

## 第二期北西太平洋鯨類捕獲調査計画 (JARPNI) (仮訳)

Research Plan for Cetacean Studies in the Western North Pacific  
under Special Permit (JARPNI)

日本国政府

## 要約

北太平洋西部における鯨類捕獲調査 (JARPNI) は、ミンククジラ (*Balaenoptera acutorostrata*) の系群構造の解明と摂餌生態の解明という、二つの主目的をもって 1994 年から 99 年にかけて実施された。IWC 科学小委員会のレビュー会議 (JARPNI Review Meeting, February 2000) では、ミンククジラの系群構造について未解明の科学的な問題がいくつか残っていることが合意された。また、摂餌生態の調査にさらに力を入れるよう勧告があった (IWC, 2001a)。レビュー会議の結果を受けて、2000 年と 2001 年に第二期 JARPNI (JARPNI II) の 2 年間の予備調査が実施された。ここでは JARPNI II の予備調査の結果を踏まえた、JARPNI II の本格調査計画を提示する。

予備調査が成功したこと (Government of Japan, 2002)、また、複数種モデルを使った管理アプローチに対する FAO を含む国際漁業機関からの強力なサポートを得て、日本国政府は 2002 年より本格的な調査研究として JARPNI II を開始すべきと確信している。海棲哺乳類と漁業の競合関係が大きな問題となり、これに対する関心も高まっていることから、JARPNI II は、摂餌生態と生態系の調査を最優先とし、鯨類の餌生物消費及び餌生物の嗜好性並びに生態系モデルの調査研究を行う。第二の優先課題として、環境汚染物質のモニタリングも実施し、系群構造、特にミンククジラの系群構造についてもさらにデータを収集する。

ミンククジラ 100 頭 (O系群と仮説的W系群)、ニタリクジラ 50 頭 (*Balaenoptera edeni*; 北太平洋西部系群)、さらにイワシクジラ 50 頭 (*Balaenoptera borealis*; アジア系群) を新たな調査対象として、そしてマッコウクジラ 10 頭 (*Physeter macrocephalus*; 太平洋西部海区系群) を予備調査からの継続調査対象種として、日新丸調査船団が毎年採集する。日新丸船団では採集できない時間的・地理的空隙を埋めるため、小型キャッチャー・ボートが 2 年間の予備調査としてさらに年に 50 頭のミンククジラを採集することになる。これらの鯨種が選ばれたのは、北太平洋の外洋域の重要なニッチを占めていること、また、個体群数も比較的多いからである。捕獲調査による対象系群への影響は取るに足らないほどわずかなものである。

本格的な JARPNI II の調査方法は、2000 年と 2001 年の予備調査と基本的には同じだが、多少の修正を伴っている。目視調査、バイオプシー・サンプリング、餌生物種特定のための音響調査及び海洋学的データ収集をはじめとする非致死的方法だけでなく、致死サンプリングがどうしても必要となる。全体の研究のために欠かせない情報収集には卵巣、耳垢栓や胃などの内臓を調べる必要があるからである。

摂餌生態のための調査海域は、9 海区まで東方へ延長され、主に海洋学的条件で層化する。春と秋には、小型キャッチャー・ボートが沿岸域を調査する。ロシア当局からロシア水域へ入る許可が出た場合は、JARPNI の目的 (系群構造の解明) を達成するため、12 海区でミンククジラの採集を行うよう調査計画は修正されるが、全体の標本頭数に変更はない。この場合、他の鯨種の調査計画も修正される可能性があるが、可能な範囲で調査は実施される。調査航海については、毎年 IWC 科学小委員会に報告書を提出する。

JARPNI II は、期間未限定の長期的な調査計画として策定されるが、最初の 6 年間で終了した時点で、包括的なレビューが実施される。また、JARPNI II は、IWC 本委員会が全会一致で鯨類と魚類資源の相互作用を優先事項とするとした、IWC 決議 53-1 と全ての点で合致している。

## 目次

### 要約

#### I. はじめに

#### II. 背景説明

1. 摂餌生態及び生態系調査
2. 環境調査
3. 系群構造

#### III. 2000年及び2001年のJARPN II予備調査結果のまとめ

1. はじめに
2. 結果
  - (1) 鯨類による餌生物消費
  - (2) 鯨類の餌生物の嗜好性
  - (3) 生態系モデリング
  - (4) 系群構造
  - (5) 汚染物質モニタリング

#### IV. 調査目的及び必要性

1. 目的
2. 調査の必要性
  - (1) 摂餌生態及び生態系調査
    - i) 鯨類による餌生物消費
    - ii) 鯨類の餌生物の嗜好性
    - iii) 生態系モデリング
  - (2) 鯨類及び海洋生態系における環境汚染物質のモニタリング
    - i) 鯨類における汚染物質蓄積パターン
    - ii) 食物連鎖による汚染物質の生物蓄積過程
    - iii) 化学的汚染物質と鯨類の健康の関係
  - (3) 系群構造
    - i) ミンククジラ
    - ii) ニタリクジラ
    - iii) イワシクジラ
    - iv) マッコウクジラ

#### V. 調査計画

1. 調査海域
2. 調査の期間及び時期
3. 対象鯨種及び標本頭数
  - (1) 対象鯨種
  - (2) 標本頭数
  - (3) 採集方法
4. 調査船
5. 非致命的調査
6. 調査研究機関
7. 外国人科学者の参加

#### VI. 調査方法

1. 摂餌生態及び生態系の調査
  - (1) 鯨類による餌生物消費
  - (2) 鯨類の餌生物の嗜好性
2. 鯨類及び海洋生態系における環境汚染物質のモニタリング
3. 系群構造

- 4. その他
- VII. 生態系モデリング
- VIII. 資源への影響
- IX. その他の案件
  - 1. 鯨類標本の処理
  - 2. IWC 科学小委員会への報告
  - 3. 捕殺方法
- X. 調査捕鯨に関する IWC ガイドラインと調査計画の関係についてのまとめ
  - (A) 提案
  - (B) 目的
  - (C) 調査方法
  - (D) 捕獲の「資源」への影響
  - (E) 調査協力
- XI. 参考文献
  - 図 1. 北太平洋西部の海流とフロントの概略図
  - 図 2. JARPN II の本格調査海域
  - 図 3. 漁期前 (6~7 月) のサンマの分布及び日本の漁場への補充 (加入)
  - 図 4. 日本の主要小型浮魚類の漁獲高
  - 付録 1 北太平洋西部, 特に 7, 8 及び 9 海区における主要鯨類の豊度並びにバイオマス, 及び JARPN II で採集する鯨類の生物学的特徴
  - 付録 2 北太平洋西部に分布する七種の鯨類の餌生物
  - 付録 3 北太平洋西部の鯨類の餌生物の生物学及び対象漁業
  - 付録 4 北太平洋西部における複数種の相互作用分析のための二つのタイプの生態系モデル
  - 付録 5 各種餌生物消費量の統計学的検討に必要なミンククジラ, ニタリクジラ及びイワシクジラの標本頭数
  - 付録 6 JARPN II で今後捕獲される鯨資源への影響の検討

## I. はじめに

1980年代に導入された商業捕鯨モラトリウム（一時停止措置）は、資源の豊富な鯨種と、数が激減している鯨種の双方ともを保護するものだった。そのうえ、アザラシをはじめとする海棲哺乳類も、頭数のいかにかわらず、多くの国々によって数十年にわたって保護されてきた。その結果、多くの海棲哺乳類の数が増し、海洋生態系における最上位の捕食者として甚大なる影響を及ぼし、莫大な量の漁業資源を消費するに至っている。

漁業と海棲哺乳類（クジラ、アザラシ及びアシカ）との競合については、世界中の漁業者や各国政府並びに国連の食糧農業機構（FAO）を含む国際的な漁業機関で大きな問題となっている。海棲哺乳類による魚類の消費は、食糧の安全保障に関わってくる問題で、漁業の保全努力を損なう恐れも出ている（Tamura and Ohsumi, 2000; Morishita and Goodman, 2001; FAO, 2001）。

そのため、第二期北西太平洋鯨類捕獲調査（JARPN II）は、鯨類と漁業の競合関係を調査し、日本をはじめとする周辺各国にとって重要な漁場である、北太平洋西部の海洋生態系における鯨類の役割を明らかにすることを主眼にしている。

調査では、何をいつどこでどれぐらい食しているかという点を含めた、鯨類による魚類消費のデータを収集し、海洋学的データ及びその他の海洋生物資源データと合わせて、海域のよりよい漁業管理に貢献する生態系モデルを構築するために用いる。2000年と2001年に実施されたJARPN IIの予備調査で、ミンククジラ（*Balaenoptera acutorostrata*）とニタリクジラ（*Balaenoptera edeni*）が商業漁業の対象でもある複数の餌生物を大量に消費していることが分かっている（Government of Japan, 2001; 2002）。

JARPN IIの第二の目的は、鯨類や生態系全体の有機塩素や重金属の蓄積濃度を継続的にモニターするためのデータ収集である。海棲哺乳類は環境の変動指標となるため、以前の調査でも実施されていたものだが、環境汚染物質問題への懸念の高まりに応じて、今回の調査計画ではこの調査により力を入れることにした。具体的には、鯨類の汚染物質蓄積の時間的・地理的変動、蓄積パターンの特徴及び食物連鎖を介した生物蓄積過程などを調べる。

また、まだ解明されていない疑問があるので、ミンククジラの系群構造に関するデータも収集する。IWC科学小委員会の改訂管理方式（RMP）をミンククジラに適用するには、系群構造の分析が欠かせない。

JARPN IIは、JARPN（1994年～1999年）及びJARPN II予備調査（2000年及び2001年）による情報と科学的データを全て勘案した、長期的な調査計画として策定されている。本格調査ではJARPN IIの予備調査同様、ミンククジラ、ニタリクジラ及びマッコウクジラ（*Physeter macrocephalus*）の採集を続けるとともに、毎年50頭のイワシクジラ（*Balaenoptera borealis*）と小型キャッチャー・ボートによる50頭のミンククジラを捕獲する。イワシクジラが新たな対象となったのは、スルメイカなどの漁業資源を餌にしているうえ、バイオマスがニタリクジラやミンククジラより大きいと推定されるからである。ミンククジラをさらに50頭追加することで、鯨類と漁業との競合が激しい春期及び秋期の沿岸域をカバーできることになる。マッコウクジラについても、今後とも10頭捕獲するが、これは生態系モデルで無視することのできない大きなバイオマスを占めているからである。

採集は、7、8及び9海区で実施し、東経170度までその範囲を拡大する。また、ロシア当局から許可が得られた場合は、12海区でミンククジラの採集を行う。

## II. 背景説明

### 1. 摂餌生態及び生態系調査

海棲哺乳類と漁業が相互に及ぼす影響が、世界的な大問題となっている。鯨類は、人間の食用に漁獲されるものの3倍から5倍の海洋資源を消費していると推定されるので、これは世界の食糧安全保障を考えるうえで、大きな問題である (Tamura and Ohsumi, 2000)。そのため、多くの国際的な漁業機関が複数種モデルを使ったアプローチあるいは生態系管理システムを開発するよう促している (例えば, Morishita and Goodman, 2001 で取りあげている FAO, ICES, NAFO, NAMMCO, IOTC その他の報告を参照のこと)。それこそ 1998 年には、「外部漁業専門家による FAO ハイレベルパネル」が、FAO 並びに全ての漁業機関で、今後は生態系アプローチによる管理をすべきだという見解を示した。FAO の海洋漁業による需要と供給予測を見ると、今から 10 年後には、需要が予測範囲の最低ラインで推移しない限り、供給が需要に追いつかなくなる。こうしたことから、今後の漁業管理体制は海棲哺乳類による魚類の消費を考慮に入れた複数種モデルを使ったアプローチに基づかなければならないのは明らかである (FAO, 1999)。

なかでも 2001 年の第 24 回会議で COFI (FAO 漁業委員会) が、FAO は漁業と海棲哺乳類との相互影響について研究調査を実施すべきだと全会一致で合意したのは注目に値する。この合意は、FAO 理事会の第 120 回総会で承認され、2001 年 10 月の「海洋生態系における責任ある漁業レイキャビック宣言」で、再確認された。レイキャビック宣言は、生態系を考慮に入れることが、捕食者と餌生物の関係により注目することを意味する点を追認したもので、生態系を考慮に入れるための、餌生物組成や食物網、生物種間の相互に及ぼす影響及び捕食者と餌生物の関係の研究を含む、科学的ベースを進展させることが重要であると合意している。

北大西洋では、高次の捕食者の摂餌生態はすでに研究されている。1992 年から 1994 年にかけて実施されたノルウェーの摂餌生態調査によると、ミンククジラが消費する餌生物種は、海域や季節、また年ごとに大きく異なり、ミンククジラは一部の餌生物種の豊度に対応した柔軟な摂餌パターンを取っているとみられる (Haug *et al.*, 1995a)。これらデータを Multispec モデルにインプットすると、ミンククジラが増えると、タラなどの重要な漁業資源が捕食によって減少し、それらを対象としている漁業に深刻な影響を与えることが分かる。

高次の捕食者と漁業との競合については、少なくとも 1999 年の第 51 回年次会議以来、IWC でも検討されてきている (Tamura and Ohsumi, 1999)。修正推定値によると、世界の鯨類による餌生物消費量は、2 億 4,800 万トンから 4 億 3,400 万トンと推定される (Tamura and Ohsumi, 2000)。IWC は 2001 年の第 53 回年次会議において、全会一致で、鯨類と魚類資源との相互に及ぼす影響についての研究を優先課題にすることを決定した。

以上、漁業管理制度に生態系要因を組み入れるための、捕食者と餌生物の関係の研究を含む海棲哺乳類の相互影響の調査に強力な国際的サポートがあることは明らかである。

JARPN II は、JARPN レビュー会議の勧告並びに海棲哺乳類と漁業との競合の問題に対応するため、2000 年と 2001 年に予備調査としてまず実施された (Government of Japan, 2000)。JARPN II では、摂餌生態の調査が優先事項となっており、ミンククジラのほかにニタリクジラとマッコウクジラもこの調査の対象に加えられた。調査海域に多く存在し、生態系において重要な役割を演じていることは間違いないからである。また、商業的捕獲から入手できるため、ツチクジラ (*Berardius bairdii*)、コビレゴンドウ (*Globicephala macrorhynchus*) 及びイシイルカ (*Phocoenoides dalli*) の 3 種の試料も集められた。

JARPN II の予備調査は、鯨類とその餌生物種の並行調査という、これまでにない構成となっており、通常の鯨類捕獲調査船団に専従の漁業調査船が 1 隻加えられた。以下にあげるように、2 年間の予備調査で多くの有用な結果が得られた（詳細は予備調査の報告を参照）。

(a) ミンククジラの餌生物組成はきわめて多彩で柔軟。ミンククジラの摂餌の商業漁業に対する影響と範囲を評価するには、量的・質的データの蓄積が必要である。

(b) ニタリクジラは調査海域南部の沖合に分布し、おもにオキアミとカタクチイワシを食している。分布範囲はミンククジラとある程度重なっているが、ミンククジラに比べてみると、大きさの異なる同一の餌生物（カタクチイワシ）を食している。

(c) マッコウクジラは調査海域全般に数多く分布し、おもに深海性のイカ類を食している。深海性イカ類の生態についてはごく限られたことしか分かっていないが、マッコウクジラは表層生態系に重大な影響を及ぼしている可能性がある。

(d) 初めての鯨類と餌生物の並行調査は、大きな実行上の問題もなく実施された。予備分析によると、ミンククジラとニタリクジラはハダカイワシを好まず、ニタリクジラは小型のカタクチイワシの中では大きいものを好むことが示された。

今回の JARPN II 本格調査計画は、こうした発見にもとづいて、調査海域における鯨類の摂餌生態と海洋生態系全体に関するさらなるデータを収集できるよう構築されている。

## 2. 環境調査

PCB, DDT, HCH などの有機塩素化合物は、通常、陸上で産出され、雨水を通じ、或いは大気輸送などによって沿岸・沖合へと移動する。海棲哺乳類の生物組織を調べることで、こうした有機塩素化合物をはじめとする海洋環境中の汚染物質をモニターすることは重要である。というのも、汚染物質にもっとも影響されるのは海棲哺乳類であり、海棲哺乳類は環境の状態を把握する生物学的指標として役立つからである。IWC 科学小委員会は、物理的プロセスが餌の利用状況を通じて鯨類の豊度と鯨体の状態に影響する点に留意し、こうした調査研究の必要性を強調している (IWC, 1997)。

環境調査は日本の捕獲調査の一環となっており、捕獲した個体のさまざまな組織検査を通じて、重金属や PCB といった汚染物質の種類、分布及び規模について貴重な情報を得てきた。調査の結果、こうした汚染物質の動きと行く末を今後ともモニターすることが重要であることが示されている。

## 3. 系群構造

西部北太平洋における鯨類捕獲調査 (JARPN) は、IWC 科学小委員会の適用試験 (IST) のために、ミンククジラの系群構造と系群混合率を解明することを主目的にして 1994 年に始まった (Government of Japan, 1994)。具体的には、北太平洋の沖合に W 系群が存在するのかわかりを明らかにし、仮説の W 系群と O 系群 (オホーツク海から日本の東岸) の混合率を調べ、O 系群が存在するというシナリオの正当性を判断するのが目的だった。また、7 海区と 11 海区において J 系群がいつどの程度まで混合しているのかをさらに解明することが IST にとって重要となっている。

2000 年 2 月には、イ) JARPN の調査方法と結果を検討し、ロ) 現存するデータの可能性のさらなる評価を行い、ハ) 主目的が達成されたかどうかを評価するため、東京で IWC 科学小委員会のワークショップが開かれた。JARPN のレビュー会議で提出された科学データのほとんどが W 系群の存在を裏づけるものではなかったが、ワークショップでは、ミトコンドリア DNA 分析の結果を踏まえて、日本の東に O 系群とは異なるミンククジラの集団がいる可能性を完全には否定できないことに合意した。ワークショップは、12 海区と 9 海区、

また場合によっては 8 海区からもさらに遺伝子標本を採集することを勧告した。今回の本格的 JARPN II 計画では、今後ともこの問題と、日本沿岸における J 系群と O 系群の混合の問題を扱うことになっている。

1998 年に IWC 科学小委員会は、ニタリクジラについては北太平洋西部系群内に、東経 180 度で分けられる二つの海区 (1 海区と 2 海区) を設定すべきだと合意した。科学小委員会のメンバーの一部が 1 海区はたいへん広く、限られた情報しかない海域もあるという懸念を表明したため、JARPN II の予備調査は、これまで系群構造分析でカバーしていなかった海域の一部に集中したものとなった。

また、イワシクジラとマッコウクジラの標本から得られる系群構造データは、これらの種の将来的な包括的評価に役立つものとなる。

### III. 2000 年及び 2001 年の JARPN II 予備調査結果のまとめ

#### 1. はじめに

JARPN II 予備調査は、2000 年の JARPN レビュー会議の勧告に応じ、鯨類と漁業との競合の問題に対応し、全体としては北太平洋西部、特に日本の排他的経済水域内の、クジラを含む海棲生物資源の保護と持続可能な利用を目指して策定された (Government of Japan, 2000)。摂餌生態と生態系の調査が優先課題で、ほかには系群構造の継続的調査と環境汚染物質のモニタリングも目的としていた。

JARPN II は、ほかにも目的はあったが、餌生物の嗜好性を推定するための鯨類と餌生物の並行調査の実行可能性と実績を評価する、2 年間の予備調査として始まった。「予備」調査としての性格には、調査対象にニタリクジラとマッコウクジラを加えることも含む。日本でもっとも豊かな漁場であり、そのため鯨類と漁業が相互に及ぼす影響を調べるには理想的な地域である東北と北海道南部沖 (7, 8 及び 9 海区) が調査海域である。合計で 140 頭のミンククジラ、93 頭のニタリクジラ、そして 13 頭のマッコウクジラが採集された。JARPN II の最初の予備調査は、2000 年 8 月 1 日から 9 月 16 日まで、2 年目は 2001 年 5 月 14 日から 8 月 3 日まで実施された。

摂餌生態と生態系の研究については、予備調査では、イ) クジラの胃内容物を調べることによって、餌生物組成や一日及び季節ごとの摂取量に関する妥当な精度の情報を得られるのかどうか、ロ) ミンククジラのように、ニタリクジラやマッコウクジラなどの大型鯨類の胃内容物の重さを測定することができるのかどうか、ハ) 6 隻の調査船が関わるはじめての鯨類と餌生物の並行調査は実行可能なのかどうか、ニ) そして、このような調査が餌生物の嗜好性を見極めるデータを提供するのかどうか、といった問題を取り扱ったが、最後の点は、ほとんどの生態系モデルの主要なパラメーターなので、重要である。

ミンククジラの系群構造については、JARPN レビュー会議の討議と結論を受けて、9 海区に W 系群が存在するのかどうか、存在するとしたらその地理的・時間的範囲を調べるという点に目的が絞られていた。また、7 海区における O 系群と J 系群の混合パターンを調べるのも 2 年間の予備調査の目的だった。調査海域におけるニタリクジラの遺伝標本がなかったため、系群構造研究用の標本を海域から採集できるかどうか、また、そういった標本を分析すれば系群構造に関する追加的情報となるのかどうかを見極めるのも、予備調査の目的の一つであった。

鯨類及び餌生物並びに環境における PCB や DDT その他の汚染物質のモニタリングも、調査計画に含まれていた。

## 2. 結果

### (1) 鯨類による餌生物消費

ミンククジラの餌生物種は、地理的にも時間的にも異なっていた (JARPN で得た結果と同様である)。餌としてもっとも重要なのはカタクチイワシだったが、7海区ではスケトウダラが重要だった。一方、サンマは、JARPN の結果と比べると消費割合は低くなっているが、これは近年、サンマが豊富でないことが理由かもしれない。また、ここ数年、サンマ漁業が以前よりミンククジラに邪魔されるようになったという、棒受網漁業者の苦情にみられるように、ミンククジラと商業漁業との競合があり、この問題についてはさらなる調査が必要である。ミンククジラの一日の推定餌生物消費量は、体重の 1.4%から 8.2%である。餌生物の年ごとや季節や海域によるカロリー値のデータが増えるにつれ、一日の消費量もより正確に算出できることになる。

予備調査には、ニタリクジラの標本をいかにして採集して測定するかを検証する目的もあった。母鯨と仔鯨のペアについてはいくつか問題があった。ニタリクジラの餌生物種は、調査海域内で時間的に異なっている。主要な餌生物はオキアミとカタクチイワシだが、ニタリクジラの分布範囲はミンククジラとかなり重なり、ミンククジラに比べてみると、大きさの異なる同一の餌生物 (カタクチイワシ) を食している。餌生物の地理的・時間的変動についての知識を深めるには、もっとデータが必要である。ニタリクジラのほとんどがカツオ漁場の近くで目視されたが、ニタリクジラもカツオも、おもにカタクチイワシを餌にしている。したがって、この競合関係を見極めるためには、さらなる調査が必要となる。ニタリクジラの一日の推定餌生物消費量は、体重の 3.3%から 8.2%となっている。

マッコウクジラの標本採集と胃内容物を調べる方法を探るのも、予備調査の重要な目的であった。大型のオスを除いて、無作為にマッコウクジラの標本を採集することは可能であり、胃の中からはさまざまな種類と大きさの深海性イカ類がみつかった。種類は、イカについてはくちばしを、魚については耳石を調べることで特定した。おもな餌生物の体長と体重については、耳石の長さあるいは下顎板の長さに回帰方程式を用いることで推定できる。マッコウクジラは、昼間は、中深層及び表層で餌を食しているようである。標本頭数が少ないため (13 頭)、表層生態系におけるマッコウクジラの役割と貢献については、結論が出せない。

### (2) 鯨類の餌生物の嗜好性

予備調査のいちばん大事な目的は、鯨類と餌生物の並行調査の実行可能性と効果を評価することにあった。このような並行調査が北太平洋で行われたのは初めてで、同時に多数の調査船が繰り出すことになった (Government of Japan, 2000 and 2001)。調査海域をいくつかの小さなブロックに分け、両方の調査をブロック内で同時に実施した。胃内容物を調べ、計量魚探と中層トロール網によって推定した海中の餌生物のバイオマスと比較した。

並行調査を実行する上での深刻な問題はなかった。よい成績をあげるには、密接な協力のもとで二つの調査を実施するのが不可欠である。予備分析で、鯨類の餌生物の嗜好性がある程度分かった。例えば、ミンククジラとニタリクジラのハダカイワシに対する嗜好はゼロと判定された。また、ニタリクジラは、小型のカタクチイワシの中では大きめのものが好みのである。この鯨類と餌生物の並行調査が継続されれば、鯨類の餌生物の嗜好性が推定できるようになる。



### (3) 生態系モデリング

まずは Ecopath と Ecosim という生態系モデルを用いて分析が実施されたが、JARPN II が目標とすることにこれらのモデルがどの程度有効なのかを評価するためだった。Ecopath と Ecosim モデルでは、鯨類と漁業との競合の可能性があり、栄養学的な相互作用と漁業の変化によって北太平洋西部の生態系が大規模な影響を蒙るかもしれないことが示された。数多くのテストを実施した結果、Ecopath と Ecosim は北太平洋西部の生態系の調査研究に有用であると考えられる。鯨類、特にミンククジラとマッコウクジラは、北太平洋西部の生態系においては主要な種とみられる。というのも、これらを除いた場合、直接・間接の餌生物種のバイオマスに変動が出たからである。生態系の特徴を解明するには、餌生物組成に関する長期的なデータが必要となる。また、より精度の高い他の生物学的特性値、特に時間的・地理的回遊と鯨類の餌生物の嗜好性に関するパラメーターも必要である。

### (4) 系群構造

ミトコンドリア DNA 分析によって、9 海区の西部域で採集された標本から年によって遺伝的異質性がいくつか検出されている。結果をみると、仮説的 W 系群の個体が存在すると仮定して、数年に一度だけ 9 海区に入り込んでいることも考えられる。しかし、他の生物学的データの分析では、7, 8 及び 9 海区から採集した標本に違いはみられない。そのため、北太平洋西部の東側に仮説的 W 系群が存在するかどうかについては、まだ結論を出せない状態である。

11 海区の混合率を推定するのに用いたのと同じ最尤法 (Pastene *et al.*, 1998) を使って判定したところ、7 海区における J 系群の比率は 2000 年の JARPN II では 0.08 (SE: 0.08) , 2001 年が 0.07 (SE: 0.04) と推定される。これは 11 海区で何ヶ月間かにわたって記録された混合率よりずっと低く、7 海区に回遊する J 系群の個体はごく少数であることが示唆される。

2000 年と 2001 年の JARPN II は、1 海区内のこれまで実施していなかった海域でニタリクジラを採集したが、その標本を加えても、この海区内にさらなる系群が存在する裏付けとなるような証拠は出なかった。

### (5) 汚染物質モニタリング

PCB, DDT, HCH などの有機塩素化合物濃度を調べるため、JARPN II の予備調査で海水及び大気試料を採取したが、汚染物質のなかには過去より低いレベルを示したものもあった。しかし、標本数が少ないため、結論を出すことはできなかった。

## IV. 調査目的及び必要性

### 1. 目的

JARPN II は、全体としては北太平洋西部、特に日本の排他的経済水域内の、クジラを含む海洋生物資源の保全と持続可能な利用に貢献するのを目標としている。この目標達成のため、イ) 摂餌生態及び生態系の研究調査、ロ) 鯨類及び海洋生態系の環境汚染物質のモニタリング、そしてハ) 系群構造の解明という三つの目的が設定されている。鯨類と漁業との競合関係に関する知識を深めるため、第一の目的が優先されている。したがって、鯨類のみならず餌生物種とそれを対象とする漁業、それに海洋学的条件などの環境要因に関するデータや試料を集めて分析し、最終的には生態系モデルを用いてそれらを統合することが重要である。

JARPN II 本格調査が開始されると、特別許可のもとで採集される標本には、ミンククジラ、ニタリクジラ、マッコウクジラ及びイワシクジラが含まれる。イワシクジラは予備調

査では採集されていない。また、商業漁業によって入手するツチクジラ、コビレゴンドウ及びイシイルカも、予備調査同様、調べる。

取りあげる仮説は主として、鯨種間の相互作用と並びに鯨類と漁業との競合に関係するものである。具体的には、商業漁業の漁獲に比較して、鯨類は大量の漁業資源を消費しているのか。鯨類による消費は、餌生物種の自然死亡率と加入に重要な影響を与えるのか。逆に、餌生物種の豊度と分布が、鯨類の回遊パターン、加入及び性による地理的分離に影響するのか。鯨類間、あるいはオットセイやマグロやサメなど他の高次捕食者と鯨類とのあいだで直接・間接の競合はあるのか。マッコウクジラは表層の生態系に影響を与えるのか、といったものがある。

## 2. 調査の必要性

### (1) 摂餌生態及び生態系の調査

調査計画の最優先課題である餌生物消費と鯨類の餌生物の嗜好性、また、摂餌行動によって鯨類がどのように棲息域を利用しているのかという評価を含める。

よく知られているようにヒゲクジラは、オキアミや小型の集群性魚類といった比較的低位栄養レベルの生物を食し、ハクジラはイカや大型の魚類など比較的栄養段階の高いものを食しているため、両者は海洋生態系では異なる生態的地位に属している。したがって標本採集対象を考慮する場合、両者を別個に考える必要がある。

対象種を選ぶ場合、もっとも重要なのはその豊度（頭数）とバイオマス（重量）だが、生態系の研究という観点からはバイオマスのほうがより重要かもしれない。付録 1 で示したように、北太平洋西部の主要ヒゲクジラとしては、ミンククジラ、ニタリクジラ及びイワシクジラがあげられる。バイオマスはそれぞれ 164,000 トン、408,000 トン、それに 477,000 トンである。イワシクジラの豊度は、ミンククジラとニタリクジラとほぼ同じだが、平均体容積がより大きいため、相対的なバイオマスはマッコウクジラに次いで二番目で、ミンククジラやニタリクジラより大きくなっている。また、イワシクジラの商業捕鯨が 1976 年に禁止されたため、資源量は増加している。ハクジラについてはマッコウクジラが圧倒的で、200 万トン近くを占めている。コビレゴンドウは 57,000 トンで、ツチクジラも、特に 7 海区では大きな存在 (16,000 トン) となっている。

生態系ニッチも対象種を選ぶ際の重要な要素となる。ミンククジラとニタリクジラは双方とも主要な構成員で、オキアミや小型の集群性魚類を食している（付録 2）。イワシクジラについては最近の食性は分かっていないが、過去の情報から、JARPN II の調査海域においてはやはり集群性魚やイカやオキアミを食していることが分かる。北太平洋北部においては、カイアシ類が重要な餌となっている。付録 3 に餌生物種の生物学的データと漁業を示した。同じ海域におけるヒゲクジラの食性に関する、餌生物種固有の特性を解明するには、これら 3 種のヒゲクジラを比較する必要がある。

マッコウクジラもツチクジラも典型的な深海性捕食者で、深く潜って餌を取り、おもに深海性イカ類と魚類を食している。表層の海洋生態系と深海の生態系との関係を調べるには、これらの摂餌習慣と餌消費を解明することが重要となる。ハクジラも、表層性捕食者として浮魚や表層性イカ類を食している。イシイルカは典型的な表層性捕食者で、バイオマスは大したことはないものの、もっとも豊度の高いハクジラである (554,000 頭以上いる)。コビレゴンドウは主として表層性イカ類を食している。

2 年間の予備調査では、マッコウクジラが表層の生態系と直接・間接の関係があるかどうか、調べる計画となっていた。予備調査で捕獲されたマッコウクジラは、おもに鉛直移動

しない深海性のイカ類と、昼間は深海（例えば水深 400m 以上）、夜間は表層（200m より浅いところ）と一日のうちに鉛直方向移動をするイカをいくつか食していた。生態系モデルを事前に検討したところ、マッコウクジラは表層の生態系にある程度の影響を与えるかもしれないことが分かったが、標本頭数が 13 頭と少ないため、最終的な結論を出すには、予備調査として標本採集を継続する必要がある。

また、同じような摂餌習慣を有している種（すなわちミンククジラ、ニタリクジラ、イワシクジラ）をさらに比較することによって、摂餌活動を介して鯨類がいかにしてそれぞれの棲息域を利用し、共有し、また棲息地を巡って競合しているのか、情報が得られる可能性があるが、これは海洋生態系に関する知識を深めるのに重要である。

まとめていうと、これまで述べてきたようにバイオマス（または豊度）と生態系ニッチの二つの点を考慮して捕獲対象種を決めるべきである。したがって、JARPN II 本格調査の開始にあたっては、以下の種を調べるべきである。

- (a) オキアミ（動物性プランクトン）と小型浮魚類を食するもの——調査捕獲によるミンククジラ、ニタリクジラ、イワシクジラ。
- (b) 深海で餌を食するもの——調査捕獲によるマッコウクジラと商業捕鯨によるツチクジラ。
- (c) 浮魚と表層性イカ類を食するもの——商業捕鯨によるコビレゴンドウ及びイシイルカ。

生態系モデルの構築には、鯨類の餌生物種に関する情報も不可欠である。2 年間の予備調査中、以下のような情報やデータを収集することが試みられたが、かなりの進展がみられ（付録 3）、今後とも JARPN II の重要な研究調査となる。

- (a) 対象鯨種が採集された場所と時間における餌生物種の分布状況。
- (b) 対象となる生態系における餌生物種のバイオマス。
- (c) 回遊パターン、年齢、成長、摂餌をはじめとする餌生物種の生物学的情報。

#### i) 鯨類による餌生物消費

北太平洋西部における鯨類の餌生物種については、多くの論文が書かれているが、胃内容物の重量が測定されず、餌の種が特定されていないので、餌生物組成と餌生物消費量に関する量的情報は不十分である。また、これまでの分析は、ほとんどが特定の漁場と漁期に捕獲された商業捕鯨の標本を使ったものになっている。そのうえ捕鯨者はたいがい腹腔を切断してしまうので、胃が損傷し、内容物の重さを測ったり、内容を分析するのが困難だった。以下の鯨種ごとの餌生物組成に関する情報は、JARPN と JARPN II の予備調査の結果をもとに修正した、限られた文献がもとになっている。

ミンククジラは、カタクチイワシ、マイワシ、サンマ及びスケトウダラなどの集群性魚類、並びにオキアミのような集群性動物性プランクトンを食している。1994 年から 99 年の JARPN 調査期間中の北太平洋西部における餌生物種には、年ごとの変動と、地理的・季節的変動があった。太平洋側では、5 月と 6 月はカタクチイワシ (*Engraulis japonicus*) が、7 月と 8 月はサンマ (*Cololabis saira*) が餌生物としてはもっとも重要となっている (Tamura *et al.*, 1998; Tamura and Fujise, 2000a)。沿岸域ではスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) も重要だった。一方、オホーツク海南部では、7 月と 8 月のもっとも重要な餌生物はオキアミだった。JARPN II の予備調査のときは、沿岸域におけるミンククジラのおもな餌はカタクチイワシ、次いでスケトウダラとイカとなっている。サンマが不漁だった 2000 年 9 月は、胃内容物にサンマはほとんどみられなかった。餌生物種が変動するのは、海域に分布する餌

生物が変動しているからである。ミンククジラは、調査海域においては、動物性プランクトンではなく主として魚類を食している点を強調しておきたい。一日当たりの消費量は体重の 1.8%から 5.7%と推定されるが、これは北大西洋東部や南極海での推定値と同じようなものになっている。

ニタリクジラはオキアミと集群性魚類を食する。日本の太平洋沿岸沖では、オキアミ、カタクチイワシ及びマサバ (*Scomber japonicus*) を食している。小笠原諸島周辺では、オキアミとハダカイワシを餌にし、東シナ海では、おもにマイワシ (*Sardinops melanostictus*)、カタクチイワシ及びマアジ (*Trachurus japonicus*) を食している。JARPN II の予備調査期間中、ニタリクジラは 7 海区の南部域と沖合に分布しており、おもな餌はオキアミとカタクチイワシだったが、漁期前半は餌のほとんどが前者で、後半が後者という具合であった。これは調査海域における二つの餌生物の豊度と分布に影響されているかもしれない。カツオもカタクチイワシを食し、ニタリクジラはカツオと泳ぐことが知られているので(日本の漁師は、ニタリクジラを「カツオクジラ」と呼んでいる)、カツオとニタリクジラとのあいだになんらかの相互作用がある可能性が考えられる。

マッコウクジラはイカ類と魚類を食している。東北と北海道における餌としてもっとも重要なのはクラゲイカ (*Histioteuthis dolfleini*)、ヤツデイカ類 (*Octopoteuthis* sp.)、ダイオウイカ (*Moroteuthis robusta*) 及びアカイカ (*Ommastrephes bartrami*) である。アカイカは北太平洋の大規模なイカ釣り漁を支える対象種である。北太平洋西部域におけるマッコウクジラの胃内容物についての量的データはほとんどない。JARPN II の予備調査期間中、もっとも豊度が高かったのはマッコウクジラで、調査海域全域に分布していた。おもな餌はクラゲイカなどの深海性のイカ類だが、夜間に表層まで鉛直移動するイカも、数は比較的少なかったが、胃の中にみられた。アカイカ漁が最近、不漁だったことと関係があるかもしれない。

イワシクジラはイカ並びにカタクチイワシ、サンマ及びマサバなどの集群性魚類、それにオキアミやカイアシなどの動物性プランクトンを餌にしている (Nemoto, 1959; 1962)。沿岸域では、集群性の魚を含む餌の種類が増え、イカも食されていた (Nemoto and Kawamura, 1977)。8 及び 9 海区におけるイワシクジラの餌については、情報がない。

ツチクジラは日本の北部沖合では、主として深海性のイカ類を食し、中部沖では底魚を餌にしている (Nishiwaki and Oguro, 1971; Walker and Mead, 1988; Ohizumi *et al.*, in prep.)。JARPN II 予備調査期間中、商業漁業で捕獲されたツチクジラは、ソコダラ (*Coryphaenoides longifilis*) などタラに似た深海の魚類や甲殻類を食していた。

コビレゴンドウ (北部型) は、北太平洋沿岸のアカイカ科のイカ類とタコを食している。JARPN II 予備調査期間中、商業漁業で捕獲されたコビレゴンドウは主としてアカイカ (*O. bartrami*) とスルメイカ (*Todarodes pacificus*) を餌にしていたが、両者とも日本のイカ釣り漁船の主要対象種である。

イシイルカについては、これまで日本海、オホーツク海、ベーリング海並びに北太平洋北部を含む分布域のほぼ全域にわたって調査が行われているが、一般的には、小型魚類と表層性イカ類を食している。北太平洋とベーリング海では主として中深層のマイクロネクトンが餌となっているが、毎日、夜間に浅いところに鉛直移動する魚とイカに限定された。一方、北太平洋とベーリング海とは反対に、日本海とオホーツク海では、マイワシやカタクチイワシなどの表層にいる魚と、こうした魚があまりない場合に食される底生生物がおもな餌となっている。一日当たりの餌消費量は体重の 5.0%と推定されている (Ohizumi,

1998)。

前述のとおり、JARPN 及び JARPN II 予備調査で、こうした鯨類の胃内容物に関する量的データを収集したが、これら種の消費に関する時間的・地理的変動を推定するにはまだデータが十分でない。したがって、鯨類による餌生物消費が調査の主要な部分を占める。JARPN II 本格調査によるデータと、これまで JARPN 及び JARPN II 予備調査で得られたデータを合わせて分析し、生態系モデルの構築に役立てることになる。

さらにいうと、これまでに収集されたデータは、期間と水域が限定されてしまっている。具体的には、海棲哺乳類と漁業の競合に関して、春期(4月から5月)と秋期(9月から11月)のデータが欠けている。また、沿岸に近接した海域のデータもない。というのも、現在の JARPN 調査船団は、5月中旬から9月中旬までしか使えず、調査船が大きすぎて沿岸ではきちんとした調査ができないからである。日本の主要沿岸漁業の多くは、調査が行われていない期間に沿岸域で行われるので、重大問題である。したがって、沿岸域で機動性を発揮する小型キャッチャー・ボートによる調査を実施することが有益なのである。

#### ii) 鯨類の餌生物の嗜好性

JARPN II で推定しようという鯨類の餌生物の嗜好性は、個体の好みではなくある特定の生態系における該当種の嗜好である。このデータを主要パラメーターの一つとして生態系モデルにインプットする。ミンククジラは、カタクチイワシ、マイワシ、サンマ、スケトウダラ及びオキアミなどを食している (Omura and Sakiura, 1956; Government of Japan, 2001)。ニタリクジラの餌生物種は、オキアミ、カタクチイワシ及びマサバである (Nemoto, 1959; Government of Japan, 2001)。イワシクジラについては、カイアシ、オキアミ、カタクチイワシ、サバ、サンマ及びイカを餌にしていると報告されている (Nemoto, 1959; 1962)。しかしながらこうした鯨類の餌生物の嗜好性については、有用なデータは報告されていない。

JARPN II 予備調査では、主としてミンククジラとニタリクジラを対象に、鯨類と餌生物の並行調査が実施され、その実行可能性と実績を評価した。並行調査は、大した実行上の問題もなく実施された。予備分析によると、ミンククジラとニタリクジラはハダカイワシを好まず、ニタリクジラは小型のカタクチイワシの中では大きいものを好むことが分かっている。こうした結果は評価できるが、並行調査によるさらなるデータが必要である。また、鯨類の餌生物の嗜好性を解明するには、摂餌行動を直接観察したり、海洋学的データと組み合わせた統合的な分析を実施したりすることが必要となるかもしれない。

#### iii) 生態系モデリング

JARPN II の最終目標は、北太平洋西部、特に日本の排他的経済水域内の、クジラを含む海洋生物資源の保護と持続可能な利用に貢献することである。日本の漁業管理は、参入許可制度など、漁獲努力量制限措置に頼ってきたが、最近になってかなりの改革を断行した。例えば、漁獲努力量と漁獲量制限を組み合わせたユニークな管理措置の設定、漁業基本政策の発表及び政策実施のための行動計画、そして漁業法の改正などである。

この新しい漁業管理制度では、生態系を考慮したアプローチが重要な役割を果たすことになっている。というのも、日本周辺の海洋生物資源とその棲息地はたいへん多様で、きわめて動的に関係しているからである。例えば以下にあげる、

(a) 1988年には12,785,000トンあった日本の漁獲量が2000年には6,620,000トンにまで激減したこと、

(b) 1988年に商業捕鯨のモラトリアムが導入され、その後、日本周辺の鯨類資源が増大し

たこと、

(c) 北太平洋西部の「魚種交替」と呼ばれる過程による浮魚漁業の歴史的な大変動、

といった要因を考慮して漁業管理措置を施すには、日本周辺の海洋生態系に関する知識を相当深めないとむずかしい。

JARPN II は、上記の要因の理解を深めるために用いられる生態系モデルを構築するために、重要なデータを提供するように設計されている。生態系モデルは、海洋生態系における異なる種の関係並びに生態系の動態の理解につながると期待されている。例えば、ある特定の種の総漁獲可能量 (TAC) を、漁獲 (すなわち TAC 制度の下での漁獲) が海洋生態系の他の種に与えるインパクトといった要因を考慮して算出できるようになる。生態系モデルを用いることによって、増大した海棲哺乳類による捕食が漁業資源に与える影響の範囲に関する情報がもたらされ、その結果、漁業資源の効果的な利用と海棲哺乳類の保護のバランスを取るような、海棲哺乳類の最適資源量が判明するものと期待される。こうした複数種モデルを使ったアプローチ、または生態系アプローチの必要性は、いまや FAO を含む多くの国際的な資源管理機関によって認められている。

## (2) 鯨類及び海洋生態系における環境汚染物質のモニタリング

海棲哺乳類、特に鯨類資源に対する環境汚染物質の影響への懸念が出ている。したがって、本計画には化学的汚染物質の包括的モニタリングと評価も含まれている。そのため、以下の三つが含まれる。

### i) 鯨類における汚染物質蓄積パターン

1980年代から90年代まで、南極海のミンククジラの肝臓の水銀濃度は年ごとに変動していることが観察された (Fujise *et al.*, 1997; Watanabe *et al.*, 1998)。また、ミンククジラの脂皮中の PCB にも、同じように年ごとの変動がみられた (Tanabe *et al.*, 1995; 1999)。著者たちは、汚染物質が増加しているのかどうかを判定するため、鯨類に蓄積された汚染物質のモニタリングを今後とも継続すべき点を強調している。一方、Hg や Cd といった重金属や有機塩素の蓄積濃度については、地理的な違いがあること、また、南極海と北太平洋のミンククジラとは異なっていることも報告されている (Aono *et al.*, 1997; Fujise *et al.*, 1997)。こうした違いは、汚染物質による汚染の程度と餌生物種によるものと考えられている。

鯨類の汚染物質蓄積の特性を理解するには、年齢、性別、それに成熟度などの生物学的情報を考慮しなければならない。ほとんどの親油性汚染物質及び微量元素の一部の濃度は、オスでは年齢が上がるとともに増加することが知られている。こうした化合物を排泄する機能が入ってくる量に追いつかないからである。妊娠中と授乳期には、仔鯨に汚染物質の一部 (比率は異なる) が移行するため、成熟メスのほうが成熟オスより一般に蓄積濃度は低い (IWC, 1999a)。したがって、一般的には、鯨類のその他の生殖状態や成熟段階に比べると、年を重ねたオスと妊娠と授乳を経験していないメスのほうが、高い蓄積濃度を示す傾向にあるといえる。また、妊娠期間、胎児の数、回遊ルート、餌生物種及び摂餌量といった生物的・生態的プロセスが異なるクジラも、蓄積濃度が違ってくる。しかしながら、こうした生物的・生態的プロセスがどの程度まで蓄積濃度に影響するのか、正確な判定はない。JARPN II では、生物学的パラメーターと蓄積特徴との関係を探るために必要な生物学的情報を収集することになっている。

### ii) 食物連鎖による汚染物質の生物蓄積過程

PCB や DDT といった有機塩素の蓄積レベルが、ヒゲクジラとハクジラとでは異なることも知られている。これは餌生物種の栄養段階と汚染レベルが異なっているためである。調

査計画では、異なる摂餌生態（即ち、オキアミや小型の集群性魚類を食するタイプと、深海で餌を取るタイプ）のいくつかの鯨類のモニタリングも実施する。鯨類の胃内容物から得た餌生物種、そしてトロール調査で漁獲したものの汚染レベルを分析し、さらに海水や大気も調査する。1980年代を最後に、こうした情報は無いのが現状である (Iwata *et al.*, 1993)。2001年の予備調査で採集した標本の予備的分析結果では、環境中の有機塩素化合物濃度のなかには減少傾向をみせているものがあるが、クジラの脂皮中の濃度にはそういった傾向はみられない（予備調査報告参照のこと）。海洋食物連鎖を介した生物蓄積過程を理解するには、こうした分析を続けることが重要である。

### iii) 化学的汚染物質と鯨類の健康の関係

化学的汚染はペルーガ（シロイルカ）、ハンドウイルカ及びネズミイルカなど、北半球の沿岸域に棲息する鯨類にかなりの影響を与えていることが知られている。こうした種を対象に因果関係を探るため、POLLUTION2000+が実施された (IWC, 1999b)。

北太平洋西部では、異常な睾丸組織をもったミンククジラが相当数観察されている。継続してこうした異常の発生をモニタリングし、原因を探ることが必要である。これまでに組織病理検査や免疫学的検査を実施しているが、精巣異常の原因は特定されておらず、努力が続いている。最近では、2001年から細菌学的検査も始まった。また、ニタリクジラでも異常な睾丸がみつまっているのも興味深い。発生件数のモニタリングは、資源保護にとってたいへん重要である。

最近の研究では、ある程度の汚染がみられる鯨類の健康状態を調べるため、バイオマーカーが用いられている (Fossi *et al.*, 1992; Hugget *et al.*, 1989; Subramanian *et al.*, 1987; Urian *et al.*, 1996; Watanabe *et al.*, 1989)。ベルゲンのワークショップでは、「残留レベルを記録するだけではなく、影響に関する情報を得られるので、バイオマーカーによるデータが危険度評価の役に立つかもしれない」とされた。さらに、理想としては、「外洋の鯨類は生理学的に正常であるべきである。即ち、人間の活動によって鯨類の生理機能を正常の範囲内から逸脱させるべきではない」とした (IWC, 1999a)。この文脈では、沿岸に生息する小型鯨類などの種と比較して、北太平洋と南極海のミンククジラは正常な個体とみなされる。したがって、汚染された個体の採集より、こうしたミンククジラを使った毒物学的検査のほうが有利と考えられている。

調査計画では、代謝機能と鯨類中の汚染物質の感受性に鑑みていくつかの汚染物質との関連で、バイオマーカーを調べる。P450、AH受容体、性ホルモン及びPCB構造のために、考えられるバイオマーカー指標を調べる。

## (3) 系群構造

### i) ミンククジラ

以下の目的が決まっている。

#### a) 9海区に分布しているミンククジラの系群識別調査

JARPN レビュー会議の討議を受け、JARPN II 予備調査では、9海区にW系群が存在するのかどうか、また、するとしたら、その時間的・地理的範囲を調べることが焦点となった。ミトコンドリアDNA分析の結果、2000年と2001年に9海区の西部域で採集した標本には、1995年に採集された標本で観察されたのと同じように、ある程度の異質性がみられた。マイクロサテライト分析でも、2001年の9海区西部域で弱い遺伝的異質性の証拠が検出された。異なる系群が存在すると、毎年一貫して、9海区西部域に存在するものではないようである。可能性として、9海区西部域でみられる遺伝的異質性は、13海区を含めた9海区東部域に主として分布しているO系群と仮説的W系群が混合しているというシナリオ

を反映していることが考えられる。JARPN II 予備調査によって、W系群のいろいろな仮説をより明確に区別するには、8, 9, それに場合によっては 13 海区 (目的の c を参照) からさらに遺伝子標本を採集する必要があることが分かった。調査の結果によって、IST の適用にもっとも適したシナリオを選ぶことができるようになる。

b) 7 海区における J 系群らしい個体の出現の系統だったモニタリングと地理的・時期的出現動態の見極め

今後、沿岸捕鯨が適切に管理されるためには、7 海区における J 系群らしい個体の存在を調べる必要がある。出現の頻度、海域及び時期を系統だったモニタリングによって調べる。その結果は、将来の沿岸捕鯨管理に必要である。

c) 12 及び 13 海区のミンククジラの系群識別

12 及び 13 海区は、調査対象として重要な海域となる可能性をもっている。13 海区についての理論的根拠は a) と同様だが、摂餌生態調査の対象海域にはなっていないことに留意されたい。他の海区における摂餌生態調査が完了したのち、時間的な余裕と実際に船団を配置する際の実行性を考慮して、この海区で系群構造解明のために調査を実施する場合もある。

これらの海区では、系群構造に関して限られた情報しかないため、調査はたいへん重要である。O 系群と J 系群の個体は、オホーツク海の南部域 (11 海区) でみられるが、北部域 (12 海区) でも存在する可能性がある。J 系群や O 系群その他の仮説的系群がこの海区に存在するのか調べるとしたら、その出現頻度と混合率を調べるのが重要である。調査の結果によって、IST の適用にもっとも適したシナリオを選ぶことができるようになるからである。ロシア連邦から許可が得られた場合は、12 海区でミンククジラの標本を採集する。許可が得られたとしても、ミンククジラの総標本頭数は変わらないことに留意されたい。標本採集の許可が下りない場合、代替案として、これまた許可されればの話だが、バイオプシー・サンプルを採集する。

ii) ニタリクジラ

2000 年と 2001 年の JARPN II 予備調査で、1 海区内のこれまでの調査ではカバーしていなかった部分を調査したが、東経 180 度以西の海域でまだ調べるべき未調査の部分があり、この海域を調べる努力をすべきである。一方、予備調査にもとづいた遺伝分析の結果、最近の JARPN II の標本と過去の小笠原からの標本とのあいだに弱いミトコンドリア DNA 異質性があることが判明した。同じ海域からさらに標本を採集して、この異質性を検証すべきである。この調査の結果がニタリクジラの IST 適用に大きく貢献することはまちがいない。

iii) イワシクジラ

イワシクジラの標本は、主として摂餌生態調査を目的として採集する。北太平洋のイワシクジラについては、包括的評価はまだ実施されておらず、系群構造についてはほとんど分かっていない。系群構造のデータを収集できれば、この種の将来の包括的評価に役立つ。第一歩として、最近の分子遺伝学的手法を用いてイワシクジラの遺伝的多様度を推定し、他の海域のものと比較する。

iv) マッコウクジラ

マッコウクジラの標本は、主として摂餌生態の調査を目的として採集する。IWC 科学小委員会は、北太平洋のマッコウクジラの包括的評価を開始するための予備討議を実施している。系群構造のデータが入手できれば、この種の将来の包括的評価に貢献することにな



る。

## V. 調査計画

### 1. 調査海域

北太平洋西部には、数多くのフロント及び水塊がある(図1)。もっとも強い亜熱帯ジャイアの西部境界海流の一つである黒潮は、フィリピンの沖合から北に向かって日本の沖合へと流れる、暖かい塩分の多い流れで、日本の太平洋側で黒潮続流として東に向かう。一方、親潮は千島列島に沿って南に向かう冷たい塩分の少ない流れで、日本の北部で二つの支流に分かれる。黒潮と親潮は東に流れ、黒潮続流と日本の東の沖合の親潮とのあいだの海域は、通常、黒潮フロント-親潮フロント間の海域もしくは移行領域と呼ばれている。

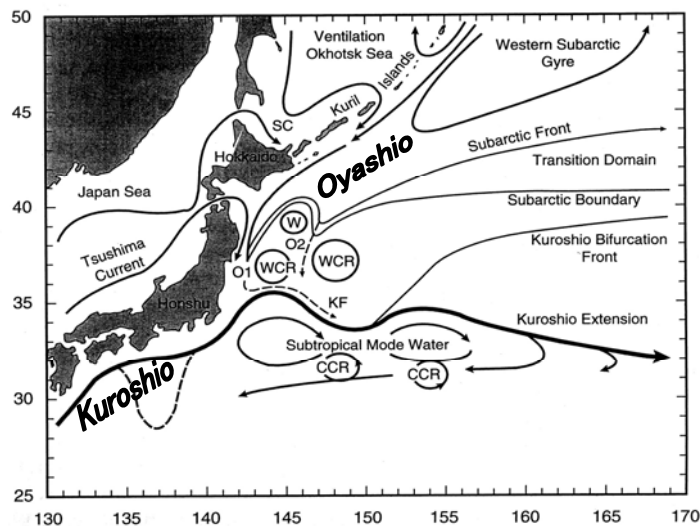


図1 北太平洋西部の海流とフロントの概略図 (Yasuda *et al.*, 1996; Endo, 2000 の修正版)。SC: 宗谷海流, TW: 津軽暖流, O1: 親潮の第一分枝, O2: 親潮の第二分枝, WCR: 暖水塊, CCR: 冷水塊, KF: 黒潮前線

調査海域は親潮と黒潮並びにそのあいだの移行領域(図2)をカバーしており、本州北部の東、北緯35度の北、東経170度の西、北海道の南になる(北太平洋ミンクジラ管理については7、8及び9海区)。JARPN IIの本格調査の海域は、日本の漁業者が漁獲している魚類資源をカバーするため、東経170度まで延長される。特にサンマは、秋に日本の漁場に参加する直前まで(図3)、夏期は8及び9海区に分布している。ミンクジラの系群構造については、異なる系群が存在するのか、8及び9海区の調査が重要となる。また、7海区は、J系群の出現状況を見極めるために重要である。

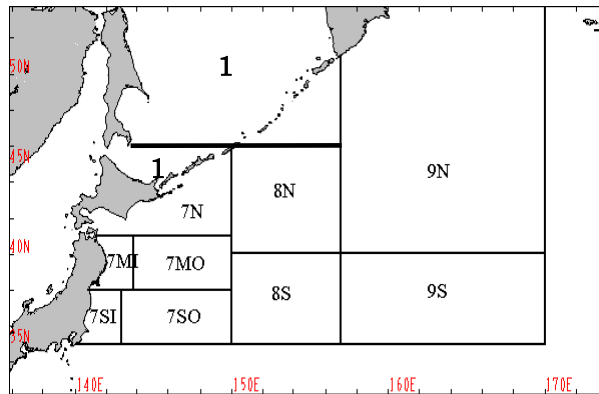


図 2. JARPN II の本格調査海域

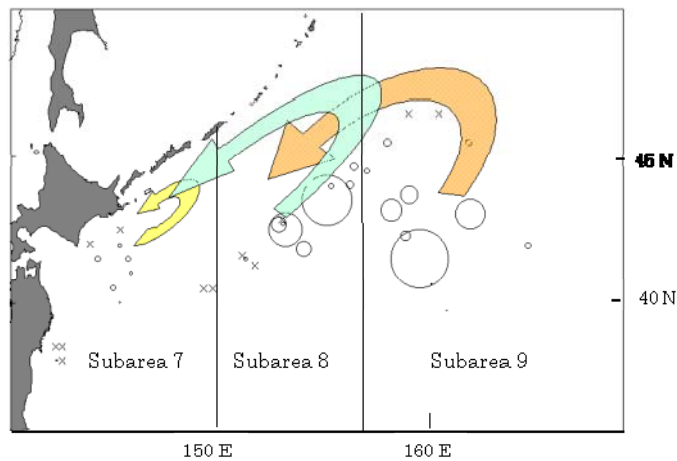


図 3. 漁期前 (6-7 月) のサンマの分布及び日本の漁場への加入 (東北海区水産研究所のホームページより)。円の大きさは流し網調査で漁獲されたサンマの尾数に対応している (x は漁獲なし)。

## 2. 調査の継続期間及び時期

調査海域の浮魚漁業資源は、「魚種交替」と呼ばれる過程によってこの 100 年間に大変動をみせている (Wada, 1997)。もっとも豊度の高い種が、マイワシ、サンマ及びカタクチイワシ、マサバ、そして再びマイワシという順序に、10 年から 20 年周期で取って代わられている。現在ではカタクチイワシが優勢だが (図 4 と付録 3 の図 1)、この状況は 10 年ほどまえから始まっており、あと数年でマサバと交替する可能性はある。この「魚種交替」過程をモニターするため、期間を特に設定しないで調査を続け、6 年ごとに IWC 科学小委員会あるいは別の組織もしくは双方によって包括的なレビューを実施する。本計画では、漁期前半 (3 月から 6 月) と後半 (7 月から 10 月) を 2 年で調査するので、2 年間のデータをワンセットとして考える。調査結果の変動を検分するには、少なくとも 3 セットのデータが必要となるため、包括的レビューを 6 年ごとに実施する計画である。

JARPN も、2000 年と 2001 年の JARPN II 予備調査も、実質的には 5 月半ばから 9 月半ばまでの 4 ヶ月しか調査していない。晩秋から初春までの残りの期間は、日新丸調査船団が

使えなかったためである。Multspec モデルによる予備推定では、捕食者と餌生物の分布域が重なるため、日新丸船団が調査した期間以外の季節にミンククジラが摂餌するかどうかという点が、たいへん重要になってくる(付録4)。鯨類と漁業とのきびしい競合があると思われる沿岸域で、小型キャッチャー・ボートを使った2年間の予備調査がその季節に計画されるのはそのためである。

最初の2年間の調査期間は以下のとおりとなる。2002年の調査は、6月から10月まで、漁期後半に実施する。小型キャッチャー・ボートは、9月と10月におもに7N海区を調査する。2003年の調査は、4月から8月の漁期前半に実施し、小型キャッチャー・ボートは、4月と5月に7MI海区と7SI海区を調査する。最初の2年間で終了後、小型キャッチャー・ボートを使った標本採集の実行可能性について評価する。あとは、6年間の包括的レビューまで基本的には同じパターンを3回繰り返すことになる。

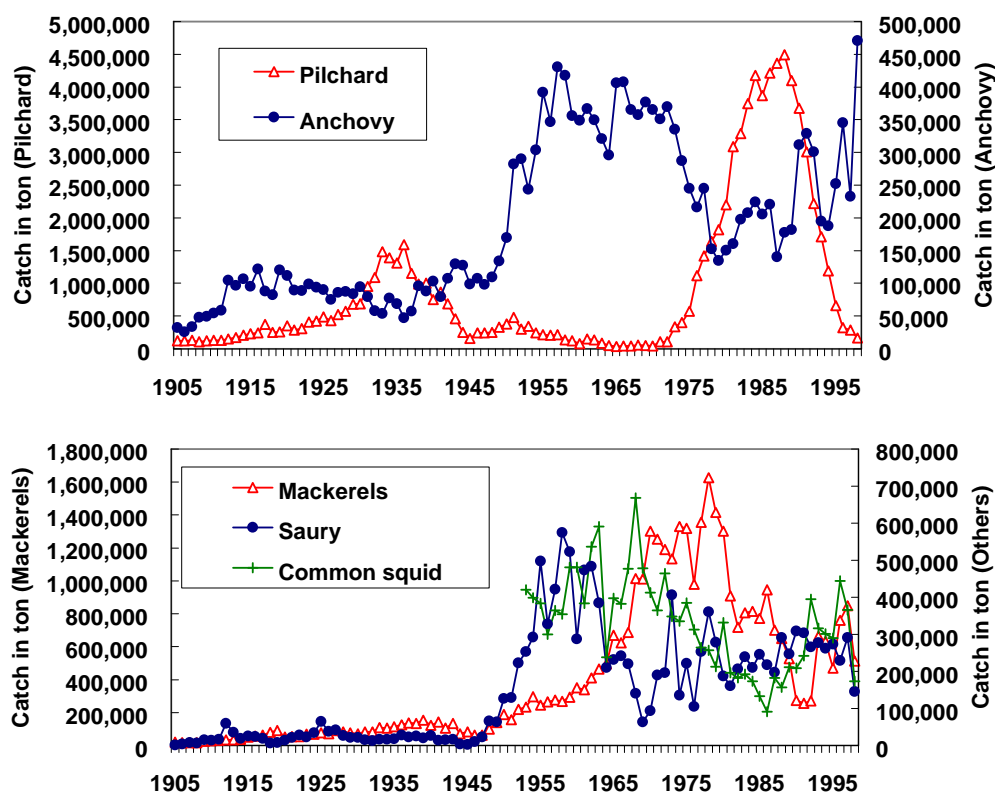


図4. 日本の主要小型遠洋魚類の商業漁獲高 (after Yatsu *et al.*, 2001)。サバは主としてマサバ (*Scomber japonicus*) である。

### 3. 対象鯨種及び標本頭数

JARPN II 本格調査では特別許可のもと、ミンククジラを150頭(事実上のO系群と仮説的W系群)、ニタリクジラを50頭(北太平洋西部系群)、イワシクジラを50頭(アジア系群)、それにマッコウクジラを10頭(西部海区系群)、毎年、採集する。ミンククジラ150頭のうち50頭は、これまでの調査の時間的・地理的空隙を埋めるため、小型キャッチャー・ボートによって採集する。イワシクジラを新たに標本に加えたが、これは、ちょうど日本

の漁場に加入してくるサンマなどの漁業資源を大量に消費すると考えられるからである。これら対象鯨種の資源量は豊富で(付録1), 持続可能な捕獲対象にしても問題ない。さらに, 沿岸の商業漁業によって入手するツチクジラ, コビレゴンドウ及びイシイルカの標本も, 調査の対象に含まれる。

#### (1) 対象鯨種

JARPN (1994年から99年)とJARPN II 予備調査(2000年から2001年)によって, ミンククジラは7海区の沿岸域並びに8及び9海区の北の沖合に分布していることが分かった。餌は, オキアミ並びにカタクチイワシ, サンマ, スケトウダラなどの集群性魚類及びスルメイカだが, どれも日本の沿岸漁業の主要な対象種である。鯨類と漁業との競合関係については, ミンククジラとの競合がもっとも激しいようである。JARPN II 本格調査の主要対象鯨種はミンククジラとすべきである。ただし, 晩秋から初春までの期間は, 日新丸調査船団が使えなかったため, JARPNとJARPN II 予備調査ではカバーしていない。また, 大陸棚上の沿岸域は, 日新丸調査船団では小回りがきかないため, 調査されていない。したがってJARPN IIの本格調査では, 摂餌生態のための調査は, 小型キャッチャー・ボートを使って実施する。

ニタリクジラはJARPNでは対象種でなかったが, JARPN II 予備調査では7海区の南の沖合に密集して分布しているのが確認された。おもな餌はオキアミとカタクチイワシである。前者が漁期前半, 後者が漁期後半の主要な餌生物だったが, 漁期の前半・後半はそれぞれ別個の年に調査された。ニタリクジラもミンククジラ同様, オキアミと集群性魚類を食することが知られている。本格的JARPN IIでは, より広範な海域からニタリクジラを採集する。

イワシクジラも, オキアミと集群性魚類を食することが知られているが, 日本の太平洋沖では, オキアミ, カタクチイワシ, マサバ, サンマ及びイカ類を食している(Nemoto, 1959)。北太平洋北部域では, カイアシを餌にしている(Nemoto, 1962)。商業的捕獲が1976年に禁止されたため, イワシクジラ資源は増加したように思われる。JARPNとJARPN II 予備調査で得られた絶対豊度及び相対豊度は, どちらも過去の調査より高くなっている。餌生物組成に関する情報には, 標本が必要で, 夏期にサンマ加入群が分布している8及び9海区の標本が特に必要である。

マッコウクジラは, 2000年と2001年に予備調査として捕獲された。総捕獲数は13頭にすぎないが, 調査域全体に日常的にみられ, JARPN調査と同様, 数としてはマッコウクジラがもっとも豊富で全調査域に分布していた。餌は, 各種の深海性イカ類である(Tamura *et al.*, 2002)。胃の中にみられた上層に分布するイカ類や夜間に表層に移動するものは, *Gonatopsis borealis*の類を除いて比較的少なかった。胃の中から, イカ釣り漁船のおもな対象となるアカイカ(*Ommastrephes bartrami*)もいくつか発見されなかったが, これは, 近年, アカイカの豊度が極端に低くなっていることも理由の一つである。

JARPN IIの本格的調査の一環としてマッコウクジラを残しておくべきか否かについては, EcosimとともにEcopathを用いて検討した(Okamura *et al.*, 2002)。ほとんどのテスト・ランで, ミンククジラを除いた場合と同様, マッコウクジラを除くと餌生物種に影響が出た。ただし, 結果は入力した深海性イカ類とその餌及び捕食者のパラメーターに大きく左右された。深海性イカ類については, マッコウクジラが大々的に消費していることから考えて, 北太平洋西部に巨大なバイオマスが存在するのかもしれないが, その生態系ニッチについてはほとんど分かっていない。また, マッコウクジラが表層の生態系に関係しているのかどうかという興味深い問題も, まだ解明されていない。マッコウクジラはバイオマスが大

きいため、JARPN II の本格的調査対象に残されることが望ましい。また、深海性イカ類の生態学調査を近い将来、実施すべきである。

## (2) 標本頭数

1994 年から 99 年の JARPN の調査で、北太平洋西部のミンククジラの餌生物種には、地理的・季節的変動があることが分かった。JARPN II 予備調査では、ある程度の精度 (変動係数 C.V.=0.2) で餌生物消費量を推定するのに必要な標本頭数をノルウェー方式を用いて算出した (Government of Norway, 1992)。JARPN II 本格調査にも同様の方式と精度を用いたが、この方式で算出する標本頭数は、重要な餌生物種の消費量を推定するためのものである。

日新丸調査船団による調査と小型キャッチャー・ボートによる調査の 2 種類を毎年実施する。前者は全調査域 (7, 8 及び 9 海区) で実施し、後者については、7 海区の沿岸域のミンククジラのみを対象とする。そのため、必要なミンククジラの標本頭数は、別個に算出した (全調査域と 7 海区の沿岸域)。ニタリクジラとイワシクジラの必要標本頭数は調査域全体として算出した。イワシクジラの標本頭数算出のためのデータは、商業捕鯨による主要餌生物組成 (イカ類、魚類及びオキアミ) と、JARPN II 予備調査で調べたニタリクジラの平均胃内容物重量及びその標準偏差値を用いた。結果は付録 5 に示した。

ミンククジラについては (全調査域)、毎年、最低 66 頭から 138 頭が必要となる。他の年と比べると調査域が限られていたため、計算には、98 年と 99 年のデータは入れなかった。100 頭が維持されるべきである。

7 海区の沿岸域のミンククジラについては、毎年、最低 26 頭から 102 頭が必要だが、50 頭とする。小型キャッチャー・ボートによる 2 年間の予備調査から得られる新しいデータに基づいて、標本頭数が修正される可能性がある。

ニタリクジラ (全調査域) については、毎年、最低 50 頭が必要となるが、この推定値の精度を上げるため、より多くのデータが入手可能となったのち、再計算をする。

イワシクジラ (全調査域) については、毎年、最低 50 頭が必要となるが、計算には過去の商業捕鯨データとニタリクジラの胃内容物のデータを用いている。この推定値の精度を上げるには新しいデータが必要で、最初の 2 年間のあと、蓄積した新しいデータを用いて標本頭数を再計算する。

汚染のための調査については、POLLUTION 2000+に関するバルセロナでの会合で、「鯨類の汚染物質に関する因果関係を調べるには、しっかりした統計分析ができるよう、比較する各群について十分な数の標本 (なるべく  $n > 30$ ) を得られるかどうか肝要である」点が留意された (IWC, 1999a)。

この標本頭数と現在の調査計画の数 (ミンククジラ 150 頭、ニタリクジラ 50 頭、イワシクジラ 50 頭及びマッコウクジラ 10 頭) とを比較すると、JARPN II の標本は、汚染物質の負荷量の時間的・地理的変動をモニターするには少なすぎる。日本の周囲における海洋生態系の汚染をモニターするには、長期にわたる大規模な標本採集が必要である。したがって、環境省をはじめ、大学を含む他の多数の機関が、そうした多彩な調査を実施している。例えば、環境省では、主として北太平洋の汚染物質をモニターすることを目的に、所謂「イカ・ウォッチ」というイカの肝臓の汚染物質負荷量をモニターする調査を行っている (Yamada *et al.*, 1997)。さらに水産庁が魚類資源を対象に同じような調査をしている。

JARPN II では、鯨類と海洋生態系への汚染の影響をモニターするための包括的なモニタリング及び評価システムを構築することが、環境関連調査の主眼となっている。したがって少なくとも現時点では、この目的のための標本頭数に関しては、最終的な結論は出ていない。できるだけ大きな標本頭数を用いるのが望ましいが、より多くの情報が入手できれば将来的には、汚染関連調査に適切な標本頭数が判定できるようになるかもしれない。

遺伝関係の調査に必要な標本頭数については、仮説的系群との遺伝的差異の度合いと、そういった差異を検知する遺伝的手法の解像度によるのが一般的である。ここで提案しているのと同じような標本頭数を勧告したワークショップがいくつかある。例えば、「鯨類資源の遺伝分析のためのワークショップ」では、「各資源群より 20 頭から 50 頭の標本頭数とすることが望ましく、なおかつ標本は調査域全体より採集すべきである」としている (Hoelzel, 1991)。また、「セミクジラの包括的評価についての特別会議」も、「最低でも 20 ~50 頭から標本を採集すべきである」と提案している (IWC, 1999c)。

最後に、標本頭数は、主として摂餌生態及び生態系の調査という目的にもとづいて決められたことにも留意されたい。限られた枠組みの中で、ほかの目的のためにできるだけ効果的に標本やデータを用いるつもりである。

結論としては、必要な標本頭数は、調査目的と方法によって異なるものの、ヒゲクジラの餌消費量を推定するのに必要な標本頭数を採用した。即ち、ミンククジラ 150 頭、ニタリクジラ 50 頭、そしてイワシクジラ 50 頭である。マッコウクジラの標本頭数は、予備調査と同様である (10 頭)。

### (3) 採集方法

クジラの標本採集は、JARPN で用いた無作為抽出法を使う。

JARPN II 予備調査では、母ニタリクジラとともに 9 頭の仔鯨が採集された。摂餌生態調査として、これらの胃内容物を調べたところ、母鯨は他の個体と同じで、仔鯨はミルクしかなかった。したがって、仔鯨の摂餌生態の調査標本としての価値は相対的に低く、その一方で、遺伝学的分析の対象からも外されている。そのため、本格調査では、母鯨と仔鯨のペアは、標本対象にしない。

また、マッコウクジラについては、調査母船の日新丸の収容力が限られているため、体長 10 メートル未満のものに限定される。

## 4. 調査船

鯨類調査船団は、目視調査専門の第二共新丸、目視と採集を行う第一京丸、第二十五利丸、勇新丸の 3 隻より成り、日新丸が調査母船の役目を果たす。餌生物種の調査は、高性能音響調査装置を備えた、新型のトロール船タイプの調査船である俊鷹丸が実施する。鯨類の餌生物の嗜好性に関する調査については、これらの調査船全てを協調して運行させる必要がある。

以上に加えて、春期と秋期には、7 海区の沿岸域におけるミンククジラの採集船として 3 隻の小型キャッチャー・ボートが用いられる。また、これらの調査は、餌生物種の調査といっしょに実施される。各キャッチャー・ボートに研究者が 1 名乗船し、データと標本の収集を行う陸上基地にさらに 2 名が配置される。

## 5. 非致命的調査

目視調査専門の調査船 (第二共新丸) が調査域で、鯨類の分布及び密度に関する情報収

集と、バイオプシー・サンプリング及び海洋学的調査を行う。海洋学的調査については、俊鷹丸でも実施する。

#### 6. 調査研究機関

- (1) 遠洋水産研究所 (NRIFSF) や中央水産研究所 (NRIFS) などの、独立行政法人水産総合研究センター (FRA) 所属の研究所
- (2) 日本鯨類研究所 (ICR)
- (3) その他の研究機関

#### 7. 外国人科学者の参加

日本国政府が設定した資格要件を満たしていれば、外国人科学者、特に近隣諸国からの科学者の参加を歓迎する。資格要件は、JARPN と同様である。

## VI. 調査方法

調査方法は、基本的には 2000 年と 2001 年に実施された予備調査を踏襲したものとなるが、おもな違いは、小型キャッチャー・ボートによるミンククジラ 50 頭が加わり、イワシクジラが調査対象に入れられ、摂餌生態と生態系の調査について、調査海域が東に延長されて層化される点である。IWC 科学小委員会や他の機関によるレビューのあと、調査方法が変更されることもある。

### 1. 摂餌生態及び生態系調査

標本採集にあたっては、性別・大きさで選別はしないが、マッコウクジラのオスは重すぎて日新丸に引き上げられないため除外し、また、母鯨と仔鯨のペアも採集されない。採集されたクジラは JARPN のときと同様の方法で測定される。胃内容物は、餌生物種ごとに数、重量並びに体長についてノルウェー方式に則って測定する (Haug *et al.*, 1995b)。完全に消化されている餌については、硬組織 (魚類は耳石、イカ類はクチバシ) を用いて種を特定し、体長を推定する。

以上に加えて、3 隻の小型キャッチャー・ボートが調査海域の時間的・地理的空隙 (即ち、春期と秋期の 7 海区の沿岸域) を埋めるために用いられる。キャッチャー・ボートは、陸上基地 (北海道では釧路、三陸では鮎川) から半径およそ 50 海里内の設定された海域で標本採集をするが、春と秋には、これら海域では盛んに漁業が行われている。JARPN II のこの調査については、漁業と鯨類との直接的競合に関する情報を集めることが目的となっているため、操業中の漁船に接近して標本採集をする。原則として、標本は陸上基地に移動し、2 名の研究者がデータ及び標本収集を行う。全ての船舶は、毎日、帰港する。

鯨類及び餌生物の並行調査は、鯨類と餌生物の標本を時間的・空間的にできるかぎり同時に採集するよう実施される。餌生物種の標本調査は、トロール船タイプの調査船である俊鷹丸にて実施する。高性能音響調査装置を備えた目視調査専門の第二共新丸が補填調査をする。水深による餌生物種の分布と豊度はエコー積分器を使って推定する。

計量魚探に記録された反応は、中層トロール網、流し網あるいはイカ釣りなどを用いて餌生物種を特定する。採集した標本は種ごとに分けて、重さを測る。一回ごとに、主な餌生物種から 100 ほどの標本を無作為に抽出して、センチの単位まで体長を測定する。また、餌生物を 10 匹調べ、胃内容物を含めた生物学的測定を実施する。冷凍したおもな餌生物種の標本を用いて、エネルギー密度分析を行い、消化された胃内容物から硬組織を取り出し、種を特定して体長を推定する。

### (1) 鯨類による餌生物消費

鯨類の一日当たりの餌生物消費量は、二つの方法を用いて推定する。一つは標準的な代謝率にもとづいた間接的な方法で、もう一つは、一日の胃内容物の時間的重量の変化にもとづく直接的な方法である。前者については、当面、過去の研究から得た生理的パラメーターを用いる（例えば Lockyer, 1981; Folkow *et al.*, 2000; Tamura and Fujise, 2000b）。餌生物のエネルギー密度については文献と調査中に収集した標本から推定する。後者を実施するにあたって必要な情報だが、胃からの排泄速度については当面、Bushev (1986) その他の研究に拠る（例えば Tamura *et al.*, 1997; Tamura and Fujise, 2000b）。鯨類による餌生物種ごとの季節的消費量については、一日当たりの消費量、餌生物種の組成及び海域のクジラの頭数より推定する。

### (2) 鯨類の餌生物の嗜好性

餌生物の嗜好性については、狭い範囲における鯨類と餌生物の並行調査にもとづいた、鯨類の胃の中の餌生物組成と海中の餌生物組成とを比較して推定する (Lindstrom and Haug, 印刷中)。鯨類と餌生物の並行調査の実行性と実績について、予備調査で評価したが、大きな実行上の問題はなかった (Government of Japan, 2000 and 2001)。ただし、両者のタイミングを合わせるには二つの調査のあいだで密接な協力が不可欠である。

調査海域はいくつかに層化されているため、餌生物の好みを推定するには鯨類豊度の高い層やより狭い海域を使う。調査は、より狭い海域内にジグザグのトラックラインを設定し、同一のトラックラインに沿って一週間以内実施する。消化された胃内容物については、硬組織を用いて、餌生物組成や餌生物の体長を推定する。海中の餌生物のバイオマスについては、音響調査で推定し、中層トロール、IKMT 及びプランクトン・ネットによる調査と突き合わせる。イカ類とサンマについては、事前に決められた定点からの水深 100 メートルから表層までの中層トロールによってバイオマスを推定する。体サイズについては、漁獲したものを直接、測定する。餌生物の嗜好性は、個体数による相対出現頻度と個体数の二つの指標を用いて表す (Lindstrom *et al.*, 1998)。また、海洋条件、餌生物及び鯨類についてのデータは、地理情報システム (GIS) を使って詳細に分析する。

## 2. 鯨類及び海洋生態系における環境汚染物質のモニタリング

採集したクジラ 1 頭ごとから脂皮、肝臓、腎臓、筋肉その他の組織の組織標本並びに血液を採取する。また、クジラの胃の中にある餌生物並びにトロールで集めたものからも試料を採取し、いずれも有機塩素類や重金属といった汚染物質を含むか、分析にかけられる。さらに、オキアミなどの低次栄養レベルの生物の汚染物質レベルについても調べる。海水及び大気中の汚染についても、同様に分析する。

分析対象には、重金属 (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd 及び Hg)、有機塩素類 (PCB, DDT, HCH, HCB 及び CHL)、並びにダイオキシン関連の化学物質 (PCDD, PCDF 及びコプラナー PCB) が含まれる。生理学的指標 (バイオマーカー) については、性ホルモン、P450, AH 受容体その他を調べる。有機塩素や重金属の分析については、以前の報告書に述べられた方法でもって実施する (Aono *et al.*, 1997; Honda *et al.*, 1982; Iwata *et al.*, 1993; Tanabe *et al.*, 1994; Tanabe, 1998; Kang *et al.*, 1997)。性ホルモンその他の生理学的指標については、標準的な分析方法を用いる (例えば, Saito *et al.*, 1986; Subramanian *et al.*, 1987)。

## 3. 系群構造

系群構造は、JARPN で用いたのと同じ方法で調べる。採集したクジラ 1 頭ごとについて、遺伝学その他のバイオマーカーに用いる試料やデータを採取する。遺伝分析には、体内組



織とバイオプシー・サンプルを使う。また、アロザイム、ミトコンドリア DNA コントロール領域の塩基配列及びマイクロサテライトを使って、遺伝的変異を分析する。遺伝分析の実験過程については、どれも別紙にて説明されている (Wada and Numachi, 1991; Goto and Pastene, 2000; Goto *et al.*, 2001)。

ミンククジラの O 系群と W 系群の問題に関しては、比較するにあたっては常に J 系群のクジラを除外することという IWC 科学小委員会の勧告にしたがって、データを分析する (IWC, 2002)。J 系群のものと疑われる個体については、遺伝的基準、バイオマーカー (例えば受胎日や汚染物質の蓄積度) 並びに形態計測にもとづいて、分析対象から除外する。

7 海区の O 系群と J 系群の混合率は、上記の遺伝マーカーから得られる対立遺伝子とハプロタイプ頻度にもとづいた最尤法 (Kishino *et al.*, 1994; Pastene *et al.*, 1998) と、他の独立した生物的・生態的マーカーとともにミトコンドリア DNA 配列を用いた個体ごとの判定の二つの方法を用いて推定する。沖合域において仮説的 W 系群の存在が確認された場合は、遺伝マーカーを使って O 系群と W 系群の混合率も調べる。

#### 4. その他

本調査計画では、全ての鯨類の目視記録を集める。セミクジラ、シロナガスクジラ、ミンククジラ、イワシクジラ、ナガスクジラ及びマッコウクジラといった鯨類を観察する。目視記録のほか、写真識別、鯨類の行動、特に摂餌行動の観察も記録される。

また、XCTD、CTD 及び EPCS を使って海洋学的調査を実施するが、並行して音響探知も行う。こうした装置を使って、調査活動中に調査域の海洋学的条件についての情報を収集する。

## VII. 生態系モデリング

漁業管理における生態系モデルを使ったアプローチの開発・改良を求める声が世界各地で高まっている。複数種モデルにもとづいた管理方式は、現行の単一種管理方式、RMP ですら改善できる (Ulltang 1995)。JARPN II 調査計画では、Ecopath (Christensen *et al.*, 2000) や Multspec (Bogstad *et al.*, 1997) といったモデルにもとづいて、北太平洋西部に適した生態系モデルを開発するが、この二つのモデルを初期作業として別個に検討している (付録 4 参照)。

Ecopath モデルは、対象となっている生態系のエネルギー・フローを例証するためのもので、漁業や調査活動の既知データを使って、食物網や栄養構造を構築する役に立つ、と近年、認識されてきた。本調査では、捕食者種の相対的な重要性の評価、また、第一段階でキイとなる捕食者とどうでもよいものとを区別するのにこのモデルを使う。運用試験のあとは、漁獲率と環境の変化をはじめとする動態変動を掴んで検分するために Ecosim と Ecospace も使う。Ecosim は、生態系の構成要素に対する人為的・気象的影響を予測する動態シミュレーション・モデル、Ecospace のほうは、空間的平衡モデルで、二次元空間におけるバイオマスと漁獲分布を予測する。

その一方で、ノルウェーの水圏生態系で、ある程度の成功を納めている Multspec モデルの構築も試みられる。このモデルは、魚類及び海棲哺乳類の種ごとの動態を統合し、直接的な相互作用を及ぼすいくつかの群に焦点を合わせるものである。Ecopath とは違い、多数の種や複雑な食物網を含めるには困難があるが、構成要素ごとの資源動態を詳細に調べることが可能である。第一段階では、ミンククジラ、サンマ、カタクチイワシ及びオキアミ

を入れた簡単なモデルを考えている (付録 4)。これによっていまある情報を最大限に利用し、さまざまな不確実性を含む動態変動を説明し、鯨類と漁業との将来的な相互作用を予測できるようになる。

上記のとおり、Ecopath と Multspec では、特徴が異なる。Ecopath は生態系全体を理解する役に立ち、Multspec はおもな相互作用や詳細な動態を説明するのに使える。間接的で複雑な影響については、Ecopath タイプのモデルを使って理解できるし、パラメーターや回遊の不確実性の影響については、Multspec タイプのモデルを使って調べるべきである。動態変動についてより正確に予想するため、Ecopath と Multspec の強みをもちあわせた統合モデルが構築される。ある程度の精度をもった、鯨類と漁業との相互影響のデモンストレーションと数量化によって、複数種一括管理に関するアドバイスの基盤となるものを提供できることになる。

統合モデルの構築、並びにさまざまなパラメーターの広範な感受性分析には、完了まで 5～6 年はかかると思われる。最初は、4 年間にわたって得た二つのモデルのアウトプットによって、それらの有利な点や問題や欠点が詳細に明らかになる。その後の数年で、二つのモデルの一つに統合するための運用試験を行う。また、JARPN II によって得られる新しい情報も、適宜、モデルに組み込まれ、モデルからのアウトプットを JARPN II の調査にフィードバックする。これらの生態系モデル試験は、6 年間の調査期間後の JARPN II に関する包括的な報告とともに IWC 科学小委員会でレビューが実施される。

## VIII. 資源への影響

JARPN II による鯨類捕獲調査の今後の捕獲が与えるミンククジラ、ニタリクジラ及びイワシクジラ資源への影響については付録 6 で検討している。評価には、標準 HITTER 方式を用いた (Butterworth, 1996)。

ミンククジラについては一つの捕獲頭数のケースを調べる。合計 150 頭が採集されるが、そのうち 90 頭は 7 海区、30 頭が 8 及び 9 海区より採集される。混獲については、IWC 科学小委員会が行っている北西太平洋ミンククジラの RMP の適用試験のオプション J ii) を用いた (IWC, 2001b)。O 系群については、7, 8, 9, 11 及び 12 海区に O 系群が分布し、この全てが O 系群であるというシナリオと、7, 8, 9, 11 及び 12 海区に O 系群が分布し、このうち 9 海区では 70%、12 海区では 81.3% が O 系群であるというシナリオを用いる。捕獲の鯨類資源に及ぼす影響については豊度の増減傾向によって評価する。HITTER で計算すると、どの場合でもミンククジラの資源量は増加する。したがって、ミンククジラ資源への影響は無視できると結論付けることができる。計算の詳細は付録 6 に示した。

50 頭のニタリクジラは西部北太平洋系群より採集する。ニタリクジラの東シナ海系群は南西日本の沿岸域まで分布しているが、採集域はこれよりはるかに離れているため (Pastene *et al.*, 1997; Yoshida *et al.*, 1997; Yoshida and Kato, 1999)、他のニタリクジラ系群が捕獲されることは考えにくい。最近の IST 適用試験にもとづいて、1 及び 2 海区に一つの系群が存在するというシナリオと、1 海区に一つの系群が存在するというシナリオの双方を用いる。捕獲の鯨類資源に及ぼす影響については、ミンククジラと同様の方法で評価する。HITTER で計算すると、どの場合でもニタリクジラの資源量は増加する。したがって、ニタリクジラ資源への影響は無視できると結論付けることができる。計算の詳細は付録 6 に示した。

イワシクジラについては、50 頭採集する。北太平洋には東経 180 度で分けられた二つの系群が存在するというシナリオを検分する。捕獲の鯨類資源に及ぼす影響については、ミ

ミンククジラとニタリクジラと同様の方法で評価する。HITTER で計算すると、どの場合でもイワシクジラの資源量は増加する。したがって、イワシクジラ資源への影響は無視できると結論付けることができる。計算の詳細は付録 6 に示した。

マッコウクジラは西部海区系群より採集する。マッコウクジラについては計算は行わなかったが、豊度に対する標本頭数がきわめて少なく (10 頭) , 影響を与えるようなレベルをはるかに下回っていることは明白である。

## IX. その他の案件

### 1. 鯨類標本の処理

採集した鯨類標本は全て国際捕鯨取締条約第 8 条 (2) に則って処理される。採集したクジラ全てから組織標本を採取し、市場管理 (個体識別) のため DNA データを登録する。

### 2. IWC 科学小委員会への報告

一回の調査航海の報告書を IWC 科学小委員会並びに他の組織の年次会議に提出する。小型キャッチャー・ボートを使った 2 年間の予備調査については、完了したのちに報告書を IWC 科学小委員会に提出、小型キャッチャー・ボートを使った実際の標本採集の、実行性の成否について検分する。同時に、新しいデータを用いたイワシクジラの標本頭数の再計算結果についても報告する。また、6 年間の調査のあと、IWC 科学小委員会に包括的報告書を提出する。

### 3. 捕殺方法

クジラは全て爆発銃を用いて、すばやく効率的に採集する。この一次捕殺方法で瞬時に致死しない場合、鯨種及び対象のクジラの状態によって適した二次捕殺方法を選択する。ミンククジラについては、原則として大口径のライフル銃を使用する。ニタリクジラ、マッコウクジラ及びイワシクジラについては、大口径のライフル銃あるいは 2 発目の爆発銃など、効率的ですばやい方法を必要に応じて用いる。

## X. 調査捕鯨に関する IWC ガイドラインと調査計画の関係についてのまとめ

科学許可に関する提案をレビューするにあたってのガイドラインがいくつか IWC より出されている。五つの項目 (Donovan, 2001) ごとにまとめられたガイドラインは以下のとおりである。

### (A) 提案

調査計画は、付表のパラグラフ 30 に述べられている、イ) 調査の目的、ロ) 捕獲される鯨の頭数、性別及び系群、ハ) 他国の科学者の参加機会、並びにニ) 資源の保全への考えられる影響、という四つの情報を具体的に盛り込んでいる。

### (B) 目的

JARPN II は、全体としては北太平洋西部、特に日本の排他的経済水域内の、クジラを含む海棲生物資源の保護と持続可能な利用に貢献するのを目標としている。この目標達成のため、イ) 摂餌生態及び生態系の研究調査、ロ) 鯨類及び海洋生態系の環境汚染物質のモニタリング、そしてハ) 系群構造の解明という三つの目的が設定されている。優先順位は、第一がイ、第二がロである。

摂餌生態及び生態系の調査によって得られた情報は、生態系における鯨類の役割を理解するのに必要である。また、鯨類と漁業との競合関係も、IWC 科学小委員会で大きな問題となっている。こうしたことに関連して、調査ではいくつかの仮説を検分する——商業漁業の漁獲に比較して、鯨類は大量の漁業資源を消費しているのか。鯨類による消費は、餌生物種の自然死亡率と加入に重要な影響を与えるのか。逆に、餌生物種の豊度と分布が、鯨類の回遊パターン、加入並びに性による地理的分離に影響するのか。マッコウクジラは表層の生態系に影響を与えるのか、といったものがあるが、答えは、科学的根拠にもとづいた合理的な鯨類の管理並びに漁業資源の管理に貢献するものとなる。

鯨類や海洋生態系における環境汚染物質のモニタリングは、環境の変化に関する IWC の大きな懸念に対応するものである。調査計画で得た情報は、環境汚染物質レベルを実証し、食物連鎖を通じた生物蓄積過程の理解を深めることに貢献すると期待されている。

ミンククジラとニタリクジラの系群構造研究に関して提示した疑問は、北太平洋西部におけるこれらの種の改訂管理方式・適用試験に関係してくるのは明白である。マッコウクジラとイワシクジラについては、包括的評価がまだ行われておらず、系群構造並びに成長率や成熟度といった他の生物学的情報を得ることは、北太平洋におけるこれらの種の、将来的な包括的評価に寄与する。

提案しているミンククジラ、ニタリクジラ及びイワシクジラの標本頭数は、適切な精度で餌生物消費量を推定するのに必要な数である。標本頭数は、JARPN 並びに JARPN II の予備調査 (付録 5) で得たデータにもとづいて算出している。そのうえ、系群構造の研究にもこれだけの標本頭数が必要である。汚染物質のモニタリングには、もっと数多くの標本が必要であるが、今回の標本頭数でもいくつか分析は可能である。

### (C) 調査方法

JARPN II では、致死的方法と非致死的方法の双方を用いる。以下にあげる科学的並びに実践上の理由により、非致死的方法だけでは目的を達成できない。

ヒゲクジラの中でもミンククジラは日和見的捕食者で、餌生物消費は、餌生物種の分布状況と豊度次第で極端に変化する (Kasamatsu and Tanaka, 1992)。胃内容物に関する既存データは、胃内容物の重さを測定せず、餌生物の種まで特定しなかったもので、全鯨種とも、商業捕鯨時代の質的データだけである。また、過去の分析結果は、特定の漁場及び漁期に限定されたものがほとんどである。そのうえ捕鯨者はたいがい腹腔を切開したため、胃が損傷をうけていた。胃内容物の量的調査は、ミンククジラについては JARPN で、ニタリクジラについては JARPN II の予備調査で始まった。排泄物を調べても、胃の餌生物組成についてあまり信頼できる結果が出ない (例えば、Smith and Whitehead, 2000)。餌生物の嗜好性については、クジラを捕獲して、胃内容物を餌生物種の並行調査と同時に調べるという致死的方法を用いなければ判明しない。鯨類と餌生物の並行調査は、JARPN II の予備調査で初めて北太平洋において行われた。JARPN II 本格調査では、並行調査は、鯨類と餌生物の標本を時間的・空間的にできるかぎり同時に採集するよう実施される。また、からだの状態、特に脂肪分に関するデータは、非致死的方法で得ることは無理である。

汚染物質の鯨類への影響については、有機塩素化合物や重金属などの汚染物質の蓄積濃度を測定したり、内臓や組織の異常を観察することでモニターできる。さらに、汚染物質濃度の解釈にあたっては、性状態や年齢といった生物学的情報も考慮に入れるべきである。汚染物質は年齢とともに蓄積していくので、年齢データは汚染度を調べる際の重要なファクターとなる。こうした点についても、例えばバイオプシー・サンプリングなどの非致死

的方法より致死的方法のほうが早いし、より包括的なデータを得ることができる。

系群構造の調査については、JARPN と同じで、遺伝的分析と非遺伝的分析を用いる。系群構造を調べるには、遺伝学的アプローチがもっとも便利だと考えられているものの、DNA にもとづく遺伝分析は、致死的方法によってのみ得られる形態計測や受胎日などの生物学的データの分析によって補強されている点を認識すべきである。系群構造を調べるのにいちばんよいのは、遺伝的なものと非遺伝的なもの双方を使った別個の、異なるアプローチで当たることである（この包括的アプローチの一例が JARPN で用いたもので、これは JARPN レビュー会議と IWC 科学小委員会で検討された）（例えば、Hakamada and Fujise, 2000; IWC, 2001a; Fujise *et al.*, 2001）。DNA にもとづく遺伝分析は、バイオブシー・サンプルでも可能だが、ミンククジラについては敏捷なため、バイオブシー・サンプルの採取は、特に外洋では困難である。また、コストの問題もある。

鯨類は、本調査計画の第 IX 章第 3 項で述べたように、附表の第 III 項の規定に則った方法で捕殺される。

#### (D) 捕獲の「資源」への影響

該当系群の最新情報については、調査計画の付録 1 のレビューにある。JARPN II による鯨類捕獲調査の今後の捕獲が与えるミンククジラ、ニタリクジラ及びイワシクジラ資源への影響については、標準 HITTER 方式を用いて計算した（付録 6）。HITTER で計算すると、ミンククジラ、ニタリクジラ及びイワシクジラの資源量は増加する。したがって、これらの資源への影響は無視できると結論付けることができる。マッコウクジラについては計算は行わなかったが、豊度に対する標本頭数がきわめて少なく（10 頭）、影響を与えるようなレベルをはるかに下回っていることは明白である。本調査計画は、全ての系群の包括的評価に悪影響を与えることなく、実施可能である。

#### (E) 調査協力

他国の科学者の参加については、本調査計画の第 V 章第 7 項で述べている。

## XI. 参考文献

- Aono, S., Tanabe, S., Fujise, Y., Kato, H. and Tatsukawa, R. 1997. Persistent organochlorines in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) and their prey species from the Antarctic and the North Pacific. *Environ. Pollut.* 98:81-9.
- Bogstad, B., Hauge, K. H., and Ulltang, Ø. (1997) MULTSPEC – A multi-species model for fish and marine mammals in the Barents Sea. *J. North. Atl. Fish. Sci.* 22. 317-41.
- Bushuev, S.G. 1986. Feeding of minke whales, *Balaenoptera acutorostrata*, in the Antarctic. *Rep. int. Whal. Commn.* 36:241-5.
- Butterworth, D.S. 1996. The effects on proposed scientific permit catches of minke whales from Antarctic Areas V and VI from the North Pacific. Paper SC/48/O1 presented to the IWC Scientific Committee, June 1996 (unpublished). 13pp.
- Christensen, V, Walters, C. J. and Pauly, D. 2000. Ecopath with Ecosim: a User's Guide, October 2000 Edition. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada and ICLARM, Penang, Malaysia. 130pp.
- Donovan, G. 2001. Guidelines for the review of scientific permit proposals. *J. Cetacean Res. Manage* 3 (Suppl.):371-2.
- Endo, Y. 2000. Japanese waters, Distribution and standing stock. pp.40-52. *In: I. Everson (ed.) Krill biology, ecology and fisheries.* Blackwell Science, London.
- Food Agriculture Organization of the United Nations 1999. The State of World Fisheries and Aquaculture, 1998. FAO, Rome.

- Food Agriculture Organization of the United Nations 2001. Report of 24th Session of Committee on Fisheries, 2001. FAO, Rome.
- Folkow, L.P., Haug, T., Nilsen, K.T. and Nordøy, E.S. 2000. Estimated food consumption of minke whales *Balaenoptera acutorostrata* in Northeast Atlantic waters in 1992-1995. *NAMMCO Sci. Publ.* 2. (in press).
- Fossi, M.C., Marsili, L., Leonzio, C., Notarbartolo-di-Sciara, G., Zanardelli, M. and Focardi, S. 1992. The use of non-destructive biomarkers in Mediterranean cetaceans – preliminary data on MFO activity in skin biopsy. *Mar. Pollut. Bull.* 24(9):459-61.
- Fujise, Y., Honda, K., Yamamoto, Y., Kato, H., Zenitani, R. and Tatsukawa, R. 1997. Changes of hepatic mercury accumulations of Southern minke whales in past fifteen years. Paper SC/M97/20 presented to the IWC Intersessional Working Group to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, May, 1997. (unpublished). 16pp.
- Fujise, Y., Zenitani, R. and Goto, M. 2001. Utility of non-genetic information for stock identification- The case of the western North Pacific minke whale-. Paper SC/53/SD5 presented to the IWC Scientific Committee, July 2001 (unpublished). 9pp.
- Goto, M., Kanda, N. and Pastene, L.A. 2001. Genetic examination of western North Pacific minke whales including samples from JARPNII. Paper SC/53/RMP11 presented to the IWC Scientific Committee, July 2001 (unpublished). 11pp.
- Goto, M., and Pastene, L.A. 2000. Population structure in the western North Pacific minke whale based on RFLP and sequencing analyses of mtDNA control region, using data from the 1994-1999 JARPN surveys. Paper SC/F2K/J11 presented to the IWC Scientific Committee Workshop to Review the Japanese Whale Research Programme under Special Permit for North Pacific Minke Whales (JARPN), Tokyo, 7-10 February 2000 (unpublished). 15pp.+Appendix 1pp.
- Government of Japan. 1994. Research program for clarification of minke whale stock structure in the northwestern part of the North Pacific. Paper SC/46/NP1 presented to the IWC Scientific Committee, May 1994 (unpublished). 13pp. +Appendix 22pp.
- Government of Japan. 2000. Research plan for cetacean studies in the western North Pacific under special permit (JARPN II) (Feasibility study plan for 2000 and 2001). Paper SC/52/O1 presented to the IWC Scientific Committee, June 2000 (unpublished). 68pp.
- Government of Japan. 2001. Progress report of the feasibility study of the Japanese whale research program under special permit in the western North Pacific-phase II (JARPN II). Paper SC/53/O10 presented to the IWC Scientific Committee, July 2001 (unpublished). 77pp.
- Government of Japan. 2002. Report of the 2000 and 2001 feasibility study of the Japanese whale research program under special permit in the western North Pacific-phase II (JARPN II). Paper SC/54/xx presented to the IWC Scientific Committee, May 2002 (unpublished).
- Government of Norway. 1992. A research proposal to evaluate the ecological importance of minke whales in the Northeast Atlantic. Paper SC/44/NAB18 presented to the IWC Scientific Committee (unpublished). 85pp.
- Hakamada, T. and Fujise, Y. 2000. Preliminary examination of the heterogeneity of external measurements of minke whales in the western part of the North Pacific, using data collected during 1994-1999 JARPN surveys. Paper SC/F2K/J15 presented to the IWC Scientific Committee Workshop to Review the Japanese Whale Research Programme under Special Permit for North Pacific Minke Whales (JARPN), Tokyo, 7-10 February 2000 (unpublished). 12pp.
- Haug, T., Gjørseter, H., Lindstrøm, U., Nilssen, K.T. and Røttingen, I. 1995a. Spatial and temporal variations in northeast Atlantic minke whale *Balaenoptera acutorostrata* feeding habits. pp. 225-239. In: A.S. Blix, L. Walløe and Ø. Ulltang (eds.) *Whales, seals, fish and man, Developments in Marine Biology 4*. Elsevier, Amsterdam, 720pp.
- Haug, T., Gjørseter, H., Lindstrøm, U. and Nilssen, K.T. 1995b. Diets and food availability for northeast Atlantic minke whale *Balaenoptera acutorostrata* during summer 1992. *ICES J. Mar. Sci.* 52:77-86.
- Hoelzel, A.R (ed.). 1991. Genetic Ecology of Whales and Dolphins. *Rep. int. Whal. Commn*

- (Special Issue 13). 311pp.
- Honda, K., Tatsukawa, R. and Fujiyama, T. 1982. Distribution characteristics of heavy metals in the organs and tissues of striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*. *Agric. Biol. Chem.* 46:1011-21.
- Hugget, R.J., Kimerle, R.A., Mehrle, D.M. and Bergman, H.L., 1989. *Biomarkers: Physiological and Histological Markers on Anthropogenic Stress*. Lewis, Boca Raton, Florida. 346pp.
- International Whaling Commission. 1997. Report of the Scientific Committee. *Rep. int. Whal. Commn* 47:59-319.
- International Whaling Commission. 1999a. Report of the workshop on chemical pollution and cetaceans. *J. Cetacean Res. Manage.* (special issue) 1:1-42.
- International Whaling Commission. 1999b. Planning workshop to develop a programme to investigate pollutant cause-effect relationships in cetaceans: POLLUTION 2000+. *J. Cetacean Res. Manage.* (special issue) 1:55-72.
- International Whaling Commission. 1999c. Report of the Scientific Committee. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 1:1-52.
- International Whaling Commission. 2001a. Report of workshop to review the Japanese Whale Research Programme under Special Permit for North Pacific Minke Whales. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 3:377-413
- International Whaling Commission. 2001b. Report of Scientific Committee, Annex D. Report of the Sub-Committee on Revised Management Procedure. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 3:114-25
- International Whaling Commission. 2002. Report of the Scientific Committee. Annex D. Report of the Sub-Committee on the Revised Management Procedure. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 4:00-00.
- Iwata, H., Tanabe, S., Sakai, N. and Tatsukawa, R. 1993. Distribution of persistent organochlorines in the oceanic air and surface seawater and the role of ocean on their global transport and fate. *Environ. Sci. Technol.* 27:1080-98.
- Kang, Y.S., Matsuda, M., Kawano, M., Wakimoto, T. and Min, B.Y. 1997. Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in human adipose tissue from western Kyungnam, Korea. *Chemosphere* 35:2107-17.
- Kasamatsu, F. and Tanaka, S. 1992. Annual changes in prey species of minke whales taken off Japan 1948-87. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58:637-51.
- Kishino, H., Kitada, S. and Hiramatsu, K. 1994. Sampling scheme for the estimation of the stock composition in the mixed population based on the genetic data. *Nippon Suisan Gakkaishi* 60:359-64. [In Japanese]
- Lindstrøm, U., Harbitz, A., Haug, T. and Nilssen, K.T. 1998. Do harp seals *Phoca groenlandica* exhibit particular prey preferences?. *ICES J. Mar. Sci.*, 55, 941-53.
- Lindstrøm, U. and Haug, T. Feeding strategy and prey selectivity in minke whales foraging in the southern Barents Sea during early summer. Submitted to *J. Cetacean Res. Manage.*
- Lockyer, C. 1981. Estimation of the energy costs of growth, maintenance and reproduction in the female minke whale, (*Balaenoptera acutorostrata*), from the southern hemisphere. *Rep. int. Whal. Commn* 31:337-43.
- Morishita, J. and D. Goodman. 2001. Competition between fisheries and marine mammals – Feeding marine mammals at the expense of food for humans. *In: Proceedings of The Third World Fisheries Congress. 31 Oct.- 3 Nov., 2000, Beijing, P.R. China. in press.*
- Nemoto, T. 1959. Food of baleen whales with reference to whale movements. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 14:149-290.
- Nemoto, T. 1962. Foods of cetaceans. *Geiken Sosyo*, 4: 136pp. [In Japanese].
- Nemoto, T. and Kawamura, A. 1977. Characteristics of food habits and distribution of baleen whales with special reference to the abundance of North Pacific sei and Bryde's whales. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue) 1:80-7.
- Nishiwaki, M and Oguro, N. 1971. Baird's beaked whales caught on the coast of Japan in recent 10 years. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 23:111-22.
- Ohizumi, H. 1998. The study of feeding ecology of Dall's porpoises. Doctoral Thesis, Tokyo

- University. 152 pp. [In Japanese].
- Ohizumi, H. and N. Miyazaki. 1998. Feeding rate and daily energy intake of Dall's porpoise in the northeastern Sea of Japan. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, 11:74-81.
- Okamura, H., Ohizumi, H. and Kawahara, S. 2002. Appendix IV Examination of key cetaceans based on JARPN II data using Ecopath-type model. Paper SC/54/xx presented to the IWC Scientific Committee, April 2002 (unpublished). xxpp.
- Omura, H. and Sakiura, H. 1956. Studies on the little piked whale from the Coast of Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 11:1-37.
- Pastene, L.A., Goto, M., Itoh, S., Wada, S. and Kato, H. 1997. Intra and interoceanic patterns of mitochondrial DNA variation in the Bryde's whale *Balaenoptera edeni*. *Rep. int. Whal. Commn* 47:569-74.
- Pastene, L.A., Goto, M. and Kishino, H. 1998. An estimate of mixing rate of 'J' and 'O' stocks minke whale in sub-area 11 based on mitochondrial DNA haplotype data. *Rep. int. Whal. Commn.* 48:471- 4.
- Saito, S., Nagamine, Y., Oshima, I., Kita, T., Fujise, Y. and Tatsukawa, R. 1986. Serum components of small cetaceans in north-western Pacific waters. *Agric. Biol. Chem.* 50:30-9.
- Smith, S.C. and Whitehead, H. 2000. The diet of Galapagos sperm whales *Physeter macrocephalus* as indicated by fecal sample analysis. *Mar. Mammal Sci.* 16(2):315-25.
- Subramanian, A.N., Tanbe, S., Tatsukawa, R., Saito, S. and Miyazaki, N. 1987. Reduction in the testosterone levels by PCBs and DDE in Dall's porpoises of the northwestern North Pacific. *Mar. Pollut. Bull.* 18:643-6.
- Tamura, T. and Fujise, Y. 2000a. Geographical and seasonal changes of prey species in the western North Pacific minke whale. Paper SC/F2K/J22 presented to the JARPN review meeting, February 2000 (unpublished). 26pp.
- Tamura, T. and Fujise, Y. 2000b. Daily and seasonal food consumption by the western North Pacific minke whale. Paper SC/F2K/J24 presented to the JARPN review meeting, February 2000 (unpublished).18pp.
- Tamura, T., Fujise, Y. and Shimazaki, K. 1998. Diet of minke whales in the northwestern part of the North Pacific in summer, 1994 and 1995. *Fish. Sci.*, 64(1):71-6.
- Tamura, T., Ichii, T. and Fujise, Y. 1997. Consumption of krill by minke whales in Area IV and V of the Antarctic. Paper SC/M97/17 presented to the JARPA review meeting, May 1997 (unpublished). 9pp.
- Tamura, T., T. Kubodera, H. Ohizumi and Y. Fujise. 2002. Appendix xx Preliminary results of prey species of 13 sperm whales base on JARPN II. Paper SC/54/xx presented to the IWC Scientific Committee, May 2002 (unpublished). xxpp.
- Tamura, T. and Ohsumi, S. 1999. *Estimation of total food consumption by cetaceans in the world's oceans*. The Institute of Cetacean Research.: 16pp.
- Tamura, T. and Ohsumi, S. 2000. Regional assessments of prey consumption by marine cetaceans in the World. Paper SC/52/E6 presented to the IWC Scientific Committee, May 1999 (unpublished). 42pp.
- Tanabe, S. 1998. Analytical methods of dioxins and PCBs in wildlife. *In: An investigating manual of contaminated status of dioxins in wildlife*. Center for Natural Environmental Studies, Tokyo, pp 90-100 [In Japanese].
- Tanabe, S., Sung, J-K., Choi, D-Y., Baba, N., Kiyota, M., Yoshida, K. and Tatsukawa, R. 1994. Persistent organochlorine residues in northern fur seal from the Pacific coast of Japan since 1971. *Environ. Pollut.* 85:305-14.
- Tanabe, S., Aono, S., Fujise, Y., Kato, H. and Tatsukawa, R. 1995. Persistent organochlorines residues in the Antarctic minke whales, *Balaenoptera acutorostrata*. Paper SC/M95/P13 presented to the IWC Workshop in Bergen, March, 1995. (unpublished). 6pp.
- Tanabe, S., Aono, S., Fujita, K., Nakata, H., Fujise, Y., Kato, H. and Tatsukawa, R. 1999. Temporal trend of persistent organochlorine residues in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) collected from the Antarctic during 1984-1995. Paper SC/51/E4 presented to the Scientific Committee of International Whaling Commission, May, Grenada. (unpublished). 8pp.
- Urian, K.W., Duffield, D.A., Read, A.J., Wells, R.S. and Shell, E.D. 1996. Seasonality of



- reproduction in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *J. Mammal.* 77(2):394-403.
- Ulltang, Ø. 1995. Multispecies modeling and management with reference to the Institute of Marine Research's multispecies model for the Barents Sea. pp.659-670. In: A.S. Blix, L. Walløe and Ø. Ulltang (eds.) *Whales, seals, fish and man, Developments in Marine Biology 4*. Elsevier, Amsterdam, 720pp.
- Wada, T. 1997. Review of the small pelagic resources and their fisheries in Japan. Pages 227-243 in M. Devaraj and P. Martosuborto editors. *Small Pelagic Resources and their Fisheries in the Asia-Pacific Region*, Proc. First Session APFIC Working Party on Marine Fisheries, Bangkok, 13-16 May 1997. FAO Regional Office for Asia and Pacific, Bangkok.
- Wada, S. and Numachi, K. 1991. Allozyme analyses of genetic differentiation among the populations and species of the *Balaenoptera*. *Rep. int. Whal. Commn.* (special issue) 13:125-54.
- Walker, W. A. and Mead, J. G. 1988. Preliminary report on the food habits of Baird's beaked whales taken off the Pacific coast of central Japan. 1985-1987. Paper SC/40/SM16 presented to the IWC Scientific meeting (unpublished).
- Watanabe, I., Yamamoto, Y., Honda, K., Fujise, Y., Kato, H., Tanabe, S. and Tatsukawa, R. 1998. Comparison of mercury accumulation in Antarctic minke whale collected in 1980-82 and 1984-86. *Nippon Suisan Gakkaishi* 64:105-9. [In Japanese].
- Watanabe, S., Shimada, T., Nakamura, S., Nishiyama, N., Yamashita, N., Tanabe, S. and Tatsukawa, R. 1989. Specific profiles of liver microsomal cytochrome P-450 in dolphin and whales. *Mar. Environ. Res.* 27:51-65.
- Yamada, H., Takayanagi, K., Tateishi, M., Tagata, H. and Ikeda, K. 1997. Organotin compounds and polychlorinated biphenyls of livers in squid collected from coastal waters and open oceans. *Environ. Pollut.*, 96:217-26.
- Yasuda, I., Okuda, K and Shimizu, Y. 1996. Distribution and Modification of North Pacific Intermediate Water in the Kuroshio-Oyashio Interfrontal Zone. *J. Phys. Oceano.*, 26(4):448-65.
- Yatsu, A., Nishida, H., Ishida, M., Tomosada, A., Kinoshita, T. and Wada, T. 2001. Trajectories of catch and stock abundance of dominant small pelagic fishes and common squid with some related environmental indices around Japan. *PICES Sci. Rep.*, 18: 175-8.
- Yoshida, H., Kato, H. and Kishiro, T. 1997. Phylogentic comparison of Byrde's whales off Kochi with the whales in western North Pacific and off Solomon Islands by mitochondrial DNA sequence analyses. Paper SC/49/NP6 presented to the IWC Scientific Committee (unpublished).7pp.
- Yoshida, H. and Kato, H.1999. Phylogenetic relationships of Bryde's whales in the western North Pacific and adjacent waters inferred from mitochondrial DNA sequences. *Mar. Mamm. Sci.* 15(4):1269-86.