

ニゴロブナ *Carassius auratus grandoculis* T. ets. の

人工種苗生産に関する研究—I

ニゴロブナの採卵およびふ化について

木村 忠 亮

はじめに

ニゴロブナは琵琶湖の特産魚の一種であり、産業的にも琵琶湖での漁獲量、金額ともにコアユについで多く重要な漁獲対象魚である。最近の年間漁獲量は500～800トン前後で大幅な変動はないが、やや減少傾向にあり、漁獲物の体型が小型化への傾向がある。将来予想される琵琶湖の大巾な水変変動は温水性魚類の産卵場や稚仔魚の棲息場の減少をまねき、ニゴロブナの資源にも影響を与えるおそれがある。又、ニゴロブナは古くからフナズシの材料として、滋賀県を中心として近畿地方では親しまれており、単価も高く売買されている。しかしながら本種の増養殖についての研究は少なく、友田(1965)は発育について、中村(1965)は生活史について、大阪府淡水試験場(1973)ではカワチブナとの比較で扱った研究がある程度である。筆者はニゴロブナの増殖の一環として人工種苗生産の研究を始め今回はそのうち採卵およびふ化について報告する。

1. 採卵について

健全な親魚を育成し、成熟、産卵を人為的に管理することは、計画的に種苗生産をする上で重要な問題であるが、ニゴロブナについては天然魚を用いて採卵、受精した報告はあるが、人工飼育した親魚から採卵又は産卵させた報告はほとんどない。従来行われてきた方法は、外部環境の調節変換により間接的に魚体内の代謝を変更させ、産卵調節を行う方法と、又、直接的に催熟ホルモンを魚体内に投与することによって、産卵調節を行う2つの方法がある。そこでニゴロブナの催熟について今回は水温を調節する方法と催熟ホルモンを使う2つの方法を用いて実験を行った。

・材料および方法

実験期間は1973年6月中旬より7月上旬までである。産卵親魚は1967年の夏に近江八幡市長命寺地先で網生簀内にコイと混養していたものを入手し、その後、試験場で市販の人工飼料を与え飼育養成したものである。大きさは3年魚を中心として全長18～23cmである。親魚の産卵を行わせる前に、雄は精液をだすもの、雌は腹部が大きく、やわらかいものを基準として選別使用した。産卵池は親魚を入れる前にあらかじめ清水をはっておき、その中に2×1×0.5m角の網生簀を設置し、その中に親魚を入れ産卵を行わせた。このようにすることによって、それまで流水飼育していた水温(17～19℃)より、日中で5～6℃高い水温が得られた。

催熟ホルモンとしては、シナホリンとギンブナの脳下垂体を使用した。ギンブナの脳下垂体は、実験直前に摘出し、生のまま生理食塩水を溶剤として用いた。注射は背筋と腹腔内と両方行った。処理を行った魚は直ちに前記の網生簀に入れた。魚巢はひかけのかずらを束ねて網生簀の角に取りつけた。雌と雄とは産卵の1月程前に選別し、別々の池に収容しておいた。

・結 果

表-1 ニゴロブナの産卵状況(第1回)

実験区	産 卵 親 魚				産卵量 / 体重	産卵の有無	
	Sex	全長(cm)	体重(g)	産卵量(g)			
シナホリン 100IU	♀	1	22.9	164	25	0.152	+
		2	24.0	207	51	0.246	+

実験区	産卵親魚				産卵量 / 体重	産卵の有無		
	Sex	全長(cm)	体重(g)	産卵量(g)				
シナホリン 100 IU	♂	1	18.7	80				
		2	18.8	80				
		3	19.1	90				
		4	19.7	100				
		5	17.4	75				
シナホリン 50 IU	♀	1	23.6	200		-		
		2	22.0	140	38	0.271	+	
	♂	1	20.2	105				
		2	20.5	105				
		3	20.7	115				
		4	18.7	80				
		5	19.6	100				
	脳下垂体	♀	1	22.8	140	30	0.214	+
			2	19.5	105	20	0.191	+
		♂	1	19.2	100			
2			18.6	90				
3			18.0	90				
4			17.9	95				
5			18.9	100				
対照	♀	1	21.5	155	31	0.200	+	
		2	21.7	170	34	0.200	+	
	♂	1	19.7	100				
		2	18.6	85				
		3	20.6	110				
		4	19.1	95				
		5	18.7	85				
対照	♀	1	19.3	140	39	0.279	+	
		2	23.3	205	1		±	
	♂	1	20.0	115				
		2	18.2	80				
		3	20.9	120				
		4	18.5	95				
		5	19.9	120				

実験-I 実験結果をまとめると表-1のようになる。実験は6月19日に雌：雄=2：5の割合で行った。実験期間中の水温は21~25℃で、飼育池の水温より3℃以上高かった。シナホリン

は50単位と100単位を脳下垂体は1尾あたり4ヶを雌のみに注射した。この他に催熟ホルモンを投与せず、新しい水と魚巢による産卵刺激によるものとの4つの実験区を設けた。雌は雄より大型で体重105~207g、雄は75~120gであった。すべての実験ともに親魚を産卵池に入れてから翌日までに産卵が行われた。産卵しなかった個体は3日間程同じ状態で放置しておいたが、その後も産卵しなかった。シナホリン投与で100単位と50単位では少し違いが見られ、100単位投与では2尾とも産卵したが、50単位投与では1尾産卵、1尾産卵無という状態であった。脳下垂体投与では2尾とも産卵があった。催熟ホルモンを使用しなかったものでは、雌4尾のうち1尾だけが産卵がなかった。産卵された卵重は1尾あたり20~51gで、体重105gの雌で20g、体重207gの雌で51gであった。

表-2 ニゴロブナの産卵状況(第2回)

試験区	産卵親魚				産卵量 / 体重	産卵の有無
	Sex	全長(cm)	体重(g)	産卵量(g)		
対照	♀	1	20.5	120		-
		2	22.7	167		-
	♂	1	17.8	75		
		2	19.4	94		
		3	19.2	95		
		4	19.5	92		
5	18.8	75				
対照	♀	1	21.0	128		-
		2	20.8	141		-
	♂	1	19.8	97		
		2	20.6	115		
		3	19.2	97		
		4	19.0	85		
5	20.4	99				
シナホリン 50IU	♀	1	21.1	130		-
		2	23.4	188		-
	♂	1	19.7	98		
		2	19.0	83		
		3	20.2	101		
		4	18.7	75		
5	19.3	91				
シナホリン 100IU	♀	1	20.8	130		-
		2	20.3	125	22	0.176
	♂	1	20.1	88		
		2	19.0	92		
		3	18.8	91		
		4	20.7	95		
5	19.9	97				

実験-Ⅱ 実験結果をまとめると表-2のようになる。実験は6月25日に雌:雄=2:5の割合で行った。実験期間中の水温は23℃で飼育池の水温(21.4℃)より2~3℃高かった。実験区

は、シナホリン50単位、100単位と催熟ホルモンを投与しないものと3段階設けた。産卵が行われたのはシナホリンを100単位投与したもののだけで、他は産卵がなかった。実験Ⅰと同様翌日に産卵が行われなかった雌は、産卵池に放置しておいたがその後も産卵がなかった。

表-3. ニゴロブナの産卵状況(第3回)

実験区	産卵親魚				産卵量 / 体重	産卵の有無
	Sex	全長(cm)	体重(g)	産卵量(g)		
脳下垂体 (2)	♀	1	20.3	125		-
		2	21.0	104		-
	♂	1	20.5	106		
		2	20.2	96		
		3	18.8	84		
		4	18.5	83		
		5	17.1	66		
脳下垂体 (1)	♀	1	20.4	129		-
		2	21.7	139		-
	♂	1	20.2	111		
		2	20.5	96		
		3	17.6	67		
		4	22.2	125		
		5	19.0	81		
対 照	♀	1	22.6	159		-
		2	22.6	157		-
	♂	1	22.4	145		
		2	19.5	86		
		3	21.8	135		
		4	19.0	90		
		5	19.4	95		
脳下垂体 (2)	♀	1	21.9	139		-
		2	20.9	140		-
	♂	1	22.2	126		
		2	18.8	87		
		3	19.5	102		
		4	23.9	140		
		5	20.1	105		
脳下垂体 (1)	♀	1	20.8	123		-
		2	20.8	111		-
	♂	1	20.4	124		
		2	20.5	103		
		3	18.3	81		
		4	19.9	95		
		5	19.8	90		

実験区	産卵親魚				産卵量 / 体重	産卵の有無	
	Sex	全長(cm)	体重(g)	産卵量(g)			
対 照	♀	1	18.3	80		-	
		2	20.5	121	12	0.099	+
	♂	1	18.9	93			
		2	18.5	90			
		3	20.6	102			
		4	17.7	71			
		5	18.2	74			

実験-Ⅲ 実験結果をまとめると表3.のようになる。実験は7月2日に雌：雄=2：5の割合で行った。実験期間中の水温24～26℃で飼育池の水温より2℃程高かった。実験区は脳下垂体2ヶ、1ヶ、および無投与の3段階設けた。産卵が行われたのは新しい水の入れ換えと魚巢による刺激によった脳下垂体無投与の1尾だけであった。

以上の実験結果からシナホリン投与による産卵刺激効果は、50単位ではあまりないが、100単位では実験ⅠおよびⅡからかなりの効果があったと思われる。脳下垂体投与による産卵刺激効果は、明瞭でなかった。

6月中旬以降の実験結果は、どれもはっきりした産卵効果が現われなかった。このことは水温がかなり高くなったこともあるが、ニゴロブナの産卵適期をすぎたことが最大の原因であると思われる。産卵盛期の5～6月初旬であれば、ホルモン投与に頼らなくても、新しく入れ換えた水と魚巢があることによって産卵誘発されるものと思われる。

2. ふ化について

・材料および方法

天然魚の人工受精は草津市山田漁協で6月4日に行った。受精方法は乾導法により、受精卵はひかげのかずらに附着させた。

表-4 ニゴロブナの天然親魚

産卵親魚					Gonad Index 卵重量/体重	
Sex	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	卵重量(g)		
♀	1	20.4	16.2	120	12	0.10
	2	20.5	16.0	110	8	0.07
	3	20.8	16.7	120	1	0.01
	4	20.2	16.8	122	2	0.02
	5	21.0	16.3	120	8	0.07
	6	18.9	14.5	90	10	0.11
	7	21.6	17.2	128	8	0.06
	8	20.0	15.6	105	5	0.05
	9	21.8	17.2	148	9	0.06
	10	18.9	15.1	99	8	0.08
	11	20.0	16.0	100	1	0.01
	12	19.8	15.5	98	6	0.06
平均	20.3	16.1	113.3	6.5	0.06	
♂	1	22.0	16.9	125		

産 卵 親 魚					Gonad Index
Sex	全 長 (cm)	体 長 (cm)	体 重 (g)	卵重量 (g)	卵重量 / 体重
♂	2	19.2	15.2	105	
	3	19.0	15.1	90	
	4	18.3	14.0	80	
	5	19.8	15.0	110	
	6	21.0	16.2	110	
	7	18.1	14.5	90	
	8	19.9	15.4	100	
	9	25.6	20.0	200	
	10	21.3	16.4	110	
	11	20.6	16.0	110	
	12	19.7	15.6	110	
	平均	20.4	15.9	111.7	

使用した親魚は表-4のように雌12尾(19~22 cm), 雄12尾(18~25 cm)を使用した。飼育魚からの採卵は, 6月20日に行い自然産卵によるもの, 脳下垂体投与による産卵刺激したもの, およびシナホリン100単位を投与した3つについて比較検討した。これらの卵を100粒ずつピンセットで魚巢より取りはずしてシャーレに入れ水温の変化を少なくするためシャーレの周囲には水を流した。

・結 果

表-5 ニゴロブナ卵のふ化経過

	天 然 魚				飼 育 魚											
	人 工 受 精				自 然 産 卵				脳 下 垂 体 投 与				シ ナ ホ リ ン 投 与			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
平均水温℃	19.5	19.5	18.9	18.8	20.4	20.4	22.1	21.8	20.9	21.9	20.9	22.2	20.6	22.2	20.9	22.0
ふ化終了 積算温度	97.0	116.4	130.1	130.1	80.6	80.6	86.9	87.1	104.5	109.4	125.1	110.9	123.4	110.9	125.4	132.0
ふ化開始日	5	6	7	7	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4
ふ化終了日	7	8	8	8	6	6	6	6	5	5	6	5	6	5	6	6
ふ化日数	5.8	7.1	7.9	7.6	4.2	4.2	4.0	4.1	4.3	4.3	5.0	4.8	5.1	4.3	5.7	5.0
ふ化率	7.2	10.1	9.5	17.6	100	100	100	100	94.7	100	93.7	95.8	93.5	95.3	87.8	92.0

結果は表-5のように飼育魚による卵のふ化率に比べると天然卵のふ化率は極端に悪く20%以下であった。これにたいして飼育魚の卵のふ化率は90%以上を示した。このように天然卵のふ化率が悪かった原因としては天然親魚の採捕が刺網でとられるため魚体が弱っていたこと, および今回の親魚の大部分が卵や精子をある程度放出した後の魚であることなどが考えられる。飼育魚による卵のふ化経過は, 自然産卵によるものが一番良く, ついでシナホリンや脳下垂体等ホルモン注射によって産卵を行わせた卵であったが, 両者の間には有意な差はなく, かなり高率のふ化結果であった。

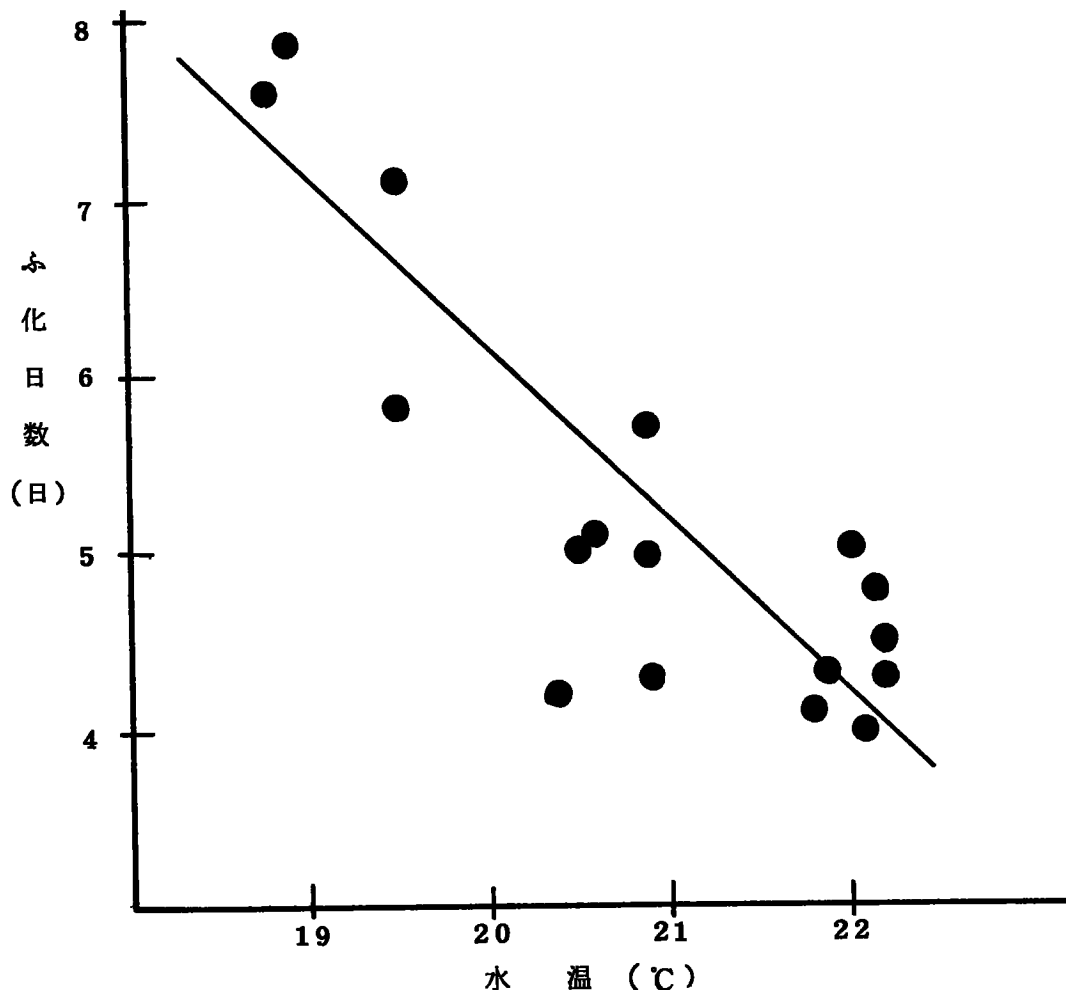


図-1. ニゴロブナ卵の水温とふ化日数との関係

受精からふ化までに要する日数は図-1のように水温19℃で8日間、20℃で6日間、21℃で5日間、22℃で4日間で、水温が高いとふ化日数は早く、低いと遅い傾向にあった。

3. ニゴロブナ卵のマラカイトグリーンによる消毒について

天然のニゴロブナより人工受精した卵のふ化率が悪く、ふ化途中で卵に水生菌が発生し斃死する場合が多かったのでこの実験を行った。

・材料および方法

実験は1973年の6月に行った。供試卵は飼育魚が自然産卵して魚巢に産みつけた受精直後のものを、魚巢に卵が付いた状態のまま100粒ずつ計数して所定の濃度のマラカイトグリーン液に所定時間に入れて薬浴した後、清水で洗ってからシャーレに移した。シャーレの周囲には水を流し、なるべく水温が変化しないようにした。この結果水温は18～21℃、平均20℃に保たれた。マラカイトグリーンは試薬1級を使った。使用濃度は1、5、10、50、100 ppmの5段階とし、消毒時間は各濃度によって4段階ずつ行った。

・結 果

表-6 ニゴロブナ卵に対するマラカイトグリーンの影響

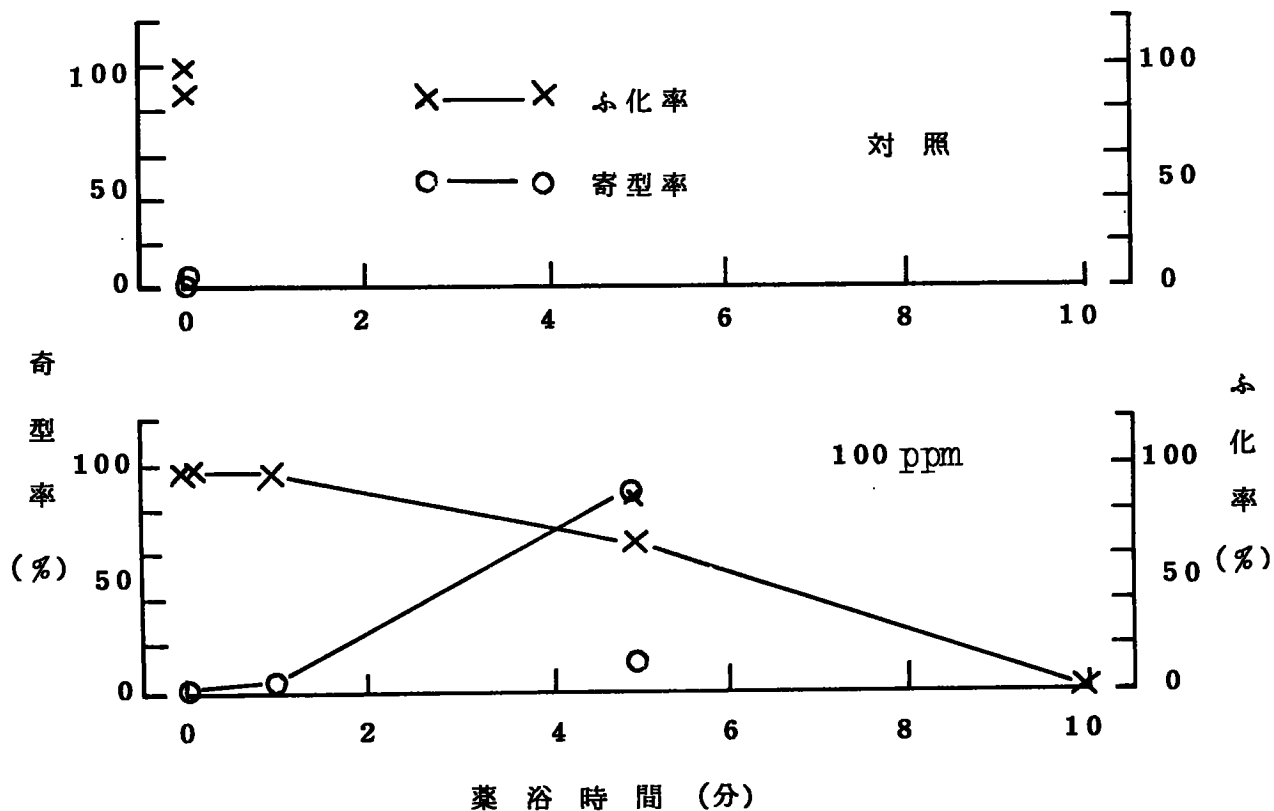
薬浴濃度 (ppm)	1				5				10			
	25	50	90	180	5	25	50	90	1	5	25	50
平均水温 (℃)	19.9	20.0	20.0	20.0	19.7	19.7	19.7	19.7	19.8	19.8	19.8	19.8

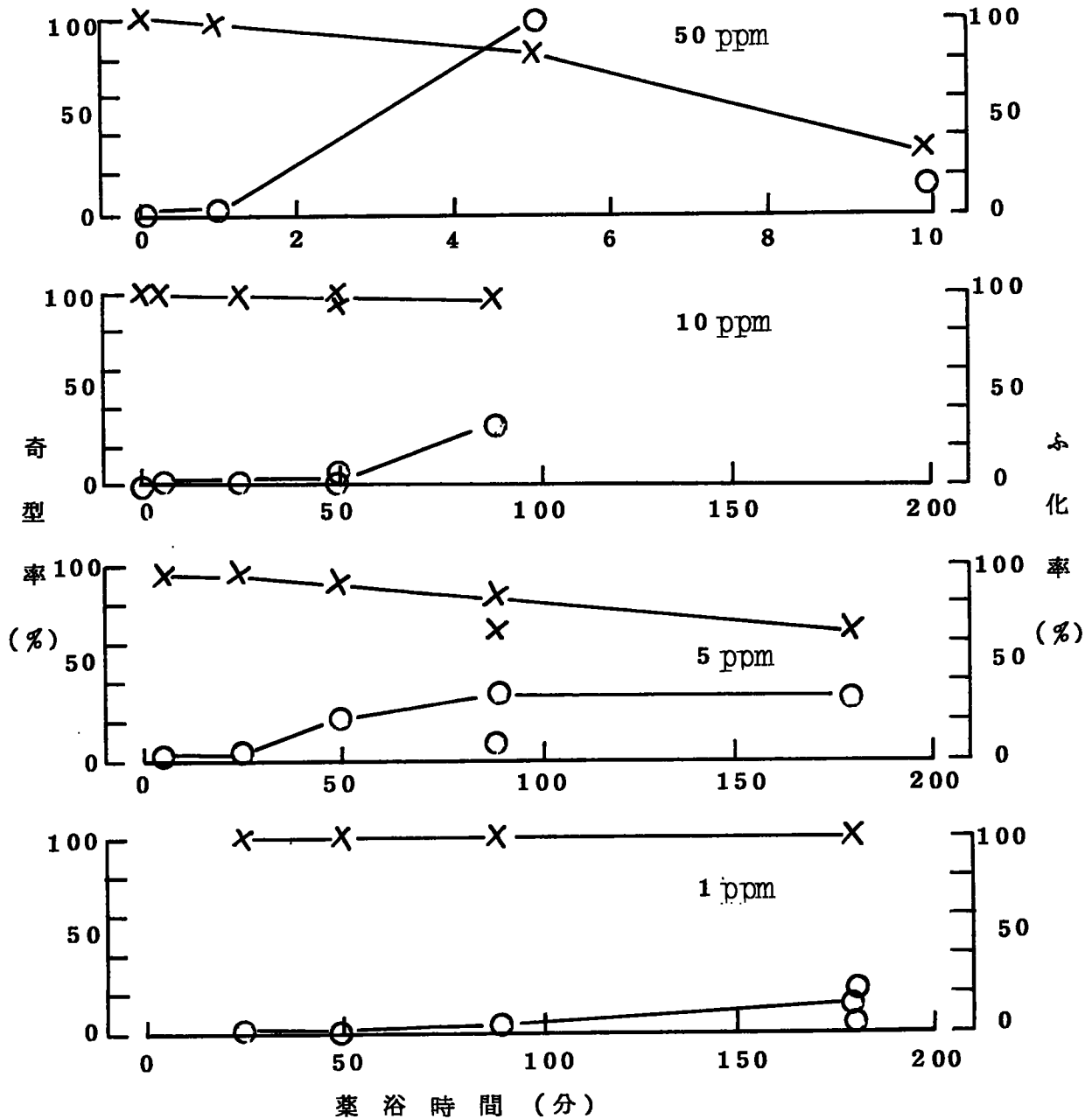
薬浴濃度(ppm)	1				5				10			
ふ化開始日	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ふ化終了日	7	6	6	6	6	7	6	7	6	6	6	5
平均ふ化日数	4.7	4.6	4.6	4.6	4.7	4.8	5.5	4.7	4.7	5.0	4.8	4.8
ふ化率(%)	100	100	100	100	98.9	100	95.1	88.9	100	100	98.9	98.7
異常魚率(%)	3.3	29	4.0	3.0	2.2	1.8	20.2	33.3	2.4	1.8	2.4	2.7

薬浴濃度(ppm)	50				100				無処理	
薬浴時間(分)	1/6	1	5	10	1/60	1/6	1	5		
平均水温(℃)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.1	20.0
ふ化開始日	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ふ化終了日	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5
平均ふ化日数	4.7	4.8	5.1	5.0	4.8	4.9	4.8	5.3	4.8	4.5
ふ化率(%)	100	98.9	73.0	33.0	98.0	100	99.1	66.7	100	100
異常魚率(%)	1.7	2.4	90.5	96.8	2.0	2.5	8.3	90.7	1.0	1.5

実験結果は表-6に示すとおりである。今回の実験で行った濃度と消毒時間からふ化率に影響が現われたのは、5 ppmでは90分消毒、50 ppmでは5分消毒、100 ppmでは5分消毒の場合であった。その他の場合は、ほぼ100%に近いふ化率を示した。消毒の影響を異常魚(ふ化時の体型の小さいものおよび体が曲っているもの)の出現率でみると、ふ化率の低下が現われるより低い消毒時間で異常魚の出現率増加が現われた。5 ppmで50分消毒の場合20%, 90分で33%の出現率、50 ppmで5分消毒で91%, 10分で97%の出現率、100 ppmで1分消毒で8%, 50分で91%の出現率であった。

図-2 ニゴロブナ卵に対するマラカイトグリーンの影響





これらの関係は図-2に示すように、消毒の影響が強いとふ化仔魚が小さくなる傾向があった。

表7. ニゴロブナ卵をマラカイトグリーンで消毒した場合のふ化仔魚の大きさ

薬浴濃度	薬浴時間	供試卵数	ふ化仔魚平均全長	最大全長	最小全長	r
0.5	180	42	4.7	5.0	4.1	0.20
	180	46	4.5	5.1	4.0	0.24
1	25	91	4.9	5.3	4.1	0.21
	50	68	4.8	5.2	4.3	0.19
	90	100	4.6	5.0	4.1	0.47
	180	67	4.6	5.2	4.1	0.29
	180	42	4.2	4.9	3.2	0.35
	180	35	4.1	4.5	3.6	0.24

薬浴濃度	薬浴時間	供試卵数	ふ化仔魚平均全長	最大全長	最小全長	r
5	5	89	4.9	5.3	3.9	0.22
	25	112	4.7	5.0	4.1	0.57
	50	81	4.2	4.8	3.8	0.25
	90	70	4.1	4.8	3.1	0.32
	90	49	4.5	5.0	3.6	0.69
	180	24	4.1	4.5	3.4	0.29
10	1	82	4.7	5.3	3.4	0.30
	5	114	4.8	5.2	3.9	0.49
	25	80	4.8	5.4	3.9	0.56
	50	75	4.7	5.1	4.1	0.18
	50	70	4.5	4.9	3.8	0.20
	90	68	4.1	4.7	3.5	0.25
50	1/6	58	4.9	5.2	4.2	0.60
	1	82	4.6	5.0	4.0	0.21
	5	12	4.1	4.5	3.7	0.21
	10	1				
	10	66	4.2	4.9	3.1	0.26
	20	21	3.8	4.3	3.0	0.29
100	1/60	50	4.7	5.1	3.8	0.70
	1/6	81	4.9	5.3	3.7	0.26
	1	109	4.4	5.0	3.6	0.28
	5	9	4.2	4.9	3.5	0.43
	5	51	4.4	4.8	3.9	0.25
	10					
対照	0	68	4.9	5.3	4.4	0.22
	0	44	4.7	5.1	3.9	0.30

各濃度についてその影響をみると表-7のように、1 ppmでは90分以上消毒の場合から小型化傾向があり、5 ppmでは消毒時間が長くなるに従い小型化の傾向が現われている。同様に10 ppm, 50 ppm, 100 ppmでも影響が現われ、正常の場合全長4.9 mmであるものが小さいものでは全長4 mmほどであった。消毒の濃度が高かったり時間が長く、消毒の影響が強い場合ふ化率や異常魚の出現率に影響が現われたが、ふ化日数には大きな変化はみられなかったが、消毒の影響がごく強い場合は、やや遅くなる傾向があった。

4. 考 察

春産卵魚の成熟、産卵をコントロールする主な要因として水温が考えられ、一般に高温により成熟が促進し、低温は抑制的に作用する(野村(1964))こと、新しい水の注入や降雨がフナの産卵刺激になりうること(松島(1963))などの報告例がある。一般に温水性魚類で産卵に用いられている方法は、雄については春期にはほとんどの魚が例外なく精液をだすので、産卵期になって良い天候の続く日を見計し、あらかじめ清水をはった産卵池に魚巢を入れ選別した雌雄の親魚を一緒に収容すると、多くの場合翌日に産卵が行われることである。そこでニゴロブナについても、一般に行われている温水性魚類の産卵促進法およびホルモン投与の効果について調べた。その結果今回の実験結果だけでは、実験例も少なく、はっきりした結論はだせないが、6月中旬の結果ではほとんどの親魚

が産卵をしたので、一般に温水性魚類で行われている方法により、ニゴロブナの産卵は5月から6月中旬までの産卵適期であれば、容易に産卵を行わせることができると思われる。

魚類の成熟、産卵の人為的統御を図る方法のうち、脳下垂体や、その他の催熟ホルモン投与の効果については、色々な要因が関係しており、まだ明確化されていないが、一般に近縁種の脳下垂体投与は促進効果が著るしいことが認められている。本実験では、ギンブナの脳下垂体を使用したか、はっきりした効果が現われなかった。このことは、一般に温水性魚類で行われている産卵方法で充分産卵効果があったためか、あるいは7月に入ってからの実験で、すでに産卵の盛期を過ぎていたためかと思われる。松島(1963)はゲンゴロウブナの産卵促進にギンブナの脳下垂体を使って産卵促進効果があること、又、投与量が多い程良い反応効果を示したことを報告している。

種々の成熟、産卵促進剤のうち今回はシナホリンを使って実験を行った。シナホリン投与50単位では産卵促進効果が現われなかったが、100単位投与ではかなりはっきりした効果が現れた。

今回の産卵量の推定には、雌親魚の産卵前後の体重差によって求めた。産卵量の推定については稲葉・他(1960)によると雌親魚の産卵時の体重の減少は、成熟卵と体腔液との合計であるから、単位重量あたりの卵数は、卵巣卵についての値ではなく、産卵時生殖口より放出される成熟卵についての値でなければならないとしている。今回の測定結果では卵巣卵の1g当りの卵数は、1111~1212粒で平均1157粒であり、産卵された成熟卵は1g当り661~865粒で平均777粒であった。そこで産卵前後の体重減量に含まれる誤差(魚体の消耗による減量など)や個体差による卵の大きさの変異を考察して、一応の目安として1g当りの産卵数は800粒として算出した。

飼育魚が自然産卵した卵のふ化率は良かったが、天然魚の人工受精の結果は悪かった。この原因として天然魚の採卵の際、親魚の良否が、採卵成績の良否を決定するので、まず良い親魚を選ぶことが先決である。

ニゴロブナの卵に対するマラカイトグリーンの影響を調べたところ、ふ化率では影響が現われない濃度や消毒時間であっても、ふ化仔魚の大きさや異常魚の出現率でみると、これ以下の濃度や消毒時間でも影響が現れることがわかった。保科・他(1958)はマラカイトグリーンによるワカサギ卵の寄生する水生菌の防除を調べ、ワカサギ卵に寄生する水生菌は死卵に寄生し、活卵には寄生しないこと、この菌の遊走子はマラカイトグリーンの1:100,000~1:200,000の濃度で10~30分間で殺菌されることおよび、卵の消毒には1:200,000の濃度で10~30分が適当で効果があると報告している。ニゴロブナの受精卵に対して消毒効果もあり、安全な濃度および時間は、ワカサギ卵と同様に1:200,000の濃度で20分が適当であると思われる。又、消毒の作業能率を高めるため瞬間的に1:10,000の濃度で消毒する方法も適当かと考えられる。

要 約

- 1 人工飼育したニゴロブナの親魚を材料として、産卵促進の方法を検討した。
- 2 ニゴロブナの産卵促進方法としては、この魚の産卵適期であれば従来行われている温水性魚類の産卵方法、つまり良い天候の続く日を見計い、あらかじめ清水をはった産卵池に魚巢を入れ選別した雌雄の親魚を一緒に収容する方法で充分可能である。
- 3 ギンブナの脳下垂体を投与して産卵促進効果を求めた実験結果は、明確な結論はだせなかったが、シナホリン100単位投与では、かなりの効果が現われた。
- 4 飼育魚卵のふ化経過は良好でふ化率90%以上を示した。天然魚の人工受精については良い親魚を選ぶ必要があり、今回の結果ではふ化率20%以下であった。
- 5 ニゴロブナの受精卵に対するマラカイトグリーンの影響について調べた。その結果の判定はふ化率だけでなく、ふ化仔魚の大きさや形も調べる必要があった。消毒効果があって安全な方法は1:200,000で20分であった。

参考文献

- 1) 保科利一・他

- 1958：ワカサギ卵に寄生する水生菌の防除に関する研究 茨城県水産振興場調査研究報告
第3号, 35～45
- 2) 稲葉伝三郎・野村稔
1960：コイの産卵数の推定について, 水産増殖 第8巻 第1号, 1～6
- 3) 松島昌大
1963：産卵期における下垂体ホルモン投与, 並びに冬期, 早春期における外部環境調節及びホルモン投与量によるフナの成熟, 産卵の促進, 淡水研報 13巻
2号, 93～104
- 4) 野村稔
1964：魚類の成熟, 産卵と外部環境要因, 水産増殖 第12巻 第3号, 159～195
- 5) 中村守純
1969：日本のコイ科魚類, 資源科学シリーズ4
- 6) 大阪府淡水魚試験場
1973：カワチブナの基礎的研究