

## 鯨 研 通 信



第384号

1994年12月

財団法人 日本鯨類研究所 〒104 東京都中央区豊海町 4番18号 東京水産ビル 電話 03 (3536) 6521 (代表)

ミンククジラの資源管理への  
集団遺伝学の応用

ルイス A. パステネ、後藤睦夫 (日本鯨類研究所)

## はじめに

生物種は一般にいくつかの系群から構成されている。生物学的系群とは一定の環境の中で互いに独立で、それ自身固有の変動様式を持つ同種の個体の集団、すなわち他の集団とは遺伝子を自由に交換しない生態学的な単位と定義される (Ihssen *et al.*, 1981)。この系群の判別に関する十分な情報がなければ、ある系群の乱獲による消滅あるいは生活圏の崩壊によって、種の持つ重要な遺伝的多様性が消される危険性がある。

そこで、鯨類の保護や資源管理を行うためには系群を基本的単位として、個々の系群について資源量と生物学的特性値などの正しい情報を集めることが必要となる。しかし、鯨類における生物学的系群の判別は簡単な仕事ではない。1975年に国際捕鯨委員会 (IWC) で新管理方式 (NMP) が制定されて以来、鯨類はIWCの構成国が作成した、管理のための境界で区切って管理されてきた。しかし、その後、生物学的な新しい研究が進むにつれて、これらの境界で区切られた管理単位と生物学的系群とが必ずしも一致しないことがわかってきた。

系群判別のデータを、1991年にIWCで採用された改訂管理方式 (RMP) の捕獲限度算定法 (CLA) に直接適応することはしなくて済むが、そのデータは捕獲限度量の適用の単位海区である小海区を決定するために必要となってくる。

したがって、個々の系群判別や系群の位置、その動態、混合の状態を推定し、管理単位が生物学的系群と同じかどうかを調べるのが重要になる。これにより、例えば、地理的に異なる2つの管理単位には、それ

ぞれに異なる系群が存在するか？あるいは、1つの特定の管理単位に2つ以上の系群が存在するか？もし存在するならば、異なる系群間でどの程度の交流が起こっているか？などの疑問に答えることができるだろう。これによって、小海区の範囲を変更して、より合理的な資源の利用と管理ができるようになる。

ここ数年間で、鯨類についても遺伝的変異や系群判別を行うためのDNAを用いた数多くの遺伝学的な研究が報告されるようになった。著者らは、上記の問題を解決するために、ミトコンドリアDNA (mtDNA) を用いて研究を行っている。そこで、以下にmtDNAの特徴、当研究所で行っている実験方法、分析方法について簡単に解説したい。さらに、当研究所が調査しているミンククジラでのmtDNAの変異あるいは系群判別に関する研究結果についても紹介する。最後に、現時点での問題点や将来に向けての研究の方向性についても議論したい。

## ミトコンドリアDNAについて

## mtDNAの分子特性

ミトコンドリアは細胞内にある $0.5 \times 2 \mu\text{m}$ ほどの器官で、真核生物の祖先に共生した異生物が起源であるといわれている。ただし、現在では細胞のエネルギー産生に必須の役割を果たしている。このミトコンドリアには、核の染色体DNAとは異なり、核外で自己増殖する独自のmtDNAが存在する。mtDNAは核DNAとは違う様々な特徴を持っている。

mtDNAは2本のDNA鎖が強くコイルした環状の分子で、鯨類の場合16.5~17.6Kbp (Kbp = 1,000塩基対) で構成されている。ヒトの場合、核DNAが約30

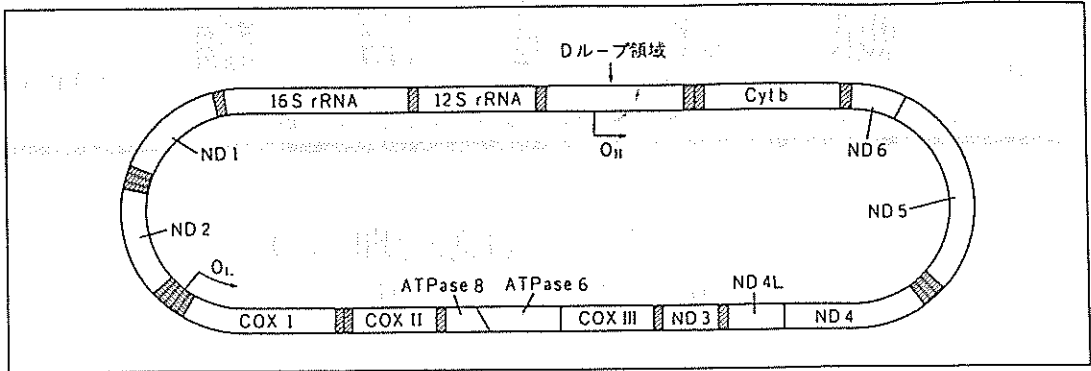


図1 ヒトのミトコンドリアDNA遺伝子の配置 (Anderson *et al.*, 1981より)

億対の塩基を持つことと比較すると、はるかに小さいことが分かる。mtDNAに含まれる遺伝子は今まで調べられた現生するすべての動物で同じで、13種類のタンパク質、2種類のリボソームRNA、22種類の転移RNAに限られていることがわかった(図1)。核DNAは遺伝子間に、特に遺伝子の発現に関与しないイントロンと呼ばれる配列が95%程度も存在するといわれるが、mtDNAの全体の約93%は遺伝情報を持つ領域で、遺伝情報を持たない領域はわずか7%しかなく、これが核遺伝子との大きな違いになっている。

第2の特徴は、mtDNAは核DNAに比べて塩基置換速度が5~10倍速いことである。塩基置換が速いということは、mtDNAは核DNAに比べて数倍も大きな変異が蓄積されていることを意味している。これは生物進化を研究する上で強力な武器となる。この特徴は、例えばナガスクジラやザトウクジラ、ミンククジラといった近縁種間の違いや、ミンククジラの集団など同一集団内の多様性あるいは系統関係を解析するための優れた指標となる。

第3の特徴は母系遺伝である。哺乳類の卵には約10万個のミトコンドリアがあるのに比べて、精子の中核部分には約50個のミトコンドリアしか存在しない。しかもこの精子のミトコンドリアは卵内に入らないか、入っても活性化されないため、mtDNAは母方の遺伝子型だけを遺伝することになる(Dawid and Blacker, 1972)。このことは、mtDNAが生物集団の研究において強力な遺伝的標識になることを意味している。また、父系と母系とが入りまじった核DNAと異なり、mtDNAは系統関係を復元するのにきわめて適しており、さらに、組み替えが起こらないため解析が簡単になるという利点を持つ。

### mtDNAの精製と変異の検出

mtDNAの分析はDNAを抽出することから始まる。哺乳類のDNA抽出には、肝臓や心臓、脳、卵巣、腎臓などの内蔵組織が適している。しかし、抽出できるDNAの量は組織の質や量に左右され、それによって実験方法が異なる。

一般にmtDNAの分析は、DNAの抽出・精製、制限酵素によるDNAの切断、電気泳動、泳動像の染色の4つの主要な過程を経る。詳細にはいくつかの異なった方法があるが、分析法はA、Bの2つの方法に大別できる。この2つの方法は第1段階のDNAの抽出法に違いがあり、これに応じて最終段階のDNAの切断片の染色法が異なる。A法は、抽出の段階で試料からできるだけ核DNAを除いてmtDNAを精製し、最終段階では非特異的なDNAの染色法により結果としてmtDNA断片だけを染色する方法であり、第1段階の精製の過程と収量が成果を大きく決定する方法である。一方、B法は核DNAも混合した全DNAを粗抽出しておき、最後の段階でサザンブロッティング法によりmtDNAをプローブ(探し針)としたDNA-DNAハイブリダイゼーション(鋳型DNAと標識されたDNAとの結合)を利用して、泳動した無数のDNA断片からmtDNAだけをより分けて、特異的に染色する方法である。

従来A法は3~10gの組織を必要としたが、我々はこれを改良して、200~300mgの組織でも検出できる'mini-prep法'を開発した(Pastene *et al.*, 1993)。この方法は使用する組織の量が少ないので、少量の試薬や小型の器具の使用を可能にし、迅速に廉価で実験を行うことができる。さらにこの方法は、鯨類の場合、新鮮な肝臓組織だけでなく、保存状態が良ければ凍結

組織でも分析することが可能である。我々は7年前の凍結試料でも良好な結果を得ている。

一方、試料が極微量しかない場合や、保存状態が悪くて核DNAの混入がみられる標本の分析には、mini-prep法に比べて検出感度が高く、mtDNAだけを特異的に検出するサザンハイブリダイゼーション法が適している。mini-prep法は基本的に肝臓しか使えないが、この方法は、100mg程度の肝臓はもとより筋肉、心臓、表皮などの組織からの粗抽出液での分析が可能で、組織は凍結でもアルコール固定でもよい。しかし、この方法は実験手順が多いため、mini-prep法に比べて、検出するために3倍程度の日数が必要で、実験費用が高いという欠点を持つ。

### 遺伝子の増幅

前項で述べた方法はmtDNAの全領域の分析に適している。しかし、近年mtDNAの分離精製に代わって、ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)を用いたDNA分子の一定領域を増幅する方法が開発された。この方法を用いると、短時間のうちに極微量の生体試料から特定のDNA領域を増幅し、それらの産物の後述するRFLP分析や塩基配列を決定することが可能になった。PCR法に用いる試料は必ずしも精製したDNAでなくてもよく、保存状態の悪い試料にも応用できる。

動物のmtDNA配列上の変化には、配列の再構成、付加、欠失および塩基置換の4種類の型があるが、mtDNAの中で最も多くの付加や欠失が生じる部分は、制御領域とかD-loop領域として知られている複製が開始する領域である。この領域の大きさは鯨類の場合約1,000bpと推定され、鯨類のD-loop領域の場合、置換率はmtDNAの他の領域より2.8~5倍高いと推定されている。D-loop領域での塩基配列の違いは、集団内あるいは集団間の遺伝的変異を決定するための基礎となっている。

この方法を用いる実験は、実際に数種の鯨類での遺伝学的研究に広く用いられている。我々はHoelzel and Dover (1991)のPCR原理を参考にして実験を行っている。図2に示したように、PCRの原理は非常に単純である。プライマー(図中のP、以下同)と呼ばれる短いDNA鎖が、標的となる配列(T1, T2)のどちらかの端で接合するように設計されている(a)。標的となる配列は熱変性によって1本鎖へ解離し、プライマーが接合されると、そのコピーはそれぞれDNA鎖からDNA合成酵素を使って複製される。このようにPCRは、熱変性(D)、接合(A)、伸長(E)の3つの

反応で構成される(b)。この反応を繰り返すことによって、目的とする領域が指数関数的に増幅され(c)、理論的には目的のDNAが1分子あれば、20回の反応で約100万倍に増幅されることになる。

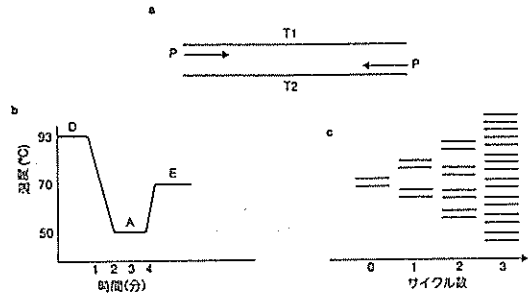


図2 ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)の概略図 (Hoelzel and Dover, 1991より)

### mtDNAのRFLP分析

我々は前に述べた方法で得たmtDNAを用いて、制限酵素切断片長多型(RFLP)の比較分析を行い、鯨類間の系統関係や生物種内、特にミンククジラの多様性を調べて系群判別を行っている。RFLP分析法とは、制限酵素によって切断されたDNA切断片の長さの異同を調べて、遺伝的情報を得る方法である。

mtDNAの塩基配列の変異は制限酵素分析で検出される。DNAはアデニン(A)、グアニン(G)、チミン(T)シトシン(C)の4種類の塩基が直鎖状に並んで構成されているが、制限酵素はその種類によって特定の塩基配列(通常は4~6塩基)を認識して、DNAの2本鎖を特異的に切断する働きをする。制限酵素の切断によって、mtDNAは認識部位の個数と同じ数の様々な大きさの切断片を生じる。この切断片は、通常寒天のような支持体を用いて電気泳動後検出される。認識する特定の塩基配列のうちの少なくとも1つの塩基対が変異によって置き換わると、切断型の変異を生じる。同一個体について、数種の制限酵素の切断で得られた切断型を、それぞれ組み合わせることにより、いくつかの型(ハプロタイプ)が明らかになる。mtDNAの変異を調べるための統計的な分析は、主にハプロタイプの頻度や、ハプロタイプ間の塩基置換率の推定が基礎となる。この値は制限酵素によるDNAの切断の結果生じた、切断片の数や認識部位の数から求めることができる。

## ミンククジラの遺伝学的研究

我々は遺伝学研究を行うために、1994年4月に、宮城県牡鹿町の当研究所鮎川実験場にDNA分析装置を導入して、実験を開始した。以下に同実験場で行われた実験結果も含めて、我々の研究成果について紹介したいと思う。

## 南半球のミンククジラ

## a) 普通型と矮小型

北半球と南半球のミンククジラが形態学的にも遺伝学的にも異なり、少なくとも2つの亜種、*Balaenoptera acutorostrata acutorostrata* (北半球のミンククジラ) と *Balaenoptera acutorostrata bonaerensis* (南半球) が分類されている。また、南半球においても、形態的に異なる'普通型'と'矮小型'の2つの型の存在が報告されている (Best, 1985)。これらの型が形態学的に異なることについては多くの報告があるが、遺伝学的な研究は Wada (1983) のアイソザイムと、Wada *et al.* (1991) の mtDNA の研究のわずかに2編を数えるのみである。ただし、どちらの研究も1個体の矮小型しか用いておらず、しかも、互いに異なる結果が得られている。

そこで我々の研究室では、これらの関係を明らかにするために、当研究所が国から委託されて実施している南極海での捕獲調査 (JARPA) で得られた両型の試料を用いて、2つの遺伝学的研究を行った。最初の研究では、mtDNA の RFLP 分析を行い、両型間に遺伝的な相違があることを証明した。遺伝距離を推定したところ、5.24% と高い値を示し、この値は陸上あるいは海産哺乳類の種間で得られる値と同レベルであった。図3に、北太平洋、南半球普通型、および矮小型のミンククジラ mtDNA のハプロタイプ間の系統関係を表すデンドログラムを示した。3つの異なる型のハプロタイプは明らかに3つの群に分かれ、それぞれ異なる集団であることを示唆している。さらに、この図は矮小型が同じ南半球的普通型より北太平洋のミンククジラに近い関係であることも示している。

第2の研究は我々が名古屋大学と共同して行ったものである。mtDNA の D-loop の部分領域を PCR 法で増幅し、343bp の塩基配列を解読したところ、合計117個体の塩基配列から構築された系統樹は、南半球の矮小型と普通型、北太平洋、北大西洋がそれぞれ分化し、遺伝的に独立した集団であることを示唆した (図4)。矮小型ミンククジラは、南半球の普通型より

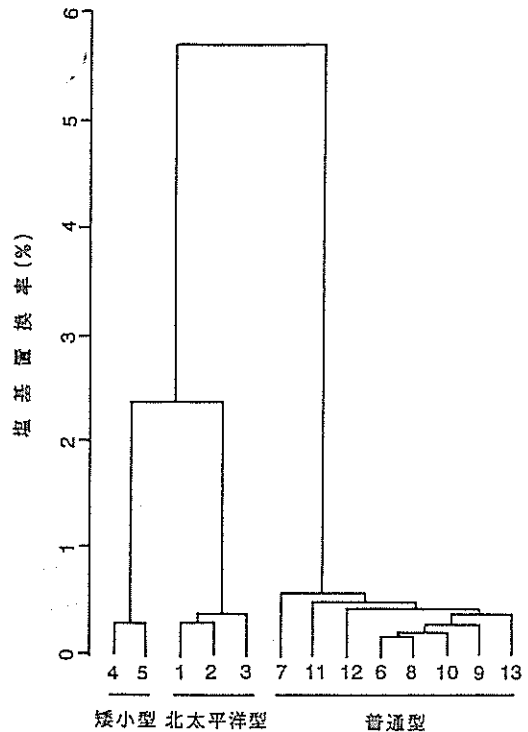


図3 ミンククジラ mtDNA 全領域の RFLP 分析による各ハプロタイプ間の関係を示すデンドログラム (Pastene *et al.*, 1994 より)

も北半球のミンククジラに遺伝的に類似し、さらに、北太平洋のミンククジラよりも北大西洋に近い関係を示した。矮小型は、その分布と生態的地位が一部重複しているにもかかわらず、遺伝的に明らかに普通型と異なっていた。

このような結果をふまえて、我々は将来、形態学や、mtDNA、核DNAなどの遺伝学的手法を用いて、南半球の矮小型と普通型、北太平洋、北大西洋のミンククジラの系統分類学上の関係を、総合的に位置付けることが必要になると考えている。

Pastene *et al.* (1994) の結果を考慮にいれて、IWC の科学委員会はこの矮小型が普通型と異なるとみなし、矮小型を普通型と別の管理の対象種に含めることを勧告した (IWC, 1994)。したがって、将来的には、南半球の2つの型ごとに資源量や生物学的特性値を推定し、個別に資源管理を行うことが重要になると思われる。

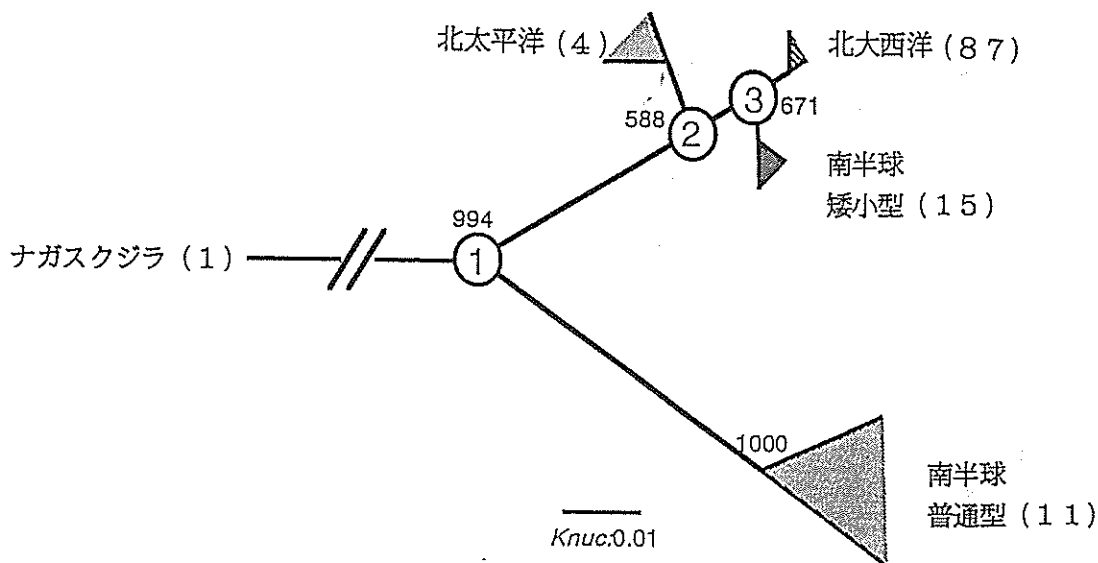


図4 mtD-loop DNA領域の塩基配列の比較によるミンクジラの4型間の系統関係 (Hori *et al.*, 1994より)

b) 南極海産普通型ミンクジラの系群判別の研究

戦前からシロナガスクジラの分布密度、地理的濃淡を基礎にして、南極海は6海区に区分されていた。IWCは従来、この区分を基にしてニタリクジラを除く、南半球に生息するヒゲクジラ全種の資源管理を行うためにこの境界を適用してきた。しかし、Donovan (1991) が提言するように、この様な区分の科学的根拠は少ない。

南半球のミンクジラの場合、RMPを実施する管理単位海域として、複数系群ルールの中で小海区が経度10度ごとに設定されている。系群判別に新しい情報が得られた場合、この経度の幅が修正される。しかし、今までアイソザイムの研究を除き、南半球のミンクジラの系群判別に関する、多くの試料を用いた広範囲にわたる遺伝的な研究は行われていなかった。

その後、南極海のIV区とV区での、2回の予備調査を含む、7回のJARPAの調査で、数多くの試料が採集されたことにより、異なる生化学的手法を用いた大規模な系群判別研究を行うことが可能になった。

前述したように、我々は大量の試料から迅速にしかも廉価でmtDNAを抽出できるmini-prep法を開発した。この方法を用いて、IV区とV区の索餌域で採集された1,818個体のRFLP分析を行った。

繁殖域から南極海のIV区とV区の索餌域への回遊経

路や、調査期間で変動する系群の組成を推定するために、集団を地理的あるいは時季的に区分して解析をした。南西太平洋とインド洋の低緯度海域には複数の繁殖域が存在すると考えられている (Kasamatsu and Nishiwaki, 1990) が、これらの位置や索餌域への回遊経路に関する情報はほとんど無く、IV区とV区に回遊する系群との関係も明らかにされていない。そこで、便宜的に経度でIV区の西側 (IV-W) とIV区の東側 (IV-E)、およびV区の西側 (V-W) とV区の東側 (V-E) のそれぞれ経度30度幅の4つに区分し、さらにそれぞれを捕獲期間により前期 (12月から1月の中旬) と後期 (1月の中旬から3月) の計8グループに分けて分析を行った。

その結果、資源量が大きいので予想はされたが、この2海区でのmtDNAの多様性は非常に大きかった。また、地理的あるいは時季的な分析の結果、海区内でも高い異質性を示し、複数の系群が存在することが示唆された。また、海区と時季で区分した8グループ間のハプロタイプ頻度を統計的に比較すると、南極海の索餌域のミンクジラの系群は、以前に考えられていた以上に複雑な構造をしていることが理解されるようになった。したがって、索餌域の系群は、IV区とV区のような境界で分けることが出来ないことが明らかになった。我々の結果は、IV区の系群は少なくとも1つ



ではなく、V区も同様である可能性を示唆している。そして、海区内の組成は調査時季が進むにつれて変化し、境界を超えて移動していると考えられた。

IV-Wの前期のグループと他のグループ間のmtDNAハプロタイプの頻度を比較して、IV-Wの前期のグループは他の海区と区別することができた。これはこのグループが1つの系群に属する可能性を示している。しかし、IV-Wの後期のグループは、IV-Eの前期、後期と同じ組成を示し、これらを区別することはできなかった。mtDNA組成における地理的、時季的な多様性は、V区ではより複雑になる。これは、前期の試料数が少ないことも関係するため、試料数を増やして現在、さらに解析中である。

現在、南半球のミンククジラのRMPでは小海区は経度10度ごとに設定されている。しかし、我々の結果は、1つの小海区でも系群の分布は動的で、2つ以上の生物学的系群が存在することを示唆している。同時に2つ以上の小海区が1つの系群から成り、小海区の幅をもっと広げても合理的に管理できることも示唆している。

このように、ハプロタイプの頻度分布における地理的、時季的な異質性が確認されたが、この海区内で異なる系群を区別するための強力な遺伝的標識を見つけたことはできない。理由の一つは、用いた分析方法の検出感度に関係している。この可能性を確認するために、より感度が高いとされる方法を試みる必要がある。そのひとつは、現在、北太平洋の分析に用いているが、より高い変異を蓄積しているmtDNAのD-loop領域のRFLP分析を導入することである。さらに、mtDNAのRFLP分析は変異量を過小評価するので、D-loop領域の塩基配列を直接解読することがより良い方法と考えられる。第2の理由は、IV区とV区、とりわけ調査期間の後期では複数の系群が混合しているので、分析した試料から強力な遺伝的標識が得られないということである。もしこれが真実ならば、これらの標識は、繁殖域が存在すると考えられている、より低緯度での調査で見つかるかも知れない。さらに、前項で述べたことと同様にmtDNA分析に加えて核DNA分析も必要になると思われる。

#### 北西太平洋のミンククジラ

IWCは商業捕鯨が禁止されるまで、1) 日本海-黄海-東シナ海(J系群)、2) オホーツク海-日本太平洋沿岸(O系群)、3) 残りの北太平洋の3つの系群を基本にして、北太平洋のミンククジラの管理を行って

た。O系群と3)の系群間の境界は東経180度に設定されていたが、3)の系群は存在すると仮定して便宜的に設定された系群である。南半球の場合とは反対に、北西太平洋の系群間には、はっきりした境界線を引くことができる。形態学と生態学の組み合わせ(Ohsumi, 1983)や遺伝学(Wada, 1984; 1991)などの研究によって、日本海を含む系群と太平洋側の日本沿岸沖合いの系群が区別できることが報告されている。アイソザイムによる研究は、韓国と日本沿岸で採集されたミンククジラ間の1つの遺伝子座で、対立遺伝子の頻度に有意差が見られ、さらに、オホーツク海では、月別にみると4月に両系群が混合している可能性が示唆された。このような、系群の混合が特定の時季と海域で観察されたことは、回遊の過程で2つの異なる系群が交流する可能性を示唆している。北太平洋のミンククジラへのRMPの適用に備えて、1993年に開催されたIWCの北太平洋ミンククジラの資源管理の手引きに関する作業部会は、日本の回りに亜系群シナリオを設定した。これにより、J系群は3つの亜系群、O系群は4亜系群に分けられ、W系群が加えられた。さらに、これらの8系群は時季的な移動の違いによって13海区に区分された(図5)。RMPの指針に沿って捕獲限界を計算した場合、このIWCが設定した亜系群のシナリオを基に計算する場合と、そうでない場合とでは、その値が大きく異なることが予想される。

したがって、こうした状況の下で、北太平洋の系群判別に関する情報を蓄積することは、IWCによる系群のシナリオを受け入れるか否定するかを判断するために重要になってくる。そこで、我々は、北太平洋におけるミンククジラの系群構造の解明を目的とする捕獲調査を1994年から開始した。初年度は予備調査として、IWCのシナリオのW系群の存在について、シナリオの示す海域(157°~170°E)で調査を行った。北太平洋ミンククジラ捕獲調査で採集された試料と、過去に日本と韓国で行われた、捕鯨操業により採集・保管されていた試料を使用して、北西太平洋のミンククジラmtDNAの研究を行った。研究には、図5に示した6(韓国)と7(三陸)、9(中央北太平洋)、11(オホーツク海)の4海区の試料を用いた。

我々は1994年度の捕獲調査で採集した21個体を含む345個体の試料について、D-loop領域をPCR法で増幅後、RFLP分析を行い、8種類のハプロタイプを検出した。ハプロタイプ頻度の地理的な分布を図6に示した。太平洋側では1型の占める頻度が高いが、韓国ではこの1型は認められず、5型が主になっており、次

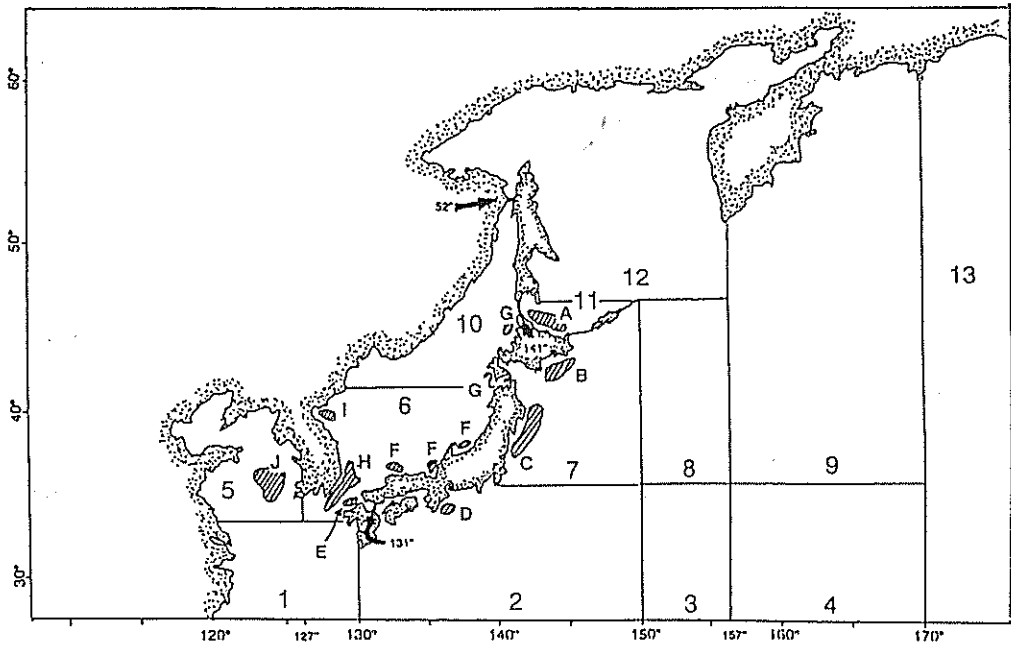


図5 IWCが作成した北太平洋西部の亜系群シナリオによる13海域の位置 (IWC, 1994より)

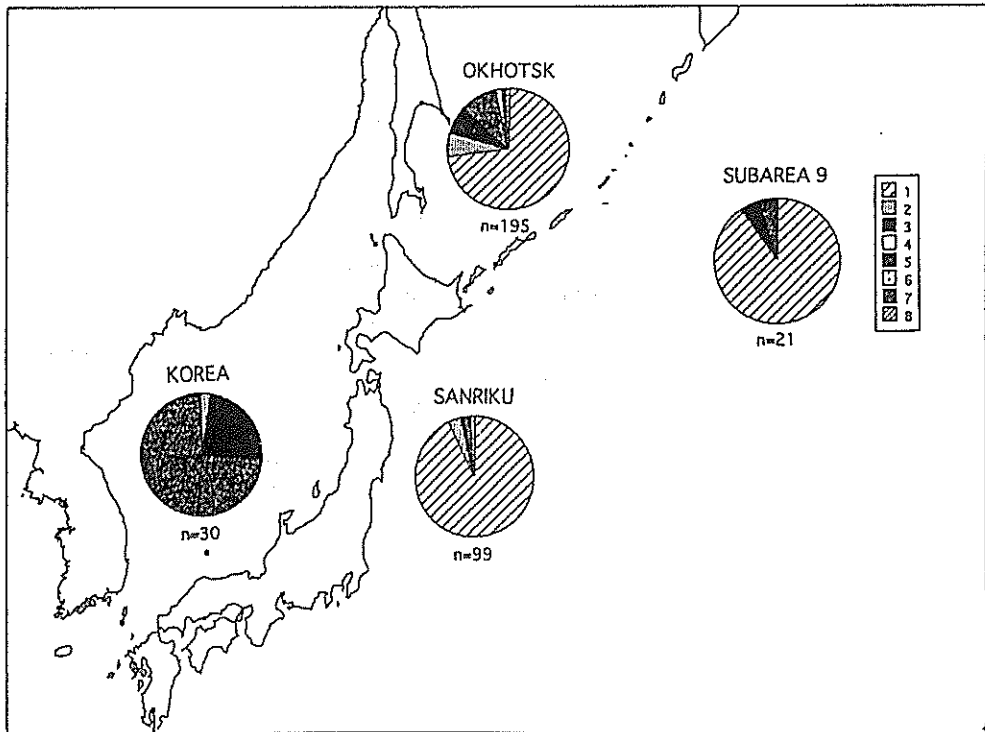


図6 北太平洋西部のミンクジラのmtD-loop DNA分析による各海域間のハプロタイプ頻度の比較

いで3型の頻度が高かった。太平洋側では、オホーツク海を除いて、5型と3型は非常に低い頻度を示した。オホーツク海のプロトタイプ組成を月別にみると、4月は韓国の代表型である3型と5型が多くみられ、5～9月では他の太平洋の集団と同じような結果が得られた。このmtDNA分析による結果は、北西太平洋にはJとOの2つの系群だけが存在し、それらの系群は、4月にオホーツクで混合しているというこれまでの報告と同じ結果が得られた。また、個体数が21個と少ないため今後の研究に課題は残されているが、調査海域と三陸にはプロトタイプ頻度に差がみられず、W系群は存在せず、O系群が広範な海域に分布している可能性が示唆された。さらにサザンハイブリダイゼーション法を用いた、mtDNAの全領域のRFLP分析も同様の結果を示した。これらの結果は、IWCの作業部会が採用したシナリオを明らかに否定するものであった。

近い将来、mtDNAプロトタイプの頻度を使って、海区、時季の違いや、オホーツク海での混合率を数学的に解析し、J系群とO系群のそれぞれの亜系群の関係を明らかにしていきたいと思っている。一方、これらの系群間のmtDNAプロトタイプ頻度の違いがみられたにもかかわらず、塩基置換率は非常に低かったが、これは、2つの集団が最近分化したことを示している。我々は、この仮定を証明するために直接D-loop領域の塩基配列を解読し、両系群を比較する予定である。

## 引 用 文 献

- Anderson, S., Bankeir, A.T., Barrel, B.G., De Bruijn, M.H.L., Coulson, A.R., Drouin, J., Eperon, I.C., Neirlich, D.P., Roe, B.A., Sanger, F., Schreier, P.H., Smith, P. J. H., Staden, R. and Young, I.G. 1981. Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature* 290 : 457 - 65.
- Best, P. 1985. External characters of southern minke whales and the existence of a diminutive form. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, Tokyo 36 : 1 - 33.
- Dawid, I.B. and Blacker, A.W. 1972. Maternal and cytoplasmic inheritance of mitochondrial DNA in *Xenopus*. *Devel. Biol.* 29 : 152 - 61.
- Donovan, G.P. 1991. A review of IWC stock boundaries. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 13) : 39 - 68.
- Hoelzel, A.R. and Dover, G.A. 1991. *Molecular Genetic Ecology*. Oxford University Press, 75pp.
- Hori, H., Bessho, Y., Kawabata, R., Watanabe, I., Koga, A. and Pastene, L.A. 1994. World-wide population structure of minke whales deduced from mitochondrial DNA control region sequences. Paper SC/46/SH14 presented to the IWC Scientific Committee, May 1994 (unpublished). 11pp.
- Ihssen, P.E., Booke, H.E., Casselman, J.M., McGlade, J.M., Payne, N.R. and Utter, F.M. 1981. Stock identification: Materials and methods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38 : 1838 - 1855.
- International Whaling Commission. 1994. Report of the Scientific Committee. *Rep. int. Whal. Commn* 44 : 41 - 201.
- Kasamatsu, F. and Nishiwaki, S. 1990. Breeding grounds and southbound migration of southern minke whales with special reference to stock boundaries. Paper SC/42/SHMi20 presented to the IWC Scientific Committee, June 1990 (unpublished) 26pp.
- Ohsumi, S. 1983. Minke whales in the coastal waters of Japan in 1981, with reference to their stock boundary. *Rep. int. Whal. Commn* 33 : 365 - 371.
- Pastene, L.A., Kobayashi, T., Fujise, Y. and Numachi, K. 1993. Mitochondrial DNA differentiation in Antarctic minke whales. *Rep. int. Whal. Commn* 43 : 349 - 55.
- Pastene, L.A., Fujise, Y. and Numachi, K. 1994. Differentiation of mitochondrial DNA between ordinary and dwarf forms of southern minke whale. *Rep. int. Whal. Commn* 44 : 277 - 281.
- Wada, S. 1983. Genetic structure and taxonomic status of minke whales in the coastal waters of Japan. *Rep. int. Whal. Commn* 33 : 361 - 363.
- Wada, S. 1984. A note on the gene frequency differences between minke whales from Korean and Japanese coastal waters. *Rep. int. Whal. Commn* 34 : 345 - 347.
- Wada, S. 1991. Genetic heterogeneity in the Okhotsk Sea - west Pacific stock of minke whales. Paper SC/43/Mi32 presented to the IWC Scientific Committee, May 1991, 17pp.
- Wada, S., Kobayashi, T. and Numachi, K. 1991. Genetic variability and differentiation of mitochondrial DNA in minke whale. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 13) : 203 - 15.



## 鳴音でクジラの行動を探る

大隅清治 (日本鯨類研究所)

### はじめに

水は動物が鳴音と聴覚を利用した生活様式を発達させるのに、空気よりも優れた物理的条件を備えている。第1に、水中での音の速度は空気中の4.5倍もあり、第2に、水の音の吸収率は、空気の100分の1である。同時に水には海水も淡水も懸濁物が多く、透明度が悪いという欠点を持っている。水の持つこれらの性質はともに、広大な海の中を高速で泳いで生活する鯨類には、特に有利に働く。速く泳ぎながら、水中で遠くの物体を感知したり、遠くの仲間と連絡したりするのに、音を利用することは至極便利だからである。

捕鯨従事者は昔から、鯨類が鳴音を発生し、優れた聴覚の持ち主であることを知っていて、捕獲方法もその性質に配慮して改良と進歩がなされてきた。しかし、鯨類の聴覚と鳴音の科学的研究は、第二次世界大戦前後に潜水艦の捕獲・追跡対策のための軍事的要求から米海軍によって開始されたといつてよい。そして、その後鯨類の鳴音と聴覚の研究は、米国を中心にして急速に発展した。しかも、冷戦の終結によって、それまで秘密であった軍事技術と装備が平和的目的に利用され始め、それが最近クジラの調査研究にも使われるよ

うになってきた。

日本でクジラの調査・研究の分野に、これからもっと多くの音の利用がなされることを期待して、ここでは鯨類の資源調査へのクジラの鳴音の利用技術の発展について、最近報告された2つの事例を紹介したい。

### 資源量推定への鳴音の利用

鯨類の資源量推定には現在、空気呼吸のために時々水面に浮上しなければならない鯨類の性質を利用して、船、航空機または陸上から観察する目視調査法が一般である。しかしながら、この方法には鯨種と環境条件とによって、多くの問題点があることが指摘されている。例えば、霧によって視界が悪くなれば、目視ができなくなる。風が強ければ、水面が波立って、クジラが見付けにくくなる。発見したクジラの位置の距離と方向とを正確に測定しにくい。観察者と離れるほど、クジラは見付けにくくなる。観察者の視野の外のクジラは見つけられない。氷の塊があれば、その裏にいるクジラは見えない。そして、暗くなればクジラを見つけられない。クジラが潜水すれば、水面から見えない。噴気の目立たないクジラは発見しにくい。

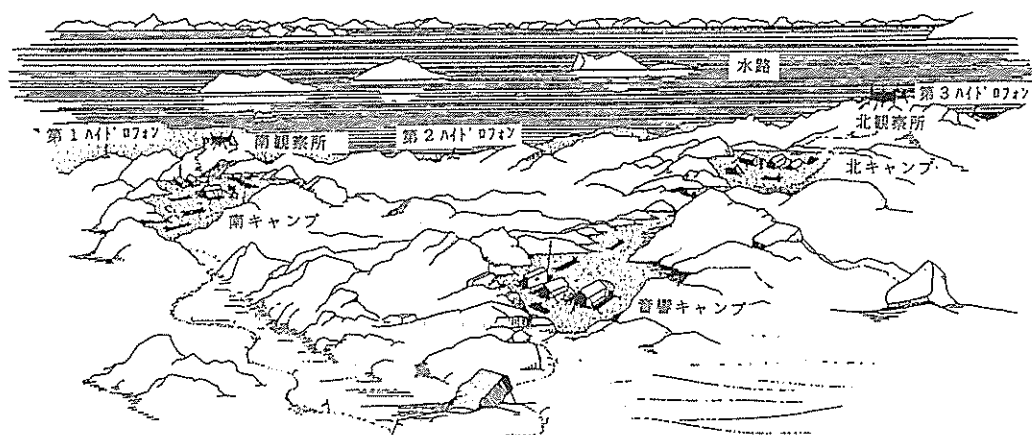


図1 アラスカのポイント・バロウ付近のホッキョククジラ目視、音響調査地点の概略。2つ目の目視観察所、3つのハイドロフォンの設置位置、3つのキャンプ地が示される (Zeh *et al.*, 1993年より)。

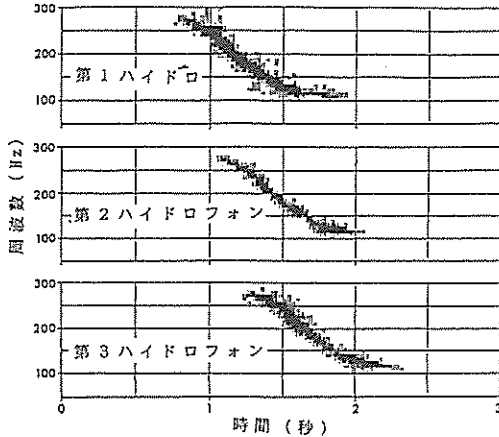


図2 3ヶ所のハイドロフォンで同時に記録した、1頭のホッキョククジラの発音のスペクトログラムの例。ハイドロフォンによって時間の違いが見られる(Zeh *et al.*, 1993より)。

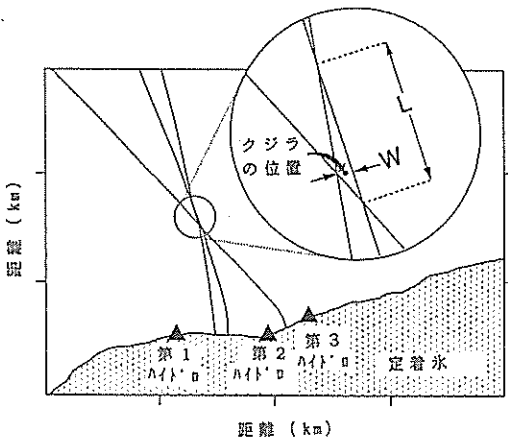


図3 音響調査によるクジラの位置の推定 (Zeh *et al.*, 1993より)。

沢山の個体からなる群れの構成員数を正確に数えにくい。さらには、一度発見した群れを、繰り返して再発見する可能性もある。

ベーリング海系ホッキョククジラの資源量推定のための調査は、原住民・生存捕鯨の権益確保のために米国政府が膨大な予算を注ぎ、1976年から米国科学者によって開始された。最初は陸上の1点からの目視調査が主力であったが、調査が進むにつれて、目視調査の欠点が次第に明らかになり、その欠点を補い、より精度の高い調査手段として、1978年からは陸上の2点で目視調査が行われるようになり、さらに1984年から音響調査法が、目視調査法と平行して、本格的に導入されるに至った。

音響調査技術の開発は1979年から始められ、最初の数年間は目視調査の補助として使用され、ホッキョククジラの鳴音の種類を記述し、春の回遊期における鳴音活動の水準を理解することが最初の目標であった。クジラの鳴音を聴くために水中マイクロフォン(ハイドロフォン)が使われた。そして、最初の2年間で、ホッキョククジラの鳴音はセミクジラのそれに似ていること、調査点を通る春の回遊時には、ホッキョククジラは1時間に400回以上も鳴音を出すこと、鳴音の大部分は1km以上も長距離を水中で伝達し、区別ができること、クジラが見えても声が聞こえなかったり、クジラが見えないのに、鳴音だけが聞こえることがあること、などが分かってきた。

1980年には、単位時間当りの鳴音回数とその間に目視されるクジラの数との間に高い相関関係(相関係数0.77)があることが知られた。このことはクジラの鳴音の回数がクジラの頭数の指標として使えることを示唆する。しかし、こうして得られるクジラの頭数の相対値を、絶対値に変換する必要がある。それには、同一個体から発せられる鳴音を決定することが必要となり、目視位置と鳴音位置とを同時に決定して、それらが一致することを見極めなければならない。

ホッキョククジラの鳴音は受動的音響位置測定法の使用に適していることが判った。このクジラの鳴音は低周波であり、変調し、そしてしばしば強い音が出るからである。種々の改良を加えた結果、1982年に3つの音響ブイをほぼ直線に並べて、クジラの鳴音を捉え、記録し、位置を割り出す装置を目視観測所の近くに設置した(図1)。音響ブイは音圧を感知する無指向性のハイドロフォンと、離れた所にある受信機へデータを送る無線送信機から構成された。ハイドロフォンは水中に、送信機とアンテナは氷上に設置した。受信されたデータはテープに記録された。鳴音によるクジラの位置は、そのデータを用いて、クジラの鳴音の判別と時間のずれの測定によって、コンピュータを用いて計算された。その他に、このシステムには、クジラを追跡し、頭数を数えるためのクジラの鳴音の解析装置も備えていた。

追跡はこうして求めたクジラの位置を次々に繋ぎ合わせるコンピュータ・プログラムを用いてなされた。位置は設置した3つのハイドロフォンの間のクジラが発する音の到達時間のずれ(図1の第1と第2、第1と第3、第2と第3ハイドロフォンの間の)を測定し、その3つの時間のずれ(図2)、水中音の速度、それぞれのハイドロフォンの設置位置からコンピュータで計算

された(図3)。2つの位置は、もしクジラの遊泳方向と速度が1頭のクジラのものであろうとコンピュータが判断した時に、連結された。音の類似性は、その範囲と方向が矛盾せず、音響スペクトrogramが一致することで判断された。そして、それぞれの追跡線が1頭のクジラを表現すると推定して、その追跡線の本数をクジラの頭数とした。このようにして、音響によってクジラの頭数を数えることができるのである。

アラスカのホッキョククジラ資源量調査グループは、音響調査技術を開発し、この技術の改良を徐々に行ってきた。これには多くの科学者と技術者が関与してきた。この技術開発とその資源量調査への応用については、Zeh, Clark, George, Withrow, Carroll and Koski (1993) の報告に詳細な記述があるので、さらに調べたい人はこの報告と、その中の引用文献を参考にすることを薦める。

かくして、音響調査は1984年から、目視調査と平行して、実際の調査に使用されるようになった。今では少なくとも10km離れた距離にあるクジラの位置を正確に測定できるようになっている。そして、多くの場合に、15kmまでの位置を計算することができる。しかし、それ以上の距離では誤差が大きくなり、多くの場合、位置の情報は信頼をもって受け入れられない。

クジラの鳴音を用いる資源調査には、目視調査の欠点を補う多くの利点がある。第1に、目視調査は人の目の能力に頼るが、音響調査は機械的に正確に測定し、記録することができる。目視調査はクジラの噴気の状態などによって発見効率が違うが、音響調査にはそれがない。目視調査はクジラの浮上する性質に頼るが、音響調査は水中でもクジラの位置を捉えることができる。目視調査ができない夜間や、濃霧、時化の時でも調査できる。目視の効率の落ちる遠距離のクジラを距離に関係なく測定できる。目視では難しい群れの構成員数を正確に数えることができる。その上に、音響調査は、クジラの位置を連続的に記録できるので、遊泳速度などの、クジラの行動研究にも利用される。

しかしながら、音響調査にも欠点がないことはない。欠点の第1は、クジラの鳴音を受動的に利用するので、クジラが発音しないと、この調査法が使えないことである。幸いに、春季にアラスカの水路を回遊するホッキョククジラは、絶えず鳴音を発するので有効であるが、クジラの種類や季節や生理状態によっては、必ずしも絶えず音を出すことはない。また、アラスカのホッキョククジラの場合には、クジラが定着氷の近くを回遊するので、音響システムの固定した設置

が可能であり、それによって正確な測定ができたが、洋上ではシステムの固定が困難であるばかりでなく、クジラの分布や移動は極めて広く、長いので、この種の音響調査の応用は限られる。音響調査によるクジラの位置の決定の現在の方式には、長い時間が掛かり、費用が高い、などの欠点が挙げられる。

## 軍事音響技術のクジラ生態調査への利用

米海軍は第二次世界大戦直後からハイドロフォンを敵潜水艦の遠距離からの探知と追跡に応用しようとする研究を開始した。この研究の過程で、研究者たちは海洋生物、主として鯨類から発せられると思われる多くの種類の音を捉えた。それらの音は、潜水艦の位置の測定を妨害する原因になるということで、最初に大きな関心が持たれた。しかし、実際にはそれらの音の目録が作られただけで、その後この課題は、海軍によって基本的に無視されてしまった。

しかし、1992年の11月に、宇宙・海軍戦争システム司令部と大西洋水中監視司令部とが共同して、「クジラ'93」という名称の環境調査を開始してから、様子が全く変化した。米海軍の北大西洋におけるハイドロフォン感知機網である、「総合水中監視システム(IUSS)」によって収集する情報を活用して、「クジラ'93」計画は、これまであまり知られていない、大洋での大型鯨類の音響習性と季節的分布を知るために、クジラの鳴音信号の目録を作り、低いマグニチュードの海底地震を検知し、その震源地を知ること、を目指して、海軍研究所とコーネル大学等の研究者がこの計画に参加した。

冷戦の間に、対潜水艦作戦が展開され、米海軍は1950年代に、「SOSUS」の名で知られている、「音響監視システム」を發展させ、これを北大西洋と北太平洋に張り巡らせた。このシステムは受動式水中音響装置によって、大洋を航海する潜水艦を広範囲にわたって探知し、追跡するものである。その後「曳航式感知システム(SURTASS)」を開発した。この海軍の有するシステムは、大洋を音響的にモニターする、固定(SOSUS)及び可動式(SURTASS)の2種の装置からなるシステムであるところの、IUSSに發展した(図4)。

IUSSは米海軍の作戦用兵器であるので、機密と使用上の制約の部分は現在も依然として存在し、詳細については未だに秘密にされている。それはとにかくとして、SOSUSとは大洋の海底にいくつかの無指向

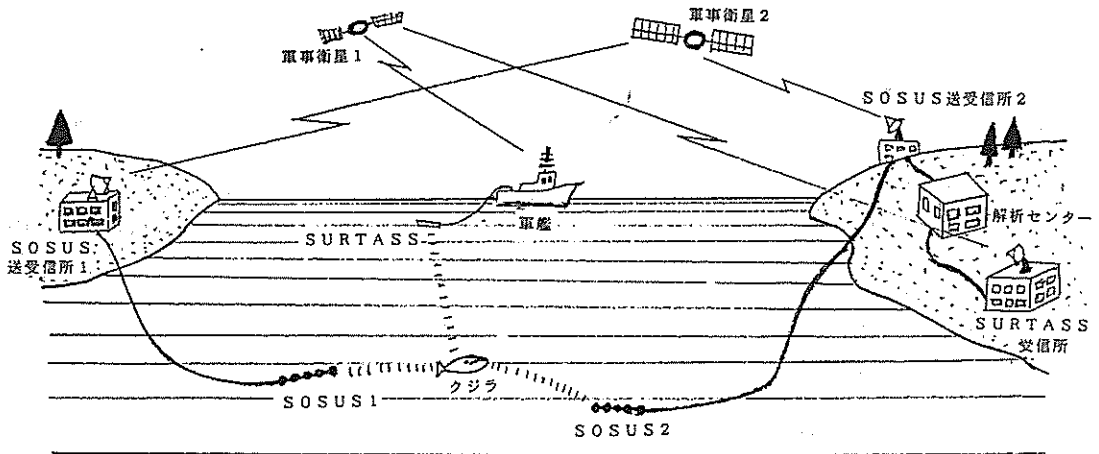


図4 「クジラ'93」計画で用いたIUSSシステムの模式図 (Nishimura and Conlon, 1994 改図)。

性のハイドロフォンを固定し、それで受信した音響信号を水中交信ケーブルを通じて、陸上の解析センターに送る装置である。また、SURTASSとはT-AGOS型の軍艦の船尾から曳航するハイドロフォン装置であり、音響データを軍事衛星を通じて陸上の受信所に送る。これらのシステムとともに、個々のハイドロフォンからの時系列データは、捕捉した音が装置へ到着した音を、方向指示法によって予備的位置選択をして集計する。そして、それらのデータは高度に訓練された海軍技術将校によって精査される。

冷戦の集結以後、米国海軍は彼らの装備の一部を平和目的に使う可能性を模索し始めた。その一つとして採用されて実施されたのが、「クジラ'93」計画である。これはIUSSという受動的音響システムを用いて、大洋を遊泳するクジラの発する低周波の鳴音をモニターする調査である。潜水艦のスクリー音の捕捉を目的とするSOSUSとSURTASSは、ヒゲクジラ類の低周波(10-100Hz)の鳴音を聴くのに特によく適応している。

「クジラ'93」計画で最初に出された疑問は、このシステムによってどの位の種類のクジラが判別され得るか、個体を追跡できるか、それぞれの種類のクジラに季節的分布の違いや移動があるか、西北大西洋のザトウクジラの回遊を追跡できるか、という4点であった。現在まで主として4種のヒゲクジラ類(シロナガス、ナガス、ミンク、ザトウ)の膨大な音響信号が記録されている。また、スピッツベルゲン島とノルウェイとの間の海域で、ホッキョククジラらしい鳴音を記録し

ている。これらの鯨種の判別は、過去の科学論文に報告されている目視/音響観察の記録された音響信号との比較に基づいている。「クジラ'93」計画においては、無人型のSOSUSでクジラの音を受信すると、その位置にUSN P-3型対潜哨戒機を飛ばして、クジラの種の確認をしている。

受動的音響モニタリングは、鳴音を発した個体のクジラしか調べられない。黙っている個体は捕捉できず、種々の種類のクジラの時空間的分布の一部しか確かめられない。さらに、資源量の絶対値を推定する前には、いくつかの未知の統計特性値を推定しなければならない。例えば、どの位の割合のクジラの個体が鳴音を出すかとか、鳴音の平均発生水準とその変異はどれくらいか、などである。幸いにして、音響モニタリングは他の重要な研究課題にも使うことができる。鳴音の量の年変化は資源水準の相対的変化の指標を与えるかもしれない、回遊の型の決定は系統群の数や、それらの系統群の混合について知るのに役立つ。

「クジラ'93」計画の実施によって、早くも色々な成果が挙げられている。シロナガスクジラの鳴音には季節変化があり、北半球では、8月の初めから鳴音が発せられるようになり、9月から2月にかけて最も多く発せられ、5月の終わりには鳴音は発せられなくなる。大部分の鳴音は10-20Hzの15-20分もの長く続く唸り声であり、呼吸するときに音が停止する。シロナガスクジラの鳴音は1,000mileの範囲まで検知でき、数百mileの距離まで有効に追跡できることが知られた。図5は2つのIUSS装置でクジラの位置を知る模式図で

第384号 1994年12月

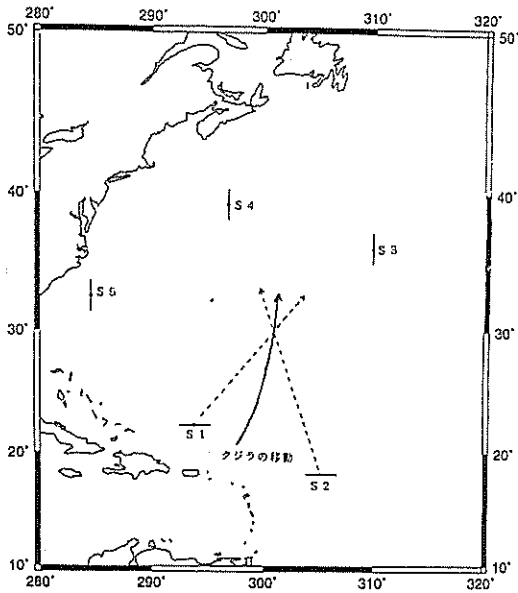


図5 2つのSOSUS (S1, S2) によるクジラの位置の推定の模式図 (Clark, 1994より)。

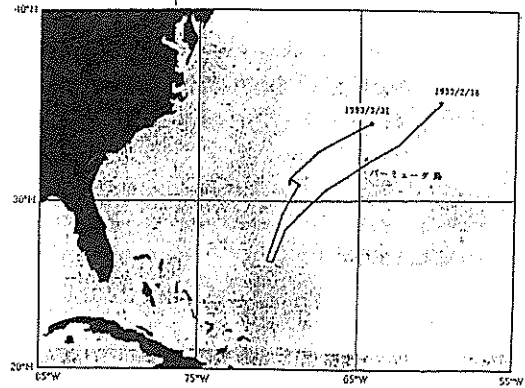


図6 SOSUSによる1頭のシロナガスクジラの43日にわたる追跡 (Clark, 1994より)。

の組合せによってのみ解決する事ができる。IUSSシステムがわれわれにもたらずものは、過去において不十分にしか研究されなかった、大洋の中央部におけるクジラの長期的なモニタリングであろう。

## おわりに

あり、図6はそうにして43日間にわたって追跡され、1,700mile移動したシロナガスクジラの例を示す。北大西洋の異なった海域のシロナガスクジラの鳴音が異なり、北大西洋と北太平洋の東側、北太平洋の東と西でも明らかに違うことが示唆されている。ナガスクジラ、ミンククジラでも、シロナガスクジラと類似の習性が観察された。しかし、ザトウクジラの南下回遊を追跡することはできなかった。その理由は恐らく、ザトウクジラの鳴音は大きくなく、大部分が高周波の音(100Hz以上の)を発しているからであろう。その結果、ザトウクジラの鳴音は50mile以下の範囲でしか検知できなかった。

クジラの低周波の鳴音は何の目的を持っているのだろうか。その機能については、長距離の間の通信、航海のための海底の探査、繁殖に関係する呼掛けの声などの仮説が提案されている。それらの疑問に答えられる段階ではまだないが、ナガスクジラ属の鯨類が大洋で盛んに鳴音を出し、鳴音とその知覚とが彼らの生存に不可欠であることは明らかである。また、低周波の鳴音の機能を理解することは、人間が出す騒音が海獣類にどのような影響を及ぼすかといった、現代的な関心を解決するのにも役立つであろう。クジラの鳴音の受動的音響モニタリングは海洋生物学者のもつ疑問の全てを解決するものではない。遠隔的な手段による音響研究は人工衛星標識や目視観察を含む種々の技術と

クジラの鳴音を利用する例は、資源調査以外にもある。最近世界的にホエールウォッチングが盛んになっているが、ウォッチングのためのクジラの探索に、指向性の強いハイドロフォンを使用することが一部で実用化している。ウォッチング船がこのハイドロフォンを操り、クジラの鳴音を捉え、鳴音の方向に船を進めると、やがてクジラを発見し、これに接近することができる。また、かつて水産庁・水産工学研究所はイルカによる漁業被害防除策のための実験として、シャチの鳴音を記録し、それを水中スピーカーで水中に放声して、イルカの群れを漁場から追い出そうと試みたことがある。

音の人間による利用には以上に紹介したように、動物の出す音声を活用する受動的な方法と、人間が人工音を発射する能動的な方法とがある。戦争中に武器として開発されたソナーの技術を応用した探鯨機のように、水中に超音波を発射してクジラを捕捉し、追跡し、さらに追い立てるのに音を使う方法は、戦後間もなく捕鯨業によって活用された。この探鯨機を利用して、クジラの水中行動を探る試みも研究者によってなされている。鯨類の行動研究には電波発信機をクジラの体に装着して、クジラが水面に浮上した時に空中に発射される電波を捕捉して追跡する、電波標識が開発されている。しかし、クジラは生活の大部分の時間水中におり、電波は水中で役に立たないから、サカナで使わ

れているように、音波発信機をクジラの体に装着して、これを追跡する音波標識も能動的方法として、今後鯨類研究分野でも技術開発するべきではなかろうか。クジラの鳴音に頼る受動的方法では、クジラが音声を出さない場合には使えないからである。

国際捕鯨委員会 (IWC) は昨年(1994年)の年次会議において、日本の提案により、南半球産のシロナガスクジラの資源回復に資するための国際共同調査計画を承認し、現在その準備が進められている。大洋を広く回遊して生活しているシロナガスクジラの生態を知るには、スケールの大きい調査方法の導入が不可欠であり、その調査方法の一部として、人工衛星を利用する電波標識とともに、IUSS型音響システムを使った鳴音による調査が期待されている。

クジラの調査研究に応用されるべき音の研究領域には、今後洋々たるものがあると信じる。エレクトロニクス技術とそれに依存するオーディオ技術の素晴らしい発達している日本は、それらの技術を応用して、もっと積極的にクジラの鳴音・聴覚とその利用の研究を

進めるべきである。それには、鯨類が長い進化の過程で身につけてきた水中生活への音の利用について、われわれは彼らから大いに学ぶ必要がある。

## 参 考 文 献

- Clark, C.W. 1994. Application of US navy under hydrophone array for scientific research on whales. IWC/SC/SCWP6, 11p.
- Nishimura, C.E. and Conlon, D.M. 1994. IUSS dual use: Monitoring whales and earthquakes using SOSUS. MTS J., 27 (4): 13 - 21.
- Zeh, J.E., Clark, C.W., George, J.C., Withrow, D., Carroll, G.M. and Koski, W.R. 1993. Chapter 11. Current population size and dynamics. In Burns, J. J., Montague, J. J. and Cowles, C. J. (ed.): The Bowhead Whale. 409 - 489.

## 日本鯨類研究所関連トピックス (1994年8 - 11月)

### 当研究所の理事会・評議員会が開催される

8月12日に標記会議が当研究所会議室で開催され、森川貫氏の辞任にともない、吉崎清氏が新理事に、また、恩田幸雄、伊藤準両氏の辞任にともない、尾島雄一(日本水産資源保護協会会長)、畑中寛(水産庁遠洋水産研究所長)両氏が評議員に、それぞれ選任された。次いで、平成5年度の補正予算が承認された。さらに、当研究所の諸事業と、国際捕鯨委員会等に係わる事項について報告された。

### 日本政府が南極海鯨サンクチュアリーに対して異議の申し立てを決定する

第46回国際捕鯨委員会年次会議において採択された、鯨類の資源状況の如何に拘らず、南極海において商業捕鯨を禁止することを内容とする、鯨サンクチュアリー決議に対して、その決議のミンククジラへの適用に対し、日本政府は異議の申し立てを行うことを8月12日の閣議で決定し、それを事務局に通告した。

異議の申し立ての理由は、1) ミンククジラは南極海に76万頭以上生息し、年間2千頭程度の捕獲が可能とされることから、科学的根拠がなく、2) 鯨類資源の合理的利用と保存を目的とする条約の目的に合致せず、3) 将来の野生生物の資源管理について悪しき前例と

なる、ことであり、条約の規定に基づいて、今回の措置がなされた。

### ロシア政府も南極海鯨サンクチュアリーに対して異議申し立てを通告する

ロシア政府は9月5日付けで、南極海鯨サンクチュアリー決議に対して異議の申し立てをIWC事務局に通知した。

また、同日付けでノルウェイ政府はIWC事務局を通じて、各国にこの決議についての以下の内容の書簡を發出した。即ち、1) この決議は条約に違反し、2) 科学委員会はサンクチュアリーを正当化する科学的根拠を提示しておらず、3) 改訂管理方式により高いレベルでの予防的措置を提供しており、南極海の鯨類は十分に保護を受けるので、サンクチュアリーは必要でなく、4) 今後かかる性格の決定がなされるべきでない。

なお、ロシア政府は10月26日に上述の異議申し立てを突然撤回した。

### 北西太平洋鯨類捕獲調査が終了する

北西太平洋におけるミンククジラの系群構造を解明するための標記の調査は、夏期の異常気象の影響による濃霧等の予想外の悪天候に悩まされながら、予備調



第384号 1994年12月

査として実施され、21頭の鯨体標本を採集して、調査母船日新丸が9月12日に大井水産埠頭に、第25利丸、第18利丸の2隻の標本採集船が9月14日に下関港に、それぞれ帰港した。

#### 評議員会・理事会の開催

9月19日に標記の会が当研究所会議室で開催され、平成6年度事業計画ならびに収支予算案の承認、平成5年度鯨類捕獲調査事業に係わる取得金の管理方法ならびに特別基金財産繰入れの承認、特別基金財産の処分方法の承認がなされ、当研究所の事業の進捗状況に付いて報告がなされた。

#### 海獣類の遺伝学に関するシンポジウム 及び作業部会の開催

米国ラホヤのスクリップス海洋研究所において、9月23日に「海獣類の遺伝に関するシンポジウムが開催され、次いで26-28日に南西海区水産センターにおいて、「資源管理の単位を類別するための遺伝資料の使用に関する作業部会」が行われた。当研究所のL.P. ステネ研究室長が、水産庁海洋漁業部遠洋課の八木信行係長とともに、両集会に参加した。

#### 当研究所の創立記念行事が行われる

10月30日の当研究所の創立記念日を祝って、28日正午に第7回の創立記念式が当研究所会議室で取り行われ、次いで夕刻、南極海鯨類捕獲調査船団調査員の壮行会を兼ねて、祝賀会が行われた。

#### 第8回南極海鯨類捕獲調査船団が出港する

当研究所の西脇茂利研究室長を調査団長とする調査員8名が参加する第8回南極海鯨類捕獲調査船団は11月10日、調査母船は横須賀から、3隻の目視・採集船は下関から、南極海第V区の調査海域へ向けて出港した。

#### ホエールウォッチング検討委員会の開催

平成6年度から水産庁が日本水産資源保護協会に委託して開始した、鯨資源調査事業「日本沿岸域行動観察調査」の一環として、11月15日に同協会研修室において、第1回検討委員会が当研究所大隅専務理事を座長に選出して開催された。この事業はホエールウォッチングのガイドラインのフレームワークの作成を目指して、3年計画の下で進められる。

### 日本鯨類研究所関連出版物等（1994年8-11月）

#### [印刷物]

- : 日本における鯨肉流通管理について。4pp. 日本鯨類研究所・海の幸に感謝する会、1994/10.
- : Whale Meat Management in Japan. 4pp. The Riches of the Sea, 1994/10.
- : ADMINISTRACION DE LA CARNE DE BALLENAS EN JAPON. 4pp. Las Riquezas del Mar, 1994/10.

石川創: 日本沿岸におけるミンククジラのストランディングレコード。日本海セトロジー研究 日本海の鯨たち、4: 7-16. 1994/10.

石川創編集: 日本沿岸のストランディングレコード (1901-1993)。鯨研叢書6: 94pp. 1994/9.

大木阪京魚: 近代のヨナは実在したか。鯨研通信, 383: 7-11. 1994/9.

大隅清治監修: 特集クジラ 海にかえったほにゅう類。小四チャレンジ臨時増刊号: 2-13. 福武書店、1994/4.

大隅清治: 南極海でアカボウクジラ科鯨類を捕獲調査する必要性。鯨研通信, 383: 1-7. 1994/9.

大隅清治: クジラの知能と社会生活。ラボの世界, 180: 2-4. ラボ国際交流センター。1994/9.

大隅清治監修・藪内正幸作: 海にすむ動物たち 日本の哺乳類II。48pp. 岩崎書店、1994/10.

Ohsumi, S.: 'Sanctuary' is not a solution. The Japan Times Weekly, 34 (44): 6-7. 1994/11/5.

長崎福三: 肉の文化と米・魚の文化 2000年後の日本列島のために。自然と人間を結ぶ, 88: 16-23. 1994/8.

#### [学会発表]

福井豊・茂越敏弘・木村秀則・鄭然吉・寺脇良悟・宮本明夫・石川創・藤瀬良弘・大隅清治: 雌雄ミンククジラの血清中ステロイドホルモン (P4, E2, T) 値と生理状態および凍結融解された精巢上体尾部精子の生存性との関連性について。第88回家畜繁殖学会。北里大学、1994/9/8.

桑原幸代・大隅清治: 南極海におけるミンククジラの摂餌活動の日周変化。平成6年度日本水産学会秋季大会。三重大学、1994/11/2.

[放送・講演]

- 大隅清治：資源管理と生物資源。第29回全道漁協経営セミナー。北海道指導漁業協同組合連合会。湯の川花びしホテル。1994/8/23.
- 大隅清治：神秘の巨大生物・クジラ。NHKラジオ第1、1994/9/5-9.
- 大隅清治：鯨類の資源量とその観測について。地球環境と海洋科学技術の研究会第2委員会・第4回研究会。日経産業消費研究所。1994/10/12.
- 大隅清治：クジラは海に放し飼いされたウシである。九州・山口鯨協議会勉強会。福岡県水産会館。1994/11/10.

[新聞記事] (日鯨研所蔵記事ファイルより抜粋)

- ・大河原農林水産大臣と会見 安成水産経済新聞社社長 21世紀沿岸新時代の旗のもと推進「聖域化」異議申立て捕鯨：日刊水産経済新聞 1994/7/28.
- ・南氷洋捕鯨聖域化に異議申立：新水産新聞 1994/8/2.
- ・南極海の聖域案 異議申し立てへ 政府、ミンククジラ対象に：日本経済新聞 1994/8/8.
- ・日本鯨類研究所 末端価格の高騰対策で出荷価格を初公表：日刊水産通信 1994/8/11.
- ・「南極海聖域化に異議」決定：日本経済新聞 1994/8/12.
- ・ニューススポット「南極海聖域化」に異議：読売新聞 1994/8/12.
- ・鯨研 ミンク鯨肉放出 卸売市場へ498トン 刺身用一級品でキロ3730円：水産タイムス 1994/8/15.
- ・ミンク鯨の適用に異議申し立て 12日の閣議で決定し通知「持続的利用」の立場を訴え：日刊水産通信 1994/8/15.
- ・南氷洋鯨サンクチュアリー 異議申立て決定：水産タイムス 1994/8/15.
- ・南氷洋聖域案 政府、IWCに異議申し立て ミンク鯨への適用除外を：みなと新聞 1994/8/17.
- ・社団法人・自然資源保全協会 米沢邦男氏を理事長に発足 資源の持続的利用を訴え内外活動：日刊水産通信 1994/8/31.
- ・GGTが再出発(社) 自然資源保全協会に：水産タイムス 1994/9/5.
- ・ミンククジラ悪条件で捕獲21頭 日新丸帰港 濃霧や通過群で 北西太平洋鯨類調査終わる：日刊水産経済新聞 1994/9/13.
- ・北太平洋鯨類捕獲調査船団が帰港 ミンク鯨21頭にとどまる：日刊水産通信 1994/9/13.
- ・シロナガス、ナガス鯨視認 北西太平洋鯨類調査成果上げ日新丸帰港：みなと新聞 1994/9/14.
- ・北西太平洋で初の捕鯨調査 ミンク鯨21頭捕獲 シロナガス群も発見：水産タイムス 1994/9/19.
- ・IWC サンクチュアリー決議 ロシアが異議申し立て ノルウェーも抗議の書簡：みなと新聞 1994/9/19.
- ・南氷洋鯨類サンクチュアリー 日本に続きロシアも異議申立て ノルウェーは書簡で条約違反と強調：日刊水産通信 1994/9/19.
- ・サンクチュアリーにロシアが異議申立て：水産タイムス 1994/9/19.
- ・サイエンス誌ミンク以外の鯨捕獲に 水産庁が抗議声明 科学的信頼性に疑問：みなと新聞 1994/9/19.
- ・サイエンス誌掲載論文 科学無視した嫌がらせ：日刊水産通信 1994/9/19.
- ・違反捕鯨論文は信ぴょう性ない：水産タイムス 1994/9/19.
- ・ロが異議申立 諾も批判文書：新水産新聞 1994/9/21.
- ・日新丸ミンク21頭捕獲 初の北洋調査 他の鯨種の捕獲に期待：新水産新聞 1994/9/21.
- ・サンクチュアリーに米国でも反対の決議 全米最大の環境団体「科学的でない」広がるか捕鯨への理解：水産タイムス 1994/10/3.
- ・調査海域を拡大 南氷洋ミンク調査で協議 IWC東京会議：日刊水産経済新聞 1994/10/5.
- ・「ベーカー論文は疑問」海産は乳動物遺伝学会議：日刊水産経済新聞 1994/10/5.
- ・IDCRの計画会議がきょうから東京で開催：日刊水産通信 1994/10/5.
- ・NZ発表の違法鯨肉論文 科学性みられず政治的意図 米・IWC共催の遺伝学会合で露見：日刊水産通信 1994/10/5.

第384号 1994年12月

- ・クジラ論議 再燃の気配 ロシア、米国からサンクチュアリーに反論：水産タイムス 1994/10/10.
- ・南鯨聖域化の異議申立を撤回 ロシア：新水産新聞 1994/11/1.
- ・捕鯨問題、ミクロの世界でも……クジラ肉、DNA 調査へ 水産庁が違法捕鯨監視強化：朝日新聞 1994/11/9.
- ・調査捕鯨船団が出発：日本経済新聞 1994/11/10.
- ・鯨類調査 日新丸、南水洋へ出港 生物学的データを収集：日刊水産経済新聞 1994/11/11.
- ・捕鯨再開へ意気高く 成果上げる鯨類調査 日新丸船団南水洋へ：みなと新聞 1994/11/11.
- ・鯨研 鯨肉販売価格全面公開へ 小売価格は高すぎる：日刊水産経済新聞 1994/11/14.
- ・鯨類調査へ出港：水産タイムス 1994/11/14.
- ・調査データもとに捕鯨再開へ 日新丸出港式鈴木自民党水産部会長らが激励：日刊水産経済新聞 1994/11/14.
- ・日本鯨類研究所 15日から全国販売 ミンククジラ 北太平洋で捕獲調査分：日刊水産経済新聞 1994/11/14.
- ・15日から北西太平洋調査捕鯨副産物販売：みなと新聞 1994/11/14.
- ・鯨資源管理へ遺伝子研究 客観データをIWCへ 牡鹿の鯨類研鮎川実験場：朝日新聞（宮城県版） 1994/11/17.
- ・日新丸が出港 南水洋調査捕鯨：新水産新聞 1994/11/21.
- ・南鯨肉と同水準に 北鯨肉の卸売価格：水産タイムス 1994/11/21.
- ・神戸で鯨肉超安値販売 '94秋の市民おさかな祭 鯨問題市民の理解深める：日刊水産経済新聞 1994/11/22.
- ・ホエールウォッチングの将来像 水産庁が枠組みづくりへ IWCにも報告：みなと新聞 1994/11/22.
- ・調査捕鯨肉を原価販売 24日から阪急百貨店で：みなと新聞 1994/11/24.
- ・ホエールウォッチング 異常接近は遠慮して 水産庁、事故防止へ指針：朝日新聞 1994/11/28.
- ・利用派に有利な展開 CITES会議で語る：日刊水産経済新聞 1994/11/28.

〔雑誌記事〕（日鯨研所蔵記事ファイルより抜粋）

- ・6月29日、北西太平洋鯨類捕獲調査船が出港：水産界 1994/8.
- ・6月30日、調査母船日新丸が出港：水産界 1994/8.
- ・日新丸 鯨類捕獲調査のため 北西太平洋に向け出港：水産世界 1994/8.
- ・ミンク鯨の適用に異議申し立て 南水洋聖域化決議に、閣議決定：水産週報 1994/8/25.
- ・赤肉1級5万5900円/15kg 鯨研 7次捕獲調査出荷価格を公表：水産週報 1994/9/5.
- ・高騰する鯨肉（ミンク）製品の卸値公表 在庫など先行き不安から業者間取引盛ん 価格沈静化で鯨研が異例の記者会見：水産世界 1994/9.
- ・北西太平洋ミンク鯨捕獲調査 濃霧、ミンク敏捷で捕獲不振 21頭捕獲で帰港：水産週報 1994/9/15.
- ・社団法人自然資源保全協会が設立：水産週報 1994/9/15.
- ・GGTが公益法人に認可 米沢邦男氏を理事長にスタート：水産世界 1994/10.
- ・予想外の厳しい自然条件の中 数々の貴重なデータを得て 調査母船日新丸帰港式：水産世界 1994/10.
- ・Topics 鯨研、ミンククジラ販売ヘキロあたり3,730円に：水産界 1994/10.
- ・Topics 日新丸が帰港：水産界 1994/11.
- ・波紋 鯨肉関係者の自覚と協力を望む：水産週報 1994/11/15.
- ・北西太平洋捕獲調査肉 kg当たり3730円 鯨研出荷価格公表、高騰を抑制：水産週報 1994/11/15.
- ・第8次南水洋捕獲調査船が出航：水産週報 1994/11/15.

## 京きな魚（編集後記）

当研究所では世間並に忘年会を催し、職員が過ぎ行く年を振り返り、來たるべき新しい年の期待に胸を膨らませて、大いに飲み、食べ、そして語って、一晚を過ごすのを習わしにしている。忘年会の余興の一つとして、小生が独断で選んだ当研究所のその年の十大ニ

ュースを披露することになっている。今回はスペースがないので、それをここで紹介できないのが残念である。読者の皆様、どうぞよい年をお迎え下さい。そして、來年も捕鯨を支援して頂くとともに、本誌を御愛読下さい。

（大隅清治記）

ストランディングレコード (1994年9月~11月受付)

No.	種名	性	数	注	種名	種名	年月日	状況	生/死	体長	生体特徴	報告者	産地	備考	様式	備考
0-266	ゴマッコウ	B	1		静岡県	浜名島磯崎町磯崎海岸	630603	漂着	生存→死亡	1.995		中島洋行	伊豆三津シーランド'イース			赤木真由(1954-1968)により記録の誤りであると判明, 13日後死亡。
0-268	ステマリ	B	1		和歌山	西牟婁郡白浜町	680318	漂着	死亡		体長約1m, 外傷なし、歯無し。	田名瀬英司	京大付属神戸商大附属		無し	胎毒発現所と胎毒発現に一致、月齢に一致。
0-269	ステマリ	B	1		和歌山	東牟婁郡下津町	860617	海岸迷入	生存		体長約1m	田名瀬英司	京大付属神戸商大附属	不明(860617)		胎毒前より死亡。
0-273	カメイカ	B	4	3	石川	魚島郡志島町志島のめ	920110	漂着(定置網)	生存→死亡		胎毒203/111, 歯177/84, 180/79, 171cm/69kg.	松岡俊彦	のとしま臨海公園水族館			水温12.2℃, 10日間観察後、胎毒に一致。
0-274	カメイカ	B	1		石川	魚島郡志島町志島のめ	920426	漂着	死亡			松岡俊彦	のとしま臨海公園水族館			水温13.2℃。
0-275	カメイカ	B	1	1	石川	魚島郡志島町志島のめ	930312	漂着(定置網)	生存→死亡	1.795		松岡俊彦	のとしま臨海公園水族館			水温9.2℃, 36日間観察後胎毒発現に一致。
M-057	ミンククジラ	B	1		石川	魚島郡志島町志島のめ	940303	漂着(定置網)	死亡		産生体長4.6m(尾端から首迄)	松岡俊彦	のとしま臨海公園水族館			水温9.3℃, 胎毒発現に一致せず、尾端幅1.25m, 胸幅0.65m。
0-276	カメイカ	B	1	1	石川	志摩市志摩町志摩	940303	漂着	死亡	2.1		松岡俊彦	のとしま臨海公園水族館			水温9.3℃。
M-058	ミンククジラ	B	1		長崎	長崎県上五島町青方	940500	漂着(定置網)	生存→死亡	3.5		松岡俊彦	長崎県立水族館			5月下旬死亡。
0-272	イシカ	A	1		北海道	札幌市中央区南一条西五丁目	940800	漂着	生存→死亡		胎毒不明と思われる、頭部外傷あり。	松岡俊彦	札幌市立中央水族館		無し	8月胎毒、干瀬時に溺れかけたのを発見後、放流後無気力漂着。
0-270	マッコウクジラ	A	1		宮城	気仙沼市大島セイ浜	940923	漂着	死亡		胎毒。	高橋(次氏)	宮城県立気仙沼水族館		産(日誌用)	産生300cm, 7歳身長206cmより産生身長10-11cmと推定される。胎毒不明。
M-056	ミンククジラ	A	1		三重	志摩郡志摩市志摩町	941012	漂着(定置網)	生存→死亡		体長約7m	大島英也	鳥取多比一チラント'	鳥取県(中田941013)	無し	一足胎毒に一致した上に、胎毒報告者: 吉岡基、藤野泰夫、山本幸市。
0-267	ステマリ	B	1	1	愛知	豊田町伊豆町(34°39'23.7"N, 137°23'59.4"E)	941015	漂着	死亡	1.376	胎毒。	大島英也/豊田英治	鳥取多比一チラント'	発見者: 松岡俊彦	石川(ヒ一チラント')	胎毒不明。
0-271	イシカ	A	2		神奈川県	鎌倉市神奈川区宝町(東区)	941031	海岸迷入	生存			平井裕月	毎日新聞横浜支局		無し	胎毒報告: 石川恵子、吉岡基、中村一恵、藤野一、TVニュース放映よりイシカ型との記録有り(清水研治博士引込)。
0-277	ステマリ	B	1	1	愛知	知多郡東浦町東浦海岸	941123	漂着	死亡	1.62	産生計測あり	石川俊久夫	鳥取多比一チラント'			産生記録本(愛知大学)、DNA検査、胎毒、産生記録(ヒ一チラント')

\*表中の「評」は胎毒判定の信頼性を区分しており、Aは日鯨研職員が調査や写真等によって胎毒を確認した場合、Bは他の研究者の方が胎毒の判定を行った場合、Cは胎毒の判定はされていても判定者が不明で判定に疑問がある場合や、判定が推定による所が多い場合を示しています。また「雄」「雌」各欄は、産生記録のうち産生が判明した数のみを記入してあります。「体長」はmで記載してあります。その他産生方法の詳細な点については、鯨研誌第6「日本沿岸のストランディングレコード(1901~1993)」をご参照下さい。