

## 令和 3（2021）年度マダラ北海道太平洋の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：北海道立総合研究機構中央水産試験場、北海道立総合研究機構釧路水産試験場  
青森県産業技術センター水産総合研究所、漁業情報サービスセンター

### 要 約

本資源の資源状態について、沖合底びき網漁業の 100 トン以上のかけまわし船におけるマダラの有漁操業の 1 網当たり漁獲量 (CPUE) により評価した。資源水準の判断には 1985 年漁期 (1985 年 4 月～1986 年 3 月) 以降の CPUE、資源動向の判断には直近 5 年間 (2016～2020 年漁期) の CPUE の推移を用いた。その結果、2020 年漁期における資源状態は、高位で横ばいと判断した。2022 年漁期 ABC は、「令和 3 (2021) 年度 ABC 算定のための基本規則」2-1) に基づき、資源量指標値の変動傾向に合わせて漁獲する管理基準を用いて算定した。

管理基準	Target/ Limit	2022 年漁期 ABC(百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・Cave 3-yr・1.13	Target	161	—	—
	Limit	201	—	—

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、漁獲シナリオの下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。Target =  $\alpha$ Limit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。Cave3-yr は直近 3 年間 (2018～2020 年漁期) の平均漁獲量、2022 年漁期は 2022 年 4 月～2023 年 3 月である。

年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2016	—	—	166	—	—
2017	—	—	157	—	—
2018	—	—	182	—	—
2019	—	—	179	—	—
2020	—	—	175	—	—

漁期年 (4 月～翌年 3 月) での値。

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量・漁獲努力量	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 太平洋北区沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 主要港漁業種類別水揚げ量(北海道、青森県)

## 1. まえがき

マダラは北太平洋沿岸に広く生息する冷水性の魚種である。日本近海ではおもに北海道周辺海域に分布し、分布の南限は、太平洋側では茨城県、日本海側では島根県である（三島 1989）。北海道周辺における系群構造はよく分かっていないが、産卵場は北海道の沿岸域全体に散在し、各繁殖群の回遊範囲は限定されていると考えられている（服部 1994）。ただし、マダラ陸奥湾産卵群は回遊範囲が比較的広く、標識放流の結果から、陸奥湾で産卵後に多くの個体が北海道太平洋沿岸へ索餌回遊して、翌産卵期に再び陸奥湾に戻ると考えられている（福田ほか 1985、三浦ほか 2019）。マダラの資源変動様式は、生息環境の違いから、北海道の太平洋、日本海、オホーツク海の海域間で異なることが想定される。北海道太平洋、津軽海峡および陸奥湾の沿岸および陸棚斜面域に分布するマダラを本資源として扱い、集計範囲は、沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）の中海区襟裳以西、道東、千島ならびに沿岸漁業の松前町大沢（1992年漁期まで）または福島町（1993年漁期以降）から根室市までと青森県外ヶ浜町から大間町奥戸までとした。

本資源に含まれるマダラ陸奥湾産卵群に対しては平成 19(2007)年度から平成 23(2011)年度までは資源回復計画において、平成 24(2012)年度以降は資源管理計画の下、陸奥湾内の底建網漁業操業統数の削減や、湾内の底建網漁業、小型定置網漁業および青森県八戸を根拠地とする沖底の農林漁区 777-3 区および 777-6 区における放卵・放精後の親魚と小型魚の再放流、湾内における種苗の放流など同計画に基づいた取り組みが継続して行われている。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

本資源の分布域は北海道太平洋、津軽海峡および陸奥湾の沿岸および陸棚斜面域である（図 1、三島 1989）。

### (2) 年齢・成長

北海道太平洋では被鱗体長が 2 歳でおよそ 40 cm、3 歳で 53 cm、4 歳で 63 cm、5 歳で 71 cm、6 歳で 76 cm に成長する（図 2、服部ほか 1992）。

### (3) 成熟・産卵

産卵場は分布域全体に散在し、産卵親魚は沖合から沿岸へ移動して産卵を行う（水産庁研究部 1986、三島 1989）。北海道太平洋における産卵期は 12 月下旬～翌年 3 月で、成熟開始年齢は雄が 3 歳、雌が 4 歳である（Hattori et al. 1992、1993、濱津 1996）。

#### (4) 被捕食関係

漂泳生活をしている幼稚魚期はおもにカイアシ類を、底生生活に入ってからはおもに魚類、甲殻類、頭足類および貝類を捕食している（北海道区底曳資源研究集団 1960、竹内 1961、三島 1989）。一方、捕食者は海獣類である（Goto and Shimazaki 1998）。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

北海道太平洋において、マダラは沖底に加え、刺網、はえ縄などの沿岸漁業によって漁獲されている。ほぼ周年漁獲されるが、冬季～春季に漁獲量が多い。沖底の漁獲量は十勝～釧路沖で多い。また、北海道根拠の沖底船に加えて東北地方根拠の沖底船も操業している。沿岸漁業の漁獲量が多いのは根室管内である。

#### (2) 漁獲量の推移

本資源の漁獲量は、1987年漁期の2.9万トンを超えてその後減少して2002～2004年漁期は0.9万～1.0万トンと少なかった（図3、表1）。漁獲量はその後増加して2012年漁期に1.9万トンとなり、2013年漁期以降は1.6万～1.8万トンのほぼ横ばいで推移している。2020年漁期の漁獲量は、沖底の漁獲量が0.8万トン、沿岸漁業の漁獲量が1.0万トンの合計1.8万トンであった。漁獲量全体に占める沖底漁獲量の割合は、1980年代後半の5～6割から1990年代半ばには1割程度に減少した。その後は増加傾向にあり、2010年漁期以降は4～6割であった。陸奥湾周辺海域における漁獲量は、1985年漁期以降1991年漁期までは1,000トンを超えていたが、その後急減して1999～2007年漁期は100トン未満であった（補足資料2、補足表2-1）。2008～2013年漁期はやや増加して86～247トンで推移した。2014年漁期以降大幅に増加して、2016年漁期以降の漁獲量は1,000トンを超えて漁獲量が多かった1980年代後半と同じ水準であった。

#### (3) 漁獲努力量

北海道周辺海域における沖底によるマダラの漁獲量と漁獲努力量（有漁網数）の大部分を100トン以上のかげまわし船が占めており（千村・船本 2011）、直近5年間（2016～2020年漁期）はマダラ漁獲量の93～97%、有漁網数の90～91%を占めた。そのため、100トン以上の沖底かけまわし船によるマダラの有漁網数を漁獲努力量とした。有漁割合は、最も低かった1996年漁期に89.7%であり、1985～2020年漁期の平均は98.0%であった（図4）。北海道太平洋（中海区千島を除く）における漁獲努力量は、1980年代後半以降減少して、2002年漁期以降は1.0万～1.4万網でほぼ横ばいである（図5、表2）。2020年漁期の漁獲努力量は1.0万網であった。なお、沿岸漁業（刺網等）の漁獲努力量に関する情報は得られていない。

### 4. 資源の状態

#### (1) 資源評価の方法

100トン以上の沖底かけまわし船によるマダラの有漁操業のCPUE（以下、「沖底CPUE」という）に基づいて資源評価を行った（補足資料1）。ただし、漁獲規制がある中海区千島

の沖底 CPUE は用いなかった（補足資料 3）。本資源では 2005 年漁期以降の主要港における銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データに基づいてコホート解析により資源量を推定しているが、年齢別漁獲尾数の推定精度等の問題から、現段階では試算にとどまるものと判断している（補足資料 4）。また、沖底かけまわし船 CPUE について、標準化手法の導入に向けた取り組みを進めている（補足資料 5、補足図 5-1）。

## （2）資源量指標値の推移

北海道太平洋（中海区千島を除く）における沖底 CPUE は、2004 年漁期以降増加傾向にある（図 6、表 2）。2011 年漁期以降は 488～686 kg/網と 1985 年漁期以降では高い水準で推移している。2020 年漁期は前年よりわずかに増加して、2016 年漁期と同じ過去最高の 686 kg/網であった。

## （3）漁獲物の銘柄組成

釧路港と室蘭追直港における沖底漁獲物の銘柄別水揚げ量をそれぞれ図 7 と図 8 に示した。また、両港における銘柄別年齢組成を補足資料 4（補足図 4-1、4-2）に示した。

釧路港には道東海域の沖底漁獲物の大半が水揚げされ、1～3 歳である 8 尾入（箱当たり 8 尾、以下同じ）より小型魚の銘柄が水揚げの大半を占める（図 7、補足図 4-1 下）。2010 年漁期以降はそれ以前に比べて全体の水揚げ量が多く、小型魚の銘柄が 6～8 割を占めた（図 6）。

室蘭追直港には襟裳以西海域の沖底漁獲物のおよそ半分以上が水揚げされる。1～3 歳である 8 尾入より小型魚の銘柄が全体の水揚げ量に占める割合は、道東の釧路港よりも低くて 2～6 割である（図 8、補足図 4-2 右）。2016、2017 年漁期は全体の水揚げ量が少なく、室蘭追直港の水揚げ量が襟裳以西海域の沖底漁獲量全体に占める割合も低かった。その後は全体の水揚げ量が増加している（図 8）。2020 年漁期はおもに 3～5 歳である 3 尾入から 6 尾入深箱の銘柄が占める割合が高かった（図 8、補足図 4-2 右）。なお、2019、2020 年漁期は 12 尾入～小たら銘柄の割合が大幅に低かった一方、バラたら銘柄の割合が高かった。沖底漁業者から聞き取った情報によると、2019、2020 年漁期は魚価安のため小型魚は箱詰めせずにバラで水揚げしたものが多かったとのことであった。

## （4）資源の水準・動向

資源水準・動向の判断には沖底 CPUE を用いた。資源水準は、過去 36 年間（1985～2020 年漁期）における沖底 CPUE の平均値を 50 として、各年の CPUE を指標値（資源水準値）化し、65 以上を高位、35 以上 65 未満を中位、35 未満を低位とした。2020 年漁期の資源水準値は 100 であり、資源水準は高位と判断した（図 9）。資源動向は直近 5 年間（2016～2020 年漁期）における資源水準値の推移に基づいて横ばいと判断した（図 9）。

## 5. 2022 年漁期 ABC の算定

### （1）資源評価のまとめ

資源水準および動向を沖底 CPUE から求めた資源水準値に基づいて判断した結果、高位で横ばいであった。

## (2) ABC の算定

漁獲量と資源量指標値が使用できることから、資源量指標値の水準および変動傾向に合わせた漁獲を行うことを管理方策とし、以下の ABC 算定規則 2-1)に基づき 2022 年漁期 ABC を算定した。

$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

$$\gamma_1 = (1+k(b/I))$$

ここで、 $C_t$  は  $t$  年の漁獲量、 $\delta_1$  は資源水準で決まる係数、 $k$  は係数、 $b$  と  $I$  はそれぞれ資源量指標値の傾きと平均値、 $\alpha$  は安全率である。 $C_t$  については直近 3 年間（2018～2020 年漁期）の平均漁獲量 1.78 万トン）を用いた。沖底 CPUE を資源量指標値として、直近 3 年間（2018～2020 年漁期）の動向から、 $b$  (80.8) と  $I$  (630.8) を定め、 $k$  は標準値の 1.0 とした。 $\delta_1$  は高位水準における標準値の 1.0 とした。 $\alpha$  は標準値の 0.8 とした。

2022 年漁期 ABClimit は 2.01 万トン、ABCtarget は 1.61 万トンと算定された。

管理基準	Target/ Limit	2022 年漁期 ABC(百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・Cave 3-yr・1.13	Target	161	—	—
	Limit	201	—	—

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、漁獲シナリオの下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。Target =  $\alpha$ Limit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。Cave3-yr は直近 3 年間（2018～2020 年漁期）の平均漁獲量、2022 年漁期は 2022 年 4 月～2023 年 3 月である。

## (3) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2019 年漁獲量確定値 2020 年漁獲量更新値	2018、2019 年漁期漁獲量

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2020 年漁期 (当初)	1.0・Cave 3-yr・0.87	—	—	146	116	
2020 年漁期 (2020 年再評価)	1.0・Cave 3-yr・0.86	—	—	146	116	

2020年漁期 (2021年再評価)	1.0・Cave 3-yr・0.86	—	—	145	116	175
2021年漁期 (当初)	1.0・Cave 3-yr・1.09	—	—	188	151	
2021年漁期 (2021年再評価)	1.0・Cave 3-yr・1.09	—	—	188	150	

漁獲量データの更新に伴い、2021年再評価において2020年漁期のABClimitと2021年漁期のABCtargetがわずかに減少した。

## 6. ABC以外の管理方策の提言

未成魚を成熟するまで獲り残して再生産に振り向けることが資源を持続的に利用するうえで重要であると考えられるため、未成魚に対して過度の漁獲圧がかからないようにすることが望ましい。

## 7. 引用文献

- 千村昌之・船本鉄一郎 (2011) 平成22年度マダラ北海道の資源評価. 平成22年度我が国周辺の漁業資源評価 第2分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 857-877.  
<http://abchan.fra.go.jp/digests22/details/2230.pdf> (last accessed 15 October 2021)
- 福田慎作・横山勝幸・早川 豊・中西広義 (1985) 青森県陸奥湾湾口部におけるマダラ成魚の標識放流について. 栽培技研, **14**, 71-77.
- Goto, Y. and K. Shimazaki (1998) Diet of Steller sea lions around the coast of Rausu, Hokkaido, Japan. *Biosphere Conservation*, **1**, 141-148.
- 濱津友紀 (1996) 北海道東部太平洋沿岸におけるマダラの成熟度と孕卵数. 漁業資源研究会西日本底魚部会報, **23**, 3-9.
- 服部 努・桜井泰憲・島崎健二 (1992) マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式. 日水誌, **58**, 1203-1210.
- 服部 努 (1994) マダラの成長、成熟および繁殖生態に関する研究. 北海道大学博士号論文, 140 pp.
- Hattori, T., Y. Sakurai and K. Shimazaki (1992) Maturation and reproductive cycle of female Pacific cod in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 2245-2252.
- Hattori, T., Y. Sakurai and K. Shimazaki (1993) Maturity and reproductive cycle based on the spermatogenesis of male Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.*, **42**, 265-272.
- 北海道区底曳資源研究集団 (1960) タラ. 「北海道中型機船底曳網漁業」, 北海道機船漁業協同組合連合会, 札幌, 63-64.
- 三島清吉 (1989) 日本周辺におけるマダラ (*Gadus macrocephalus* TILESIIUS) の資源とその生物学的特性. 北太平洋漁業国際委員会研究報告, **42**, 172-179.
- 三浦太智・吉田雅範・山田嘉暢・野呂恭成・伊藤欣吾・東 信行 (2019) マダラ陸奥湾産卵群の分布と回遊. 水産増殖, **67**, 19-24.

水産庁研究部 (1986) 底びき網漁業資源, 234 pp.

竹内 勇 (1961) 北海道沿岸のタラ科魚類の餌料. 北水試月報, **18**, 329-336.

(執筆者：千村昌之、境 磨、千葉 悟、濱津友紀)



図1. 北海道太平洋におけるマダラの分布域

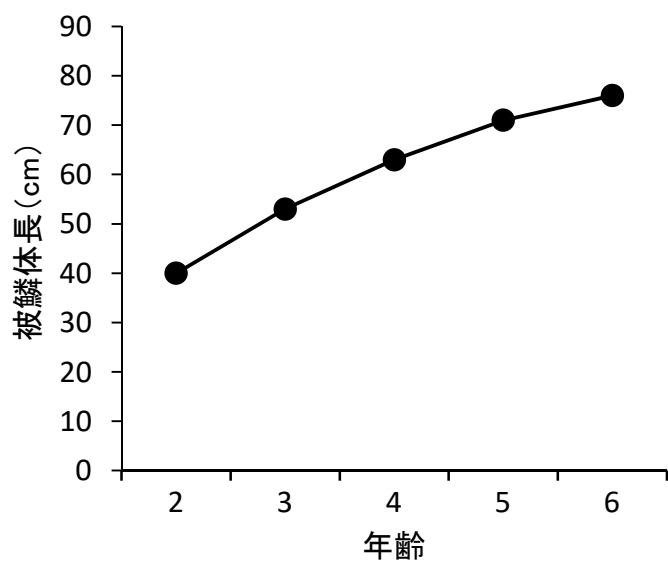


図2. 北海道太平洋におけるマダラの成長 服部ほか (1992) より作図



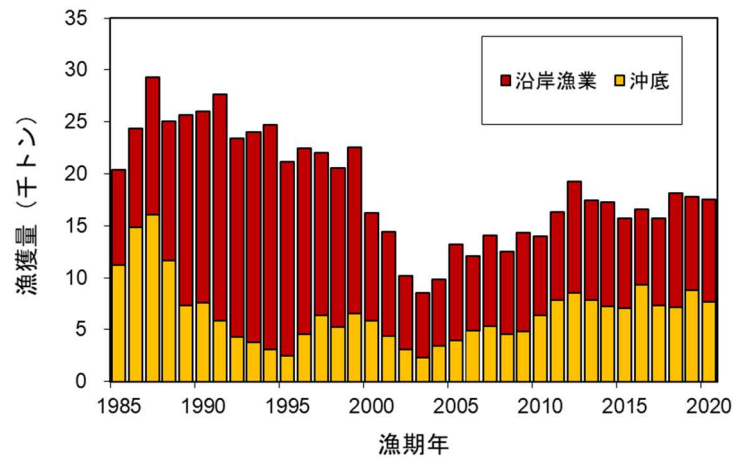


図3. 北海道太平洋におけるマダラの漁獲量

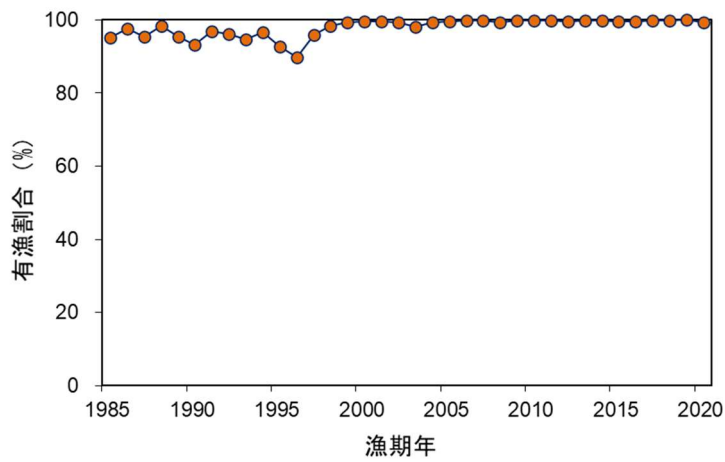


図4. 北海道太平洋（中海区千島を除く）における沖底（かけまわし100トン以上）のマダラ有漁割合

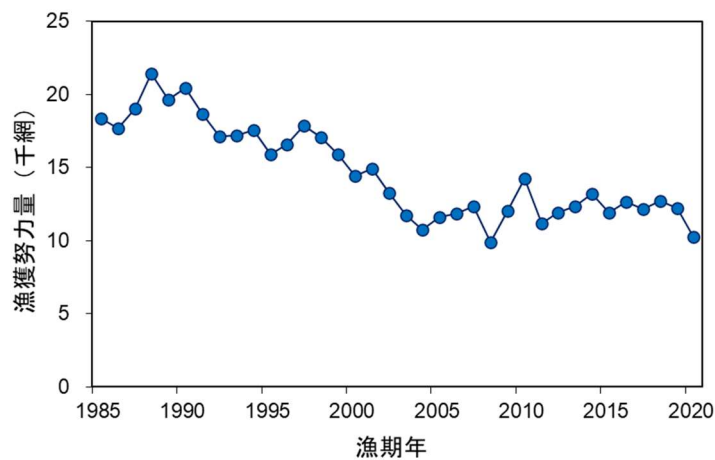


図5. 北海道太平洋（中海区千島を除く）のマダラに対する沖底（かけまわし100トン以上）の漁獲努力量

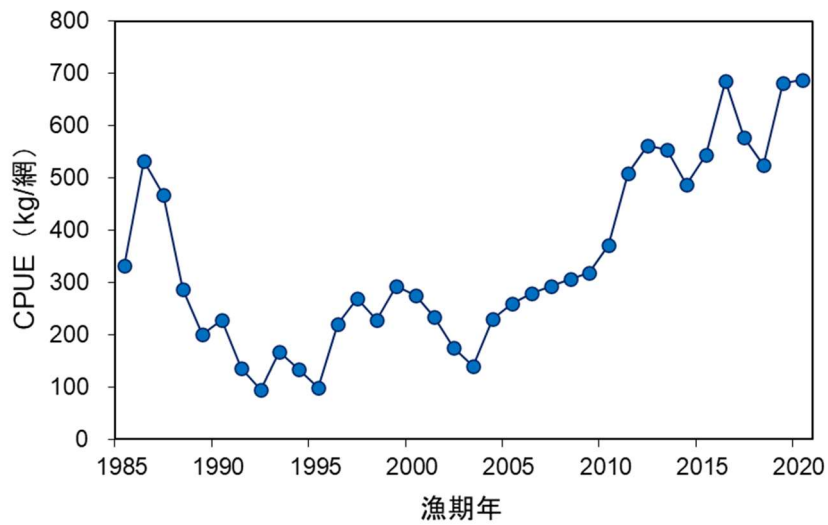


図 6. 北海道太平洋（中海区千島を除く）のマダラに対する沖底（かけまわし 100 トン以上）の CPUE

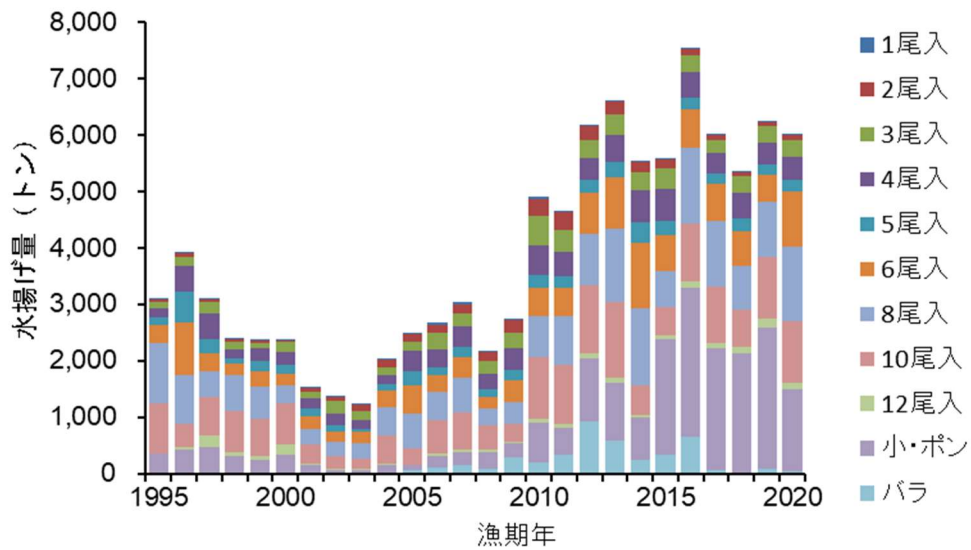


図 7. 釧路港における沖底漁獲物の銘柄別水揚げ量 銘柄別水揚げ箱数を基に、木箱は 1 箱 20 kg、発泡箱は 1 箱 15 kg として算出した。2004 年漁期以前はバラ銘柄の水揚げ量データが得られていない。

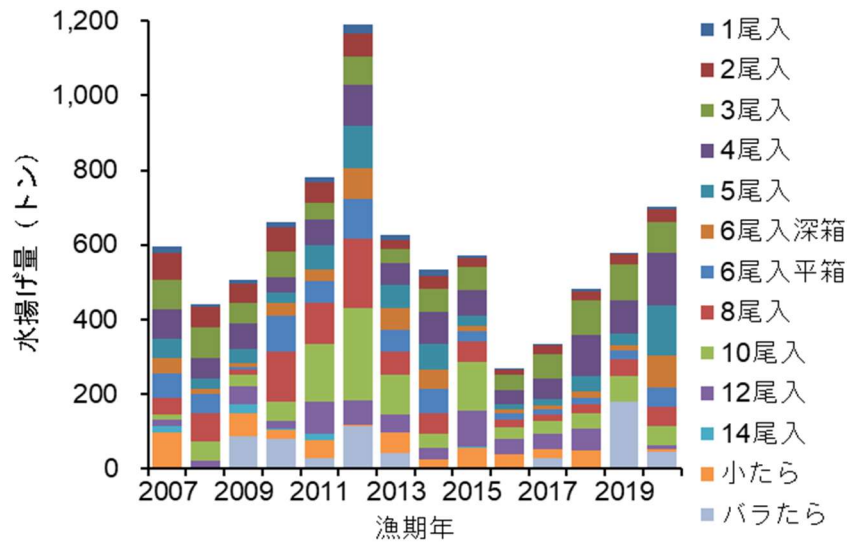


図 8. 室蘭追直港における沖底漁獲物の銘柄別水揚げ量 襟裳以西海域における漁獲物が水揚げされた 10 月～翌年 3 月の銘柄別水揚げ箱数を基に、発泡箱（深）は 1 箱 16 kg、発泡箱（平）は 1 箱 12 kg として算出した。

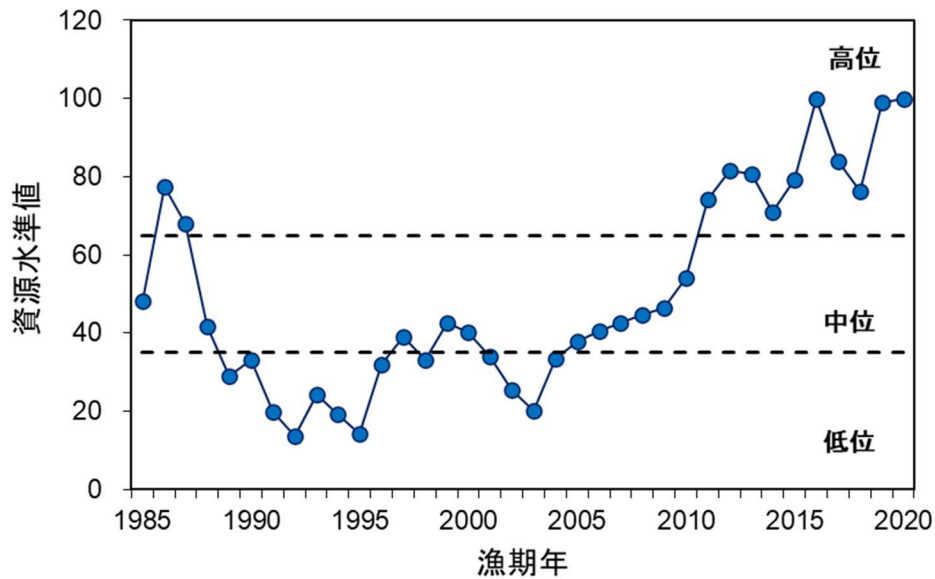


図 9. 北海道太平洋のマダラの資源水準値 過去 36 年間（1985～2020 年漁期）における沖底（かけまわし 100 トン以上）の CPUE の平均値を 50 とし、35 未満を低位、35 以上 65 未満を中位、65 以上を高位とした。点線は資源水準の境界を示す。

表 1. 北海道太平洋におけるマダラの漁業種類別漁獲量 (トン)

漁期年	合計	沖底	沿岸漁業
1985	20,365	11,214	9,150
1986	24,339	14,837	9,501
1987	29,277	16,034	13,243
1988	25,065	11,697	13,368
1989	25,637	7,326	18,311
1990	26,027	7,550	18,478
1991	27,634	5,847	21,787
1992	23,429	4,300	19,128
1993	23,993	3,740	20,252
1994	24,697	3,070	21,626
1995	21,172	2,485	18,688
1996	22,498	4,567	17,931
1997	22,074	6,350	15,724
1998	20,595	5,266	15,328
1999	22,523	6,591	15,932
2000	16,203	5,866	10,337
2001	14,435	4,392	10,043
2002	10,153	3,076	7,077
2003	8,570	2,316	6,253
2004	9,830	3,402	6,429
2005	13,208	3,955	9,253
2006	12,126	4,920	7,206
2007	14,099	5,321	8,778
2008	12,507	4,561	7,946
2009	14,354	4,842	9,512
2010	13,974	6,336	7,637
2011	16,330	7,815	8,516
2012	19,268	8,502	10,766
2013	17,491	7,884	9,607
2014	17,256	7,205	10,052
2015	15,758	7,097	8,660
2016	16,617	9,280	7,336
2017	15,693	7,342	8,351
2018	18,158	7,152	11,006
2019	17,856	8,864	8,992
2020	17,535	7,645	9,890

集計範囲：沖底は中海区襟裳以西、道東および千島。

沿岸漁業は 1992 年漁期までは松前町大沢から、1993 年漁期以降は福島町から根室市までと青森県外ヶ浜町から大間町奥戸まで。

漁期年は 4 月～翌年 3 月。2019、2020 年漁期は暫定値。

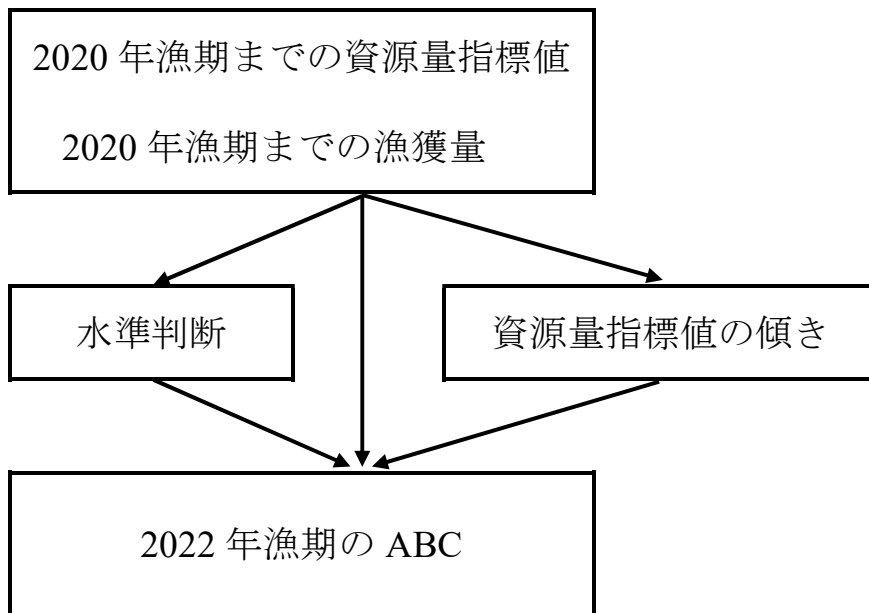
表 2. 北海道太平洋のマダラに対する北海道根拠の沖底（かけまわし 100 トン以上）の  
漁獲努力量と CPUE（月別集計値）

漁期年	漁獲努力量(千網)	CPUE(kg/網)
1985	18.3	331
1986	17.7	532
1987	19.0	467
1988	21.4	287
1989	19.6	200
1990	20.4	228
1991	18.7	136
1992	17.1	94
1993	17.2	166
1994	17.6	133
1995	15.9	98
1996	16.6	220
1997	17.9	269
1998	17.0	228
1999	15.9	293
2000	14.4	276
2001	14.9	235
2002	13.2	175
2003	11.7	139
2004	10.8	230
2005	11.6	260
2006	11.9	279
2007	12.4	292
2008	9.9	306
2009	12.1	318
2010	14.3	372
2011	11.2	510
2012	11.9	561
2013	12.3	554
2014	13.2	488
2015	11.9	545
2016	12.6	686
2017	12.2	576
2018	12.7	525
2019	12.2	681
2020	10.2	686

試験操業を除く通常操業のみの値。

2019、2020 年漁期は暫定値。

補足資料 1 資源評価の流れ



## 補足資料 2 海域別漁業種類別漁獲量

補足表 2-1. 北海道太平洋におけるマダラの海域別漁業種類別漁獲量（トン）

漁期年	北海道太平洋合計			陸奥湾 沿岸漁業	襟裳以西			道東		
	総計	沖底	沿岸漁業		海域計	沖底	沿岸漁業	海域計	沖底	沿岸漁業
1985	20,365	11,214	9,150	1,316	3,352	1,718	1,635	15,696	9,497	6,199
1986	24,339	14,837	9,501	1,415	4,083	1,712	2,370	18,841	13,125	5,716
1987	29,277	16,034	13,243	1,659	3,998	1,589	2,409	23,620	14,445	9,175
1988	25,065	11,697	13,368	1,381	4,167	1,568	2,599	19,517	10,129	9,388
1989	25,637	7,326	18,311	1,974	5,005	1,264	3,741	18,658	6,061	12,597
1990	26,027	7,550	18,478	1,717	5,054	1,537	3,517	19,256	6,012	13,244
1991	27,634	5,847	21,787	1,008	2,953	809	2,143	23,673	5,037	18,636
1992	23,429	4,300	19,128	383	1,540	510	1,030	21,506	3,790	17,715
1993	23,993	3,740	20,252	397	1,946	674	1,272	21,650	3,066	18,584
1994	24,697	3,070	21,626	198	1,853	604	1,250	22,645	2,467	20,179
1995	21,172	2,485	18,688	198	1,799	448	1,351	19,175	2,037	17,138
1996	22,498	4,567	17,931	63	2,131	642	1,489	20,305	3,926	16,379
1997	22,074	6,350	15,724	139	2,003	532	1,471	19,932	5,817	14,115
1998	20,595	5,266	15,328	206	2,174	741	1,433	18,214	4,526	13,688
1999	22,523	6,591	15,932	72	3,391	1,039	2,353	19,060	5,553	13,507
2000	16,203	5,866	10,337	71	3,778	1,030	2,748	12,354	4,836	7,518
2001	14,435	4,392	10,043	47	3,552	603	2,949	10,835	3,789	7,047
2002	10,153	3,076	7,077	33	2,325	433	1,892	7,795	2,643	5,152
2003	8,570	2,316	6,253	33	1,973	452	1,521	6,565	1,864	4,700
2004	9,830	3,402	6,429	71	2,224	504	1,719	7,535	2,897	4,638
2005	13,208	3,955	9,253	22	2,742	643	2,098	10,444	3,312	7,132
2006	12,126	4,920	7,206	24	3,002	916	2,086	9,101	4,003	5,097
2007	14,099	5,321	8,778	27	3,569	1,008	2,561	10,503	4,313	6,190
2008	12,507	4,561	7,946	185	3,181	778	2,404	9,141	3,784	5,357
2009	14,354	4,842	9,512	227	3,416	864	2,552	10,711	3,978	6,733
2010	13,974	6,336	7,637	86	3,370	989	2,381	10,518	5,347	5,171
2011	16,330	7,815	8,516	247	3,308	915	2,392	12,776	6,899	5,876
2012	19,268	8,502	10,766	138	4,140	1,465	2,676	14,990	7,038	7,953
2013	17,491	7,884	9,607	136	3,597	783	2,815	13,758	7,101	6,656
2014	17,256	7,205	10,052	464	3,616	850	2,766	13,176	6,355	6,822
2015	15,758	7,097	8,660	909	3,437	815	2,622	11,412	6,282	5,129
2016	16,617	9,280	7,336	1,415	2,541	705	1,835	12,661	8,575	4,086
2017	15,693	7,342	8,351	1,614	2,628	699	1,930	11,450	6,643	4,807
2018	18,158	7,152	11,006	1,405	2,967	708	2,259	13,786	6,444	7,342
2019	17,856	8,864	8,992	1,745	2,558	923	1,636	13,553	7,941	5,612
2020	17,535	7,645	9,890	1,719	2,823	742	2,081	12,994	6,903	6,091

集計範囲：沖底 襟裳以西は中海区襟裳以西、道東は中海区道東および千島。

沿岸漁業 陸奥湾は青森県外ヶ浜町から大間町奥戸まで、襟裳以西は1992年漁期までは松前町大沢から、1993年漁期以降は福島町からえりも町えりもまで、道東はえりも町庶野から根室市まで。

2019、2020年漁期は暫定値。

## 補足資料3 中海区千島における沖底の漁獲努力量と CPUE

北海道太平洋の中海区千島における沖底（100 トン以上のかげまわし船）の漁獲努力量（マダラの有漁網数）と有漁操業の CPUE を補足表 3-1 に示す。中海区千島では沖底の漁獲量や漁獲努力量が漁獲規制の影響を受けるため、CPUE が資源状態を反映していない可能性が高いと考えられる。このため、中海区千島の漁獲量は北海道太平洋の沖底漁獲量に含めたが、漁獲努力量は北海道太平洋の漁獲努力量に含めず、CPUE も資源評価に用いなかった。なお、2015 年漁期以降は中海区千島における操業がなかった。

補足表 3-1. 中海区千島における北海道根拠の沖底（かけまわし 100 トン以上）の漁獲努力量と CPUE（月別集計値）

漁期年	漁獲努力量(千網)	CPUE(kg/網)
1985	5.1	164
1986	3.9	250
1987	4.1	349
1988	3.3	547
1989	2.0	543
1990	0.7	732
1991	1.2	962
1992	1.1	1,011
1993	0.5	252
1994	0.2	299
1995	0.7	347
1996	0.4	335
1997	0.2	625
1998	0.1	603
1999	0.2	1,006
2000	0.5	457
2001	0.4	229
2002	1.1	112
2003	1.2	107
2004	1.5	98
2005	1.3	57
2006	1.5	91
2007	1.4	102
2008	1.5	99
2009	1.1	85
2010	0.6	130
2011	0.7	118
2012	0.5	160
2013	0.4	139
2014	0.1	1,618

試験操業を除く通常操業のみの値。

2015 年漁期以降は中海区千島における操業がなかった。



#### 補足資料 4 北海道太平洋の資源の資源量試算結果

北海道太平洋の資源について、2005年漁期以降の年齢別漁獲尾数を推定して、チューニングしないコホート解析による資源量の試算を行った。

##### (1) 年齢別漁獲尾数の推定

年齢別漁獲尾数は、沖底と沿岸漁業の漁業種類別に、襟裳以西と道東の2海域それぞれについて推定し、合算した。

沖底については、襟裳以西と道東における漁獲物の大半が水揚げされる室蘭追直港と釧路港における銘柄別水揚げデータ、漁獲物の測定・年齢査定データを用いて推定した。室蘭追直港では、2006年漁期以前の銘柄別水揚げデータが入手できなかった。このため、2005、2006年漁期の年齢別漁獲尾数は、漁獲物の年齢組成が2007～2018年漁期の平均であったと仮定して計算した。また、2019、2020年漁期は、バラたら銘柄の水揚げを12尾入と小たらの2銘柄に半分ずつ割り振って計算した(4.(3)漁獲物の銘柄組成を参照)。釧路港では2010年漁期以降、水揚げ重量データを入手しているバラ銘柄を除く「小」よりも小型の銘柄(漁獲物のサイズによる銘柄分けで、サイズは小>P>2P>3P)については、合算した箱数データを入手しているものの、銘柄別の箱数データが入手できていない。水研調べでは、2010～2014年漁期は小とPの2銘柄、2015、2016年漁期は小、P、2Pの3銘柄、2017年漁期以降は小、P、2P、3Pの4銘柄に分けられていた。2010年漁期以降の「小」よりも小型の銘柄については、それぞれの銘柄の箱数が同数であったと仮定して計算した。

沿岸漁業について、陸奥湾周辺海域は青森県産業技術センター水産総合研究所が算出した値を用いた。北海道襟裳以西は恵山港に水揚げされたはえ縄漁獲物、道東は釧路港および根室花咲港に水揚げされた刺網漁獲物の銘柄別水揚げデータ、漁獲物の測定・年齢査定データを用いて推定した。釧路港では、2011年漁期以前の銘柄別水揚げデータが入手できなかった。このため、2005～2011年漁期の年齢別漁獲尾数は、漁獲物の年齢組成が2012～2014年漁期の平均であったと仮定して計算した。また、2019年漁期以降における道東の沿岸漁業の年齢別漁獲尾数は、根室市で水揚げされた分は根室花咲港の漁獲物組成を用い、それ以外のえりも町から浜中町で水揚げされた分は釧路港の漁獲物組成を用いて推定した。恵山港におけるはえ縄漁獲量が北海道襟裳以西の沿岸漁業の漁獲量全体に占める割合は、2005～2019年漁期の平均で約3割であった。釧路港における刺網漁獲量が道東の沿岸漁業の漁獲量全体に占める割合は、2012～2018年漁期の平均で約1割であった。2019、2020年漁期において、釧路港と根室花咲港における刺網漁獲量がえりも町から浜中町と根室市の沿岸漁業全体の漁獲量に占める割合は、ともに約2割であった。

各港における漁獲物の銘柄組成と各銘柄の年齢組成を補足図4-1～4-5、海域別漁業種類別に推定した年齢別漁獲尾数を補足図4-6、合算した本資源の年齢別漁獲尾数を補足図4-7に示す。

##### (2) 資源量の推定

年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数はコホート解析により推定した。コホート解析では生活史に基づき4月を起点とし、1歳～8+歳の年齢別に各値を求めた。年齢別資源尾数N

の計算には Pope (1972) の式を用い、プラスグループの資源尾数については平松 (1999) の方法を用いた。自然死亡係数  $M$  は、寿命を 9 歳として田内・田中の式 (田中 1960) から 0.3 とした。具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松 (1999) を参照されたい。

各年の年齢別資源尾数  $N_{a,y}$  は、各年の年齢別漁獲尾数および自然死亡係数から (1) 式により計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M_a) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、 $N_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$  は  $y$  年  $a$  歳魚の漁獲尾数、 $M_a$  は  $a$  歳魚の自然死亡係数である。

7 歳および 8+歳の資源尾数はそれぞれ(2)、(3)式により求めた。

$$N_{7,y} = \frac{C_{7,y}}{C_{7,y}+C_{8+,y}} N_{8+,y+1} \exp(M_7) + C_{7,y} \exp\left(\frac{M_7}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{8+,y} = \frac{C_{8+,y}}{C_{7,y}+C_{8+,y}} N_{8+,y+1} \exp(M_{8+}) + C_{8+,y} \exp\left(\frac{M_{8+}}{2}\right) \quad (3)$$

最近年の年齢別資源尾数  $N_{a,2020}$  は最近年の年齢別漁獲係数  $F_{a,2020}$  を用いて (4) 式より求めた。

$$N_{a,2020} = \frac{C_{a,2020} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,2020}))} \quad (4)$$

資源量および親魚量の計算には補足表 4-1 の年齢別体重を用いた。

各年の親魚量  $SSB_y$  は (5) 式により求めた。

$$SSB_y = \sum_{a=1}^{8+} N_{a,y} \times m_{fa} \times w_a \quad (5)$$

ここで、 $m_{fa}$  は  $a$  歳の雌個体の成熟率、 $w_a$  は  $a$  歳の体重である。資源評価によって推定する資源量は、漁期年が始まる 4 月 1 日における初期資源量であるが、4 月は産卵期の終了直後である。そのため、親魚量を計算する際は、各漁期年の初期資源量と補足表 4-2 の雌個体の成熟率を 1 歳分若齢にずらした値 (例えば、4 歳には 3 歳の成熟率を適用) の積により親魚量を算出した。

漁獲係数  $F$  の計算は、最高齢 (8+) の  $F$  と最近年の  $F$  以外は (6) 式により求めた。

$$F_{a,y} = -\ln \left( 1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}} \right) \quad (6)$$

8+歳のFは7歳のFと等しいとした。

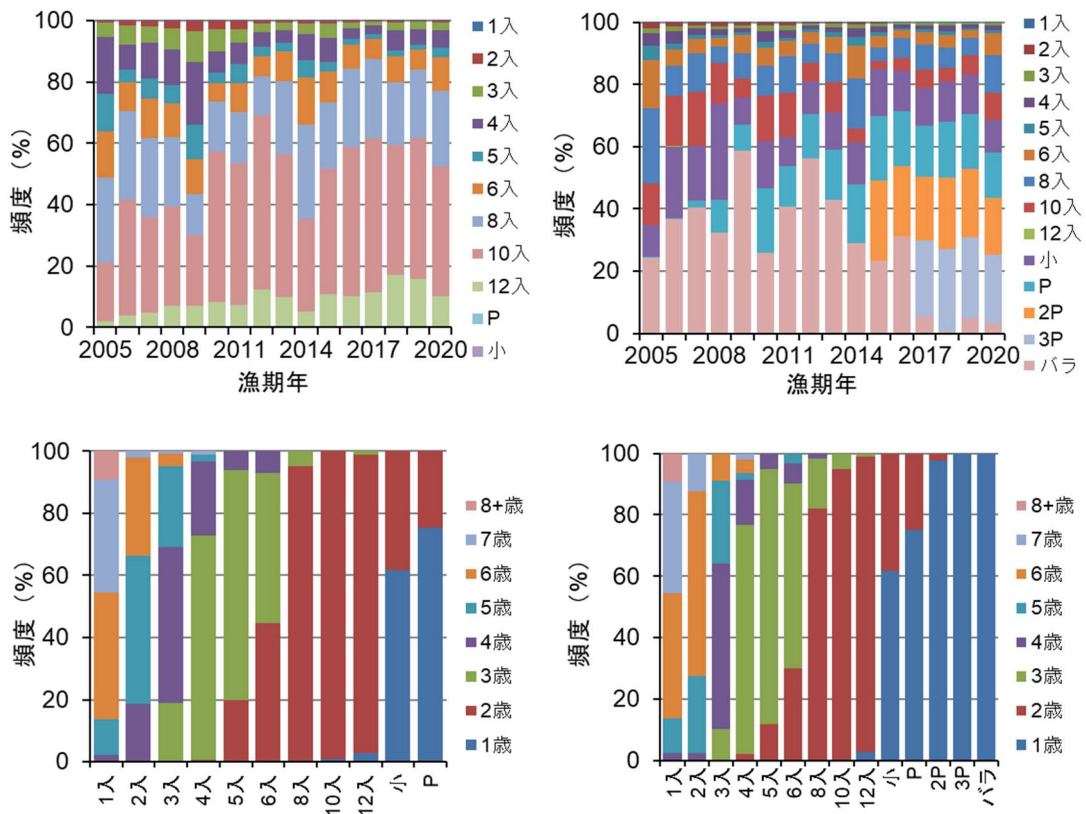
最近年の2~7歳のFは、直近3年（最近年の3年前~最近年の1年前）の平均値とし、最近年の最高齢（8+）歳のFは、最近年の7歳のFと等しくなるように探索的に求めた。

資源尾数、資源量および親魚量の推定値と漁獲割合を補足図 4-8、4-9 および補足表 4-3 に示す。資源尾数は1歳が大半を占め、資源量は2~4歳の割合が高い。1歳以上の資源量は2005年漁期以降増加傾向にあり、2020年漁期の資源量は3.3万トンと推定された。親魚量は2014年漁期以降増加傾向にあり、2020年漁期の親魚量は1.1万トンと推定された。漁獲割合は2013年漁期以降増加傾向にあり、2020年漁期の漁獲割合は53%であった。

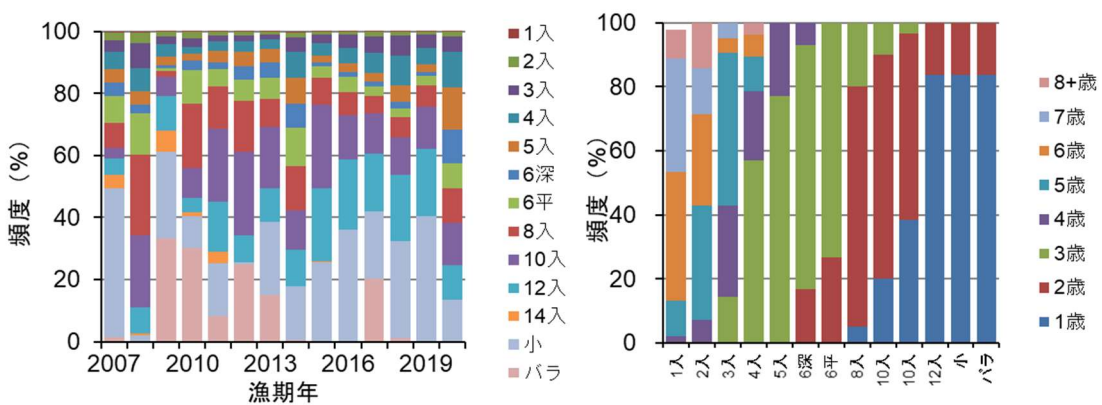
主要港における銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データが不足して年齢別漁獲尾数の推定精度が低いため、このコホート解析による資源量推定結果は試算段階にとどまるものと判断している。資源量推定精度向上に向けた取り組みとして、主要港における漁業種別・銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データをより充実させること、加えてコホート解析のチューニング指標値を探索することが必要である。資源量および親魚量の推定値に大きな影響を与える生物学的パラメタ、年齢別体重、寿命、成熟率や自然死亡係数などについてもデータが乏しいことから、更なる調査検討が必要と考えられる。

#### 引用文献

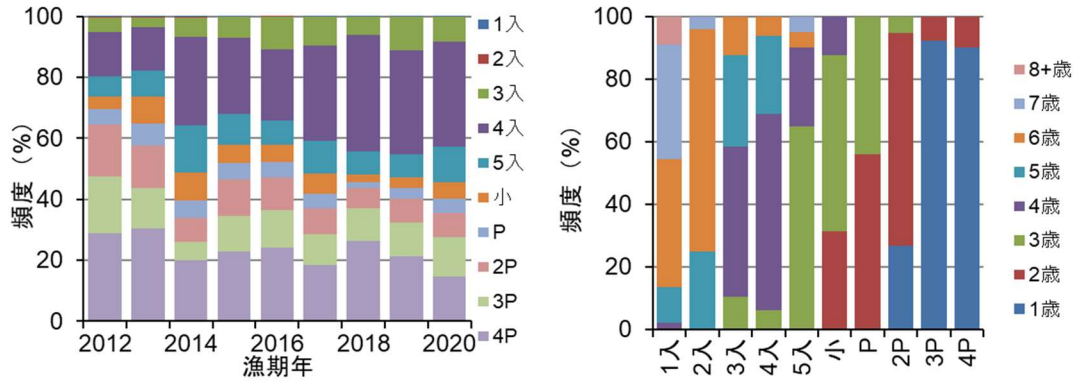
- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 日本鯨類研究所, 20, 9-28.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業管理. 東海水研報, 28, 1-200.



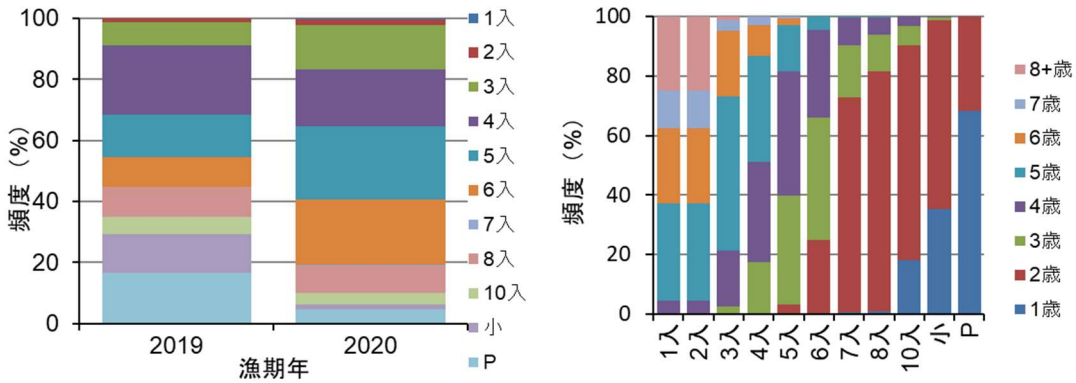
補足図 4-1. 釧路港におけるマダラ沖底漁獲物の尾数ベースの銘柄組成 (上) および銘柄別年齢組成 (下) 左上が発泡箱、右上が木箱の尾数ベースの銘柄組成であり、左下が発泡箱、右下が木箱の銘柄別年齢組成である。バラ銘柄は発泡箱にも木箱にも該当しないが、水揚げ量と平均体重から尾数を求め、木箱の組成に含めて示した。



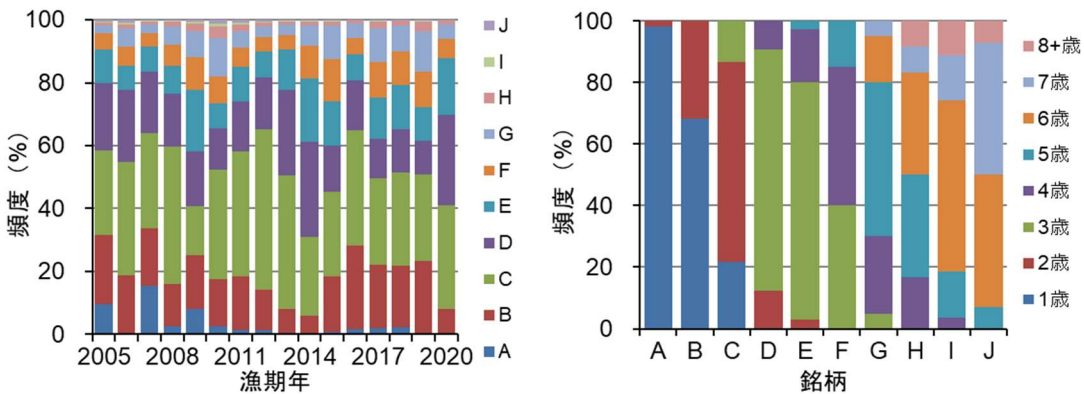
補足図 4-2. 室蘭追直港におけるマダラ沖底漁獲物の尾数ベースの銘柄組成 (左) および銘柄別年齢組成 (右)



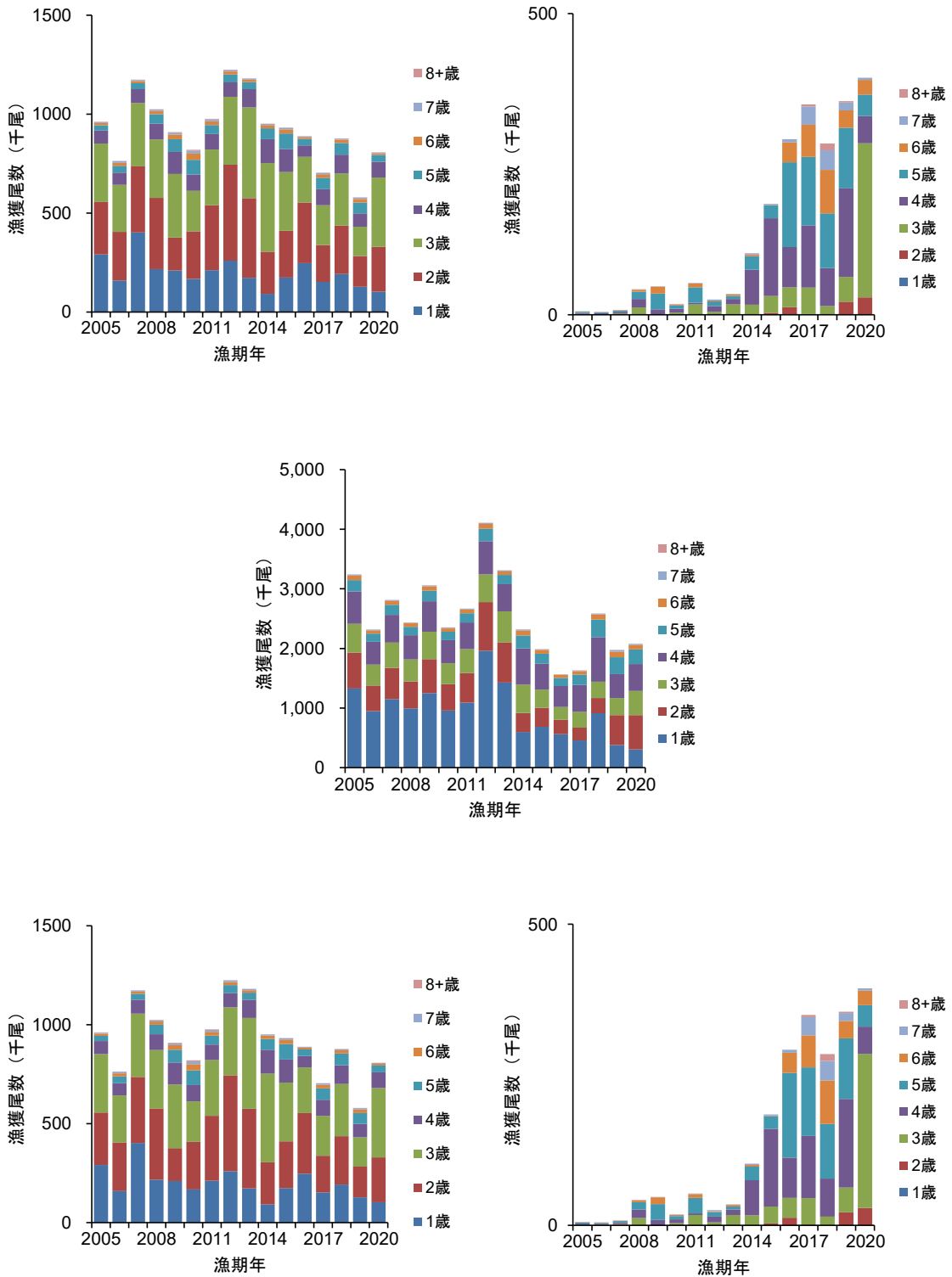
補足図 4-3. 釧路港におけるマダラ刺網漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



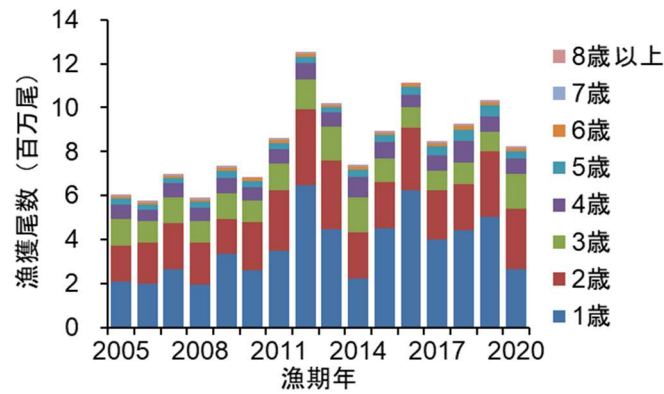
補足図 4-4. 根室花咲港におけるマダラ刺網漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



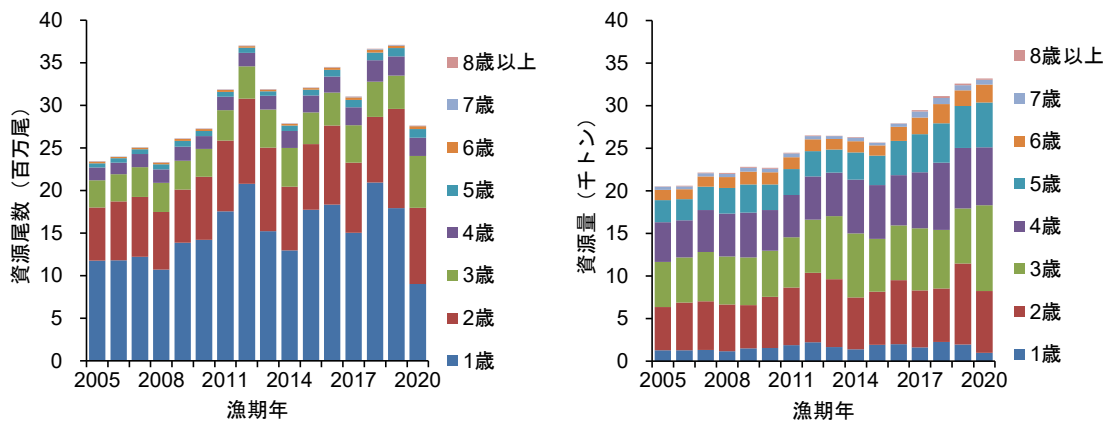
補足図 4-5. 恵山港におけるマダラはえ縄漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右） 体重で銘柄分けされており、凡例の A は 0.6 kg 未満、B は 0.6 ～1 kg 未満、C は 1 kg 台、D は 2 kg 台、E は 3 kg 台、F は 4 kg 台、G は 5～6 kg 台、H は 7～8 kg 台、I は 9 kg 台、J は 10 kg 以上の銘柄を示す。



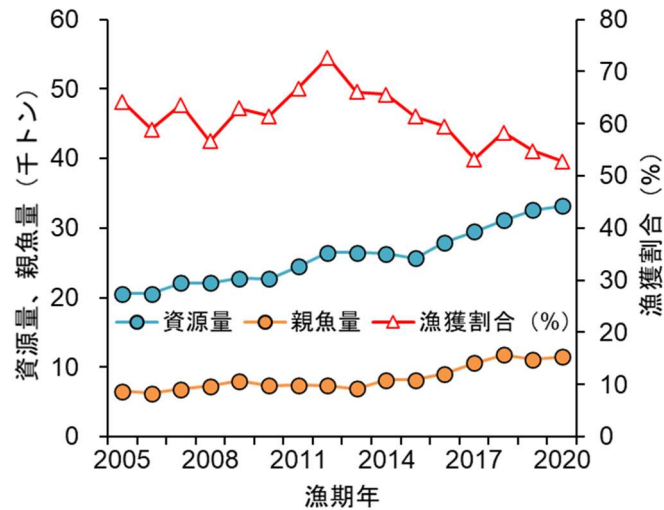
補足図 4-6. 北海道太平洋におけるマダラの海域別漁業種別別の年齢別漁獲尾数 左上が襟裳以西沿岸、右上が陸奥湾周辺、真ん中が道東沿岸、左下が襟裳以西沖底、右下が道東沖底。



補足図 4-7. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別漁獲尾数



補足図 4-8. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別資源尾数（左）と年齢別資源量（右）



補足図 4-9. 北海道太平洋におけるマダラの資源量、親魚量、漁獲割合の推移

補足表 4-1. 年齢別体重 (g)

年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳
体重	108	814	1,653	3,166	5,012	6,838	8,554	9,642

補足表 4-2. 雌個体の年齢別成熟率 (%)

年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳
成熟率	0	0	50	100	100	100	100	100

補足表 4-3. 北海道太平洋におけるマダラのコホート解析結果

年齢別漁獲尾数(千尾)																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	2,097	1,976	2,663	1,954	3,351	2,573	3,465	6,487	4,443	2,235	4,504	6,244	3,991	4,437	5,025	2,653
2歳	1,635	1,897	2,074	1,900	1,577	2,218	2,779	3,431	3,151	2,076	2,112	2,863	2,245	2,068	2,975	2,754
3歳	1,182	942	1,164	1,004	1,145	1,001	1,216	1,362	1,520	1,604	1,051	925	894	973	891	1,567
4歳	687	544	644	597	737	591	646	744	658	915	786	569	715	1,005	713	691
5歳	254	225	252	260	329	281	292	307	237	344	309	356	385	487	487	361
6歳	104	93	102	102	133	121	128	101	126	104	113	149	198	155	123	
7歳	29	27	28	28	33	35	33	32	28	35	26	20	50	46	28	
8歳以上	4	5	6	5	6	8	6	6	4	5	3	3	8	15	13	8
計	5,992	5,709	6,932	5,850	7,311	6,827	8,565	12,496	10,143	7,340	8,895	11,094	8,436	9,236	10,305	8,185
年齢別資源尾数(千尾)																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	11,767	11,790	12,217	10,696	13,869	14,215	17,540	20,778	15,223	12,986	17,741	18,362	15,038	20,921	17,898	9,012
2歳	6,222	6,912	7,034	6,758	6,242	7,390	8,316	10,012	9,810	7,453	7,697	9,267	8,229	7,705	11,680	8,935
3歳	3,221	3,202	3,488	3,426	3,372	3,267	3,566	3,769	4,464	4,555	3,734	3,885	4,400	4,164	3,929	6,092
4歳	1,474	1,369	1,562	1,582	1,673	1,512	1,559	1,595	1,620	1,998	1,993	1,862	2,081	2,491	2,247	2,143
5歳	517	500	545	602	659	605	612	599	541	634	693	800	889	927	980	1,051
6歳	176	165	177	187	223	205	207	202	179	197	173	248	286	328	267	307
7歳	43	41	42	43	51	51	48	43	40	46	37	39	86	84	73	64
8歳以上	6	8	9	8	10	11	9	8	5	6	5	5	13	24	21	19
計	23,426	23,987	25,073	23,304	26,098	27,256	31,856	37,005	31,882	27,875	32,074	34,467	31,024	36,643	37,095	27,623
年齢別漁獲係数と漁獲割合																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	0.23	0.22	0.29	0.24	0.33	0.24	0.26	0.45	0.41	0.22	0.35	0.50	0.37	0.28	0.39	0.35
2歳	0.36	0.38	0.42	0.40	0.35	0.43	0.49	0.51	0.47	0.39	0.38	0.44	0.38	0.37	0.35	0.37
3歳	0.56	0.42	0.49	0.42	0.50	0.44	0.50	0.54	0.50	0.53	0.40	0.32	0.27	0.32	0.31	0.30
4歳	0.78	0.62	0.65	0.58	0.72	0.60	0.66	0.78	0.64	0.76	0.61	0.44	0.51	0.63	0.46	0.53
5歳	0.84	0.74	0.77	0.70	0.87	0.77	0.81	0.91	0.71	1.00	0.73	0.73	0.70	0.94	0.86	0.83
6歳	1.16	1.06	1.10	1.00	1.18	1.16	1.27	1.32	1.07	1.37	1.19	0.75	0.93	1.21	1.12	1.08
7歳	1.53	1.45	1.49	1.35	1.41	1.65	1.63	1.99	1.70	2.09	1.77	0.91	1.13	1.33	1.30	1.25
8歳以上	1.53	1.45	1.49	1.35	1.41	1.65	1.63	1.99	1.70	2.09	1.77	0.91	1.13	1.33	1.30	1.25
平均	0.87	0.79	0.84	0.75	0.84	0.87	0.91	1.06	0.90	1.06	0.90	0.63	0.68	0.80	0.76	0.75
漁獲割合 (%)																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	64	59	64	57	63	62	67	73	66	66	61	60	53	58	55	53
年齢別資源量と親魚量 (トン) および再生産成功率RPS (1歳尾数/親魚量)																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	1,266	1,268	1,314	1,151	1,492	1,529	1,887	2,235	1,638	1,397	1,908	1,975	1,618	2,251	1,925	969
2歳	5,067	5,629	5,728	5,504	5,083	6,018	6,772	8,153	7,988	6,069	6,268	7,546	6,701	6,275	9,511	7,276
3歳	5,323	5,292	5,764	5,662	5,573	5,399	5,893	6,228	7,378	7,528	6,172	6,420	7,273	6,881	6,493	10,069
4歳	4,668	4,334	4,945	5,010	5,298	4,789	4,936	5,050	5,128	6,328	6,312	5,895	6,591	7,886	7,115	6,787
5歳	2,593	2,509	2,734	3,019	3,301	3,033	3,067	3,001	2,711	3,176	3,472	4,011	4,458	4,645	4,913	5,266
6歳	1,205	1,127	1,210	1,281	1,522	1,402	1,414	1,383	1,227	1,344	1,184	1,693	1,957	2,241	1,826	2,099
7歳	366	352	361	372	435	435	407	369	344	392	317	334	739	719	622	550
8歳以上	59	76	82	82	96	106	85	79	50	59	46	51	128	231	205	183
計	20,546	20,586	22,138	22,079	22,801	22,711	24,460	26,498	26,463	26,293	25,679	27,925	29,464	31,129	32,611	33,199
親魚量																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
親魚量	6,556	6,230	6,860	7,258	8,004	7,370	7,440	7,356	6,896	8,135	8,174	9,036	10,578	11,779	11,124	11,491
RPS(尾/Kg)																
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
RPS(尾/Kg)	1.8	2.0	1.6	1.9	1.8	2.4	2.8	2.1	1.9	2.2	2.2	1.7	2.0	1.5	0.8	



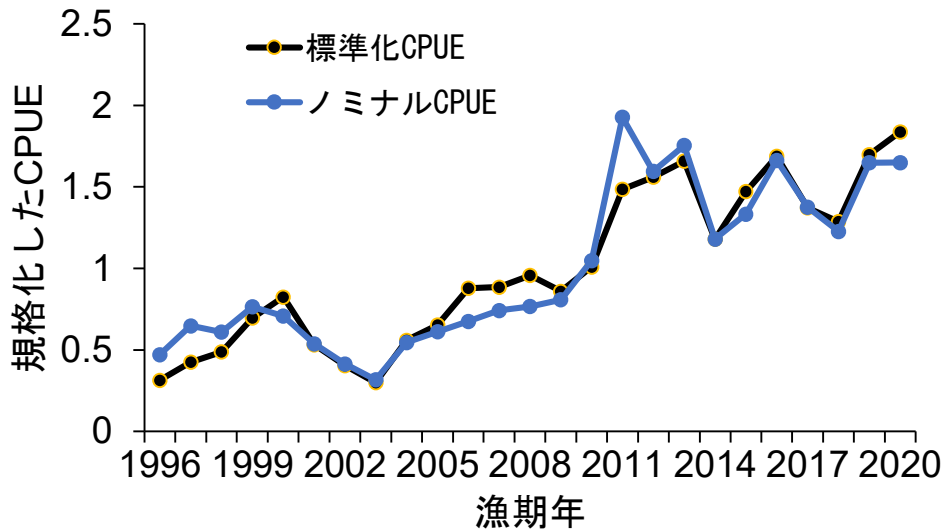
## 補足資料 5 沖合底びき網漁業の CPUE 標準化の試算結果

沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）の CPUE（1 網あたりのマダラ漁獲量 (kg/網)）の標準化を試みた。使用したデータセットは 1996 年漁期以降の北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書であり、日別・漁区別・漁船別・魚種別の漁獲量および網数が記録されている。データセットのうち、中海区道東と襟裳以西の 100 トン以上のかけまわし船のデータ（51,570 件）を用いた。沖底によるマダラの漁獲量と漁獲努力量の大部分を 100 トン以上のかけまわし船が占めており、直近 5 年間（2016～2020 年漁期）はマダラ漁獲量の 93～97%、マダラ有漁網数の 90～91% を 100 トン以上のかけまわし船が占めている。標準化には CPUE に対数正規分布を仮定した一般化線形モデルを適用した。CPUE を予測する説明変数として、漁期年、月、海域およびそれらの交互作用を用いた。ベイズ情報量規準 (BIC) を用い、総当たり法で主効果および交互作用すべての組み合わせについて検討した結果、以下のモデルが最終的に選択された。

$$\log(\text{CPUE} + \text{constant}) \sim \text{Intercept} + \text{Year} + \text{month} + \text{Area} + \text{Year} \times \text{month} + \text{Year} \times \text{Area} + \text{month} \times \text{Area} + \text{error term}$$

ここで Year は漁期年、month は月、Area は海域である。マダラの漁獲が無かったデータに対応するため、CPUE に平均値の 10% を足し込んだ (constant)。海域は、道東釧路以東（沖底小海区 31～35）、道東釧路以西（沖底小海区 30、36、37）、襟裳以西（沖底小海区 24～29）の 3 つに分けた。

これを標準化モデルとして計算された年トレンドの最小二乗平均値を標準化 CPUE とした。詳細は別途説明文書 (FRA-SA-2021-RC-09-101) に示す。



補足図 5-1. 標準化 CPUE とノミナル CPUE 下の図は平均値を 1 として規格化した CPUE の推移を示す。なお、用いたデータセットが異なる等の理由により、資源評価で用いた CPUE (図 5、図 8) と本図のノミナル CPUE の年トレンドは若干異なる。