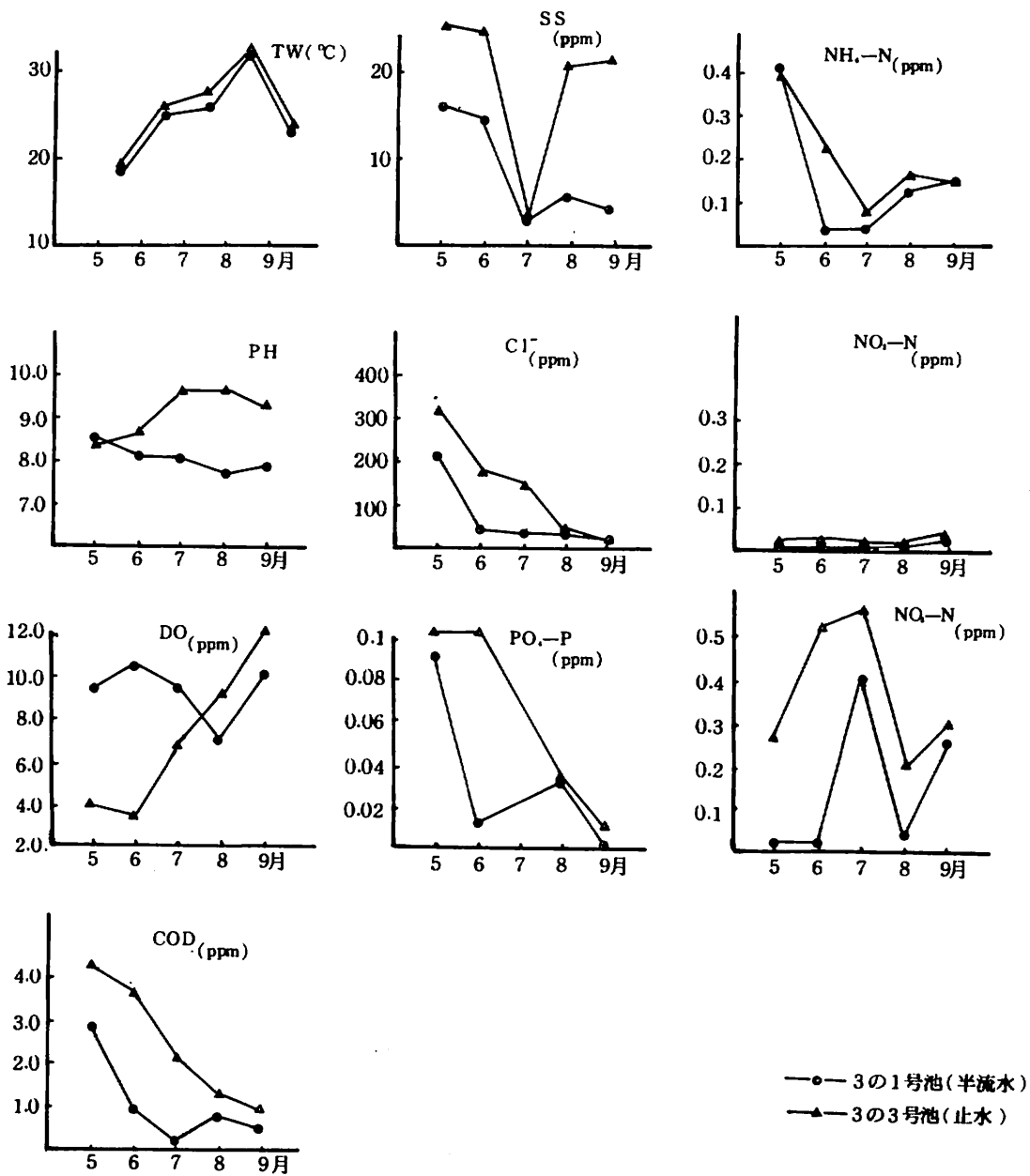


図4 ホンモロコ飼育池の水質の経月変化

鯉ぐされのために斃死したものもいた。

また、すれに非常に弱く、網ですくったモロコは後でSaprolegniaによる病気になりやすい。低温期には特に、そのために斃死が多い。

Saprolegniaの処置として1トンタンクの中でマラカイグリーン0.5 ppmで薬浴を行なったがその毒性で斃死する魚がいた。ホンモロコの各種薬剤に対して安全濃度は他の養殖魚に対する薬浴安全濃度とちがうようであるので、新しい薬剤を使う場合は、あらかじめ安全を確かめてから使用する必要がある。ホンモロコの薬浴治療剤については木村⁴⁾の報告がある。

要 約

中浦水門締切後に淡水化する宍道湖・中海への移殖放流を目的としてホンモロコの人工種苗生産研究をはじめ、前報で採卵、ふ化について報告したが、引続いて仔稚魚に飼育試験を量産を第一義として粗放的な方法で行なった。

1) ホンモロコの種苗生産技術は現在確立されていないので、実際に仔稚魚を飼育することにより、その中から種苗生産技術、方法の開発に努めた。

2) 施設、労力などにおいて省力化ということで生物飼料を繁殖させた池に、ふ化仔魚を直接に放養する、飼料培養池、飼育池をひとつの池で行う方法をとった。この方法でかなりの成績をあげることができた。

3) ふ化仔魚の初期飼料としては淡水ツボワムシ *Brachionus calycifurois* が最も有効でありその後はタマミジンコ *Moina* sp が有効な生物飼料である。

ツボワムシ → タマミジンコ → 人工配合飼料の飼料系列が仔稚魚の飼育は可能である。

4) ホンモロコは飼育池においては分散分布しており、そして与えた餌に集中して摂餌しないので人工配合飼料による“餌付”など給餌法が他の養殖魚よりむずかしい。

5) 野外飼育池で大量に飼育していると成長、適正給餌量などを調べることは困難であるので、飼育魚の“太りぐあい”から逆に推察した。

6) “太りぐあい”を体長-体重の関係式 $\text{Log } W = n \text{Log } L + \text{Log } K$ であらわした。

本年度は $\text{Log } W = 1.8272 \text{Log } L + 0.2231$ (全飼育期間)

$$\begin{cases} 60 \text{日目 } \text{Log } W = 1.1750 \text{Log } L + 1.2628 \\ 90 \text{日目 } \text{Log } W = 2.7368 \text{Log } L - 1.3269 \end{cases} \quad \begin{cases} 115 \text{日目 } \text{Log } W = 3.0023 \text{Log } L - 1.7892 \\ 135 \text{日目 } \text{Log } W = 2.7452 \text{Log } L - 1.4175 \end{cases}$$

7) 上記、体長-体重の関係式から勾配を適正給餌量のひとつのめやすとした。勾配3以下のときは、給餌量の不足が考えられるので給餌量を増加して与えた。

8) 体長-体重の関係式より、ふ化後、60日目(勾配1.175)には、餌の不足か、摂餌力の低下がうかがえる。115日目(勾配3.00)が最も順調に飼育され、適正な給餌がなされたものと思われる。

9) 本年度の飼育成績

280 m²の池2面で、放養尾数20万尾(357尾/m²)、生産尾数(163尾/m²)、生産重量(0.51 kg/m²)、生残率(47.5%)と推定される。

しかし、10月18日に台風時に事故のため飼育池冠水し、多数が逃亡した。

10) 飼育池でのホンモロコの生態を観察した飼育方法を考えるのに役立てた。

仔稚魚は池底に分散分布しており、与えた餌に集中することは少ない。そして非常に憶病で物音や人影に敏感である。

11) 飼育池の水質環境を調べた。飼育池における稚魚の飼育成績と水質分析結果から考察するとかなりの富栄養化(汚濁)に耐えうるので、現状の宍道湖の水質環境がホンモロコの生存に対する直接の制限要因になることはないと思われる。

12) 外部寄生虫 Tricodina, Chilodon, costia, Dactylogyrus の寄生が認められ、鰓ぐされも発生したが、最も注意しなければならないのは、網ズレなどによる小さな Saprolegnia による疾病被害が大きい。

文 献

- 1) 中村 幹雄 ホンモロコ種苗生産試験-I 本法
- 2) 中村 守純 1949: ビワ湖産ホンモロコの生活, 日水会誌 15(2) 88-96
- 3) 伊藤 隆 1967: ホンモロコの人口種苗生産, 木曾川三川河口資源調査報告 Ⅵ4,
- 4) 木村 忠亮 1976: ホンモロコの種苗生産に関する研究, 滋賀県水産試験場研究報告,

26-29