

# Coregonus属の人工飼育に関する研究— I \*

## 導入の経過と飼育

塩瀬淳也・山崎隆義・富永正雄

## Studies on Culture Techniques of Coregonids — I

### Import of the Eggs and Artificial Rearing

Junya SHIOSE , Takayoshi YAMAZAKI , and Masao TOMINAGA

わが国の冷水性の淡水養殖魚としては、現在のところサケ科のマス類が主体であるが、主な飼育用水としている湧水・地下水には資源的な制限があることや、飼料の蛋白原料の不足などから、今後これら魚類の養殖条件は一層きびしくなるものと予想されている。

コレゴヌス属は、サケ亜目のコクチマス科 (*Coregonidae*) に分類され、北米から中部ヨーロッパなど北緯50度附近及びそれ以北の各国に広く分布する。

本属の特徴として、棲息水温域が1~28℃と広いこと及び本来プランクトン捕食魚であることから、我が国ではこれまでマス類では未利用であった高山性の湖沼などの水域への放流や寒冷地の施肥池での養殖(里見、1972)、さらには養魚池での給餌養殖などをはかることを目的として本魚種を導入した。

本邦へは、1926年(大正15年)~1930年(昭和5年)にアメリカから*C. olbus*が、ソ連からは*C. beari* と *C. maraena* の発眼卵が滋賀県、秋田県、福井県、長野県、山梨県に導入され、一部が木崎湖、日光養魚場、岐阜県などに分けられている(滋賀水試1931、保田1937、古川1976、農林水産局「水産増殖調査書1931」)が、その後の定着、再生産の報告はない。青森県は1969年からオームリ*C. autumnalis migratorius* をソ連から導入して飼育試験と湖沼への放流試験を行っているが再生産が困難とされている(青森県水試1972~1976)。1978年からは、日ソ漁業科学技術協力により三重県、青森県に*C. peled*, *C. mukusun* 及び *C. lavaretus baeri n ladogae* をソ連から導入し飼育している。

当场では表1に示したごとく1975年~1980年にかけてチェコスロバキアから*C. peled* を3回、*C. lavaretus maraena* を4回及びソ連から*C. peled* 1回、計8回にわたりそれぞれ発眼卵で導入し、以降の継続飼育によって両種の再生産が可能となった。導入時の状況、到着時の処置例を表2に示した。

導入卵の大部分はチェコスロバキア国プラハ近郊のふ化場からであり、ソ連からは日ソ漁業科学技術協力事業で入れられたものの一部が分与されたものである。

なお、チェコスロバキアからの導入にあたっては、組合貿易kk、金子徳五郎氏(全農飼料中央研究所)及び加福竹一郎氏(元淡水研部長)、本間昭郎氏(栽培漁業協会)のご協力を頂き、飼育過程の技術面では東京水産大学野村稔教授、同酒井清氏に貴重な助言を賜った。記して前記機関と諸氏に謝意を表する

\* 本研究の一部は水産庁の昭和52~55年度指定調査研究総合助成事業「種苗生産研究」として行われた。

表1 発眼卵導入の経過

到年	着月	着日	魚種	卵数	平均卵重量	卵径
1975.	1.	31	<i>C. peled</i>	20万粒 (14万粒)* <sup>2</sup>	4.6 mg	2 mm
1977.	2.	11	<i>C. l. maraena</i>	40 (35.5)	1.7	3
	3.	2	<i>C. peled</i>	20 (15.4)	5	1.8
1978.	2.	4	<i>C. l. maraena</i>	40 (37.6)	1.7	3.1
	3.	4	<i>C. peled</i>	20 (30.8)	4.5	—
	3.	26	”	2.5* <sup>1</sup> (2.9)	5.7	—
1979.	2.	21	<i>C. l. maraena</i>	40 (32.3)	16.8	3.1
1980.	2.	2	”	40 (19.4)	20.4	3.1

\* 1. ソ連産

\* 2. ( )内は重量法による再計測数

表2 卵導入時の状況及び到着時の処置例

1979.	2.20	<i>C. l. maraena</i>	発眼卵40万粒がチェコスロバキア、プラハ市郊外の養魚場から出荷され、プラハ空港にてモスクワ経由東京便の貨物として積込まれる。
	2.21		東京成田空港着、ポリスチレン製卵箱2個 卵箱内温度5℃。卵約5gをとり、東京水産大学にウイルス病等の検査を依頼。東京-佐久市を自動車輸送
	2.22		卵をPVPヨード剤500ppm溶液で15分間消毒後ふ化槽に収容。ふ化水温3~4℃
	2.24		一部のふ化始まる
	3.1		60%ふ化。ふ化数日令の仔魚に飼料を与える。
	3.6		90%ふ化
	3.12		ふ化終了

### 1. 導入卵のふ化状況—ふ化の方法とふ化成績

チェコスロバキアおよびソ連から1975~1980年の間、計8回にわたって導入した発眼卵をたて型ふ化槽に収容してふ化状況を観察した。ふ化用水は止水池の水を循環して用いた。水温は2~13℃であった。

導入卵のほとんどは70~90%以上のふ化率を示した。ただし、1例のみは30%と成績が不良であったが、これは到着時に観察された混濁や眼点の不明瞭を示す不良卵によるためと思われる。ふ化開始は、卵到着後2~31日目であった。また、ふ化開始から完了までは13~25日を要した(表3)。

ふ化期間中は、水生菌の発生予防のためほぼ3日毎にマラカイトグリーン4ppm液1時間の消毒を行ったが、死卵の一部には水生菌の繁茂がみられた。

ふ化した仔魚の体長は、*C. peled* は7~8mm、*C. l. maraena* は1.5~1.7mmであり、卵黄を付けた状態でただちに浮上し、ほとんど一様に分散して弱く泳ぎ廻る。1%以下の仔魚、稀には数%の仔魚に奇形が認められた。奇形は双頭魚も含め種々の形があったが、腹側へ曲ったエビ型を主とし、そのほか、尾を背側に曲げるシャチ型、左右のS字曲り、あるいは右や左にループを作るものなどが多かった。なお、頭部または尾部を卵膜から出した状態で斃死するものもあった。

表3 導入卵のふ化成績

到着年月日	魚種	ふ化水温	ふ化開始日	ふ化完了日	ふ化率
1975 1.31	<i>C. peled</i>	2~12℃	3.3	3.27	—
1977 2.11	<i>C. peled</i>	3~5	2.14	3.4	80%以上
3.2	<i>C. peled</i>	6~8	3.15	3.28	70%以上
1978 2.4	<i>C.l.maraena</i>	2.2~9.0	2.24	3.16	90%以上
3.4	<i>C. peled</i>	5.8~9.7	2.22~25	4.9	約30%
3.26	"	6.0~13.0	4.3	4.17	99%以上
1979 2.21	<i>C.l.maraena</i>	5~10	2.24	3.12	95%以上
1980 2.2	"	4.2~6.5	2.4	2.29	95%以上

## 2. ふ化器の検討

*C. peled* および *C. l. maraena* の卵は沈性卵であるが、弱い粘着性があり卵径が2~3mmと小さいことなど、ニジマスやサケの卵と異なる点があるため、いくつかのふ化器を用いてふ化方法の検討を行った。

### 材料および方法

試験卵は *C. peled* および *C. l. maraena* の卵で1975~1980年にわたりチェコスロバキアおよびソ連から導入した発眼卵または1978~1981年に池中養成魚から採卵した受精卵を用い、たて型ふ化槽、棚式ふ化器およびピン式ふ化器2種の計4種についてふ化を試みた(図1)。各ふ化方法(ふ化器)におけるふ化用水は表4に示した。

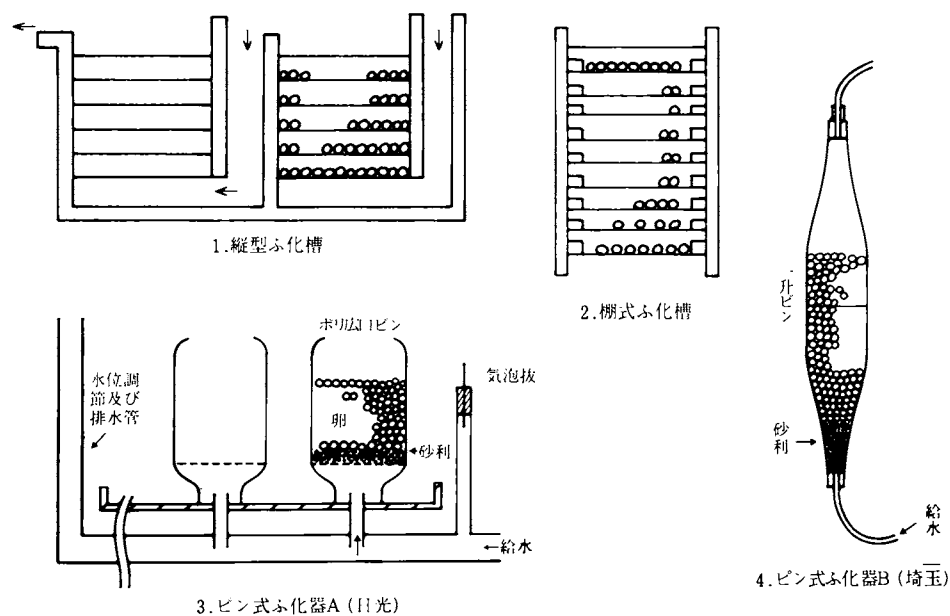


図1 ふ化器の構造

表4 供試卵およびふ化用水等

ふ化器	供試卵	ふ化用水	卵の動き
たて型ふ化槽	導入発眼卵 採卵受精卵	冷却水の循環	卵は沈下静止
棚式ふ化器	導入発眼卵	溜池へ沈下	〃
びん式ふ化器A (日光式)	採卵受精卵	冷却水の循環	細かく動揺
びん式ふ化器B (埼玉式)	導入発眼卵 採卵受精卵	河川水	全体がゆるく 上下循環

### 結果および考察

たて型ふ化槽では、水生菌が繁茂し、浮泥（珪藻類を含む）が卵の間に沈澱して水の通りを悪くした。また、検卵等の作業のためには、卵を盆ごとふ化槽から取り出さなければならないというわずらわしさはあったが、狭い場所にも設置できる利点があるので、ふ化間近で検卵を必要としない発眼卵をふ化する場合には適する方法と考えられた。

棚式ふ化器は、水生菌の繁茂・浮泥の沈澱があるなどの点でたて型ふ化槽と同じであった。しかし、この影響が上下の棚に及ぶことが比較的少なく、なによりも設備が簡単であるうえ、水中に静置するのみでポンプ等の必要がないため、湖沼等で、ふ化間近な卵のふ化方式として使用可能である。

ビン式ふ化器<sup>\*</sup>は、卵の動きにより、死卵のうち軽いものや水生菌が着生したものは上層に分離された。上部開放型であるため、卵の出し入れ、分離された死卵や浮泥の除去が容易であったが、水量調節が比較的難しく、また、細かい気泡が付いて卵が浮き上がってしまうことがあった。設備がやや複雑な点も難点といえる。

ビン式ふ化器B（大友、渡辺1979）は、卵全体が上下に動くため、浮泥の沈澱がなく、また死卵の中で軽いものや水生菌着生卵は分離される。なお、死卵への水生菌着生が少なく、水生菌防止のための消毒が不用なことは大きな利点である。また、設備がやや複雑になるが、比較的少ない面積で多量の卵をふ化できること、検卵がほとんど必要ないことから、多量の卵をふ化する場合、しかも受精卵からふ化までと行程を一貫として行う場合にも適すると考えられる。

なお、受精直後の卵は弱い粘着性をもつが、吸水後約2時間までときどき攪拌すると、それ以降はほとんどの卵は粘着性がなくなる。また、ビン式ふ化器Aでは、わずかでも粘着性が残ると卵塊となることがあるが、この場合ふ化器内を1～2日間攪拌することによって以降塊とならなくなった。

### 3. 稚魚の飼育

ふ化仔魚の飼育を行い、習性等の知見を得た。

#### 材料および方法

導入卵および当場で池中養成した親魚から採卵したもののふ化仔魚を飼育した。仔魚はふ化直後か又は1～2週間餌付してから飼育池に放養して飼育を行った。餌付をする場合には、200ℓ容量の水槽か屋外コンクリート池（12㎡×0.6m）を使用した。

\* 淡水区水産研究所日光支所(当時)の教示による

飼育池の形は300㎡×1.3 mまたは50 ㎡× 0.8 mの長方形で、飼育の初期約1～2ヶ月は止水とした。飼育池にはあらかじめ施肥を行って動物プランクトンを発生させたが、無施肥池における飼育も試みた。止水飼育の期間は、施肥池では、必要に応じて追肥や注排水・エアレーションなど行って水質管理を行い、無施肥池では池水の1/2～1/3量の水交換により水質を管理した。水質の悪化が予想された時は、河川水を入れ、除々に注水量を増して流水式飼育法に切り替えた。

飼料は、初期のうちは、追肥等の水質管理によりプランクトンが持続するようにした。しかし、プランクトン不足のとき、または、無施肥池での試みでは溜池からプランクトンを採取して与えた。なお、適宜ブラインシュリンプ・冷凍保存したシオミズツボムシ・市販の微細人工飼料（主にアユ餌付用）・鶏卵黄も与えた。餌付け後1～2ヶ月頃からは除々に人工飼料のみに切替えたが、飼育池にほとんどプランクトンが無いときには、約2ヶ月近くまで数日に1度の割で、他から採取したプランクトンを与えた。また、大きさ2～3 mmのクランブルが摂取できるようになつてからは、ビタミン剤・フィードオイル（3%）の添加も試みた。

なお、飼育中、適宜に数十尾を取り揚げて体長、体重の測定を行い、また、5～12ヶ月の飼育後には全魚を取り揚げて、生残尾数を確認した。なお、飼育水温は最低が冬期の1.3℃（日平均）から最高は夏期の22.6℃（同）であった。

### 結果および考察

ふ化仔魚はふ化後5日前後から摂餌を始め、1週令頃から池壁に添って中表層を一定方向に廻りながら摂餌するようになった。

ポリ水槽や小型池で餌付け飼育を行つた場合には、給餌開始とともに水や水槽が急速に汚れ、ほぼ毎日の水交換や沈澱物除去が必要となった。

仔魚を放養した施肥止水池では、動物プランクトンの持続と、植物プランクトンの適度な増殖の両面からの管理が必要であった。すなわち、動物プランクトンの発生は、水槽等における餌付管理や溜池等からのプランクトン採取の労力を軽減したが、過剰な発生は溶存酸素不足や水変りにつながった。また、植物プランクトンの存在は比較的残餌等による水質悪化を遅らせたが、過多の増殖は気泡病の発生につながった。

これに対し無施肥池での飼育は、魚の観察が容易で、より適正な給餌ができたが、水質の悪化が早く頻繁な水替えを要した。

人工飼料への切替え時はやせた死魚が増加する傾向があり、これは人工飼料への餌付きが悪かつた魚と考えられる。この時期の給餌は主に注水口附近から給餌機により行つたが、十分な池面散布などを併用した丁寧な給餌が必要と思われた。

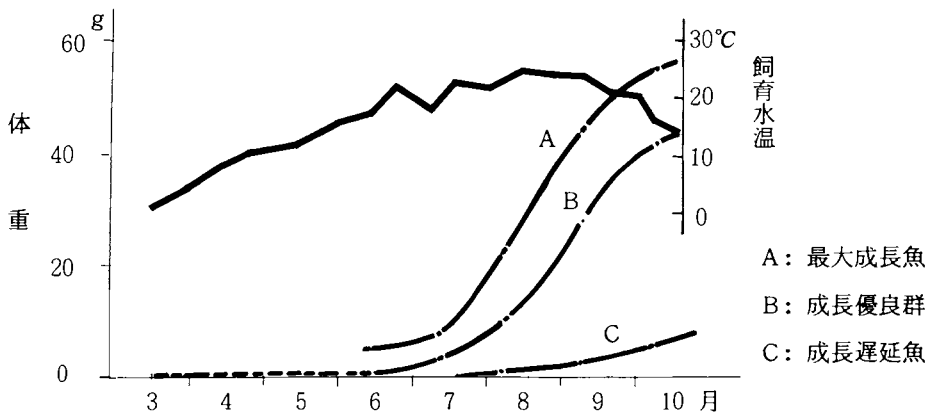


図2 稚魚の成長 (1978年飼育、*C. l. maraena*)

表5 稚魚の飼育成績

放養年月	取揚年月	魚種	放養尾(粒)数	取場尾数
1977. 3	1977. 10	<i>C. peled</i>	10 * 万尾(粒)	5,774 尾
"	1978. 1	<i>C.l. maraena</i>	30 *	2,507
1978. 3	1979. 2	"	34 *	8,736
1979. 2	1980. 1	"	20 *	5,740
1980. 2	1981. 1	"	10 *	2,851
1980. 2	1981. 2	"	4.3	3,585
1980. 5	1980. 10	<i>C. peled</i>	8.5	2,359
1981. 3	1981. 12	"	17.7	7,058
1982. 3	1982. 12	"	17.6	23,146

\* ふ化前の活卵数

稚魚はふ化後2~3ヶ月、魚体重0.5~1g頃から、成長に差が現れる傾向があった。飼育成績を表5に示したが、飼育中に起った濁水の流入、気泡病、寄生虫やカビの寄生などを防ぐことにより一層の歩留向上が期待される。

なお、上記のほかに、飼育の中で次のような習性を観察した。

1. 仔魚期には、夜間はうす光性を示す。
2. 仔魚期以外は日中よりも朝夕の弱日光下で良く摂餌し、光線が弱いほど水面近くに浮上して摂餌する。
3. 稚魚期以降は物影におびえ易く、水深の浅い所では日陰を作るとその下にかくれる。
4. すくい網による作業によって鱗がとれ易い。

#### 4. 成魚飼育

稚魚飼育のあと親魚養成を目的として更に飼育を行い、養成時における習性等の知見を得た。

#### 材料および方法

飼育魚は当場で5~12ヶ月間養成した魚体重5~150gの *C. peled* 及び *C.l. maraena* であり、2~3段のサイズに選別して1面50m<sup>2</sup>×0.8mまたは140m<sup>2</sup>×1.0mの長方形の池で飼育した。試験池には河川水を通水した。飼育水温を1978~1980年の例で図3に示した。

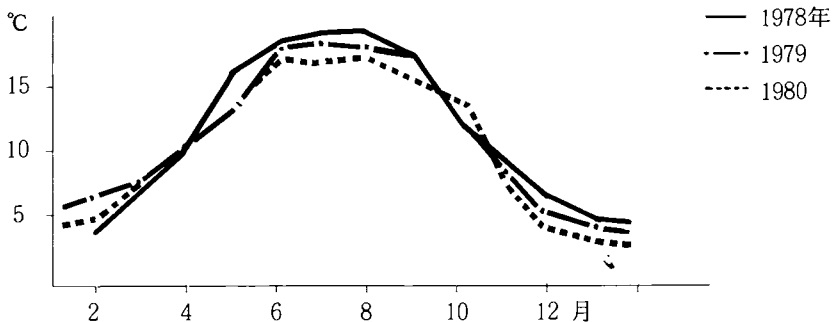


図3 飼育水温(平均水温)

飼料は市販のコイ・マス用、クランブルまたは2～3mmのペレットで、1日2～6回自動給餌機で給餌した。

## 結 果

成長状況は図4に示したごとく満2年で150～490g、満3年で450～800g満4年で500～1200gに成長した。

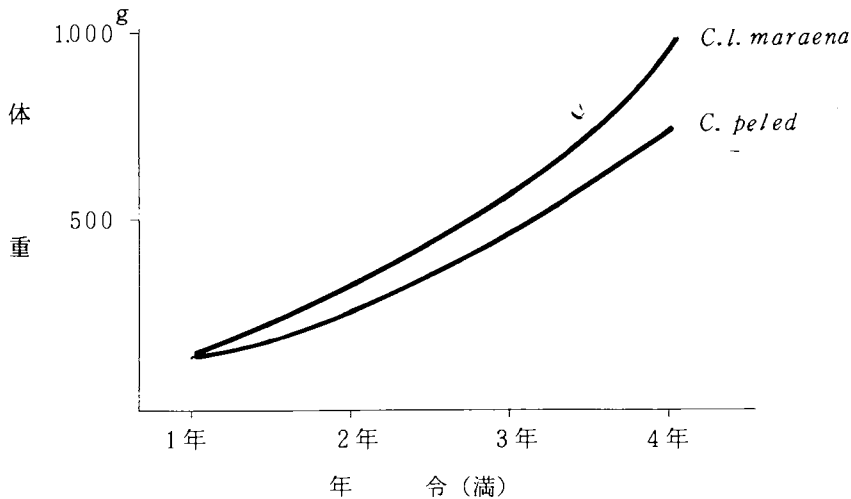


図4 *Coregonids*の池中養成における成長

飼育において観察された習性をまとめると次のようになる。

1. 飼育魚は冬期における最低0.4℃(日平均)から夏期における最高24.6℃(同)の飼育水温の中で特に異常なく飼育できた。1～2℃の低水温においても摂餌量の減少はあるが、なお活発な摂餌行動を示す。  
最高水温の時にも泳ぎや摂餌で特に変化は認められない。
2. 魚は池中を大きく廻るように泳ぎながら、沈下してゆく餌を捕食する。
3. 飼育水が濁った時は、ニジマスよりも薄い濁りで摂餌しなくなり、濁水に対する抵抗力はニジマスよりやや弱い。
4. 物影におびえ易く、朝夕の弱日光下や曇天時に落ち着きを示す。
5. 曳網による捕獲が容易である。
6. 網捕獲時に一時的に失神状態のような様相を呈することがあるが、池中へ放すとすぐ正常に泳ぎだす。
7. 冬期は比較的脱鱗し難くなり、特に成熟魚は取扱いなどに強くなる。
8. 低温に強く、氷水中でも容易には麻酔状態とならない。

### 5. 疾 病

餌付から親魚養成までの *C. peled*、*C. l. maraena*の飼育の中で病死魚の検査を行って、発生魚病の確認を行い、飼育中における治療・予防対策及び飼育方法検討の資とした。

## 方 法

検査は、死魚またはひん死魚について、外観の観察、顕微鏡的な寄生体検査を行い、必要に応じて腎臓・肝臓または患部について普通寒天培地あるいは、BHI寒天培地で細菌の培養を行った。

## 結果および考察

**仔魚期** 50ないし100mgまでの仔魚では、気泡病、水カビの腹腔内寄生及び*Trichodina* sp.の鰓および体表寄生による斃死を観察した。

気泡病は晴れた日が続く、水温が上昇する時に施肥止水池において魚体重約50mgの仔魚で発生した。発症魚は腸管内に気泡を作って浮き上がり遊泳不能となって斃死した。発病時の水温は14～18℃溶存酸素飽和度が140～220%であった。

水カビの腹腔内寄生は魚体重50mgの止水飼育中の魚で起り、数日のうちに斃死が急増する例もあった。症状はニジマスの内臓真菌症に類似しており、腹部が膨満発赤して、体側筋が不透明となっており、腹腔内、患部筋肉からは容易に水カビ菌糸が観察できた。発病時の水温は約15℃であった。

トリコディナ寄生は水槽中の餌付のときや止水池で起り、特に高密度の飼育で水が汚れたときに被害が大きくなる傾向があった。寄生部位は鰓と体表であった。ホルマリンの水1㎡当り15～20cc 12時間の消毒で駆除できたが、飼育環境の改善が再発防止のために重要と考えられた。

**稚魚飼育期** この期では、9月中旬頃までの水温15℃以上の期間において、死魚数に増減の波を示しながら1日当り0.01～0.1%の死魚が続くことが多かった。また、一時的であるが、外部寄生性の寄生虫・細菌による流行的発病が2～3回あった。

表6 稚魚飼育における死魚の症状<sup>※1</sup>

症 状	発 生 率
体表、腹腔内の出血または発赤	15%
”	22
細菌	
+ カビ	
原虫類	
細菌感染	15
カビ着生	19
原虫類寄生	18
その他 <sup>※2</sup>	11

※1 無症状魚を除く

※2 その他には重大な奇形や白内障、腹腔内カビ寄生を含む。

継続して斃死する病魚は、60～80%がやせ細った魚または無症状の魚であり、他は表6に示したごとく水カビ、原虫類の寄生や細菌の感染によると診断されるもの、および、体表・腹腔内に発赤を示すが病因のはつきりしない魚であった。

やせ細った魚は人工飼料を十分に摂餌できなかった魚と思われ、成長が劣り、肥満度6～8という状態であった。無症状魚は外観上異常はなく、細菌等の寄生も認められなくて死因は不明であった。これらの死魚の出現は成長とともに減少するが、水温が低下する秋まで認められた。

水カビ寄生は*Saprolegnia* sp.の激しい体表寄生、原虫類寄生は*Trichodina* sp., *Ichthyo*



*phthirus multifiliis*の鰓、体表寄生であり、ほとんどは成長が劣り、やせた魚であった。また、継続的斃死魚の中には *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio sp.*が腎臓、肝臓から多量に検出される魚があり、ある種の粘液細菌が鰓から多量検出され、あるいは *Flexibacter columnaris* による鰓ぐされ、口ぐされを起している魚も時々観察された。

体表、腹腔内に発赤のある病魚は高い出現率を示し、頭部、体側の一部、鰭、鰓蓋の内外、肛門週辺、眼球、側線上あるいは腹腔内壁、内臓諸器官、筋肉内などの1～数ヶ所に小出血点が出現するのが特徴であった。この病魚は、*Aeromonas salmonicida*, *Vibrio sp.*その他の細菌が内臓から検出されることがあり、また、水生菌着生や原虫類寄生の例もあるが、発赤との関連性は認められず、また、病原体の検出率、寄生量も小さくこれらの寄生が死因とは考えられなかった。

流行的発病は、5g以下の稚魚で多く、*Trichodina sp.*の体表寄生や *Ichthyophthirius multifiliis*, *Lernaea cyprinae* の体表寄生および粘液細菌の鰓寄生がみられ、3～4日で急激に斃死数が増大し、群中の大型魚も発病することがあった。発病頻度は少く、溶存酸素不足、水質悪化、濁り等が発病誘因と考えられる場合が多かった。

成魚飼育期 選別、移動、採卵により魚を扱ったあとや、用水の濁りが続いたあとに斃死が増加する傾向があったが、特にこれらの要因がないときにも0.1～0.2%程度の斃死が数日続くことがあった。

病死魚の中には水生菌着生や細菌感染魚もあったが、これらの検出魚を含め、体表、腹腔内等に1～数ヶ所出血を示す魚が多かった。水生菌着生魚は選別作業や水の濁りのあとに増加することがあったが、細菌感染は特に流行的発生はなく、しかも検出量の少いことが多かった。細菌は肝臓、腎臓から *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio sp.*が検出されることがあり、また、*Flexibacter columnaris* が検出される鰓ぐされであった。激しい水生菌着生以外のほとんど全ての病死魚にみられる出血症状の原因、および検出量が少く寄生物が死因と考えられない病魚の死因は不明であった。

表7 成魚飼育における死魚の症状

症 状	発 生 率
体表・腹腔内等の出血または発赤	25%
“ + カビ着生	30%
“ + 細菌感染	18%
“ + カビ+細菌	9%
カビ着生	9%
特になし	9%

なお、病因不明であった出血症状魚について、ウイルス関与の存否を検査するため、50～100gの病魚の肝臓・腎臓・脾臓または筋肉出血部からRTG-2、FHM、EPC、CHSE培養細胞に接種を試みたが、いずれからもCPEの発現はなかった。

1PN、1HNについては、試験池の上流にニジマス養殖池があり、同一用水でニジマスには発病が見られているが、飼育2魚種は稚魚から成魚までの養成において、これらの発病はみられていない。

## 要 約

チェコスロバキア及びソ連から1975年～1980年にかけて8回にわたり *C. peled*, *C. lavaretus*

*maraena* の発眼卵を導入し、ふ化と池中養成を行った。

- 1) 導入卵のふ化成績は、1回は約30%であったが、他の7回は70~90%以上の良いふ化率となった。
- 2) 4種のふ化器によるふ化を試み、ふ化方法について考察した。
- 3) 飼育はふ化初期の1~2ヶ月を止水でプランクトンを主として与え、以降、河川水を注水して市販人工飼料を与えて行った。
- 4) 試験魚は0.4~24.6℃の水温で飼育され、満1年で10~100g、2年で150~490g、3年で450~800g、4年で500~1,200gに成長した。
- 5) 池中養成中における、重要な幾つかの習性を知ることができた。
- 6) 飼育中、幾つかの疾病を観察し、発病要因の検討を行った。

## 文 献

- 青森県水産試験場(1972~1976): オームリ養殖試験。「昭和47年度~51年度青森県水産試験場事業概要」
- 古川 優(1976): 琵琶湖における導入種について。「昭和51年度内水面試験研究連絡会議議事要録、淡水区水研 56-57。」
- 農林省水産局(1931): 「水産増殖調査書第5冊(鮭鱒増殖奨励事業の現況)」
- 大友芳成、渡辺国夫(1979): ウグイ養殖試験-I。埼玉県水試報告 第38号, 14-17
- 里見至弘(1972): 寒冷地における施肥養魚技術および新魚種導入に関する調査。淡水区水研業績, 第267号
- 滋賀県水産試験場(1931): 白鱒移植試験。「水産試験総覧、水産試験場」
- 保田敏雄(1937): 白鱒の性質と飼育技術。水産学雑誌,(41) 85-95