

ホンモロコ種苗生産試験—III

仔稚魚飼育について

中村幹雄・山本孝二・岸本 稔・小川絹代

前年度に引続いて、ホンモロコ *Gnathopogon elongatus caerulescens* (SAUVAGE) の種苗生産試験を行った。

前報¹⁾において、親魚の移殖、採卵、ふ化、そして仔稚魚飼育について報告したが、ホンモロコの養殖方法が確立されていなかったため、その飼育成績は必ずしも満足すべきものでなかった。

本年度は前年度に得られた飼育管理技術をもとに、更にその種苗生産技術の開発に努めてホンモロコ未成魚を約15万尾生産することができたので報告する。

材料および方法

採卵 当分場で飼育管理した親魚を採卵に使用した。

使用した親魚の数と大きさは表—1のとおりである。

採卵方法は室内越冬池にて地下水(約13°C)で越冬させ、野外産卵池の水温が13°C以上になるのを待って、産卵池に人工産着材(商品名キンラン)100本を入れた後、親魚を越冬池より産卵池に移すことにより、温度変化等の環境変化による刺激によって自然採卵を行った。

表—1 採卵に使用した親魚の大きさ

	親魚数	平均体重	平均体長
雄 ♂	557 ^尾	6.6 ^g	6.3 ^{cm}
雌 ♀	274	10.2	7.1

ふ化 前年度同様に受精卵を発眠するまで河川水、清水につけておき、発眠後はふ化稚魚を放養する稚魚養成池端に設置した円型の塩化ビニール製の水槽に入れ、エアレーションを行ってふ化させた。ふ化仔魚は円型水槽より水と共に飼育池に放養した。

卵の消毒は行わなかった。

飼育池 従来、鯉の青仔養成に用いていた野外素堀池1の1号池(500m²)2の1号池(282m²)3の1号池(282m²)を用いた。

1の1号池に15万尾、2の1号池に15万尾、そして3の1号池には来島ダムと琵琶湖で天然採苗したものを約10万尾放養した。

飼育水 河川水(三刀屋川)を使用し、本年度は酸素混入のため水車(0.4km)を設置し放養後25日間は完全止水状態で飼育し、除々に注水量を増加せしめた。

飼育池の水質分析を毎月行なった。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。
NH_4-N	ネスラー法による発色を分光光度計で測定。
NO_2-N	グリース・ロミンによる発色を分光光度計で測定。
NO_3-N	カドミウム・銅カラムにより NO_3-N を NO_2-N に還元させて、以後 NO_2-N と同じ。
PO_4-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 (No. 6) で懸濁物を濾化し、 $110^\circ C$ で乾燥後、恒量を秤量。

結 果 と 考 察

室内越冬池 (地下水使用、水温 $10 \sim 13^\circ C$) より野外産卵池の水温が高くなった 5 月 7 日 (水温 $13 \sim 15^\circ C$) に野外産卵池に人工産着材を設置すると同時に、親魚を室内越冬池より野外産卵池に移した。翌日 5 月 8 日夕方には産卵行動がみられ、9、10、11、12 日と 4 日間続けて産卵した。産卵数は約 40 万粒であった。

まだ産卵を行う魚が多くみられたが必要な卵を得たので産着材を取上げ採卵を中止した。

この自然産卵を行なった 4 日間に 25 尾の親魚が斃死した。このことは魚体の小さなホンモロコにとって産卵行動は体力をかなり消耗さすものと思われる。又産卵行動に入るといく度となく産着材の中を入ったり出たりするためスレのひどいものもみられた。

本年度は親魚が良く成熟していたためか、或は環境変化、主として温度変化のためか、前年度、試みた様な、産卵促進剤のホルモン剤 (ゴナトロピン) を使用する必要なかった。

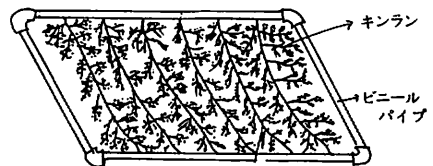
又前年度は産着材の密な部分に卵が集中して附着して、ふ化率に悪い影響を与えたので均一に附着さすために水道管用のビニールパイプ第 1 図の様な人工産着巣を作製、使用した。

その結果、比較的均一に附着さすことができた。

ふ化率は約 75% と推定した。

卵の消毒は行わなかったが水生菌の発生による被害は起きなかった。卵に泥などの附着を防ぐことができれば消毒の必要はないと思われる。

本年は 1 トンタンクの中で約 10 万粒の卵をふ化させた。



図一 1 ホンモロコ産卵着巣

餌料培養 屋外の池（面積282㎡，底部泥，コンクリート壁，深さ1m）を用いて生物餌料を培養した。4月下旬に消石灰を1㎡当り1.5kgの割合で散布しておき，5月8日，9日に乾燥ケイフンを1㎡当り0.3kgを仔稚魚飼育池に施肥し，生物餌料（ワムシ，ミジンコ等）を発生繁殖させ，餌料プランクトンが繁殖しているところにふ化仔魚を放養した。

また別に生物餌料培養池として，3面の素堀池を使用した。（各280㎡）この培養池には前記，仔稚魚養成池の2～3倍量の乾燥ケイフン1㎡当り0.6kgを施肥した。そして繁殖状況に応じて2回の追肥を行なった。淡水ツボワムシの繁殖盛期（6月20日～30日）には池水1cc当り50～100個，池全体で100～200億のワムシを繁殖させることができた。そして1日当り2～10億のワムシを与えた。

素放的な野外培養池では，計画的な生産が困難な面もあるのでいくつかの培養池を持ち，回転良く使用することが大切である。

培養池では植物プランクトン（グリーン水）→ツボワムシ→ミジンコの順で発生し，ミジンコが見えはじめて一週間位でワムシは消滅した。

給餌管理 前年度の飼育試験によって，淡水ツボワムシ→タマミジンコ→人工配合餌料の餌料系列で仔稚魚の飼育において比較的良い成長と生残率が得られることがわかったので，本年度はワムシ，ミジンコの大量培養と人工配合餌料への早期切換，有効な給餌法をみつけることに重点を置いた。

冷凍ワムシ，冷凍ミジンコには非常に強い嗜好性を示し，凍結のまま給与すると，解凍，溶出とともに，ホンモロコが群がって非常によく摂餌した。冷凍ワムシ，ミジンコを大量保存しておき計画的に投与することができれば種魚後期の餌料として非常に優れている様に思われる。又人工配合餌料への切換時に冷凍ミジンコで一カ所に集まる様に慣らしながら，人工配合餌料の定点撤餌法に切換えると有効である。

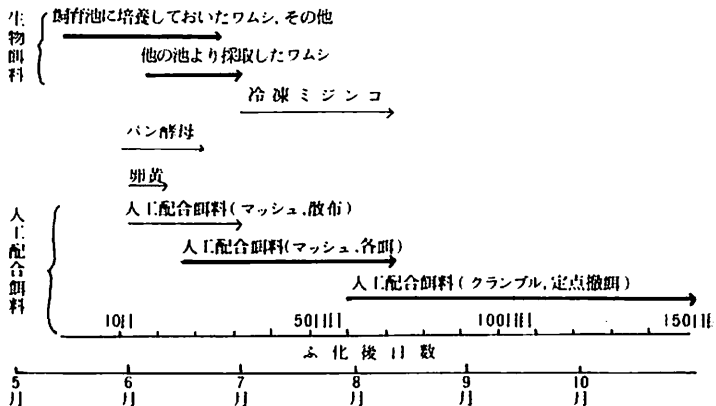


図-2 ホンモロコの餌料系列

表-2 飼育池の水温 (°C)

月	日	10時		
		最低	最高	平均
5月	1~10	16.6	17.6	17.1
	11~20	17.6	22.7	19.3
	21~31	19.0	28.4	21.1
6月	1~10	21.4	26	23.7
	11~20	23.6	26.8	25.1
	21~30	23.4	25.4	24.4
7月	1~10	20.1	22.8	21.5
	11~20	21.0	22.8	21.8
	21~31	22.5	26.2	24.5
8月	1~10	21.4	22.5	21.9
	11~20	22.4	25.7	24.1
	21~31	20.2	23.6	22.1
9月	1~10	18.8	22.0	20.4
	11~20	20.5	22.6	21.4
	21~30	16.3	20.5	17.8
10月	1~10	16.2	19.1	17.6
	11~20	16.0	19.0	17.8
	21~31	10.8	16.1	13.2
11月	1~10	10.6	12.1	11.4
	11~20	9.6	11.6	10.4
	21~30	9.5	11.8	10.6
12月	1~10	6.0	10.0	8.1
	11~20	2.5	6.0	5.0
	21~31	1.0	6.0	3.9

ホンモロコの餌料に関しては、2, 3 試験を行なった、その結果は別に報告するが、試験の結果、人工配合餌料に外割で5%の油脂を添加すると、その嗜好性のためか、餌に集まりやすく、成長も無添加のものより良かったので、本年度は餌に油脂を添加して使用した。

また憶病で慣れにくいため、人影があると餌に集まってくれない、そのため簡易自動給餌器（振動式）を試作し使用した。

他の魚の様に時間を決めて餌を与えるというのではなく極く少量ずつ、絶えず落ちる様にした。

結果、給餌器より落下する餌に群がって飼集した。

本年度の餌料系列を図-2に示した。

使用した人工配合飼料の量を第3表に示した。

飼育の水温は表-2のとおりである。

飼育成績

本年度のホンモロコの種苗生産結果は第4表のとおりである。

本年度は54年の飼育経験を生かして15万尾のホンモロコを生産することができた。

このことは、ホンモロコの人工種苗量産の可能性を示すものである。

また本年度、生産された約15万尾の稚魚が野外素堀池で無事、越冬することによって大量生産に必要なだけの親魚の確保が可能になる。

滋賀水試で5万尾生産した報告²⁾があるが、他にはホンモロコ量産の報告はない。

表-4 ホンモロコ 飼育成長

飼 育 期 間	飼育池(1-1) 飼育池(2-1)	
	5-17~10-22	5-17~
飼 育 日 数(日)	158	158
放 養 尾 数(尾)	150,000	150,000
放 養 重 量(kg)	0.05	0.05
放 養 密 度(尾/m ²)	30	50
生 産 尾 数(尾)	80,000	70,000
生 産 重 量(kg)	256	
生 産 密 度(尾/m ²)	160	
(kg/m ²)	0.77	

表-3 人工配合餌料投与量

餌の種類	粉 末 (散布)	練 餌 (呂餌)	撒 餌 (自動給餌器)
6月 上	5.2		
中	2.4	1.5	
下	0.2	2.3	
7月 上	1.1	13.5	
中		14.0	
下		29.0	30
8月 上			40
中			60
下			60
9月 上			25
中			20
下			30
10月 上			25
中			15
下			15
計	8.9	60.3	320kg

計 389.2kg (15万尾当り)

成 長

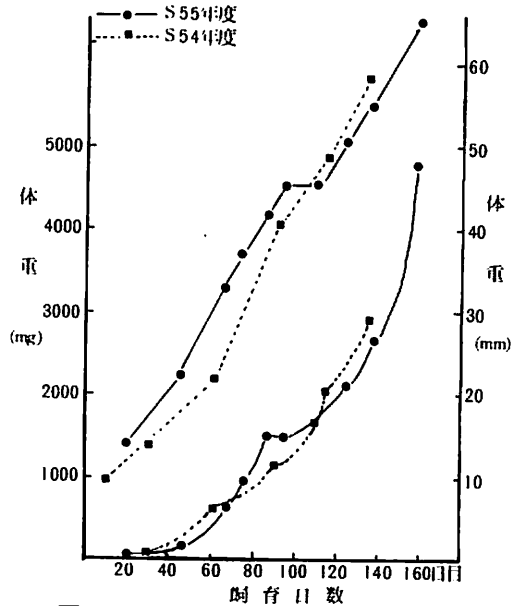
飼育におけるホンモロコ仔稚魚の成長状況は表-5のとおりである。

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-6のとおりである。

54年度と55年度の仔稚魚の体重と全長の成長曲線を図-3に示した。

表一六 ホンモロコの飼育仔稚魚の
体重および全長の成長倍率
および日間成長量

飼育日数	体 長		体 重	
	成長 倍率	日間成長 量(mm)	増重 倍率	日間成長 量(mg)
0~20	3.0	0.46	158.6	2.9
20~47	4.8	0.30	418.9	3.6
47~65	7.2	0.62	1774.3	27.9
65~74	8.1	0.43	2514.9	30.4
74~87	9.2	0.40	3835.1	37.6
87~94	10.0	0.47	3978.3	7.6
94~110	10.0	0	4181.1	5.4
110~124	11.0	0.35	5754.1	41.5
124~137	12.0	0.33	7216.2	41.6
137~158	14.1	0.47	13048.6	102.7



図一三 ホンモロコ稚魚の成長曲線

表一五 ホンモロコの成長状況

月 日	ふ化後 日 数	積算温度 °C	体 長			体 重		
			平均値 (mm)	min	max	平均値 (mg)	min	max
6. 6	20	635.2	14.0(1.59)	11	18	58.7(23.74)	30	130
7. 3	47	1290.0	22.2(2.74)	15	25	155.0(68.63)	100	300
7. 21	65	1684.2	33.3(6.71)	22	44	656.5(369.07)	150	1280
7. 30	74	1905.1	37.2(6.93)	24	49	930.5(510.94)	230	2070
8. 12	87	2172.6	42.5(4.91)	32	50	1419.0(553.97)	510	2760
8. 19	94	2364.2	45.8(4.64)	40	58	1472.0(480.25)	890	2410
9. 14	110	2711.2	45.7(4.44)	37	54	1547.0(442.79)	900	2210
9. 18	124	3007.7	50.7(4.18)	39	60	2129.0(475.21)	1040	3850
10. 1	137	3245.3	55.0(4.28)	49	69	2670.0(756.75)	2000	5210
10. 22	158	3613.2	65.0(4.73)	59	76	4828.0(1270.13)	3700	8520

() の数字は標準偏差値

種苗生産において飼育魚の成長と生残率を良くすることがその飼育管理上、最も大切なことであるが、成長と生残率には1) 給餌技術、2) 飼育魚の摂餌機能 3) 飼育池の環境要因(水温、DO) 4) 餌料の栄養などが総合的に影響する。

反面、飼育魚の成長状況よりその年の上記1)～4)のことについて推察することができる。

本年度のホンモロコの成長状況をみると比較的順調に成長しており、琵琶湖におけるホンモロコの自然成長⁴⁾に劣らない。

ふ化後87日目(8月12日)までは前年度より成長が良かった。これは前年度の飼育経験を基礎に本年度の飼育技術の向上のためと思われる。例えば生物餌料(ワムシ、タマシジコ)の繁殖状態も良好であり、また生物餌料より人工配合飼料への切替も順調に行ったためと思われる。ところが8月12日の体長測定時から9月14日までほとんどその成長量の増加が認められない。このことは55年8月、9月の異常な低温と降雨量のため飼育池の水温上昇せず、また河川水の濁りのため池水も濁り、ホンモロコは十分に摂餌しなかったためと思われる。

牧³⁾は琵琶湖におけるホンモロコ個体群における変動要因の解析のなかで0+年魚のうち、初冬に至るまでの成長の悪かった小さな個体は3月上旬から死亡率が高まり、その多くが春までに脱落してしまうこと、さらに、この脱落する小さな個体は肥満度係数において大きな個体に劣っている。

肥満度係数の小さい個体は同時に体内の脂肪蓄積量も少ない傾向を示す。この魚の摂餌活動が冬の間は不活発でありながら、この冬の間成熟も行うという生活様式に基づいて、冬の間エネルギー源としての体内脂肪の不足が小さな個体の死亡率を高めるとして推定し、体長6cm未満、肥満度係数1.4以下の個体が越冬に耐えられないと報告している。

それ故に0才魚で体長6cm、肥満度1.4以上に育てることが必要と思われる。

本年度は1の1号池、平均体長6.5cm、平均体重4.8g、肥満度1.7.5、2の1号池が平均体長4.3cm、体重1.5g、肥満度1.8.9であった。

越冬に関しては、当分場でも試験を行なったので別に報告する。

とにかく魚体の小さなホンモロコにとって長い冬は耐えられないと思われるので、秋放流の稚魚については出来るだけ魚体の大きな、そして肥満度係数の高いものを生産する必要がある。

採卵時期をできるだけ早くして、飼育期間を長くするのもひとつの方法と思われる。

また本年の様に雨の多い年には河川水が濁り、その濁水を飼育池の用水としているため池の水が濁っている日が非常に多かった。そのためホンモロコが十分に摂餌することが出来なくて8月中旬から9月中旬の最もその成長の期待される時ほとんど体重、体長の増加がなかったので、池水の濁らない様に工夫することも必要と思われる。

そのほか、ホンモロコの最大生長量を得るための放養密度、適正給餌量、給餌法、餌料の種類など研究し、見つけ出さなければならない。

体長—体重の関係

$$\log W = n \log L + \log K$$

$$\left(\begin{array}{l} W : \text{体重 } mg, L : \text{体長 } mm \\ n : \text{勾配}, K : \text{定数} \end{array} \right)$$

前年度に引続いて体長—体重関係式を求めた。

この関係式については前年度、報告¹⁾した通りであるが、“太りぐあい”を体長—体重の関係式より求め、更にそれにより飼育魚の成長状況および給餌・摂餌状況等を推察するものである。

本年度の体長—体重の関係式は第7表、第4図のとおりである。

又この式に体長50mm, 100mmを代入することによりその体長時の体重を逆算することができる。

この関係式の勾配と体長50mm, 100mm時の逆算体重の飼育段階による変化を図-5に示した。

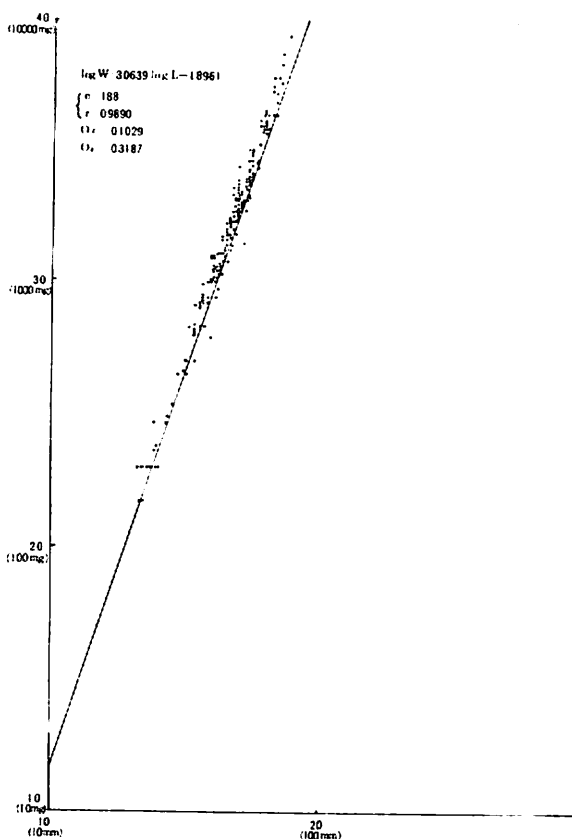


図-4 ホンモロコ飼育稚魚の体長—体重の関係(全飼育期間)

表-7 ホンモロコ飼育稚魚の体長と体重の関係

$$\text{Log} W = n \text{Log} L + \text{Log} K$$

ふ化後 日数	月日	個体数	体長範囲 mm	相関 係数	回帰直線 勾配	定数(対数)	体長50mm 逆算体重 mg	体長100mm 逆算体重 mg	xの標 準偏差	yの標 準偏差
65日目	7/21	20	11~18	0.9932	3.2453	-2.2096	2178	2094	0.0937	0.3082
74日目	7/30	20	24~49	0.9796	3.0098	-1.8022	2049	16497	0.0833	0.2561
87日目	8/12	30	32~50	0.9663	3.2923	-2.2312	2304	22563	0.0512	0.1745
94日目	8/19	20	40~58	0.9294	2.8006	-1.4952	1832	12764	0.0417	0.1257
110日目	9/4	20	37~54	0.9510	2.7454	-1.3787	1931	12945	0.0427	0.1232
124日目	9/18	25	39~60	0.9424	2.5686	-1.0578	2024	12006	0.0365	0.0995
137日目	10/1	28	49~69	0.9370	3.0913	-1.9590	1964	16734	0.0322	0.1064
158日目	10/22	25	59~76	0.9172	3.0111	-1.7847	2143	17278	0.0309	0.1016

55年度は飼育初期には成長が順調であった。勾配値 n をみると65日目、74日目、87日目まで3.26, 3.00, 3.29といずれも3以上である。このことは87日目まで大きな魚ほど太っていることを意味しており飼育管理が上手くいっていることを意味する。94日目、110日目、124日目には3以下になり2.80, 2.75, 2.57となった。これはこの期に何等かの原因で給餌或は摂餌が充分でなかったためと思われる。その原因は冷夏、多雨のため池水が濁った日が続いたためと思われる。

牧³⁾はホンモロコ魚体の大きいものほど肥満度が大きいと報告している。よって順調に生育するためには勾配 n は3.0以上でありたい。

生 残 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途中の生残率を求めるのが困難であった。

疾 病

梅雨期にChondrococcus columnarisの口ぐされ病により、多少斃死魚がみられたが、外に大きな被害を受けることはなかった。

飼育池の水質 飼育期間中の水質環境を毎月調べた。その結果は第6図のとおりである。

1の1号池は酸素補給のため水車を使用したので注水量は前年度より注水量を少なめにしたが、酸素は充分であった。

ホンモロコの環境（特に塩分濃度、溶存酸素量、汚濁物質等）に対する耐性試験を行なった。その結果については別に報告する。

又本年度、琵琶湖のオオカナダモに自然産卵したホンモロコの卵をオオカナダモと共に琵琶湖より移植し、3の1号池に放養したが、いつのまにか、1の1号池、2の1号池にもオオカナダモが繁茂した。アオミドロ、アミミドロも夏場、繁殖したが、放置した。

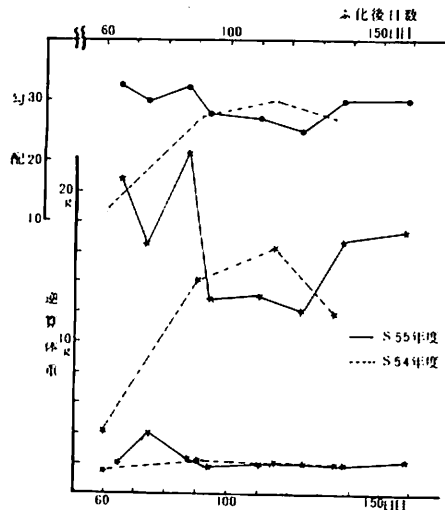


図-5 ホンモロコ体長-体重関係式における勾配と逆算体重の飼育期間中の変化

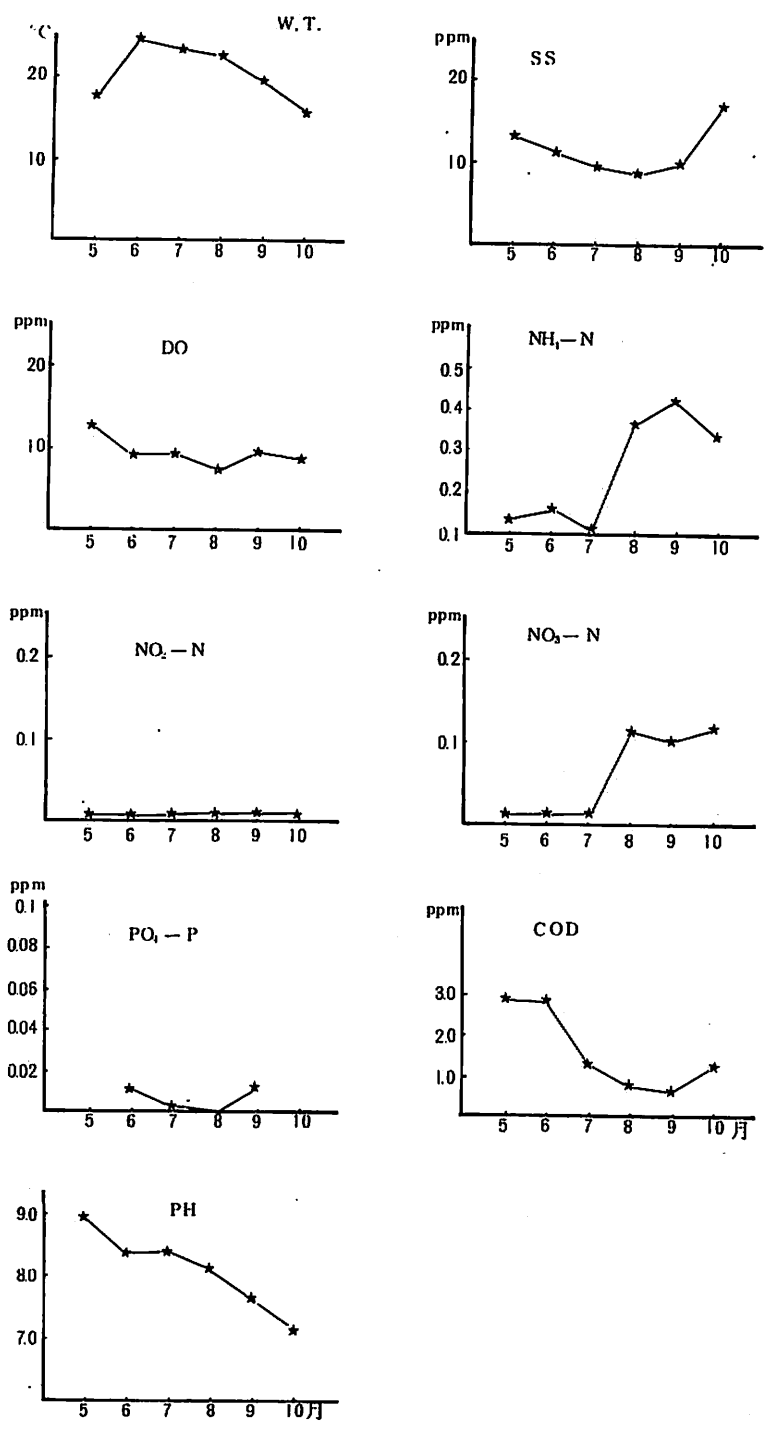


図-6 ホンモロコ飼育池の水質

要 約

淡水化後の宍道湖・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前年度に引続いて行なった。

- 1) 前年度の試験で得られた知見をもとにして本年度約15万尾のホンモロコ稚魚を生産することができた。飼育池1の1号池(500㎡)約8万尾
2の1号池(280㎡) 7万尾
- 2) 淡水ツボワムシ，タマミジンコの繁殖順調で飼育初期(仔魚期，稚魚期前期)の成長は，前年度より優れていた。
- 3) 人工配合飼料に油脂を外割5%添加して使用し，良い結果を得た。
- 4) 簡易自動給餌器を作製し，不断給餌とするなど給餌法改良した。
- 5) 本年度は夏期の異常気候(多雨)のため飼育池に注水する河川水が濁ったため摂餌が充分でないため，この時期，一時的に成長が止まった。
- 6) 本年度の体長-体重の関係式 $\log W = 3.0639 \log L - 1.8961$ (全飼育期間)
ふ化後65日目 $\log W = 3.2653 \log L - 2.2096$
74日目 $\log W = 3.0098 \log L - 1.8022$
87日目 $\log W = 3.2923 \log L - 2.2312$
94日目 $\log W = 2.8006 \log L - 1.4952$
110日目 $\log W = 2.7454 \log L - 1.3787$
124日目 $\log W = 2.5686 \log L - 1.0578$
137日目 $\log W = 3.0913 \log L - 1.9590$
158日目 $\log W = 3.0111 \log L - 1.7847$
- 7) ホンモロコ種苗の大量生産のためには多数の親魚が必要であるが，親魚養成に必要な未成魚を保有することができた。

文 献

- 1) 中村幹雄，山本孝二， 本誌 124~142 (1979)
- 2) 千葉泰樹， 滋賀水試研報 29, 68~70 (1976)
- 3) 牧 岩男 日本生態学会誌, 16 254~264 (1966)