

湖山池の環境保全と内水面漁業に関する研究 I. ヘラブナ (カワチブナ) の稚魚生産試験

七條喜一郎*・斎藤俊之**・吉田 勲***・竹内 崇*・原田悦守*・鈴木 實*

平成10年6月22日受付

* 鳥取大学農学部家畜生理学教室、 **鳥取大学農学部家畜薬理学教室、

*** 鳥取大学農学部生存環境科学講座

Protection of Environment and Inland Water Fishery on Lake Koyama

I. Experimental raising of Crucian Carps (Kawachi Buna)

Kiitiro Sitizyo*, Toshiyuki Saito **, Isao Yoshida***, Takashi Takeuchi* ,
Etsumori Harada* and Minoru Suzuki*

* Department of Veterinary Physiology, Faculty of Agriculture, Tottori University, 680-8553, Japan

** Department of Veterinary Pharmacology, Faculty of Agriculture, Tottori University

*** Department of Agriculture and Forest Sciences, Faculty of Agriculture, Tottori University

Inland water fishery is playing a very important role in protection of environment of Lake Koyama. In this paper, Kawachi buna was cultivated as a part of the study on water quality and activation of inland water fishery of Lake Koyama. The following results were obtained. 1) Kawachi buna spawned about 180,000 roes on the fiber of hemp-palm. 2) These roes were hatched in about five days. 3) Approximately 80,000 of the Fry were released into Lake Koyama.

(Received 22 June 1998)

Key words : raising, crucian carps, Kawachi buna

緒 言

湖山池は鳥取市の西方に位置し、総面積6.8 km²、平均水深 3 mの日本で一番大きい池である。この池ではコイ、フナ、ワカサギ、ウナギ、シラウオ、エビ等が豊富に捕れていたが、近年は湖水の急速な富栄養化が進み、アオコ的大量発生が見られるようになってともに、その漁獲量が減少している [6, 7]。

このような状況のもとで、多くの研究者が湖山池の水質、水生植物、魚類等について個々に研究を行ってきたが [1, 4, 5, 8]、その多くは現状把握に留まっており、この池の水質改善及び農水産業への具体的な改善方策を提示するまでには至っていない。

一方、この池で行われている内水面漁業は漁獲物として湖水の有機物を取るばかりでなく、底引き漁による湖底の

耕耘、湖岸植物の保護等湖沼の水質及び環境保全に大きな役割を果たしている。

そこで、本研究では湖山池の生態と水質浄化に関する総合的な研究の一環として、湖山池の内水面漁業の推進を図るために植物性プランクトンを主食とする、カワチブナ(ヘラブナ)の孵化養殖試験を行ったのでその結果を報告する。

材料及び方法

1. 親 魚

4 月 6~9 日に湖山池で採取した体長30~35cmのカワチブナ(雄15、雌10尾)を雌雄別に分養し、乾燥マッシュポテト(クレードル食品KK)に少量のサナギ粉を混ぜて2~3日毎に給与した。

2. 採卵及び孵化

養魚池の水温が約18℃前後になった5月3日(3尾)と5月12日(5尾)の2度に分けて雌にゴナトロピン(帝国臓器製薬KK) 5 IU/gを皮下注射し、雄と掛け合わせを行った。

採卵はシュロ皮を房状に吊るしたロープとシュロ皮をほぐしてロープに編み込んだ産卵巣(長さ150cm)の二種類を孵化池(2×4 m、水深30cm)に設置して行った。孵化は卵の付着した産卵巣を養魚池に移して行い、その一部を300ℓのポリ容器で孵化させ、そこで孵化した稚魚数から全体の孵化尾数を推定した。

3. 養 成

1) 無給餌試験

単位面積当たりの最適放養尾数を調査する目的で、2×10mの3基のコンクリート池を用い、いずれも水深を約20cmとし、各池に1㎡当たり孵化直後の稚魚を300、10、3尾の割合で放養し、無給餌で5ヶ月間飼育した。

2) 種苗養成

6×10mのコンクリート池(池A)に水深約25cmの水を張り、4Kgの発酵鶏糞を散布してプランクトンを発生させ、約18万尾の稚魚を放養した。飼育にはコイ用飼料(日清製粉KK)を用い、種苗の成長に合わせて粉末からクランプルに変えて飼育した。また、成長に合わせて水深を暫時80cmまで深くするとともに、種苗が1.5cmに成長した段階(7月1~2日)で約1/3量を同じ大きさの養魚池(池B)に移して飼育した。更に、稚魚が約2.5cmに成長した段階(8月18~29日)で残りの約1/2をもう1基の同型の池(池C)へ分養した。

10月30日(約5.5ヶ月)に池Aと池Bの種苗を取り上げ、体長、体重、生産数を測定した後、湖山池へ放流した。

池Cの種苗は以後、無給餌・無給水にて越冬させ、翌年の4月26日に湖山池へ放流した。また、種苗の育成にあたっては、養魚池の水質検査を毎週1回行い、その測定値により随時養魚池に地下水を補給した。なお、水温、pH、EC(電気伝導度)、DO(溶在酸素)はWater checker u-10型(堀場製作所製)で、BOD(生物化学的酸素要求量)はBODメーター(堀場製作所製)で測定した。T-N(全窒素)、NH₄-N(アンモニア態窒素)、NO₂-N(亜硝酸態窒素)はそれぞれの発色試薬を用いて富栄養度計BC-1000型で測定した。

結 果

1. 採卵及び孵化

1) 親魚の抱卵状態とホルモン処理

親魚としては、カワチブナ特有の頭部が小さく、肩が隆起した体高の高いフナを用いた(図1)。使用した雌10尾のうち、2尾は腹部が膨大し、圧迫するとやや柔らか

く、卵が良く成熟していると思われるものであった。他の8尾は腹部が膨らんでいるが、上記2例よりはその程度が少なく、固いものであった。これら全例にゴナトロピンを注射したところ、腹部の固いものは翌朝全て産卵したが、腹部の柔らかい2例は産卵しなかった。また産卵した雌全てを開腹して観察したところ、全例ともに産み残し卵が多数みられた。

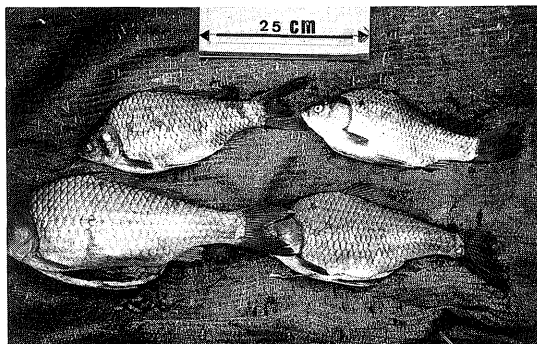


図1. 親 魚 (雌)

2) 産卵と孵化

図2. はシュロ皮を房状に束ねてつり下げた産卵巣と付着卵を示したものである。シュロ皮を糸状にほぐして、ロープに編み込んだ産卵巣では卵がほぼ均等に付着し、孵化も良好であったが、シュロ皮をほぐさずそのまま束ねたものでは、卵の付着が多すぎ、孵化の段階で死滅する卵が多く見られた(図2. 下)。

また、親魚の腹腔に遺残した卵を採取し、これに雄の精子を振りかけて、シュロ皮に付着させて孵化試験を行ったところ、この卵は全て死滅し、孵化しなかった。

2. 種苗養成

1) 無給餌飼育試験

図3. 及び4. に無給餌で飼育した種苗の写真及び各試験区の体長を比較して示した。A群は300尾/㎡、B群は10尾/㎡、C群は3尾/㎡の割合で放養したものである。A群は最も成長が悪く、体長は平均値で2.4cmであり、そのほとんど全てが3cm以下で、4~5cmのものが3~4%認められたにすぎなかった。B群の体長は平均値で6.0cmあり、個体によるバラツキも少なかった。C群は体長の平均が9.5cmあり、成長の良いものでは13.0cm、悪いものでも6.0cmあった。

2) 種苗生産試験

(1) 養魚管理と水質

図5. に養魚池(池A)の水深と給水量及び水の各測定値の変動を示した。5月6日に水深20cmの深さに水を張り、発酵鶏糞4Kgを散布し、卵の付着した産卵巣を移して孵化

させた。5月12日稚魚の孵化が確認され、漏水のた減水が認められ、6月16日には pH が8.9 まで増加した。そのため2度にわたり給水し、もとの水深に復した。

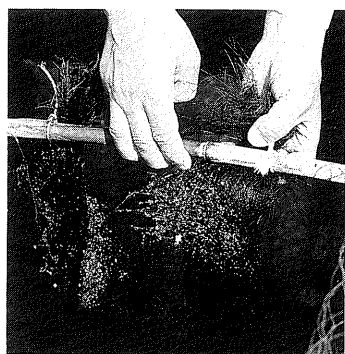
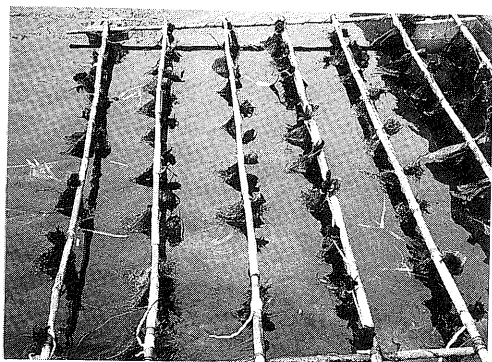


図2 産卵巣と附着卵

5月17日、粉末飼料を約500g散布し、以後 2～3 日毎に同じ飼料を少量散布した。6月5日、アオコの大量発生が認められると同時に稚魚が約1.5cm に成長し、魚の密度が濃くなったので、大量の給水を行い、水深を約 2倍の50cm にした。なお、この時点でT-N 値が異常な高い値 (3.58ppm)を示したが、給水によりpH及びT-N 値がともに低下した。

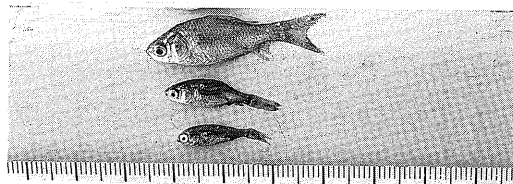
6月12日、アオコの大量発生がみられ、BOD の値が高くなったため 3回にわたり大量給水を行った。7月2日には水深を80cmまで深くし、以後80～100cm の深さに保った。

7月後半から8月上旬にかけて pH、BOD、T-N、T-P の値が上昇したため、2度にわたり大量の給水を行ったが、水質の改善がみられなかった。そこで、これまで行っていた落とし込み給水から、池底給水に変えて、オーバーフローさせたところ、それぞれの測定値に改善がみられた。

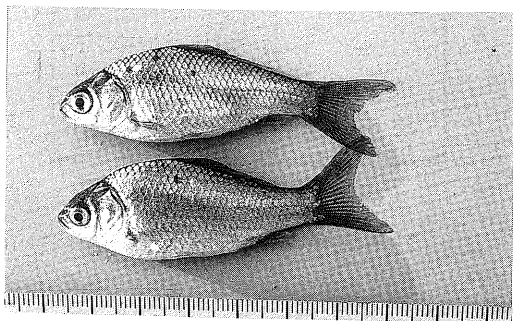
(2) 種苗の発育

孵化した直後の稚魚の体長は測定していないが、4～6

A群: 300尾 / m²



B群: 10尾 / m²



C群: 3尾 / m²

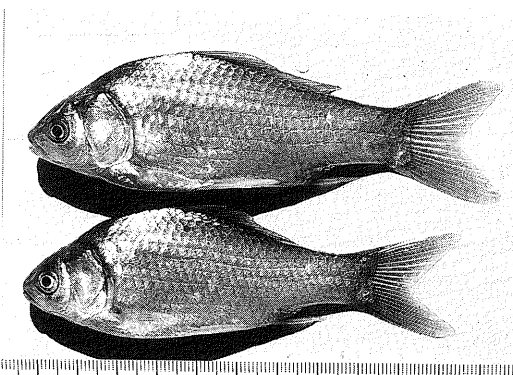


図3 無給餌飼育のカワチブナ

mm程度で、目視によって大小の個体差がみられた。孵化後 1ヵ月では図 6. 及び図 7. に示したように、体長が 8.6 ± 0.9 mm で、細長く、体長に比して頭部が大きく腹部に食塊が透けて見える体型をしていた。2ヵ月齢で体長が 1.5 ± 3.5 cm に成長し、フナの体型になったが、いまだ体高は低かった。3ヵ月齢では 2.8 ± 0.6 cm になり、ヘラブナ特有の体高の高い体型を示した。4ヵ月齢の大型魚ではその体型が更に明確になり、ヘラブナ特有の頭部が小さく、体高が高い型になった。しかし個体差が大きく、大きいものは体長が7.8cm、小さいものは2.4cm で平均 4.5 ± 1.5 cm となった。

以上のように、6月から9月までの4ヵ月は急速な成長がみられたが、5ヵ月目にはその成長速度が低下し、体長は平均 5.2 ± 0.9 cm であった。また水温が低下した11月か

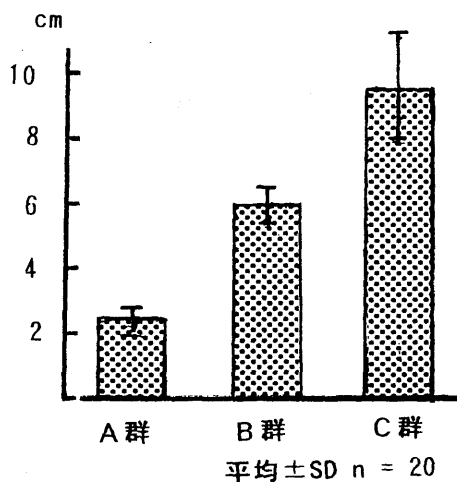


図4. 無給餌飼育のカワチブナの体長

翌年の4月まで無給餌で越冬させた種苗(池C)はこの間の成長が全くみられず、越冬前と同じ大きさであった(図7.)。

考察及び結論

1. 親魚の選抜と採卵

湖山池にはギンブナあるいはオオキンブナに属するとされる“いわゆる地ブナ”、ゲンゴロウブナ、一般にヘラブナと呼ばれるカワチブナ及びこれらの交雑種など数種のフナが生息している〔5〕。このうち、本養魚試験に用いたカワチブナは植物性プランクトンを主食とする成長の早いフナで、都市排水で汚染された池、河川、内湾等の有機排泄物を漁業資源に変えて環境の浄化と漁業の振興をはかることができる最適魚種である。

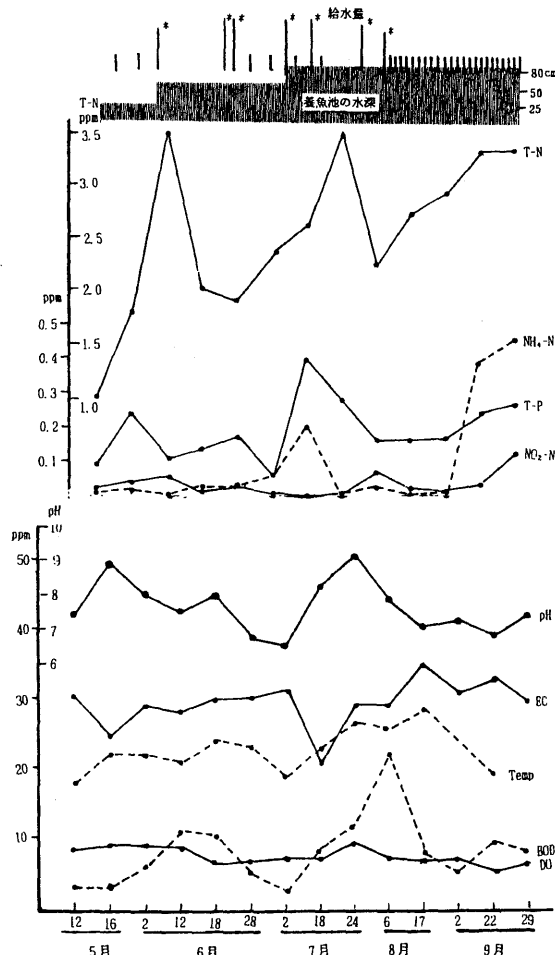
このカワチブナは大阪府の河内地方の養魚家が明治38～39年頃より長年にわたり選抜淘汰によって作出したフナであり、体高が高く、肩の部分が隆起し、頭部が体に比して小さいことが特徴である。現在のところ、分類学上ではゲンゴロウブナと同一に扱われているが、研究者によっては選別淘汰によって形質が固定化されており、またゲンゴロウブナとは異なる習性がみられることから、独立した1品種として区別されている。因みに大阪府淡水漁業組合では昭和17年に、このフナを正式に“カワチブナ”と命名し、大阪府の特産魚として今日に至っている〔2〕。また、このフナが全国の湖沼・河川に放流され繁殖した結果、釣り人には“ヘラブナ”と呼ばれ、ゲームフィッシングの対象魚として親しまれている。

以上述べたように、カワチブナはハクレンとともに我

国では植物プランクトンを食べる魚の双壁であり、その形質はほぼ確立されている。そこでこのカワチブナの丈夫で成長が早く、肉量の多い形質を保存しながら増殖を図るためには、従来行われてきた選別淘汰が必須条件である。その場合の指標としては、やはり体高が高く、肩が隆起し、頭部が体に比較して小さいものを選ぶ必要がある。また、ホルモン処理による計画採卵においては、本実験の結果及び宮下〔3〕が述べているように、卵が良く成熟し、腹部がはち切れるほど膨満して柔らかい親魚は採卵に適さず、腹部がある程度膨満し、固い圧迫感のある親魚を用いる必要がある。

2. 産卵巣の形態と孵化

自然界でのフナの産卵行動は4月上旬から6月下旬まで



給水(1): 養魚池貯水量の約1/2量(★: 2-3倍量)、EC: $\times 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、Temp: $^{\circ}\text{C}$ 、

図5. 養魚池の水深、給水量及び水質測定値

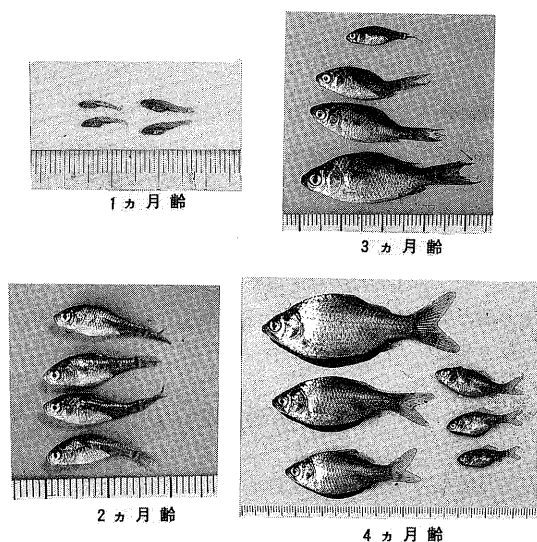


図6. 養成過程の種苗

続き、短期間に集中して産卵するわけではない。このことは種族保存の意味において重要なことであり、個体によって産卵時期が少しずつずれることは産みつけた卵及び孵化した稚魚を食べる他の魚の活動状況、水量や水質などの自然環境の一時的な急変の影響を避けるための営みと考えられる。

通常、フナの産卵は湖岸の水藻や草その他の浮遊物に卵を産み付け、水温の高い時には4～5日で孵化する。養魚池における採卵は一般に水温が安定する4月下旬から5月上旬に行われており[2,3]、産卵巣はナイロン製のもの（きんらん、川島商事KK）が市販されているが柳の根、ヒカゲノカズラ、シュロ皮等も用いられている。

本実験において、シュロ皮をそのまま房状に束ねてロープで吊ったものと、シュロ皮を糸状にほぐしてロープに編み込んだものを使用した。その結果、房状にしたものでは産卵巣を水面に浮かべ、下部よりエアレーションを行ったにもかかわらず多くの卵が死滅した。しかし、糸状に編み込んだものでは全て孵化した。このような結果は卵と卵が付着していると孵化時に酸素欠乏が起こるためと考えられ、産卵巣は紐状あるいは糸状にして、卵の密着を防ぐ必要があると思われた。

3. 種苗養成

孵化した稚魚の卵嚢は2～3日で吸収され、この時期から投餌を始め、輪虫類を大量に与えれば100%の歩留りが得られることが知られている[2]。そのため、養魚池には稚魚を放流する1週間前に鶏糞等を投入して、これらの動物性プランクトンを発生させておく必要がある。

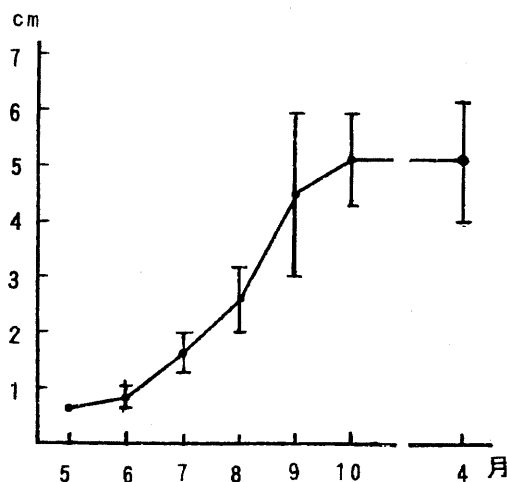


図7. 種苗の成長曲線

本実験では60㎡の池に約15cmの深さに水を張り、発酵鶏糞4Kgを投入したところ、ワムシ、ミクロのベン毛虫類ユスリカの幼虫等の発生が認められた。しかし、念のため孵化10日目より、コイ用粉末飼料を少量投餌した。

カワチブナは本来、植物性のプランクトンを食べる魚であり、稚魚が約10mmに成長する頃には食性が動物性プランクトンから植物性プランクトンに変化することが知られている[2,3]。本実験においても、稚魚が10mm以上になった6月上旬には池の水温が高くなり、これにともなって水の透明度が落ちて緑色を呈し、明らかな植物性プランクトンの発生が伺われた。

またカワチブナの成長率は単位面積当たりの放養尾数によって大きく変化することが知られており、宮下[3]は放養尾数が50尾/㎡までは放養密度が少なくないほど増体率が良く、50から120尾/㎡の間では成長に差がみられず、ほぼ一定であると述べている。

本実験の最終放養量をみると、池A及び池Bともに500尾/㎡で、その平均体長は5.2cm、平均重量は1gであり、宮下の報告に比べて成長率は低かった。しかし単位面積当たりの総生産量（総重量）をみると、宮下の報告では0.1～0.3 Kg/㎡であるが、本実験では0.5 Kg/㎡と高い成績が得られた。また無給餌試験において、放養尾数が少ないほど個体の成長率が良いことが確認された。

以上の結果から、種苗養成を行う場合、どの程度の大きさの種苗をどれだけ生産するかによって、放養密度を設定する必要があり、大型の稚魚を生産する場合には放養尾数を少なくする必要がある。

現在、鳥取市の湖山池漁業協同組合では60㎡のコンクリート池4基と36㎡のコンクリート池2基があり、これをフ

ルに活用することにより、5 cm程度の種苗であれば少なくとも15万尾の生産が可能と思われる。

4. 飼育方法と水質管理

前述したように、カワチブナは植物性プランクトンを主食として成長する魚である。したがって流水式養魚池のような植物性プランクトンの少ない水では十分な成長が望めない。すなわちブナの養殖を行う池はある程度富栄養化する必要がある[2, 3]。そのため、一般の成魚養殖では施肥を行い(硝安、硫安、過磷酸石灰、塩化カリウム、堆肥鶏糞、醬油粕、し尿等)いわゆる水作りがなされている。

通常、コンクリート池を用いた種苗養成においても、鶏糞等を散布してプランクトンを発生させているが、本実験のように、比較的小さい池では、施肥の多少、水温変化、給餌量の過多などとの関係によって、水質異常が起こり、種苗の成長に悪影響を及ぼすことが懸念される。しかしカワチブナの種苗生産における養魚池の水質についての検討はほとんどなされておらず、経験的な水質管理が行われているにすぎない。

近年、ガラス電極を用いた種々の携帯型水質測定器が市販されるようになり、水温、pH、EC、BOD等の測定が簡便になった。

本実験では堀場製作所製の Water checker及び BOD測定器を用いたところ、T-N、pH、BODの間でそれぞれ相関がみられた。また、目視による透明度が低下し、明らかなプランクトンの大量発生が伺われた時には、これらが高値を示した。特に、pHは10.0以上の値を示すことがあり、この様な時期には稚魚の斃死例が認められた。

以上のことから、養魚池の水質管理には目視による透明度と、測定が簡単なpH値が良い指標になると思われ、pH値が9.0以上を目安にして、水質の改善を図る必要がある。

次に、給水及び排水方法であるが、水深の低い場合は問題にならないが、水深が50cm以上になると、上部からの落とし込み給水法で、池の水をオーバーフローさせると、池全体の水質改善効率が低く、池底から給水してオーバーフローさせると改善効果が大きかった。このことは、水深が深くなると、上部からの給水では水の攪拌が起こらないためと推測された。また、排水は底から排水するよりも、上水をオーバーフローさせる方式がより効率的であった。しかし、この場合、孵化後2ヵ月までの稚魚は上部を遊泳しているために排水とともに流出することが多く、これを防ぐために防虫網等の敷設が必要である。また、防虫網を敷設する場合、稚魚が水圧によって圧死しないように、排水口周辺に余裕を持って(排水口の2~3倍)敷設する必要がある。

総括及び結論

内水面漁業が湖沼の水質及び環境保全に果している役割は大きい。そこで本実験では湖山池の生態と水質浄化に関する総合的な研究の一環として、湖山池の内水面漁業活性化を目的とした、カワチブナの種苗生産実験を行った。

その結果、産卵巣にはシュロ皮をはぐしたものが適しており、約180,000粒の卵を得た。卵は約5日で孵化し、5ヵ月間の養成で体長約5cmの稚魚8万尾を生産し、湖山池へ放流した。

謝 辞

本実験を行うにあたり、飼育管理にご協力下さいました湖山池漁業協同組合の宮島君美組合長をはじめ理事の方々、鳥取へら鮎釣り研究会の岡村操会長に御礼申し上げます。また技術的なご指導を賜りました大阪府立淡水魚試験場の宮下敏夫主任研究員に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 藤山英保・福田啓子・生田和義・小笹純・永井武雄：鳥取県湖山池における池水の理化学的・生物学的特性の現状と相互関係。水環境学会誌，18：823 - 828 (1995)
- 2) 川村厚生・大家正太郎：ヘラブナ，養魚講座 5，緑書房，東京(1994) pp. 11-107
- 3) 宮下敏夫：ヘラブナ，養殖，32：128 - 133 (1995)
- 4) 野村幸弘：鳥取県立博物館研究報告，30：1-10 (1993)
- 5) 七條喜一郎・竹内 崇・鈴木 實・福西克弘・斎藤俊之・田中善蔵：湖山池産フナの形態学的・血液学的研究。鳥大農研報，47：175 - 181 (1994)
- 6) 七條喜一郎・田中善蔵・佐藤俊夫・佐竹寛昭・竹内崇・原田悦守・鈴木 實：内水面漁業の現状と課題——特に鳥取県湖山池漁業を事例として——。鳥大農研報，49：133 - 139 (1996)
- 7) 七條喜一郎・佐藤俊夫・竹内崇・原田悦守・鈴木實：内水面漁業の活性化方策——鳥取県湖山池漁業のアンケート分析を通して——。鳥大農研報，50：83 - 89 (1997)
- 8) Yoshida, I. and Inosako, K. : A study on water quality of Lake Koyama. Agric. Engng. J. 51：83-90 (1996)