

ニジマス卵の発眼率向上に関する研究 - I

発眼成績におよぼす主要因

佐藤 陽一・位田 俊臣

当場（内水面水産試験場里美養魚場）は、開設して、6ヶ年（設立昭和50年7月）を経過し、生産業務面（ニジマス、ヤマメ種卵・種苗生産）では大略、その技術を確立した。しかし、ニジマス種卵生産においては、当初から発眼成績の変動が大きく問題を残している。

発眼成績の変動巾の大きいことは、発眼成績の不良を想定して、種卵生産計画を作製するため①親魚の多数保有②飼育用水・餌料の多使用③選別作業の増加④検卵作業等の繁雑化等経済効率や親魚管理面で合理的ではない。

発眼成績におよぼす要因は①親魚の履歴（系統）②飼育環境③親魚養成技術④種卵・種苗生産飼育技術等生産技術全般に亘り、その成績は、技術レベルによって支配される。このため高率で安定した発眼成績を得るには、養殖全般の技術向上を計る必要がある。

本研究は、このようなことを考慮しながら、当場の環境の中で現在適用されている技術（主に採卵から種卵生産まで）について、発眼成績の変動巾に与える主な原因を考え、安定的、高率で更に当場の条件にあった種卵生産技術を作りあげていこうとするものである。

本報では、先ず、現在行っている種卵生産技術等を紹介した。また歴年の発眼成績の推移を示し、そこから類推される発眼成績におよぼす主な要因について検討した。

I 種卵生産過程の概要

種卵生産技術は①採卵適親魚の選別②採卵③洗卵④媒精⑤吸水⑥発生・発眼に区分される。当場の種卵生産過程は、多くの場合採卵前日に採卵適親魚を選別し、網生簀又は池へ蕃養し採卵に供する。採卵はこの親魚を佐藤他¹⁾に詳細される方法によって、行ない、等調液²⁾で洗卵する。その後媒精（精子はあらかじめ、採精し、油さしに溜め、氷冷貯蔵する）し、吸水のため一時的に受精卵を流水につり下げた網生簀へ收容する（2～6時間）。吸水の終わった受精卵は計量（700g/枚）して30×30×5cmのふ化枠（底：ステンレス網2mm目合）に入れ、これを10枚1組としてふ化槽（4室に区切られ、立形式）1室、1組、合計一ふ化槽当り40枚（約25万粒～30万粒）收容する。

ふ化用水は、地下水（水温6℃～12℃）主体であるが、不足時や地下水の高水温時に、河川水

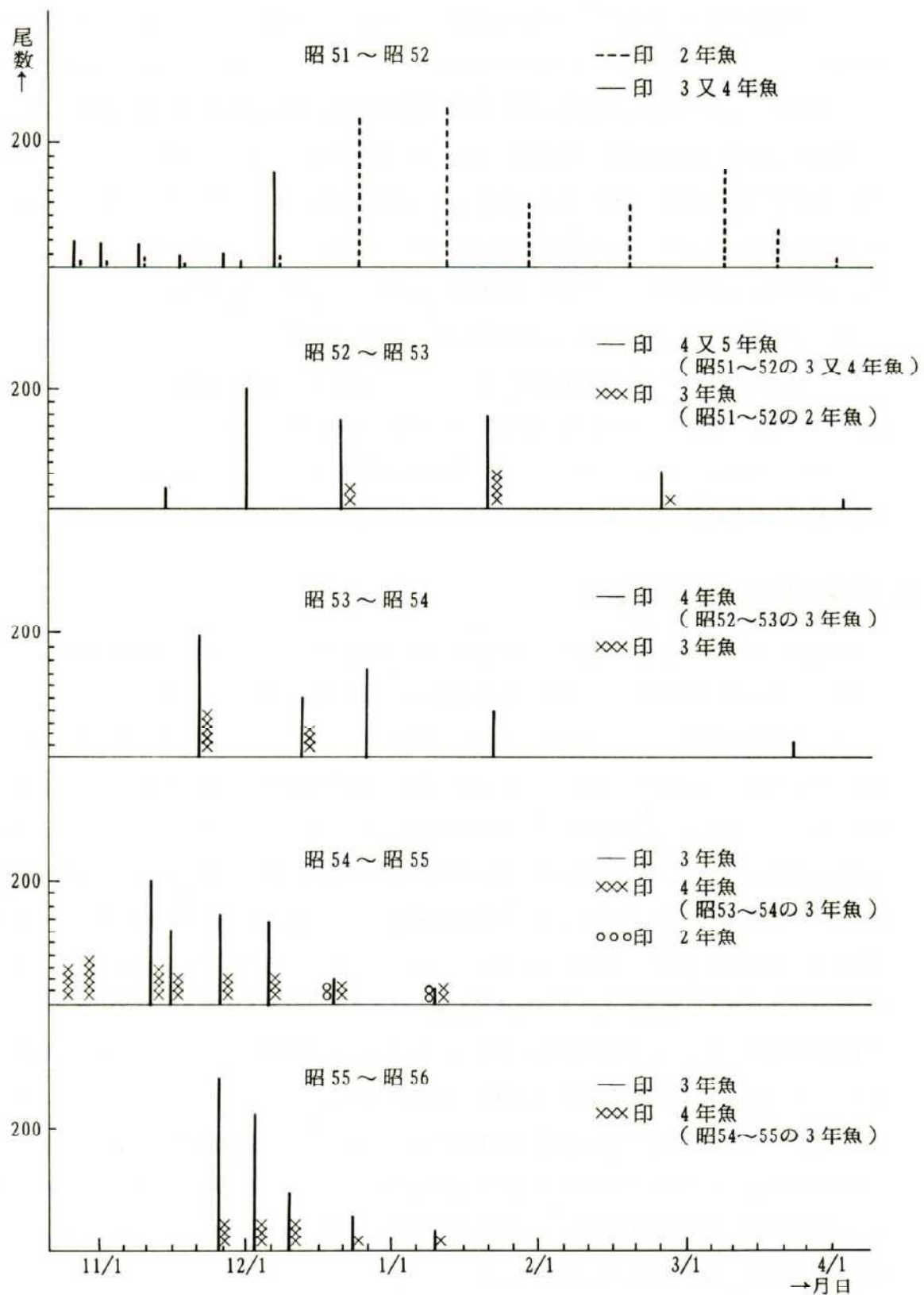
と混合、再利用する。

このためふ化用水量（ふ化槽は一列に3槽直列に配置している）は、当初から60ℓ/分を注水（一ふ化槽当り20ℓ/分）して、検卵期まで静置する。また水生菌防止のため、マラカイトグリーン（4mg/ℓを1時間、4日間隔）を使用している。

II 歴年の発眼率等

第1表 歴年の発眼成績

年	月 日	親 魚			卵		備 考	年	月 日	親 魚			卵		備 考				
		年 令	尾 数	尾 数計	採 卵 数	発 眼 率				年 令	尾 数	尾 数計	採 卵 数	発 眼 率					
昭51	1 26	2	2				親魚は栃 木県より 購入	昭54	12.26	3	149	149	32	72.5	発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。				
		3又4	36	38	18	50			1.19	3	38	78	10	42		74.3			
	2	6				3.21			3	40	78	10	42	80.0					
	11. 2	3又4	35	41	18	55		昭54	10.24	4	58	58	17.3	30		発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。			
		2	14						11. 5	4	81	81	25.0	33					
	11. 9	3又4	37	51	20	65		昭54	11.12	3	240			29.0			発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。		
		2	4						4	40	280	85	33.0						
	11.18	3又4	25	29	12	55		昭54	11.16	3	146			28.0				発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。	
		2	125	125	27	77			4	31	177	46	30.0						
	11. 25,26	3又4	11	11	5	70		昭54	11.27	3	149			37					発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。
2		149				4	28		177	51	60								
11.30	3又4	3	152	34	60	昭54	12. 6	2	12			48.1	発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。						
	2	242					3	129			67								
12. 7	3又4	3	245	61	79	昭54	昭55	1. 7	2	24				45	発眼率不 良のため 塩出しを 2～3回 行う。 1回の塩 出しで約 8%の良 卵も除か れる。				
	2	256							3	14				57					
昭52	1.11	2	5	261	54	70	昭55	昭55	11.26	3	107			10.6		54	※ 発生率 (積算水 温100℃)		
		3又4	3	245	61	79				3	174	318		32.0		43			
昭52	1.28	2	115	115	25	70	昭55	昭55	12. 2	4	37			62.0		47.4		※ 発生率 (積算水 温100℃)	
		2	101	101	19	22				3	145			50.7		38.0			
昭52	2.17	2	161	161	37	63	昭55	昭55	12. 2	3	78			24.4		54			※ 発生率 (積算水 温100℃)
		2	60	60	15	88				4	75	293		24		78.3			
昭52	3. 8	2	9	9	1.8	-	昭55	昭55	12.11	3	31		9.2	90.0		※ 発生率 (積算水 温100℃)			
		2	9	9	1.8	-				3	58		16.1	87.5					
昭52	3. 8	2	60	60	15	88	昭55	昭55	12.22	4	42	131	13.5	96.0	※ 発生率 (積算水 温100℃)				
		2	9	9	1.8	-				※3	19		5.0	88					
昭52	4. 1	2	9	9	1.8	-	昭55	昭55	12.22	※3	10		3.6	71.8			※ 発生率 (積算水 温100℃)		
		2	9	9	1.8	-				4	4	33	-	-					
昭52	11.15	3	42	41	12	77	昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0				※ 発生率 (積算水 温100℃)	
		3	201	201	62	70				3	6	25	1.5	59.0					
昭52	12. 2	3	201	201	62	70	昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0					※ 発生率 (積算水 温100℃)
		3	148							3	6	25	1.5	59.0					
昭52	12.20	3	148				昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0		※ 発生率 (積算水 温100℃)			
		4又5	19	167	62	73				3	6	25	1.5	59.0					
昭53	1.19	3	160				昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0	※ 発生率 (積算水 温100℃)				
		4又5	66	226	72	44				3	6	25	1.5	59.0					
昭53	2.23	3	68				昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0			※ 発生率 (積算水 温100℃)		
		4又5	2	70	21	20				3	6	25	1.5	59.0					
昭53	3.17	3	24	24	6	60	昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0				※ 発生率 (積算水 温100℃)	
		3	24	24	6	60				3	6	25	1.5	59.0					
昭53	11.22	3	200				昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0					※ 発生率 (積算水 温100℃)
		4	70	270	60.2	40				3	6	25	1.5	59.0					
昭53	12.12	3	90				昭55	昭55	1. 6	3	19		5.2	73.0		※ 発生率 (積算水 温100℃)			
		4	30	120	32.5	69				3	6	25	1.5	59.0					



第1図 歴年の月日別親魚採卵尾数の変化

ニジマス種卵生産は、昭和51年秋季から開始し、昭和56年冬季まで5シーズンを経過した。使用親魚についてみると、昭和51年秋季から昭和53年冬季(2シーズン)は、業務開始当初のため、栃木県から購入養成した稚魚(昭和50年夏季に移殖、平均体重100g/尾、履歴不明)および親魚(昭和51年夏季移殖、平均体重1.5kg/尾、履歴不明)であった。昭和53年秋季以降は、当場の採卵養成した親魚で種卵生産が可能となり、昭和54年秋季からは、昭和51年に一腹子養成した稚魚採卵可能となった(採卵親魚は、昭和51年を除いて、3、4年魚が中心)。第1図に昭和51年秋季から昭和56年冬季までの採卵期日を示した。採卵期間は、当初11月から3月と5ヶ月間に亘ったが一腹子親魚になり、採卵期が集中する傾向を示した。

次に、歴年の発眼率について結果は第1表に示した。発眼率の巾は、昭和51～52年、22%～88%、昭和52～53年、20%～77%、昭和53～54年、40%～80%、昭和54～55年、28%～67%、昭和55～56年、29%～96%とシーズン内で著じるしい差があった。また昭和54～55年は全体に最低の発眼成績であった。

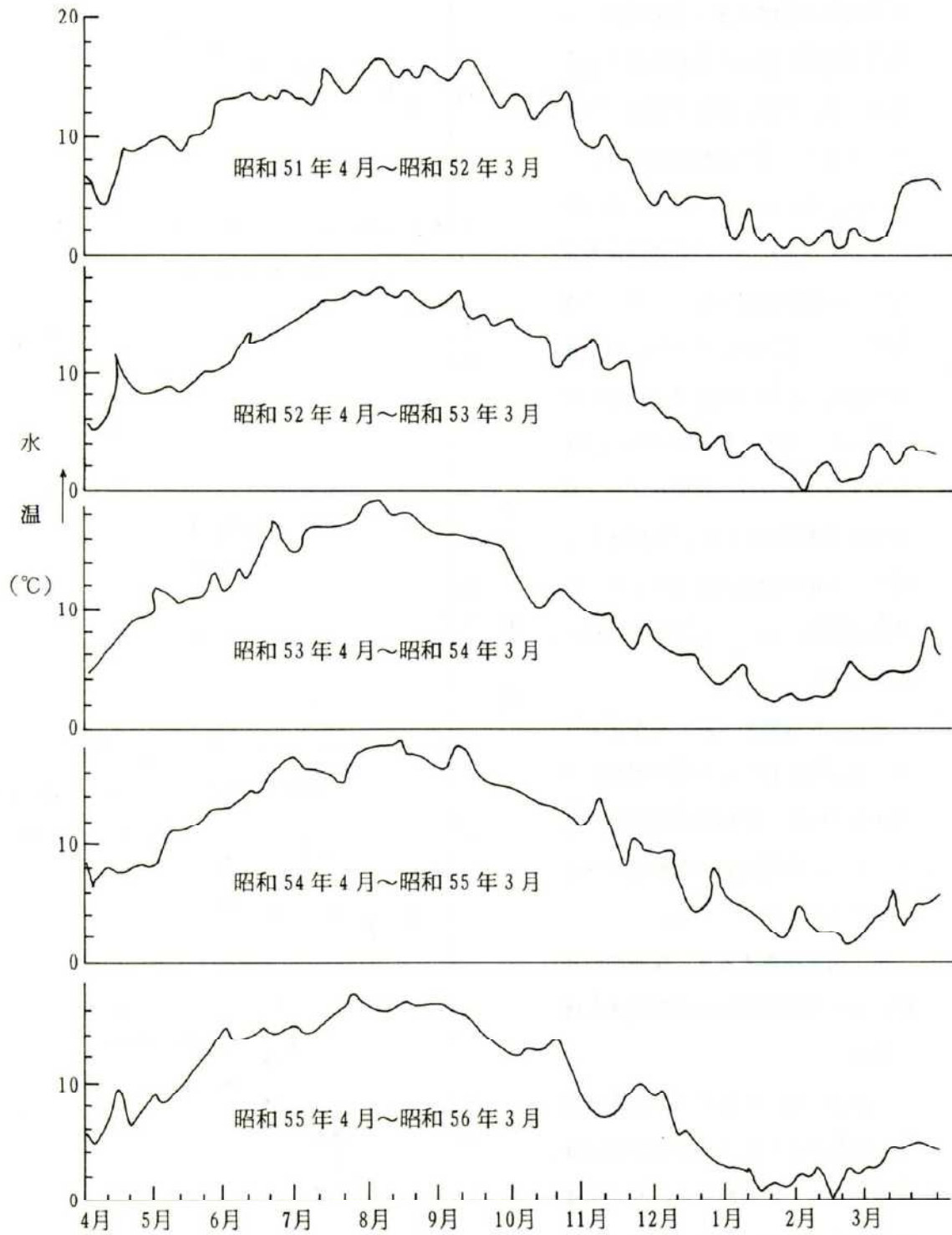
Ⅲ 発眼成績におよぼす要因

発眼成績におよぼす要因は大別すると①親魚の飼育環境②生産状況の変化③種苗生産技術レベルになる。①を更に分別すると①親魚の収容密度②用水種、量、質③餌料が考えられる。

当場の親魚収容密度は300～400尾/60m²(平均体重1.5kg)、用水量質は、1池当たり10ℓ/秒、NH₄-N、NO₂-N不検出、pH7.0～7.2、投与餌料は配合飼料とこの面で発眼成績に悪影響を与えていることは少ないと考えられる。用水種については、河川水を使用している。このため、気温の年変化が大きい。野村³⁾は、埼玉県水産試験場熊谷分場の親魚飼育用水水温と採卵成績の資料から“採卵時に水温12℃以上であると発眼成績は不良。また、採卵期前水温(秋)が高水温で推移すると成績は不良。”と報告している。この報告から類推すると夏季から秋季にかけて高水温で推移する当场も、親魚の成熟や発眼率に影響を与えることが考えられる。次に②については、①採卵期の集中によって、以前と比較して1回の採卵量が多量になった。②ふ化用水量の増加があり、これらの変化に対する技術対応の遅れの影響も考えられる。③については、現在まで多くの研究成果があり、これを当場の種卵生産業務に適用しているが、適用の誤り、技術の未熟、未知の事柄等によって発眼率を低下させることも考えられる。そこで、種卵生産過程(①採卵適親魚の選別②採卵③洗卵④媒精⑤精子の活性⑥吸水⑦発生)について、現在の作業に合せ若干の項目について実験と実際業務の中で再検討した。

1 水温と発眼率

第2図に昭和51年4月から昭和56年4月までの当場の使用河川水水温(午前9:00～10:00



第2図 年度別の河川水温(生田沢)

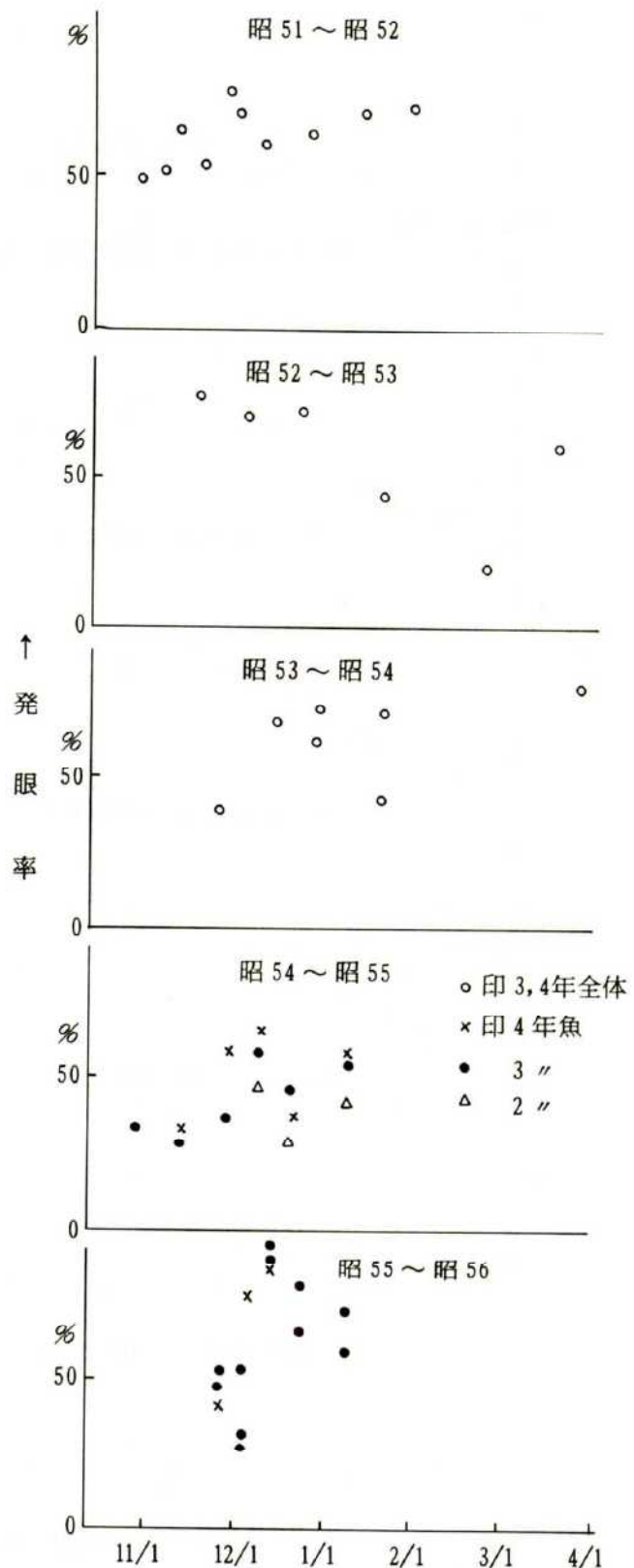
測定)を示した。水温は、1日の間にも気温の影響を受け夏季昼間、一時的に最高水温20℃を越えることがある。また冬季、最低水温が0℃になることもしばしば測定される。

次に、第1表に基づいて、第3図にシーズン別採卵日時別発眼率を示した。採卵開始時は各シーズンで異なるが、(早い年10月下旬、遅い年11月下旬)水温は例年ほぼ12℃以下であった。また、昭和51年から54年の3シーズンは、採卵終了が3月下旬で冬季間(1月~2月水温5℃以下)も採卵間隔は延びた。しかし、採卵は可能であった(発眼率は低い場合が多かった)。

また、採卵期前水温(夏季から秋季)は、例年12℃以上の水温が10月中旬まであり、野村の説を適用するとこれが、発眼成績に悪影響を与えていることも考えられる。

第3図を通覧すると、採卵期の初期および冬季採卵時に発眼成績不良が多い。

このようなことから当場の親魚飼育水温変動とニジマス卵発眼成績は、関連があり“採卵期始めの低発眼成績は、夏季から秋季にかけての高水温が親魚成熟に何らかの悪影響を与え、また冬季の発眼成績不良は、低水温にある”という主張が成立する。



第3図 採卵時期と発眼率

当场ではこの主張を基に現在、ニジマス親魚の採卵期を12月に調整し発眼成績の向上と安定化を計っている。

2 種卵生産状況の変化

種卵生産5シーズン間の状況の大きな変化としては施設面で当初ふ化用水揚水施設が2基(浅井戸、水量合計約100ℓ/分)が昭和52年秋季には1基増設(水量合計約180ℓ/分)され、また昭和54年秋季には更に2基増設(水量計約250ℓ/分)されたことがあげられよう。

一方種卵生産量は、昭和51～52年210万粒、昭和52～53年118万粒、昭和53～54年86万粒、昭和54～55年79万粒、昭和55～56年80万粒と昭和53年以降県内需要に併せて種卵生産を調整しているため、当初(昭和51～53年は、ふ化用水は地下水と河川水を混合して使用)より、ふ化用水として、地下水を豊富に使用できるようになった(地下水は同時に平行的に生産するヤマメ稚魚にも使用しているため、全量利用はできない)。地下水のふ化用水への使用可能量増加は、発眼成績の安定化に連がると考えられる。しかし過度の使用は、逆に受精卵に振動を与え、発眼成績の不安定化をもたらすこともある。

次に、昭和54年秋季以降腹子養成親魚から採卵可能となり、一時に大量の採卵が可能になったことがあげられよう。

昭和54年秋季から55年冬季の種卵生産作業は、それ以前と同じ行程で実施した。このため①不十分な洗卵②吸水時間の延長③過度のふ化用水注水等、このシーズンの発眼率が最低であったことと相まって、発眼成績の不安定要因として技術的側面が考えられた。

3 種卵生産技術の再検討

種卵生産状況の変化する中で、技術面の不備も発眼成績の変動巾を大きくしていることが考えられた。そこで現状に対応するため、種卵生産技術の一部の項目について実験や実際業務の中で検討し技術改良の指針とした。

(1) 親魚選別蓄養

当场では、作業員が少数のため、採卵適親魚の選別は、採卵日前日に行うことが多い。選別は、親魚の腹部を手で圧迫し卵が体外に排出する個体を採卵適親魚としている。

選別された採卵適親魚は、池又は網生置に蓄養し採卵に供する(採卵はおおよそ24時間以内)。

この行程の中で選別は、未熟、過熟親魚を目視で丁寧に分別する以外現在適当な方法がなく改善の余地は少ない。次に、採卵適親魚を1日蓄養することが、発眼成績に与える影響について実験的に検討した。方法は、採卵適親魚(3年魚3尾体重約1.5kg/尾)を選び収容時、24時間後、48時間後にそれぞれ約1/3の卵を搾出し、等調液による洗卵を行い、直接媒精

した。その後ふ化槽に収容（水温 8℃）して、その一部の発生率（積算水温 100℃，7.5%酢酸）を調べることで行った。実験期間の親魚は約60ℓのポリ水槽に収容し、酸素不足を防ぐため、十分な注水とエアーレーションを行った。結果は、第2表に示した。発生率は85.9%～88.4%で、24.48時間後採卵による悪影響はないように思われた。長野県水産指導所⁴⁾は親魚の採卵適期について実験し、短期間ではこれと同じ結果を得ていることから、1日の蓄養は（環境が適当であれば）、発眼率に悪い影響を得ることは少ないと思われた。

第2表 蓄養経過時間と発生率

経過時間	卵数			発生率 (積算水温 100℃)
	総数	生卵数	死卵数	
0	566 ^粒	497	69	87.8%
24	658	565	93	85.8
48	712	630	82	88.4

※ 3年親魚3尾の卵をおおよそ1/3ずつ各時間に採卵媒精。
 ※ 親魚収容水温 8℃，発生水温 8℃。
 ※ 発生率（100℃）調査時から発眼率までの死卵は約5%前後。

(2) 採卵

作業行程は佐藤他¹⁾に詳細される方法で行なわれているが、搾出法のため丁寧に作業を行っても、残卵，潰卵，血液，汚物等の混入が避けられず，今後作業の安易化も考慮すれば，空気採卵法への移行が必要であろう。

(3) 洗卵

等調液量は，昭和55年冬季まで1回当たり 20ℓ～30ℓを使用していた。しかし，昭和54年秋季から，昭和55年冬季にかけては，1回の採卵量が増加した。このためこのシーズンの発眼成績の不良は，不十分な洗卵のためではないかと思われた。そこで，洗卵回数と発生率について実験的に検討した。方法は，卵（2年魚平均体重 800g，5尾から搾出）を無洗から5回洗卵まで分けし媒

第3表 洗卵回数と発生率

	洗卵回数	卵数			蛋白質量	発生率 (積算水温 100℃)
		総数	生卵数	死卵数		
1	0回	203 ^粒	3 ^粒	200 ^粒	116.1 ^{g/ℓ}	1.6
2	1	223	100	123	4.82	41.8
3	2	209	134	75	0.57	64.1
4	3	246	184	64	0.23	73.9
5	4	356	275	81	0.20	76.1
6	5	554	393	161	0.12	70.9

精（あらかじめ氷冷貯蔵）し，ふ化槽に収容して発生率を調べた。等調液²⁾は，地下水(1ℓ)にNaCl 9.04g + KCl 0.24g + CaCl₂ · 6H₂O 0.51gを用いた。また同時に，洗卵程度を測定するため排液の蛋白量

※ 等調液で pH6.8，水温 5.4℃) で洗卵後媒精。

も測定した(ここでは排液を採取し、これに除蛋白剤10%トリクロル酢酸を加え、定量とし、沈澱した蛋白を戸過乾燥した後に計量して蛋白量とした)。

結果は第3表に示した。洗卵回数が0から4と増すにしたがって次第に高発生率であった。また、洗卵排液中の蛋白量も洗卵回数の増加に伴って減少し、卵が清浄化して行く様子がうかがえた。稲葉他⁵⁾も本実験と同じような結果を得、十分な洗卵が必要なことを報告している。すなわち、不十分な洗卵は発眼率の低下をもたらし、このことは、昭和54年秋季から昭和55年冬季の低発眼成績の理由の一つであったように思われる。

(4) 精子活性

発眼成績は一方で精子の活性度合によっても影響があると思われる。精子の良否は、卵の良否と同じように親魚の飼育環境と養殖技術全般のレベルによってもたらされると考えられる。ここでは、採精した精子とpH、温度変化、洗卵排液による活性の変化について実験した。

pHの調整はHCl又はNaHCO₃で行った。水温の設定は地下水を暖冷することによった。精子活性値の判定は検鏡し動かない時(-)、振子運動時(+)、回転運動時(++)、直進運動時(+++)、無方向運動時(####)で表らわした。また、運動時間は一視野中の精子が運動しはじめてから、終了するまでの時間を計った。供試精子は、採精し氷冷貯蔵(+0.2℃)したものをを用いた。結果は、第4表から第6表に示した。精子はpH6.8~7.4の間で十分な活性を示した。また、水温変化では、水温11℃以下について十分な活性を示したが13℃、15℃では活性が低下した。これは、精子が0.2℃から急激に高温へ置かれたための影響と考えられ、氷冷貯精精子を使用する場合、媒精時に卵温との温度差を少なくすることが望ましいと推定された。洗卵後排液に対する精子活性は、洗卵回数が増えるにしたがって活性が強くなり、3回洗卵後からは十分な

第4表 pHと活性時間

	pH	水 温	精子活性	活性時間
1	6.8	5.6 °C	###	40~50 ^秒
2	7.0	"	###	"
3	7.2	"	###	"
4	7.4	"	###	"

第5表 水温と精子活性

No.	水 温	pH	精子活性	活性時間
1	15.0 °C	6.8	##	30~35 ^秒
2	13.0	"	###	"
3	11.0	"	###	40~50
4	8.0	"	###	"
5	6.2	"	###	"
6	4.2	"	###	"
7	3.2	"	###	"

活性が得られた。

第6表 排液と精子活性

(5) ふ化槽収容後の

発眼率

受精卵は、ふ化

槽に収容した当初

沈静している。し

かし、次第にいわ

ゆる水筋が出来水

の通過の良好な部

分(中央附近)と

不良な部分ができる(水筋の出来る理由は、ゴミや死卵による影響と思われる)。また、受精卵が巻上がる状態になることもしばしば観察される。このようなことから、ふ化槽に収容された受精卵の位置や場所によって発眼率に差異を生ずる可能性も考えられたので実際の生産業務の中でこの点を調べてみた。

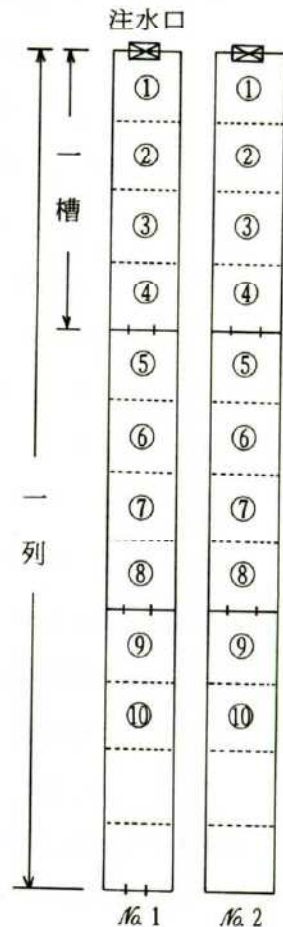
No	液の種類	pH	温度	精子活性	活性時間
1	体腔液	6.2	5.2 °C	—	- 秒
2	第1回洗卵排液	6.4	"	+	20~30
3	第2回 "	6.7	"	++	30~35
4	第3回 "	6.8	"	+++	40~50
5	第4回 "	7.0	"	+++	"
6	第5回 "	7.0	"	+++	"

※ 体腔液：採卵中の親魚から排出する液(血液等も混入)

※ 洗卵排液：等調液 2 l を卵にかけ、その排液

第7表 ふ化槽の配列位置と発眼率

ふ化槽 No	総卵数	生卵数	死卵数	発眼率	備考
1-①	565	180	385	31.9	3年親魚
②	443	220	223	49.7	"
③	417	196	221	47.0	"
④	504	212	292	42.1	"
⑤	858	381	477	44.4	"
⑥	552	311	241	56.3	4年親魚
⑦	512	271	241	52.9	"
⑧	-	-	-	-	-
⑨	-	-	-	-	-
⑩	-	-	-	-	-
2-①	869	272	597	31.3	3年親魚
②	703	308	395	43.8	"
③	774	353	421	45.6	"
④	-	-	-	-	-
⑤	1,358	728	630	53.6	"
⑥	1,053	466	587	44.3	"
⑦	-	-	-	-	-
⑧	-	-	-	-	-
⑨	-	-	-	-	-
⑩	-	-	-	-	-



第4図 ふ化槽の配列

方法は、ふ化枠を通
過する水の流れ方は、
目視的に多量（卵が巻
上がっている部分）、
普通（卵は巻上がらな
いが、水の流れは認め
られる部分）、少量（目
視的には水の流れがわ
からない部分）の三つ
に区分して調べた。ま
た受精卵の位置と発眼
率については、ふ化槽
の配列は第4図に示し
たとおりで、この最上
枠の発眼率によって調べた。

第8表 ふ化枠上の水の流れ方と発眼率

№1	流れ方	総卵数	生卵数	死卵数	発眼率
1	多量	157粒	150粒	7粒	85.5%
2	普通	132	121	11	91.7
3	少量	128	117	11	90.0
4	多量	141	128	13	90.8
5	普通	102	92	10	90.2
6	少量	100	80	20	80.0
7	多量	126	104	22	82.5
8	普通	101	85	16	84.1
9	少量	131	117	14	89.3
10	多量	99	90	9	90.1
11	普通	105	94	11	89.5
12	少量	127	98	29	77.2

※ ふ化枠位置は最上枠

結果は第7表と第8表に示した。ふ化枠の水の流れ方と発眼率については、調査4例中多量に注水している1例に若干低発眼率が認められた。しかし、他は80%以上であった。すなわち、水筋ができ卵が巻上がっている部分では、他に比して若干発眼率が低いことも推定される。位置と発眼率については、（この調査時の卵の発眼が全体として低率であった）3年魚の発眼率を比較すると最上段のふ化室に収容された卵が、他に比して10%以上低率であった。これは、注水口に最も近い位置のため、水流の乱れによる卵の振動が原因ではないかと推定された。

Ⅳ ま と め

当場のニジマス卵の発眼率変動に与える影響について、親魚飼育環境と種卵生産技術を中心に検討して来た。発眼成績不良について主な原因は①親魚飼育環境、特に水温の変化におよぼす影響②技術的な未熟および未解決な点と思われた。したがって、今後も、両面で十分な検討が必要と思われる。特に生産技術については、実験が比較的容易であることから、各項目について更に追求する必要がある。例えば、昭和55年から昭和56年にかけてのシーズンの採卵時に、当初pH 6.8~7.0の等調液で、洗卵媒精した（11月26日と12月2日）が、その後pHを8.0に調整したところ発眼成績が良好になったように思われ、これを実験的に確かめて行くことや種卵生産作業

の行程として吸水を行っているが、この行程の必要の有無等である。

また、ニジマスの採卵に先立って（毎年10月上，中旬）ヤマメ種卵生産を行っているがヤマメの発眼成績は比較的安定（約75%～85%，方法はニジマスと同じ）している。この事実も、ニジマス卵の発眼率を良化する手懸かりになるように思われ、両者（ニジマスとヤマメ）の比較検討の必要もあろう。

V 文 献

- 1) 佐藤陽一・大川雅登・位田俊臣(1980): 本誌 № 17, p 55 ~ 61
- 2) 本荘鉄夫・原武夫(1974): 養魚講座 8, 緑書房, 東京 p 84
- 3) 野村稔(1964): 水産増殖 Vol 12, № 13, p 159 ~ 195
- 4) 川本信之(1967): 養魚学各論, 恒星社厚生閣, 東京 p 337 ~ 338
- 5) 稲葉伝三郎・野村稔・富永健(1958): 日本誌 Vol 23, № 2, p 758 ~ 761