

NO, 1

March, 1978

BULLETIN
OF THE
FUKUSHIMA PREFECTURAL INLAND WATER FISHERIES
EXPERIMENTAL STATION
INAWASHIRO, FUKUSHIMA, JAPAN

福島県内水面水産試験場研究報告

第 1 号

福島県内水面水産試験場

福島県耶麻郡猪苗代町

昭和53年3月

序

当試験場においては、従来実施した調査・試験研究は各種事業について、これを年報として「福島県内水面水産試験場事業報告」に集録し、刊行してきましたが、事業報告としての性格上、その概要を記録するに留めざるを得ず、大方の利用に不便を感じておりましたが、かねてより推進しておりました、当水試の整備拡充事業も略完了し、昭和51年末耶麻郡猪苗代町に移転致しましたのを契機に「福島県内水面水産試験場研究報告」として別個に刊行して行くことにしました。

地方水試として、移転後まもない諸般の制約の下で、何分初刊としては浅学不備な報告かとも存じますが、場員一同の志学探究の意を汲まれ、関係各位におかれましては、今後共一層の御鞭撻と御指導をお願いします。

昭和53年3月

場 長 小野寺 英 也

福島県内水面水産試験場研究報告

第 1 号

目 次

石川幸児・大滝勝久・佐藤 脩・佐野秋夫・高田寿治	
ニシキゴイの交配に関する研究—I	4 頁
石川幸児・大滝勝久	
マゴイに対するリン酸塩添加飼料における油脂の添加効果について	8
長沢静雄・立花一正・佐藤 脩・佐野秋夫・高田寿治	
エゾイワナ種苗生産研究—I 浮上仔魚の餌付飼料について	16
鈴木 馨・大滝勝久・高越哲男・辻満雅視・小野 剛	
農薬の魚類に与える毒性に関する研究—I（養鯉ため池における被害 の実態）	23
鈴木 馨・大滝勝久・高越哲男	
農薬の魚類に与える毒性に関する研究—II（養鯉ため池に流入した除 草剤モリネートのコイに与える毒性について）	30
高越哲男・成田宏一・渡辺謙太郎・鈴木 馨	
溪流漁場調査—I（阿賀川水系長瀬川—強酸性河川—の1支流，達沢 川の漁場環境）	42
高越哲男・成田宏一・渡辺謙太郎・鈴木 馨	
溪流漁場調査—II（達沢川におけるヤマメの放流効果調査）	48

渡辺謙太郎・成田宏一

阿武隈川の底生動物相について..... 54

鈴木 馨・成田宏一・大滝勝久

猪苗代湖の水質と底質について..... 65頁

ニシキゴイの交配に関する研究

石川幸児・大滝勝久^{*}・佐藤脩・佐野秋夫・高田寿治

Studies on the Crossbreeding of Coloured Carps.

諸 言

ニシギゴイの観賞魚としての良否は、緋盤・墨の位置・形・量・体色の濃淡・鮮明度などにより判定される。しかし、観賞魚としてすぐれたニシキゴイが必ずしも優良魚を多数産出するとは限らない。親魚の選択・交配組合せについては昔ながらの経験によって行なわれることが多い。しかるにすぐれた形質を保有する親魚を早い時期に見つけ出す事は必要なことと考えられる。

その1つの手段として雌雄のいずれか1尾に対して、単年度に多数の交配が実施出来る人工受精法^{1) 2) 3) 4)}の活用が考えられる。

本年度は1尾の雌に緋盤量・墨量の異なった雄を使った、いわゆる複数交配(1部人工受精法による)を行ない、若干の知見を得たので、その結果を報告する。

材料と方法

1. 交配方法およびふ化方法

採卵は屋内産卵池(温水パイプによる間接加温)において♀・♂1:1の割合で交配、産卵させ、1部の組合せについて人工受精法を実施した。親魚の交配組合せを表1に示した。

魚巢はヒカゲノカズラと市販人工魚巢(商品名キンラン)を使用し、産着卵は2m×2m×0.5mのサラン地(30メッシュ)の網内に収容して、エアーレーションを行ないながらふ化させた。人工受精は65cm×40cm×15cmのプラスチックバット内で魚巢にシュロ皮を使用して行ない、あわせてふ化させた。ふ化水温はボイラー加温により25℃±1℃を維持した。

2. 飼 育 方 法

ふ化仔魚には網内でミジンコを与え5日前後飼育後、ミジンコの発生しているコンクリート試験池2m×5m×0.5m有効水深0.4mに放養した。ミジンコの消滅後、市販の配合飼料をまき餌で与えた。

なお、放養水仔の算定は比色法によった。

※ 現福島県水産試験場種苗開発部

表1. 親魚の交配組合せ

交配番号	親 魚 番 号	交配組合せ 方 法
5201	K-F-10×K-M-13	自然採卵
5202	K-F-4×K-M-2	自然採卵
5203	K-F-5×Y-M-11	自然採卵
5204	T _d -F-6×T-M-17	自然採卵
5205	T-F-9×T-M-10	自然採卵
5206	T-F-8×T-M-14	自然採卵
5207	T-F-12×T-M-27	自然採卵
5208	T-F-12×T-M-27	人工受精
5209	T-F-12×T-M-28	自然採卵
5210	T-F-12×T-M-29	自然採卵
5211	T-F-12×K-M-30	人工受精
5212	T-F-15×T-M-27	自然採卵
5213	T-F-15×T-M-29	自然採卵
5214	T-F-15×T _d -M-33	自然採卵
5215	T-F-15×K-M-30	人工受精
5216	T-F-19×T-M-27	自然採卵
5217	T-F-19×T _d -M-33	自然採卵
5218	T-F-23×T-M-29	自然採卵

註：親魚番号のKは紅白、Tは大正三色を示す。Fは♀、Mは♂、小文字のdはドイツ種を示す。

3. 選 別 方 法

全尾数を取上げて選別を行ない、選抜魚のみ再放養して継続飼育した。

選別期間およびふ化から選別までの養成期間は次のとおりである。

1次選別	7月 5日 ~	7月31日 (ふ化後 33日~ 42日)
2次選別	8月 9日 ~	8月25日 (ふ化後 62日~ 67日)
3次選別	10月11日 ~	10月17日 (ふ化後 130日~140日)

4. 選 別 結 果

紅白の選別

表2 選 別 結 果 (紅白)

結果を表2に示す。紅白の交配組合せは3組行なったが、いずれの組合せも前年度と同じ組合せである。又親魚の特徴について表3に示す。5201

交配番号	一次選別		二次選別		三次選別		累積形付率		計	平均判定偏差
	選抜率(%)	淘汰率(%)	選抜率(%)	淘汰率(%)	選抜率(%)	淘汰率(%)	形付並(%)	形付良(%)		
5201	25.1	74.9	40.6	59.3	7.8	92.2	0.8	0	0.8	-0.6 b
5202	30.6	69.4	32.5	67.5	29.3	70.7	2.2	0.7	2.9	+1.5 A
5203	13.7	86.3	40.5	59.5	11.2	88.8	0.5	0.1	0.6	-0.8 b
平均	23.1	76.9	37.9	62.1	16.1	83.9	1.2	0.3	1.4	

注 : 親魚判定基準

A 良 (平均偏差 + 1.0 以上)

b やや不良 (平均偏差 - 0.5 ~ - 1.0)

の特徴は♀の緋盤量が80%と多いもの、♂は10%とごく少ないものを組合せた。5204のそれは♀が40%、♂が50%とほぼ同じ量の組合せであり、5205は♀・♂とも50%と同量の組合せを行なった。緋盤量の算定は埼玉水試案⁵⁾によった。

表3 親 魚 の 特 徴

交配番号	緋盤量 ♀×♂ (%)	特 徴	
		模様の形態	緋質
5201	80×10	♀が2段緋の大模様	♀の緋淡い
5202	40×50	♀・♂とも普通の紅白	♂の緋濃い
5203	60×60	" "	♂の緋濃い

また、大正三色の選別結果を表4に示す。

注：緋盤量の算定は肉眼によった。

交配組合せは人工受精を含めて15組行っ

たが、使用した親魚の数は♀を7尾、♂を8尾であった。なお、5222の組合せは2次選別まで行ない、5214の組合せは尾数が少ないため、1次選別にとどめた。

選別区分は1次・2次選別時とも選抜魚と淘汰魚の2区に分け、3次選別(最終選別)時には形付良・形付並・雑の3区分とし、累積形付率の算出は1次・2次・3次の選抜率の累積をもって累積形付率とした。

親魚判定基準は、累積形付率の平均値より各組合せの平均偏差を出して判定した。

結果および考察

5201の組合せは形付良がなく、累積形付率も0.8%と低い値を示し、親魚としては期待できない交配組合せと考えられる。5204の組合せは累積形付率が2.9%と高い値を示しており、仔魚の特徴として緋質が良く、キワも良好で大模様の流れ模様が多く出現し、過去の実績からみても最も安定した形付魚の得られる組合せと考えられる。5205の組合せは累積形付率はそれほど高い値ではなかったが、仔魚の緋質が良く、キワも良好で大模様の流れ模様が出現した。

大正三色については前年度まで実績のあった5202、5206、5208の三組合せが本年度も2%台の

累積形付率を示し、いずれも安定した形付魚が得られる交配組合せと考えられる。又、本年度始めて交配した4尾の♀と5尾の♂についての累積形付率を表5.に示す。

T-F-12 は、T-M-27・T-M-28・T-M-29 との組合せではいずれも1%台の累積形付率を示したが、K-M-30の紅白との組合せでは0.6%と低い値を示しており、この組合せは今後も期待できないと思われる。

T-F-15 は
T-M-27・K-M

-30の組合せでは1%台、T-M-29、T-M-33との組合せでは2.6%と3.9%の高い累積形付率を示した。しかしながらT-M-29との組合せでは形付良魚が1尾も出現していないにもかかわらず、累積形付率が高い値を示したのでその組合せがすぐれたものと見なすのは疑問視される。このことから形付率のうち形付良・形付並についてある程度重みを加えることは今後検討を要する。

T-F-19 は、T-M-27の組合せでは1.4%、T-M-33の組合せでは0.2%と、極端な値を示し、雄の遺伝形質が強く影響しているかにみられる。しかし、本年度複数交配を行なった大正三色の親魚の判定を累積形付率の平均偏差値によって判定を試みた表6.をみると、本年度の累積形付率の平均値を基準としてAと判定されたのはT-F-15に対する1例のみであり、このT-F-15については、この外に2例の交配を行なったがどちらも標準以下の結果を示した。

雄の場合をみると、Aの判定結果の出現はT-F-15との組合せのみでT-M-29は残り2例、T-M-33は残り1例と、夫々の結果は標準以下であった。

表4 選別結果 (大正三色)

交配番号	一次選別		二次選別		三次選別		累積形付率			平均偏差	判定
	選抜率(%)	淘汰率(%)	選抜率(%)	淘汰率(%)	選抜率(%)	淘汰率(%)	形付並(%)	形付良(%)	計(%)		
5204	24.6	75.4	51.8	48.2	15.8	84.2	1.8	0.2	2.0	+0.53	a
5205	29.1	70.9	43.2	56.8	19.4	80.6	2.2	0.2	2.4	+0.93	a
5206	32.2	67.8	70.3	29.7	10.2	89.8	1.8	0.5	2.3	+0.83	a
5207	28.9	71.1	46.2	53.8	8.3	91.7	1.1	0.04	1.14	-0.33	B
5208	22.9	77.1	60.1	39.1	5.2	94.8	0.7	0.03	0.73	-0.74	b
5209	27.0	73.0	42.8	57.2	9.9	90.1	0.9	0.2	1.1	-0.37	B
5210	10.2	89.8	42.0	57.9	25.6	74.4	0.8	0.2	1.0	-0.47	B
5211	19.6	80.4	40.4	59.6	7.0	93.0	0.6	0.07	0.67	-0.8	b
5212	31.2	68.8	3.4	96.6			1.1	0	1.1	-0.37	B
5213	2.6	97.4					2.6	0	2.6	+1.13	A
5214	46.2	53.6	40.9	59.1	20.6	79.4	3.6	0.3	3.9	+2.43	A
5215	18.3	81.7	49.5	50.5	15.4	84.6	1.3	0.1	1.4	-0.07	B
5216	20.6	79.4	43.7	56.3	15.8	84.2	1.1	0.3	1.4	-0.07	B
5217	17.7	82.3	49.6	50.4	2.0	98.0	0.2	0	0.2	-1.27	C
5218	75.8	24.2	20.0	80.0	0.6	99.4	0.1	0	0.1	-1.37	C
平均	27.1	72.9	43.1	56.8	12.0	88.0	1.3	0.19	1.47		

註：親魚判定基準

A	良	(平均偏差 + 1.0 以上)
a	やや良	(" + 1.0 ~ + 0.5)
B	普通	(" + 0.5 ~ - 0.5)
b	やや不良	(" - 0.5 ~ - 1.0)
C	不良	(" - 1.0 以下)

表5. 交配組合せと累積形付率

♀ \ ♂	T-M-27	T-M-28	T-M-29	T-M-33	K-M-30	平均
T-F-12	1.1	1.1	1.1		0.6	1.1
T-F-15	1.1		2.6	3.9	1.4	2.3
T-F-19	1.4			0.2		0.8
T-F-23			0.1			0.1
平均	1.2	1.1	1.3	2.1	1.0	

これらの結果よりみると、
親魚の雌雄いずれかの形質の
みが形付率に大きく影響する
とは思われない。

表6 平均偏差による判定

♀ \ ♂	T-M-27	T-M-28	T-M-29	T-M-33	K-M-30
T-F-12	+0.1 a	+0.1 a	+0.1 a		-0.4 B
T-F-15	-1.2 C		+0.4 a	+1.7 A	-0.9 b
T-F-19	+0.6 a			-0.6 b	
T-F-23			-1.4 C		

参 考 文 献

1. 福田一衛・渡辺国夫：錦鯉の親魚判定（形付魚の出現率）－Ⅲ、埼玉県水産試験場研究報告、1976.
2. 福田一衛・渡辺国夫：ニシキゴイの親魚判定（形付魚の出現率）－Ⅵ、埼玉県水産試験場研究報告、1977.
3. 鈴木亮：コイ科魚類卵の人工受精技術に関する諸問題、1977、第5回ニシキゴイ研究会講演プリント
4. 福島県内水試：ニシキゴイの人工受精に関する研究－1、1977、第5回ニシキゴイ研究会提出資料
5. 埼玉県水産試験場：錦鯉の親魚判定（試案）、1974、第2回錦鯉研究会委託事項

マゴイに対するリン酸塩添加飼料 における油脂の添加効果について

*
石川幸児・大滝勝久・佐藤 脩・佐野秋夫・高田寿治

On the effects of the oil adding to the phosphate
confained food for the carps.

諸 言

コイ飼料にリン酸塩を添加するとコイの成長を促進させ、飼料効率を向上させることは、¹⁾ 村上、高松等、²⁾ 大前により明らかにされている。高松等は、90 gのマゴイを用いて16~22℃の水温で200 g前後まで飼育したが、リン酸塩添加の飼料を与えた場合には、無添加のものに比し、内蔵への脂質の蓄積がより少いことを指摘している。大前は130 gのマゴイを用い、16℃~25℃の水温で500 g前後まで飼育した結果、リン酸塩添加のものは、脂肪の蓄積は、魚肉部については油脂の添加の有無にかかわらず差は認められないが、内蔵部については、リン酸塩を添加すると油脂を加えても油脂のみの添加より蓄積量は低下し、リン酸塩のみを添加すると著しく脂質含有量が低下すると報じているが、両者ともその供試検体は一般の食用ゴイの商品サイズには達していない状態でなされていた。

食用ゴイの商品サイズは1 kg前後が標準とされ、また魚体への脂質の蓄積も、300~500 gから徐々に増加してくるが、リン酸塩を加えた飼料により、1 kg前後のコイを養成した場合の脂質の蓄積量については明らかではない。またリン酸塩添加の飼料で養成したコイは、骨の硬化が通常の市販配合飼料で養成したものに比し、より大きいとみなされているので、現在の商品サイズの1 kg以上に至るまでリン酸塩を加えた飼料で養成し、油脂を添加した場合の成長促進効果と脂質の蓄積状況・並びに骨の硬化についての官能試験を行なった結果、2.3.の知見を得たので報告する。

試験Ⅰ リン酸塩並びに油脂添加飼料による飼育試験

材 料 と 方 法

1. 試 験 場 所 福島県耶麻郡猪苗代町 福島県内水面水産試験場
2. 試 験 期 間 給餌飼育試験 昭和52年 7月16日~昭和52年11月12日まで
119日間
絶食試験 昭和52年11月13日~昭和52年12月13日まで
31日間
3. 飼育環境条件
 - 1) 試 験 コンクリート水槽 5m×10m×1m(有効水深0.8 m)、水容積40トン
のものを4面(1区1面)用いた。
 - 2) 飼育用水 河川水を各池ごとに50ℓ/分の割合で注水して流水飼育を行なった。飼育期間内の注水温とPHは表1.のとおりである。
4. 供 試 魚 試験魚は当场で養成したマゴイ2年魚を試験開始前日にできるだけ同型魚体のものを1尾づつ選別し、1区につき50尾を放養した。
5. 供 試 飼 料 飼料の種類と一般分析値は表2.のとおりである。
6. 飼 育 経 過
 - 1) 飼料は1日6回、開始後29日まで手まきで与え、30日以降は最初と最後の給餌を手まき

* 現水産試験場種苗開発部

にし、そのほかは自動給餌機を用いた。給餌率は特に定めず飽食するまで与えて、最終給餌後残量を計量し1日の給餌量を算定した。

2) 飼育開始当日は不馴れのためか摂餌が悪かったが、2日目より活発に摂餌した。

3) 1区と3区に不明魚が出現したが、飛び込みによるもので第1回目の測定後は飛び出し防止のために各池の間を金網で仕切り継続飼育した。

4) 各池とも試験開始後29日、60日、90日ごとに全数を取上げ、生残尾数・総重量を測定して継続飼育を行なった。119日目で最終取上げを行ない、全尾数について、体長及び体重の測定を行なった。また飼育開始後各池ごと60日目に5尾づつ、119日には3尾づつ抽出して体内脂肪の蓄積状態を調べるために分析に供した。更に飼育終了後、各区10尾を抽出して継続飼育し絶食後の体内脂肪の経時の変化を見るため、絶食後16日、31日に5尾づつ取上げて魚肉と内蔵に分けて分析を行なった。魚体分析は理研ビタミン油脂(株)が行なった。

表1 飼育用水の水温・PH変化

	飼育期間	月 日	水 温 (°C)			P H		
			最 高	最 低	平 均	最高	最低	平均
給餌期間	29	7. 16~ 8. 13	24.5~18.0		21.8	7.4~7.1		7.2
	31	8. 14~ 9. 13	23.0~17.7		20.0	8.7~7.1		7.4
	30	9. 14~10. 13	21.5~11.5		15.0	8.4~8.0		8.2
	29	10. 14~11. 12	14.0~ 5.9		10.6	8.4~7.8		8.1
計	119	7. 16~11. 12	24.5~ 5.9		17.5	8.7~7.1		7.8
絶食期間	16	11. 13~11. 21	9.5~ 5.0		6.8	8.5~7.4		8.1
	15	11. 22~12. 13	8.0~ 2.2		5.1	8.4~7.4		7.9
	計	31	11. 13~12. 13	9.5~ 2.2	6.0	8.5~7.4		8.0

註: 1. 測定場所は注水部

2. PHは比色管法

表2 飼料の種類と一般分析値 (単位 %)

区分	組成 種類	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	粗繊維	リン
1区	リン酸塩添加+油脂添加	10.9	38.3	9.4	7.9	2.1	1.68
2区	リン酸塩添加	11.4	40.2	4.9	8.3	2.2	1.76
3区	配合飼料+油脂添加	9.9	38.3	9.4	7.9	2.1	1.10
4区	配合飼料	10.4	40.2	4.9	8.3	2.2	1.15

註: 1. リン酸塩添加飼料は第1リン酸ナトリウム2%を50% Solにしてペレットにしみこませ乾燥させた。

2. 油脂は外割で5%添加

3. 分析は理研ビタミン油脂(株)による。

結果及び考察

飼育結果については表3のとおりである。平均魚体重の推移については図1に示す。119日終了時における肥満度の頻度分布を図2に示す。

成育状況の比較のため増重率をみると、試験開始後90日目までは上昇傾向にあるが、90日以降は、あきらかに横ばい、または下降傾向にあった。これは11月に入って急激な水温低下があって、摂餌が著しく低下し、自動給餌機による給餌の調節が困難となったので手まきに変更したが、摂餌のための給餌場への寄り付きの変動も大きく、摂餌量も前回の測定時(60~90日)に比して、総量で50%以下となったことが原因と考えられる。したがって90日以降の飼育結果は確実に摂餌しているといった飼育条件にバラツキがあるので、90~119日間の結果を比較するのは参考程度に止め、90日目までの結果をみると、増重倍率は1区が最も良く、他の3区はほぼ同じ結果を示した。飼料効率については、1. 2. 3. 4区の順で、1区と他の3区間は7~10%と、かなりの差がみられるが、2. 3. 4区間の差は小さい。平均体重についても1区は他の3区と比べて急激な成長を示しているが、90日以降については、逆にその下降傾向が大きい。これは90日以降の給餌量が少く、半ば無給餌状態にあったとみられるが、この点からみると絶食状態に入った場合の初期の体重低下は、1区の方が大きいことが予想される。平均肥満度については4. 3. 2. 1区の順序であるが、上位と下位の差が1%と小さく頻度分布についても1区のひろがりやや大きい、全区とも特に大きな差はみられなかった。

表3 飼 育 結 果

項 目	日 数	1 区	2 区	3 区	4 区	項 目	日 数	1 区	2 区	3 区	4 区
(1) 総尾数(尾)	0 29 60 90 119	50 49 49* 43 42	50 50 50* 45 45	50 51 51* 46 46	50 50 49* 44 44	(11) 補正増重量(kg)	29 60 90 計 119 平均	18.380 12.280 4.063 34.723 -4.467 30.256	16.500 9.650 2.497 28.647 -0.986 27.661	16.711 8.350 3.733 28.794 -1.425 27.369	14.500 9.300 3.021 26.821 -1.793 25.028
(2) 総重量(kg)	0 29 60 90 119	26.200 43.870 56.150 54.000* 48.330	26.200 42.700 52.350 49.000* 48.014	26.200 43.600 51.950 50.350* 48.925	26.200 40.700 50.000 48.000* 46.207	(12) 増重倍率(%)	29 60 90 計 119 平均	170.9 128.0 109.6 239.7 91.6 219.6	163.0 122.6 104.0 207.8 98.0 203.6	163.1 119.1 107.5 208.9 97.2 203.0	155.3 125.4 106.9 208.2 96.3 200.4
(3) 平均体重(g)	0 29 60 90 119	524.0 895.3 1145.9 1255.8 1150.7	524.0 854.0 1047.0 1088.9 1066.9	524.0 854.9 1018.6 1094.6 1063.6	524.0 814.0 1020.4 1090.9 1050.2	(13) 原物給餌量(kg)	29 60 90 計 119 平均	22.237 21.928 10.185 54.350 5.320 59.670	22.100 19.965 8.437 50.502 4.450 54.952	22.191 22.768 8.875 53.834 5.415 59.249	21.646 20.730 9.820 52.196 4.675 56.871
(4) 処理尾数(kg)	60	5.067	5.847	5.333	5.021	(14) 廃効物飼料率(%)	29 60 90 計 平均	79.5 56.0 39.9 63.9 47.5	74.7 48.3 29.6 56.7 50.3	78.4 36.7 42.1 54.8 47.4	67.0 47.3 30.8 52.3 44.9
(5) 斃死尾数	29 60 90 119 計	 1 1			1 1	(15) 補飼正料原効物率(%)	29 60 90 計 平均	82.7 56.0 39.9 63.9 50.7	74.7 48.3 29.6 56.7 50.3	75.3 36.7 42.1 53.5 46.2	67.0 44.9 30.8 51.4 44.0
(6) 斃死重量(g)	29 60 90 119 計	 1144.0 1144.0			500.0 500.0	(16) 日間成長率(%/日)	29 60 90 計 平均	1.844 0.797 0.261 0.970 0.661	1.683 0.656 0.177 0.812 0.597	1.687 0.564 0.263 0.819 0.595	1.517 0.729 0.222 0.814 0.583
(7) 不明減耗尾数(尾)	29 60 90 119 計	1 1 2		+1 +1		注: 1. *は魚体分析用に各区とも5尾づつ抽出した残りの数字を示す。					
(8) 推定不明重量(g)	29 60 90 119 計	709.7 1203.3 1913.0		689.5 689.5		2. **は魚体分析用に処理した残りを継続飼育した重量を示す。					
(9) 尾数歩留(%)	29 60 90 119 計	98.0 100.0 100.0 97.7 95.7	100.0 100.0 100.0 100.0 100.0	102.0 100.0 100.0 100.0 102.0	100.0 98.0 100.0 100.0 98.0	3. 計算方式					
(10) 増重量(kg)	29 60 90 計 119 平均	17.670 12.280 4.063 34.013 -5.670 28.343	16.500 9.650 2.497 28.647 -0.986 27.661	17.400 8.350 3.733 29.483 -1.425 28.058	14.500 9.800 3.021 27.321 -1.793 25.528	不明尾数(N ₄) = N ₀ - (N ₁ + N ₂ + N ₃)					
						不明推定重量(W ₄) = N ₄ + (W ₀ + W ₁) / 2					
						増重量(W ₅) = W ₁ + W ₁ + W ₃ - W ₀					
						補正増重量(W ₆) = W ₁ + W ₁ + W ₂ + W ₃ + W ₄ - W ₀					
						増重倍率 = W ₁ / w _i					
						原物飼料効率(C ₀) = W ₅ / F × 100					
						補正原物飼料効率(C ₁) = W ₆ / F × 100					
						日間成長率 = log(w ₁ / w ₀) × 230 ÷ 日数					
						記号					
						N ₀ 放養尾数	W ₁ 取上重量				
						N ₁ 取上尾数	W ₂ 斃死重量				
						N ₂ 斃死尾数	W ₃ 処理重量				
						N ₃ 処理尾数	w ₀ 放養平均体重				
						W ₀ 放養重量	w ₁ 取上平均体重				

図1 平均魚体重の変化

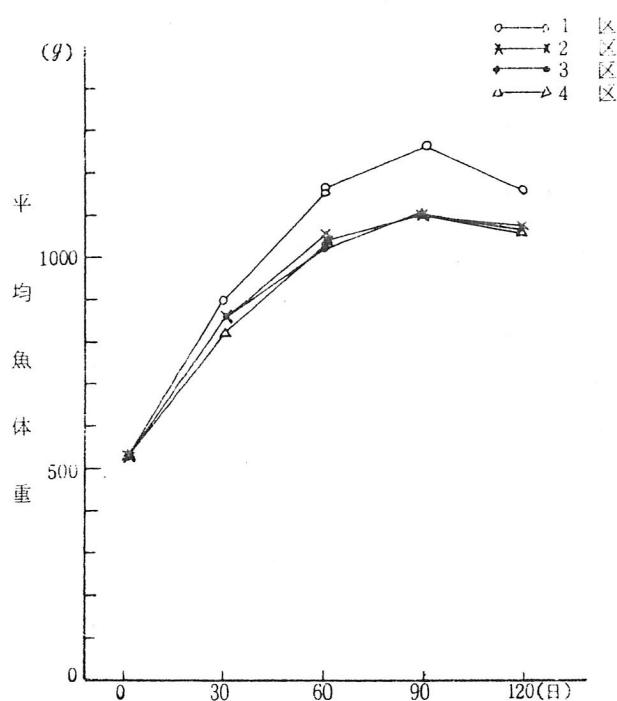


図2 肥満度

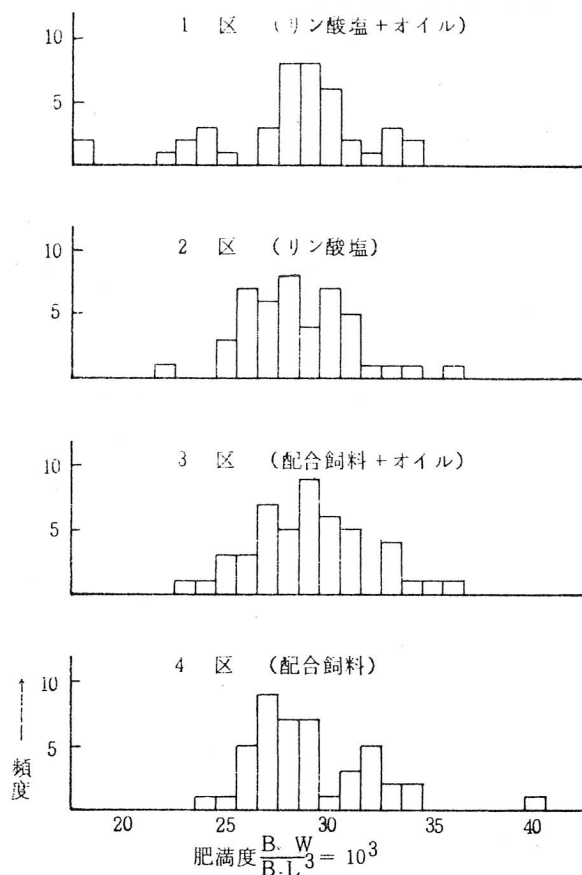


表4 試験期間の魚体測定結果及び分析結果

時期	区分	項目	体長 (cm)	体重 (g)	平均内蔵 重 (g)	内蔵 重量比 (%)	肥満度 $\frac{W}{L^3} \times 10^3$	筋肉		内臓	
								水分 (%)	脂肪 (%)	水分 (%)	脂肪 (%)
60日目	1		33.1	1013.4	149.6	15.0	27.8 ± 1.61	74.2	5.0	66.7	13.6
	2		34.4	1169.4	158.6	13.7	28.4 ± 2.73	75.9	5.0	54.2	32.0
	3		33.4	1066.7	157.4	14.8	28.2 ± 2.06	74.5	6.0	55.7	27.5
	4		32.7	1004.2	137.6	13.9	28.4 ± 1.96	75.2	5.4	63.7	18.3
119日目	1		33.4	1186.7	213.3	17.9	31.8 ± 1.09	72.7	8.5	49.0	34.1
	2		34.0	1076.0	172.3	16.2	27.4 ± 1.22	76.6	5.1	64.7	13.7
	3		33.0	1034.3	169.7	16.3	28.7 ± 1.21	75.3	7.5	70.2	12.0
	4		33.3	1011.0	165.7	16.3	27.2 ± 0.25	75.5	7.2	66.8	15.5
絶食後 16日 (135日)	1		36.6	1404.6	202.0	14.3	28.7 ± 1.95	72.1	8.2	52.0	29.2
	2		35.7	1296.4	168.9	12.5	28.4 ± 3.46	74.1	5.0	62.7	17.8
	3		34.7	1227.6	182.7	14.9	29.3 ± 1.91	74.8	8.1	44.6	44.0
	4		33.9	1142.8	140.3	12.3	29.3 ± 1.41	71.4	5.7	58.6	23.1
絶食後 31日 (150日)	1		35.4	1352.4	223.4	16.1	30.1 ± 2.52	72.5	10.6	41.6	27.6
	2		34.8	1247.6	183.8	14.7	29.4 ± 1.42	74.8	6.2	66.9	21.2
	3		34.7	1266.6	219.2	17.3	30.4 ± 2.18	72.8	8.3	55.4	25.3
	4		34.0	1147.6	169.4	14.6	29.0 ± 1.61	74.9	5.2	60.7	16.9

註：*は標準偏差

魚体分析結果は理研ビタミン油脂(株)による

試験期間中に抽出した魚体の一般成分の測定結果を表 5. に示す。魚体各部の脂肪並びに水分の含有量の変化を図 3. 4 に示す。魚肉部については一定の傾向がみられ、水分については給餌期間中に

表 5 飼育水温別飼育結果

項目	期間 区	高温期 (0~60日)				低温期 (61~90日)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
増量倍率(%)		217.0	199.8	195.6	192.7	108.1	105.4	108.0	106.7
飼料効率(%)		69.4	62.2	55.7	57.3	39.9	29.6	42.1	30.8
成長率(%/日)		1.30	1.15	1.11	1.11	0.26	0.18	0.26	0.22

においても、無給餌期間についても差は小さい。脂肪含量についてはリン酸塩添加区を除き、水温の低下とともに脂肪含量は高くなっているが、リン酸塩のみの添加区は横ばいである。絶食後については、対照の 4 区の脂肪含量が顕著な低下をみせているが、他は横ばい又は上昇傾向を示した。内臓については水分・脂肪とも変動が大きく一定の傾向に乏しい。これは供試魚に 2 年魚を用いたため、かなり生殖腺が成熟したが、分析にあたっては生殖腺と他の内臓とを区分せず全内臓を摘出して行なったことが変動を大きくした原因であるとみられる。

油脂をコイ飼料に添加した場合、その利用度は水温に大きく影響すると考えられ、一般には飼育水温が 20℃ 以上の場合に添加するのが通例である。したがって油脂の添加効果をみるとすれば、飼育水温別の比較が必要と考えられるので、飼育水温が 20℃ を越える期間を高温期とし、20℃ 以下の期間を低温期とみなして、高低温期別の飼育期間中の増重倍率・飼料効率・成長率を表 4. に示した。

これによれば高温期では、リン添加区の 1 区と 2 区がいずれの数値も無添加区よりも高い値を示しており、リン添加の効果が明らかに認められた。また、リン添加の場合には更にこれに油脂を添加することにより、さらに良好な結果が得られた。

しかし低温期においては 1. 3 区の油脂の添加区が無添加区を上回り、リン酸のみの添加区は対照の 4 区とほぼ同程度であり、リン酸の添加については顕著な差はみられなかった。このことからみてリンと油脂の添加効果を期待するならば、むしろ水温が 20℃ 以上のときに使用する方が、よりよい効果が得られるものと考えられ、リン(+)油脂の添加は、高温期において、成長に効果を与えるが、水温低下とともに魚体内への脂肪蓄積を促進させる傾向があることが予想される。

試験Ⅱ 食味試験

材料と方法

表 1 アンケート内容 (該当欄に順位をつける)

項目	区分	A 区	B 区	C 区	D 区
1. 試験の場所 福島県会津若松市 県立会津短期大学	味の濃淡について				
2. 試験期日 昭和 52 年 12 月 3 日	後味について				
3. パネル 県立会津短期大学食品科の女子学生 18 名に依頼した。	食べた時に骨が気にならないか検体別の感じと順位の 2 通りについて記入				
	(ア) 検体ごとに骨が気にならないかどうかを○で囲む	有 無	有 無	有 無	有 無
4. 供試魚 試験Ⅰによって養成したコイを飼育(給餌)試験終了後、給餌を継続し体重の減耗を極力防止したものをを用いた。供試魚	(イ) 順位については、骨が気になったものについてのみ記入				
	総合判定 (参考) どれが 1 番美味と感じたか順位をつけて下さい				

図 3-1 魚体内の粗脂肪含量の変化

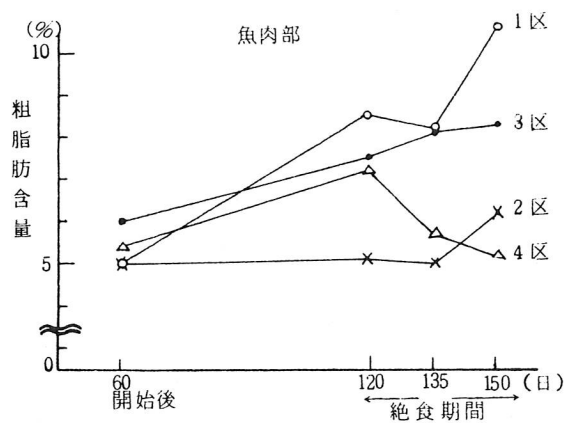


図 3-2 魚体内の水分含量の変化

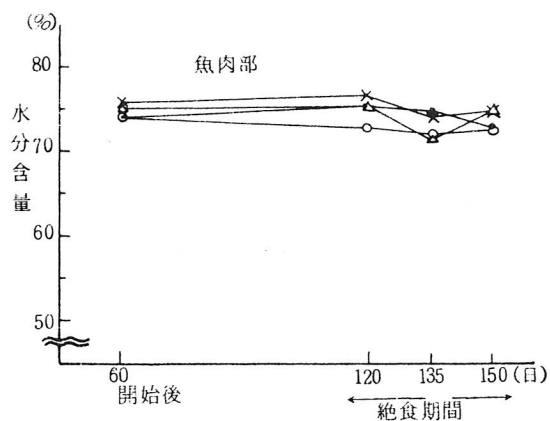


図 4-1 魚体内の粗脂肪含量の変化

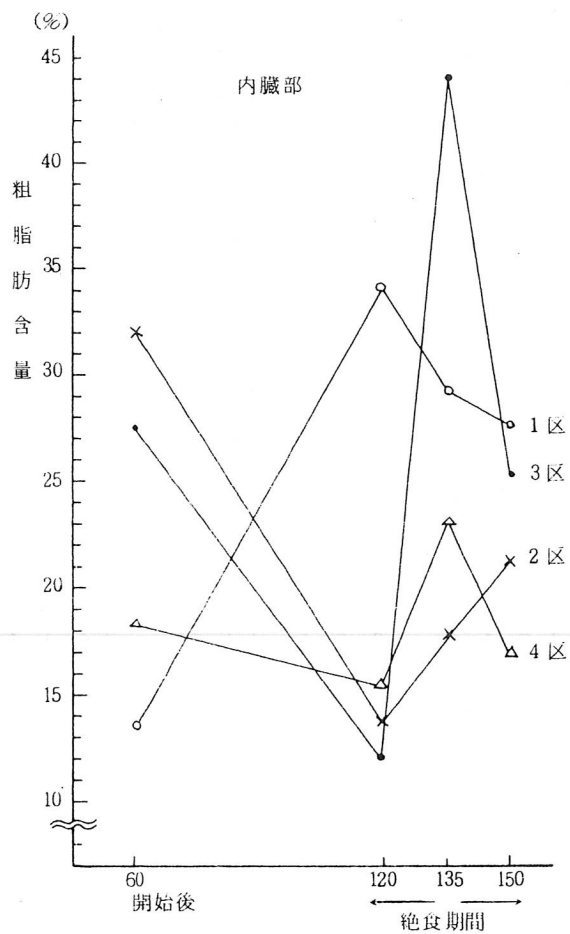
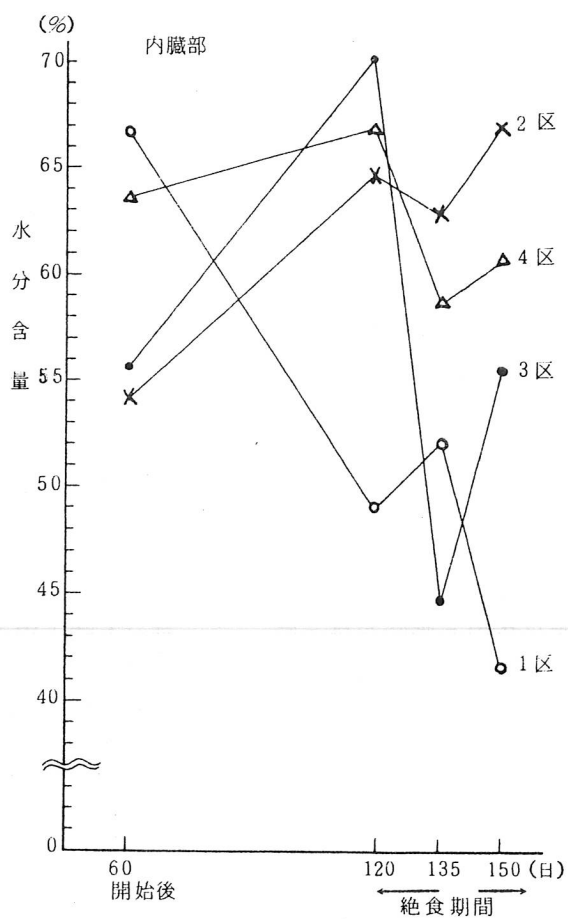


図 4-2 魚体内水分含量の変化



の区分は1～4区までの4例で1区について5尾を用い、試験開始前2日間は餌止めを行なった。

5. 調 理 の 方 法

試験当日、水と酸素を充てんしたビニール袋につめた活魚の状態運び、試験開始1時間前に、県立短大実験室で冷水を用いて「あらい」にしたものを供試した。供試部位は尾柄部を除く体躯部の筋肉のみとした。

6. 試 験 の 方 法

試験日の1週間前に、パネルのうち6名を選定して予備試験を行なった結果、味の濃淡・後味・食べた時の骨っぽさについての識別が認められたので、これらの3項目総合判定の1項目について表1.に示すアンケート方式により食味試験を行なった。調査項目のうち、味の濃淡については、試験Iとは別に当場で養成したマゴイ2年魚の1kg程度のものと、マゴイ1年魚約300gのものを冷水を用いて「あらい」にして、魚体重1kg程度のものを「濃」とし、300g程度のものを「淡」として記憶資料に用いた。後味については、供試前48時間前にと殺し、本場の冷蔵庫に内臓を除去して+3℃に保存したものを、供試魚と同様に試験当日「あらい」にし、後味の悪いものとして記憶資料に用いた。骨っぽさについては、予備試験において尾柄部と体躯部についての比較を行なった結果、その差が認められたので、記憶資料は用いずパネルの官能によった。試食には生醤油を用い、1つのテーブルごとに、4区の検体をそれぞれ独立した容器に盛りつけ、同様に前述した記憶資料を別容器に盛ったものを4ヶ所用意し、1回について4人のパネルによって試験を行なった。1回当りの時間は10～15分を要し、全員が終了したのは1時間、調理開始から試験が終了するまでは約3時間を要した。また試食にあたっては1検体を食味後、水で口中を必ずゆすぐことを義務づけ、アンケートは試食終了後直ちに回収した。

結果及び考察

結果については表2.のとおりである。味の濃淡については、リン酸添加区の方が評価が高く、対照区と対照+油脂添加区が最も低かった。後味については、味の濃淡と同様な傾向をみせ、リン酸塩添加区の評価が高い傾向にあった。味の濃淡・後味の良否の順位については魚肉の脂肪含量の順位と必ずしも一致していないが、最も脂肪含量の高い1区がいずれにおいても評価が高かった。しかし同様な油脂添加区の3区との評価得点差がかなり大きいことは、単に

表2 試 験 結 果

項 目	区 順 位	1 区 リン酸塩 + 油脂 5 %				2 区 リン酸塩				3 区 対 照 + 油脂 5 %				4 区 対 照			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票	得 票
1. 味の濃淡について	得 票	8	6	2	2	6	4	3	5	0	5	3	10	4	3	10	1
	点 数	32	18	4	2	24	12	6	5	0	15	6	10	16	9	20	1
	総得点	56				47				31				46			
	順 位	1				2				4				3			
2. 後 味 に つ い て	得 票	6	7	2	3	8	3	4	3	0	3	8	7	4	5	4	5
	点 数	24	21	4	3	32	9	8	3	0	9	16	7	16	15	8	5
	総得点	52				52				32				44			
	順 位	1				1				4				3			
3. 食べた時に骨が気にならないかどうか 骨が気になったもの	得 有	5	1	2		3	3	1		4	6			4	4	1	
	計 票	8				7				10				9			
	無 票	10				11				8				9			
	点 数	20	3	4		12	9	2		16	18			16	12	2	
	総得点	27				24				34				30			
	順 位	3				4				1				2			
4. 総合判定 (参考) どれが1番美味と感じたか	得 票	5	5	7	1	6	4	3	5	3	1	4	10	4	8	4	2
	点 数	20	15	14	1	24	12	6	5	12	3	8	10	16	24	8	2
	総得点	50				47				33				50			
	順 位	1				3				4				1			

註：点数は順位の1を4点・2を3点・3を2点・4を1点とした。

脂肪含量の差がそのまま味の濃淡・後味に現れたとはみられないと考えられる。

リン酸塩を添加した場合に懸念されている、骨の硬化現象については、試食部が体躯部に限定されたこと、食味形態を一般的なコイの調理方法である「そぎ切り」にしたためか、3区を除き各パネルの半数以上が食べた時の骨っぽさを感じてはいない。3区についてもパネルの約40%は骨を気にしていない。順位についても、予想に反してリン酸塩添加区の方が評価が低い傾向にある。したがってリン酸塩を添加した飼料によって養成したコイの骨の硬化については、食味上顕著な差が生じることは少いとみられる。参考資料として総合判定を求めた結果、3区を除きほぼ同程度の評価点を示し、得点順位については、味の濃淡の傾向と類似したが、単に油脂を添加するだけでなく、リン酸塩を添加した方が食味上においても効果が大きいものと考えられる。

要 約

- 1) 第1リン酸ソーダの形でリンを2%の割合で添加した飼料と無添加飼料に油脂を5%外割で添加したものと、無添加の飼料を用いたマゴイの飼育試験を行なったところ、リン酸塩と油脂の添加区に、飼料効率・増重倍率・平均体重の上昇について優れた結果がみられ、水温が20℃以上の期間の場合の差が顕著であった。
- 2) リン添加区のコイ筋肉中の脂肪含量は、無添加区より低い、絶食後の下降傾向は無添加区の方が大であった。リンに油脂を加えた場合は脂肪の蓄積が大で、飼育水温の低下とともに上昇する傾向にあり、30日間の絶食では低下がみられなかった。
- 3) 18名のパネルにより食味試験を行なったが、リンと油脂を加えた飼料区が、味の濃淡・後味とも評価が大であった。また骨の硬化等による異味についても無添加区との差はみられなかった。

謝 辞

飼育試験にあたって御協力をいただいた養魚用餌料油脂研究会・理研ビタミン油脂株式会社、食味試験を行なうにあたって御指導をいただいた福島県立会津短期大学樋四郎助教授、同じく御協力をいただいた同大食品科の学生の方々に対し、誌上をもって深謝の意を表します。

文 献

- 1) 村上恭祥 1970: コイ養成におけるリン酸塩の餌料添加効果について・広島県淡水魚指導所調査研究報告
- 2) 高松 外 1975: コイ成長における磷酸塩添加飼料の効果・水産増殖 23巻 2号
- 3) 大前浩美 1976: コイにおけるリン酸塩添加配合飼料での油脂添加試験・養魚用餌料油脂研究会委託試験報告別刷
- 4) 日科技連官能検査委員会: 工業における官能検査ハンドブック

エゾイワナ種苗生産研究—I 浮上仔魚の餌付飼料について

※

長沢静雄・立花一正・佐藤 脩・佐野秋夫・高田寿治

Studies on the Fry Production of Charr Fish, *Salvelinus leucomaenis*-1

(About the First Diets for unfed Fry)

Shizuo NAGASAWA, Kazumasa TACHIBANA, Shu SATO,

Toki o SANO and Toshiharu TAKADA,

まえがき

福島県におけるイワナの種苗生産は、1966 年より猪苗代湖産エゾイワナを第1代親魚として始まり、現在まで継続されているが、稚魚期、特に浮上仔魚の餌付が、従来のマス類飼料の単独給餌のみでは多分に困難とされており、この時期における減耗が大きい¹⁾ため県内の生産量は伸びていない。

イワナ浮上仔魚に対する餌付飼料については、新潟²⁾・岐阜³⁾・石川等の報告があるが、研究例が少なく未だ定説のないのが現状である。そこで著者等は1976 年よりアルテミア等の活餌及び魚卵等の生餌や着色配合飼料を用いて、浮上仔魚の、これら飼料に対する嗜好性並びに遮光した場合の餌付について検討した結果、若干の知見を得たので、ここに第1報として報告する。

報告に先だち、試験飼料(着色配合飼料)を提供していただいた日清製粉中央研究所に厚くお礼を申し上げる。また、本研究を行なうにあたり、貴重な御教示を賜った、前内水面水産試験場、大滝勝久生産技術部長に深謝致します。

材料及び方法

(試験 I) — 生餌及び活餌の検討

供試魚は、1975 年11月、内水面水産試験場荻屋沢フ化場で採卵した発眼卵を左走分場に輸送し、フ化した猪苗代湖産親魚に由来する3代目のエゾイワナ(*salvelinus leucomaenis*)を用いた。開始時の魚体重は0.1 gであった。これらの浮上仔魚を、1水槽について各900尾ずつ収容したものを3区設定し、1区にはフ化後48時間を経過したアルテミア及び本年の5~6月に培養、採集し-20℃に凍結保存しておいたタマミジンコと、市販配合飼料のクランブル(0.3~0.6 mm)を給餌した。2区には同種の配合飼料、3区には購入後-20℃に凍結保存しておいた牛の肝臓をチョッパーで数回粉碎したものと、同種の配合飼料を給餌した。なお生餌又は活餌から配合飼料に変わる際には、それぞれ5日間の併用期間をもうけた。給餌方法は、アルテミア・冷凍ミジンコ並びに牛肝については、サイフォンで、配合飼料は手まきで、6回/日 飼育槽の注水部で給餌した。各区における飼料の種類と給餌の期間を図1に示す。給餌量はライトリッツ氏給餌率×70%を基準として与え、仔魚の摂餌状況に応じて適宜増減した。

飼育水槽は90×25×30 cmの木製水槽(図2)を用い、飼育用水には左走分場の飼育水の湧水を使用した。試験期間中の水温は9.5~10.8℃、用水の溶存酸素は各区とも9.0~9.2 mg/l で、注水量は各区とも7.2 l/分に調節した。

※福島県水産試験場

試験期間は3期に分け、1976年3月1日～4月1日までを第1期（試験開始～32日目）、4月2日～4月30日までを第2期（33日目～61日目）、5月1日～6月8日までを第3期（62日～100日目）として各期の終了時に全数を採りあげ、総尾数・総体重を測定した。斃死魚は毎日取りあげ、その都度尾数を確認した。

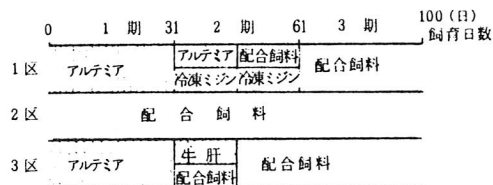


図1. 時期別給餌内容（試験Ⅰ）

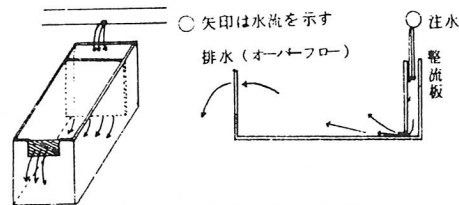


図2. 木製飼育水槽
（試験Ⅱ～Ⅲ）

（試験Ⅱ）—着色飼料による嗜好性の検討

（試験Ⅲ）—生餌及び活餌給餌期間の短縮化並びに餌付時における遮光飼育の検討

供試魚は、1976年10月荻屋沢フ化場で採卵し、発眼したものを猪苗代町、現本場でフ化した猪苗代湖産の親魚に由来する3代目のエゾイワナ浮上仔魚を用いた。開始時の魚体重は、試験Ⅱ・Ⅲでそれぞれ0.07g, 0.11gであった。試験Ⅱでは、1水槽について各1,000尾ずつ収容したものを4区設定した。試験Ⅰにおいてアルテミアへの嗜好性が認められたことから、色調による嗜好性をみるため、1区には無着色配合飼料（0.3～0.6mmクランブル）を、2区は赤色に着色した配合飼料、3区には緑色に着色した配合飼料、4区は対照区として試験Ⅰで最も良かったアルテミアを30日間給餌、以後赤色配合飼料を給餌した。活餌から配合飼料への切り替え時には、5日間の併用期間をもうけた。給餌方法は、アルテミアについてはサイフォンで、配合飼料は手まきで6回/日飼育槽の注水部で給餌した。各区における飼料の種類と給餌の期間を図3に示す。給餌量はライトリッツ氏給餌率×70%を基準として与え、仔魚の摂餌状況に応じて適宜増減した。

試験Ⅲでは1水槽について各1,000尾ずつ収容したものを6区設定し、1～3区には、試験Ⅰにおいて有効であったアルテミアの給餌期間の短縮化をはかるため、それぞれ30日, 20日, 10日間給餌し、その後赤色配合飼料に切り替えた。4区は鮮魚店より購入したマダラの卵を30日間給餌後、配合飼料を与えた。更に初期の餌付時における光との関連性を求めるため、自然光のもとでの通常飼育である5区（明区）と作意的に飼育槽を木製のフタで覆い暗中で飼育した6区（暗区）を設定し、市販配合飼料のみを給餌した。生餌から配合飼料への切り替え時には、5日間の併用期間をもうけた。給餌方法は、アルテミア、生タラ卵についてはサイフォンで、配合飼料は手まきで6～8回/日飼育槽の注水部に給餌した。各区における飼料の種類と給餌の期間を図4に示す。給餌量はライトリッツ氏給餌率×70%を基準として与え、仔魚の摂餌状況に応じて適宜増減した。

試験に供した飼育水槽は、試験Ⅱ・Ⅲとも30×25×20cmの木製水槽を使用した。飼育用水は、秋元湖を水源とする地表水を10.5～11.5℃に加温して用いた。期間中の注水量は各区とも10ℓ/分で、用水中の溶存酸素は11.0～11.5mg/ℓであった。

試験期間は、試験Ⅱでは1977年2月10日～3月11日までを第1期（試験開始～30日目）、3月12日～4月10日までを第2期（31日目～60日目）とした。試験Ⅲでは、3月19日～4月17日までを第1期（試験開始～30日目）、4月18日～5月17日（31日目～60日目）を第2期として、各期の終了時に全数採りあげ、総尾数・総体重を測定した。斃死魚は毎日取りあげ、その尾数と重量を測定した。

なお、試験Ⅰ～Ⅲの飼育結果について、1975年養鱒部会連絡試験の測定方法に関する申し合わせ事項に基づき各項目を算出した。

表1 配合飼料成分(試験Ⅱ・Ⅲ)

材料	区色	1 区	2 区	3 区
		無着色	赤色区	緑色区
		%	%	%
北 洋 魚 粉		7 0	7 0	6 5
小 麦 粉		2 2	2 2	2 2
ミ ネ ラ	注1)	3	3	3
ビ タ ミ	注2)	5	5	5
ク ロ レ ラ		—	—	5
赤 色 102号		—	0.037	—
黄 色 5 号		—	0.007	—

注1) マツカラム塩 No.185

注2) ハルバー処方

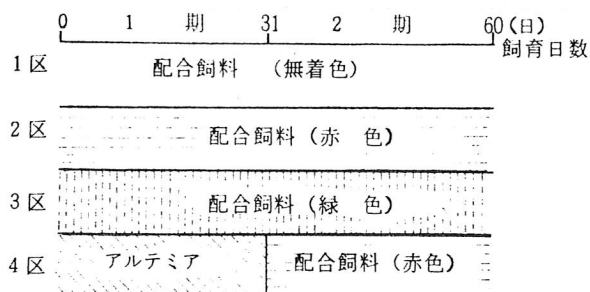


図3 時期別給餌内容(試験Ⅱ)

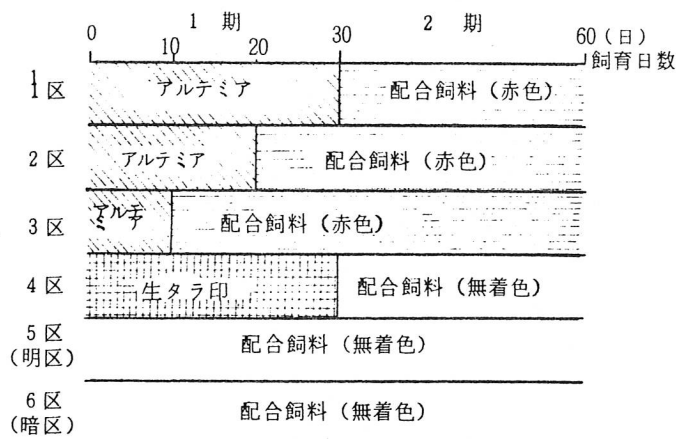


図4 時期別給餌内容(試験Ⅲ)

結 果

(試 験 I)

100日間の飼育結果並びに10日毎の累積斃死尾数をそれぞれ表2・図5に示す。摂餌状況は、アルテミアを給餌した1区が最も活発で、次いで牛肝の3区、配合飼料の2区の順であった。

表2 飼 育 結 果(試験Ⅰ)

試験区	経 過	1 区	2 区	3 区
測定項目	日 数	アルテミア	配 合	牛 肝
(尾)	0	900	900	900
(1) 総 尾 数	32	747	609	674
	61	688	557	623
	100	639	517	522
(g)	0	87.0	87.0	88.0
(2) 総 重 量	32	98.0	97.0	88.0
	61	145.0	184.0	168.0
	100	251.0	308.4	290.0
(g)	0	0.1	0.1	0.1
(3) 平均体重	32	0.1	0.2	0.1
	61	0.2	0.3	0.3
	100	0.4	0.6	0.6
(尾)	32	128	261	211
(4) 斃死尾数	61	48	35	37
	100	35	23	81

斃死尾数については、2～3区は餌付後20日目前後までに急激に増加するが、31日目以降はゆるやかな増加を示した。1区は、餌付後20日目～31日目にかけ増加するが、2、3区に比してその勾配は低く、31日目以降は2、3区と同様な増加の傾向を示した。最終尾数歩留では、1区が最も良く、2、3区との間に明らかに差が認められたが、2、3区間には差が認められなかった。期間中の斃死魚は各区ともやせて、ピンヘッドの様相を呈し、摂餌した様子はみられず、明らかに餓死したものと考えられた。

(尾)	32	25	30	15
(5)不明尾数	61	11	17	14
	100	14	17	12
(%)	32	83.0	67.7	74.9
(6)尾数歩留	61	92.1	91.5	92.4
	100	92.9	92.8	83.8
	全期	71.0	57.4	58.0
(g)	32	55.4	55.4	56.1
(7)給餌量	61	72.2	111.0	119.0
	100	240.0	245.0	245.0
	全期	367.6	411.4	420.1
(g)	32	26.3	40.6	22.6
(8)増重量	61	53.5	87.0	80.0
	100	106.0	124.0	122.0
	全期	185.8	251.6	224.6
(%)	32	47.4	73.2	40.2
(9)飼料効率	61	74.0	86.9	72.6
	100	52.1	58.0	63.3
	全期	50.5	61.2	53.5

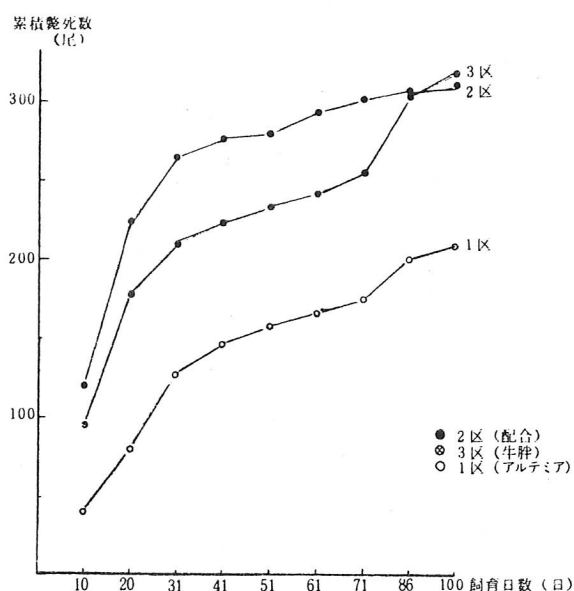


図5 飼育期間中の累積斃死尾数

(試験Ⅱ)

60日間の飼育の結果並びに10日毎の累積斃死数をそれぞれ表3・図6に示す。摂餌の傾向は試験Ⅰと同様アルテミアを給餌した4区が、他の区と比較して良好であったが、1,2,3区間の差は認められなかった。嗜好性については、4区以外の区では特に認められなかった。第1期の測定結果から、1～3区で平均体重が試験開始時とほぼ変りのないのに比して、4区では約1.7倍と増加しており、アルテミアが初期餌付飼料として効果のあることが認められた。

斃死尾数については、20日目までは各区とも、ほぼ同様な傾向を示すが、20日目以降、4区を除く他の区で急激に斃死数が増加し、この傾向は40日前後まで続き、最終の尾数歩留が10%台まで低下した。一方4区は、40日目までの斃死数は1～3区に比較して極めて少数であった。40日目以降急激に増加したが、斃死魚は体表に出血斑・潰瘍等がみられたので細菌検査を実施した結果、Vibrio sp.とみられる細菌が検出されたので、死因はこの菌による疑いが濃い。1～3区の斃死魚は肉眼的観察の結果から明らかに餓死したものと考えられた。

表3 飼育結果 (試験Ⅱ)

試験区	経過日数	1区 配合無着色	2区 配合赤色	3区 配合緑色	4区 アルテミア
(尾)	0	1000	1000	1000	1000
(1)総尾数	30	850	875	841	951
	60	103	121	83	160
(g)	0	70.0	70.0	70.0	70.0
(2)総重量	30	68.0	70.0	67.3	114.1
	60	38.1	56.9	23.2	56.0
(g)	0	0.07	0.07	0.07	0.07
(3)平均体重	30	0.08	0.08	0.08	0.12
	60	0.37	0.47	0.28	0.35
(倍)	30	1.14	1.14	1.14	1.71
(4)増重倍率	60	4.63	5.88	3.50	2.92

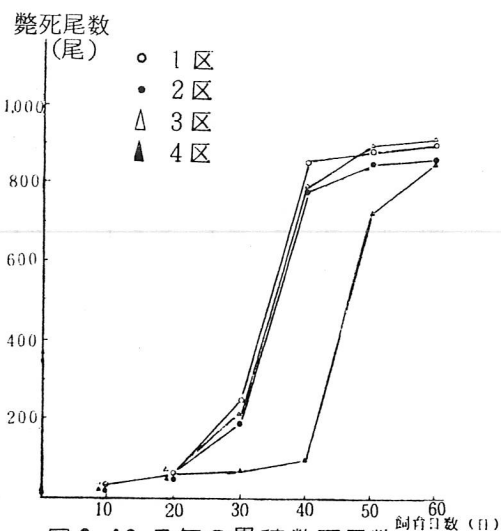


図6 10日毎の累積斃死尾数 (試験Ⅱ)

(5) 斃死尾数	(尾)	30	144	120	154	47
		60	734	735	749	767
(6) 斃死重量	(g)	30	13.7	9.0	11.6	5.6
		60	58.7	88.2	82.4	92.0
(7) 不明尾数	(尾)	30	6	5	5	2
		60	13	19	9	24
(8) 不明重量	(g)	30	0.6	0.4	0.4	0.2
		60	3.2	5.2	1.6	5.1
(9) 尾数歩留	(%)	30	85.0	87.5	84.1	95.1
		60	12.1	13.8	9.9	16.8
		全 期	10.3	12.1	8.3	16.0
(10) 給 餌 量	(g)	30	54.6	57.0	56.9	62.4
		60	125.0	124.4	124.2	125.5
		全 期	179.6	181.4	181.1	187.9
(11) 補正増重量	(g)	30	11.3	8.4	8.3	49.9
		60	32.0	80.3	39.9	39.0
		全 期	43.3	88.7	48.2	88.9

(試験Ⅱ)

60日間の飼育の結果並びに10日毎の累積斃死数をそれぞれ表4・図7、8、に示す。

摂餌の傾向は明らかに生タラ卵を給餌した4区が良好で、肉眼的観察からしてもアルテミア給餌区より優れており、生タラ卵に対する仔魚の嗜好性が十分認められた。更に第1期の測定結果から、生タラ卵を給餌した4区では、平均体重が開始時の2倍になっており、初期餌付飼料としてはアルテミアより更に有効であると認められた。

斃死尾数については、1～3区のアルテミア給餌区で差は認められな

かったが、その傾向をみると活餌の給餌期間が短い区程、斃死数の増加時期が早まる傾向にあった。一方4区では、10～50日目まではゆるやかに増加の傾向を示し、60日目ではほぼ横ばい状態となった。最終の尾数歩留では、他の区と明らかに差が認められた。各区の斃死魚については、肉眼的観察の結果、やせてピンヘッドの様相を呈するものが大部分であり、餓死したものと考えられた。

5区(明区)・6区(暗区)の比較については、増重培率・尾数歩留でほとんど差がなく、わずかに30日間の斃死尾数で5区が下まわった。

表4 飼 育 結 果 (試験Ⅲ)

試験区	経 過	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区
測定項目	日 数	アルテミア 30日	アルテミア 20日	アルテミア 10日	生タラ卵	明	暗
(1) 総 尾 数	(尾)						
	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	30	675	734	321	883	175	215
	60	221	159	180	716	109	118
(2) 総 重 量	(g)						
	0	110	110	110	110	110	110
	30	845	1028	54.6	194.3	24.5	34.4
	60	46.4	42.9	66.6	264.9	45.8	42.5
(3) 平 均 体 重	(g)						
	0	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
	30	0.13	0.14	0.17	0.22	0.14	0.16
	60	0.21	0.27	0.37	0.37	0.42	0.36
(4) 培 重 培 率	(倍)						
	30	1.18	1.27	1.55	2.00	1.27	1.45
	60	1.61	1.92	2.17	1.68	3.0	2.25
(5) 斃 死 尾 数	(尾)						
	30	314	251	653	108	795	758
	60	438	563	138	150	61	89
(6) 斃 死 重 量	(g)						
	30	40.5	31.4	93.0	17.8	99.4	102.3
	60	72.3	115.4	37.3	44.3	17.7	23.1
(7) 不 明 尾 数	(尾)						
	30	11	15	26	9	30	27
	60	16	12	3	17	5	8

(8) 不明重量 (g)	30	2.2	1.9	3.6	1.5	3.8	3.6
	60	2.6	2.5	0.8	5.0	1.5	2.1
(9) 尾数歩留 (%)	30	67.5	73.4	32.1	88.3	17.5	21.5
	60	32.7	21.7	56.1	81.1	62.3	54.9
	全期	22.1	15.9	18.0	71.6	10.9	11.8
(10) 給餌量 (g)	30	40.4	58.4	79.2	140.0	81.3	88.8
	60	91.1	103.0	74.7	194.6	74.5	69.5
	全期	131.5	161.4	153.9	334.6	155.8	158.3
(11) 補正増重量 (g)	30	17.2	26.1	41.2	103.6	17.7	30.3
	60	36.8	58.0	50.1	119.9	40.5	33.3
	全期	54.0	84.1	91.3	223.5	58.2	63.6

斃死尾数 (尾)

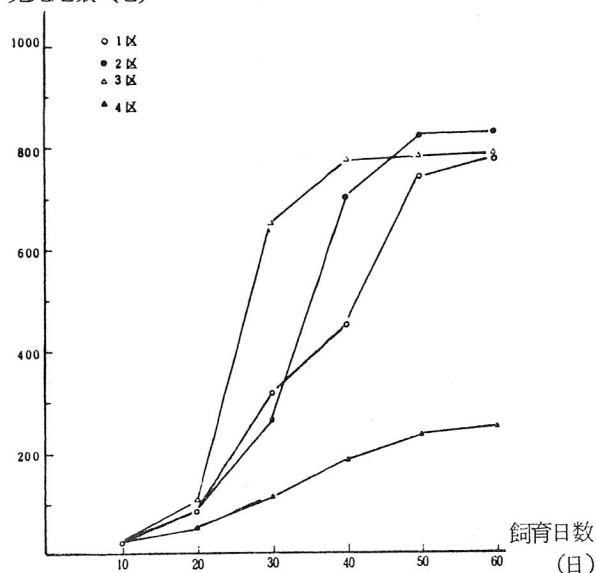


図7 10日毎の累積斃死尾数(試験Ⅲ)

斃死尾数 (尾)

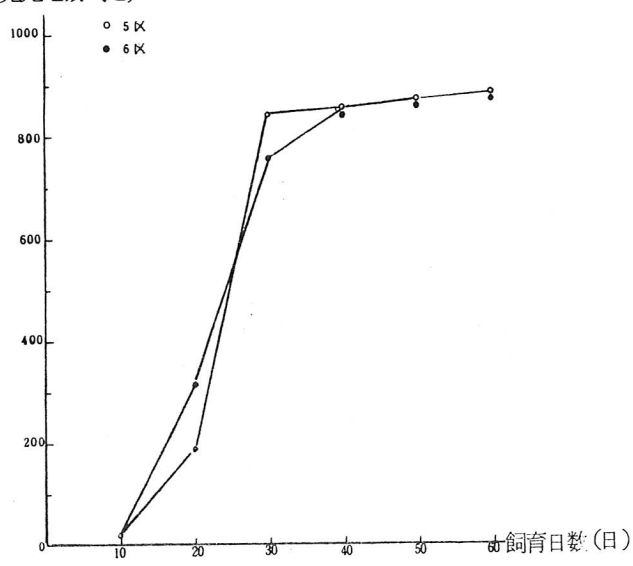


図8 10日毎の累積斃死尾数(試験Ⅲ)

考

察

試験Ⅰ～Ⅲでは、用水等の飼育条件において多少の違いはあったが、疾病等の例外を除き斃死魚の大部分が餌付後20～40日目に集中し、以後減少の傾向にあった。又斃死原因がほとんど餓死によるものと推測できることから、稚魚の量産化を図るには、この時期以前に嗜好性の高くかつ十分摂餌の可能な飼料の開発が必要である。その意味では、今回の試験に供した餌付飼料の中で、今後その給餌期間給餌頻度等の検討が必要であるが、試験Ⅲで実施した30日給餌で、増重増率・尾数歩留において他の区とは明らかに差が生じ、又配合飼料への切り替えも比較的容易であった生タラ卵が最も有望であると考えられる。一方アルテミアについては、嗜好性も十分認められ、初期の尾数歩留が良い点に効果はあるが、流水飼育であるため十分摂餌されないうちに排水に流されてしまうこと、アルテミア卵の確保が困難で、かつ高価であること、又、配合飼料への切り替えが難しいこと、更に、アルテミアを餌付飼料として用いる場合、尾数歩留の向上を期待するには、少なくとも30日以上給餌が必要であり、一定の増重を期待するにはコスト的に極めて高くつく等の問題がある。配合飼料については給餌・管理が容易で更に品質が安定的である等々多くの利点はあるが、今回の試験の結果では、現時点での餌付飼料としては問題点が多い。

魚が色を識別するか否かは、Wolff, V.Frisch,等が Dhoxinus 等の淡水魚を用いて、硬骨類⁴⁾には発達した色覚をもつことが確認されている。このことより、アルテミア給餌区で好結果が認め

られたのは『色に対しての嗜好性があるのでは』という発想から、それと同色調の赤色に着色した配合飼料と、野口（日清製粉—私信）によれば緑色への嗜好性がマス類では高いことから、緑色に着色した配合飼料を用いて試験したが、それぞれについて特に効果は認められず、色調による嗜好性は、ほとんどないと考えられる。

通常、一般のマス類では、餌付時にある程度の遮光を行ない給餌するが、今回試みた通常飼育と遮光飼育では、尾数歩留，増重増率とも差がみとめられず、イワナの餌付時には極端な遮光が必要でないと思料される。

今回の試験では実施できなかったが、給餌頻度，系統群別，水温差，継代別による餌付けの差も十分考えられることから今後検討する必要がある。

要 約

1. 1976年3月～1977年5月にかけて、エゾイワナ浮上仔魚を用い、活餌，生餌，配合飼料による餌付試験を行なった。
2. 試験Ⅰのアルテミア30日間給餌区で高い尾数歩留を示した。
3. 試験Ⅲの生タラ卵30日間給餌区で増重増率・尾数歩留が最も良い結果を示した。
4. 赤色及び緑色に着色した配合飼料に対する嗜好性は認められなかった。
5. アルテミアを餌付飼料として用いる場合、30日間以上の給餌が必要と考えられた。
6. 遮光飼育による餌付効果は認められなかった。

文 献

- 1) 富田政勝・高橋泰夫：イワナの増殖について—Ⅰ 新潟内水試研報No1P87～97(1967～1971)
- 2) 茂木 博：イワナの増殖に関する研究—Ⅰ 岐水試研報 No18 P13～20(1977)
- 3) 第2回養鱒技術協議会資料 イワナの種苗生産試験について 石川内水試 (1977)
- 4) 川本信之：魚類生理学 恒星社厚生閣 P256～257

農薬の魚類に与える毒性に関する研究—I

除草剤,モリネートが流入した養鯉

“ため池”における被害の実態

鈴木 馨・大滝勝久・高越哲男・辻満雅視・小野 剛

Studies on the ToXity of Agricultural Control Chemicals for Fresh Water Fishes—I
The Circumstances of Damage in CarP Farm Affected by a Herbicide, Molinate,

Kaoru SUZUKI. Katsuhisa OHTAKI. Tetsuo TAKAKOSI.
Masasi TUZIMA and Takesi ONO.

1. 緒 言

1975年より1977年にかけて、いずれも6～7月の期間に福島県郡山市・須賀川市・鏡石町などの本県鯉養殖の主産地を中心として、全県的な規模で貧血症を伴うコイの大量へい死事故が引続き発生している。これらのコイは、鰓葉が極度に血色を失って白色を呈し、内臓諸器官も血色を失い、血液はわずかに赤味を帯びた水様を呈し、外観的には切っても血が出ないといった状態の極度の貧血症を起しており、最終的にはへい死に至るとみられる。

同様の貧血症の発生については、川津^{1) 2)} 深津^{3) 4)} 山形水指⁵⁾ 熊丸⁶⁾ らにより、モリネート系の水田除草剤による疑いがきわめて強いことが報じられているが、筆者らのその後の研究でもその知見を強めている。

養鯉へい死事故発生状況 (S51)

	養殖場数	被害水面	備 考
浜通り	相馬市	3	0
	鹿島町	7	1
	原町市	3	0
	浪江町	2	0
	いわき市	2	0
中通り	国見町	1	0
	本宮町	1	1
	郡山市	34	13
	須賀川市	8	1
	岩瀬村	2	2
	鏡石町	2	1
	矢吹町	8	2
会津	—	—	—
合 計	73	21	



事故発生該当市町村



図3に示す三穂田地区

図1. 養殖ゴイへい死発生地点図

※ 福島県水産課

モリネート系除草剤は、昭和47年農薬年度(1971年10月1日~1972年9月30日)内に登録された農薬成分であり、西内⁷⁾によれば、コイに対する48時間TLM値として製剤濃度(商品名マメット)で73ppmの数値が報告されており、従ってその魚に与える毒性については比較的安全性が高いとみられていたものである。しかし、深津らが指摘するようにモリネートの魚に与える毒性については、48時間TLM値を主体とする現在の農薬登録基準の方法では、本質的な影響の予測が困難な、いわゆる亜急性毒性の部類に入るものであり、この種の毒性を調べるにあたって、具体的試験法すら示されていないのが現状である。

1977年県は、行政機関を中心に農業・水産両サイドからの懸命の安全対策を実施したにもかかわらず効を奏し得なかった。これは(1)非常に低濃度で魚体に作用すること、(2)影響の出現期が当該農薬の流入後7~10日以降といった、いわゆる亜急性毒性であることの2点がこの農薬成分の特徴としてあげられ、そのことが危被害防止対策を一層困難なものにしている。

筆者らは、1975~1977年の3年にわたり現地調査を行い、本県における“ため池養鯉”の地形条件・へい死の状況・被害魚の性状など、その実態を調べたが、その結果これら一連のへい死事故の主因は明らかにモリネート系除草剤が関与しているとみられたので報告する。

表1 養鯉へい死状況(1975、1976年)

池所在地	池名	経営者名	へい死 期間	へい死 数量 (kg)	漁業 権	面積 (ha)	義務 放養量	迂回 水路	備考 (ton)
本宮町	大谷池	広瀬義雄	6/23~7/6	250	2	4.6	2,000	ナシ	
郡山市富久山福原	宝沢沼	(株)宝沢沼養魚場	6/21~6/29	400	3	9.5	5,000	有	
“久保田	善宝池	篠谷和男	6/18~7/11	530	5	6.8	3,000	ナシ	
“中ノ平	新池	熊田寅吉	6/22~7/5	300	11	4.3	1,300	有	
“安積町笹川	荒池	広瀬義雄	6/17~7/6	13,400	14	8.2	4,000	ナシ	12.4
“成田	知行池	七海権衛	6/22~7/8	4,010	15	1.2	600	ナシ	
“三穂田町川田	新高野池	富沢洸	6/27	120	22	2.0	1,000	有	
“	高野池	影山清	6/27~7/12	1,000	23	1.5	800	有	
“駒屋	長岫池	熊田トミ	6/10~7/12	10,000	25	2.3	1,100	ナシ	1.3
“富岡	三本木北池	古川茂雄	6/17~7/11	2,853	27	1.8	900	有	
“	三本木南池	“	6/27~7/11	2,905	28	3.2	1,000	有	
“野田	七ツ池	熊田純幸	6/3~7/7	700	29	3.6	2,000	有	
須賀川市仁井田	“	渡辺一郎	6/14~7/11	26,530	38	18.0	9,000	有	28.0
岩瀬郡鏡石町	諏訪池	広瀬芳松	6/17~7/11	3,700	45	3.9	2,000	ナシ	
西白河郡矢吹町	釜池	三京水産(株)	6/27~7/10	15,000	49	5.0	1,500	ナシ	
“	大池	広瀬義成	6/17~7/12	10,503	51	8.4	2,500	ナシ	4.0
相馬郡鹿島町	唐神ため池	広瀬義雄	6/27~7/6	1,530	63	25.1	12,000	ナシ	
郡山市野田	宮の前池	七海権衛	6/22~7/8	910	16	0.7	300	ナシ	
“	長岫池	渡辺一郎	6/14~7/5	9,000				ナシ	9.0
岩瀬郡岩瀬村	白山池	“	6/16~6/25	12,000				ナシ	12.0
“前田川	二ツ池	“	6/17~6/28	12,000				ナシ	
(計)				127,641					66.7

註) 備考欄の数字は1975年のへい死ton数

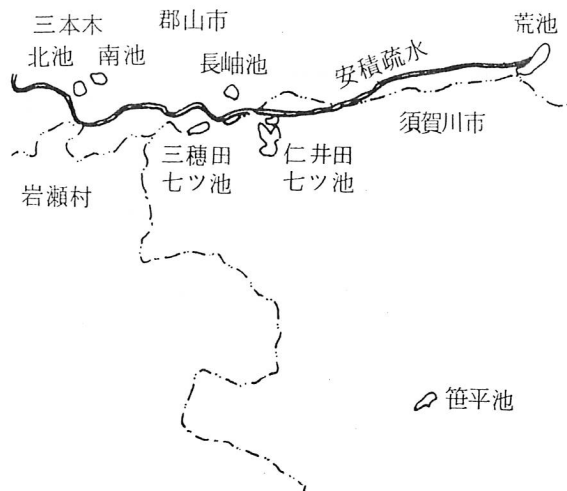
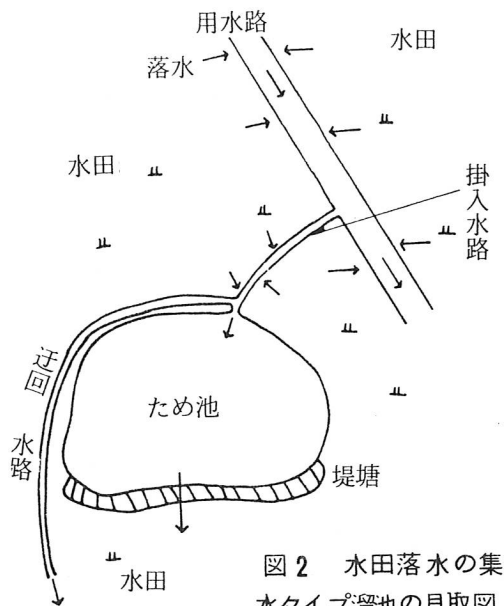


図2 水田落水の集水タイプ溜池の見取図

図3 三穂田地区における同一水系の溜池群

表2 養鯉へい死状況(1977年)

項目 池名	へい死 期 間	へい死 数 量 (kg)	放養量 (ton) (4月)→ (7月)	へい死 率 (%)
大谷池				
宝沢沼	6/24~7/6	1,600	6→20	8
善宝池	6/21~7/15	620	3.5→11.7	5
新池	6/20~7/17	11,000	6.5→18	61
荒池	6/23~7/20	7,500	3.2→7.5	100
知行池	6/20~7/15	1,850	6.4→7.8	24
新高野池				
高野池				
長岫池				
三本木北池	6/27~7/20	3,200	5→16.7	19
三本木南池				
七ツ池				
七ツ池	(6/28~6/29)	(4,100)	(22)	(17)
諏訪池	6/27~7/2	40	5→15	0.2
松房池	6/8~7/2	15,000	68	22
牡丹池	6/9~7/2			
釜池				
大池	6/10~7/23	26,500	12→50	53
唐神留池				
宮の前池				
長岫池				
白山池				
二ツ池	7/15~7/28	2,300	4.65	49
計		73,710		

2. コイのへい死状況と地理的条件

1976年の養殖ゴイへい死発生地点図を図1に示す。また、1975年と1976年のへい死状況を表1に、1977年のそれを表2に示す。各池とも若干の遅速はあるが6月中旬頃よりへい死魚の発生をみており、7月の上旬ないし中旬頃までへい死期間が続いている。へい死数量は1975年が66トン、1976年が127トン、1977年は農業・水産両サイド懸命の安全対策にもかかわらず、依然として73トンの被害に及んでいるとされている。

本県の郡山・須賀川両市などの主産地に於ける“養鯉ため池”群は特殊な地理的条件にあり、その代表的なものとして郡山市三穂田地区の“ため池”群の事例を図2、3に示す。被害の多発した“ため池”は図2に示したように、灌漑用水路を経由して注水されるほか、水路周辺の耕地、特に水田からの落水を集水するタイプの“ため池”である。そして図3に示す三穂田地区の“ため池群”は、図2の例の“ため池”が猪苗代湖からの“安積疏水”を水源とする灌漑用水路に沿って、これと連絡しながら散在し、一連の同一水系とみなし得るものである。

被害発生前の傾向としては、6月初旬地域にかなりの降雨があり、各池とも一時的に水田からの流入水の増量がみられた。また、1976年の調査では三本木南池・同北池・諏訪池・長岫池・仁井田七ツ池などでは、6月10日前後に植物プランクトンの枯死による“水変わり現象”が生じ、養殖鯉が流入水の掛り口へ蟄集したり、昼間から攪水車のまわりに寄りつくといった鼻上げ症状を呈する現

表3 水質分析結果
(採水 1976. 6. 22・単位 mg/ℓ)

池名 項目	荒池	諏訪池	二ツ池	白山池	仁井田 七ツ池	長岫池	三穂田 七ツ池	三本木 北池
水温(℃)	22.2	19.7	21.8	22.2	22.0		22.5	24.1
PH	6.7	6.7	6.7	6.8	6.9	6.7	6.4	7.1
透視度	9							
SS	49.5	20.6	57.5	11.5	62.5		13.0	9.0
溶存酸素	4.18	6.70	4.90	5.55	8.03			
COD	8.57	7.33	13.61	6.47	9.90		3.85	11.88
BOD	9.6	11.9	14.9	9.2	8.4		6.9	15.7
NH ₄ -N	1.720	0.450	1.110	0.900	1.180		0.690	1.000
NO ₂ -N	0.059	0.042	0.078	0.050	0.026		0.025	0.017
NO ₃ -N	0.351	1.108	0.852	0.620	0.314		0.355	0.143
全窒素	1.696	0.418		1.087	1.338			1.350
PO ₄ -P	0.031	0.031	0.032	0.049	0.022		0.022	0.029
SO ₄ ²⁻	37.5	8.5	12.0	15.0	41.5		45.5	42.5
Cl ⁻	20.0	12.8	13.2	16.7	16.0		19.0	14.5
Ca ²⁺	15.7	9.1	10.9	15.0	13.0		14.1	11.9
Mg ²⁺	5.88	3.45	4.57	3.94	4.42		5.54	4.33
SiO ₂	10.3	13.2	8.8	11.2	2.7		11.8	6.4

象がみられた。白山池・荒池については浅い部分で雑魚のへい死体(主にモロコ)も認められた。

3 水質の一般項目分析

1976年6月22日調査時の“ため池”の水質一般項目分析結果を表3に示す。全般的にみて、これまでの調査結果⁸⁾と比較して特異な点は認められなかった。溶存酸素量は、やや低めのところもみられるが、通常の場合鼻上げ症状を呈する条件にあるものとは、本測定の結果

果からは考えられない。PH値がやや低く、SO₄²⁻が大きいことは、この水系が前述のように、硫酸性猪苗代湖からの灌漑水路である“安積疏水”に水源を依存していることによるものである。

4 被害魚の性状と水質中および魚体中の残留農薬

被害魚は外見的には鰓葉が著しく白色を呈し、極度の貧血症状を呈している以外は顕著な外傷や粘液の異常分泌・潰瘍などはみられず、また、体色についても肉眼的には黒色化、あるいは異常な肥満度の低下などは認められなかった。内部的には内臓各器官が白色を呈している以外は、出血斑や消化管のカタル・充血などは認められない。血液はピンク、あるいは、ほとんど無色の状態であり1976年6月22日に採取した検体についてみると、赤血球数が $11\sim47\times10^4$ ・ヘマトクリット値2~5%・ヘモグロビン0.03~0.15 g/dlであり、極度の貧血症状にあった。

また、同年6月26日採取した魚体の内臓からは、肝すい臓で0.260ppm・腎臓で0.092ppm・水質からは0.010~0.020ppmの濃度で、それぞれモリネートが検出された。同時にシメトリン・ベンチオカーブが検出されたが、この時期の“ため池”内には、附近水田で使用されるモリネートを主成分とするマメットとベンチオカーブを主成分とするサターンSを含む水田落水が混入してくるものと推測された。深津³⁾⁴⁾は数多い生物試験の結果から、この貧血症の発生はモリネート区のみに出現し、同時に実施したシメトリン区・MCPB区には出現しないことを報告している。ベンチオカーブについては、山形水指⁵⁾の報告があるが、貧血症との関連は明確でない。

5 除草剤の使用体系と地域別使用量の年推移

福島県農作物病害虫防除基準⁹⁾による1973年の除草剤使用体系を図4に、1975年のそれを図5に示す。これによれば1973年ごろまでは、いわゆる“中期除草剤”としては、ベンチオカーブ・シメトリンを主成分とするサターンSが主体であり、これに対し、1975年にはモリネート・シメトリンを主成分とするマメットがその中に入ってきている。

モリネート剤の年次別・市町村別使用量変化を表4に示したが、本県においては1975年より使用されており、1975年の使用量を100とすれば、1976年には156、1977年には234と年々増加の傾向がうかがわれる。一方、貧血症を伴う養殖鯉のへい死事故は、1975年にはじめて発生しており、年次的にはモリネート剤の進出した年次と一致する。なお、1977年被害をうけた“ため池”の周辺水田における使用農薬を聞き取りならびにアンケート調査の結果から整理してみると、マメットのみが6件・マメットとサターンSの混用が6件・マメットSMとサターンSの混用が6件・マメットおよびマメットSMとサターンの混用が1件となっている。

中期除草剤の農薬主成分は、マメット(モリネート6%・シメトリン1.5%)・マメットSM(モリネート8.0%・シメトリン1.5%・MCPB0.8%)・サターン(ベンチオカーブ10.0%)・サターンS(ベンチオカーブ7.0%・シメトリン1.5%)・クミリードSM(ベンチオカーブ10.0%・シメトリン1.5%・MCPB0.8%)となっている。

1977年県は、1976年の結果をふまえ農業と水産両サイドから、危被害防止の安全対策を実施した。即ち、地域的にモリネート系農薬の出荷と使用の全面又は一部規制、代替農薬の使用の推進、養魚用水の水管理(注水停止)、放養時期の延期、口過装置の設置などである。しかしながら表2にみられるように結果としては魚類のへい死を全面的に防止し得ず、ただ、養魚用水の水管理を完全にしたところと放養を延期した“ため池”においてのみ被害を防止出来たにすぎなかった。このことから、モリネートによる危被害防止策の策定にあたっては、全県的な措置を要することが、今後の大きな課題であろう。

(田植前)	(田植)	(田植後)	有終効	出	成	刈
-1	0	+2 +7 +20 +25	効	出	成	刈
-1	0	+5 +10 頃	効	出	成	刈
例1	CNP またはNIP	ベンチオカーブ シメトリン	24-AP・ATA または パラコート			
例2	CNP またはNIP	CNP	ベンチオカーブ シメトリン	24-PA・ATA または パラコート		
例3		CNP	ベンチオカーブ シメトリン	24-PA・ATA または パラコート		

図4 稚苗移植栽培の主な除草体系(1973年)

(田植前)	(田植)	(田植後)	有終効	出
-3	0	+2 +7 +15 +20 +25	効	出
-1	0	+5 +10 頃	効	出
例1	CNP クロメトキシニル ベンチオカーブ オキサジノン乳剤	ベンチオカーブ シメトリン モリネートS プロメトリン・MCPB モリネートSM		
例2	CNP	CNP	ベンチオカーブ シメトリン モリネートS プロメトリン MCPB	
例3		CNP	ベンチオカーブ シメトリン	
例4	CNP クロメトキシニル ベンチオカーブ	トリフルラリン MCPエチル		

図5 稚苗移植栽培の主な除草体系(1975年)

表4 モリネート剤の年次別市町村別
使用量の推移
(単位：ケース)

市町村	1975年	1976年	1977年	1978年
本宮町	253	253	1	298
郡山市	1,207	3,185	4,281	1,440
須賀川市	456	448	1,181	0
鏡石町	99	335	0	0
矢吹町	188	150	915	750
西郷村				
泉崎村				
白河市	2,057	3,749	4,787	4,166
岩瀬村	824	99	6	0
相馬市	1,576	1,747	3,359	3,400
鹿島町	1,380	2,055	2,416	1,800
原町市	286	915	2,380	980
その他	11,792	18,458	27,741	27,628
県計	20,109 (100)	31,394 (156)	47,067 (234)	40,462 (201)

※ 1978年は予定の数量

6 結 言

本県の郡山市三穂田地区などにみられる特殊な地形条件にある“水田落水を集水するタイプのため池”において、1975年から、貧血症を伴う養殖ゴイの大量へい死事故が多発している。

へい死魚は極度の貧血症状を呈し、1976年採取した頻死のコイの血液性状は、赤血球数が $11 \sim 47 \times 10^4$ ・ヘマトクリット値 $2 \sim 5\%$ ・ヘモグロビン $0.03 \sim 0.15 \text{ g/dl}$ であり、魚体内臓からは $0.092 \sim 0.260 \text{ ppm}$ ・水中からは $0.010 \sim 0.020 \text{ ppm}$ のモリネートが検出された。

貧血症魚の発生年次は、本県における除草剤の使用体系の変化した、即ち、モリネート剤の進出の年次と符合し、更に深津³⁾ 4)らの報じた生物試験の結果と非常に類似の症状を現地において確認した。

これらの結果より、1975年より多発している貧血症をともなう養殖ゴイの大量へい死事故の主因は、明らかに、モリネート系除草剤の主成分であるモリネートが“ため池”に流入したことによるものと考えられる。

問題点は、このモリネート剤の魚類に与える毒性が、48時間TL_m値による現行毒性規準に比して、いわゆる、亜急性毒性の部類に入るもので、現在の農薬登録基準では法的な規制をなし得ない点と、この農薬成分が非常に低濃度で魚体に作用することがあげられる。特に、後者については、現地において対策を立案する上で極めて慎重な措置が必要であり、今後の大きな課題として残されよう。

引 用 文 献

- 1) 川津浩嗣；池田和夫：湖沼の網イケス養殖ゴイに発生した貧血症について、農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究（昭和50年度研究成績報告書）、115～117（昭和51年2月）
- 2) 川津浩嗣；水田除草剤モリネートによるコイの貧血症について、同上（昭和51年度研究成績報告書）、125～128（昭和52年2月）
- 3) 深津鎮夫；除草剤と魚類の貧血症状との関係について、昭和50年度農林水産事業並びに開発試験及び危被害防止対策確認事業成績（1975）
- 4) 深津鎮夫；魚類の貧血症とモリネートの関係について、魚病研究談話会主催、魚病シンポジウム講演要旨（1977。3。12）
- 5) 山形県淡水魚指導所；農薬の魚介類への影響に関する協議会資料（1976。12）
- 6) 熊丸敦郎；霞ヶ浦における網いけす養殖ゴイの斃死について－Ⅱ、茨城県内水面水産試験場調査研究報告第12号（1975。3）
- 7) 西内康浩；農薬製剤の数種淡水動物に対する毒性－Ⅶ、水産増殖、9（5～6）、225～231（1971）
- 8) 福島県内水面水産試験場；昭和49。50年度事業報告、（1976。3）
- 9) 福島県；農作物病虫害防除基準（昭和48年度、昭和50年度）



別図 1

昭和 52 年 6 月 29 日 斃死魚が続発した荒池
と舟に回収された一部の斃死魚。



別図 2

昭和 52 年 6 月 14 日 牡丹池の斃死魚の一部

農薬の魚類に与える毒性に関する研究—Ⅱ 養鯉“ため池”に流入した水田除草剤“モリネート” のコイに与える毒性について

大滝勝久・鈴木 馨・高越哲男

Studies on the Toxicity of Pesticides for the Fresh Water Fishes—II
Toxicity of a Herbicide “Molinate” Flowed into the Carp Farms.

Katsuhisa OHTAKI, Kaoru SUZUKI and Tetsuo TAKAKOSI.

はじめに

第1報において、水田除草剤“モリネート”の流入した養鯉“ため池”の被害の実態を述べた。このコイに発現する貧血症については、深津¹⁾ 川津²⁾ 山形県淡水魚指導所³⁾ 福島県内水試⁴⁾等の行った再現試験によって、モリネート系除草剤により症状が出現することが既に確認されている。

前報に述べたが、福島県における生産力の高い養鯉“ため池群”は、灌漑期における流量の安定した農業用水路から水田へ給水する際の一時調整池のような、水面積の安定した“ため池”を中心に構成されるが、これらの“ため池群”はその注水路（掛入水路）周辺の耕地からの落水も集水される場合が多く、昭和51年度に生じたモリネート系除草剤の流入によるとみられたコイの大量への死の発生した水面のうち、最も被害の大きい水面となった。筆者等は、これらの養鯉溜池群に流入するモリネート系除草剤の経日的な変化と飼育魚の生理状況を調査し、野外における魚に与える毒性について若干の知見を得たので報告する。

現地調査並びに検体の提供等種々御協力いただいた養魚経営者、広瀬義雄・渡辺英雄・熊田純幸の三氏、有益な御助言と御指導をいただいた淡水区水産研究所 川津室長， 農業技術研究所 金沢室長の両氏に感謝の意を表します。

材料と方法

調査対象として、郡山市より矢吹町に散在する養鯉溜池のうち、本県の典型的な注水形式の溜池9面を選定した。溜池の所在地とその管理状況について 表1 に示す。これらの9面のうち、荒池・三穂田七つ池・長岫池・仁井田七つ池は、安積疏水を水源とする農業用水路の周囲に点在した同一水系の溜池群で、松房池・牡丹池は羽鳥疏水を主水源とする同一水系内にあり、他の三面は独立水面である。

検体の採集は、昭和52年5月末から7月はじめにかけて、各週2回、水曜日と土曜日に調査対象池の給餌場附近の表層より1ℓづつガラス製広口瓶に採水し、内水試実験室に持帰って分析に供した。採水は水曜日は筆者等が、土曜日は現地関係者が採水冷蔵庫に保存したものを回収した。飼育魚については、各飼育池ごとに摂餌のため集った魚をとりあげて現場で鰓葉を観察し、貧血症の疑いのあるものを含めて3～5尾程度宛、活魚のまま内水試実験室に持ち帰り、一部については現地で採血して血液性状の調査を行い、一部の検体について病理組織学的検討を行った。

また、被害の防止をはかるため、モリネート系除草剤の流入期間内の飼育魚の放養を経営者が一時

表1 調査対象池と管理状況

池名	所在地	飼育魚の 放養内容	貧血症と へい死魚発生		水源の 迂回水路 の状況	周辺並びに上流水域 の概況と 52年度の措置
			52年度	51年度		
荒池	郡山市	マゴイ 1年魚	有	有	無	掛入水路外の集水域 に水田が多い
三穂田 七つ池	郡山市	マゴイ 1.2年魚	無	無	有	掛入水路をほぼ遮断
長岫池	郡山市	未放養	(有)	有	無	7月上旬まで未放養 のまま放置
仁井田 七つ池	須賀川市	マゴイ 1.2年魚	無	有	有	掛入水路をほぼ遮断
白山池	岩瀬村	未放養	(有)	有	無	7月上旬まで未放養 のまま放置
前田川 二つ池	須賀川市	未放養	(有)	有	無	〃
笹平池	須賀川市	マゴイ 1年魚	散発的 に発生	無	無	掛入水路周辺及び集 水域に水田が少い
松房池	矢吹町	マゴイ 1.2年魚	有	有	無	水田落水が主水源で 換水率が高い
牡丹池	矢吹町	マゴイ 1年魚	有	有	無	〃

表2 水中のモリネート定量法

検水 1~2ℓ

 Na^2SO_4 2g 加え溶解
 $\frac{1}{20}$ 容量の CH_2Cl_2

振とう抽出(2回)

40℃以下で減圧・濃縮・送気風乾

アセトン溶液 2~5ml 定容

FPD。GLC

G・C条件 (島津GC-4CM・PF)

検出器: FPD, Sフィルター

カラム: ガラス, 3mm, 1m

充鎮剤: DC200/ガスクロムQ

カラム温度 180℃

INJ温度 230℃

SENC 10²

RANGE 128

キャリアガス N_2 , 40 ml/分 H_2 46 ml/分

AIR 41 ml/分

保持時間 約3.8分

検量線 2~10ng

も7日と14日間である。

池水中の農薬の分析は表2にフローシートを示したが、塩化メチレンで抽出後、ガスクロマトグラフ(島津GC-4CM・PF)を用いて、同時期に使用されるモリネート、シメトリン、ベンチオカーブの分析を行った。

血液性状については、尾動脈より採血し、ヘパリンソーダを血液1ml当り0.2mgの割合で加えて凝血を阻止してから、血液学的検査を行った。Ht値の測定は市販のプレーン毛細管を用い、12,000rpmで5分間遠心した後、附属のReaderによって測定した。Hb量はアザイドメトヘモグロビン法により行い、試薬は中外製薬製の市販キットを用いた。血漿蛋白は屈折蛋白計を用いて測定した。

組織学的検査は、6月8日採集個体以外は採血後後頭部を叩いて撲殺し、鰓・肝臓・脾臓・腎臓・甲状腺をBouin液で固定し、厚さ8μのパラフィン切片を作製した。全臓器についてH-E染色をほどこし、必要に応じてPappenheim二重染色・Alcian blue染色・PAS染色・Azan染色をほどこした。

延期した長岫池・白山池・前田川二つ池の3面については0.9m×0.9m×0.9mの網生簀をそれぞれの給餌場附近に設置しコイ1年魚を10尾前後放養、給餌飼育を行い、定期的にその性状を観察した。コイの飼育は2回に分けて行い、第1回目は6月1日~15日までと、第2回目は6月15日~29日までそれぞれ全数入れ換えて飼育した。供試したコイ1年魚は、第1回目が表1の笹平池で、第2回目が内水試の試験池で養成したものを用いた。飼育魚は週1回の調査の都度全尾数をとりあげて外見並びに鰓葉を観察し、肉眼的に異状が認められたものを含め、1回について5尾程度ずつ抽出し、血液性状及び組織学的検査に供したが調査対象溜池内における飼育期間は、1.2回と

として検鏡を行った。鰓は主として第2鰓葉を固定したが、出血斑等の病変部分については、出現部分を固定した。

結果と考察

調査対象池に流入した農薬の経日変化並びに飼育魚のへい死状況については 図1 にそれぞれ示す。被害予防措置として掛入水路をほぼ遮断した溜池と、集水域に水田の多い溜池内の農薬の経日変化については 表3 に示す。同様に被害予防措置のため放養しなかった溜池に流入した農薬の経日変化と同池内に設置した網生簀内の飼育魚の経過については 図2 及び 表4 に示した。

図1 池水の農薬量経日変化と飼育魚の累積へい死量

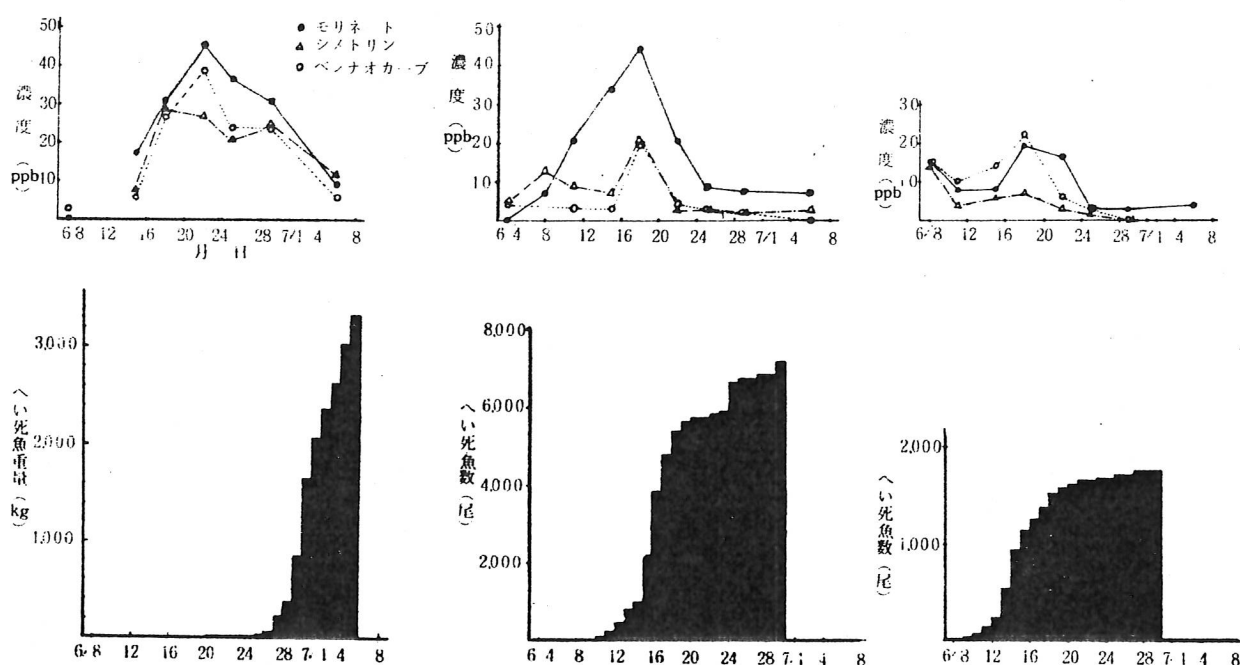


図1-1 (荒池)

図1-2 松房池

図1-3 牡丹池

へい死の発生しない池水の農薬量の経日変化 (単位 ppb)

表3-1 (三穂田七つ池)

採集月日	モリネート	シメトリン	ベンチオカーブ
52. 5. 25	tr	tr	tr
6. 1	tr	tr	tr
6. 4	tr	tr	tr
6. 8	tr	tr	tr
6. 11	tr	tr	tr
6. 15	tr	tr	tr
6. 18	0.1	tr	tr
6. 22	0.3	tr	tr
6. 25	tr	tr	tr
6. 29	tr	tr	tr
7. 6	tr	tr	tr

表3-2 (仁井田七つ池)

採集月日	モリネート	シメトリン	ベンチオカーブ
52. 5. 25	tr	tr	tr
6. 1	0.5	tr	tr
6. 4	tr	tr	tr
6. 8	tr	tr	tr
6. 11	1.2	tr	tr
6. 15	tr	tr	tr
6. 18	1.7	tr	tr
6. 22	0.7	tr	tr
6. 25	tr	tr	tr
6. 29	1.1	tr	tr
7. 6	1.5	tr	tr

表3-3 (笹平池)

採集月日	モリネート	シメトリン	ベンチオカーブ
52. 5. 25	tr	tr	1.0
6. 2	tr	tr	1.0
6. 8	tr	tr	tr
6. 11	tr	tr	tr
6. 15	tr	tr	tr
6. 18	0.8	tr	tr
6. 22	5.8	tr	tr
6. 25	2.5	tr	tr
6. 29	2.6	tr	tr
7. 6	3.4	tr	tr

池水の農薬量経時変化と

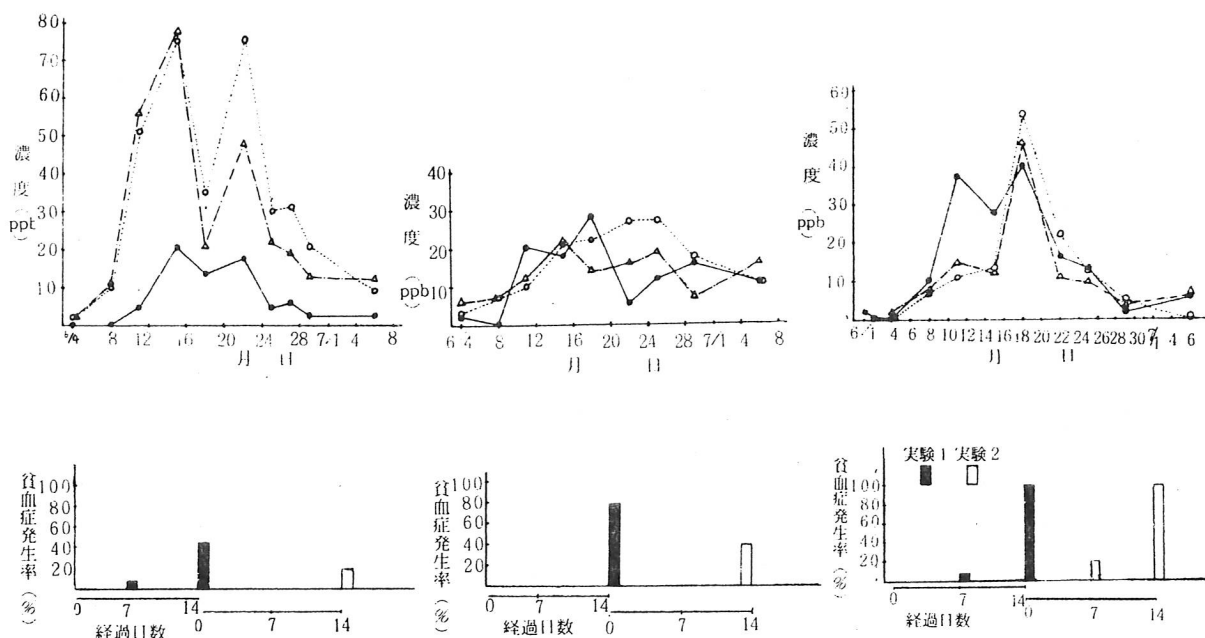


図2-1 (白山池)

図2-2 (前田川二ツ池)

図2-3 (長岫池)

表-4 網生簀で飼育したコイの貧血症発生状況

池名	飼育期間	経過日数	飼育尾数	期間中の へい死は 不明尾数	生残魚 尾数	検体数	生残魚中 の貧血魚 尾数	生残魚中 の貧血症 発生率
長 岫 池	6. 1	0日	12尾	— 尾	12尾	—尾	—尾	0 %
	8	7	12	0	12	1	1	8.3
	15	14	11	4(3)	7	7	7	100
		0	11	—	11	—	—	0
	22	7	11	0	10	6	2	20
	29	14	5	2	3	3	3	100
前 田 川 二 つ 池	6. 1	0	10	—	10	—	—	0
	8	7	10	0	10	0	0	0
	15	14	10	5(5)	5	5	4	80
		0	10	—	10	—	—	0
	22	7	10	1	9	4	0	0
	29	14	5	0	5	5	2	40
白 山 池	6. 1	0	14	—	14	—	—	0
	8	7	14	2(2)	12	2	1	8.3
	15	14	10	3(2)	7	7	3	42.9
		0	10	0	10	—	—	0
	22	7	10	0	10	4	0	0
	29	14	6	1(1)	5	5	1	20

福島県農政部の農薬使用基準によれば、いわゆる中期除草剤（モリネート、シメトリン、ベンチオカーブ・シメトリン系）の使用は、田植後 20～25 日後とされ、県中部では 5 月末より散布が開始されるが、昭和 52 年度は生育が遅れたため、地域毎に遅速はあるが 6 月上旬には各調査対象池で検出され、中旬～下旬にかけてピークに達した。コイのへい死は、モリネートの流入濃度が 10 ppb を越えた時点より 7 日前後経過した頃から始まり、10～15 日頃から頻発した（図 1）。

へい死魚は鰓葉が著しく白色化した典型的な貧血症状を呈しており、調査時に採集した飼育魚からも、摂餌のため集った比較的活力の旺盛な群ではあったが、その血液性状よりみても明らかに貧血症の発症がみられた（表 5）。。

表 5-1 へい死の生じた溜池内のコイの血液性状（荒池）

採集月日	No	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	Hb(g/dl)	血漿蛋白 (g/dl)	貧血症の判定
52. 5. 25	1	1 6.5	1 3 0	4 5	1 0.4	5.2	—
	2	1 6.4	1 1 6	4 5	9.9	4.0	—
	3	1 7.0	1 3 5	4 4	1 0.2	5.0	—
	4	1 6.0	1 1 7	4 0	1 0.2	4.0	—
	5	1 8.0	1 5 7	4 6	1 2.5	4.2	—
6. 15	6	2 0.0	2 2 0	3 4	7.0	4.4	—
	7	1 9.5	1 8 0	4 3	9.3	2.8	—
	8	1 9.0	1 7 5	4 1	9.6	4.0	—
	9	2 0.5	2 1 0	4 3	1 0.1	5.0	—
	10	2 1.5	2 5 0	3 6	7.9	3.3	—
6. 22	11～15	輸 送 中 へ い 死					
7. 6	1 6	2 2.0	2 8 0	6 2	7.4	5.6	—
	1 7	2 4.5	2 6 5	2 1	6.0	2.2	±

表 5-2 (松房池)

採集月日	No	B . L(cm)	B . W (g)	H t (%)	Hb(g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 6. 15	1	1 8.4	1 8 6	2	0.1	0.0	+
	2	1 7.3	1 6 6	2	0.0	0.0	+
	3	1 5.1	9 5	2	0.4	0.1	+
	4	1 6.8	1 2 5	3 0	7.1	3.8	—
	5	1 2.9	6 2	2 0	4.4	2.8	+
6. 29	6	2 0.9	2 2 8	1 8	3.7	3.4	+
	7	2 1.0	2 3 2	3 3	7.1	3.6	—

表 5-3 (牡丹池)

採集月日	No	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	Hb(g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 6. 15	3	1 7.8	1 5 8	2	0.3	1.1	+
	4	1 6.0	1 0 8	1	0.4	0.8	+
	5	1 8.5	1 5 5	1	0.1	0.4	+
6. 29	6	1 8.0	1 8 5	4 0	7.8	6.0	—
	7	1 5.3	1 0 5	4 5	7.8	4.0	—
7. 6	8	1 6.9	1 2 7	1 2	3.0	3.8	+
	9	1 7.8	1 2 8	5 4	1 1.8	5.1	—
	10	1 5.6	8 5	2 8	3.2	3.8	±
	11	1 8.2	1 4 6	4 2	7.5	5.3	—
	12	1 7.2	1 4 4	4 8	9.8	4.5	—
	13	1 6.4	1 0 2	4 5	8.9	3.8	—

モリネートの流入が最も遅く、コイのへい死のピークが比較的遅かった荒池は、三穂田七つ池等の水系の最末端にあるため集水量も多く、流入したモリネートの平均濃度も高い傾向を示した。荒池の飼育魚は、モリネートの流入後魚群が散在したことと、水深が深いため、検体の採集が難しく、辛うじて摂餌に集めたものから採集したものも、輸送中に出血へい死し(図版1) 血液性状検査の結果、貧血症の認められたのは1検体のみであったが、摂餌魚といった比較的健全なものを対象とした条件下においてであり、この結果でモリネートの毒性を否定し得るものではなく、むしろ鰓葉からの出血しやすいことが確認された。

表 6-1 網生簀飼育コイの血液性状 (長 岫 池)

採集月日	No.	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	Hb (g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 6. 15	2	1 5.9	1 0 2	2	0.1	0.6	+
	3	1 6.0	1 0 1	5	1.0	2.0	+
	4	1 7.1	1 2 0	2	0.6	0.8	+
6. 22	5	1 5.0	9 8	4 1	1 1.3	4.3	-
	6	1 5.5	9 8	4 5	9.8	3.0	-
	7	1 6.2	1 0 5	5 0	1 1.5	3.0	-
	8	1 4.5	7 5	4 5	1 0.0	3.0	-
	9	1 5.0	1 0 0	2 0	4.8	2.0	+
	10	1 4.2	8 0	2 6	7.6	3.0	-
6. 29	11	1 4.0	6 6	3	0.1	0.0	+
	12	1 5.6	9 6	4	0.8	0.4	+
	13	1 5.5	1 0 0	2 1	5.0	3.0	+

- 註 1. 貧血症の判定は、H t が 20 % 以下、H b が 5.0 g/dl 以下を貧血の基準とし、どちらか一つが基準を下回ったものを土、二つが下回ったものを+とした。
2. 検体 1 は、採集は 6 月 8 日に行い、採血を行っていない。

表 6-2 (白 山 池)

採集月日	No.	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	Hb (g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 6. 15	3	1 8.1	1 2 3	5	1.1	0.6	+
	4	1 8.5	1 4 3	2 6	5.7	3.5	-
	5	1 7.9	1 2 2	3 1	5.6	3.3	-
	6	1 2.6	4 6	5	0.6	0.9	+
	7	1 8.7	1 5 5	3 9	7.9	3.4	-
	8	1 8.0	1 2 0	3 2	6.9	3.2	-
6. 22	9	1 4.5	8 5	3 8	8.9	2.6	-
	10	1 4.0	8 0	3 5	9.9	2.4	-
	11	1 3.5	6 5	4 5	1 0.3	3.0	-
	12	1 5.0	9 8	4 3	1 1.2	4.0	-
6. 29	13	1 5.3	8 6	1 2	2.4	1.4	+
	14	1 6.2	1 1 0	3 5	7.1	4.4	-
	15	1 8.5	1 6 5	4 5	9.9	5.2	-
	16	1 7.0	1 3 0	3 2	7.4	2.9	-
	17	1 6.0	1 2 7	4 9	9.9	4.0	-

- 註 1. 検体 1.2 は採集は 6 月 8 日に行い、採血を行っていない。
2. B . L : 被鱗体長

表 6 - 3

(前田川二つ池)

採集月日	No.	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	H b (g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 6. 15	1	2 0.5	1 7 8	5	1. 2	1. 6	+
	2	1 8.7	1 7 5	2	0. 5	0. 2	+
	3	1 7.7	1 3 0	1 9	3. 7	2. 7	+
	4	1 9.2	1 6 6	2 8	6. 8	2. 8	-
	5	1 9.0	1 6 5	1	0. 3	0. 0	+
6. 22	6	1 5.0	1 0 2	4 3	1 0.9	3. 4	-
	7	1 6.0	1 0 5	5 5	1 2.2	3. 2	-
	8	1 5.3	1 0 0	4 1	1 0.4	3. 0	-
	9	1 4.5	9 5	3 7	9. 1	2. 2	-
6. 29	10	1 6.3	1 0 8	6	1. 2	2. 6	+
	11	1 5.3	7 9	7	1. 4	0. 9	+
	12	1 3.5	6 5	5 2	1 2.2	3. 0	-
	13	1 4.0	8 0	4 0	8. 4	2. 8	-
	14	1 4.5	8 5	3 9	8. 7	2. 8	-

網生簀による飼育魚の貧血症の発生状況と魚の血液性状を 表 4, 表 6, に示したが、中期除草剤 (モリネート・シメトリン・ベンチオカーブ・シメトリン) の流入前に飼育を開始し、流入が確認された後に飼育魚を入れ換えて継続試験を行った結果、入れ換え後も貧血症の発症が認められた。試験を行った、長岫・白山・前田川池の三面に流入したモリネート・シメトリン・ベンチオカーブの濃度については、長岫池のモリネート濃度が最も多く、次いで前田川池で、ベンチオカーブ・シメトリンについては、白山池が他の2面と比して著しい高濃度を長期間示したが、貧血症の発生率は白山池が全般に低い傾向を示し、明らかにモリネートの流入した濃度差が、発生率の差となったものとみられる(図2)。

表 7 - 1

注水の流入中止措置溜池のコイの血液性状

(三穂田七つ池)

採集月日	No.	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	H b (g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 5. 25	1	2 3.2	3 5 5	4 1	1 0.5	5. 0	-
	2	2 2.8	3 5 6	5 0	1 1.4	4. 2	-
6. 15	3	2 5.5	3 9 0	3 7	9. 4	9. 0	-
	4	2 4.5	3 7 0	4 2	9. 4	6. 2	-

表 7 - 2

(仁井田七つ池)

採集月日	No.	B . L (cm)	B . W (g)	H t (%)	H b (g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 5. 25	1	1 8.5	1 8 2	4 3	9. 4	5. 1	-
	2	2 0.0	1 9 5	3 2	6. 6	4. 9	-
	3	1 9.5	1 9 4	3 7	7. 7	4. 2	-
	4	2 1.5	2 4 5		8. 7		-
7. 6	5	2 1.0	2 7 5		1 0.9		-
	6	2 0.5	2 3 6	3 3	9. 5	4. 4	-
	7	2 3.5	3 5 0	5 6	1 2.3	6. 0	-
	8	2 0.5	2 5 5	4 7	1 0.0	5. 2	-

表7-3

(笹 平 池)

採集月日	No.	B . L (cm)	B W (g)	H t (%)	Hb (g/dl)	血漿蛋白(g/dl)	貧血症の判定
52. 5. 25	1	1 7. 5	1 4 0	4 1	8. 8	4. 4	—
	2	1 7. 0	1 2 5	4 1	9. 9	4. 0	—
	3	1 5. 5	1 0 5	3 5	7. 0	4. 5	—
	4	1 6. 5	1 4 5	3 6	8. 0	4. 1	—
	5	1 7. 2		3 4	8. 0	4. 8	—
6. 15	6	1 8. 0	1 7 0	4 1	8. 3	4. 3	—
	7	1 8. 5	1 9 0	3 8	9. 1	5. 2	—
	8	1 8. 0	1 6 5	3 5	8. 7	4. 8	—
	9	1 9. 0	1 8 0	2 9	5. 5	4. 4	—
	10	1 7. 5	1 3 0	3 2	6. 9	4. 0	—
7. 6	11	2 0. 0	1 9 5	4 4	8. 7	4. 5	—
	12	1 7. 3	1 1 1	5 0	9. 6	5. 4	—
	13	1 8. 0	1 3 8	3 4	6. 2	3. 8	—

表8 モリネートが流入した溜池のコイ鰓葉の組織の病変と程度

池 名	検 体 No.	貧血症 の判定	鰓 葉 うっ血	鰓薄板上 皮下出血	鰓薄板 崩 壊	鰓葉上皮 異状増殖	エオシン好性 PAS陽性細胞 の 浸 潤	寄生虫
荒 池	6 (6/15)	—	+	+				
長 岫 池	1 (6/ 8)	+	+	+				+
	3 (6/15)	+	+	+++				+
	4 (")	+		+++	+			+
	11 (6/29)	+		++				+
	12 (")	+		++				+
白 山 池	1 (6/ 8)	+	+	+				+
	2 (")	—		+				+
	4 (6/15)	—	+	++	+			+
	6 (")	+		+				+
	15 (6/29)	—			+		+	+
前 田 川 二 つ 池	1 (6/15)	+		+++		+		+
	2 (")	+		++	+			+
松 房 池	3 (6/15)	+	+	++	+			+
	6 (6/29)	+		++		+		+
	7 (")	—	+	+				+
牡 丹 池	1 (6/ 8)	+	++	+				+
	2 (")	+		++				+
	2 (6/15)	+		++				+
	3 (")	+		++	+			+
	6 (7/ 6)	+		+			+	+
	7 (")	—					+	+
笹 平 池	1 (")	—		+	+			+
	2 (")	—			+			+

注) 6月8日に調査した個体については採血していない。

掛入を回避、あるいは水田よりの集水域の少い溜池については 表 3. に示すように、モリネートの流入はほとんどみられず、へい死等もみられないが、これらは、モリネートの被害が広い集水域になるほど高くなることを示している。なお、2~5 ppb のモリネートの検出された笹平池では、鰓葉が著るしく白色化したへい死魚が注水部附近に散発的にみられたが、血液性状については異状がみられなかった(表 7.)。

病理組織学的観察結果を 表 8 に示す。数検体を除きほとんどが明らかに貧血症状を呈したものであったが、鰓葉以外の臓器には異状は認められなかった。鰓葉には、うっ血・出血・鰓薄板の崩壊が観察され、貧血魚には全ていずれかの症状がみられた。出血はほとんどの個体で観察され、うっ血および鰓薄板の崩壊は約 50 % の個体にみられた。

各症状の発症部位をみると、うっ血は鰓葉の先端から中間部にかけて発症し(図版-2)、鰓薄板の崩壊は逆に中間から基部にかけて発症しており(図版-3)、出血は鰓葉全域に亘って観察された。(図版-3. 4)その他、2 個体に鰓葉先端部上皮の異状増殖がみられた(図版-5)。この鰓葉上皮の肥厚は、その下部で鰓毛細血管系の乱れがみられるが、これらの現象は損傷部における一種の修復作用とみられる。また鰓薄板上皮下等に、エオシン弱嗜好性・PAS陽性・AZan染色で赤紫色の微顆粒をもつ大型の橢円状細胞が観察された。

論 議

モリネートによる貧血症の発生する濃度は、現在まで行われてきた再現試験の結果では、10ppb 附近と確認されたが、深津⁵⁾によれば理論上 5ppb 附近と推定している。今回の調査結果では、10 P P b 台の流入があると 7~14 日間の間に貧血症の出現がみられており、再現試験の結果とほぼ一致している。したがって、水田に散布されるモリネートの濃度が 3~4ppm とすれば、危険とみられる 10ppb 以下に希釈するには、300~400 倍に水田排水を希釈する必要がある、即ち 1 ヘクタールの水面積の養魚溜池の水量を仮に 1 万トンとすれば、上流域に水深 10 cm 程度の水田が 30 アール以上あれば、その養魚池は一時的に使用不能になることも考えられよう。また、注水を一時回避した溜池のうち最大 5 p p b の濃度に達した溜池でも散発的なへい死がみられており、これは局部的には当然危険濃度の水域も存在することになるから、養魚池における魚の主棲息域附近に水源があれば、全域内の濃度が低くても貧血症を生ぜしめうることも考えられ、注水の制限措置は被害防止上有効ではあるが、確実な安全措置とは云えない。

貧血症の魚には、鰓葉部を除き臓器の病理学的変化はみられず、ほとんどの検体に出血、又はうっ血部のみられたことは、本貧血がモリネートによる鰓毛細管の損傷によるとみるべきであり、さらに貧血症の発生前にあっても鰓葉の損傷が生じやすくなっていることは、モリネートの流入した後の魚のとりあつかいには十分な注意が必要となろう。

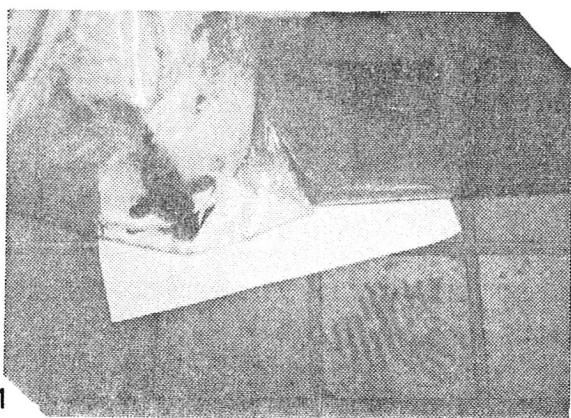
要 約

1. 養鯉“ため池”へのモリネートの流入は、地域毎に若干の遅速はあるが、各調査対象池で 6 月上旬に検出されて、中旬~下旬にかけてピークがみられた。
2. コイのへい死は、モリネートの流入濃度が 10 p p b を越えた時点より 7 日前後経過した頃から、はじまり、10~15 日頃には頻発した。
3. 現地における網生簀飼育魚の血液性状より、明らかに貧血症の発生を確認し、発生率の差は各池に流入したモリネートの濃度差と密接な関連がみられた。

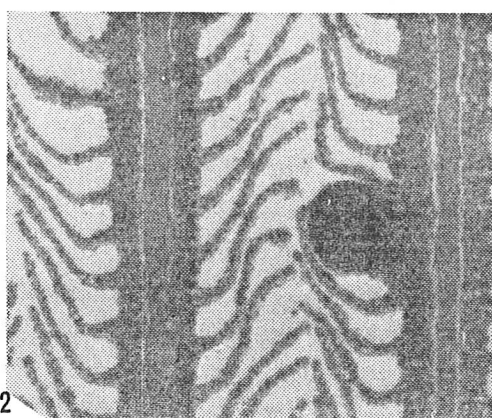
4. 注入水の掛入を回避、あるいは水田よりの集水域の少い“ため池”については、モリネートの流入はほとんどみられず、へい死もみられなかった。
5. へい死のピークの時期が比較的遅かった荒池から採集した、比較的健全な摂餌魚は、鰓葉からの出血しやすい状態にあることが確認された。
6. 貧血魚の病理組織学的観察結果より、鰓葉以外の臓器には異常は認められなかった。鰓葉には、うつ血・出血・鰓薄板の崩壊が観察され、出血はほとんどの個体で、うつ血および鰓薄板の崩壊は約50%の個体にみられている。
7. 各症状の発症部位をみると、うつ血は鰓葉の先端から中間部にかけて発症し、鰓薄板の崩壊は逆に中間から基部にかけて発症しており、出血は鰓葉全域に亘って観察された。

引用文献

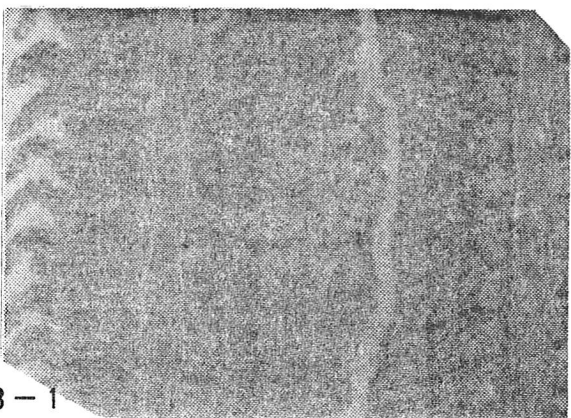
- 1) 深津鎮夫 ; 昭和50年度農林水産航空事業並びに開発試験及び危被害防止対策確認事業成績、別刷 長野
- 2) 川津浩嗣 ; 1977. Studies on the Anemia of Fish - VIII
(Hemorrhagic Anemia of carp caused by a Herlicide
Molinate , Bull "Jap" Society of Scientific Fisheries
43 (8) 905~912
- 3) 山形県淡水魚指導所 ; 農薬の鯉に対する毒性(中間報告)51年4月
- 4) 福島県内水面水産試験場 ; 昭和52年、モリネート(除草剤)の魚毒性に関する研究-II
51年度事業報告
- 5) 深津鎮夫 ; 昭和52年、魚病シンポジウム講演要旨、魚病談話会、東京



1



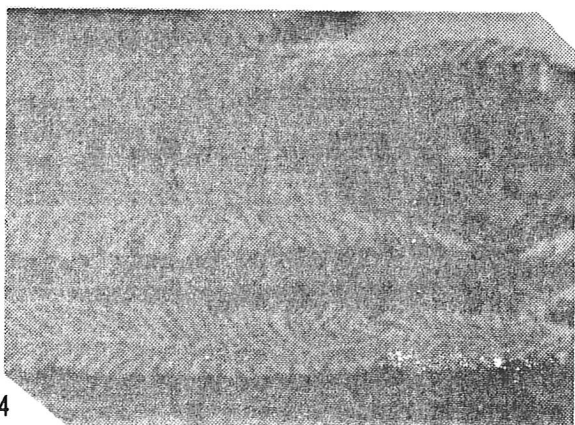
2



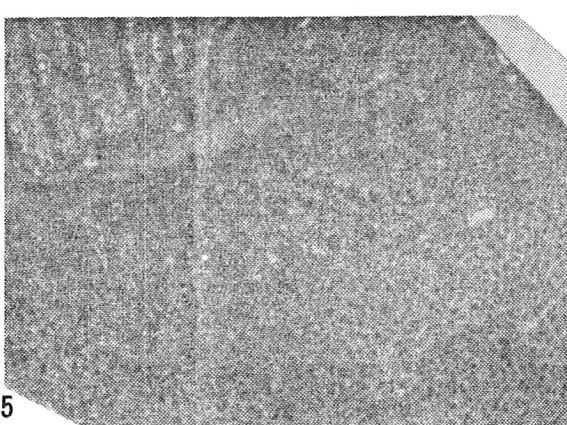
3-1



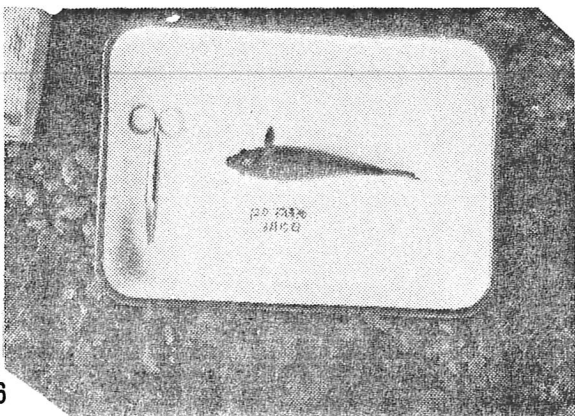
3-2



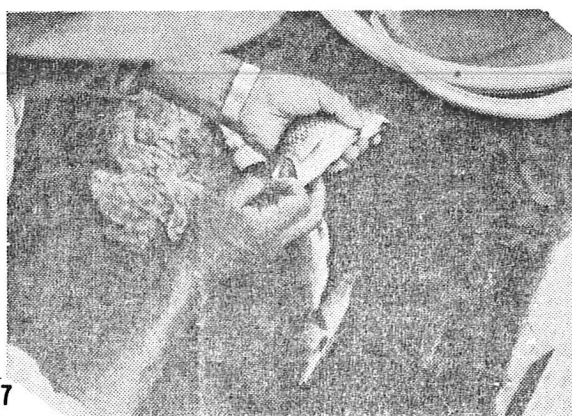
4



5



6



7

- 図 1 輸送中にみられる鰓葉からの出血（着色した方が出血したもの）
- 図 2 鰓薄板に生じたうっ血（ブアン固定, alcian blue と H-E 染色）
- 図 3-1 鰓薄板の崩壊・癒合及び出血（ブアン固定・H-E 染色・以下同じ）
- 図 3-2 鰓薄板下に見られた出血
- 図 4 鰓葉先端部分に生じた出血と鰓薄板の癒着
- 図 5 鰓葉先端部上皮の異状増殖
- 図 6 貧血魚にしばしばみられる眼球の突出症状
- 図 7 貧血鯉の鰓葉と点状出血斑

溪流漁場調査－Ⅰ，阿賀川水系長瀬川
(強酸性河川)の1支流，達沢川の漁場環境

高越哲男・成田宏一・渡辺謙太郎・鈴木 肇

Observations of the Fishing Ground of Mountain Stream - I
Environment of the Fishing Ground of the Tatsusawa-river,
a branch of Nagase-river presenting a strong Acid.

Tetsuo Takagoshi, Kôichi Narita, Kentarô Watanabe and Kaoru Suzuki.

は じ め に

在来魚種の河川放流効果について、昭和45年から47年にかけて岐阜県・長野県・東京都等14都県が38河川で45件の放流試験を行なった結果、ヤマメ・アマゴがニジマスより河川放流魚として優れてるとの結論を得ている。それ以降、放流効果が疑問視されていたニジマスに変わってヤマメあるいはアマゴの河川放流が行なわれている。

今回の調査は、強酸性河川水域のある長瀬川（阿賀川水系）の1支流である達沢川で行なった。ここでは河川の環境条件について述べる。

調査方法

調査は、阿賀川水系長瀬川の支流の達沢川について昭和52年5月から翌年2月にかけて行なった。この間、台風等による豪雨はなかった。河況・水質・水量・水温・気温・水生昆虫・魚類生息状況等を調査した。水質分析については9月22日に採水し、主にJISK0102-1971の分析方法に準じて行った。水生昆虫については、70~80メッシュ網地のサーバーネットを用い、30cm四方の河床から採集し、約10%ホルマリン液で固定した。採集は5月から翌年1月までの間に月に1回、st4あるいはst5及びst10で行ない、1地点につき3ヶ所で採集した。採集地点を図5に示す。また、漁場の利用状況を知るため5月から9月の間に各月土曜日と日曜日の2日間釣り調査を行なった。

なお、調査水域は、道路が整備されていて調査し易い達沢川本流（大達沢を含む）と樽川の達沢川との出会いから不動の滝までである。

調査結果および考察

- ### 1. 高度・流程・流域面積

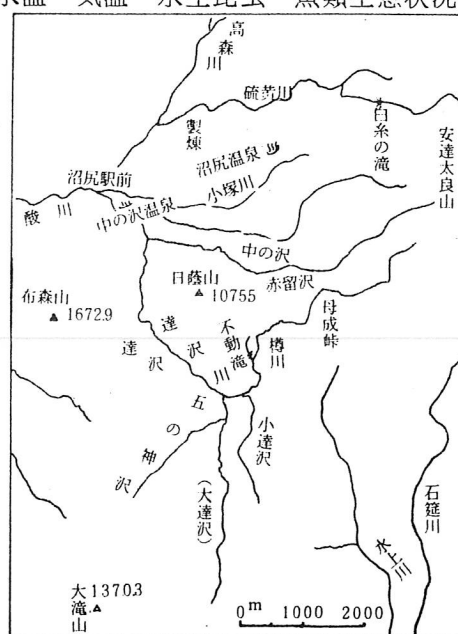


図 1 達沢川流域の概略図

図1 に、達沢川流域の見取図を、図2 に、高度・流程を示した。

達沢川は標高1,000m 余りのニッ森を源流にして北流し、標高700mの耶麻郡猪苗代町沼尻地内で強酸性を示す酸川に合流し、酸川は長瀬川と合流して猪苗代湖に流れ込む。

達沢川は、安達太良山系を源流とする4支流をもつが、これらのうち赤留沢と樽川は中性であるが、小塚川と中の沢は酸性を示す。また、達沢川には沼尻温泉街と中の沢温泉街から強酸性の温泉水の排水がみられる。

達沢川水系全体の流域面積は、約30 km²であるが達沢川本流（大達沢も含む）の流域面積は約 11 km²に過ぎない。

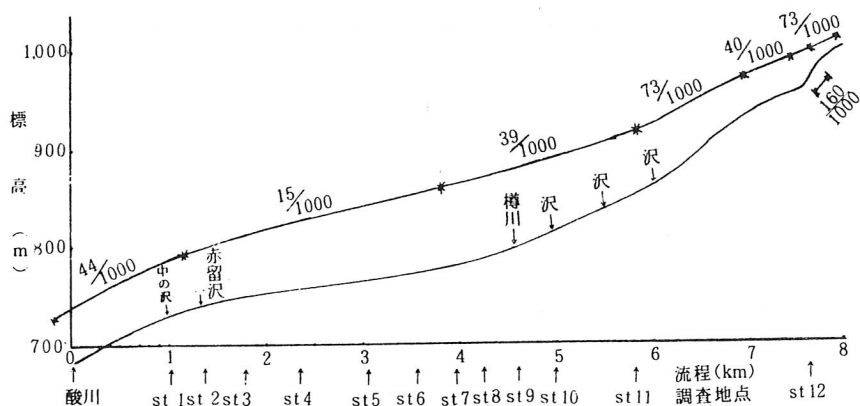


図2. 達沢川の標高・流程・勾配

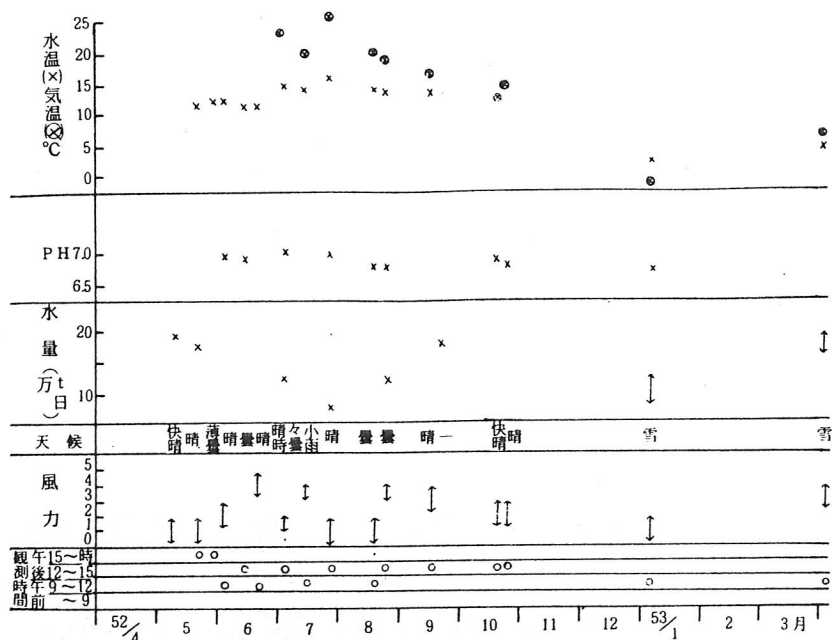


図3. 達沢川の水量・水温・気温等の季節変化

表1 達沢川水系水質調査結果

調査場所	調査時間	気温	水温	PH	COD (O)	アルカリ 消費量 (PH9)	酸消費 量 (PH5)	全硬度 CaCO ₃	Ca	Mg	SiO ₂	Fe ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ ³⁻
達沢川 樽川との合流点直上	13:30	16.25	11.4	(7.0) 7.23	PPm 1.55	0.123	0.247	PPm 13.8	PPm 3.92	PPm 0.97	PPm 5.7	PPm 2.22	PPm 5>	PPm tr	PPm 0.02	PPm 0.006
樽川	14:00		12.4	(6.9) 7.10	2.25	0.152	0.224	15.6	4.64	0.97	7.6	3.38	10>	0.005	0.03	0.005
赤留沢	14:18	13.1	12.05	(6.7) 7.14	0.45	0.164	0.177	21.2	5.76	1.65	14.7	3.28	21	tr	tr	0.005
中の沢	11:20		12.5	(3.0) 3.06	1.24	2,544	1.669					28.93	150	tr	0.13	
達沢川 中の沢との合流点直上	11:22		12.4	(6.95)												
達沢川 中の沢との合流点直下	12:00	17.0	12.8	(4.7) 5.32	1.05	0.150	0.008	17.2				5.79	28	tr	tr	

COD, KMnO₄ 消費量

NO₂-N 吸光光度法 (グリスロミン試薬)

SiO₂, 吸光光度法 (モソブデン黄法)

NH₄-N 同上 (ネスラー法)

SO₄²⁻ 比濁法

PO₄³⁻ 塩化第1スズ法 (簡易法)

一方、達沢川本流の流程は8.0 Kmであり、平均勾配 $37.5/1,000$ 、緩流域の勾配 $15/1,000$ と推算される。

酸川合流点より上流3.5 Kmから4 Kmに渉り40戸余りの達沢部落がある。

2. 流量・水温・水質

表1に水質分析の結果を、図3.に流量及び水温の状況を示す。中の沢合流直上のst1で5~20万t/日の流量があり、融雪期に多い。降雨による増水があっても多くの場合1~2日で平水量に戻る。

水温は、盛夏の7~8月に15℃前後であり観測値の最高は15.8℃であった。冬期は2~3℃であった。また、上流と下流の水温差は2.5℃以内であった。

水質についてみると、SiO₂は総じて一般の河川が10-25ppmの範囲にあるのに対して若干低い値を示しているのが特徴的である。中の沢合流後の酸性化、達沢部落から若干の汚染はあるものの総じて清冷な河川と言いうる。達沢川は、下流に強酸性の水域があるため、他水域との間に魚類の移動は人為的な場合を除き考えられない。

3. 河況・漁場面積

河床は、概して砂の多いことが特徴的であり、また、礫の多い所でも、砂礫床のいわゆる沈み石になっている。

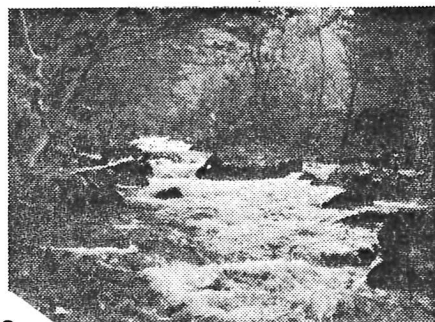
河床の形態は大きく4つに分けられる。st1からst2とst3の間までの区間約0.5 KmがAa型河床、これより上流st7付近までの区間2.5 KmがBb型河床、これより上流樽川合流まで及び全樽川水系が岩盤床のAa-Bb型河床、樽川合流点より上流の達沢川(大達沢)がAa型河床である。河床形態は河床勾配と関係するが、これら河床形態のうちBb型河床は瀬と淵の割合がほぼ1:1である(図4a~d, 5)。

漁場面積は、流程×平均流巾で概算すると以下の通りである。

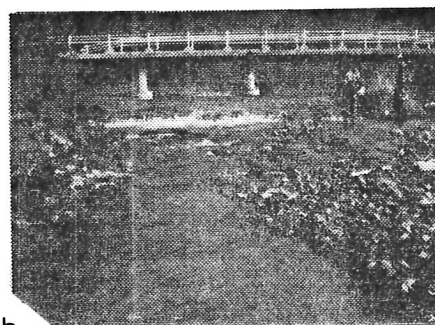
st1~st2	310m×8.66m=2,684 m ²	st2~st9	3,240m×6.64m=21,513 m ²
st9~st10	400m×3.50m=1,400 m ²	st10~	3,050m×2.90m= 8,845 m ²
st9~不動滝	1,050m×5.00m=5,250 m ²	計	39,700 m ² ÷40,000 m ²

4. 水生昆虫

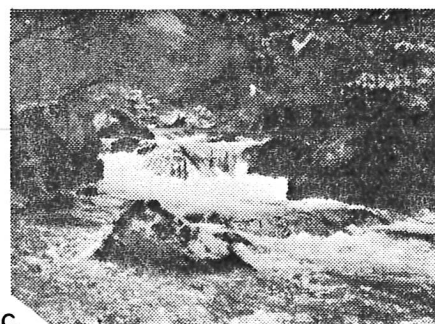
各目別の個体数と現存量を図6と7に示す。これから見られるように、カゲロウ類は明瞭に季節変動をしている。また、トビケラ類は、10月に個体数が最多を示した。一方カワゲラと双翅類は年間の変動が明



a



b



c



d

図4. 達沢川における調査地点の風景 a

a:st1 付近 b:st2 付近 c:st4 付近 d:st10

らかでない。

5月の採集では、st 4の地点で25種以上、st 10の地点で21種以上、合計38種以上の水生昆虫が認められた。

(1) 蜉 蝣 目

カゲロウ類の現存量は、春以降漸増の傾向がみられ、初夏に極大を示した。その後、秋にかけて漸減し、最小値を示した後、再び冬期に最大を示した。1 m²当りの現存量は、多い月で6~7 gであり、少ない月で1 g前後であった。個体数においては、夏と冬に最多値が見られた。

5月の出現種は、マダラカゲロウ科7種・コカゲロウ科3種・フタオカゲロウ科1種・ヒラタカゲロウ科5種等であった。これらのうち、マダラカゲロウ科のミットゲマダラカゲロウ(*Ephemerella yoshinoensis*)、*E. sp. naX*、および小型種の*E. sp.*(*E. sp. nay*と異なる)、コカゲロウ科のシロハラコカゲロウ(*Baëtis thermicus*)と*B. sp.*がこの河川に多く生息していた。

また、現存量の極大を示した初夏にミットゲマダラカゲロウ(*E. yoshinoensis*)の大型個体が多く採集されたが、夏から秋にかけては大型のカゲロウは少なかった。この傾向は、生息魚類の胃内容物組成にもみられ、初夏には大型カゲロウ類が20%も見られたが、夏以降はわずかに数%でしかなかった。

(2) 毛 翅 目

現存量は、ヒゲナガカワトビケラ(*Stenopsyche griseipennis*)等の大型個体が採集されるか否かで、大きく変動するが、大型個体を除くと1 m²当りの現存量は1ないし2 g以下であった。個体数は10月に最多を示した。

5月の出現種は、ナガレトビケラ科2種・ヒゲナガカワトビケラ科1種・イワトビケラ科1種・クダトビケラ科1種・シロフツヤトビケラ科3種・シマトビケラ科2種・ケトビケラ科1種等であった。これらのうち、ナガレトビケラ科のイノブスヤマトビケラ(*Mystrophora inops*)とコヤマトビケラ(*Synagapetus japonicus*)、シマトビケラ科のウルマーシマトビケラ(*Hydropsche ulmeri*)が多くみられたが、この他にヒゲナガカワトビケラ科のヒゲナガカワトビケラ(*Stenopsyche griseipennis*)、キタガミトビケラ科のキタガミトビケラ(*Limnacentropus insolitus*)、ケトビケラ科の*Goera sp.*とマルツツトビケラ(*Micrasema quadriloba*)も多くみられた。

(3) 双 翅 目

現存量は、1 m²当たり0.5~1 gと少なかった。ガガンボ科・ヌカカ科・ブユ科・ユスリカ科・シギアブ科が出現したが、このうちガガンボ科とユスリカ科の生息量が比較的多かった。

(4) そ の 他

積翅目の現存量は少なかった。鞘翅目ではアシナガドロムシ等が毎回わずかつづ採集された。また、蜻蛉目のクロサナエ(*Davidius fujiama*)が5月にst 4で採集された。昆虫以外では、ヒルと等脚類が採集された。

以上、水生昆虫相について概説したが、採集されたものは、いずれも清冷な河川の代表的な種であった。

総現存量では、5月にst 4の地点で1 m²当たり1.7 gと非常に少なかったが、この1例を除いて1 m²当たりの現存量は4~11 gであった。一般的に現存量が1 m²当たり20 g以上の場合にかなり

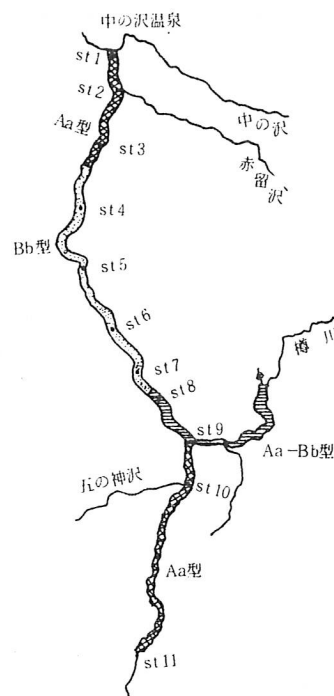


図 5. 達沢川の河床模式図と調査地点

多量とされるが、この河川ではその量の5分の1から2分の1であり、水生昆虫は少ない河川の部類に入る。これは、砂が多く、礫床でも礫間が砂で埋まっているため、平面的な生産しか期待できないことに大きい原因があるものと考えられる。

ヤマメ・イワナの餌料としては、カゲロウ類が重要とされるが、魚体の大きさにみあった適当な大きさの餌が必要であり、この意味において稚魚期には小型のカゲロウ類と共にユスリカ類が重要であると考えられる。今回の調査では、カゲロウ類の大型のもの・イノブスヤマトビケラ・コヤマトビケラ・Goera sp. マルツツトビケラがヤマメとイワナの胃内によく見られた。

水生昆虫相は、河川毎に、また時期により大きな変化がみられている。次に北海道における溪流の調査例2つをみる。1つは、噴火湾に流入するユーラップ川であるが、ここでは蜉蝣目が優占し、種

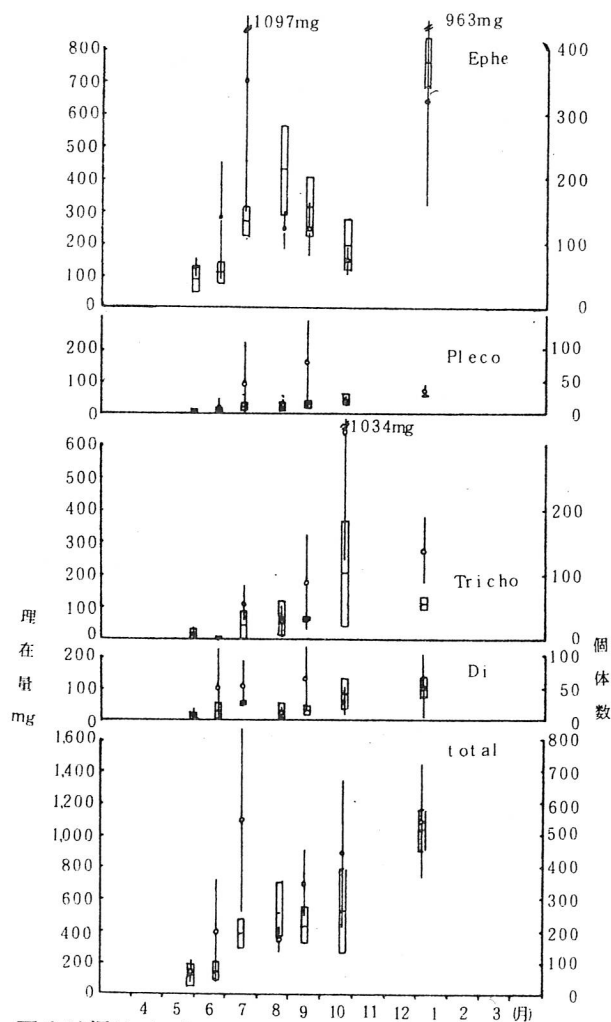


図6. 達沢川st4あるいはst5における水生昆虫の現存量と個体数(0.09㎡当り平均値と標準偏差)

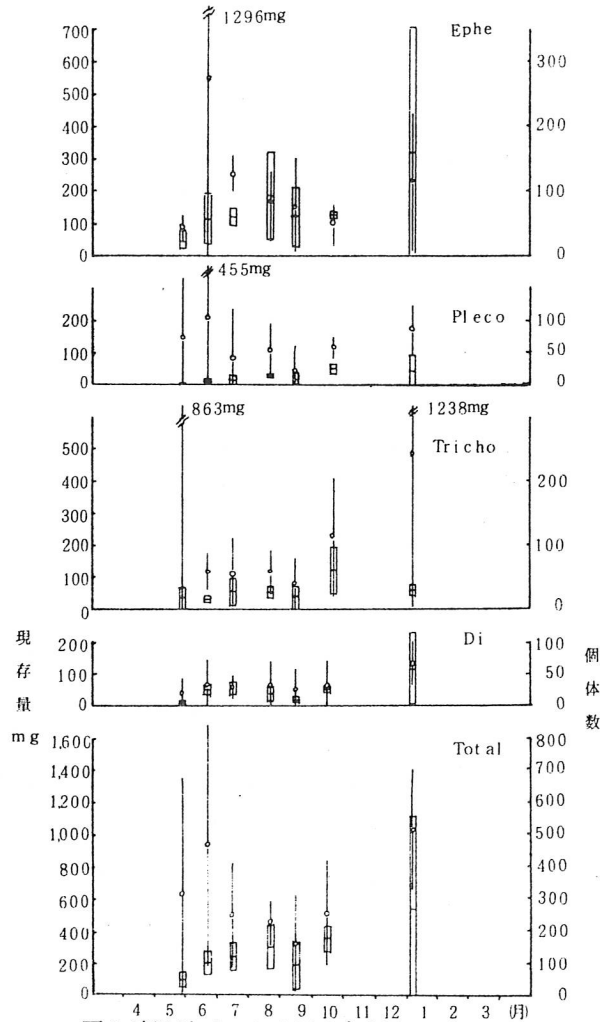


図7. 達沢川st10における水生昆虫の現存量と個体数(0.09㎡当り平均値と標準偏差)

としてはコカゲロウ科のシロハラコカゲロウ(B. thermicus)とフタバコカゲロウ(B. japonica)、マダラカゲロウ科のヨシノマダラカゲロウ(E. yoshinoensis)、ミットゲマダラカゲロウ(E. trispina) E. sp. nax。そしてE. sp. nayの6種が優先種であったことを報告している。もう一つの川は、ユーラップ川より北に位置し、日本海に注ぐ千走川での例であるが、ここでは冬期に双翅目(ユスリカ類が主体)、春から夏に蜉蝣目、秋に毛翅目が優占する。積翅目も冬期に多くなる。蜉蝣目についてはユーラップ川で優占していた6種に加えてヒラタカゲロウ科のエルモンヒラタカゲロウ(Epeorus lafifolium)と Cinygma sp.等が多く生息していたことを報告している。水生昆虫の現存量は、3~12 g/㎡で、今回調査した達沢川のそれに比較的好く似るが、蜉蝣目については千走川の方がはるかに豊富であり、冬を除いて大型のものがかなり生息していたようである。

5. 魚類相・遊漁状況

ニジマスが昭和40年から3カ年に亘り放流された。本種は本来降河するが、下流に強酸性水域があるために降河できず、かなり長期に亘り本河川内で再生産していたようである。又、ヤマメが昭和51年6月に約8,000尾放流され、続いて52年5月に約6,000尾放流されている。これらの放流は、地元の猪苗代湖漁協による。

先住魚種では、エゾイワナ (*Salvelinus leucomaenis*) が多数生息し、カジカ (*Cottus pollux*) とアブラハヤ (*Moroko steindachneri*) も生息していた。

釣人は、河岸の雪が固まる頃から入るようであるが、実際4月7日(昭和53年)の達沢川と小田川には、川岸の残雪に足跡がみられ、既にかんりの釣人が入っていた。

図8に遊漁証所持状況と釣獲魚の大きさの状況を示したが、釣人調査では、遊漁証を所持した者にあわなかった。また、制限全長以下の小型魚がかなりの割合でみられた。5月・6月・7月及び9月の調査では、土曜日は各月とも1~2人と少なく、日曜日の釣人は5月に11人・6月に2人・7月に4人・そして9月に5人みられた。

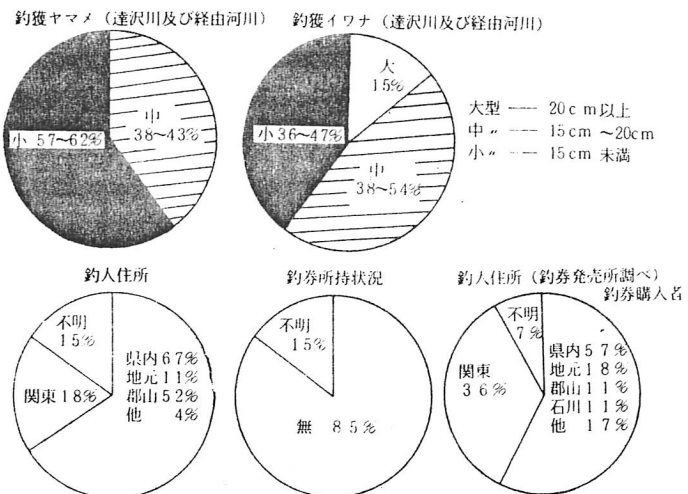


図8. 遊漁状況調査結果

要 約

ヤマメの放流効果を調査するため、漁場環境と水生昆虫生息状況を調査した。

1. 達沢川は、標高1,000m余りを源流に北流し、標高700mの猪苗代町沼尻で強酸性の酸川に流入する。
2. 流程約8Km、平均勾配 $37.5/1,000$ 、緩流域勾配 $15/1,000$ と算出された。Aa~Bb型河床形態の溪流であるが、砂が多いことが特徴である。
3. 夏期最高水温は15.8℃で、概ね清冷な河川である。
4. 水生昆虫の、現存量は1㎡当り4~11gと推算されるが、少ない部類に属する。
5. 蜉蝣目が優占し、マダラカゲロウ科のミットゲマダラカゲロウ (*Ephemerella yoshinoensis*)、*E.sp.nax*、小型の*E.sp.*、コカゲロウ科のシロハラコカゲロウ (*Baëtis thermicus*) と *B.sp.* が多くみられた。ただし、大型の個体は初夏まで多く生息するが、夏以降は少ない傾向がみられた。
6. 放流したニジマスとヤマメ、先住魚のエゾイワナとカジカとアブラハヤが生息していた。
7. 遊漁状況調査から、渓流域の漁場管理は極めて困難なことが示唆された。

参 考 文 献

- 津田松苗 (1973) : 水生昆虫学 北隆館
- 久保達郎ほか (1973) : ユーラップ川の生物群集の生産力に関する研究 (J p F ユーラップ川研究グループ)
- 阿刀田光紹・今田和史 (1972) : 千走川の水生昆虫相ならびに環境条件 水産フ化場研究報告 27. 59~95
- 水野信彦・御勢久右衛門 (1972) : 河川形態学 築地書房
- 「養鱒の研究」 全国湖沼・河川養殖研究会編 (1976) 緑書房

溪流漁場調査Ⅱ・達沢川におけるヤマメの放流効果調査

高越哲男・成田宏一・渡辺謙太郎・鈴木馨

Observations of the Fishing Ground of Mountain Stream-II
On the Planting Effect of juvenile masou salmon
(Oncorhynchus masou) in the Tatsusawa-river.

Tetsuo Takagoshi, Kōichi Narita, Kentarō Watanabe and Kaoru Suzuki.

前報につづいて、ヤマメの放流効果調査結果を報告する。

調査方法

本河川には、猪苗代湖漁協が、昭和51年6月20日に約8,000尾、そして昭和52年5月16日に約6,000尾のヤマメを放流している。これに加えて、試験放流に約2,000尾のヤマメを昭和52年6月27日に 図1 に示す2地点に放流した。st4には脂鰭と左腹鰭を切除、st8には脂鰭と右腹鰭を切除して放流した。

これらのヤマメの分散・成長・生息量等を調査するため、適宜、のぞきあるいは投網・刺網による魚獲調査を併せて行なった。魚獲物の一部は、MS-222薬剤で麻酔をかけ、魚体を測定した後再放流した。胃内容物等の調査に供する魚は約10%ホルマリン液に浸漬した。

調査結果

1. 成長

図2 に成長を示した。本種は成育途中ヤマメ型とサクラマス型の2型に分化するため成長差が大きくなるようである。

釣獲対象となるものは全長15cm以上であるが、春に放流した当才魚は年内には15cmに達せず、成長のよい個体が翌年2月に15cmを越える。概して翌年の7～8月に全長15cmに達する。また成育の劣るものは翌年でも釣獲サイズに達しない。

図3. に、「養鱒の研究」(全国湖沼河川養殖研究会養鱒部会編)の129ページ表6-6を図示したが、本河川への放流ヤマメは他河川の例に比較して明らかに成長が劣っていた。

図4 に、標識ヤマメの一部を試験場の野外水槽で

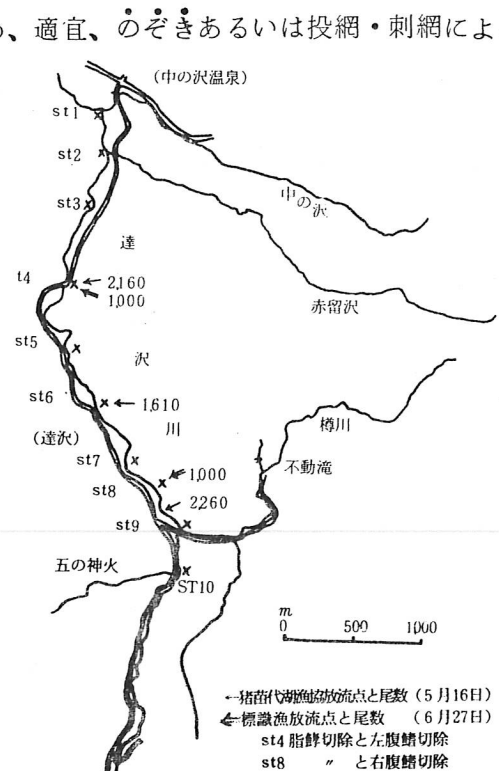


図1. 調査地点とヤマメ放流状況

飼育した経過を示したが
当才魚でほとんどの個体
が釣獲サイズを越え、一
部は全長 20 cm を越えた。

本河川で、成長が劣る
原因は、河川水温が夏期
で 15~16℃ と低く、概
して水温の低い河川であ
ることも考えられるが、

むしろ前報に述べたと
おり水生昆虫等の餌料が
少ないことによると思わ
れる。このことは、胃内

容物からも推察され、羽化期の大型カゲロウ類が豊富な 6~7 月には、この種が胃内容物の 20% を占めるが、8 月と 10 月は、わずか数% にすぎない。8 月には 90% 余りが陸上動物であった(図 5. 6 a~d)。

北海道のユーラップ川の例では、カゲロウ類が胃内容物の 30~50% を占めている。

摂餌率(胃内容物重量/魚体重)を 図 7 に示したが、1 例の 2.9% を除いて 2.0% 以下である。ユーラップ川では平均 3~5% と報告されている。また、1 日間の摂餌率を試算しているが、5.643% の値を出し、この場合 10 時から 16 時の間の摂餌率は、2.4~3.5% であった。

これらの調査結果から、本河川の場合餌料水生昆虫が量的に貧弱であり、放流量にみあった餌がなかったものと考えられる。特に、本河川の場合、下流の強酸性水域により銀毛化ヤマメの降河ができず、一般河川ならば銀毛化ヤマメの降河等の移動により生息量がある程度自然に調節されるが、この分散が不可能であることも大きな原因であろう。

本河川で得られた最大の子マメは、全長 23.5 cm であった。調査魚の写真を 図 8 a~d に示す。

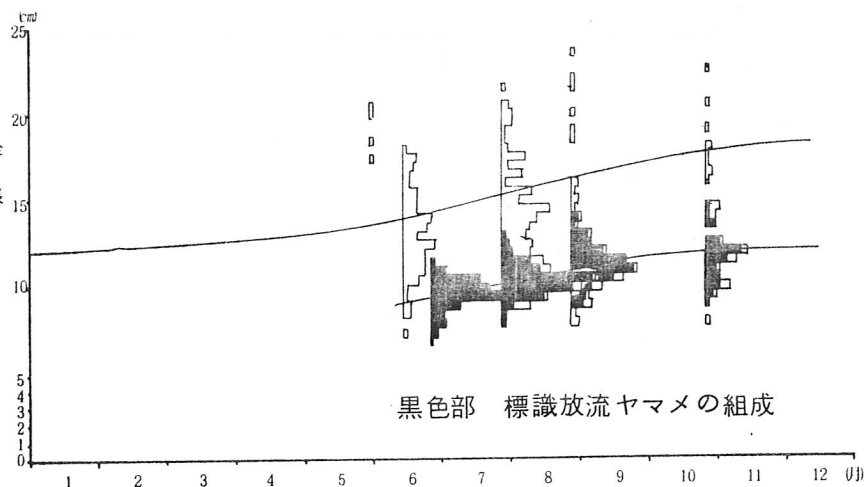


図 2. 達沢川放流ヤマメの成長

2. 生 残

5 月 20 日から 26 日にかけて、のぞきで生息状況を調査したが、この結果から放流 1 年後の生残率を試算してみた。(st の番号は前報に同じ)

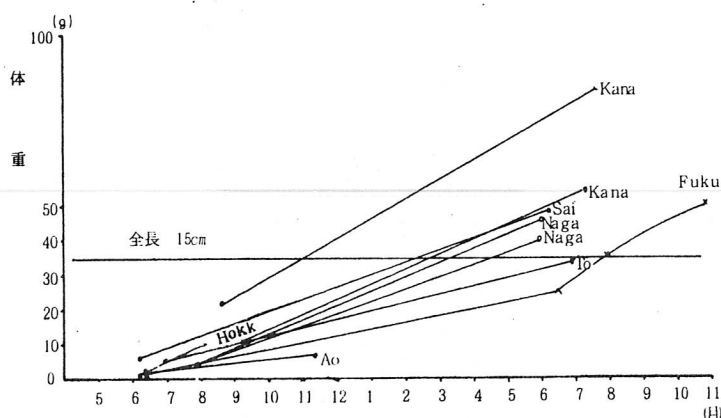


図 3. 放流ヤマメの成長(養鱒の研究,
全国湖沼河川養殖研究会養鱒部会編 S. 51)

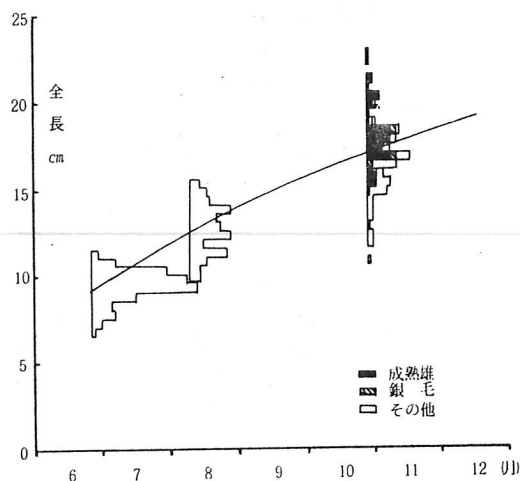
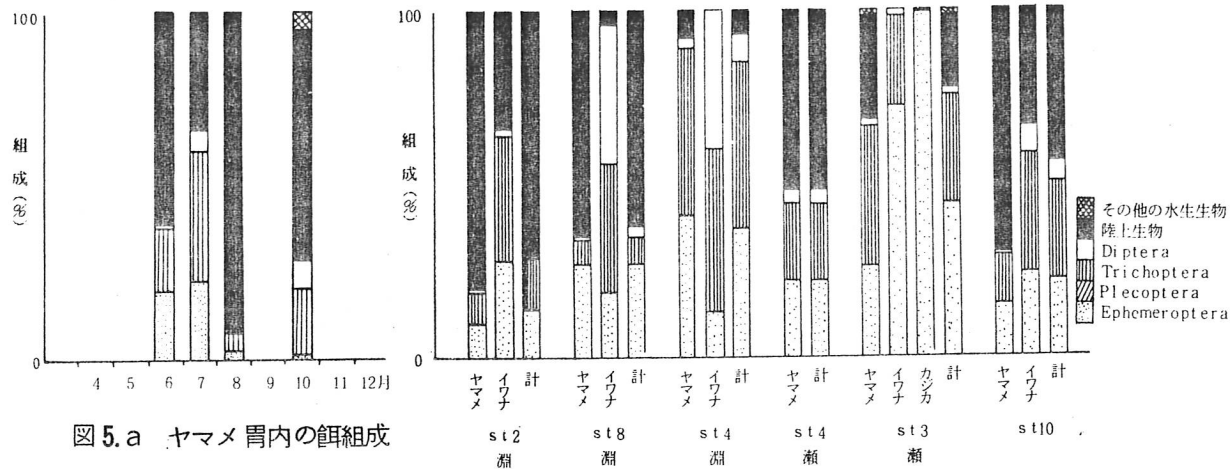


図 4. 飼育ヤマメの成長



st4~st8の区間

漁 場 面 積	$1,820\text{m} \times 6.64\text{m} = 12,085\text{m}^2$
確認生息ヤマメ	180尾
補 正 係 数	1.51
生 息 密 度	$180 \times 1.51 / 12,085 \div 0.02\text{尾}/\text{m}^2$

このうちst4~st5の区間については

漁 場 面 積	$580\text{m} \times 6.64\text{m} = 3,851\text{m}^2$
確認生息ヤマメ	104尾
補 正 係 数	1.51
生 息 密 度	$104 \times 1.51 / 3,851 \div 0.04\text{尾}/\text{m}^2$

(補正係数は、のぞき確認尾数を漁獲尾数で除した値で、3例の実験値の平均値である。)

放流密度は、放流魚の分散が十分なされたと仮定して

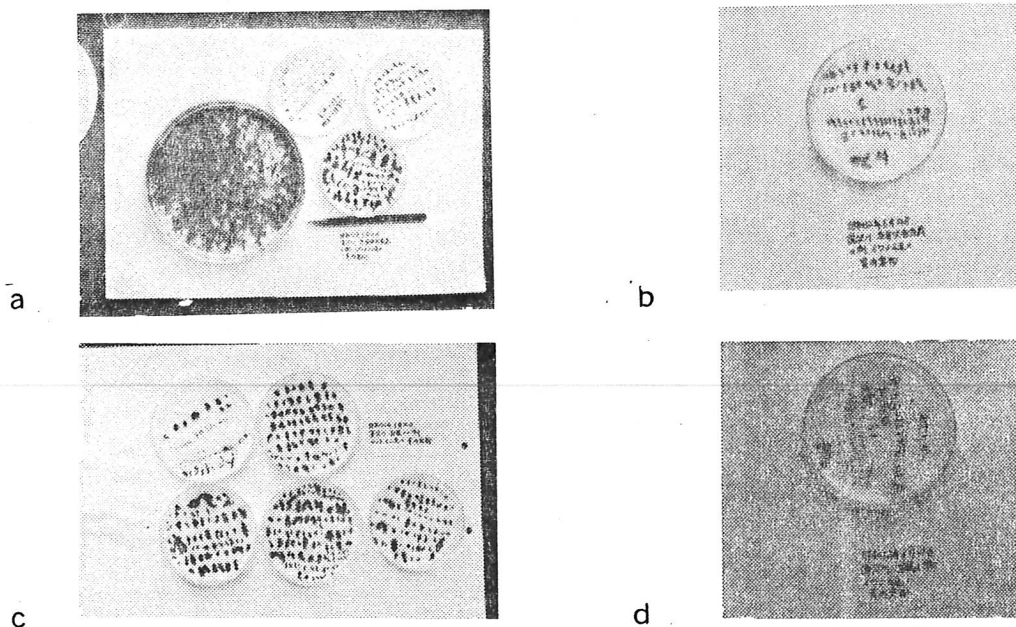


図 6. a~d ヤマメとイワナの胃内容物

ヤマメ生息確認漁場 30,850 m² (st1~st10の区間と不動滝より下流の樽川)

放流尾数(昭和51年) 約8,000尾

放流密度 8,000尾/30,850 m² $\div$ 0.26尾/m²

生残率は、下記のように算出される。

st4~st8の区間から 7.6%

st4~st5の区間から 15.2%

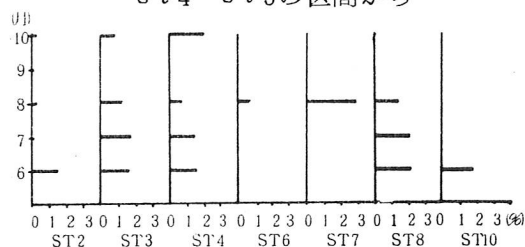


図7. 滝沢川ヤマメの摂餌率

過去の調査事例では、0年魚を放流した場合に放流9~13ヵ月後の釣りによる再捕率は0.7~16.1%であり、その内訳は5%未満が10例で過半数を占め、5~10%が3例、10%以上が4例であった。ただし、実際の生残率は再捕率を相当上まわるものとみられる。

今回の調査では、生残率を放流密度と生息密度から試算してみた。(表1)に示すように、淵では0.2~0.3尾/m²と高密度で生息するが、瀬を含めた漁場全体の生息密度としては、上記の0.04尾/m²と0.02尾/m²の推算値はほぼ妥当な数値であると思われる。

ただし、この場合調査以前に相当釣獲されていると推察されることから実際の生残率はこれより高率となろう。

放流稚魚の生残率は、稚魚を食害する大型魚の生息状況に大きく影響される。本河川にはイワナの他に全長40cm前後の大型ニジマスが生息し、実際にその胃内に消化後の魚の脊椎骨がみられた。脊椎骨の大きさからみて15~20cmの大型魚が捕食されていた。本河川では、下流に強酸性水域があるため降河できず、成長したニジマスがヤマメやイワナを食害していた。

図9に5月から10月にかけてのヤマメの生息量の状況を示す。春から夏にかけて、前年に放流したヤマメが激減している。ある釣人からの聞きとりでは、数時間の間に20~30尾のヤマメが釣れたというが、この減少は釣獲によると考えられる。前述のように、この河川は餌料生物が豊富とは云えず、このために釣獲し易いことと関連していると思われる。

3. 分散

このことについては、今後も調査を続ける計画であるが、これまでの経過では従来の調査報告と同様に放流種苗は、放流場所への定着性が非常に強いことを示した。

過去の調査事例では、分散移動は上流側に小さく、下流側

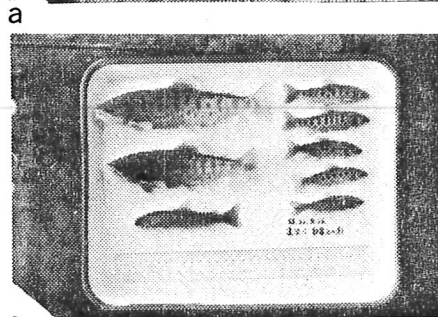
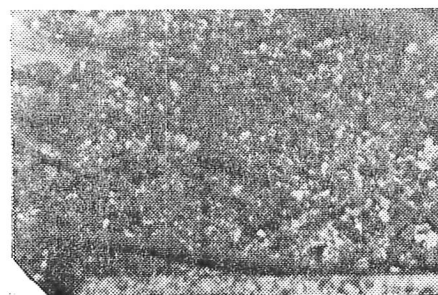
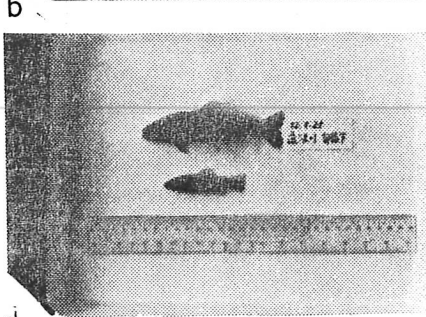
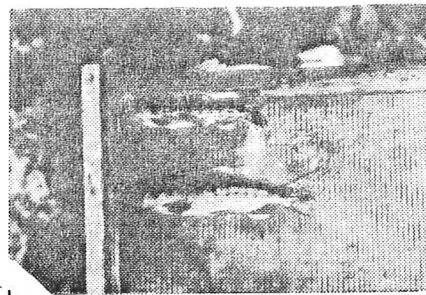


図8. a. 放流ヤマメ稚魚
b. 8月26日にst8で採集したヤマメとイワナ



c. 10月24日にst1で採集したヤマメ(上♀, 下♂)と搾出卵
d. st6で採集したニジマス(下)

表1 達沢川における漁獲調査結果

(昭和52年6月14日)

漁獲地点	魚獲尾数(尾)					魚獲重量(g)					魚場面積 m^2	生息尾数密度(尾/ m^2)					生息重量密度(g/ m^2)				
	ヤマメ	イワナ	カジカ	アブラハヤ	計	ヤマメ	イワナ	カジカ	アブラハヤ	計		ヤマメ	イワナ	カジカ	アブラハヤ	計	ヤマメ	イワナ	カジカ	アブラハヤ	計
赤留沢合流前の淵(st2)	20	4	1	0	25	531.4	83.5	4.1	0	619.0	100	0.20	0.04	0.01	0	0.241	5.31	0.84	0.04	0	6.19
部落上の淵(st8)	22	4	1	0	27	845.1	77.5	6.6	0	929.2	90	0.24	0.04	0.01	0	0.29	9.39	0.86	0.07	0	10.32
大橋下の淵(st4)	15	1	0	0	16	237.0	15.0	0	0	252.0	50	0.30	0.02	0	0	0.32	4.74	0.30	0	0	5.04
st3	10	2	5	9	26	150.7	24.0	31.9	13.2	219.8	198	0.05	0.01	0.03	0.05	0.14	0.76	0.12	0.16	0.07	1.11
st4(大橋)	14	0	3	0	17	327.5	0	27.0	0	354.5	120	0.12	0	0.03	0	0.14	2.73	0	0.23	0	2.95
st10(五の神沢合流点より下)	2	5	0	0	7	78.1	79.1	0	0	157.2	63	0.03	0.08	0	0	0.11	1.24	1.26	0	0	2.50

に大きい傾向があるとされるが、これは大きな出水時の移動と考えられている。今回の調査では、若干数の下流の移動が確認されたが、大部分は上流への移動が強く示された。このことは北海道尻別川支流における放流例、函館近郊の小川における放流例と一致している。

これらのことからヤマメ種苗を放流する場合は、魚場全体に均一に分散放流することが理想的であり、できる限り分散して放流することが望ましい。

イワナについて簡単に述べると、従来この河川にはイワナが豊富に生息したと云われるが、今回の調査では、全域に生息してはいるものの大形のものは非常に少なかった。このことは前報で報告したが、釣獲制限サイズ以下の小型魚が乱獲されていることに大きな原因があろう。又、図5-bの食性からみて、従来云われているようにその生態的地位はヤマメより下位にあり、従って、達沢川のイワナは、ニジマスやヤマメの放流によって生態的地位をおびやかされていると云える。

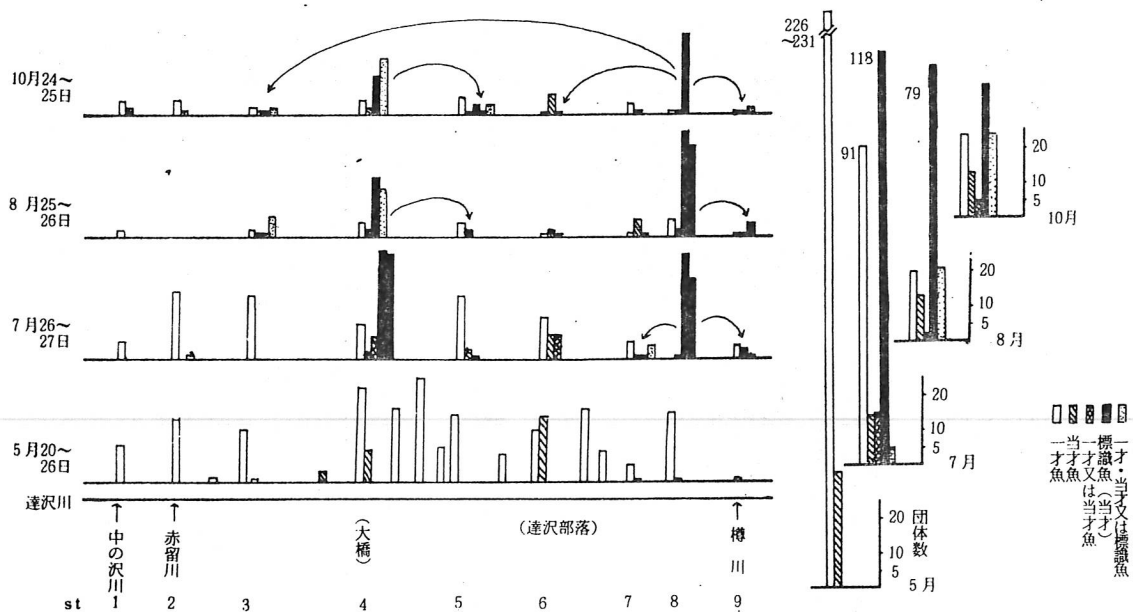


図9 達沢川におけるヤマメの生息状況

(確認尾数、ただし7月と8月のst4と8及び10月のst8の標識魚尾数は、測定尾数)

この調査には、地元猪苗代湖漁業組合員、小林正夫氏他数名の御協力を戴いた。誌上をもって深謝申しあげます。

要 約

前報に引き続いて、下流に強酸性の水域があり、魚類の降河移動ができない達沢川（阿賀川水系長瀬川の1支流）におけるヤマメの放流効果調査の結果を述べる。

1. 本河川に放流したヤマメの成長は、他河川の例に比較して明らかに劣っていた。釣獲対象となるものは全長15 cm以上であるが、春に放流した当才魚は成長のよい個体で、翌年の2月に全長15 cmを越えるが、概して翌年7～8月に全長15 cmに達する。得られた最大魚は、全長23.5 cmであった。
2. 餌料水生昆虫相が量的に貧弱であること、下流に強酸性水域があることのため、銀毛化ヤマメの降河が阻害され一般的河川でみられる生息量の分散調節がみられない。
3. 放流ヤマメの1年後の生残率を放流密度と生息密度から推算し、10%前後の数値が示された。放流稚魚の生残率は、稚魚を食害する大型魚の生息状況に大きく影響される。
4. 放流したヤマメ稚魚は、放流場所への定着性が強いいため、放流はできうる限り、漁場全体に分散するよう放流することが望ましい。

参 考 資 料

「養鱒研究」全国湖沼河川養殖研究会編（1976） 緑 書 房

久保達郎・他（1973）： ユーラップ川の生物群集の生産力に関する研究
（JPF ユーラップ川研究グループ）

阿武隈川の底生動物相について

渡辺謙太郎・成田宏一

Studies on the Bed Fauna of the Abukuma River.

Kentarô WATANABE and Kôichi NARI TA

まえがき

阿武隈川は白河郡西郷村大白森山(1,656m)に源を発し、更に白河盆地に入り福島県の中央部を北上して宮城県南部を通り、太平洋にそそぐ流程225Km・流域面積5,480km²に及ぶ一級河川である。

この河川の水質の実態を生物学的な見地から把握し併せて環境保全対策の基礎的な資料を得るため、昭和52年度事業として県内水面水産試験場が県公害規制課の委託を受けて調査を実施したので、その概要について報告する。なお、底生動物の分類同定にあたっては、淡水区水産研究所上田支所田中光増殖研究室長から種々御教示を賜ったので心から感謝の意を表する。

調査方法

1. 調査地点

調査水域を図1に示す。西白河郡西郷村地内羽太橋から下流160Kmの区間に5調査地点を設けた。

st 1(羽太橋)の上流域には特に大きな汚濁源はなく、農業を主とした民家が点在している程度であり、これより約78Km下流のst 2(安達橋上流)は、白河市・須賀川市・郡山市等に点在するパルプ・化学薬品・紡績等工場や、し尿処理場等の排水、及びこれらの都市下水の流入がある。st 3(飯野ダム下流)は、発電及び灌漑用取水ダムの下流約800mに、更に約10Km下流にst 4(黒岩)があり、st 5は福島市の都市下水の一部が流入する県庁裏にある。

調査地点の環境要因を表1、図2に示す。st 3では低水温が記録されているが、これはダム湖の深層水の放出によるものである。

2. 調査時期

調査は下記の2回実施した。

夏 期 昭和52年 8月4日～5日

秋 期 昭和52年 11月7日～8日

3. 調査方法

底生動物の採集には、底面積30×30cmのサバーネット(網地GG50)を用い、一地点2回のサンプリングを行った。採集された動物・砂礫・塵芥等のすべてを管瓶に入れ、15%ホルマリン液で固定した。サンプルは内水面水産試験場研究室に持ち帰り、白色バットの中でゴミ・砂礫・を分離し、底生動物の種類別の個体数と湿重量を測定した。

図1. 調査水域

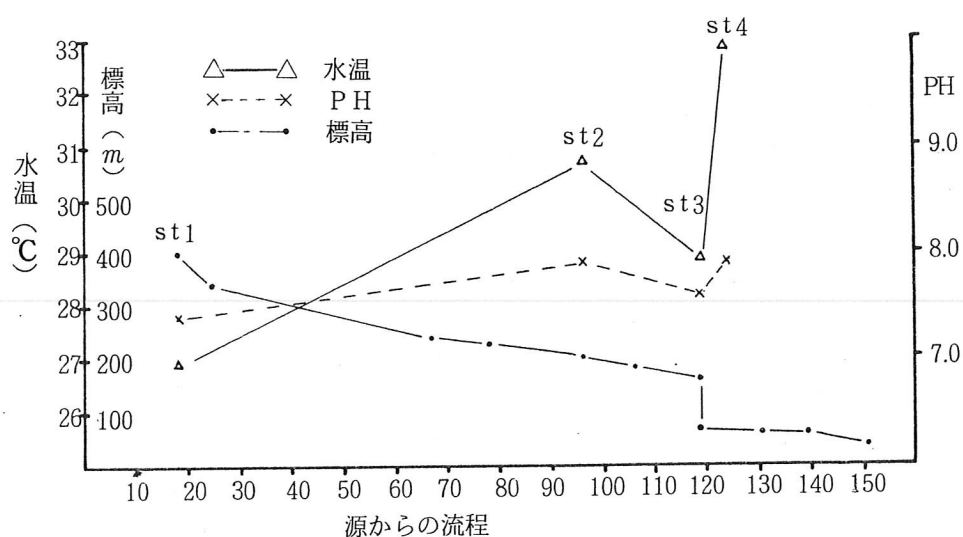


結果と考察

表1. 調査地点の環境

	st 1 (羽太橋) 白河市	st 2 (安達橋上流) 本宮町	st 3 (飯野ダム下流) 飯野町	st 4 (黒岩) 福島市	st 5 (県庁裏) 福島市
標高 (m)	400	200			
月日	52. 8. 4 52.11. 7	52. 8. 4 52.11. 7	52. 8. 4 52.11. 7	52. 8. 4 52.11. 7	52.11. 7
天気	晴 薄曇	晴 薄曇	晴 薄曇	晴 薄曇	薄曇
気温 (°C)	30.8 18.5	33.8 19.2	33.8 15.5	15.0	15.0
水温 (°C)	26.9 13.2	30.7 16.0	28.9 15.5	32.8 15.0	15.0
P H	7.4	7.9	7.6	7.9	
D O					
水深 (cm)	15~20	20	10	20	20
底質	石礫 浮き石 (1~2個はまり石あり) 石の大きさ 15cm 3個 } 20個 10cm 7個 } 7cm 5個 } 3cm 5個 }	石礫 はまり石 石の大きさ 20cm 1個 } 6個 10cm 2個 } 5cm 3個 } 石間に有機沈澱物・緑藻類が繁茂する。	石礫 はまり石 (1~2個浮き石) 石の大きさ 20cm 1個 } 5個 15cm 1個 } 10cm 2個 } 5cm 1個 }	石礫 はまり石 石の大きさ 15cm 2個 } 4個 10cm 2個 }	石礫 はまり石 石の大きさ 20cm 1個 } 7個 7cm 1個 } 5cm 5個 }

図2. 調査地点の水温, pH, 標高



1. 底生動物組成

2回にわたる底生動物の調査結果を種類別個体数と湿重量に分けて、表2(夏期)及び表3(秋期)に示した。

i) 種類別個体数

st1 羽太橋では、ウルマーシマトビケラ *Hydropsyche ulmeri*・コカゲロウ *Baetis* sp., ユスリカ科 *Chironomidae* sp.が多い。カゲロウ目 *Ephemeroptera*は夏期には15種、秋期には7種がみられ、その他の目についても比較的多くみられた。また、トビケラ目 *Trichoptera*では、清水性の代表種といわれているナガレトビケラ亜科 *Rhyacophilinae*が出現する。st2の安達橋上流では、エチゴシマトビケラ *Hydropsyche echigoensis*が数・量とも多くみられた。また量だけをみると、ヘビトンボ *protohermes grandis*が若干上廻っている。st3飯野ダム下流では、ユスリカ科 *Chironomidae* sp., *Hydropsyche echigoensis*・アカマダラカゲロウ *Ephemerella rufa*の個体数が多く、量的には *Hydropsyche echigoensis*が最も多い。*Ephemeroptera*が比較的多く採集されているが、種類別の個体数は少ない。特に個体数の多い *Chironomidae* sp.は、清水・腐水の両域に分布する種であるが、腐水域にみられる体色の赤い種はみられず、青色と褐色のものが多くみられた。st4の黒岩、st5県庁裏の優占種は *Hydropsyche echigoensis*で、st3でみられた青色・褐色系の *Chironomidae* sp.がこれに次いで多い。

調査区間では、シマトビケラ科 *Hydropsychidae*に属するものが優占し、次いで *Ephemeroptera*・双翅目 *Diptera*・楯翅目 *Plecoptera*の順でこれに続き、それにシマイシヒル *Erpobella lineato*・ミズムシ *Asellus hilgendorffii*・サカマキガイ *Physa acuta*が若干加わる一方、st2より下流では、清水域の代表種である *Rhyacophilinae*の出現が認められなかったのが特徴的である。

ii) 現存量(湿重量)

秋期における現存量(湿重量)を各地点別にみると次のことが云える。最も多い地点はst2(安達橋下流)で0.25 m²当り8.110mgと多く、少ない方ではst4(黒岩)の1.909mgである。又、st1(羽太橋4.850mg)、st3(安達橋上流5.430mg)、st5(県庁裏2.069mg)、津田(1962)⁽¹⁾の階級をあてはめてみると、階級Ⅲ(2~3g)以上に属し、比較的生物量の豊富な河川と云える。

秋期に比べ、夏期に底生動物量が少なかったのは、降雨による増水のために河床から剥離流下したためと推察されること。また昆虫の羽化の活動が活発化している季節でもあり、特に大型種である *Trichoptera*の出現割合が少なかったことがあげられる。

2. 生物指標

i) 底生動物の群集構成による指標

田中ら(1964)⁽²⁾の方法により、各地点に於ける群集構成の諸特長を表4に示し、汚濁度の検討を行った。

st1(羽太橋):総種類数は夏期41種・秋期22種と流域における調査地点の中、最も多くの種が出現している。両時期に共通の種類はos種が最も多く、次いでos-βms種がこれに続き、これらが底生動物指標種の主体を占めている。不明種のうちosあるいはβmsに分類されるべきものが相当数含まれているものと思われる。また第1優占種の *Hydropsyche ulmeri*あるいはヒゲナガカワトビケラ科 *Stenopsychidae*などはos-βmsにランク付けされる種であるが、os域にもかなりの出現頻度で見られ、従ってこの地点はos域と云えよう。

表2. 底生動物 個体数および現存量 (夏期)

station specific name	1		2		3		4		5	
	N.I	(mg) W.W	N.I	(mg) W.W	N.I	(mg) W.W	N.I	(mg) W.W	N.I	(mg) W.W
Ephemeroptera (蜉蝣目)										
Epeorus latifolium	55	106								
E. uenoi	1	4								
E. curvatulus	4	14								
E. sp										
Ecdyonurus kibunensis	2	5								
Ecdy. Yosyidae	4	23			2	8				
Ecdyonuridae(spp.)										
Rhithrogena japonica	3	15								
Ephemerella yoshinoensis	2	25								
E. rufa	75	92	6	27	57	59	14	13		
E. sp. EA										
E. sp. EB	91	124								
E. sp. EC										
E. sp. ED			1	6	7	7	10	30		
E. sp. nay	3	5	2	1			4	1		
Isonychia japonica	10	148			4	11				
Baetis sp.	161	153	213	85	42	9	16	5		
Baetiella sp.	30	16								
Ameletus sp.					3	1	4	1		
Ephemera strigata	4	1								
Paraleptophlebia sp. PA										
Choraterpes tritureata	2	5								
Polymutarcis shigae					2	7	3	95		
Potamanthus kamonis					1	1	2	1		
Caenis sp. CB							1	1		
Trichoptera (毛翅目)										
Stenopsyche griseipennis										
Parastenopsyche sauteri	5	125								
Stenopsychidae (sp)	8	6								
Hydropsyche ulmeri	86	257	1	7	1	34				
H. nakaharai	13	41								
H. echigoensis			106	100	70	348	48	136		
H. sp. (pupa)			1	9	5	40	2	15		
Hydropsychodes brevilineata	34	86			1	1				
Hydropsychidae (sp.)(pupa)	2	18								
Rhyacophila transquilla	3	1								
R. brevicephala	1	4								
R. yamanokensis	1	1								

R. nigrocephala	1	2							
Rhyacophilidae (sp)	1	8							
Mystrophora inops	2	10							
Brachycentrus sp. B A	2	40							
Plecoptera (積翅目)									
Acroneuria sp.									
Perlidae (sp.)	12	7							
Gamphidae (sp.)	1	14							
Diptera (双翅目)									
Chironomidae (sp.)	36	6	38	11	63	12	31	4	
C. (sp.) (pupa)	2	1							
Antocha sp.	2	4							
A. (sp.) (pupa)									
Atherix(A.)idis japonica	5	46			1	13			
Dolichopdidae (sp.)	1	1							
Tipula sp.									
Simuliidae sp.	1	1							
Coleoptera (鞘翅目)									
Psephenoides japonica			5	1			1	1	
Elmidae (sp.)	6	3					1	1	
Mataeopsephenus japonicus	1	5							
Luciola cruciata									
Megaloptera (広翅目)									
Protohermes grandis	1	2	1	329	2	780			
Others (その他)									
Asellus hilgendorffii			13	20					
Erpobdella lineata	1	24	17	123					
Planaria	2	5							
Oligochaete	12	3	122	42	4	1	1	1	
Physa acuta			4	10					
Ferrissia nipponica									
Corbriculina leana			1	1					
Collembola	1	1							
種 類 数	41		15		16		14		
個 体 数	690		530		265		138		
全 湿 重 量 (mg)	1.462		772		1.332		305		

表3. 底生動物個体数および現存量（秋期）

station specific name	1		2		3		4		5	
	N. I	(mg) W.W	N. I	(mg) W.W	N. I	(mg) W.W	N. I	(mg) W.W	N. I	(mg) W.W
Ephemeroptera (蜉蝣目)										
Epeorus latifolium										
E. uenoi										
E. curvatulus										
E. sp.	1	1								
Ecdyonurus kibunensis										
Ecdy. yosyidae			2	1						
Ecdyonuridae (spp.)			2	1						
Rhithrogena iaponica										
Ephemerella yoshinoensis										
E. rufa	2	1	17	19	252	231	17	21	14	13
E. sp. E A			2	1						
E. sp. E B	1	6								
E. sp. E C			27	70						
E. sp. E D					5	3				
E. sp. nay	15	26	3	15			1	2		
Isonychia japonica					6	16	6	13	6	5
Baetis sp.	8	37	7	23	97	50	6	10	5	7
Baetiella sp.	7	10	1	1	10	2			1	1
Ameletus sp.					2	1				
Ephemerella strigata	1	20								
Paraleptophlebia sp. PA									1	1
Choraterpes trifureata										
Polymutarcis shigae									1	1
Potamanthus kamonis					13	4	1	1		
Caenis sp. C B										
Trichoptera (毛翅目)										
Stemopsyche griseipennis	1	525								
parastenopsyche sauteri	2	553								
Stenopsychidae (sp.)										
Hydropsyche ulmeri	116	1,296	6	54	12	301	2	16	6	126
H. nakaharai	8	38								
H. echigoensis			638	2,483	492	1,953	273	1,031	242	1,037
H. sp. (pupa)										
Hydropsychodes brevilineata	23	92	6	25	11	26	1	1	2	1
Hydropsychidae (sp.) (pupa)	3	45								
Rhyacophila transquilla	4	14								
R. brevicephala										
R. yamanokensis	2	8								
R. nigrocephala										
Rhyacophilidae (sp.)	5	11								

Mystrophora inops	11	24								
Brachycentrus sp.BA										
Plecoptera (楨翅目)										
Acroneuria sp.	3	101								
Perlidae (sp.)	11	255								
Gamphidae (sp.)										
Diptera (双翅目)										
Chironomidae (sp.)	186	142	104	104	592	373	147	114	170	163
C. (sp.)(pupa)	20	18	1	1	77	84	16	16	36	30
Antocha sp.	33	36	14	46	7	7	21	45	1	1
A. (sp.)(pupa)							1	1		
Atherix(A.) idis japonica					2	140				
Dolichopdidae (sp.)										
Tipula sp.	1	2								
Simuliidae sp.										
Coleoptera (鞘翅目)										
Psephenoides japonica										
Elmidae (sp.)			1	12						
Mataeopsephenus japonicus										
Luciola cruciata	1	1								
Megaloptera (広翅目)										
Protohermes grandis			3	2,594	1	449				
Others (その他)										
Asellus hilgendorffii			1	3						
Erpobdella lineata										
Planaria										
Oligochaete			18	3	19	10	45	13	24	6
Physa acuta										
Ferrissia nipponica			1	1						
Corbriculina leana										
Collembola										
種 類 数	23		17		18		12		13	
個 体 数	465		850		1,602		537		509	
全 湿 重 量 (mg)	3,262		5,454		3,652		1,284		1,392	

表 4. 底 生 動 物

		腐水段階	s t 1	s t 2
Aug 1977	種 類 数	os	10	—
		os- β ms	9	1
		β ms	4	3
		α ms	1	4
		β ps	1	1
		unkown	16	6
		total	41	15
	優占種と 優 占 度 (%)	1 st	Hydropsyche ulmeri 17.5	Protohermas grandis 42.6
		2 nd	Baetis sp. 10.4	Erpobdella lineata 15.9
		3 rd	Isonychia japonica 10.1	Hydropsyche echigoensis 12.9
			parastenopsyche sauteri 8.5	
	全 湿 重 量		1,462	772

		腐水段階	s t 1	s t 2
NOV 1977	種 類 数	os	8	1
		os- β ms	5	1
		β ms	2	4
		α ms	—	1
		β ps	—	1
		unkown	8	9
		total	23	17
	優占種と 優 占 度 (%)	1 st	Hydropsyche ulmeri 39.7	protormas grandis 47.5
		2 nd	Parastenopsyche sauteri 16.9	Hydropsyche echigoensis 45.5
		3 rd	Stenopsyche griseipennis 16.1	Chironomidae sp. 1.9
	全 湿 重 量		3,262	5,454

註：OS:Oligosaprobic (貧腐水性), β ms: β -mesosaprobic
os- β ms: β -mesosaprobic と oligosaprobic class の中間

の 群 集 構 成

全湿重量単位： $mg/(30cm)^2 \times 2$

st 3	st 4	st 5
—	—	
4	1	
5	3	
—	—	
1	1	
6	9	
16	14	
Protohermas grandis 58.5	Hydropsyche echigoensis 44.5	
Hydropsyche echigoensis 26.1	Polymitorcis shigae 31.1	
Ephemerella rufa 4.4	Ephemerella sp. E D 9.8	
1,332	305	

st 3	st 4	st 5
1	1	1
2	2	3
5	4	3
—	—	—
—	1	1
10	4	5
18	12	13
Hydropsyche echigoensis 53.7	Hydropsyche echigoensis 80.3	Hydropsyche echigoensis 74.5
Protohermas grandis 12.3	Chironomidae sp. 8.8	Chironomidae sp. 11.7
Chironomidae sp. 10.2	Ephemerella rufa 1.6	Hydropsyche ulmeri 9.0
3,652	1,284	1,392

(β -中腐水性), α ms: α -mesosaprobic (α -中腐水性),
段階, β ps: β -polysaprobic (β -強腐水性),

st 2 (安達橋上流) : 総種類数では15種と st 1 に比べて減少している。更に st 1 に比べ os 種あるいは os- β ms 種も少ない。 β ms 種・ α ms 種にランク付けされる汚水性あるいは汚水性に近いものの数が増えている。第1優占種の *Protohermes grandis* は β ms にランク付けされる種であるが、第2～3優占種には β ms・ α ms にランク付けされる種がみられる。st 2 は本宮町の都市排水で直接的な影響を受ける地点でもある。この地点に多い *Protohermes grandis* は β ms 種とされていることから、st 2 はやや α ms 側寄りの β ms 域と云えよう。

st 3 (飯野ダム下流) : os- β ms 種・ β ms 種が最も多く40～50%を占める。5～8種が不明種であるが、この中でも β ms 種に分類されるべきと思われるものが5種程度ある。優占種は、*Hydropsyche echigoensis*, *Protohermes grandis* が大きな割合でみられる。したがって、この地点は os- β ms に寄った β ms 域であると云えよう。

st 4 (黒岩)、st 5 (県庁裏)、st 3 と比較して、殆んど変化がみられない。第1優占種は、*Hydropsyche echigoensis* で70～80%を占めており、st 3 と総じて同様の水域と云える。

ii) Biotic index

(汚濁の生物指数)

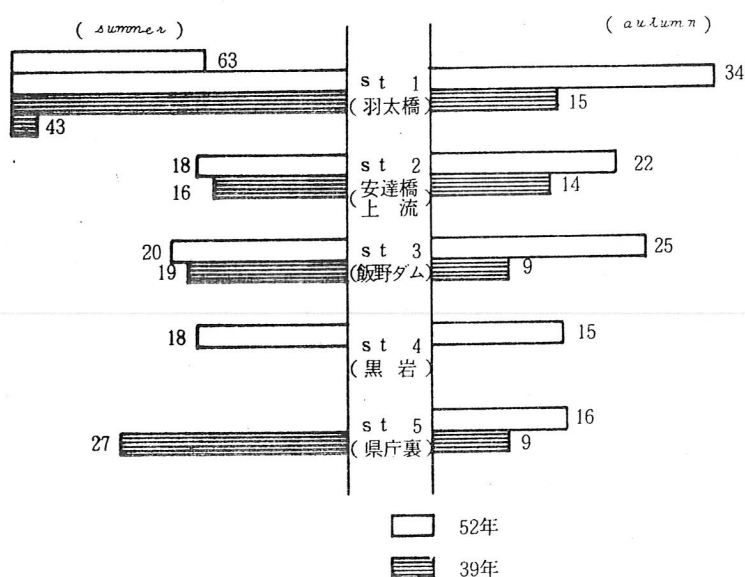
底生動物の調査結果を表2及び表3に示したが、それより求めた Biotic index は表5のとおりである。津田の指標生物表にしたがって、2A+B+Cにより算出した。Aは非耐汚濁性の種類・Bは耐汚濁性の種類・並びに何れか不明のものについてはCとした。

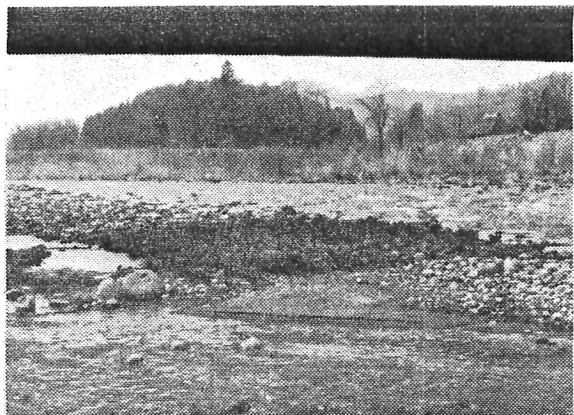
阿武隈川の指標生物相については、昭和39年に津田らによって調査が行われたが、この結果と対比したものを図3に示した。採集方法が異なるため(昭和39年はチリトリ式、今回はサバーネット)種、密度等に若干の相違はあると思われるが図3から水域全体の傾向をみれば上流から下流に向って指数が減少の傾向にある。これは前回と略同様の結果であるが、昭和39年当時と比べ指数が高い値を示すことは、この水域の水質環境保全対策が推進された結果であると考えられる。

表5. 各地点のBiotic index

地 点 名	季 節	出現種数	指 標 種 内 訳			biotic index (2A+B+C)
			非耐性種 (A)	耐性種 (B)	不明種 (C)	
st 1 羽 太 橋	夏期	41	22	5	14	63
	秋期	23	11	2	10	34
st 2 安達橋上流	夏期	15	3	6	6	18
	秋期	17	5	5	7	22
st 3 飯野ダム下流	夏期	16	5	3	8	21
	秋期	18	7	3	8	25
st 4 黒 岩	夏期	14	4	3	7	18
	秋期	12	3	3	6	15
st 5 県 庁 裏	夏期					
	秋期	13	3	3	7	16

図3. 阿武隈川の biotic index

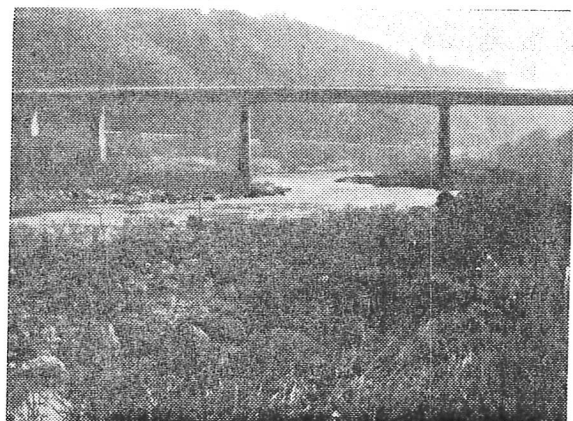




st 1. 羽太橋



st2. 安達橋上流

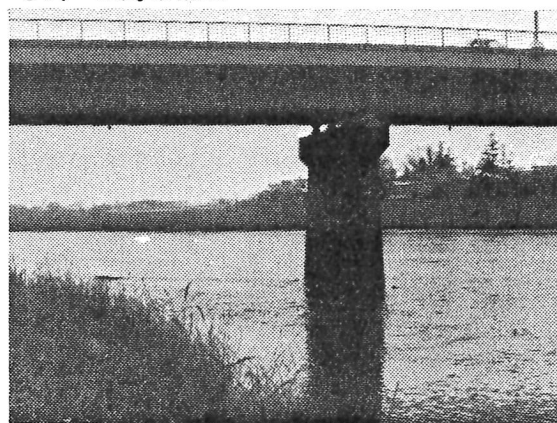


st 3 飯野グム下流



st4 福島市黒岩

図4 調査地点の景観



st5 福島市県庁裏

参 考 文 献

- 1) 津田松苗(1962):水生昆虫学
- 2) 町田喜弘・木村関男・児玉康雄・田中 光:内水面における汚濁度の生物学的指標法に関する研究, 農林水産技術会議事務局編
- 3) 津田松苗(1964):汚水生物学
- 4) 津田松苗・森下郁子(1976):生物による水質調査法
- 5) 環境と生物指標 2. 日本生態学会環境問題専門委員会編
- 6) 阿武隈川調査報告書(1965), 福島県

猪苗代湖の水質と底質について

鈴木 馨・成田宏一・大滝勝久

Observation on the Chemical Properties of the Lake Water and Deposits of Lake Inawasiro.

Kaoru SUZUKI, Kōiti NARITA and Katuhisa OHTAKI

はじめに

長瀬川のもたらす硫酸酸性水により酸性化し、しかも貧栄養の猪苗代湖の水質条件は、漁場環境としては非常にきびしいものがある。しかしながら、この湖の総合的な開発と広大な水資源のより一層の有効利用を図るためには、湖全体についての基礎的なデータの蓄積が必要であることを痛感する。

筆者らは、1975年11月と1977年8月・10月の3回にわたり調査を実施し、水質と底質についての環境を把握し、若干の考察を試みたので報告する。

報告にあたり、適切な御意見と御指導を戴きました東北大学農学部水産学科、狩谷貞二助教授・山形大学理学部、横山宣雄講師。淡水区水産研究所湖沼河川部長、里見至弘氏に厚く御礼申し上げる。

調査の方法

1975年11月は水質、1977年8月と10月は水質と底質について同一地点における調査を実施した。

図1に1975年11月、図2に1977年8月の調査点を示す。これら2回の調査は図から明らかなように主として沖合を中心に調査点を設定し、湖全体についての環境把握を試みたものであり（以下“沖帯調査”と呼ぶ）、これに対して1977年10月の調査点は図3～図6に示したが、北岸部・長瀬川河



図1. 猪苗代湖沖帯調査地点図
(1975年11月)

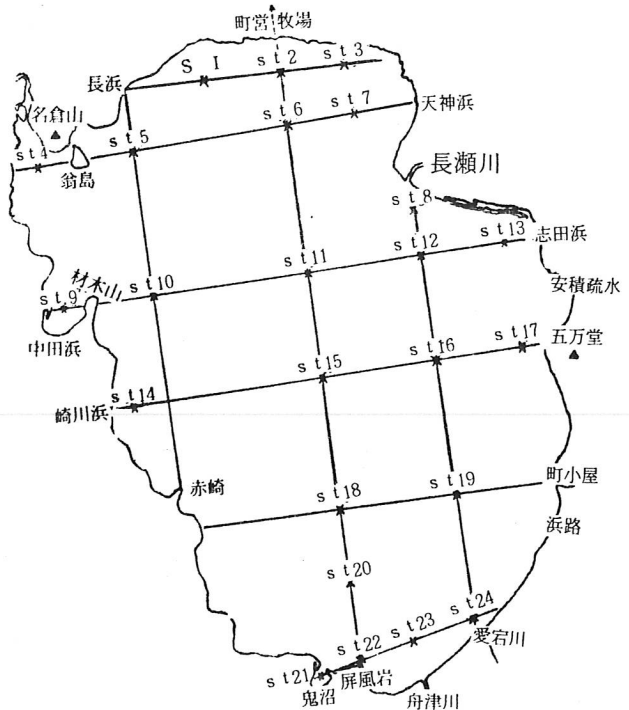


図2. 猪苗代湖“沖帯調査”地点図
(1977年8月)

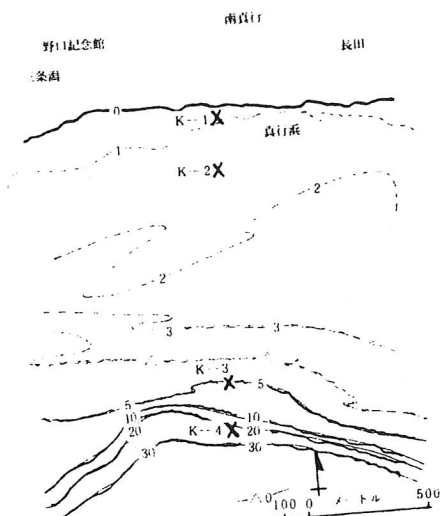


図3. 沿岸帯調査（北岸部）地点図
（1977年10月）

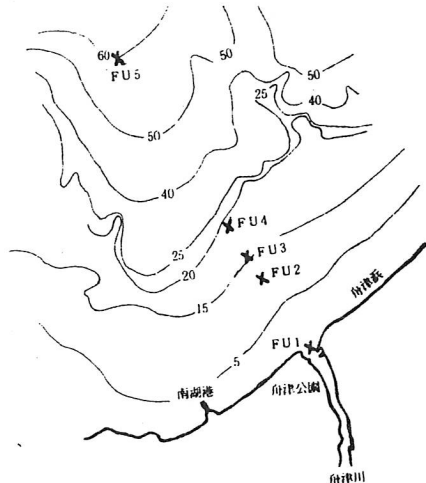


図5. 沿岸帯調査（舟津川河口）地点図
（1977年10月）

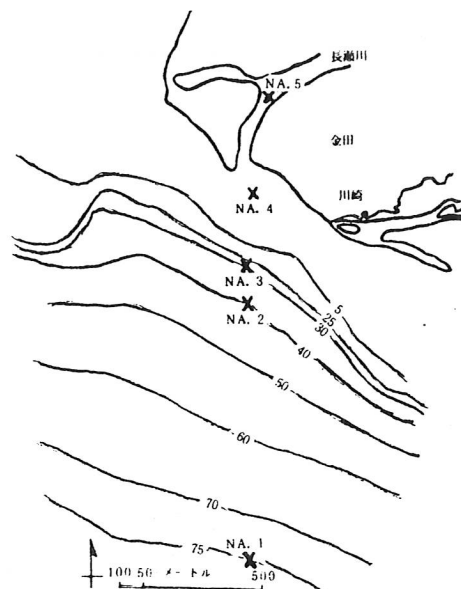


図4. 沿岸帯調査（長瀬川河口）地点図
（1977年10月）

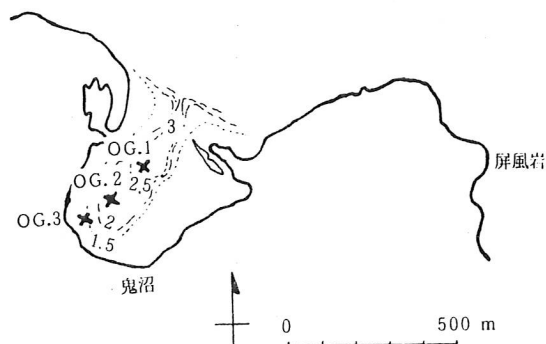


図6. 沿岸帯調査（鬼沼）地点図
（1977年10月）

口・舟津川河口・鬼沼の沿岸部の4点を中心として調査を実施したものである（以下“沿岸帯調査”と呼ぶ）。

調査点は、魚群探知機による水深と見透し線によって決定したものであり、採水はナンゼン式顛倒採水器を使用した。採泥はエクマンバージ採泥器を使用した。

水質の分析法は次によった。

P H……比色またはガラス電極法

D . O……ウィンクラーアジ化ナトリウム変法

C O D……JIS・K - 0102 による硫酸々性過マンガン酸カリウム法

NH₄ -N……ネスラー法

NO₂ -N……G . R法

NO₃ -N……銅カドミウム還元法

PO₄ -P……モリブデン黄法

S i -O₂……モリブデン黄法

SO₄²⁻……塩化バリウムによる比濁法

Cl⁻……硝酸第2水銀法

酸 度…… 8.3 酸度またはアルカリ消費量 (PH=9.0)
底質の分析は次によった。

P H……風乾した後、重量の 2.5 倍量の蒸留水で抽出し、3.000 rpm, 15分遠沈後の
上澄液についてガラス電極により測定

粒子組成……TYLERの標準フルイ 16. 30. 60. 115. 250 Meshの5種を使
用した。

強熱減量……マッフル炉により800℃恒量まで

結 果 と 考 察

1. 沖 帯 の 水 質

1975年11月の調査結果を 付表1 に、1977年8月の調査結果を 付表2 に示す。1975年の調査は11月下旬に実施したもので湖は循環期にあり、水温は上下層とも7～8℃であった。これに対して1977年8月の調査は晴天の続いた夏期の停滞期に行なわれ、表層の最高水温が31.1℃まで測定され、一方、下層水温は最低6℃台が観測され、水温躍層が明らかに形成されていた。

透明度は、この2回の調査からみると、夏期においては4m前後であり、11月には10m前後まで回復していた。夏期の透明度の低下がプランクトンによるものか、土砂等の濁りによるものかは明確ではないが、特記すべき点かもしれない。

図7 沖帯表層水の水質(1977年8月)

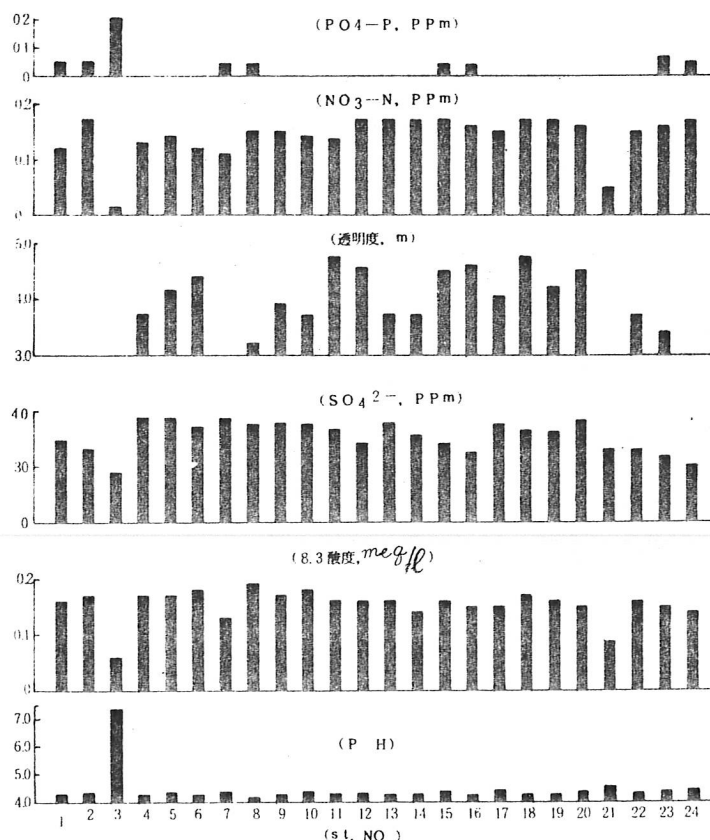


図7 に1977年8月の調査点別沖帯表層水の水質を示す。これにより、猪苗代湖の全般的水質をみると

P H…… 4.2～4.4 の間にある。北岸の st3のみが7.38 と高 PH値を示した。

8.3 酸度…… 0.15～0.17 meq/l の間にある。st3のみが 0.06 meq/l

SO4²⁻…… 30～40 ppm 前後

Cl⁻…… 15ppm前後

CO D……大部分が痕跡、1 ppmを越えたのは st3だけ

NH4-N…… 0～0.03 ppm程度

NO2-N……すべて痕跡

NO3-N…… 0.1～0.2ppmの間にある。

北岸の st3と鬼沼が著しく低く 0.01～0.05 ppm

PO4-P……ほぼ痕跡程度、st3のみが 0.02 ppm

SiO2…… 1975年の調査によるが 17～18 ppm の濃度にある。

図8.9.10 に PH・8.3 酸度・SO4²⁻ の

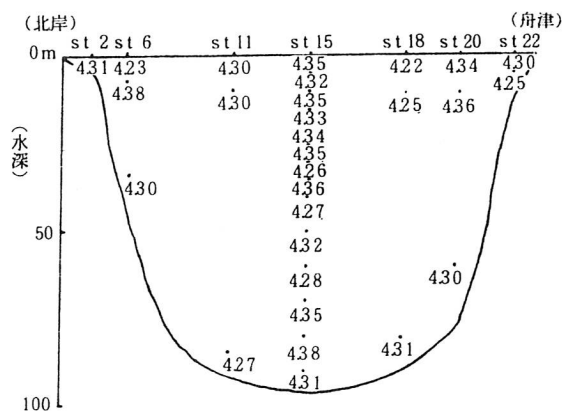


図 8. PHの分布 (1977 年 8 月)

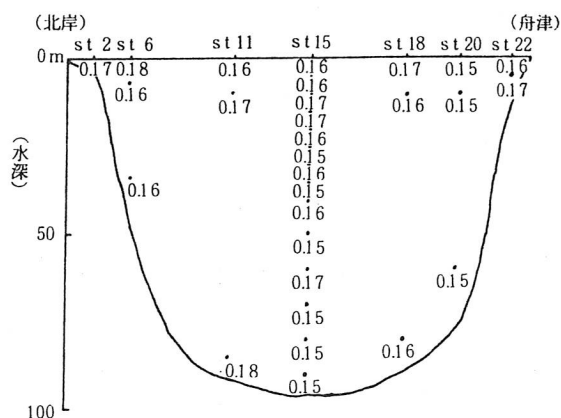


図 9. 8.3 酸度の分布 (1977 年 8 月)

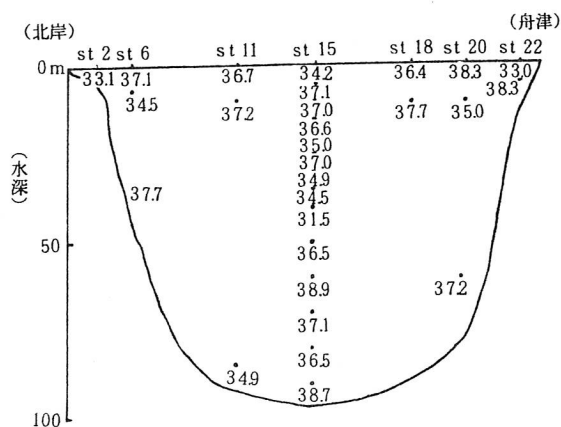


図 10. SO_4^{2-} の分布 (1977 年 8 月)

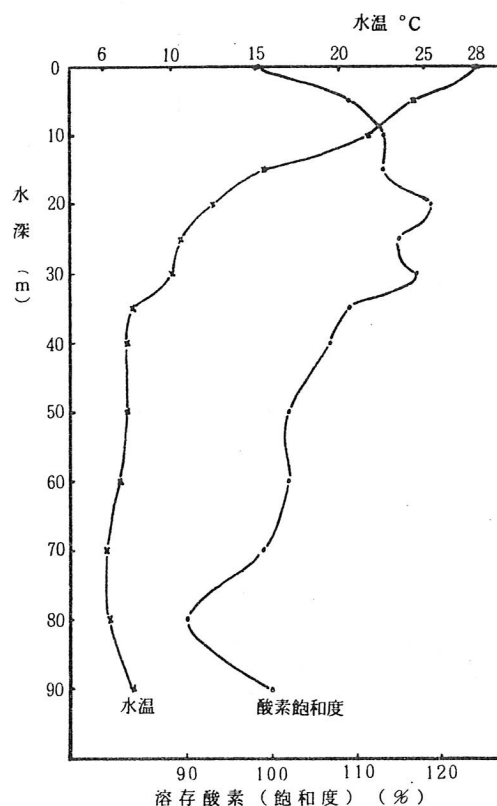


図 11. 水温とD、Oの垂直分布、
湖心 (1977 年 8 月)

垂直断面分布を示す。図から明らかなように、この3成分とも上下層ほぼ均一の分布を示しており、前述の水平分布と併せてみると、湖水全体が均一に近い成分分布を示したことは、注目に値する。

北岸のst3が他の調査点と水質を異にするが、この調査点は本湖における唯一の高いPH値を示す水域であり、水生植物が繁茂し、陸水の影響を受け易い水域にある。

湖心部 st15 における水温と溶存酸素量の垂直分布を 図11 に示す。夏期調査のため、表層は28.1℃で、躍層は14~15 m付近にあることが観測された。35 m以深は6~7℃のほぼ一定の水温を示した。溶存酸素は表層から下層までほとんど飽和の状態にあり、その度合は表層で低く、10~30 mの水深にかけて過飽和度のピークがみられ、それ以深では漸次減少してゆく傾向にあった。溶存酸素が、このように下層まで飽和に達していることは、本湖の特徴といえよう。

2. 沿岸帯の水質

1977年10月に長瀬川河口・北岸部・舟津川河口・鬼沼の4調査点について実施したが、その結果を付表3に示す。

長瀬川河口について、PH・8.3酸度・ SO_4^{2-} の垂直断面分布を図12に示した。NA-5は長瀬川の河口であり、PHは3.1と強酸性を示し、8.3酸度も 3.92 meq/l ・ SO_4^{2-} が140ppmと高い値を示している。しかしながら、この河川水の影響のみられるのは、ごくせまい範囲であり、沖に伸びた三角州から水深が急に深くなるNA-3の調査点においては、すでに、PH・8.3酸度・ SO_4^{2-} とも湖水全体の平均的値に近い数値を示すようになる。このNA-3の調査点は、若干の潮目らしきものと、濁りが観察され、釣りの好漁場ともなっている。

一方、北岸部には高PH区が存在する。北岸部のPH・8.3酸度・ SO_4^{2-} の分布を図13に示した。この高いPHは、この調査点に流れ込む中小河川の影響と考えられ、水深2m以浅の部分において顕著である。PHの変化につれ水色も変化し、いわば水色の变化から明瞭にPHの変化が読みとれる状態であった。K-3より沖の水深5m以深の部分においては、沖帯水質に近い値を示すようになる。8.3酸度はPH値とかなり相関がみられ、高PH区においては、 $0.03 \sim 0.05 \text{ meq/l}$ と低い値を示す。これに対して SO_4^{2-} は高PH区の湖岸近くで高く、70~46ppmの値を示した。これは陸上から流れ出た硫酸塩の影響と考えられ、長瀬川のもたらす硫酸イオンとは別のものである。

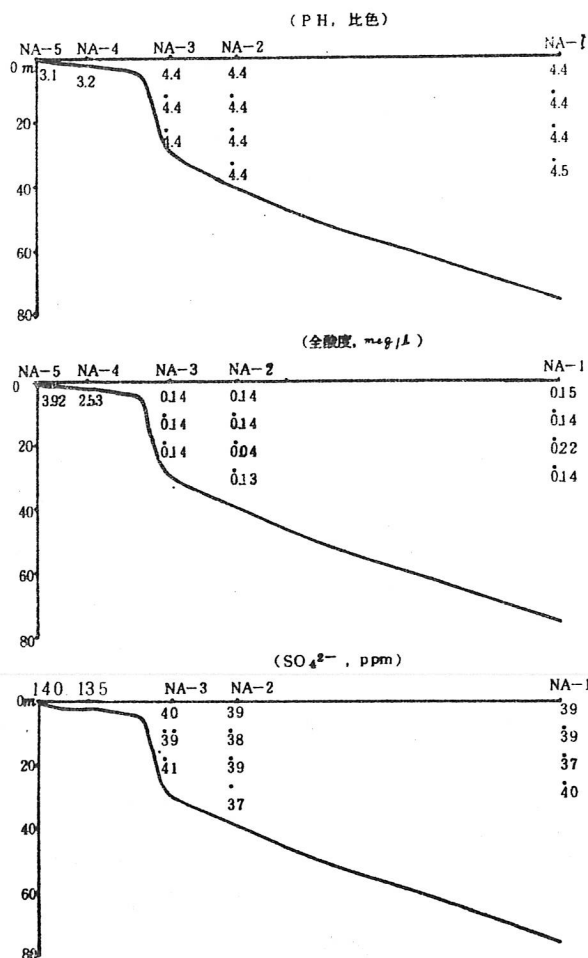


図12 長瀬川河口の水質分布

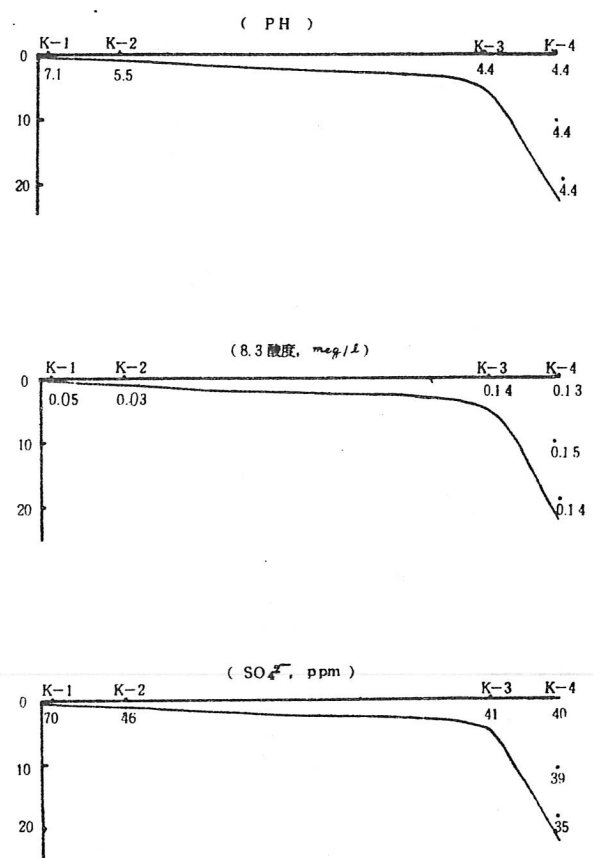


図13 北岸部の水質分布

舟津川河口の水質は、沖帯水質に近い水質を示していた。鬼沼の水質はPH値が低いが、8.3 酸度が小さく、また、 $\text{NO}_3\text{-N} \cdot \text{NH}_4\text{-N}$ などの値から、ほぼ北岸に近い水質と考えられる。

3. 底質について

1977年8月実施した“沖帯調査”の結果を 付表4 に、10月に実施した“沿岸帯調査”の結果を 付表5 に示す。

MESH16-30-60-115-250 の5種のフルイを使い、ふるい分けた粒子組成の累積%より、底質を図14 に示したような4区分に分けた。すなわち、粒子径 0.590~0.250 mmを主体とする砂礫質、0.250~0.125 mmの砂質、0.063 mmを主体とする砂泥質、0.063 mm 以下の泥質（浮泥とみなされる）の4区とした。図15 に調査時の水深分布、図16 に底質の粒子組成分布を示す。図15

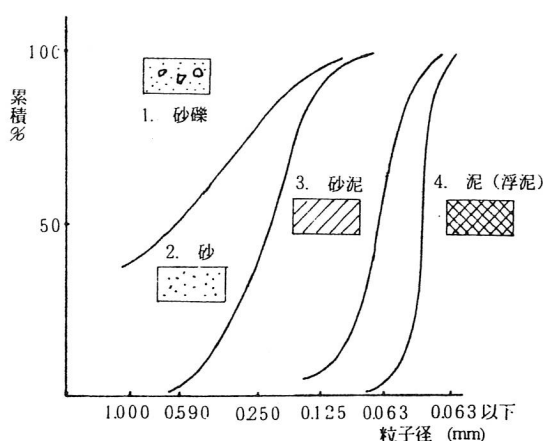


図14. 粒子組成よりみた底質の区分

から本湖が“すりばち”状の形態を示すことが、よくうかがえる。底質の性状をみると、北岸の浅場は砂礫質であり、また中央部の深場の大部分は泥である。崎川浜・浜路・志田浜の沿岸部は砂であり、五万堂前・舟津川河口前は砂泥質である。図17 にPHの分布を示す。PHの低い部分は南にかたよって分布する。最も低いPH値4.02を示したのは st18 で、舟津川又は鬼沼の沖合寄りだったことは興味深い。長瀬川の影響のみられるのは明瞭で、底質のPHでみる限り、その影響は河口から南側に及ぶといえる。一方、北岸部はPHが5~6と高く、その範囲もかなり広いことが図17 よりいえる。底質のPH分布は明瞭で、南が低く北に高い分布を示した。

強熱減量の分布を図18 に示す。粒子組成との相関が強いが、中央部の大部分を占める泥質は14~15%程度の値にあり、西側の材木山の沖合が幾分高めの

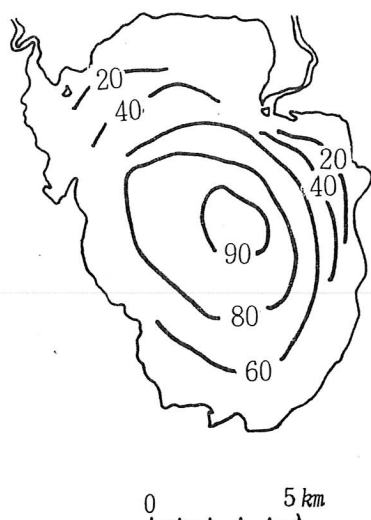


図15 水深分布(1977.8)
(単位, m)

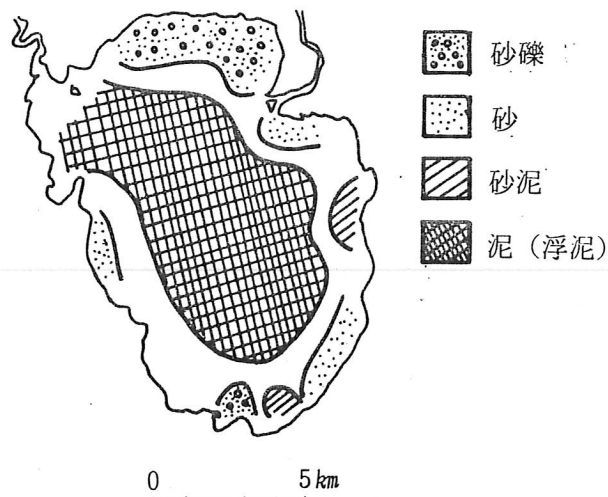


図16. 底質の粒子組成(1977.8)

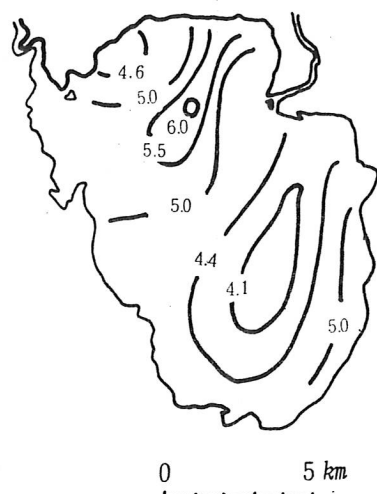


図 17. 底質のPH分布

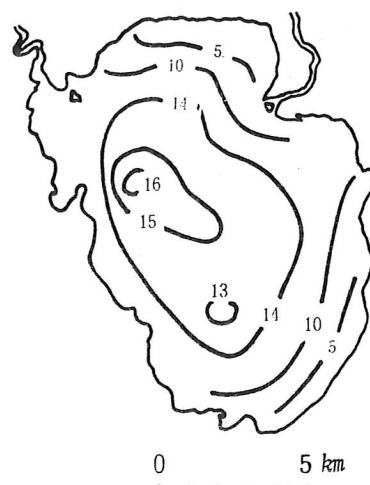


図 18. 強熱減量分布 (1977.8, 単位%)

減量を示した。有機汚染の顕著な傾向はこれよりあまりはっきりとは出ていない。

なお、採泥時の観測では、採取された泥は表層から数cmが赤褐色泥で、次に黒色の泥、そして灰色の泥へと、きれいな成層がみられ、コアサンプリングをすれば、種々の解析が出来よう。

参 考 文 献

1. 福島県内水面水産試験場、昭和49. 50年度事業報告(昭和51年4月)
2. 福島県水産課、猪苗代湖外裏磐梯3湖漁業調査報告書(プリント)第1集~4集(昭和36~39年)
3. 猪苗代町史編纂委員会、猪苗代町史自然編(昭和52年12月20日)

付表 1. 猪苗代湖水質調査結果 (1975 年 11 月)

st	月日・時間	水深 (m)	観測 層 (m)	水温 (℃)	透明度 (m)	P.H 比色	D.O (ppm)	飽和 度 (%)	C O D (ppm)	NH ₄ N (ppm)	NO ₂ N (ppm)	PO ₄ P (ppm)	SiO ₂ (ppm)	2- SO ₄ (ppm)	全 酸 度 (mg/l)
1	11/27. 10:10	20.0	0	7.8	10.0	4.6	10.90	97.2	0.8	0.07	ND	0.003	17.0	34.0	0.16
			20	7.8		4.7	9.95	88.8	0.8	ND	tr	0.003	18.0	34.4	0.25
2	11/26. 14:40	45.0	0	7.8	10.0	4.7	10.92	97.5	0.8	"	ND	ND	17.0	34.0	0.25
			10	7.6		4.8	10.88	96.5	0.6	"	"	"	17.0	32.8	0.25
			20	7.5		4.7	11.02	99.1	0.8	0.036	tr	0.003	17.5	35.0	0.27
			40	7.4		4.7	10.94	95.7	0.6	ND	ND	0.003	17.0	33.2	0.31
3	" 15:35	5.0	0	7.5	5.0	4.6	10.94	96.8	0.8	"	tr	0.003	17.0	37.0	0.24
			5	7.5		4.6	10.83	95.8	0.8	"	"	ND	17.5	33.8	0.22
4	" 15:00	50.0	0	7.5	10.0	4.6	10.99	97.3	0.6	0.058	ND	"	17.5	36.4	0.25
			10	7.5		4.6	10.96	97.0	0.6	0.07	"	0.009	17.0	35.6	0.24
			20	7.5		4.6	10.97	97.1	1.0	0.036	tr	0.003	17.5	31.0	0.24
			40	7.2		4.6	10.90	95.9	0.8	0.106	"	0.003	17.5	30.4	0.27
5	" 11:20	80.0	0	7.8	9.5	4.6	10.87	97.0	0.6	ND	ND	0.009	17.0	32.2	0.25
			70	7.0		4.7	11.04	96.4	0.7	0.058	"	0.003	17.0	34.2	0.23
6	11/27. 10:35	45.0	0	7.8	11.0	4.6	10.96	97.8	0.8	0.036	tr	0.003	17.0	36.0	0.25
			25	7.8		4.6	10.91	97.3	0.6	ND	"	0.003	18.0	33.2	0.19
7	" 10:55	75.0	0	8.0	10.0	4.6	10.86	97.3	0.7	0.046	"	0.003	17.5	31.4	0.33
			20	8.0		4.6	10.90	97.7	0.6	0.046	"	0.003	18.0	35.0	0.23
			70	7.0		4.6	11.18	97.6	0.7	0.036	"	0.003	17.5	30.0	0.24
8	11/26. 11:50	100.0	0	8.0	10.0	4.6	10.83	97.0	0.6	0.036	ND	ND	17.0	33.2	0.23
			10	8.0		4.6	10.83	97.0	0.7	0.07	tr	0.003	17.0	33.0	0.29
			20	7.5		4.6	10.87	96.2	0.7	0.07	"	0.007	17.5	35.4	0.24
			40	7.9		4.6	10.93	97.7	0.6	0.046	"	0.009	17.5	32.2	0.25
			60	7.9		4.6	10.89	97.3	0.8	0.07	ND	ND	17.5	33.2	0.25
			80	7.9		4.6	10.94	97.8	0.7	tr	"	ND	17.0	31.6	0.28
11	" 12:45	80.0	0	8.0	10.0	4.6	10.85	97.2	0.5	0.046	"	0.003	17.0	34.4	0.23
			10	7.5		4.6	10.90	96.5	0.8	0.058	"	0.005	17.5	34.2	0.21
			30	7.8		4.6	10.90	97.2	0.7	tr	ND	ND	17.5	34.0	0.23
			70	7.4		4.6	10.88	96.0	0.6	0.036	"	0.003	17.0	34.4	0.33

付表 2-1 猪苗代湖水質調査結果(1977年8月)

st	月日・時間	水深 (m)	観測層 (m)	水温 (°C)	透明度 (m)	PH 比較 (比色)	D.O (ppm)	飽和度 (%)	C O D (ppm)	N H ₄ N (ppm)	N O ₂ N (ppm)	N O ₃ N (ppm)	P O ₄ P (ppm)	ce- (ppm)	2- SO ₄ (ppm)	全 酸 度 (mg/l)
1	8/6 10:00	1.5	0	23.1	—	4.28(4.4)	8.84	109	tr	0.012	tr	0.12	0.005	11.5	34.8	0.16
2	" 9:40	2.0	0	23.6	—	4.31(4.4)	8.34	104	"	tr	"	0.17	0.005	13.0	33.1	0.17
3	" 9:25	1.5	0	26.7	—	7.38(6.5)	7.28	96	1.47	0.026	"	0.01	0.022	17.9	29.0	0.06
4	8/4 12:30	7	0	27.2	3.70	4.28(4.4)	7.62	101	0.56	tr	"	0.13	tr	12.4	38.9	0.17
			6	26.4		4.33(4.4)	8.08	106	tr	"	"	0.11	"	12.6	36.5	0.16
5	" 11:52	40	0	27.4	4.15	4.35(4.3)	7.43	99	0.19	"	"	0.14	"	12.3	38.6	0.17
			10	20.6		4.38(4.9)	9.20	108	0.35	"	"	0.13	"	12.4	36.8	0.15
			30	7.5		4.40(4.4)	12.01	106	tr	"	"	0.11	"	13.3	33.7	0.15
6	" 11:25	40	0	27.7	4.40	4.23(4.3)	7.66	103	0.39	"	"	0.12	"	11.7	37.1	0.18
			7	26.0		4.38(4.6)	8.05	104	tr	"	"	0.15	"	13.5	34.5	0.16
			35	7.0		4.30(4.4)	11.92	99	0.27	"	"	0.20	"	14.1	37.7	0.16
7	" 11:08	2.0	0	28.0	—	4.37(4.4)	7.22	97	tr	"	"	0.11	0.004	12.8	38.6	0.13
8	8/5 10:30	25	0	28.2	3.20	4.19(4.3)	7.91	107	"	0.026	"	0.15	0.004	13.6	37.5	0.19
			10	23.1		4.21(4.3)	9.91	122	0.29	0.021	"	0.13	tr	14.8	39.7	0.15
			20	12.0		4.30(4.4)	12.14	119	tr	tr	"	0.18	"	14.8	30.4	0.16
9	8/4 13:12	17	0	28.2	3.90	4.29(4.3)	7.46	101	"	"	"	0.15	"	12.7	37.8	0.17
			16	17.9		4.33(4.4)	10.59	118	"	0.017	"	0.16	"	12.9	36.9	0.15
10	" 13:26	67	0	27.7	3.70	4.33(4.3)	7.43	99	"	tr	"	0.14	"	13.9	37.5	0.18
			15	16.0		4.33(4.5)	10.57	113	0.21	"	"	0.16	"	16.9	37.8	0.16
			67	6.5		4.28(4.4)	11.17	94	tr	"	"	0.19	"	13.4	36.5	0.21
11	" 15:54	90	0	27.9	4.75	4.30(4.4)	7.31	98	"	"	"	0.13	"	12.5	36.7	0.16
			10	22.4		4.30(4.4)	9.07	110	0.21	"	"	0.15	"	12.5	37.2	0.17
			85	6.1		4.27(4.4)	10.73	90	tr	"	"	0.15	"	12.9	34.9	0.18
12	" 16:15	63	0	27.6	4.55	4.31(4.4)	7.45	100	"	"	"	0.17	"	12.3	34.1	0.16
			10	22.2		4.31(4.4)	10.23	124	"	"	"	0.17	"	13.8	33.5	0.16
			55	6.4		4.26(4.4)	11.30	97	"	"	"	0.19	"	12.7	33.3	0.16
13	8/5 10:55	45	0	28.6	3.70	4.26(4.4)	7.93	108	"	"	"	0.17	"	14.8	37.7	0.16
			10	23.1		4.34(4.4)	9.59	118	0.23	0.017	"	0.15	"	12.5	31.5	0.14
			38	7.7		4.33(4.5)	12.27	109	tr	tr	"	0.17	"	21.2	38.0	0.16
14	8/4 13:51	7.5	0	27.8	3.70	4.28(4.4)	7.29	98	0.18	"	"	0.17	"	14.0	35.6	0.14
			6	27.3		4.35(4.4)	7.45	99	tr	"	"	0.14	"	14.9	36.7	0.16
15	" 14:21	95	0	28.1	4.50	4.35(4.4)	7.24	98	0.39	"	"	0.17	0.004	13.3	34.2	0.16
			5	24.3		4.32(4.4)	8.69	109	0.23	"	"	0.14	tr	12.9	37.1	0.16
			10	21.7		4.35(4.4)	9.41	113	tr	"	"	0.17	"	13.7	37.0	0.17
			15	15.6		4.33(4.4)	10.63	113	"	"	"	0.15	"	12.3	36.6	0.17
			20	12.5		4.34(4.4)	12.00	119	0.60	"	"	0.16	"	12.5	35.0	0.16
			25	10.6		4.35(4.5)	12.08	115	tr	0.017	"	0.17	"	12.4	37.0	0.15
			30	10.2		4.26(4.4)	12.38	117	"	tr	"	0.17	"	13.5	34.9	0.16
			35	7.7		4.36(4.4)	12.19	109	"	"	"	0.15	"	13.5	34.5	0.15
			40	7.4		4.27(4.4)	12.05	107	"	"	"	0.18	"	14.7	31.5	0.16
			50	7.4		4.32(4.5)	11.55	102	"	"	"	0.09	"	14.4	36.5	0.15
			60	7.1		4.28(4.5)	11.68	102	"	"	"	0.15	"	11.9	38.9	0.17
			70	6.3		4.35(4.5)	11.47	99	"	"	"	0.15	"	13.2	37.1	0.15
			80	6.5		4.38(4.5)	10.43	90	"	"	"	0.19	"	13.2	36.5	0.15
			90	7.8		4.31(4.5)	11.23	100	"	"	"	0.15	0.007	13.5	38.7	0.15

付表 2-2 猪苗代湖水質調査結果 (1977 年 8 月)

st	月日・時間	水 深 (m)	観 測 層 (m)	水 温 (℃)	透 明 度 (m)	P H 比 較 (比 色)	D.O (ppm)	飽 和 度 (%)	C O D (ppm)	N H ₄ N (ppm)	N O ₂ N (ppm)	N O ₃ N (ppm)	PO ₄ P (ppm)	ce ⁻ (ppm)	2- SO ₄ (ppm)	8.3 酸 度 (meq/l)
16	8/5 15:21	97	0	29.2	4.60	4.23(4.4)	7.63	105	t r	t r	t r	0.16	0.004	14.2	32.5	0.15
			10	22.7		4.28(4.4)	9.05	110	0.18	0.017	"	0.16	t r	17.8	37.3	0.16
			87	6.1		4.26(4.4)	11.15	98	t r	t r	"	0.17	"	16.8	37.9	0.15
17	11:25	33	0	29.3	4.05	4.42(4.4)	8.07	111	0.31	"	"	0.15	"	13.3	37.6	0.15
			10	21.4		4.33(4.4)	10.13	121	t r	"	"	0.17	"	12.9	34.2	0.16
			30	7.7		4.29(4.4)	12.62	112	"	"	"	0.18	0.004	13.8	34.1	0.15
18	14:15	87	0	29.2	4.75	4.22(4.4)	7.78	107	"	"	"	0.17	t r	15.2	36.4	0.17
			10	24.1		4.25(4.4)	9.19	115	"	"	"	0.16	"	13.1	37.7	0.16
			80	6.1		4.31(4.4)	11.74	100	"	"	"	0.15	"	14.1	33.0	0.16
19	14:57	82	0	29.2	4.20	4.25(4.4)	7.91	109	"	"	"	0.17	"	14.9	36.2	0.16
			10	23.1		4.26(4.4)	9.18	113	"	0.021	"	0.16	"	13.6	37.8	0.17
			75	7.1		4.30(4.4)	11.47	101	"	t r	"	0.16	"	14.2	35.5	0.15
20	13:47	75	0	29.6	4.50	4.34(4.4)	7.81	108	"	"	"	0.16	"	14.6	38.3	0.15
			10	25.4		4.36(4.4)	8.73	112	"	"	"	0.14	"	15.4	35.0	0.15
			70	6.2		4.30(4.5)	11.65	100	"	"	"	0.14	"	19.3	37.2	0.15
21	13:32	1.9	0	31.1	—	4.54(4.4)	7.28	104	0.37	0.026	"	0.05	"	13.7	33.0	0.09
22	13:20	7	0	30.2	3.70	4.30(4.4)	7.51	105	0.21	0.012	"	0.15	"	14.8	33.0	0.16
			5	27.9		4.25(4.4)	8.08	108	t r	t r	"	0.16	"	14.5	38.3	0.17
23	12:18	5	0	29.8	3.40	4.38(4.4)	7.65	107	"	"	"	0.16	0.007	15.4	31.8	0.15
			3	27.9		4.41(4.4)	8.05	108	"	"	"	0.12	t r	13.5	30.4	0.15
24	12:05	1.7	0	29.7	—	4.42(4.4)	7.99	111	"	0.017	"	0.17	0.005	13.2	30.4	0.14

付表 3. 猪苗代湖沿岸帯水質調査結果 (1977 年 10 月)

st	月日・時間	水深 (m)	観測層 (m)	水温 (℃)	透明度 (m)	PH (比色)	COD (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	SO ₄ ²⁻	8.3 酸度 (meq/l)
OG-1	10/20. 10:50	1.8	0	12.5	—	4.6	1.04	0.36	tr	0.050	31	0.04
" 3	" 11:24	0.6	0	12.9	—	4.6	0.46	tr	"	—	27	0.04
FU-1	10/20. 11:50	0.5	0	13.0	—	7.0	1.35	tr	tr	0.170	tr	0.02
" 2	" 12:40	7.0	0	16.0	—	4.4	0.81	"	"	0.135	41	0.14
			6	15.8		4.5	0.29	"	"	—	36	0.14
" 3	" 13:14	11.0	0	16.1	8.5	4.4	0.33	"	"	0.160	40	0.13
			10	16.0		4.4	0.25	0.30	"	—	39	0.13
" 4	" 12:50	17.0	0	16.1	9.5	4.4	0.27	tr	"	0.190	38	0.13
			10	15.9		4.4	0.19	"	"	0.175	48	0.12
" 5	" 13:34	60.0	0	16.1	9.5	4.4	0.08	0.50	"	0.075	40	0.14
			10	15.8		4.4	0.48	tr	"	0.165	41	0.14
			20	15.4		4.4	0.64	0.04	"	0.135	40	0.14
			30	15.5								
NA-1	10/20. 16:48	75.0	0	16.0	—	4.4	0.89	0.20	tr		39	0.15
			10	15.7		4.4	0.48	0.03	"		39	0.14
			20	15.4		4.4	0.50	0.38	"		37	0.22
			30	12.0		4.5	0.87	1.24	"		40	0.14
" 2	" 14:59	40.0	0	15.9	8.0	4.4	0.08	0.33	"		39	0.14
			10	15.4		4.4	0.93	0.14	"		38	0.14
			20	15.4		4.4	0.29	1.06	"		39	0.04
			30	12.0		4.4	0.60	0.14	"		37	0.13
" 3	" 16:29	30.0	0	15.6	9.0	4.4	0.21	tr	"		40	0.14
			10	15.5		4.4	0.12	"	"		39	0.14
			20	15.4		4.4	0.17	"	"		41	0.14
" 4	" 16:10	1.5	0	12.4	—	3.2	2.17	0.23	0.006		135	2.53
" 5	" 15:28	1.5	0	11.9	—	3.1	1.68	0.19	tr		140	3.92
K-1	10/21 9:43	0.5	0	10.7	—	7.1	3.21	0.06	0.017		70	0.05
" 2	" 10:11	0.8	0	11.8	—	5.5	0.75	tr	0.006		46	0.03
" 3	" 10:43	5.0	0	15.5	—	4.4	0.21	"	tr		41	0.14
" 4	" 11:15	22.0	0	15.5	—	4.4	0.41	"	"		40	0.13
			10	15.4		4.4	0.23	"	"	0.125	39	0.15
			20	15.2		4.4	0.19	"	"	0.090	35	0.14

付表 4. 猪苗代湖底質調査結果

(1977 年 8 月)

st	水 深 (m)	性 状	泥 温 (℃)	P H	強 熱 減 量 (%)	位 置
1	3.0	砂 礫	—	4.46	3.21	
2	1.5	〃	—	5.11	2.20	
3	1.5	砂	27.4	5.82	2.97	
4	10	泥	23.0	5.39	13.24	
5	23	〃	13.0	4.62	13.65	
6	40	〃	9.0	6.02	14.48	
7	1.8	砂 礫	—	4.73	2.42	長瀬河口
8	25	砂 泥	—	4.67	9.05	
9	15	泥	11.0	5.30	13.44	
10	80	〃	7.9	5.11	16.66	中 田 浜
11	90	〃	9.2	5.23	14.17	材 木 山
12	63	〃	8.8	4.44	13.57	志 田 浜
13	32.5	〃	7.2	4.15	11.51	
14	7	砂 泥	24.5	4.91	4.74	
15	95	泥	6.1	4.40	15.49	湖 心
16		一 欠 測 一				五 万 堂
17	35	泥	7.1	5.11	7.59	
18	85	〃	6.2	4.02	12.87	
19	83	〃	6.1	4.10	11.42	
20	70	〃	6.9	4.23	14.66	
21	2	〃	27.0	4.40	14.99	
22	7	砂 礫	26.0	4.81	3.06	鬼 沼
23	6	砂 泥	26.3	4.65	7.19	屏 風 岩
24	3	砂	27.5	5.12	1.10	舟津河口

付表 5. 猪苗代湖沿岸帯底質調査結果

(1977 年 10 月)

st	水 深 (m)	性 状	P H	強 熱 減 量 (%)	位 置
FU-1	0.5	砂 礫	6.47	2.17	舟津川河口
〃 2	7	砂	5.47	3.08	舟津川沖合
〃 3	11	砂 泥	5.40	6.02	
〃 4	17	泥	4.83	8.77	
〃 5	60	〃	5.49	15.52	
OG-1	1.8	泥	4.62	14.82	鬼 沼 中 心
〃 2	—	〃	5.25	14.14	長瀬川沖合
〃 3	0.6	〃	5.60	6.46	
NA-1	75	泥	—	14.72	
〃 2	40	〃	4.82	14.99	
〃 3	30	〃	4.56	14.99	
〃 4	1.5	砂	4.62	1.19	長瀬川河口
〃 5	—	砂 礫	4.27	2.07	
K - 1	0.5	砂 泥	5.91	2.72	北 岸 部
〃 2	0.8	砂 礫	6.32	1.35	北 岸 沖 合
〃 3	5	〃	4.75	1.33	
〃 4	22	泥	—	12.35	

本報告略号
—— 福島内水試験報 ——

Abbreviation of this bulletin
—— Bull, Fukushima Pref. I. W. Fish. Exp. Stat. ——

編集委員
委員長 大滝勝久（根本半）
委員 鈴木馨・渡辺謙太郎・石川幸児

昭和53年1月10日 印刷

昭和53年3月20日 発行

発行所 福島県内水面水産試験場

〒969-32 福島県耶麻郡猪苗代町大字長田字東中丸3447-1
電（猪苗代）（02426）5-2011, 5-2012

発行者 小 野 寺 英 世

〒969-32 福島県耶麻郡猪苗代町大字長田字東中丸3447-1

印刷者 佐 瀬 吉 暲

印刷所 (有) 丸 サ 印 刷 所

会津若松市行仁町2番15号
電（会津若松）（02422）2-0540

CONTENTS OF No. 1

K. ISHIKAWA, K. OTAKI	
Studies on the Crossbreeding of Coloured Carps	4
K ISHIKAWA, K. OTAKI	
On the effects of the oil adding to the Phosphate contained food for the carps.	8
S. NAGASAWA, K. TACHIBANA.	
Studies on the charr Fish <i>Salvelinus Leucomaenis</i> —I About First Diet of unfed Fry.	16
K. SUZUKI, K. OTAKI	
Studies on the Toxity of Agricultural Control- chemicals for freshwater Fishes—I, The Circumstances of Damage in carp Farm affected by a Herbicide, Molinate	23
K. OTAKI, K. SUZUKI, T. TAKAGOSI	
Studies on the Toxity of Pesticides for the Fresh Water Fishes—II. Toxicity of a Herbicide "Molinate" Flowed into the carp Farms.	30
T. TAKAGOSHI, K. NARITA, K. WATANABE, K. SUZUKI.	
Observations of the fishing ground of mountain Stream—I, Enviroment of the Nagase—river presenting a strong acid.	42
T. TAKAGOSHI, K. NARITA, K. WATANABE, K. SUZUKI	
Observations of the fishing ground of mountainstream —II. On the planting. effect of juvenile masou Salmon (<i>Oncorhynchus masou</i>) in the Tatsusawa river.	43
K. WATANABE, K. NARITA	
Studies on the River bed Fauna of the Abukuma River	54
K. SUZUKI, K. NARITA, K. OTAKI	
Observation on the chemical Properties of the lake Water and Deposits of Lake Inawashiro.	65

FUKUSHIMA PREFECTURAL INLAND WATER FISHERIES
EXPERIMENTAL STATION. INAWASHIRO, YAMA, FUKUSHIMA,
JAPAN

