

## 技術情報

## 耳石温度標識の精度管理

おおぬき つとむ

大貫 努 (東北区水産研究所 沿岸漁業資源研究センター)

とみだ やすお

富田 泰生 (北海道区水産研究所 さけます生産技術部 伊茶仁さけます事業所)

## はじめに

耳石温度標識とは、ふ化用水の水温を短期間に規則的に変化させることにより、耳石の成長速度を変えることで、耳石の核周辺に識別可能なバーコード状の模様を付ける標識技術です(浦和 2001)。耳石は核を中心として同心円状に成長するため、冷却すると黒い模様がリング状に形成されます。この模様をリングと呼び、リングの束をバンドと呼びます。リングの本数やバンド間隔の組み合わせにより、標識を区別し、その表記は国際機関(NPAFC)で定められたハッチコード法に従って示します(図1)(Josephson et al. 2006)。この標識の最大のメリットは従来の鰭切除による標識方法に比べ大量に施標できることであり、日本のさけますふ化場で耳石温度標識を施標する期間は、卵の発眼後からふ化までが一般的です。耳石温度標識は1980年代後半に北米で開発され、我が国では、1998年にさけ・ます資源管理センター(現北海道区水産研究所)が耳石温度標識技術を導入し(浦和 2001)、2006年以降、同研究所が管理するさけ・ます類の種卵全数に耳石温度標識を施標し放流(約1.5億尾)しています。この結果、さけ・ます類の資源と生態に関する研究に非常に大きな成果をもたらしました。

耳石温度標識の確認は、魚の頭部から耳石を取り出し、スライドガラスに貼り付け、標識が明瞭に見えるまで人の手で研磨したのち、顕微鏡を使いハッチコードを確定させます。ただし、他のハッチコードやノイズ(飼育中や自然環境下で温度変化などの刺激でついた耳石温度標識のリングに似た模様)と誤認する可能性があります。北米(ワシントン州とオレゴン州)では無標識魚を耳石標識魚と誤認する確率は4%以下、耳石標識パターンの誤認率は1%以下と推定されています(Volk et al. 1999)。我が国では耳石温度標識の確認精度を客観的に調べたことがありません。そこで耳石温度標識の査定における正確性を確認する目的で耳石温度標識の誤認率を調査しました。

## 調査方法

誤認率調査には、サケ、カラフトマス、サクラマスの幼稚魚や親魚から取り出した耳石温度標識

Hatch code	グラフィック イメージ	
	ふ化前	ふ化後
6H		
2,3H		
2,3nH		
H2,3,3		
2,3H3		

Hatch code	2,3nH
2	… 第1バンドのリング数を示す
,	(カンマ) … 第1バンドと第2バンドの間隔を示す
3	… 第2バンドのリング数を示す
n	… 他のバンドに比べ、リングの間隔が狭くて リングが細いことを示す(冷却時間が短い)
H	… ふ化を表し、標識がふ化の前か後かを示す

図1. 耳石標識パターンの表記例(浦和 2001を改編)。

表1. 各魚種毎の標本セットと誤認率。

魚種	発育段階	サンプル数	標識コード数	標本セットの標識混入率(%)			誤認率(%)
				標本セット	平均	範囲	
サケ	稚魚	1,096	11	11	52.1	0-100	1.37
	親魚	960	5	10	36.1	3-87	2.94
カラフトマス	稚魚	890	6	9	62.0	9-98	0
サクラマス	幼魚	690	5	7	61.7	2-100	1.45
	親魚	500	1	5	30.6	2-71	0
計	—	4,136	28	42	—	—	—

が施標されている耳石を接着剤でスライドガラスに貼り付けたスライド標本(以後、耳石温度標識標本と記す)と無標識の耳石を同様に貼り付けた

スライド標本（以後、無標識標本と記す）を用いました。親魚の耳石温度標識標本は、稚魚期に耳石温度標識と鱗切除標識を施して放流した回帰親魚を用いました。この理由は、回帰親魚の中で、鱗切除標識個体の耳石には確実に耳石温度標識がつけられていることが保証され、ノイズ等による偽耳石温度標識と区別できるためです。親魚の無標識標本は、非放流河川や耳石温度標識魚を放流していない時代に採集した耳石を用いました。幼稚魚の耳石温度標識標本は、耳石温度標識を施されたふ化場の飼育魚より採集しました。幼稚魚の無標識標本は、非放流河川で採集された魚や耳石温度標識を実施していない民間ふ化場の飼育魚から採集しました。

誤認率調査は、査定担当者に事前に正解が分からないようにするため、チーム A（調査用標本セットの作成と、チーム B の査定結果を正解と照合する）とチーム B（チーム A の作成した調査用標本セットを研磨し耳石温度標識の有無の確認と耳石温度標識と判定した場合はハッチコードを確定する）で工程を分担して行いました。具体的には、チーム A は 2 名体制で、チーム B に秘匿した中で耳石温度標識標本の混入率や耳石温度標識標本と無標識標本の配列が異なる標本セットを無作為に抽出する形で魚種や発育段階毎に 5-11 セット作成しました（表 1）。またチーム B の査定結果を受け取り正解と照合することで誤認の状況を確認すると共に誤認率を算出しました。ちなみに“誤認”にカウントした個体には、標本の配列からハッチコード確定までに発生した標本の配列間違いや誤査定（耳石温度標識の有無の違い、ハ

ッチコードの読み間違い）等を全て含めました。チーム B は 4 名体制で、チーム A の作成した全ての標本セットを通常の方法（3 次査定）で査定しました。具体的には、1 次査定は熟練した職員 2 名が全ての標本を研磨し査定しました。2 次査定は 1 次査定とは別の熟練した職員 1 名が 1 次査定で耳石温度標識と判定された標本のみ再度査定しました。3 次査定は 2 次査定で確定できなかった標本を、1・2 次査定とは別の熟練した職員 1 名を加えて検討し、耳石温度標識の有無やハッチコードを確定しました。誤認率調査に用いたサンプル数は合計 4,136 個体でした（表 1）。

### 耳石温度標識の誤認の要因と誤認率

耳石温度標識の誤認は、すべて標識パターン（ハッチコード）の見誤りであり、無標識を耳石温度標識と誤認することはありませんでした。主なハッチコード誤認の要因としては、①標識の外周に標識と同間隔でついたノイズを標識リングと認識したことで別の標識に誤認（図 2）、②標識が不鮮明のため無標識と誤認、③耳石の研磨不足による標識の見落としにより無標識と誤認、④標本セットに正解とは異なる耳石温度標識標本が配列されたため、正しく回答しても誤認と判定。⑤耳石が平行に研磨されなかったため標識パターンが歪んで観察され別の標識に誤認等が挙げられます。

耳石温度標識の誤認率はサケ稚魚では 1.4%、サケ親魚 2.9%、カラフトマス稚魚 0%、サクラマス幼魚 1.5%、サクラマス親魚 0% でした（表 1）。

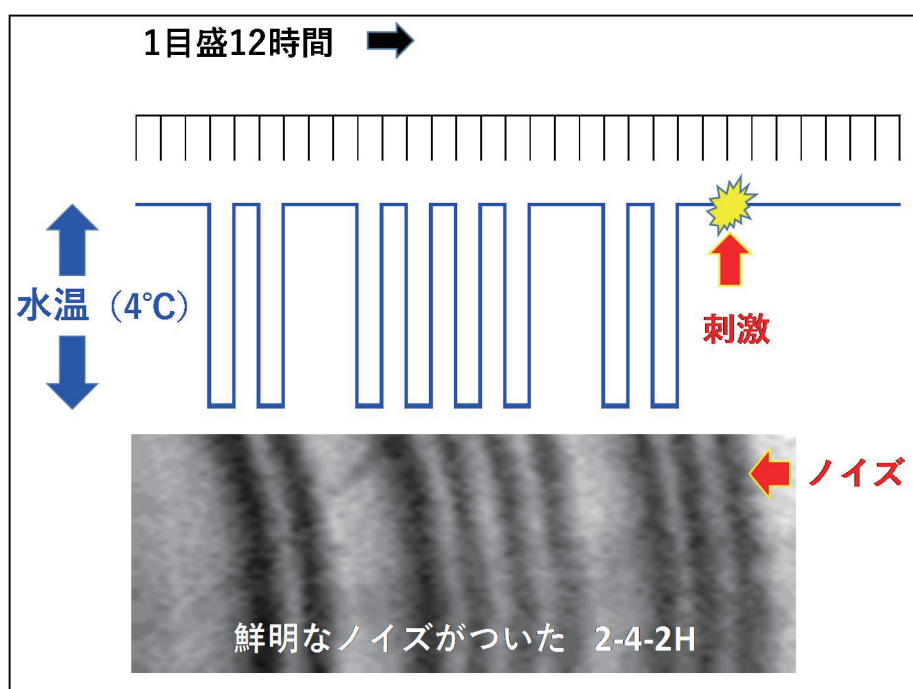


図 2. 2-4-2H で施標したが、外側(赤色)に鮮明なノイズがついたことで 2-4-3H と酷似したため誤認した例。

## 今後の課題

北海道区水産研究所では、耳石温度標識の誤認率を下げるため、①標識の計画段階で、類似したコードや認識が難しい標識コードを排除する、②耳石の研磨や査定は熟練者が行う（熟練するまでは、熟練者から全数クロスチェックを受けると共に、査定精度を確認し改善指導を受ける）、③複数の熟練者で、通常3次査定まで行い標識コードを確定するなどの対策を取っています。また、図2に示したようなノイズを標識リングと見誤る可能性を減らすため、標識作業を行う前後に十分な安静期間（最低48時間）を確保する必要があります。

今回の調査結果から、無標識魚を標識魚と誤認することは無く、標識パターンの誤認率も低いことが確認されました。

近年は水産庁の補助事業等によるサケ耳石標識放流群の増加により、使用されるハッチコードも約100種類と急激に増加しています。そのため、本調査を行った時に比べ標識パターンの誤認率が高くなっていると推察されます。従って、今後はこれまで以上に誤認率を下げるための対策を充実させる必要があります。さらなる精度向上を図る対策として、①職員の耳石温度標識の施標や査定技術の向上、②ノイズや誤施標情報をデータベー

ス化し情報共有を図る、③高性能カメラや高解像度モニターを用いて高い精度で耳石の研磨や査定を行う等が挙げられます。

## おわりに

耳石温度標識を施標する現場では、正確な耳石温度標識を施標するため、耳石温度標識装置の稼働に合わせた適正な種卵確保など、種卵管理についてご苦勞をされていることと推察します。皆様のご尽力に対し心より感謝を申し上げます。また、関係者の皆様におかれましては、今後とも正確な耳石温度標識を施標するため、ご協力を賜りますよう謹んでお願い申し上げます。

## 引用文献

- Josephson, R., Agler, B.A., Van Kirk, K.F., and Oxman D.S. 2006. A proposal to simplify the thermal mark code notation. NPAFC Doc. 944. 4 pp.
- 浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識：技術と応用. さけ・ます資源管理センターニュース 7: 3-11.
- Volk, E.C., Schroder, S.L., and Grimm J.J. 1999. Otolith thermal marking. Fish. Res., 43: 205-219.

## コラム

### 十勝川水系内でのサケの母川回帰について

くすも けいち

楠茂 恵一（北海道区水産研究所 さけます生産技術部 十勝さけます事業所）

## はじめに

前号（SALMON 情報 No. 10）16～19 ページの「サケの母川回帰精度について（福澤）」では、耳石温度標識魚の他河川への迷入の実態から、サケの母川回帰精度が極めて高いことが報告されていますが、本稿では、十勝川水系に放流された耳石温度標識魚の回帰状況を調べることで得られた知見として、十勝川水系内でのサケの母川回帰性に関する情報を紹介します。

## 方法及び結果

十勝川は、本流の千代田堰堤にある千代田捕獲場（猿別川との合流点より約5 km上流に位置）と支流の猿別川にある幕別捕獲場（本流との合流点より約1 km上流に位置）の2カ所でサケ親魚を捕獲しています（図1）。十勝川では、幕別捕獲場から35 kmほど上流にある十勝さけます事業所からのみ耳石温度標識魚を放流しており、千代田捕獲場の上流からは耳石温度標識魚を放流していないことから、同一水系支流間での母川回帰精度を調べることを目的とした調査を行いました。