

# 日本の JARPAII 特別許可調査プログラムを評価するための 専門家ワークショップの報告書

(仮訳：後日変更もあります。原文で確認して下さい。)

## 目次

- 1 はじめに
- 2 議題の採択
- 3 提議者らによる調査目的及び結果の概観
- 4 レビュー結果：鯨類生息域のモニタリング
  - 4.1 提議者らの結果要約
  - 4.2 パネルの結論と勧告
- 5 レビュー結果：系群構造の時空間的変動の解明
  - 5.1 提議者らの結果要約
  - 5.2 パネルの結論と勧告
- 6 レビュー結果：鯨類の資源動向のモニタリング
  - 6.1 提議者らの結果要約
  - 6.2 SCAA 解析の著者による要約
  - 6.3 パネルの結論と勧告
- 7 レビュー結果：オキアミ資源量のモニタリングと鯨類系群の摂餌生態
  - 7.1 提議者らの結果要約
  - 7.2 パネルの結論と勧告
- 8 レビュー結果：生物学的特性値のモニタリング
  - 8.1 提議者らの結果要約
  - 8.2 パネルの結論と勧告
- 9 レビュー結果：鯨類に及ぼす汚染物質の影響モニタリング
  - 9.1 提議者らの結果要約
  - 9.2 パネルの結論と勧告
- 10 レビュー結果：鯨種間競合モデル
  - 10.1 提議者らの結果要約
  - 10.2 パネルの結論と勧告
- 11 レビュー結果：クロミンククジラの管理方式の改善
  - 11.1 提議者らの結果要約
  - 11.2 パネルの結論と勧告
- 12 概要及び結論
  - 12.1 一般的な課題

- 12.1.1 目的の詳述に関する概説
  - 12.1.2 サンプルングデザイン及び実施要綱
  - 12.1.3 プログラム外とプログラムの各構成部分からの結果の統合
  - 12.1.4 過去の標本の保管及び利用
  - 12.1.5 資源に及ぼす捕獲の影響
  - 12.2 目標の達成
    - 12.2.1 鯨類生息域のモニタリング (4.2 項を参照)
    - 12.2.2 系群構造の時空間的変動 (5.2 項を参照)
    - 12.2.3 資源量、動向及び分布のモニタリング (6.3 項を参照)
    - 12.2.4 オキアミ資源量及び摂餌生態のモニタリング
    - 12.2.5 鯨類の生物学的特性値のモニタリング
    - 12.2.6 汚染物質の影響のモニタリング (9.2 項を参照)
    - 12.2.7 鯨種間の競合モデル (10.2 項を参照)
    - 12.2.8 クロミンククジラの資源管理方式の改善 (11.2 項を参照)
  - 12.3 IWC 決議及び議論と調査の関連性
  - 12.4 致命的及び非致命的調査の有用性
- 13 報告書の採択

ワークショップは東京の豊海センタービルで2014年2月24-28日まで開催された。

## 1. はじめに

### 1.1 議長の開会発言

ワークショップは国際捕鯨委員会 (IWC) 科学小委員会 (SC) の前議長パルカが議長となった。本来ならば、特別許可レビューワークショップの議長は現 IWCSC 議長の北門が務めるべきだが、北門は提議者のメンバーであるため、IWCSC は先の年次会合で、前議長がこのレビューワークショップの議長にふさわしいということで合意した。パルカは、パネルメンバー、オブザーバー、日本の提議者を東京に歓迎し、日本の水産庁がこの会議の開催をホストしたことに感謝した。IWC 日本政府代表の森下もパネルとすべての参加者を歓迎した。

議長は JARPA と JARPAII の計画が過去に3度レビューされていることを思い起こした：1997年5月に IWC が開催した JARPA 中間レビュー、1987/88-2003/04 期間の2005年1月開催の IWC 以外のレビュー、2006年12月開催の JARPA の IWC 最終レビューである。

それ以降、SC は特別許可計画をレビューするための手順として「[附属書 P](#)」を開発した (IWC 2013b)。SC はこの手順に沿って、特別許可計画のレビューを2度行っている。最初のレビューは、調査が進行中の北西太平洋の JARPNII のレビュー (IWC, 2010a) で、2度目のレビューは、アイスランドの計画の最終レビューである (IWC, 2014)。

### 1.2 委託事項

「[附属書 P](#)」は、進行中や完了した提案書のレビューについての委託事項を含む。これらで JARPAII レビューに関連するものは以下に要約できる：

- (1) 初期の目的が、いかにうまく達成されたか。
- (2) 計画が、重要な研究ニーズの他にも寄与したか。
- (3) IWC の決議と議論と調査との関係
- (4) 致命的、非致命的テクニックの有用性
- (5) 以下に関する勧告を与える
  - i) 明言された目的に関連して調査を改良する実践的で分析的な方法
  - ii) 明言された目的に見合う適切な標本サイズ
  - iii) 捕獲が系群へ与える影響
  - iv) いつ今後のレビューが行われるべきか

### 1.3 本会議への勧告を進展させるプロセスの概要

このプロセスの最初の構成要素は、現行の小さな専門家ワークショップ (少なくとも SC の100日前に開催されなくてはならない) である。これには限られた人数の常設運営グループによって招待された専門家が主に提案書のプレゼンを行い、ポイントを明確にするための回答をする限られた人数の提議者の科学者、限られた人数のオブザーバーを含む。年次会合の9ヶ月前 (例：2013年8月3日) に提出された提議者らの JARPAII の分析的方法に関する論文に基づいて、[附属書 P](#) にしたがって、常設運営グループが可能性のある

パネルメンバー選抜候補リストを作成した。最終的な選抜は、参加が可能か（多くの選抜されたメンバーは参加が不可能であった）、バランスの必要性（SC メンバーか否か）、利用可能な財源、で決定される。最終のパネルリストは付録 A に記載されており、3 名の SC に未参加の科学者、2 名の SC に最近あまり参加していない科学者、3 名の SC に常に参加している科学者、ワークショップ議長と IWC 事務局の首席科学者からなる。メンバーの 1 名、パントは 2 本の「0」論文の著者でもあるが、これらの論文は、統計学的な捕獲時の年齢解析（SCAA）に関するものであり、IWC との契約により執筆され、SC によって指示された仕事であるため、利害の対立があるとはみなされない。パントがその議題に関するパネル議論に参加するのは必要な情報を提供するためである。

5 名の SC メンバーがオブザーバーとして参加し、彼らの氏名は付録 A に記載されており、公開審議に参加した提議者の科学者も同様である。

ワークショップのレポートは提議者らが 2014 年 3 月 11 日までに入手できるようにする。彼らはパネルの報告書のコメントに対し、コメントし、SC に提出するため、これを改定することができる。最終報告書には、提議者らのコメントが付与され、勧告の成果により適度に改良されたこの文書は、2014 年 4 月 7 日に SC が入手できるようにする。勧告に基づく大きな改定やまったく新しい論文は、通常の SC 論文の締め切りに間に合わなくてはならない。

SC はワークショップ報告書に追加的なコメントをするかもしれず、提議者らのコメント及び SC のコメントは 2014 年 9 月の本会議に提出される。

#### 1.4 会議のアレンジ及びスケジュール

議長は、過去のワークショップのフォーマットとする、すなわち 2 つのタイプの会議、と説明した。

(1) 公開会議は限られた数の JARPAII 調査に関係する科学者が参加し、パネルからの質問に回答する。

この会議はオブザーバーにも公開される、

(2) 非公開会議はパネルメンバーのみが参加し、提案書について協議し、レポートを準備する。

議長の全般的な意図は特に、1-4 日目までの午前中の会議で、議題 3-11 まで日本の科学者やオブザーバーがパワーポイントのプレゼンを行うことであるが、議長は、プレゼンは午後の早い時間にまで延長しなくてはならないので、柔軟性が必要ということを確認していた。5 日目は、パネルが全体的な結論を議論し、報告書を準備するということだった。

午後には、パネルは各議題についての結論や勧告について、非公開の会合で議論し、まとめる。議長は、この非公開会議で、専門家が提議者らの科学者にさらに説明や質問できるとした。したがって、議長は午後にも科学者に議場のそばの可能な場所で待機するよう要請したが、このレビューで、その可能性は低いとした。パネルは過去の特別許可レビューと同様に、特定のトピックについて、提議者らにワーキングペーパーを請求することがある。

議長は「[附属書 P](#)」に言及し、SC のオブザーバーは「議長により特別の状況で発言を求められない限り、

通常の議論には参加しない」と述べた。議長はこのワークショップに SC メンバーから 8 本の論文が提出されており、著者のほとんどが出席しており、喜ばしいと述べた。これらの論文のいくつかは著者によってプレゼンされ、パネルの議論に重要なインプットを与えた。

### 1.5 論文とデータのレビュー (J I-38, FI 2-14, O 1-8, R1-5)

「[附属書 P](#)」で指定された締め切りに沿って論文 SCF14/J1-38 (提議者らから)、SC/F14/01-8 (SC メンバーから)、SC/F14/R1-5 (SC/F14/0 に対する提議者らからの返答) がワークショップで提示された。論文リストは「付録 B」にある。いくつかのバックグラウンドペーパーも提示され、テキスト中の適切な部分で言及された。論文を提出した提議者、オブザーバー、SC メンバーはそれぞれの主要な部分についてのパワーポイントのプレゼンを準備した (時には、個々の論文であり、時には数本の論文の結果を統合した)。著者の許可の下で、これらのプレゼンはパネルメンバーと同様にオブザーバーにも入手可能とされたが、内密に取り扱われることになった。

## 2. 議題の採択

採択された議題は付録 C にある。

### 3. 提議者らによる調査目的及び結果の概観 (J 1-2; FI 7-14)

提議者らによって準備された SC/FI4/J1 に基づいた目的と結果の概観は以下である。この概要は、パネルにより承認されても、編集されてもいないが、提議者らの見解を示す。各項目のパネルの見解は議題 4 以降で見ることができる。パネルの結論と勧告は議題 12 で見ることができる。

#### 3.1 目的の概観

##### 目的 1 と 2

JARPAII の研究ニーズと理由付けについては、2005 年の IWCSC でプレゼンされ、議論された最初の調査計画 (Government of Japan, 2005) で説明されている。JARPAII の調査目的は、JARPA でわかった結果を検討して開発された。JARPA は、18 年の調査期間で過去の商業捕鯨で枯渇した種、例えばナガスクジラやザトウクジラ、の回復の形跡を示した。1 例は IV 区と V 区のザトウクジラの資源量の増加である (Matsuoka *et al.*, 2011)。他方で、クロミンククジラは同じ海区と時期で、わずかながら減少しているが、広い範囲ではほぼ安定的である (Hakamada *et al.*, 2014)。この大型クジラのある種の資源量の増加は、鯨種の構成と分布の変化を示唆している。例えば、IV 区のザトウクジラは南へとその分布範囲を広げており、氷縁でクロミンククジラと生息域を分け合うこととなっている (Murase *et al.*, 2002)。南極海の海洋生態系において鯨類は食物連鎖の頂点にいるため、このような変化は、生態系全体にかなりの影響を及ぼす。生態系の変化は、IWC の鯨類の保全と管理に重要な意味合いを持つ。

JARPA 調査は、クロミンククジラのようなオキアミの捕食者の生物学や生態系内のオキアミの利用可能性に影響を与える大きな変化が近年起こっていることを示した (Fujise *et al.*, 2006)。事実、JARPA の調査期間にクロミンククジラの生物学に大きな変化があったことが報告された。例えば、性成熟年齢が一定または少し増加し (Zenitani and Kato, 2006)、脂皮厚や 胴回り、脂肪重量の減少から栄養状況の劣化が示された (Konishi *et al.*, 2008)。

それゆえ JARPAII の調査計画は、南極海生態系のみならず、オキアミ捕食者の生物学的特性値の変化や南極海に生息する鯨類の資源量の変化をも長期間に計画的にモニターすることを強調している。計画はまた、鯨類資源の包括的管理を行う科学的根拠を得るために鯨類が地球温暖化や人的影響によってもたらされた生態系の変化に適合しているのか、そのモニターの必要性を強調している (Government of Japan, 2005)。

ここで言及すべきは、海洋または陸上生物種の持続的なレベルの捕獲について勧告する目的をもつすべての科学的調査の根幹をなすのは、連続的なモニター計画であることである。その理由は、個体群動態とその持続可能な捕獲量は、予言できないような方法で変化しえるためである。それゆえ、このような動態の指数となる要因は、変化を発見するためにモニターしなければならず、そして IWC の保全と管理決定の基礎となる重要な科学的情報が IWC に提供されることが可能となる。

そのため、JARPAII の目的 1 は「南極海生態系のモニタリング」： i) 鯨類の資源動向と生物学的特性値のモニタリング； ii) オキアミ資源と鯨類の摂餌生態のモニタリング； iii) 汚染物質が鯨類に与える影響のモニタリング； iv) 鯨類生息環境のモニタリング、である。

この目的で扱われた特定の科学的質問は以下である：

近年の南極海生態系の変化を示唆した JARPA の結果から、ここでの目的は生態系変化の「指標」と考えられる特性値の一時的な傾向をモニターすることである：

- ・目視データに基づく鯨類資源量：
  - －シロナガス、ザトウ、ナガスクジラの資源量は JARPA/JARPAII 期間で増加しているのか？
  - －クロミンククジラの資源量は JARPA/JARPAII 期間でいまだに安定的な傾向を保っているのか？
- ・SCAA（年齢と目視データ）に基づく鯨類資源量：
  - －クロミンククジラの過去及び近年の加入の傾向と全体の資源量はどのくらいか？
- ・目視データに基づく鯨類の分布：
  - －大型鯨類の資源量の増加がどのようにクロミンククジラの分布に影響を与えているか？
- ・栄養状態と胃内容重量：
  - －これらは JARPA/JARPAII 期間で栄養が悪くなっていることの指標か？
- ・年齢と繁殖データにもとづく生物学的特性値：
  - －性成熟年齢の過去と現在の傾向はどのようなものか？
  - －性成熟年齢が近年増加したか？
  - －JARPA/JARPAII 期間で妊娠率が低下したか？
- ・水銀と有機塩素化合物データにもとづく汚染負荷：
  - －南極海の鯨類標本から得られた汚染レベルの時間的な傾向パターンは何か？
  - －南極海生態系における汚染物質の蓄積メカニズムは何か？
- ・海洋学及び海洋漂流物に基づく鯨類の生息域
  - －JARPA/JARPAII 期間でどのように海洋学的状況が変化したか？

ーJARPA/JARPAII 期間で海洋漂流物の時間的な傾向は何か？

目的 1 で示された南極海生態系の可能な変化について理解し、解釈し、予測するにはモデルの構築が不可欠である。また、JARPAII の目的 4（下記参照）にあるように、モデルは IWC の保全と管理手法の改善にも貢献する。

それゆえ、JARPAII の目的 2 は「将来の管理のための鯨種間競合のモデリング」：i) 鯨種間の競合モデルの構築；ii) 鯨類生態系修復を含む新たな管理目標の設定である。

上記の目的 2 (i) の最初の部分の鍵となる質問は以下である：

- ・ 観察された鯨種の資源傾向やここ数十年のクロミンククジラの生物学的特性値の変化を、環境変化仮説の必要性に頼ることなく、捕食者と餌の相互作用のみで説明することができるか？

### 目的 3 と 4

IWC はヒゲクジラの商業捕鯨の管理に必要な改定管理方式 (RMP) を採択した。RMP の実施にあたり、懸念を払拭し、鯨類資源の利用について起こりうる欠陥を改善するためには、資源増加率 (MSYR) のよりよい推定値が必要である。クロミンククジラの RMP は過去には南極海の小海区の経度 10 度セクターに設定されていた。なぜなら、系群に関する信頼のおける科学的情報が欠如していたためである。しかし、少なくとも調査の結果に則した適切な小海区を再設定する必要がある。また、現在の RMP のもうひとつの欠陥は、鯨種間の競合によって、環境収容力が低下した折には捕獲枠がゼロになることである。競合による資源量の低下は現行の RMP では過剰捕獲と誤解されるため、捕獲枠が不必要に低く設定される。この部分はより現実的な複数種モデルを用いて改善する必要がある。

現行の RMP プロセスの適用に重要な情報は系群構造、資源量、生産性 (MSYR) である。JARPA 調査はすでに情報のいくつかを提供している。

例えば、JARPA の下で得られた遺伝学的、外部形態データの解析により、少なくとも JARPA 調査海域で 2 系群がいることが示唆されており、便宜的に「東部インド洋系群 (I 系群)」と「西部南太平洋系群 (P 系群)」と呼ばれている。データはいまだはっきりしない程度と範囲で混合が起こっている移行域がおおよそ東経 150-165 度 (図 1) に存在することを示している (IWC, 2008)。

IV 区と V 区の資源量推定は JARPA 目視調査に基づいて算出されている (Hakamada *et al.*, 2014)。ADAPT-VPA 分析は、JARPA データの年齢と資源量に基づいており、クロミンククジラの MSYR (1+) が 4-6% の範囲であることを示唆している (Mori *et al.*, 2006)。

これらすべての情報は、RMP 下での効果的な管理には重要であり、JARPAII の下で現行の RMP プロセスや RMP の将来の改善という面から、精緻なものになった。

JARPAII の目的 3 は、「系群構造の時空間的変動の解明」：i) クロミンククジラ；ii) 他のヒゲクジラ種、である。

系群構造に関する情報は IWC の保全管理手法で基本的な要求事項である。これは RMP の運用に必須である。JARPA は 1993 年に行われたクロミンククジラの RMP の小海区での試験的運用で、この鯨種の系群構造が調査海域とは一致しないことを示した。系群構造の解明も目的 4 に貢献するものである。

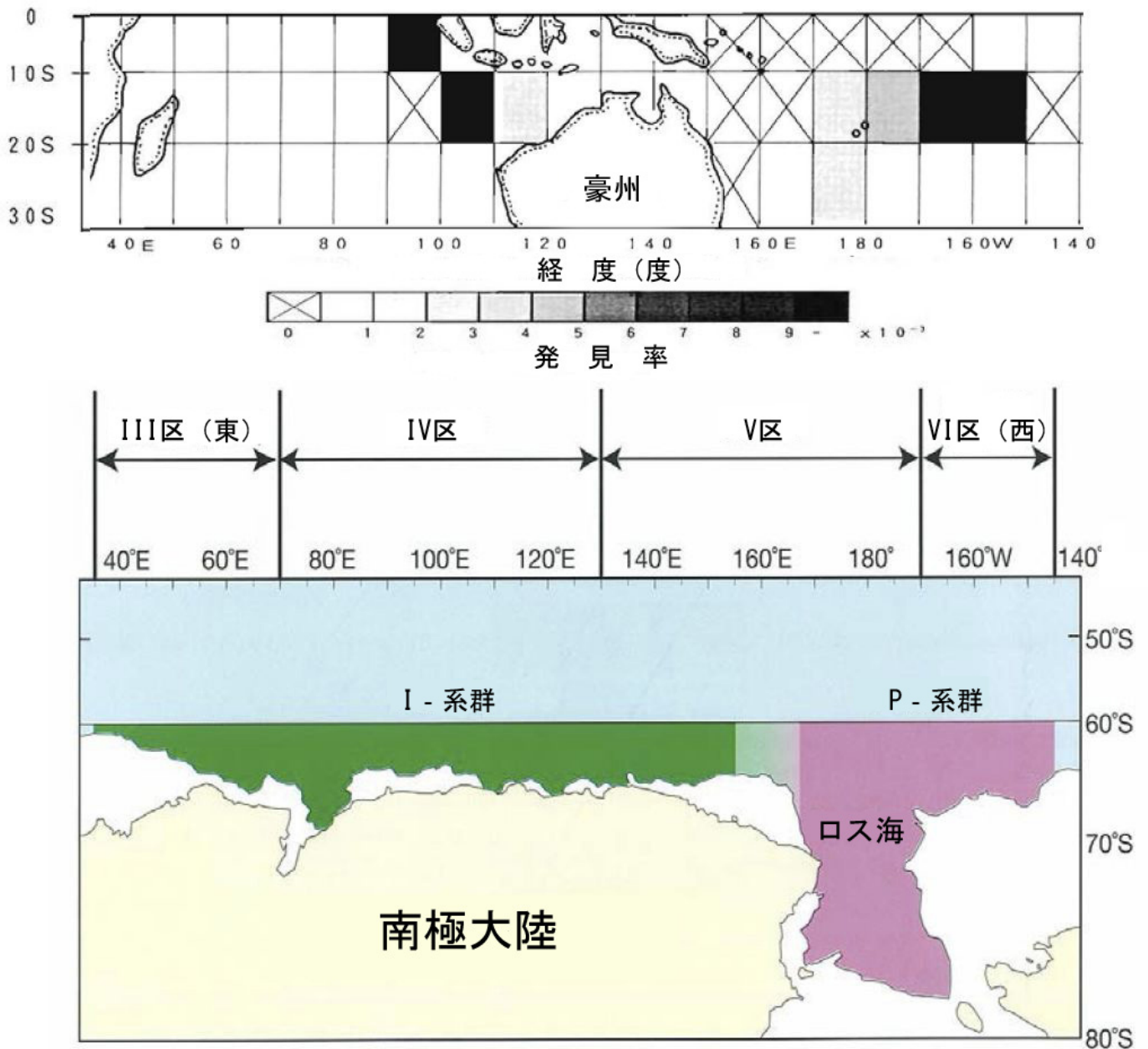


図 1. JARPA の遺伝的および非遺伝的なデータに基づくクロミンククジラ系群構造仮説 (IWC, 2008)。上部の図は 10 月の南緯 0~30 度における鯨の遭遇率を緯経度 10° 平方毎に示す (Kasamatsu *et al.*, 1995 より)。



この目的の下で扱われた科学的質問は、以下である：

JARPAII の目的 3 の狙いは、はじめに JARPAII で得られた新しい遺伝学的情報を用いて提案された仮説でクロミンククジラの系群構造分析を最新のものとするものであり、つぎに、混合率や年別分布の変動を含む I と P 系群の混合率を移行域内で推定することである。JARPAII の下での I と P 系群の海域的重複は IWC の JARPA 最終レビュー (IWC, 2008) で示唆されたよりも広い範囲、東経 130-175 度、で調査される。異なる目的でナガス、ザトウ、ミナミセミクジラの系群構造が摂餌域で調査される。

- JARPAII データに基づく追加的な遺伝学的分析はクロミンククジラの現行の系群仮説と矛盾しないか？
- I と P 系群の分布とその混合は毎年どのように変わるのか？
- ナガス、ザトウ、ミナミセミクジラは南極海の摂餌域で遺伝学的な構造を持つか？
- ヒゲクジラ類の IWC 管理海区での生物学的妥当性は何か？

JARPAII の目的 4 は、「クロミンククジラ資源の管理方式の改善」である。

目的 4 の下での目標は、他の 3 つの目的の下での研究の進展で扱われる。この目的は 2 つの部分に分かれる：a) 資源量、系群構造、MSYR(目的 1 と 3 の貢献)のような重要な情報を得た上で、現行の RMP の運用に貢献すること；b) より現実的な（そして可能であれば種別の）MSYR の範囲を RMP 算出方法に入れ、鯨種間の関係から派生する影響（目的 1 と 2 の貢献）を組み入れ、将来 RMP を改善し貢献すること。

図 2 は JARPAII の 4 つの目的がどのように互いに作用するのかを示す。

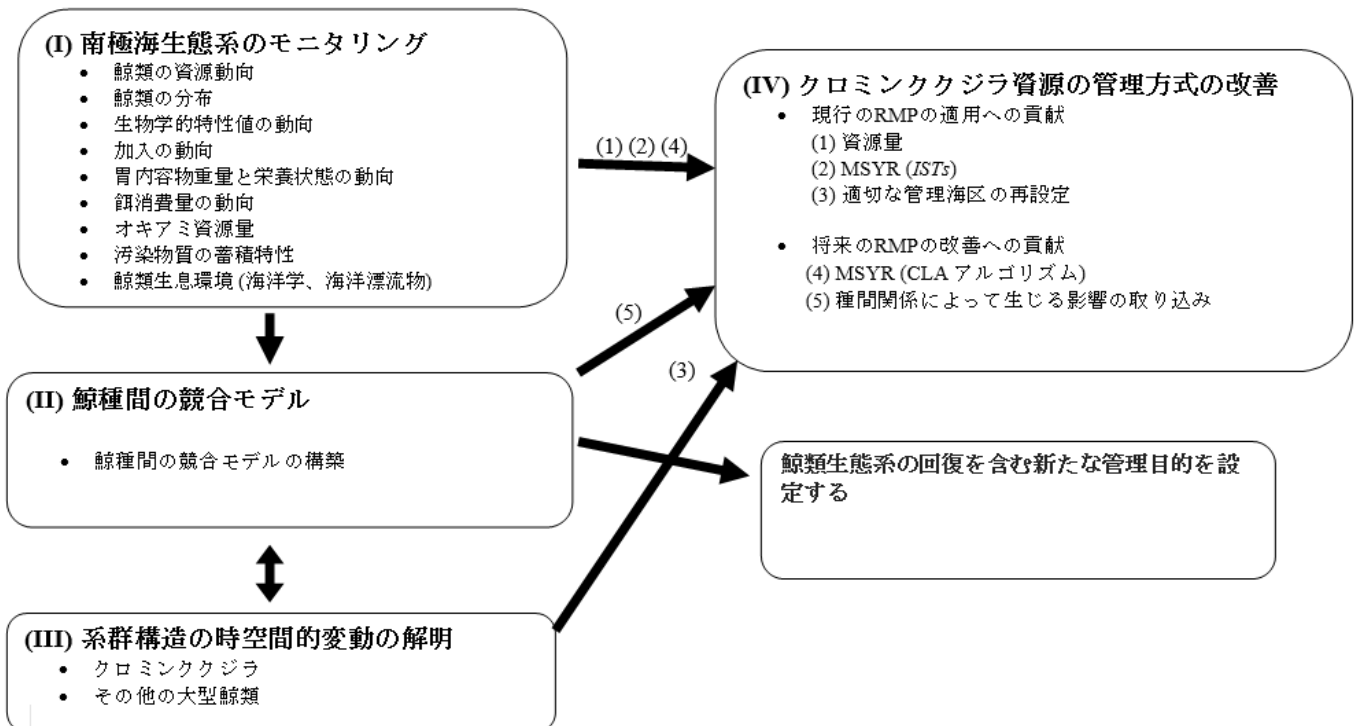


図 2. 提議者らが用意した JARPAII 目的の概略図。

目的 1 の下で、生態系変動の「指標」と考えられる複数のパラメーターが研究され、モニターされる。目的 2 におけるモデリングの検討は目的 1 の下で観察された変動のパターンに説明を付与することを目的とする：これらの変動は、環境変動仮説に頼る必要なしで、被食者・捕食者の相互作用のみで説明づけできるのか？ 目的 4 はその他の目標の下で得られた結果に依存している：目的 3 の下でのクロミンククジラ系群構造、および、目的 1 の下でのクロミンククジラの資源量、MSYR と自然死亡率。

上記の a) では、資源量と MSYR (SCAA 分析によって) は目的 1 で得られ、管理海区の再定義と混合については、目的 3 の系群構造の結果に従う。上記の b) では、MSYR (VPA と SCAA 分析によって) は目的 1 の下で得られ、鯨種間の関係から派生する影響の取り込みは目的 2 の下で生態系モデルの開発が完成してから精査される。

## 結果の概観

### 目的 1 : 「南極海生態系のモニタリング」

#### 資源量と分布

1940-1970 年代のクロミンククジラの個体群資源学のパラメーター動向はオキアミ余剰仮説で予期されたパターンと一致する。JARPA 調査 (例：鯨種の組成、分布) の下で示唆された南極海生態系変化は以下が確認された。

- ・クロミンククジラは SCAA 分析によりその資源量が 1930 年から 1970 年代半ばまで増加した (SC/F14/02)。
- ・最近数十年の資源量傾向は SCAA 分析により、I 系群では比較的均一であり、P 系群ではおそらくゆっくりと低下している (SC/F14/02)。
- ・III 区東から VI 区西 (ライントランセクト法) でのクロミンククジラの全体の資源量は JARPA 及び JARPAII 調査期間の間ほぼ一定であった。
  - ・ザトウクジラの資源量予測の傾向が IV 区の D 系群 (95%CI で 13.6% ; 8.4-18.7%) と V 区の E 系群 (95% CI で 14.5% ; 7.6-21.5%) で類似しており、JARPA 及び JARPAII 期間ではかなりの増加傾向にある (SC/F14/J4)。
  - ・IV 区のザトウクジラの空間分布は 1989-2006 年の間に拡大した一方で、同時期のクロミンククジラの分布は安定していた (SC/F14/J18)。
  - ・III 区東、IV 区、V 区、VI 区西を合わせたシロナガスクジラの資源量は JARPA 及び JARPAII 期間、かなりの増加 (95%CI で 8.2% ; 3.9-12.5%) を示した (SC/F14/J5)。
  - ・V 区と VI 区西を合わせたナガスクジラの資源量は JARPA 及び JARPAII 期間でかなりの増加 (95%CI で 12.0% ; 2.6-21.5%) を示した。増加傾向は III 区東及び IV 区では統計学的に有意でなかった (SC/F14/J5)。
  - ・IV 区のみナミセミクジラの資源量は増加傾向を示したが、統計学的に有意でなかった (SC/F14/J5)。

#### 生物学的特性値

1940-1970 年代のクロミンククジラの個体群資源学のパラメーター動向はオキアミ余剰仮説で予期されたパターンと一致する。JARPA 調査 (例：鯨種の組成、分布) の下で示唆された南極海生態系変化は以下が確認された。

- ・クロミンククジラの 1940–1970 年代のコーホートでは性成熟年齢が低下した。
- ・1970 年代のコーホートの I 系群と P 系群のクロミンククジラの性成熟年齢は 7–8 歳にとどまった。1970 年代のコーホートではわずかな、しかしながら統計学的には有意な増加傾向を示した (SC/F14/J8)。
- ・クロミンククジラの I 系群と P 系群の加入率は 1930 年代と 1970 年代に増加し、最近数十年は低いレベル (1960–1970 年代のコーホートで観察されたレベルに比較して) で安定的な傾向にある (SC/F14/O2)。
- ・クロミンククジラの I 系群と P 系群の見かけ上の妊娠率は JARPA 及び JARPAII 期間で高いレベルの安定した傾向にある (SC/F14/J9)。
- ・商業捕鯨時代に比べてナガスクジラが若年で性成熟年齢に達している可能性がある (SC/F14/J10)。

#### 摂餌生態/エネルギー特性

JARPA 調査で示唆された南極海生態系の変化が確認された。クロミンククジラの栄養状態の低下が発見された。クロミンククジラの栄養状態の劣化はこの種がオキアミを十分に利用できていないことで説明できる。十分に利用できない理由は：i) 地球温暖化により、オキアミのバイオマスが低下した；ii) ヒゲクジラを含む競合するオキアミの捕食者が増加した。後者については研究結果で裏づけされるべきである。

- ・クロミンククジラの脂皮厚、胴回り、脂肪の重量は JARPA 期間を通じて顕著な減少傾向を示した。JARPAII 期間では明らかな傾向は見られなかった (Konishi *et al.*, 2008; SC/F14/J13)。JARPA 及び JARPAII 双方のデータセットを合わせても、JARPA 期間のみで発見されたものと比較して、あまり顕著な低下傾向はなかった。

- ・沖合の海域では、JARPA 及び JARPAII 期間を通じてクロミンククジラの胃内容物の重量は顕著な低下傾向を示した。ザトウクジラが分布していないロス海のカムメツメに関しては顕著な傾向はみられなかった (Konishi *et al.*, 2014; SC/F14/J14)。

- ・2つの手法によるクロミンククジラ 1 頭あたりの 1 日の摂餌時期の餌消費量はオスの未成熟・成熟個体についてそれぞれ 95.1–127.0kg または 182.6–250.3kg で、メスの未成熟・成熟個体については 125.8–138.7 または 268.1–325.5kg だった。これらの数値は体重の 2.65–4.02%に相当する (SC/F14/J15)。

- ・調査海域のクロミンククジラの総餌消費量は各方法でそれぞれ、351 または 398 万トンと推定される。これらの数値は、調査海域の推定されたオキアミのバイオマスの 7.6–8.6%にあたる (SC/F14/J15)。

- ・JARPA 及び JARPAII 期間でクロミンククジラ 1 頭あたりの 1 日の摂餌時期の餌消費は、胃内容物の日中の変化に基づき、すべての性及び成熟度クラスで減少した (SC/F14/J15)。

- ・3つの手法によるナガスクジラ 1 頭あたりの 1 日の摂餌時期の餌消費量は、276–2136kg の間で変動した。これらの数値は体重の 0.50–3.84%に相当する (SC/F14/J16)。

- ・クロミンクとナガスクジラは同じサイズのオキアミを捕食しており、異なる大きさの餌を選択していないことから、両者には似通った食性があると考えられる (SC/F14/J16)。

- ・JARPAII 期のナガスクジラの体重は、1950 年代の南極海で報告されたものより重く、最近数十年で栄養状態が改善したことが示唆される (SC/F14/J10)。

#### 汚染物質

- ・クロミンククジラの胃内容物のオキアミの総水銀レベルは IV 区 (0.006–0.026ppm dry wt) と V 区 (0.003–

0.052) で類似しており、2005-2011 年の間では、毎年の傾向は見られなかった (SC/F14/J23)。

・クロミンククジラの肝臓の総水銀レベルは IV 区と V 区で、それぞれ、0.003-0.130ppm wet wt <0.001-0.250 であった。これは他の海盆で見られる数値よりかなり低い値である。IV 区のクロミンククジラのすべての年齢グループで肝臓の水銀レベルは著しく減少したが、V 区の 15-26 才の年齢グループでは JARPA 及び JARPAII 期間で著しく上昇した (SC/F14/J23)。

・2010/2011 年の V 区の 21-25 才のミンククジラの有機塩素化合物の平均濃度はヘキサクロロベンゼン (HCB) が 140ng/g fat wt.、DDT 類が 100ng/g fat wt.、PCB 類が 28ng/g fat wt.、クロルデン類 (CHL) が 25ng/g fat wt.、ヘキサクロロシクロヘキサン類 (HCH) が 0.8ng/g fat wt. であった。V 区の DDT 類、HCH 類、HCB、CHL 類のレベルは年で顕著に減少したが、PCB の毎年の傾向に顕著な変化はなかった。南極海の HCH 類のレベルは、わずかながらの減少から 1990 年代の半ばには一定となり、変化がみられた (SC/F14/J24)。

・ナガスクジラの筋肉と肝臓の総水銀レベルは、それぞれ 0.052 と 0.021 (ppm wet wt.) であった。PCB 類、DDT 類、HCH 類、HCB、CHL 類のそれぞれのレベルは、6.5、13、0.65、39、4.5 (ng/fat wt.) であった。筋肉と肝臓の総水銀レベルは、北西大西洋のナガスクジラのものに比較して、一桁の大きさで低い。OC 類レベルも北半球の中緯度のナガスクジラや南極海のシャチ (高次捕食者) のものに比べて極端に低い (SC/F14/J25)。

#### 海洋学及び海洋漂流物

- ・調査海域では地球温暖化の影響は感知されなかった (SC/F14/J20)。
- ・JARPA 及び JARPAII 期間の調査海域で、南の境界 (SB) 位置の年変動が観察された。SB の南への変動は 1995/1996 と 2001/2002 の急激なザトウクジラの増加に概して一致し、海洋状況が鯨類の分布に影響を与えていることを示唆した (SC/F14/J21)。
- ・JARPA 及び JARPAII 期間で海洋ゴミや綱がらみの発生率は低かった (SC/F14/J22)。

#### 目的 2 : 「鯨種間競合のモデリング」

生態系モデルの開発にはかなりのデータ蓄積と分析的努力が必要となるが、JARPAII のこの目的のための初期的な進歩が見られた :

・モデル用の入力データのいくつかは JARPA と JARPAII で収集された。2 つのタイプの生態系モデル、複数種生産モデルと Ecopath with Ecosim (モデル)、について開発の進歩があった。この作業を進展させるのに、いくつかの追加的データと分析が確認された (SC/F14/J26)。

#### 目的 3 : 「系群構造の時空間的変動の解明」

JARPA 調査から発展したクロミンククジラの系群仮説が確認され、JARPAII で改良された。査定のために重要な系群構造情報は、南極海の摂餌海域で他の大型鯨でも得られた。

#### クロミンククジラ

- ・JARPAII データに基づく追加の遺伝学的解析 (mtDNA 配列、マイクロサテライト DNA) の結果は、JARPAII 調査海域には少なくとも 2 系群、JARPAII 調査海域の大部分でそれぞれの西と東の部分占める (I と P 系群)、とする先の系群仮説と一致する (SC/F14/J28)。
- ・マイクロサテライトに基づく遺伝学的分析では、調査海域のもっとも西にある系群 (I 系群) 内で顕著な

年変化が見られた。概して、新しいマイクロサテライト分析の結果はオスよりもメスにより強い移動目的地への忠実性があることが示唆された (SC/F14/J28)。

- ・2系群が互いに混合する移行的な海域は、JARPA でもともと考えられていたよりも経度的に広がった。2系群の空間的分布は毎年変化するが、IV区東とV区西に軟境界がある (SC/F14/J29)。
- ・軟境界にそって、性による差異がある可能性がある (SC/F14/J29)。

#### ザトウクジラ

- ・系群D、E、Fの摂餌海域と繁殖海域の地理的位置は、mtDNAに基づいた遺伝学的変異のパターンと一致する。西オーストラリアのクジラはIV区と強い関連があり、東オーストラリアのクジラはV区西に関連がある。ニューカレドニアとトンガのクジラは東経160度東の摂餌海域と関連がある。クック諸島とフランス領ポリネシアのクジラはJARPAII調査でカバーされた摂餌海域のクジラと遺伝学的に関連がない(SC/F14/J30)。
- ・摂餌海域での系群D、E、Fの混合率の推定値が示された (SC/F14/J30)。
- ・マイクロサテライト分析の結果から、III区東、IV区、V区、VI区西には他の系群が生息しており、これはmtDNA分析の結果と一致する (SC/F14/J31)。

#### ナガスクジラ

- ・mtDNAとマイクロサテライト分析の結果により、JARPAII調査海域内での遺伝的構造が示唆された (SC/F14/J31)。

#### ミナミセミクジラ

- ・マイクロサテライトに基づいた遺伝学的分析は、クジラのIV区への忠実性が示唆された。mtDNA分析の結果では、先に考えられていたよりも摂餌のためより長距離移動するため、夏にはIV区に別の系群が移動する可能性が示された (SC/F14/J33)。

#### 自然標識

- ・3108枚のシロナガス、ザトウ、ミナミセミクジラの写真判定用の写真がデジタル化され、ICRの自然標識カタログに加えられた (SC/F14/J34)。
- ・摂餌海域内及び摂餌海域と繁殖海域で、遺伝学的分析の結果と矛盾しないいくつかの「一致」があった (SC/F14/J34)。

#### IWC管理海区

- ・系群構造研究の結果、IWCの現在の管理海区はクロミンククジラの場合、生物学的物証によってふさわしくないことが確認された。
- ・IWCの定めるIII区、IV区、V区とVI区の境目はザトウ、ナガスクジラの遺伝学的解析と合致するものであった。

#### 目的4:「クロミンククジラ資源の管理方式の改善」

- ・将来クロミンククジラにRMPを適用するには新しい系群構造や資源量の情報が重要となる。これらの情報はRMPの事前の適用評価や適用試験に不可欠である。JARPAIIは1993年のクロミンククジラのRMP試験の

仕様がすでに有効でないことを示した。

- ・新しい情報、特に系群構造、は RMP をより効率的にする。すなわち、保全リスクを増加させることなく追加の捕獲数を付与できる。例えば、小海区として以前用いられていた 10 度ごとの経線区分は JARPAII データによってもはや支持することができない。
- ・JARPAII データにもとづいた SCAA 分析は、クロミンククジラの成長率が RMP 試験で用いられた MSYR の下限よりも明らかに大きいことを示した。

## 他の結果

- ・クロミンククジラの年令査定のアスパラギン酸エナンチオマーが開発された (SC/F14/J12)。
- ・胎児の父性分析に基づく新しい遺伝学的方法でクロミンククジラの成熟オスの資源量を推定する方法が開発された (SC/F14/J7)。
- ・クロミンククジラの生理学、生殖生物学の新しい情報が提供された (SC/F14/J35-37 出版済み情報)

## 4. レビュー結果：鯨類生息域のモニタリング

### 4.1 提議者らの結果要約

20 年以上の調査期間である JARPA/JARPAII の包括的海洋調査によって、南極海の約半分で他に比類ない温度や塩度データプロファイルが組織的に収集された。このデータセットにより調査海域の海洋学的構造や力学の調査研究が可能になった。南極圏海流 (ACC) の南の境界 (SB) の南方や北方への動きは、調査海域の鯨類の分布に重要な役割を果たしえる。これは JARPA 及び JARPAII による包括的海洋調査及び鯨類目視調査のデータセットを用いてさらに研究されるべきである。他の JARPAII 成果の解釈に重要な追加的な成果は、南極半島で報告された事例と異なり、調査海域では地球温暖化の形跡がみられないことである (Trivelpiece *et al.*, 2011)。

JARPA/JARPAII 調査により、南極海での海上、胃内容物、網がらみといった海洋漂流物の包括的観察が初めて可能になった。現在は、低指数であることから、南極海での海洋漂流物の鯨類への影響は限定的であると考えられる。継続したモニタリングが望ましい。

SC/F14/J20 は、鯨類の生息環境を理解する基礎として、JARPA 及び JARPAII 調査域での物理的な海洋学的状況を明らかにするため JARPA 及び JARPAII で得られた海洋学的なデータを分析した論文である。1990 年から 2009 年までの XBT、XCTD、CTD の目視で約 2500 のプロファイルが得られた。プロファイル・データは同じフォーマットへと変換され、JARPA/JARPAII 調査域での海洋学的特徴を記述するため用いられた。このデータセットに基づき、20 年にわたる調査海域での海洋学的構造の平均的な特徴が説明された。調査海域を特徴付ける ACC の SB は、27.6 等密度線の表面の 0°C 等高線で判別できる。SB の位置は、ケルゲレン海台や太平洋南極海峰などの海底の地形の主な特徴によってコントロールされる。ケルゲレン海台の東の海域では、SB の位置は 10 年単位の時間尺度で変化する。この海域の SB の南方への変化は 2000 年代の早期に見られ、2000 年代後半には北方への変化が観察された。南極海では地球温暖化が重要な要因ではあるが、南極半島地域とは異なり、観察された 20 年間の JARPA/JARPAII 調査域では、統計学的に有意な著しい温暖化は JARPA 及び JARPAII 温度データで見られなかった。

SC/F14/J21 は、a)ケルゲレンーディビス振動指標 (KDOI) ; b)海水の広がり ; c) JARPA 及び JARPAII で収集された 1989/90 から 2007/08 年の V 区のクロミンククジラとザトウクジラの資源量推定 ; d) インド洋域の ACC の SB の地区平均などの情報を精査した論文である。これらの時系列データは以下の傾向や関係を示した : 初めに、KDOI は(1)有効なデータはケルゲレンにおいては 2006 年から限られた年しかなかったが、ディビスのデータは 1954 年以來 56 年分あった。よって、現在の段階では KDOI の分析期間は 7.5 年に限られている ; (2) 2006 年から 2013 年 KDOI は約 2 年の周期で上昇傾向の変動性を示した。第二に、1979 年から 2011 年の南極の夏の海水の広がり、毎年の上昇傾向を示し、KDOI と何らかの関係を示唆している。加えて、1997/98 年や 2007/08 年のような広い範囲の海水はクロミンククジラの低い資源量推定と一致する。これはおそらく、海水によって引き起こされた調査の操船制限によるものである。第三に、1995/96 年と 2001/02 年のようなザトウクジラの急激な増加は SB の急速な南方への変化と一致している。これはおそらく南極周極流が南下したことによるものである。

SC/F14/J22 は、JARPA 及び JARPAII で収集された 1987/88 から 2010/11 年の海洋漂流物に関する情報を要約した論文である。3 種の観察が扱われている : 海上の海洋漂流物、捕獲されたクジラ (クロミンククジラ、ドワーフミンククジラ、ナガスクジラ) の胃内容物の海洋漂流物、綱がらみである。南極海の調査海域、南緯 60 度南、では金属 (ドラム缶)、石油化学製品 (ブイ、ビン、容器、フェンダー、網、ロープ、スタイロフォーム) が含まれていた。ブイがもっとも多い漂流物 (記録された海洋漂流物の 69%) であった。高密度指標 (DI: 100 海里毎に観察された海洋漂流物) が、V 区 (DI:0.15)、次に IV 区 (DI:0.12) で記録された。IV 区と V 区のブイの DI は、2005/06 年の南極の夏期から突然増加した。ブイの漂流物の増加は海域ではえなわ漁業の操業の増加と一致する。10,041 頭のクロミンククジラ、16 頭のドワーフミンククジラ、16 頭のナガスクジラの胃の漂流物が調査された。これら 3 種のクジラの胃からは、餌とは別に羽、木、プラスチック、他を含む物が見つかった。100 頭あたりのクロミンククジラの前胃と主胃から海洋漂流物や餌以外の発見は、0.35 頭と推測される。調査された 10,041 頭のクロミンククジラで、綱がらみは 4 件見つかった。絡まったのは、釣、単一繊維の釣り糸、ロープ、結束バンドであった。

#### 4.2 パネルの結論と勧告

物理的、生物学的生息域のモニタリングは、鯨類の生態系のモニタリングのなくてはならない部分であり、すなわち JARPAII の目的 1 である、元々の提案書の調査方法は以下に記載されている : 「サテライトデータを用いて、調査海域全体で、海水や海表温度、海表高やクロロフィル a 濃度を含む環境をモニターし、海洋及び気候観察を行う。JARPAII は、時系列またはリアルタイムで、鯨類を含む種の分布と海洋データの関係性を調査する。JARPAII は海洋調査に関しては国際機関やプロジェクトと積極的に協力するつもりである。」

この提案書は、JARPAII の最初の 4 年で、XBT 類、CTD 類、EPCS (電子粒子計測及び選別システム) やクジラの資源量のための目視調査が行われたことから同じ時期と海域での音響測深機 (エコサウンダー) によるデータ収集、を通じて実行された。このような同時期でのデータ収集は、物理的、生物学的生息域を鯨類の分布と密度に関連付けることを可能にする重要な構成要素であり、最終的には生態系内での鯨類の役割の理解促進に役立つ。

残念なことに、これは過去 2 年 (2009/10 と 2010/11) には TDR データのみが収集され、行われなかった。

SC/F14/J20 と SC/F14/J21 は広範な空間・時間的スケールで JARPA 調査海域の海洋物理学的特徴に関する初期研究について報告している。著者らは、世界中の気候データを用いてさまざまなデータチェックを行い、これによりいくつかのデータの再調整を行った。SC/F14/J20 で述べられているように、このレベルの再調整で、南極海の広範な特徴を研究するに十分となった。しかしながら、海洋学データと種の分布の関係を調査するには、より細かい空間的、時間的特徴の調査が理想的であり、調整のためには現場で海水標本を収集すること、必要であれば機器の測定値を校正することが重要で、機器は最低でも 1 年に 1 度は工場で調整されるべきである。

パネルは、JARPA 及び JARPAII で収集されたデータに加えて、類似するデータがいくつかの他の情報源（世界や日本のデータベースで見つけられるもの）にあり、他の入手可能な生息域の特性（海底までの深さ、海氷の広さ、海氷からの距離、SST、クロロフィル、海面高度など）にも関連がある。これらのデータベースの多くはインターネットから入手できる。

パネルは、JARPA 及び JARPAII プログラムによって示された長期の時系列、特に鯨類と環境データを同時に収集したという面において、その貢献を**認識**する。しかしながら、パネルはプログラムの目的を満たすのに必要な分析作業が7目されず、ふさわしい資源が与えられていないことを懸念する。もし、プログラムが中期から長期の目的を達成しようとするなら、パネルは以下の**勧告**を行う。

- (1) 次期の調査では海洋学的データのフルセットを収集し、必要な調整作業を行うこと。
- (2) 提議者らは他の海洋学的または関連するデータ、他の日本または世界の公文書データベースとして記録されている海氷データの入手可能性と利用性を調査し、これらと JARPA 及び JARPAII プログラムで得られたデータを合体させ、より包括的なデータセットを作成すること。  
<http://www.gcnd.nasa.gov/portals/amd/> は南極マスターディレクトリーで多くの国の南極データセンターの入手可能な役立つデータへリンクしている)。
- (3) 提議者らは他の国際プログラムがこれらの海洋学的データの入手が可能となるよう配慮すること。
- (4) データセットの内容を十分に記述し、将来の生態域と鯨類の分析にこれらが有用であるかをレビューするために、既存の TDR や EPCS データを解析すること。
- (5) 海洋学的及び他の環境学的データを、入手した鯨類の目視調査や生物学的データ（もっと詳しくは、以下の関連する議題で取り上げられる）に照らして解析する一致協力の努力を始めること。

項目(1)については、すぐに始められる。(2)から(5)の作業も可能な限り早く始めるべきであり、次の2-3年以内に当初の結果を発表すべきである。(2)と(3)の項目は、元々の提案書にある国際機関やプロジェクトと積極的に協力するという、いまだ達成されていない目的を達成することになる。資金や資源が限られている時期には、効率や便益を最大化するため協力することが重要である。

パネルは、重要な基礎データとなる環境内及びクジラの胃内、双方での海洋漂流物のデータ収集を**称賛**する。このような情報は、定期的（これは毎年、またはそれより少なく評価されるべき）に分析され IWC に報告されるべきである。



## 5. レビュー結果：系群構造の時空間的変動の解明 (J27-34, FI 5)

### 5.1 提議者らの結果要約

過去の JARPA における系群構造の意義は、JARPA 調査海域で少なくとも 2 つのクロミンククジラの系群、東部インド洋系群 (I 系群) と西部南太平洋系群 (P 系群) が存在し、これら 2 系群の混合が約東経 150-165 度で発生することである。加えて、この鯨種には現行の IWC の管理海区は適用できないことが証明された。残る疑問は、移行海域でのクロミンククジラの 2 系群の混合に関する詳しい説明と、調査海域におけるザトウクジラ、ナガスクジラ、ミナミセミクジラなどの大型鯨の系群構造である。

系群構造研究の目的として特定されたのは：(1) JARPA データに基づくクロミンククジラの系群構造仮説を JARPAII のみのデータを用いて検証する、(2) 移行海域のクロミンククジラの I と P 系群の時間的空間的混合パターンを説明する (SC/F14/J29)、(3) 摂餌域の他の大型鯨、ザトウクジラ (SC/F14/J30, SC/F14/J31)、ナガスクジラ (SC/F14/J32)、ミナミセミクジラ (SC/F14/J33) の系群構造と遺伝学的特徴を理解する、である。

SC/F14/J27 は、JARPAII の目的 3 で ICR が系群構造研究に用いている遺伝学的解析の実施要綱の要約を示した論文である。一般的に実施要綱は、IWC の管理勧告に関連のある IWCSC ガイドラインの遺伝学的研究の DNA データ品質管理 (IWC, 2009) に準じている。

SC/F14/J28 は、JARPA 調査に由来する系群構造仮説を JARPAII のみの標本から 2 種類の異なる遺伝マーカー、338bp の mtDNA 制御領域塩基配列 (2, 278 個体) とマイクロサテライト DNA の 12 遺伝マーカー (2, 551 個体) を用いて、独立してテストした研究である。JARPAII の目的のひとつである系群の時空間的混合は、他の文書 (SC/F14/J29) で詳細に研究されている。異質性の統計的分析は、段階的方法で行われた：最初に、それぞれの年別調査が III 区東、IV 区西、IV 区東が西の海区で、V 区東と VI 区西が東の海区で比較された。次に、西と東の海区での毎年の変化が比較された。最後に、JARPAII の調査海区の西と東の海域間の比較が行われた。これはメスのみ、オスのみ、双方を合わせたもので行われた。mtDNA 分析では、西と東の海域間のメス、オス、双方を合わせたもので統計学的に有意な相違が見られたが、マイクロサテライト分析では、メスと双方を合わせたもので差異があった。したがって、JARPAII のみの標本に基づく遺伝の結果は調査海域に少なくとも 2 つの系群、西側海域に分布する I 系群と東側海域の P 系群、が存在するという先の仮説と合致している。さらに、マイクロサテライト分析では、I 系群、特にメスでかなりの毎年の変動が見られた。これらの毎年の変動は、西側海域の一部では異なる年に I と P 系群が異なる比率で混合するか、III 区西部の知られていない第 3 の系群が散発的に進入する、のいずれかで説明できる。2006 年の JARPA 最終レビューワークショップで勧告されたように、本解析で用いたマイクロサテライトの遺伝子座の数は前の JARPA 研究よりも倍になったが、残念ながらいまだに遺伝的差異が小さすぎて ( $F_{st}$  が 0.001 以下)、個体レベルの遺伝学的分析ができないことから、上記の 2 つの可能性を判別できたかもしれない解析を行えない。

SC/F14/J29 は、2 系群の経度による分離を推定するために、2 つの異なる情報である遺伝学と外部形態のデータを同時に組み入れて数学的アプローチをした論文である。この研究は、JARPA 最終レビューワークショップでの勧告への返答であり、このモデルは、JARPA のみのデータを用いて 2012 年の IWCSC で発表された (Kitakado *et al.*, 2012)。今回は、このモデルを、III 区東から VI 区西で 1989/90 年から 2010/11 年の

JARPA 及び JARPAII で得られたデータに適用した。軟境界は推定されたベースラインとなる系群では年と性別で変化する。混合率の推定のために、2つの情報から派生した尤度関数が定義づけられた。混合率は系群、すなわち西部（III 区東と IV 区西）の推定上の I 系群と東部（V 区東と VI 区西）の P 系群、に特異的なニアロジスティックモデルと 2つのデータセットのパラメーターを用いてモデル化された。外部形態データが遺伝学的データよりも優勢で、この最適化での収束を助けた。しかしながら、外部形態データを含有させたことが推定結果を変え、より軟らかい、すなわちより変動のある、境界を与える傾向となった。全体としては、この結果は、われわれが以前提案したよりも、より広くより西よりの IV 区東と V 区西で、年ごとに 2 系群の空間的な分布が変化したことを示した。また、境界に沿った混合パターンのダイナミクスでは、おそらくは性差があることを示唆した。

SC/F14/J30 は、南極海での JARPA/JARPAII 調査と IDCR/SOWER の期間中に得られた 575 頭のザトウクジラと南極海の摂餌海域での D、E、F の繁殖系群の混合と分布を調べるために、南太平洋の低緯度周辺と東インド洋の 1057 頭の mtDNA データを解析した論文である。この研究は JARPA レビューワークショップの勧告や 2012 年の IWCS の勧告（IWC, 2013a）への返答として実施された。このような情報は、資源量推定の理解及び歴史的な捕獲を系群へ振り分けるのに重要である。この研究は、南極海と低緯度の両方の標本を用いた数少ない研究のひとつである。2つのデータセットから mtDNA 制御領域配列をそろえてから、合致した 329bp が用いられた。低緯度の標本は「純粋」な系群の基準として、南極海の摂餌域でこれらの「純粋」な系群の混合や分布を調べるために使われた。この結果は、系群 D、E、F の南北の移動とおおよそ一致した。西オーストラリアのザトウクジラ（D 系群）は、IV 区と強い関係があり、東オーストラリアのクジラ（E1 系群）は V 区西と、ニューカレドニア（E2 系群）とトンガ（E3 系群）は東経 160 度東の摂餌海域と関連があった。これとは対照的に、クック諸島（F1 系群）とフレンチポリネシア（F2 系群）は JARPAII 調査でカバーされている摂餌海域とは関連がなかった。この論文は 2013 年の IWCS で発表され議論された（SC/65a/SH13）。

SC/F14/J31 は、南極海の摂餌域におけるザトウクジラの系群構造を説明するために、2010/11 期までの JARPA 及び JARPAII 調査と IDCR/SOWER で得られたバイオプシー標本を用いて、14 のマイクロサテライト DNA 遺伝子座を解析した論文である。標本は IWC の管理海区に基づいて 4 海区に分割された：III 区（n=93）；IV 区（n=218）；V 区（n=153）；VI 区（n=64）。37 件の重複したサンプリングの内、3 件は 2 度目の標本は少なくとも 1 日を置いて（1 日、9 年、11 年）採取されていた。異質性のテストは、メスのみ、オスのみ、双方合わせて行われた。海域内での小さな時間的な遺伝学的差異が数件あったが、主要な遺伝学的な差異は、異なる海域からの標本で見られた。加えて、オスよりもメスに強い差異がみられた。JARPA ワークショップレビューの過去の論文では遺伝子座が 6 であったものが 14 に増加したにも関わらず、系群の差異のレベル（ $F_{st}=0.003$ ）は個体の遺伝子分析をするにはあまりにも低すぎるままであったので、摂餌域での系群構造をより良く理解するためには、繁殖域での標本を用いてさらなる解析が必要である。しかしながら、このマイクロサテライトの研究ではこの海区に異なる系群のザトウクジラが混合し、オスよりもメスで大きな差異が見られたことを確認された。

SC/F14/J32 は、ナガスクジラの摂餌域での系群構造を説明するために JARPA 及び JARPAII の期間で得られたナガスクジラ（バイオプシーと捕獲）の標本の mtDNA 制御領域配列やマイクロサテライト DNA を解析した論文である。III 区東（n=6）；IV 区（n=23）；V 区（n=24）；VI 区西（n=2）からの合計 55 の標本に対して

16 のマイクロサテライト DNA 遺伝子座と、mtDNA 制御領域の 479bp が解析された。海域間では、ハプロタイプの分布はきわめて異なるようであるが、ほとんどすべての個体が異なるハプロタイプを有していた。そこで、ハプロタイプのグループを 2 つのカテゴリーに分け、統計学的な比較が行われた：各海域で特有なもの 1 海区以上で共有されるものである。mtDNA による異質性のテストの結果は、III 区東、IV 区、V 区で統計的に著しい差異が見られた。マイクロサテライト分析でも、IV 区と V 区で統計的に著しい差異が見られた。遺伝学的解析の結果により、JARPAII 調査海域のナガスクジラの遺伝学的構造は IWC の管理海区と一致するという可能性を示唆した。将来的にはより大きな標本サイズで、これらの詳細な混合のパターンが研究されべきであろう。

SC/F14/J33 はミナミセミクジラの摂餌域での系群構造を説明するために、2009/10 年までの JARPA 及び JARPAII 調査によって得られたバイオプシー標本をマイクロサテライト DNA と mtDNA の双方を用いて解析した論文である。III 区から V 区までで、合計 70 の標本が収集され、14 のマイクロサテライト DNA 遺伝子座と、mtDNA 制御領域の 430bp が解析された。3 件の重複したサンプリングの内 2 件は、2 度目の標本は少なくとも数年を置いて（それぞれ 4 年、8 年）同じ海区（4）で採取されており、摂餌域への忠実性を示唆している。双方のマーカークラから観察された遺伝的多様性のレベルは他のミナミセミクジラの遺伝学的研究で報告されている結果と一致する。21 のサイトから合計 8 のハプロタイプが確認され、これらは、系統学的に 2 のクレードに分離された。それから、これらの 8 ハプロタイプを Patenaude *et al.* (2007) が報告したインド-大西洋（アルゼンチンと南アフリカ）とインド-太平洋（南オーストラリアとニュージーランド）の海盆で採取した標本で観察された 37 ハプロタイプ（273bp）と比較した。この比較から、われわれの 2 クレードは、彼らの A と W クレードと同じであることが分かり、3 つはインド-大西洋特有のハプロタイプと同様であった。これらの結果から、多少のミナミセミクジラはわれわれがこれまで考えていたよりも、繁殖域と摂餌域の間で長距離の季節移動をすることが示された。したがって、南極海の摂餌域のわれわれの調査海域には、複数の系群が移動してきている。

SC/F14/J34 は、南極海域の III 区東、IV 区、V 区、VI 区西で夏に JARPA/JARPAII 調査期間で得られたシロナガス、ミナミセミ、ザトウクジラの自然標識の情報をまとめた論文である。1989/90 年から 2010/11 年の間に撮影されたすべての写真から選別された合計 3108 枚の自然標識が ICR 管理の自然標識カタログへと加えられた。すべての加えられた写真は、文書保管を促進するためにデジタル化された。JARPA のシロナガスクジラの写真は他のカタログとの比較を容易にするため、IWC 事務局へと提出された。同様に、JARPA のザトウクジラとミナミセミクジラの写真も、それぞれ共同研究として IWC の南極海ザトウクジラカタログや他の国際調査機関へと提供された。摂餌域内と摂餌域と低緯度海域の間の写真を予備的に調べたところ、いくつか一致があった。JARPA 及び JARPAII の自然標識データは、シロナガス、ミナミセミ、ザトウクジラの移動、分布、資源量のよりよい理解に貢献し、これらの資源量推定や保全に貢献する可能性がある。

要約すれば、これらの研究は包括的で大規模な JARPAII（JARPA も同様）調査が、致命的と非致命的方法を効果的に組み合わせ、南極海の大鯨の効果的な管理のための重要な情報を得ていることを証明した。これらの研究はたとえ同じ摂餌域にあっても海区別に異なる管理戦略が必要であることを示唆した。系群構造の成果は RMP プロセスのための重要な情報のひとつである。JARPA の結果は、JARPAII の下で改良され、この情報は、現在の RMP プロセス及び将来の RMP 改良という面で用いられる。我々は、我々の研究が過去のレ

ビューで返答が求められた勧告や我々が掲げたすべての目的を適切に扱い、答えたと信じる。

## 5.2 パネルの結論と勧告

ここでは JARPAII の目的 3、系群構造の時空間的変動の解明、について扱う。遺伝学的実験の方法論について述べた一般的な論文 (SC/FI4/J27) や概観の要約論文 (Pastene, 2006) に加えて、提議者らはクロミンククジラに関する遺伝学的論文 2 本 (SC/FI4/J28; SC/FI4/J29 後者については外部形態データを含む)、ザトウクジラの遺伝学的論文 2 本 (SC/FI4/J30; SC/FI4/J31)、ナガスクジラの遺伝学的論文 1 本 (SC/FI4/J32)、ミナミセミクジラの遺伝学的論文 1 本 (SC/FI4/J33)、シロナガス、ミナミセミ、ザトウクジラの自然標識情報の要約論文 1 本 (SC/FI4/J34) を発表した。

パネルは、系群構造に関する知見がプログラムのこの目的のみならず、すべての目的に基本的に重要であることに言及した。パネルは、特にクロミンククジラについて、包括的なデータセットを展開するためにはかなりのフィールド及び実験上の努力があったことを**称賛する**。また、統合的解析 (SC/FI4/J29) で、遺伝学的そして他のマーカーを組み合わせた分析手法を組み合わせる努力をおこなったことを**称賛する**。

### 5.2.1 研究範囲

パネルは、JARPA 及び JARPAII 計画によって得られた情報が、調査海域内での系群構造（これは目的 3 で直接言及されているが）に関する我々の理解をかなり深めたことに**合意する**。しかし、パネルは、クロミンククジラや他種のヒゲクジラは南極大陸周辺に絶え間なく分布しているのに、JARPAII の調査域は南極周囲の約半分にすぎないことに留意した。明記された目的、系群構造の時空間的変動の解明という目的を十分に達成するためには、調査海域外の情報が欠如しているために、たとえ JARPAII の下で進展した情報が調査海域内での RMP 変数を評価するための試験を開発するのに十分であっても多少の内在する困難を伴うことになる。この問題は以下でクロミンククジラに関して詳細に議論される。

### 5.2.2 遺伝学的データ

パネルは、SC/FI4/J27 の著者らが、JARPAII レビュー (IWC, 2010) で勧告されたように IWC ガイドラインの DNA データ品質管理 (IWC, 2009) に言及した事実を**歓迎する**。しかし、パネルは、どの程度このガイドラインが遵守されたかについて詳細に説明する改定論文（現行の論文は、提議者がなぜマイクロサテライト遺伝子座の配列についてのひとつの勧告に従えないのかに言及）を提出することを**勧告する**。

### 5.2.3 クロミンククジラ

SC/FI4/J28 は、クロミンククジラの新しい mtDNA とマイクロサテライト解析について説明した論文である。パネルは、著者らが JARPAII レビューワークショップ (IWC, 2008) でのコメントの返答として、マイクロサテライトマーカーの数を 2 倍にし、mtDNA 分子の一部の配列を解読し、1 つ以上の遺伝子プールからの証拠を分析するクラスタリング・プログラム、STRUCTURE (Pritchard *et al.*, 2000) を含む追加の解析を行ったことを**歓迎する**。この論文は、SC/FI4/J29 で検討された推定上の混合海域からの標本を除外している。パネルは、この論文の背景にある大規模な実験及び解析作業を**認める**。しかしながら、これらの結果を十分に理解するには追加的な情報が必要である箇所がいくつか見られた。例えば、もし著者らの仮説が正しいならば、IV 区で I と P 系群が異なる比率で混合しており、その海域の Fis 値はヘテロ接合体の欠乏を反映し

て、平均してプラスとなるはずである。さらに、もっとも正の  $F_{is}$  値を示す遺伝子座は、推定上の 2 系群の混合でもっとも高い  $F_{st}$  値を示す遺伝子座であるべきである (Waples, 2011 を参照)。もし、2 系群混合仮説が正しいならば、上記で示された分析は  $F_{is}$  と  $F_{st}$  (この研究では考慮されなかった混合があると推測される海域からの標本) には正の相関がみられるべきである。同様に、ペアの遺伝子座の連鎖不均衡は、関連する 2 つの遺伝子座の  $F_{st}$  の産物と比例すべきである (Waples, 2011)。このケースでは、2 系群の間で推定される平均  $F_{st}$  はかなり小さい ( $<0.001$ ) ために、これらの相関関係は発見するのがむずかしいかもしれない。もし、このような分析が行われるなら、もっとも強い変異の兆候があるメスのみの査定から始めるのが理にかなっている。

パネルは SC/F14/J28 に関して以下の詳細な**勧告**を行う。

- (1) 推定上の純粋な I 及び P 系群からの標本は、対立遺伝子頻度で統計的に有意な差異がある一改訂論文は遺伝子座特有の  $F_{st}$  またはこれらの相違がどの遺伝子座によるのか判別比較するための  $\Theta$  値を提供すべきである。
- (2) 表 4 は、双方の推定上の系群のハーディ・ワインバーグ (HW) 期待値からのずれの証拠を示す一改訂論文は、HW からのずれの大きさと方向に関する情報とこの結果の生物学的重要性を提供するために各系群の各遺伝子座の  $F_{is}$  値を含めるべきである。
- (3) 上記で提案された分析結果を配慮して、議論のセクションは拡大すべきである。

SC/F14/J29 は、系群構造を判別し、成熟クラスで時間変化する分布パターンを明らかにするために多様なデータソースを融合させた革新的な方法を提供した論文である。下記に示すように、この方法では C、N、O の安定同位体比率のような他のデータソースを利用し拡大するのが可能で、JARPA/JARPAII 間に収集された系群構造の情報の多くを統合する手段を与えている。これらの要素での安定同位体比率は、集団の遺伝的構造の推定や他の鯨種との混合の比率を評価するのに使われ、ある程度の成果を上げている (Born *et al.*, 2003; Gimenez *et al.*, 2013; Vighi *et al.*, 2014)。加えて、この方法は、致死的方法で収集されたデータ (この場合では外部形態データ) の価値を評価する可能性がある。

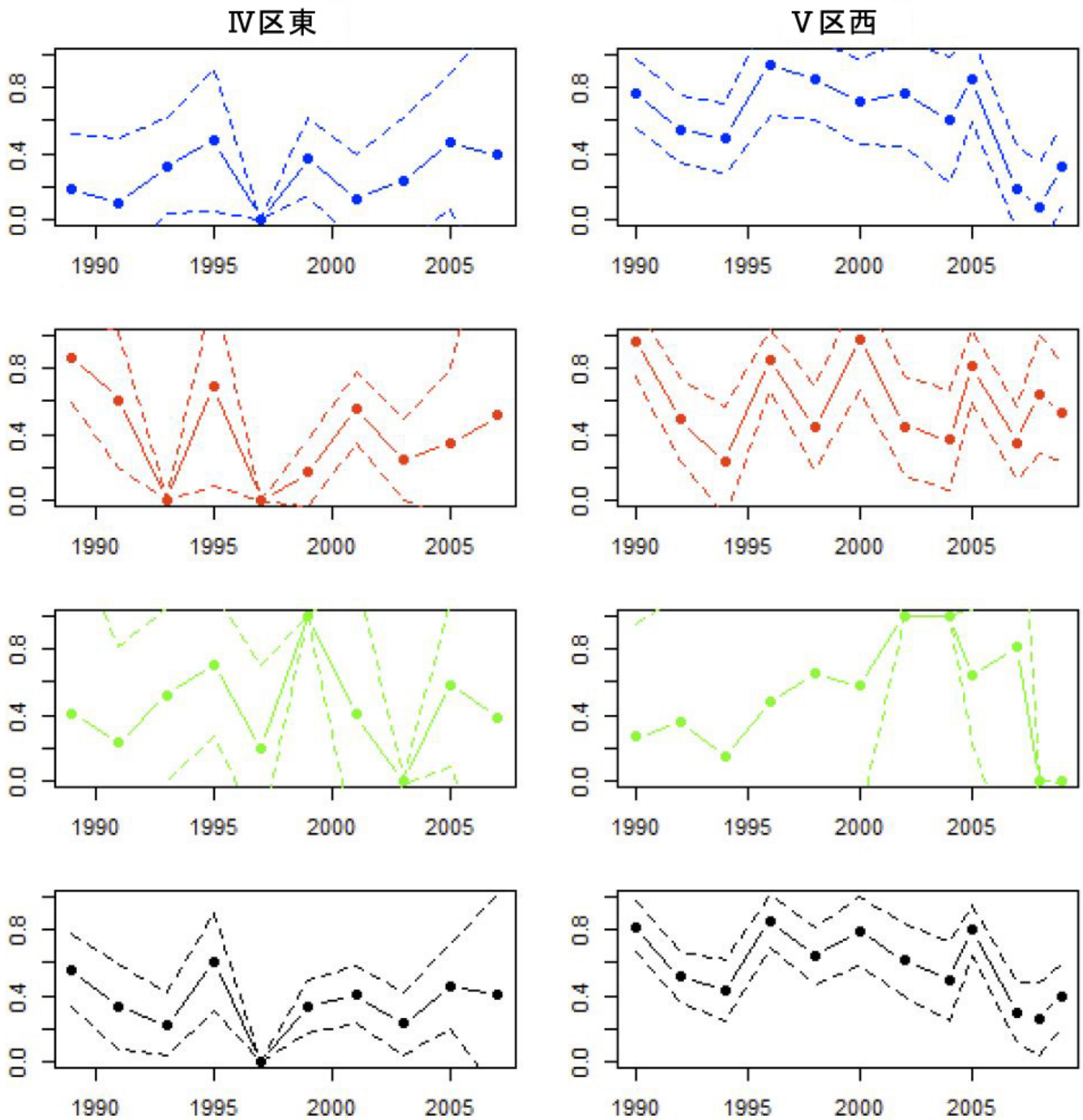


図3. 「遺传的および外部形態データ」に基づいた  
「海区毎混合率」予測の点推定および約90%信頼区間。

パネルは、遺伝学的及び非遺伝学的データを統合しようとした試みを**歓迎**し、これが系群構造はデータタイプとテクニックのセットで扱われるのが最善とする科学委員会の見解にも則したものであると言及した。科学委員会は、量的統合アプローチの開発は複雑であることを認識している。次回の科学委員会に改訂論文を準備するのに間に合うよう以下の**勧告**を行う。

- (1) 個体と系群に同じインデックスを用いるのを避け、論文の表示を改善すること。
- (2) パラメーターの予測値とそれらの標準エラーは報告されるべきである。この情報は、どの外部形態デー

タが、系群の混合を明白にするのにもっとも有益か用いられる。

- (3) 外部形態データに合致する診断的統計は発表されるべきである。
- (4) 著述の意味：「個体や個体間では G と M という変数はずっと独立していると考えられ」は明確にされるべき。これが、マトリックス G はマトリックス M から独立していると考えられるのか、または、M の異なる要素が独立している（例えば、 $\Sigma$  対角？）と考えられるのかが不明。
- (5) 各モデルのパラメーターは、平均値関数、分散-非分散マトリックス（外部形態データ）ばかりでなくベースライン対立遺伝子頻度（遺伝学的データ）の、いくつかのパラメーターが推定パラメーターなのかを明白にするために記載されるべきである。
- (6) ディスカッションではこの研究の主要な成果のひとつ、他の同じような研究で導かれた結果とは異なるもの、について探求すべきである—外部形態データは、遺伝学的データよりも、研究結果に強い影響を与えており、著者らは、この結果の生物学的に説明可能な理由を示すべきである。

長期的には、パネルは以下を**勧告する**：

- (1) モデルは確率効果モデル（ベイズ法または最尤法）として組み立てられるべきである。これにより、より複雑なモデルのいくつかでみられる収束の欠如に関するいくつかの問題を取り除くことができる。これは、また混合率の大きな年間での年変動のいくつか（これはワークショップ（図 3）で製作されたプロットが一般的にはかなり不正確とされた）を減少させるかもしれない。
- (2) 経度と比率との関係でより柔軟な関数が考慮されるべき。
- (3) 統合モデルにすべてのデータ（例えば、性別や成熟度で集計したデータ）を入れる利点を再評価すべき、なぜなら、例えば、V7（SC/F14/J29 の図 3）ではいくつか外部形態で性別の間で明らかな差異が見られた。性別の外部形態データの平均値関数や分散関数のモデルではなく、性から独立した分布比率のモデルが探求されるべき。

系群構造に焦点を当てた管理手続きの検討において、不確実性を考察するおり、単に既存のデータからもっともらしい唯一の「最良」の解釈を求めるべきでない。この精神で、パネルは、SC/F14/J28 と SC/F14/J29 の著者らは、将来、2 系群混合仮説の代案、経度勾配に沿った直線的な距離での分離を示す単独系群、を考慮すべきことを**勧告する**。この代案は鯨の個体の外部形態値が経度線で異なることを示した SC/F14/J29 の図 3 によって示唆された。外部形態は東西の端で一定というよりも、その間の混合域で標本採集海域に沿って直線的に多少の変化があるように見える。距離での分離では、東西端のサンプリング海域からの標本の統計的比較が SC/F14/J28（Schwartz and McKelvey, 2009 参照）に記載されているタイプの成果を生み出すであろう。

Rousset（2000）によって提唱された個体の遺伝子型比較のため、距離での分離の遺伝学的解析には統計(a)を用いることができる。距離での分離では、経度線で距離を測った  $ln$  と  $a$  の間には直線的な相関が期待されている。これにより形態が地域的連続変異に従って変化するシナリオを評価することで、SC/F14/J29 の遺伝・外部形態的モデルを修正することが可能であるかもしれない。概念的には、研究システムは、端が結ばれたか、結ばれていない細いリボンに相当すると考えられる。仮に、標本が 360 度の経度から得られるならば、逆の端のリボンが結ばれているのか（よって、平たい円環を形成している）否かを、決定することがで

きる。後者のシナリオでは、クロミンククジラはある種の輪状種 (Irwin *et al.*, 2005) (極端な形で生殖的には孤立しているが、勾配にそった遺伝子の流れによってつながりがある) であるといえる。これらの 2 つのシナリオは、標本を採取した範囲の 1 部分で選択された異なる RMP の変数を示唆するものではないが、この種の生物学の理解にはまったく異なる意味があり、これは JARPAII の目的 3 と大部分で一致する。

IWC(2006)の系群構造の原型 III はここに示唆されている距離での分離シナリオを示している。現在のケースでは、クロミンククジラが移動性であり、遺伝学的データが繁殖域よりも摂餌域で収集されているので、この適用と解析は複雑化するであろう。さらに、遺伝学的差異の規模は小さい。しかしながら、パネルは経験的な遺伝・外部形態データと、混合域での距離による分離モデルが一致するのかを評価することが重要な情報を提供することに**同意する**。2 系群混合仮説と距離での分離仮説を区別することができるであろうひとつのアプローチは、経度でどのように近親交配指数 (Fis) が異なるのかを評価することである。2 系群混合では、Fis は純血系群海域ではゼロ (平均で) となり (系群内のハーディー-ワインバーグ (HW) 平衡との合意を示す)、混合海域ではプラスになる (ワラント効果によるヘテロ接合体の欠乏を示す)。距離での分離仮説の下では、Fis の値はわずかながらにプラスとなるべきで、経度での変化はない。

Pastene (2006)は、クロミンククジラの系群構造に関する研究結果や仮説の要約で有用な歴史的視点を提供した。この要約では、遺伝学に加えて、標識データ、汚染研究、環境マーカー、外部形態、肉体成熟体長、目視や捕獲分布を含む、系群構造の指標となりえるものについての議論を含んでいたため、特に重要であった。しかしながら、JARPAII で採取されたあるタイプのデータ (例えば海洋学的データ) は、解析に加えられなかった。パネルは、提議者らが議論していないが、クロミンククジラの系群構造の時空間的変動を解明するのに重要な可能性のある他のタイプのデータ、これには近年発達した衛星標識 (パネルは実施上の困難について認識するが、その結果から得られるものは系群構造に加えていろいろなトピックで重要) や C、N、O の安定同位体や脂肪酸 (例えば IWC、2014 参照)、を収集し、統合することを試みるよう**勧告する**。

#### 5.2.4 ザトウクジラ

SC/F14/J30 は、南極海と低緯度のザトウクジラ標本 (主に、JARPA、JARPAII、SOWER でのバイオプシー標本) の mtDNA を解析した論文である。この研究は、JARPA レビュー (IWC, 2008) や科学委員会からの、摂餌域で繁殖系群 D, E, F の混合率や分布を研究する勧告 (IWC, 2013a) に返答するために行われた。パネルは、これらの成果である 2013 年の科学委員会で最初に発表された南極海の摂餌域でのザトウクジラについて重要な情報を提供した SC/65a/SH13 を**歓迎する**。

SC/F14/J31 は、SC/F14/J30 で解析されたザトウクジラの南極海の標本 (但し、低緯度標本は除く) のマイクロサテライト DNA の結果を報告した論文である。著者らは、JARPA レビューワークショップ (IWC, 2008) の勧告に応じて、遺伝子座の数を 6 から 14 へと増加させた。SC/F14/J31 の図 3 では、各標本は、概して HW 平衡との一致を示すが、テキスト中でこれらのテストの結果や遺伝子座の間でどのように異なるのかが説明されていない。他の図では、異なる海域と時間の標本を比較した異種テストである p 値を示している。パネルは、図に遺伝的差異の程度 (例えば Fst 値) を含む改訂論文を提出することを**勧告する**。

#### 5.2.5 ナガスクジラ



SC/F14/J32 は mtDNA とマイクロサテライトを用いたナガスクジラの遺伝学的解析の結果を報告した論文である。すべての年とセクターで入手可能であった標本の総数は、計画よりももっと少ない (n=52) ものもあり、これにより系群構造についての結論が制限されることになった。この研究では、JARPA 計画でのバイオブシー標本と捕獲された個体の標本を組み込んでいる。異質性の標準テストでは、mtDNA では顕著な空間的相違は見られなかったが、著者らはハプロタイプが域内で共有されるか否かでグループに再度振り分けた追加の解析を行い、顕著な差異を発見した。

ナガスクジラの系群構造（長年科学委員会で精査されてこなかった課題：Donovan, 1991）に関する新しい情報を歓迎する一方で、パネルはその解析とその解釈のある部分について懸念を持った。よって、改訂論文の提出を**勧告する**。それは：

- (1) 著者らがこの方法の十分な統計学的根拠を提供できなければ、事後のグループ分けを用いた解析を省くこと。
- (2) データが他の解析で用いられる前に、HW 期待値から有意にずれた 3 つのマイクロサテライト遺伝子座の事実についてより詳細に議論すること。
- (3) SC/F14/J32 の図 7 の各遺伝子座の HW からのずれがヘテロ結合体の欠陥、または過剰を示す（この情報は変異の起こりうる原因を理解するのに不可欠）Fis 値を提供すること。
- (4) 図 1 でどのように標本が管理海区でアレンジされているのか示すこと。
- (5) 管理 IV 区と V 区の間のある差異についての結論は、これらの HW からのずれの性質、原因、その影響が解明されるまでは、暫定的であることを認識すること。

長期的には、提議者らが標本サイズを増やすためには、遺伝学的研究で用いることができそうな過去の組織標本（商業捕鯨からのものか他の調査クルーズでのバイオブシー標本）があるのか調べるべきであろう。

#### 5.2.6 ミナミセミクジラ

SC/F14/J33 は 70 頭のミナミセミクジラのバイオブシー標本の遺伝学的研究結果を報告した論文で、調査努力が調査海区全域の分布範囲で行われながら、その分布を反映してほとんど (n=63) が IV 区で採取された。比較研究のために過去の研究で報告された mtDNA 配列と比較された。予想どおり、本研究のほとんどのハプロタイプは、インドー太平洋からであるとするこれまでの報告と一致するが、3 つのハプロタイプはインドー大西洋の起源のように見える。これは少なくともミナミセミクジラの一部がこれまで考えられたよりも長距離移動を行うかもしれないことを示唆する。サンプリングデザインは南極海全体での地理的変異を見つけ出すには検出力が限られていたが、パネルは南極海で摂餌しているミナミセミクジラを遺伝学的に特徴づけようとした初めての試みであったこの研究を**歓迎する**。

#### 5.2.7 自然標識データ

SC/F14/J34 は、JARPA 及び JARPA II 航海の間に撮影された 3000 点以上のザトウ、シロナガス、ミナミセミクジラの自然標識情報を要約した論文である。写真は日和見的に撮影され、SC/F14/J34 はいくつかの予備的な一致を報告している。

パネルは、自然標識のための写真コレクションに関わる努力を**歓迎する**。関係する国際カタログへの写真提供を**歓迎する**。他の南半球カタログと合わせて、系群構造、混合、移動に関する情報を提供する可能性があることから、これらのデータを分析するさらなる努力を**勧告する**。パネルは今後2年間でこのような研究が科学委員会に提出されることを期待する。

## 6. レビュー結果：鯨類の資源動向のモニタリング (J3-7, 17-18; FI 3-4; O 1-2)

### 6.1 提議者らの結果要約

JARPA 及び JARPAII の目視調査にもとづいて、クロミンク、ザトウ、ナガス、シロナガス、ミナミセミ、マッコウ、ミナミトックリクジラ及びシャチの資源量が推定された。クロミンクとザトウクジラに関しては、IDCR/SOWER と JARPA/JARPAII の資源量推定には望ましい一致が見られる。JARPA 及び JARPAII で得られた資源動向も一般的に生物学的、個体群資源学の情報とも一致する。これにより JARPA 及び JARPAII の目視調査の科学的価値が確認された。

#### 6.1.1 クロミンククジラ

SC/F14/J3 は、JARPA 及び JARPAII (1989/90-2008/09 期) までに収集された目視データに基づいて、クロミンククジラの資源量と資源動向を推定した論文である。これらの解析では、2006 年の JARPA レビューワークショップ (SC/F14/J1 の付録 4 参照) での以前の勧告のほとんどに対処した。資源量推定は、 $g(0)=1$  の仮定の下で、DISTANCE プログラムを用いた標準的方法とライントランセクト方法にもとづいて算出された。年増加率は対数線形モデルを用いて推定された。推定値にはモデルエラーが考慮されている。結果は次の通り：

海区	平均	最小値		最大値	
	推定値	推定値	変動係数	推定値	変動係数
III 東	18,759	4,478	0.911	48,540	0.711
IV	32,714	15,088	0.645	63,794	0.509
V	101,106	67,661	0.308	151,072	0.326
VI 西	15,486	8,434	0.601	27,790	0.507

年増加率推定は、III 区東 と IV 区で 1.1% (95% CI: -2.3-4.5%)、V 区と VI 区西で 0.6% (95% CI: -2.2%-3.3%) である。  $g(0)$  を 1 より小さいことを仮定した補正は、層別のミンククジラの群れサイズ分布の統計量から導いた  $g(0)$  推定値を提供するために、岡村-北門 (OK) モデルによる IDCR-SOWER 調査のクロミンククジラの資源量推定の結果に基づいて開発された回帰モデルを適用することにより行った。この補正で資源量推定は平均で、IV 区で 88%、V 区で 109% 増加した。年増加率は III 区東と IV 区で 2.5% (95% CI: 1.3-6.3%) と V 区と VI 区西で -0.6% (95% CI: -3.9-2.6%) となり、これらは基本事例とあまり変わらない。IDCR/SOWER の資源量推定と IV 区と V 区の  $g(0)$  で補正した資源量推定とは望ましい一致があることが示された。

### 6.1.2 ザトウクジラ

SC/F14/J4 は JARPA 及び JARPAII (1989/90-2008/09 期) の目視調査で収集されたザトウクジラの資源量や資源動向を推定した論文である。これらの解析は、2006 年の JARPA 最終レビューワークショップ以前の勧告 (SC/F14/J01 の付録 4 を参照) のほとんどに対応している。資源量推定は  $g(0) = 1$  との仮定の下で、DISTANCE プログラムを用いた標準ライントランセクト法に基づいている。年増加率は、対数線形モデルを用いて推定された。結果は次の通り：

海区	最初の年			最初の年		
	年	推定値	変動係数	年	推定値	変動係数
III東	1995/96	1,378	0.190	2007/08	11,904	0.261
IV	1989/90	5,325	0.302	2007/08	29,067	0.255
V	1990/91	602	0.343	2008/09	13,894	0.338
VI西	1996/97	1,493	0.185	2008/09	3,609	0.322

III 区東、IV 区、V 区、VI 区西での年増加率推定はそれぞれ 20.8% (95% CI:4.1-37.6%)、13.6% (95% CI:8.4-18.7%)、14.5% (95% CI:7.6-21.5%) と 6.2% (95% CI:-0.9-13.4%) である。VI 区西を除き、すべての海区での資源動向は統計学的に有意であった。よって、JARPA 及び JARPAII の結果は、IV 区と V 区でザトウクジラが急速に明確に増加していることを示している。IV 区と V 区で JARPA 及び JARPAII と IDCR/SOWER に基づく資源量推定には望ましい一致がみられた。

### 6.1.3 シロナガス、ナガス、ミナミセミクジラ

SC/F14/J5 は、JARPA 及び JARPAII (1989/90-2008/09 期) の目視調査で収集されたシロナガス、ナガス、ミナミセミクジラの資源量や資源動向を推定した論文である。資源量推定は  $g(0) = 1$  との仮定の下で、DISTANCE プログラムを用いた標準ライントランセクト法に基づいている。年増加率は、対数線形モデルを用いて推定された。結果は次の通り：

鯨種	海区	初期・最新調査期間	初期調査期間		最新調査期間		資源増加傾向	95%CI <sub>LL</sub>	95%CI <sub>UL</sub>
			資源量	CV	資源量	CV			
シロナガスクジラ	III+IV+V+VIW	1995/96 - 2008/09	300	0.308	1,223	0.345	0.082	0.039	0.125
ナガスクジラ(インド洋系群)	III+IV	1995/96 - 2007/08	3,087	0.191	2,610	0.285	0.089	-0.145	0.324
ナガスクジラ(南西太平洋系群)	V+VIW	1996/97 - 2008/09	1,879	0.226	14,981	0.298	0.120	0.026	0.215
ミナミセミクジラ	IV	1989/90 - 2007/08	42	1.305	1,557	0.303	0.059	-0.164	0.281

シロナガスクジラの資源動向推定は統計学的に有意であった。V 区と VI 区西のナガスクジラの資源動向推定は統計学的に有意であった。IV 区では鯨種組成の変化が確認された。

#### 6.1.4 ハクジラ類

SC/F14/J6 は、JARPA 及び JARPAII (1989/90-2008/09 期) の目視調査で収集されたマッコウ、ミナミトックリクジラ、シャチの資源量や資源動向を推定した論文である。資源量推定は  $g(0) = 1$  との仮定の下で、DISTANCE プログラムを用いた標準トランセクト法に基づいている。年増加率は、対数線形モデルを用いて推定された。結果は次の通り：

鯨種	海区	最小値		最大値		資源増加傾向		
		推定値	CV	推定値	CV	推定値	95%CILL	95%CIUL
マッコウクジラ	III E	1,181	0.197	2,309	0.199	0.021	-0.041	0.082
	IV	1,358	0.192	4,106	0.255	-0.024	-0.062	0.013
	V	597	0.509	2,185	0.254	-0.039	-0.082	0.005
	VI W	101	1.008	736	0.214	0.066	-0.090	0.223
ミナミトックリクジラ	III E	866	0.569	7,364	0.383	-0.018	-0.225	0.190
	IV	1,082	0.266	11,828	0.266	0.104	0.030	0.179
	V	893	0.447	6,729	0.269	0.077	0.013	0.142
	VI W	908	0.396	2,681	0.233	0.009	-0.099	0.117
シャチ	III E	524	1.036	6,300	1.157	0.084	-0.096	0.264
	IV	2,268	0.489	14,374	0.185	-0.021	-0.087	0.044
	V	7,185	0.356	18,867	0.277	-0.011	-0.048	0.026
	VI W	943	0.593	4,066	0.350	0.043	-0.120	0.206

資源動向は、IV 区と V 区のミナミトックリクジラのものを除き、統計学的に有意でなかった。マッコウとミナミトックリクジラの資源量推定は  $g(0) = 1$  の仮定により、低く見積られたと考えられる。

#### 6.1.5 父性解析

SC/F14/J7 では、JARPA 及び JARPAII のクロミンククジラ標本のマイクロサテライト DNA データに基づく父性解析で、その系群サイズや移動パターンを推定するために、標識再捕法を用いた。この父性解析の間、2003/04JARPA で捕獲された妊娠メスから採取された 137 の胎児から最大で 12 のマイクロサテライト DNA 遺伝子座の遺伝子型データを用いて、2001/02JARPA から 2010/11JARPAII で捕獲された 1,779 頭のオスに父親の可能性があるかを調べた。胎児-母親-父親の一致があったのは 1 例であった。父親とされるクジラの体長は 8.66m で、推定年齢は 12 歳であったが、これは必ずしも一致を否定するものではない。この一致は、チャップマンによって改良されたピーターセン標識再捕法を用いて I 系群の成熟オスの予備的な資源量推定を行うために使われた。

#### 6.1.6 分布

SC/F14/J17 は JARPA (1987/88-2004/05) 及び JARPAII (2005/06-2008/09) の目視データを用いてシロナガスクジラ、ナガスクジラ、イワシクジラ、クロミンククジラ、ザトウクジラ、ミナミセミクジラ、マッコウ

クジラ、ミナミトックリクジラ、アカボウクジラ科鯨類及びシャチの分布を示す密度指数（DIW：100海里毎に目撃されたクジラの数）を研究した論文である。主に南緯60度以南のIII区東、IV区、V区及びVI区西において合計353,134海里で調査が行われた。次の表は目視情報の概要である。

鯨種	全調査海区(III東、V及びVI西、南緯60度以南、東経35度～西経145度)						
	群	個体	子鯨	平均群れサイズ	DIS	DIW	DIW順位
シロナガスクジラ	286	495	11	1.73	0.081	0.140	8
ナガスクジラ	1,268	5,209	20	4.11	0.359	1.475	5
イワシクジラ	36	59	0	1.64	0.010	0.017	10
クロミンククジラ	25,507	69,076	1	2.71	7.223	19.561	1
ザトウクジラ	10,036	18,770	137	1.87	2.842	5.315	3
ミナミセミクジラ	235	298	6	1.27	0.067	0.084	9
マッコウクジラ	3,810	3,926	0	1.03	1.079	1.112	6
ミナミトックリクジラ	1,666	3,045	3	1.83	0.472	0.862	7
アカボウクジラ不明種	3,175	5,457	3	1.72	0.899	1.545	4
シャチ	1,472	20,569	59	13.97	0.417	5.825	2

10鯨種の内、クロミンククジラがもっとも頻繁に目撃された鯨種で、DIW順では次にシャチ、ザトウ、アカボウクジラ科鯨類、ナガス、マッコウ、ミナミトックリ、シロナガス、ミナミセミ、ナガスクジラである。1度×1度毎のDIW地図が提供された。現在の地図を含むJARPA及びJARPAIIで収集された膨大なデータは、南極海での鯨類管理と南極の海洋生態系に重要な情報を提供し、各鯨種の生態域利用の調査に貢献するであろう。

SC/F14/J18はJARPA及びJARPAII（1989/90-2005/06）期にIV区では、クロミンククジラが一定であったのに対し、ザトウクジラの分布が拡大したことを示した論文である。この結果から、ザトウクジラの資源量が増加した（SC/F14/J04）ため、JARPA及びJARPAIIの期間中クロミンククジラとザトウクジラの競合がIV区の生息域で激しくなったことが示された。この競合は、クロミンククジラの胃内容物量やエネルギー貯蔵の減少に反映されている（SC/F14/J13；SC/F14/J14）。JARPA及びJARPAIIで得られたデータはSC/F14/J18で用いられ、初期（1989/90、1991/1992と1993/94）；中期（1995/96、1997/98と1999/2000）；後期（2001/2002、2003/04と2005/06）の3期に分けられている。空間的分布は、一般化加法モデル（GAM）を用いて推定された。鯨類の有無は、目的変数として、海底の深度、大陸棚外縁までの距離、緯度は説明変数として用いられた。初期、中期、後期のミンククジラの平均出現確率は、0.41、0.46、0.41であった。占有指数（クロミンククジラの出現確率マイナスザトウクジラの出現確率）も計算された。もし指数が1であった場合、クロミンククジラのみがグリッドセルに出現したが、指数が-1ならば、ザトウクジラのみが出現したことになる。指数がゼロであった場合の、クロミンククジラとザトウクジラのグリッドセルでの出現率は同じであった。初期、中期、後期の平均占有指数は、それぞれ、0.28、0.11、-0.07であった。

#### 6.1.7 要約

要約すれば、JARPA/JARPAII期間でIII区東+IV区とV区+VI区西のクロミンククジラの資源動向は、概して

安定していた。IDCR/SOWER と JARPA/JARPAII の IV 区と V 区の資源量推定には望ましい一致がみられた。シロナガス、ザトウ、ナガスクジラの資源量は JARPA/JARPAII 期間では増加している。ミナミセミクジラの資源量は増加しているが、その傾向は有意でない。IDCR/SOWER と JARPA/JARPAII との間で IV 区と V 区のザトウクジラの資源量推定には望ましい一致がみられた。IV 区と V 区でミナミトククジラでは有意な増加傾向がみられた。

シロナガスとナガスクジラ（V 区+VI 区西）の増加傾向は JARPA のデータのみを用いた場合は有意でないことに言及すべきであろう。JARPAII からの新しいデータを加えると、これらは有意となる。

特に IV 区で、鯨類の組成が徐々に変わっていた。IV 区でザトウクジラの空間的分布と時間的な鯨類組成の変化がみられたが、これは V 区（V 区はザトウクジラが分布していないロス海を含む）ではみられない。

## 6.2 SCAA 解析の著者による要約

パントは SC/F14/01 に述べられているように SC を代表して、商業捕鯨や JARPA や JARPAII の年齢データと IDCR/SOWER と JARPA プログラムの資源量推定を使い、統計学的な捕獲時の年齢解析 (SCAA) を行ってきた。SC/F14/02 は、クロミンククジラのデータに SCAA を応用した論文である。SCAA モデルは、空間的に構成されており、複数のクロミンククジラの系群をモデル化し、パラメーター推定のためにいくつかのデータタイプを用いることができる。クロミンククジラへの応用には、III 区東 から VI 区西をカバーする 5 海区で 2 系群 (I と P) を想定している。モデルのパラメーター (資源加入関係についての年々の偏差、環境収容力の長い年月を経た変化、密度に依存した変数 (生産性と環境収容力)、系群ごとの成長を決定するパラメーター、系群ごとの年齢別自然死亡率、海区と船団 (商業捕鯨か捕獲調査か) による脆弱性) はモデルを捕獲、捕獲体長、条件付の捕獲年齢、絶対及び相対資源量推定のデータに合わせることで推定される。参考事例分析が選択されると、遡及的分析を行ったり参考事例における前提を変えたりすることにより、感度分析が調査される。参考事例分析は、すべてのデータソースを適切に模倣することを可能にする。ほとんどの分析 (参考や感度) では、調査された海域でクロミンククジラは 1930 年から 1970 年代半ばまで増加し、その後減少した。このクロミンククジラの減少では、III 区東から V 区西がそれより東の範囲よりも大きく減少した。若い個体及び年齢の高い個体の自然死亡率が一致して高いことが推定された。MSYR の推定値が提供されたが、対比対象がないため信頼できない。

## 6.3 パネルの結論と勧告

### 6.3.1 調査からの資源量と傾向

パネルは、JARPA 及び JARPAII プログラムからの結果の発表を**歓迎する**。これはかなりの調査時間が費やされたこと、そして長期間のモニタリングによる大きなデータセットを意味する。現在は終了している IDCR/SOWER プログラムの研究を補足するものである。鯨種の資源量傾向をモニターすることは、一般的な保全や管理の関心事であることのみならず、JARPAII の目的、特に生態系モデルへのインプットとして関連のある情報を提供するのに重要である。商業捕鯨でかなり枯渇してしまった鯨種や資源の回復を記録するという脈絡及び鯨類の利用が始まる前と比較しての鯨種組成の変動を調査する上で特に重要である。

JARPA レビュー会議 (IWC, 2008) は、当時入手可能であった調査情報を精査し、受け入れ可能な資源量推定

が得られる前に、さらなる研究が必要となるいくつかの項目を確認した。パネルはクロミンククジラの論文 (SC/F14/J3) やザトウクジラの論文 (SC/F14/J4) がほとんどの懸念に十分に組み込み、いくつかのケースでは今後やらなければならない研究 (例えば Matsuoka, 2011 や Hakamada *et al.*, 2014 の議論を参照) についても確認したことに**同意する**。パネルは、増加率推定で追加的な分散の扱いを明らかにすることや使われたアプローチについてさらに考慮することを求めた。

クロミンククジラの資源量推定 (IWC, 2013) において  $g(0)$  推定が重要であり、独立観察者方式が用いられていない JARPA や JARPAII 調査では、これを説明するために、SC/F14/J3 でやむを得ずその場かぎりのアプローチが用いられたことから、パネルは将来の調査では独立観察者方式を用いることを検討するよう**勧告する**。

他のヒゲクジラに関する論文 (SC/F14/J6) では、特に目視専門船のみ (目視専門船と目視採集船と組み合わせたデータと対比) での異なる推定を調査期間の一部でも得ることができず、クロミンクやザトウクジラの場合に入手可能であったよりも少ない標本サイズであったために、資源量推定のいくつかの側面で同様の分析手続きに従うことができなかった。

ワークショップで発表された資源量推定や傾向は、特定の地理的場所での 1 年の特定の時間での個体数 (及び傾向) を示すということを忘れないことが重要である。ある場合には、例えばクロミンク、ザトウやシロナガスクジラでは、これは南半球の夏での分布ピークをおそらくカバーする。しかしながら、他の種、例えばナガスクジラでは過去の分布に基づけば、これは当てはまらない。もっとも極端な例はマッコウクジラであり、大型のオスのみが、南緯 60 度南へ回遊した。

著者らは、これらの点について言及したが、パネルはこれらの解釈には十分な配慮がなされるべきであることを**重ねて述べる**。すべての場合で、もし結果が資源動向についての推定を提供するものであるなら、異なる繁殖系群が摂餌域で重なる海域では特に複雑となるため、系群構造への疑問に十分な配慮がされるべきである。これは発表された論文で短くカバーされたが、このような案件は著者らによって、論文の議論部分でより十分に検討される必要がある。

これらのデータセットの価値を認識し、発表された解析を歓迎しつつ、パネルは他のヒゲクジラ種 (例えばすでに出版されたクロミンクやザトウクジラではない) 単独の改訂された論文を啓発 (出版するために提出する) するために**勧告する**：

- (1) (SC/F14/02 のような他の論文で示された情報のいくつかを導くに当たり) 用いられた方法や前提についてより詳しい説明を提示すること。
- (2) 小さい標本サイズに関する問題と、目視採集船 (SSV) データの使用と非調査海域の扱いに関するものを含む JARPA レビュー会合で出された勧告について強調すること。
- (3) 実際に調査された割合を含む、年別の計画と実際のトラックラインの差異についてより明白にすること。
- (4) 増加率推定での追加的な分散コンポーネントの扱いについてより十分に説明すること。
- (5) 系群構造とカバーされた範囲の比率についての解釈、「基礎ケース」内で得られた信頼区間について感度

試験の結果の意味、資源動向推定のプロセスでかなり外挿に依存する資源量推定の算入または除外のメリットを含む結果についての今回よりもより広範な議論を含むこと。

(6) 将来の努力量の水準や調査デザインについての理由づけのための、調査間隔の影響や資源動向推定についての検定力解析を含むこと。

ハクジラ類の推定に関しては、マッコウやミナミトククジラの知られた潜水行動から、 $g(0)$ に関して推定値を出すのはかなり難しく、いくつかの追加的な問題が生じる。著者らは、これらの問題やこれらの種の全体的な分布に関する知識が欠如していることを踏まえて、絶対資源量推定が実行可能であるか、重要であるのかを考慮する必要がある。パネルは、シャチの生態型に関わるデータ収集では、それぞれの資源量推定を可能とするよう試みることを**勧告する**。このような情報は、シャチの異なる摂餌習慣を鑑みて、特にミンククジラの被食結果を評価する上で、生態系モデルの構築のために重要である。

### 6.3.2 SCAA 解析

パネルは発表された最新の SCAA 解析を**歓迎する**。JARPAII 調査海域でのクロミンククジラ資源の変動を精査するのに SCAA モデルが現在最もふさわしく、またこの観点からこのモデルが良い挙動を示すであろうことに**同意する**。しかしながら、下記で記述する今後の作業と改善についていくつかの勧告がある。パネルは SCAA モデルのある結果と JARPAII の他の構成部分から導かれた推論とが一致しないこと、または SCAA モデルのある結果が JARPAII そのもののデザインの改善の可能性を示唆することに留意した。

### 資源量推定

現在のモデルに適用された JARPA/JARPAII による資源量推定は 2013 年後半に入手可能となった。これらは、SC/F14/J3 の  $g(0)$  修正推定値にとって変わるべきである。SC/F14/J3 での JARPA と IDCR の推定を比較し JARPA/JARPAII の資源量推定でのモデル設定は今後も調査される資源量の絶対指標として扱われるべきである。

### 変量効果モデル

このモデルは、加入や他のいくつかのパラメーター（脆弱性、各海区の各系群の比率、成長率と環境収容率、SC/F14/02、付録 E）の年効果を推定するため、変数の誤差として変量効果構造を用いている。これらの変量効果の標準偏差と関数形は、専門家の判断に基づいたモデルとは無関係に設定されている。もし、これらの標準偏差が小さすぎれば、年と年の間の偏差を過度に補正してしまうリスクがあり、信頼限界を過小評価することになる。パネルの要求に従い、基本的に制約のない分布（加入量の偏差の対数の標準偏差を 10 とする）での加入を再推定するためにテストが行われた。このテストによる加入推定が、基本事例で用いられた標準偏差推定に対して図示された（図 3）。この散布図の直線的な性質により、推定が標準偏差の選択によって影響を受けたものでないことが示された。パネルは、年々の偏差のある他のパラメーターでも特定の標準偏差が過度に制約しすぎないことをチェックするために同様のテストを行うことを**勧告する**。

### MSYR（資源増加率）

著者らが言及したように、感度テスト（SC/F14/02 表 8）での MSYR の変動性は、モデルが信頼できる MSYR を推定することができないことを示している。MSYR を推定するために必要なデータでは差異がほとんどみ

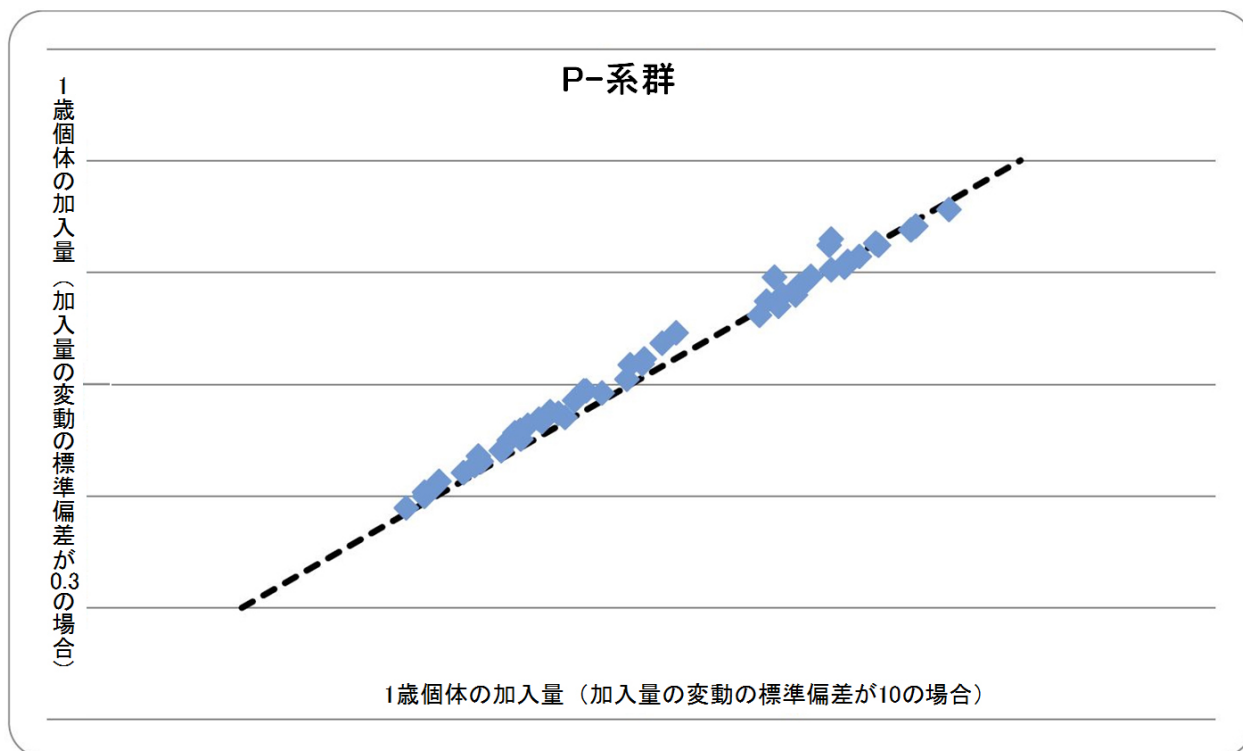


られない。このモデルの前のモデルでは MSYR 推定を提供していた。しかしながら、これは比較的柔軟性に乏しいモデル構造の産物であるかもしれない。パネルは、新しいデータが利用できることに照らして、将来 MSYR の推定可能性について立ち戻ることを**勧告する**。

#### 自然死亡率モデル

自然死亡率と年齢との関係の特徴付ける区分モデルは、ある意味で最適とは言えない。外部で区分点を定義づける必要性は、モデルにあやまった仕様を導入するリスクを伴う。自己回帰関数のテストでは、同様の死亡率関数を生み、サイラーモデルでも似たような結果を生みそうである。もしそうならば、パネルはあやまった仕様の導入リスクを軽減し、自己回帰関数よりもより簡素であるので、サイラー関数の使用を**勧告する**。もし、サイラー関数が自己回帰関数と一致しないのであれば、モデルが自己回帰関数よりもより良い（が簡素な）近似を提供することになるので、区分モデルの区分点を調整することが好ましい。

パネルは、両方の系群の平均値  $M$  が同じであると仮定されたときに、モデル上の資源の反応を精査するために感度テストを行うことを**勧告する**。



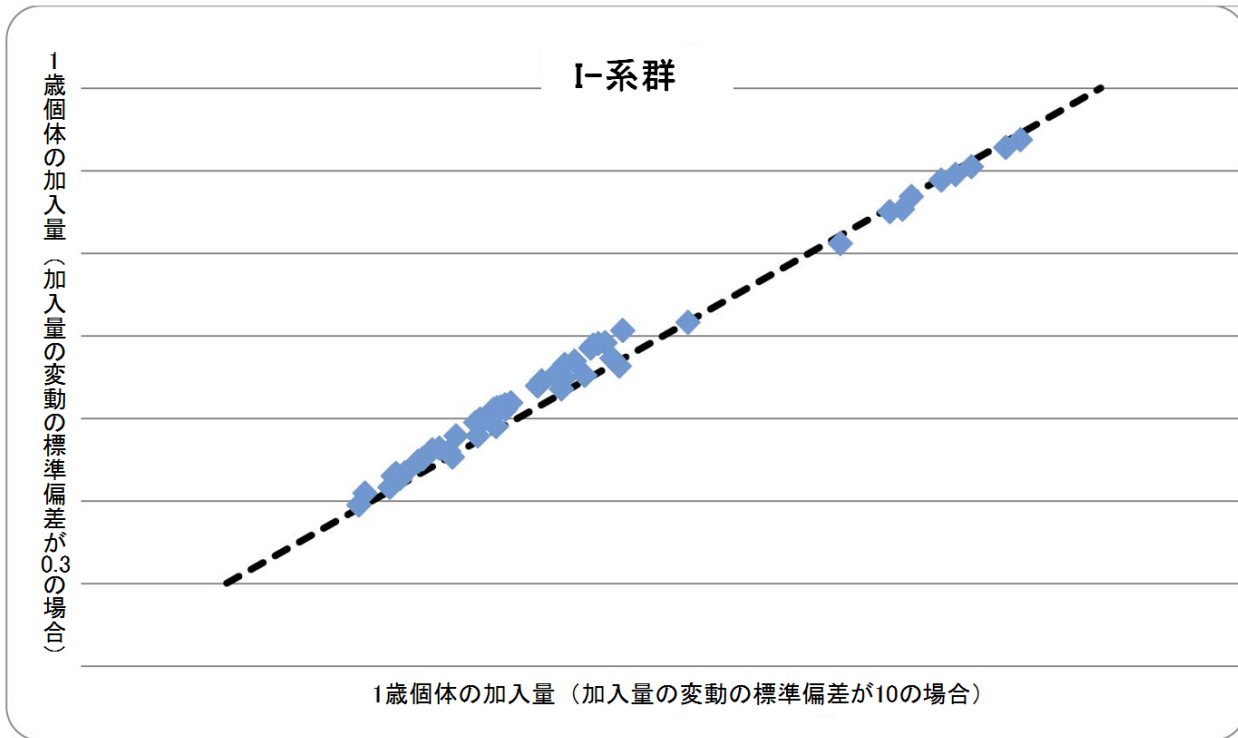


図 4. 1 歳での加入及び別々の SD (標準偏差) 査定の散布図 (本文を参照)。

#### 系群構造

パネルは、現在モデルが重複しない 2 系群で構成されていることに言及した。しかしながら、モデルは広くいろいろな可能性のある系群構造を入れ込む特性を持ち、JARPA プログラムの最近の結果では異なる系群構造の可能性 (5 を参照) が示唆されている。例えば、2 系群は IV 区東と V 区西で混合しているかもしれず、この混合における全体の資源量内での各系群の混合比率は時とともに変化している。混合比率を時系列に適用させる (例えば SC/F14/J29 で述べられたようにモデルによって比率を予測させる) ことや 2 系群間で区別できるような遺伝学的、形態学的データを直接 (例えば、SC/F14/J29 で述べられたように SCAA モデルに直接実施するアプローチによって) 適用し、SCAA モデルを拡大することが可能であろう。いずれのアプローチでも、モデルが将来、系群変動について異なる系群構造仮説への影響を評価する可能性を与える。パネルは、JARPAII 調査域からのクロミンククジラの遺伝学及び形態学的変動に関する更なる解析が、2 系群の混合よりも、個体が距離によって分離するという代案である単一系群仮説を支持するのであるならば、SCAA モデルにはかなりの改訂が必要になるであろうことに留意する。

#### 環境収容能力の経年変化

基本事例モデルでは環境収容能力が 1940 年代半ばから 1960 年代初めに増加し、その後低下したと推定している。パネルは、SCAA モデルを用いて推定された環境収容能力を解釈する場合には注意が必要であることに同意する。推定された環境収容能力の傾向は、オキアミの入手可能性の傾向に必ずしも連動しない。SCAA モデルでは、環境収容能力が、低緯度で誕生し、授乳し、乳離れした 0 歳のミンククジラの 1 年の生存率と連動するようにパラメーター化されている。よって、推定された環境収容能力の傾向は、クロミンククジラの仔の捕食傾向を含む、南極海の外で起こった状況の動向と連動するかもしれない。

## 成長率の経年変化

モデルは、初期に急激な成長率推定、最近ではゆっくりとした成長率推定を示し、その変換期は 1980 年代初期と 1990 年頃の間とした (SC/F14/02、図 5)。しかしながら、推定成長率のもっとも小さい個体からのデータで大部分決定されているが、商業捕鯨では小さな個体はほとんど捕獲されなかった。それゆえ、最も初期の推定成長率は信頼できない可能性がある。この問題はさらに熟考されるべきである。なぜなら、現在のところ、SCAA モデルによって推定された成長率が SC/F14/J8 で発表された時系列の成熟年齢と一致させるのが難しいからである。SC/F14/J8 で発表された時系列では、1980 年代では成長率は低下せず、1965 年以来誕生したすべてのコーホートで比較的一定であることを示唆している。パネルは、提議者らと SCAA 解析の開発者らにこの明らかな矛盾を解決するように**勧告する**。

## JARPA/JARPAII データの影響

示された結果によると、JARPA/JARPAII の資源量データ（一方で JARPA/JARPAII の年齢体長データと IDCR/SOWER 資源量データは残す）を取り除いても、モデルの結果にはほとんど影響がなかった。これは、資源量データが、モデルに適用された他のデータ（JARPA/JARPAII の年齢体長データを含む）と一致することを意味する。さらに、JARPA/JARPAII データの影響を評価するには、パネルはモデルから捕獲数を除くすべての JARPA/JARPAII データを取り除くか、資源量データは保持したまま年齢体長データを取り除く感度試験を**勧告する**。いずれにせよ、JARPA/JARPAII 期間での選択パターンに関する推定が必要である。

パネルは、将来の JARPAII のデザインを考慮する上で、SCAA による JARPA/JARPAII 資源量データの有無の影響を精査する感度試験を行うことが有用であることに**同意する**。例えば、もし 1 年間の JARPAII 資源量データが SCAA の結果にほとんど影響がないならば、提議者らは目視調査をするよりも、他のことに対処するために時間を使う機会を得られるかもしれない。例えば、もし目視調査が 1 年行われなかったなら、海上での時間は鯨種間の競合の可能性について研究するフィールドワークに焦点を当てた研究に使えるかもしれない。

### 6.3.3 資源量査定での代案アプローチ

SC/F14/J7 は、クロミンククジラの資源量を推定するために、父性解析についての予備的評価の結果を報告した論文である。この課題では、2003/04 JARPA 航海で収集された母親と胎児の 137 ペアの遺伝子型を同定し、遺伝子データセットにある 1700 頭以下のオスと一致するかを探った。1 頭の父親と考えられる一致があった。用いられた分析手続きと注意は一般的に十分なものであった。パネルは、この一般的アプローチを**歓迎する**。なぜなら、有用な情報を提供する可能性がかなり高く、パネルはこの予備的評価で以下にコメントした：

- (1) 単独の親子の一致に基づいた資源量点推定の価値は疑わしい。なぜなら、
  - a) 信頼区間の幅が広すぎる—Bravington *et al.* (ミナミマグロのレポートで、正式なレファレンス待ち) は特定の変動係数を用いて、推定量を出すのに必要な一致の数を計算する方法を示した；b) 1 頭の再捕獲のみ加えても、点推定を減少させるので点推定は不安定である。
- (2) ランダムサンプリングの重要性について簡略な言及があったが、この重要な問題は、すべての標本がこの鯨種の夏期における分布域の半分以下からの海域に限られることを鑑みれば、より十分な扱いに値す

る。

#### 6.3.4 分布

この項では、JARPAII の目的 1 の部分：特に目視データに基づく鯨類分布の空間的変化とクロミンククジラ分布の特定結果に言及した、南極海生態系のモニタリングと、目的 2 の一部：鯨種間競合のモデリング、を取り扱う。提議者らは分布に関して以下を含む 2 本の論文を提出した：1987-2009 年の JARPA 及び JARPAII のすべての目視での鯨種の発見を集積し、 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  の解像度で鯨密度の未修正指標を用いて一般的にマッピングしたもの (SC/F14/J17) と、一般化加法モデル (GAMs) を用いて JARPA 及び JARPAII 期間に IV 区でクロミンクとザトウクジラの空間的分布の变化分析を報告した論文 (SC/F14/J18) である。パネルは、観察されたすべての鯨種の回顧的視点を提供し、いくつかの提案された目的に対処するために、空間的に明確なザトウとミンククジラを目視モデルを用いて、すべての目視データを統合しようとする努力を見られて**喜ばしい**。

GAM 解析では 1987 年から 2006 年までの JARPA と JARPAII 期間を、初期、中期、後期に区分し、各鯨種の海域占有が大規模であること、ミンクとザトウクジラの空間的分布にどの程度の重複があるのかを扱うために導き出された占有指数が報告された。パネルは、2 つの大きな問題を確認した：(1) 海域占有分析にはより情報を与えるべきであり、これは単に GAMs を用いるのに対して、ライントランセクトに基づいた空間モデリングを用いてクジラ密度に関する結果を示すことで達成できるであろうし、可能であるならば、他の鯨種でも解析が行われるべきである；(2) 鯨種間の占有を比較する指標は、現在の形では、種の重複分布やその分離と時間に伴う変化を適切に説明することができない。

分布の検討のためにより定量的なアプローチが用いられたことを歓迎する一方で、パネルはそれらの方法がいくぶん単純であることに言及した。それゆえ、パネルは、空間モデリングでの最近の進歩（例えば Bravington and Hedley, 2012）を組み入れて、鯨の発見可能性と遭遇率の過程を説明し、自己相関を含み、密度において空間的に明白な差異を反映した、より厳密な海区占有の解析を行うことを**勧告する**。加えて、JARPA 及び JARPAII のデータのみを用いるよりも、広範なデータセットを用い（項目 4 参照）、海氷、基礎生産、海洋データなどの各鯨種の分布を説明するような環境変数を、空間モデル内の変数の選択においてより反映すべきであろう。他の解析（例 Beekmans *et al.*, 2010）でも用いられた推奨されるリモートセンシング情報は、特に水深データベース (GEBCO または他) や関連指標である大陸棚外縁までの距離や他の等深線、海色によるクロロフィル濃度 (NASA 海観察広範フィールド観察センサー、SeaWiFS) や関連物、海氷密度や氷縁への距離、季節の最大最小海氷範囲や海氷の存続期間を含む関連する氷の指標、海表温度 (SST)、南極周極環流南方前線 (SACCF) ゾーン的位置や南極周極環流南方境界 (SBACC)、そして海面流速 (SSV) である。

パネルは、出現や不在を推測する海域占有指数は、ライントランセクトに基づく空間モデルの解析として再度形式化して改良する必要があることに**合意する**。これにより、微細スケールでの推測の精度が上がり、クロミンクとザトウクジラの分布範囲での棲み分けの解析が改良されるであろう。加えて、分布の重複範囲を調査するために用いられた指標 ( $Z_i = P_{x,i} - P_{y,i}$ ;  $i$ :  $i$  は、小範囲でのグリッドセル、 $P_{x,i}$  はミンククジラ、 $P_{y,i}$  はザトウクジラの出現確率) は、現状では、それぞれ各鯨種から導かれた推測やモデルに基づいているため有効でない。さらに、多くの異なる  $P_{x,i}$  と  $P_{y,i}$  の組み合わせが、これらの数値の解釈がかなり異なってい

ても、同一の  $Z_i$  値を導く。この問題の提案された解決策は、空間的な共変数に応じて、空間的に明確な両方の鯨種の不在 ( $P_{oo, i}$ )、ミンククジラの出現 ( $P_{ox, i}$ )、ザトウクジラの出現 ( $P_{oy, i}$ )、と両方の鯨種の出現 ( $P_{xy, i}$ ) を一緒にモデル化することである。グリッドセルの中での観察された各鯨種の出現は、多項分布からの標本として扱うことが可能で、GAM 解析の脈絡の中での推定は Beare *et al.* (2003) で行われたように、二項またはポアソン回帰アプローチまたは他の解決策を用いて達成することができる。

提議者らは分布に関する議論で、この作業の主な動機は、目的 2、特に鯨種間競合への返答であると述べている。彼らの主な重点は、クロミンクとザトウクジラで、これらの両種競合の生態的な結論である。しかし、パネルは、これら 2 鯨種の相対的資源量や分布の明らかな変化にもかかわらず、確定的な結論を出すには時期尚早であり<sup>1</sup>、モデリングに使える既存のデータを説明するための、可能性のあるいくつかの仮説の 1 つにすぎないことに**同意する**。パネルは、この段階では、提議者らがこの競合の根底をなす仮説を提案すること、または、分析の枠組みを発展させる概念モデルの策定ができなかったことに**留意する**。鯨類の競合に関する研究はめずらしく、ほとんどは、摂餌域で異なる種が利用する資源の分配についての研究（例：Friedlander *et al.*, 2009; Santora *et al.*, 2010）である。これには、各鯨種の環境変数、分布、資源量や一般的な餌生物の行動に関係した、空間分布での特徴づけが必要となる。

この目的のため、パネルは将来の努力の中心は、提案された南極海生態系での競合や他の代案仮説がどのように起こるのかを解明できる仮説の詳述を含む作業であるべきと**勧告する**。提議者らは、競合の相関関係の結果と、海洋学的な変化や環境収容能力の変化が、餌や鯨類の分布や資源量に変化をもたらした結果であることを、区別できることを示すべきである。これには、採餌行動の好み、異なる鯨種による同じ餌場の共同利用、分け合っている資源が餌場ですべての捕食者の要求を満足させることができないという情報についての確証が必要となる。このため、パネルは、オキアミ群の分布やサイズに関して種別の潜水範囲を特徴づける TDR のようなサテライト遠隔測定法につながった専用の方法を用いることを**勧告する**。パネルは、SOWER2000 プログラム (IWC, 2000) の脈絡の中で、関連事項の全面的な議論を参考にする。

パネルは、ヒゲクジラの摂餌成功とエネルギー論に関する研究では、平均密度と同様に群れサイズの重要性を**強調する**。パネルは、JARPAII の一部で生態系モデリングとして使われるもっともらしい仮説を展開するために、提議者らが以下のいくつか、好ましくはすべてについて努力することを**勧告する**。

- (1) 目視調査のトラックラインでの鯨種の近接性の分析：これは既存のデータで可能であり、来年中には初期の分析が可能であろう。
- (2) 局所的な鯨分布と資源量に関係した餌の群れ行動と密度に焦点を当てた研究：これには 1 期またはより多くの期間でフィールドワークの焦点や統合されたデータ、バイオプシー標本（特に安定同位体分析）、オキアミの資源量及び密度推定、焦点を当てた追尾、遠隔測定法（無線及び/またはサテライト）の変更が必要になるかもしれない。
- (3) 両種の分布が重複する海区と、棲み分けする海区での、胃内容物内の餌比較、これには鯨種とオキアミ

---

<sup>1</sup> SC/F14/J18 では「結果は、JARPA 及び JARPAII 期間中での海域 4 の生息域でザトウとクロミンククジラの競合がザトウクジラの資源量の増加によって激化したことを示唆している」と述べている。

の体長－成熟度のクラスで、明確な空間的棲み分けを分布パターン示しているか否かを含む：これは既存の標本から開始でき、2年後くらいにはプログレスレポートの提出が可能であろう。

(4) 組織標本からの炭素、窒素、酸素の安定同位体比率分析：このような分析での識別力の当初の研究は、既存の冷凍または乾燥保存されている標本を使うことにより可能である。

## 7. 結果のレビュー：オキアミ資源量のモニタリングと鯨類系群の摂餌生態

### 7.1 提議者らの結果要約

JARPAII では、計量魚探データに基づくオキアミのバイオマス推定という調査項目を含む。このデータと一緒に、クロミンククジラとナガスクジラの摂餌生態（例：エネルギー蓄積、胃内容物、摂餌習慣）が調査された。これらのデータ解析が、南極海生態系において鯨類のオキアミの全体的な利用可能量が変化したのか否か、鯨種構成の変化が異なる鯨種の餌利用可能量に影響を与えたかというような科学的な質問に答えることに貢献するであろう。

SC/F14/J15 は、1987/88-2010/11 期間の JARPA 及び JARPAII 調査で得られた標本を用いてクロミンククジラの摂餌生態を調査した論文である。いくつかの解析は 2006 年 JARPA 最終レビューで示された勧告、例えば、摂餌期間の持続時間や消化率、より細かいスケールでの調査に関係したもの、に配慮したものである。クロミンククジラは沖合海域では主にナンキョクオキアミを、ロス海とプリッツ湾の大陸棚の沿岸（浅い）域では、コオリオキアミを捕食している。クジラは主に朝 5:00 前に捕食しており、これは 1 日の早い時間に摂餌行動が減少することを示唆する。1 日の餌消費量は 2 つの独立した方法を用いて推定された。1 つは理論的な必要エネルギーで、もう 1 つは日中での胃内容物量の変化である。摂餌期の 2 つの方法による 1 頭あたりの 1 日あたりの餌消費量は、それぞれ未成熟オスで 95.1kg、127.0kg と成熟オスで 182.6kg、250.3kg、未成熟オスで 125.8kg、138.7kg と成熟オスで 268.1kg、325.5kg であった。これは体重の 2.65-4.02% に相当する。JARPA 及び JARPAII 期間で、1 頭あたりの 1 日の餌消費量は、日中の胃内容物量の変化の方法の結果によるとすべての性及びクラスでその量が減少している。調査海域でのすべてのクロミンククジラの季節的な餌消費量は、351-398 万トンであり、この数字はすべての調査海域で行われた音響調査により推定されたオキアミのバイオマスの 7.6-8.6% に相当する。摂餌生態のさらなる調査は、「鯨類の不確実な餌消費推定」に焦点をあてるであろう。

SC/F14/J16 は、2005/06-2010/11 期間の JARPAII で捕獲されたナガスクジラ（16 頭）の食性を研究した論文である。ナガスクジラは調査海域の大部分でナンキョクオキアミ (*E. superba*) を捕食していた。3 種の方法で算出した 1 頭あたりのナガスクジラの 1 日の餌消費量は、276kg から 2,136kg までの範囲であった。これらの数値は体重の約 0.50 から 3.84% に相当する。全調査海域でのすべてのナガスクジラの季節的な餌消費量は 3 つの方法でそれぞれ、54-78 万トン、338-451 万トン、219-293 万トンとなる。ナガスとクロミンククジラが捕食しているナンキョクオキアミの体長頻度で一致が見られた。ナガスもクロミンククジラも餌のサイズを選択しないという似通った食性を持つと見られる。SC/F14/J10 では、JARPAII で捕獲されたナガスクジラの体重が 1950 年代に商業捕鯨で捕獲された個体よりも重かったという証拠を示した。

SC/F14/J19 は、計量魚探データに基づくオキアミのバイオマス推定の結果を示した論文である。推定は、III 区東/IV 区は 2007/08 JARPAII 調査で、V 区/VI 区西は 2008/09 JARPA 調査で得たデータに基づいて算出さ

れた。III 区東/IV 区で得られたバイオマス推定量はそれぞれ、660 万トンと 1250 万トンであった。一方、V 区/VI 区西で得られたバイオマス推定量はそれぞれ、2400 万トンと 340 万トンであった。IV 区のオキアミバイオマスの情報が生態系モデリング作業でのインプット・パラメーターとして使われた。保安上の問題でオキアミバイオマス資源量のための包括的なデータは JARPAII のわずか 2 期のみで得られたものであることに留意すべきである。

要約すれば、SC/F14/J13 と SC/F14/J14 は調査海域でクロミンククジラの栄養状況が低下しているという一貫性のある結果を示した。SC/F14/J15 は、SC/F14/J13 と SC/F14/J14（以下項目 8 参照）の結果に追加的支持を示し、JARPA 及び JARPAII 期間でクロミンククジラの 1 頭 1 日あたりの餌消費はすべての性及びクラスで減少したことを示した。これらの結果から、近年（JARPA+JARPAII 期間）ではクロミンククジラがより少ないオキアミしか得られていないことを示唆している。しかしながら、オキアミのバイオマスの直接推定は、保安上の問題で JARPAII のわずか 2 期のみで得られたものである。

## 7.2 パネルの結論及び勧告

### 7.2.1 オキアミ資源量

オキアミの資源量推定は JARPAII の基本的な構成部分であり、生態系に関係する目的を達成するための中心である。10.2.1.1 で述べたように、鯨種間の可能性のある競合を定量化するには時系列の信頼のおけるオキアミの資源量が必要である。SC/F14/J19 はオキアミを目的にした 2 つの調査の成果を提出した論文である。オキアミの資源量推定に関する作業を歓迎する一方で、パネルは論文内での結果の解釈に懸念があった。特に、ナンキョクオキアミとして音響標的を区別するのに用いられたサイズ組成は、他のオキアミ種が混在しているように見える。例えば、その論文の図 3a は、2007-08 年の 4-NW 層から採取された生物分布のサイズ頻度にはナンキョクオキアミは含まれていなかったことを示している。パネルは、SC/F14/J19 で報告されたバイオマス推定を北の層、これらの層ではクロミンククジラが主にナンキョクオキアミを捕食していることから、ナンキョクオキアミのみが代表と考えられるので、そのサイズ頻度を用いて再計算することを**勧告する**。4-SW と 5-SE 層はプリッツ湾とロス海をそれぞれ含むので、パネルは別のサイズ頻度分布とバイオマス推定をナンキョクオキアミとコオリオキアミで行うことを**勧告する**<sup>2</sup>。

パネルは SC/F14/J19 で報告されたバイオマス推定の再計算と、JARPA 期間で採取した音響データから得られた推定との比較を、可能な限り早く行うことを**勧告する**。著者ら自身も言及したように、この比較を行うには、JARPA 及び JARPAII の音響データが同様に処理されなくてはならない。このような比較は、JARPAII 調査海域でのオキアミのバイオマスに変化があったかどうかの最初の直接的な証拠を提供する可能性がある。

しかしながら、パネルは JARPA 及び JARPAII プログラムのみのデータでは限定的であるという事実を強調した。それゆえパネルは、そのような比較に BROKE (Nicol *et al.*, 2000) や BROKO-WEST (Nicol. *et al.*, 2010)

---

<sup>2</sup> IKMT 引航によるデータがナンキョクオキアミ（またはコオリオキアミ）のサイズ組成を特徴付ける十分なデータを提供しなかった場合、2 種のオキアミ類の分布に関して、捕獲されたクジラの空間的分布がランダムで、もしクジラが特定のサイズの餌を選択していなかったというある確信があるなら、どの層からでも捕獲されたクジラの新鮮な (F) 餌組成から、これらの種のサイズ組成のデータを得ることが可能であるかもしれない。

調査のバイオマス推定を含めることを**勧告する**。BROKE 調査中には、音響データは2周波数のみ収集されたことに注意することが重要である。JARPA 及び JARPAII と BROKE の音響バイオマス推定を比較するには、BROKE で用いられている周波数のみを用いて既存の JARPA 及び JARPAII データを再処理する必要があるかもしれない。パネルは、将来の調査で収集されるデータが2周波に限定されることは**勧告できないと強調した**。

もしその目的を達成しようとするならば、オキアミのバイオマス（とその傾向）を理解することが JARPAII の将来の作業で根本となる。外部の妨害に関連する問題について理解するが、パネルはこの問題を扱うのに JARPAII がこれまで十分な努力をしてこなかったことに**懸念している**。パネルは、JARPAII で用いられた IKMT ネットは、JARPAII の調査海域で種や、オキアミ類のサイズ組成を観察するには十分であるが、SC/F14/J19 で報告された2度のオキアミ調査では IKMT 曳航の数が十分でなかったことに**同意する**。2007/08年、2008/09年でおこなわれた調査では、ほとんど曳航されなかったことからオキアミ類の種の組成や調査海域でのナンキョクオキアミのサイズ組成に関する代表的なデータが得られなかった。例えば、2007/08年では4NW層で2回のみ調査で、いずれの曳航でもナンキョクオキアミは捕獲されなかった。

パネルは JARPA 及び JARPAII 期間で捕獲されたクジラの胃から無作為に収集されたオキアミ標本（1標本につき200g）がかなりの数であり、ICRに保管されていること（表1）を**歓迎する**。オキアミ標本の一部が、サイズ頻度分布に提供されるため（1標本につき、50-150匹のオキアミが使われる）すでに処理されている。オキアミの成熟段階分布に提供されるためには、より少ない数の標本が処理された。1996/97年以前の収集物として記録されたすべてのオキアミ標本は処理されたが、1996/97年以来の収集物として記録されたかなりの数の標本はいまだ処理されていない。JARPAII 調査海域でオキアミ系群の変動を理解する上で、サイズと成熟分布が極めて重要であり、パネルは、記録されたオキアミ標本でサイズ頻度と成熟段階分布を特徴付けるよう処理することを優先案件として**勧告する**。パネルは、提議者らが CCAMLR 科学委員会のメンバーと協力し、オキアミの資源動態を研究する努力として、記録された標本から収集されたデータを用いることを**勧告する**。

パネルは、JARPAII で行われる将来のオキアミ調査で音響トランセクトラインに沿ったネット曳航ステーションを含む CCAMLR 2000 (Trathan *et al.*, 2001)、BROKE (Nicol *et al.*, 2000)、BROKE-West (Nicol *et al.*, 2010) 調査で開発され用いられたと同様の調査デザイン基準をもうけることを**勧告する**。提議者らにとって、JARPAII プログラム外のオキアミ調査で経験のある科学者と議論することは有益であろう。

パネルは、JARPAII で用いられた後方錯乱強度限界 ( $\log S, \leq -80\text{dB}$ ) は、音響によるオキアミのバイオマス推定では低くバイアスがかかっている可能性があることに**留意する**。提議者らは、小さいオキアミの検出に影響をもたらすことを理解しながら、限界値は調査船の大きすぎる騒音を考慮して選択したと述べている。オキアミのバイオマスを推定するのに、後方錯乱データと深度（15-150m）が統合されるのかは船舶の騒音によって制限される（概して、オキアミの後方錯乱データは250mまで統合されている）。パネルは、JARPAII の目的を達成するためにはオキアミのバイオマスが必要であるので、より適切な船舶をもちいて将来オキアミ調査をするよう**勧告する**。音響調査を行うための騒音標準は ICES(1995)で議論されている。

将来のオキアミ調査は、毎年どの層でもオキアミの濃度がかなりちがうので頻繁に行われるべきで、JARPAII



の目的でも時間とともにどのように摂餌域が時系列で変化しているのかを要求している。JARPAII 調査海域は広大で、毎年1隻の調査船ですべての海域を調査することはおそらく不可能であろう。よって、パネルは複数の調査船で、JARPAII 調査海域を1-3年毎に大観的に調査するか、1隻の調査船を毎年調査海域の半分を相互に運行して調査（目視調査で用いられているアプローチに近い）するかを**勧告する**。

表1：ICRに保管されているクジラの胃から収集されたオキアミのサンプル数、  
これにはクジラによって捕食されているサイズ頻度分布を特徴づけるために処理された  
保管済のオキアミ標本数を含む。

JARPA	標本数	体長データ数
1989/90	55	55
1990/91	33	33
1991/92	45	45
1992/93	140	140
1993/94	164	164
1994/95	161	161
1995/96	201	201
1996/97	243	27
1997/98	264	32
1998/99	180	22
1999/2000	288	23
2000/01	151	24
2001/02	107	0
2002/03	94	0
2003/04	113	0
2004/05	116	35
合計	2,355	962

JARPAII	標本数	体長データ数
2005/06	62	8
2006/07	80	4
2007/08	46	0
2008/09	73	1
2009/10	49	2
2010/11	22	2
合計	332	17

### 7.2.2. 摂餌生態、消費率と生態系モデルへのインプット

この項目でパネルはSC/F14/J15、003、R1を検討した。パネルはこの主題について、かなりのフィールド及び実験作業がなされ、SC/F14/J15で解析されたことを**歓迎する**。しかしながら、パネルは初めにSC/F14/J15で発表されたこの研究の主要な欠点は、様々な消費量推定に関わる不確実性が、発表された結果では定量化

されていなかったことであると**合意する**。SC/F14/003 で欠点は指摘されており、SC/F14/R1 で提議者はこの欠点に対処するために、モンテカルロ法の利用を提案した。

パネルは、SC/F14/R1 で提案された方法が共に肯定的な発展で、前進に有用な方策であることに**合意する**。しかし、この作業はまだ始まったばかりであり、パネルは全体の解析結果なしでは、JARPAII が十分に狭い範囲で消費量推定を提供したか、提供しうのか決定することはできない。パネルは、SC/F14/R1 で提案された方法をさらに発展させ、最優先作業とすることを**勧告する**。理想的には、次回の科学委員会に新しい論文が提出されるべきである。これにより、少なくとも以下の不確実性についてモンテカルロシミュレーションを含んだ作業計画の輪郭が進展するであろう：

- (1) r (摂餌の高/低率) と方法 1 での摂餌期間の長さ、と
- (2) 方法 2 での夜間摂餌の程度

パネルはまたこの作業を、オキアミの潜在的消費総量のため、クロミンククジラの資源量推定 (好ましくは SCAA モデルを用いて推定されたもの) やその推定値に関する不確実性を使って、時系列のモンテカルロ法の結果を計算するよう拡大させることを**勧告する**。

これらの分析は、JARPAII プログラムが現行の形でその目的を達成できるかという範囲において不可欠な検討事項である。それゆえ、パネルはモンテカルロ作業の結果を JARPAII の将来の調査と標本採集を再評価するために用いることを**勧告する**。これには、各パラメーターの不確実性の低下や体質量と代謝率の間の非比例的な関係の選択に、消費量推定 (鯨の個体と系群全体の双方) についてのモンテカルロ分布の感度の探求が含まれるべきである。将来の調査では、消費量推定でもっとも感度が良いモンテカルロ分布を持つパラメーター内の不確実性を減らすことを目的にすべきである。このアプローチは、好ましいレベルまで不確実性を減少させるためにどのくらいの標本数が必要かという将来の標本数の決定と、このような不確実性を低減させるのに最良の方法が致死的、非致死的または双方を組み合わせたアプローチであるかの査定の双方に助力となる。

パネルは、SC/F14/J16 (図 4-6) で発表された結果で、同じ時間や海域近くで捕獲されたクロミンクとナガスクジラが捕食したナンキョクオキアミのサイズにはかなりの重複があったことに**同意する**が、ナガスクジラの標本数は少なく、小さい個体に限定され、この鯨種の主要な分布域の外であったことにも留意する。しかしながら、このレポートの他の箇所のように、パネルは提議者らにこれがどのような限られた意味でも「種間の相互作用」やこれらの種の競合 (例 SC/F14/J18 参照) は過大解釈であり、いくつかの可能性のある仮説のひとつにすぎないことを**注意喚起する**。SC/F14/J16 は両方の種で捕食されているオキアミのサイズ組成の差異が、サイズで特定されたオキアミの分布により決定することを示唆している。パネルはクロミンクとザトウクジラの分布が重複するが、クロミンクはさらに南で、ナガスクジラはさらに北で、もっとも資源量があるが、これらの鯨種がもっとも豊富である海区ではオキアミのサイズ組成が異なるかもしれない。もしそうなら、これらの鯨種間の相互作用の強度は弱まる傾向にあるかもしれないことに言及する。パネルはまた、2007/08 年の IV 区でのオキアミのバイオマスの最適な点推定と (SC/F14/J19 では 125 万トン) クロミンククジラのオキアミ消費量 (方法 1 で 37 万トン、方法 2 で 33 万トン : SC/F14/J15) やナガスクジラのオ

キアミ消費量（体質量と代謝率の間の3つの異なる非比例的な関係を用いて5-42万トン：SC/F14/J15）の最適な点推定を比較したとき、クロミンクとザトウクジラがオキアミをめぐる競争しているという仮説は限られた意味でもあまりよく支持されていないことに留意する。これらの点推定は双方の鯨種と一緒にオキアミの既存のバイオマスの年間6%を消費したかもしれないことを示唆し、したがって、オキアミのバイオマスは限定されない。

パネルのクロミンククジラの栄養状況（脂皮厚さとエネルギー蓄積-SC/F14/J13と胃内容物-SC/F14/J14）に関する結論と勧告は、さらに8.3.2項で記述される。

## 8. レビュー結果：生物学的特性値のモニタリング（J8-12、35-37）

### 8.1 提議者らの結果要約

調査計画におけるこの項目の目的は、南極海生態系の経年変化を生物学的特性値の視点でモニターすることである。加入率、妊娠率、性成熟年齢等の生物学的特性値が対象パラメーターとして選択された。クロミンククジラの生物学的特性値は、JARPA及びJARPAIIの標本を用いて推定し、経年変化の検討はIとPそれぞれの系群について行った。

#### 8.1.1 性成熟年齢

SC/F14/J8はJARPA（1987/88-2004/05）とJARPAII（2005/6-2010/11）で採取された耳垢栓の変移相（TP）に基づきクロミンククジラの性成熟年齢の経年変化を検討した論文である。解析は東経165度を境界とする2系群（IとP）について、雌雄毎に行われた。JARPA標本の年齢及びTP査定は2名の査定者によって、JARPAIIの標本は新しい1名の査定者によって行われた。トランケーションバイアスは標準的な方法で補正された。査定者グループ間で性成熟年齢の傾向は一致した。性成熟年齢は、栄養状況が改善された影響のため、両方の系群で1940年代年級の10-12歳から1970年代年級の7-8歳に減少した。1970年代以降は1990年代年級まで7-8歳で一定であった。1970年代年級以降について回帰分析を行った結果、I系群（雌雄）及びP系群（雌）においてわずかではあるが有意な増加傾向を示した。1970年級以降の変化レベルは、改善した栄養状態の影響があった1940年代以降の年級で観察された減少レベルよりもかなり少ない。

#### 8.1.2 年齢査定誤差

JARPA最終レビューワークショップでは、商業捕鯨標本の一部を適切に設計されたブラインド・テストで再度査定し、商業捕鯨とJARPAの年齢データの適合性を精査せよとの勧告が出された。勧告に従って行った一連の研究成果に基づき、2010年にIWCSCは、JARPA最終レビューワークショップで取り上げられた年齢査定誤差に関する問題の解決にはさらなる実験や解析は必要ないと合意した。SC/F14/J11は年齢査定誤差を定量化する統計学的方法について説明した論文であり、ブラインド・テストによって得られた年齢データを用いて査定者間のバイアスや変動の推定を行っている。この手法では、コントロール査定者と比較対象査定者が同じ標本を用いて査定を行う。この際に、コントロール査定者の査定値にはバイアスがないものとする。各査定者の年齢査定における確率的性質を示す条件付確率行列に、バイアスと分散に関する線形構造が編入される。年齢査定バイアス、分散及び局外母数についての尤度関数は、比較対象査定者とコントロール査定者の双方が観察した年齢結果に基づき定義される。この方法が、日本の商業捕鯨（1971/72-1986/87）とJARPA（1987/88-2004/05）期間中に捕獲されたクロミンククジラのデータに適用される。前もって決められた手

順に従って選択された 250 個体分の耳垢栓を用いて、4 名の日本の査定者の査定者間誤差の推定が行われた。著者らの内 1 名がコントロール査定者となった。日本人の査定者とコントロール査定者は、実年齢に対する期待年齢、年齢推定のばらつきが共に異なった。日本人の査定者間でも、期待年齢と年齢推定のランダムな不確実性は異なったが、JARPA と JARPAII で捕獲された標本の年齢査定を担当している 2 名の年齢はきわめて似通った結果となった。これらの結果は、この鯨種のキャッチ・アット・エイジ（捕獲時年齢）解析に貢献する。この論文のモデルと手法は、過去に遡るものであっても、コントロール査定者がいれば、クロミンククジラ以外の種でも適用できる。この論文のオリジナルバージョンは 2013 年の IWCSC に SC/65a/IA04 として提出された。議論の結果、IWCSC はこの研究の方法と成果が SCAA 分析で利用できるインプットデータを提供したことに合意した。

#### 8.1.3 新たな年齢査定手法

SC/F14/J12 では、18 頭のクロミンククジラと 20 頭の胎児を用いて、眼球水晶体中のアスパラギン酸光学異性体比を用いた年齢推定法を検討した。光学異性体比を用いた年齢推定式のために、前処理過程での加水分解の影響補正係数及びアスパラギン酸異性体の変換係数 (Kasp) を推定した。この研究において得られた、加水分解の影響補正係数は 0.0102 (108°C で 7 時間加水分解した場合)、及び耳垢栓による年齢査定値と水晶体中のアスパラギン酸の D/L 比から推定した Kasp は  $1.96 \times 10^{-3}$  (/年) であった。ここから、年齢推定式： $\text{年齢 (年)} = 511 \times \ln \left( \frac{(1+D/L)}{(1-D/L)} \right) - 13.2$  が得られた。将来的には、この手法を耳垢栓による年齢推定ができない種や個体の年齢推定に応用することが期待できる。

#### 8.1.4 妊娠率

SC/F14/J9 は、JARPA (1987/88-2004/05) と JARPAII (2005/06-2010/11) で採集した標本を用いて、クロミンククジラの成熟雌中の妊娠雌の割合 (PPF) の経年変化を検討した論文である。東経 165 度を境界とする I と P 系群それぞれについて、線形及びロジスティック回帰分析が行われた。調査期間中両系群の PPF は約 0.9 で安定していた。全年度のデータをまとめて推定した PPF は I 系群で 0.932、P 系群で 0.904 であった。JARPAII 期間においては有意な変動傾向は認められなかったが、P 系群の JARPA 期間及び JARPA+JARPAII 期間についてロジスティック回帰分析を行ったところ、有意な増加が認められた。この結果は特異的に低い値を示した 1990/91 と 1994/95 の影響を受けたものと考えられた。調査期間中 PPF は高い値を保ち、顕著な変動傾向は見られなかったが、PPF のモニタリングは、栄養状態や繁殖状況の変化を検知するために重要である。

#### 8.1.5 栄養状態

SC/F14/J13 は、JARPA 及び JARPAII における 24 回の調査で得られたデータを基に、クロミンククジラ成熟個体のエネルギー蓄積量の経年変化について検討した論文である。これらの解析は、2006 年の JARPA 最終レビューワークショップでの先の勧告（付録 4 の海洋生態系 4-6 の勧告参照）や最近の IWCSC の勧告（例えば IWCSC (2013a) で勧告された調査トラックラインの確率効果の解析）のほとんどに対処している。エネルギー蓄積の指標となりえる 5 つの変数として、脂肪重量、2 カ所の脂皮厚、2 カ所の胴周が検討された。これらの変数のうち 3 つは、ほとんどすべての個体で全調査期間中測定が行われ、胴周（脇下）は 20 年間全個体について、脂肪重量は 17 年間各日最初に捕獲された個体のみについて測定された。この他に、いくつかの共変量についても測定が行われた。それぞれの従属変数について、多数の線形混合モデルが精査され、最

適のモデルを選ぶためにベイズ情報量基準 (BIC) が用いられた。精査されたすべてのモデルにおいて、説明変数の候補として「年」が加えられた。解析の結果、エネルギー蓄積の指標となる 5 つの変数全てが JARPA 期間中減少しており、脂肪重量では 10%以上減少したとの結果が得られた。全ての変数において、エネルギー蓄積量はオスよりもメスのほうが高かった。エネルギー蓄積量は摂餌期間中増加し、ダイアトムの被覆度 (それぞれの個体が摂餌海域である南極海で過ごした時間の長さの指標と考えられている) が大きい個体ほど高い値を示した。この結果は、雌雄別に解析した場合も同様であったが、オスよりもメスのほうがエネルギー蓄積の減少度合いが大きかった。JARPAII 期間での結果は、JARPA 期間と異なり、エネルギー蓄積の 4 つの指標のいずれにおいても明確な増減傾向は認められなかった。この結果は、1990 年代に南極海生態系において根本的な変化が生じており、これによりクロミンククジラの摂餌環境が最適ではなくなったことを示唆している。

SC/F14/J14 は、南極海における主要なオキアミ捕食者の一種であるクロミンククジラの胃内容物重量の経年変化を検討した論文である。これらの分析は、2006 年の JARPA 最終レビューワークショップでの先の勧告 (付録 4 の海洋生態系 3 の勧告参照) や最近の IWCS の勧告 (例えば IWCS (2013a) で勧告された調査トランセクトに基づく解析) のほとんどに対処している。SC/F14/J13 で報告されたエネルギー蓄積量の約 20 年にわたる減少は、鯨類の餌の入手可能性が低下したことを示唆するのかもしれない。この仮説を検証するために、JARPA 及び JARPAII (1990/91-2010/11) の 21 年間の捕獲データを用いて、クロミンククジラの胃内容物重量の経年変化の有無が検討された。線形混合モデルでは、調査期間中の胃内容物重量は減少傾向を示し、これは統計学的に有意であった。同様の減少傾向がオス及び高緯度海域であるロス海を除いたメスの双方において認められた。これらの結果は、低緯度海域に分布するクロミンククジラのオキアミの入手可能性が減少したことを示している。この結果は、先に報告されたエネルギー蓄積の低下 (SC/F14/J13) と一致する。オキアミの入手可能性低下の原因としては、環境変化、あるいは、他のオキアミ捕食者の資源量の増加が考えられるが、調査海域におけるザトウクジラの近年の急速な資源回復を考慮すると、後者の可能性が高いと考えられる。ナンキョクオキアミとコオリオキアミの双方が分布し、クロミンククジラの胃内容物重量に変化が見られなかったロス海にザトウクジラが侵入しないことも、後者の結果を支持している。

#### 8.1.6 要約

クロミンククジラの生物学的特性値の解析では、1970 年代年級以降においてわずかながらも性成熟年齢の増加傾向が認められ、これはこの鯨種の栄養状態の低下を意味している。しかしながら増加の程度は小さく、性成熟年齢は 7-8 歳と低いまま維持されていた。さらに、JARPA/JARPAII 期間中は高い妊娠率が維持されていた。これらのことからこの期間中は高い再生産率が推定されるが、同時期に加入率の増加は認められていない。一方でナガスクジラの性成熟年齢が低下した可能性があり (次項参照)、この鯨種の栄養状態が改善したことを示している。クロミンククジラとナガスクジラの性成熟年齢の変化は、JARPA の結果から示唆された生態系の変化と合致する。

栄養状態に関しては、調査期間中におけるクロミンククジラの栄養状態が悪化しているという一致した結果を SC/F14/J13 と SC/F14/J14 が示している。

#### 8.1.7 ナガスクジラ

SC/F14/J10 は JARPAII で採取されたナガスクジラ 16 頭の生物学的情報を提供した論文である。外部形態、繁殖状況、年齢/体長関係、体長/体重関係及び生態マーカー（外部寄生/付着生物）に関する新しい情報が示された。年齢/体長関係、年齢/成熟関係について約 36 年前に停止した商業捕鯨時代のデータと比較を行ったところ、1950 年代に南極海で捕獲された個体よりも、JARPAII で採集された個体の方が、体重が重かった。さらに、JARPAII 標本からは、より若い年齢で性成熟に達する可能性が示唆された。

#### 8.1.8 クロミンクジラの生物学に関する他の情報

SC/F14/J35 (Nagai *et al.*, 2007) は、JARPAII の 7 頭のクロミンクジラのメスの卵胞卵母細胞、卵胞液、臍体リンパ液を用いて、特に鯨類の試験管内での卵母細胞の熟成や関連するテクニックの改善を精査した論文である。主な結果は以下である：1) 大きな卵胞からの卵母細胞の直径平均は、小、中くらいの卵胞からの卵母細胞の直径よりも有意に大きかった；2) 小さい卵胞からの臍体リンパ液のモル浸透圧濃度は中くらいの卵胞からのものより有意に低かった；3) 3 グループの卵胞からの卵胞液の総タンパク量、ブドウ糖、アルブミン、塩素濃度は臍体リンパ液のものより有意に低かった；4) ステロイドホルモンについては、3 グループの卵胞液と臍体リンパ液で黄体ホルモンの濃度は著しい差異はみられなかったが、卵胞のサイズ（それぞれ小さい卵胞 14.3 ng/ml と大きい卵胞 34.6ng/ml）により、卵胞液のエストラジオール 17-β 濃度が増加した。

SC/F14/J36 (Ono *et al.*, 2009) は 2005/06JARPAII 調査で採取されたクロミンクジラの心臓標本を用いて、プルキンエ線維を光学顕微鏡法と電子顕微鏡法により哺乳類間で比較した論文である。光学顕微鏡法で、プルキンエ線維ネットワークの細胞構造に銀をしみこませた組織から、有蹄類（例えば羊やヤギ）と鯨類（クジラやイルカ）の双方では、2-8 細胞からなるそれぞれのプルキンエ鎖を網状線維が鞘で覆うことが分かった。一方、げっ歯類（ネズミ）や食肉類（イヌやネコ）、霊長類（ヒトやサル）では、各プルキンエ細胞を網状線維が取り囲んだ。水酸化ナトリウム (NaOH) で処理した線維を光学顕微鏡法でスキャンしたところ、有蹄類はプルキンエ鎖で構成されるプルキンエ線維ネットワークを持つことが分かった。鎖の細胞は楕円形で、交互左右に、端と端を縦に連結する一方で、霊長類や食肉類のものは繊細で、複雑であった。プルキンエ細胞は通常円柱形で端と端が縦に連結されているが、分岐点では多角形または星形状であった。げっ歯類のプルキンエ細胞は心室筋細胞の細胞構造と類似している。本研究における比較観察により、鯨類とアザラシ類のプルキンエ細胞はそれぞれ有蹄類、霊長類と食肉類のものと類似していることを示した。これらの発見により、プルキンエ線維ネットワークの構造的多様性は伝達機能を反映するとともに、哺乳類の系統を反映している可能性が示唆された。

SC/F14/J37 (Sasaki *et al.*, 2013) は、2001/02、2002/03、2004/05 の JARPA と 2005/06 の JARPAII で採取されたクロミンクジラの胎盤（組織学的に上皮絨毛膜胎盤）と妊娠していない子宮の標本を用いて、（その胎盤のステロイド合成能を）免疫組織化学的構造や形態学的特徴を観察した論文である。ヘマトキシリン-エオシン染色、免疫組織化学的染色（アビシン・ビオチン ペルオキシターゼ複合体 (ABC) 法）、または走査電子顕微鏡を用いて、クロミンクジラの胎盤の妊娠期間中の形態的变化やステロイド酸生酵素の局在を明らかにした。これらの知見により、鯨類に典型的な胎盤座や形態機能が明らかになるかもしれない。

## 8.2 オブザーバーから提出された SC/F14/006-08 の要旨

SC/F14/006 と 07 は、JARPA/JARPAII データを用いたクロミンククジラの栄養状態に関する分析の結論を要約したものである。クロミンククジラ特有の生態と変化しやすい南極の環境により、性、年齢、成熟度や各個体の状態による季節内での時空間的な分布の多様性が生じていると考えられる。それゆえ、脂皮厚や胃内容物のようなクロミンククジラの生物学的特性値のわずかな傾向をモニターしようとする試みには、注意深い検討と、一貫した標本採集戦略が必要である。著者らは、JARPA 及び JARPAII ではこのような検討が十分ではなく、データが混同され、バイアスがあることを示した。複雑な統計学的モデルによる解析を行ったとしても、これらのデータから示唆された長期傾向は正確ではなく、信頼できない。標準線形及び線形混合影響モデルが調査における異質性を補正するために適用され、これにより相互作用が顕著であることが確認された。これらの解析の結果は、時空間的な異質性の補正には複雑な統計モデルが必要であり、これらのモデルによる統計的推定は弱く、曖昧であることを示した。一方でいくつかのモデルでは、他のモデルでは認められなかった栄養状態のパラメーターのいくつかは統計学的に有意な傾向を示したが、結論としては JARPA 及び JARPAII で得られたデータはクロミンククジラの栄養状態やその他の指標に経年変化が見られるかどうかを判断するには不十分であった。

SC/F14/008 は、JARPAII の標本数を計算するのに用いられた方法が、変動性の要因として標本採集のみを仮定しており、時空間的な変動性を考慮していないことに言及している。ブートストラップ法での分析によれば、JARPAII における標本数の計算方法は栄養状態の変化の検出力を過大評価しており、正しい結果は得られない。

さらに SC/F14/008 は、モデルの選択に BIC を用いたことは、空間と年の相互作用が有意であるという結果が得られたにもかかわらず、結果的に破棄されるという非論理的な結果となったことを指摘した。

### 8.3 パネルの結論と勧告

パネルは、生物学的特性値に関わる論文作成において相当量のフィールドや実験室での努力があったことを認識する。生物学的特性値の議論は、提議者らの目的である生態系モニタリングの一部である。この解析は系群構造（項目 5）の議論とも関連している。さらに、サンプリングデザインと標本の代表性（JARPA 最終レビュー（IWC, 2008）と項目 12 参照）についての広範な考察にも関連している。パネルは、生物学的特性値で示された解析結果は (a) 資源を代表する標本が得られるようなサンプリングデザインであることを想定している、(b) この解析で用いられた系群仮説は本会合に提出された最新のもの（項目 5）ではなく、JARPA 最終レビューで合意された系群構造仮説に基づいていることに**留意する**。JARPAII のサンプリングデザインに関して、パネルは標本数の欠損と調査方法の変更は、南極海での妨害によるものであることに言及するとともに、JARPA 最終レビュー（IWC, 2008）と SC/F14/005-07 における議論を参照することに**留意する**。サンプリングデザインと標本数についての全体的なコメントは項目 12.1.2 で述べる。

#### 8.3.1 生物学的特性値

##### 8.3.1.1 性成熟年齢

SC/J14/J8 はクロミンククジラの耳垢栓の「変移相」により推定される性成熟年齢 ( $t_m$ ) の経年変化について検討した論文である。性成熟年齢は 1940 年代半ば（約 10–12 歳）から 1970 年代初め（7–8 歳）の年級にかけて低下し、それ以降はほぼ一定であるが、I 系群と P 系群（メス）においてわずかな上昇傾向が確認さ

れた。

パネルは SC/J14/J8 について、著者らも指摘しているように最新の系群情報をもとに再解析を行う必要があることに**合意する**。さらに、以下の指摘を取り込んで改訂版を作成することを**勧告する**：

- (1) トランケーションバイアス (SC/F14/J8 でも考慮されている) やフリッジ効果、これは成熟年齢よりも少し年齢の高い個体の割合が低いことに関係し、耳垢栓中の変移相を探知するための比較の必要性に関連する、をよりよく説明するために Thompson *et al.* (1999) の手法を適用すること。
- (2) SC/F14/J11 で示された年齢査定誤差の影響を組み込むこと。
- (3) 項目 12.1.2 で議論された、調査妨害による近年の標本の代表性に関する問題について考慮すること。
- (4) 変移相により推定された性成熟年齢を、卵巣黄体数や精巣組織切片観察からの推定値と比較すること。
- (5) (Thompson *et al.*, 1999 に従い可能な限り再解析された) 改訂された解析結果を、南極海のナガスクジラとイワシクジラのトレンドと比較すること。これは、観察された性成熟年齢の変動が同時期に生じたのか、より複雑な (例えば環境外) 要因があるのか否かの情報を提供するかもしれない。
- (6) モデルによる検討 (例えば、経年変化は性、系群に関わらず同等であるか) を行うこと。
- (7) 解析に用いたモデルについてより詳細に記述するとともに、得られた経年変化を説明する仮説について、より詳細な議論を行うこと。

パネルは、これらの提言をすべて組み込めば、次回の IWCSC には間に合わないことを**認識する**。しかし、少なくとも、修正した議論やワークプランが提出されるべきと考える。

パネルは、SC/F14/J11 の結果がすでに SC によって承認され (IWC, 2013a)、出版準備中であることに言及する。この研究に関する SC の肯定的な結論を**支持し、歓迎する**。

### 8.3.1.2 妊娠率

SC/F14/J9 は JARPA 及び JARPAII の妊娠率の経年変化を検討した論文である。パネルは、この論文で「妊娠率」とされたのは、より適切には「みかけの妊娠率」であることに**言及する**。パネルは、妊娠率 (またはみかけの妊娠率) は過大解釈されるべきでないことを**強調する**。資源レベルでの影響については、究極のパラメーターは妊娠率そのものよりも、出産の成功と仔の生存である。パネルは、SC/F14/J9 で発表された解析は著者ら自身も述べているように、最新の系群情報をもとに再解析を行う必要があることに**合意する**。さらに、以下の指摘を取り込んで改訂版を作成することを**勧告する**：

- (1) 妊娠を判定する基準の正確さについてさらに議論すること。特に調査員によって小さな胎児が見落とされたり、追尾・捕獲作業中に流産<sup>3</sup>したり、曳航中に胎児が流失してしまうことは、本来の妊娠率の過小評価につながる。
- (2) (1) を補完するため、著者らは子宮角最大幅、子宮内膜の組織切片、乳腺の観察や脂皮中の性ホルモンの測定を含む他の妊娠基準 (これらのうちのいくつかは既に採集した標本を用いて実行可能と思われる)

<sup>3</sup> もちろん、もし鯨が捕獲されなければ、妊娠がより進行してから自然に流産が生じた可能性もある。



を検討するべき。

パネルは (2) に関して、クロミンククジラで授乳中のメスを同定するのが困難であることを**認識する**。なぜなら、クロミンククジラの胎児は冬期に出産された後、約 3 ヶ月で離乳となるが、捕獲が行われるのはそれから数ヶ月後の夏季となるためである。パネルは、最近まで授乳していたかどうかを乳腺組織の観察により検討する予備実験の実施を**勧告する**。これが可能であるならば、最近まで授乳していた個体と妊娠雌もしくは成熟メスの比率が、繁殖成功についてのより適切な指標となるであろう。なぜなら、栄養状態が悪ければ、流産や新生仔の放棄が生じることが多くの哺乳類の種で知られており、これらの比率は妊娠率よりも環境の変動により敏感な指標であるからである。この研究課題については、既存のサンプルを用いて予備実験を行うことを検討し、その結果を SC に報告すべきである。

パネルは、性成熟年齢は個体が生まれてから成熟するまでの数年間における状況に起因するが、妊娠/授乳は個体が捕獲された時期、またはその直前の時期の状況に起因すると**留意した**。提議者らの主な目的は、生態系の変化をモニターすることであるので、パネルは繁殖にかかわる特性値と栄養状態、オキアミ消費量、海表面温度 (SST)、分布海域や他の要因との関連について、年単位で解析することを**勧告する**。これは、例外的に低い妊娠率が観察された 1990/91 や 1994/95 の説明に役立つであろう。

パネルはさらに以下を**勧告する**：

- (1) 現況の標本採集項目を精査し、子宮角と乳腺の計測を行うとともに、子宮内膜と乳腺の組織標本を採集すること。
- (2) 他のヒゲクジラ類で開発されている脂皮や糞中のホルモン分析による妊娠判定 (Mansour *et al.*, 2002 や Keller *et al.*, 2013 参照) の有効性を検討すること—項目 12.4 参照。

### 8.3.1.3 年齢査定

近年、Bada *et al.* (1980) が哺乳類の年齢査定法として適用したアスパラギン酸ラセミ化反応 (AAR) を、鯨類の年齢推定にも適用することに関心が寄せられている。この手法は、一般的な方法が適用できない種 (例えば歯や耳垢栓による年齢査定が不可能な種) や一般的な方法との比較に対して有効である。SC/F14/J15 では、酸加水分解抽出の影響及び「胎児年齢」の光学異性体比 (D/Lo) 推定を補正することを含む新しいアプローチを提供している。著者らは、発育中の胎児 (n=20) の DL 比のばらつきを測定することにより、測定された DL 値の精度がかなり良いことが示した。この研究における一般的なチャレンジの一つは十分な「0 歳」の標本を得ることであるが、本研究においてはこのことは問題とならなかった。

パネルはこの研究を**歓迎し**、改訂論文について以下の**勧告**を行う：

- (1) 不自然に楽観的な標準偏差 (SE) の推定を改良すること：a) Kasp や DLo、各個体の DL 測定値などのすべての誤差を考慮していない；b) 推定年齢の標準偏差の求め方が間違っている (実際には、年齢関数の回帰における平均標準偏差から推定する)。
- (2) (1)に関連して、ブートストラップ法 (Rosa *et al.*, 2012) やデルタ法 (George *et al.*, 1999) がより

適切である；

- (3) 加水分解による DL 値への影響の補正について、どのように適用したのかをより明細に記すこと；
- (4) 水晶体を周辺組織や体液、血液などによる汚染のない状態でどのように採集したかを、方法の項で十分に説明をすること；
- (5) 耳垢栓による推定値を AAR による推定値とともに提示すること；
- (6) 卵巣を採集した成熟雌については、黄白体数を計数して解析に加えることで排卵率を推定するとともに年齢との関係を検討すること（例：George *et al.*, 2011）。年齢研究の一環として黄白体数のデータも収集すること。
- (7) 図 3 のラベルを修正し、原稿内の Kasp と 2 Kasp の取り扱いに注意すること。

長期的には、(分析)標本数を増加させるべきである。

### 8.3.2 栄養状態

SC/F14/J13 と SC/F14/J14 の分析で、基礎となったモデルで検討された要因は、生物学的な仮説から派生したというよりも、むしろ科学委員会での議論に主に起因している。パネルは、これは著者らの非であるよりも科学委員会の議論の性質によるものであると**認識する**。パネルは、SC/F14/J13 と SC/F14/J14 の著者らに、検討中の概念的なシステムのモデルをはじめに開発し、これをモデリングの中で検討される共変量セットを特定するために用いることを**勧告する**。モデル選択は常にそのシステムの基礎となる知識によって導かれるべきである。それゆえ、自動的に「最良のモデル」を選択するのは不適切である。なぜなら、そのようなモデルでは、応答変数に関係しているという理由なしで共変量が選択されることになるからである。モデリングを検討する上で、どの要因を選択するかに関しては、以下のステップがとられるべきである<sup>4</sup>：

- (1) 共変量のいずれかに高い相互関係があるかを判定すること、そして a) 共変量の一部を除外することで残りの共変量に相互関係がないようにする、または b) 現在の共変量（例えば PCA を用いて）とは独立した新しい共変量を開発すること；
- (2) 要因やそれらの相互作用がランダム効果として扱われるような「全体モデル」（もしデータセットが不平衡であれば、これは難しくなる）とベースケースを選択し、モデルは REML により適用し、AIC、BIC といったモデル選択アプローチや標準的な仮説テストアプローチが適用されること；
- (3) (2) で選択されたランダム効果により与えられた固定効果の構造を選択し、最尤法によりモデルを適用すること。
- (4) 上記(3)で最良のモデルと確認されたものに REML を適用すること。

SC/F14/J13 と SC/F14/J14 では、多くの診断プロットを報告していない。パネルは、改訂された論文では説明変数（年と層を含む）と残差のプロット、残差とランダム効果のヒストグラム、残差の空間分布プロット、（均衡がとれていないデータセットを用いているため、これらの分析にはより適切な診断統計があるかもし

---

<sup>4</sup> これらのステップは、状況を把握するための環境的、地理的要因のために提供されたが、すべてのデータの分析に関して適切である。

れないが)「ベストモデル」のためのQQプロットを、少なくとも含むよう**勧告**する。

パネルは、計画における脂皮厚の変化を検知する検出力についての予測が、サンプリングエラーのみ考慮していることにも**言及**する。パネルは、検出力を推定するためにより適切な方法、サンプリングエラーと他の原因のエラーにより特徴付けられる既存のデータ解析の結果や、検出力の計算のためのシミュレーション時に想定される全てのエラーを用いるよう**勧告**する。

パネルは、また将来のクロミンククジラの栄養状態に関するデータ解析において、a)年に対する残差のプロットが年ごとに異なる残差パターンを示すのであれば、年をカテゴリー変数とし、ランダム効果として扱うモデルを検討し、b)SC/F14/J14の結果が、AICよりもBICのモデル選択においていかに頑健かを検討することを**勧告**する。

パネルは、提議者とオブザーバーの双方によって提出された、いくつかの論文の議論を受けて、共にモデル選択で一般的に用いられるAICとBICの利点やその他について、以下の要約を提供する。数学的に類似する(ペナルティ期間に加えて負のログの可能性が2倍)2つの尺度は、根本的に異なる主張に起因する(Kass and Raftery, 1995)。BICは、もしデータポイントの数が7以上であるなら、AICよりも単純なモデルを選択する傾向があり、すべては同等である(なぜなら追加的パラメーターのペナルティ期間は、AICのものより大きい)。シミュレーションによれば、AICは単純な(正しい)モデルよりもより複雑な(誤った)モデルを多くの場合選択する(Kass and Raftery, 1995)。これがAICよりもBICが常によいと必然的に意味するのか否かは不明である。なぜなら、AICは真のモデル(候補モデルのセットにはほとんど存在しない)よりも、もっとも適切なモデルを探そうとするからである。だが、BICは「大きい」データセットのため、一般的にAICよりも好まれている。しかしながら、ある特定のケースで何が「大きい」をなすかというのは、特に検討中のモデルセットにかかっている。従って、どのような問題でもAICとBICの選択が確定的であることはほとんどない。よって、多くの統計学者は、しばしばAICとBICの両方を用いて、選択された異なるモデルの感度を精査し、専門的な評価をしている。

解析の複雑さや適切な統計手法に関する長時間の議論にも関わらず、パネルは、異なる方法でもJARPA期間を通じてミンククジラの栄養状態が相対的に低下していることを一貫して示していることから、この「証拠の重み」や結果の重要性は、その原因についてさらなる調査や注意深い考察を行う根拠となるという**意見を表明**する。

パネルは、JARPA最終レビューにおける勧告の一つである、栄養状態の解析を改善するためにより適切な指標、例えば脂皮中の脂質含量、を用いることは、その多くについて提議者らによって対応されなかったことに**留意**した。これは記載された文言が明確ではなかったことも原因の一部であるかもしれない。脂皮の厚さは脂質含量と相関関係にあるが、この2つの変数の相関は不十分で、脂皮が薄くなると、急激に脂質含有量が減少するという漸近関係を示す傾向がある。さらに、脂皮は鯨体の胴周が減少すると厚くなる傾向がある(Aguilar *et al.*, 2007, pp. 6-7, 図2)。両者を考慮すると、脂皮の厚さは栄養状態の悪い個体を過小評価する傾向がある。パネルは、提議者らによるワークショップ期間中における少数の標本を用いた予備的な解析について感謝したが、将来の研究ではすべての個体について脂皮の脂質含量を測定し、さらに現行の測定

についても過去と未来のデータとの比較のために継続することを**勧告する**。

パネルは、さらにいくつかの鯨類研究プログラムでは食性を研究するために、鯨の糞採集を含んでいることに**言及した**。JARPAII プログラムは、この非致命的調査の有効性と正確性を評価する立場にある。この観点から、パネルは（大腸からの）糞標本と胃内容物標本について、餌生物種の組成を比較すること（項目 12.4 参照）を**勧告する**。

### 8.3.3 JARPAII の目的に直接関係しない他の生殖に関する研究

パネルは、プログラムの目的に直接関連がなくても、得られた標本を最大限利用する論文を**歓迎する**。その内 2 本の論文についてコメントした。

SC/F14/J35 は、ミンククジラの生殖生理学と内分泌学の見地からいくつかの新しい情報について説明した出版済み論文である。この論文は鯨類の繁殖学に関する知見の追加を意図したものであるが、パネルは、鯨の卵子の生体外成熟手法は利用目的が明確ではなく、著者らはどのように、どこでそのようなテクノロジーが使われるのか説明していないことに**言及する**。パネルは、論文を改善できたかもしれない編集上の提案があったが、もはや適切でないことを認めた。

SC/F14/J37 は、クロミンククジラの胎盤構造と機能について記述した論文である。パネルは、類似の文献はまれであり、この論文は入手可能なものの中でもっとも包括的な記述であることに**留意した**。種の環境への適応に対する直接的な表現が形態学であることから、形態学は種が生体の安定性を得るためにどのように動物が環境と互いに影響（依存）しあうのかという基本的な表現法を提供している。環境要因の急激な混乱は、個体の生存や個体群動態に急速な悪影響をもたらすことになる。機能は形態に従うので、生態に起因する機能障害は、正常時の形態が十分に説明された後により正しく理解される。変わりつつある環境で、このような理解が保全政策や、管理に情報を与えられる。例えば、SC/F14/J35 という論文に関して、胎盤を通じた母から胎児への汚染物質の移行は、胎盤のタイプによって決定される。パネルは、ミンクや他の鯨種で十分調査されていないクロミンククジラの胎盤構造に関する解剖学的研究を進めることを**勧告する**。

## 9 レビュー結果：鯨類に及ぼす汚染物質の影響モニタリング

### 9.1 提議者らの結果要約

JARPAII では鯨体及び鯨の餌生物中の汚染物質のデータ収集分析を行ってきた。鯨の健康に及ぼす汚染物質の影響や南極海生態系における汚染物質の移動に関する唯一の科学情報が、この構成部分によって提供されている。これらデータは環境解析のための貴重な情報源として JARPA/JARPAII 調査関係者以外の科学者に利用されている。

SC/F14/J23 は IV 区及び V 区における総水銀の蓄積特性及び経年変動を調べるためにナンキョクオキアミ及びクロミンククジラの標本を用いて総水銀を測定した論文である。IV 区及び V 区のナンキョクオキアミ総水銀レベルはそれぞれ 0.006-0.026 及び 0.003-0.052 ppm dry wt. であった。海区間での有意な差異は認められなかった。2005 年から 2011 年までの期間に両海区で採集されたナンキョクオキアミ中の総水銀レベルの年変化は、認められなかった。IV 区及び V 区のクロミンククジラ肝臓中の総水銀レベルは、それぞれ 0.003-

0.13 及び<0.001-0.25 ppm wet wt. の範囲であった。IV 区におけるクロミンククジラのすべての年級群の肝臓の水銀蓄積レベルは調査年度の経過につれて有意に減少したが、V 区の 15-26 年級群の鯨の肝臓の水銀は有意に増加していた。

SC/F14/J24 は 2010/11 年度 JARPAII 調査において V 区で採集したクロミンククジラ成熟雄 (21-25 年齢) 5 頭の脂皮中の残留性有機化合物濃度を測定した論文である。なお、比較のため、1988/1989 年から 2004/2005 年までの期間に JARPA 調査によって採集された 40 頭のクロミンククジラの脂皮を用いた。2010/11 年の標本の有機塩素化合物の濃度順位は、HCBs の平均濃度 (140 ng/g fat wt.) は一番高く、それに続き DDTs (100 ng/g fat wt.)、PCBs (28 ng/g fat wt.)、CHLs (25 ng/g fat wt.) 及び HCHs (0.8 ng/g fat wt.) であった。V 区における DDTs、HCHs、HCB 及び CHLs のレベルは経年にともない有意に減少したが、PCBs は有意な経年変化は認められなかった。2010/2011 年に採取されたクロミンククジラの HCHs レベルは JARPA での 1996/1997 年から 2004/2005 年までの期間に採集されたものと類似していたが、1988/89 年から 1996/1997 年までの期間に採集された標本に比べて低かった。これらの結果は南極海において HCHs レベルの変化はや僅かな減少から 1990 年半ばに定常状態に変化したことを示唆している。

SC/F14/J25 は JARPAII により 2005/2006 年から 2010/2011 年まで採集されたナガスクジラの肝臓 10 サンプルと筋肉 16 サンプルの総水銀値を測定した論文である。加えて、2010/2011 年に採集された 2 頭のナガスクジラの皮下脂肪標本の PCBs、DDTs、HCHs、HCB 及び CHLs レベルも測定された。肝臓及び筋肉の平均濃度は、それぞれ 0.052 及び 0.021 (ppm wet wt.) であった。PCBs、DDTs、HCHs、HCB 及び CHLs の平均濃度は、それぞれ 6.5、13、0.65、39 及び 4.5 (ng/g fat wt.) であった。南極海のナガスクジラの肝臓及び筋肉の水銀レベルはクロミンククジラのそれらと同等のレベルであり、北大西洋のナガスクジラのレベルに比べ一桁低いものであった。このような海域の違いによる水銀レベルの違いは、餌、生息環境あるいは年齢に起因すると考えられる。ナガスクジラの南極海での HCB を除く有機塩素化合物のレベルは、クロミンククジラのものと同様であった。これらレベルは人間の活動に近い北半球中緯度のナガスクジラや南極海のシャチのレベルよりもかなり低かった。これらの結果は、食物連鎖における餌生物の地位やその分布海域が、鯨の有機塩素化合物レベルに主に影響している可能性があることを示唆している。南極海におけるナガスクジラ及びクロミンククジラの有機塩素化合物濃度は世界中の鯨類と比較しても最も低いレベルだと考えられる。大型鯨類における HCB レベルは空間的な違いよりも、その餌生物の栄養段階によって影響されると考えられる。

第一に、上記に要約された汚染物質分析はごく限られた数の JARPAII 標本に基づくものであることに留意されたい。その理由は、この目的で収集された標本のほとんどが 2011 年東日本大震災の津波によって失われたためである。しかし、残された標本の分析からは興味深い結果が得られている。例えば、南極海はもっともきれいな海域であることが確認された。南極海における鯨類の組織や餌生物の汚染物質濃度のデータは、同海域またはその他の海域における将来の調査研究の比較のために重要なベースラインとなる。

南極海のナガスクジラの最初の汚染物質調査は、非常に低いレベルの水銀及び有機塩素化合物を示した。これらデータセットもまた、その他海域のナガスクジラの将来の比較ベースラインとして利用できる。

## 9.2 パネルの結論と勧告

パネルは、クロミンククジラの組織及び鯨が捕食するオキアミにおける有機塩素化合物及び重金属分析の結果を示した論文を**歓迎する**とともに、特に有機塩素化合物に関するこれら調査研究の範囲が、津波による標本の損失によって大幅に制限されたことを理解する。パネルは、両汚染物質グループの濃度が鯨の組織で非常に低いレベルで確認されたことで、鯨類個体群への影響がないとする SC/F14/J23 及び SC/F14/J24 に**同意する**。

クロミンククジラでは、以前の JARPA 解析同様、低い汚染物質レベルが観察されたことから、パネルは、引き続き JARPAII プログラムが実施される場合、汚染物質に関する調査研究項目をより低い優先順位に位置づけ、その資源をより優先度の高いその他の課題で活用することを**勧告する**。同海域における新たな汚染物質の存在や動向シフトが発生したという形跡があれば、参考のために（鯨の）組織とオキアミの標本採集や適切な保管は継続されるべきであるが、パネルは定期的な間隔（例えば 3-5 年間）で適切に選定されたサブサンプルの分析で十分であろうと**合意する**。

パネルは南極海における情報の乏しい、別のタイプの汚染である海洋漂流物に関する調査も**歓迎する**。パネルは既に中断された SOWER プログラムにおいて同様な情報が収集されていたことに**留意する**。このテーマは最近、IWC (2014) においても優先課題として特定されている。パネルは飲み込まれた漂流物と海面における漂流物の事例が低頻度であることにも**留意する**。パネルは、これらの観察の継続、及びデータがその他の国際的な取り組みと共有されることを**勧告する**。

## 10 レビュー結果：鯨種間の競合モデル

生態系モデルの構築にはかなりのデータ収集や解析努力を必要とするが、JARPAII ではこの目的に向けて (a) 入力データとして JARPA/JARPAII の複数データセットを提供、(b) 二つのモデル開発作業の開始、及び (c) この作業のさらに前進させるための新データ及び分析の確認、によって当初の進歩がみられた。

### 10.1 提議者らの結果要約

SC/F14/J26 は IV 区における種の生態系モデリング開発に関する進展を示した論文である。二つのタイプのモデリング手法が用いられた。一つは複数種生産モデルであり、もう一つは EwE (Ecopath with Ecosim の略) と呼ばれる、総括的（生態系のすべて）モデルである。これらのモデルでは、構成種に双方で違いがあるが、両方のモデルでヒゲ鯨及びオキアミが鍵となる役割を担っている。複数種生産モデルの統計学的推定のために、捕食者（ヒゲ鯨類 4 種とカニクイアザラシ）と被食者（ナンキョクオキアミ）の動態を、種間及び同じ種内双方での競合を結びつけるために機能的応答関数 (Functional response) が提案された。このモデルをそれぞれヒゲ鯨 4 種、カニクイアザラシ、ナンキョクオキアミの時系列データに適用後、推定不可能なパラメーターに関するいくつかの追加的仮定を取り入れたデータに基づき、尤度関数が定義された。しかしながら、この段階では構成種の推定資源動向がデータによく適合しなかった。これは、一部にはモデルに空間的構造が欠如していたこと、一部には前提とされたパラメーターに代表性が欠如していたこと、また餌資源量に関する情報が欠如していたことによると考えられる。EwE アプローチでは、エコシム (Ecosim) の枠組みを用いた次の段階での推定分析の基礎となる 27 の機能的なグループのためのエコパス (Ecopath) の質量バランス構築が試みられた。モデリング作業を進めるにあたりいくつかの提言があった。

## 10.2 パネルの結論と勧告

### 10.2.1 生態系モデルの構築

パネルは、提議者らと同様、モデリング作業が予備的な段階にあることに**留意する**。しかしながら、パネルはこの作業が、提議者らが JARPAII の目的 1、2 と 4 を達成できるかどうかを評価する不可欠な部分であることを**強調する**。さらに、モデリング作業は、JARPAII プログラム全体の様々な部分を、生態系内で研究された鯨種の生態系での役割についての筋のおった推理に、統合するための重要な基盤となっている。したがって、パネルは、JARPAII のこの側面（項目 6.3.4 及び 7.2.2 に詳しく述べられているその他の勧告も参照）について、これまでよりもかなりの努力や資源が充当されることを**勧告する**。これなしでは、プログラムの目的の達成が可能かどうかについて述べることができない。このような作業は将来のフィールドワークにおける優先事項の評価でも重要である。

#### 10.2.1.1 時系列のオキアミバイオマス（7.2.1項も参照）

異なる鯨種間での潜在的な競合をモデル化するために各鯨種が捕食するオキアミ資源の一部でも計算することは重要である。所定の捕食者の餌入手の可能性動向は、捕食者同士の競合ならびに入手可能な餌生物のバイオマスの両方の動向と相関関係にあり、餌生物の入手可能性の動向を知ることなく潜在的な競合の影響に関する結論を引き出すのは困難である。従って、パネルは、JARPAII がその目的 1、2 を達成するならば、海区を基とする時系列オキアミのバイオマス予測を得られるような新たな推定を得られる作業に、将来高い優先度を付与することを**勧告する**。パネルは、過去のデータとより最近の観察の互換性を図るために、改訂された目標探知強度値を用いて JARPA のオキアミデータを再解析し、時系列データを過去にまでさかのぼらせることが可能であるとする提議者らと**同意する**。これは、7.2 項の下で議論されているが、オキアミバイオマスの動向が鯨類の捕食及び競合モデリングに不可欠な構成部分である重要性に鑑み、ここで再度言及することとする。

#### 10.2.1.2 エコパスモデル

エコパスモデルのさらなる開発は、南極海生態系の機能に関する限られたデータや生物学的知見に照らして有用であろう。可能な限り利用可能なデータを適用して、パラメーター化を改善すべきである。エコパスモデルの開発は生態系における連鎖の全体図を提供するだけでなく、生物学的な知見のどこに不確実性があり、生態系モデルに大きな影響を与えているのかを強調するための感度分析の基礎を形成するために有用となるかもしれない。不確実性の定量化や感度の精査は、将来の調査の必要性を明らかにし、最小限の現実的なモデルのデザイン提供について貢献できるためそれ自体で価値がある。従って、パネルは Gaichas *et al.*, (2012) がエコパスの結果の不確実性を特徴付けるために開発したモンテカルロ・アプローチの適用を**勧告する**。また、パネルは JARPAII の調査海域において観察された鯨類の資源量の動向を説明するために、改訂エコパス開発には「バイオマス蓄積」関連を含むことを**勧告する**。

#### 10.2.1.3 最小限の現実的複数種モデリング

SC/F14/J26 で記述された複数種生産モデルは、様々な鯨種間での相互作用をモデル化する可能性がある。しかし、モデル自体はまだ開発初期の段階にある。パネルは、このアプローチでの継続的开发及び努力配分を増加するよう**強く奨励する**。開発の初期段階のモデルとしては、鯨類 4 種及びアザラシ類 1 種を含み、むしろ野心的なモデルである。利用できるデータのレベルは、その他の種に比べクロミンククジラ及びザトウク

ジラの方がはるかに多く、パネルはこれら2種だけを含むモデルの構築を行うモデリング作業を開始するのがおそらく有用であると**提案する**。このようなモデルが構築され、データに適合するのであれば、追加の捕食種を加えることは正当化されるであろう。明言されたモデリングの目的は、種間の競合を含んだ及び含まないモデルの結果の比較である。しかし、提案されている複数種モデルの全バージョンには、ある程度の「競合」が含まれている。なぜなら、SC/F14/J26に略述されたモデルのすべての捕食者の種は、有限である同じオキアミ資源を利用しているためである。従って、現行のモデル構造は、クロミンククジラに競合が影響を及ぼしているとする仮説の検証には使えない。原則として、この仮説は、現行モデルと一連の単独捕食種のモデルの適合度を比較することで検証可能である。しかしながら、パネルは、ADMBを用いた生産モデルを適合するのは技術的な理由により困難ではあることに**留意する**。これに対する一つの可能性のある部分的な解決策は、モデル内のステップの長さ（例えば1年間より月毎の時間ステップで）を短縮させることである。

#### 10.2.1.4 総論

パネルは、利用可能なデータを説明するために競合する仮説、提議者らが好む選択肢である鯨種間の競合を含む、を堅実に区別するために必要なデータの特定に、シミュレーションを用いるよう**勧告する**。既知の特質の人為的なデータセットにより、モデルがデータ内の既知の信号に予測できるような方法で反応できるか否かの確認を含む、モデルの行動テストが可能となる。また、この過程は、モデルをパラメーター化するために必要となるデータの精度を特定するのにも利用できる。

該当鯨種はその一生のごく一部のみをJARPAII調査海域で過ごしている。鯨類の動態は、鯨類がこの海区の外にいる間の要因によって強い影響を受けるであろうが、多くの場合、このような影響をパラメーター化するデータの存在は見込めない。パネルは、バイオマス動態には時間のずれ（世代効果による）があり、現行の生産モデルではこれが十分にモデル化されていないことにも**留意する**。これはミンククジラのために開発されたSCAAモデルの複数種バージョンの使用、あるいは生産モデルに時間的ずれを明確に導入することで解決できると考えられる。

パネルは、生態系モデルを創り出すことが、大量のデータやシステムに関する生態学的・生物学的な知識の統合を要する長期的な過程であることを**強調する**。これまで行われてきた作業は有用な始まりである。しかし、パネルは、モデリング作業の改善を図るためにJARPAIIの調査海区外のその他の研究者との共同研究を増やすことを**勧告する**。これは、可能な限り隣接海域のデータを導入、また、その他の生態系や複数種モデルの専門家との知見や知識の共有によって行われるべきである。さらに、モデルの開発はJARPAIIプログラムの既存の構成部分からのデータを引き出すだけでなく、モデルの開発過程で特定されたデータ不足に対応するプロジェクトの開発（及び将来的なプロジェクト）について知らせるべきである。

明言されている生態系モデル構築の主な目的は、生態系の相関関係（例えば「クロミンククジラとザトウクジラとの間で競合による逆相関が存在する」）に関する、競合する仮説を検証するツールを創り出すことである。開発されるモデルは、信頼性の高い結果を得られる十分な現実性があり、利用可能なデータに適合するものでなければならない。モデルは、幅広い競合する仮説を明瞭で明確な形で受け入れることができるような十分な柔軟性を持たなければならない。



## 11 レビュー結果：クロミンククジラの管理方式の改善

### 11.1 提議者らの結果要約

短期的には、改訂管理方式（RMP）の適用結果は、系群構造、資源量やMSYRの取りうる範囲のような情報がより正確（目的1及び3の貢献）に、入手可能になれば大きく改善され得る。南極海生態系やその動態の知見（目的1及び2）も、生態系モデルの適用を含んだIWCの保全管理システムを改善させることになる。

JARPAIIからの系群構造、混合、資源量に関する新しい情報は、クロミンククジラを対象とする、将来のRMP適用のため重要である。なぜならこのような情報はRMP適用事前評価（PIA）及びRMP適用試験（IST）にとって不可欠だからである。JARPAIIは1993年に行われたクロミンククジラへの以前のRMP適用試験の結果が既に無効であることを証明した。

例えば、新しい情報、特に系群構造の情報はRMPをより効率的にする、すなわち保全リスクを高めることなく捕獲数を上乘せする、であろう。以前小海区として使用された経度10度の区画はもはやJARPAIIデータによって裏付けされない。JARPAIIは、小海区のより良い定義を可能にする系群構造に関する新しい情報を提供した。

さらにJARPAIIデータに基づいたSCAA解析は、クロミンククジラがRMP適用試験で用いられたMSYRの下限に比べてかなり大きな成長率を示し得ることを証明した。

上記の結果は、IWC JARPA最終レビュー会合（IWC, 2008）でも再確認された、1997年に開催されたIWC JARPA中間レビュー会合（IWC, 1998）で、IWCの科学委員会が表明した見解と一致している。

「最後にJARPAプログラムの成果はRMP下での管理に不可欠ではないが、次のようにクロミンククジラの管理を改善する可能性がある：(1) 適用試験で検討される現行のありうるシナリオ・セットの削減、及び(2) 将来の適用試験に向けて開発される新規シナリオの同定（例えば、系群構造の時間的構成要素）。このようにJARPAデータの解析結果は、クロミンククジラの現行のRMP適用試験のレベルが示す枯渇リスクを増大させることなく、それらクロミンククジラの捕獲許容量を増やすために使われ得る」（IWC, 1998; 2008）。

### 11.2 パネルの結論と勧告

クロミンククジラの現行のRMP実施を選択するために用いられた適用試験（IWC, 1993）は、南極海において6つのクロミンククジラ系群が存在するとの仮説に基づいている。半海区I区東及びII区西の境界（つまり西経60度）は、二つの系群の「中心」海域の境界と仮定され、「中心」海域の境界は四つの半海区より広くなり得ないとの制約を条件に、残りの系群の「中心」海区の境界は、残り11の半海区境界の中から追加で5の中心海区境界を無作為に選択することで設定された。適用試験は、系群の混合について次の二つの仮定を考慮した：

- (1) 「集結」仮説では、6つの系群から1つの系群（集結系群）が無作為に選ばれる。この系群は中心海域のみを占拠する。隣接する各々の系群は、それぞれの中心海域及び最初の集結系群内に隣接する半海区を占拠する。最初の系群と「正反対」の系群が第二の集結系群となる。この系群も自らの中心海域のみ占

扱する。隣接する各々の系群は、それぞれの中心海域及び第二の集結系群内に隣接する半海区を占拠する。

(2)「重複」仮説では、毎年それぞれの6つの系群が自らの中心海域に近隣する最も近い半海区の2つの中心海域で摂餌することを仮定する。

適用試験では1%及び4%のMSYR値を考慮に入れ、1979-90年のIDCRによる資源量推定に基づいた過去の資源量を設定した。クロミンククジラの適用レビューは行われていない。加えて、現行の適用を選択するために用いられた適用試験は、北西太平洋ミンククジラ及び北大西洋ナガスクジラの適用の際に用いられた方式を用いて開発されていない(IWC, 2012)。ワークショップではJARPA/JARPAIIの成果に基づいた適用試験の詳細が何も提出されていない。

元の適用試験の基礎となった系群構造の諸仮説は、最も起こり得る実状を包含する目的で、極めて広いものであった。JARPA及びJARPAIIによる情報は、元の試験が開発されてから得られたその他の情報とともに、現行の実施計画に適用されるならば、適用試験が基礎となる仮説のセットを改良するので、極めて有用となるだろう。特に、JARPA/JARPAIIで収集された系群構造に関する情報は、データによって制限されるが、III区東からIV区西の系群構造仮説を開発するのに用いることができる。一方、改訂資源量推定は適用試験のコンディショニングに用いられるだろう。SCAAや類似の解析からの情報は、環境収容力、自然死亡率及び出生率の変動の変化に関する仮説を作り出すのに使えるかもしれない。

適用試験の基礎となるオペレーティングモデルは、複数系群を考慮しているが、競合と生態系の変動に関連する仮説を明白には許可していない<sup>5</sup>。原則として、生態系モデルの構築作業は、競合を許容する1組のオペレーティングモデルの開発に使うことができる。が、生態系モデルは十分な分析(例えば、ミンククジラの年齢・性構成)をもって開発される必要がある。

## 12 概要及び結論

目的毎に紹介された個々の構成要素及び論文を検討する前に、パネルはプログラムの全ての面に適用されるいくつかの一般的な論評を行った。

### 12.1 一般的な課題

#### 12.1.1 目的の詳述に関する概説

パネルは、元の提案書の目的が普遍的かつ極めて広範囲な特性のため、またその継続的な性質からプログラムがどの程度その目的を達成しているかについての完全なレビューを行うことが困難であると、議論の中で数回にわたり指摘した。すなわち：

- (1)「南極海生態系のモニタリング」
- (2)「将来の管理目標(を知らせるため)の鯨種間競合のモデリング」

---

<sup>5</sup> 時間の経過とともに変化する環境収容力、自然死亡率及びMSYRを含む単独系群の試験やある適用試験は、RMPのパフォーマンスにおけるこれら要因の質的な特徴を精査するために行われた。

- (3) 「系群構造の時空間的変動の解明」、及び
- (4) 「クロミンククジラの管理方式の改善」

パネルは、提議者らが SC/F14/J01 で提供した目的とその相互関係についての説明を**歓迎する**が、(1) と (2) のような広範囲かつ長期的で総体的な目的の中で、ある意味では、ほとんどすべての情報が何らかの貢献をしており、プログラムが自ら定めた目的をどれほど達成しているのかを評価するというパネルの仕事をいくぶん困難にしたと**言及した**。また、以前のパネルも同様の困難に直面したと**言及した**。

したがって、パネルは、将来におけるパネルレビュー及び提議者ら自らの内部レビューや評価過程のために、提議者らが JARPAII の策定後に科学委員会が作成した許可書提案のガイドライン(IWC, 2013b) を読んだうえで、進捗状況のタイムラインを導入した精緻な目的及びサブ目的の開発を検討するよう勧告した。これは将来、成果の査定をよりしやすくし、次回の継続レビュー（通常6年間毎）のタイミングを計ることも可能にする。

パネルは、オリジナルの特別許可プログラムにはナガスクジラ及びザトウクジラも含まれていることに**留意する**。パネルは、提議者らがオリジナルの標本採集のデザインが実施されなかった事実をより慎重に考慮し、将来の標本採集や全体的な複数種モデリングの目的に何か影響があるかの情報を提供すべきであったと**考える**。

#### 12.1.2 サンプルングデザイン及び実施要綱

採集船と目視船には別々の調査デザインがある。いくつかの解析、例えば統計学的な捕獲時年齢の解析(SCAA)は、捕獲された個体が調査の資源量推定を反映しているとの仮定に依拠している。加えて、例えば脂皮厚のデータの解析は、サンプルング計画がバランスのとれたものであるなら、より簡単に行い、解析できることとなる(SC/F14/005を参照)。パネルは、いくつかの調査で計画されたトラックラインと実際のトラックラインを詳細に精査した(SC/F14/J2)。実際のトラックラインは、天候や氷の状態、そして活動家の妨害活動の増加による中断のため、計画されたトラックラインから外れていた。調査実施要綱によれば、目視調査や標本採集が天候のため妨げられた場合、調査船はトラックラインに沿って航行し続け、科学調査が可能な状態に天候が回復した時点で、目視調査や標本採集が再開される。これとは対照的に、活動家への対応は、標本の採集が主に氷縁に近い海域に限られているようなので、これは事実上サンプルングデザインの変更で、サンプルの代表性に影響を与えることで長期の時系列データの価値や目的の達成能力に影響を及ぼしている。

パネルは、策定されたサンプルング計画が実現不可能のため、プログラムの目標達成能力が大きく損なわれること(いくつかの事例が SC/F14/005 で確認できる)を**懸念している**。パネルは、活動家による妨害は提議者らのコントロール外であることを**認めつつも**、こうした困難な状況下では標本数にのみに焦点を当てるより、標本の代表性が保たれることによりかなりの努力を払わなければならないのは明確である(パネルは、ナガスクジラに関してその体長制限が調査海域内におけるデータセットの代表性を危うくしていることを留意した)。パネルは、もし活動家の妨害が起きた場合、デザインが**理論的に**どのように修正されるのかを明示した明確な実施要綱の開発を**勧告する**。既存データに基づくシミュレーション研究がこれに役立つはずである。この実施要綱の目的は(a) 資源量推定調査において、標本個体が最大限その代表であること、及び

(b) そのデータが過去のデータセットと互換性を保っていることを確実にすること、である。もし中断が生じた場合、各々の調査海域で同じ経度での調査を開始しないことを配慮すべきである。これにより、長い時間をかけて、調査海域の全体がカバーされると期待するのが妥当であろう。中断を説明する実施要綱の開発は、解析者ら及び調査実施者らによって行われるべきである。

### 12.1.3 プログラム外とプログラムの各構成部分からの結果の統合

パネルは、これが JARPAII プログラムの最初の期間であることを**認識する**が、これは長期にわたり実施された JARPA プログラムから生まれたもので、多くの論文は双方のプログラムのデータを解析していることに**留意する**。モデリング作業では、異なる目的に関して提供された解析が、堅牢な結論を導き出す確度や精度、鍵となるパラメーターのより良い同定のために、そして、プログラムのすべての側面でのより良い統合に、かなり役立ったことに**合意する**。パネルは、提議者らの幾つかのプレゼンテーションでもこれが認識されたことに**留意した**。パネルは、これを優先課題として取り組み、サンプリングデザイン、標本数、調査方法及び優先順位の最新の評価を可能にするモデルへのインプットに関する不確実性について、より十分な評価を行なうよう**勧告する**。

パネルは、フィールドや実験及び論文作成のためにかかなりの努力が払われたことを**歓迎する**。しかしながら、幾つもの勧告から明らかのように、実施されているプログラムの様々な側面から入手可能な情報を統合するさらなる分析作業が不可欠である。特に、「変動モニタリング」と生態系の理解という目的に鑑みて、パネルは、適切な地理的及び時間的スケールで環境（海洋観測、餌関連など）について、可能な限り多くの情報を入手し、このようなデータの解析を首尾一貫した形で統合する努力の重要性を**強調する**。これらの努力なしでは、掲げられた目的の実現は不可能であろう。この脈絡において、パネルは収集された広範なデータの分析が、多くの場合あまりにも単純で、プログラムのその他の側面から孤立していたことに**留意する**。パネルは、この報告書で指摘された個々のデータセットのより十分な解析と特にデータセット間でのよりよい統合の双方を通じて、プログラムの解析部分に相当な努力と資源を注ぐよう**強く勧告する**。先に述べたように、これはフィールドでの優先順位と方策を再検討するのに大いに役立つであろう。すでに明らかであるが、オキアミ資源量の推定（プログラムの内/外で）が生態系関連の目的の達成には**不可欠である**。

### 12.1.4 過去の標本の保管及び利用

パネルは、鯨が科学目的で補殺されるならば、そこから得られる情報を最大限にするあらゆる努力が払われなければならないとする JARPNII レビューの勧告に**留意する**。JARPAII プログラムではかなりの実験作業が行われており、パネルはプログラム自体とより広い科学界（勧告を参照）の双方で大切であろういくつかの追加的な研究を確認した。さらに、このようなプログラムの重要な構成要素のひとつは保管に関するものである。以下のことを可能にする適切な組織保管システムを設けることが不可欠である：

- (1) 捕殺された動物のサブセットにのみ行われた研究において分析の標本数が増加する、及び/または
- (2) 分析法の改良に伴い新たな解析が行われる。同様に、保管された組織の各個体の分析結果や全ての要素をリンクさせる関係データベースを編集することが重要である。

パネルは、過去の商業捕鯨で保存されたかもしれない資料に、いくつかの疑問を投げかける可能性があるこ

とに**合意する**。これらの例は、JARPA/JARPAII の調査海域以外のクロミンククジラの遺伝学、ナガスクジラやその他鯨種の遺伝学、あらゆる鯨種や海域における安定同位元素、または時間的動向の発生をよりよく評価するためのクロミンククジラ及びその他鯨種の汚染物質に関する遡及研究を含む。JARPA 及び JARPAII の報告書は、これらプログラムからの組織標本の入手可能性について詳しく述べているが、過去の捕獲については、類似の情報はない。パネルは、鯨種、標本採集年月日、関連する生物学的データ、保存法（例えば、ホルムアルデヒド、アルコール、冷凍、乾燥など）の詳細を明記した入手可能な歴史的標本の詳細リストの作成を**勧告する**。

#### 12.1.5 資源に及ぼす捕獲の影響

JARPAII の将来の捕獲が、南極海 III 区東から VI 区西のクロミンククジラ資源に及ぼす影響は、HITTER 法を用いて検討された (SC/F14/J38)。SC/F14/J38 は、年間 850 頭の捕獲上限では、資源量を実質的には減少させないことを示唆した。パネルは、そのような捕獲が調査海域のクロミンククジラに悪影響を及ぼさないという結論におおむね**同意する**が、将来の特別許可による捕獲が系群に及ぼす影響を評価するための最適な方法は、RMP 型プロセスの枠組みの中であることに**言及する**。このアプローチは、感度テストを取り入れた単純な HITTER アプローチに比べ、不確実性をより適切に明白に説明するものである。パネルは、南大洋における IWC サンクチュアリーの設定後の本委員会の指示により、IWCSC が現行のガイドライン及び条件の下でクロミンククジラの十分な**適用**を行ってないことに**留意する**。

ナガスクジラの実際の捕獲頭数は、(過去の捕獲に基づいたナガスクジラの主な分布海域をカバーしない) 調査海域内における同種の資源量推定からみれば少ない。これと調査海域における利用可能な資源量推定を踏まえ、パネルは捕獲が(諸)系群に影響を及ぼさなかったことに**同意する**。プログラムの第一期にザトウクジラの捕獲はなかった。パネルは、現行の捕獲が系群に及ぼす影響に関する疑問に十分に対応するには RMP 型プロセスが必要であることに再度言及する。

## 12.2 目標の達成

パネルは、長期プログラムの最初の期間について結論づけようとした際に直面した問題や目的の詳述についての上述のコメント (12.1.1 項を参照) に注意を喚起した。特に、将来のレビューを手助けする追加的作業の必要性について言及した。プログラムの構成部分をレビューするに当たり、パネルは、上記の図 2 が示す目的と作業の構成部分の間の相互関係に**留意する**。したがって、パネルは幾つかの題目が一つ以上の目的を扱っていることを認識しつつ、議題 4~11 に基づいて要約をとりまとめた。

### 12.2.1 鯨類生息域のモニタリング (4.2 項を参照)

物理的及び生物学的生息域のモニタリングはすべての目的に関連し、目的 1 にとっては中核的である。

パネルは、これまで JARPAII の作業のある部分は海洋学的情報の収集に基づいていたが、残念ながらこの収集作業はここ 2 年間に限定 (訳注：妨害によって実施されていない) されていることに**留意する**。

パネルは、JARPA 及び JARPAII プログラムによって示された、特に鯨類と環境データを同時に収集した、長期の時系列データの貢献を**認識する**。しかしながら、パネルはプログラムの各目的を満たすだけの十分な解

析作業が行われていない点について懸念する。もし、プログラムが中期から長期の目的を達成しようとするなら、パネルは以下の勧告を行う。

- (1) 次期の調査では計画通り海洋学的データのフルセットを収集し、必要な機器校正作業を行う。
- (2) 提議者らが、その他の海洋観測関連データの入手可能性を調べ、それらと JARPA 及び JARPAII プログラムで収集されたデータとの統合を図り、より包括的なデータセット編成を行う。
- (3) 提議者らは自らの海洋学的データを他の国際プログラムが利用できる提供方法を開発する。
- (4) データセットの内容を十分に記述し、将来の生態域と鯨類の分析にこれらが有用であるかをレビューするために、既存の TDR や EPCS データを解析する。
- (5) 海洋学的及び他の環境学的データを、鯨類の目視調査や生物学的データ（もっと詳しくは、以下の関連する議題で取り上げられる）に照らして解析する努力を一致協力して始める。

パネルは、海洋漂流物について実施されている作業を**歓迎**し、その継続と IWC での定期的な結果発表を奨励する。

#### 12.2.2 系群構造の時空間的変動 (5.2 項を参照)

報告された研究成果はプログラムの目的 3 に直接的に関連するが、その他の目的にとっても重要である。パネルは、特にクロミンククジラについて、包括的なデータセットを開発するためにかなりのフィールド及び実験上の努力があったこと、また、統合的解析で遺伝学的そして他のマーカーを組み合わせた分析手法を組み合わせる努力を払ったことを**称賛**する。

パネルは目的 3 に沿って、調査海域内（南極周辺の半分足らず）における系群構造の理解にかなりの進展がみられたことに**合意**する。しかしながら、プログラムは調査海域以外から取り入れた情報が僅かであったという事実に**注意喚起**する。

##### 12.2.2.1 クロミンククジラ (5.2.3 項を参照)

パネルは、SC/F14/J28 と遺伝学的及び非遺伝学的データを融合させる革新的な統合アプローチを提供した SC/F14/J29 で紹介された研究成果を**歓迎**する。パネルは、データ解釈の助けとなる追加分析を強調しつつ、論文改訂のための幾つかの詳細な短期的勧告を行った。

パネルは、SC/F14/J29 の手法のさらなる発展のため、幾つかの中期的**勧告**を行った。さらに、系群構造に関する管理方式（目的 4）の検討は、不確実性を精査する際に単に「最良」ではなく、入手可能なデータのもっともらしい解釈の進展に焦点を当てていることを認識しつつ、その他の潜在的仮説（例えば、経度勾配に沿った距離による分離）を考慮するよう**勧告**する。

最後に、パネルは系群構造（及び何らの時間的動向）を検討する際、追加的なタイプのデータを取り込むよう**勧告**する。

##### 12.2.2.2 ザトウクジラ (5.2.4 項を参照)

パネルは、JARPA 及び JARPAII で収集されたバイオプシーサンプルのデータと南極海内や高緯度で収集されたその他のデータと統合し、摂餌域のザトウクジラ系群構造を精査した論文(SC/F14/J30)を**歓迎する**。この研究は JARPA レビューの勧告に応じて実施されたもので、南半球ザトウクジラの詳細評価への貴重な貢献となる。

パネルは改訂論文のために幾つかの詳細な勧告を行った。

#### 12.2.2.3 ナガスクジラ (5.2.5項を参照)

わずかな標本数ではあったが、パネルは、SC/F14/J32 で示されたナガスクジラに関する遺伝学的分析を**歓迎する**。この研究は JARPA 及び JARPAII で収集された捕獲標本とバイオプシーサンプルを統合した。しかし、パネルは、分析や解釈に関するいくつかの部分について、多少の懸念がある。パネルは改訂論文のために幾つかの詳細な勧告を行った。パネルは、長期的にはその他のプログラム（例えば SOWER）によって収集されたバイオプシーサンプルや初期の商業捕鯨のデータを使用することによって、既存のデータより標本数の拡大を図ることを**提案する**。

#### 12.2.2.4 ミナミセミクジラ (5.2.6項を参照)

パネルは、SC/F14/J33 で示された、主として IV 区で収集されたバイオプシーサンプルを用いた遺伝学的分析を歓迎する。この研究は摂餌域におけるミナミセミクジラの遺伝的特性を解析する最初の試みであり、少なくとも一部のミナミセミクジラがこれまで考えられていた以上の距離を移動している可能性を示した。これらの情報は将来のミナミセミクジラの詳細評価への貢献になる。

### 12.2.3 資源量、動向及び分布のモニタリング (6.3項を参照)

#### 12.2.3.1 目視調査データからの資源量と動向 (6.3.1項を参照)

この情報は目的 1、2 及び 4 に関連しており、目的 3 の下で入手された情報にかなりの程度、依存している。

二つの主な分析アプローチがあった：目視調査データ解析及び統計学的なキャッチ・アット・エイジ（捕獲時年齢）解析（SCAA）。

パネルは、JARPA 及び JARPAII プログラムの調査の結果発表を**歓迎する**。パネルは、この情報がプログラムの目的にかなり貢献していると**合意する**。調査についての作業は、多大な研究時間を費やすこと、長期的モニタリングのための大きなデータセットを意味する。この調査は、現在は終了した IDCR/SOWER プログラムの作業を補足するものである。鯨種の資源量動向のモニタリングの重要性は、一般に保全や管理、特に商業捕鯨によって大幅に枯渇していた鯨種／個体群の回復の記録と同様に鯨類の利用が始まる前の鯨種組成の変動を調べるという脈絡においても重大である。

JARPA レビュー会合（IWC, 2008）は、当時入手可能であった調査情報を精査し、受け入れ可能な資源量推定が得られる前に、さらなる検討が必要となる幾つかの項目を確認した。パネルは、これらの懸念のほとんどをクロミンククジラ（SC/F14/J3）及びザトウクジラ（SC/F14/J4）に関する論文が適切に対処し、いくつかの事例では、今後やらなければならない研究（例えば Matsuoka, 2011 や Hakamada *et al.*, 2014 の議論を

参照)があることを確認したことに**合意する**。

パネルは、「その他」のヒゲ鯨の諸論文のための修正単独論文を作成するため、幾つかの詳細な勧告(6.3.1項)を行った。将来のフィールドでの作業として、パネルは、(1)  $g(0)$ の問題に対応するために将来の調査では、独立観察者方式の使用を検討すること、(2) シャチの生態型データの収集をすること、を**勧告する**。

#### 12.2.3.2 SCAA 解析 (6.3.2 項を参照)

パネルは SCAA の解析が、JARPA 及び JARPAII のデータを使用し、科学委員会に監督され、長年にわたり提議者ではない科学者(主に Punt)によって行われていることに**留意する**。パネルは、提出された最新の SCAA 解析を**歓迎する**。SCAA モデルは JARPAII 海域のクロミンククジラの系群別資源動態を調査するのに、現時点で入手可能な最善のモデルであるとともに、この点からモデルの性能がよいことに**合意する**。パネルは改善と将来の作業についての幾つかの詳細な勧告を行った。パネルは、SCAA モデルによるある結果が、JARPAII のその他の構成要素から導き出された推論と一致していない可能性、もしくは JARPAII デザイン自体への潜在的な改訂を示唆している可能性があることに**留意する**。これらの点は特に MSYR、系群構造及び成長率の変動に関連している。これらは改訂された SCAA 解析が実施されてから、提議者らによって考慮されるべきである。

#### 12.2.3.3 資源量(資源量)推定の代案アプローチ (6.3.3 項を参照)

パネルは、クロミンククジラ資源量を推定するための父性解析の利用についての予備的評価(SC/F14/J7)を**歓迎する**。パネルはこの件に関する追加的作業のため二つの提案を行った。

#### 12.2.3.4 分布 (6.3.4 項を参照)

鯨種の分布とその分布のすべての変化の理由を精査し、理解することは、目的1及び2の中心である。パネルは、この点について主に目視調査データに基づき実施された作業を**歓迎し**、調査海域内における(主にクロミンククジラ及びザトウクジラの)経時的な分布変化を定量化する試みを認める。以上を踏まえ、パネルは既存データを用いて、より多くの潜在的な説明変数を取り入れ、より強固で包括的な分析が実施されることを**勧告する**。特に、空間モデリングの最近の進歩を取り入れた、より厳密な海区占有分析が実施されるべきである。パネルは、目的の達成率の度合いの特定や改善が必要かを特定するため、短期間(1-2年)での分析に重点をおくことに**合意する**。

提議者らとその「競合」仮説をまとめるために、分布情報が用いられた(目的2)。パネルは、そのような競合の概念モデルの開発には、かなりの作業が必要であることに**合意する**。これには、目的2の達成に必須である生態系モデルの構築で用いるもっともらしい仮説を開発するために現在実施されているフィールド作業に、追加的な努力を必要とする。パネルは、提議者らが以下のいくつか、好ましくはすべてについて努力することを**勧告する**：

- (1) 目視調査のトラックラインでの鯨種の近接性の分析：これは既存のデータで可能であり、来年中には初期の分析が可能であろう。
- (2) 局所的な鯨分布と資源量に関係した餌の群れ行動と密度に焦点を当てた研究：これには1期またはより



多くの期間でフィールドワークの焦点や統合されたデータ、バイオプシー標本（特に安定同位体分析）、オキアミの資源量及び密度推定、焦点を当てた追尾、遠隔測定法（無線及び/またはサテライト）の変更が必要になるかもしれない。

- (3) 両種の分布が重複する海区と棲み分けする海区での、胃内容物内の餌比較、これには鯨種とオキアミの長さ-成熟度のクラスで、明確な空間的棲み分けを分布パターンが示しているか否かを含む：これは既存の標本から始められ、2年後くらいにはプログレスレポートの提出が可能であろう。
- (4) 組織標本からの安定同位体比率分析：このような分析の識別力を予備的な検討は、既存の標本を用いて可能と考えられる。

#### 12.2.4 オキアミ資源量及び摂餌生態のモニタリング

##### 12.2.4.1 オキアミ資源量（4.2項及び7.2.1項も参照）

オキアミ資源量のモニタリングはプログラムの目的1及び2にとって根本的なものである。

JARPA 及び JARPAII の当初に行われてきた作業（4.2項も参照）を歓迎しつつ、パネルはこの部分の作業に最近十分な努力が払われていないことに懸念する。パネルは、既存データの分析や将来のデータ収集に関して幾つかの勧告を行った。特に、パネルは、どの層においてもオキアミの密度が年々著しく変動し得るため、また、JARPAII の目的では餌場が経時的にどのように変化するかを必要とするため、将来のオキアミ調査は頻繁に実施されるべきであると勧告する。JARPAII 調査海域は広大で、毎年1隻の調査船ですべての海域を調査することはおそらく不可能であろう。よって、パネルは複数の調査船で、JARPAII 調査海域を1-3毎年大観的に調査するか、1隻の調査船を毎年調査海域の半分を交互に運行して調査（目視調査と同様のアプローチ）するかのいずれかを勧告する。

##### 12.2.4.2 摂餌生態（7.2.2項も参照）

摂餌生態の理解は、目的2の達成にとって中心的であり、目的1とも関連している。

パネルは、この課題に関してかなりのフィールド及び実験作業が行われ、SC/F14/J15で解析されたことを歓迎する。しかし、この論文は、もともと発表された論文で、とりわけ不確実性の定量化に関し、いくつかの重要な欠点が発見された。パネルは提議者らがこれらの欠点に対処するため、ワークショップの際に開発したアプローチ（SC/F14/R1）が共に肯定的な発展で、前進に有用な方策であることに合意する。全体的な解析結果がないままでは、パネルはJARPAIIが十分に狭い範囲での消費量推定を提供したか、または（将来）提供し得るのかについて決定することができない。パネルはSC/F14/R1で提案された作業をさらに発展させ、最優先作業とすることを勧告する。理想的には、次回の科学委員会に新しい論文が提出されるべきである。これで少なくとも、不確実性に下記の項目を取り入れることで、モンテカルロ・シミュレーションを含んだ作業計画の概略を進展させるであろう：

- (1) r（摂餌量の高/低率）と方法1での摂餌期間方法の長さを、及び
- (2) 方法2では、夜間摂餌の範囲。

パネルはまた、オキアミの潜在的消費総量を対象に、クロミンククジラの資源量推定（好ましくはSCAAモデルを用いて推定されたもの）やその推定値に関する不確実性を用いて、時系列のモンテカルロ法の結果

を計算するよう、この作業を拡大させることを**勧告**する。

これら分析は、JARPAII プログラムが現行の形でその目的を達成できるかという点について、必要不可欠な検討事項である。それゆえ、パネルは、モンテカルロ作業の結果を JARPAII の将来の調査及び標本採集の再検討に使われることを**勧告**する。詳細は 7.2.2（訳注：原文では 7.2.3 だがミスと思われる）項の下に提供されている。このアプローチは、好ましいレベルまで不確実性を低減させるためにどのくらいの標本数が必要かという将来の標本数の決定と、このような非確実性を低減させるのに最良の方法が致命的、非致命的または双方を組み合わせたアプローチであるかを査定するための双方にとって助力となる。

パネルは、SC/F14/J16（図 4-6）で発表された結果で、同じ時間や海域近くで捕獲されたクロミンクとナガスクジラが捕食したナンキョクオキアミのサイズにはかなりの重複があったことに**同意**するが、ナガスクジラの標本数は少なく、小さい個体に限定され、この鯨種の主要な分布域の外であったことにも**留意**する。しかしながら、パネルは提議者らにこれがどのような限られた意味でも「種間の相互作用」やこれらの種の競合（例 SC/F14/J18 参照）は過大解釈であることを**注意喚起**する。SC/F14/J16 で提供された情報は、クロミンククジラとナガスクジラの双方でオキアミの既存のバイオマスの年間 6%を消費したかもしれないことを示唆し、よって、オキアミのバイオマス総量自体には限定されない。

パネルは、目的 2 を達成するためのもっともらしい仮説を創り出すために追加的なフィールド作業が必要（12.2.3.4 項を参照）であることを**重ねて述べる**。

#### 12.2.5 生物学的特性値のモニタリング（8.3 項も参照）

パネルは、生物学的特性値に関わる論文の陰にはかなりのフィールドや実験上の努力があったことを**認識**する。この作業は目的 1 及び目的 4 と関連しており、系群構造（5 項）の議論にも関連している。また、サンプリングデザインの代表性にも関連がある（JARPA レビュー（IWC, 2008）及び 12 項を参照）。パネルは、生物学的特性値について示された分析が、(a) サンプリング計画はおおよそこの資源の代表的なサンプルが得られると仮定している、及び (b) 今回の会議に追って提出された仮説ではなく、JARPA レビューで合意された系群構造仮説に基づいている、ことに**留意**する。JARPAII のサンプリングデザインに関しては、パネルは計画された標本数の欠損は、南極海での妨害によるものであり、関連事項として JARPA レビュー会合（IWC, 2008）での標本数及びサンプリングデザインに関する議論やこの会議でのドラマ等論文（8.2 項を参照）に言及する。JARPAII におけるサンプリングデザインや標本数に関するパネルの包括的なコメントは 12.1.2 項の下で示されている。

##### 12.2.5.1 性成熟年齢／妊娠率（8.3.1.1 項及び 8.3.1.2 項も参照）

パネルは、これら重要な課題に提出された情報を**歓迎**し、年齢査定の変差を推定するためにはかなりのフィールドや実験作業及び分析作業があったことを認識する。しかしながら、提議者らに、現段階でのデータの過剰解釈について警告を発する。パネルは、8.3.1.1 項及び 8.3.1.2 項の下で詳述されたよう、結論が導き出される前に、追加の分析的作業を実施するよう**勧告**する。

今後のフィールドや実験作業に関する勧告は、8.3.1.2 項の下で詳述されている。

#### 12.2.5.2 年齢査定 (8.3.1.3項も参照)

パネルは、年齢推定の代替的アプローチとしてのアスパラギン酸のラセミ化に関する作業を**歓迎する**とともに改訂論文及び将来的な作業のために幾つかの**勧告**を行った。

#### 12.2.5.3 栄養状態 (8.3.2項も参照)

パネルは、SC/F14/J13 と SC/F14/J14 の分析で、基礎となったモデルで検討された要因は、生物学的な仮説から派生したというよりも、むしろ主に、科学委員会での議論に起因することを**認識する**。パネルは、SC/F14/J13 及び SC/F14/J14 の著者らがまず、検討中のシステムの概念モデルを開発した後に、それを用いてモデリング作業で考慮される共変量のセットを特定することを**勧告する**。モデルの選択は常にそのシステムの基礎となる知識によって導かれるべきである。それゆえ、自動的に「最良のモデル」を選択するのは不適切である。なぜなら、そのようなモデルでは、応答変数に関係しているという理由なしに共変量が選択されることになるからである。パネルは、この作業を最善に推進させるための一連の提言と勧告を行った。

解析の複雑さや適切な統計手法に関する長時間の議論にも関わらず、パネルは、この「証拠の重み」(すなわち、異なる方法でも JARPA 期間を通じてミンククジラの栄養状態が相対的に低下していることを一貫して示していること) やこの結果が暗示することは、その原因について注意深い検討が必要であるという**意見を表明する**。

JARPA レビュー会議 (IWC, 2008) の議論に従い、脂皮厚と同時に脂質含有量も検討する利点を考慮し、パネルは、どのような今後の研究でも、全ての標本で脂皮中の脂質含有量分析を行うべきであり、また、現行の測定も、過去と未来のデータとの比較のために続けるよう**勧告する**。パネルは (大腸からの) 糞標本を胃 (内容物) の標本と種の組成について比較することも**勧告する**。

#### 12.2.6 汚染物質の影響のモニタリング (9.2 項を参照)

パネルは、クロミンククジラの組織及び鯨が捕食するオキアミにおける有機塩素化合物及び重金属分析の結果を示した論文を**歓迎する**とともに、特に有機塩素化合物に関するこれら調査研究が、津波による標本の損失によって大幅に制限されたことを理解する。パネルは、双方の汚染物質グループの濃度が鯨の組織で非常に低いレベルで確認されたことは、鯨類個体群への影響がないとする SC/F14/J23 及び SC/F14/J24 に**同意する**。観察された低いレベルに鑑み、パネルは、将来において汚染物質研究をより低い優先順位にするよう**勧告する**とともに、定期的な間隔 (例えば 3-5 年間) で適切に選定されたサブサンプルの分析で十分であろうと**合意する**。

パネルは南極海における情報の乏しい、別のタイプの汚染である海洋漂流物に関する調査も**歓迎する**。パネルは既に中断された SOWER プログラムにおいて同様な情報が収集されていたことに**留意する**。このテーマは最近、IWC (2014) においても優先課題として特定されている。パネルは飲み込まれた漂流物と海面における漂流物の事例が低頻度であることにも**留意する**。パネルは、これらの観察の継続、及びデータがその他の国際的な取り組みと共有されることを**勧告する**。

### 12.2.7 鯨種間の競合モデル (10.2項を参照)

#### 12.2.7.1 生態系モデリング (10.2.1項も参照)

パネルは、モデリング作業が予備的な段階にあると**認識する**。パネルはこの作業が、JARPAII のほとんどの目的にとって、そして、生態系内での調査対象種の役割を理解するのに、根本的に重要であることを**強調する**。従ってパネルは、JARPAII のこの側面（さらに 6.3.4 項及び 7.2.2 項のもとで詳しく述べられているその他の勧告も参照）について、これまでよりもかなりの努力が払われることを**勧告する**。これなしでは、プログラムの目的の達成が可能かどうかについて述べることができない。このような作業は将来のフィールドワークにおける優先事項の評価でも重要である。

#### 12.2.7.2 時系列のオキアミバイオマス (10.2.1.1項も参照)

オキアミの生物量（及びその動向）に関する知識は、JARPAII プログラムにとって中心的である。外的要因による中断という困難を認識し、パネルは、JARPAII がその目的 1、2 を達成するならば、海区を基とする時系列のオキアミバイオマスの新たな推定を得る作業に、将来高い優先度を付与することを**勧告する**。パネルは、過去のデータとより最近の観察の互換性を図るために、改訂された目標探知強度値を用いて JARPA のオキアミデータを再解析し、時系列データを過去にまでさかのぼらせることが可能であるとする提議者らと**同意する** (7.2 項を参照)。

#### 12.2.7.3 エコパスモデル (10.2.1.2項も参照)

パネルは、南極海生態系の限られたデータ及び生物学的知見が限られている中、エコパスモデルのさらなる開発は有用なものになるかもしれないことと**指摘し**、このアプローチを改善させるための**勧告**を行った。

#### 12.2.7.4 最小限現実的複数種モデリング (10.2.1.3項も参照)

パネルは、この案件に関し実施された予備的作業を**歓迎し**、努力量を増やして、このアプローチのさらなる開発を**強く勧告する**。パネルは、このアプローチのさらなる進展のために幾つかの提言を行った。

#### 12.2.7.5 全般 (10.2.1.4項も参照)

パネルは、利用可能なデータを説明するために競合する仮説、提議者らが好む選択肢である鯨種間の競合を含む、を確実に区別するために必要なデータの特定にシミュレーションを用いるよう**勧告する**。

これは (1) モデルがデータ内の既知の信号に応じて予測可能な方向で反応できるかどうかの判定、及び (2) パラメーター化するために必要なデータレベルの精度の特定に用いられるかもしれない。

パネルは、生態系モデルの開発は長期的な作業であり、システムに関する生態学的及び生物学的な知識と同様に膨大なデータ量の統合が必要であることを**強調する**。これまで行われてきた作業は有用な始まりである。しかし、パネルは、モデリング作業改善のため、JARPAII 調査海区外の研究者との共同研究を増やすことを**勧告する**。

明言されている生態系モデル構築の主な目的は、生態系の相関関係（例えば「クロミンククジラとザトウクジラとの間で競合による逆相関が存在する」）に関する、競合する仮説を検証するツールを創り出すことである。開発されるモデルは、信頼性の高い結果を得られる現実性を十分に持ち、利用可能なデータに適合す

るものでなければならない。モデルは、幅広い競合する仮説を明瞭で明確な形で受け入れることができるような十分な柔軟性を持たなければならない。

パネルは、生態系モデリング作業を推進させるため多くの提言を行った。

#### 12.2.8 クロミンククジラの資源管理方式の改善 (11.2 項を参照)

パネルは、JARPA 及び JARPAII で得られた特に系群構造及び資源量に関する情報は、もし、本委員会が適用試験を要請することがあるならば、将来の適用試験をかなり向上させることに**合意する**。同様に、SCAA や関連する分析は、環境収容力、自然死亡率及び出産率の変動に関する仮説の開発に利用できるだろう。原則として、生態系モデル構築作業は競合を許容する 1 組のオペレーティングモデルの開発に使用できるだろう。しかしながら、生態系モデルの開発は十分な分析（例えば、クロミンククジラの場合、性別年齢構成）と共に開発される必要がある。

#### 12.3 IWC 決議及び議論と調査の関連性

パネルはこの課題を手短に検討した。IWC はいくつかの生態系調査及び気候変動に関連した事柄についての決議を可決している。決議 1994-13 は、加盟国・科学委員会による気候変動及び鯨類への影響に関する研究を促した。決議 1995-10 は、科学委員会の本課題のワークショップの勧告にあるように、加盟国に鯨類に及ぼす汚染物質の影響の調査を促した。決議 1997-7 は、加盟国に気候変動及び鯨類への潜在的な影響に関する情報を提供し続けるよう促した。決議 1999-4 は、加盟国が鯨類における汚染物質データを科学委員会に提供するよう要請した。

パネルは、JARPAII プログラムの幾つかの側面はこれら決議と関連性を持っていることに**合意する**。今次ワークショップでの論文提出は、これらの種類の解析を IWC に提出すべきとの要望に応えるものである。パネルの勧告を取り入れた改訂または新しい論文の提出は、決議や討論に関連し、より良い情報を提供するであろう。

上記で検討した生態系及び気候変動に関連する作業に加え、パネルは、系群構造及び資源量に関する作業が、自然標識の研究からの情報に加えて、科学委員会によるクロミンク、ザトウ、シロナガス及びミナミセミクジラの詳細評価と直接的に関連していると**合意する**。

#### 12.4 致命的及び非致命的調査の有用性

パネルは、今次会合におけるその主な任務が、致命的及び非致命的調査手法の検討を含んだ JARPAII プログラムのこれまでの成果に関して客観的な科学評価を提供することで、総じて特別許可の下で実施される致命的な標本採集に対する全般的な非難ないし容認を与えることではないことを**強調した**。本件を検討するには科学的パネルの権限をはるかに超えた幾つかの課題についての議論を要すると考えられる（例えば、SC/61/01 で特定されたアプローチを参照）。

パネルはこの課題に関して、JARPNII プログラム（IWC, 2010）やアイスランドのプログラム（IWC, 2014）を評価するワークショップで、北太平洋産ミンククジラに適用された様々な致命的及び非致命的手法の実際

の貢献や潜在的貢献を要約した表を含んだ、より広範囲な議論がおこなわれたことに留意する。これらの報告書は、JARPAII プログラムにも関連する次のテーマ、摂餌生態、汚染物質研究及び遺伝的研究を含む系群構造、について、その当時研究用に利用可能であった非致死的手法の長短について良い評価を提供した。パネルは、SORP (南大洋調査パートナシップ) の一部として行われた最近のレビューにも留意した。パネルは、それらレビューの情報をここでは繰り返さなかったが、討議の際、考慮に入れた。

致死及び非致死のサンプリングの有用性の比較は JARPAII プログラムの目的の一つではないが、この一般的な研究課題を調べるために、目的達成のために既に収集された標本やデータを分析できるだろう。これは、致死と非致死の双方の手法の使用という JARPAII のアプローチと一貫性があり、長期プログラムの定期的なレビューの際に定量的な形での致死、非致死の双方の手法の有効性を評価することは、確実に役立つ。

したがって、パネルは、提議者らがアイスランドのプログラムで用いられたアプローチを比較のため検討した上で、JARPAII プログラムの目的に照らし、異なるアプローチからの成果を正式に、客観的に比較するよう勧告する。具体的には、胃内容物分析に基づく餌や栄養状態に関する諸結論と、内部組織及び内臓や模擬バイオプシー（皮膚及び最外側の脂皮）で得られた組織に基づく脂肪酸や安定同位体比率の分析からの諸結論を比較できるであろう。これを用いて、提議者らと将来のレビューパネルが、本件を定量的により良く検討するために利用できるだろう。

8.3.2 項の下で、パネルは DNA 及び餌組成分析を実施するために糞採集を勧告した。これらの標本は致死と非致死的手法の比較研究にも使え得るであろう。

### 13 報告書の採択

パネルは、提議者らへの提出日である 2014 年 4 月 11 日の前までに、ワークショップとその後 E メールで本報告書及びその勧告に関する主な作業を完了した。最終的な編集作業は 4 月 11 日以降の期間に E メールにより行われた。最終的に、編集された報告書は 2014 年 4 月 X 日に採択された。

## 引用文献

- Aguilar, A., Borrell, A. and Gómez-Campos, E. 2007. The reliability of blubber thickness as a measure of body condition in large whales. 11pp. Paper SC/59/O17 presented to the IWC Scientific Committee, May 2007, Anchorage, USA (unpublished). 11pp. [Paper available from the office of this Journal].
- Amaral, R.S. 2010. Use of Alternative Matrices to Monitor Steroid Hormones in Aquatic Mammals: A Review. *Aquat. Mamm.* 36(2): 162-71.
- Bada, J.L., Brown, S. and Masters, P.M. 1980. Age determination of marine mammals based on aspartic acid racemization in the teeth and lens nucleus. *Rep. int. Whal. Commn (special issue)* 3: 113-18.
- Baker, C.S., Galletti, B., Childerhouse, S., Brownell, R.L., Jr., Friedlaender, A., Gales, N., Hall, A.J., Jackson, J., Leaper, R., Perryman, W., Steel, D., Valenzuela, L.O. and Zerbin, A.N. 2012. Report of the Symposium and Workshop on Living Whales in the Southern Ocean: Puerto Varas, Chile, 27-29 March 2012. Paper SC/64/O14 presented to the IWC Scientific Committee, June 2012, Panama City (unpublished). 40pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Beare, D.J., Reid, D.G. and McKenzie, E. 2003. Fish schooling behaviour in the northwest North Sea: interspecific associations measured by acoustic survey. *Aquat. Living Resour.* 16: 307-12.
- Beekmans, B.W.P.M., Forcada, J., Murphy, E.J., W., d.B.H.J., Bathmann, U.V. and Fleming, A.H. 2010. Generalised additive models to investigate environmental drivers of Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*) spatial density in austral summer. *J. Cetacean Res. Manage.* 11: 115-29.
- Born, E.W., Outridge, P., Riget, F.F., Hobson, K.A., Dietz, R., Øien, N. and Haug, T. 2003. Population sub-structure of North Atlantic minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) inferred from regional variation of elemental and stable isotopic signatures in tissues. *J. Mar. Systems* 43(1-2): 1-17.
- Bravington, M., Butterworth, D.S., Hedley, S., Kitakado, T., Okamura, H., Palka, D., Skaug, H. and Walløe, L. 2012. Report of the Scientific Committee. Annex G. Report of the Sub-Committee on In-Depth Assessments. Appendix 6. Intersessional process for resolving differences in minke whale abundance. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 13: 191.
- Bravington, M.V. and Hedley, S.L. 2012. Abundance estimates of Antarctic minke whales from the IWC IDCR/SOWER surveys, 1986-2002. Paper SC/64/IA13 presented to the IWC Scientific Committee, June 2012, Panama City (unpublished). 17pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Dalla Rosa, L., Félix, F., Stevick, P.T., Secchi, E.R., Allen, J.M., Chater, K., Martin, A.R. and Basso, M. 2012. Feeding grounds of the eastern South Pacific humpback whale population include the South Orkney Islands. *Polar Research* 31: 17,324-31.
- Donovan, G.P. 1991. A review of IWC stock boundaries. *Rep. int. Whal. Commn (special issue)* 13: 39-68.
- Friedlaender, A.S., Lawson, G.L. and Halpin, P.N. 2009. Evidence of resource partitioning between humpback and minke whales around the western Antarctic Peninsula. *Mar. Mammal Sci.* 25(2): 402-15.
- Fujise, Y., Hatanaka, H. and Ohsumi, S. 2006. Changes occurred on Antarctic minke whale stocks in the Antarctic and their ecological implications. Paper SC/D06/J26 presented to the JARPA Review workshop, Tokyo, 4-8 December 2006 (unpublished). 15pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Gaichas, S.K., Aydin, K. and Francis, R.C. 2011. What drives dynamics in the Gulf of Alaska? Integrating hypotheses of species, fishing, and climate relationships using ecosystem modelling. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68: 1,553-78.
- George, J., Follmann, E., Zeh, J., Sousa, M., Tarpley, R., Suydam, R. and Horstmann-Dehn, L. 2011. A new way to estimate the age of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) using ovarian corpora counts. *Can. J. Zool.* 89(9): 840-52.
- George, J.C., Bada, J., Zeh, J., Scott, L., Brown, S.E., O'Hara, T. and Suydam, R. 1999. Age and growth estimates of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) via aspartic acid racemization. *Can. J. Zool.* 77: 571-80.
- Giménez, J., Gómez-Campos, E., Borrell, A., Cardona, L. and Aguilar, A. 2013. Isotopic evidence of limited exchange between Mediterranean and eastern North Atlantic fin whales. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 27(15): 18,01-6.
- Government of Japan. 2005. Plan for the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII) - monitoring of the Antarctic ecosystem and development of new management objectives for whale resources. Paper SC/57/O1 presented to the IWC Scientific Committee, June 2005, Ulsan, Korea (unpublished). 99pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Hakamada, T., Matsuoka, K., Nishiwaki, S. and Kitakado, T. 2014. Abundance estimates and trends for Antarctic minke whales (*Balaenoptera bonaerensis*) in Antarctic Areas IV and V for the period 1989/90–2004/05. *J. Cetacean Res. Manage.* 13(2): 123-51.
- ICES. 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Cooperative Research Reports

- #209. Available from <http://info.ices.dk/products/cooperative.asp>.
- International Whaling Commission. 1993. Report of the Scientific Committee. *Rep. int. Whal. Commn* 43:55-92.
- International Whaling Commission. 1993. Report of the Scientific Committee, Annex I. Report of the Working Group on Implementation Trials. *Rep. int. Whal. Commn* 43:153-96.
- International Whaling Commission. 1995. Chairman's Report of the Forty-Sixth Annual Meeting, Appendix 14, IWC Resolution 1994-13. Resolution on research on the environment and whale stocks. *Rep. int. Whal. Commn* 45:49.
- International Whaling Commission. 1996. Chairman's Report of the Forty-Seventh Annual Meeting, Appendix 11. IWC Resolution 1995-10. Resolution on the environment and whale stocks. *Rep. int. Whal. Commn* 46:47-48.
- International Whaling Commission. 1998. Chairman's Report of the Forty-Ninth Annual Meeting, Appendix 7. IWC Resolution 1997-7. Resolution on environmental change and cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* 48:48-49.
- International Whaling Commission. 1998. Report of the Intersessional Working Group to review data and results from Special Permit research on minke whales in the Antarctic, Tokyo, 12-16 May 1997. *Rep. int. Whal. Commn* 48:377-412.
- International Whaling Commission. 2000. Chairman's Report of the Fifty-First Annual Meeting, Appendix 5. IWC Resolution 1999-4. Resolution on health effects from the consumption of cetaceans. *Ann. Rep. Int. Whaling Comm.* 1999:53.
- International Whaling Commission. 2000. Report of the SOWER 2000 Workshop. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 2: 319-46.
- International Whaling Commission. 2006. Report of the Scientific Committee, Annex I. Report of the Working Group on Stock Definition. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 8:171-76.
- International Whaling Commission. 2008. Report of the Intersessional Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo, 4-8 December 2006. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 10:411-45.
- International Whaling Commission. 2009. Report of the Scientific Committee, Annex I. Report of the working group on stock definition, Appendix 2. Guidelines for DNA data quality control for genetic studies relevant to IWC management advice. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 11:252-56.
- International Whaling Commission. 2010a. Report of the Expert Workshop to Review the Ongoing JARPNII Programme, 26-30 January 2009, Yokohama, Japan. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 11(2):405-50.
- International Whaling Commission. 2010b. Report of the Expert Workshop to Review the Ongoing JARPNII Programme, 26-30 January 2009, Yokohama, Japan. Annex H. Recent Resolutions of the Commission relevant to this review. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 11(2):448-49.
- International Whaling Commission. 2012. Requirements and Guidelines for *Implementations* under the Revised Management Procedure. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 13:495-506.
- International Whaling Commission. 2013a. Report of the Scientific Committee. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 14:1-86.
- International Whaling Commission. 2013b. Revised 'Annex P' Process for the Review of Special Permit Proposals and Research Results from Existing and Completed Permits. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 14:463-68.
- International Whaling Commission. 2014. Report of the Expert Workshop to Review the Icelandic Special Permit Research Programme, 18-22 February 2013, Reykjavik, Iceland. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 15:455-88.
- Irwin, D., Bensch, S., Irwin, J. and Price, T. 2005. Speciation by distance in a ring species. *Science* 307: 414-6.
- Kasamatsu, F. 1995. Counting whales in the Antarctic. pp.30-38. *Research on Whales*. The Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan.
- Kass, R.E. and Raftery, A. 1995. Bayes Factors. *J. Am. Stat. Assoc.* 90: 773-95.
- Kellar, N.M., Keliher, J., Trego, M.L., Catelani, K.N., Hanns, C., George, J.C. and Rosa, C. 2013. Variation of bowhead whale progesterone concentrations across demographic groups and sample matrices. *Endanger. Species. Res.* 22: 61-72.
- Kitakado, T., Schweder, T., Kanda, N., Pastene, L. and Walloe, L. 2012. Progress report on the estimation of longitudinal mixing proportions for the Antarctic minke whales using genetic and morphometric measurements. Paper SC/64/IA4 presented to the IWC Scientific Committee, June 2012, Panama City (unpublished). 13pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Konishi, K. and Butterworth, D.S. 2013. Further investigation of whether correlations amongst data are invalidating the conclusion of a statistically significant trend in Antarctic minke body condition over time. Paper SC/65a/EM04 presented to the IWC Scientific Committee, June 2013, Jeju Island, Republic of Korea (unpublished). 3pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Konishi, K., Tamura, T., Zenitani, R., Bando, T., Kato, H. and Walløe, L. 2008. Decline in energy storage in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*) in the Southern Ocean. *Polar Biol.* 31: 1509-20.
- Mansour, A.A.H., McKay, D.W., Lien, J., Orr, J.C., Banoub, J.H., Øien, N. and Stenson, G. 2002. Determination of pregnancy status from blubber samples in minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*). *Mar. Mammal Sci.* 18(1): 112-20.
- Matsuoka, K., Hakamada, T., Kiwada, H., Murase, H. and Nishiwaki, S. 2011. Abundance estimates and trends for



- humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Antarctic Areas IV and V based on JARPA sightings data. *J. Cetacean Res. Manage. (special issue 3)*: 75-94.
- Mori, M. 2006. Application of ADAPT-VPA to various stock hypotheses on Antarctic minke whales distributed through IWC Management Areas III-E to VI-W. Paper SC/58/IA8 presented to the IWC Scientific Committee, May 2006, St. Kitts and Nevis, West Indies (unpublished). 40pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Nagai, H., Mogoe, T., Ishikawa, H., Hochi, S., Ohsumi, S. and Fukui, Y. 2007. Follicle size-dependent changes in follicular fluid components and oocyte diameter in Antarctic minke whales (*Balaenoptera bonaerensis*). *Journal of Reproduction and Development* 53(6): 1,265-72. [Published paper].
- Nicol, S. 2010. BROKE-West, a large ecosystem survey of the South West Indian Ocean sector of the Southern Ocean, 30°E-80°E (CCAMLR Division 58.4.2). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 57: 693-700.
- Nicol, S., Pauly, T., Bindoff, N.L. and Strutton, P.G. 2000. 'BROKE' a biological/oceanographic survey off the coast of East Antarctica (80–150° E) carried out in January–March 1996. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 47: 2,281-97.
- Ono, N., Yamaguchi, T., Ishikawa, H., Arakawa, M., Takahashi, N., Saikawa, T. and Shimada, T. 2009. Morphological varieties of the Purkinje fiber network in mammalian hearts, as revealed by light and electron microscopy. *Arch. Histol. Cytol.* 72(3): 139-49. [Published paper].
- Pastene, L. 2006. What do we know about the stock structure of the Antarctic minke whale? A summary of studies and hypotheses. Paper SC/D06/J12 presented to the JARPA Review Workshop, Tokyo, 4-8 December 2006 (unpublished). 24pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Pastene, L.A., Goto, M. and Kanda, N. 2014. An update of the genetic study on stock structure of the Antarctic minke whale based on JARPAII samples. Paper SC/F14/J28 presented to the JARPAII Special Permit Expert Panel Review Workshop, February 24-28 2014, Tokyo, Japan (unpublished). 10pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Patenaude, N., Portway, V., Schaeff, C., Bannister, J.L., Best, P.B., Payne, R.S., Rowntree, V., Rivarola, M. and Baker, C.S. 2007. Mitochondrial DNA diversity and population structure among southern right whales (*Eubalaena australis*). *J. Hered.* 98(2): 147-57.
- Pritchard, J.K., Stephens, M. and Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-59.
- Reijnders, P.J.H., Donovan, G.P., Aguilar, A. and Bjorge, A. 1999. Report of the Workshop on Chemical Pollution and Cetaceans, March 1995, Bergen, Norway. *J. Cetacean Res. Manage. (special issue) 1*: 1-42.
- Rosa, C., Zeh, J., George, J.C., Botta, O., Zauscher, M., Bada, J. and O'Hara, T. 2012. Age estimates based on aspartic acid racemization for bowhead whales (*Balaena mysticetus*) harvested in 1998–2000 and the relationship between racemization rate and body temperature. *Mar. Mammal Sci.* 29(3): 424-45.
- Rousset, F. 2000. Genetic differentiation between individuals. *J. Evol. Biol.* 13: 58-62.
- Santora, J.A., Reiss, C.S., Loeb, V.J. and Veit, R.R. 2010. Spatial association between hotspots of baleen whales and demographic patterns of Antarctic krill *Euphausia superba* suggests size-dependent predation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 405: 255-69.
- Sasaki, M., Amano, Y., Hayakawa, D., Tsubota, T., Ishikawa, H., Mogoe, T., Ohsumi, S., Tetsuka, M., Miyamoto, A., Fukui, Y., Budipitojo, T. and Kitamura, N. 2013. Structure and steroidogenesis of the placenta in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*). *J. Reprod. Dev.* 59(2): 157-67. [Published paper].
- Schwartz, M. and McKelvey, K.S. 2009. Why sampling scheme matters: the effect of sampling scheme on landscape genetic results. *Conserv. Genet.* 10: 441-52.
- Thomson, R.B., Butterworth, D.S. and Kato, H. 1999. Has the age at transition of Southern Hemisphere minke whales declined over recent decades? *Mar. Mammal Sci.* 15(3): 661-82.
- Trathan, P., Watkins, J.L., Murray, A., Brierley, A., Everson, I., Goss, C., Priddle, J., Reid, K. and Ward, P. 2001. The CCAMLR-2000 krill synoptic survey: a description of the rationale and design. *CCAMLR Science* 8: 1-23.
- Trivelpiece, W.Z., Hinke, J.T., Miller, A.K., Reiss, C.S., Trivelpiece, S.G. and Watters, G.M. 2011. Variability in krill biomass links harvesting and climate warming to penguin population changes in Antarctica. *PNAS* 108(18): 7,625-28.
- Vighi, M., Borrell, A., Crespo, E., Oliveira, E., Simões-Lopes, P., Flores, P., Garcia, N. and Aguilar, A. 2014. Stable Isotopes Indicate Population Structuring in the Southwest Atlantic Population of Right Whales (*Eubalaena australis*). *PLoS ONE* 9(3). e90489. doi:10.1371/journal.pone.0090489.
- Waples, R.S. 2011. Can evidence for spatial and/or temporal genetic heterogeneity of North Pacific minke whales be explained by different mixture fractions of the same two core stocks, or is it necessary to postulate an additional stock(s)? Paper SC/63/RMP7 presented to the IWC Scientific Committee, June 2011, Tromsø, Norway (unpublished). 7pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- Zenitani, R. and Kato, H. 2006. Temporal trend of age at sexual maturity of Antarctic minke whales based on transition phase in earplugs obtained under JARPA surveys from 1987/88 to 2004/05. Paper SC/D06/J15 presented to the JARPA Review Workshop, Tokyo, 4-8 December 2006 (unpublished). 9pp. [Paper available from the Office of this Journal].

**Annex A**  
参加者リスト

パネルメンバー (パネル)

Alex Aguilar	University of Barcelona, Spain
Greg Donovan	IWC Secretariat
Jaume Forcada	British Antarctic Survey, Cambridge, UK
John Craig George	Department of Wildlife Management, Barrow, USA
Daniel Howell	Institute of Marine Research, Bergen, Norway
Debra Palka	NOAA, USA
André Punt	University of Washington, Seattle, USA
Glenn Stauffer	Penn State University, Pennsylvania, USA
Robin Waples	NOAA, USA
George Watters	NOAA, USA

提議者

H. Moronuki	Fisheries Agency of Japan, Japan
N. Okazoe	Fisheries Agency of Japan, Japan
T. Kishiro	National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan
H. Maeda	National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan
T. Miyashita	National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan
J. Morishita	National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan
H. Murase	National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan
T. Watanabe	National Research Institute of Fisheries Science, Japan
H. Kato	Tokyo University of Marine Science and Technology, Japan
T. Kitakado	Tokyo University of Marine Science and Technology, Japan
T. Bando	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
D. Goodman	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
T. Hakamada	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
H. Kanda	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
K. Konishi	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
T. Mogoe	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
S. Nishiwaki	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
L. Pastene	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
T. Tamura	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
A. Wada	Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan
S. Baba	Interpreter
H. Yasokawa	Interpreter

オブザーバー

W. K de la Mare	Australia
M. Double	Australia
L. Walløe	Norway
P. Wade	USA
D. S. Butterworth	University of Cape Town, South Africa

## Annex B

### 議題

1. はじめに
  - 1.1. 議長の開会発言
  - 1.2. 会議のアレンジ及びスケジュール
  - 1.3. ドキュメントとデータのレビュー (J 1-38, FI 2-14, O 1-8)
2. 議題の採択
3. 提議者らによる調査目的及び結果の概観 (J 1-2, FI 7014)
4. レビュー結果：鯨類生息域のモニタリング (J 20-22)
  - 4.1. 提議者らの結果要約
  - 4.2. パネルの結論と勧告
5. レビュー結果：系群構造の時空間的変動の解明 (J 27-34, FI 5)
  - 5.1. 提議者らの結果の要約
  - 5.2. パネルの結論と勧告
6. レビュー結果：鯨類の資源動向のモニタリング (J 3-7, 17-18, O 1-2, FI 3-4)
  - 6.1. 提議者らの結果の要約
  - 6.2. パネルの結論と勧告
7. レビュー結果：オキアミ資源量のモニタリングと鯨類系群の摂餌生態 (J 13-16, 19, O3, O5-7, FI 2-6)
  - 7.1. 提議者らの結果要約
  - 7.2. パネルの結論と勧告
8. レビュー結果：生物学的特性値のモニタリング (J8-12, 35-37)
  - 8.1. 提議者らの結果要約
  - 8.2. パネルの結論と勧告
9. レビュー結果：鯨類に及ぼす汚染物質の影響モニタリング (J23-25)
  - 9.1. 提議者らの結果要約
  - 9.2. パネルの結論と勧告
10. レビュー結果：鯨種間競合モデル (J26)
  - 10.1. 提議者らの結果要約
  - 10.2. パネルの結論と勧告
11. レビュー結果：クロミンククジラの管理方式の改善
  - 11.1. 提議者らの結果要約
  - 11.2. パネルの結論と勧告
12. 概要及び結論 (J1, 38, O 4, 8)
  - 12.1. 目標の達成
  - 12.2. 重要な調査の必要性に対するその他の貢献
  - 12.3. IWC 決議及び議論と調査の関連性
  - 12.4. 致死的及び非致死的調査の有用性
13. 報告書の採択

**Annex C**  
資料リスト

主要論文

SC/F14/J1. Pastene, L.A., Fujise, Y. and Hatanaka, H. The Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII): origin, objectives, research progress made in the period 2005/06-2010/2011, and relevance for management and conservation of whales and the ecosystem.

SC/F14/J2. Nishiwaki, S., Ishikawa, H., Goto, M., Matsuoka, K. and Tamura, T. Review of general methodology and survey procedure under the JARPAII.

SC/F14/J3. Hakamada, T. and Matsuoka, K. Estimates of abundance and abundance trend of the Antarctic minke whale in Areas IIIE-VIW, south of 60°S, based on JARPA and JARPAII sighting data (1989/90-2008/09).

SC/F14/J4. Hakamada, T. and Matsuoka, K. Estimates of abundance and abundance trend of the humpback whale in Areas IIIE-VIW, south of 60°S, based on JARPA and JARPAII sighting data (1989/90-2008/09).

SC/F14/J5. Matsuoka, K. and Hakamada, T. Estimates of abundance and abundance trend of the blue, fin and southern right whales in Areas IIIE-VIW, south of 60°S, based on JARPA and JARPAII sighting data (1989/90-2008/09).

SC/F14/J6. Hakamada, T. and Matsuoka, K. Estimates of abundance and abundance trend of the sperm, southern bottlenose and killer whales in Areas IIIE-VIW, south of 60°S, based on JARPA and JARPAII sighting data (1989/90-2008/09).

SC/F14/J7. Kanda, N., Goto, M. and Pastene, L.A. Paternity analysis on Antarctic minke whales using JARPA and JARPAII samples.

SC/F14/J8. Bando, T., Kishiro, T. and Kato, H. Yearly trend in the age at sexual maturity of Antarctic minke whales examined by transition phase in earplugs collected during JARPA and JARPAII surveys.

SC/F14/J9. Bando, T. and Hakamada, T. Yearly trend in the proportion of pregnant animals among mature female Antarctic minke whales in the JARPA and JARPAII period.

SC/F14/J10. Mogoe, T., Bando, T., Maeda, H., Kato, H. and Ohsumi, S. Biological observations of fin whales sampled by JARPAII in the Antarctic.

SC/F14/J11. Kitakado, T., Lockyer, C. and Punt, A.E. A statistical model for quantifying age-reading errors and its application to the Antarctic minke whales.

SC/F14/J12. Yasunaga, G., Bando, T. and Fujise, Y. Preliminary estimation of the age of Antarctic minke whales based on aspartic acid racemization.

SC/F14/J13. Konishi, K. and Walloe, L. Time trends in the energy storage in the Antarctic minke whales during the JARPA and JARPAII research periods.

SC/F14/J14. Konishi, K., Hakamada, T., Kiwada, H., Kitakado, T. and Walloe, L. Decrease in stomach contents in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*) in the Southern Ocean. (This paper can not be cited except in the context of IWC meetings until is formally published in *Polar Biology*).

SC/F14/J15. Tamura, T. and Konishi, K. Prey composition and consumption rate by Antarctic minke whales based on JARPA and JARPAII data.

SC/F14/J16. Tamura, T. Preliminary analyses on prey consumption by fin whales based on JARPAII data.

SC/F14/J17. Matsuoka, K. and Hakamada, T. Distribution pattern of whale species sighted in the Antarctic based on

JARPA and JARPAII sighting surveys (1987/88-2008/2009).

SC/F14/J18. Murase, H., Matsuoka, K., Hakamada, T. and Kitakado, T. Preliminary analysis of changes in spatial distribution of Antarctic minke and humpback whales in Area IV during the period of JARPA and JARPAII from 1989 to 2006.

SC/F14/J19. Wada, A. and Tamura, T. Estimation of krill biomass based on JARPAII acoustic surveys.

SC/F14/J20. Watanabe, T., Okazaki, M. and Matsuoka, K. Results of oceanographic analyses conducted under JARPA and JARPAII and possible evidence of environmental changes.

SC/F14/J21. Naganobu, M., Matsuoka, K., Murase, H. and Kutsuwada, K. Consideration on the Kerguelen-Davis Oscillation Index (KDOI) influencing variability on environmental ecosystem in the Prydz Bay Region, east Antarctic: data exploration.

SC/F14/J22. Isoda, T., Tamura, T., Nishiwaki, S and Pastene, L.A. Observation of marine debris in the Antarctic based on JARPA and JARPAII data.

SC/F14/J23. Yasunaga, G., Bando, T. and Fujise, Y. Pattern of mercury accumulation in the Antarctic minke whale and its prey based on JARPAII data.

SC/F14/J24. Yasunaga, G., Bando, T. and Fujise, Y. Pattern of organochlorine accumulation in the Antarctic minke whale based on JARPAII data.

SC/F14/J25. Yasunaga, G. and Fujise, Y. A note on mercury and organochlorine accumulation in the Antarctic fin whale based on JARPAII data.

SC/F14/J26. Kitakado, T., Murase, H., Tamura, T. and Yonezaki, S. An attempt to ecosystem modelling for species in Area IV in the Antarctic Ocean using JARPA and JARPAII data.

SC/F14/J27. Kanda, N., Goto, M., Oikawa, H. and Pastene, L.A. A note on sampling and laboratory procedure protocols of the genetic work at the Institute of Cetacean Research.

SC/F14/J28. Pastene, L.A., Goto, M. and Kanda, N. An update of the genetic study on stock structure of the Antarctic minke whale based on JARPAII samples.

SC/F14/J29. Kitakado, T., Schweder, T., Kanda, N., Pastene, L.A. and Walloe, L. Dynamic population segregation by genetics and morphometrics in Antarctic minke whales.

SC/F14/J30. Pastene, L.A., Kitakado, T., Goto, M. and Kanda, N. Mixing rates of humpback whales from Stocks D, E and F in the Antarctic feeding grounds based on mitochondrial DNA analyses (Doc. SC/65a/SH13. This paper can be cited only in the context of the IWC meetings).

SC/F14/J31. Kanda, N., Goto, M. and Pastene, L.A. Stock structure of humpback whales in the Antarctic feeding grounds as revealed by microsatellite DNA data.

SC/F14/J32. Goto, M., Kanda, N. and Pastene, L.A. Genetic analysis on stock structure of fin whales in the Antarctic based on mitochondrial and microsatellite DNA.

SC/F14/J33. Kanda, N., Goto, M., Nishiwaki, S. and Pastene, L.A. Long-distance longitudinal migration of southern right whales suspected from mtDNA and microsatellite DNA analysis on JARPA and JARPAII biopsy samples.

SC/F14/J34. Matsuoka, K. and Pastene, L.A. Summary of photo-identification information of blue, southern right and humpback whales collected by JARPA/JARPAII.

SC/F14/J35. Nagai, H., Mogoe, T., Ishikawa, H., Hochi, S., Ohsumi, S. and Fukui, Y. 2007. Follicle size-dependent

changes in follicular fluid components and oocyte diameter in Antarctic minke whales (*Balaenoptera bonaerensis*). *Journal of Reproduction and Development* 53(6): 1265-1272.

SC/F14/J36. Ono, N., Yamaguchi, T., Ishikawa, H., Arakawa, M., Takahashi, N. Saikawa, T. and Shimada, T. 2009. Morphological varieties of the Purkinje fiber network in mammalian hearts, as revealed by light and electron microscopy. *Arch Histol Cytol.* 72(3), 139-149.

SC/F14/J37. Sasaki, M., Amano, Y., Hayakawa, D. Tsubota, T., Ishikawa, H., Mogoe, T., Ohsumi, S., Tetsuka, M., Miyamoto, A., Fukui, Y., Budipitojo, T. and Kitamura, N. Structure and steroidogenesis of the placenta in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*). *Journal of Reproduction and Development* 59 (2):159-167.

SC/F14/J38. Hakamada, T. An examination on the effect on the stocks of JARPAII catches.

#### ‘O’ 文書

SC/F14/001. Punt, A. A Summary History of the Application of Statistical Catch-At-Age Analysis to Antarctic Minke Whales

SC/F14/002. Punt, A. Assessment of Antarctic Minke Whales using Statistical Catch-at-age Analysis

SC/F14/003. Leaper, R. Summary of previous Scientific Committee discussions relating to minke whale consumption rate estimates in SC/F14/J15

SC/F14/004. Vikingsson, G. and Pampoulie, C. Comments on the scientific outputs of the first phase of the JARPAII Special Permit program

SC/F14/005. Wotherspoon, S., Double, M., McKinlay, J., Candy, S., Andrews-Goff, V., de la Mare, W.K.- JARPA and JARPAII cannot monitor trends in the Antarctic ecosystem due to flawed sampling strategies.

SC/F14/006. de la Mare, W.K., Candy, S., McKinlay, J., Wotherspoon, S., Double, M. What can be concluded from the statistical analyses of JARPA/JARPAII body condition data?

SC/F14/007. de la Mare, W.K., Candy, S., McKinlay, J., Wotherspoon, S., Double, M. JARPAII sample size calculations ignore spatial and temporal variability.

SC/F14/008. Double, M., de la Mare, W.K. and Gales, N.G. Observers' Statement to the JARPAII Special Permit Expert Panel Review Workshop

#### 情報提供文書

1. Punt, A.E., Bando, T., Hakamada, T. and Kishiro, T. 2013. Assessment of Antarctic minke whales using Statistical Catch-at-age Analysis. Paper SC/65a/IA01 presented to the IWC Scientific Committee, June 2013 (unpublished). 48pp.
2. Konishi, K., Tamura, T., Zenitani, R., Bando, T., Kato, H. and Walloe, L 2008. Decline in energy storage in the Antarctic minke whale *Balaenoptera bonaerensis* in Southern Ocean. *Polar Biol.* 31: 1509-1520.
3. Matsuoka, K., Hakamada, T., Kiwada, H., Murase, H. and Nishiwaki, S. 2011. Abundance estimates and trends for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Antarctic Areas IV and V based on JARPA sightings data. *J. Cetacean Res. Manage.* (Special Issue 3): 575-94.
4. Hakamada, T., Matsuoka, K., Nishiwaki, S. and Kitakado, T. in press. Abundance estimates and trends for Antarctic minke whales (*Balaenoptera bonaerensis*) in Antarctic Areas IV and V based on JARPA sighting data. *J. Cetacean Res. Manage.*
5. Pastene, L. A. 2006. What do we know about the stock structure of the Antarctic minke whale? A summary of studies

and hypotheses. Paper SC/D06/J12 presented to the JARPA Review Workshop, Tokyo, 4-8 December 2006.

6. Tamura, T. and Konishi, K 2009. Feeding Habits and Prey Consumption of Antarctic Minke Whale (*Balaenoptera bonaerensis*) in the Southern Ocean. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 42:13-25.
7. Government of Japan. 2005. Plan for the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII)-Monitoring of the Antarctic Ecosystem and Development of New Management Objectives for Whale Resources. Paper SC/57/O1 presented to the IWC Scientific Committee, June 2005 (unpublished), 99pp.
8. Nishiwaki, S., Tohyama, D., Ishikawa, H., Otani, S., Bando, T., Murase, H., Yasunaga, G., Isoda, T., Nemoto, K., Mori, M., Tsunekawa, M., Fukutome, K., Shiozaki, M., Nagamine, M., Konagai, T., Takamatsu, T., Kumagai, S., Kage, T., Ito, K., Nagai, H. and Komatsu, W. 2006. Cruise Report of the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII) in 2005/2006 -Feasibility study-. Paper SC/58/O7 presented to the IWC Scientific Committee, May-June 2006 (unpublished). 21pp.
9. Nishiwaki, S., Ogawa, T., Matsuoka, K., Mogoe, T., Kiwada, H., Konishi, K., Kanda, N., Yoshida, T., Wada, A., Mori, M., Osawa, T., Kumagai, S., Oshima, T., Kimura, K., Yoshimura, I., Sasaki, T., Aki, M., Matsushita, Y., Ito, H., Sudo, S. and Nakamura, G. 2007. Cruise report of the second phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII) in 2006/2007 -Feasibility study-. Paper SC/59/O4 presented to the IWC Scientific Committee, May 2007 (unpublished). 23pp.
10. Government of Japan. 2007. Evaluation of 2005/06 and 2006/07 feasibility study of the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII). Paper SC/59/O3 presented to the IWC Scientific Committee, June 2007 (unpublished), 23pp.
11. Ishikawa, H., Goto, M., Ogawa, T., Bando, T., Kiwada, H., Isoda, T., Kumagai, S., Mori, M., Tsunekawa, M., Ohsawa, T., Fukutome, K., Koyanagi, T., Kandabashi, S., Kawabe, S., Sotomura, N., Matsukura, R., Kato, K., Matsumoto, A., Nakai, K., Hasegawa, M., Mori, T., Yoshioka, S. and Yoshida, T. 2008. Cruise report of the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII) in 2007/2008. Paper SC/60/O4 presented to the IWC Scientific Committee, June 2008 (unpublished). 19pp.
12. Nishiwaki, S., Ogawa, T., Matsuoka, K., Bando, T., Mogoe, T., Otani, S., Konishi, K., Sato, H., Nakai, K., Nomura, I., Tanaka, H., Kiwada, H., Mori, M., Tsunekawa, M., Wada, A., Yoshimura, I., Yonezaki, S., Nagamine, M., Yoshida, K., Fukutome, K., Tamahashi, K., Morine, G. and Yoshida, T. 2009. Cruise Report of the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII) in 2008/2009. Paper SC/61/O3 presented to IWC Scientific Committee May 2009 (unpublished). 18pp
13. Nishiwaki, S., Ogawa, T., Bando, T., Isoda, T., Wada, A., Kumagai, S., Yoshida, T., Nakai, K., Kobayashi, T., Koinuma, A., Mori, M., Yoshimura, I., Oshima, T., Takamatsu, T., Konagai, S., Aki, M. and Tamura, T. 2010. Cruise report of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic - second phase (JARPAII) in 2009/10. Paper SC/62/O3 presented to the IWC Scientific Committee, May 2010 (unpublished).13pp.
14. Ishikawa, H., Matsuoka, K., Konishi, K., Isoda, T., Nakai, K., Kasai, H., Shiozaki, M., Kawabe, S., Yamazaki, M., Ogawa, T. Miyazaki, M., Tsunekawa, M. and Yoshida, T. 2011. Cruise Report of the Second Phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic (JARPAII) in 2010/2011. Paper SC/63/O1 presented to IWC Scientific Committee, June 2011, Tromsø, Norway (unpublished). 14pp.

#### 返答文書

SC-F14-R1. Tamura, T. A response to Document SC/F14/O03 'Summary of previous Scientific Committee discussions relating to minke whale consumption rate estimates in SC/F14/J15' by R. Leaper.

SC-F14-R2. Konishi, K., Hakamada, T. and Pastene, L. Response to Document SC/F14/O5 'JARPA and JARPAII cannot monitor trends in the Antarctic ecosystem due to flawed sampling strategies' by S. Wotherspoon et al.

SC-F14-R3. Hakamada, T. and Konishi, K. Response to Document SC/F14/O7 'JARPAII sample size calculations ignore

spatial and temporal variability' by W. K. de la Mare et al.

SC-F14-R4. Pastene, L. A response to Australia's observers' statement (SC/F14/O08) to the JARPAII Special Permit Expert Panel Review Workshop

SC-F14-R5. Konishi, K. and Walløe, L. Response to the paper SC/F14/O06: «What can be concluded from the statistical analyses of JARPA/JARPAII body condition data?» by William de la Mare, Steven Candy, John McKinlay, Simon Wotherspoon and Michael Double.



## Annex D

### JARPAIIによって得られたレビューワークショップで利用可能なデータ

各鯨種の資源量推定データ<sup>1</sup>

	調査年度	データ・標本数
1. 距離角度推定実験	2005/06-2010/11	2,617 回
2. 氷縁ライン	2005/06-2010/11	4,234 ポイント
3. 努力量データ	2005/06-2010/11	43,161 件
4. 天候データ	2005/06-2010/11	34,694 件
5. クロミンクジラ発見数	2005/06-2010/11	7,344 群
6. ナガスクジラ発見数	2005/06-2010/11	605 群
7. ザトウクジラ発見数	2005/06-2010/11	4,570 群
8. シロナガスクジラ発見数	2005/06-2010/11	146 群
9. ミナミセミクジラ発見数	2005/06-2010/11	150 群
10. マッコウクジラ発見数	2005/06-2010/11	894 群
11. ミナミトククジラ発見数	2005/06-2010/11	310 群
12. シャチ発見数	2005/06-2010/11	352 群

環境データ（海洋観測、海洋漂流物、オキアミ）

	調査年度	データ・標本数
13. 水温 (XBT)	2005/06-2010/11	18 観測点
14. 水温・塩分 (XCTD)	2005/06-2010/11	347 観測点
15. 水温・塩分 (CTD)	2005/06-2010/11	361 観測点
16. 水温・塩分 (EPCS)	2005/06-2010/11	482 日
17. 海洋漂流物 (胃) 2	2005/06-2010/11	3,280 個体
18. 海洋漂流物 (海面)	2005/06-2010/11	88 件
19. 計量魚探 (オキアミ資源量/距離)	2007/08-2008/09	326 日
20. IKMT ネット	2007/08-2008/09	68 観測点
21. オキアミ体長	2007/08-2008/09	68 観測点

クロミンクジラ（生物学的、摂餌生態、汚染物質、系群構造のデータ）

	調査年度	データ・標本数
<b>生物学的データ</b>		
22. 捕獲月日	2005/06-2010/11	3,264 個体
23. 捕獲位置	2005/06-2010/11	3,264 個体
24. 性別	2005/06-2010/11	3,264 個体
25. 体長	2005/06-2010/11	3,264 個体
26. 年齢（耳垢栓） <sup>3</sup>	2005/06-2010/11	3,264 個体
27. 年齢（ラセミ化） <sup>4</sup>	2005/06-2010/11	38 個体
28. 変異相 <sup>5</sup>	2005/06-2010/11	3,264 個体
29. 黄白体の有無 <sup>6</sup>	2005/06-2010/11	1,701 個体
30. 精巣重量 <sup>7</sup>	2005/06-2010/11	1,563 個体
31. 胎児体長	2005/06-2010/11	1,127 個体
32. 胎児重量	2005/06-2010/11	1,127 個体
33. 胎児数 <sup>8</sup>	2005/06-2010/11	1,701 個体
34. 胎児性別	2005/06-2010/11	1,127 個体
35. 泌乳状態	2005/06-2010/11	1,701 個体
<b>摂餌生態・エネルギー特性</b>		
36. 脂皮厚（2点）	2005/06-2010/11	3,264 個体
37. 体重	2005/06-2010/11	1,597 個体
38. 胃内容物鮮度	2005/06-2010/11	1,925 個体
39. 主要餌生物	2005/06-2010/11	332 個体
40. 脂肪を含む組織重量	2005/06-2010/11	82 個体
41. 胴周（2点）	2005/06-2010/11	3,264 個体
42. 胃内容物 (IWS)	2005/06-2010/11	3,264 個体
43. 胃内容物重量	2005/06-2010/11	2,953 個体
44. 脂皮の脂肪含有量	2005/06-2010/11	20 個体
<b>汚染物質・健康状態<sup>9</sup></b>		
45. 重金属（鯨）	2005/06-2010/11	212 個体
46. 有機塩素化合物（鯨）	2005/06-2010/11	5 個体

47. 重金属 (餌生物)	2005/06-2010/11	30 個体
48. 内臓の肉眼的病理観察 <sup>10</sup>	2005/06-2010/11	3,264 個体
<b>系群構造</b>		
49. 外部形態計測 (8 計測)	2005/06-2010/11	3,264 個体
50. mtDNA シークエンス (捕獲)	2005/06-2010/11	2,278 個体
51. mtDNA (RFLP) (捕獲)	2005/06	764 個体
52. マイクロサテライト DNA (捕獲)	2005/06-2010/11	2,551 個体

南極海ナガスクジラ (生物学的、摂餌生態、汚染物質、系群構造のデータ)

	調査年度	データ・標本数
<b>生物学的データ</b>		
53. 捕獲月日	2005/06-2010/11	17 個体
54. 捕獲位置	2005/06-2010/11	17 個体
55. 性別	2005/06-2010/11	17 個体
56. 体長	2005/06-2010/11	16 個体
57. 年齢 (耳垢栓) <sup>3</sup>	2005/06-2010/11	16 個体
58. 変異相 <sup>5</sup>	2005/06-2010/11	0 個体
59. 黄白体の有無 <sup>6</sup>	2005/06-2010/11	8 個体
60. 精巣重量 <sup>7</sup>	2005/06-2010/11	8 個体
61. 胎児体長	2005/06-2010/11	3 個体
62. 胎児重量	2005/06-2010/11	3 個体
63. 胎児数 <sup>8</sup>	2005/06-2010/11	8 個体
64. 胎児性別	2005/06-2010/11	3 個体
65. 泌乳状態	2005/06-2010/11	8 個体
<b>摂餌生態・エネルギー特性</b>		
66. 脂皮厚 (14 点)	2005/06-2010/11	16 個体
67. 体重	2005/06-2010/11	15 個体
68. 胃内容物鮮度	2005/06-2010/11	14 個体
69. 主要餌生物	2005/06-2010/11	15 個体
70. 脂肪を含む組織重量	2005/06-2010/11	15 個体
71. 胴周 (3 点)	2005/06-2010/11	16 個体
72. 胃内容物 (IWS)	2005/06-2010/11	16 個体
73. 胃内容物重量	2005/06-2010/11	15 個体
74. 脂皮の脂肪含有量	2005/06-2010/11	10 個体
<b>汚染物質・健康状態<sup>9</sup></b>		
75. 重金属 (鯨)	2005/06-2010/11	16 個体
76. 有機塩素化合物 (鯨)	2005/06-2010/11	2 個体
77. 内臓の肉眼的病理観察 <sup>10</sup>	2005/06-2010/11	16 個体
<b>系群構造</b>		
78. 外部形態計測 (41 計測)	2005/06-2010/11	16 個体
79. mtDNA シークエンス (捕獲及びバイオペシー)	2005/06-2010/11	C:17, B:13 個体
80. マイクロサテライト DNA (捕獲及びバイオペシー)	2005/06-2010/11	C:17, B:13 個体

その他鯨種の系群構造データ

	調査年度	データ・標本数
<b>ザトウクジラ</b>		
81. mtDNA (シークエンス) (バイオペシー)	2005/06-2009/10	121 個体
82. マイクロサテライト DNA (バイオペシー)	2005/06-2009/10	127 個体
83. 自然標識データ	2005/06-2010/11	1,201 枚
<b>シロナガスクジラ</b>		
84. mtDNA (シークエンス) (バイオペシー)	2005/06-2010/11	11 個体
85. 自然標識データ	2005/06-2010/11	376 枚
<b>ミナミセミクジラ</b>		
86. mtDNA (シークエンス) (バイオペシー)	2005/06-2010/11	33 個体
87. マイクロサテライト DNA (バイオペ)	2005/06-2010/11	33 個体

シー)		
88. 自然標識データ	2005/06-2010/11	671 枚

ここに記載されているデータは2005/06-2010/11年度のJARPAIIクルーズ・レポートで報告された項目の数字と必ずしも一致するものではない。その理由は、2011年3月11日の東日本大震災による地震と津波によって、一部の項目で多くの標本数が失われたからである(IWC, 2012を参照)。上記の表は項目ごとのサンプルの実数を示す。

JARPAで得られたデータもレビューワークショップのため入手可能とした。

#### 注釈

1. 標準ライントランセクト・データ：反捕鯨団体の外的な干渉及び妨害行為により、JARPAIIでは一部調査海域が網羅できなかったことを留意しなければならない、その為には何らかの外挿が必要となる。
2. 数値は調査した胃の合計数を示す。
3. JARPAIIのクロミンククジラ年齢データは、この作業において十分な訓練と専門知識を有する新しい査定者によって読み取られた。数値は調査された耳垢栓の合計数を示す。年齢情報は全サンプルの81.8%から得られた。年齢査定は校正試験も実施された(Kitakado et al., 2013を参照)。ナガスクジラの場合、年齢情報はサンプルの100%から得られた。
4. このサンプルサイズは、加齢効果によるラセミ化法の実行可能性を調べるために行われた予備実験の結果に一致する。現段階で、これらデータはこの手法の実行可能性を検討するためのものであり、生物学的特性値推定の目的で提出されたのではない。
5. 数値は調査された耳垢栓の合計数を表す。クロミンククジラの変異相における情報は総サンプル(成熟+未成熟)のおよそ42.1%から得られた。
6. 卵巣のサンプルは、2011年の東日本大震災による大地震と津波の影響で失われたため、黄白数に関する情報は利用できない。黄白体(雌の性成熟度の特定に必要な情報)の有無に関わる情報は、フィールドでの卵巣の観察に基づいたものである。
7. JARPAでは、雄の性成熟判定に精巣重量及び組織学的なアプローチの双方を用いたが、JARPAIIでは雄の成熟は精巣重量の基準でのみ判定した(人的制限及び財政的配慮のため)。
8. 数値は調査されたメスの総数と一致する。
9. 2011年の大地震と津波が、汚染物質分析のために採集されたサンプルに大きな影響を与えた。この項目のサンプル数が特に限られたのは、この理由による。
10. この数値は、異常組織や内臓の肉眼的病理観察で調査された鯨体の合計数と一致する。