

水産資源管理談話会報

第42号

(財)日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2008年 8月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で
翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および
会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、
著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目 次

お知らせ

南極海鯨類捕獲調査 (JARPA) の背景とその概要	西脇茂利	・・・	1
クロミンククジラの系群構造の解明	後藤睦夫	・・・	4
資源管理に有用な生物学的特性値の推定	坂東武治	・・・	11
南極海生態系の中で鯨類の果たす役割の解明 - オキアミを巡る争いを中心として -	田村力	・・・	17
南極海の環境変動が鯨類に与える影響の解明 - 環境汚染物質について -	安永玄太	・・・	25
Contribution of JARPA to the management and conservation of large baleen whale:	Luis A. Pastene	・・・	32
【投稿】 鯨資源の動態モデル	田中昌一	・・・	36

クロミンククジラの系群構造の解明

(財)日本鯨類研究所 研究部

後藤睦夫・Luis A. Pastene

1. はじめに

JARPA は (1) クロミンククジラの資源管理に必要な生物学的特性値の推定、() 南極生態系における鯨類の役割の解明、() 鯨類に対する環境変化による影響の解明、および () 資源管理を改善するためにクロミンククジラの系群構造の解明を目的として実施されてきた。JARPA が開始された当初は調査海域内のクロミンククジラの系群構造を解明することの重要性は認識されていたものの、目的としては明確に記述されておらず、JARPA の 4 番目の目的として明言化されたのは 1996/97 年度の調査からとなる。

国際捕鯨委員会 (IWC) では系群別に資源管理を行うことを原則としていることから、上記に掲げた目的のひとつである生物学的特性値の変化を推定したり、資源量の推定のめには、系群構造の解明が必要である。従来、JARPA の調査海域を含む南緯 60 度以南の南極海周辺海域はシロナガスクジラとナガスクジラの捕獲位置の密度のデータに基づき、IWC が設定した管理区域境界に基づいた 6 つの海区に区分されている。JARPA の目的の一つであるクロミンククジラの系群構造を解明するためには、1) 調査海域である IV 区と 区に各々独立した系群が存在するか、2) 一方の海区に 2 つ以上の系群が存在することはないか、3) もしも、特定の管理単位に 2 つ以上の系群が存在するならば、異なる系群間でどの程度の混合が起こっているか、またその境界線はどこに存在するかを調べていく必要がある。これらを明らかにすることによって、系群単位ごとに行う資源量や生物学的特性値の推定に貢献するだけでなく、改定管理方式 (RMP) を適用する際に、IWC が設定した経度 10 度単位の小海区を、より広い範囲にできる可能性がある。

大型鯨類の系群構造の解明に当たっては、IWC では常に複合的な証拠に基づいた議論と考察を行うようにしている。このことは系群の解明に関する疑問を解決するためには、遺伝学的と非遺伝学的な複数の手法で得られた結果を考慮することが最も効果的方法であることは、広く受け入れられた概念である。ここでは、当研究所が行ってきた、遺伝学的と非遺伝学的な複数の手法を用いて得られた系群構造を推定した結果の概要を簡単に紹介する。

2. 系群構造研究における JARPA 標本のアドバンテージ

JARPA が開始される以前は、系群構造の解明には商業捕鯨時代の標本を用いて、様々な手法により系群構造に関する研究が行われてきたが、明確な系群構造の解明には至らなかった。この原因のひとつとして商業捕鯨時代の標本採集の仕方が、氷縁際に偏っていたことも原因として挙げられる。しかしながら、JARPA では標本は事前に設定されたトラックライン上でランダムサンプリング法により採集されることから、氷縁際だけでなく、調査海域から広く採集された標本となっている。また、採集船と調査母船に乗船した調査員によって、個体ごとに多岐に渡るサンプリングと生物学的情報を同時に収集されている。これにより同一個体を用いて系群構造に関する、遺伝的・非遺伝的手法を用いた様々な解析が可能となった。これにより収集された生物学的情報とそこから得られた結果は、商業捕鯨時代の標本を用いた結果よりもより多くの情報をもたらし、よりクロミンククジラの系群構造の実状を反映するものとなると考えられる。

3. 系群構造解析に用いた遺伝学的と非遺伝学的な手法

1987/88 年から 2004/05 年の 18 次の長期に渡る調査で採集されたクロミンククジラの標本数は 6,000 個体を超える。しかしながら、マルチアプローチな手法を用いてもそれぞれの解析者が、ばらばらな解析を行っても、得られた結果の解釈は非常に難しくなる。そこで、系群構造を解析するに当たり、各解析者は図 1 に示すように IWC の管理海区を基本としてそれぞれの海域を東西南北に層化して標本のグルーピングを行い、一連の解析を最初に月別、年別、雌雄別に各層内の異質性を検討し、異質性が見られない場合は各層間、さらに各海域間を比較するといった手順を踏むこととした。用いた手法、標本数、検定方法の概要は以下に示すとおりである。

遺伝学的手法

- ・ミトコンドリア DNA (mtDNA-RFLP 分析)
標本：1987/88-2004/05 6,256 個体)
6 種類の制限酵素により 157 ハプロタイプを同定
異質性の検討： 2 検定、AMOVA 法
- ・マイクロサテライト
標本：1989/90-2004/05 6,260 個体)

6 種類の遺伝子座

異質性の検討： Fisher's Exact Probability Test

非遺伝学的手法

- ・ 肉体成熟個体の平均体長 (Mean body length of physically matured whales : MBLM)
標本：1987/88-2004/05 (肉体成熟個体：2,359 個体)
肉体成熟個体は第 6 胸椎の化石化の状態を判定。
肉体成熟個体の平均体長を基に、t-検定と ANOVA 法を用いて異なるセクター間の統計的な検定
- ・ 外部形態
標本：1987/88-2004/05 (性成熟個体：2,359 個体)
10 箇所外部形態の計測値を基に、ANCOVA 法とクラスタリング法を用いて解析

4. 明らかにされた系群構造

これらの異なる手法を用いた研究の概要を表 1 に示した。これらの結果を包括的に検討した結果、以下の点が明らかとなった。

- 1- JARPA 調査海域に単一系群が存在するとの仮説は強く否定された。
- 2- JARPA の調査海域内には少なくとも 2 つの系群が存在することが示された。
- 3- 生物学的特性値の推定のための、2 つの系群間の境界は従来の 区と 区の境界ではなく東経 165°あたりが適当
- 4- 系群を区切る境界線 (あるいは混合域) は、餌生物の分布に影響を与える海洋環境によって変化し、その境界は東西方向へ変動する可能性がある

以上の結果から、図 2 に示すように JARPA の調査海域内には少なくとも 2 つの系群が存在することが示され、過去の目視記録に基づき、これらは東インド洋の繁殖域に由来する系群 (I-Stock) と南西太平洋の繁殖域に由来する系群 (P-Stock) である可能性が示され、さらに、これらの系群は東経 165 度付近に緩やかな境界線を持つことが明らかとなった。

5. JARPA レビュー会合での議論

以上の結果は、2006年12月に行われたJARPAレビュー会合に報告された。この会合では、1997年に行われた中間会合以来、さらに非常に多くのデータが収集され、これらに基づいた膨大な解析が行われたことに高い評価を受けた。また、系群を識別（明確な系群の境界線の特定）するまでには至っていないが、JARPAの調査海域内には少なくとも2つの系群が存在することが合意された。さらに、これら両系群の混合の度合いは不明であるが、東経150-165度の海域に移行域（Transition）が存在することが合意された（図2参照）。

系群構造は、鯨類の資源管理にとって最も基礎となる情報であるが、未だにIWC/SCにおいても、明確な系群の定義は導き出されていない。このことが、JARPAレビュー会合においてJARPAの調査海域内でのクロミンククジラの系群構造に関して結論を導き出すことができなかつた主たる原因であるが、1997年の中間会合以降、系群構造に関して相当な進捗があったことが認められ、将来の作業に向けて以下に示すとおり建設的な提言と勧告がなされた。

報告書に記載された勧告

- ・ 標本数と検定力の関係
- ・ 安定同位体のような非遺伝学的マーカーの応用

報告書で勧告されていないが、提案された課題

- ・ 検定力を増すための他の多型的遺伝マーカーの開発（MSの遺伝子座数の増加も含む）
- ・ 系群構造（第3番目の系群の存在の有無）と混合の度合い（レベルと範囲）を調べるための解析法の検討
- ・ 繁殖域からの標本収集および、繁殖域および摂餌域内における移動に関する情報を得るための衛星標識実験

6. 将来に向けて

これまで述べたように、1987/88年から2004/05年の18次の長期に渡る調査で得られた標本により、調査海域における系群構造の概要がようやく解明されつつある。しかしながら、2つの系群の混合の度合いや、第3の系群の存在の確認など、今後解決すべき項目も残されている。調査海域内における系群構造の解明の難しさは、摂餌域であることにより、餌を含む海洋環境によって、それぞれの系群の分布パターンが年

毎に異なる可能性があることである。

2005/06 年から開始された JARPAII では第 3 の目的として「系群構造の時空間的変動の解明」が上げられている。この JARPAII では 2 つの系群が混合すると考えられる東経 165 度の周辺海域を毎年調査するように設定されているが、これにより境界の年変動の有無をモニタリングすることが可能になる。また、JARPAII では JARPA を踏襲して 1 年ごとに 区東側海域と 区西側海域も調査することになる。これにより I と P 系群の境界の特定のみならず、I 系群の西側境界と P 系群の東側境界についても更なる情報が蓄積されるものと考えられる。系群構造の解明に向けて ARPA レビュー会合で提言された事項に関しても、将来的に JARPAII で採集された標本も取り込んで、包括的に解析されることになる。

さらに、将来的には衛星標識によるクロミンククジラの摂餌域あるいは摂餌域と繁殖域間の回遊パターンを把握することが重要になってくることから、積極的な技術の改良が望まれる。

表 1 . JARPA 標本を用いた各解析手法の結果の概要

Method	Sex	JARPA samples	Pattern of Geographical variation
mtDNA	F+M	1987/88-2004/05	IIIE=IVW=IVE VIW=VE IIIE,IVW,IVE VE,VIW Possible boundary in the sector 150°-160°E
Microsatellites	F	1989/90-2004/05	IVWN,IVWS VE,VIW Some degree of heterogeneity between Areas IVW and IIIE
	M	1989/90-2004/05	No significant heterogeneity
	F+M	1989/90-2004/05	IVW VE
MBLM	F	1987/88-2004/05	IIIE=IVW=IVE=VW VIW=VE IIIE,IVW,IVE,VW VE,VIW
	M	1987/88-2004/05	VEN VES IIIE=IVW=IVE=VW VIW=VEN,VES IIIE,IVW,IVE,VW VEN,VES,VIW
Morphometrics	F	1987/88-2004/05	IIIE=IVW=IVE=VW VIW=VE IIIE,IVW,IVE,VW VE,VIW
	M	1987/88-2004/05	IIIE=IVW=IVE VIW=VE IIIE,IVW,IVE VW,VE,VIW

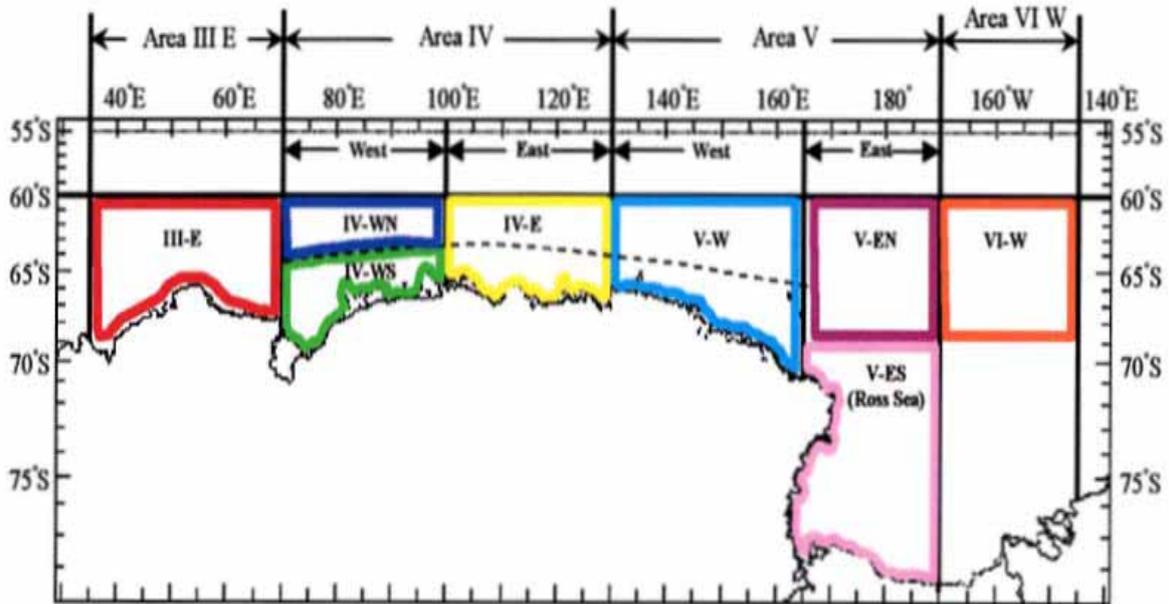


図 1 . 系群構造解析のための調査海域の層化。

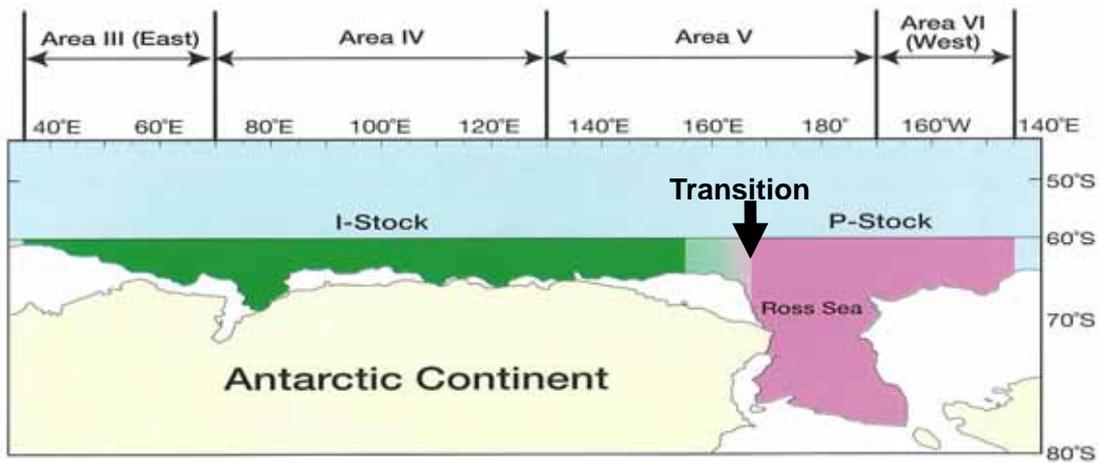


図 2 . 各解析の結果から導き出された系群構造仮説の概略図