

親魚飼育の具体例 - マダラ

手塚 信弘*

A Concrete Example for Rearing Broodstock of Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*)

Nobuhiro TEZUKA*

Abstract Pacific cod is an important resource of many fisheries in the northern part of Japan. We have developed the technology for stock enhancement with releasing juveniles of Pacific cod since 1983. I explain the present status of rearing broodstock and some technology for collecting eggs and inducing maturation with control of rearing environments.

Key words: Pacific cod, broodstock, maturation, water temperature

マダラ (*Gadus macrocephalus*) は北部太平洋・日本海・オホーツク海等に分布する冷水系の底棲性魚類で、重要な漁獲対象種となっている (森岡ら, 1998)。水産総合研究センター日本海区水産研究所が行っているマダラ日本海系群の資源評価では、石川県以北から青森以南の日本海で漁獲されるマダラの漁獲量は1990年以降減少しており、その資源量は低位水準で横ばい傾向にあるとされている。このため、種苗放流を中心とした栽培漁業によるマダラ資源増大への期待が高まっている。

本種は広域的に分布する一方で、産卵場への回帰性を有するとされており、産卵場を中心とする地方群の存在が示唆されている (菅野ら, 2001)。一方、石川県能登島周辺の水深60m帯を中心とした海域では、1月下旬から3月下旬に成熟した親魚が刺し網や定置網で漁獲されることから、本種の産卵場があると推定されている (森岡ら, 1998)。能登島栽培漁業センターでは、この能登島周辺に産卵場をもつ地方群を対象として、種苗放流を中心とした栽培漁業に関する技術開発を1983年から実施してきた。ここでは、マダラの親魚飼育に関するこれまでの経緯と現状について説明するとともに、水温等の飼育環境のコントロールによる親魚の養成および採卵技術等について報告する。

1. 対象群の特徴

能登島栽培漁業センターでは放流魚の移動範囲の解明を目的として、ふ化仔魚から1年間飼育した人工1歳魚 (全長20~30cm) の放流試験を能登島沖で実施してきた。これまで、1985年から2001年の間に計10群を放流し、2001年放流群は放流後3年間に渡って再捕報告が得られ、累積再捕率は11.7%と高かった。2001年放流群の再捕報告のほとんどは能登半島東側から北側の水深200m帯から得られており、放流魚の移動範囲は比較的狭いと考えられた。また、放流2年後 (3歳) の再捕魚は平均全長50cm、体重2.1kg、放流3年後 (4歳) には62cm、3.4kgに達し、成熟サイズに達したと考えられた。これらの事から、能登島沖で放流されたマダラは漁獲サイズまで広域に移動することなく比較的狭い範囲にとどまり、産卵回帰の可能性も高いと考えられた。

一方、マダラ仔稚魚の分布と移動を明らかにするために、能登半島中央部東岸に位置する七尾北湾で天然の卵・仔稚魚の調査 (興世田ら, 1992; 小路, 1994) 及び放流した当歳魚の追跡調査 (小路, 1994; 久門, 2000) を実施してきた。その結果、マダラは2月を盛期とする1~3月に七尾北湾湾口部の水深40~100m帯

2006年1月6日受理 (Accepted on January 6, 2006)

* 能登島栽培漁業センター 〒926-0216 石川県七尾市能登島曲町15-1-1 (Notojima Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, Notojima, Ishikawa 926-0216, Japan)

で産卵し、ふ化仔魚は湾外から湾内へ向かう流れに輸送されて浮遊しながら七尾北湾内のほぼ全域に侵入・分布し、4月頃に稚魚に変態して着底した後、5月上旬に再び湾外に出て行くことと推定された。稚魚の湾外への逸散には湾内の水温が関係しており、湾奥から湾口に向けて水温がマダラの生息水温の上限である13~14

に上昇するのにともない、稚魚は湾奥から湾外へと逸散すると考えられた。

2. 親魚飼育

能登島栽培漁業センターでは1983年から親魚飼育、採卵、ふ化管理等に関する技術開発を開始した。1995年頃までは能登島沿岸の漁協で成熟したマダラが容易に入手できたため、これらのマダラを使用した乾導法による人工授精で受精卵を得ていた。しかし、1996年以降、マダラの漁獲量が減少して天然親魚の確保が困難になってきたため、親魚の長期飼育の技術開発に着手した。しかし、マダラは水温13以上で死亡するために、自然水温では親魚を越冬させることができず、冷却機を使用した親魚飼育を試みたが、冷却能力不足等の問題があり、当センターでの親魚養成は不相当と考えられた。そこで、常時3の海洋深層水を使用することができる富山県水産試験場において、15kl水槽2面を使用した親魚飼育に取り組み、周年飼育が可能となった(山本, 1998)。このため、2月に漁獲されたマダラを深層水施設で飼育し、翌年の採卵に使用できるようになり、親魚飼育および採卵等に関する技術開発が可能となった。しかし、飼育中に眼球の突出や白濁等による死亡があり今後の課題となっている(山本, 1998)。

3. 自然産卵による採卵

水温3の15kl水槽等の大型水槽で飼育したマダラの親魚は、腹部が膨満し、生殖腺が十分に発達したが、自然産卵しなかった。そこで、腹部が膨満し成熟している親魚を雌雄1尾ずつ水温10にした0.5~1klの小型水槽等に収容(ペアリング)したところ、ペアリング1~2時間後に自然産卵することが判明した(堀田, 1999)。成熟しても産卵しなかった個体や腹部圧迫による搾出法で採卵した個体のほとんどが死亡したのに対して、自然産卵した親魚は産卵後も生き残る個体が多く、翌年にも採卵でき、親魚の有効利用が可能となった(堀田, 1999)。

大型水槽で自然産卵しなかった要因は自然産卵にフェロモン等の何らかの物質が関係しており、大型水槽で

はその物質の濃度が低くなることが考えられた(堀田, 1999)。一方、小型水槽でのペアリングで自然産卵する要因としては、産卵に關与するフェロモン様物質の濃度が十分に高くなったことと、小型水槽の水温をマダラの生息水温に近い3から産卵場付近の水温に近い10に昇温したことが考えられた(堀田, 1999)。

しかし、ペアリングを実施しても自然産卵しない例や自然産卵しないため搾出法による人工授精を実施した例等もあった。これは成熟度の判断を目視で行っているために、適正なタイミングでペアリングを実施できていないことが一因と考えられた。今後、体重の増加率等、現場で迅速・簡易に測定できる客観的な指標を開発し、ペアリングを実施する適正なタイミングを把握する必要がある。

4. ふ化

受精卵は20lの円筒型水槽(ハッチングジャー)に収容し、自然水温の海水を底面から上向きに流してふ化まで管理した。ふ化までに要する日数は、水温6で15日、水温10で10日程度であった。この容器をふ化直前に種苗生産水槽に浮かべ、流れ出るふ化仔魚を直接、種苗生産水槽に収容した。

5. 早期採卵に関する技術開発結果

当センターでは、産卵盛期である2月に定置網で漁獲された天然魚から人工授精により採卵して種苗生産を行ってきた。マダラ稚魚の生息上限水温は約12とされているが(森岡ら, 2002)、当センターが位置する能登半島周辺では4月末までが自然水温で飼育可能な時期であり、この場合、種苗の全長は最大30mmである。しかし、地先海域の天然マダラの仔稚魚調査により、湾外に逸散する稚魚の全長は50mm程度であることが明らかになっているので、放流サイズの目標を全長50mmとした。このため、天然における産卵期より早期に採卵して飼育可能期間を長くすることを目的として(渡辺ら, 2005)、昇温と日長処理について検討した。

昇温による早期採卵の試みは、水温3で飼育した2歳の人工生産魚40尾を用いて実施した。これらの供試魚を10月に4kl角型水槽2面へそれぞれ20尾ずつ収容した。1水槽(早期昇温区)は6で1ヵ月間飼育した後に、もう1水槽(後期昇温区)は6で2ヵ月間飼育した後に、それぞれ8に昇温した。早期昇温区の採卵時期は3月16日~4月7日、後期昇温区は1月23日~3月17日で、早期昇温区の方が後期昇温区より

も採卵時期が遅くなった。水温 3 の他の水槽で飼育していた同ロットの人工 2 歳魚の採卵時期は 2 月中旬で、早期昇温区の採卵時期はこれよりも約 1 ヶ月遅かった。このことから、早期の昇温は催熟に顕著な効果はみられず、逆に早期の昇温は成熟を阻害することもあることが示唆された（堀田，2005）。

長日化による早期採卵の試みは、遮光した 15 hl 水槽で蛍光灯を用いて実施した。2001 年は自然日長で、2002 年の光条件は 10 月下旬から L8: D16 とし、11 月下旬から 1 週間に 2 時間の割合で明期を延ばし、12 月下旬に 18L: 6D とした。2003 年は、5 月上旬から 13L: 11D、9 月下旬から 8L: 16D とした。さらに 11 月上旬から 10 日に 2 時間の割合で明期を延ばし、12 月中旬に 18L: 6D とした。その結果、自然日長下で卵巣卵径が 650 ~ 850 μm に達したのは 1 月上旬であったのに対して、2002 年の光条件下では 12 月下旬に卵巣卵径が 650 ~ 850 μm に達し、2003 年は 11 月上旬に 550 ~ 850 μm に達した。卵巣卵径の増大は自然日長での養成に比べて、それぞれ 2 週間および 2 ヶ月程度早くなった。人工授精による採卵時期もそれぞれ 2 週間 ~ 1 ヶ月および 1 ~ 2 ヶ月早くなった（渡辺ら，2005）。このため、2003 年では 1 月上旬での種苗生産開始が可能となり、全長約 60mm に達した当歳魚の一部に初めてアンカータグを装着して放流することができた。しかし、2004 年は早期採卵することができなかつた。この原因として、夏場の寄生虫による体重の減少や施設の故障による水温の上昇等の人為的なミスが原因と考えられた。

6. 今後の課題

これまでに、深層水施設での親魚の長期飼育、ペアリングによる自然産卵での採卵手法、日長処理による早期採卵技術等の基礎的な技術が開発されてきた。今後は、十分な遺伝子の多様性をもった良質卵を適時に大量に確保する技術を開発することが重要な課題となっている。このためには、多数の親魚の成熟を同調させ、

同時に多数の親魚から採卵する技術を開発する必要があり、親魚の成熟に関する餌料や水温等の環境条件の把握およびマダラの成熟に関する内分泌系の作用機序等を明らかにする必要がある。

文 献

- 堀田和夫，1999：マダラ親魚養成に関する技術開発．平成 11 年度富山県水産試験場年報，48-50．
- 堀田和夫，2005：マダラ親魚養成に関する技術開発．平成 15 年度富山県水産試験場年報，62-66．
- 菅野泰次，上田祐司，松石 隆，2001：東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造．日水誌，67，67-77．
- 興世田兼三，広川 潤，長倉義智，有瀧真人，小林真人，1992：石川県能登島周辺海域におけるマダラ成魚の成熟状況と卵・稚仔魚の分布．栽培技研，21，21-30．
- 小路 淳，1994：石川県能登島周辺海域におけるマダラ *Gadus macrocephalus* の初期生活史および本種種苗の放流・追跡調査．京都大学農学部 1994 年度課題研究，1-108．
- 久門一紀，2000：4. 回帰型回遊性魚類の放流技術開発．平成 12 年度日本栽培漁業協会年報，94-96．
- 森岡泰三，山本和久，堀田和夫，大槻観三，1998：石川県能登島沖に放流されたマダラ．人工種苗の成長と移動．栽培技研，27，11-26．
- 森岡泰三，桑田 博，2002：七尾北湾とその沖におけるマダラ稚魚の生息上限水温と食性．日水誌，68，345-350．
- 渡辺研一，堀田和夫，桑田博，2005：富山県水産試験場で海洋深層水を用いて飼育したマダラ親魚の日長処理による採卵時期の早期化．栽培漁業センター技報，3，4-8．
- 山本和久，1998：種苗生産技術開発の概要 マダラ．平成 10 年度日本栽培漁業協会年報 58-62．