

改訂管理方式（RMP）に沿って算出された北西太平洋 ミンククジラの捕獲可能量の改訂について（仮訳） 日本RMPチーム

概要

国際捕鯨取締条約（ICRW）からの脱退後、日本は2019年7月に北太平洋のイワシクジラ、ニタリクジラ、北西太平洋ミンククジラを対象とした捕鯨業を再開した。

捕獲枠（2022年以降「漁獲可能量」という。）は、国内の専門家グループ（日本RMPチーム）が改訂管理方式（RMP）に沿って行った捕獲可能量の算出と、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を検討して、水産庁（FAJ）が設定したものである。

日本のRMPチームが算出した捕獲可能量について、レビューパネルは「算出された北太平洋ミンククジラの捕獲可能量の値が、最新のものでも2003年に算出されたオホーツク海の資源量推定値に大きく依存しているものである」と懸念を表明した。さらに、レビューパネルは、「この海域における新たな資源量推定値が利用可能になり次第、直ちに捕獲可能量の計算を更新し、改訂した捕獲可能量を設定すべきである」と指摘した。日本はロシア連邦の科学者と協力してオホーツク海での目視調査を継続しており、2015年から2020年の調査で収集された目視データに基づき、この海域の新しい資源量推定値を得た。また、日本は2018年から2020年にかけて収集された目視データに基づき、日本近海および北太平洋西部における新たな資源量の推定値を得た。 $g(0)$ で補正した日本の太平洋側とオホーツク海に設定した単一の管理海区の最新の $g(0)$ で補正した推定資源量は、20,961頭である。

新しい資源量推定値、混獲を含む最新の捕獲データ及び2021年の年次会合で国際捕鯨委員会科学委員会（IWC-SC）が合意した実施シミュレーション試験（IST）の仕様に関するいくつかの改訂に基づいて、ミンククジラの捕獲可能量の計算の更新が行われた。系群構造の仮説と管理海区の定義は、前回の捕獲可能量の計算と同じである。許容される更新された捕獲可能量は167頭として算出された。

この文書では、上記のレビューパネルの勧告を受けて、北西太平洋ミンククジラの捕獲可能量を更新するためにとったプロセスを説明する。まず、新しい資源量推定値と捕獲に関するデータを詳しく説明する。次に、RMPに沿った捕獲可能量の算出方法及びISTsに基づく不確実性の分析について説明する。日本のRMPの実施はこれまでも、また今後も利用可能な最善の科学に基づくものである。従って、捕獲可能量は最新の科学的情報を反映するために随時更新される。系群構造やMSYRなどのその他の不確実性の要素については、捕鯨業から得られる新しいデータやサンプルの継続的な分析に基づき、暫定的に6年後に予定されている総合評価でしかるべく検討される。

目次

	ページ
概要	1
1. はじめに	3
2. 北西太平洋ミンククジラの捕獲可能量更新	4
2.1. 捕獲可能量算出法 (CLA) の適用	4
2.1.1. 系群構造及び管理海区の定義	4
2.1.1.1 系群構造の仮説	4
2.1.1.2 管理海区の定義	5
2.1.2 資源量推定値	7
2.1.2.1 新しい資源量推定値	7
2.1.2.2 CLA計算のための $g(0)$ で補正した資源量推定値	8
2.1.3 捕獲履歴及びその他の死亡	9
2.1.4 捕獲可能量	11
2.2. 実施シミュレーション試験(ISTs)	11
2.2.1. トライアルシナリオ	11
2.2.2. データ及び仮定	12
2.2.3. コンディショニング	13
2.2.4. 将来の調査計画	13
2.2.5. 管理方策バリエーション	14
2.2.6. 資源保存に関するパフォーマンス	15
3. 捕鯨業及び将来の調査	17
付録1	21
2015年から2020年の日露共同目視調査による目視データを用いた サブエリア12NEのミンククジラの資源量推定値	
付録2	44
2018年から2020年に実施した目視調査に基づく日本周辺サブエリアの ミンククジラの資源量推定値	
付録3	58
コンディショニング及び 実施シミュレーション試験 (ISTs) で使用した北西太平洋ミンククジラのデータ	

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月に北太平洋イワシクジラ（*Balaenoptera borealis*）、ニタリクジラ（*B. edeni brydei*）、北西太平洋ミンククジラ（*B. acutorostrata*）を対象とした捕鯨業を再開した。各鯨種の捕獲枠は、イワシクジラ、ニタリクジラ、ミンククジラについて、水産庁（FAJ）によってそれぞれ25頭、187頭、171頭の捕獲可能量内で設定されたが（FAJ, 2019a; 2019b）、この捕獲可能量は国際捕鯨委員会（IWC）の改訂管理方式（RMP）に沿って国内の専門家グループ（日本のRMPチーム）が算出し（JRT, 2019）、国際科学者による独立グループ（Review Panel, 2019）によるレビュー結果も考慮された。レビューでは、パネルの科学者から、今後の日本のRMPチームの作業を改善するための貴重なコメントと技術的な提言がされた（Review Panel, 2019）。その中で、最も緊急性の高いものは、以下のミンククジラに関するものであった。

「しかしながら、算出された北太平洋ミンククジラの捕獲可能量の値が、最新のものでも2003年に算出されたオホーツク海の資源量推定値に大きく依存していることが懸念される。この海域での新規の調査が2020年に計画されている。この海域における新たな資源量推定値が利用可能になり次第、直ちに捕獲可能量の計算を更新し、改訂した捕獲可能量を設定すべきである。」。（Review Panel, 2019）。

日本はロシア連邦の科学者と協力してオホーツク海での目視調査を継続し、2015年から2020年の調査で収集された目視データに基づき、この海域の新しい資源量推定値を得た。また、日本は、日本近海（国内目視調査）及び北西太平洋（日本／IWCの太平洋鯨類生態系調査（POWER）目視調査）にいておいて、2018年から2020年にかけて収集された目視データに基づき、新たな資源量推定値を得た。

この文書の目的は、上記のレビューパネルの勧告を受けて、新しい資源量推定値に基づき、北西太平洋ミンククジラの捕獲可能量を更新するプロセスを説明することである。まず、新しい資源量推定値と捕獲に関するデータについて詳しく説明する。次に、RMPに沿った捕獲可能量の算出方法及びISTsに基づく不確実性の分析について説明する。

日本のRMPの実施はこれまでも、また今後も利用可能な最善の科学に基づくものである。従って捕獲可能量は最新の科学的情報を反映するために随時更新される。そのため、日本は資源量推定値を更新し続け、捕鯨業から得られる新しいデータやサンプルの継続的な分析に基づいて、系群構造やMSYRなどといった他の不確実性の要素についても調査することになる。これらの要素は、暫定的に6年後に予定されている総合評価でしかるべく検討される。

2. 北西太平洋ミンククジラの捕獲可能量更新

2.1 捕獲可能量算出法（CLA）の適用

2.1.1 系群構造及び管理海区の定義

2.1.1.1 系群構造に関する仮説

IWC科学委員会（SC）は、北西太平洋ミンククジラの詳細評価に備えて、三つの系群構造仮説（A、B及びE）に合意した（IWC-SCの評価で用いられた管理サブエリアについては、図1参照）。

仮説A：サブエリア1W、1E、2C、5、6W、6E、7CS、7CN、10W、10E、11、12SWに単一のJ系群が分布し、サブエリア2C、2R、3、4、7CS、7CN、7WR、7E、8、9、9N、10E、11、12SW、12NE、13に単一のO系群が分布している。

仮説B：仮説Aと同様であるが、サブエリア1W、5、6Wに第3の系群（Y）が存在し、サブエリア6Wの南部でJ系群と重複している。

仮説E：Y、J、P、Oの4つの系群があり、そのうち2つ（YとJ）は日本の西側に、3つ（J、P、O）は日本の東側とオホーツク海に分布している。P（以前は「Purple（紫）」と呼ばれていた）は沿岸系群である。

前回のRMP実施レビュー時に、IWC-SCは仮説AとBに高い妥当性を与えたが、仮説Eにはまず遺伝学と個体群統計学の追加分析を待つ必要があり妥当性を与えることができなかった（IWC, 2020a）。系群構造の仮説と妥当性についての詳細は、JRT（2019）を参照されたい。また、仮説Bに関しては、Y系群の出現は日本の太平洋側では管理上の意味がないことに留意する必要がある。

ミンククジラの捕獲可能量を更新する目的では、日本による前回の捕獲可能量の算出（JRT, 2019）と同じ仮説Aを採用した。現在行われている捕鯨業の操業からデータと遺伝子サンプルが収集されており（セクション3参照）、これらは近い将来、本評価の一環として最新の遺伝子分析に使用される予定である。さらに、追加の遺伝マーカーを試験中であり、これらは将来、特に仮説Eの妥当性を確定するために使用出来るかもしれない。

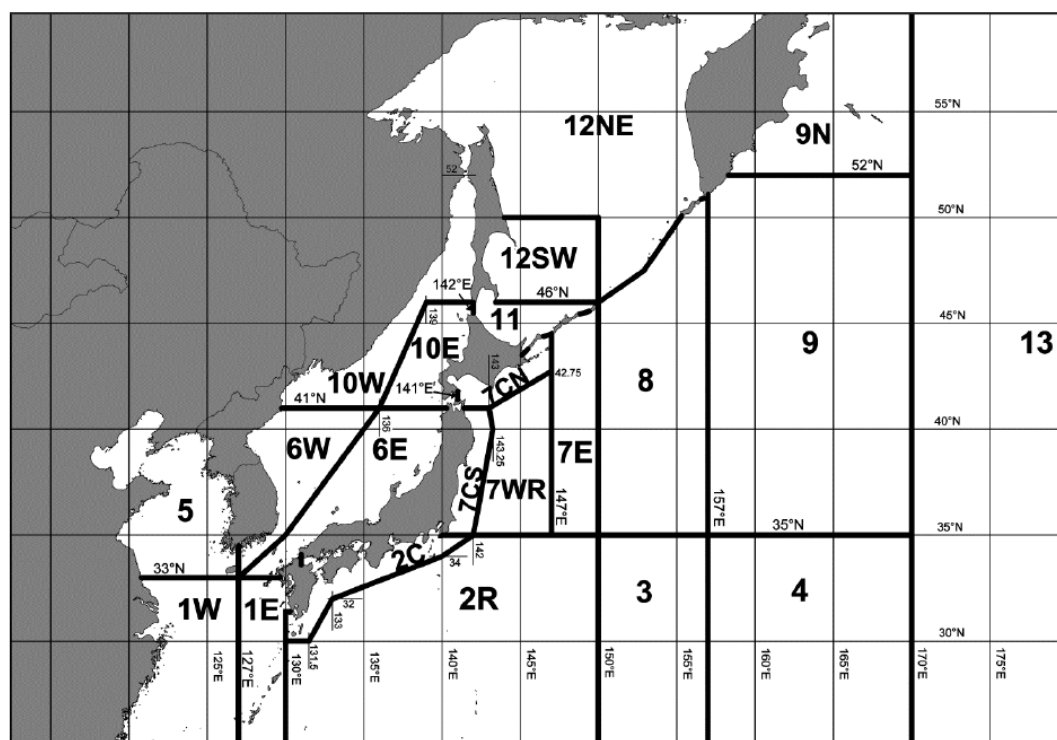


図1. 北西太平洋ミンククジラのIWC-SC実施レビューで使用された22のサブエリア (IWC, 2014)

2.1.1.2 管理海区の定義

小海区の定義は、前回の報告書 (JRT, 2019) から変更されていない。4つのサブエリア群を以下のように考慮した (図2)。

- A: サブエリア7CSと7CNの組み合わせ (J系群とO系群が混在)
- B: サブエリア7WR、7E、8、9の組み合わせ (O系群のみ存在)
- C: オホーツク海南部のサブエリア11 (J系群とO系群が混在)
- D: オホーツク海中央部および北部のサブエリア12 (J系群とO系群が混在)

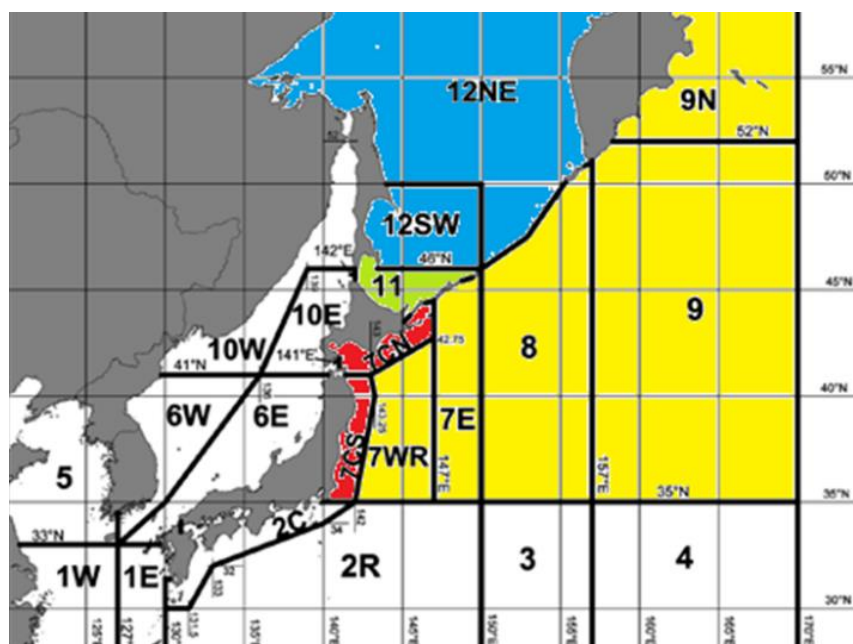


図2.4つのサブエリア群：A（赤）：7CS+7CN；B（黄）：7WR+7E+8+9；C（緑）：11；D（青）：12SW+12NE

A+B+C+Dを小海区と設定することを決定し、この小海区を対象とする資源量推定値と捕獲履歴が計算に用いられた。

前回のプロセス（JRT, 2019）と同様に、サブエリア群におけるO系群について異なる比率が検討された（表1）。これらのオプションは、前回の計算（JRT, 2019）から変更されていない。この小海区における過去の捕獲はすべてO系群に帰属されており、これはO系群の観点からは保守的な決定である。

表1. 様々なサブエリア群に存在するO系群の比率に関する5つのオプション(S0～S4)を示す。

サブエリア群	S0	S1	S2	S3	S4
A (7CS, 7CN)	100	80	80	80	80
B (7WR, 7E, 8, 9)	100	100	100	100	100
C (11)	100	80	80	70	60
D (12SW)	100	80	90	70	60
D (12NE)	100	100	100	90	75

2.1.2 資源量推定値

2.1.2.1 新しい資源量推定値

オホーツク海

オホーツク海では、2015年から2020年まで、夏季（8～9月）に日露共同による目視調査が実施された（Myasnikov *et al.*, 2016; Gushcherov *et al.*, 2017; 2018; 2019; 2020; 2021）。サブエリア12NEにおけるミンククジラの資源量は、2015年から2020年の夏季に実施された日露共同調査で得られた目視データに基づいて、 $g(0)=1$ という仮定のもとで推定された。このミンククジラ資源量推定値は、日本のEEZ内における持続可能な捕鯨業のための捕獲可能量の改訂に用いられたが、そのプロセスは本資料で説明している。サブエリア12NEにおける年次目視調査は、IWC-SCのオーバーサイトにより、ロシアのウラジミール・サフォノフ号によって実施された。目視方法の概要は、IWCのガイドラインに従ったIWC-POWER目視調査で使用されている方法と同様である。角度推定における丸め誤差が発見モデルの当てはまりに与える影響を軽減するため、スミアリング法が適用された。横距離は0.8海里で切り捨て、多共変量として風力と視程を考慮した。視程を考慮したハザードレートモデルがAICにより最も当てはまりが良いとして選ばれ、資源量推定値は15,621（CV:0.419、95% CI:7,106 - 34,340）となった。サブエリア12NEのエリアカバレッジは89%であった。調査距離による加重平均に基づき、2018年をタイムスタンプ（訳注：資源量推定値を代表する年）と考えることができる。これらの調査に関する詳細情報、分析方法、推定結果は付録1に記載した。

日本沿岸及び北西太平洋

日本の目視調査は、2018年ならびに2019年の春（5月から6月）、および2020年の夏（7月から9月）に日本周辺の沿岸・沖合で実施された（Matsuoka *et al.*, 2019; Katsumata *et al.*, 2020; 2021）。IWC-POWER調査は、2020年の夏（7月から9月）に北西太平洋で実施された（Murase *et al.*, 2021）。2018-2019年（春季調査）及び2020年（夏季調査）に実施した調査で得られた目視データに基づき、日本の太平洋側の沿岸・沖合におけるミンククジラの資源量を推定した。これらの資源量推定値は、日本のEEZにおける本種の持続可能な捕鯨業のための捕獲可能量を更新する過程で用いられた。2018年から2020年の推定値は $ISTs$ で使用され、夏季の推定値はRMPのCLAに基づくミンククジラの捕獲可能量計算にも使用され、そのプロセスは本文書で説明している。春季と夏季の調査は、IWC-SCのオーバーサイトのもとで日本の目視専門調査船によって実施された。資源量は、IWC-SCが採択したガイドラインに従って、 $g(0)=1$ の仮定のもとで標準的な距離サンプリング法によって推定された。日本海では、サブエリア10Eおよび6E（J系群が想定される）の資源量推定値は、2018年春に805（CV=0.502）、2019年春に2,389（CV=0.392）であった。オホーツク海南部（サブエリア11）では、2018年春の資源量推定値は306（CV=0.505）であった。太平洋側では、サブエリア7CS及び7CNの資源量推定値は、2018年春にそれぞれ103（CV=0.739）及び159（CV=0.766）であった。サブエリア7WRの資源量推定値は、2019年春に77（CV=1.017）であった。サブエリア7CN及び9における資源量推定値

は、2020年夏にそれぞれ219 (CV=0.671) 及び642 (CV=0.703) であった。これらの調査に関する詳細情報、分析方法、推定結果は付録2に記載した。

上記のように、サブエリア12NE、7CN、9における夏季の資源量推定値はCLAの更新計算に用いられ (セクション2.1.2.2)、月別・サブエリア別の推定値は IST_b に用いられた (セクション2.2)。また、2019年にIWC-SCによって承認されたサブエリア11の夏季の資源量推定値 (306、CV=0.679: Miyashita (2019)のハーフノーマルモデルによる推定値) がCLAの計算に用いられた (IWC, 2020b)。新しい夏季の資源量推定値の概要は表2を参照。

表2. $g(0)=1$ の仮定のもとでの北西太平洋ミンククジラの新しい夏季資源量推定値

サブエリア	年	季節	月	推定値	CV	参照
12NE	2018	夏	8-9月	15,621	0.419	ANNEX 1 of this report
11	2014	夏	8月	306	0.679	Miyashita (2019), IWC (2020b)
9	2020	夏	8-9月	642	0.703	ANNEX 2 of this report
7CN	2020	夏	8月	219	0.671	ANNEX 2 of this report

2.1.2.2 CLA計算のための $g(0)$ で補正した資源量推定値

前回のプロセス (JRT, 2019) と同様に、小海区 (A+B+C+D) の資源量推定値は、サブエリアごとの資源量推定値の総和から得られる。これらの推定値は、2020年夏のサブエリア7CN及び9における推定値の合計 (付録2) については $g(0)=0.859$ 、 $SE=0.103$ (トップバレル、IOプラットフォームおよびアッパーブリッジでの目視: Okamura *et al.*, 2010) で、その他の推定値 (付録1及び前回の推定値) については $g(0)=0.798$ 、 $SE=0.134$ (トップバレル及びアッパーブリッジでの目視調査: Okamura *et al.*, 2010) で補正されたものである。この処理の根拠は付録1と2を参照。表3は、この小海区に存在する鯨のうち、O系群に属するものの比率を変えた場合の、資源量推定値を示している (前述)。

表3. O系群の比率を変えた場合の、小海区 (A+B+C+D) に存在するミンククジラO系群の $g(0)$ で補正済みの資源量推定値

	A+B+C+D									
	S0		S1		S2		S3		S4	
Year	Estimate	CV	Estimate	CV	Estimate	CV	Estimate	CV	Estimate	CV
1991*	31,093	0.282	29,152	0.287	29,750	0.286	26,832	0.289	23,784	0.293
2003**	20,513	0.227	19,205	0.226	19,631	0.227	17,792	0.225	15,956	0.223
2018	20,961	0.424	28,833	0.426	20,833	0.426	18,837	0.424	15,863	0.420

*進行中の北西太平洋ミンククジラのIWC-SC詳細評価 (in-depth assessment) で行われた、過去の推定値の訂正に伴い、IWC事務局とのやり取りを通じて前回の報告書 (JRT, 2019) から改訂

**前回の報告書 (JRT, 2019) から変更なし。

2.1.3 捕獲履歴及びその他の死亡

IWC-SC/68C会議（IWC, 2021）で改訂されたISTの仕様に従って、CLAに使用された過去の捕獲統計は2020年まで更新された（表4）。

混獲統計（表5）も、IWC-SC/68C会議（IWC, 2021）で改訂されたIST仕様に基づき2020年まで更新され、コンディショニング（セクション2.2.3）から導出された。なお、コンディショニングに使用したデータの詳細は、付録3に示す。

表4. 小海区（A+B+C+D）におけるミンククジラの捕獲履歴

Year	A+B+C+D	Year	A+B+C+D	Year	A+B+C+D
1930	13	1960	257	1990	0
1931	14	1961	333	1991	0
1932	22	1962	239	1992	0
1933	23	1963	220	1993	0
1934	32	1964	289	1994	21
1935	33	1965	312	1995	100
1936	24	1966	360	1996	77
1937	58	1967	270	1997	100
1938	68	1968	225	1998	100
1939	72	1969	213	1999	100
1940	79	1970	314	2000	40
1941	60	1971	268	2001	100
1942	71	1972	340	2002	152
1943	102	1973	518	2003	151
1944	79	1974	363	2004	160
1945	69	1975	328	2005	222
1946	99	1976	339	2006	197
1947	125	1977	246	2007	208
1948	169	1978	400	2008	171
1949	134	1979	392	2009	165
1950	202	1980	364	2010	119
1951	233	1981	358	2011	126
1952	293	1982	309	2012	184
1953	234	1983	279	2013	95
1954	275	1984	367	2014	81
1955	374	1985	319	2015	70
1956	456	1986	311	2016	37
1957	357	1987	304	2017	129
1958	516	1988	0	2018	171
1959	281	1989	0	2019	123
				2020	95

表5.小海区（A+B+C+D）における北西太平洋ミンククジラの偶発的捕獲（混獲）

Year	A+B+C+D	Year	A+B+C+D	Year	A+B+C+D
1946	16.0	1971	40.5	1996	38.0
1947	16.5	1972	39.5	1997	37.5
1948	17.5	1973	38.0	1998	38.5
1949	18.5	1974	37.0	1999	39.5
1950	20.0	1975	36.0	2000	39.0
1951	22.0	1976	35.5	2001	39.5
1952	22.5	1977	35.0	2002	42.5
1953	24.0	1978	34.0	2003	43.0
1954	25.0	1979	41.0	2004	40.5
1955	26.5	1980	41.0	2005	38.0
1956	27.0	1981	40.0	2006	39.5
1957	28.0	1982	39.0	2007	24.0
1958	30.0	1983	46.0	2008	32.0
1959	30.0	1984	54.0	2009	33.0
1960	31.5	1985	49.5	2010	32.0
1961	33.5	1986	53.5	2011	28.0
1962	34.5	1987	52.5	2012	28.0
1963	35.0	1988	46.5	2013	28.0
1964	36.0	1989	44.5	2014	28.0
1965	37.5	1990	44.5	2015	28.5
1966	38.0	1991	40.5	2016	28.5
1967	39.0	1992	39.5	2017	26.0
1968	40.0	1993	40.0	2018	24.5
1969	40.5	1994	39.5	2019	24.5
1970	41.5	1995	36.0	2020	24.5

2.1.4 捕獲可能量

前回の計算（JRT, 2019）と同様に、チューニングレベル0.6を考慮したノルウェーの Catch Limit Algorithm（CLA）（Aldrin and Huseby, 2007; Aldrin *et al.*, 2008）に基づき捕獲可能量を算出した。サブエリア群A、B、C及びDは、小海区として扱われる。この小海区におけるO系群の捕獲可能量が計算されている。この小海区におけるO系群混合比率を変えたいくつかのケースでの捕獲可能量も計算している（上記のS0～S4）。結果は表6に示すとおりである。実際の捕獲では雄の方が比率が高いため、性比が50：50でない場合の調整は、必要ない。

表6. 小海区（A+B+C+D）におけるO系群のクジラの比率についていくつかの仮定のもとで、ノルウェーのCLAコードを当該小海区に適用した結果に基づいて算出されたミンククジラO系群の捕獲可能量

Tuning level	Option S0 (all O stock)	Option S1	Option S2	Option S3	Option S4
0.6	167	150	154	135	110

2.2 実施シミュレーション試験(ISTs)

2.2.1 トライアルシナリオ

北西太平洋ミンククジラについては、系群仮説A（セクション2.1.1参照）が最も妥当性が高いと考え、この仮説だけを検討した。この仮説の下、オホーツク海におけるJ系群とO系群の混合比率を主要な不確実性として扱った。2019年に出されたパネル勧告（Review Panel, 2019）に従い、MSYR4%（成熟）及び1%（1+）をトライアルのベースラインとして扱った。また、前回の報告書（JRT, 2019）と同様に、過去の捕獲記録、資源量推定に用いる $g(0)$ の値の不確実性もトライアルの中で考慮した。これらの可能性をすべて考慮し、各管理方策バリエーションについて合計20個のシミュレーション試験を行った（表7）。

トライアルシナリオはAnn-r（nnはトライアル番号、rはMSYR値）のようなフォーマットを用いて表記した。トライアルA01はベースライントライアルであり、その仕様は本種の2014年IWC-SCでの実施レビューで用いられたものとほぼ同じである（ただし、これらのトライアルの下でのテストではCLAチューニングレベル0.72の代わりに0.6が用いられた）。トライアルA02（過去の捕獲頭数と混獲数に代替の数値）、A03（資源量推定に $g(0)=1$ を仮定）、A04-A10（オホーツク海におけるJ系群とO系群の比率を変えている）は、主要な不確実性に対する頑健性を試験するために実施された。すべてのトライアルは、MSYRが4%（成熟）と1%（1+）の両方（Ann-4又はAnn-1）について行われ、その結果はバリエーションの許容性を決定する際に中程度の重み付けとして扱われた。

表7. 北西太平洋ミンククジラについて実施したトライアルの一覧

Trial numbers	MSYR	Description	Trial weight
A01-1	1%(1+)	Baseline two stock scenario, $g(0)=0.8$, Chinese bycatch	M
A01-4	4%(mature)		M
A02-1	1%(1+)	High direct catches and alternative Korean and Japanese bycatches	M
A02-4	4%(mature)		M
A03-1	1%(1+)	Assuming $g(0)=1$	M
A03-4	4%(mature)		M
A04-1	1%(1+)	10% J stock in sub-area 12SW in August (20% in base case)	M
A04-4	4%(mature)		M
A05-1	1%(1+)	30% J stock in sub-area 12SW in August (20% in base case)	M
A05-4	4%(mature)		M
A06-1	1%(1+)	40% J stock in sub-area 12SW in August (20% in base case)	M
A06-4	4%(mature)		M
A07-1	1%(1+)	10% J stock in sub-area 12 in August	M
A07-4	4%(mature)		M
A08-1	1%(1+)	20% J stock in sub-area 12 in August	M
A08-4	4%(mature)		M
A09-1	1%(1+)	30% J stock in sub-area 12 in August	M
A09-4	4%(mature)		M
A10-1	1%(1+)	40% J stock in sub-area 12 in August	M
A10-4	4%(mature)		M

2.2.2 データ及び仮定

コンディショニングとISTsで使用したデータは、付録3にまとめられている。

付録1と2にある新しい資源量推定値に加え、改訂された過去の資源量推定値もコンディショニングとトライアルに使用された。これらの過去の推定値は、IWC-SC/68C会議（IWC, 2021）でなされたIST仕様の改訂とIWC事務局とのコミュニケーションを通じたその後の作業に従って改訂されたものである。従って、これらの過去の推定値は、現在進行中のIWC-SCにおける北西太平洋ミンククジラ詳細評価（in-depth assessment）で使用する推定値と同じである。また、年、サブエリア及び性別ごとの詳細な直接捕獲頭数も、IWC事務局とのコミュニケーションを通じて更新し、IWC-SCが使用するものと一致している。偶発的捕獲の情報は、IWC-SCによるIST仕様書の改訂に従って修正した。サブエリア7CS及び7CNのミンククジラ資源から将来の捕鯨業による捕獲頭数を減ずるために用いるQマトリックス、QBマトリックス、系群別の時間不変固定比率も、進行中の捕鯨業や混獲データ及びサンプルから集めた追加データで更新した。詳細は付録3を参照。

生物学的パラメーター（自然死亡率、成熟年齢）と技術的パラメーター（選択性）は、IWC-SCによる前回の実施レビュー（IWC, 2014）と同じである。J系群とO系群のミンククジラの個体群動態をモデル化するために、年齢別性別ペラ・トムリンソンモデルが用いられた。モデルの詳細はIWC（2014）に記載されている。

2.2.3 コンディショニング

コンディショニングに使われたデータは、様々なサブエリアのJ系群のクジラの比率、サブエリアごとの資源量推定値及び推定された偶発的捕獲頭数である。詳しくは付録3を参照。

コンディショニングプロット（資源量推定値と混獲統計へのあてはまりを含む）を作成し、予期せぬ挙動がないかを検査した。これらのプロットに基づき、あてはまりはすべて満足のいくものであると判断された。

2.2.4 将来の調査計画

表8aと表8bは、想定される2021年から2032年の日本海、北太平洋、オホーツク海における将来の目視調査計画を示している。同じパターンを6年ごとに繰り返す予定である。

表8a. サブエリア5、6、10（日本海）での2021年から2032年に想定される将来の目視調査計画

	5	6W	6E	10W	10E
2021	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-
2024	-	-	Jun-Jul*	Jun-Jul	Jun-Jul*
2025	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-
2027	-	-	-	-	-
2028	-	-	-	-	-
2029	-	-	-	-	-
2030	-	-	Jun-Jul*	Jun-Jul	Jun-Jul*
2031	-	-	-	-	-
2032	-	-	-	-	-

* 調査は6E及び10Eの一部をカバー

表8b. サブエリア7、8、9、11、12（北太平洋とオホーツク海）で2021年から2032年に想定されている将来の目視調査計画

	7CS	7CN	7WR	7E	8	9	11	12SW	12NE
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep**
2022	Aug-Sep	Aug-Sep	Aug-Sep	Aug-Sep	-	-	-	-	Aug-Sep**
2023	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep	Aug-Sep	-
2024	-	-	-	-	Aug-Sep	Aug-Sep	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep**
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep**
2027	-	-	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep**
2028	Aug-Sep	Aug-Sep	Aug-Sep	Aug-Sep	-	-	-	-	Aug-Sep**
2029	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep	Aug-Sep	-
2030	-	-	-	-	Aug-Sep	Aug-Sep	-	-	-
2031	-	-	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep**
2032	-	-	-	-	-	-	-	-	Aug-Sep**

** 調査は毎年12NEの異なる海域をカバー

2.2.5 管理方策バリエーション

管理方策バリエーションは、前回の報告書（JRT, 2019）から変更されていない。捕鯨は、サブエリア7CS、7CN、7WR、11のうち日本のEEZ内で操業されている。捕獲可能量は、サブエリア7、8、9、11、12海区を小海区として、サブエリア7CS、7CN、7WR、11における捕獲頭数を用いて計算されている。前回の計算（JRT, 2019）と同様に、管理方策バリエーションを定義するために4つの要素が考慮されている（便宜上、トライアルで検討された管理方策バリエーションは4桁の数字で表している）。

実際のCLAで使用するための資源量推定値

CLAのインプットとなる資源量推定値の計算には5つのオプションがある。一つはサブエリア7、8、9、11、12の資源量推定値の総和である（以下、このオプションを「全てO系群」または「S0」と呼ぶ）。このサブエリア群にはJ系群も含まれている可能性があるため、各サブエリア群におけるO系群の想定される比率を資源量推定値に乗じて、各サブエリアにおけるO系群の資源量の近似値を求める（表1及び3のオプションS1-S4）。

捕鯨：禁漁区(空間的閉鎖)

禁漁区については、次の二つのオプションが検討されている。i)サブエリア7CS及び7CNにおいては、海岸から10海里以内は禁漁。ii)禁漁区を設けない。過去の研究では、J系群は沖合（すなわち、海岸から10海里以上離れたところ）よりも海岸から10海里以内の方が比率が高いことが示されている（IWC, 2014）。

捕鯨：禁漁期(時間的閉鎖)

禁漁期については、次の二つのオプションが検討されている。i)捕鯨はサブエリア7CS、7CN及び7WRでは4月から10月、サブエリア11では8月から10月の期間に制限する、ii)すべての月に捕鯨を行う。

捕獲可能量の配分

沿岸の4つのサブエリアへの捕獲可能量の配分が検討されている。一つはキャッチ・カスケードイングの適用である。もう一つの選択肢は、表9)に示すように、サブエリアに捕獲比率を割り当てることである。

表9. サブエリア7CS、7CN、7WR、11に配分された捕獲可能量の比率（%）

	Opt1	Opt2	Opt3	Opt4	Opt5
7CS	40	100	0	0	0
7CN	20	0	100	0	0
7WR	20	0	0	100	0
11	20	0	0	0	100

管理方策バリエーションを表すID

4つの要因の組み合わせで、表7に示す20のトライアルについて、120の管理方策バリエーション（資源量推定値5セット×空間的選択肢2つ×時間的選択肢2つ×捕獲可能量配分6つ）が検証された。便宜上、これらの管理方策バリエーションを4桁の数字（Vxxxx）で表すと、表10のようになる。

表10. ミンククジラを対象としたトライアルに関する管理方策バリエーションのID

Factor		
Abundance for CLA	Thousand's place (Vx***)	0: All O stock; 1: S1; 2: S2; 3: S3; 4: S4
Spatial closure	Hundred's place (V*x**)	0: Closure within 10n.m in 7CS and 7CN; 1: No closure
Temporal closure	Ten's place (V**x*)	0: Restriction of whaling season; 1: No restriction
Catch Allocation	One's place (V***x)	0: Catch cascading; 1: Opt1; 2: Opt2; 3: Opt3; 4: Opt4; 5: Opt5

例えば、V0001は、すべてO系群の資源量オプション、空間閉鎖（禁漁区）オプション、時間制限（禁漁期）オプション、捕獲可能量配分オプション1の管理方策バリエーションを意味する。V1011は、S1資源量オプション、空間的閉鎖オプション、時間的制限オプションなし、捕獲可能量配分オプション1の管理方策バリエーションを意味する。

2.2.6 資源保存に関するパフォーマンス

各トライアルと管理方策バリエーションの資源保存に関するパフォーマンスを、IWC-SCのガイドラインを用いて、管理方策バリエーションとトライアルのそれぞれの組み合わせが「許容可能」、「境界線上」、「却下（許容不可）」のいずれに分類されるかを検討した。2つの系群それぞれについて、2つの資源保存に関するパフォーマンスの統計がある。それらは最終的な枯渇量と最小枯渇率（偶発的な捕獲しかない場合の個体数に対するトライアルの100年予測による個体数の比率の最小値）である（IWC, 2012）。

許容可能性の閾値を設定するために、同等の単一系群トライアルが $MSYR(1+)=1\%$ で実施された。捕獲可能量の計算にはチューニングレベル0.6が使用されたため、許容可能性の閾値にはチューニングレベル0.6と0.48が使用された。

結果は、O系群については、すべてのトライアルと管理方策バリエーションが「許容可能（合格）」（A）と判定された。これは、どの管理方策バリエーションでもO系群の資源保存に関するパフォーマンスに問題がないことを示唆する。結果が却下、許容不可（不合格）と判定されたものは、J系群のパフォーマンスが「許容できない」結果であった事に起因する。

また、 $MSYR(mat)=4\%$ のシナリオでは、ほとんどのトライアルと管理方策バリエーションの結果が「許容可能、合格」（A）であり、それ以外も「境界線上」（B）であることにも

留意されたい。

表11. 境界線又は許容できないパフォーマンスを示した管理方策バリエーションS0（V0xxx: all Ostrock option）の試験結果のまとめ

Variant	Borderline trials	Unacceptable trials	Recommendation
V0000	A01-1, A04-1	A03-1	Unacceptable
V0001	None	None	Acceptable
V0002	None	None	Acceptable
V0003	None	None	Acceptable
V0004	None	None	Acceptable
V0005	A03-4, A08-1	A01-1, A02-1, A03-1, A04-1, A05-1, A06-1, A07-1	Unacceptable
V0010	A01-1, A04-1	A03-1	Unacceptable
V0011	None	None	Acceptable
V0012	None	None	Acceptable
V0013	None	None	Acceptable
V0014	None	None	Acceptable
V0015	A01-1, A02-1, A03-1, A04-1, A05-1, A06-1, A07-1	A03-4, A08-1	Unacceptable
V0100	A01-1, A04-1, A05-1	A03-1	Unacceptable
V0101	A03-1	None	Acceptable
V0102	None	A03-1	Unacceptable
V0103	None	None	Acceptable
V0104	None	None	Acceptable
V0105	A01-1, A02-1, A03-1, A04-1, A05-1, A06-1, A07-1	A03-4, A08-1	Unacceptable
V0110	A01-1, A04-1, A05-1	A03-1	Unacceptable
V0111	A03-1	None	Acceptable
V0112	A03-1	None	Acceptable
V0113	None	None	Acceptable
V0114	None	None	Acceptable
V0115	A01-1, A02-1, A03-1, A04-1, A05-1, A06-1, A07-1	A03-4, A08-1	Unacceptable

120の管理方策バリエーションを用いた全20トライアルの中で表11にはS0（全てO系群オプション）の管理方策バリエーションの結果のみを示している。S0オプションのトライアル結果が「許容可能（合格）」であれば、CLAを使用するための資源量推定値の算出に使用した他のオプション（S1、S2、S3、S4）も、将来の捕獲頭数はS0オプションのものよりも低くなるはずなので「許容可能（合格）」であるはずである。

空間的閉鎖（禁漁区）のオプションについては、オプションi)の管理方策バリエーションのうち許容可能なものがオプションii)の管理方策バリエーションのそれよりも数が多く（表11）、空間的閉鎖（禁漁区）は北西太平洋ミンククジラにとって有効な管理措置であることが示された。従って、オプションi)の管理方策バリエーション（すなわち、サブエリア7CS及び7CNの海岸から10海里以内では捕獲禁止）を採用することになる。

時間的オプションについては、許容される管理方策バリエーションの数（オプションi）とオプションii）で同程度であり、時間的閉鎖（禁漁期）は有用な管理措置ではないことが示唆される。

サブエリア7CS、7CN、7WR及び11間の捕獲可能量の配分に関しては、キャッチ・カスケーディング及びオプション5（「1の位」に「0」または「5」を含む管理方策バリエーションのID-表10参照）は許容できない。前回のIWC-SC実施レビュー（IWC、2014、付録D1の別添2の表4a）に見られるように、キャッチ・カスケーディング法は他の配分オプション1～4よりも高い捕獲比率をサブエリア11に割り付ける。サブエリア11のクジラに占めるJ系群の割合がサブエリア7CS、7CN、7WRよりも高いことを考えると、これら二つのオプションは他のオプションよりもJ系群の捕獲数が多くなるのが、これらを許容できない理由である。サブエリア7CSと7CN（V0001、V0002、V0003、V0004、V0011、V0012、V0013及びV0014）の海岸から10海里以内の海域で捕鯨をしないのであれば、捕獲可能量配分のオプション1、2、3及び4は許容可能である。これは、a)捕獲可能量の最大20%をサブエリア11に配分することができ、b)サブエリア7CS、7CN及び7WR間で提案される配分パターンのいずれも許容可能である、ということの意味する。

結論として、V0001からV0004、V0011からV0014、V0101、V0103からV0104、そしてV0111からV0114は、J系群とO系群の両方にとって「許容可能」な管理方策バリエーションである。

3. 捕鯨業及び将来の調査

試験の結果を考慮して、日本はCLAに用いる資源量推定値に「すべてO系群」のオプション(S0)を採用し、北西太平洋ミンククジラの捕獲可能量を167に設定することとした。許容される管理方策バリエーションに従い、J系群の捕獲を減らすため、日本の太平洋側に10マイルの空間的閉鎖（禁漁区）が導入される。捕獲可能量の20%はサブエリア11に、80%は日本の太平洋側に配分する（サブエリア7CS、7CN及び7WRにブロック配分）。2022年の漁獲可能量設定には、改訂された捕獲可能量が考慮されることとなる。捕鯨業の漁獲可能量を設定する際には、現行の管理措置と同様に、直近5年間の定置網による混獲の平均数を捕獲可能量から差し引くこととされている。また、漁獲可能量の一部は、漁業種類ごとに割り当てられた漁獲可能量配分数量の移譲や漁期中の操業管理など、必要な調整を行うために水産庁が留保する。水産庁の留保分を含めた漁獲可能量は、前述の捕獲可能量の範囲内で設定される。

捕獲対象資源のモニタリングと今後のトライアルで考慮すべきシナリオの仕様改善のため、表12に示すように、捕鯨業で捕獲された個体の生物学的データと標本の収集を実施している。これらの生物学的調査は継続し、暫定的に6年後に予定されている捕獲可能量更新のための総合評価で、データと標本がしかるべく検討される。さらに、総合評価で用いるための資源量推定値を改訂するための目視調査も、セクション2.2.4に示したオプションに沿って実施される。

表12. 2019年と2020年に捕鯨業で捕獲されたミンククジラから収集された生物学的データと標本数

		2019*					2020						
		Land-based whaling		Pelagic whaling			Land-based whaling						
		7CN		7WR			7CS		7CN		11		
Objectives	Data and samples	Male	Female	Male	Female	Total	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Total
Fundamental information	Catching date and location	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
	Sex and body length	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
Stock identification	Photographic record for external body character	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
	Body scar record	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
	External body proportion	17	4	10	1	32	1	5	58	25	3	1	93
	Skin tissues for DNA analysis	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
Age determination	Earplug for age determination	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
	Eye lens for age determination	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
	Collection of Baleen plate	1	1	0	0	2	1	5	3	4	1	1	15
Reproductive information	Mammary gland; lactation status and measurement	-	9	-	1	10	-	5	-	25	-	2	32
	Uterine horn; measurements and endometrium sample	-	2	-	0	2	-	5	-	22	-	2	29
	Collection of ovary	-	6	-	1	7	-	5	-	21	-	2	28
	Testis; weight and histological sample	24	-	9	-	33	1	-	58	-	4	-	63
	Photographic record of foetus	2	0	0	0	2	0	0	3	9	1	0	13
	Foetal sex, length and weight	2	0	0	0	2	0	0	3	9	1	0	13
	Skin tissues for DNA study of foetus	2	0	0	0	2	0	0	3	9	1	0	13
	Eye lens of foetus for age determination	1	0	0	0	1	0	0	3	8	1	0	12
	Measurements of blubber thickness	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
Ecological monitoring	Stomach contents, convenient record	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95
	Collection of stomach contents for feeding study	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Muscle, liver, blubber and skin for various analysis	24	9	10	1	44	1	5	58	25	4	2	95

*上記に加えて、サブエリア7CSで47頭、サブエリア11で32頭が、2019年の捕鯨業開始前にNEWREP-NPで捕獲及びサンプリングされた。これらのデータとサンプルの詳細は、68BIWC/SCに提出されたクルーズレポートに記載されている(SC/68B/O/04及びSC/68B/O/05)

参考文献

- Aldrin, M. and Huseby, R.B. 2007. Simulation trials 2007 for a re-tuned Catch Limit Algorithm. Paper SC/59/RMP/4 presented the 59 IWC Scientific Committee in 2007.
- 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.
- Fisheries Agency of Japan. 2019a. Setting Catch Quotas of large whales for Commercial Whaling. <https://www.jfa.aff.maff.go.jp/j/whale/attach/pdf/index-48.pdf>
- Fisheries Agency of Japan. 2019b. Resumption of Commercial Whaling. <https://www.jfa.aff.maff.go.jp/e/whale/attach/pdf/index-5.pdf>
- Gushchero P.S., Tyupeleev P.A., Blokhin S.A., Shkarupa M.A., Samonov V.I. and Miyashita T. 2017. Cruise report of the cetacean sighting survey in the northern part of the Sea of Okhotsk in 2016. Paper SC/67a/ASI/03 presented the 67a IWC Scientific Committee in 2017.
- Gushchero P.S., Tyupeleev P.A., Shkarupa M.A., Makrak S.V., Samonov V.I. and Miyashita, T. 2018. Cruise report of the cetacean sighting survey in the eastern part of the Sea of Okhotsk in 2017. Paper SC/67b/ASI/17 presented the 67b IWC Scientific Committee in 2018.
- Gushchero P.S., Tyupeleev P.A., Naberezhnykh I.A., Makrak S.V., Samonov V.I. and Miyashita, T. 2019. Cruise report of the cetacean sighting survey in the north-west part of the Sea of Okhotsk in 2018. Paper SC/68a/ASI/12 Rev1 presented the 68a IWC Scientific Committee in 2019.
- Gushchero P.S., S.A., Naberezhnykh I.A., Bashtovoy A.N., Novozhilov A.A., V.I. Samonov and Miyashita, T. 2020. Cruise report of the cetacean sighting survey in the west part of the Sea of Okhotsk in 2019. Paper SC/68b/ASI/12 Rev1 presented the 68b IWC Scientific Committee in 2020.
- Gushchero P.S., S.A., Naberezhnykh I.A., Tyupeleev, P.A., Novozhilov A.A., V.I. Samonov and Miyashita, T. 2021. Cruise report of the cetacean sighting survey in the central part of the Sea of Okhotsk in 2020. Paper SC/68c/ASI/12 presented the 68c IWC Scientific Committee in 2021.
- International Whaling Commission. 2012. Requirements and Guidelines for Implementations under the Revised Management Procedure (RMP). *J. Cetacean Res. Manage.* 13 (suppl): 495-506.
- International Whaling Commission. 2014. Report of the Scientific Committee, Annex D1. Report of the Working Group on the Implementation Review for Western North Pacific Common Minke Whales. Appendix 2. North Pacific minke whale *Implementation Simulation Trial* Specifications. *J. Cetacean Res. Manage.* 15 (suppl.):112-188.
- International Whaling Commission. 2020a. Report of the Scientific Committee, Annex D. Report of the Sub-Committee on Implementation Reviews and Simulation Trials. *J. Cetacean Res. Manage.* 21 (suppl.):77-206.
- International Whaling Commission. 2020b. Report of the Scientific Committee, Annex Q. Report of

- the Standing Working Group on Abundance Estimates, Stock Status, and International Cruises. *J. Cetacean Res. Manage.* 21 (suppl.):277-299.
- International Whaling Commission. 2021. Report of the Scientific Committee, Annex D. Revised Specifications for Western North Pacific Minke Whales. *J. Cetacean Res. Manage.* (in press).
- 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). <https://www.jfa.maff.go.jp/e/whale/attach/pdf/index-14.pdf>
- Katsumata, T., Yoshimura, I., Tsunekawa, M., Kawabe, S. and Matsuoka, K. 2020. Results of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the western North Pacific in 2019 and 2020. Paper SC/68B/ASI/18 presented the 68b IWC Scientific Committee in 2020.
- Katsumata, T., Yoshida, T., Isoda, T., Yamaguchi, F., Yamazaki, M., Takahashi, M., Murata, H. Matsuoka, K. 2021. Results of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the western North Pacific in 2020 summer season. Paper SC/68C/ASI/14 presented the 68c IWC Scientific Committee in 2021.
- Matsuoka, K., Hakamada, T., Yoshimura, I., Katsumata, T., Kasai, H. and Miyashita, T. 2019. Results of Japanese dedicated cetacean sighting survey in western North Pacific. Paper SC/68A/ASI/03 presented the 68a IWC Scientific Committee in 2019.
- Miyashita, 2019. Abundance Estimate of common minke whales in sub-areas 11, 10E and 7CN in 2014. Paper SC/68A/ASI/15 presented the 68a IWC Scientific Committee in 2019.
- 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 the 68c IWC Scientific Committee in 2021.
- Myasnikov V. G., Vinnikov A. V., Ryabov A. A., Tyupeleev P.A., Gushcherov P.S., Samonov, V.I., and Miyashita T. Cruise report or the cetacean sighting survey in the norther Okhotsk Sea in 2015. Paper SC/66b/IA/17 presented the 66b IWC Scientific Committee in 2016.
- Okamura, H., Miyashita, T. and Kitakado, T. 2010. $g(0)$ estimates for western North Pacific common minke whales. Paper SC/62/NPM/9 presented the 62 IWC Scientific Committee in 2010.
- 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>

付録1

2015年から2020年の日露共同目視調査による目視データを用いたサブエリア12NEのミンククジラの資源量推定値

宮下富夫

水産資源研究所

国立研究開発法人水産研究・教育機構

424-8633 静岡県静岡市清水区折戸5-7-1

e-mail:miyachan@affrc.go.jp

要旨

サブエリア12NEのミンククジラの資源量は2015年から2020年にかけて行われた日露共同目視調査によって収集された目視データから推定された。角度推定における丸め誤差の発見モデルへのあてはまりへの影響を軽減するため、スメアリング法を適用した。横距離は0.8海里で切り捨て、考慮した多共変量は風力と視程であった。視程を考慮したハザードレートモデルが、最もあてはまりが良く、AICにより選択され、その結果、資源量推定値は15,621 (CV:0.419、95%CI:7,106-34,340) となった。調査カバー率はサブエリア12NEで89%であった。2018年は、調査距離による加重平均に基づくタイムスタンプと考えることができる。本調査で得られた資源量推定値は、日本が計画しているミンククジラの持続的な捕鯨業のための捕獲可能量の改訂に利用することができる。

はじめに

ロシアの排他的経済水域（EEZ）を含むオホーツク海での目視調査は、1989年に日本の調査船によって初めて実施された（Miyashita and Zharikov, 2013）。それ以来、日本はロシアのEEZに入域する許可を申請し、許可が下りると目視調査を行ってきた。しかし、1990年代半ばにロシアによって北東部沿岸に調査制限海域が設定され、時間の経過とともにその海域が拡大されてきた（図1）。その結果、日本の調査船はこの制限海域で目視調査を行うことができず、過去の国際捕鯨委員会／科学委員会（IWC-SC）の改訂管理方式（RMP）の実施において、この海域の資源量はゼロとして扱われてきた。

過去の調査（Miyashita and Zharikov, 2013）（図2）から明らかになった制限海域でのミンククジラの密度の高さを考慮し、日本は2010年代初頭に制限水域を含むオホーツク海でロシアの調査船を使った目視調査に関してロシアに協力を求めた。この要請の結果、2015年に最初の調査が実施された（Myasnikov *et al.*, 2016）。以来、IWC-SCの監視のもと、毎年共同調査を実施している（Gushcherov *et al.*, 2017; 2018; 2019; 2020; 2021）。IWC-SCの指名を受け、筆者はIWCを代表して調査の監視科学者として活動した。また、筆者は最初の3年間（2015～17年）、調査に参加した。

本報告書は、日露共同調査に基づくサブエリア12NEにおけるミンククジラの資源量推定値を示したものである。この新しい推定値は、日本が計画している本種の持続可能な捕鯨業のための捕獲可能量の改訂に役立つものである。

材料及び方法

調査船

年次の調査は、同じ船であるVladimir Safonov号によって行われた。この船は海面から15mの高さのバレルを備えている（Gushcherov, 2021）（図3）。

調査期間

2015年から2020年にかけての調査はすべて、過去のオホーツク海でのミンククジラ目視調査の期間内に当たる8月上旬から9月上旬に実施された。

調査ブロックと調査モード

サブエリア12NEに合計7つのブロックが設定された（図4）。原則として、1年間に1つのブロックをカバーした。年間の調査日数（35日）が限られているため、このような戦略を採用した。海底地形と調査日数（35日）を考慮して7つのブロックに分割したため、毎年の調査対象海域が制約された。ブロックb、c、dは、ロシアが1990年代半ばから設定した制限海域に相当する（図1、図4）。2015年にブロックaとbでフィージビリティ／トレーニング調査を実施した後、2016年にはブロックbとcで、2017年にブロックd、2018年にブロックe、2019年にブロックf、2020年にブロックaで本格的な調査を実施した。

あらかじめ設定したトラックラインはDISTANCE（Thomas *et al.*, 2010）を用いて設定した。ダブルカウンティングを避けるため、鯨類の回遊方向を考慮して、全般的に調査は北から南へ行った。一般的な目視調査の方法は、IWCのガイドライン（IWC, 2012）に従い、IWC-太平洋鯨類生態系調査（IWC-POWER）で使用した目視調査の方法に類似している。

2名のオブザーバーがバレルから定期的に目視を実施した。調査海域での調査は、適切な気象条件（風力4未満、視程2海里以上）のもと、大型鯨類のクロージングモード（接近方式）を用いて実施された。オブザーバーは一次発見は肉眼で観察し、種の同定や群れの大きさの推定など、発見の確認のために双眼鏡を補助的に使用した。

分析手順

船上のシングルプラットフォームでは $g(0)$ の推定ができないため、以降の解析では $g(0) = 1.0$ と仮定した。

横距離分布の解析前に、2016年から2019年のデータについて、角度の推定に丸め誤差があることがわかった（図5）。角度定規は2015年のプロジェクト開始当初から角度の推定を補助するために使用していたが、2016年以降は角度定規の使用を徹底していなかったことが丸め誤差の原因と思われる。解析における丸め誤差の影響を軽減するために、スメアリング法II（Buckland and Anganuzzi, 1988）をデータに適用した。2020年、筆者は調査開始前に、過去のシーズンで見られた丸め誤差をロシア人オブザーバーに指摘した。この年以降、オブザーバーはツールを正しく使用ようになり、丸め誤差は大幅に減少したが、2015年から2020年までのすべてのデータにスメアリング法が適用された。

解析はDistance7.3Release1のMultiple Covariate Distance Sampling (MCDS) Engine（Thomas *et al.*, 2010）を用いて行い、Horvitz-Thompson様の推定方式の発見確率に基づいて資源量を推定している。横距離分布の当てはめの基本モデルはハーフノーマル（HN）とハザードレート（HR）で、共変量として気象条件（風力と視程）を考慮した。最適なモデルを選択するためにAICが用いられた。

結果及び考察

サブエリア12NEのカバー率は合計で89%であった。

調査海域と移動中に、合計59群（75頭）のミンククジラが目視された（表1）。調査海域では、45群（66頭）が一次発見として目視された。調査海域での目視位置を図6に示す。

なお、調査船はプロジェクト開始当初から同じ船で、オブザーバーもほぼ同じであったため、調査海域での一次発見（45群）及び移動中（14群）はすべて一括して発見関数の推定に使用された。一括する前に、季節ごとに横距離を比較した。横距離の中央値は季節間でほぼ同じであったが、最近の2シーズン（2019年、2020年）でやや大きな値を示した（表2）。この理由は不明であるが、サンプル数が少ないことには留意する必要がある。値が異なるのは気象条件の違いによる可能性があるため、気象条件を共変量として推定で考慮した。bブロックでは、2015年と2016年のデータを追加して資源量推定を行った。この方法を取ったのは、両調査とも悪天候によりカバー率が低かったため（2015年66%、2016年41%）である。

また、スメアリングパラメーターは、Buckland and Anganuzzi（1988）で推定されたクロミンククジラのもと同様、 $\phi=7.5$ 、 $s'=0.926$ と推定された。また、データのスメアリングパラメータ推定後、横距離の分布を、図7のようにプロットした。また、遠距離で目視された外れ値を除外するため、解析では横距離を0.8海里で切り捨て、59群中2群（3.3%）を発見関数の推定から除外した。また、ミンククジラ以外の種の横距離については、図8に示した（後述の考察参照）。

解析に先立ち、横距離と共変量候補（風力、視程）の関係を検討した（図9）。これらの図から示唆される関係の可能性の結果をもとに、共変量として風力と視程を選択した。

AICによるモデル選択の概要を表3に示す。最もあてはまりの良いモデルは、視程を共変量としたハザードレートモデルであった。発見関数曲線のあてはまりを図10に、Q-Qプロットを図11に示す。このモデルの当てはまりは良好と思われる。

海区面積、遭遇率、平均群れサイズは表4の通りである。群れの密度推定値を表5に示す。Horvitz-Thompson様の推定量に基づく平均群れサイズの期待値を表6に示した。これらの情報をもとにした資源量推定値を表7に示した。総資源量推定値は15,621 (CV:0.419, 95% CI:7,106~34,340) であった。

また、横距離分布には、若干のスパイクがあるようである（図7）。このようなスパイクが発生する理由としては、(1) 発見前にクジラが船舶に接近した、(2) オブザーバーの努力量がトラックライン上に偏っていたなどの可能性がある。現在のところ、(1) の妥当性を評価するデータはない。しかし、(2) の妥当性については他の鯨種（イルカ及びミンククジラ以外の大型鯨類）の目視の横距離分布を比較することで検討可能である（図8）。また、他の種の発見は、より広い横距離で発生しており、このことは、観測範囲が広いことを示唆しており、上記 (2) の妥当性は低いことが示唆される。

観測されたスパイクを解釈するために、過去の調査における横距離の分布を調べた（別添1参照）。1990年代半ば以前に双眼鏡を使ってミンククジラを観察したときは、横距離の分布はより広がっていた。一方、1990年代後半以降の肉眼による観察の場合は、横距離の分布が狭くなった。スパイクの厳密な定義は確立されていないが、過去にも船首方向に数が多くなる現象が観察されていた。従って、スパイク現象は常時あるわけではなく、たまに現れると思われる。

また、資源量推定に複数年のデータを使用した場合には、追加的な分散を考慮する必要がある。例えば、北大西洋ミンククジラ (Skaug, 1999)、クロミンククジラ (Punt *et al.*, 1997) 及び北太平洋ニタリクジラ (Kitakado *et al.*, 2005) では、追加的分散が導入された。しかし、オホーツク海の場合、いくつかの海区では長期間（30年以上）調査が行われていないので、状況が異なる。これは、前述のように、ロシアの規制により特定の海域での調査が制限されていることが一因である。隣接する海域が調査されても、制限された海域の情報がないため、制限された海域への影響を調査することができないのである。また、この間、制限海域の拡大により、ブロックの数が増えられている。従ってオホーツク海の場合の追加分散の推定にはさらなる検討が必要ではあるが、追加調査が行われる前に推定することは困難である。詳細は付録2を参照のこと。

今回の資源量数推定値は、過去の研究による数値と比較することができる（表8）。前述したように、長い間ロシアによる制限海域設定のため、調査海域が限定的であった。1989年と1990年の調査ではサブエリア12NE全域を制限なくカバーしているが、1999年と2003年の調査ではこのサブエリアは部分的にしかカバーしていない。2015年から2020年の調査カバー率は89%である（図12）。

この解析では $g(0)=1$ と仮定した。しかしトップバレルがそれほど高くなく、肉眼での観察を考慮すると、 $g(0)<1$ と考えるのが妥当である。しかし、独立した観測プラットフォームを設置できないなどの様々な理由で、Vlavimir Safonov号でIOモード調査を行い $g(0)$ を推定するのは不可能であろう。過去の資源量推定値は、日本のキャッチャーボートタイプの調査船で、トップバレルが海面レベルから18mから20mの高さにあるものから得ていた。一方、現在のロシアの調査船は海面から15mの高さにバレルを有している。日本の調査船は、伝統的に観測効率が高くなるように設計されており、スペースも広く、全方位に十分な視程が得られる。一方、ロシアの調査船のバレルはレーダーマストの真ん中（上部ではない）にあり（図3）、残念ながら日本の調査船と同じレベルの視程を確保することは困難である。そうすると、日本の調査船に乗っているオブザーバーは、ロシア船に乗っているオブザーバーよりも遠距離まで視程があり、一般的に前者の方が発見を見逃しにくい可能性がある。過去の日本の調査の季節は、主に8月から9月で、現在の調査の季節も含まれていた。これらのことから、2003年の日本の調査船に対する $g(0)$ の推定値は、現在のロシア船に対しては控えめであるが、今回の推定値に対する $g(0)$ の影響をある程度補正するためには適用可能であると思われる。

謝辞

今回の調査において、乗組員及び研究者の多大な努力に深く感謝したい。また、航海中、癒してくれた犬に感謝する。

参考文献

- Buckland, S.T. and Anganuzzi, A.A. 1988. Comparison of smearing methods in the analysis of minke sightings data from IWC/IDCR Antarctic Cruises. RIWC 38: 257-63.
- Gushcherov P.S., Tyupeleev P.A., Blokhin S.A., Shkarupa M.A., Samonov V.I. and Miyashita T. 2017. Cruise report of the cetacean sighting survey in the northern part of the Sea of Okhotsk in 2016. Paper SC/67a/ASI presented the 67a IWC Scientific Committee in 2017.
- Gushcherov P.S., Tyupeleev P.A., Shkarupa M.A., Makrak S.V., Samonov V.I. and Miyashita, T. 2018. Cruise report of the cetacean sighting survey in the eastern part of the Sea of Okhotsk in 2017. Paper SC/67b/ASI presented the 67b IWC Scientific Committee in 2018.
- Gushcherov P.S., Tyupeleev P.A., Naberezhnykh I.A., Makrak S.V., Samonov V.I. and Miyashita, T. 2019. Cruise report of the cetacean sighting survey in the north-west part of the Sea of Okhotsk in 2018. Paper SC/68a/ASI presented the 68a IWC Scientific Committee in 2019.

- Gushcherov, P.S., Tyupeleev, P.A., Samonov, V.I., and Miyashita, T. 2020. Research plan of the cetacean sighting survey in the central Sea of Okhotsk in 2020. Paper SC/68b/ASI11/Rev1 presented the 68b IWC Scientific Committee in 2020, Cambridge, UK, 12-24 May.
- Gushcherov, P.S., S.A., Naberezhnykh I.A., Bashtovoy A.N., Novozhilov A.A., V.I. Samonov and Miyashita, T. 2020. Cruise report of the cetacean sighting survey in the west part of the Sea of Okhotsk in 2019. Paper SC/68b/ASI presented the 68b IWC Scientific Committee in 2020.
- Gushcherov, P.S., S.A., Naberezhnykh I.A., Tyupeleev, P.A., Novozhilov A.A., V.I. Samonov and Miyashita, T. 2021. Cruise report of the cetacean sighting survey in the central part of the Sea of Okhotsk in 2020. Paper SC/68c/ASI presented the 68c IWC Scientific Committee in 2021.
- International whaling commission, 2012. Requirement and guidelines for conducting surveys and analysing data within revised management scheme. *J. Cetacean Res. Manage.* 13(SUPPL) 509-517.
- Kitakado, T., Shimada, H., Okamura, H. and Miyashita, T. 2005. Review of abundance estimate and additional variance for the western North Pacific stock of Bryde's whales. Paper SC/57/PFI1 presented to the IWC Scientific Committee, June 2005, Ulsan, Korea. 20pp.
- Miyashita T. and Zharikov, V.I. 2013. Cetacean in the Sea of Okhotsk – results of Japan and Russia joint sighting surveys. *in Ecosystem in the Sea of Okhotsk and its conservation.* ed. by Sakurai, Y., Ohsima, K. and Ootaishi, N. Hokkaido Daigaku Shuppankai. 500pp.: 156-167. (in Japanese with English summary).
- Myasnikov V. G., Vinnikov A. V., Ryabov A. A., Tyupeleev P.A., Gushcherov P.S., Samonov, V.I., and Miyashita T. Cruise report or the cetacean sighting survey in the norther Okhotsk Sea in 2015. Paper SC/66b/IAxx presented the 66b IWC Scientific Committee in 2016. 25pp.
- Punt, A.E., Cooke, J.G., Borchers, D.L. and Stringberg S. 1997. Estimating of extent of additional variance for southern hemisphere minke whales from the results of the IWC/IDCR cruises. *Rep. int. Whal. Commn* 47: 431-434.
- Skaug, H.J. 1999. Combination of multiyear surveys for Northeastern Atlantic minke whale. Paper SC/51/RMP10 presented to the 51st IWC Scientific Committee in 1999. 4pp.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, Marques, and K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5-14. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x

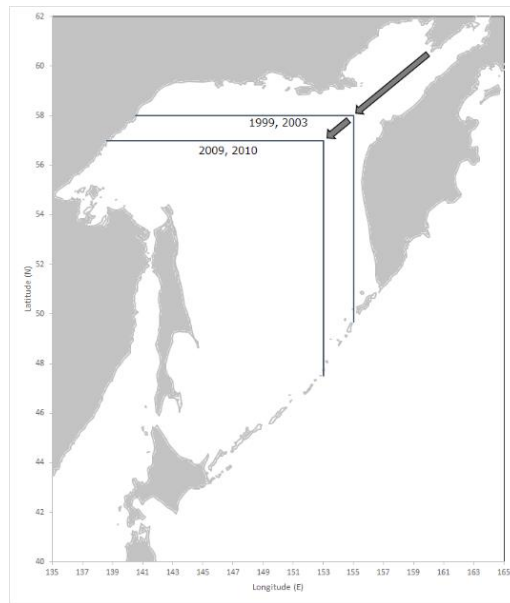


図1. オホーツク海北東部における制限海域の拡大

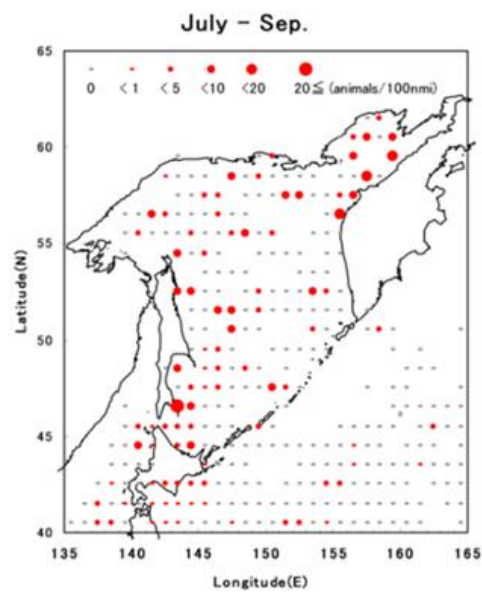


図2. 過去の目視調査（1989-2003）から明らかになったミンククジラの密度指数（目視頭数／調査距離100海里）（Miyashita and Zharikov, 2013）



図3. ロシアの調査船、*Vlamir Sofonov*号 (Gushcherov *et al.*, 2021)。バレルは赤丸で示す。

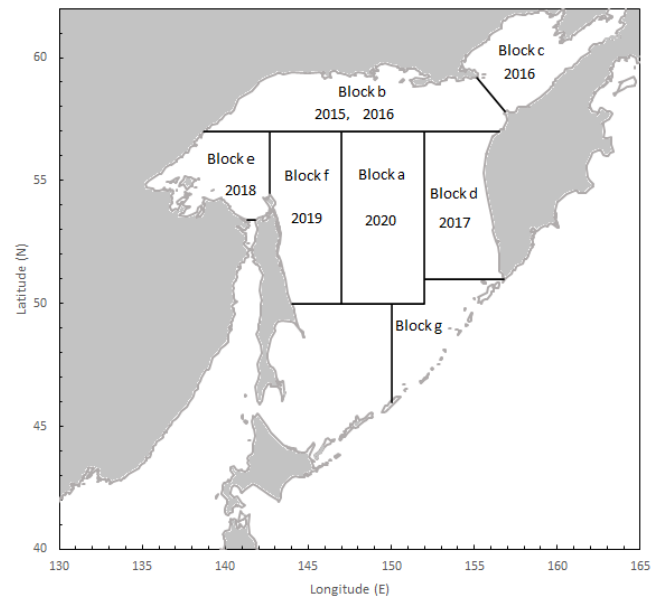


図4. サブエリア12NEに設定されたブロックと調査年

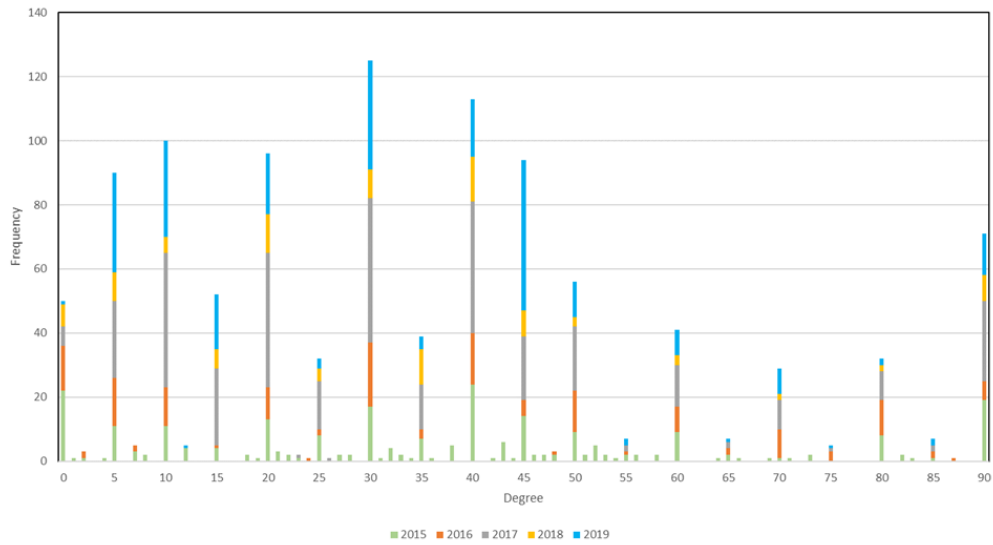


図5. 2015年から2019年に行われた全鯨種一次発見の角度推定の頻度。2016年以降に典型的な丸め誤差が見られた。

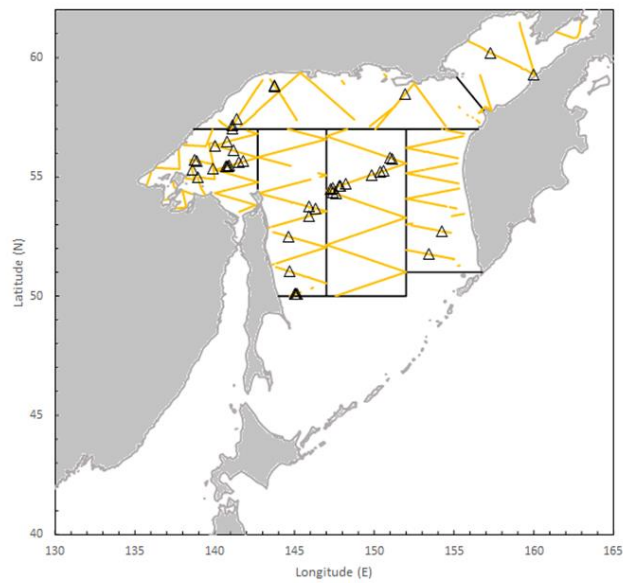


図6. ミンククジラの一次発見の目視位置 (黒三角)。線は調査努力中のトラックラインを示す。

2015年から2020年のミンククジラの発見

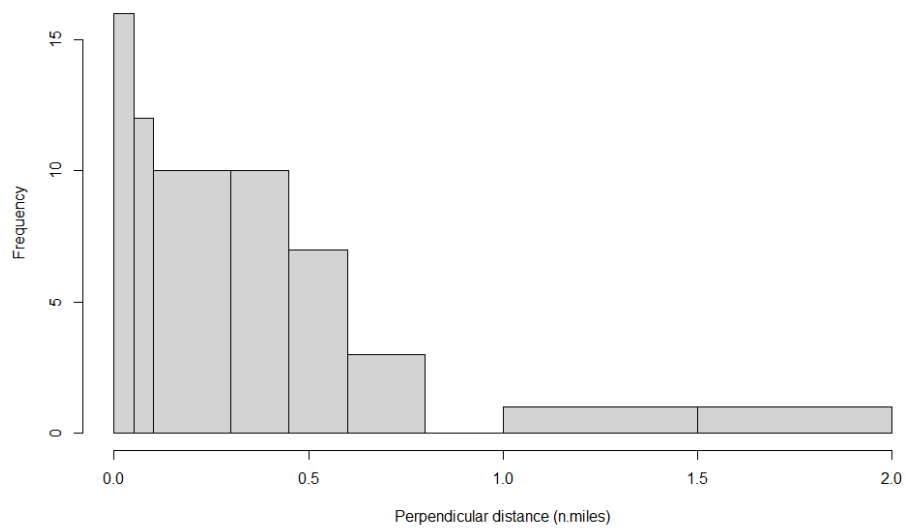


図7. 2015年から2020年のミンククジラの発見の横距離分布。調査海域と通過海域でのすべての一次発見を含む。

2015年から2020年の他の鯨種の発見

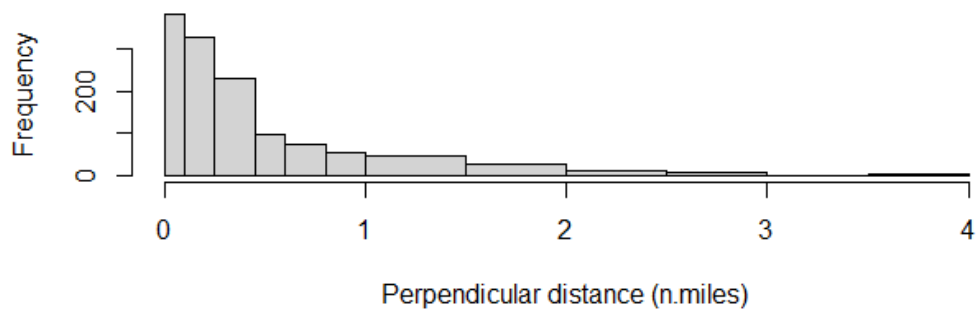


図8. 2015年から2020年におけるミンククジラ以外の種の横距離分布。調査海域と通過海域でのすべての発見を含む。

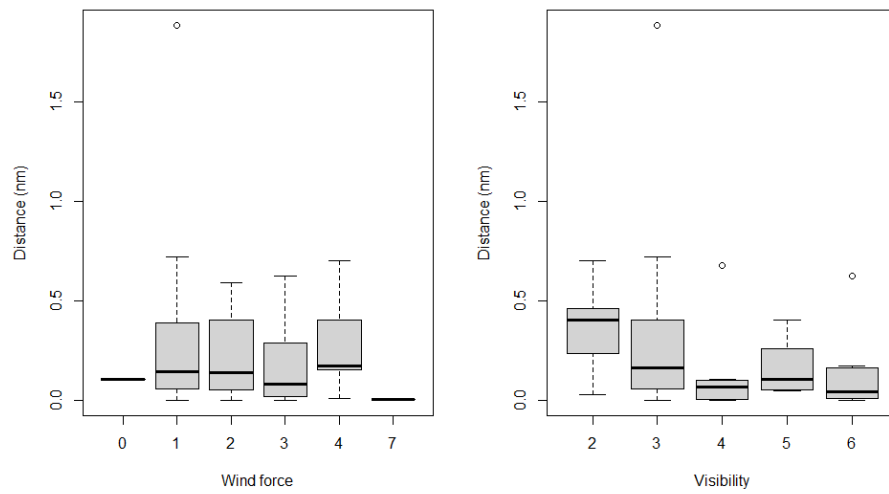


図9. ミンククジラの一次発見の横距離と風力（左）と視程（右）の関係

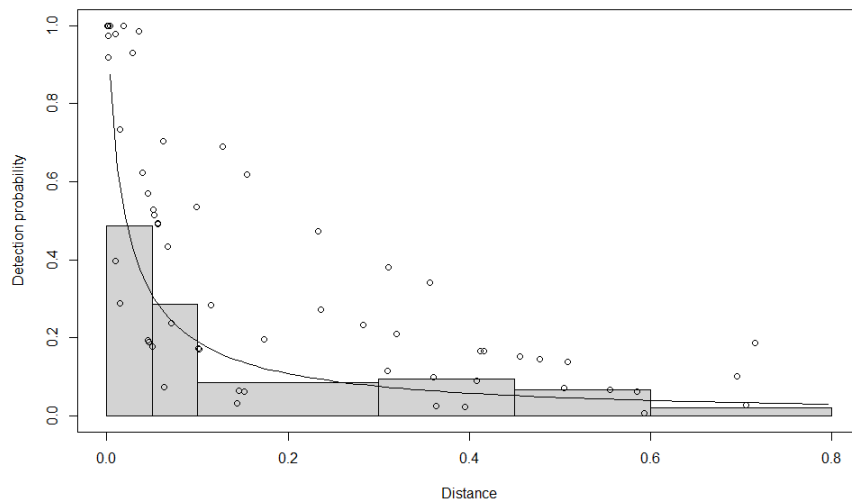


図10. 2015年から2020年までのミンククジラの発見に対する発見関数曲線の当てはめ。丸印は共変量を考慮して記録された個々の発見の発見確率の予測値を示す。このケースでは、視程を共変量としたハザードレートモデルが選択され、表示されている。

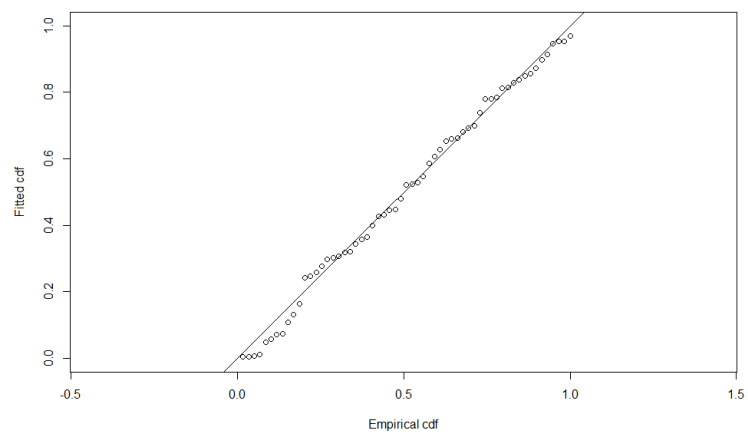


図11. 発見関数曲線のQ-Qプロット

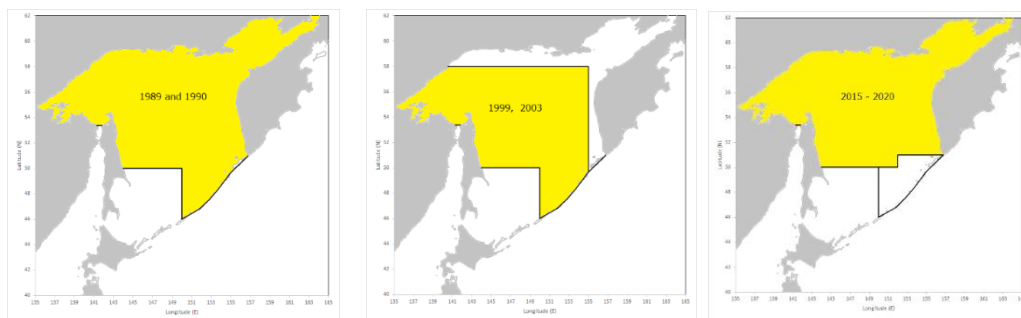


図12. 表8に示した目視調査によるサブエリア12NEのカバー率。1989年と1990年にはサブエリア12NE全体が調査されたが、それ以降は部分的にしか調査されていない。

表1. 調査距離と一次発見数

Block	Season	Research distance (nmi)			number schools	number animals
		Scheduled	Actual	%		
a	2020	1,223.1	1,223.1	100.0	11	15
b	2015-2016	1,792.3	1,034.5	52.2	6	6
c	2016	684.6	669.2	97.8	3	4
d	2017	1,488.2	885.7	59.5	2	2
e	2018	1,345.8	1,258.7	93.5	14	14
f	2019	1,562.3	1,188.4	76.1	9	15
Transit	2015-2020				14	19
Total		8,096.3	6,259.7	77.3	59	75

表2. スメアリング後の全ての一次発見の横距離比較

Block	Season	n	Min	Max	Median
a	2020	11	0.0039	1.8686	0.2328
b	2015-2016	6	0.0014	0.5927	0.0122
c	2016	3	0.0146	0.1011	0.0633
d	2017	2	0.0527	0.0563	0.0545
e	2018	14	0.0004	0.5855	0.0618
f	2019	9	0.0623	0.7051	0.4084
Transit	2015-2020	14	0.0020	1.5721	0.2329

表3. モデル選定

Model	df	AIC
Half normal	1	-56.52433
Half normal + wind	2	-54.64313
Half normal + visibility	2	-57.01956
Half normal + wind + visibility	3	-55.75406
Hazard rate	2	-74.5181
Hazard rate + wind	3	-76.17729
Hazard rate + visibility	3	-77.14307
Hazard rate + wind + visibility	4	-76.25264

表4. 面積、努力量、発見数、遭遇率、平均群れサイズ

Block	Area (n.mile ²)	CoveredArea (n.mile ²)	Effort (n.mile)	n	Encounter rate (ER)	se.ER	cv.ER	Mean school size	se.Mean school size
a	75,085	1,897	1,223.1	11	0.0090	0.0056	0.623	1.36	0.203
b	64,656	1,498	1,034.5	6	0.0058	0.0028	0.481	1.00	0.000
c	38,428	1,026	669.2	3	0.0045	0.0024	0.536	1.33	0.333
d	51,443	1,417	885.7	2	0.0023	0.0015	0.649	1.00	0.000
e	39,134	2,014	1,258.7	14	0.0111	0.0048	0.432	1.00	0.000
f	58,745	1,622	1,188.4	9	0.0076	0.0037	0.484	1.67	0.333

表5. 密度推定値（群れ数/面積）

Block	Density	se	cv	95%LCI	95%UCI
a	0.027	0.021	0.779	0.006	0.127
b	0.106	0.091	0.854	0.024	0.472
c	0.055	0.042	0.766	0.014	0.223
d	0.008	0.006	0.731	0.002	0.034
e	0.048	0.025	0.532	0.018	0.129
f	0.040	0.026	0.645	0.011	0.140

表6. 平均群れサイズの期待値

Block	Expected School Size	se.Expected School Size	cv.Expected School Size
a	1.59	0.157	0.099
b	1.00	0.000	0.000
c	1.20	0.224	0.186
d	1.00	0.000	0.000
e	1.00	0.000	0.000
f	1.49	0.156	0.105

表7. 資源量推定値

Block	Abundance	se	cv	95%LCI	95%UCI
a	2,015	1,569.9	0.779	427	9,519
b	6,861	5,859.5	0.854	1,544	30,492
c	2,121	1,624.7	0.766	526	8,559
d	435	318.2	0.731	109	1,744
e	1,862	991.2	0.532	685	5,056
f	2,327	1,499.7	0.645	660	8,206
Total	15,621	6,539.9	0.419	7,106	34,340

表8. サブエリア12NEの資源量推定値の比較

Year	Month	Mode*	Areal coverage (%)	Abundance	CV	Source
1989-1990	Aug-Sep	NCL	100.0	10,397	0.364	JCRM 6:124
1999	Aug-Sep	NCL	89.4	11,544	0.380	JCRM 6:124
2003	Aug-Sep	IOP	46.0	13,067**	0.287	SC/61/RMP11
2015-2020	Aug-Sep	NCL	89.0	15,621	0.419	this study

* :NCL;Normal closing mode, IOP; Independent Observer Passing mode

**:g(0) corrected

別添1

過去のミンククジラ目視調査における横距離分布の例

1. 1989-90年の調査（観察には双眼鏡を使用）

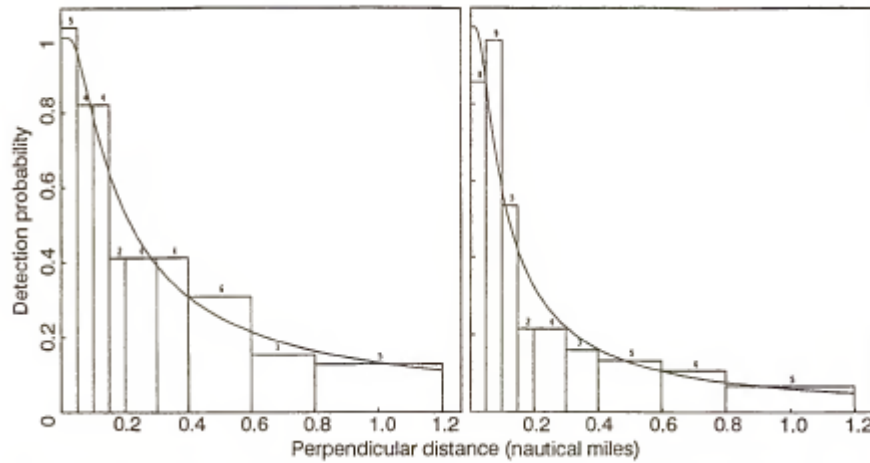


図3. ビューフォート0-2 (左) 及び3-4 (右) の際に記録され、全航海分と1989-1990年の2年分をプールし、スメアリングされた横距離データに対するハザードレートモデルのあてはまり

Reference: Buckland, S.T, Cattanach, K.L and Miyashita, T. 1992. Minke whale abundance in the northwest Pacific and the Okhotsk Sea, estimated from 1989 and 1990 sighting surveys. Rep. int. Whal. Commn 42: 387-392.

2. 2003年調査（肉眼による観測）

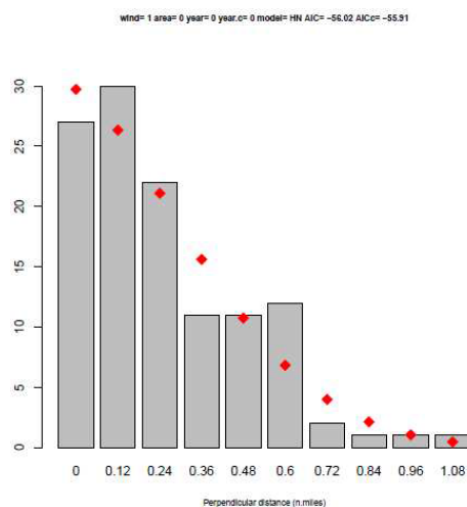


図47. オホーツク海、千島列島及びカムチャッカ半島東部のロシア200海里EEZにおけるIOモード調査中のトップバレル及び上層船橋からの発見データを使用した横距離分布及び資源量推定値の発見曲線のあてはまり

◆は観測値（棒グラフ）に対して（ハーフノーマルモデル）の最もあてはまりの良い値を示す

Reference: Miyashita, T. and Okamura, H. 2011. Abundance estimates of common minke whales using the Japanese dedicated sighting survey data for RMP Implementation and CLA – Sea of Japan and Sea of Okhotsk. SC/63/RMP11. 33pp.

3. 2006年調査（肉眼による観測）

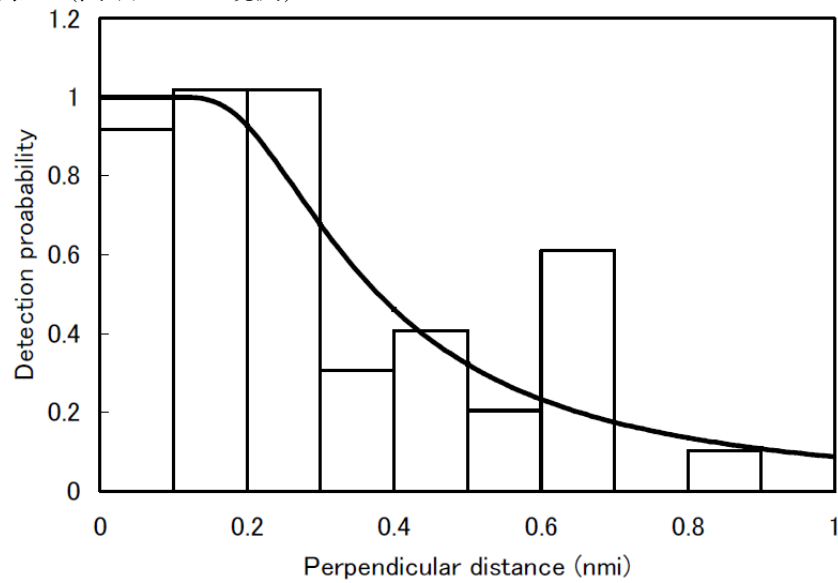


図4. 従来のライントランセクト法における横距離分布へのハザードレート曲線の適用
Reference: Miyashita, T. and Okamura, H. 2004. Abundance estimate of common minke whales in the northern Sea of Japan including the Russian EEZ using IO sighting data in 2006. SC/59/NPM4.

別添2

追加分散を検討するためのオホーツク海における過去の目視調査に関する情報

オホーツク海における目視調査を取り巻く状況は、制限海域や長期にわたる未調査海域が存在するため、追加分散を考慮した南極海（クロミンククジラ）、北大西洋（ミンククジラ）、北西太平洋（ニタリクジラ）の調査とは異なるものであった。この別添では、過去にオホーツク海で行われた目視調査のうち、資源量の推定に使われたものについて、入手可能な情報を示している。

1989-90年、1999年、2003年の3回の目視調査から、過去の資源量推定値を得た。その後、過去の結果を集計し、現在の2015-2020年ブロックで比較した。

1. ブロックの定義

1989年、1990年の調査時には、制約海域もなく、ブロックも設定しなかった。1990年代半ば以降、ロシア連邦による日本船舶の北東部沿岸海域への立ち入り制限及び過去のミンククジラ発見情報を考慮し、効率的に調査を実施するためにブロックが設定された。

本文の図4に2015年から2020年の調査におけるサブエリア12NEにおける現在のブロックを示す。限られた調査期間（年間約35日）でカバーすることを考慮した7つのブロックがある。b、c、dブロックは、最近年に日本船に制限が課された海域に含まれている。

図1から図3は、2015-2020年ブロックと比較した過去のブロックの変遷を示したものである。

1989年と1990年はブロックがなく、オホーツク海全域が1つのブロックとして扱われていた（図1）。1989年と1990年の調査は、毎年1隻の船で行われた。1999年の調査海域は北緯58度以南、東経155度以西で、3つのブロックが設定された（図2）。1999年の目視調査は、1隻で実施した。2003年は、2隻の船が利用でき、この海域で初めて本格的なIOモード調査を実施され、9つのブロックが設定された（図3）。1999年と2003年のブロックは、それぞれ異なる設定であり、また、2015-2020年のブロックとも異なっている。

もちろん、1999年と2003年は北東部に未調査海域が残っていたが、この2シーズンは南東部のgブロックが部分的にカバーされている。2015-2020年の調査では、gブロックはカバーされていないが、将来的にはカバーされることになる。

2. トラックラインの比較

ブロック内の一様なカバー率を保つために、最近の調査では、あらかじめ決められたトラックラインを得るためにDISTANCE（Thomas *et al.*, 2010）というプログラムを

使っている。2015-2020年以外の調査では、そのような便利なプログラムがなかったため、できるだけ一様なカバー率を保つために、手作業でトラックラインを設定していた。1989年は、初めてのロシアの200海里EEZでの目視調査であったため、より予備的な調査であり、限られた短い期間にできるだけ全域をカバーするようにトラックラインを設定した（図4）。1990年には、調査期間が前シーズンより長くなり、トラックラインは平行線を基本とし、海岸にできるだけ垂直になるように設定された（図5）。1999年には、ジグザグ線を基本としたトラックラインとなり、北ブロックの東半分は悪天候により、カバーできなかった（Fig.6）。2003年には、同じくジグザグ線を基調としたトラックラインが設定された（Fig.7）。今シーズンは、東部ブロックをカバーする船舶が人員の怪我と悪天候のために十分にカバーする時間を確保することができなかった。本文の図5に、過去の調査と比較した、2015-2020年シーズンの調査努力中に横断したトラックラインと発見位置を示している。

3. 調査距離と目視結果

ブロックの形状やトラックラインの設計の不一致を無視しつつ、2015年から2020年の調査に使用したブロックの調査距離と一次発見数を集計した（表1）。合計6つのブロックと年の組み合わせで、調査距離はあるが一次発見数はゼロであった。

4. 追加分散の考慮

これまで、サブエリア12NE全体を1年で調査できたのは、1989年と1990年のみであった。そのため、1989-1990年の結果を比較することで追加分散を推定することができるが、1989-1990年から30年近く経過しているため、推定にはいくつかの仮定が必要となる。また、1999年と2003年は北東部沿岸海域に未調査海域が残っていたため、未調査海域にクジラが移動した又は未調査海域からクジラが移動した可能性があるが、情報がない。従って、このようなケースの追加分散の推定にも、いくつかの仮定が必要である。第三に考慮すべきは、ブロックデザイン及びトラックラインの設計がシーズンごとに変更されている点である。ブロック設計が一定であれば、追加分散の推定は可能であるが、そうでない場合、どのように扱うかは、さらに検討が必要である。これらの点を考慮すると、オホーツク海の場合、現時点では追加分散の推定は困難であり、十分な調査が必要であると考ええる。

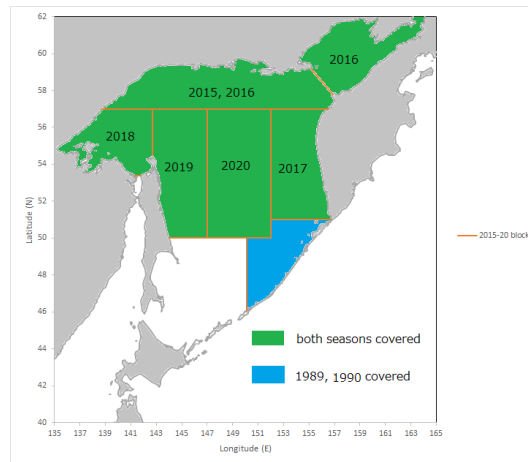


図1. 12NEのカバー率。1989年及び1990年調査と2015-2020年調査。

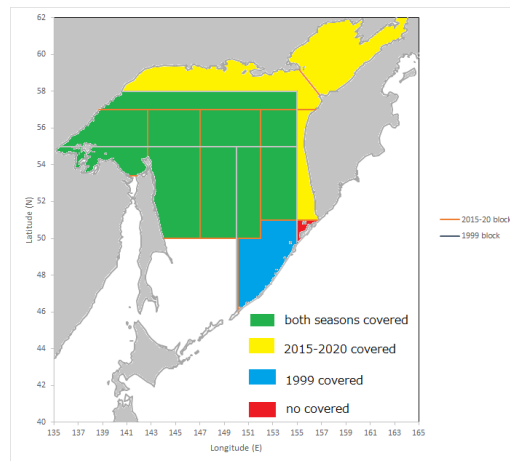


図2. ブロックとカバー率。1999年調査と2015-2020年調査。

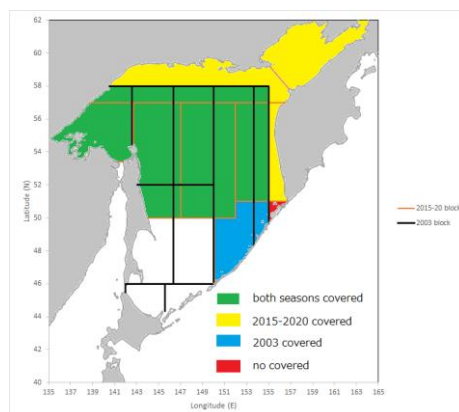


図3. ブロックとカバー率。2003年調査と2015-2020年調査。

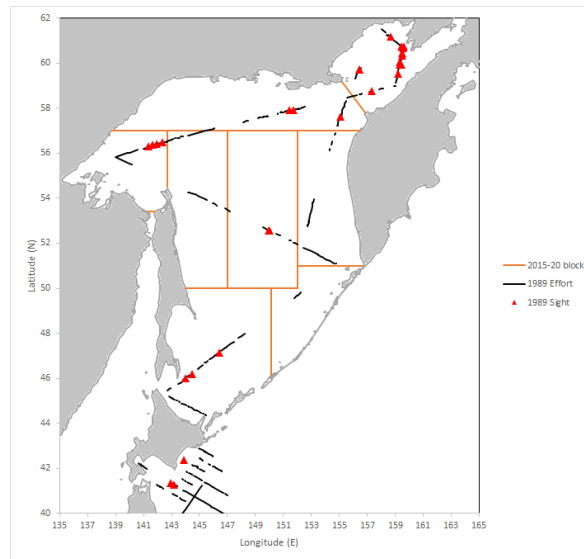


図4. 1989年の調査努力中に横断したトラックライン及び一次発見位置。
12NEのブロックは2015-2020年シーズンのもの。

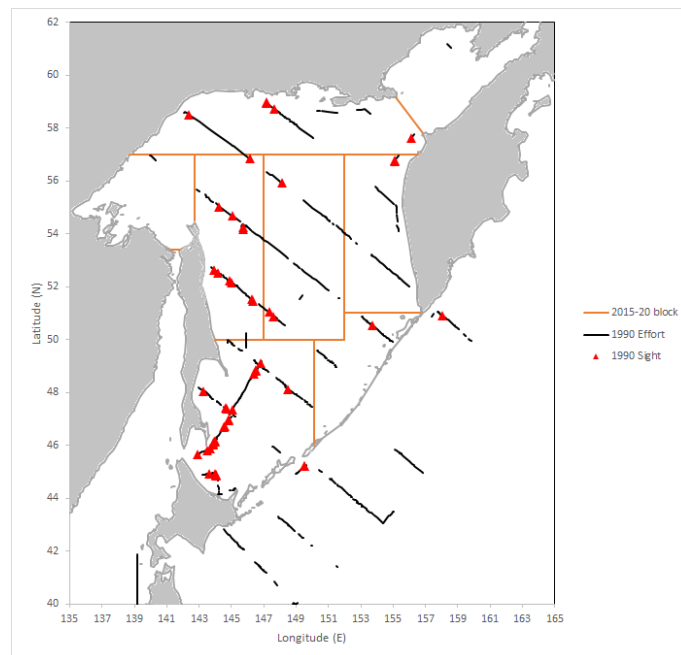


図5. 1990年の調査努力中に横断したトラックライン及び一次発見位置。
12NEのブロックは2015-2020年シーズンのもの。

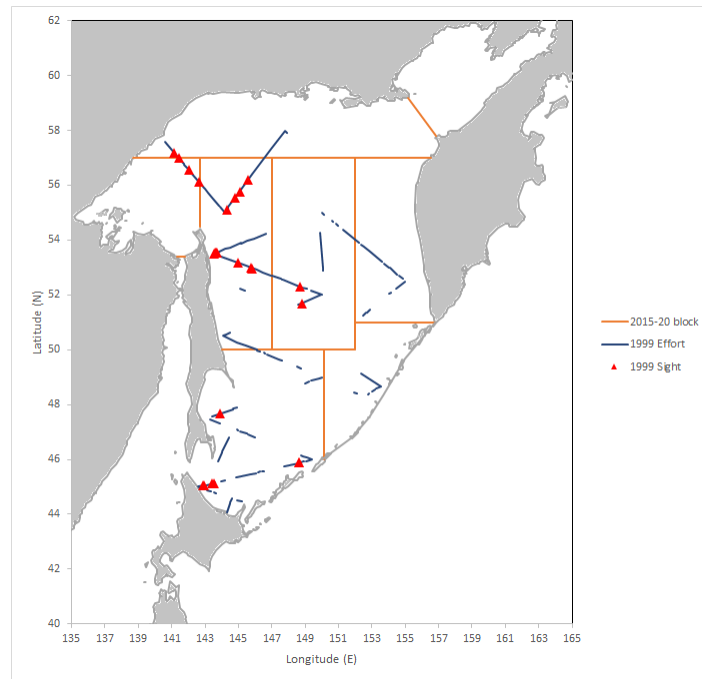


図6. 1999年の調査努力中に横断したトラックライン及び一次発見位置。
12NEのブロックは2015-20年シーズンのもの。

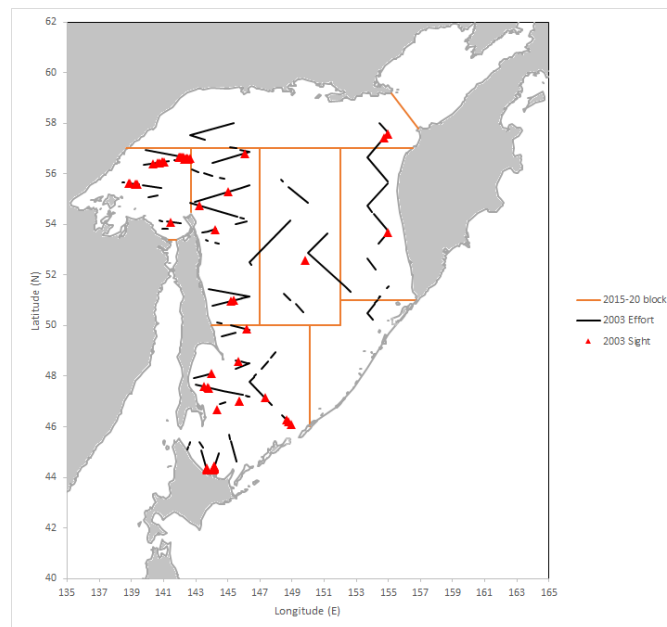


図7. 2003年の調査努力中に横断したトラックライン及び一次発見位置。
12NEのブロックは2015-20年シーズンのもの。

表1. 2015-2020年シーズンのブロック毎の調査距離（海里）（L）及び一次発見数（n）

Block	1989		1990		1999		2003		2015-2020	
	L	n	L	n	L	n	L	n	L	n
a	124.9	2	401.1	3	353.3	2	407.3	1	1,223.1	11
b	151.2	7	336.9	4	129.2	1	209.5	3	1,034.5	6
c	206.6	9	32.5	1	-	-	-	-	669.2	3
d	116.5	0	217.5	2	104.9	0	321.3	1	885.7	2
e	155.0	4	23.4	0	83.2	3	418.3	29	1,258.7	14
f	122.5	0	340.0	12	573.3	13	627.6	6	1,188.4	9
g	24.8	0	90.9	1	90.9	0	59.8	0	-	-
Total	901.5	22	1,442.3	23	1,334.9	19	2,043.7	40	6,259.7	45

付録2

2018年から2020年に実施した目視調査による日本周辺サブエリアのミンククジラの資源量推定値

袴田高志、高橋萌、松岡耕二

日本鯨類研究所104-0055東京都中央区豊海町4-5

要旨

本稿では、2018年ならびに2019年の春（5月から6月）と2020年夏（7月から9月）に実施した目視調査に基づいて、日本周辺の管理サブエリアにおける北西太平洋ミンククジラ（*Balaenoptera acutorostrata*）の資源量の推定値を示したものである。資源量は、 $g(0)=1$ の仮定のもと、標準的な距離サンプリング法と国際捕鯨委員会科学委員会が採択したガイドラインによって推定した。日本海では、サブエリア10E及び6Eの資源量推定値は、2018年春に805（CV=0.502）、2019年春に2,389（CV=0.392）であった。オホーツク海南部（サブエリア11）では、資源量推定値は、2018年春に306（CV=0.505）であった。太平洋側では、サブエリア7CN及び7CSの資源量推定値は、2018年春にそれぞれ103（CV=0.739）及び159（CV=0.766）であった。サブエリア7WRの資源量推定値は、2019年春に77（CV=1.017）であった。サブエリア7CNおよび9における資源量推定値は、2020年夏にそれぞれ219（CV=0.671）及び642（CV=0.703）であった。本研究における資源量推定値は、実施シミュレーション試験の目的のために、この種の分布のモデリングに使用することができる。2020年夏の資源量推定値のみが、同じ季節の異なるサブエリア（主にサブエリア12NE）の資源量を総和することで、総資源量の推定に貢献する。

はじめに

これまで、北西太平洋の沖合サブエリアにおけるミンククジラの資源量推定値は、JARPNIIで得られた目視調査データを用いて推定されていた（Hakamada *et al.*, 2009; Hakamada and Matsuoka, 2016）。これらの調査は、国際捕鯨委員会科学委員会（IWC-SC）が過去に北西太平洋ミンククジラの管理に用いた22のサブエリアを主に考慮して設計された（図1）。

最近では、2018年と2019年の5月から6月（春）に日本沿岸海域で（Matsuoka *et al.*, 2019; Katsumata *et al.*, 2020）、2020年の7月から9月（夏）に北西太平洋のより沖合の海域で（Katsumata *et al.*, 2021）目視調査が実施された。2018年と2019年は、日本の沿岸海域におけるJ系群とO系群のミンククジラの資源量を推定するための調査が行われた。また、2020年夏には沖合域でIWC太平洋鯨類生態系調査（POWER）が実施された（Murase *et al.*, 2021）。2020年夏の調査では、ミンククジラ以外の大型鯨類も対象としていたため、調査ブロックがミンククジラ資源管理のためのサブエリアとは異なっていた。

日本近海及び北西太平洋の日本沖合はミンククジラの回遊路であるため (Hatanaka and Miyashita, 1997)、本種のサブエリア別資源量推定値は、調査月ごとに異なる可能性がある。春季の資源量推定値は本種の春季の分布のモデリングに用いることができ、夏季の資源量推定値は夏季の調査によるオホーツク海を含む異なる海域の資源量推定値を総和することによって本種の資源量を推定するのに用いることができる。

ミンククジラのサブエリア別資源量は、2018年から2020年の異なる季節の調査で収集した目視データに基づき、 $g(0)=1$ の仮定の下、IWC-SCが採択したガイドラインに従い、標準的な距離サンプリング法 (Thomas *et al.*, 2010) によって推定された。

材料及び方法

目視調査

2018年、2019年、2020年の目視調査は、IWCの監視下で実施された。これらの調査における調査ブロックと調査期間を表1に示す。2018年と2019年の5月から6月に実施された日本の目視調査の調査サブエリアを図2aに示す。2020年の7月から9月に実施された日本の目視調査及びIWC-POWER調査の調査ブロックを図2bに示す。日本の調査ではブロックI、II、IIIが、IWC-POWERの調査ではブロックIVが調査された。

図2bには、ブロックとの比較のために、サブエリア7CS、7CN、7WR、7E、8、9も示している。サブエリア7CS、7CN、7WR、7EはブロックIを構成し、サブエリア8はブロックIIの西部（東経157度以西）及びブロックIIIの西部（東経157度以西）を構成している。サブエリア9はブロックIIの東部（東経157度以东）、ブロックIIIの東部（東経157度以东）、ブロックIVから構成される。

2018年と2019年（春）の調査における調査努力と一次発見のプロットを図3aに、2020年（夏）の調査における調査努力と一次発見を図3bに示す。調査設計と分析手順は、IWCガイドライン (IWC, 2012) に従った。

解析の手順

$g(0)=1$ と仮定した。切り捨て距離は1.5海里とした（つまり、横距離が1.5以上ある発見はこの分析では切り捨てられた）。切り捨て距離は、本種の過去の分析 (Hakamada and Kitakado, 2011; Hakamada and Matsuoka, 2016; Hakamada *et al.*, 2019) との整合性のために選択されたものである。調査中に行われた距離・角度実験において有意なバイアスが検出された場合、Branch and Butterworth (2001) の手法を用いて観測角度と距離を補正した。資源量とその分散は、それぞれ (1) と (2) の式で表されるHorvitz-Thompson様の推定量に基づき推定した。

$$P = \frac{A}{2WL} \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{p_i(z_i)}$$

$$= \frac{A}{2L} \sum_{i=1}^n s_i \hat{f}(0|z_i) \quad (1)$$

ここで、 P は資源量推定値、 A は調査層の面積サイズ（ブロック／サブエリア）、 W は切り捨て距離（ミンククジラでは1.5海里） L は調査努力、 n は横距離 W 以内で発見された群数、 s_i は i 番目の発見の群れサイズ、 $p_i(z_i)$ は横距離 W 以内で共変量 z_i があるときに群れ i を発見する確率とする。 $\hat{f}(0|z_i)$ はここで用いた群れサイズやビューフォート海況などの共変量 z_i が与えられたときの距離0の条件付き確率密度関数である。

推定値の分散は、以下の式（2）で与えられる。

$$\text{var}(P) = \left(\frac{A}{2WL}\right)^2 \left\{ \frac{1}{L(K-1)} \sum_{k=1}^K l_k \left(\frac{P_{Ck}}{l_k} - \frac{P_C}{L} \right)^2 + \sum_{j=1}^r \sum_{m=1}^r \frac{\partial P_C}{\partial \theta_j} \frac{\partial P_C}{\partial \theta_m} H_{jm}^{-1}(\theta) \right\} \quad (2)$$

ここで、 K はトランセクトの数、 l_k は k 番目のトランセクトにおける探索距離、 P_{Ck} は k 番目のトランセクトにおけるカバーされた海域内（調査したトラックラインから W 海里以内）の資源量推定値、 P_C はカバーされた海域内の資源量推定値、 $H_{jm}^{-1}(\theta)$ は係数 θ のベクトルの発見関数のヘッセ行列の逆行列の jm 番目の要素である。

Horvitz-Thompson様の推定量を用いて、平均群れサイズの期待値を以下の式で推定した。

$$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{s_i}{p_i(z_i)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i(z_i)}} \quad (3)$$

DISTANCEプログラムのMultiple Covariate Distance Sampling (MCDS) Engineを使用した (Thomas *et al.*, 2010)。発見関数の候補モデルとして、ハザードレートモデル (式 (4)) 及びハーフノーマルモデル (式 (5)) が検討された。

$$g(x) = 1 - \exp \left[- \left\{ x / a \exp(\text{Size} + \text{Beaufort}) \right\}^{-b} \right] \quad (4)$$

$$g(x) = \exp \left[- x^2 / 2a^2 \exp\{2(\text{Size} + \text{Beaufort})\} \right] \quad (5)$$

ここで、 x は横距離、 a と b ($b \geq 1$) はパラメータ、 Size は観測された群れサイズ、 Beaufort はビューフォート海況（良い：0-2、悪い：3-5）のカテゴリ変数である。発見確率を推定するための最適なモデルを選択するためにAICを使用した。

経験的累積分布関数 (cdf) とあてはめられたcdfが類似した分布であるかどうかを判断するために、QQ (quantile-quantile) プロットが用いられ、あてはまりが良いことが示された (Burnham *et al.*, 2004)。

サブエリア/ブロック毎のミンククジラの資源量と分散は、それぞれ (1) 式と (2) 式を適用して推定した。

2020年のサブエリア別資源量推定値の導出

2018年と2019年の春季調査では、調査ブロックがサブエリアに対応しており、従って資源量推定値もそれらの調査におけるサブエリアに対応したものとなっている。2020年の調査ブロックはサブエリアと異なるため、まずブロック毎のI、II、III、IVの資源量を推定した。次にサブエリアごとの資源量を導出した。ブロックIの目視データは、サブエリア7CS、7CN、7WR、7Eのデータに分けられた。

サブエリア7CS、7CN、7WR及び7Eにおける遭遇率と資源量を推定するために、サブエリアごとに分割した目視データと努力データに式 (1) と (2) を適用した。この方法は、2002年から2009年のこれらのサブエリアにおける資源量推定に用いられた方法と同じである (Hakamada and Kitakado, 2011)。ミンククジラの一次発見は、サブエリア7CNであった (図3c)。サブエリア7CS、7WR及び7Eでは、一次発見はなかった。

サブエリア8と9の資源量を推定するために、ブロックIIとIIIはサブエリア8と9の境界で分割された。また、ブロック間でカバー率が異なる可能性があるため、ブロックの各部分の資源量推定値を合計した。このようなアプローチは、IWC-POWERとJARPNIIの調査データを用いた北太平洋ニタリクジラのサブエリアごとの資源量の推定に用いられた (Hakamada *et al.*, 2017)。

サブエリア8については、ブロックIIの西部とブロックIIIの西部でミンククジラの一次発見はなかった (図3b)。サブエリア9では、ブロックIVでのみミンククジラの一次発見があったが、ブロックIIの東部とブロックIIIの東部ではミンククジラの一次発見はなかった (図3b)。

結果及び考察

表2は、発見関数の各モデルのAICを示したものである。最良のモデルは共変量がないハザードレートモデル (式 (4)) であった。最良の発見モデルを相対的な発見頻度と比較したプロットを図4に示す。平均有効探索幅 (ESW) は0.412 (CV=0.202) であった。QQプロットでは、当該点が1:1の直線に近いように見えた。このことから、このモデルは相対頻度データにあてはまりが良いと考えられる。

式(3)で導き出した調査ブロック別の平均群れサイズの期待値を表3に示す。ミンククジラが発見されたすべての調査ブロックにおいて、平均群れサイズの期待値は1又は1に近い値であり、過去の分析(Hakamada *et al.*, 2009; Hakamada and Matsuoka, 2016)と同様であった。

2018年から2019年春の調査ブロック毎の資源量推定値を表4に示す。2018年のサブエリア7CN、7CS、10E、11の資源量推定値はそれぞれ103 (CV=0.739)、159 (CV=0.766)、805 (CV=0.502)、306 (CV=0.505)であった。2019年のサブエリア6Eおよび7WRの資源量推定値は、それぞれ2,389 (CV=0.392) 及び77 (CV=1.017) であった。

2020年夏の調査ブロック別資源量推定値を表5に示す。ブロックIの資源量推定値は227 (CV=0.738)、ブロックIVの資源量推定値は642 (CV=0.703) であった。表6は層別化後のサブエリア7CS、7CN、7WR、7Eにおける推定数である。資源量推定値は、サブエリア7CNで219 (CV=0.671) であった。

サブエリア7、7CS、7CN、7WR、7Eの単位面積あたりの努力量 (L/A) は、それぞれ0.011、0.008、0.011、0.012、0.010であった。このことは、サブエリア7におけるカバー確率は、サブエリア7CS、7CN、7WR及び7Eと同程度であったことを示唆している。ブロックIIの西部とブロックIIIの西部の資源量推定値は0であり、従って、サブエリア8の資源量推定値は0である。ブロックIVの資源量推定値は642 (CV=0.703) で、サブエリア9の他の部分の資源量推定値は0であった。従ってサブエリア9の資源量推定値は642 (CV=0.703) である。表7は2018年から2020年の目視調査から得られたサブエリア別の最終的資源量推定値である。

捕獲可能量の計算に使われる2020年夏のサブエリア9の資源量推定値を、過去の推定値と比較した(表8)。ESWの推定値0.420は、過去の分析におけるESWの推定値の範囲内である。1990年には、ロシアのEEZを含む北緯40度以北の調査が実施されたが、他の年にはロシアのEEZは調査されていない。恐らくこれが、1990年の資源量の推定値が表8の推定値の中で最も高くなった理由であろう。また、2020年の資源量推定値はこれまでの推定値より低くなっている。その理由の可能性として、2020年はブロックI、II、IIIで海水温(20℃以上)の高い海域が広がっていたが(Katsumata *et al.*, 2021)、この年のミンククジラが発見位置の海面温度は10.4℃から14.9℃だった(Katsumata *et al.*, 2021; Murase *et al.*, 2021) ことが考えられる。これが、2020年の調査海域におけるミンククジラの一次発見が例年より少なかった理由の可能性として考えられる。

発見関数については、ESWが全調査ブロックに共通していたため、結果として共変量を用いないハザードレートモデルが最良であった。各サブエリアの横距離の分布が一つ

の個体群の分布関数に由来するという帰無仮説を検定するために、Kruskal-Wallis検定 (e.g. Dalgaard, 2002) が実施された。カイ二乗統計量は12.78 ($df=7$)、 p 値は0.07764であった。帰無仮説は5%有意水準で棄却されなかった。従って、サブエリア間で同じ値を仮定することは不合理ではなく、この仮定は時空間的に資源量推定に劇的なバイアスをもたらさない可能性が高い。

$g(0)$ の推定については、2018年、2019年、2020年の目視調査において、Independent Observer (IO) モードとアビーム（真横）のクロージング方式による通常通過方式が交互に実施された。残念ながら、これらの調査のIOモードでは、 $g(0)$ を推定するのに十分な一次発見が得られなかった。今後の目視調査において、ミンククジラの十分な一次発見があれば、この種の $g(0)$ の推定が可能となる。

本解析において、どの $g(0)$ 推定値が資源量推定に適用できるかを検討するため、2018年から2020年の目視調査における調査船と目視手順の仕様を、過去の目視調査 (JARPNII) のものと比較した。2018年から2020年の調査で使用した調査船 (YS1、YS2、YS3、KY7) の仕様と、JARPNII目視調査船 (KY7以外は同じ船) の仕様を表9に示す。KS2とKKIのトップバレルと上層船橋の高さは、他の船と類似していた。2018年から2020年の目視プロトコル（手順）は、JARPNIIのもとでの過去の調査と同様である。2018年から2020年の間の調査とこれまでの調査の調査プロトコルの違いは、前者ではIOモードが実施され、後者では実施されなかったことである。

このため、これまでの資源量推定に適用されていたOkamura *et al.* (2010) のトップバレルと上層船橋の $g(0)=0.798$ ($SE=0.134$) の代わりに、同じ著者によるトップバレル、IOプラットフォーム及び上層船橋の推定値 $g(0)0.859$ ($SE=0.103$) を本稿の資源量推定の調整に使用できる。なぜなら、通常通過方式とアビームの接近と併せて行った際に何回かの一次発見があり、この $g(0)$ (0.859) で調整した資源量推定は過小推定であると考えられるからである。従ってこの手法は保存の観点から望ましい。

謝辞

2018年から2020年にかけての目視調査に携わったすべての研究者、乗組員に感謝する。また、本稿の内容を向上させるために、木白氏、宮下氏（水産研究・教育機構水産資源研究所）より提供されたコメントに感謝する。またL.A.Pastene（日本鯨類研究所）、D.S.Butterworth and L.Walløeの貴重なコメントと原稿を改善するための提案に感謝する。

参考文献

- Branch, T.A. and Butterworth, D.S. 2001. Southern Hemisphere minke whales: standardised abundance estimates from the 1978/79 to 1997/98 IDCR-SOWER surveys. *J. Cetacean Res. Manage.* 3(2): 143–74.
- Burnham, K.P., Buckland, S.T., Laake, J.L., Borchers, D.L., Marques, T.A., Bishop, J.R.B. and Thomas, L. 2004. Further topics in distance sampling. In: Buckland, S.T., Anderson, D.R.,

- Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. (eds) Advanced distance sampling. Oxford University Press, London, pp 307–392.
- Dalgaard, P. 2002. Introductory statistics with R. Springer, New York, 267pp.
- Hatanaka, H. and Miyashita, T. 1997. On the feeding migration of the Okhotsk Sea-West Pacific stock of minke whales, estimates based on length composition data. *Rep. int. Whal. Commn.* 47: 557-564.
- Hakamada, T. and Kitakado, T. 2011. Abundance estimation for the western North Pacific common minke whales based on sighting information from JARPN and JARPN II. Paper SC/63/RMP18 presented to IWC Scientific Committee. June 2011, (unpublished). 25pp. [Paper available at the IWC Office].
- Hakamada, T. and Matsuoka, K. 2016. The number of western North Pacific common minke, Bryde's and sei whales distributed in JARPN II Offshore survey area. Paper SC/F16/JR12 presented to JARPN II review meeting, February 2016. (unpublished). 13pp. [Paper available at the IWC Office].
- Hakamada, T., Matsuoka, K. and Miyashita, T. 2009. Distribution and the number of western North Pacific common minke, Bryde's, sei and sperm whales distributed in JARPN II Offshore component survey area. Paper SC/J09/JR15 presented to JARPN II review meeting, January 2009, (unpublished). 18pp. [Paper available at the IWC Office].
- 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. June 2010, (unpublished). 18pp. [Paper available at the IWC Office].
- Hakamada, T., Katsumata, T., Takahashi, M. and Matsuoka, K. 2019. Common minke whale abundance estimates based on dedicated sighting surveys during 2013-2018. Paper SC/68A/ASI14 rev1 presented to IWC Scientific Committee. April 2019, (unpublished). 9pp. [Paper available at the IWC Office].
- International Whaling Commission. 2012. 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. 2014. Report of the working group on the *Implementation Review* for western North Pacific common minke whales. The report of the Scientific Committee, Annex D1. *J. Cetacean Res. Manage.* 15 (Suppl.):112-88.
- Katsumata, T., Yoshimura, I., Tsunekawa, M., Kawabe, S. and Matsuoka, K. 2020. Results of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the western North Pacific in 2019 and 2020. Paper SC/68B/ASI18 presented to IWC Scientific Committee. April 2018, (unpublished). 25pp. [Paper available at the IWC Office].
- Katsumata, T., Yoshida, T., Isoda, T., Yamaguchi, F., Yamazaki, M., Takahashi, M., Murata, H. and Matsuoka, K. 2021. Results of the Japanese dedicated cetacean sighting survey in the western North Pacific in 2020 summer season. Paper SC/68C/ASI14 presented to IWC Scientific Committee. April 2021, (unpublished). 17pp. [Paper available at the IWC Office].
- Matsuoka, K., Hakamada, T., Yoshimura, I., Katsumata, T., Kasai, H. and Miyashita, T. 2019. Results of Japanese dedicated cetacean sighting survey in western North Pacific. Paper SC/68A/ASI03 presented to IWC Scientific Committee. April 2019, (unpublished). 11pp. [Paper available at the IWC Office].
- 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/ASI05 presented to IWC Scientific Committee. April 2021, (unpublished). 37pp. [Paper available at the IWC Office].
- Okamura, H., Miyashita, T. and Kitakado, T. 2010. $g(0)$ estimates for western North Pacific common minke whales. Paper SC/62/NPM9 presented to IWC Scientific Committee. June 2010, (unpublished). 7pp. [Paper available at the IWC Office].
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R. B., Marques, T. A., and Burnham, K. P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5-14.

表1. 2018年から2020年の目視調査期間中の各調査ブロックの調査期間、調査船、計画航海軌道長、探索距離、トラックライン実現率

Year	Survey block	Vessel	Period	Planned cruise track (n.miles)	Searching effort (n.miles)	% of track realised
2018	7CN	KY7	12-22 May	724.3	648.3	89.5%
2018	7CS	KY7	22 May-5 Jun	691.4	616.0	89.1%
2018	11	YS2	13-22 May	592.3	502.8	84.9%
2018	10E	YS2	22 May-21 Jun	1,268.2	1,102.8	87.0%
2019	6E	YS2	13 May-14 Jun	2,021.1	1,891.7	93.6%
2019	7WR	YS1	13 May-4 Jun	1,177.2	1,146.6	97.4%
2019	7E	YS3	14 May-2 Jun	871.8	805.3	92.4%
2020	I	KY7	7 Aug- 11 Sep	1,976.8	1,775.0	89.8%
2020	II	YS1	4 Aug-19 Sep	1,960.8	1,569.6	80.0%
2020	III	YS3	6 Aug-4 Sep	1,981.2	1,895.6	95.7%
2020	IV	YS2	26 Aug-17 Sep	1,178.1	981.7	83.3%

表2. 発見関数の各モデルのAIC。Sは群れサイズを表す共変量、Bはビューフォート海況を表す共変量である。ΔAICはベストモデルとのAIC値の差である。

Key	Covariate	AIC	Δ AIC
HN	No	2.583	1.551
HN	S	4.578	3.546
HN	B	4.185	3.153
HN	S+B	6.172	5.140
HR	No	1.032	0
HR	S	2.925	1.893
HR	B	3.023	1.991
HR	S+B	4.921	3.889

表3. ミンククジラの発見があった各調査ブロックの平均群れサイズの期待値

Year	Survey block	E(s)	CV(E(s))
2018	7CN	1.00	0.000
2018	7CS	1.00	0.000
2018	10E	1.00	0.000
2018	11	1.06	0.062
2019	6E	1.08	0.083
2019	7WR	1.18	0.048
2020	I	1.00	0.000
2020	IV	1.00	0.000
Total		1.10	0.031

表4. 2018年から2019年春季の目視調査データに基づく最良の発見関数モデルにおける $g(0)=1$ を仮定したミンククジラのブロック別資源量推定値。 A は調査層の面積、 L は調査努力量、 n_s は発見された群数、 n_w は発見された頭数、 n_w/L は遭遇率、 $CV(n_w/L)$ はそのCV、 P は資源量推定値、 $CV(P)$ はそのCV、95%LLは P の95%信頼区間 (CI) の下限、95%ULは P の95%CIの上限に相当する。

Year	Survey block	Period	A	L	n_s	n_w	$n_w/L * 100$	$CV(n_w/L)$	P	$CV(P)$	95%LL	95%UL
2018	7CN	12-22 May	18,281	648.3	3	3	0.005	0.711	103	0.739	26	403
2018	7CS	22 May-5 Jun	26,826	616.0	3	3	0.005	0.739	159	0.766	39	649
2018	10E	13-22 May	40,648	1,102.8	17	18	0.016	0.459	805	0.502	306	2,119
2018	11	22 May-21 Jun	9,749	502.8	12	13	0.026	0.463	306	0.505	115	813
2019	6E	13 May-14 Jun	93,145	1,891.7	34	40	0.021	0.336	2,389	0.392	1,125	5,077
2019	7WR	13 May-4 Jun	72,991	1,146.6	1	1	0.001	0.997	77	1.017	14	438
2019	7E	14 May-2 Jun	48,208	805.3	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0	0

表5. 2020年夏の目視調査データに基づいた最良の発見関数モデルによる $g(0)=1$ を仮定したミンククジラの調査ブロック別の資源量推定値。表記は表4と同様である。

Year	Survey block	Period	A	L	n_s	n_w	$n_w/L * 100$	$CV(n_w/L)$	P	$CV(P)$	95%LL	95%UL
2020	I	7 Aug- 11 Sep	166,306	1,775.0	2	2	0.001	0.710	227	0.738	59	869
2020	II	4 Aug-19 Sep	116,915	1,569.6	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0	0
2020	III	6 Aug-4 Sep	285,291	1,895.6	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0	0
2020	IV	26 Aug-17 Sep	259,818	981.7	2	2	0.002	0.673	642	0.703	171	2,406

表6. サブエリア7CS、7CN、7WR及び7Eにおける $g(0)=1$ を仮定した層別化後のミンククジラの資源量推定値。表記は表4と同様である。

Year	Sub-area	Period	A	L	n_s	n_w	$n_w/L*100$	CV(n_w/L)	P	CV(P)	95%LL	95%UL
2020	7CS	12 Aug- 27 Aug	26,826	225.1	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0	0
2020	7CN	7 Aug- 12 Aug	18,281	202.2	2	2	0.010	0.639	219	0.671	45	1,068
2020	7WR	9 Aug- 11 Sep	72,991	860.1	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0	0
2020	7E	16 Aug- 7 Sep	48,208	487.7	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0	0

表7. 調査期間中にミンククジラが発見されたサブエリアされた毎に、 $g(0)=1$ と仮定した場合のミンククジラの資源量推定値。

Year	Sub-area	Period	P	CV(P)	95%LL	95%UL
2018	7CN	Spring	103	0.739	26	403
2018	7CS	Spring	159	0.766	39	649
2018	10E	Spring	805	0.502	306	2,119
2018	11	Spring	306	0.505	115	813
2019	6E	Spring	2,389	0.392	1,125	5,077
2019	7WR	Spring	77	1.017	14	438
2020	7CN	Summer	219	0.671	45	1,068
2020	9	Summer	642	0.703	171	2,406

表8. 過去の調査の推定値と2020年夏のサブエリア9におけるミンククジラの資源量の推定値の比較。

Year	Sub-Area	Period	Abundance Estimate	CV	% Covg	ESW (n.m)	Note
1990	9	Aug-Sep	3,287	0.819	61.4	-	North of 40N, Inc. Russian EEZ.
2003	9	15 Jul-5 Sep	2,546	0.276	33.2	0.609	North of 43N, Ex. Russian EEZ
2008	9	4 Jul-13 Aug	2,458	0.664	86.9	0.298	Ex. Russian EEZ
2020	9	26 Aug-17 Sep	642	0.703	86.9	0.420	Ex. Russian EEZ, *Warm waters were spread.

*:「温かい水域」とは、海面水温が2020年におけるミンククジラの見位置の海面水温の範囲（10.4℃～14.9℃）よりも海面水温が高い（20℃以上）海域を指す。

表9. JARPNII（2002-2017）の目視調査に従事した調査船（KS2、KK1、YS1、YS3）及び本研究の資源量推定に用いた目視調査（2018-2020）の調査船（YS1、YS2、YS3、KY7）の仕様。KS2、KK1、YS1、YS2、YS3、KY7は、第2共新丸、海幸丸、勇新丸、第2勇新丸、第3勇新丸、第7海幸丸の略称である。なお、KS2、KK1はIOモードの調査に従事しなかったため、この2隻のIOプラットフォームは、調査中は使用されなかった。

Vessel	KS2	KK1	YS1	YS2	YS3	KY7
Call sign	JFHR	JGDW	JLZS	JPPV	7JCH	JECL
Length overall[m]	68.18	61.9	69.61	69.61	69.61	60.02
Gross tonnage [GT]	372	860.25	724	747	742	649
Top barrel height [m]	17	19.5	19.5	19.5	19.5	17.5
IO platform height [m]	10.5	14.5	13.5	13.5	13.5	12.7
Upper bridge height [m]	8	9	11.5	11.5	11.5	9.6
Engine power [kW]	1544	1471	3900	3900	3900	1,544
Period of vessel engaged	2002-2008	2008-2009	2010-	2011-	2011-	2018-

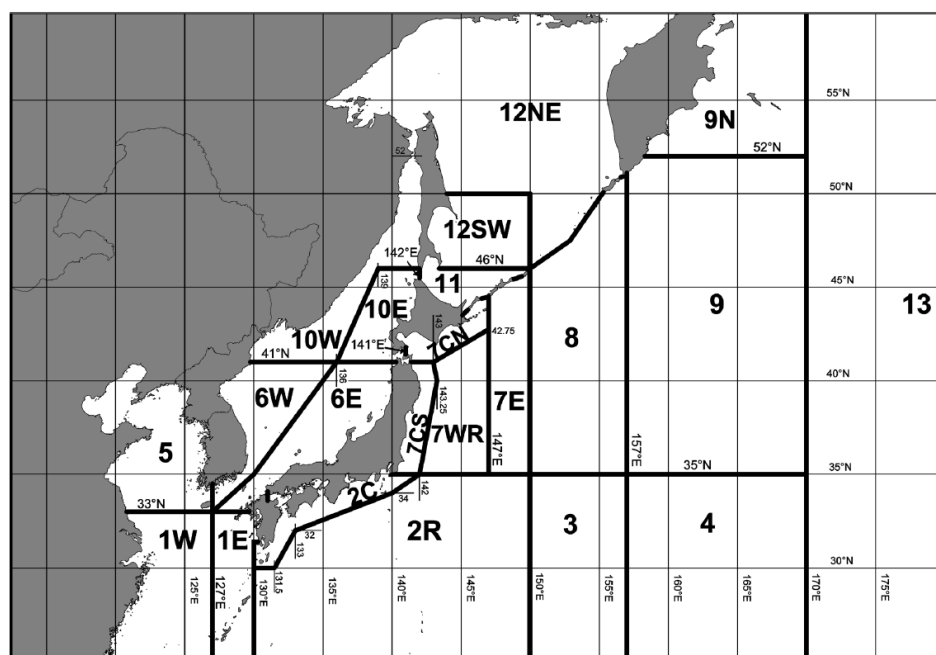


図1. IWC-SCが過去に北西太平洋ミンクジラの管理に使用した22のサブエリア（IWC, 2014）

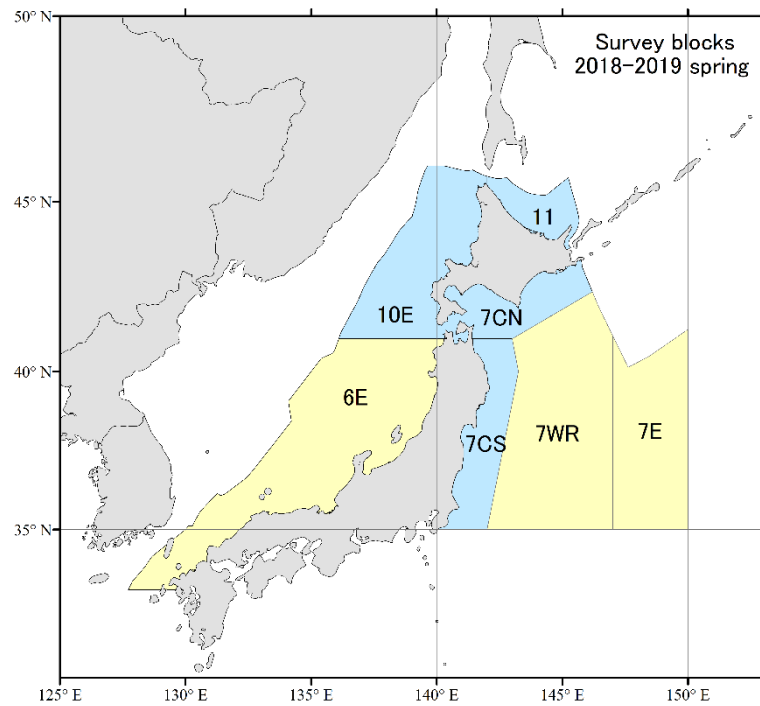


図2a. 2018年と2019年の5月から6月（春）に行われた目視調査の調査ブロック。水色のブロックは2018年、黄色のブロックは2019年に調査された。

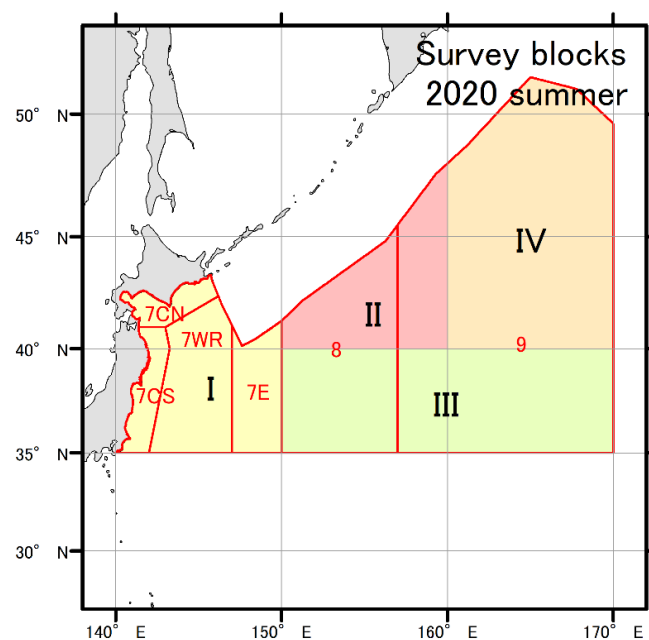


図2b. 2020年の7月から9月（夏）にかけての目視調査のための調査ブロックI-IV及び図1のサブエリア7CS、7CN、7WR、7E、8、9。赤線はサブエリアの境界を、赤文字はサブエリアの名称を示す。

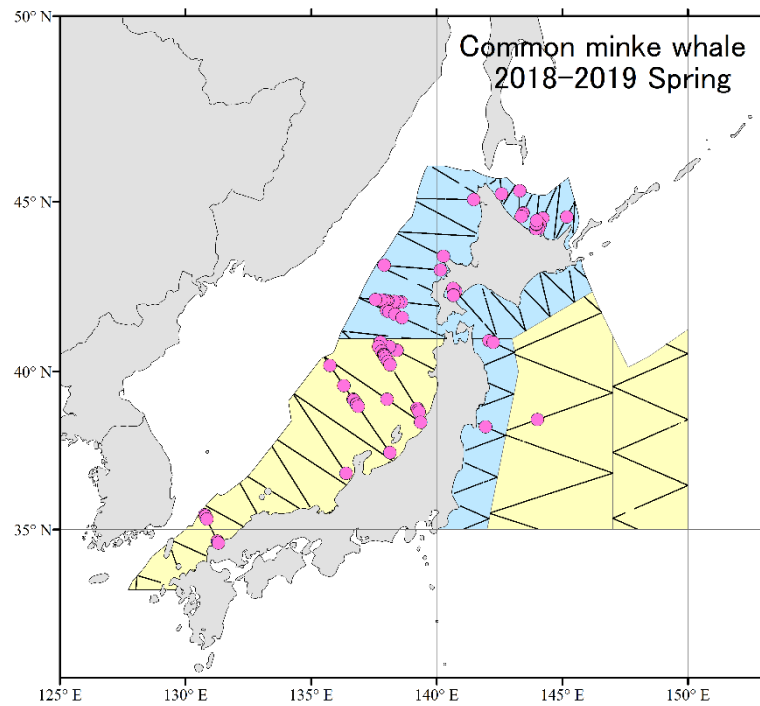


図3a. 2018年と2019年春に実施した目視調査におけるミンククジラの一次発見位置（ピンクの丸）と調査努力。水色のブロックは2018年、黄色のブロックは2019年に調査された。

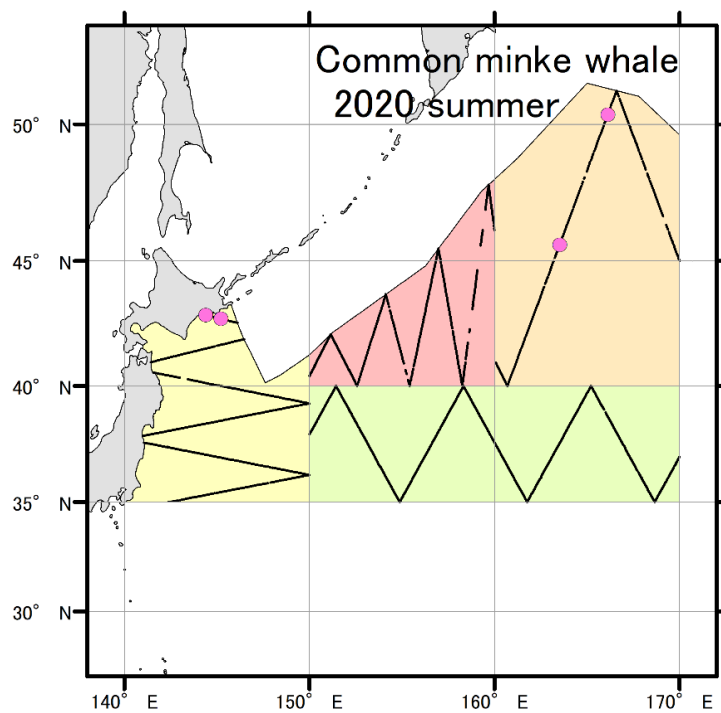


図3b. 2020年夏に実施した目視調査におけるミンククジラの一次発見位置（ピンクの丸）と調査努力

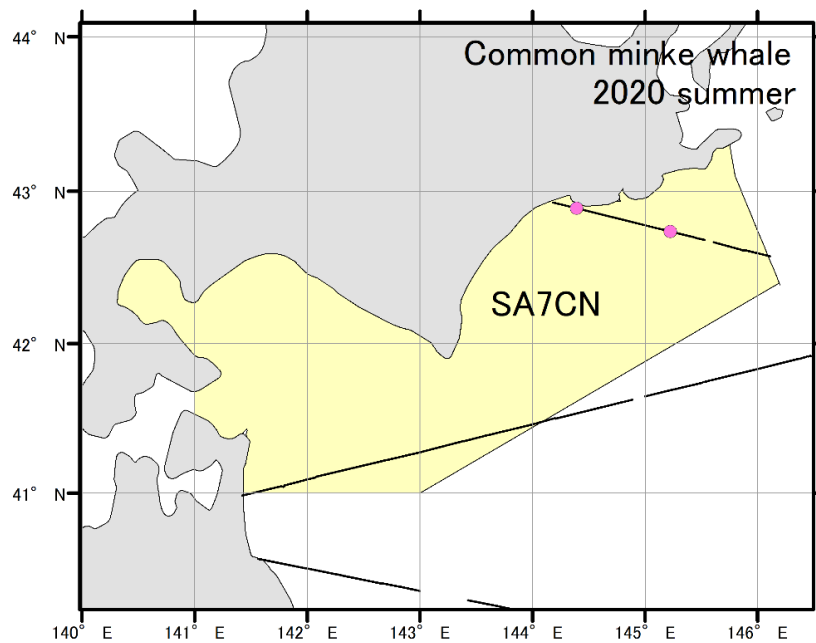


図3c. 2020年に実施した目視調査の際のサブエリア7CN（黄色のゾーン）におけるミンクジラの一次発見位置（ピンクの丸）と調査努力

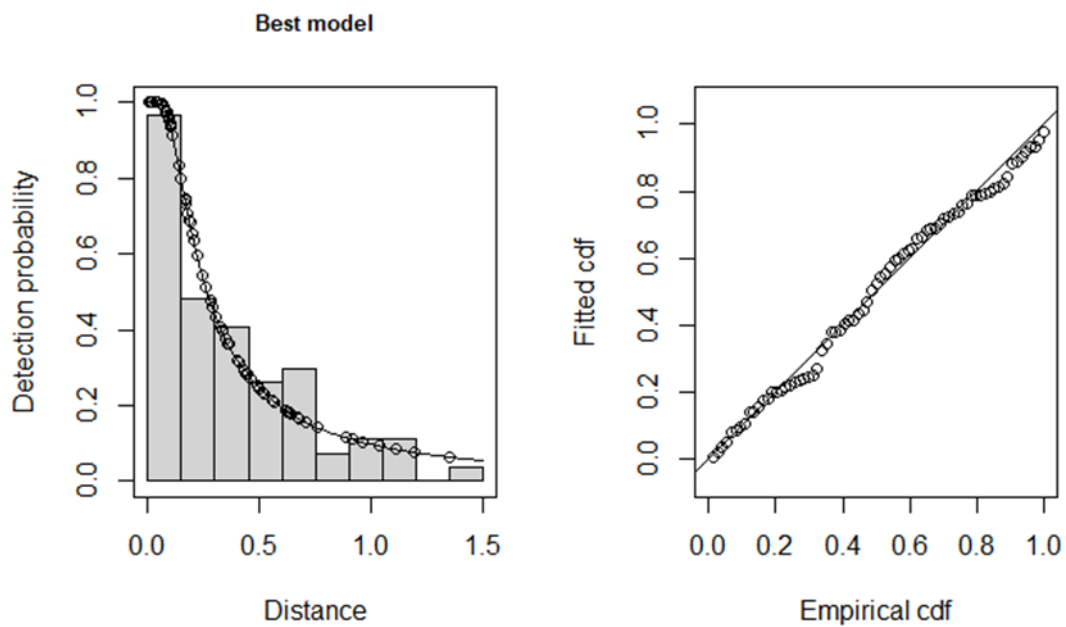


図4. 横距離による発見の相対頻度と最良の発見関数モデルのプロット（左図）及び当該モデルのQuantile-Quantile (QQ) プロット（右図）。「cdf」は累積分布関数の略。

付録3

コンディショニング及び実施シュミレーション試験（ISTs） で使用した北西太平洋ミンククジラのデータ

高橋萌、袴田高志

日本鯨類研究所〒104-0055東京都中央区豊海町4-5

1. 資源量推定値

表1は、IWC-SC68c会議で合意された表に基づいて、年及びサブエリア毎の資源量推定値を示したものである。注釈の付いた推定値は、日本が新たに推定したもの、あるいはその後IWC事務局や日本の専門家と連絡を取って修正したものである。新しい資源量推定値の詳細は、本資料の付録1及び2に記載されている。新しい推定値を除くすべての推定値は、コンディショニングプロセスにおける使用をIWC-SCで合意している（IWC, 2014）。

表1には資源量が0という推定値も含まれている。その場合、CVはIWC（2014）の手順に従って計算されている。

表1. トライアルのコンディショニングに使用された資源量推定値

Year	Sub-area	Period	Estimate	CV	Note
2004	5	Apr-May	661	0.22	
2004	5	Apr-May	848	0.1	
2005	6W	Apr-May	456	0.144	
2005	6W	Apr-May	533	0.1	
2002	6E	May	891	0.608	
2003	6E	May-Jun	935	0.357	
2004	6E	May-Jun	727	0.372	
2019	6E	May-Jun	2389	0.392	New abundance estimate (see Annex 2)
2004	7CS	May	504	0.291	
2006	7CS	Jul	3690	1.199	
2012	7CS	May-Jun	537	0.346	
2020	7CS	Aug	0	1020	New abundance estimate (see Annex 2)
2016	7CS	Aug	0	1020	
2017	7CS	May	284	0.497	
2018	7CS	May-Jun	245	0.828	
1991	7W+7C	Aug-Sep	1164	0.183	
2012	7CN	May	542	0.601	
2017	7CN	May	179	0.377	
2018	7CN	May	103	0.739	
2012	7CN	Sep	599	0.525	
2014	7CN	Sep	244	0.454	
2016	7CN	Aug	185	0.423	
2020	7CN	Aug	219	0.671	New abundance estimate (see Annex 2)

表1. (続き)

Year	Sub-area	Period	Estimate	CV	Note
2003	7WR	May-Jun	157	0.7	
2004	7WR	May-Jun	863	0.648	
2013	7WR	May-Jun	65	1.007	
2006	7WR	Jun-Jul	0	239	
2007	7WR	Jun-Jul	546	0.953	
2009	7WR	Jun	215	0.942	
2012	7WR	Jun	378	0.79	
2008	7WR	Aug	0	239	
2016	7WR	Aug	75	1.062	
2019	7WR	May	77	1.017	New abundance estimate (see Annex 2)
2020	7WR	Aug-Sep	0	239	New abundance estimate (see Annex 2)
2004	7E	Jun	440	0.779	
2006	7E	May-Jun	247	0.892	
2007	7E	Jun-Jul	0	282	
2012	7E	Jun	0	282	
2013	7E	Jun	0	282	
2016	7E	Aug	0	282	
2019	7E	May	0	282	New abundance estimate (see Annex 2)
2020	7E	Aug-Sep	0	282	New abundance estimate (see Annex 2)
2005	8	May-Jul	132	1.047	
2006	8	May-Jul	309	0.677	
2004	8	Jun	1093	0.576	
2002	8	Jun-Jul	0	364	
2007	8	Jun-Jul	391	1.013	
1990	8	Aug	1057	0.706	
2008	8	Jul-Aug	0	364	
2009	8	May-Jun	602	0.725	
2013	8	May-Jun	413	0.586	
2011	8	May	121	0.966	
2020	8	Aug-Sep	0	364	New abundance estimate (see Annex 2)
2003	9	Jul-Aug	1843	0.276	
2008	9	Jul-Aug	2458	0.664	
1990	9	Aug	3287	0.819	
2009	9	May-Jun	2079	0.688	
2011	9	May	115	1.025	
2015	9	May	140	0.963	
2020	9	Aug-Sep	642	0.703	New abundance estimate (see Annex 2)
2005	9N	Aug-Sep	420	0.969	
2006	10W	May-Jun	2476	0.312	
2002	10E	May-Jun	1192	0.658	
2003	10E	May-Jun	591	0.566	
2005	10E	May-Jun	875	0.441	
2007	10E	Jun	672	0.327	Revised estimate
2014	10E	Sep	872	0.585	
2018	10E	May	805	0.502	
1990	11	Aug-Sep	2120	0.449	
1999	11	Aug-Sep	1456	0.565	
2003	11	Aug-Sep	882	0.826	
2007	11	Aug-Sep	230	0.389	
2014	11	Aug	306	0.679	
2018	11	May-Jun	306	0.505	
1990	12SW	Aug-Sep	4774	0.508	Revised estimate
2003	12SW	Aug-Sep	3401	0.409	
1990	12NE	Aug-Sep	11805	0.377	Revised estimate
1992	12NE	Aug-Sep	11051	0.705	Revised estimate
1999	12NE	Aug-Sep	5088	0.377	
2003	12NE	Aug-Sep	13067	0.287	
2018	12NE	Aug-Sep	15621	0.419	New abundance estimate (see Annex 1)

2. 系群の混合率の推定値

表2は、各系群の個体群動態の軌跡をあてはめる為にIWC（2021）に従って推定された、トライアルのコンディショニングに使用されたJ系群の混合率の推定値をリストアップしたものである。混合率のいくつかは数年分のデータに基づいているので、コンディショニングの際にこれらの比率をあてはめたモデル推定値はサンプルサイズで加重した、特定の年における比率となる。

表2. STRUCTUREに基づき90%の確率で各系群に割り当てられたサンプル数。サブエリア7CS及び7CNでは、各系群に割り当てられたクジラの割合は、混獲の比率が5/60で、捕獲調査及び捕鯨業分の比率は55/60で重み付けされている。系群別の割り当て頭数は、この比率に割り当て頭数の合計を乗じたものとする。

Area	Years	Months	Sex	Total Sample	Bycatch Samples		Scientific Permit & Commercial Whaling Samples		Weighted Total		Ratio (J:Total)
					J-Stock	O-Stock	J-Stock	O-Stock	J-Stock	O-Stock	
2C	2002-20	Jan-Apr	M+F	198					163	35	0.823
2C	2001-20	May-Sep	M+F	63					53	10	0.841
2C	2001-20	Oct-Dec	M+F	155					143	12	0.923
7CS	2002-20	Jan-Apr	M+F	341	78	39	56	168	97	244	0.284
7CS	2001-20	May	M+F	463	20	42	103	298	121	342	0.261
7CS	1999-2020	Jun-Dec	M+F	235	112	41	6	76	30	205	0.128
7CN	2002-20	Jan-May	M+F	134	31	33	12	58	26	108	0.194
7CN	1999-2020	Jun	M+F	158	15	20	11	112	19	139	0.120
7CN	1996-2020	Jul-Sep	M+F	717	23	13	129	552	163	554	0.227
7CN	2001-20	Oct-Dec	M+F	314	48	2	79	185	111	203	0.354
10E	2001-20	Jun-Dec	M+F	16					15	1	0.938
11	1996-2020	May-Dec	M	88					56	32	0.636
11	1996-2020	May-Dec	F	155					85	70	0.548

3. 捕獲統計

非自然死亡率については、直接捕獲と混獲（偶発的な捕獲とも呼ばれる）の2つのソースが使用されている。

3.1. 捕獲頭数

IWC事務局とのやりとりにより、2020年までの捕獲統計（ $t < 2021$ ）が更新された。表3aは、北西太平洋ミンククジラの性、年及びサブエリア別の捕獲統計（1930-2020）の要約である。ベースライン試験では、「最良」の捕獲統計（表3a）を用い、過去の捕獲に関する不確実性の影響を検討するために、感度試験（トライアル02）として代替の「大きい」捕獲統計を使用した。

表3bは、「大きい」捕獲数を年別、サブエリア別に示したものである。この捕獲頭数は、いくつかのサブエリアと年を除いて、「最良」の捕獲統計と同じである。1930-31年

と1936-45年の日本の沿岸における捕獲頭数(サブエリア7CS、7CN、11)は、大隅(1982)によってまとめられ、「大きい」捕獲統計の値はその当該期間では2倍としてある(IWC, 2014)。韓国沖の捕獲統計は、「最良」統計では1946年の60頭から1957年の249頭まで直線的に増加するのに対し、「大きい」統計ではこの期間のミンククジラの年間捕獲頭数を249頭と想定している。

表3a. 北西太平洋ミンククジラの年、サブエリア、性別の「最良」の捕獲統計の概要

Male																				
Year	1E	2C	2R	5	6W	6E	7CS	7CN	7WR	7E	8	9	9N	10W	10E	11	12SW	12NE	13	Total
1930							7	0								1				8
1931							7	1								0				8
1932				0	9		13	1								0				23
1933				0	8		13	1						0		0				22
1934				1	21		20	1						0		0				43
1935				9	9		20	1								1				40
1936				12	14		15	0								0				41
1937				13	17		37	0								1				68
1938				15	20		44	0								1				80
1939				18	24		44	1					2			0			0	89
1940				15	33		52	0								1				101
1941				40	40		37	1					2			0				120
1942				53	67		44	0					1			1				166
1943				42	51		67	1								0				161
1944				38	47		52	0								1				138
1945				3	2		44	0								0				49
1946				11	21	14	51	4					1			4				106
1947				19	21	27	57	7								8				139
1948		3		22	26	56	57	1			1					26				192
1949				25	31	20	61				1		2		5	6		2		153
1950			0	29	37	15	63	41			2		1		13	18		0		222
1951	1	1		31	40	62	87	9		3	0		0		5	14		0		253
1952		1	0	36	45	142	92	1					1		9	20	0			347
1953				42	50	90	75	1			3				38	35	1			335
1954		0	1	43	54	35	24	26			0		0		32	59	1			275
1955				49	60	20	108	11			2				20	43	1	1		315
1956				54	62	16	140	25		1	3		0		47	69		0		417
1957	17	1		59	70	2	111	14	2		1				31	33	1			342
1958				67	65		126	13			1					86				358
1959				78	71		69	7								47		0		272
1960				72	59		64	6		1	1					41				244
1961				39	28		81	9			0					56				213
1962				55	52		46	7								48		0		208
1963				122	52		49	6								40				269
1964				139	95	6	85	6								39				370
1965		1		83	101	11	51	3								62				312
1966		2		76	87	0	81	8	1							71				326
1967				109	73	2	50	6							2	55				297
1968				98	75	8	58	4	1					2	0	22				268
1969				118	95	10	27	2							7	43				305
1970				186	188	5	101	5	1			2	4		8	38			2	540
1971				200	189	3	84	6							8	54	1			545
1972				252	286		35	17							0	78				668
1973				215	244	0	83	26		2	14				15	95	2	28		724
1974				213	271		63	34		9				1	5	44	4	22		666
1975				196	293	9	35	63		3				18	2	62	11	1		693
1976				353	174		35	27							10	89			0	688
1977				234	304		32	71							0	58				699
1978				181	354		93	133								19				780
1979				164	379		95	150							8	17				813
1980				447	147		88	72							10	40				804
1981		1		188	192		148	39	1						13	28				610
1982				229	210	2	105	56	1						9	5				617
1983				100	142	3	66	68							6	4				389
1984				87	105		64	88								46				390
1985			1	23	29	5	39	123							2	30				252
1986				1	31	20	69	89	0							19				229
1987							80	86								16				182
1988																				0
1989																				0
1990																				0
1991																				0
1992																				0
1993																				0
1994												18								18
1995												91								91
1996								28	0		16					19				63
1997									1	1	30	55								87
1998									22	26	41									89
1999							2	39	2							28				71
2000							4	15				16								35
2001							11	10	19	7	20	26								93

表3a. (続き)

Male																				
Year	1E	2C	2R	5	6W	6E	7CS	7CN	7WR	7E	8	9	9N	10W	10E	11	12SW	12NE	13	Total
2002								79	1		8	31								119
2003							32		4	7	35	37								115
2004								62				75						1		138
2005							28	67	2		7	52								156
2006							41	33	11	1	36	23								145
2007							50	67	3		15	5								140
2008							23	33			5	48								109
2009							29	41	8	3	13	6								100
2010							17	40				12								69
2011							17	64				1								82
2012							47	61	4		3									115
2013							17	41				3								61
2014							16	35												51
2015							10	35												45
2016							7	8												15
2017							3	22	6	10	4	17				9				71
2018							28	22	4	1	15	14				16				100
2019							26	32	3							5				66
2020							1	58								4				63

Female																				
Year	1E	2C	2R	5	6W	6E	7CS	7CN	7WR	7E	8	9	9N	10W	10E	11	12SW	12NE	13	Total
1930							4	0								1				5
1931							4	0								2				6
1932				5	4		7	0								1				17
1933				5	4		7	1						1		1				19
1934				9	10		10	0						1		1				31
1935				8	14		10	0								1				33
1936				12	13		7	0								2				34
1937				14	18		18	1								1				52
1938				18	20		22	0								1				61
1939				19	23		22	0					1			2			1	68
1940				13	34		25	0								1				73
1941				64	38		18	0					0			2				122
1942				54	66		22	0					2			1				145
1943				39	51		32	0								2				124
1944				38	45		25	0								1				109
1945				2	3		22	1								2				30
1946				10	18	10	24	1					1			13				77
1947				18	19	21	27	3								23				111
1948		0		21	25	38	31	0			0					53				168
1949				25	31	30	32				2		0		4	27		1		152
1950		1	1	29	34	9	25	19			0		0		0	32		1		151
1951	0	0		33	42	39	42	2		2	1		2		2	70		1		236
1952		0	1	37	45	43	78	2					1		0	97	1			305
1953				39	49	47	56	2			3				5	57	1			259
1954		1	0	45	55	27	22	15			3		1		4	124	0			297
1955				58	59	15	80	4			3				7	119	0	2		347
1956				62	66	23	97	7		0	1		1		13	108		4		382
1957	11	1		79	68	0	81	12	2		3				13	96	1			367
1958				101	63		128	8			1					153				454
1959				126	73		70	4								83		1		357
1960				141	57		65	4		1	1					73				342
1961				82	30		83	5			1					98				299
1962				117	52		47	5								85		1		307
1963				168	52		50	4								71				345
1964				186	97	6	86	4								69				448
1965		1		110	102	9	99	3								94				418
1966		1		105	88	2	100	15	0							84				395
1967				139	73	8	65	7							3	87				382
1968				124	73	3	81	3	0					7	5	56				352
1969				156	96	10	32	1					8		5	97				405
1970				216	188	2	87	5	1			0	0		4	70			2	575
1971				250	190	2	67	4							9	52	0			574
1972				292	286		75	22							1	113				789
1973				239	244	2	90	15		2	7				6	116	11	27		759
1974				267	272		51	19		3				0	3	79	17	18		729
1975				229	288	2	46	22		4				2	4	58	23	0		678

表3a. (続き)

Female																				
Year	1E	2C	2R	5	6W	6E	7CS	7CN	7W	7E	8	9	9N	10W	10E	11	12SW	12NE	13	Total
1976				445	174		46	29							11	113			1	819
1977				269	303		28	14							2	43				659
1978				207	356		85	22								48				718
1979				130	264		38	28							7	64				531
1980				272	109		70	12							5	82				550
1981		0		188	192		68	11	0						2	63				524
1982				236	219	2	58	28	0						6	56				605
1983				98	138	4	69	30							5	42				386
1984				87	114		38	55								76				370
1985			0	26	35	4	20	41							5	66				197
1986				0	15	2	35	43	2							54				151
1987							43	30								49				122
1988																				0
1989																				0
1990																				0
1991																				0
1992																				0
1993																				0
1994												3								3
1995												9								9
1996								2	1		0					11				14
1997									0	0	1	12								13
1998									3	4	4									11
1999							0	7	0							22				29
2000							1	4				0								5
2001							0	0	3	0	1	3								7
2002								31	0		0	2								33
2003							30		1	0	3	2								36
2004								14				8						0		22
2005							37	19	0		7	3								66
2006							35	12	1	1	2	1								52
2007							46	21	0		0	1								68
2008							38	18			0	6								62
2009							35	24	0	0	5	1								65
2010							28	20				2								50
2011							6	37				1								44
2012							38	30	1		0									69
2013							17	17				0								34
2014							14	16												30
2015							9	16												25
2016							9	13												22
2017							0	13	0	1	0	6				38				58
2018							23	8	0	0	1	8				31				71
2019							20	10	0							27				57
2020							5	25								2				32

表3b. サブエリアと性別ごとの「大きい」捕獲統計。捕獲頭数はIWC（2021）の手続きに沿って設定。

Male:							Female:						
Year	7CS		7CN		11		Year	7CS		7CN		11	
	High	Best	High	Best	High	Best		High	Best	High	Best	High	Best
1930	14	7	0	0	2	1	1930	8	4	0	0	2	1
1931	14	7	2	1	0	0	1931	8	4	0	0	4	2
1932	26	13	2	1	0	0	1932	14	7	0	0	2	1
1933	26	13	2	1	0	0	1933	14	7	2	1	2	1
1934	40	20	2	1	0	0	1934	20	10	0	0	2	1
1935	40	20	2	1	2	1	1935	20	10	0	0	2	1
1936	30	15	0	0	0	0	1936	14	7	0	0	4	2
1937	74	37	0	0	2	1	1937	36	18	2	1	2	1
1938	88	44	0	0	2	1	1938	44	22	0	0	2	1
1939	88	44	2	1	0	0	1939	44	22	0	0	4	2
1940	104	52	0	0	2	1	1940	50	25	0	0	2	1
1941	74	37	2	1	0	0	1941	36	18	0	0	4	2
1942	88	44	0	0	2	1	1942	44	22	0	0	2	1
1943	134	67	2	1	0	0	1943	64	32	0	0	4	2
1944	104	52	0	0	2	1	1944	50	25	0	0	2	1
1945	88	44	0	0	0	0	1945	44	22	2	1	4	2

表3b. (続き)

Male:					Female:				
Year	5		6W		Year	5		6W	
	High	Best	High	Best		High	Best	High	Best
1946	11	11	21	21	1946	10	10	18	18
1947	55	19	70	21	1947	56	18	68	19
1948	55	22	70	26	1948	56	21	68	25
1949	55	25	70	31	1949	56	25	68	31
1950	55	29	70	37	1950	56	29	68	34
1951	55	31	70	40	1951	56	33	68	42
1952	55	36	70	45	1952	56	37	68	45
1953	55	42	70	50	1953	56	39	68	49
1954	55	43	70	54	1954	56	45	68	55
1955	56	49	70	60	1955	66	58	68	59
1956	57	54	70	62	1956	66	62	68	66
1957	59	59	70	70	1957	79	79	68	68

3.2. 偶発的な捕獲（混獲及びその他の死亡）

表4は、年及びサブエリア別のミンククジラの偶発的捕獲頭数を示している。この表は、IWC科学委員会事務局とのやりとりによって更新された。日本は、2001年以降、サブエリア1E、2C、6E、7CS、7CNでの混獲数を報告している。韓国は1996年から2019年までサブエリア1、5、6Wでの混獲数を報告している。

表4. 年別、サブエリア別の混獲数

Year	1E	2C	5	6W	6E	7CS	7CN	10E	11
1996	0	0	0	128	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	78	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	47	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	54	0	0	0	0	0
2000	0	0	12	80	0	0	0	0	0
2001	1	10	9	141	25	8	3	4	3
2002	7	19	8	75	45	17	13	3	5
2003	5	17	10	75	61	18	15	0	8
2004	4	19	9	52	66	14	9	0	3
2005	4	33	7	98	55	17	10	3	6
2006	3	28	11	67	76	21	16	0	3
2007	7	42	12	59	69	20	11	0	6
2008	9	23	12	61	68	17	11	2	3
2009	3	17	10	70	69	25	3	0	1
2010	3	18	8	63	74	17	8	0	4
2011	6	28	15	70	65	8	9	0	1
2012	5	25	8	66	56	15	9	0	4
2013	5	20	8	43	54	15	9	2	0
2014	3	21	7	43	74	23	16	1	2
2015	5	28	7	78	84	26	12	0	1
2016	7	34	10	84	86	22	17	3	0
2017	5	32	12	57	80	34	10	1	2
2018	2	18	7	73	40	18	9	0	0
2019	3	15	3	55	54	23	9	0	0
2020	2	10	0	0	34	16	9	0	0

t 年におけるサブエリア k での過去の混獲は、次の式で計算できる。

$$C_{B,t}^k = A^k P_t^k E_t^k$$

ここで、 A^k は混獲定数、 E_t^k は t 年のサブエリア k の網の数、 P_t^k は8つの期間で平均化された t 年のサブエリア k の総個体数（子クジラを含む）である。混獲定数の値は、コンデショニング過程での当てはめによって設定される。種類、年、海域ごとの定置網の数は、以下に記述する。また、IWC（2012）の附属書Hに詳細が記載されている。

3.3 定置網

日本と韓国の年別、サブエリア別の定置網の数の情報は、それぞれ表5aと表6aに示されている。捕獲統計の場合と同様に、過去の捕獲に関する不確実性の影響を調べるために、「大きい」努力量統計を感度試験（トライアル02）として使用した。表5bと表6bは、「最良」努力量統計と異なる「大きい」定置網数の数を示している。詳細は以下のセクションを参照。

・日本の定置網

表5aは、日本における年別、サブエリア別の大型定置網の数を示したものである。1979年から2018年まで大型定置網の数は、海上保安庁の月別、都道府県別定置網の情報を基に修正した。2019年から2020年の定置網の数は2018年と同じである。ISTでは2014年まで3種類の定置網が使用されていたが（IWC, 2014）、2006年以降は大型定置網の情報しかない。いずれにせよ、サケ定置網でのミンクの混獲数は、大型定置網の数に比べて少ない。したがって、IWC-SC68cで採用された仮定に沿い、今回のISTでは大型定置網の数のみを仮定した。

・韓国の定置網と定置網の漁業許可

表6aは、韓国の年別、サブエリア別の大型定置網と定置網漁業許可の数を示している。これらのデータには2つの情報源がある：i) 韓国の定置網の数（1946年から1989年までは1946年を0として線形の内挿で推定、1990年から1993年までは韓国の科学者が報告）、ii) IWC-SC事務局とのやりとりで得た定置網漁業許可数（1994-2019）。2020年の許可数は2019年と同じである。

以前のISTs（IWC, 2014; JRT, 2019）では、1990年から2009年の間に報告された定置網の数が使用された。韓国の定置網の数は2010年以降入手できなくなった。そこで、2010年から2018年の定置網の数は、2009年と同じに設定した。今回のISTsでは、定置網の数ではなく、定置網漁業許可の数を使用した。今後も、漁業許可数の情報入手が可能になる見込みである。

・「大きい」努力量統計

表5bは、日本の大型定置網の「大きい」努力量統計である。網の数は、いくつかのサブエリアと年を除いて、「最良」統計と同じである。1946年から1969年までの「大きい」努力量統計の値は「最良」の値の2倍か、1969年の網の数と等しくなるように設定され

ている。

表6bは、サブエリア5と6Wにおける韓国の定置網の「大きい」努力量統計である。1957年から1969年までの「大きい」努力量統計の値は、「最良」の値の2倍か、1969年の網の数と等しくなるように設定されている。

表5a. サブエリア別、年別の大型定置網数

Japan:								Note
Year	1E	2C	6E	7CS	7CN	10E	11	
1946	24	67	103	41	7	9	2	IWC (2014)
1947	26	73	112	44	7	10	2	
1948	29	79	122	48	8	11	2	
1949	31	85	131	52	8	12	2	
1950	33	91	141	55	9	12	2	
1951	35	97	150	59	10	13	2	
1952	37	103	159	63	10	14	2	
1953	40	109	169	66	11	15	3	
1954	42	115	178	70	11	16	3	
1955	44	121	187	74	12	17	3	
1956	46	127	197	77	13	17	3	
1957	48	133	206	81	13	18	3	
1958	51	139	216	85	14	19	3	
1959	53	145	225	88	14	20	3	
1960	55	151	234	92	15	21	4	
1961	57	157	244	96	16	22	4	
1962	59	164	253	100	16	22	4	
1963	62	170	262	103	17	23	4	
1964	64	176	272	107	17	24	4	
1965	66	182	281	111	18	25	4	
1966	68	188	291	114	19	26	4	
1967	70	194	300	118	19	27	5	
1968	73	200	309	122	20	27	5	
1969	75	206	319	125	20	28	5	
1970	77	212	328	129	21	29	5	
1971	80	209	324	127	21	29	5	
1972	83	206	321	124	21	29	5	
1973	86	203	317	122	20	28	5	
1974	89	200	314	119	20	28	5	
1975	92	197	310	117	20	28	5	
1976	82	197	320	119	20	33	4	
1977	72	197	330	122	20	39	3	
1978	61	197	339	124	20	44	1	
1979	45	201	355	120	29	24	11	No. net revised in 2021
1980	48	204	365	128	28	23	11	
1981	50	201	367	131	26	20	9	
1982	48	198	381	129	26	21	10	
1983	53	195	384	130	36	30	14	
1984	50	189	387	139	48	41	19	
1985	46	189	412	139	42	35	16	
1986	49	196	408	134	49	42	19	
1987	47	194	405	137	48	41	19	
1988	46	187	400	130	39	33	15	
1989	55	181	391	139	34	29	13	
1990	55	178	404	133	35	29	13	
1991	60	174	401	132	28	23	11	
1992	55	166	392	132	26	22	10	
1993	61	179	397	132	27	21	10	
1994	54	175	378	128	28	22	10	
1995	55	175	372	116	26	20	9	
1996	56	171	371	129	26	20	9	
1997	53	168	368	130	24	19	9	
1998	55	164	370	130	26	19	9	
1999	54	166	363	128	28	21	10	
2000	54	165	360	128	27	21	10	
2001	56	149	354	128	28	22	10	
2002	51	161	363	129	32	26	12	
2003	48	163	360	136	31	25	11	
2004	50	159	348	135	26	21	10	
2005	52	158	326	131	25	20	9	
2006	45	154	310	130	26	21	10	
2007	39	132	298	112	7	4	2	
2008	39	124	301	115	21	16	7	
2009	41	127	303	118	21	15	7	
2010	39	127	306	113	20	14	7	
2011	39	126	302	91	20	14	7	
2012	38	125	305	93	20	14	6	
2013	37	117	300	90	20	14	6	
2014	35	117	293	95	19	14	7	
2015	35	112	293	98	19	14	7	
2016	35	112	261	95	19	14	7	
2017	33	110	249	84	19	14	6	
2018	30	100	254	77	19	14	6	
2019	30	100	254	77	19	14	6	replicate 2018
2020	30	100	254	77	19	14	6	

表6a. サブエリア別、年別の韓国の定置網及び漁業許可数

Korea:										Note
Year	1E	2C	5	6W	6E	7CS	7CN	10E	11	
1946	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1947	0	0	2	5	0	0	0	0	0	
1948	0	0	4	11	0	0	0	0	0	
1949	0	0	6	16	0	0	0	0	0	
1950	0	0	8	21	0	0	0	0	0	
1951	0	0	10	27	0	0	0	0	0	
1952	0	0	12	32	0	0	0	0	0	
1953	0	0	14	38	0	0	0	0	0	
1954	0	0	15	43	0	0	0	0	0	
1955	0	0	17	48	0	0	0	0	0	
1956	0	0	19	54	0	0	0	0	0	
1957	0	0	21	59	0	0	0	0	0	
1958	0	0	23	64	0	0	0	0	0	
1959	0	0	25	70	0	0	0	0	0	
1960	0	0	27	75	0	0	0	0	0	
1961	0	0	29	80	0	0	0	0	0	
1962	0	0	31	86	0	0	0	0	0	
1963	0	0	33	91	0	0	0	0	0	
1964	0	0	35	97	0	0	0	0	0	
1965	0	0	37	102	0	0	0	0	0	
1966	0	0	39	107	0	0	0	0	0	
1967	0	0	41	113	0	0	0	0	0	
1968	0	0	43	118	0	0	0	0	0	
1969	0	0	44	123	0	0	0	0	0	
1970	0	0	46	129	0	0	0	0	0	IWC (2014)
1971	0	0	48	134	0	0	0	0	0	
1972	0	0	50	139	0	0	0	0	0	
1973	0	0	52	145	0	0	0	0	0	
1974	0	0	54	150	0	0	0	0	0	
1975	0	0	56	156	0	0	0	0	0	
1976	0	0	58	161	0	0	0	0	0	
1977	0	0	60	166	0	0	0	0	0	
1978	0	0	62	172	0	0	0	0	0	
1979	0	0	64	177	0	0	0	0	0	
1980	0	0	66	182	0	0	0	0	0	
1981	0	0	68	188	0	0	0	0	0	
1982	0	0	70	193	0	0	0	0	0	
1983	0	0	71	198	0	0	0	0	0	
1984	0	0	73	204	0	0	0	0	0	
1985	0	0	75	209	0	0	0	0	0	
1986	0	0	77	215	0	0	0	0	0	
1987	0	0	79	220	0	0	0	0	0	
1988	0	0	81	225	0	0	0	0	0	
1989	0	0	83	231	0	0	0	0	0	
1990	0	0	85	236	0	0	0	0	0	
1991	0	0	85	286	0	0	0	0	0	
1992	0	0	96	305	0	0	0	0	0	
1993	0	0	96	291	0	0	0	0	0	
1994	0	0	168	464	0	0	0	0	0	
1995	0	0	159	447	0	0	0	0	0	
1996	0	0	149	443	0	0	0	0	0	
1997	0	0	144	438	0	0	0	0	0	
1998	0	0	142	433	0	0	0	0	0	
1999	0	0	138	427	0	0	0	0	0	
2000	0	0	129	426	0	0	0	0	0	
2001	0	0	128	425	0	0	0	0	0	
2002	0	0	135	417	0	0	0	0	0	
2003	0	0	134	422	0	0	0	0	0	
2004	0	0	133	421	0	0	0	0	0	
2005	0	0	132	421	0	0	0	0	0	
2006	0	0	131	420	0	0	0	0	0	
2007	0	0	141	414	0	0	0	0	0	
2008	0	0	126	414	0	0	0	0	0	
2009	0	0	125	411	0	0	0	0	0	
2010	0	0	125	411	0	0	0	0	0	
2011	0	0	121	405	0	0	0	0	0	
2012	0	0	121	399	0	0	0	0	0	
2013	0	0	115	398	0	0	0	0	0	
2014	0	0	115	393	0	0	0	0	0	
2015	0	0	117	385	0	0	0	0	0	
2016	0	0	115	381	0	0	0	0	0	
2017	0	0	114	380	0	0	0	0	0	
2018	0	0	114	379	0	0	0	0	0	
2019	0	0	114	374	0	0	0	0	0	
2020	0	0	114	374	0	0	0	0	0	replicate 2019

Source: Statistics System of
Ministry of Oceans and
Fisheries, Republic of
Korea,
[http://www.mof.go.kr/statP
ortal/](http://www.mof.go.kr/statPortal/)

表5b. サブエリア別、年別の日本大型定置網の大きい努力量統計。網の数はIWC（2014; 2021）の手順に従って設定されている。

Japanese large-scale set net:														
Year	1E		2C		6E		7CS		7CN		10E		11	
	High	Best	High	Best	High	Best	High	Best	High	Best	High	Best	High	Best
1946	48	24	134	67	206	103	82	41	14	7	18	9	4	2
1947	52	26	146	73	224	112	88	44	14	7	20	10	4	2
1948	58	29	158	79	244	122	96	48	16	8	22	11	4	2
1949	62	31	170	85	262	131	104	52	16	8	24	12	4	2
1950	66	33	182	91	282	141	110	55	18	9	24	12	4	2
1951	70	35	194	97	300	150	118	59	20	10	26	13	4	2
1952	74	37	206	103	318	159	125	63	20	10	28	14	4	2
1953	75	40	206	109	319	169	125	66	20	11	28	15	5	3
1954	75	42	206	115	319	178	125	70	20	11	28	16	5	3
1955	75	44	206	121	319	187	125	74	20	12	28	17	5	3
1956	75	46	206	127	319	197	125	77	20	13	28	17	5	3
1957	75	48	206	133	319	206	125	81	20	13	28	18	5	3
1958	75	51	206	139	319	216	125	85	20	14	28	19	5	3
1959	75	53	206	145	319	225	125	88	20	14	28	20	5	3
1960	75	55	206	151	319	234	125	92	20	15	28	21	5	4
1961	75	57	206	157	319	244	125	96	20	16	28	22	5	4
1962	75	59	206	164	319	253	125	100	20	16	28	22	5	4
1963	75	62	206	170	319	262	125	103	20	17	28	23	5	4
1964	75	64	206	176	319	272	125	107	20	17	28	24	5	4
1965	75	66	206	182	319	281	125	111	20	18	28	25	5	4
1966	75	68	206	188	319	291	125	114	20	19	28	26	5	4
1967	75	70	206	194	319	300	125	118	20	19	28	27	5	5
1968	75	73	206	200	319	309	125	122	20	20	28	27	5	5
1969	75	75	206	206	319	319	125	125	20	20	28	28	5	5

表6b. サブエリア別、年別の韓国定置網の大きい努力量統計。網の数はIWC（2014; 2021）の手順に従って設定されている。

Korean set net and set net fishery license:				
Year	5		6W	
	High	Best	High	Best
1957	42	21	118	59
1958	44	23	123	64
1959	44	25	123	70
1960	44	27	123	75
1961	44	29	123	80
1962	44	31	123	86
1963	44	33	123	91
1964	44	35	123	97
1965	44	37	123	102
1966	44	39	123	107
1967	44	41	123	113
1968	44	43	123	118
1969	44	44	123	123

4. 将来の捕鯨業及び偶発的捕獲

将来（ $t > 2021$ ）の捕鯨業による捕獲と混獲は、以下に示す情報に基づいて、性、サブエリア、月、年に割り当てられる（表7a、7b、8a、8b）。

・捕鯨業における捕獲頭数の配分

表7aは北西太平洋ミンククジラ直接捕獲統計（1930-2020）のサブエリア別、性及び月別の概要である。しかし、サブエリア7CSと7CNにおける将来の捕鯨業における捕獲頭数については、遺伝子データが沿岸域と沖合での捕獲の違いを示しているため、表7bのパターンに従って配分した。将来の捕獲は沖合（ >10 海里）で行われると想定し、1996年から2019年の科学許可による調査及び2019年から2020年の捕鯨業（表7b）によって採集された標本の遺伝子データを用いて設定した混合比率に基づき系群別に配分された。

表7a. サブエリア別、性別、月別の最終北西太平洋ミンククジラ直接捕獲統計（1930-2020）の概要

Sub-area	Male								Female								Total	Male	Female
	Jan-Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct-Dec			
1E	17	0	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	29	18	11
2C	3	2	2	3	2	0	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	18	13	5
2R	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	2	2
5	981	1280	906	671	568	322	102	174	1128	1457	1244	757	570	300	121	185	10766	5004	5762
6W	181	383	1325	1167	392	202	557	1063	178	364	1300	1136	376	189	545	1009	10367	5270	5097
6E	181	223	135	13	21	0	8	2	95	144	95	16	3	0	6	1	943	583	360
7CS	210	1011	1826	768	129	8	1	0	164	1134	1371	464	27	1	0	0	7114	3953	3161
7CN	0	0	77	241	387	426	940	199	0	20	89	101	163	122	312	113	3190	2270	920
7WR	0	1	49	33	3	1	10	0	0	0	9	3	3	0	0	0	112	97	15
7E	0	0	37	21	3	0	13	1	0	0	7	2	0	0	9	0	93	75	18
8	0	0	39	101	99	21	11	6	0	0	8	10	17	4	5	6	327	277	50
9	0	0	32	82	183	218	17	0	0	0	9	11	16	29	3	0	600	532	68
9N	0	0	1	2	5	8	0	1	0	0	0	6	0	11	0	0	34	17	17
10W	0	0	6	12	1	0	2	0	0	2	0	9	0	0	0	0	32	21	11
10E	2	25	42	119	83	26	5	3	0	1	28	60	26	9	7	0	436	305	131
11	0	62	248	503	560	230	143	29	2	465	872	909	607	273	113	25	5041	1775	3266
12SW	0	0	0	1	11	9	1	0	0	0	1	5	16	27	5	0	76	22	54
12NE	0	0	0	0	36	9	10	0	0	0	0	3	33	14	6	0	111	55	56
13	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	6	2	4
Total	1576	2988	4725	3737	2484	1482	1821	1478	1581	3589	5033	3492	1859	982	1133	1339	39299	20291	19008

表7b. サブエリア7CSと7CNの沖合域（ >10 海里）における、将来の捕鯨業での捕獲頭数の仮定に使用する、系群別の時間不変の固定比率

Sub-area	Months	Sample size		J:Total
		J-stock	O-stock	
7CS	Apr	36	124	0.225
7CS	May	57	205	0.218
7CS	Jun-Sep	6	70	0.079
7CN	Apr-Jun	18	151	0.107
7CN	Jul-Dec	143	619	0.188

・偶発的捕獲の配分

表8aは、属性配分の目的に使用される性別、月別及びサブエリア別の混獲の比率を示している。この値は、2020年まで（日本）及び2019年まで（韓国）のサブエリア別、性別、月別に判明しているすべての利用可能な混獲情報を用いて設定されたものである。捕鯨業の場合と同様に、遺伝子データから沿岸と沖合で捕獲個体の混合率に違いのあることがわかっているサブエリア7CS及び7CNでは、混獲は沿岸で発生しており、表8bに従って、混獲クジラの遺伝データのみを用いて各系群に割り当てられ、サンプリングされたクジラから計算された混獲比率を使って系群を分けている。

表8a. サブエリア*k*における偶発的捕獲の性別、月別の比率

Sub-area	Male								Female								Sample size
	Jan-Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct-Dec	
1E	18.2	8.0	2.3	9.1	1.1	0.0	0.0	3.4	21.6	5.7	10.2	8.0	5.7	2.3	0.0	4.5	88
2C	15.9	4.3	2.9	0.7	0.9	0.4	0.0	14.3	25.5	2.5	3.1	2.5	2.2	1.6	0.2	23.0	447
5	5.2	3.4	10.3	19.8	1.7	2.6	1.7	12.1	9.5	4.3	7.8	7.8	3.4	0.0	1.7	8.6	116
6W	13.3	5.9	6.6	4.8	2.7	3.0	4.2	14.6	13.2	5.0	4.6	6.1	1.2	1.5	1.7	11.6	863
6E	16.2	9.2	6.0	2.1	2.4	2.1	1.1	8.9	17.4	9.3	6.7	3.1	1.8	1.8	0.9	11.0	1210
7CS	10.5	4.3	10.0	5.9	2.2	0.8	0.3	11.1	11.9	8.1	9.2	7.8	2.2	1.4	0.8	13.5	370
7CN	3.4	3.9	3.4	8.3	6.9	2.5	1.0	12.3	3.4	8.3	11.3	10.8	5.4	2.9	1.5	14.7	204
10E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	52.6	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0	31.6	19
11	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	5.9	23.5	0.0	0.0	17.6	19.6	3.9	0.0	3.9	21.6	51

表8b. サブエリア7CS及び7CNにおける混獲個体数の仮定に使用する系群別の時間不変の固定比率

Sub-area	Months	Sample size		J:Total
		J-stock	O-stock	
7CS	Jan.-Apr.	78	39	0.667
7CS	May	20	42	0.323
7CS	Jun.-Dec.	112	41	0.732
7CN	Jan.-Jun.	46	53	0.465
7CN	Jul.-Dec.	71	15	0.826

参考文献

- International Whaling Commission. 2012. Report of the first RMP intersessional workshop for western North Pacific common minke whales. *J. Cetacean Res. Manage.* 13 (suppl.): 411-460.
- International Whaling Commission. 2014. Report of the Scientific Committee, Annex D1. Report of the Working Group on the Implementation Review for Western North Pacific Common Minke Whales. Appendix 2. North Pacific minke whale Implementation Simulation Trial Specifications. Adjunct 2. Mixing matrices. *J. Cetacean Res. Manage.* 15 (suppl.):112-188.
- International Whaling Commission. 2021. Report of the Scientific Committee, Annex D. Revised Specifications for Western North Pacific Minke Whales. *J. Cetacean Res. Manage.* (in press).
- 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).

<https://www.jfa.maff.go.jp/e/whale/attach/pdf/index-14.pdf>

Ohsumi, S. 1982 Minke whales in the coastal waters of Japan, 1980 and a population assessment of the Okhotsk Sea-West Pacific stock. *Rep. Int. Whal. Commn* 32:283-6 [SC/33/Mi8].