

水温制御による大量耳石標識

調査課生物資源研究室	ふくわか 福若	まさあき 雅章
調査課漁業経済研究室	かわな 川名	もりひこ 守彦
調査課遺伝資源研究室長	うらわ 浦和	しげひこ 茂彦

はじめに

動物にマークをつけて野外に放しその後確認すると、マークをつけた動物の成長様式や行動範囲、さらにその場にいる動物の数などがわかる。このような方法を標識再捕法と呼ぶ。これまでさまざまな人工標識により、魚類の資源量、成長速度、回遊経路、系群識別、分布などが調べられてきた(田中 1985)。さけ・ます類では人工ふ化放流事業が古くから行われてきたことから、鰭切除や色素注入によるマーキングやリボン型やコードド・ワイヤー型のタグ標識が施され、ふ化場からの放流魚の識別に利用されてきた。さらに、沿岸や沖合で捕獲されたさけ・ます類にディスク・タグ標識を施して再放流し、回遊経路などが調べられてきた。しかし、従来の標識方法の欠点として、標識作業が煩雑で数百万尾単位の大量標識が困難であることがあげられる。

多種類の標識を大量の放流魚に施すことができれば、放流群別の識別が容易となり、放流魚の海洋における分布、回遊経路、野生魚との相互関係など様々な資源や生態の研究に利用することができる。ここでは、最近開発された水温制御による大量耳石標識技術の現状と、さけ・ます資源管理センターが進めている研究計画を紹介する。

耳石標識技術

耳石とは、脊椎動物の内耳(平衡感覚をつかさどる器官)にある炭酸カルシウムの結晶である(山田・麦谷 1988)。硬骨魚類の耳石は3対あり、扁平石、星状石、礫石と呼ばれている。もっとも大きいものは扁平石で、内部構造の観察によく用いられる。耳石の断面には半透明層と不透明層が同心円状に重なっているのが観察される。これらは1年にそれぞれ1層づつ形成されることが多い。水産資源の分析では、これを利用して耳石を古くから年齢査定に用いてきた(田中 1985)。近年になり、耳石の微細輪紋は1日に1本できる日輪であることが確認され、日齢査定に用いられている。

これらの周期的な輪紋以外に、環境や生活様式の変化により形成される“チェック”あるいは“マーク”と呼ばれる微細輪紋がある(麦谷 1996)。最近になり、水温変化(±4°C以上)を与えると、非周期的な微細輪紋が形成されることが明らかとなり、これを利用して、ふ化場産さけ・ます類の発眼卵あるいは浮上以前の仔魚の耳石に標

識を施す技術が開発された(Brothers 1990; Volk et al. 1990; Bergstedt et al. 1990)。発眼卵あるいは仔魚期に飼育水温を変化させるので、一度に大量の標識が可能となる。また、複数回の水温変化を与えそれらの間隔を変えることによって、バー・コード状の標識が可能となり、パターンを変えることによって多種類の標識が可能となる(Volk et al. 1994)。また、標識魚の生残に対する影響はないとされている(K. Munk 私信)。

稚魚の段階(尾叉長50 mm以下)では、耳石そのものが透明で厚みがないため、標識パターンは透過光で簡単に観察できる。しかし、この発育段階を過ぎると、耳石は厚みを増し不透明になってくる。そこで、耳石の中心(核)まで耳石を削る必要がある。さらに、成長すると耳石の左右両側を削り薄膜切片を作成して観察することになる。

耳石標識の実施状況

水温制御によるさけ・ます類の耳石標識放流がもっとも盛んに行われているのは、米国のアラスカ州である。アラスカ州では、耳石標識はすでに複数のふ化場でルーチン化されている(Munk in prep.)。標識放流数は毎年増加しており、1995年級のサケ属魚類は全部で約8億尾が耳石標識され、そのうち6.5億尾をカラフトマス、約1億尾をサケが占めた(図1)。米国ワシントン州では、1987-1993年に3,500万尾以上のサケ属魚類標識幼稚魚を放流した(Volk et al. 1994)。

これらの州では、ふ化放流事業の評価や回遊経

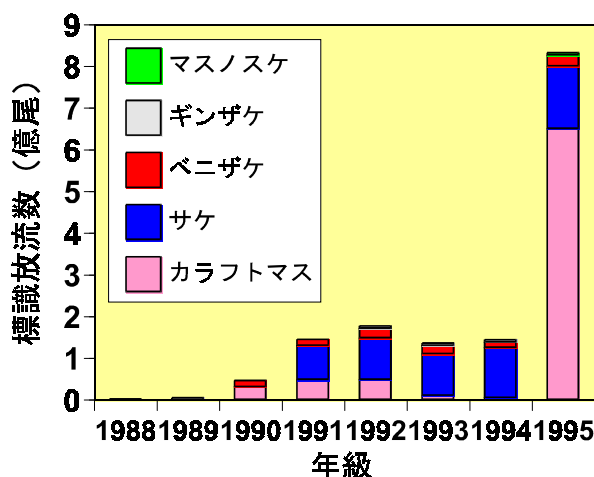


図1. 米国アラスカ州における耳石標識魚の放流数の経年変化 (Munk in prep. より改変)。

路、野生魚とふ化場魚の相互関係、漁獲物中の両者の組成、他の標識方法の影響などを調べるために利用されてきた (Volk et al. 1994; Farley and Munk 1997)。現在では、これらの試験研究目的以外にも、大量標識放流再捕によりふ化場魚と野生魚の混合資源の管理にも利用されている (Hagen et al. 1995)。

これらの耳石標識技術の発展を受けて、ロシアでも1997年に試験的に数千尾規模の耳石標識放流を実施した。1998年3月に開催されたNPAFC研究調整会議では、北太平洋沿岸国から放流される耳石標識パターンの混乱を避けるための特別な作業部会が作られ、これまで実施された耳石標識放流魚の情報をまとめることになっている (本誌NPAFC関連記事を参照のこと)。

耳石標識調査研究計画

当センター調査課では、昨年度から水温制御による耳石標識に関する調査研究を進めている。1998年1-2月には水温を約4°C低下させることによってサケ仔魚の耳石に温度マークが形成されることを確認した (図2)。また、今年の秋には、千歳事業所において水温制御装置と大量標識技術の開発、耳石標識の安全性の確認を行うことを計画している。その後、地域集団を代表する当センターの各事業所に大量耳石標識技術を導入し、地域集団毎の様々な生物特性の解明に利用する予定である。

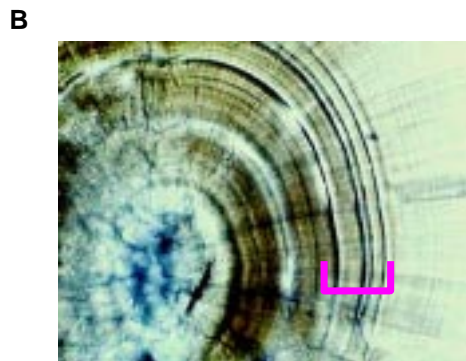
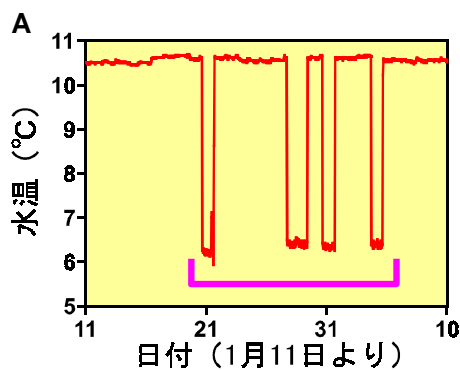


図2. 1998年1月11日-2月10日の水温変化 (A) とサケ稚魚の耳石断面に形成された4本の温度チェック (B)。

る。

このような耳石標識技術が開発され、大量放流が可能になると、サケの幼魚や親魚の回遊経路、自然産卵、ふ化場放流魚の生存率などのより詳細な調査研究が可能となるばかりではなく、サクラマスやカラフトマスのような野生・ふ化場産混合資源の管理にも役立てることができる。また、海洋域の調査と組み合わせることにより、海洋分布や生活史、他の地域資源との競争関係など、国際的な資源研究や管理にも利用できる。これらを通して、さけ・ますの地域集団ごとの資源管理と人工ふ化放流技術の効率化に貢献することを期待している。

引用文献

- Bergstedt, R. A., R. L. Eshenroder, C. Bowen II, J. G. Steelye, and J. C. Locke. 1990. Mass-marking of otoliths of lake trout sac fry by temperature manipulation. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 7: 216-223.
- Brothers, E. B. 1990. Otolith marking. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 7: 183-202.
- Farley, E. V., and K. Munk. 1997. Incidence of thermally marked pink and chum salmon in the coastal waters of the Gulf of Alaska. *Alaska Fish. Res. Bull.*, 4: 181-187.
- Hagen, P., K. Munk, B. Van Alen, and B. White. 1995. Thermal mark technology for inseason fisheries management: a case study. *Alaska Fish. Res. Bull.*, 2: 143-155.
- 麦谷泰雄. 1996. 硬骨魚類の耳石形成と履歴情報解析. 海洋生物の石灰化と硬組織 (和田浩爾・小林巖雄編). 東海大学出版会, 東京. pp. 285-298.
- Munk, K. Thermal marking manual: a guideline to the induction of thermal marks in otoliths for the purpose of mass-marking hatchery stocks. *Reg. Info. Rep. Alaska Department of Fish and Game, Juneau, Alaska*. In prep.
- 田中昌一. 1985. 水産資源学総論. 恒星社厚生閣, 東京. 381 p.
- Volk, E. C., S. L. Schroder, and K. L. Fresh. 1990. Inducement of unique otolith banding patterns as a practical means to mass-mark juvenile Pacific salmon. *Amer. Fish. Soc. Symp.*, 7: 203-215.
- Volk, E. C., S. L. Schroder, J. J. Grimm, and H. S. Ackley. 1994. Use of a bar code symbology to produce multiple thermally induced otolith marks. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 123: 811-816.
- 山田寿郎・麦谷泰雄. 1988. 硬骨魚類の耳石および鱗の成長と石灰化. 海洋生物の石灰化と系統進化 (大森昌衛・須賀昭一・後藤仁敏編). 東海大学出版会, 東京. pp. 203-217.