

1998年にベーリング海で標識放流されたサケの日本における再捕とアーカイバル標識による情報

うらわ しげひこ*1・おの いくお*2・ふくわが まさあき*3・うえの やすひろ*4・ロバート ウォルカー*5・ナンシー デービス*5
 浦和 茂彦*1・小野 郁夫*2・福若 雅章*3・上野 康弘*4・Robert Walker*5・Nancy Davis*5

はじめに

海洋を広く回遊するさけ・ます類の分布や移動経路を明らかにする方法として、標識放流、鱗相分析、寄生虫分析や遺伝的系群識別などがある。北洋における標識放流は、北太平洋漁業国際委員会 (INPFC) の活動の一環として1956年より組織的に開始され、1991年までの36年間に約41万個体のさけ・ます類が外部標識を装着して放流された (小倉 1994)。このうち、サケ (*Oncorhynchus keta*) は139,547個体が標識放流され、1,867個体が各国の沿岸あるいは河川で再捕されている。各国全体の平均再捕率は1.3%に過ぎないが、日本におけるサケの再捕尾数は710個体で最も多い。公海におけるさけ・ます類の漁獲が禁止された1992年以後も北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) のもとで沖合における標識放流が続けられている。昨年 (1998年) にはさけ・ます類962個体が北太平洋とベーリング海で標識放流され (Ueno and Ishida 1998)、9月から12月にかけて日本の沿岸と河川で例年になく多くの標識サケがみつかった。この中には水温等を記録するアーカイバル標識 (Archival tag) を装着したものも含まれていた。

標識放流と再捕結果

1998年6月から7月にかけて、海洋水産資源開発センターが用船した北海道実習船管理局所属の若竹丸よりサケ115個体が中部北太平洋で734個体が中部ベーリング海で放流された (図 1)。これらの魚は延縄により漁獲されたもので、体長 (尾叉長) を測定し年齢査定用の鱗を採取後、2種類のディスク標識 (図 2Aの上2枚) を背鰭基部に装着して放流された。このうち、ベーリング海中部海域で標識放流されたサケ67個体が北日本各地の沿岸と河川で再捕されたが (図 1)、中部北太平洋で放流されたサケは1個体も再捕されなかった。ベーリング海で標識放流されたサケの日本における再捕率は9.1%と例年になく高率であった。地域別にみると、根室海区が32個体、オホーツク海区が25個体であり、両海区で全体の85%を占めた。本州では、日本海沿岸の秋田県男鹿半島と富山県庄川、太平洋沿岸の青森県泊および岩手県久慈 (2個体) で標識魚が合計5個体みつかった。標識放流後、再捕までの日数は63-148 (平均96) 日であった。時期別の再捕個体数は9月が13個体、10月が47個体、11月が6個体、12月が1個体であり、9-10月に標識魚の再捕が集中した。

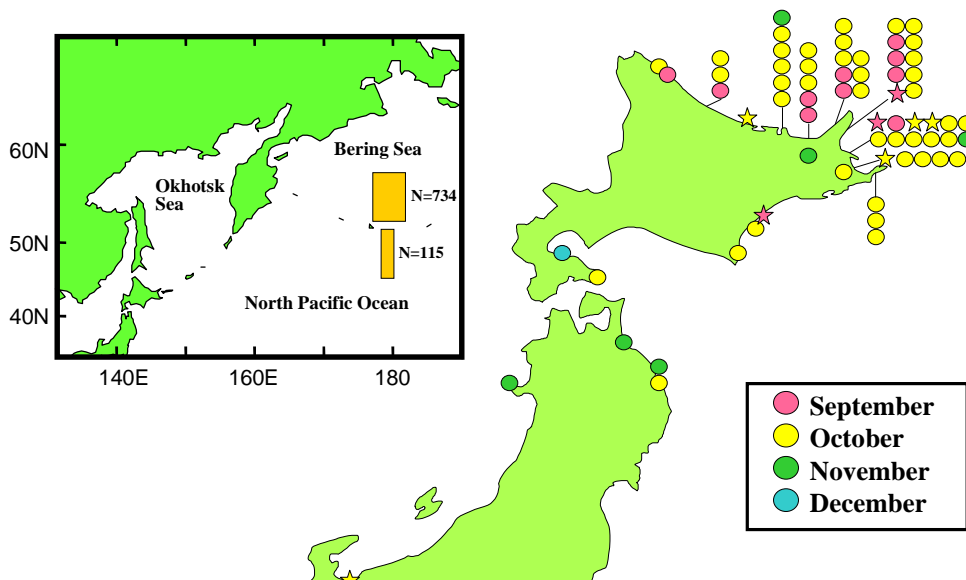


図 1. 1998年6-7月に北太平洋およびベーリング海で標識されたサケの放流位置 (左上図の黄色部分; 数字は放流数) と日本における月別の再捕位置。丸印は通常のディスク標識魚、星印はアーカイバル標識魚の再捕位置を示す。

*1調査課遺伝資源研究室長。*2増殖管理課技術開発係。*3北海道区水産研究所亜寒帯漁業資源部浮魚・頭足類生態研究室。*4東北区水産研究所八戸支所資源評価研究室。*5 Fisheries Research Institute, University of Washington。

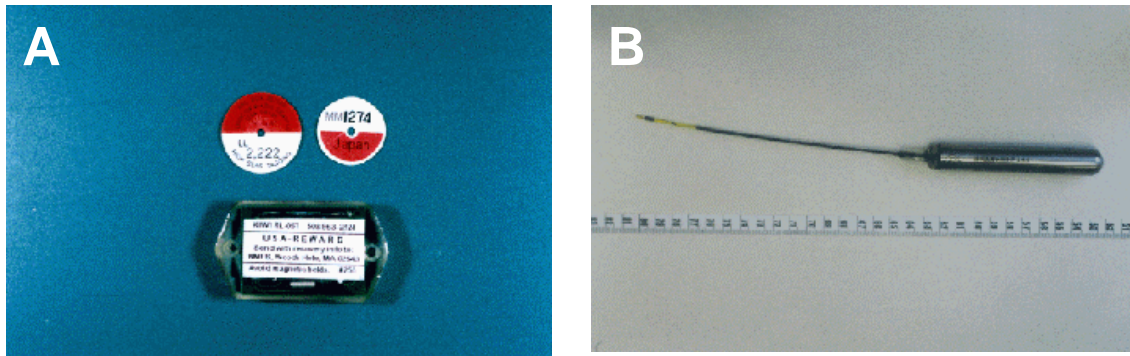


図 2. 外部装着式アーカイバル標識と沖合標識で通常用いられている2種類の赤白ディスクタグ (A), および内部装着式アーカイバル標識 (B).

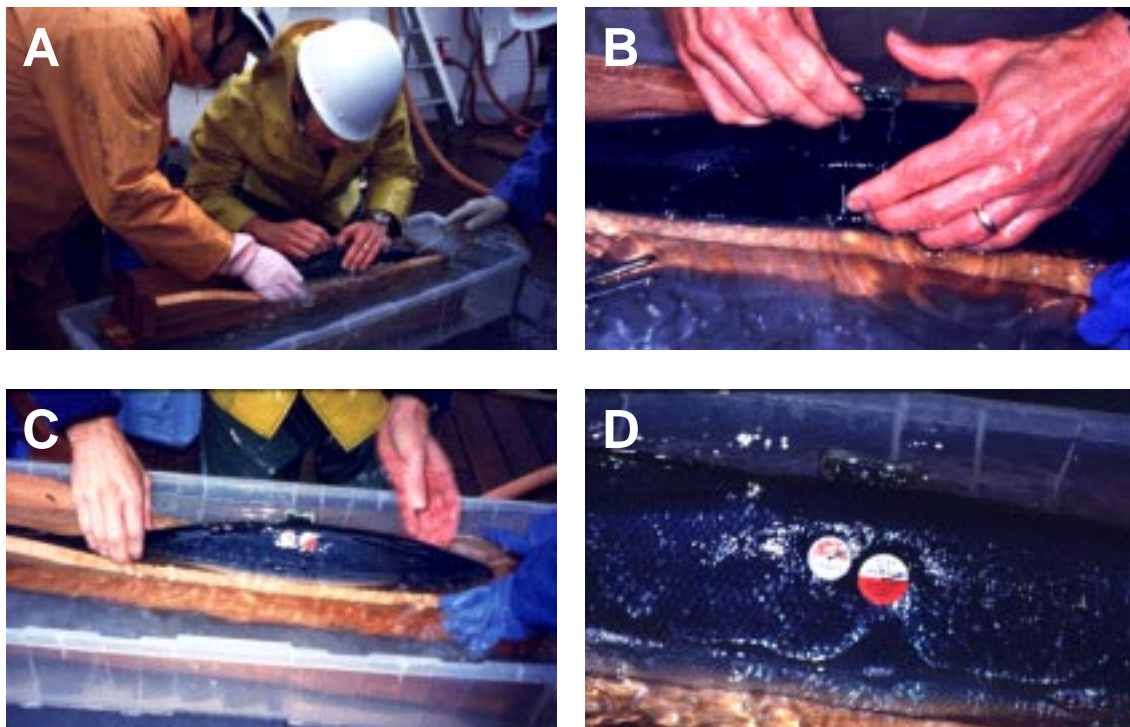


図 3. 外部式アーカイバル標識の装着. 延縄で漁獲された魚の背鰭下部に記録装置をピンで附着し (A, B), 反対側に突出したピンにディスクタグ2枚を取り付け固定する (C, D).

遺伝的系群識別によると、日本系サケは成魚と未成魚とも夏季 (7月) に大部分がベーリング海に分布し、北太平洋には極めて少ないことが示唆されている (Urawa et al. 1997, 1998). 今回の標識再捕結果はこれを裏付けるものである. 北海道の根室とオホーツク海沿岸で多数の標識魚が再捕されたが、漁獲尾数と再捕尾数を比較すると必ずしも比例しないことから、地域的な発見率の差は再捕努力の違いによるのかもしれない. 一方、7月に中部ベーリング海で標識放流されたサケで再捕されたものは9-10月回帰群がほとんどであったことから、標識時期 (7月) に回帰の遅い群は別の水域に分布している可能性もある.

アーカイバル標識の特徴

さけ・ます類の遊泳行動を調査するために、超

音波発信機を魚に装着して魚の位置や水深が調べられているが (小倉 1994), この方法では常に船で追跡しなければならず、通常得られる情報は数日分に限られる. また、標識を付け放流した直後のさけ・ます類は、1週間程度通常とは異なる遊泳行動を示す (Walker et al. 1998). これに変わる方法として、水温など各種環境データを測定するセンサーとメモリーを備えたアーカイバル・タグという超小型標識が開発され、沖合におけるさけ・ます類の遊泳行動研究に用いられるようになってきた. 特に大西洋サケ (*Salmo salar*) やブラウントラウト (*S. trutta*) などで多くのデータが得られ、北太平洋のサケ属魚類でもクリル諸島付近の水域から9月初旬に放流したアーカイバル標識サケを36日後に北海道沿岸で再捕に成功した例がある (Ishida et al. 1997).

Japanese Chum Salmon - temperature data tag 255
University of Washington High Seas Salmon Project

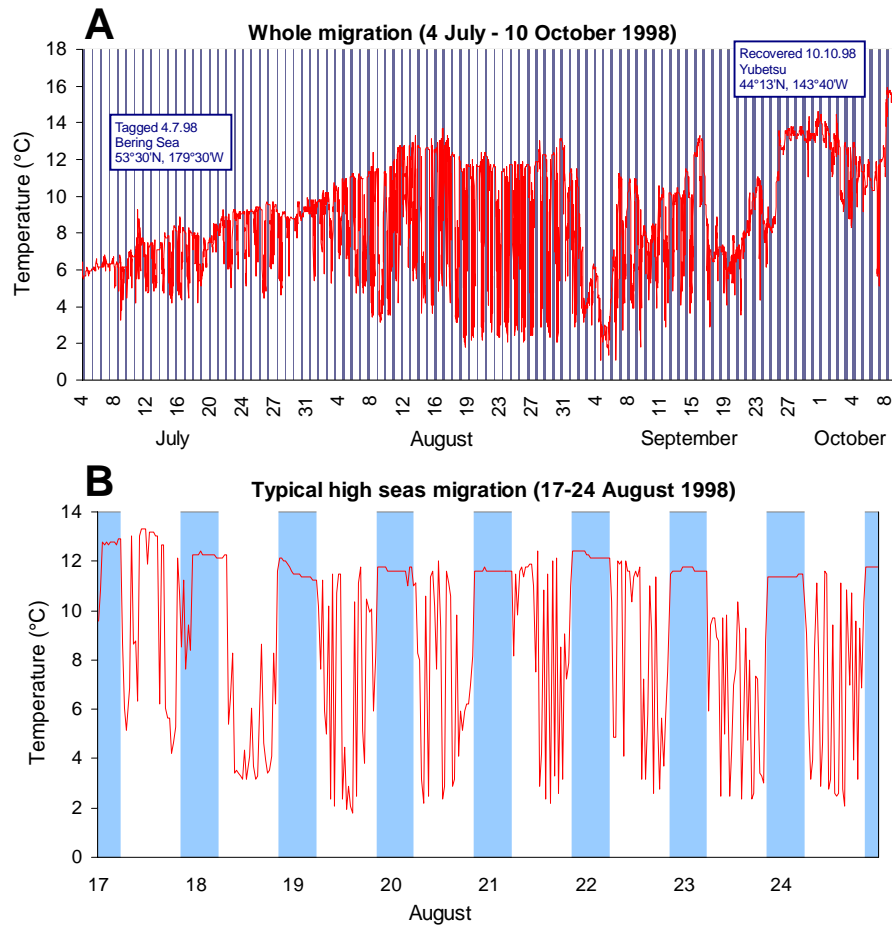


図 4. 1998年7月4日にベーリング海 (53°30'N, 179°30'W) で標識放流され、同年10月10日に北海道オホーツク海沿岸湧別で再捕されたサケ (Tag #255) の遊泳水温記録。A, 放流から再捕まで98日間の水温変化; B, 沖合における典型的な例 (8月17-24日)。水色部分は夜間帯を示す。

今回用いられたアーカイバル標識は外部装着式と内部装着式の2種類が用いられた。ワシントン大学のグループが用いた外部装着記録計 (Kiwi Ready Logger RL-05T) は、マッチ箱程度の大きさで (長さ40 mm, 幅23 mm, 厚さ8 mm), 重さは9.5 g, -5° ~ 30°Cの範囲を0.2°Cの誤差で測定する水温センサーと最短15秒間隔で8,192回記録できるメモリーを備えている (図 2A)。この記録計を魚の背鰭前端部分にニッケルピンで装着し、反対側に突き出たピンに2種類のディスクタグ (ワシントン大学と水産庁, 色は赤白) を通し、ピンを折り曲げて固定する (図 3)。この作業は比較的簡単で、慣れると1分以内に終了する。数ヶ月後に再捕された魚にもしっかりと記録計が装着し、魚へのダメージも比較的少ないことが今回確認された (Walker et al. 1998)。

一方、水産庁のグループが用いた内部装着式アーカイバル標識 (Northwest Marine Technology, Inc.) は、外部がステンレス製で長さ100 mm, 直径16 mmの筒型をし、重さは52 gである (図 2B),

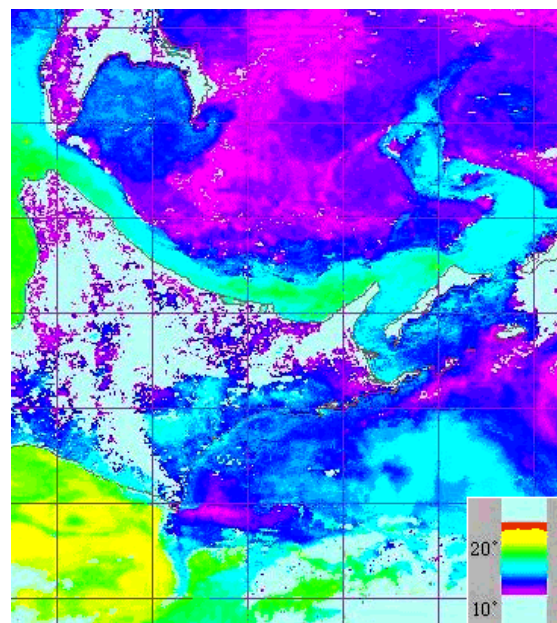


図 5. 1998年9月下旬の北海道周辺の表面水温分布を示す衛星画像 (第一管区海上保安本部水路部提供の画像 www.jhd.go.jp/cue/KAN1/kaisyuu/sokuho98/no9819.jpg を改編)。

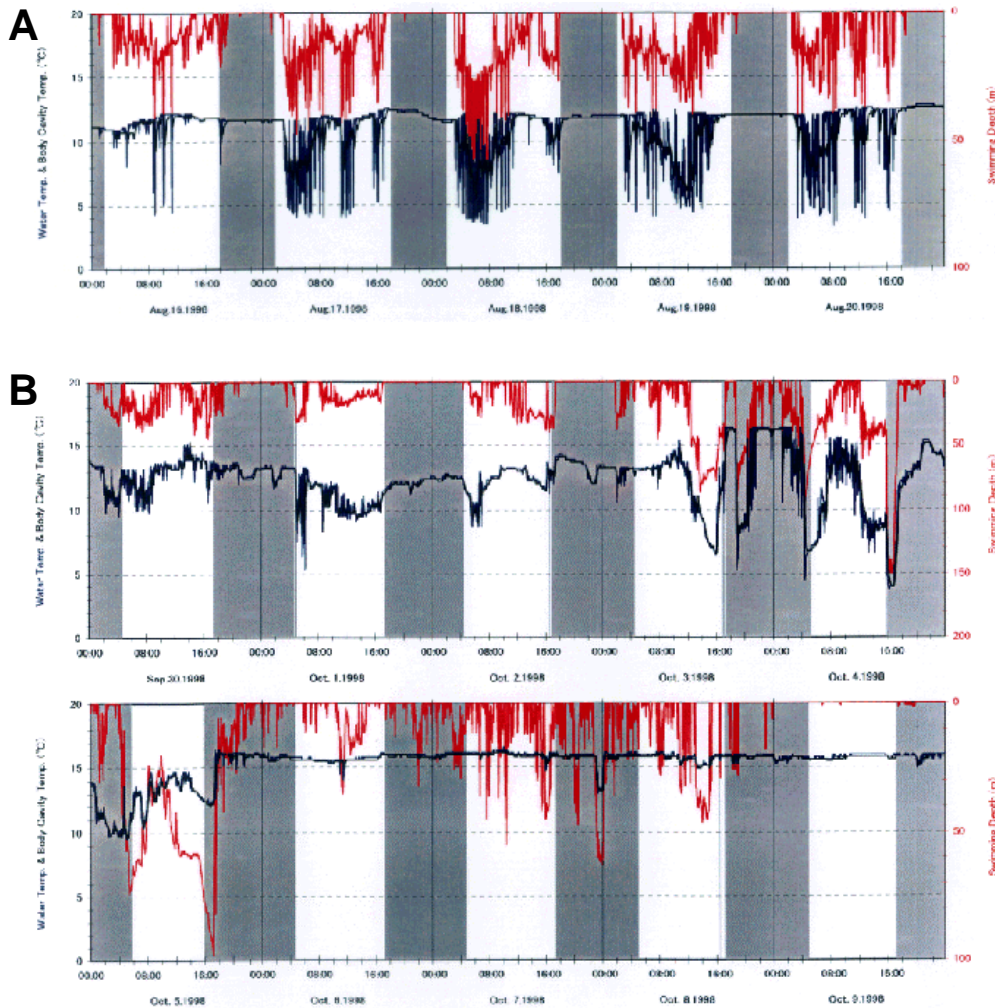


図 6. 1998年7月12日にベーリング海 (56°30'N, 177°30'W) で標識放流され、同年10月10日に北海道標津沿岸で再捕されたサケ (Tag #894) の遊泳水温 (濃紺線) と水深 (赤線) の記録の一部。A, 沖合回遊における典型的な例 (8月16-20日)；B, 沖合から沿岸への回遊時期 (9月30日-10月9日) の記録。灰色部分は照度感知しなかった (夜間) 時間帯。

末端から直径2 mmのセンサーが伸び、水温、体温、水深 (水圧)、および光を測定することができる。光センサーがとらえた日の出と日の入り時刻から標識魚の大まかな位置を算出し、回遊経路を推定することも可能である。このアーカイバル標識はやや大型であり、魚の腹部の一部を開腹し、そこから記録計を腹腔内に挿入して開口部を縫い合わせる作業を必要とする。ワイヤー状のセンサー部分のみが魚体の外側に露出する。

アーカイバル標識による情報

1998年7月に中部ベーリング海において、外部式アーカイバル標識を装着したサケ23個体と内部式アーカイバル標識を装着したサケ25個体が放流された (Ueno and Ishida 1998)。これらの魚は若竹丸の延縄により漁獲されたものであるが、再捕率を高めるため、その場で鱗を採取して鱗相を調べ、日本系と判断されたサケをアーカイバル標識に用いた。その結果、外部式5個体 (再捕率21.7%) と内部式3個体 (同12.0%) が、9月から10月下旬に

かけて日本の沿岸と河川で再捕された (図 1)。再捕率は中部ベーリング海における全サケ標識魚の平均再捕率 (9.1%) よりも高かった。

この内、7月4日に中部アリューシャン列島のやや北側 (53°30'N, 179°30'W) で標識放流され98日後の10月10日に北海道オホーツク海沿岸の湧別サケ定置網で再捕されたサケ (雄4年魚、尾叉長は標識放流時560 mmで再捕時610 mm、推定最短遊泳距離2,845 kmで遊泳速度は29 km/日) に装着した外部式アーカイバル標識 (Tag #255) に30分毎に記録された水温データを図 4 に示した。放流時には6-7°Cの水温帯を遊泳しているが、遊泳水温の最高値は8月中旬まで少しずつ上昇し、9月には減少するが沿岸に近づくと再び上昇し、再捕直前の2日間は16°C程度となった (図 4A)。8月中旬頃の沖合での遊泳水温は、夜間に12°C程度でほとんど変化しないが、昼間は2°Cから13°Cまで激しく変化し、頻りに垂直移動を行っていることが示唆された (図 4B)。参考のため、回帰時期における北海道周辺の表面水温の衛星画像を図 5 に

示したが、オホーツク海沖合では水温が10-14 なのに対し、沿岸は水温15 以上の水塊に覆われていた。

今回用いられた外部装着式アーカイバル標識は水温センサーのみを備えるが、内部装着式のものには水温に加えて、体温や水深などの情報を得ることができる。図 6 には7月12日に中部ベーリング海で放流され、前例と同じ10月10日に北海道標津沿岸の定置網で再捕されたサケ (Tag #894, 雌4年魚, 尾叉長は標識放流時570 mmで再捕時590 mm) で記録された水温と水深の一部を示した。沖合域においてサケは夜間ほとんど表層に分布していたが、昼間は頻りに垂直移動を繰り返し、時には50 m以上潜ることもあった (図 6A)。沖合から沿岸に近づくと、昼夜とも垂直移動を繰り返し、水温が15°C以上になると水深100-150 m層まで潜水した (図 6B)。同じく標津沿岸で9月10日に再捕されたサケ (Tag #256, 雌5年魚, 尾叉長は放流時670 mmで再捕時690 mm) は、沿岸に近づき水温が15-17 に上昇すると水深250 m層 (水温約2) まで潜り、そこに10時間以上滞在した。表層の高水温を避けて底層を遊泳する行動は岩手県沿岸に回帰したサケ成魚で観察されている (上野 1993)。

今後の課題

さけ・ます類の遊泳行動研究において、アーカイバル標識は長期にわたり連続的なデータを得ることを可能にした。今回回収されたデータは夏から秋にかけて母川に向け回遊するサケ成魚より得られたものであるが、未成魚に装着したアーカイバル標識が回収できれば、越冬期を含めた周年の生息環境情報を得ることができる。また、光センサーによる日の出と日没時間を利用した位置の推定は、現在の所かなり誤差が大きいが、精度が高まればさけ・ます類の回遊経路を明らかにする画期的な方法となるであろう。

このようにハイテク技術を利用した標識放流により今後とも様々な情報が得られることが期待される。母川回帰するサケ成魚が、夜間は表層に分布するのに対し、昼間は頻りに垂直移動を繰り返すのは何故なのか？母川に近づいた魚が水深100 m以上の層に潜るのはほんとうに高水温を避けるためなのか？母川回帰のメカニズムを含め、海洋を大回遊するさけ・ます類の分布や行動に関する様々な疑問が今後解決され、資源管理にも応用されるであろう。

アーカイバル標識はまだ高価であることがネックである。しかし、日本系サケが多く分布するベーリング海における標識放流の再捕率は高く、鱗相分析で絞り込めばさらに再捕率の高まることが立証された。日本における沖合標識魚の再捕報告

数は他国を圧倒している。日本以外の研究者もこれに着目し、日本系サケをターゲットとしてアーカイバル標識を実施している。高再捕率の背景には、日本産サケの大部分が人工孵化により維持されているという事情もあるが、何よりも沿岸漁業者や関係機関の高い関心と協力があってなせるものであり、今後とも皆様のご協力をお願い申し上げる。

引用文献

- Ishida, Y., A. Yano, M. Ban, and M. Ogura. 1997. Vertical movement of chum salmon, *Oncorhynchus keta*, in the western North Pacific Ocean as determined by a depth-recording archival tag. (NPAFC Doc. 272.) National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Agency of Japan, Shimizu. 11 p.
- 小倉未基. 1994. 北太平洋の沖合い水域におけるサケ属魚類の回帰回遊行動. 遠洋水研報 31: 1-139.
- 上野康弘. 1993. 本州太平洋沿岸域のシロザケ親魚の生態と資源に関する研究. 遠洋水研報 30: 79-206.
- Ueno, Y., and Y. Ishida. 1998. Salmon tagging experiments and recovery of salmon lacking adipose fin collected by Japanese salmon research vessels in the North Pacific Ocean, 1998. (NPAFC Doc. 324.) National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Agency of Japan, Shimizu. 8 p.
- Urawa, S., Y. Ishida, Y. Ueno, S. Takagi, G. Winans, and N. Davis. 1997. Genetic stock identification of chum salmon in the North Pacific Ocean and Bering Sea during the winter and summer of 1996. (NPAFC Doc. 259.) National Salmon Resources Center, Fisheries Agency of Japan. 11 p.
- Urawa, S., Y. Ueno, Y. Ishida, S. Takagi, G. Winans, and N. Davis. 1998. Genetic stock identification of young chum salmon in the North Pacific Ocean and adjacent seas. (NPAFC Doc. 336.) National Salmon Resources Center, Fisheries Agency of Japan. 9 p.
- Walker, R. V., K. W. Myers, N. D. Davis, K. Y. Aydin, H. R. Carlson, K. D. Friedland, G. W. Boehlet, S. Urawa, Y. Ueno, and G. Anma. 1998. Thermal habitat of migrating salmonids in the North Pacific Ocean and Bering Sea as recorded by temperature data tags in 1998. (NPAFC Doc. 350.) FRI-UW-9813. Fisheries Research Institute, University of Washington, Seattle, WA. 28 p.