

IWCの改訂管理方式(RMP)に沿って算出された北西太平洋イワシクジラとニタリクジラの捕獲可能量の改訂について(仮訳)

日本RMPチーム

要約

背景

国際捕鯨取締条約(ICRW)からの脱退後、日本は2019年7月に日本の領海及び排他的経済水域(EEZ)内において商業捕鯨を再開した。

2017年に制定された「鯨類の持続的な利用の確保に関する法律」に基づき、日本政府は捕鯨業の持続的な発展を支援することが求められている。このため、日本政府は、入手可能な最良の科学情報に基づき、商業捕鯨の対象となるヒゲクジラ類を特定した。特定されたヒゲクジラ類の捕獲海域は、日本の領海及びEEZ内である。

北西太平洋イワシクジラと北西太平洋ニタリクジラの捕獲可能量は、2019年に、国際捕鯨委員会(IWC)の改訂管理方式(RMP)に沿って、ノルウェーの捕獲可能量算出法(CLA)コンピューター・コードに基づき、チューニングレベル0.6で計算された。また、系群構造(管理海区(小海区))の設定に不可欠と資源量推定値に関するその時点で入手可能な最良の科学情報にも基づいている。

以前にも述べたように、捕獲可能量は最新の科学情報を考慮し、随時改訂される。北太平洋イワシクジラと北太平洋ニタリクジラについては、2019年以降、主に系群構造と資源量推定値に関する相当量の新たな科学情報が蓄積されている。本文書では、2019年以降に蓄積された科学情報に基づき、これら2種の捕獲可能量を再計算した。

北太平洋イワシクジラ

系群構造仮説と小海区

系群構造に関する新たな遺伝学的・非遺伝学的研究により、北太平洋には西部(W)系群と東部(E)系群の2つの系群が存在し、西経170度付近に系群境界があることが示唆された。不確実性を考慮し、東経170度と経度180度という2つの代替的な境界が検討された。次に、小海区の定義として、i) 日本沿岸から西経170度までの海域、ii) 日本沿岸から経度180度までの海域、iii) 日本沿岸から東経170度までの海域、の3つが設定された。

小海区の資源量推定値

資源量推定値は、過去と最近の日本の目視専門調査及びIWC/日本共同北太平洋鯨類目視調査(IWC-POWER)に基づいている。資源量推定値は、回遊路と摂餌域における本種の回遊パターンに関する仮定を考慮して標準化され、 $g(0)$ 推定値に従って調整された。2019年のCLA計算に用いられた資源量推定値は、 $g(0)=1$ の仮定に基づいている。上記の小海区 i)、ii)、iii)における最新(2020年)の資源量推定値は、それぞれ33,016頭、24,620頭、15,455頭であった。

過去の捕獲シリーズ

CLAに使用された捕獲シリーズは、IWCの統計に基づいて更新され、上記の小海区に割り当てられた。

捕獲可能量

CLAに基づき、上記の小海区 iii) が採用され、その捕獲可能量は56頭と算出された。実施シミュレーション試験(IST)を通じて、いくつかの不確実性に対する当該捕獲可能量の頑健性が試験された。この捕獲可能

量は、代替的な捕獲シリーズ、代替的な系群境界、代替的な生産力、及び代替的な $g(0)$ 値に対して頑健であった。

北太平洋ニタリクジラ

系群構造仮説と小海区

新たな遺伝学的研究により、2019年の2つの系群構造仮説が確認された。つまり、サブエリア1と2に2つの系群が存在する場合の、混合シナリオと非混合シナリオである。そのため、今回も2019年に使用されたのと同じ小海区の定義が使用された。具体的には、オプションi) サブエリア1を小海区とする、オプションii) サブエリア1は連結海区であり、1Wと1Eをそれぞれ小海区とする、という定義である。系群混合シナリオにおける2つの系群間の混合率は、最新の遺伝学的データに基づいて更新された。

小海区の資源量推定値

資源量推定値は、過去と最近の日本の目視専門調査及びIWC-POWER調査に基づいている。サブエリアの資源量推定値と $g(0)$ 推定値は、第3期(2008～2015年)については更新され、第4期(2020～2023年)については新たに推定された。上記の小海区 i) とii) の最新の資源量推定値は、それぞれ16,518頭(サブエリア1全体)、11,504頭(サブエリア1W)、5,014頭(サブエリア1E)であった。

過去の捕獲シリーズ

CLAIに使用された捕獲シリーズは、IWCの統計に基づいて更新され、上記の小海区に割り当てられた。

捕獲可能量

CLAIに基づき、上記オプションi) が採用され、小海区 i) の捕獲可能量は154頭と算出された。ISTを通じて、いくつかの不確実性に対する当該捕獲可能量の頑健性が試験された。この捕獲可能量は、代替的な系群構造仮説、代替的な捕獲シリーズ、代替的な系群境界、代替的な生産力、及び代替的な追加分散に対して頑健であった。

日本による上記の RMP バリエントの実施は、引き続き入手可能な最良の科学に基づき継続されていく。したがって、捕獲可能量は最新の科学情報を考慮し、随時改訂される。

1. はじめに

国際捕鯨取締条約(ICRW)からの脱退後、日本は 2019 年 7 月に日本の領海及び排他的経済水域(EEZ)内において商業捕鯨を再開した。

2017年に制定された「鯨類の持続的な利用の確保に関する法律」に基づき、日本政府は捕鯨業の持続的な発展を支援することが求められている。このため、日本政府は、入手可能な最良の科学情報に基づき、商業捕鯨の対象となるヒゲクジラ類を特定した。特定されたヒゲクジラ類の捕獲海域は、日本の領海及び EEZ内である。

2019 年に、北太平洋イワシクジラとニタリクジラの捕獲枠が、日本の水産庁(FAJ)により設定された。この捕獲枠は、国際捕鯨委員会(IWC)の改訂管理方式(RMP)に沿って、国内の専門家グループ(日本 RMP チーム:JRT)が算出した捕獲可能量に基づいており独立した国際科学者グループ(レビューパネル)によるレビュー結果も考慮された。2019 年に、捕獲可能量は最新の科学情報を考慮して随時改訂されることが記載された。

IWC(2012a)は、「捕獲可能量を絶え間なく提供するために、通常は前回の計算から 6 年以内に、新たな捕獲可能量の計算を行う必要がある」と述べている。これに沿って、北太平洋イワシクジラとニタリクジラの新たな捕獲可能量を 2024 年までに算出すべきである。

本文書の目的は、JRT が実施した、RMP に沿った北太平洋イワシクジラとニタリクジラの捕獲可能量の再計算プロセス及びかかるプロセスにおいて使用されたデータや分析手順についての説明を記述することである。本文書で要約しているプロセス、データ及び分析手順は、レビューパネルによってレビューされる。

まず、過去及び新たな遺伝的・非遺伝的データを詳細に分析し、系群構造仮説を更新すべきか否かを検討する。そして、最も妥当性の高い系群構造仮説に関する情報に基づき、サブエリアと管理海区(小海区)を定義する。次に、サブエリアと小海区における、過去及び新たな資源量推定値と捕獲に関するデータを詳しく説明する。最後に、RMP に沿った捕獲可能量計算の改訂について、実施シミュレーション試験(IST)に基づく不確実性に関連する分析と併せて説明する。

2. 北西太平洋ヒゲクジラへの RMP 実施に関する日本の考え方

日本の RMP は、これまでも、そしてこれからも入手可能な最良の科学に基づいて実施されていく。したがって、捕獲可能量は最新の科学的情報を考慮し、随時改訂される。そのため、日本は、新たな調査から得られたデータや標本に基づき、資源量推定値の更新と系群構造仮説の精緻化を継続する。さらに、商業捕鯨の操業から得られる新たなデータや標本の分析に基づき、最大持続生産率(MSYR)の値など、他の不確実性の側面も調査していく。これらの要素は、暫定的に 6 年後に予定されている資源評価レビューでしかるべく検討される。

また、北西太平洋イワシクジラ、ニタリクジラ、ミンククジラ、ナガスクジラの捕獲可能量(JRT, 2019; JRT, 2021; JRT, 2023)は、チューニングレベルを0.6に固定し、ノルウェーの捕獲可能量計算手順(CLA)(Aldrin and Huseby, 2007; Aldrin他,他 2008)に基づいて算出された。ニタリクジラについては北西太平洋ニタリクジラのためのIWCプログラム(Allison and de Moor, 2020)を使用したISTを通じて、イワシクジラについては同プログラムの修正版を使用したISTを通じて、管理方策バリエーションの許容可能性を評価した。ニタリクジラのISTプログラムに使用された個体群動態モデルの構造、例えばサブエリア数や時間間隔が北太平洋イワシクジラのケースと類似していたため、このことは適切であると判断した。

北太平洋イワシクジラの入力データ(例えば、捕獲履歴、資源量推定値など)に合わせ、また、資源量推定値に比例した捕獲可能量の管理方策バリエーションと $g(0)$ 推定値を頑健性試験に組み込むよう、ニタリクジラのプログラムを修正した。

3. 北西太平洋イワシクジラ

3.1 系群構造と小海区の定義

3.1.1 最新の遺伝学的研究の要約

北太平洋イワシクジラの系群構造に関する遺伝学的分析は、標本数を増やすとともに、捕捉しにくい系群構造が存在する場合にそれを推定するために作られたさらなる分析アプローチ(すなわち、空間明示的解析と親子分析)を導入することで、更新された。特筆すべきは、商業捕鯨によって日本の EEZ 内で 2019 年以降に採集された遺伝学的標本が入手可能になったことで、前回のワークショップでレビューパネルが懸念を表明した本種の局所的系群の可能性に対処できるようになったことである。新たな遺伝学的研究の詳細は、文書 RW/A24/03 に記載されている。

背景

捕獲可能量の計算をレビューするための 2019 年のワークショップでは、過去の遺伝学的・非遺伝学的研究が検討された。その結果、JRT は、単一系群構造仮説(仮説 1)には強い裏付けがある一方で、5 系群構造仮説(仮説 2)の裏付けは極めて弱いと結論づけた。そのため、2019 年の捕獲可能量計算のための小海区の定義において、JRT は仮説 1 のみを検討した(JRT, 2019)。

2019 年に、レビューパネルは、日本の EEZ を含む北西太平洋から得られる遺伝学的標本の数に限られているため、北太平洋全域に単一の遺伝的系群しかないという結論にはいくらかの不確実性が伴うと指摘した(すなわち、調査海域の西部に別の系群が存在する可能性がある)。イワシクジラが東経 170 度以西を自由に移動していることを示す標識再捕データも考え合わせ、レビューパネルは東経 170 度以西の海域の資源量推定値と捕獲履歴のみに基づいて捕獲可能量を計算するよう提案した(Review Panel, 2019)。

新たな遺伝学的標本

合計 564 個の新たな遺伝学的標本(図 1)を対象に、DNA 抽出、17 の遺伝子座でのマイクロサテライト(msDNA)遺伝子型の決定、ミトコンドリア(mtDNA)調節領域配列の決定が行われた。標本は次のような様々なソースから採集された。2019~2022 年の商業捕鯨による捕獲標本($n = 100$)、2019~2022 年の IWC-POWER 調査による生検標本($n = 45$)、2018~2022 年の日本の目視専門調査による生検標本($n = 66$)、2022 年の南極海鯨類資源調査(JASS-A)による生検標本($n = 4$)、2017~2018 年の新北西太平洋鯨類科学調査計画(NEWREP-NP)による捕獲標本($n = 268$)、2012~2018 年の NEWREP-NP による生検標本($n = 79$)、2019 年と 2021 年の混獲による標本($n = 2$)。また、2002~2018 年の特別許可に基づく科学捕鯨($n = 437$)と 2019~2022 年の商業捕鯨($n = 19$)で採集された胎児($n = 456$)の遺伝学的標本セットも DNA 抽出の対象となった。

最終データセット

データ分析のため、データセットは海域 1(日本の EEZ 内)、海域 2(日本の EEZ 外かつ東経 170 度以西)、海域 3(東経 170 度以东)という 3 つの海域に分けられた(図 1)。

標準的な系群構造分析と空間明示的解析

データのクオリティコントロール後に、新たな遺伝学的標本から生成された msDNA データと以前の研究(Tamura 他, 2019 の付録 7)で使用された全 17 遺伝子座の遺伝子型を持つ msDNA データを組み合わせることで、17 遺伝子座で合計 1,980 個の完全な msDNA 遺伝子型セットが得られた(表 1)。また、msDNA と同様の方法で、データのクオリティコントロール後に、msDNA データに付随する合計 1,979 個の mtDNA 配列が得られた(表 1)。

親子分析

データのクオリティコントロール後に、以前の研究(Tamura 他, 2019 の付録 7)で使用された全 17 の遺伝子座について遺伝子型が決定された新たな遺伝学的標本から生成された msDNA データを組み合わせることで、17 遺伝子座で合計 1,980 個の完全な msDNA 遺伝子型セットが得られた(表 1)。親子推定を生物学的に確認するために、利用可能な場合には、mtDNA ハプロタイプと生物学的情報(すなわち、採集日、性別、性成熟度)が使用された。さらに、親子推定を検証するために、全ての遺伝子座で遺伝子型決定に

成功した 453 体の胎児標本の msDNA 遺伝子型セットが分析に組み込まれた。

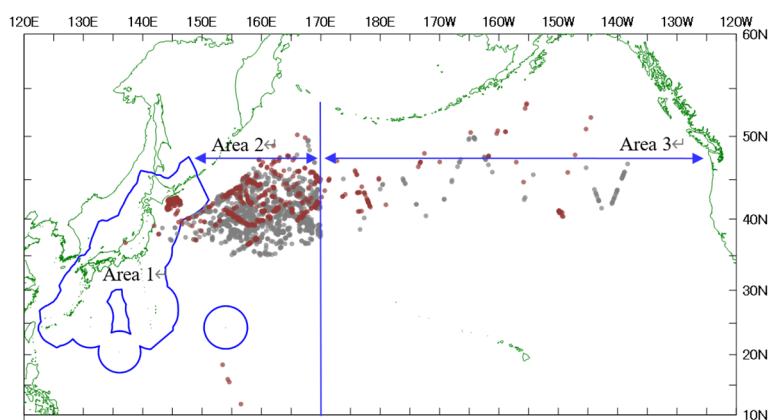


図 1. 2002～2022 年に採集された系群構造分析と親子分析のいずれか、又は両方のデータ分析に使用された標本の採集場所。青の実線は海域の定義を示す(海域 1＝日本の EEZ 内、海域 2＝日本の EEZ 外かつ東経 170 度以西、海域 3＝東経 170 度以东)。この分析で新たに追加された標本は赤い記号で表示されている。

表 1. 北太平洋イワシクジラの系群構造に関する分析に使用された遺伝データの数

海域	標準的な系群構造分析と空間明示的解析 (msDNA, mtDNA)	親子分析 (非胎児の msDNA, 胎児の msDNA)
海域 1	114 / 114	111 / 20
海域 2	1,713 / 1,712	1,714 / 433
海域 3	153 / 153	155 / 0
全体	1,980 / 1,979	1,980 / 453

分析のアプローチ

標準的な系群構造分析

mtDNA データと msDNA データを用いて、標準的な系群構造分析(すなわち、各海域及び海域全体の要約遺伝統計量、海域間のペアワイズ F_{ST} 推定と異質性検定)を行った。

親子分析

親子ペアは最尤法(Tiedemann 他., 2014)を用いて推定した。分析では以下のパラメータを設定した。偽発見率(FDR)は 0.1、0.05、0.01、0.001、対立遺伝子 1 個あたりの遺伝子型決定エラー率は 0.0014(ランダムに選択した標本の再遺伝子型決定により推定)、FDR についてシミュレーションするランダム個体数は 5,000、検出力についてシミュレーションする関連ペア数は 100,000。母親と胎児のペアは、生物学的に検証された「真陽性」とみなされ、推定された全ての親子ペアは、mtDNA ハプロタイプ及び生物学的データ(利用可能な場合)に照らして推定の適合性が第三者によってチェックされた。

生物学的検証の後、海域内及び海域間での親子連れペアを除く非胎児親子ペアの観察数と期待数を、カイニ乗検定を用いて比較した。

空間明示的解析

遺伝的変異性の空間的パターンを調査するために、空間主成分分析(sPCA, Jombart 他., 2008)を実施した。3つの遺伝的統計量(すなわち、sPCAのグローバルスコア、近交係数、ハプロタイプ多様度)で表される遺伝的変異性の変化も北太平洋の経度クラインに沿って調査した。

遺伝学的分析の結果と結論

海域1におけるmtDNAのハプロタイプ多様度(0.881)は他の海域(0.927~0.935)よりもやや低く、異質性検定では海域1と他の海域との間に有意なmtDNA分化がみられた。それでも、ペアワイズ F_{ST} 推定値はmtDNA(0-0.008)とmsDNA(0-0.001)の両マーカーについて全体的に弱い分化を示し、msDNAでは有意な遺伝的分化はみられなかった。

海域1と海域2の間で、いくつかの親子ペアが見つかった(図2)。また、海域1と海域2の間で観察された親子ペアの数と、全てのペアがランダムに分布しているという仮定のもとで期待されるペア数に有意な差はないことも分析で示された。親子分析では、いくつかのFDR(すなわち、 $FDR=0.1$ 及び 0.05)では海域1内の親子推定の結果が過大であることが示されたが、1つのFDRを除く全てのFDRにおいて期待値が1未満であることを踏まえると、この観察結果はさほど強力な証拠ではないことに留意すべきである。

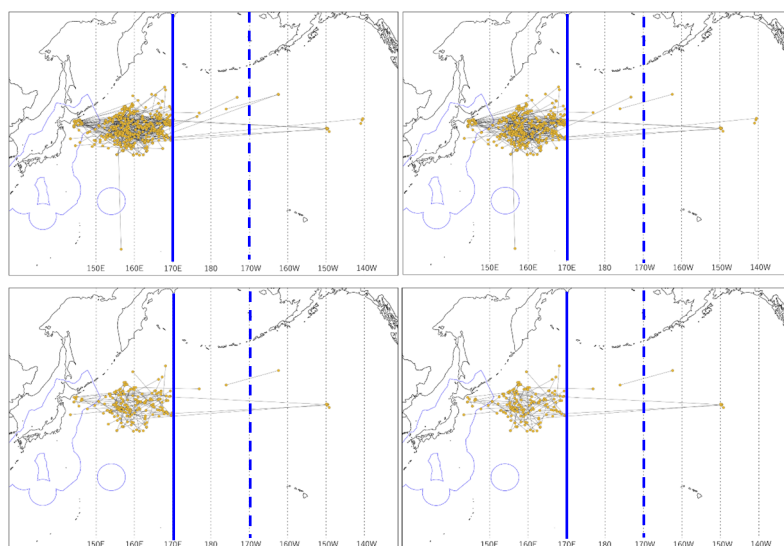


図2. $FDR=0.1$ ($n=338$:左上)、 0.05 ($n=270$:右上)、 0.01 ($n=108$:左下)、 0.001 ($n=91$:右下)で推定された親子ペアの分布(胎児を除く)。青の実線と破線はそれぞれ、遺伝学的分析で考慮された東経170度線と西経170度線を示す(詳細は文書RW/A24/03を参照)。

海域1と他の海域との間でmtDNAに統計的な有意差がみられたのは、沿岸の摂餌域(海域1)にいるクジラの間で、より強い血縁関係があるためとも考えられる。実際、海域1ではメス-メスペアを含む親子ペアがより多く見つかっており、これがmtDNAの異質性検定に影響を及ぼした可能性がある。

sPCA分析では、経度180度以西で異なるクラスター形成パターンがみられ、経度180度と西経160度の間で2つの遺伝的統計量(sPCA分析で生成された第1グローバルスコアとハプロタイプ多様度)が徐々に変化した(図3)。

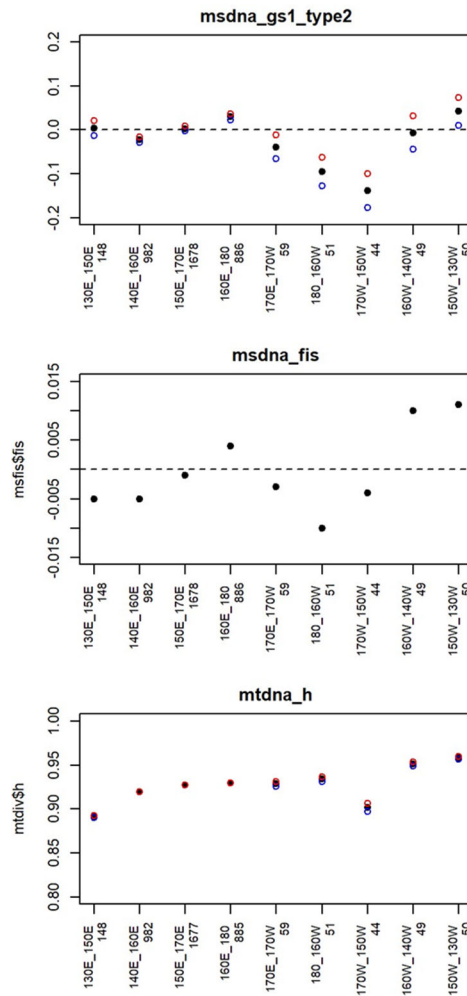


図 3. 北太平洋イワシクジラの sPCA 分析における第 1 グローバルスコア、近交係数、ハプロタイプ多様度の経度変化(20 度の経度間隔で計算し、10 度間隔の移動平均としてプロット)。青と赤の記号は、標準誤差で表される誤差の下限と上限を示す。それぞれの X 軸ラベルの 2 列目の数字は、各経度ゾーンの標本数を示す。

このようにして、この観察結果から得られた新たな海域の定義(すなわち、海域 1=日本の EEZ 内、海域 2R=日本の EEZ 外かつ西経 170 度以西、海域 3R=西経 170 度以東)に基づき、標準的な系群構造分析と親子ペア数のカイニ乗検定を繰り返し行った。これらの分析は、空間明示的解析の結果を強く支持するものではなかったが、それらを否定するものでもなかった。それでも、調査海域の東部(すなわち海域 3R)の標本数が少ないことを考えると、現段階では、北太平洋には少なくとも 2 つのイワシクジラの系群が存在し、その系群境界は西経 170 度付近にあるという新たな仮説を検討するのが適切であろう。この推論は、次のセクションで述べる非遺伝学的研究と矛盾するものではない。

3.1.2 最新の非遺伝学的研究の要約

衛星発信機を用いたイワシクジラの追跡は、北太平洋における本種の系群構造に関する非遺伝学的情報を大きく更新するものである。2019 年のレビューワークショップ以降、衛星追跡技術によって、北太平洋におけるイワシクジラの移動と分布に関する相当量の新情報が収集されている。追跡結果は、文書 RW/A24/05 及び Konishi 他. (2024)に記載されている。

発信機は北西太平洋と北太平洋中部でクジラに装着され、回遊パターン、推定繁殖海域、摂餌域における季節的移動が明らかになった(図 4~6)。イワシクジラの回遊路は、広い経度範囲を南下し、北緯 20 度以

南、経度 180 度以西の低緯度の繁殖海域に至る(図 5)。春に発信機を装着されたイワシクジラは摂餌域内で経度的に分散し、西部海域で発信機を装着されたクジラの一部は経度 180 度以東の海域に移動した。北太平洋中部で発信機を装着されたイワシクジラの一部は、北太平洋東部の海域に到達した(図 6)。これらの結果は、北太平洋のイワシクジラ系群に分離があることを示すものではない。

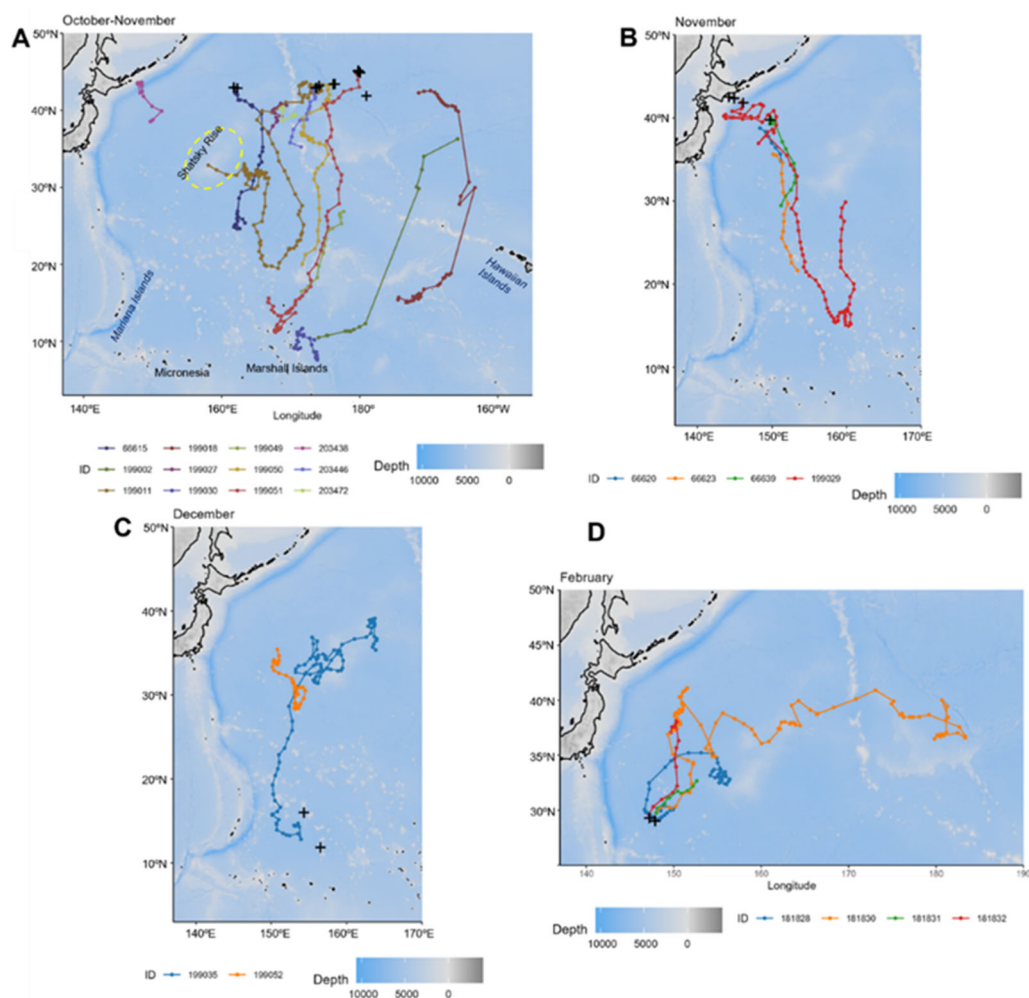


図 4. 北西太平洋及び北太平洋中部で発信機を装着されたイワシクジラの移動軌跡。衛星追跡データを状態空間モデルに当てはめ、24 時間間隔で位置を推定した。A: 10～11 月に沖合で装着、B: 11 月に沿岸で装着、C: 12 月に低緯度で装着、D: 2 月に装着 (Konishi 他., 2024 から引用の上、一部変更)

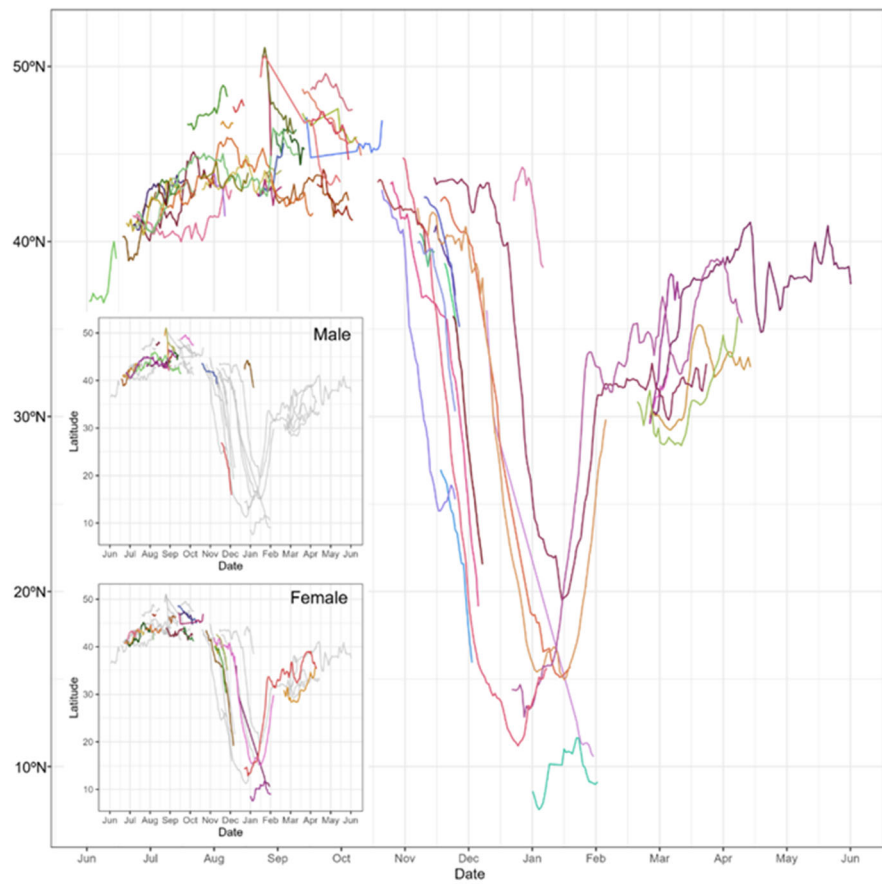


図5. 衛星発信機から得られた、北太平洋イワシクジラの年間を通じての緯度方向の移動(2017～2022年)。左下のプロットは、生検標本から遺伝学的に決定された各性別の移動軌跡(強調表示)を示す。生検標本が採集されていないクジラの性別情報は無い(Konishi 他., 2024 から引用の上、一部変更)

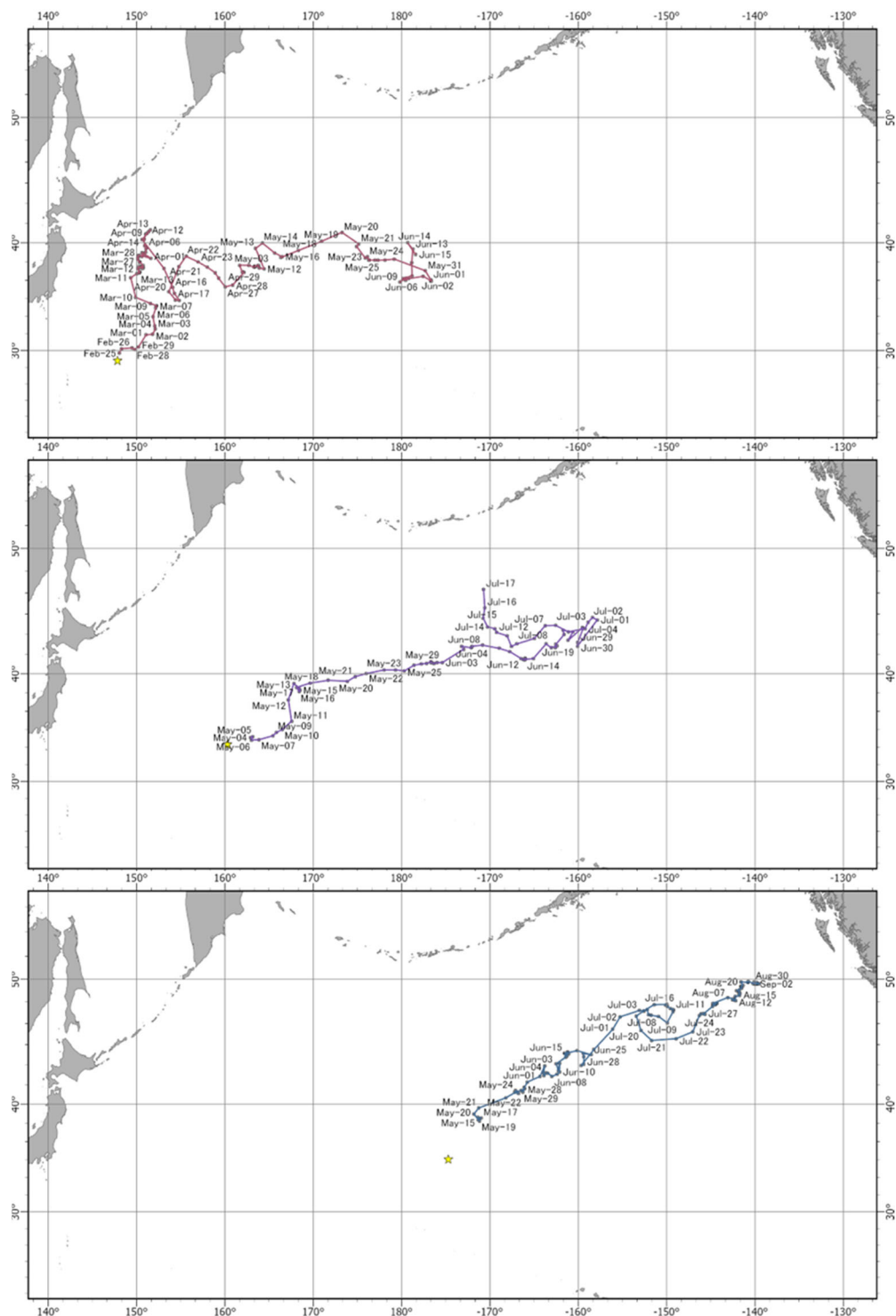


図 6. 文書 RW/A24/05 から選択した摂餌域における 3 頭のイワシクジラの移動軌跡。衛星追跡データを状態空間モデルに当てはめ、24 時間間隔で位置を推定した。星印は装着位置を表す。その他の移動軌跡は文書 RW/A24/05 に記載されている。

3.1.3 系群構造に関する仮説

最新の遺伝学的・非遺伝学的分析では、北西太平洋におけるイワシクジラの局所的沿岸系群を示す証拠は見つからなかった。分析結果は、北太平洋には、(1)主に西経 170 度以西に分布する W 系群

と、(2)主に西経 170 度以東に分布する E 系群という 2 つの系群が存在すると仮定する系群構造仮説と一致する。これが、次のセクションにおけるサブエリアと管理海区(小海区)の定義の基礎となっている。

3.1.4 サブエリアの定義

系群構造に関する研究は、北太平洋には W 系群と E 系群という 2 つの系群が存在し、西経 170 度付近に系群境界があるという仮説を支持している。系群境界の不確実性を考慮し、西経 170 度の他に、経度 180 度と東経 170 度の 2 つの境界を検討した。そこで、管理のために北太平洋を、1a、1b、1c、2 という 4 つのサブエリアに分割した(図 7)。

サブエリア 1a: 北太平洋の東経 170 度以西、北緯 35 度以北。

サブエリア 1b: 北太平洋中部の東経 170 度から経度 180 度のセクターの、北緯 40 度以北、アリューシャン列島の南。

サブエリア 1c: 北太平洋中部の経度 180 度から西経 170 度のセクターの、北緯 40 度以北、アリューシャン列島の南。

サブエリア 2: 北東太平洋の西経 170 度以東、北緯 40 度以北。

これらのサブエリアは *IST* に用いられた(詳細はセクション 3.6 を参照)。

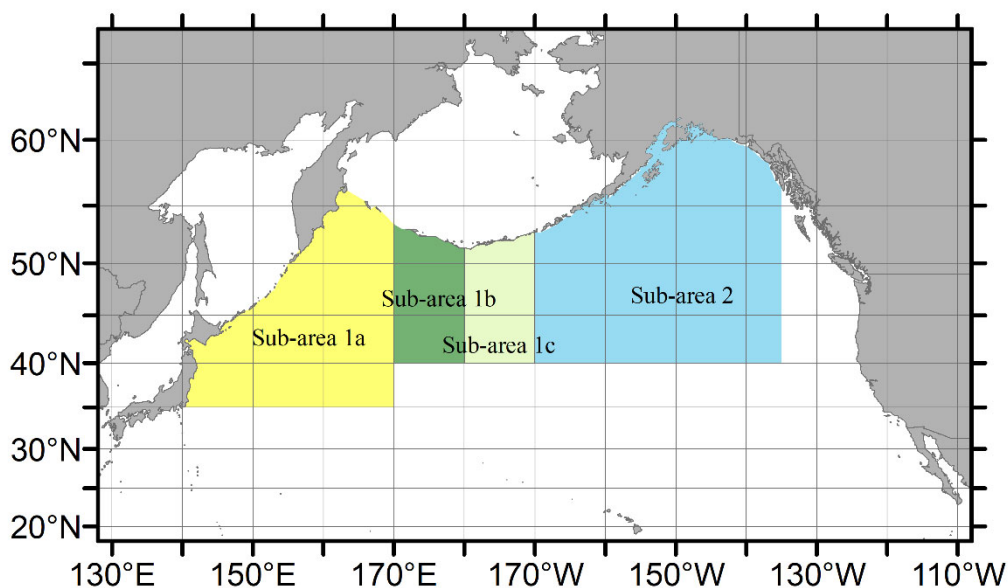


図 7. イワシクジラの *IST* で使用された 4 つのサブエリア

3.1.5 小海区の定義

管理目的のために 3 つの小海区が定義された。

- i) サブエリア 1a、1b、1c を連結したものを小海区とする
- ii) サブエリア 1a と 1b を連結したものを小海区とする
- iii) サブエリア 1a を小海区とする

捕鯨活動は、サブエリア 1a(W 系群)内の日本の領海及び EEZ 内において引き続き行われることが留意

されている。

3.2 資源量推定値

3.2.1 過去の資源量推定値

本種に関する前回の捕獲可能量の算出に用いられた資源量推定値は、2008 年の JARPNI 調査と 2010、2011、2012 年の IWC-POWER 調査(JRT, 2019)という 2 つのソースによる目視データから導出されたものである。これらの調査は全て 7～8 月に実施された。

$g(0)=1$ と仮定すると、2008 年の北西太平洋の資源量推定値は 5,086 頭($CV=0.378$)、2011 年の北太平洋中部及び北東太平洋の資源量推定値は 29,632 頭($CV=0.242$)と算出された(JRT, 2019)。

3.2.2 $g(0)=1$ と仮定した北太平洋における最新の資源量推定値

文書RW/A24/07では、北太平洋全域を対象とした調査に基づき、北太平洋におけるイワシクジラの新たな資源量推定値が示された。本セクションでは、その結果の概要を示す。

使用されたデータ

2020年と2021年の夏季(7月から9月)に日本の目視専門調査が実施された(Katsumata 他., 2021; 2022)。2019～2022年の7月から9月にはIWC-POWER目視調査が実施された(Matsuoka 他., 2020; Murase 他., 2021; 2022; Morse 他., 2023)。

これらの調査はいずれもこれらの年を通じて、国際捕鯨委員会科学委員会(IWC SC)の調査デザインガイドライン(IWC, 2012b)に従って、系統的に実施された。図8は、最近の調査のトラックラインと発見位置を調査ブロック別に示している。

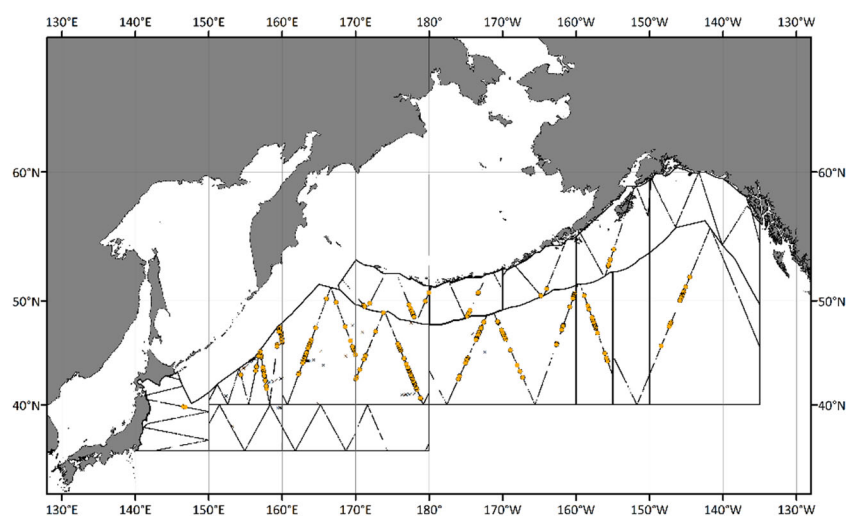


図8. 2019～2022年に実施された目視調査における、調査ブロック別のイワシクジラの一次発見位置(黄色の丸印)と調査努力。黒い十字印は、移動調査中の二次発見位置を示す。

分析手順

分析手順は、IWC-SCのガイドライン(IWC, 2012b)に従った。資源量を推定するに当たり、基本的には距離サンプリング法を適用した。資源量とそのCVはHorvitz-Thompson様推定量に基づいて推定された。2019～2022年に実施された目視調査における、調査ブロック別のイワシクジラの一次発見位置(黄色の丸印)と調査努力を図8に示す。図8の黒い十字印は、移動調査中の二次発見位置を示している。算出に当たっては、従来通り本種の横距離3.0海里以上の発見を切り捨て、トラックライン上の発見確率を1($g(0)=1$)と仮定して実施した。発見関数の候補モデルとしてハザードレートモデルとハーフノーマルモデルが検討された。

発見率に影響を与える要因を考慮するために、群サイズ、ビューフォート風力階級、視界はDISTANCEプログラム内のMultiple Covariate Distance Samplingの中で共変量として扱った。赤池情報量基準(AIC)の値が最小のものを最良のモデルとして選定した。

さらに、調査時期がデザインベースの資源量推定値に与える影響を、一般化線形モデル(GLM)分析によって調べた(文書RW/A24/07)。これに基づき、北西太平洋(WNP:経度180度以西)又は北東太平洋(ENP:経度180度以东)の地理的海区ごとに、調査努力あたりの観察数を高密度シーズンに標準化して、調整後の資源量推定値を算出した。その際には、低緯度の冬の繁殖域から高緯度の夏の摂餌域への南北方向の(すなわち当該地理的海区での)大規模な移動が年に1回発生すること、WNPとENPでは移動のピーク時期が異なる可能性があること、夏の摂餌期には高緯度海域で東西方向の移動が起きないことを仮定した。この調整は第1期の資源量推定値にも適用された。

結果

WNPとENPの資源量推定値が算出され、GLM分析の結果に基づいて標準化された。表2は、 $g(0)=1$ と仮定した場合の期別及び地理的海区別の資源量推定値と調整後の資源量推定値を示している。

表2. 日本の目視専門調査(北西太平洋、北太平洋中部)及びIWC-POWER目視調査(北西太平洋、北太平洋中部、北東太平洋)に基づく、 $g(0)=1$ と仮定した期別及び地理的海区(WNP、ENP)別の北太平洋イワシクジラの資源量推定値

期間	地理的海区	年度	資源量 N	CV[N]	調整後資源量 N_{adj}	CV[N_{adj}]
第1期	WNP	2008	10,975	0.352	17,646	0.362
	ENP	2011	28,129	0.262	40,514	0.310
第2期	WNP	2020	12,926	0.214	21,319	0.208
	ENP	2020	26,458	0.245	27,111	0.240

3.2.3 $g(0)$ の推定

使用したデータ

この推定値を得るために、標識再捕様のデータ、すなわち独立観察者(IO)データが、2020年と2021年の日本の目視専門調査及び2019～2022年のIWC-POWER目視調査の際に実施されたIOモード調査で収集された。

分析手順

標識再捕距離サンプリング(MRDS)法を用い、見逃しによる知覚バイアスを含むトラックライン上での発見確率、すなわち $g(0)$ を推定した。MRDS法の詳細についてはLaake and Borchers (2004)ならびにBurt 他. (2014)に記述されている。分析はR-DISTANCE(Thomas 他., 2010)の「mrds」パッケージを用いて行われた。本手法の現在のデータへの適用の詳細については文書RW/A24/07に記載されている。

他の観察者が発見している場合における、ある1人の観察者による発見確率は、次の共変量を持つロジスティック回帰によってモデル化されたMRモデルによって導出された。当該共変量は、プラットフォーム(TOPバレル又はIOバレル)、群サイズ、ビューフォート風力階級、視界である。候補モデルは地理的層別化をした場合とそうでない場合の4つのIOデータセットに当てはめた。最善なモデルは、AICを用いて選択した。なお、少なくとも1人の観察者によるトラックライン上での発見確率は、条件付発見確率を用いて推定することができる。

結果

AICにより、群サイズ及び視界を共変量とするMRモデルと、群サイズを共変量とするDSモデルからなるモデルが最善モデルとして選択された。最善なMRモデルによると、別のプラットフォーム上の観察者によっても発見されている場合、一つのプラットフォームにおけるトラックライン上での発見確率は、TOPバレル、IOバレルとも0.666 (CV = 0.114)であった。少なくとも1人の観察者によるトラックライン上の発見確率は0.866

(CV = 0.070)であった。地理的海区別の $g(0)$ 補正後の資源量推定値を表3に示す。

小海区別の $g(0)$ 補正後の資源量推定値は、セクション3.5.2とセクション3.6.1に記載されている。

表3. $g(0)$ 推定値で補正した、期別及び地理的海区別の北太平洋イワシクジラの資源量推定値

期間	地理的海区	年度	$g(0)$ 補正後の資源量 $N_{g(0)\text{-corrected}}$	$CV[N_{g(0)\text{-corrected}}]$	95%信頼区間 下限	95%信頼区間 上限
第1期	WNP	2008	26,508	0.380	12,907	54,442
	ENP	2011	60,861	0.331	32,371	114,427
第2期	WNP	2020	24,620	0.219	16,095	37,661
	ENP	2020	31,309	0.250	19,308	50,769

第2期の資源量の点推定値(WNPで24,620頭、ENPで31,309頭)は第1期の点推定値(WNPで26,508頭、ENPで60,861頭)よりも低い。第1期の資源量に対する第2期の資源量の比率は、WNPで0.93(95%信頼区間[0.41, 2.11])、ENPで0.51(95%信頼区間[0.24, 1.12])と推定されるため、これらの差は統計的に有意ではない。

3.3 捕獲履歴

文書 RW/A24/09 では、北太平洋におけるイワシクジラの捕獲履歴がまとめられている。IWC/SC による過去の詳細な評価(Cooke, 2019)の際に、前回の捕獲可能量の計算(JRT, 2019)に用いられたオリジナルの捕獲シリーズは、IWC の個別及びサマリーデータベース・バージョン 6.1 (Allison, 2017)を通じて入手された。IWC の最新のデータベース・バージョン 7.0 (Allison, 2020)と2019～2023年の追加情報を用いて、3つの代替的な系群境界(東経170度線、経度180度線、西経170度線)におけるW系群とE系群の捕獲シリーズを更新した。

旧ソ連による捕獲では、合計351個体の捕獲位置情報がなかった。それらについて、ベスト捕獲シリーズでは、捕獲位置が判明している個体と分布比率が同じと仮定して、W系群とE系群に分けた。ハイ捕獲シリーズでは、W系群に生息すると仮定した。

3.4 生物学的パラメータ

商業捕鯨再開後に得られた新たな情報を用いて、特に性成熟年齢に焦点を当ててイワシクジラの生物学的パラメータを推定し、新たな試験シナリオを設定する必要があるか否かを検討した。

文書 RW/A24/11 に記載されている耳垢栓変移相を用いて判定した性成熟年齢の長期的傾向は、過去の商業捕鯨期間中の性成熟年齢の低年齢化を示唆しているが、2019年の商業捕鯨再開後に捕獲された個体の性成熟年齢は、特別許可採捕期間中とほぼ同じ8歳から9歳であった。ISTに使用する生物学的パラメータについては、商業捕鯨再開後に捕獲された雌の性成熟年齢は変移相に基づいて8.17歳(標準偏差=1.47)と推定され、初産年齢は9歳とするのが妥当と判断された。

ISTで使用する自然死亡率(M)については、IWC SC が実施した北太平洋イワシクジラの詳細評価で用いられた Punt のモデル(北太平洋イワシクジラの複数系群モデル)は0.05という値を採用しており(Punt, 2020)、本評価でもこれを用いる。一方、このモデルでは選択性の仮定をしていないため、ISTで使用する選択性はニタリクジラの場合と同じく、東経170度以西では5年、東経170度以东では9年(ナイフエッジ型)と仮定した。

3.5 捕獲可能量

セクション3.1.5で定義した小海区i)～iii)にCLAを適用した。CLAには相応する小海区の捕獲履歴データと資源量データが必要である。

3.5.1 CLA に用いた捕獲データ

文書 RW/A24/09 に基づき、1906～2023年の3つの小海区の捕獲履歴データを表4に示す。2024年の捕獲数は2023年と同じであると仮定した。

表4. 様々な小海区における、北太平洋イワシクジラのW系群とE系群のベスト捕獲シリーズ

境界線	東経 170 度線				経度 180 度線				西経 170 度線			
系群	W 系群		E 系群		W 系群		E 系群		W 系群		E 系群	
サブエリア	1a		1b+1c+2		1a+1b		1c+2		1a+1b+1c		2	
年度	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1906	8	8	0	0	8	8	0	0	8	8	0	0
1907	21	22	0	0	21	22	0	0	21	22	0	0
1908	49	52	0	0	49	52	0	0	49	52	0	0
1909	28	30	0	0	28	30	0	0	28	30	0	0
1910	51	54	0	0	51	54	0	0	51	54	0	0
1911	106	111	0	0	106	111	0	0	106	111	0	0
1912	76	79	0	0	76	79	0	0	76	79	0	0
1913	115	121	2	1	115	121	2	1	115	121	2	1
1914	89	94	11	8	89	94	11	8	89	94	11	8
1915	272	285	0	0	272	285	0	0	272	285	0	0
1916	144	151	14	11	144	151	14	11	144	151	14	11
1917	195	203	85	62	195	203	85	62	195	203	85	62
1918	289	302	77	57	289	302	77	57	289	302	77	57
1919	441	461	46	35	441	461	46	35	441	461	46	35
1920	147	154	103	78	147	154	103	78	147	154	103	78
1921	188	197	0	0	188	197	0	0	188	197	0	0
1922	91	96	1	1	91	96	1	1	91	96	1	1
1923	204	213	31	23	204	213	31	23	204	213	31	23
1924	261	271	71	31	261	271	71	31	261	271	71	31
1925	183	191	37	36	184	195	36	32	184	195	36	32
1926	213	219	23	29	213	220	23	28	213	220	23	28
1927	211	218	5	2	211	218	5	2	211	218	5	2
1928	112	117	13	13	112	117	13	13	112	117	13	13
1929	152	149	43	33	152	149	43	33	152	149	43	33
1930	171	178	51	37	171	178	51	37	171	178	51	37
1931	140	146	0	0	140	146	0	0	140	146	0	0
1932	130	134	0	0	130	134	0	0	130	134	0	0
1933	131	134	1	0	131	134	1	0	131	134	1	0
1934	108	111	1	2	108	111	1	2	108	111	1	2
1935	145	152	0	0	145	152	0	0	145	152	0	0
1936	130	134	0	0	130	134	0	0	130	134	0	0
1937	158	162	1	1	158	162	1	1	158	162	1	1
1938	192	201	0	0	192	201	0	0	192	201	0	0
1939	237	248	0	0	237	248	0	0	237	248	0	0
1940	159	164	0	0	159	164	0	0	159	164	0	0

1941	245	251	0	0	245	251	0	0	245	251	0	0
1942	115	119	0	1	115	119	0	1	115	119	0	1
1943	162	161	1	1	162	161	1	1	162	161	1	1
1944	338	343	1	1	338	343	1	1	338	343	1	1
1945	30	32	0	0	30	32	0	0	30	32	0	0
1946	186	261	0	0	186	261	0	0	186	261	0	0
1947	180	248	0	3	180	248	0	3	180	248	0	3
1948	270	275	1	1	270	275	1	1	270	275	1	1
1949	388	368	3	1	389	368	2	1	389	368	2	1
1950	144	183	10	14	144	183	10	14	144	183	10	14
1951	235	225	5	0	235	225	5	0	235	225	5	0
1952	376	417	22	8	381	420	17	5	381	420	17	5
1953	398	335	3	12	399	335	2	12	399	335	2	12
1954	438	353	107	84	447	361	98	76	453	365	92	72
1955	284	283	85	56	284	284	85	55	284	284	85	55
1956	541	446	14	26	542	447	13	25	543	447	12	25
1957	297	338	96	108	300	341	93	105	354	385	39	61
1958	364	508	165	211	392	544	137	175	502	680	27	39
1959	656	522	182	153	676	542	162	133	707	573	131	102
1960	296	253	162	121	316	264	142	110	332	286	126	88
1961	338	325	66	42	357	332	47	35	377	339	27	28
1962	459	441	527	394	464	444	522	391	464	444	522	391
1963	608	597	727	508	608	597	727	508	608	597	727	508
1964	416	418	1,615	1,162	418	418	1,613	1,162	697	669	1,334	911
1965	299	211	1,496	1,182	449	354	1,346	1,039	602	503	1,193	890
1966	236	288	1,791	1,384	448	462	1,579	1,210	908	836	1,119	836
1967	867	714	1,965	1,500	1,821	1,435	1,011	779	2,581	2,018	251	196
1968	1,382	1,020	1,431	1,121	2,319	1,784	494	357	2,373	1,821	440	320
1969	944	574	1,699	1,567	1,455	1,065	1,188	1,076	1,739	1,311	904	830
1970	525	522	1,461	1,308	864	839	1,122	991	989	954	997	876
1971	337	299	1,002	1,093	965	1,025	374	367	1,032	1,099	307	293
1972	284	251	868	908	888	885	264	274	916	915	236	244
1973	319	275	665	597	574	502	410	370	619	543	365	329
1974	157	175	458	490	237	256	378	409	238	258	377	407
1975	58	51	202	197	149	136	111	112	183	169	77	79
2001	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2002	16	24	0	0	16	24	0	0	16	24	0	0
2003	23	27	0	0	23	27	0	0	23	27	0	0
2004	47	53	0	0	47	53	0	0	47	53	0	0
2005	51	49	0	0	51	49	0	0	51	49	0	0
2006	49	52	0	0	49	52	0	0	49	52	0	0

2007	54	46	0	0	54	46	0	0	54	46	0	0
2008	44	56	0	0	44	56	0	0	44	56	0	0
2009	47	54	0	0	47	54	0	0	47	54	0	0
2010	43	57	0	0	43	57	0	0	43	57	0	0
2011	55	41	0	0	55	41	0	0	55	41	0	0
2012	44	56	0	0	44	56	0	0	44	56	0	0
2013	44	56	0	0	44	56	0	0	44	56	0	0
2014	38	52	0	0	38	52	0	0	38	52	0	0
2015	29	62	0	0	29	62	0	0	29	62	0	0
2016	38	52	0	0	38	52	0	0	38	52	0	0
2017	63	71	0	0	63	71	0	0	63	71	0	0
2018	63	71	0	0	63	71	0	0	63	71	0	0
2019	5	20	0	0	5	20	0	0	5	20	0	0
2020	9	16	0	0	9	16	0	0	9	16	0	0
2021	5	20	0	0	5	20	0	0	5	20	0	0
2022	10	15	0	0	10	15	0	0	10	15	0	0
2023	10	15	0	0	10	15	0	0	10	15	0	0
Total	19,307	18,609	17,446	14,714	24,183	23,070	12,570	10,253	26,711	25,249	10,042	8,074

3.5.2 CLA に用いた資源量推定値

セクション 3.2 で記述したとおり、目視調査に基づく資源量推定値が算出された。文書 RW/A24/07 は各調査ブロック(図 8)の資源量推定値を示している。小海区の資源量推定値は、小海区内の調査ブロックの資源量推定値を合計して算出された。小海区に一部しか含まれない調査ブロックについては、資源量は面積に比例すると仮定し、当該部分の資源量が算出された。

小海区の資源量推定値を表 5 に示す。

表 5. 3 つの小海区の CLA に用いた資源量推定値。95%CL: 95%信頼区間、LL: 下限、UL: 上限。

小海区	年	P	CV	95%CILL	95%CIUL
i)	2009	53,084	0.395	25,168	111,965
	2020	33,016	0.175	23,490	46,405
ii)	2008	26,508	0.380	12,905	54,450
	2020	24,620	0.219	16,108	37,629
iii)	2008	19,235	0.500	7,621	48,550
	2020	15,455	0.160	8,661	27,577

小海区 i)、ii)、iii)における第 2 期の資源量の点推定値(33,016 頭、24,620 頭、15,455 頭)は第 1 期の点推定値(53,084 頭、26,508 頭、19,235 頭)よりも低い。第 1 期の資源量に対する第 2 期の資源量の比率は、各小海区でそれぞれ 0.62(95%信頼区間[0.28, 1.40])、0.93(95%信頼区間[0.41, 2.11])、0.80(95%信頼区間[0.31, 2.11])と推定されるため、両者の差は統計的に有意ではない。

3.5.3 CLA の結果

CLAを3つの小海区に適用した結果を表6に示す。表4に示すように、2019～2023年における実際のメスの性比は68.8%であったため、性比による調整を行った。

表 6. チューニングレベルを 0.6 とした CLA に基づく北西太平洋イワシクジラの小海区別の捕獲可能性

チューニング レベル	小海区	系群境界	捕獲可能性
0.6	i)	サブエリア 1a+ 1b + 1c	西経 170 度
	ii)	サブエリア 1a + 1b	経度 180 度
	iii)	サブエリア 1a	東経 170 度

3.6 不確実性に関する試験(IST)

3.6.1 コンディショニング

以下の説明は、Allison and de Moor (2020)の説明の繰り返しである。イワシクジラのISTの場合には、ニタリクジラのISTの場合と異なり、モデルに当てはめる混合率は存在しない。上記のモデルの「フリー」パラメータは、各系群の初期(捕鯨業以前)資源量である。これらの「フリー」パラメータの値を選択するプロセスは、コンディショニングとして知られている。コンディショニングのプロセスでは、最初に以下のステップ(a)で詳述する100セットの「ターゲット」データを生成した後、そのそれぞれに(ブートストラップ法の考え方)で個体群モデルを当てはめる。 t 年開始時のサブエリア k の個体数は、初期個体群資源量の初期値から算出され、次に2024年までオペレーティングモデルで将来予測をし、生成されたデータと比較するために、系群別の資源量の値を得る。

(a) 調査海区域の過去の資源量の「ターゲット」値は、次式を用いて生成される：

$$P_t^E = O_t^E \exp\{\mu_t^E - (\sigma_t^E)^2/2\}; \mu_t^E \sim N[0; (\sigma_t^E)^2]$$

P_t^E は t 年の調査海区 E の資源量

O_t^E は t 年の調査海区 E における実際の調査に基づく推定値(表7)

σ_t^E は O_t^E の CV(表 7)

コンディショニングに使用した過去の資源量推定値

資源量推定値とそれに関連する CV を表 7 に示す。IST で使用する W 系群の資源量推定値を算出するために、表 5 の資源量推定値を目視調査の海域カバー率で除した。

表 7. 北太平洋イワシクジラの資源量推定値(コンディショニングに用いた W 系群と E 系群の内訳)。AC (%)は、目視調査の海域カバー率を示す。表 5 の資源量推定値を海域カバー率で除した。

境界	W 系群				E 系群		
	年	AC (%)	P	CV	年	P	CV
西経 170 度	2009	82.0%	64,763	0.395	2011	34,286	0.329
	2020	82.7%	39,935	0.175	2020	22,913	0.241
経度 180 度	2008	78.2%	33,894	0.379	2011	60,862	0.330
	2020	79.1%	31,140	0.220	2020	31,309	0.250
東経 170 度	2008	72.3%	26,620	0.500	2011	68,134	0.301
	2020	73.3%	21,072	0.160	2020	40,474	0.202

IST のためのサブエリア別捕獲履歴

文書 RW/A24/09 において、性別及びサブエリア別の「ベスト」及び「ハイ」捕獲シリーズが生成された。「ベスト」捕獲シリーズは上記の表 4 に示されている。表 8 は、1962 年、1963 年、1967 年の「ハイ」捕獲シリーズを示しており、「ベスト」捕獲シリーズとは異なる。

表8. 東経170度線、経度180度線、西経170度線という3つの代替的な系群境界を用いた場合の、1962 年、1963年、1967年の北太平洋イワシクジラのW系群及びE系群のハイ捕獲シリーズ。その他の年の捕獲量は表4と同じである。

境界線	東経 170 度線				経度 180 度線				西経 170 度線			
系群	W 系群		E 系群		W 系群		E 系群		W 系群		E 系群	
サブエリア	1a		1b+1c+2		1a+1b		1c+2		1a+1b+1c		2	
年度	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1962	614	589	354	264	619	592	349	261	619	592	349	261
1963	632	620	699	489	632	620	699	489	632	620	699	489
1967	868	714	1,964	1,500	1,822	1,435	1,010	779	2,582	2,018	250	196

3.6.2 試験

ISTでは、様々な試験シナリオとそれに相応するオペレーティングモデルを通じて、不確実性を考慮している。

試験シナリオ

表9は試験で考慮された要素の一覧であり、表10は北太平洋イワシクジラについて検討したISTの試験一覧である。全ての要素において最良の値／データシリーズのみがインプットとして用いられたため(表

9参照)、表10ではSE01-1とSE01-4試験に高い妥当性が割り当てられた。以下、この2つの試験を「ベースケース試験」と呼ぶ。

表 9. 北太平洋イワシクジラの *IST* で考慮された要素。太字の値はベースラインの値である。

要素	考慮された値
西部系群の東側境界	東経 170 度、経度 180 度、 西経 170 度
<i>MSYR</i>	1% (1 歳以上個体群)、4%(成熟個体群)
捕獲シリーズ	ベスト 、ハイ
<i>g</i> (0)	1 、ベースライン

表 10. 北西太平洋イワシクジラの *IST* の試験一覧

試験番号	系群境界	<i>MSYR</i> *1	<i>g</i> (0)	捕獲シリーズ	試験の重み
SE01-1	西経 170 度	1	ベースライン	ベスト	H
SE01-4	西経 170 度	4	ベースライン	ベスト	H
SE02-1	東経 170 度	1	ベースライン	ベスト	M
SE02-4	東経 170 度	4	ベースライン	ベスト	M
SE03-1	経度 180 度	1	ベースライン	ベスト	M
SE03-4	経度 180 度	4	ベースライン	ベスト	M
SE04-1	西経 170 度	1	ベースライン	ハイ	M
SE04-4	西経 170 度	4	ベースライン	ハイ	M
SE05-1	西経 170 度	1	1	ベスト	M
SE05-4	西経 170 度	4	1	ベスト	M

*1: *MSYR* =1%は 1 歳以上の個体群に関連しており、*MSYR*=4%は成熟個体群に関連している。

3.6.3 管理方策バリエーション

管理方策バリエーションは 3 つある。全てのバリエーションにおいて、捕鯨はサブエリア 1a 内の日本の領海及び EEZ で行われることが留意されている。

V1: サブエリア 1a、1b、1c を小海区とする。

V2: サブエリア 1a と 1b を小海区とする。

V3: サブエリア 1a を小海区とする。

比較のため、商業捕獲を行わない管理方策バリエーション(V0)も検討する。管理方策バリエーション間で、資源保存に関するパフォーマンスを比較した。

3.6.4 将来の調査計画

将来の調査は北西太平洋と北東太平洋で実施される。サブエリア 1a、1b、1c、2は、サブエリア全体を 1 年で調査することはできないため、それぞれ 2 ブロック、2 ブロック、2 ブロック、3 ブロックに分割されている。各サブエリアは 6 年ごとに 1 回調査される。これら 4 つのサブエリアには他の沿岸国の EEZ が含まれており、これらの EEZ 内での調査実施については、当該沿岸国の許可を得ることが条件となる。表 11 に、2023 年から 2028 年までの暫定的な将来調査計画を示す。試験ではこのパターンが 6 年ごとに繰り返される。表 11 の空白のセルは、少なくともイワシクジラについては調査が計画されていないことを意味する。例えば、2027 年の北西太平洋のセルは、北緯 30 度以南でニタリクジラの調査が計画されているため空白である。ダブルプラットフォーム調査(すなわち、IO プラットフォームの使用)は、表 11 に掲載されている全ての目視調査で計画されている。

サブエリアにおける将来の資源量推定値は、CLAで使用するため、以下の仮定に基づいて生成される。サブエリア1aでは、6年ごとに2年目のタイムスタンプで1つの資源量推定値が得られると仮定する。同様に、サブエリア1b、1c、2では、6年ごとにそれぞれ5年目、4年目、3年目のタイムスタンプで1つの資源量推定値が得られると仮定する。複数のサブエリアの資源量推定値にタイムスタンプが必要な場合には、サブエリア1aと2がサブエリア1bや1cよりもはるかに大きいことを踏まえ（図7）、タイムスタンプの計算でサブエリア1a及び2が調査された年を2倍にする。

表 11. *IST* で想定される北太平洋イワシクジラの暫定的な将来調査計画。同じパターンが6年ごとに繰り返されると仮定している。

年	サブエリア1a	サブエリア1b	サブエリア1c	サブエリア2
	東経170度以西	東経170度～経度180度	経度180度～西経170度	西経170度以东
2023	Yes ^{*1}		Yes	Yes
2024	Yes			
2025		Yes		
2026				Yes
2027				Yes
2028		Yes	Yes	

*1: サブエリア1aの西部での調査は2023年に実施される予定であったが、実際には2022年に実施された。

注: 将来の調査の実施は、予算の確保と沿岸国からの許可次第である。

3.6.5 コンディショニングの結果

以下の結果は、ベースケース試験SE01-1及びSE01-4についてプロットしたものである。感度試験SE02-1、SE02-4、SE03-1、SE03-4についてもプロットしたが、これは試験で仮定した系群境界によってプロットが大きく異なるためである（図9と10）。試験SE04とSE05のプロットはSE01のプロットと類似しているため、それらのプロットは省略した。

(1) サブエリア別の1歳以上個体群のプロット

1歳以上の個体群の決定論的結果（赤線）、中央値、90%信頼区間。資源量推定値(x)はサブエリア別に90%信頼区間と併せて示している。

(2) 系群別の個体群内の成熟雌のプロット

同じスケールで示した系群別の成熟雌資源量の決定論的結果（赤線）、中央値、90%信頼区間。

(3) 最初の10回分の個々の個体群動態を表示したサブエリア別の1歳以上の個体群のプロット

(1)と同様であるが、中央値と90%信頼区間ではなく、最初の10回分の個々の動態を示した。

サブエリア別の個体群動態のプロットは、モデルの推定値が過去の資源量データとかなり一致していることを示している。

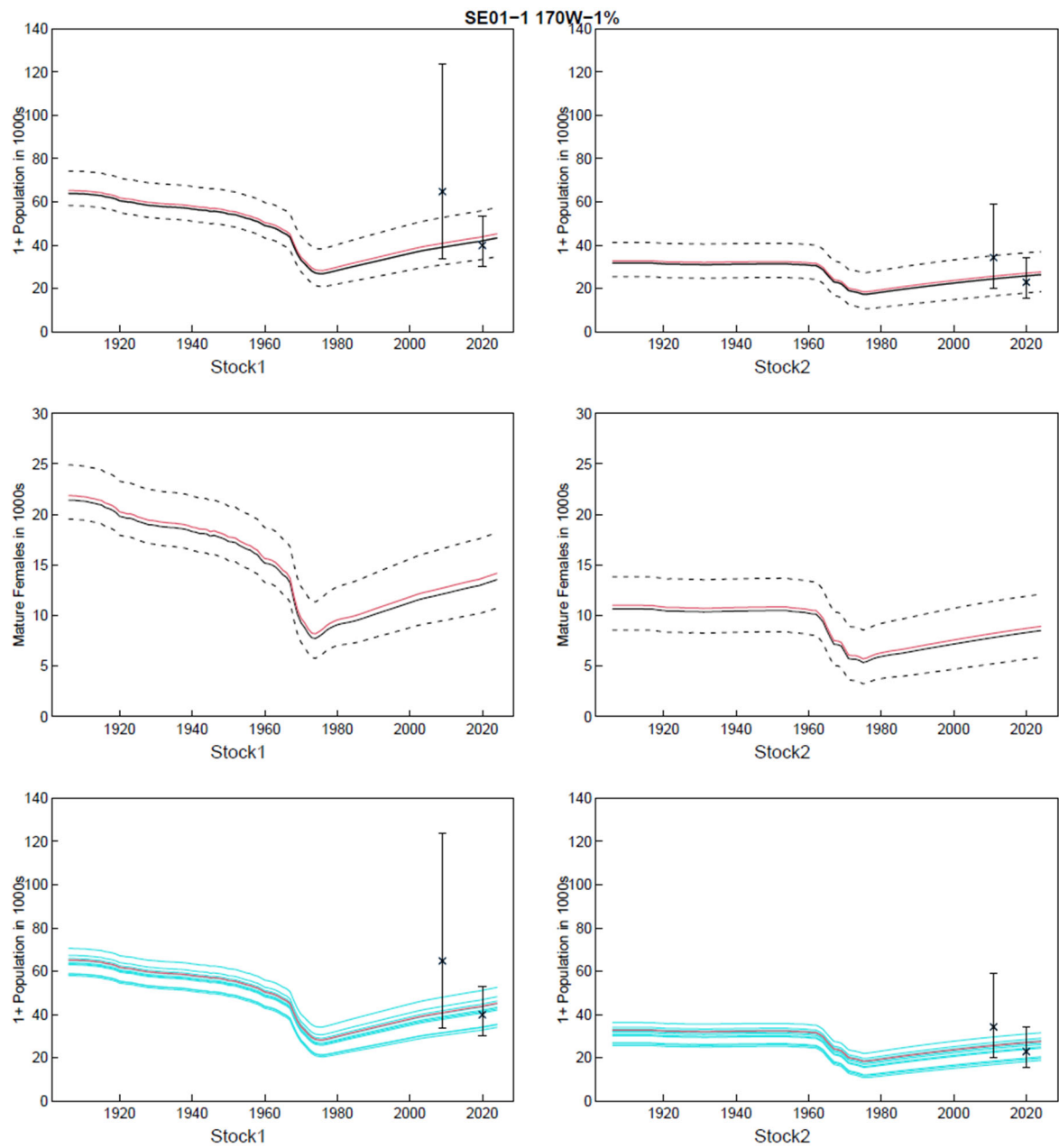


図 9. コンディショニングの結果を示すプロット。(1)サブエリア別の 1 歳以上個体群のプロット、(2)系群ごとの成熟雌個体群のプロット、(3)ベースケース試験 SE01-1 及び SE01-4 の最初の 10 回分の動態を用いたサブエリア別の 1 歳以上個体群のプロット。系群 1=W 系群、系群 2=E 系群。

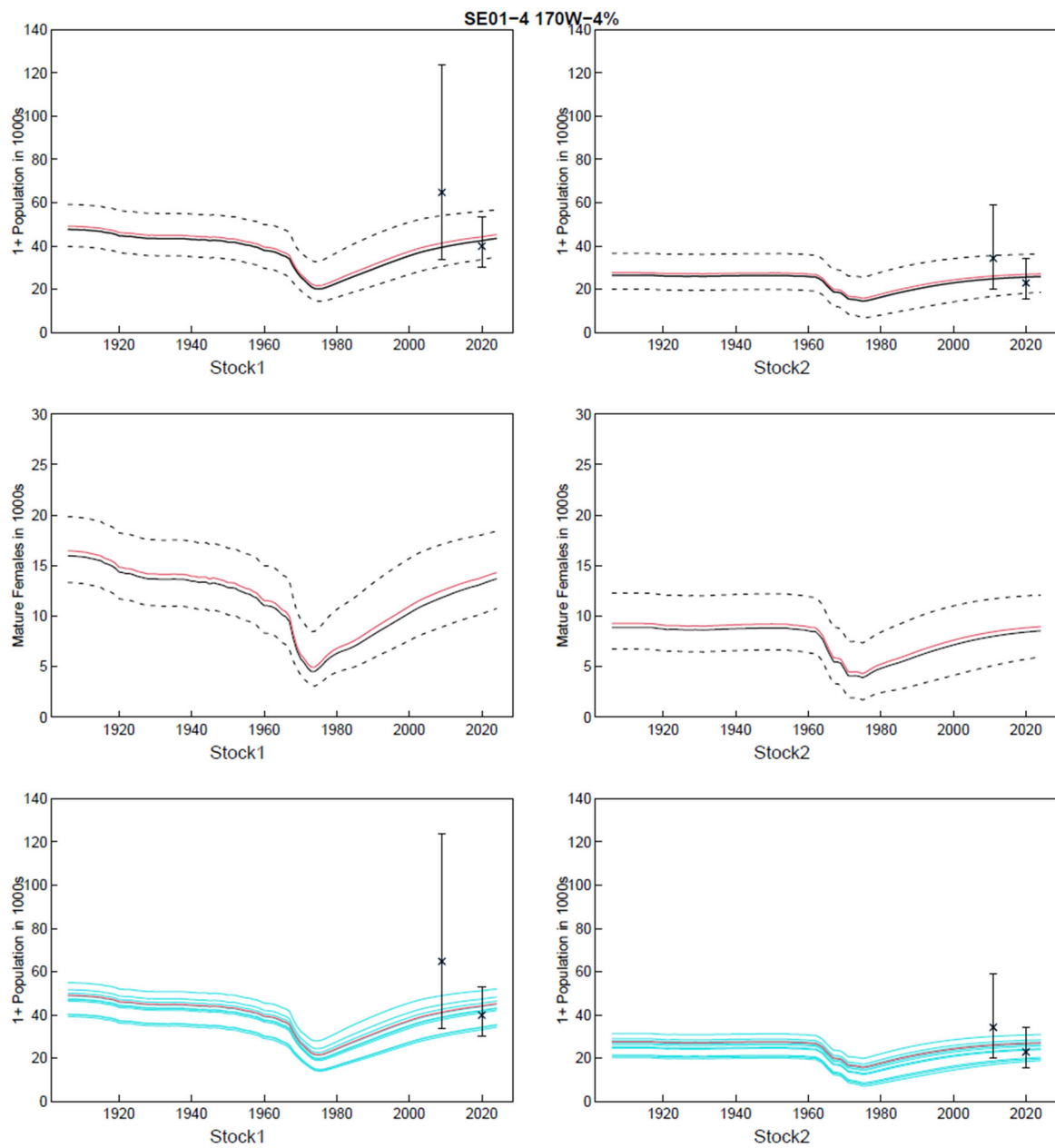


図 9. (続き)

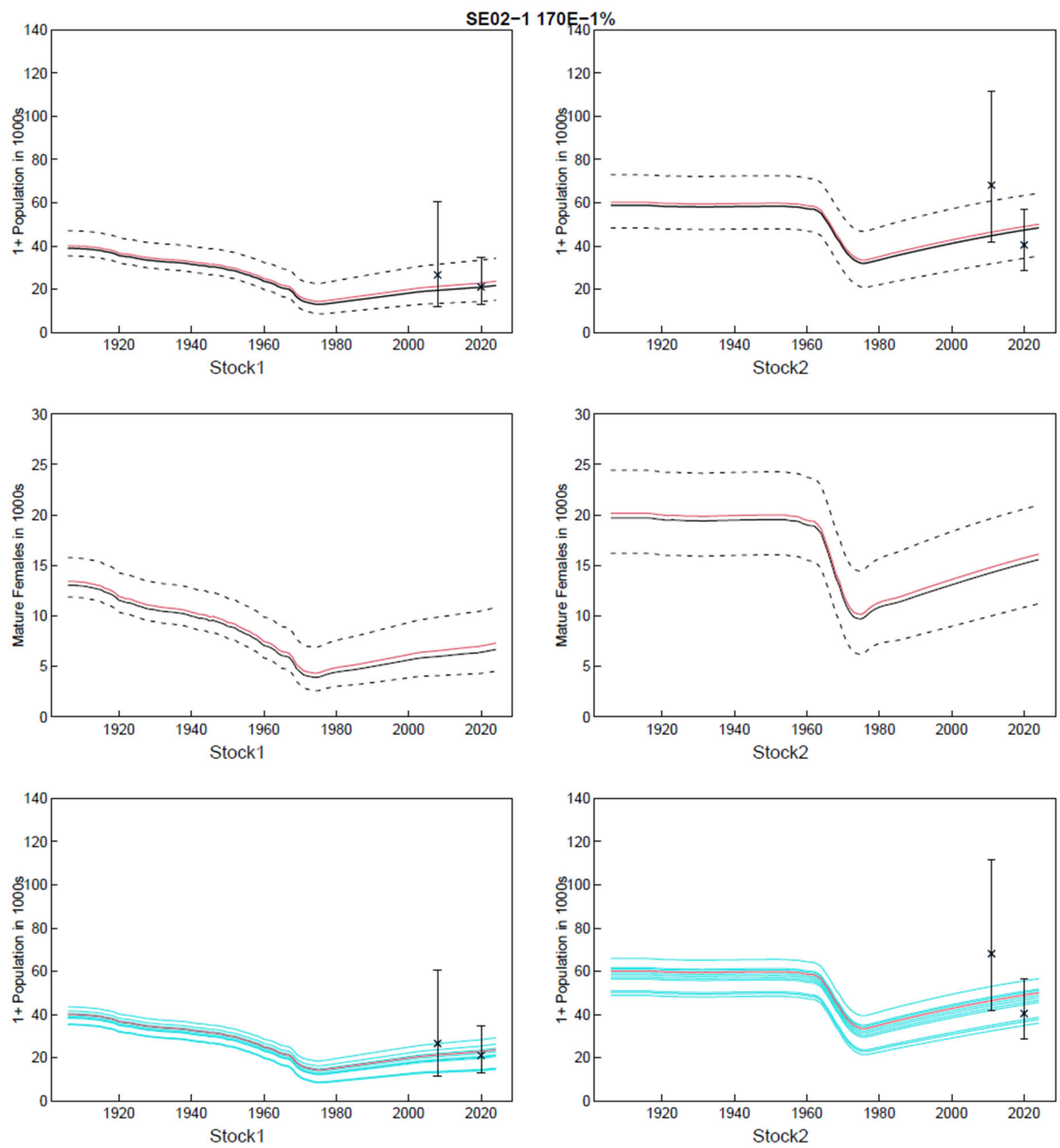


図 10. 感度試験 SE02-1、SE02-4、SE03-1、SE03-4 に関する図 9 と同じプロット。系群 1=W 系群、系群 2=E 系群。

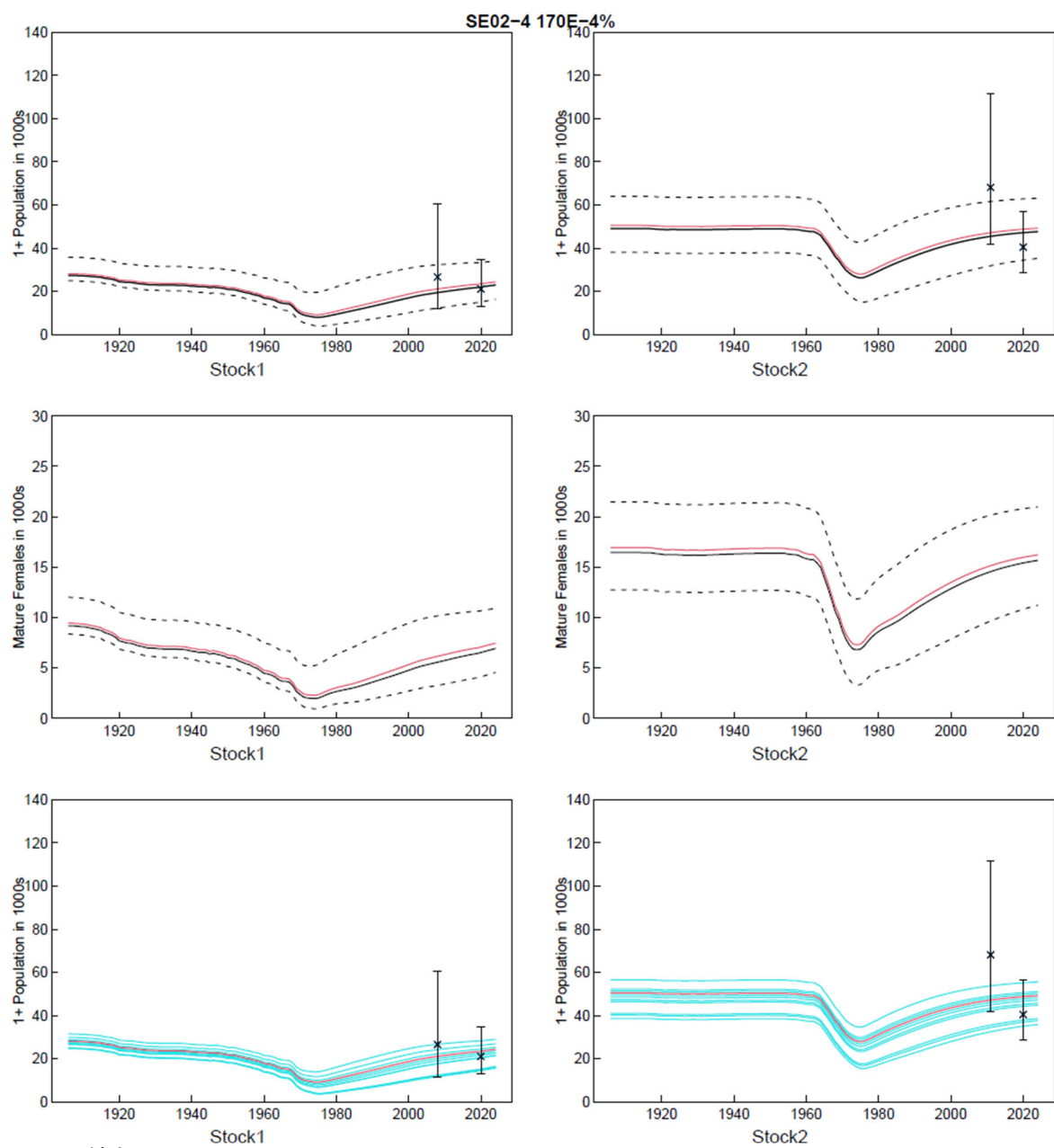


図 10. (続き)

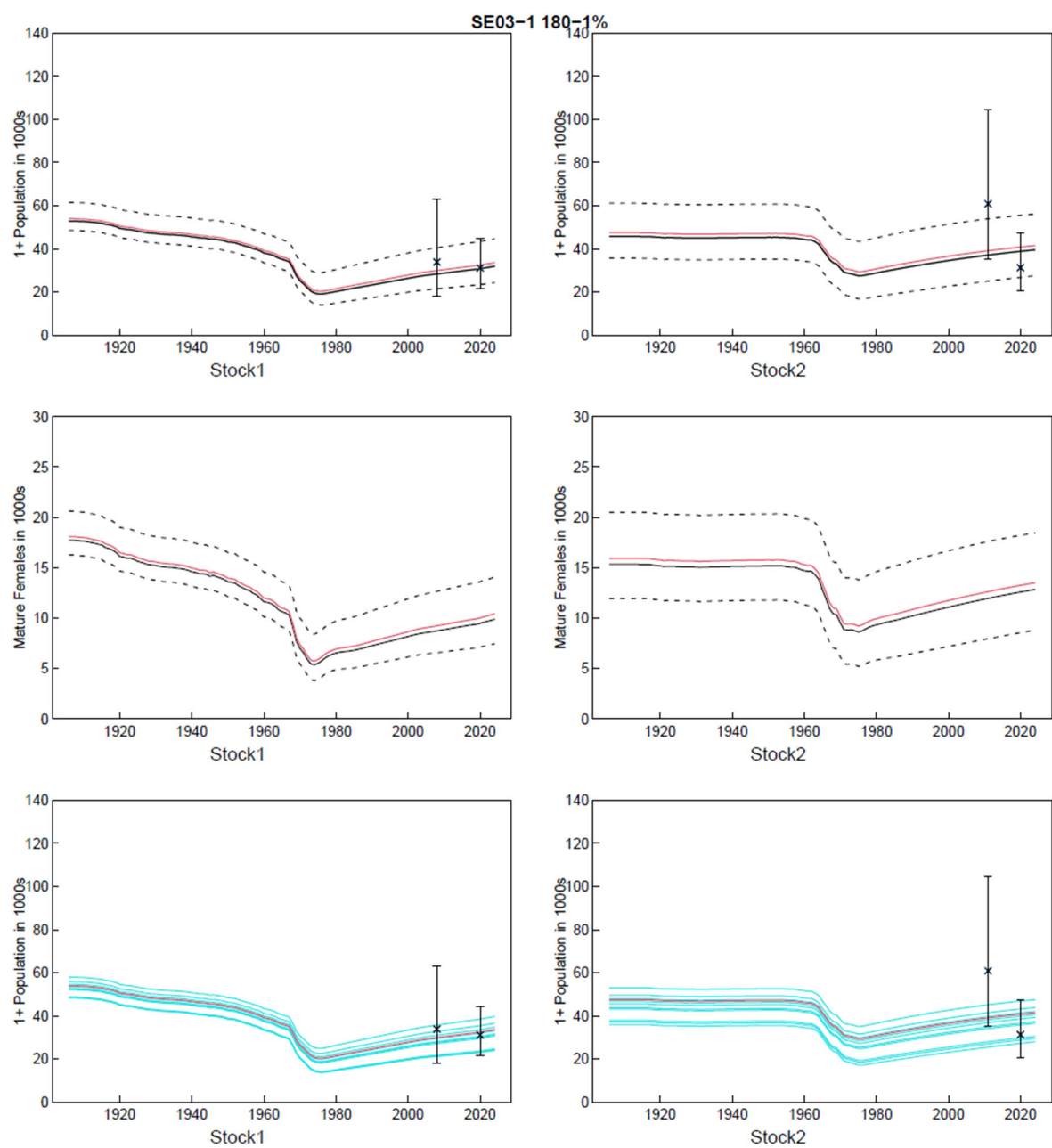


図 10. (続き)

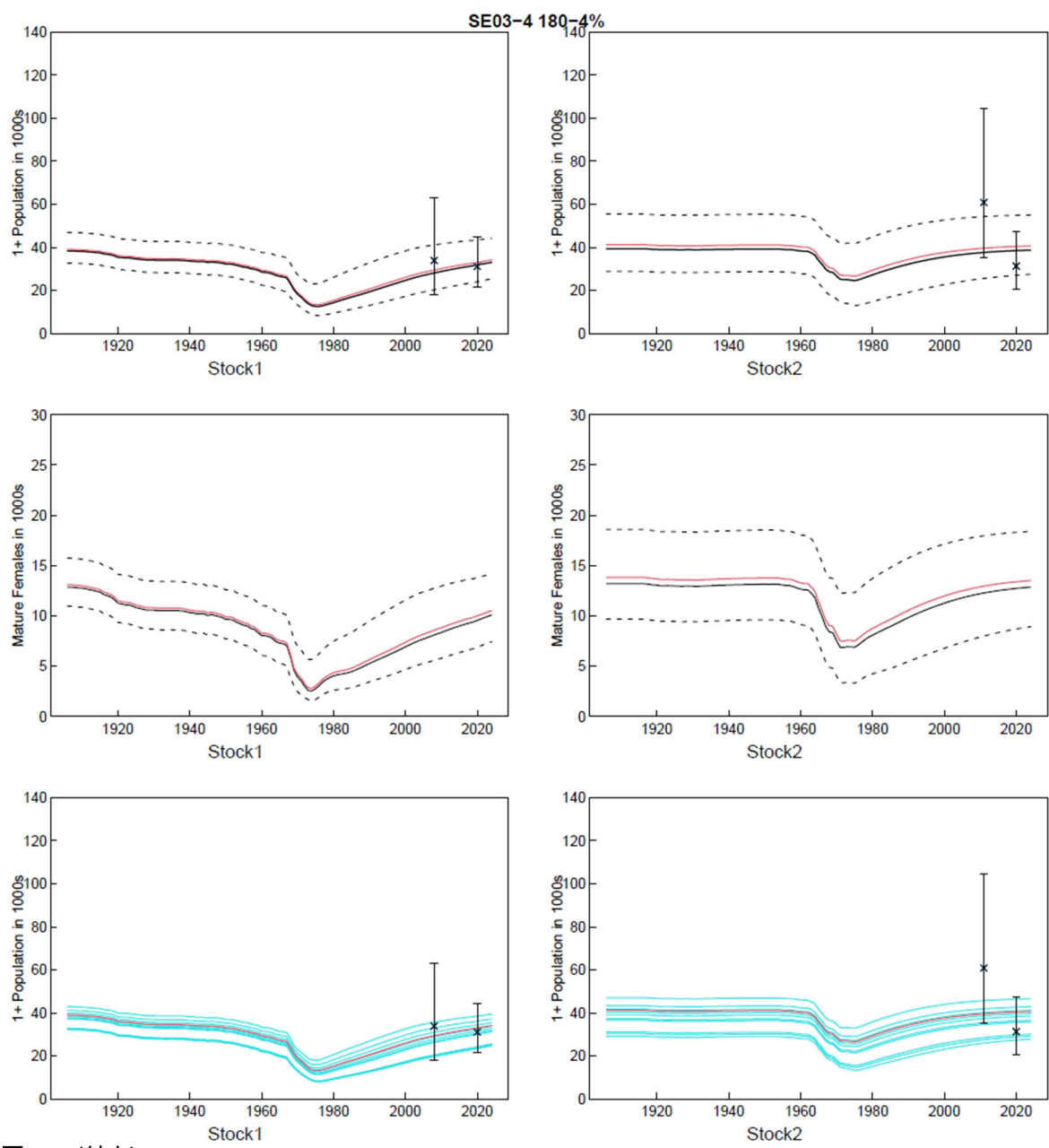


図 10. (続き)

3.6.6 試験の結果

このIWC-RMPのようなアプローチについては、許容可能なパフォーマンスに関わる2つの指標がある。すなわち、当該管理方式(MP)の下での100年間の予測期間終了時の最終的な枯渇率(P-fin)と最小枯渇率(P-min、それぞれの試験における、これらの100年間の予測期間の、個体数の偶発的な捕獲しかない場合(イワシクジラの場合、そのような捕獲は非常に少ない)の個体数に対する比率の最小値として定義される)である。より困難な $MSYR=1\%$ の試験で「許容可能なパフォーマンス」を達成すれば、より高い $MSYR$ 値の試験でもこれらの要件を満たすことになるため、 $MSYR=1\%$ の試験においてのみ「許容可能なパフォーマンス」の達成が要求される。2つの系群について、P-fin及びP-minの下限の5%点が、 $MSYR=1\%$ での試験と3つの管理方策バリエーションの全ての組み合わせで算出された(図11)。

IWC(2012c)は、管理方策バリエーションの「acceptability(許容可能性)」を次のように正式に定義付けている。P-fin又はP-minの下限5%点は、図11の点線、すなわち(本MPに適用されるのと同じく)チューニングレベルが0.6のMPに関する「同等の」単一系群試験の相応する結果を反映している点線を上回らねばならない。

図11が示しているように、バリエーション1～3のうち、系群S1(W系群)と系群S2(E系群)の $MSYR(1+)=1\%$ の全ての試験において、2つのパフォーマンス指標がともに点線を上回っているのはV3のみである。したがって、バリエーション1～3のうち、V3のみが許容可能である。

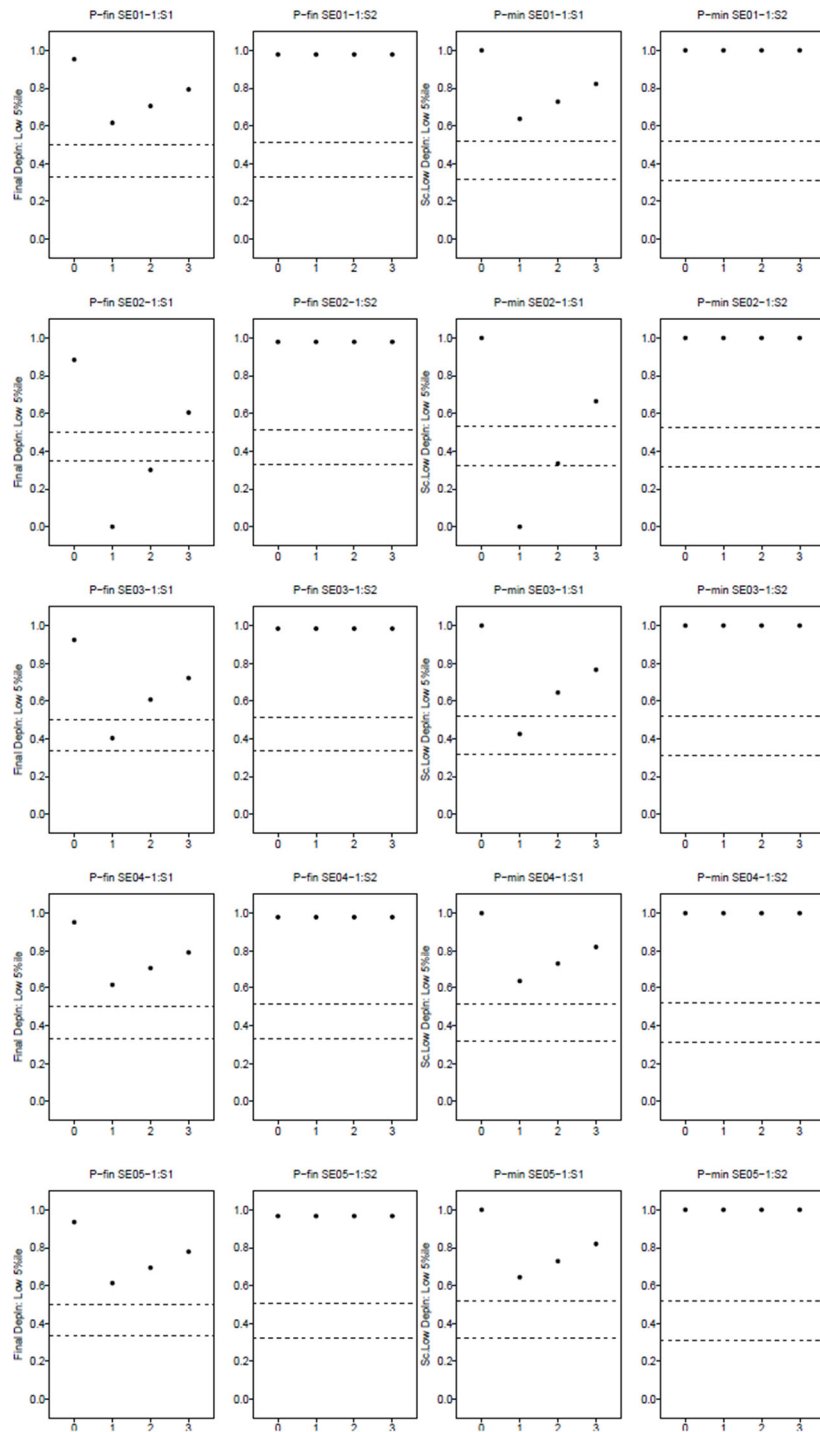


図 11. $MSYR(1+)=1\%$ の 4 つの RMP バリエントである V0、V1、V2、V3 のパフォーマンスに関するサマリープロット。バリエント V0～V3 はそれぞれ横軸上で 0、1、2、3 と表示されており、プロット図の黒丸は結果を示している。上の点線より上の黒丸が「許容可能」なパフォーマンス、上の点線と下の点線の間の黒丸が「ボーダーライン(境界線上の)」パフォーマンス、下の点線より下の黒丸が「許容不能」なパフォーマンスである。S1 は W 系群、S2 は E 系群を表す。P-fin と P-min は 2 つのパフォーマンス指標である(詳細は本文を参照)。

3.7 捕鯨と将来の生物学的調査

セクション3.6.6で述べたように、管理方策バリエーションV3は許容可能であり、このバリエーションが推奨される。

CLAで使用するために、さらなる資源量推定値を提供する将来の目視調査は、セクション3.6.4で示したオプションに従って実施する。捕獲された鯨類の生物学的データや標本の採集は、捕獲対象系群のモニタリングや、将来の試験で検討するシナリオの仕様を改良するために実施される。

4. 北西太平洋ニタリクジラ

4.1 系群構造と小海区の定義

4.1.1 最新の遺伝学的研究の要約

2019 年以降に採集された遺伝学的標本が利用可能になったことで、管理目的で小海区を定義するため 2019 年に採用された系群構造仮説の妥当性を検証できるようになった。そのため、北太平洋ニタリクジラの系群構造分析は、2019～2022 年に採集された 759 個の新たな遺伝学的標本を元のサンプルセット (JRT, 2019) に追加することで更新された。また、今回は sPCA (Jombart 他, 2008) を用いた。最新の遺伝学的分析の詳細は、文書 RW/A24/04 に記載されている。

背景

2019 年に発表された以前の系群構造分析は、図 12 の海域の定義と 1979～2016 年に採集された標本に基づいていた。その結果によれば、サブエリアでは系群が弱く分化しており、1 つの系群はサブエリア 1 に、もう 1 つの系群はサブエリア 2 に存在し、サブエリア 1E では混合している可能性がある。この系群構造仮説は、IWC SC が採用した仮説 (仮説 2 と仮説 5, Allison and de Moor, 2020) と一致するものであった。

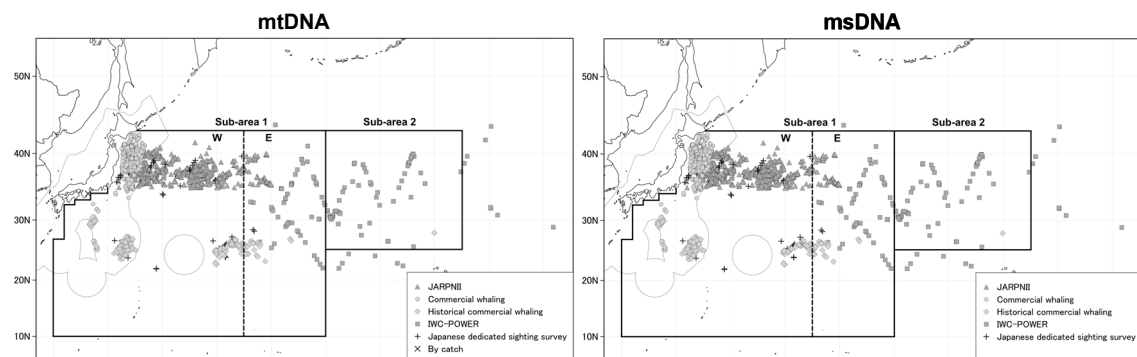


図 12. mtDNA と msDNA の分析の更新に使用された標本の採集場所。実線と点線は、IWC SC による北太平洋ニタリクジラの RMP 実施レビュー (Allison and deMoor, 2020) の際に用いられたサブエリアの定義を示す。

新たな遺伝学的標本と分析用データセット

2019～2022 年に合計 759 個の標本が採集された。内訳は、日本の EEZ 内での商業捕鯨から得られた標本 ($n=748$)、IWC-POWER 調査から得られた生検標本 ($n=5$)、日本の目視専門調査から得られた生検標本 ($n=6$) である。それらから DNA を抽出し、17 の msDNA 遺伝子座について遺伝子型を決定し、部分的な mtDNA 調節領域の配列も決定した。次に、遺伝子型決定と配列決定に成功した標本を、Tamura 他. (2019) の付録 6 で使用されたオリジナルの標本セットに追加した。母親と一緒にサンプリングされた 22 頭の子クジラと 4 つの再サンプリング標本を除外した結果、合計 1,953 個の mtDNA 配列と 1,931 個の msDNA 遺伝子型が最終データセットとして作成された。標準的な系群構造分析のために、このデータセットは 3 つのサブエリア (すなわち、サブエリア 1W、1E、2; 表 12 と図 12) に分割

された。

表 12. 北太平洋ニタリクジラの mtDNA/msDNA 分析に用いられた標本数のサブエリア別及び標本ソース別内訳

サブエリア	JARPNII (2000-2016)	商業捕鯨 (2019-2022)	歴史的 商業捕鯨 (1979-1984)	IWC-POWER (2013-2021)	目視専門 調査 (2012-2022)	混獲 (2010)	計
1W	743 / 742	748 / 748	186 / 164		59 / 59	1 / 0	1,737 / 1,713
1E	59 / 59		26 / 28	53 / 53	2 / 2		140 / 142
2			1 / 1	75 / 75			76 / 76
全体	802 / 801	748 / 748	213 / 193	128 / 128	61 / 61	1 / 0	1,953 / 1,931

分析のアプローチ

標準的な系群構造分析

mtDNA と msDNA の両データを用いて、要約統計量とペアワイズ F_{ST} 推定値の計算、及び異質性検定を行った。

空間明示的解析

遺伝的変異性の空間的パターンを調査するために、sPCA 分析を行った。遺伝的統計量(すなわち、sPCA のグローバルスコア、ヘテロ接合度の期待値、近交係数、ハプロタイプ多様度)を用いて、経度クラインに沿って遺伝的変異性の変化の可能性も調べた。

混合率

(1)東経 165 度～経度 180 度、(2)東経 160 度～東経 175 度、(3)東経 170 度～西経 175 度という 3 つの想定混合海区の混合率とその標準誤差を、mtDNA ハプロタイプ頻度データに基づき、ベイズ法 (Punt, 2003)を用いて調べた。

遺伝学的分析の結果と結論

主な結果は以下の通りである。

- 1,953 頭のニタリクジラの mtDNA 調節領域配列は 52 のハプロタイプを示し、ハプロタイプ多様度とヌクレオチド多様度はサブエリア間で同程度であった。
- 17 の msDNA 遺伝子座におけるヘテロ接合度の期待値と観察値はサブエリア間で同程度であった。EV94 の遺伝子型決定エラーによるものとみられる逸脱を除き、ハーディー・ワインベルグ平衡(HWE)からの有意な逸脱は観察されなかった。
- ペアワイズ F_{ST} 推定値は概して低く、調査海域全体で遺伝的分化の度合いが低いことを示唆している。mtDNA と msDNA のいずれにおいても、最大の推定値はサブエリア 1W と 2 の間で、最小の推定値は 1W と 1E の間で、中間の推定値は 1E と 2 の間で観察された。
- 異質性検定の結果、mtDNA では 3 組のサブエリア全てで、msDNA では 2 組のサブエリア(1W と 2 及び 1E と 2)で有意差が認められ、少なくともサブエリア 1W と 2 の間で明確な遺伝的分化があることが示唆された(以下、それぞれ「系群 1」、「系群 2」と呼ぶ)。
- sPCA の散布図を見ると、3 つのサブエリアの個々のプロットは広範囲に重なっており、sPCA では 3 つのサブエリアを明確に区別できなかった(図 13)。これは、過去の研究で行われた主成分判別分析の結果と大きく異なるものではない。
- 経度クラインに沿った遺伝的統計量によると、遺伝的変異性は東経 165 度～経度 180 度の海域内で徐々に変化しており、これはサブエリア 1E 周辺で系群 1 と系群 2 の地理的混合が起きていることを示唆する。

- 3つの想定混合海区のいずれにおいても、ターゲット混合率では系群1の推定混合率の方が一貫して大きく、混合海区がわずかに西に移動しても(東経160度～東経175度)、あるいは東に移動しても(東経170度～西経175度)、系群1の方が混合海区への影響が大きいことを示唆している。

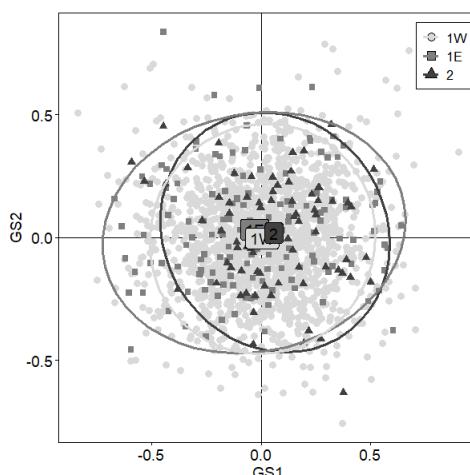


図 13. 3つのサブエリアで採集した北太平洋ニタリクジラの 1,931 体の標本について sPCA を実施した場合の、1つ目と2つ目のグローバルスコアの散佈図。

本研究の結果はいずれも仮説5を支持しているが、サブエリア1Wと1Eの間の msDNA 分化が有意ではないことや、両マーカーについてこの2つのサブエリア間の遺伝的分化の度合いが低いことを考えると、仮説2も妥当であった。この結論は前回の研究と同じであった。

4.1.2 最新の非遺伝学的研究の要約

2020年と2022年には、衛星発信機を用いて3頭のニタリクジラを追跡したが、完全な分析と解釈を行うにはデータ数がまだ限られている。1頭のニタリクジラは、日本のEEZ境界を素早く東西に横切った。

4.1.3 系群構造に関する仮説

最新の遺伝学的分析に基づく、現在の評価と管理目的のためのサブエリア及び小海区の定義においては、図14に示す2つの系群構造仮説(過去に使用されたものと同じ)を考慮すべきである。この結論は、非遺伝学的分析の結果と矛盾しない。

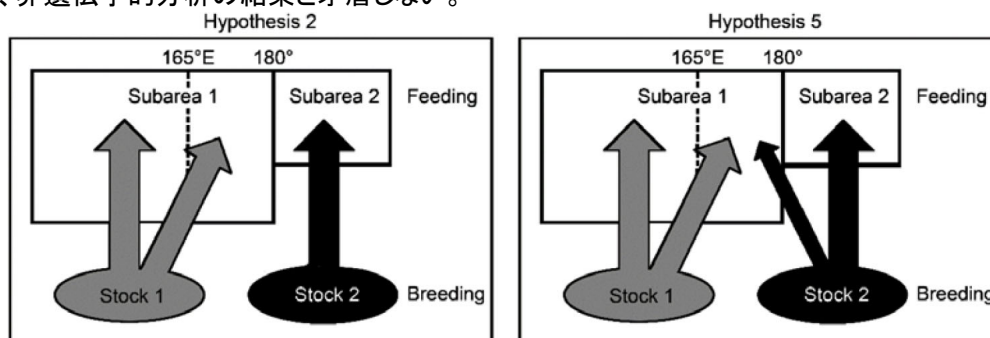


図 14. IWC の実施レビュー(Allison and de Moor, 2020)で検討された2つの系群構造仮説。仮説2:1つの系群(系群1)はサブエリア1に、もう一方の系群(系群2)はサブエリア2に分布し、空間的な混合はない。仮説5:仮説2と同じだが、サブエリア1Eでは両系群が混合しており、系群1が優勢である。これらの系群

構造仮説は、2019 年以降に実施された最新の遺伝学的分析により裏付けられた。

4.1.4 サブエリアの定義

IWC SC は北西太平洋ニタリクジラの RMP 実施レビューを行い、2007 年と 2019 年に終了した。図 15 に、これらの実施で用いられ、現在の評価でも使用されているサブエリアを示す。

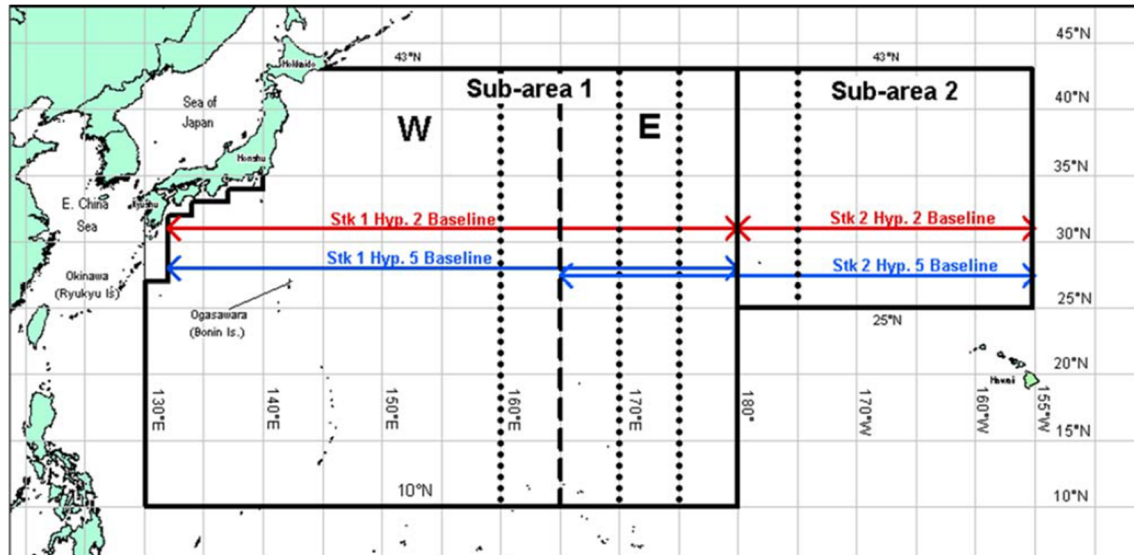


図 15. IWC SC による北太平洋ニタリクジラの RMP 実施時に用いられたサブエリアの定義 (IWC, 2008; Allison and de Moor 2020)。これらは現在の評価でも使用されている。

4.1.5 小海区の定義

上記の 2 つの系群構造仮説に基づき、以下の管理海区が定義された: i) サブエリア 1 (図 15) を小海区とする、ii) サブエリア 1 は連結海区であり、1W と 1E をそれぞれ小海区とし、資源頭数比例方式を適用する。資源量推定値と捕獲履歴は、このような小海区の定義に従って算出された。

北西太平洋には、沿岸型と沖合型の両方のニタリクジラが生息していることに留意すべきである。しかし、沿岸型の分布は黒潮の内側の沿岸海域に限られており、この海域は上記の小海区には含まれていない。沿岸型のニタリクジラは商業捕鯨の対象ではない。このように定義された小海区は、黒潮の外側に分布する、より大型の沖合型のニタリクジラに関連する (図 15 参照)。

4.2 資源量推定値

4.2.1 過去の資源量推定値

過去の研究で得られた北太平洋ニタリクジラの過去の資源量推定値とそのサンプリング CV を、第 1～3 期別に表 13 に示す (Allison and de Moor, 2020 も参照)。第 1 期、第 2 期、第 3 期はそれぞれ、1988～1996 年 (タイムスタンプ 1995 年)、1998～2002 年 (タイムスタンプ 2000 年)、2008～2015 年 (タイムスタンプ 2011 年) である。

表 13. 過去の研究で得られた北太平洋ニタリクジラの資源量推定値と調査ごとの $g(0)$ (Allison and de Moor, 2020)

年度	サブエリア	$g(0)=1$		$g(0)$		$g(0)$ 補正後	
		推定値	サンプリング CV	推定値	CV	推定値	サンプリング CV
1995	1W	8,152	0.329	0.671	0.250	12,149	0.413
	1E	10,814	0.342	0.689	0.250	15,695	0.424
2000	1W	4,957	0.398	0.719	0.250	6,894	0.47
	1E	11,213	0.498	0.584	0.250	19,200	0.557
2011	1W	15,422	0.289	0.613	0.250	25,158	0.382
	1E	6,716	0.216	0.721	0.250	9,315	0.330

4.2.2 $g(0)=1$ と仮定した北太平洋の最新の資源量推定値

文書RW/A24/08では、最新の資源量推定値が提示された。「第3期」(2008～2015年)と「第4期」(2020～2023年)の目視データが考慮された。

使用したデータ

2020年、2021年、2023年に日本の目視専門調査が実施された(Katsumata 他, 2021; 2022, Kim 他, 2024)。2020年にはIWC-POWER調査が実施された(Murase 他, 2021)。これらの調査は全て7～9月に行われた。

これらの調査はいずれもこれらの年を通じて、IWC SCの調査デザインガイドライン(IWC, 2012b)に従って、系統的に実施された。図16は当該調査のトラックラインと一次発見位置を示している。管理海区の北側の境界(北緯43度)以北でも数頭のクジラが観察されたが、これらのデータは発見関数の当てはめにはのみ使用された。

さらに、発見確率推定値の精度向上を目的として、2008年、2012年、2014年のJARPNII調査(Tamura 他, 2009; Matsuoka 他, 2013; 2015)の目視情報も、最新の一連のデータと組み合わせられた。これらの調査も、IOモードでの目視調査が行われなかったことを除いて、最新の一連の目視調査と同じ方法で実施された。

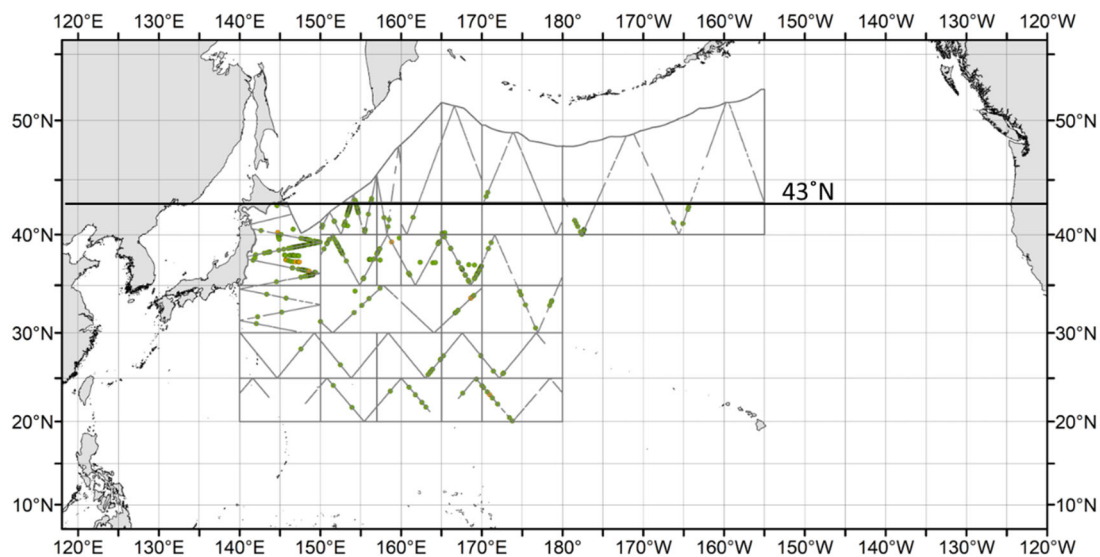


図 16. 2020 年、2021 年、2023 年の目視調査(8～9 月)におけるニタリクジラの発見位置(緑の丸印: 一次発見位置、オレンジ色の丸印: 二次発見位置)、実際の調査トラックライン(黒い線)。オレンジ色の丸印は二次発見位置であり、資源量の推定には使われなかったが、ここでは参考情報として記載した。

分析手順

分析手順は、IWC-SCのガイドライン(IWC, 2012b)に従った。資源量を推定するに当たり、基本的には距離サンプリング法を適用した。資源量とそのCVはHorvitz-Thompson様推定量に基づいて推定された。算出に当たっては、従来通り本種の横距離3.0海里以上の発見を切り捨て、トラックライン上の発見確率を1(すなわち、 $g(0) = 1$)と仮定して実施した。発見関数の候補モデルとしてハザードレートモデルとハーフノーマルモデルが検討された。

発見率に影響を与える要因を考慮するために、群サイズ、ビューフォート風力階級、視界はDISTANCEプログラム内のMultiple Covariate Distance Samplingの中で共変量として扱った。AICの値が最小のものを最良のモデルとして選定した。

結果

各サブエリア(第3期については、JARPNII調査の対象であるサブエリア1Wとサブエリア1E西部)の資源量推定値が算出された。第3期におけるサブエリア1Eの資源量推定値は、サブエリア1E西部の最新の資源量推定値(文書RW/A24/08)と、(IWC-POWER調査の対象である)サブエリア1E東部の資源量推定値(Hakamada 他., 2017)を合計したものである。表14Iに、 $g(0)=1$ と仮定した資源量推定値をサブエリア別に表示す。

表 14. JARPNII 調査、日本の目視専門調査、IWC-POWER 調査の目視情報に基づくニタリクジラのサブエリア別の資源量推定値 ($g(0) = 1$ と仮定)

期間	サブエリア	資源量 N	CV[N]
第 3 期 (2008-2015)	1W	13,065	0.234
	西部 (JARPNII)	3,936	0.305
		東部 (IWC-POWER)	4,057
		合計	7,993
第 4 期 (2020-2023)	1W	10,782	0.187
	1E	4,699	0.221

4.2.3 $g(0)$ の推定

使用したデータ

$g(0)$ を推定するために、標識再捕様のデータ、すなわちIOデータが、2020～2023年の日本の目視専門調査及び2020年のIWC-POWER調査の際に実施されたIOモード調査で収集された。

分析手順

MRDS法を用い、見逃しによる知覚バイアスを含むトラックライン上での発見確率、すなわち $g(0)$ を推定した。MRDS法の詳細についてはLaake and Borchers (2004)ならびにBurt 他. (2014)に記述されている。分析はR-DISTANCE (Thomas 他., 2010) の「mrds」パッケージを用いて行われた。本手法の現在のデータへの適用の詳細については文書RW/A24/08に記載されている。

他の観察者が発見している場合における、ある1人の観察者による発見確率は、次の共変量を持つロジスティック回帰によってモデル化されたMRモデルによって導出された。当該共変量は、プラットフォーム (TOP バレルまたはIOバレル)、群サイズ、ビューフォート風力階級、視界である。候補モデルは北太平洋における最近の資源量推定において地理的層別化をした場合とそうでない場合の4つのIOデータセットに当てはめた。最善なモデルは、AICを用いて選択した。なお、少なくとも1人の観察者によるトラックライン上での発見確率は、条件付発見確率を用いて推定することができる。

また、第3期の $g(0)$ 推定値はIOモード調査の相対的に少ないIOデータに基づいており、最近 (第4期) の新しいIOデータに基づく推定値よりも不確実性が高い。そのため、過去のシリーズの資源量を補正する $g(0)$ の精度向上を目的として、第3期 (Hakamada 他. 2018) と第4期 (文書RW/A24/08) の $g(0)$ 推定値の逆分散加重平均を用いて、両期のサブエリア別の資源量推定値を補正した。

結果

AICにより、ビューフォート風力階級を共変量とするMRモデルと、群サイズを共変量とするDSモデルからなるモデルが最善モデルとして選択された。最善なMRモデルによると、別のプラットフォーム上の観察者によっても発見されている場合、一つのプラットフォームにおけるトラックライン上での発見確率は、TOPバレル、IOバレルとも0.76 (CV = 0.067) であった。少なくとも1人の観察者によるトラックライン上の発見確率は0.940 (CV = 0.027) であった。

表15に、トラックライン上の発見確率 $g(0)$ の逆分散加重平均をサブエリア別及びシリーズ別に示す。特定の $g(0)$ 推定値で補正したサブエリア別の資源量推定値も表15に示す。

$g(0)$ を考慮し、 $g(0)$ で補正した第1～第4期の小海区別の資源量推定値と追加分散推定値は、セクション

4.5.2と4.6.1に記載されている。

表 15. $g(0)$ の逆分散加重平均値で補正した北太平洋ニタリクジラのサブエリア別の資源量推定値。 $g(0)$ 及び $g_{\text{TOP}}(0)$ の推定値は、それぞれ少なくとも 1 人の観察者によるトラックライン上での発見確率と TOP バレルでのトラックライン上での発見確率を示す。

期間	サブエリア	加重平均 $g(0)$	CV [加重平均 $g(0)$]	加重平均 $g_{\text{TOP}}(0)$	CV [加重平均 $g_{\text{TOP}}(0)$]	$g(0)$ 補正後資源 量 $N_{g(0)\text{-corrected}}$	CV [$N_{g(0)\text{-corrected}}$]	CV [$N_{g(0)\text{-corrected}}$] と過程誤 差*	95%信頼 区間 下限	95%信頼 区間 上限
第 3 期 (2008-2015)	1W	-	-	0.755	0.058	17,307	0.241	0.421	7,848	38,170
	1E	-	-	0.758	0.057	10,551	0.189	0.390	5,050	22,046
第 4 期 (2020-2023)	1W	0.937	0.025	-	-	11,504	0.189	0.390	5,507	24,035
	1E			-	-	5,014	0.223	0.409	2,319	10,839

*: 0.335 という追加 CV (Hakamada 他., 2017) が考慮されている。

第 4 期の資源量の点推定値(サブエリア 1W で 11,504 頭、サブエリア 1E で 5,014 頭)は第 3 期の点推定値(サブエリア 1W で 17,307 頭、サブエリア 1E で 10,551 頭)よりも低い、第 3 期の資源量に対する第 4 期の資源量の比率は、サブエリア 1W で 0.66(95%信頼区間[0.23, 1.89])、サブエリア 1E で 0.48(95%信頼区間[0.17, 1.33])と推定されるため、これらの差は統計的に有意ではない。

4.3 捕獲履歴

IWC SC による北西太平洋ニタリクジラの RMP 実施 (Allison and de Moor, 2020)のためのシリーズ作成に使用された手順に従い、IWC の最新の個別及びサマリーキャッチデータベース・バージョン 7.0 (Allison, 2020)から、北太平洋におけるニタリクジラの全体的な捕獲シリーズが作成された。次に、各海区における性別別の捕獲シリーズが作成された。IWC のデータベース・バージョン 7.0 に含まれていない 2020 年以降のデータについては、大型鯨類に関するプログレスレポートやその他の信頼できるソース(文書 RW/A24/10)を参照し、2023 年までの捕獲シリーズが作成された。

4.4 生物学的パラメータ

商業捕鯨再開後に得られた新たな情報を用いて、新たな試験シナリオを設定する必要があるか否かを検討するために、特に性成熟年齢に焦点を当てたニタリクジラの生物学的パラメータを推定した。性成熟年齢の推定は、この時点での平均初排卵年齢についてのみ行った。

耳垢栓から年齢が査定できた初排卵個体の数は 5 頭で、平均初排卵年齢は 8.6 歳であった。現行の *IST* で使われている値も同様であるため、現在の *IST* で性成熟年齢を変更する必要はない。表 16 に、*IST* で使われている生物学的・技術的パラメータを示す。

表 16. IWC SC による 2019 年の最新の *IST* で設定された生物学的・技術的パラメータの値 (Allison and de Moor, 2020)

プラスグループ年齢 ^{*1} , x	15 歳
自然死亡率, M	0.08/年
初産年齢, α_m	9 歳 (計算上では 8.6)
選択性(過去)	
サブエリア 1W:	ナイフエッジ ^{*2} 5 歳
サブエリア 1E&2:	ナイフエッジ 9 歳
選択性 (将来)	ナイフエッジ 5 歳
最大持続生産水準 (1 歳以上個体群)	0.6

*1: 15 歳以上の個体群を 1 つのグループとして扱った

*2: 5 歳 (9 歳) 以上の個体は全て捕獲対象

4.5 捕獲可能量

4.5.1 CLA に用いた捕獲データ

CLA の計算に用いた捕獲シリーズは、IWC SC による北西太平洋ニタリクジラの *実施レビュー* (Allison and de Moor, 2020) で使用された「ベスト」シリーズに相当する (表 17)。

表 17. 北西太平洋ニタリクジラの CLA に使用したサブエリア別のベスト捕獲シリーズ

年度	サブエリア 1W			サブエリア 1E			サブエリア 1		
	M	F	合計	M	F	合計	M	F	合計
1906	6	7	13	0	0	0	6	7	13
1907	17	18	35	0	0	0	17	18	35
1908	39	42	81	0	0	0	39	42	81
1909	23	24	47	0	0	0	23	24	47
1910	26	29	55	0	0	0	26	29	55
1911	75	81	156	0	0	0	75	81	156
1912	38	43	81	0	0	0	38	43	81
1913	58	66	124	0	0	0	58	66	124
1914	24	32	56	0	0	0	24	32	56
1915	72	97	169	0	0	0	72	97	169
1916	45	60	105	0	0	0	45	60	105
1917	88	93	181	0	0	0	88	93	181
1918	69	79	148	0	0	0	69	79	148
1919	77	84	161	0	0	0	77	84	161
1920	41	51	92	0	0	0	41	51	92
1921	40	49	89	0	0	0	40	49	89
1922	37	44	81	0	0	0	37	44	81
1923	32	43	75	0	0	0	32	43	75
1924	48	63	111	0	0	0	48	63	111
1925	55	63	118	0	0	0	55	63	118
1926	60	74	134	0	0	0	60	74	134

1927	53	65	118	0	0	0	53	65	118
1928	36	44	80	0	0	0	36	44	80
1929	29	34	63	0	0	0	29	34	63
1930	27	35	62	0	0	0	27	35	62
1931	64	71	135	0	0	0	64	71	135
1932	51	53	104	0	0	0	51	53	104
1933	39	49	88	0	0	0	39	49	88
1934	48	51	99	0	0	0	48	51	99
1935	48	48	96	0	0	0	48	48	96
1936	40	48	88	0	0	0	40	48	88
1937	60	66	126	0	0	0	60	66	126
1938	76	83	159	0	0	0	76	83	159
1939	88	105	193	0	0	0	88	105	193
1940	48	57	105	0	0	0	48	57	105
1941	64	81	145	0	0	0	64	81	145
1942	9	12	21	0	0	0	9	12	21
1943	17	13	30	0	0	0	17	13	30
1944	37	37	74	0	0	0	37	37	74
1945	5	7	12	0	0	0	5	7	12
1946	52	74	126	0	0	0	52	74	126
1947	51	60	111	0	0	0	51	60	111
1948	57	76	133	0	0	0	57	76	133
1949	101	97	198	0	0	0	101	97	198
1950	117	156	273	0	0	0	117	156	273
1951	166	141	307	0	0	0	166	141	307
1952	303	188	491	0	0	0	303	188	491
1953	25	36	61	0	0	0	25	36	61
1954	31	44	75	0	0	0	31	44	75
1955	34	60	94	0	0	0	34	60	94
1956	12	12	24	0	0	0	12	12	24
1957	12	27	39	0	0	0	12	27	39
1958	113	141	254	0	0	0	113	141	254
1959	153	110	263	0	0	0	153	110	263
1960	188	216	404	0	0	0	188	216	404
1961	83	84	167	0	0	0	83	84	167
1962	209	295	504	0	0	0	209	295	504
1963	100	110	210	0	0	0	100	110	210
1964	25	43	68	0	0	0	25	43	68
1965	1	7	8	1	1	2	2	8	10
1966	19	36	55	1	2	3	20	38	58
1967	17	28	45	0	0	0	17	28	45

1968	70	101	171	1	2	3	71	103	174
1969	34	55	89	6	10	16	40	65	105
1970	36	37	73	4	7	11	40	44	84
1971	96	121	217	118	166	284	214	287	501
1972	38	46	84	22	41	63	60	87	147
1973	190	402	592	20	31	51	210	433	643
1974	287	422	709	120	186	306	407	608	1015
1975	358	343	701	129	167	296	487	510	997
1976	390	461	851	370	207	577	760	668	1428
1977	416	371	787	78	72	150	494	443	937
1978	274	216	490	167	126	293	441	342	783
1979	670	570	1240	23	16	39	693	586	1279
1980	401	354	755	0	0	0	401	354	755
1981	249	236	485	0	0	0	249	236	485
1982	275	207	482	0	0	0	275	207	482
1983	403	142	545	0	0	0	403	142	545
1984	353	175	528	0	0	0	353	175	528
1985	249	108	357	0	0	0	249	108	357
1986	217	100	317	0	0	0	217	100	317
1987	256	61	317	0	0	0	256	61	317
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	1	1	0	0	0	0	1	1
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	20	23	43	0	0	0	20	23	43
2001	17	33	50	0	0	0	17	33	50
2002	25	25	50	0	0	0	25	25	50
2003	19	31	50	0	0	0	19	31	50
2004	19	25	44	1	6	7	20	31	51
2005	21	29	50	0	0	0	21	29	50
2006	18	20	38	3	10	13	21	30	51
2007	23	25	48	0	2	2	23	27	50
2008	30	20	50	0	0	0	30	20	50

2009	16	19	35	2	13	15	18	32	50
2010	20	16	36	5	9	14	25	25	50
2011	18	28	46	2	2	4	20	30	50
2012	11	20	31	0	3	3	11	23	34
2013	13	15	28	0	0	0	13	15	28
2014	6	19	25	0	0	0	6	19	25
2015	14	11	25	0	0	0	14	11	25
2016	11	15	26	0	0	0	11	15	26
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	82	105	187	0	0	0	82	105	187
2020	85	102	187	0	0	0	85	102	187
2021	69	118	187	0	0	0	69	118	187
2022	80	107	187	0	0	0	80	107	187
2023	74	113	187	0	0	0	74	113	187

4.5.2 CLA に用いた資源量推定値

第 1 期と第 2 期の資源量推定値は、表 13 の $g(0)=1$ と仮定した推定値から導出された。これらの資源量推定値を補正するための $g(0)$ 推定値は、Hakamada 他. (2018)による期別及びサブエリア別の $g(0)$ 推定値の逆分散加重平均である(文書 RW/A24/08 も参照)。第 3 期と第 4 期の資源量推定値は、文書 RW/A24/08 に記載されている。

CLA に用いた資源量推定値の精度を推定するために、0.335 という追加 CV(Hakamada 他., 2017)が考慮された。このようにして 4 つのタイムスタンプにおけるサブエリア別の資源量推定値が得られ、それらを表 18 に示す。

表 18. 北太平洋ニタリクジラの CLA 適用に用いたサブエリア別の資源量推定値。95%CI:95%信頼区間、LL: 下限、UL: 上限。

年度	サブエリア	$g(0)=1$		$g(0)$		$g(0)$ 補正後			
		推定値	サンプリング CV	推定値	CV	推定値	CV*	95%信頼区間下限	95%信頼区間上限
1995	1W	8,152	0.329	0.751	0.056	10,857	0.486	4,404	26,766
	1E	10,814	0.342	0.753	0.056	14,369	0.496	5,733	36,015
	1W+1E	18,966	0.241	-	-	25,226	0.351	12,924	49,238
2000	1W	4,957	0.398	0.755	0.055	6,563	0.540	2,434	17,693
	1E	11,213	0.498	0.745	0.057	15,047	0.626	4,876	46,433
	1W+1E	16,170	0.366	-	-	21,610	0.466	9,069	51,492
2011	1W	13,065	0.234	0.755	0.058	17,307	0.421	7,848	38,170
	1E	7,993	0.180	0.758	0.057	10,551	0.390	5,050	22,046
	1W+1E	21,058	0.160	-	-	27,859	0.300	15,669	49,533
2021	1W	10,782	0.187	0.937	0.025	11,504	0.390	5,507	24,035
2022	1E	4,699	0.221	0.937	0.025	5,014	0.409	2,319	10,839
2021	1W+1E	15,481	0.146	-	-	16,518	0.298	9,319	29,279

*: 0.335 という追加 CV(Hakamada 他., 2017)が考慮されている。

第 4 期の資源量の点推定値(サブエリア 1 で 16,518 頭、サブエリア 1W で 11,504 頭、サブエリア 1E で 5,014 頭)は第 3 期の点推定値(サブエリア 1 で 27,859 頭、サブエリア 1W で 17,307 頭、サブエリア 1E で 10,551 頭)よりも低い。第 3 期の資源量に対する第 4 期の資源量の比率は、サブエリア 1 で 0.59(95%信頼区間[0.27, 1.31])、サブエリア 1W で 0.66(95%信頼区間[0.23, 1.89])、サブエリア 1E で 0.48(95%信頼区間[0.17, 1.33])と推定されるため、これらの差は統計的に有意ではない。

4.5.3 CLA の結果

表 19 に、上で定義された管理海区に CLA を適用した結果を示す。ここで、オプション i) はサブエリア 1 を 1 つの小海区としたもの、オプション ii) はサブエリア 1 を小海区 1W と 1E の連結海区とし、資源頭数比例方式を適用したものである。

最近 5 年間 (2019～2023 年) に捕獲されたニタリクジラの実際のメスの性比は 0.583 であるため、性比の調整が必要であった。

上述したように、この捕獲可能量は、捕鯨が行われる黒潮の外側に分布する、より大型の沖合型のニタリクジラに適用される。

表 19. 北西太平洋ニタリクジラの捕獲可能量

チューニングレベル	小海区		
	オプション i)	オプション ii)	
	サブエリア 1	サブエリア 1W	サブエリア 1E
0.6	154	53	101

4.6 不確実性に関する試験 (IST)

4.6.1 コンディショニング

コンディショニングに関する説明は 3.6.1 に記載した。ニタリクジラの場合のコンディショニング・プロセスの違いは、過去の資源量推定値データに加え、サブエリア 1E における系群 1 の混合率の推定値を使用したことである。

コンディショニングに使用した資源量推定値

未調査海域への外挿を考慮するには、Palka (2020) の手法に基づき、コンディショニングに使うための過去の全タイムシリーズにおける海域全体の資源量推定値が必要である。2021 年のサブエリア 2 の調査カバー率は 6 分の 1 程度であるため、コンディショニングには 2021 年のサブエリア 2 の資源量推計値に 6 を乗じて使用した (表 20)。

表 20. 北太平洋ニタリクジラのコンディショニングに使用したサブエリア別の資源量推定値

サブエ リア	年	g(0)		g(0)=1		g(0)補正後	
		推定値	CV	推定値	CV	推定値	CV
1W	1995	0.751	0.056	8,152	0.329	10,857	0.334
	2000	0.755	0.055	4,957	0.398	6,563	0.402
	2011	0.755	0.058	20,786	0.288	27,535	0.293
	2021	0.937	0.025	17,154	0.269	18,303	0.270
1E	1995	0.753	0.056	10,814	0.342	14,369	0.347
	2000	0.745	0.057	11,213	0.498	15,047	0.501
	2011	0.758	0.057	8,228	0.176	10,862	0.185
	2022	0.937	0.025	4,837	0.216	5,161	0.217
2	1995	0.752	0.057	2,860	0.372	3,805	0.376
	2000	0.756	0.056	4,331	0.553	5,726	0.556
	2014	0.756	0.058	4,161	0.264	5,506	0.270
	2021	0.937	0.025	21,936	0.520	23,405	0.521

コンディショニングに使用した混合率

系群構造仮説 5 では、サブエリア 1E で系群 1 と系群 2 が混合している。IST で使用した過去の混合率を表 21 に示す。系群構造仮説 5 に基づく混合海域試験における混合率の「ターゲット」は、0 と 1 で切り捨てる正規分布（平均値及び標準偏差は表 21 参照）から生成される。

表 21. サブエリア 1E における系群 1 の混合率の推定値と標準誤差(SE) (文書 RW/A24/04)

海域	2002～2020 年の系群 1 の平均混合率	SE	1979 年の系群 1 の混合率	SE
ベースライン: 東 経 165 度～経度 180 度	0.759	0.085	0.836	0.109
試験 Br6: 東経 160 度～東経 175 度	0.855	0.060	0.928	0.052
試験 Br7: 東経 170 度～西経 175 度	0.635	0.099	0.652	0.240

IST に使用した捕獲シリーズ

文書 RW/A24/10 では、IWC のキャッチデータベース・バージョン 7.0 (Allison, 2020) に基づき、性別別及びサブエリア別の「ベスト」捕獲シリーズと「ハイ」捕獲シリーズが生成された。「ハイ」捕獲シリーズは、2019 年に完了した本種の IST (Allison and de Moor, 2020) で提供されたものと同じである。「ベスト」捕獲シリーズを表 22 に、「ハイ」捕獲シリーズを表 23 に示す。

表 22. IWC (2020)に基づく北太平洋におけるニタリクジラのベスト捕獲シリーズ

	1Wa	1Wa	1Wb	1Wb	1Ea	1Ea	1Eb	1Eb	1Ec	1Ec	2a	2a	2b	2b
年度	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1906	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1907	17	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1908	39	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1909	23	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1910	26	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1911	75	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1912	38	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1913	58	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1914	24	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1915	72	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1916	45	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1917	88	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1918	69	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1919	77	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1920	41	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1921	40	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1922	37	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1923	32	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1924	48	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1925	55	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1926	60	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1927	53	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1928	36	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1929	29	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1930	27	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1931	64	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1932	51	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1933	39	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1934	48	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1935	48	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1936	40	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1937	60	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1938	76	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1939	88	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1940	48	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1941	64	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1942	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1943	17	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1944	37	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1945	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1946	52	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1947	51	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1948	57	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1949	101	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1950	117	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1951	166	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	303	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	25	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	31	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1955	34	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1956	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1957	12	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	113	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1959	153	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960	188	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	83	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	209	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1963	100	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	25	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	1	7	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0
1966	19	36	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	0
1967	17	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	70	101	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	0	0
1969	34	55	0	0	0	0	0	0	6	10	16	22	0	0
1970	36	37	0	0	0	0	0	0	4	7	11	15	0	0
1971	96	121	0	0	37	54	19	19	62	93	48	70	23	29
1972	38	46	0	0	2	4	0	0	20	37	4	6	0	3
1973	185	391	5	11	6	6	7	12	7	13	4	11	16	25
1974	282	418	5	4	13	9	12	30	95	147	67	84	80	76
1975	349	331	9	12	17	37	72	76	40	54	89	119	138	89
1976	379	446	11	15	106	62	183	95	81	50	14	5	11	1

表 22. (続き)

	1Wa	1Wa	1Wb	1Wb	1Ea	1Ea	1Eb	1Eb	1Ec	1Ec	2a	2a	2b	2b
年度 r	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1977	182	192	234	179	66	49	10	14	2	9	0	3	2	4
1978	252	203	22	13	102	48	51	57	14	21	7	4	1	1
1979	589	517	81	53	23	13	0	3	0	0	0	0	0	2
1980	401	354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	249	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	275	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	403	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1984	353	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	249	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	217	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	256	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	20	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	17	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	18	28	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	14	23	5	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	21	26	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	12	7	6	13	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	23	25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	15	18	1	1	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	3	5	17	11	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	17	24	1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	10	17	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	12	13	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	6	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	7	14	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2019	82	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	85	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	69	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	80	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	74	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 23. IWC (2020)に基づく北太平洋におけるニタリクジラのハイ捕獲シリーズ

	1Wa	1Wa	1Wb	1Wb	1Ea	1Ea	1Eb	1Eb	1Ec	1Ec	2a	2a	2b	2b
年度	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1906	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1907	24	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1908	57	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1909	33	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1910	35	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1911	109	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1912	61	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1913	94	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1914	51	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1915	154	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1916	94	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1917	124	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1918	112	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1919	113	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1920	78	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1921	72	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1922	66	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1923	68	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1924	100	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1925	93	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1926	114	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1927	97	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1928	65	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1929	49	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1930	59	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1931	97	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1932	69	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1933	79	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1934	65	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1935	64	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1936	86	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1937	122	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1938	127	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1939	177	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1940	104	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1941	145	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1942	25	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1943	57	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1944	139	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1945	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1946	110	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1947	80	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1948	111	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1949	152	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1950	146	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1951	178	157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	341	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	54	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	66	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1955	34	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1956	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1957	12	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	113	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1959	153	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960	188	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	83	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	209	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1963	100	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	25	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	1	7	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0
1966	19	36	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	0
1967	17	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	70	101	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	0	0
1969	34	55	0	0	0	0	0	0	6	10	16	22	0	0
1970	36	37	0	0	0	0	0	0	4	7	11	15	0	0
1971	96	121	0	0	37	54	19	19	62	93	48	70	23	29
1972	38	46	0	0	2	4	0	0	20	37	4	6	0	3
1973	185	391	5	11	6	6	7	12	7	13	4	11	16	25
1974	282	418	5	4	13	9	12	30	95	147	67	84	80	76
1975	349	331	9	12	17	37	72	76	40	54	89	119	138	89
1976	379	446	11	15	106	62	183	95	81	50	14	5	11	1

表 23. (続き)

	1Wa	1Wa	1Wb	1Wb	1Ea	1Ea	1Eb	1Eb	1Ec	1Ec	2a	2a	2b	2b
年度	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1977	182	192	234	179	66	49	10	14	2	9	0	3	2	4
1978	315	263	27	17	102	48	51	57	14	21	7	4	1	1
1979	619	546	85	56	23	13	0	3	0	0	0	0	0	2
1980	401	354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	324	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	409	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	462	161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1984	542	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	428	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	426	196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	444	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	20	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	17	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	18	28	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	14	23	5	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	21	26	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	12	7	6	13	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	23	25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	15	18	1	1	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	3	5	17	11	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0

2011	17	24	1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	10	17	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	12	13	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	6	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	7	14	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	82	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	85	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	69	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	80	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	74	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.6.2 試験

ISTでは、様々な試験シナリオとそれに相応するオペレーティングモデルを通じて、不確実性を考慮している。今回も2019年と同じ試験構造を使用した。

試験シナリオ

表24は試験で考慮された要因の一覧であり、表25は北太平洋ニタリクジラについて検討したISTの試験一覧である。全ての要素において最良の値／データシリーズのみがインプットとして用いられたため（表24参照）、表25ではBR01-1、BR01-4、BR02-1、BR02-4試験に高い妥当性が割り当てられた。以下、この4つの試験を「ベースケース試験」と呼ぶ。

表 24. 北西太平洋ニタリクジラの IST で考慮された要素。太字の値はベースラインの値であり、本種の IWC SC 実施レビュー (Allison and de Moor, 2020) で採用されたものと同じである。

要素	考慮された値
系群構造仮説	2、5
<i>MSYR</i>	1% (1 歳以上個体群)、4% (成熟個体群)
捕獲シリーズ	ロウ、ベスト、ハイ
追加 CV	ベースライン = 0.335、上位 5% 点 = 0.737
仮説 5 における系群 2 の西側の境界	東経 160 度、 東経 165 度 、東経 170 度
仮説 2 における系群 2 の西側の境界	東経 175 度、 経度 180 度
系群 1 の東側の境界	東経 175 度、 経度 180 度 、西経 175 度

表 25. 関連する IWC SC 実施レビュー(Allison and de Moor, 2020)の試験リストから選定し、北西太平洋ニタリクジラの国内 IST のために考慮した候補試験リスト

試験番号	系群構造仮説	MSYR ^{*1}	追加分散	捕獲シリーズ	系群2の西側の境界	系群1の東側の境界	試験の重み
BR01-1	2	1	ベースライン	ベースライン	経度 180 度	経度 180 度	H
BR01-4	2	4	ベースライン	ベースライン	経度 180 度	経度 180 度	H
BR02-1	5	1	ベースライン	ベースライン	東経 165 度	経度 180 度	H
BR02-4	5	4	ベースライン	ベースライン	東経 165 度	経度 180 度	H
BR03-1	5	1	ベースライン	ハイ	東経 165 度	経度 180 度	M
BR03-4	5	4	ベースライン	ハイ	東経 165 度	経度 180 度	M
BR04-1	5	1	信頼区間の上限	ベースライン	東経 165 度	経度 180 度	M
BR04-4	5	4	信頼区間の上限	ベースライン	東経 165 度	経度 180 度	M
BR05-1	2	1	ベースライン	ベースライン	東経 175 度	東経 175 度	M
BR05-4	2	4	ベースライン	ベースライン	東経 175 度	東経 175 度	M
BR06-1	5	1	ベースライン	ベースライン	東経 160 度	東経 175 度	M
BR06-4	5	4	ベースライン	ベースライン	東経 160 度	東経 175 度	M
BR07-1	5	1	ベースライン	ベースライン	東経 170 度	西経 175 度	M
BR07-4	5	4	ベースライン	ベースライン	東経 170 度	西経 175 度	M

*1: MSYR=1%は1歳以上の個体群に関連しており、MSYR=4%は成熟個体群に関連している。

4.6.3 管理方策バリエーション

捕鯨は、サブエリア 1W 内の日本の領海及び EEZ において、1 年を通じて行われる。管理方策バリエーションには V1 と V2 の 2 つがあり、それぞれ考慮された CLA 実施のオプション i) と ii) に対応する(セクション 4.5)。

V1: サブエリア 1 を小海区とする。捕獲はサブエリア 1W で行われる。

V2: サブエリア 1 は連結海区であり、サブエリア 1W と 1E を小海区とし、資源頭数比例方式を適用する。サブエリア 1E での捕獲はない。

比較のため、商業捕獲を行わない管理方策バリエーション(V0)も検討する。管理方策バリエーション間で、資源保存に関するパフォーマンスを比較した。

4.6.4 将来の調査計画

将来の調査は北西太平洋と北東太平洋で実施される。サブエリア 1W と 1E は、サブエリア全体を 1 年で調査することはできないため、それぞれ 4 ブロック及び 3 ブロックに分割されている。サブエリアは 6 年ごとに 1

回調査される。サブエリア1W内には他の沿岸国のEEZが含まれており、これらのEEZ内での調査実施については、当該沿岸国の許可を得ることが条件となる。表26に、2023年から2028年までの暫定的な将来調査計画を示す。試験ではこのパターンが6年ごとに繰り返される。表26の空白のセルは、少なくともニタリクジラについては調査が計画されていないことを意味する。ダブルプラットフォーム調査（すなわち、IOプラットフォームの使用）は、表26に掲載されている全ての目視調査で計画されている。

サブエリアにおける将来の資源量推定値は、CLAで使用するため、以下の仮定に基づいて算出される。サブエリア1Wでは、6年ごとに3年目のタイムスタンプで1つの資源量推定値が得られると仮定する。同様に、サブエリア1Eと1では、6年ごとにそれぞれ4年目と3年目のタイムスタンプで1つの資源量推定値が得られると仮定する。

表 26. IST で想定される北太平洋ニタリクジラの暫定的な将来調査計画。同じパターンが 6 年ごとに繰り返されると仮定している。

年	サブエリア1W	サブエリア1E	サブエリア2
	東経165度以西	東経165度～経度180度	経度180度以東
2023	Yes ^{*1}		Yes
2024	Yes	Yes	
2025	Yes	Yes	
2026			
2027	Yes		
2028		Yes	

*1: サブエリア1Wの西部での調査は2023年に実施される予定であったが、実際には2022年に実施された。

注: 将来の調査の実施は、予算の確保と沿岸国からの許可次第である。

4.6.5 コンディショニングの結果

以下の結果は、試験間で図に大きな差がないため、系群仮説BR01-1、BR01-4、BR02-1、BR02-4のベースケース試験についてプロットしたものである（図17と18）。

(1) サブエリア別の1歳以上個体群のプロット

1歳以上の個体群の決定論的結果（赤線）、中央値、90%信頼区間。資源量推定値(x)はサブエリア別に90%信頼区間と併せて示している。青い点線は資源量推定値の追加分散値を示している。これらはコンディショニングには使用しないが、各サブエリアの将来の資源量推定値を算出する際に考慮される。

(2) サブエリア1Eにおける系群1の混合率のプロット(このプロットは系群構造仮説5を仮定した試験のために生成された)

当該サブエリアにおける系群1の比率の決定論的結果（赤線）、中央値及び90%の信頼区間。商業捕鯨標本及び調査標本から推定された比率(x)は、サンプリング標準誤差に基づく90%信頼区間と併せて示している。

(3) 系群別の個体群内の成熟雌のプロット

系群別の成熟雌資源量の決定論的結果（赤線）、中央値及び90%信頼区間。

(4) 最初の10回分の個々の個体群動態を表示したサブエリア別の1歳以上の個体群のプロット (1)と同様であるが、中央値と90%信頼区間ではなく、最初の10回分の個々の動態を用いる。

個体群動態やサブエリア1Eにおける系群1の比率のプロットは、モデルの推定値が過去の資源量や

比率のデータとかなり一致していることを示唆している

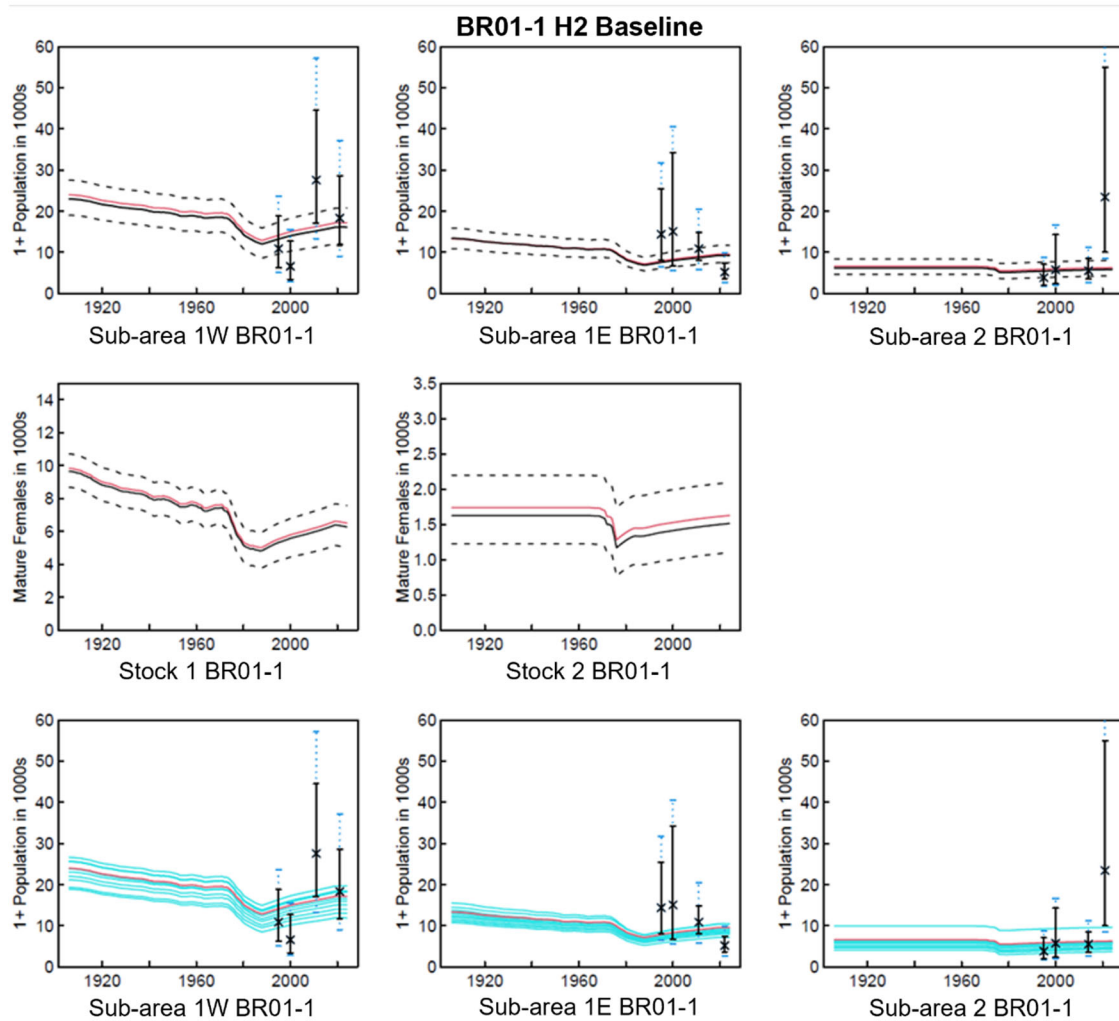


図 17. コンディショニングの結果を示すプロット。(1)サブエリア別の 1 歳以上個体群のプロット、(2)系群別の成熟雌個体群のプロット(系群仮説 5 を仮定した試験のみ)、(3)試験 BR01-1 及び BR01-4 の最初の 10 回分の動態を用いたサブエリア別の 1 歳以上個体群のプロット。

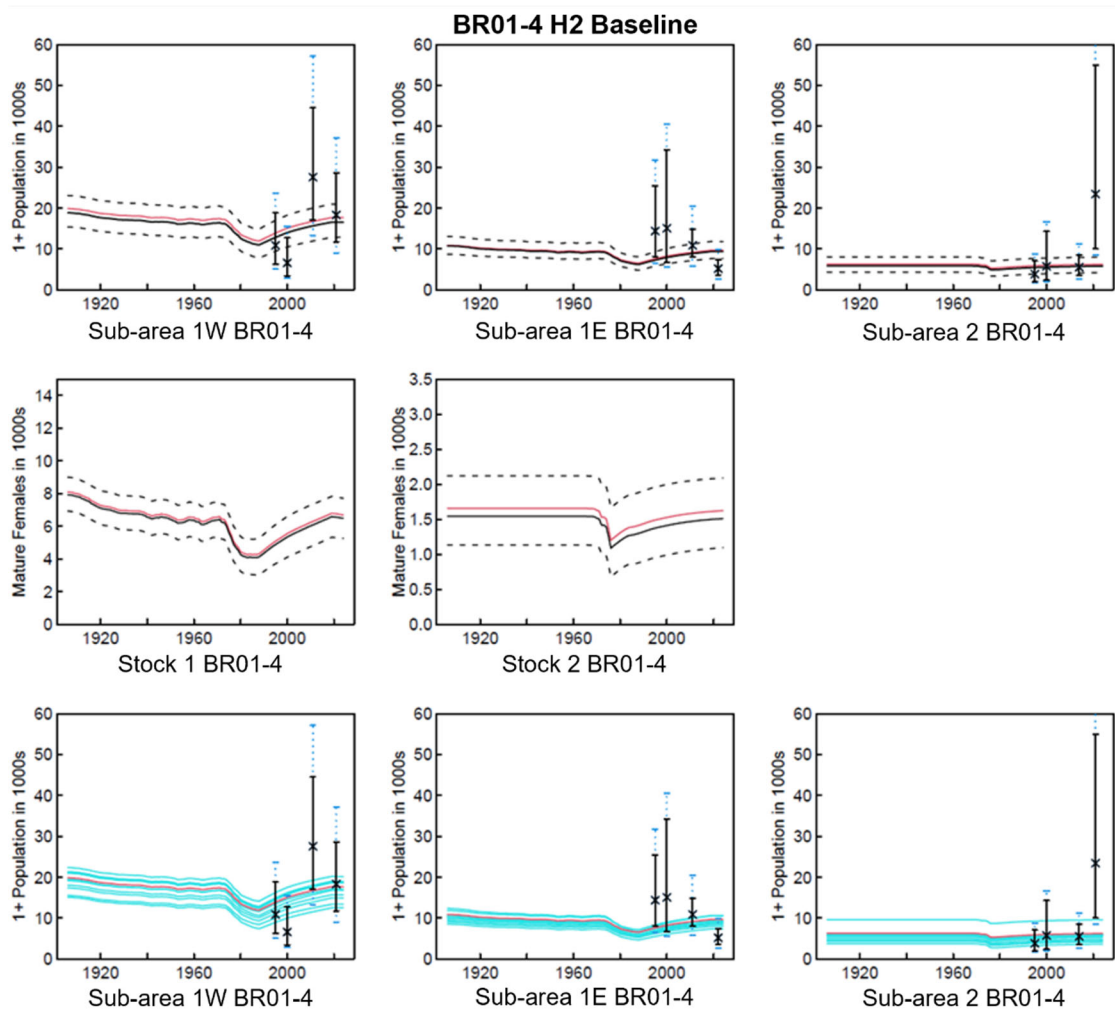


図 17. (続き)

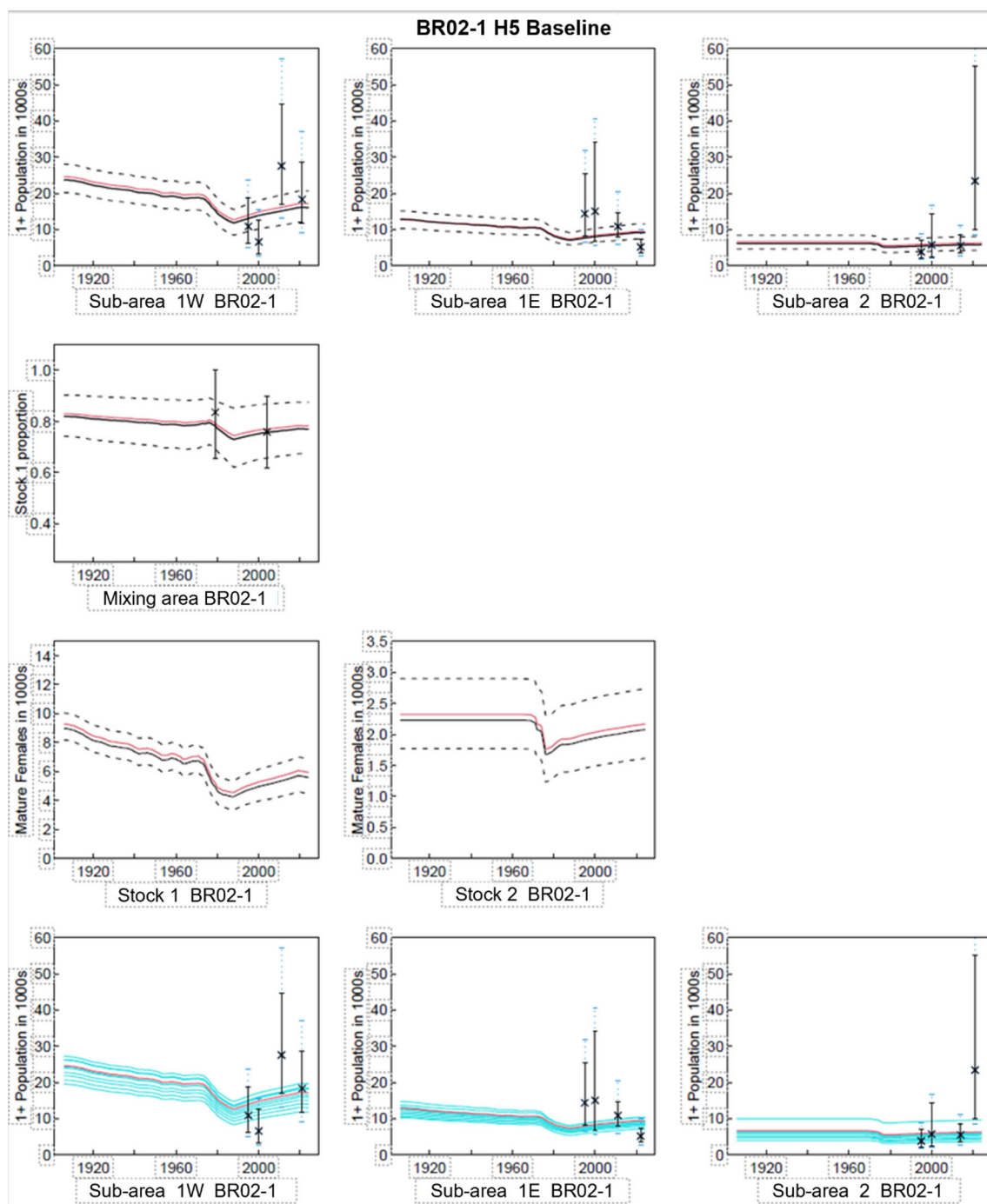


図 18. 試験 BR02-1 及び BR02-4 に関する図 17 と同じプロット。

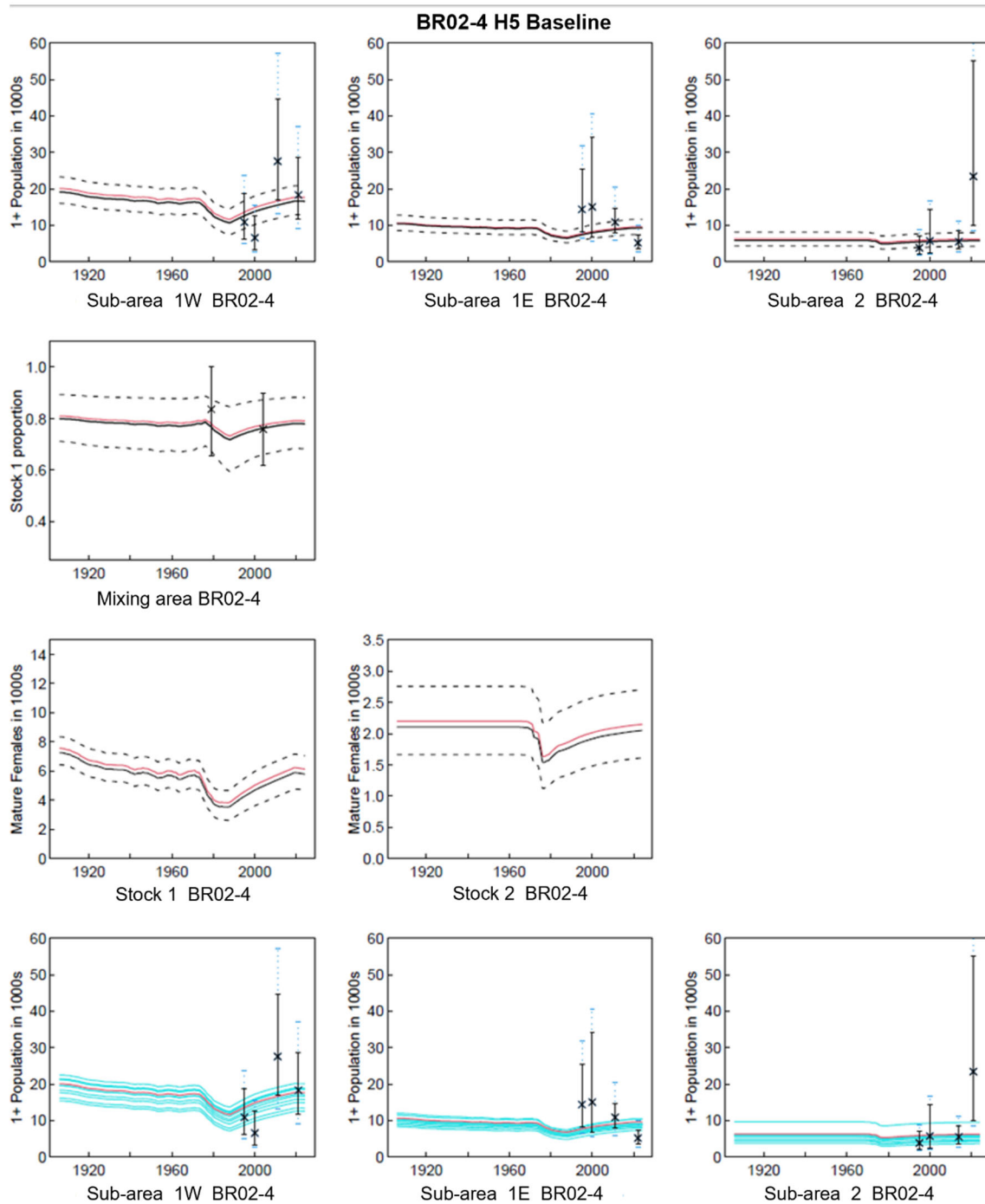


図 18. (続き)

4.6.6 試験の結果

本 IWC-RMP のようなアプローチについては、許容可能なパフォーマンスに関わる 2 つの指標がある。すなわち、当該管理方式 (MP) の下での 100 年間の予測期間終了時の最終的な枯渇率 (P-fin) と最小枯渇率 (P-min)、それぞれの試験における、これらの 100 年間の予測期間の、個体数の偶発的な捕獲しかない場合 (ニタリクジラの場合、そのような捕獲は非常に少ない) の個体数に対する比率の最小値として定義される) である。より困難な $MSYR=1\%$ の試験で「許容可能なパフォーマンス」を達成すれば、より高い $MSYR$ 値の試験でもこれらの要件を満たすことになるため、 $MSYR=1\%$ の試験においてのみ「許容可能なパフォーマンス」の達成が要求される。2 つの系群について、P-fin 及び P-min の下限の 5% 点が、 $MSYR=1\%$ での試験と 3 つの管理方策バリエーションの全ての組み合わせで算出された (図 19)。

IWC(2012c) は、管理方策バリエーションの「acceptability (許容可能性)」を次のように正式に定義付けている。P-fin 又は P-min の下限 5% 点は、図 19 の上側の点線、すなわち (本 MP に適用されるのと同じ) チューニングレベル 0.60 の MP に関する「同等の」単一系列試験の相応する結果を反映している点線を上回らねばならない。

図 19 が示しているように、2 つのパフォーマンス指標はどちらも系群 S1 (系群 1) と系群 S2 (系群 2) の $MSYR(1+)=1\%$ の全ての試験で点線を上回っている。したがって、精査された管理方策バリエーション (V1 と V2) はいずれも許容可能である。

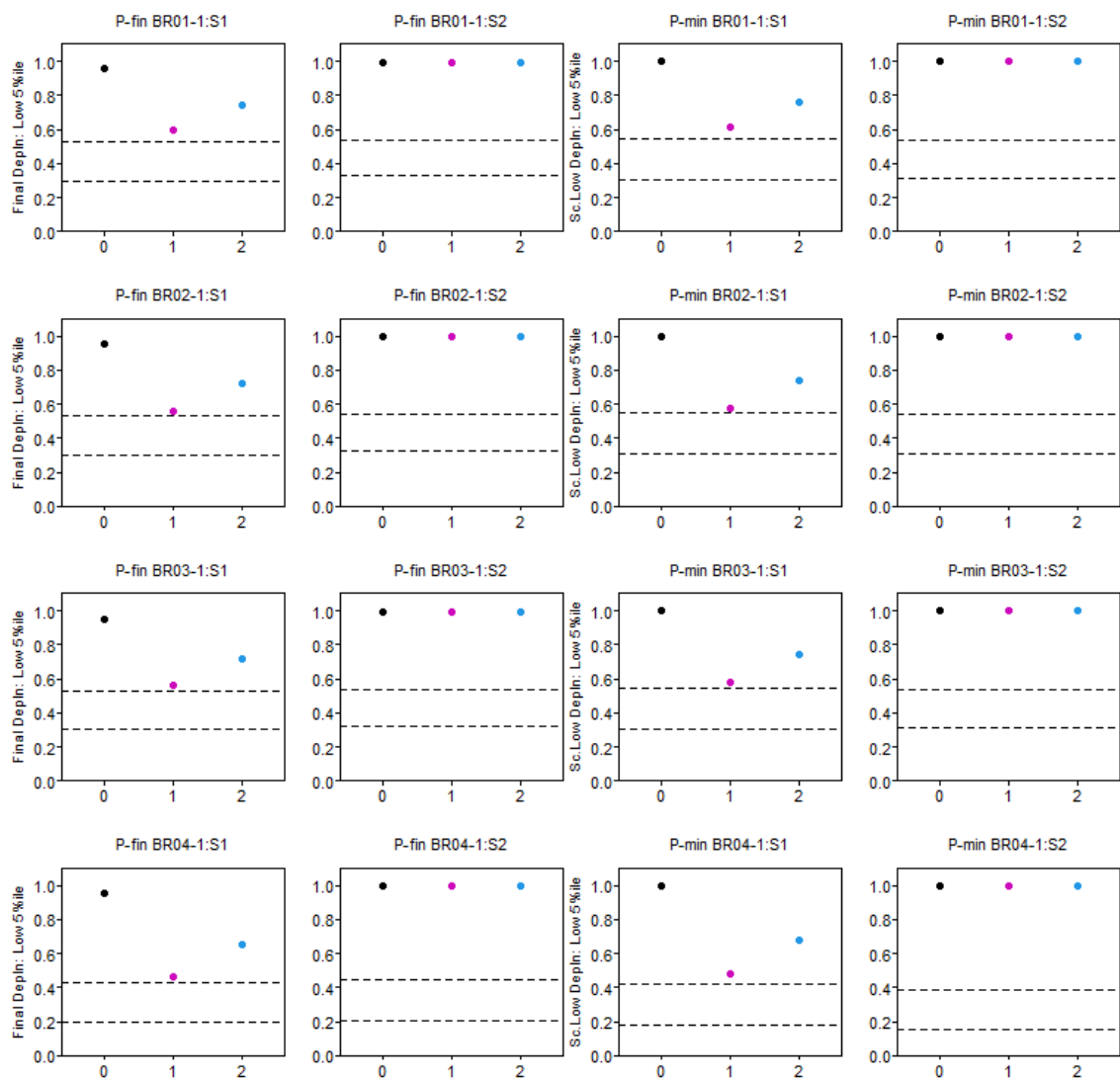


図 19. $MSYR(1+)=1\%$ の 3 つの RMP バリエーションである V0、V1、V2 のパフォーマンスに関するサマリープロット。バリエーション V0、V1、V2 はそれぞれ横軸上で 0、1、2 と表示されており、プロット図の黒、ピンク、青の丸印は結果を示している。上の点線より上の丸印が「許容可能」なパフォーマンスである。S1 は系群 1、S2 は系群 2 を表す。P-fin と P-min は 2 つのパフォーマンス指標である（詳細は本文を参照）。

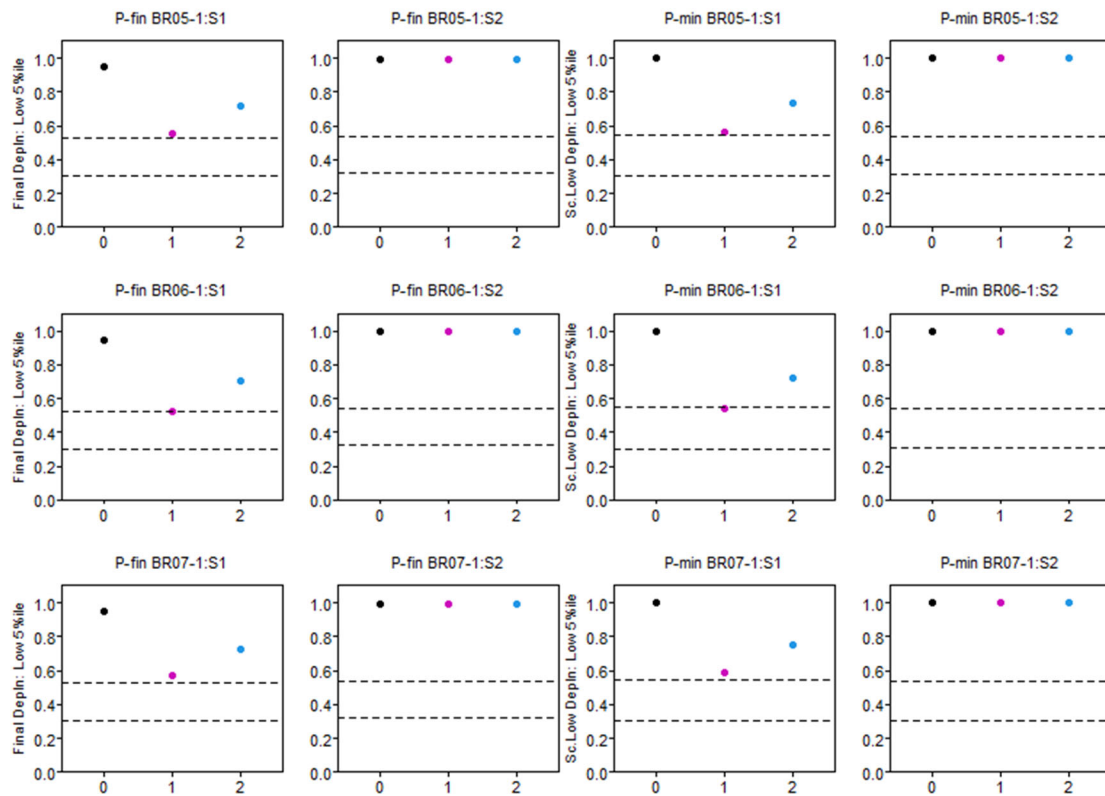


図 19 (続き)

4.7 捕鯨と将来の生物学的調査

セクション4.6.6で述べたように、いずれの管理方策バリエーションも許容可能である。捕獲パフォーマンスの良い管理方策バリエーションV1が推奨される。

CLAで使用するために、さらなる資源量推定値を提供する将来の目視調査は、セクション4.6.4で示したオプションに従って実施する。捕獲された鯨類の生物学的データや標本の採集は、捕獲対象系群のモニタリングや、将来の試験で検討するシナリオの仕様を改良するために実施される。

5. 参考文献

- Aldrin, M. and Huseby, R.B. 2007. Simulation trials 2007 for a re-tuned Catch Limit Algorithm. Paper SC/59/RMP4 presented to the IWC Scientific Committee, May 2007, Anchorage, USA. 143pp.
- Aldrin, M., Huseby, R.B. and Schweder, T. 2008. A note on tuning the Catch Limit Algorithm for commercial baleen whaling. *J. Cetacean Res. Manage.* 10 (3): 191-194.
- Allison, C. 2017. IWC individual and summary database Version 6.1
- Allison, C. 2020. IWC individual and summary database Version 7.0
- Allison, C. and de Moor, C.L. 2020. The specification for the Implementation Simulation Trials for western North Pacific Bryde's whale. *J. Cetacean Res. Manage.* 21 (suppl.): 91-106.
- Burt, M.L., Borchers, D.L., Jenkins, K.J. and Marques, T.A. 2014. Using mark-recapture distance sampling methods on line transect surveys. *Methods in Ecology and Evolution* 5: 1180-1191.
- Cooke, J.G. 2019. North Pacific sei whale catch series. *J. Cetacean Res. Manage (Suppl.)* 20 : 189-199.
- Hakamada, T., Takahashi, M., Matsuoka, K. and Miyashita, T. 2017. Abundance estimate for western North Pacific Bryde's whale by sub-areas based on IWC-POWER and JARPNII sighting surveys. Paper SC/67A/RMP04 presented to IWC Scientific Committee, May 2017 (unpublished) 18pp.
- Hakamada, T., Matsuoka, K. and Miyashita, T. 2018. Update $g(0)$ estimation for western North Pacific Bryde's whales and its application to previous abundance estimates. Paper SC/67B/ASI/15 Rev2 presented to IWC Scientific Committee, May 2018 (unpublished) 11pp.
- International Whaling Commission. 2008. Report of the Scientific Committee. Annex D. Report of the Sub-Committee on the Revised Management Procedure (RMP). *J. Cetacean Res. Manage.* 10 (Suppl.):90-120.
- International Whaling Commission. 2012a. The Revised Management Procedure (RMP) for Baleen Whales *J. Cetacean Res. Manage.* 13 (Suppl.): 483-494.
- International Whaling Commission. 2012b. Requirements and Guidelines for Conducting Surveys and Analysing Data within the Revised Management Scheme. *J. Cetacean Res. Manage.* 13 (Suppl.):507-18.
- International Whaling Commission. 2012c. Requirements and Guidelines for *Implementations* under the Revised Management Procedure (RMP). *J. Cetacean Res. Manage.* 13 (Suppl.):495-506.
- International Whaling Commission. 2020. Report of the Sub-Committee on Implementation Reviews and Simulation Trials. *J. Cetacean Res. Manage.* 21 (Suppl): 77-105.
- Japan's RMP Team. 2019. Catch limits for western North Pacific sei, Bryde's and common minke whales calculated in line with the IWC's Revised Management Procedure (RMP). □
- Japan's RMP Team. 2021. Revision of the catch limit for western North Pacific common minke whales calculated in line with the Revised Management Procedure (RMP). <https://www.jfa.maff.go.jp/j/whale/attach/pdf/index-20.pdf>
- Japan's RMP Team. 2023. Catch limits for western North Pacific fin whales calculated in line with the IWC's Revised Management Procedure (RMP). <https://www.jfa.maff.go.jp/j/whale/attach/pdf/index-71.pdf>
- Jombart, T., Devillard, S., Dufour, A.B. and Pontier, D. 2008. Revealing cryptic spatial patterns in genetic variability by a new multivariate method. *Heredity* 101:92-103.
- Katsumata, T., Yoshida, T., Isoda, T., Yamaguchi, F., Yamazaki, M., Takahashi, M., Murata, H. and Matsuoka, K. 2021. Results of the dedicated cetacean sighting surveys in the western North Pacific in 2020 summer season. Paper SC/68C/ASI/14 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, April 2021 (unpublished). 17pp.
- Katsumata, T., Takahashi, M., Teruya, S., Watanabe, R., Irie, A. and Matsuoka, K. 2022. Results of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the North Pacific in 2021 summer season. Paper SC/68D/ASI/06 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, April 2022 (unpublished). 18pp.
- Kim, Y., Isoda, T., Higashi, M., Yamazaki, M., Arito, A., Kasai, H. and Matsuoka, K. 2024. Results of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the North Pacific in 2023 summer season. Paper SC/69B/ASI/09 presented to IWC scientific Committee, April 2024 (unpublished). 11pp.
- Konishi, K., Minamikawa, S., Kleivane, L., and Takahashi, M. 2024. Annual phenology and migration routes to breeding grounds in western-central North Pacific sei whales. *Sci. Rep.* 14(1): 11212. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61831-8>.

- Laake, J.L. and Borchers, D.L. 2004. Methods for incomplete detection at distance zero. pp. 108–189. In: S.T. Buckland, D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas (eds). *Advanced Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.
- Matsuoka, K., Yoshimura, I. and Miyashita, T. 2013. Cruise report of the Japanese cetacean sighting survey in the western North Pacific in 2012. Paper SC/65a/O4 submitted to IWC Scientific Committee, June 2013 (unpublished). 8pp.
- Matsuoka, K., Yamaguchi, F., Honma, H., Ohkoshi, C., Maki, K. and Miyashita, T. 2015b. Cruise report of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the western North Pacific in 2014. Paper SC/66a/IA6 submitted to IWC Scientific Committee, May 2015 (unpublished). 12pp.
- Matsuoka, K., Crance, J., Gilpatrick, J.W., Yoshimura, I., and Ohkoshi, C. 2020. Cruise report of the 2019 IWC-Pacific Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-POWER). Paper SC/68B/ASI/20 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, May 2020 (unpublished). 57pp.
- Morse, L., Crance, J., Yoshimura, I., Katsumata, T. and Kasai, H. 2023. Cruise report of the 2022 IWC-Pacific Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-POWER). Paper SC/69A/ASI/09 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, April 2023 (unpublished). 47pp.
- Murase, H., Katsumata, T., Yoshimura, I., Fujii, S., Abe, N. and Matsuoka, K. 2021. Cruise report of the 2020 IWC-Pacific Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-POWER). Paper SC/68C/ASI/05 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, April 2021 (unpublished). 37pp.
- Murase, H., Gilpatrick, J.W., Yoshimura, I., Eguchi, H. 2022. Cruise report of the 2021 IWC-Pacific Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-POWER). Paper SC/68B/IA/01 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, April 2020 (unpublished). 34pp.
- Punt, A.E. 2003. Report of the Scientific Committee. Report of the Workshop on North Pacific Common Minke Whale Implementation Simulation Trials. Annex F. A Bayesian approach to estimating 'J'-'O' mixing proportion. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)* 5: 482.
- Punt, A.E. 2020. Further updated progress report: A multi-stock model for North Pacific Sei whales. Paper SC/68D/ASI/03 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, April 2022 (unpublished). 28pp.
- Review Panel. 2019. Report from the group of independent scientists requested to review the proposal from Japanese scientists for catch limits for Japanese commercial whaling. <https://www.jfa.maff.go.jp/e/whale/attach/pdf/index-11.pdf>
- Tamura, T., Otani, S., Isoda, T., Wada, A., Yonezaki, S., Mori, M., Tsunekawa, M., Fukudome, K., Nakai, K., Satoh, H., Nomura, I., Nakatsuka, S., Umatani, M., Koyanagi, T., Takamatsu, T., Kawabe, S., Kandabashi, S., Watanabe, H., Kumagai, S., Sato, H. and Ogawa, T. 2009. Cruise report of the second phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the western North Pacific (JARPN II) in 2008 (part I) - offshore component. Paper SC/61/O submitted to IWC Scientific Committee, June 2009 (unpublished). 49pp.
- Tamura, T., Yoshida, H., Yasunaga, G., Goto, M. and Pastene, L.A. 2019. Final conclusions of the JARPNII research based on refined analyses and additional samples. Paper SC/68A/SP05 presented to the IWC Scientific Committee, Nairobi, May 2019 (unpublished). 135pp.
- Tiedemann, R., Tiedemann, M.R., Gunnlaugsson, D., Pampoulie, C. and Vikingsson, G.A. 2014. Finding relatives among North Atlantic common minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) based on microsatellite data: the relationship between false discovery rate (FDR) and detection power. Paper SC/65b/RMP05 presented to the IWC Scientific Committee, May 2014 (unpublished). 8pp.