

9. 地域バイオテクノロジー研究開発促進事業

(ヒラメの染色体操作技術等を応用した優良種苗生産に関する研究—IV*)

山本栄一・増谷龍一郎

ヒラメは雌雄によって成長率が異なり、養殖ヒラメの商品サイズまでの成長は雌が雄よりはるかに優れている。また、成熟がヒラメの成長に与える影響は著しく、とくに雄の成熟による成長阻害は雌雄の成長差の要因にもなっている。従って、ヒラメの雌性化種苗および不妊化種苗が作出され、養殖用として利用可能となると、これらはきわめて経済性が高く、ヒラメ養殖の効率化を促進するものと期待される。

そこで、染色体操作技術等を応用し、ヒラメの雌性化種苗および不妊化種苗の生産技術を開発することを目的に、本研究は昭和61年度から着手された。さらに、作出魚を用いた養殖試験を行ない、作出種苗の養殖用としての有効性を判定することや、種苗の大量生産方法について検討し、事業ベースでの応用を図ることも、本研究の目的である。

本年度までに、雌性化種苗については、染色体操作世代の直接利用による方法のみならず、性転換雄を用いた自然産卵による大量生産方法が確立され、既存の種苗生産現場で実用化可能なレベルに達している。また、作出魚（雌性発生2倍体）の成長における著しい有利性が確認されるとともに、ホルモン処理による雄性への性転換の阻止方法が確立され、雌性化の現実性が増している。一方、不妊化種苗の生産方法も確認されているが、こちらは生産段階の生残効率に問題を残している。

本年度の結果を以下に要約して示した。

1. 極体放出阻止型雌性発生2倍体の作出と性比

2例の極体放出阻止型雌性発生2倍体を作成し、飼育し、それぞれ雌性ホルモン未処理群と処理群（エストラジオール-17 β 浸漬処理：10 $\mu\text{g}/\ell$ ，1日1回2時間浸漬，性分化期を含む45～65日間）について性比を調査した。

雌性発生2倍体のホルモン処理群はほぼ雌100%となった。しかし、雌性発生2倍体のホルモン未処理群では、雌雄比1：1と有意差のない雄の出現がみられた。一方、対照の正常雌雄による正常発生ヒラメでは、雌性ホルモン未処理群および処理群とも、雌の割合は50%と有意差がなかった。

この結果は、昨年度までに得られたものと同様であり、雌性発生2倍体雄の次世代の性比などの結果とともに、ヒラメの性決定には雄性ヘテロ型（XX—XY型）の遺伝子支配があることを示している。しかし、XX個体は性分化の転換によって雄になり易く、ヒラメの性比は変

※：詳細は「平成元年度地域バイオテクノロジー研究開発促進事業報告書」に記載。

動する。それゆえ、遺伝的性の統御に雌性発生は有効であるが、安定して高い雌の出現率を得るためには、これに加えて、雌性ホルモン処理などによる性転換阻止が必要である。

なお、ここで行なった雌性ホルモン浸漬処理は、XX個体の雄性化阻止には有効であるが、XY個体の雌への転換には有効でないことが判明している。従って、これは、性転換の影響を排除し、ヒラメの遺伝的な性比を知るうえで便利な方法である。

2. 卵割阻止型雌性発生2倍体の作出と性比

ヒラメの性を決定する遺伝子型の確認と、育種への応用の検討およびクローン魚作出用親魚の生産を目的に、すべての遺伝座でホモ接合型となる卵割阻止型雌性発生2倍体の作出と飼育を試みた。

その結果、3例の作出と飼育によって（性比は未調査）、比較的容易にヒラメの卵割阻止型雌性発生2倍体を得ることができることが判った。

卵割阻止型雌性発生2倍体では、極体放出阻止型雌性発生2倍体および正常発生ヒラメに比較して、成長のパラツキがきわめて大きく、群中の大型個体は後2者のそれに劣らなかった。また、後2者にかなりの頻度で出現する下顎、または両顎の奇形が、卵割阻止型雌性発生2倍体においても出現した。これらは、遺伝的影響をうけた形質であると推定され、ヒラメの育種の観点から、有効な選抜または淘汰の対象となるものと判断された。

3. 雄性ホルモン処理で作出した雌性発生2倍体雄の正常発生次世代の性比

ヒラメの性を決定する遺伝子型を確認するため、および雄性ホルモン処理によって効率的に作出された雌性発生2倍体雄の性転換雄としての有効性を検討するため、100%雄に誘導された雌性発生2倍体（極体放出阻止型、昭和62年度に作出、 $1\ \mu\text{g}/\text{l}$ の17-メチルテストステロン浸漬処理）と正常雌との正常発生次世代の性比を調査した。

雌性発生2倍体雄の次世代（7例、雌性ホルモン浸漬処理群）では、雌の割合はほぼ100%であった。一方、対照の正常ヒラメ（2例、雌性ホルモン浸漬処理群）では、雌雄比1:1と有意差のない雄の出現がみられた。

このことから、ヒラメの性を決定する遺伝子型は雄性ヘテロ型（XX-XY型）であり、雌性発生2倍体雄は性転換雄（XX雄）で、これは正常発生による雌性化種苗の量産に有用であるものと判断された。

4. 雌性発生2倍体雌の成熟・産卵特性

雌性発生2倍体雌（1986年作出、5個体）と正常雄（1986年生まれ、15個体）を産卵用水槽（6t）で1988年12月から1989年6月まで飼育し、産出卵量と卵発生成績を求め、雌性発生2倍体雌の成熟・産卵特性を調査した。

産卵期の前半においては、良質卵の放卵がみられ、多数の胚形成卵が得られた。しかし、4月下旬以降、全個体の雌に腹部の膨張（過熱卵の蓄積による）が確認されると同時に、浮上卵が著しく減少し、胚形成卵がほとんど得られなくなった。

産卵期中途での雌性発生2倍体雌の産卵行動の衰弱などの可能性が示唆されたが、その正常な産卵が停止した要因は不明のまま残った。

5. 飼育温度の制御による雄性への転換阻止方法

本研究の過程で、ヒラメは遺伝的要因以外のなんらかの影響によって性分化が左右され、性比が変動することが認められてきた。とくに、遺伝的雌の生理的雄への転換は著しく、雌性化種苗生産実現の障壁の一つとなっている。そこで、飼育環境要因が性分化に与える影響を明らかにし、その制御による生理的性の統御が可能であるか検討した。すなわち、雌性発生2倍体および対照の正常発生ヒラメについて、性分化期を異なる温度で恒温飼育し、性比を調査した。

20℃飼育区では、雌性発生群および対照群それぞれ93%および48%の雌の出現率が得られ、XX個体（遺伝的雌）の雄性への転換の頻度が低かったものと判断された。しかし、25℃飼育区では、有意に雄の割合が増加した（雌の割合はそれぞれ66%および14%）。これは、高水温がXX個体の生理的雌への分化を阻害し、XX個体の雄性への転換の頻度が高まった結果と判断された。一方、15℃飼育区でも雄の割合が増加したが（雌の割合はそれぞれ80%および23%）、これは低水温の影響によるより、恒温飼育終了後の水温の急上昇に起因する可能性が高いものと推定された。

このように、遺伝的要因に加えて、環境要因が性比に関与することが確認された。20℃恒温飼育はヒラメの正常な性分化の必要条件をほぼ満たし、ホルモン処理にかわりうる雄性への転換阻止方法として、飼育水温の制御が有効である可能性が示唆された（たとえば、性分化期初期の加温飼育による分化期末期の高水温の影響の排除）。

6. 性ホルモン処理による遺伝的雌の雌性化（雄性への転換阻止）方法

雌性ホルモンの経口投与による、遺伝的に雌に統御されたヒラメの雌性化方法を検討した。すなわち、雌性発生2倍体（2例）、および雌性発生2倍体雄と正常雌の正常発生次世代（1例）について、性分化期に異なる濃度のエストラジオール-17 β を配合飼料を介して経口投与し、性比を調査し、雌性化促進のための有効処理濃度を求めた。

いずれの例でも、0.1~1.0 $\mu\text{g/g}$ の投与濃度で、ほぼ100%の雌の出現率を得ることができた。この中の1例ではわずかに35日間の0.1 $\mu\text{g/g}$ の低濃度処理で全雌化が生じており、経口処理は、浸漬処理（有効濃度：1 $\mu\text{g/l}$ 以上）よりはるかに、ホルモンの使用量を節減でき、かつ、容易に目的を達し得ることが判った。

養殖用種苗へのホルモン処理の適用を仮定した場合、処理レベルはできるだけ低いことが要求され、雌性化種苗生産には遺伝的性の統御と雌性ホルモンの経口処理を組合せることが合理

的であると判断された。

7. 性ホルモン処理による遺伝的雄の雌性化（雌性への転換）方法

正常ヒラメの性分化への雌性ホルモン処理による影響を調査し、正常ヒラメの直接的な雌性化方法を検討した。正常ヒラメ（2例）について、性分化期に異なる濃度のエストラジオール- 17β を配合飼料を介して経口投与し、性比を求めた。

両例とも、 $0.3\ \mu\text{g/g}$ 以下の投与濃度で雌の割合は50%を越えることはなく、正常ヒラメの高率の雌性化のためにはより高レベルの処理が必要であることが判った。

雌性発生2倍体および雌性発生2倍体雄の次世代では、 0.1 および $0.3\ \mu\text{g/g}$ の投与濃度でほぼ雌100%となっており、正常ヒラメの場合と異なっている。このことは、遺伝的雌および遺伝的雄をそれぞれ生理的雌に誘導できる有効処理濃度が異なり、 $0.1\sim 0.3\ \mu\text{g/g}$ の低濃度処理は、遺伝的雌の雄性への転換阻止にのみ効率的に働き、遺伝的雄の雌性への転換には有効でないことを示唆している。

8. 性ホルモン処理による遺伝的雌の雄性化（雄性への転換）方法

昭和62年度に、性転換雄（XX雄）を効率的に作出するための雄性ホルモンの有効処理濃度を求めた（雌性発生2倍体の雄性化、 $1\sim 10\ \mu\text{g/l}$ 、17-メチルテストステロン、1日1回2時間浸漬、日齢36~100）。本年度は、 $5\ \mu\text{g/l}$ の濃度で追試を行った。その結果、雄100%の雌性発生2倍体を得られ、処理の有効性が確認された。

9. 性転換雄を用いた自然産卵実験

非同期発達型の卵発達様式を持つヒラメでは、搾出によって排卵直後の卵を安定的に得ることは困難であり、人工受精は種苗の量産工程になじまない。また、人工受精を産卵期初期に行うことは難しく、これでは早期の種苗生産を実現できない。そこで、性転換雄を用いた自然産卵実験を行い、雌性化種苗の大量生産方法を検討した。

性転換雄（ホルモン未処理群に出現した雌性発生2倍体雄、1986年作出、15個体）と正常雌（1986年生まれ、5個体）を産卵用水槽（6t）で1988年12月から1989年6月まで飼育し、産出卵量と卵発生成績を調査した。

3月下旬から約100日間の産卵期を通じて994万粒の胚形成卵が得られた。産出卵の平均浮上率は80%であり、浮上卵に対する胚形成率は平均56%で、正常雌雄による同様の対照産卵区の成績（それぞれ54、50%）を上回った。

これによって、ホルモン未処理で生じた雌性発生2倍体雄の放精行動は正常であり、これを用いた自然産卵によって遺伝的に雌性に統御された卵（XX卵）が長期に渡って大量に得られることが判った。

10. 性転換雄と正常雌の自然産卵で得られた卵による作出種苗の性比

前項の産卵実験で得られた卵（3月23～25日産出）を用いて種苗生産を行った。ホルモン未処理群と、性分化期に雌性ホルモン浸漬処理（性転換の阻止）を施した群の性比を調査した。

雌の割合は、ホルモン未処理群で96%であり、ホルモン処理群で100%であった。種苗生産の過程は順調であり、稚仔魚の成長および生残は良好であった。

これによって、ヒラメの雌性化種苗の早期の大量生産が可能であることが実証された。

なお、ホルモン未処理群においても雄の出現はきわめて少なかったが、この飼育例は、早期生産および仔魚期の加温飼育によって、水温上昇期以前に性分化期を経過し、高水温が性分化に与える影響を排除できた可能性がある。

11. 自然産卵で得られた卵による雌性化種苗の成長および生残特性（養殖試験）

前項で得られた種苗の成長および生残特性を確認し、雌性化量産種苗の養殖用種苗としての有効性を検討するために、ホルモン未処理群（雌96%）とホルモン処理群（雌100%）の飼育試験を継続中である。

日齢300（1月21日）時点では、ホルモン未処理群とホルモン処理群に有意な成長および生残率の差はみられず、ホルモン処理の影響による後者の種苗性の低下は認められていない。両群とも平均体重は300g（日齢300）以下に留まっているが、これは飼育試験をヒラメの成長に不利な屋外2000t水槽に設置した綱生簀（12㎡、400個体収容）で実施せざるをえなかったため日齢250以降にこれと並行して行なった陸上円形水槽を用いた飼育では良好な成長が確認されている。

現在まで、成長および生残に影響を及ぼすと予測されるような作出雌性化ヒラメの異常性はみられず、満1歳以後の急速な成長が期待される（雄では成熟による成長の停滞が生じる）。

12. 3倍体雄の放精行動

3倍体雄（1986年作出、15個体）と正常雌（1986年生まれ、5個体）を産卵用水槽（6t）で1988年12月から1989年6月まで飼育し、産出卵の発生状況を調査し、3倍体雄の産卵行動の有無を判定した。その結果、3倍体雄の産卵行動への参加と放精が確認された。従って、3倍体雄は正常ヒラメの産卵群中に混入した場合にその繁殖を阻害する可能性があり、3倍体雄の海への散逸防止などが留意されなければならない。

13. 全雌3倍体の作出と性比

ヒラメの3倍体雄は成熟するので、全個体の不妊化には全雌3倍体の作出が必要である。そこで、昭和62年度に、雌性発生雄の次世代3倍体を雌性ホルモン処理（性転換の阻止）する

ことで全雌3倍体の作出を確認した。しかし、この飼育例では、生残および成長に好結果が得られなかった。本年度はその追試を行った。

2例の雌性発生2倍体雄の次世代3倍体を作成し、それぞれの雌性ホルモン浸漬処理群を飼育した。前の例と同様、3倍体群は、対照の2倍体群より、日齢50～90の生残率および日齢100ないし150までの成長でかなり劣った。

作出魚は成長比較のため継続飼育中であり、性判定はまだ行っていない。いずれにしても、不妊化種苗の効率的生産に課題が残った。

14. 4倍体ヒラメの作出

4倍体を得ることができると、4倍体と2倍体による通常の受精で3倍体が作出され、染色体操作によらない不妊化種苗の量産が実現する可能性がある。そこで、4倍体ヒラメの作出を試みた。その結果、ヒラメの4倍体の誘起は容易であるが、稚魚期以降の4倍体ヒラメを得ることは困難であることが判った。

10. 魚類防疫対策事業

福井利憲

目 的

養殖に於て最も問題となる疾病の発生防止を目的に、全国的な防疫対策を行い、養殖漁家の経営の安定化を図る。

(1) 魚類防疫対策事業及び特定魚類防疫強化対策事業

結 果

養殖場の巡回指導及び魚病診断依頼による現場での指導等の状況を表1に、場内への持込み魚及び現場での病魚の魚病診断状況を表2に示した。

(コ イ)

県西部で6月に、複数の養魚場で細菌性鰓病の症状で死ぬコイがかなりみられた。11月には県東部でガス病が発生した。

(サケ科魚類)

県の中東部を中心にIHN・IPNで稚魚にかなりの被害がみられた。夏季を中心にせっそう病・ピブリオ病も被害が大きい。12月に寄生虫と水カビ病の合併症が発生している。BKDの発生は確認していない。

(その他の魚類)

大きな被害は確認していない。

表1 養殖場巡回指導等状況

月	場所	魚種	内 容	件数
5	鳥取市	フナ	魚病診断依頼	1
6	西伯町	コイ	魚病診断依頼	1
	鹿野町	アマゴ	巡回指導	1
	青谷町	ニジマス	巡回指導	1
	三朝町	ニジマス	巡回指導	1
9	淀江町	ニジマス	巡回指導	2
		ギンザケ	巡回指導	1
	三朝町	ニジマス	巡回指導	1
	日野町	コイ	巡回指導	1
10	溝口町	ニジマス	巡回指導	2
11	郡家町	コイ	魚病診断依頼	1
12	河原町	イワナ	巡回指導	1
	郡家町	アマゴ	巡回指導	1
	三朝町	ニジマス	巡回指導	2
	若桜町	ニジマス	巡回指導	1
		イワナ	巡回指導	1
	佐治村	ニジマス	巡回指導	1
	智頭町	アマゴ	巡回指導	1
1	泊 村	コイ	魚病診断依頼	1
	三朝町	ニジマス	魚病診断依頼	1
2	河原町	サケ	魚病診断依頼	1

表2 魚病診断状況

病 名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2月
細菌性鰓病			コ								サ
カラムナリス病		コ		コ							
せっそう病									ア		
トリコディナ症			フ			ヒ					
ミクソボルス症							コ				
白点病								ニ			コ
ガス病									コ		
トリコディナ+細菌性鰓病								ヒ			
トリコディナ+カラムナリス病									ヒ		ヒ
白点病+カラムナリス病											コ
水カビ+トリコディナ										ア	
水カビ+白点病										ア	ニ
その他					アユ			ニ,ア		ニ	
不明					ヒ	ア					
ア; アマゴ	コ	コイ	サ; サケ	フ; フナ	ニ; ニジマス						
ヒ; ヒラメ											

(2) 原因不明のヒラメの疾病について

平成元年度本県栽培漁業センター種苗生産分のヒラメについて、7月にニフルチレン酸ナトリウム・塩酸オキシテトラサイクリンを投与しても斃死の治まらない疾病が発生し、細菌検査等を行ったので報告する。

1) 病魚の由来

平成元年3月に採卵し、着底以降は魚肉を与えず配合飼料のみで飼育を行ったヒラメである。7月にカラムナリス病がみられたため、ニフルチレン酸ナトリウムを投下していたが、この薬を投与し続けて約20日後、この疾病が発生した。塩酸オキシテトラサイクリンを投与しても斃死は治まらなかった。

2) 病魚の特徴

- ・無眼側を上にする個体が多い。
- ・外観は殆ど症状の見られない個体が多いが、一部体表にやや出血の見られる個体もある。
- ・腸管内に餌は見られない。
- ・肝臓の退色。
- ・内臓の萎縮がみられる個体が多い。

3) 寄生虫

見られない。

4) 細菌検査結果

病魚7尾と感染試験で感染し弱った3尾について、肝臓と腎臓よりBHI(2% NaCl)寒天培地で細菌の分離を行い、細菌検査を行った。

菌が多数分離された個体は病魚が4尾、被感染魚が1尾であり、ほとんど菌の分離されない個体もあった。分離された菌の性状を表3に示した。OF試験を除くと、多数分離された菌は同一の性状を示したが、OF試験のNaClが0.5%であったため、この影響がでた可能性がある。この分離された菌は *Aeromonas hydrophila* または *Pseudomonas* に似ているものの、OF試験以外でもこれらの菌に性状の異なる項目がある。

5) 病原性の再現試験

この疾病の病原性を確かめるため、感染試験と攻撃試験を行った。

① 感染試験

流水水槽

流水で病魚を100尾以上飼育している水槽に、無感染魚を5尾入れたところ4尾が死亡した。

止水水槽

恒温室に水槽(水温22~23℃)を置き、病魚約20尾と無感染魚を約10尾入れたところ、病魚は全て死亡したが、無感染魚は全て生残した。

② 攻撃試験

病魚から分離された細菌を無感染魚5尾について腹腔内注射し、攻撃試験を行った。8月28

日に細菌を約 0.1 mg を接種したが、9 月 19 日に酸欠のため死亡するまで全て生残した。次に、9 月 26 日に菌を約 0.015 mg 接種したが、水槽より飛び出した 2 尾を除き 12 月まで全て生残した。

6) 薬害試験

この疾病の発生がみられた時点で、ニフルチレン酸ナトリウムを約 20 日間連続投与していたため、この薬害も考えられ、薬害試験を行った。

9 月 27 日に 5 尾を一つの水槽にいれ、ニフルチレン酸ナトリウムを所定量餌に吸着させ投与したが、12 月まで死亡は全く見られなかった。

考 察

この疾病の原因は、攻撃試験・薬害試験から判断すると、細菌性疾病または薬害の可能性は薄いものと考えられる。他に考えられる疾病の原因としては、ウイルス性疾病または餌料の酸化等による餌の害が考えられる。ウイルス性疾病については、流水中で感染がみられたことから、この可能性もあるが、水温が 22～23℃の止水で感染がみられなかった。ウイルス性疾病と仮定した場合、感染の条件は水温・魚の健康状態等によりある程度限られるものと思われる。餌料については、魚肉と併用してこの配合飼料を与えたヒラメにはこの疾病は発生していないが、配合餌料単独投与により、餌の害が強まった可能性はある。

表 3 分離された細菌の性状

グラム	—
形	R
運動性	+
空気中での発育	+
嫌気下での発育	+
カタラーゼ	+
オキシダーゼ	+
ブドウ糖 (酸)	±
O/F	— or F
ガス産生	+
6% NaCl での発育	w +
37℃での発育	+

11. 増養殖指導

福井利憲

I) ヤマトシジミ増殖試験

ヤマトシジミは卵から着底までの一時期、塩分が必要なため、自然繁殖域は汽水域に限られている。県内では東郷池・橋津川で自然繁殖しているが、近年の漁獲量は昭和57年をピークとして減少傾向にある。

本年は、人工産ヤマトシジミ稚貝放流による漁業への有効性を検討するための第一段階として、ヤマトシジミの種苗生産試験を行った。

材料と方法

(1) 親貝飼育

種苗生産試験に用いた親貝は、場内の小川で4月10日まで無給餌で飼育したヤマトシジミと、6月1日に東郷池で漁獲されたヤマトシジミを用いた。親貝は50～100ℓ水槽に1/10海水を20～30ℓ入れ、換水は行わなかった。場内由来の親貝は1つの水槽に10～20個、東郷池由来の親貝は20個収容した。

餌料は各水槽にそれぞれ、クロレラ、テトラセルミス、PSB（光合成細菌）、池珪（東郷池の水を基に培養した珪藻、海珪（海水を基に培養した珪藻）、池珪+PSBの6種類を用い、親貝の餌の種類が産卵に及ぼす影響を検討した。珪藻の培養液は「昭和63年度栽培漁業技術研修事業理論コース 餌料生物シリーズNo.5」¹⁾を参考とした。

水槽の底質を検討するため、場内由来の親貝についてのみ、水槽の底に砂を敷いた水槽と敷かない水槽の2つのグループに分け飼育を行った。

(2) 採卵

採卵方法の検討を行うため、水温刺激、塩分刺激により産卵誘発を試みた。産卵誘発の方法については、表2に示した。

(3) 稚貝飼育

稚貝の飼育は、産卵が認められた水槽の親貝を別の水槽に移し、そのまま飼育を行った。換水は行わず、給餌の為の増えた水は定期的に排水した。各水槽の餌の種類を表2に示した。餌料は、原則として親貝と同一種のものを用いたが、2回目以降の産卵により生まれた稚貝についてはクロレラを与えた。

稚貝の計数は、水槽の底の1/4～1/8の面積の稚貝を、ゴミとともに収集して行った。

*：現在鳥取県水産課 1988年東郷池環境調机と魚道効果調査を実施

表1 ヤマトシジミ殻長測定結果

餌料の種類	親貝（収容時）					親貝（産卵後）					生残率	放流稚貝（mm）					生残率
	平均	偏差	最大	最小	測定数	平均	偏差	最大	最小	測定数		平均	偏差	最大	最小	測定数	
東郷池由来																	
池 珪	23.6	2.88	30.9	20.1	20	24.2	2.78	31.0	20.5	19	60	3.04	2.11	9.9	0.2	113	1,397
海 珪	23.9	3.08	29.4	19.3	20	24.6	3.08	29.6	20.2	20	80	0.34	0.17	0.8	0.1	41	483
クロレラ	24.9	3.60	34.1	20.7	20	25.7	3.51	34.4	21.2	16	45	0.76	0.52	2.6	0.2	101	250
テトラルミス	25.1	3.73	36.0	19.7	20	25.3	3.68	37.0	20.9	20	60						0
P S B	23.9	3.63	37.8	20.5	19	21.1	3.76	38.0	21.0	18	79	0.15	0.01	0.17	0.13	63	0
池珪+PSB	23.8	2.39	31.2	21.0	20	24.3	2.56	31.6	21.0	15	50	1.39	0.87	5.3	0.3	113	15,249
場内由来 砂なし																	
クロレラ	22.0	2.21	27.4	18.4	20	23.1	2.05	28.0	19.3	15	75						
テトラセルミス	21.0	1.59	24.0	17.7	20	22.1	1.40	24.6	19.5	19	95						
クロレラ+ テトラセルミス	21.8	2.16	25.4	17.3	20	22.5	2.37	26.0	18.4	17	85						0
な し	19.9	1.55	23.1	17.7	11	21.6	1.45	24.1	18.5	9	82						0
場内由来 砂あり																	
クロレラ	22.1	3.35	32.2	18.6	18						0						
テトラセルミス	21.5	2.07	24.7	18.0	18						0						
クロレラ+ テトラセルミス	22.5	2.19	27.4	19.0	18						0						
な し	20.6	1.63	24.1	19.3	12						0						

表2 ヤマトシジミの産卵誘発結果

産 卵 誘 発			産 卵 状 況		
月日	親貝の餌料	産卵誘発方法	月日	稚貝の餌料	備 考
—	池 珪	な し	6 5		発生みられず (1/10 海水)
	池珪+PSB	な し	6 5		発生みられず (1/10 海水)
7 18	全 水 槽	1/10 海水→1/2 海水 水温 26.7→21.4→27.2℃	7 19	クロレラ	一部を別の水槽に分け池珪を与える
			7 19	池 珪	
					その他の水槽は産卵みられず
7 13	池珪+PSB	1/2→1/4 海水 水槽と貝を冷水で洗浄 水温 29.6→21.0℃	8 1	池珪+PSB	
	海 珪		8 1	海 珪	
	P S B		8 2	P S B	
8 3	池 珪	水槽と貝を冷水で洗浄	8 4	クロレラ	
	テトラセルミス		8 4	テトラセルミス	
	クロレラ		8 6	クロレラ	
8 4	場内由来	貝を洗浄し別の水槽へ移す			
	クロレラ				産卵みられず
	テトラセルミス				産卵みられず
	クロレラ+テトラセルミス		8 6	クロレラ	
	な し		8 7	クロレラ	
8 10	全 水 槽	水槽と貝を冷水で洗浄			産卵みられず
8 22	全 水 槽	水槽と貝を冷水で洗浄			産卵みられず

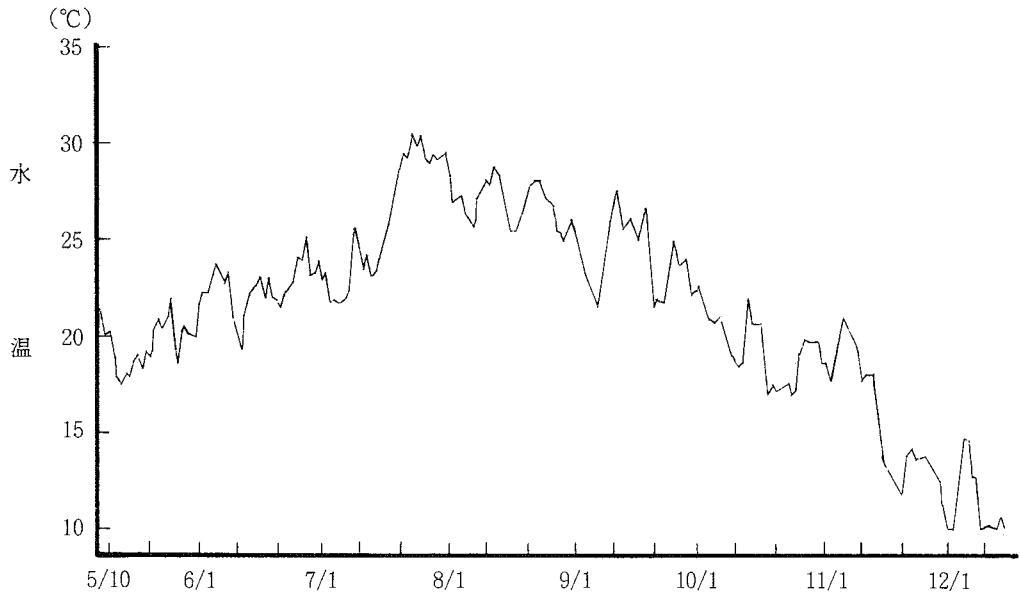


図1 水温の日別変化

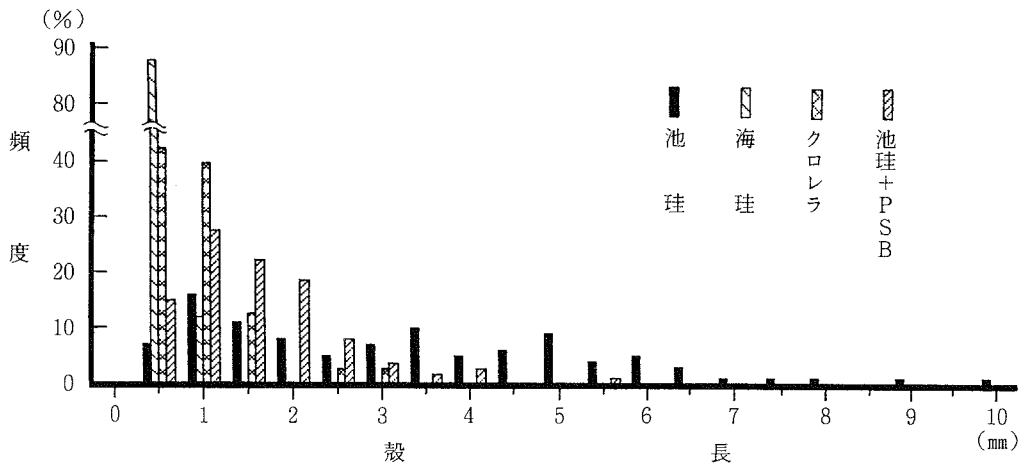


図2 放流稚貝殻長組成

結 果

(1) 親貝飼育

飼育水槽の水温を図1に示した。採卵に用いた親貝の水槽収容時の殻長と採卵後の殻長の平均値を表1に示した。この間の殻長の成長は0.2～1.1mmであった。

東郷池由来の親貝の生残率は45～80%，場内由来の親貝の生残率は75～96%であった。死亡は、水温が30℃近くに上昇した7月24日頃より死亡が増えた。場内由来の親貝で、水槽の底に砂を敷いた4つの水槽については、原生動物発民のため、全て死亡した。

(2) 採卵

親貝の産卵の状況を表2に示した。東郷池由来の親貝は、餌料の種類とは関係なく全ての水槽で産卵がみられた。場内由来の親貝はクロレラと無給餌の2つの水槽で産卵がみられたが、残りの2つの水槽では産卵は見られなかった。

(3) 稚貝飼育

稚貝に与えた餌の種類を表2に示した。7月18日に産卵のクロレラ投与水槽は7月29日の確認で生残個数が少なかったため、一部を別の水槽に分け池珪を与えた。また、海珪については珪藻の繁殖が悪くなったため、9月20日より海珪の代わりに池珪を与えた。

飼育中に水槽の底に藻類の繁殖がみられ、稚貝の生育に影響があると思われたため、全ての水槽を覆いで遮光し藻類の繁殖を抑制した。覆いを覆った時点では藻類の繁殖のため、水槽の底は緑色をしていた。

12月18日に稚貝の生残個数と殻長を測定した。結果を表1に、稚貝の殻長組成を図2に示した。クロレラ投与水槽は、途中で池珪に切り替えたものも含め、5水槽中4水槽が全滅した。他にテトラセルミス、PSB投与水槽も全滅した。生残数が最も多かったのが池珪+PSB、次に池珪、海珪の順でクロレラ投与の水槽が最も少なかった。殻長は池珪が最も大きく平均3.0mm、次が池珪+PSBで1.4mm、クロレラが0.8mm、海珪が0.3mmであった。最も成長の悪い稚貝は、餌の種類に関係なく各水槽とも殻長が0.1～0.3mmで、着底後ほとんど成長がない。

(4) 放流

東郷池のヤマトシジミの生息状況を調べるため、放流場所1㎡のヤマトシジミ（殻長15mm以上）を採集した。採集数は9個で平均殻長が21.5mmであった。稚貝の放流は、淡水での生残を確認した後、東郷池と羽衣石川に計17,000個を、12月20日に行った。

考 察

親貝の飼育は、餌料等に関しては問題はないと思われる。

産卵の誘発方法は水温刺激でほとんどの水槽で産卵がみられた。しかし、一部の水槽では産卵が見られなかったため、乾燥刺激についても検討したい。

稚貝の飼育については、池珪が最も有効であった。池珪にPSBを加えた水槽では産卵が見られなかったため、乾燥刺激についても検討したい。

稚貝の飼育については、池珪が最も有効であった。池珪にPSBを加えた水槽の生残率が

なり高かったが、これがPSBの添加によるものか確認試験を行いたい。

稚貝の飼育中、藻類の発生がみられ、このことが稚貝の生残にかなり影響を与えていると思われた。今後は飼育の初期から藻類の発生の防止をする必要があると思われた。

文 献

- 1) 高野秀昭. 1988. 昭和63年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース 餌料生物シリーズ No. 5, 種苗生産用餌料としての珪藻の分類と培養. 水産庁. 社団法人日本栽培漁業協会.

II) 魚道効果調査

魚道の効果は、魚類の河川の上下移動を可能にし、漁場の有効利用および魚類の再生産に役立つと考えられる。これらの効果を確かめるため、1988年は主に遡下魚について、堰堤の上下で魚類を採集することにより、1989年は対象魚種をアユに絞り、標識放流によって魚道の効果判定を試みた。

材料と方法

(1) 1988年魚道効果調査

1) 調査対象堰堤

天神川中・下流の今津、郡山、大原の三堰堤で調査を実施した。位置については図1に、魚道の状況については、表1に示した。

表1 魚道の状況

堰堤名	状況
今津堰堤	魚道は壊れており、小型の魚類のみが遡上が可能な状態である、大型の魚類については水量が高いときのみ遡上が可能。
郡山堰堤	魚道はあるが、調査のため魚道を閉鎖し、魚類の遡上は不可能である。
大原堰堤	魚道は一部壊れているが、魚類の遡上は可能である。

2) 調査日時

1988年10月15日、1988年10月23日

3) 堰堤付近の魚相、流速等の調査方法

魚相調査は、堰堤上流端から上流100メートル、堰堤下流端から下流100メートルの区間を投網によって魚類を採集した。投網は、10月15日には9節、10月23日には12節の目合の物を用いた。採集した魚類は、冷蔵して、翌日または翌々日に魚種の同定および魚体測定を行った。

流速は、調査地点の平均的な流れであると思われる1地点の表層を、広井式流速計を用いて、1分間測定し流速を算出した。

(2) 1989年魚道効果調査

堰堤の下流でアユを標識放流することにより、魚道の遡上の有無及び成長量を調べた。

放流に用いたアユは、天神川漁業協同組合の河川放流用のアユで、天神川漁業協同組合の協力のもとに、標識を装着し放流した。

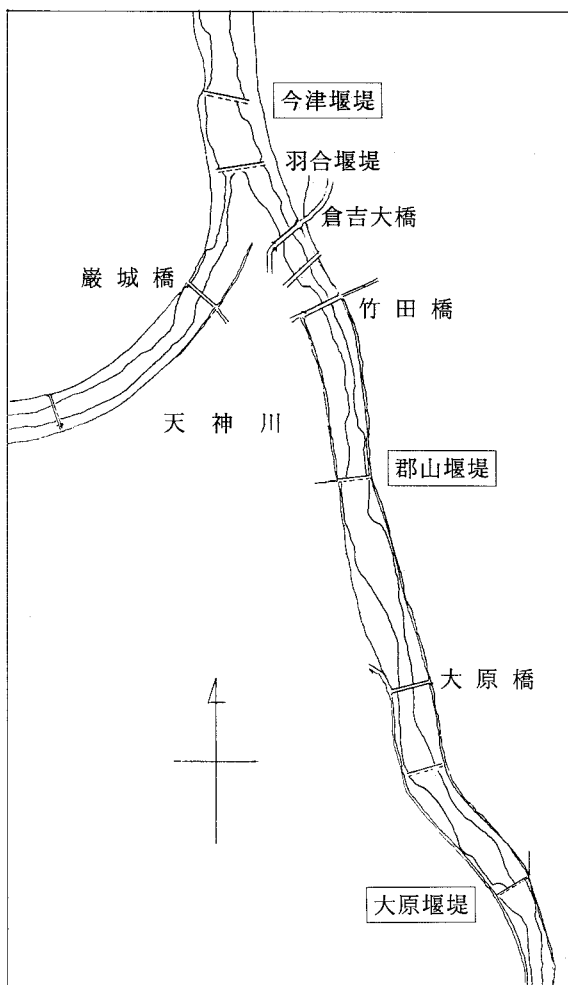


図1 天神川堰堤位置

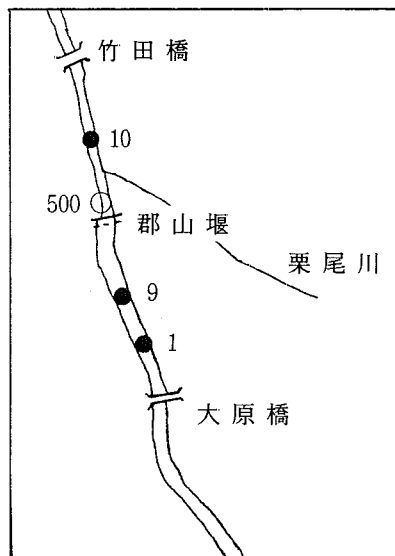


図2 標識放流結果

(○印は放流地点を、●印は再捕地点を示し、横の数値は放流尾数または再捕尾数を表す。)

放流日時：1989年6月10日

放流アユ：琵琶湖産養殖アユ 平均全長 176 mm 全長偏差値 9.1 mm

放流尾数：500尾

標 識：赤色リボンタグ

放流場所：郡山堰堤下流（図2）

結果と考察

(1) 1988年魚道効果調査

1988年魚道効果調査の結果を表2と表3に示した。

アユは、上流2つの堰堤では全く採集されなかった。このことから、調査を行った時にはすでに遡下を終えていると思われる。最も下流の今津堰堤で2回の調査ともアユが採集されてい

表2 1988年魚道効果調査結果

昭和63年10月15日				昭和63年10月23日			
今津堰堤 (魚道有)	時 間	15:45~16:20		時 間	9:50~10:20		
	照 度	2.7 × 10 ⁴		照 度	5.4 × 10 ⁴		
	水 温	16.9℃		水 温	13.5℃		
	流 速	0.94 m/s		流 速	0.75 m/s		
下 流	網打ち回数	115回		網打ち回数	84回		
	捕獲魚	アユ	22	アユ	14		
		ウグイ	4	ウグイ	7		
		カマツカ	7	カマツカ	1		
		オイカワ	1	オイカワ	37		
		モクズガニ	1	カワムツ	17		
				ヤリタナゴ	12		
				ヒガイ	5		
				モツゴ	1		
				ヨシノボリ	1		
				アメリカザリガニ	1		
郡山堰堤 (魚道無)	時 間	16:40~16:54		時 間	10:35~11:10		
	照 度	9.4 × 10 ³		照 度	6.04 × 10 ⁴		
	水 温	16.3℃		水 温	13.65℃		
	流 速	0.36 m/s		流 速	0.19 m/s		
上 流	網打ち回数	32回		網打ち回数	10回		
	捕獲魚	なし		捕獲魚	なし		
下 流	流 速	0.71 m/s		流 速	0.75 m/s		
	網打ち回数	22回		網打ち回数	76回		
	捕獲魚	ウグイ	7	ウグイ	31		
		カマツカ	1	オイカワ	41		
				カワムツ	3		
				ドンコ	1		
				サケ	1		
大原堰堤 (魚道有)	時 間	17:05~17:10		時 間	11:25~11:35		
	照 度	1.4 × 10 ³		照 度	3.7~4.0 × 10 ⁴		
	水 温	15.4℃		水 温	14.8℃		
	流 速	0.22 m/s		流 速	0.15 m/s		
上 流	網打ち回数	13回		網打ち回数	29回		
	捕獲魚	ウグイ	1	捕獲魚	なし		
下 流	流 速	0.80 m/s		流 速	0.84 m/s		
	網打ち回数	15回		網打ち回数	8回		
	捕獲魚	ウグイ	12	ウグイ	26		
		カマツカ	17	カマツカ	5		
		カワムツ	1	オイカワ	5		
				カワムツ	7		
				ヨシノボリ	3		
				アマゴ	1		

表 3 - 1 1988 年 10 月 15 日の採集魚生物測定結果

今津堰堤 小型魚のみ遡上可能										
魚種		全長	尾叉長	標準体長	体重	生殖腺重量	内臓除去	肥満度	生殖腺指数	備考
下流	アユ	平均	203.2	185.5	60.2	5.61		0.698	6.55	22個体
		偏差	22.16	20.61	21.98	4.087		0.1174	4.143	
		最大	245	224	116.2	17.91		0.868	18.6	95%雌
		最小	163	149	32	1.32		0.43	1.19	
下流	ウグイ	平均	159.3	144.3	30			0.742		4個体
		偏差	2.59	1.92	1.46			0.0139		
		最大	163	147	31.9			0.766		
		最小	156	142	27.8			0.732		
下流	カマツカ	平均	176	166.4	51.2			0.906		7個体
		偏差	17.3	16.19	17.72			0.021		
		最大	214	202	91.5			0.937		
		最小	159	150	35.4			0.881		
	オイカワ		164	150	42.3			0.959		1個体
	モクズガニ		37.1 (甲幅)		27.6					1個体
郡山堰堤 魚道閉鎖										
魚種		全長	尾叉長	標準体長	体重	生殖腺重量	内臓除去	肥満度	生殖腺指数	備考
下流	ウズイ	平均	194.6	175	70.3			0.86		7個体
		偏差	37.18	33.2	43.27			0.0892		
		最大	262	235	151.7			0.955		
		最小	155	139	32.4			0.701		
	カマツカ		185	176	59.1			0.933		1個体
大原堰堤 魚道有										
魚種		全長	尾叉長	標準体長	体重	生殖腺重量	内臓除去	肥満度	生殖腺指数	備考
上流	ウグイ		220	199	89			0.836		1個体
下流	ウグイ	平均	209.1	188.5	91.4			0.85		12個体
		偏差	48.71	45.02	63.65			0.0665		
		最大	292	265	216.6			0.948		
		最小	156	141	33.4			0.686		
下流	カマツカ	平均	160	149.4	38.3			0.914		17個体
		偏差	15.7	14.33	10.56			0.0419		
		最大	189	176	57.2			1.009		
		最小	139	129	25			0.847		
	カワムツ		158	143	43.7			1.108		1個体

注：数値の単位は mm または g，肥満度 = 体重 / 全長³ × 10³，生殖腺指数 = 生殖腺重量 / 全長³ × 10⁷

表 3 - 2 1988 年 10 月 23 日の採集魚生物測定結果

今津堰堤

魚種		全長	尾叉長	標準体長	体重	生殖腺重量	内臓除去	肥満度	生殖腺指数	備考
アユ	平均	219.1	200.9		73.1	5.68	58.9	0.687	5.58	14個体
	偏差	20.7	18.53		18.26	2.889	15.31	0.0679	2.856	
	最大	260	240		109.2	10.8	91.7	0.778	9.64	100%雌
	最小	189	173		47.6	2.44	37.4	0.564	1.89	
ウグイ	平均	138	124.9		33.1			0.76		7個体
	偏差	61.84	55.74		38.12			0.0454		
	最大	245	222		115.1			0.835		
	最小	75	69		3.1			0.706		
オイカワ	平均	102.1	91.4		8.7			0.753		37個体
	偏差	13.87	12.72		3.44			0.0456		
	最大	123	110		15.9			0.854		
	最小	78	70		3.1			0.641		
カワムツ	平均	87.9	78.5		5.6			0.806		17個体
	偏差	9.12	8.43		1.66			0.032		
	最大	102	91		8.4			0.879		
	最小	71	63		2.9			0.762		
ヤリ	平均	81.2	72.8		6.5			1.186		12個体
	偏差	7.88	6.9		1.91			0.0562		
	最大	94	84		9.3			1.262		
	最小	69	61		3.7			1.094		
ヒガイ	平均	90.4	81		7.9			0.938		5個体
	偏差	15.49	141		4.35			0.0842		
	最大	112	100		15			1.068		
	最小	69	61		2.7			0.822		
カマツカ		99	91		7			0.721		1個体
ヨシノボリ		61			2.6			1.145		1個体
モツゴ		75	69		4.4			1.043		1個体
アメリカザリガニ		90	45(甲長)		20.1					1個体

郡山堰堤

魚種		全長	尾叉長	標準体長	体重	生殖腺重量	内臓除去	肥満度	生殖腺指数	備考
ウグイ	平均	119.2	107.9		32.1			0.806		31個体
	偏差	72.35	65.41		49.27			0.0601		
	最大	271	244		120.7			0.887		
	最小	50	46		1			0.672		
オイカイ	平均	49.6	45.7		1.8			0.71		41個体
	偏差	24.96	22.09		3.31			0.0945		
	最大	120	106		14.3			1.007		
	最小	26	26		0.13			0.519		
カワムツ	平均	94	84.3		7.6			0.914		3個体
	偏差	3.74	3.4		0.98			0.0168		
	最大	99	89		8.9			0.932		
	最小	90	81		6.5			0.892		
サケ		635	598	535	1693.3			0.661		1個体 雌, 5歳
ドンゴ		41			1			1.45		1個体

大原堰堤

魚種		全長	尾叉長	標準体長	体重	生殖腺重量	内臓除去	肥満度	生殖腺指数	備考
ウグイ	平均	126	113.8		27			0.855		26個体
	偏差	53.6	48.9		43.41			0.0775		
	最大	305	280		229.9			1.197		
	最小	70	63		3			0.753		
下 オイカワ	平均	77.4	68.2		9.8			0.859		5個体
	偏差	49.89	43.14		12.17			0.0854		
	最大	148	130		30.2			0.932		
	最小	35	31		0.3			0.7		
カワムツ	平均	108.3	97.6		12.1			0.906		7個体
	偏差	11.28	10.35		5.09			0.0532		
	最大	133	120		23.7			1.007		
	最小	99	89		8.1			0.835		
流 カマツカ	平均	129	120.6		22.1			0.91		5個体
	偏差	23.66	22.23		10.26			0.0842		
	最大	152	142		33.3			1.004		
	最小	86	80		4.8			0.755		
ヨシ ノボリ	平均	62.3			3.2			1.226		3個体
	偏差	10.14			1.37			0.0421		
	最大	70			4.2			1.279		
	最小	48			1.3			1.175		
アマゴ		137	126		22.8			0.887		1個体

るが、これは生殖腺指数等から考え、この場所が産卵場であることによるものと思われる。1988年は9月から10月上旬にかけてまとまった降雨があったため、そのときにアユは遡下したものと考えられる。以上から判断して、魚道の有無は水量の多い年には魚類の遡下に関しては影響は少ないものと思われる。しかし、水量の少ない年にも、アユが堰堤の影響を受けずに遡下するかどうかは不明である。

この時期に河川を遡上するサケは、魚道を開鎖している郡山堰堤の下流で採集された。この地点では、まだ他にサケがいることが確認されており、下流の今津堰堤でもサケは確認されている。郡山堰堤から上流では現在までサケが確認されていないことから考え、河川を遡上する大型の魚類については魚道は必要であると考えられる。

(2) 1989年魚道効果調査

放流アユの再捕位置を図2に、再捕魚の全長を表4と表5に示した。郡山堰堤の上流で10尾、下流で20尾が再捕された。再捕率はそれぞれ2.0%、4.8%であった。再捕魚の内33%が堰堤の上流で再捕された。放流点から再捕された場所までの距離が短い中で、33%のアユが上流で再捕されたことは、アユの遡上に関してこの郡山堰堤の魚道は有効であったと考えられる。

成長量の調査は、再捕尾数が少ないことと、再捕されるまでの日数が25日以内で、多くが1週間以内に再捕されていることから、再捕されるまでの日数は考えず、再捕場所毎の平均値で成長量を比較した。

再捕魚の平均全長は、堰堤の下流の竹田橋で165mm、堰堤上流の田中県で170mm、さらに

表 4 標識アユ再捕結果

再捕月日	再捕場所	全長 (cm)	備考
6.11	田中前	18.5	
	田中前	18.0	
	卸団地	17.5	
6.13	武田橋	15.0	
6.14	田中前	15.0	
	田中前	15.5	
	田中前	16.0	
6.16	武田橋	16.0	
	田中前	16.0	
	田中前	17.0	
7. 3	武田橋	18.5	
7. 5	田中前	18.0	
	田中前	19.0	
6.12~25	武田橋	不明	17尾

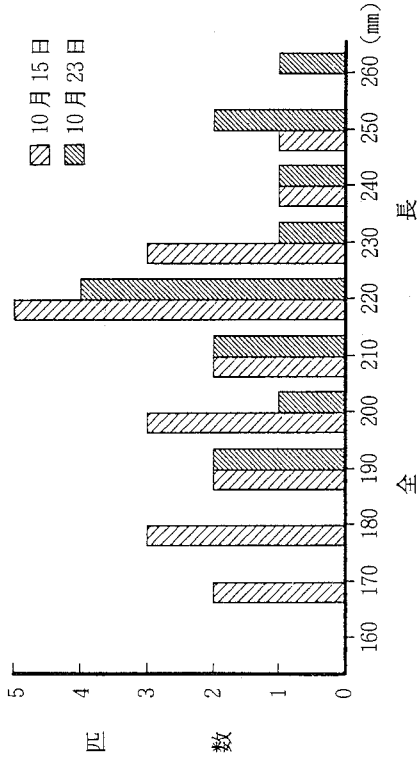


図 3 アユ全長組織

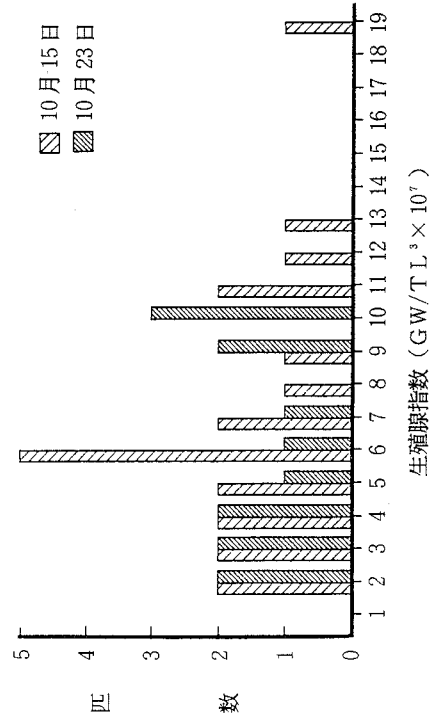


図 4 アユ生殖隙指数組成

表 5 放流および再捕アユの平均全長

	放流魚	武田橋	田中前	卸団地前
個体数 (尾)	500	3	9	1
平均 (mm)	175.8	165	170	175
標準偏差	9.2	1.5	1.4	
最大 (mm)	195	185	190	
最小 (mm)	145	150	150	

上流の御団地前で 175 mm と上流ほど全長が大きくなっている。しかし、平均値の差を検定してみると、有意水準 10 % で平均値の有意な差は認められない。今回の調査結果については、次の問題点が指摘でき、この結果のみで魚道の効果による漁場の有効性を判断するには無理がある。① 再捕されたアユの数が少ない、② 再捕までの日数が少ない、③ 放流時にはすでにアユ漁が解禁されており、アユの遡上および索餌行動が制限されていたと考えられる、④ 郡山堰堤の上流にもアユが放流されている。

1989 年の調査からは、アユが魚道を登ったことによる漁場利用効果の判定はできなかったが、魚道をアユが登ったことは確認できた。今後は、放流尾数、放流場所、放流時期の検討が必要である。

謝 辞

この調査に 2 年間に渡り協力頂いた、天神川漁業協同組合の組合員に感謝の意を表します。

Ⅲ) 東郷池環境調査

東郷池漁業協同組合より東郷池の環境調査の依頼があり、1988年と1989年に本調査を行った。

材料と方法

材料を採集した地点は、1988年を図1、1989年を図2に示した。なお、1989年のSt. 3とSt. 4は客土採集後の穴である。材料の採集は1988年が12月7日、1989年が11月16日に行った。底層水についてはSK採水器を、底土についてはSM採泥器を用いて採集した。

分析は次の方法によって行った。DOは1988年がウィンクラー・アジ化ナトリウム変法、1989年はDOメーターを用いて測定した。塩分量については、1988年は硝酸銀滴定法で行い塩化物量として現わし、1989年は塩分計により測定した。CODはアルカリ性過マンガン酸カリウム法で、硫化物量は水蒸気蒸留法で兩年とも測定した。

結 果

1) 水 質

1988年の水質調査結果を表1に、1989年の結果を表2に示した。

① DO

1988年はすべてのSt.で表層、底層とも11mg/ℓ以上であった。1989年は表層は11mg/ℓ以上であったが、底層はSt. 1, 2が10mg/ℓ以上となっているのみで、特にSt. 4はDOが少なく0.4mg/ℓであった。

② COD

1988年は1.7～2.9mg O/ℓで、St.によってCODの値は異なるものの、表層と底層の差は少なかった。1989年は0.8～3.0mg O/ℓと幅が大きくなっている。また表層に比べ底層の方が値が大きくなっているSt.が多かった。

③ 塩分量

1988年は塩化物量で3～4%であった。底層の方がやや塩化物

表1 1988年東郷池水質調査結果

1988年12月7日 13:45～15:30

STATION No.	採水層	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	DO (mg/ℓ)	塩化物量(%)	COD (mgO/ℓ)
1	表層	18.3	8.4	8.42	12.5	3.25	2.7
	底層		8.8	8.45	13.3	3.46	2.4
2	表層	15.9	8.9	8.64	13.0	3.35	2.4
	底層		8.7	8.63	13.1	3.43	2.3
3	表層	12.1	9.2	8.26	12.1	3.06	2.9
	底層		8.7	8.63	12.0	3.42	2.5
4	表層	14.1	9.0	8.31	11.9	2.90	2.0
	底層		8.3	8.50	12.0	3.32	2.3
5	表層	12.9	8.9	8.36	11.8	3.10	2.2
	底層		9.0	8.57	13.2	3.39	1.7

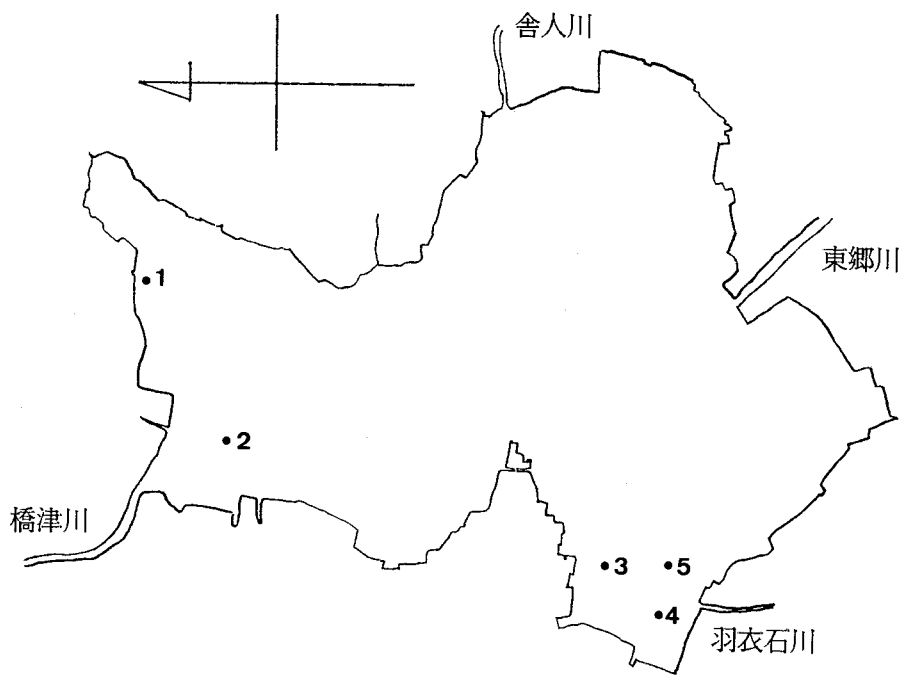


図1 1988年調査地点位置

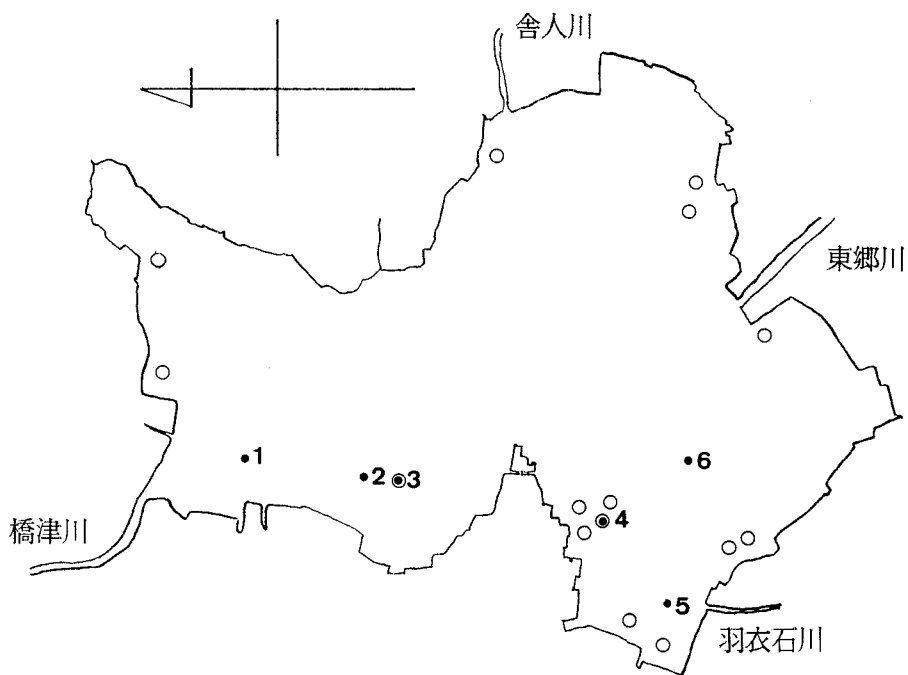


図2 1989年調査地点位置
(○印は客土採集後にできた穴を示す)

表2 1989年東郷池水質調査結果(1989年11月16日 14:00~15:40 曇り)

STATION No.	採水層	気温 (°C)	水深 (m)	水温 (°C)	pH	DO (mg/ℓ)	塩分 (‰)	COD (mg O/ℓ)
1	表層	14.5	1.5	13.5	9.0	12.2	2.82	2.1
	底層			13.5				
2	表層	14.3	1.6	13.3	9.0	12.6	2.80	1.4
	底層			13.4				
3	表層	15.0	2.0	13.4	9.2	12.8	2.84	1.6
	底層			13.6	9.1	2.1	3.27	1.9
	底から 20 cm						9.4	
4	表層	13.9	2.5	13.8	9.2	12.7	3.04	1.5
	底層							0.4
	底から 20 cm							0.5
	底から 100 cm							14.3
5	表層	13.3	1.6	14.1	8.9	11.7	1.07	0.8
	底層			13.8	9.1	6.3	3.34	1.8
6	表層	13.6	2.2	13.9	9.0	12.5	2.54	1.8
	底層			14.0	9.0	3.3	3.78	2.4

量は多くなっているものの、表層との差は0.1~0.4%と少ない。1989年の塩分は3~4%であり、前年の均半分となったが、表層と底層との差は0~2.3%に広がっている。1989年は橋津川付近に比べ池の内部の方が表層と底層の差は大きくなっている。

2) 底質

1988年の底質調査結果を表3, 4, 図3に、1989年の結果を表5に示した。

① 泥温

1988年は8.9~9.2°CでStによる温度差は少ない。1989年は13.6~17.4°CでSt.3とSt.4が高い。

表3 1988年東郷池底質粒度組成(%)

STATION No.	砂 (4~2 mm)	レキ (2~1)	極粗粒砂 (1~1/2)	粗粒砂 (1/2 ~1/4)	中粒砂 (1/4 ~1/8)	細粒砂 (1/8 ~1/16)	微粒砂 (1/16 ~)	シルト	f	(-log ₂ 粒径)		
										25%値	50%値	75%値
1	1.0	1.5	7.4	85.1	1.7	1.8	1.4	1.39	1.40	1.41		
2	3.0	19.0	31.5	38.9	3.0	2.8	1.9	0.14	0.94	1.30		
3	1.5	16.9	30.0	37.9	4.7	4.3	4.7	0.29	1.03	1.44		
4	2.7	20.3	37.0	34.7	1.7	2.0	1.6	0.07	0.78	1.19		
5	3.7	21.1	21.2	32.1	4.7	8.9	8.4	0.01	1.14	1.75		

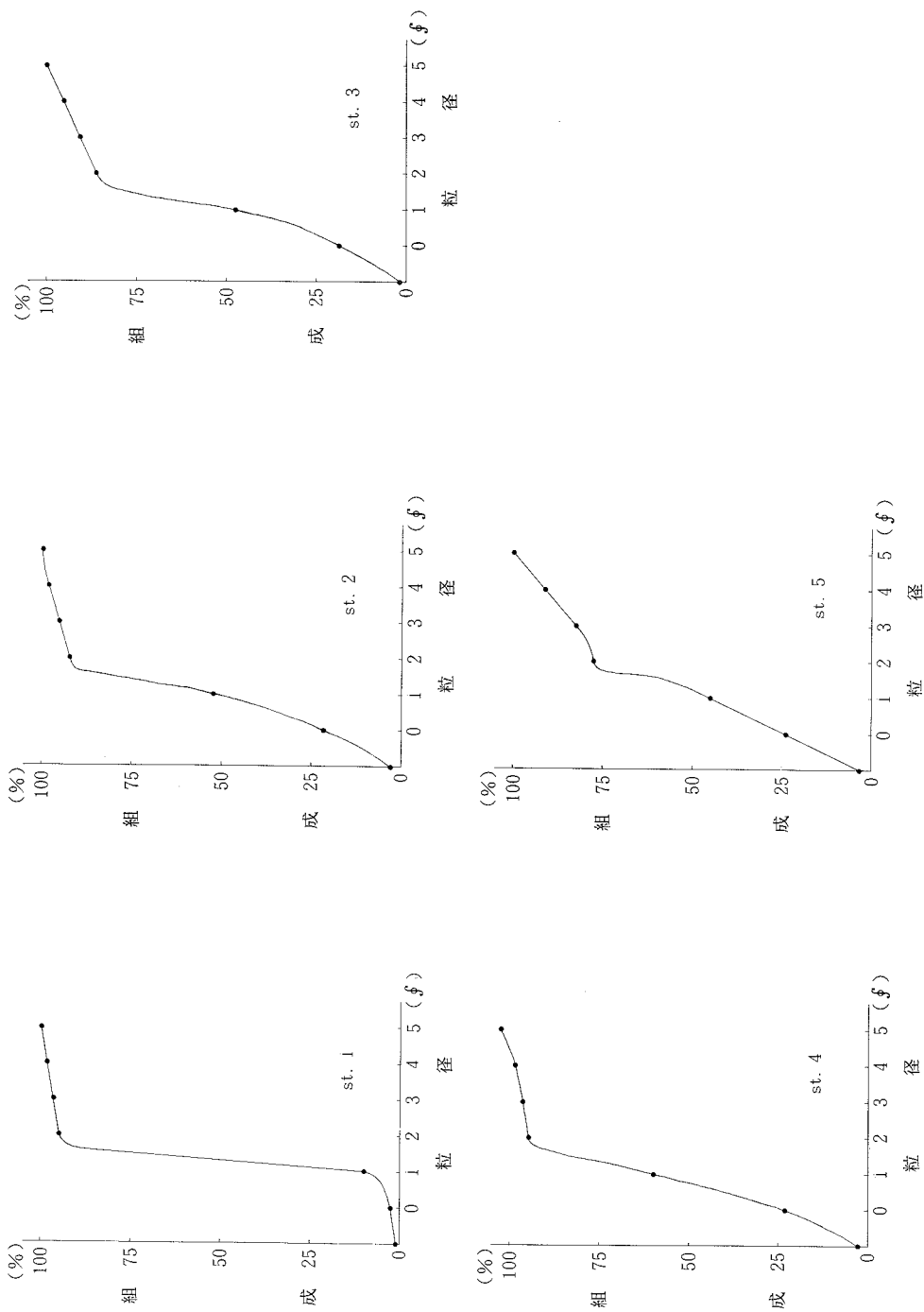


图 3 1988 年 底 土 粒 度 组 成

表 4 1988 年東郷池底質調査結果

STATION No.	泥温 (°C)	水分 (%)	COD (mg O / g)	硫化物 (mg % / g)	強熱減量 (%)	粒度組成 中央粒径値	泥分組成 (%)	淘汰係数	歪度係数
1	9.0	27.4	3.8 (2.8)	3.3 (2.4)	1.8 (1.3)	1.40(f)	1.4	1.01	1.00
2	9.2	26.8	1.3 (1.0)	0.9 (0.6)	1.6 (1.1)	0.94	1.9	1.49	0.86
3	8.9	39.1	1.8 (1.1)	1.8 (1.1)	4.5 (2.7)	1.03	4.7	1.49	0.89
4	9.2	27.8	1.5 (1.1)	8.4 (6.1)	2.0 (1.4)	0.78	1.6	1.47	0.90
5	9.2	39.0	4.8 (2.9)	18.9 (11.5)	4.3 (2.6)	1.14	8.4	1.83	0.84

注：() は湿泥中の含有量

② COD

1988 年は 1.3 ~ 4.8 mg O / g の範囲で St. 1 と St. 5 がやや高かった。1989 年は 1.5 ~ 36.4 mg O / g で底質がヘドロ状の St. 3, 4 が特に高く、それぞれ 31.6, 36.4 mg O / g であった。また St. 5 も 16.7 mg O / g とかなり高かった。

③ 硫化物

1988 年は St. 5 が 18.9 mg % / g と最も高い。1989 年は St. 4 が 115.2 mg % / g, St. 3 が 81.4 mg % / g とかなり高い。

④ 粒度組成

1988 年しか調査は行っていないが、St. 5 が泥 (直径 1 / 16 mm 以下) の割合が最も多い。

3) 採泥器採集物

SM採泥器 (24×21×12 cm) で底土を採集した時の採集物を表 6, 7 に示した。

1988 年は活きたシジミが St. 5 を除く全ての St. で採集された。St. 1 は木片が、St. 4, St. 5 はイネ類残片が多く採集された。1989 年は St. 2 と St. 5 で活きたシジミが採集された。St. 3, 4 はシジミの死殻も採集されていない。St. 3 は草木が多く採集された。

考 察

1) 水質の COD の分析について

COD の分析法については、「海洋環境調査法」³⁾ に「アルカリ性過マンガン酸カリウム法は、酸性法に比し、酸化分解がやや劣るとされているもの、試水量の関係などから、測定精度が約 1 桁高い、特に、外洋水の影響の著しい海域は、アルカリ法でないと測定できない。すなわち、酸性法では、測定値 3 ppm 以下で、± 20 % 以上の誤差を覚悟しなければならない」との記載があり、これから判断しアルカリ法で分析を行ったが、東郷池の場合は COD の値が高く、酸性法の方が適切であると思われる。また、酸性法とアルカリ法の関係については、「海洋環境調査法」³⁾ に以下の記載があった。「東京湾の表面海水 27 試料について、酸性過マ

表5 1989年東郷池底質調査結果

STATION No.	泥温 (°C)	水分 (%)	COD (mg O / g)	硫化物 (mg% / g)		
				全	遊離	結合
1	13.6	25.3	—	3.5 (2.5)	2.9 (2.1)	0.6 (0.4)
2	13.7	23.9	1.54 (1.18)	2.2 (1.7)	1.1 (0.8)	1.1 (0.9)
3	15.2	71.9	31.61 (8.89)	81.4 (22.8)	17.8 (5.0)	63.6 (17.8)
4	17.4	73.5	36.38 (9.63)	115.2 (30.4)	43.0 (11.3)	72.2 (19.1)
5	14.5	42.8	16.70 (9.55)	6.7 (3.8)	3.0 (1.7)	3.7 (2.1)

注：() は湿泥中の含有量

ンガン酸カリウム法およびアルカリ性過マンガン酸カリウム法によって得られたCOD値の間には次式で与えられる関係があった。

$$\text{COD (酸性KMnO}_4\text{法)} = 1.20 \times \text{COD (アルカリ性KMnO}_4\text{法)} + 1.25$$

測定範囲：酸性法で2～8 ppm」

2) 土地改良の客土に利用した後の湖底の凹みについて

1989年の調査で、この穴のヘドロの堆積と、ヘドロ上の底層水のDOのかなりの減少が確認された。このことは、この穴も池の環境条件を悪くしている一因と考えられる。池の環境を改善するためには、この穴のヘドロの除去および穴を埋める等の対策を立てる必要があると思われる。

3) 底質の改善について

1988年は、1987年10月の台風時に流入したイネ類の残片が多く、そのままイネ類を放置しておくとも底質の悪化が懸念されたことと、底土の一部にみられた還元層については、底層水にDOが多いことから、底土を耕うんすることにより底土の改善が図られると考えられた。そこで、東郷池漁協の組合員によってイネ類の除去と底土の耕うんが行われた。

1989年は、1988年の調査ではみられなかった底層水のDOの減少が4点でみられた。この原因については次のことが考えられる。① 池の水質は兩年とも変わっていないものの、材料を採集した月日が1988年と1989年では約1ヶ月異なるため、1989年は底層水と表層水の混合がまだ十分には行われていなかった。② 1988年と1989年は採集地点が異なるため測定値が異なった。③ 1988年に比べ1989年の環境が悪化した。底質悪化の原因が②である場合は問題はないと思われるが、①の場合は、水温の上昇期から少なくとも11月上旬までは底層水と

表 6 1988 年東郷池採泥器採集物

STATION No	活シジ ミ	シジミ 死殻	多毛類	貧毛類	端脚類	水生昆 虫	木片	イネ類 残片	備考
1	3 24.50	2.46	—	14 0.13	1 —	—	35.32	7.50	木片は炭 化状態
2	8 55.64	—	—	4 0.09	—	—	—	—	
3	4 7.45	21.87	19 0.74	—	—	—	—	—	
4	1 0.77	9.91	—	2 0.17	—	2 0.02	—	20.31	
5	—	24.92	1 0.01	8 0.04	—	4 0.03	—	33.53	

注：上段数字は個体数，下段数字は重量（g）を示す

表層水の混合が不十分であることを示しており、

③と共に何等かの対応が必要と思われる。

③については水質の悪化の原因が何に由来するのかわからないが、何らかの対策を取らない限り、ますます水質・底土の悪化が進むものと考えられる。

1989年の塩分量をみると、塩分の出入口である橋津川付近より池の内部の底層水の方が塩分量が多い。このことは池の内部の底層水の対

流がほとんどないことを示していると考えられる。底層水のDOの減少については、底層水の対流がほとんどないことが一つの原因と考えられる。従って現状のままでは、河川からの流入水は、底層水に比べ比重が軽いので、池の上層部を流れ底層水とは混合せずに橋津川に流出してしまい、池の底層水と底土はますます悪化するものと思われる。

底層水と底質の改善については、抜本的な対策が必要と思われる、池内への水質悪化の原因となる物質の流入を防ぐか、底層水の対流を図る等の対応が必要であろう。

文 献

- 1) 日本工業標準調査会 1986. 工場排水試験方法 (JIS K 0102). 日本規格協会: 1-248.
- 2) 日本水産資源保護協会. 1980. 新編水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣. 東京: 133-270.
- 3) 日本海洋学会. 1979. 海洋環境調査法. 恒星社厚生閣. 東京: 291-300.
- 4) 佐野 茂. 1987. 潟湖の漁場環境. 鳥取県水産試験場報告, (29). 1-43.

表 7 1989 年東郷池採泥器採集物

STATION No	活シジ ミ	シジミ 死殻	草木 (g)
1	—	11.0	—
2	15.5	8.5	—
3	—	—	91.9
4	—	—	—
5	4.2	47.9	—

IV) アユ産卵場調査

昭和 63 年度河川資源増殖対策事業（アユ産卵場造成事業）の効果追跡調査を、千代川において昭和 63 年 10 月 12 日から 25 日にかけて実施したのでその結果を報告する。

材料と方法

調査地点は、図 1、2 に示すとおり千代川の下流域で、③④⑦⑧ 地点が産卵場の造成区であり、①②⑤⑥ が対照区である。

卵は、50 cm × 50 cm の枠を調査地点に設置し、その下流にネットを設け、石・砂と共に枠内の卵を採集した。採集した卵はホルマリンで固定後、発生状況を調べた。卵の発生状況については、主に「魚類学（下）」³⁾を参考とした。以下に卵の分類を行った発生段階の基準を示す。

- 発生段階 1：眼胞形成以前（産卵後 3 日～4 日（水温 15℃）以前）
2：眼胞形成から眼色素定着以前（産卵後約 10 日まで）
3：眼色素定着後からふ化以前（産卵後 17～18 日まで）
4：卵殻（ふ化後または壊卵）

流速は、広井式流速計を用いて、調査地点の表層を 1 分間測定し、流速を算出した。

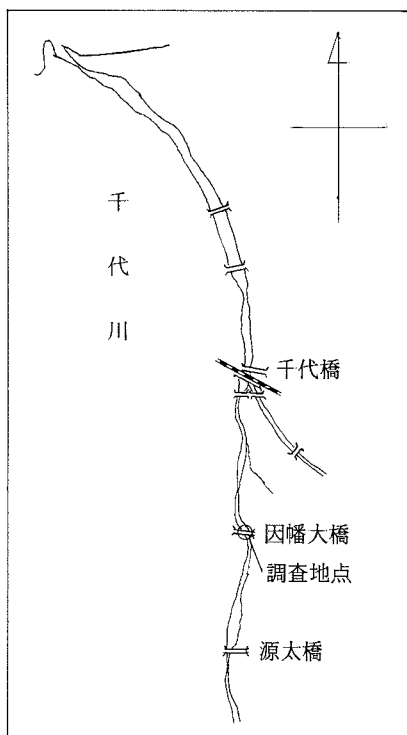


図 1 調査地点位置

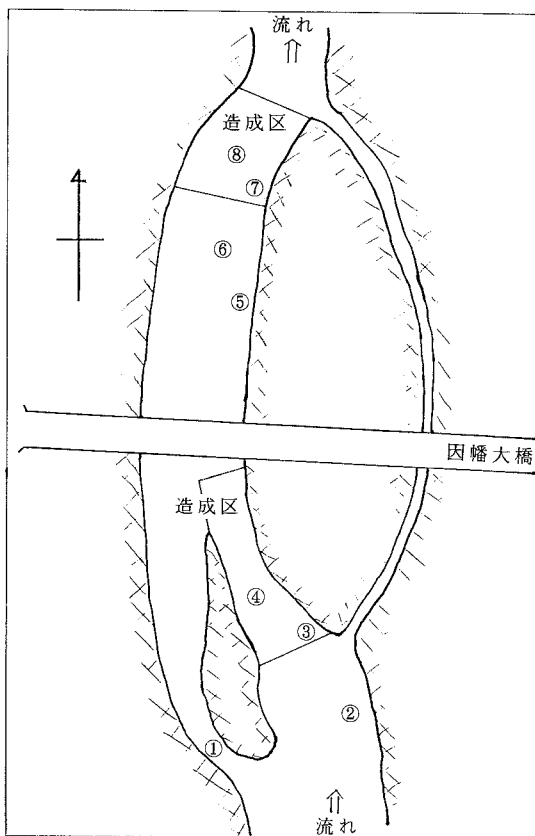


図 2 アユ卵採集地点位置

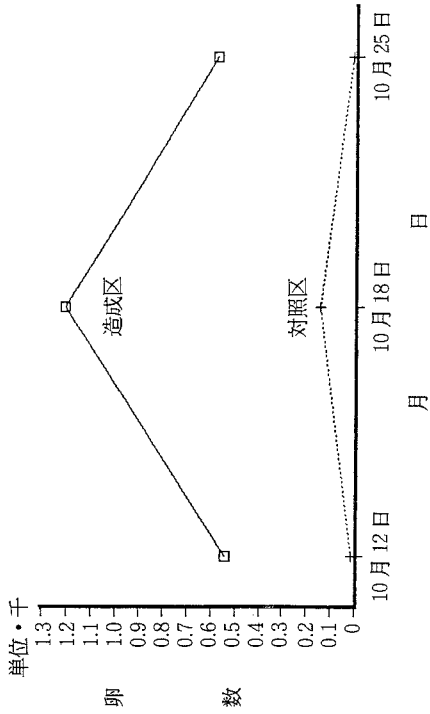


図3 卵数の日変化

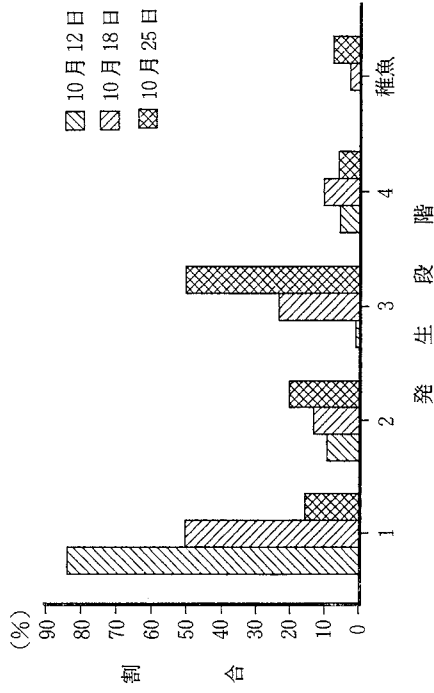


図5 造成区の卵の発生状況

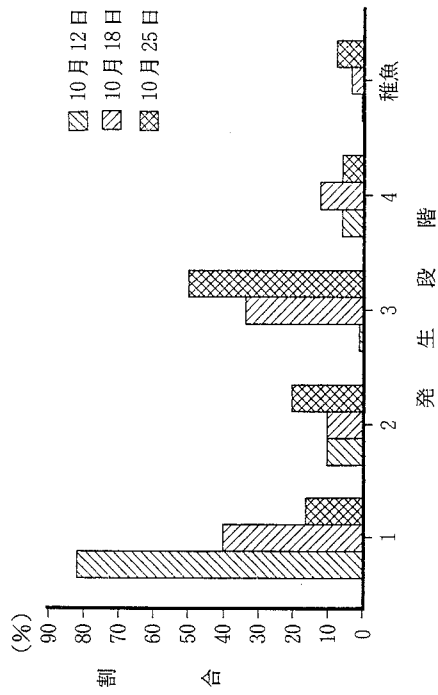


図4 全調査地点の卵の発生状況

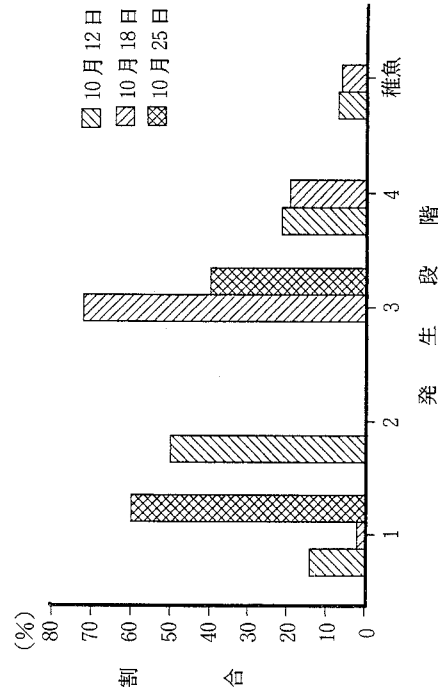


図6 対照区の卵の発生状況

表 1 調査結果

日時	STATION No.	水温 (°C)	流速 (m/s)	水深 (cm)	卵数	稚魚	備考
10/11 晴		16.4					15:00
10/12 曇	1	15.5	1.29	50	0	1	
	2	15.5	1.04	50	11	0	12:00
	3	15.5	1.46	40	12	0	
	4	15.5	1.36	40	255	0	
	5	15.5	1.15	60	2	0	9:00
	6	15.5	0.63	55	0	0	9:18
	7	15.5	1.02	50	7	0	
	8	15.5	1.13	40	267	0	
10/18 曇	1	15.0	1.23	40	2	0	
	2	15.0	0.88	50	140	9	
	3	14.6	1.39	35	1	0	9:20
	4	14.6	1.29	35	1011	13	
	5	15.2	0.42	45	0	0	
	6	15.2	0.55	47	0	0	
	7	15.4	0.86	45	0	0	
	8	15.4	0.84	33	195	1	13:30
10/25 晴 時々曇	1	14.1	1.29	25	4	0	9:30
	2	14.2	0.80	35	5	0	9:45 ふ化後の卵のみ
	3	14.3	1.17	30	2	0	10:10
	4	14.5	1.44	35	396	21	
	5	14.8	0.46	50	2	0	11:10
	6	15.0	0.67	50	0	0	11:23
	7	15.2	1.09	55	1	0	11:30
	8	15.1	0.86	35	175	6	11:50

表 2 アユ卵の発生状況

月	発生	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	st. 8	計
日	段階	卵数割合	卵数割合	卵数割合	卵数割合	卵数割合	卵数割合	卵数割合	卵数割合	卵数割合
10 月 12 日	1	0 0	0 0	4 33	179 70	2 100	0 0	6 86	258 100	449 82
	2	0 0	7 64	6 50	42 16	0 0	0 0	0 0	0 0	55 10
	3	0 0	0 0	1 8	4 2	0 0	0 0	1 14	0 0	6 1
	4	0 0	3 27	1 8	29 11	0 0	0 0	0 0	0 0	33 6
	稚魚	1 100	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0
	死卵	0 0	1 9	0 0	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 0
	計	1 100	11 100	12 100	255 100	2 100	0 0	7 100	258 100	546 100
10 月 18 日	1	2 100	1 1	0 0	162 49	0 0	0 0	0 0	100 52	265 40
	2	0 0	0 0	0 0	49 15	0 0	0 0	0 0	21 11	70 10
	3	0 0	104 73	1 100	67 20	0 0	0 0	0 0	55 29	227 34
	4	0 0	28 20	0 0	41 12	0 0	0 0	0 0	14 7	83 12
	稚魚	0 0	9 6	0 0	13 4	0 0	0 0	0 0	1 1	23 3
	死卵	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
	計	2 100	142 100	1 100	332 100	0 0	0 0	0 0	191 100	668 100
10 月 25 日	1	3 100	0 0	1 50	45 19	0 0	0 0	1 100	8 7	58 16
	2	0 0	0 0	0 0	39 17	0 0	0 0	0 0	33 28	72 20
	3	0 0	0 0	1 50	111 48	2 100	0 0	0 0	66 56	180 50
	4	0 0	0 0	0 0	16 7	0 0	0 0	0 0	5 4	21 6
	稚魚	0 0	0 0	0 0	21 9	0 0	0 0	0 0	6 5	27 8
	死卵	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
	計	3 100	0 0	2 100	232 100	2 100	0 0	1 100	118 100	358 100

発生段階

1: 眼胞形成 (産卵後 3 日~4 日 (水温 15°C)) 以前

2: 眼胞形成から眼色素定着 (産卵後 10 日) 以前

3: 眼色素定着後からふ化 (産卵後 17~18 日) 以前

4: 卵殻 (ふ化後または壊卵)

卵数が 100 個を越えた地点は卵数の適量を調べた

結果と考察

調査結果を表1に、卵の発生状況を表2に、卵数の日変化を図3に、卵の発生状況の日変化を図4～6に示した。降水は調査期間中ほとんど見られなかった。

(1) 親魚の産卵場利用および卵の付着状態について

今回調査した地点では、St. 6を除く全ての地点に卵が採集されており、造成区・対照区ともほとんど産卵場として利用されていた。卵数は調査地点によりかなりバラツキがみられ、流速の早い地点に卵が多い傾向にあるものの、例外もみうけられた。卵数は造成区で、0～1,011粒、対照区で0～140粒であった。造成区でも対照区に比べ卵数の少ない地点もあったが、この場合は少なく、普通は造成区の方が対照区に比べ卵数が多い。このことから、産卵場は広範囲に及ぶものの、瀬を中心として産卵が行われ、産卵の活発な場所は限られることを示していると思われる。造成区の方が卵数が多かったことについては、産卵場造成の効果が認められた訳であるが、このことを逆にいえば、千代川はアユの産卵場として適している場所が少ないことを示している。アユの産卵場については次の報告がある。「産卵場内でも「浮き石」状態の著しい部分、すなわち河床の砂レキ組成と流速とのからみあい「浮き石」状態を最もつくり易い部分に、産着卵が多いということが出来る。なお、この場合産卵場を構成する条件の中、「浮き石河床」が産着卵の分布を左右しているのに対し、「周辺から際立っている水の動き」が、直接には影響していない点は特に注目すべきであろう。」²⁾ 今回の調査結果もこれに従うものであった。

(2) 卵のふ化状況について

明かな死卵は、造成区・対照区からそれぞれ1卵ずつ認められたのみであり、死卵の割合はごく少ない。造成区・対照区とも卵は順調に発生していたと考えられる。産卵の最盛期は、卵のふ化状況から判断し、10月10日前後であると考えられる。産卵期は、10月12日にすでに稚魚が採集されていること、10月25日に眼胞形成以前の卵がみられることから、当調査地域では少なくとも9月下旬から10月下旬であると思われる。県内の河川は11月1日に落ちアユ漁が解禁されているが、この日には、アユの産卵はほとんど終了しているものの、一部の卵についてはふ化以前である。

(3) 卵数について

県内の河川の産卵数については、昭和42年10月18日に千代川で10cm³当たり約2,000粒の卵が、昭和44年10月9日に日野川で10cm³当たり最大約840粒の卵がみられた⁴⁾と報告しているが、今回の調査では10月18日に10cm³当たり最大4粒と、かなり卵数が少なくなっている。昭和63年の卵数が少なかった原因については、調査方法の違いによる誤差も考えられるが、昭和63年のアユ漁が不漁であったことから、アユの絶対量が少なかったことも一つの要因と考えられる。

文 献

- 1) 石田力三. 1964. アユの産卵生態-IV, 産卵水域と産卵場の地形. 日本誌, (30) 6. 478-485.
- 2) 石田力三. 1967. アユの産卵生態-V, 産卵場の構造. 淡水研報, (17) 1. 7-19.
- 3) 落合 明, 田中 克. 1986. 魚類学(下). 恒星社厚生閣. 東京: 465-474.
- 4) 梶川 晃, 井上忠雄, 中野麟一. 1973. 内水面増殖対策試験, アユ産卵場調査. 鳥取水誌報, (14). 18-27.

12. 専門技術員技術改良試験

(ナマコの蓄養について)

松本 勉

目 的

本県のナマコは主に磯見によって漁獲されている。漁獲が見られるのは主に9月ないし10月から翌年の5月ないし6月にかけてである。ナマコの単価は9月から11月に高く、12月はやや低くなり、1月から6月の間は低くなっている。特に4月、5月、6月の単価は低く、9月から11月の単価に比べ約1/4～1/10の例が多い。このため4月から6月にかけて漁獲されたナマコを9月まで蓄養できれば漁家経済にとっては有利になる可能性がある。この可能性を確かめるために水産業専門技術員の技術改良試験としてナマコの蓄養試験を行った。

材料と方法

1989年5月1日および2日に本県の沿岸で採捕された平均体重249gのナマコ（アカナマコ）40個体の蓄養を5月2日に開始した。蓄養開始1週間後及び5週間後に体重を測定し、5週間後の測定以後1990年3月30日までほぼ2週間毎に体重を測定した。蓄養中は投餌しなかった場合もあるが、多くの場合、大豆をホモジナイザーによって微粒子状にした物、配合飼料、イーストを単独または混合して投与した。

結 果

蓄養期間中1個体がへい死し、3個体が不明減耗した。また傷ついて弱っていた4個体を試験から除外した。また蓄養環境の悪化、または体重測定時の取扱等が刺激になって、内臓を吐出したと考えられる個体が12個体見られた。

5月2日の蓄養開始時の平均体重は249gであったが、1週間後には平均体重215gに減少し、5週間後には平均体重172gに減少し、蓄養開始時の平均体重の69%になった。さらに蓄養の継続と共に平均体重は減少の傾向を示し、10月25日に最も低い値の87gになった。この値は蓄養開始時の平均体重の35%であった。その後の平均体重は増加傾向を示し、3月30日の平均体重は152gとなった。これは蓄養開始時の平均体重の61%、10月25日の平均体重の175%であった。

このように、へい死個体や不明減耗個体または傷ついた個体の合計が蓄養個体の20%を占め、蓄養をすることによって大きく体重が減少した。したがって、4～6月のナマコの単価と9～11月のナマコの単価にはおおきな差があるが、アカナマコを蓄養しても漁家経済に有利にはならない結果であった。しかし、蓄養方法を改良すればへい死個体や不明減耗個体、さらに傷つく個体を少なくするか、なくすことが出来ると思われ、また2週間で4個体の平均体重が38%増加した例もあるので、当初の目的を達成できる蓄養方法をさらに検討してみる必要があると考えられる。