

令和 2（2020）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 (2015～2019 年漁期) の CPUE の推移を用いた。その結果、2019 年漁期における資源状態は、高位で増加と判断した。2021 年漁期 ABC は、「令和 2 (2020) 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	2021 年漁期 ABC(百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0-Cave 3-yr-1.09	Target	151	—	—
	Limit	188	—	—

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 = α Limit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave3-yr は直近 3 年間 (2017～2019 年漁期) の平均漁獲量、2021 年漁期は 2021 年 4 月～2022 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 (%)
2015	—	—	158	—	—
2016	—	—	166	—	—
2017	—	—	157	—	—
2018	—	—	182	—	—
2019	—	—	180	—	—

漁期年 (4 月～翌年 3 月) での値。

水準：高位 動向：増加

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）。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～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29.3千トンを超えてその後減少して2002～2004年漁期は8.6千～10.2千トンと少なかった(図3、表1)。漁獲量はその後増加して2012年漁期に19.3千トンとなったのち、ゆるやかに減少して2017年漁期は15.7千トンであった。2018年漁期は沿岸漁業漁獲量の増加によって前年漁期より多い18.2千トンとなり、2019年漁期は沖底漁獲量が増加した一方、沿岸漁業漁獲量が減少したため、前年漁期並みの18.0千トンであった。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、2017年漁期までは4割以上を占めたが、2018年漁期は4割をわずかに下回った。2019年漁期は約5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1千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1.4千～1.7千トンであり、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の大部分を100トン以上のかけまわし船が占めているため(千村・船本2011)、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、2019年漁期は99.9%(近5年平均99.8%)であった。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10千～14千網でほぼ横ばいである(図4、表2)。2019年漁期の漁獲努力量は12.2千網であった。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)。

(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 5、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。2019 年漁期は前年よりも大きく増加して 681 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 6 と図 7 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 4-2、補足図 4-3）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、おもに 1 歳または 2 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 6、補足図 4-2 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。おもに 1 歳または 2 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 3～6 割である（図 7、補足図 4-3 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。2019 年漁期は前年漁期よりも全体の水揚げ量が増加した（図 7）。おもに 3～5 歳である 3 尾入と 4 尾入の銘柄とおもに 1 歳のバラ銘柄の割合が高く、それぞれ全体の 17%、16%、31% を占めた（図 7、補足図 4-3 右）。

(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 35 年間（1985～2019 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。2019 年漁期の資源水準値は 102 であり、資源水準は高位と判断した（図 8）。資源動向は直近 5 年間（2015～2019 年漁期）における沖底 CPUE の推移に基づいて増加と判断した（図 8）。

5. 2021 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、高位で増加であった。

(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 2021 年漁期 ABC を算定した。

$$ABC_{limit} = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABC_{target} = ABC_{limit} \times \alpha$$

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

ここで、 C_t は t 年の漁獲量、 δ_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、 α は安全率である。 C_t については直近3年間（2017～2019年漁期）の平均漁獲量 173 百トン（17,293 トン）を用いた。沖底 CPUE を資源量指標値として、直近3年間（2017～2019年漁期）の動向から、 b （52.5）と I （594.3）を定め、 k は標準値の 1.0 とした。 δ_1 は高位水準における標準値の 1.0 とした。 α は標準値の 0.8 とした。

2021年漁期 ABClimit は 188 百トン（18,821 トン）、ABCtarget は 151 百トン（15,057 トン）と算定された。

管理基準	Target/ Limit	2021年漁期 ABC(百トン)	漁獲割合 (%)	F 値
1.0・Cave 3-yr・1.09	Target	151	—	—
	Limit	188	—	—

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 = α Limit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave3-yr は直近3年間（2017～2019年漁期）の平均漁獲量、2021年漁期は 2021年4月～2022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
2018年漁獲量確定値 2019年漁獲量更新値	2017、2018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)
2019年漁期 (当初)	1.0・Cave 3-yr・1.03	—	—	165	132	
2019年漁期 (2019年再評価)	1.0・Cave 3-yr・1.03	—	—	165	132	
2019年漁期 (2020年再評価)	1.0・Cave 3-yr・1.03	—	—	164	132	180
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	

漁獲量データの更新に伴い、2020年再評価において2019年漁期の ABClimit がわずかに減少した。同じく2020年再評価において2020年漁期の γ_1 がわずかに減少したが、百トン未満を四捨五入した ABClimit、ABCtarget の値は変わらなかった。

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 09 November 2020)
- 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. 漁業資源研究会議西日本底魚部会報, 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.
- 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、石野光弘、濱津友紀)



図 1. 北海道太平洋におけるマダラの分布域

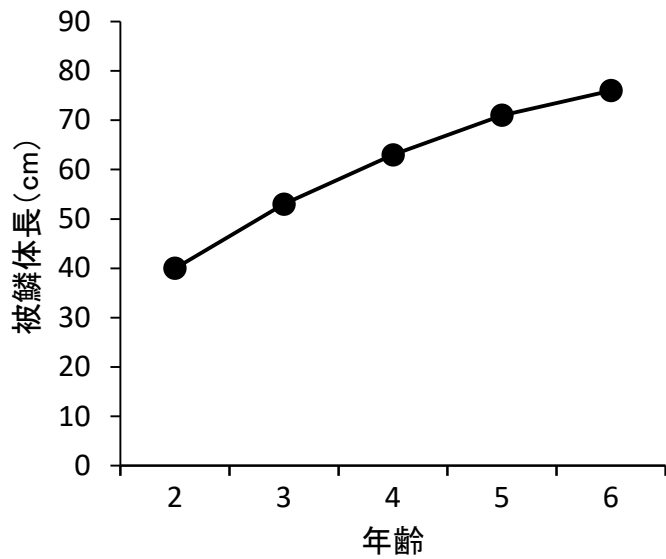


図 2. 北海道太平洋におけるマダラの成長 服部ほか (1992) より作図

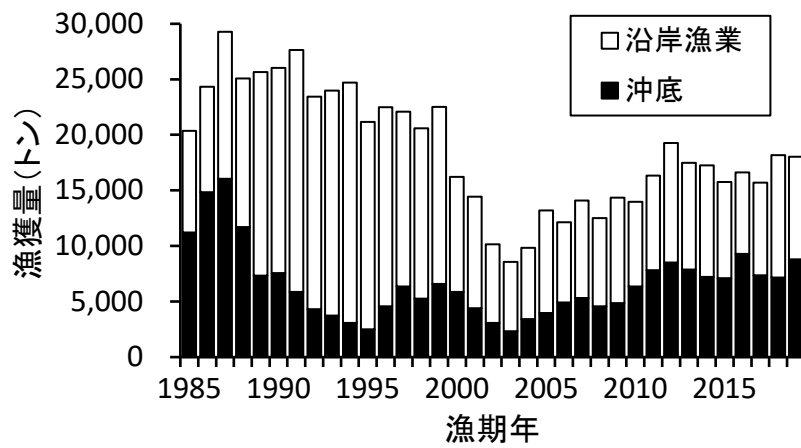


図3. 北海道太平洋におけるマダラの漁獲量

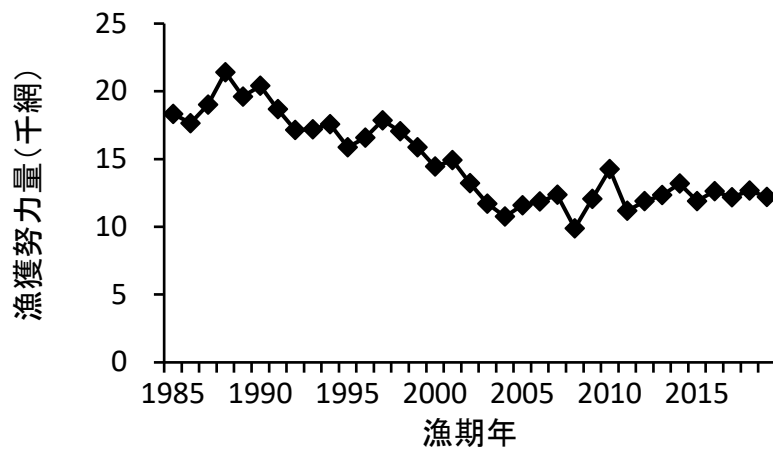


図4. 北海道太平洋（中海区千島を除く）のマダラに対する沖底（かけまわし 100 トン以上）の漁獲努力量

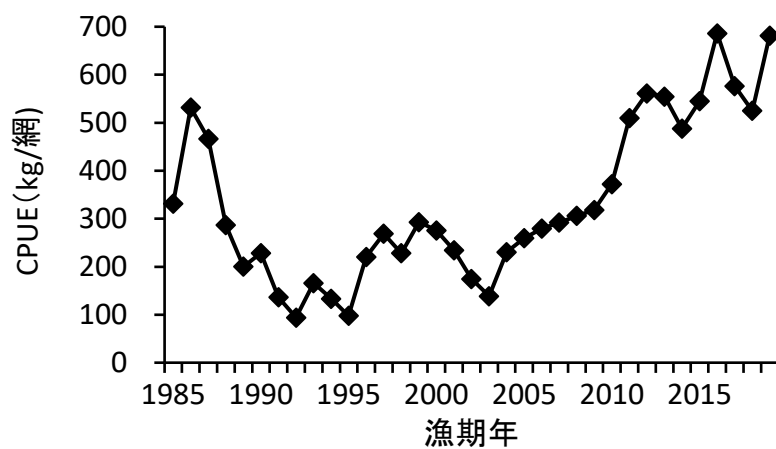


図5. 北海道太平洋（中海区千島を除く）のマダラに対する沖底（かけまわし 100 トン以上）の CPUE

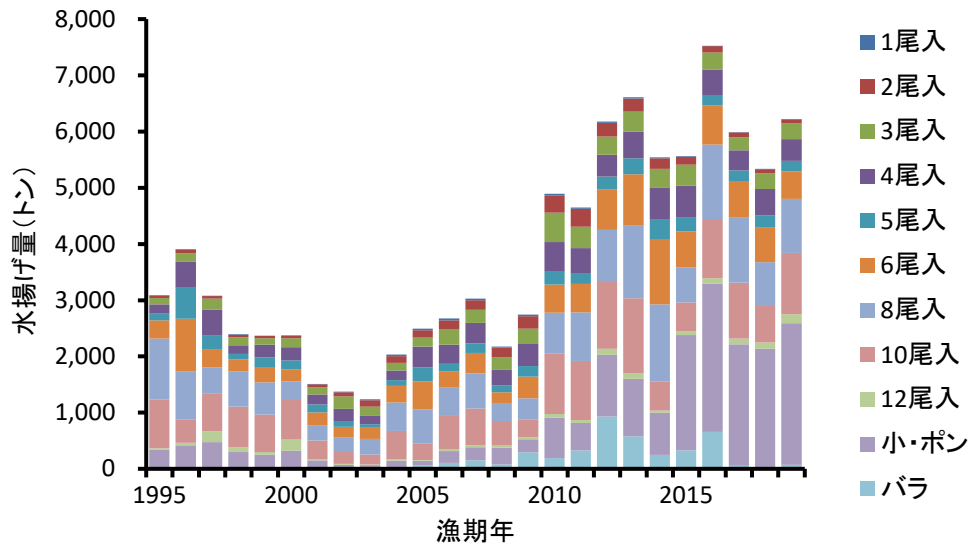


図 6. 釧路港における沖底漁獲物の銘柄別水揚げ量 銘柄別水揚げ箱数を基に、木箱は 1 箱 20 kg、発泡箱は 1 箱 15 kg とし算出した。2004 年漁期以前はバラ銘柄の水揚げ量データが得られていない。

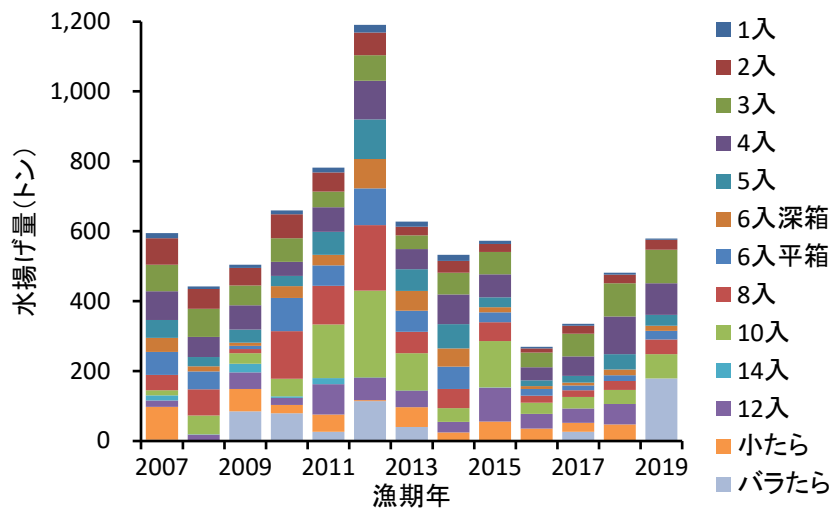


図 7. 室蘭追直港における沖底漁獲物の銘柄別水揚げ量 襟裳以西海域における漁獲物が水揚げされた 10 月～翌年 3 月の銘柄別水揚げ箱数を基に、発泡箱 (深) は 1 箱 16 kg、発泡箱 (平) は 1 箱 12 kg とし算出した。

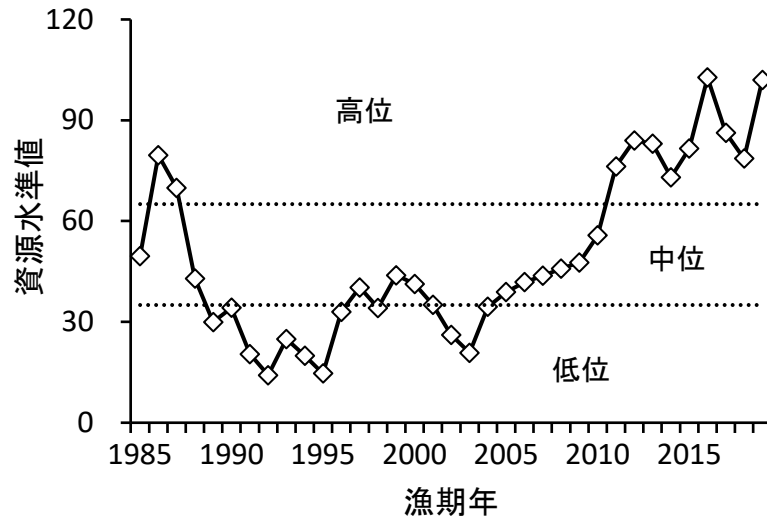


図 8. 北海道太平洋のマダラの資源水準値 過去 35 年間（1985～2019 年漁期）における沖底（かけまわし 100 トン以上）の CPUE の平均値を 50 とし、35 未満を低位、35 以上 65 未満を中位、65 以上を高位とした。点線は資源水準の境界を示す。

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	18,173	7,152	11,021
2019	18,014	8,800	9,214

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。

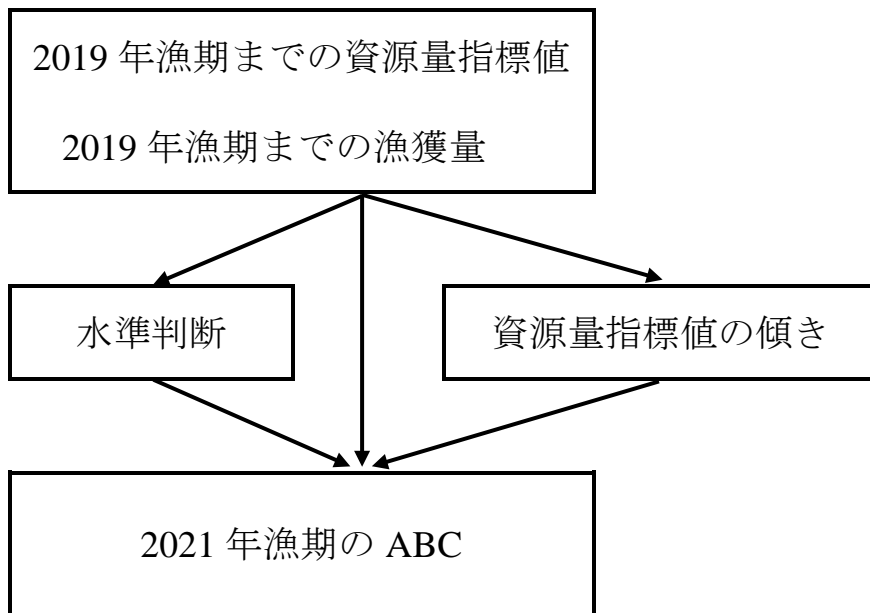
漁期年は 4 月～翌年 3 月。2018、2019 年漁期は暫定値。

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

試験操業を除く通常操業のみの値。
2018、2019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	18,173	7,152	11,021	1,405	2,967	708	2,259	13,801	6,444	7,357
2019	18,014	8,800	9,214	1,745	2,495	859	1,636	13,775	7,941	5,834

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。

2018、2019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、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。

沿岸漁業については、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。2019年漁期は根室花咲港の銘柄別水揚げデータおよび漁獲物の測定データを入手したため、2019年漁期の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。

海域別漁業種類別の漁獲量の推移を補足図 4-1、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 4-2～4-6、海域別漁業種類別に推定した年齢別漁獲尾数を補足図 4-7、合算した本資源の年齢別漁獲尾数を補足図 4-8 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 $N_{a,2019}$ は最近年の年齢別漁獲係数 $F_{a,2019}$ を用いて（4）式より求めた。

$$N_{a,2019} = \frac{C_{a,2019} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,2019}))} \quad (4)$$

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。

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

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 歳分高齢にずらした値（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。

資源尾数の推定値を補足図4-9および補足表4-3、資源量と親魚量の推定値と漁獲割合を補足図4-10、4-11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20千~29千トンで、2005年漁期以降増加傾向にあり、2019年漁期の資源量は29千トンと推定された。親魚量は6千~10千トンで2017年漁期以降増加傾向にあり、2019年漁期の親魚量は10千トンと推定された。漁獲割合は58~75%で、2019年漁期の漁獲割合は63%であった。

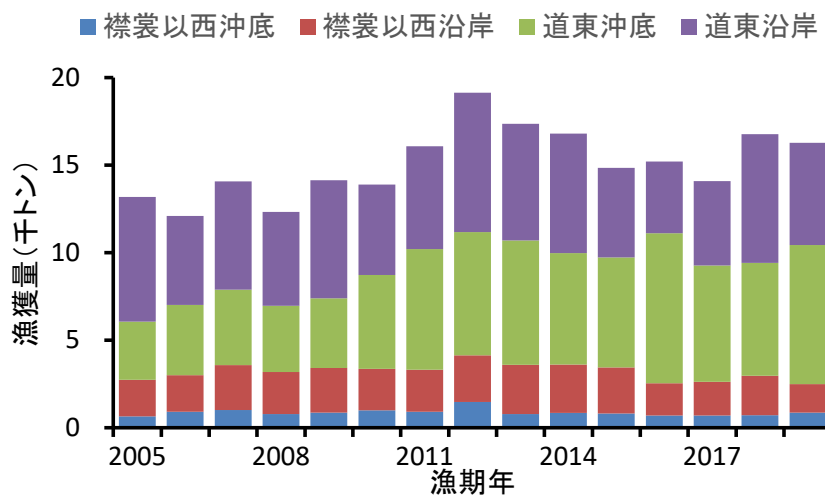
主要港における銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データが不足して年齢別漁獲尾数の推定精度が低いため、このコホート解析による資源量推定結果は試算段階にとどまるものと判断している。資源量推定精度向上に向けた取り組みとして、まずは主要港における漁業種別・銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データをより充実させて、年齢別漁獲尾数の推定精度を上げることが必要である。加えて、資源量および親魚量の推定値に大きな影響を与える生物学的パラメタ、年齢別体重、寿命、成熟率や自然死亡係数などについて、現状ではデータが乏しいことから、更なる調査検討が必要と考えられる。

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.

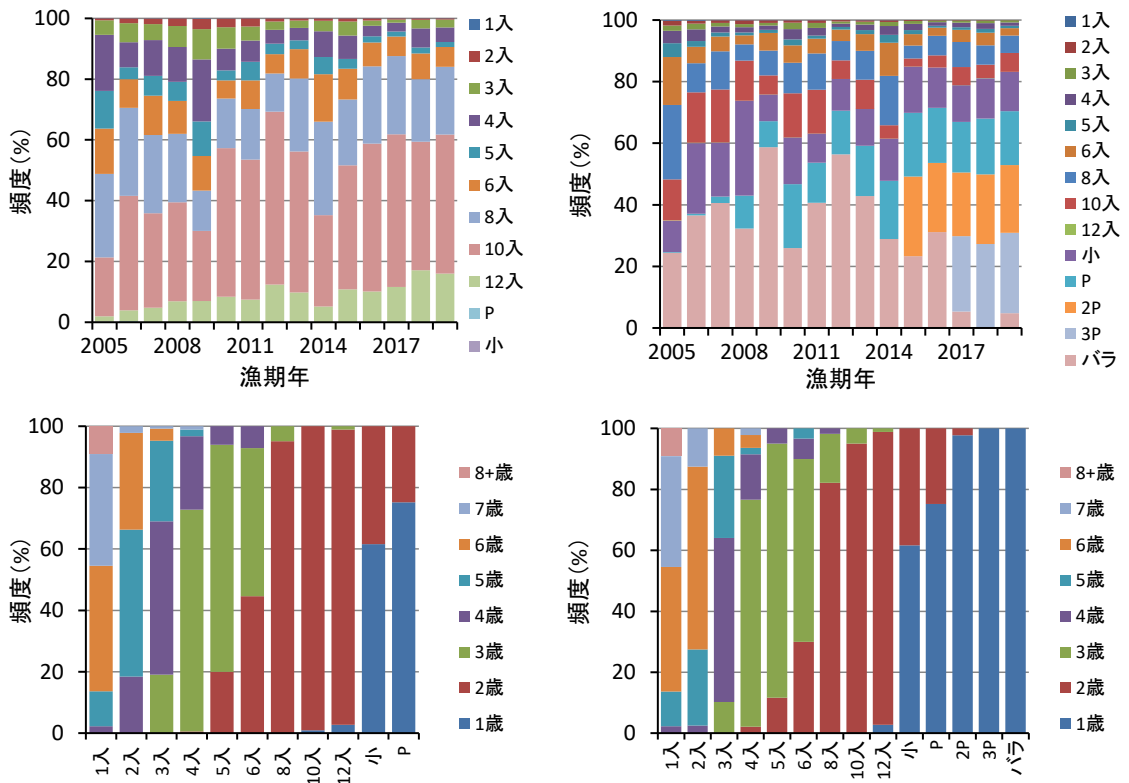
Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

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.

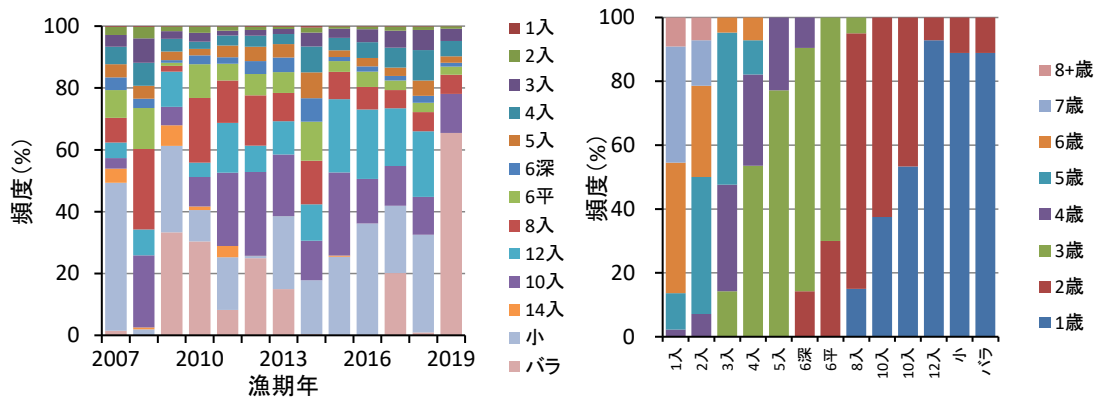


補足図 4-1. 北海道太平洋におけるマダラの海域別漁業種別漁獲量

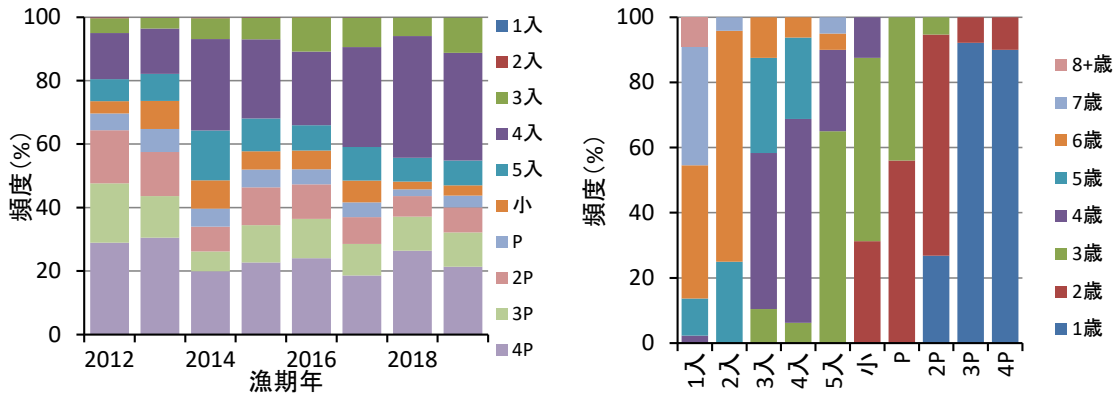
集計範囲は、襟裳以西沖底が中海区襟裳以西、道東沖底が中海区道東および千島、襟裳以西沿岸が福島町からえりも町えりもまでと青森県外ヶ浜町から大間町奥戸、道東沿岸がえりも町庶野から根室市まで。



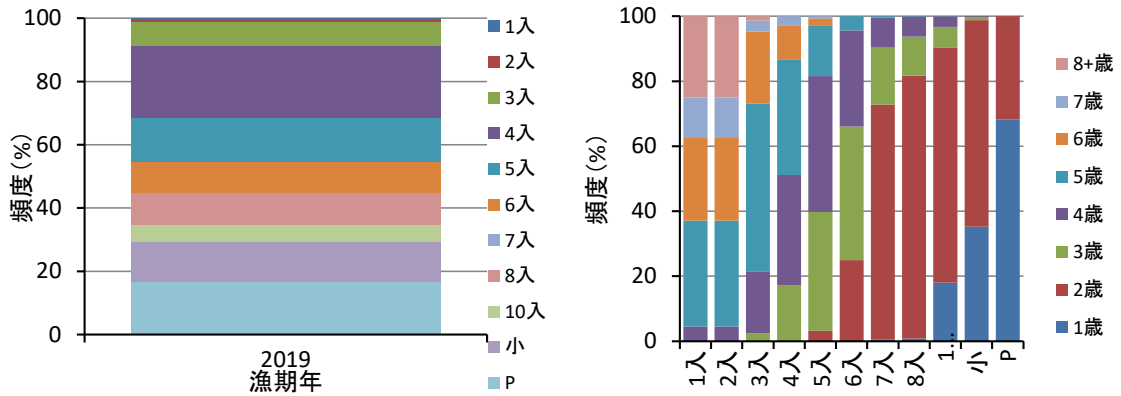
補足図 4-2. 釧路港におけるマダラ沖底漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（上）および銘柄別年齢組成（下） 左上が発泡箱、右上が木箱の尾数ベースの銘柄組成であり、左下が発泡箱、右下が木箱の銘柄別年齢組成である。バラ銘柄は発泡箱にも木箱にも該当しないが、水揚げ量と平均体重から尾数を求め、木箱の組成に含めて示した。



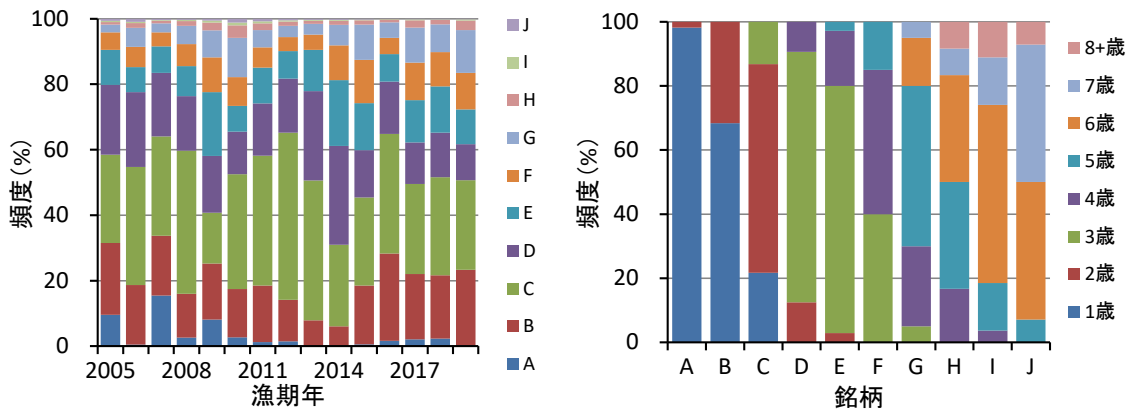
補足図 4-3. 室蘭追直港におけるマダラ沖底漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



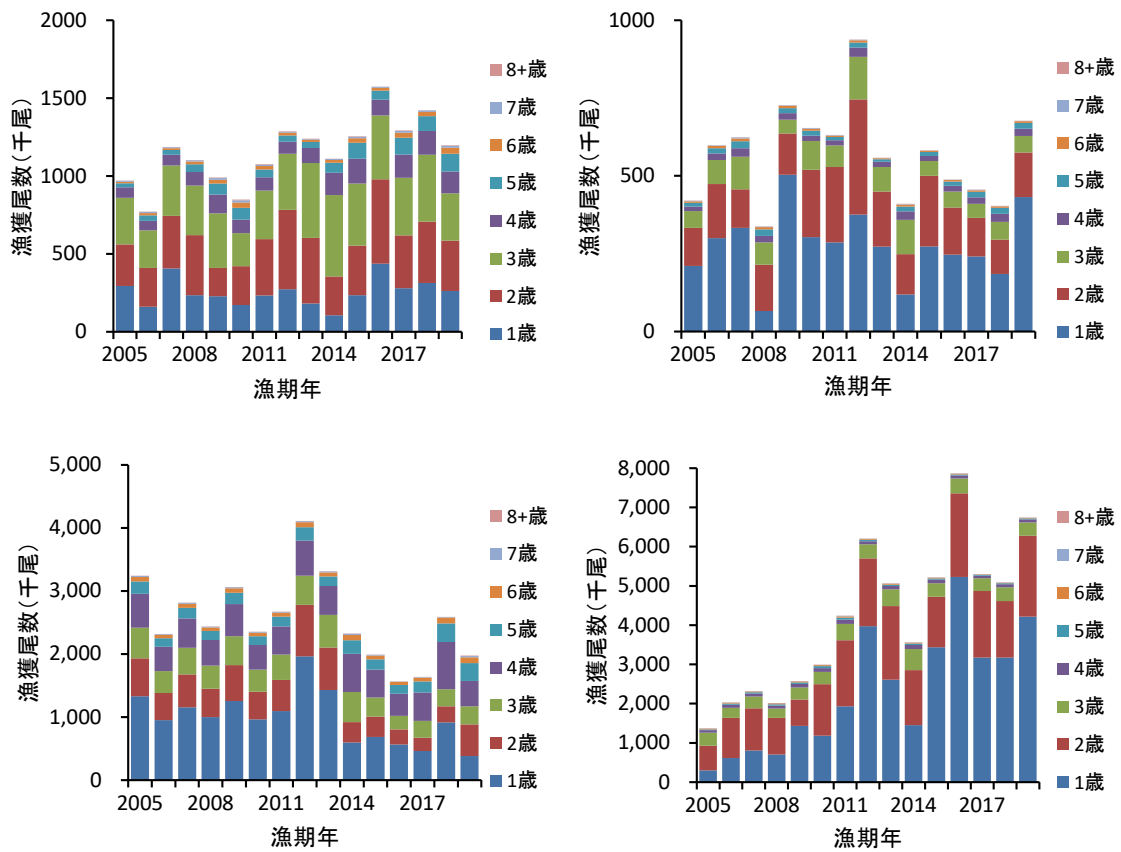
補足図 4-4. 釧路港におけるマダラ刺網漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



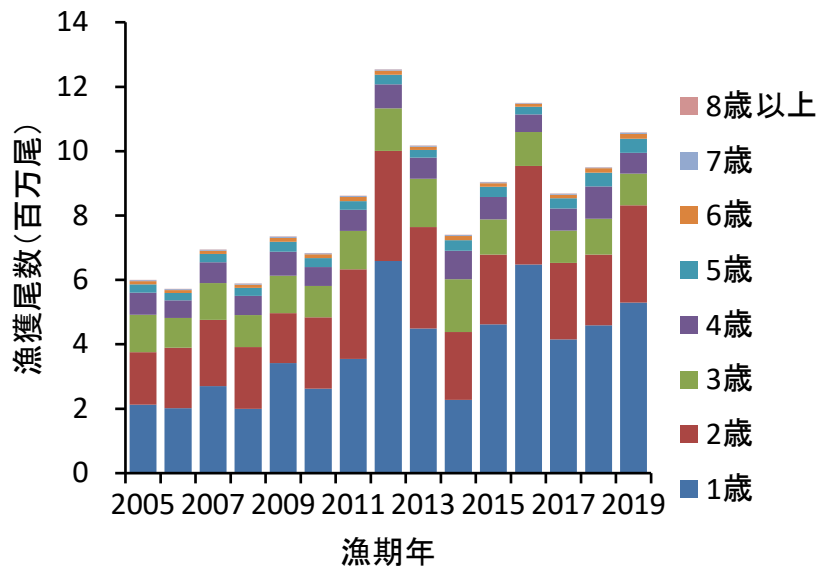
補足図 4-5. 根室花咲港におけるマダラ刺網漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



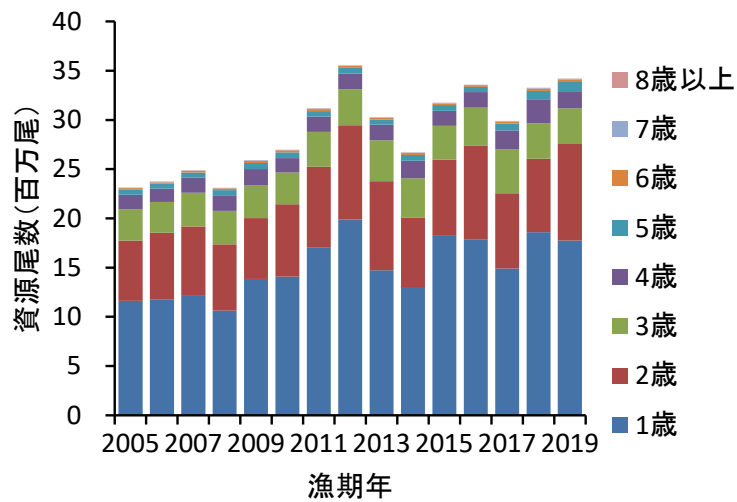
補足図 4-6. 恵山港におけるマダラはえ縄漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右） 体重で銘柄分けされており、凡例の A は 0.6 kg 未満、B は 0.6 ～1 kg 未満、C は 1 kg 台、D は 2 kg 台、E は 3 kg 台、F は 4 kg 台、G は 5～6 kg 台、H は 7～8 kg 台、I は 9 kg 台、J は 10 kg 以上の銘柄を示す。



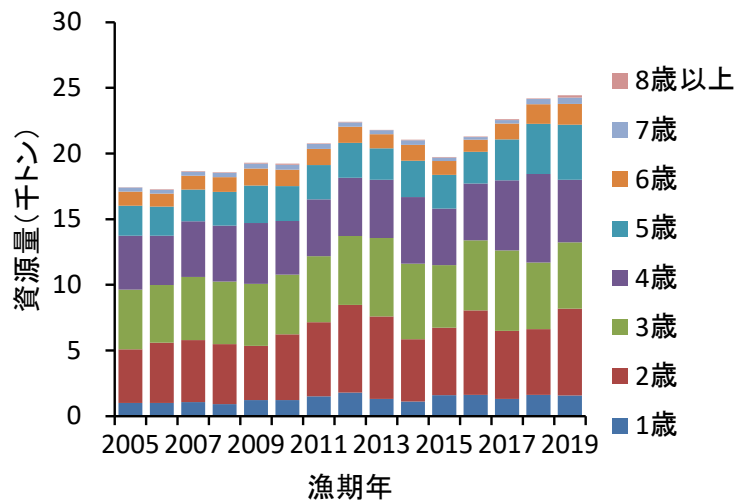
補足図 4-7. 北海道太平洋におけるマダラの海域別漁業種類別の年齢別漁獲尾数 左上が襟裳以西沿岸、右上が襟裳以西沖底、左下が道東沿岸、右下が道東沖底。



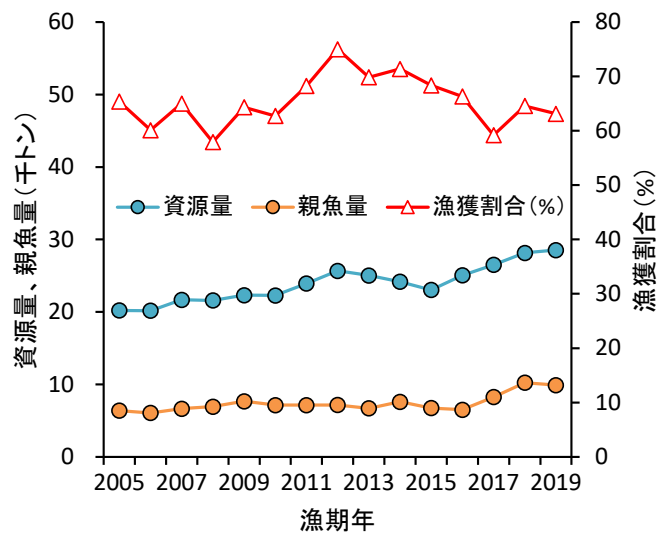
補足図 4-8. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別漁獲尾数



補足図 4-9. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別資源尾数



補足図 4-10. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別資源量



補足図 4-11. 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
成熟率	0	0	50	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
1歳	2,131	2,021	2,699	1,998	3,419	2,623	3,548	6,584	4,496	2,276	4,625	6,476	4,154	4,588	5,293
2歳	1,623	1,878	2,057	1,922	1,552	2,212	2,784	3,423	3,147	2,102	2,158	3,062	2,375	2,199	3,030
3歳	1,168	921	1,151	991	1,163	974	1,195	1,320	1,503	1,644	1,096	1,053	1,005	1,110	981
4歳	688	546	647	592	741	590	654	743	655	882	700	549	683	1,005	641
5歳	253	225	251	253	309	279	271	302	234	332	314	241	320	433	445
6歳	104	93	101	100	123	120	123	127	99	126	110	87	110	136	145
7歳	28	26	27	26	33	34	33	30	27	33	26	17	24	23	38
8歳以上	3	3	3	4	5	6	5	4	3	3	3	2	4	3	12
計	5,996	5,713	6,937	5,886	7,345	6,839	8,613	12,533	10,165	7,397	9,034	11,487	8,675	9,497	10,584

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
1歳	11,635	11,749	12,225	10,627	13,864	14,095	17,068	19,874	14,726	13,020	18,298	17,835	14,901	18,586	17,735
2歳	6,107	6,785	6,964	6,733	6,153	7,328	8,184	9,591	9,056	7,039	7,686	9,575	7,639	7,463	9,820
3歳	3,194	3,128	3,410	3,389	3,334	3,222	3,525	3,667	4,159	4,000	3,405	3,837	4,458	3,615	3,636
4歳	1,463	1,361	1,525	1,536	1,657	1,468	1,549	1,583	1,580	1,787	1,548	1,579	1,936	2,437	1,723
5歳	508	492	538	573	628	590	580	585	533	607	565	544	697	847	941
6歳	169	159	171	182	207	200	197	196	173	193	164	148	196	241	254
7歳	38	36	38	39	49	47	44	40	36	43	35	26	35	50	62
8歳以上	4	5	5	5	7	9	7	5	4	4	4	4	6	6	19
計	23,118	23,713	24,875	23,084	25,899	26,959	31,154	35,540	30,267	26,693	31,706	33,548	29,867	33,245	34,190

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
1歳	0.24	0.22	0.30	0.25	0.34	0.24	0.28	0.49	0.44	0.23	0.35	0.55	0.39	0.34	0.43
2歳	0.37	0.39	0.42	0.40	0.35	0.43	0.50	0.54	0.52	0.43	0.39	0.46	0.45	0.42	0.44
3歳	0.55	0.42	0.50	0.42	0.52	0.43	0.50	0.54	0.54	0.65	0.47	0.38	0.30	0.44	0.38
4歳	0.79	0.63	0.68	0.59	0.73	0.63	0.67	0.79	0.66	0.85	0.75	0.52	0.53	0.65	0.57
5歳	0.86	0.76	0.78	0.72	0.85	0.80	0.78	0.92	0.72	1.01	1.04	0.72	0.76	0.90	0.80
6歳	1.25	1.13	1.18	1.02	1.18	1.21	1.30	1.38	1.10	1.41	1.52	1.14	1.06	1.06	1.09
7歳	1.90	1.87	1.74	1.52	1.55	1.82	1.97	2.19	2.03	2.22	2.09	1.33	1.59	0.77	1.23
8歳以上	1.90	1.87	1.74	1.52	1.55	1.82	1.97	2.19	2.03	2.22	2.09	1.33	1.59	0.77	1.23
計	0.98	0.91	0.92	0.80	0.88	0.92	1.00	1.13	1.00	1.13	1.09	0.81	0.84	0.67	0.77
漁獲割合 (%)	65	60	65	58	64	63	68	75	70	71	68	66	59	65	63

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
1歳	1,252	1,264	1,315	1,143	1,491	1,516	1,836	2,138	1,584	1,401	1,968	1,919	1,603	1,999	1,908
2歳	4,973	5,526	5,671	5,483	5,010	5,968	6,665	7,810	7,374	5,732	6,259	7,797	6,220	6,078	7,997
3歳	5,279	5,169	5,636	5,601	5,510	5,326	5,826	6,060	6,873	6,611	5,628	6,341	7,367	5,974	6,009
4歳	4,634	4,310	4,827	4,863	5,248	4,650	4,905	5,011	5,004	5,660	4,903	4,999	6,131	7,718	5,455
5歳	2,547	2,464	2,696	2,871	3,149	2,957	2,909	2,931	2,672	3,040	2,833	2,728	3,492	4,243	4,717
6歳	1,153	1,085	1,166	1,246	1,415	1,364	1,346	1,342	1,186	1,321	1,121	1,013	1,338	1,647	1,738
7歳	328	306	324	334	416	404	378	338	311	367	298	227	300	428	527
8歳以上	38	45	45	53	70	85	65	51	36	38	36	34	57	59	185
計	20,202	20,169	21,681	21,594	22,310	22,270	23,928	25,682	25,040	24,169	23,047	25,058	26,509	28,147	28,535
親魚量	6,382	6,055	6,645	6,936	7,675	7,135	7,150	7,168	6,707	7,596	6,740	6,502	8,253	10,237	9,894
RPS(尾/Kg)	1.8	2.0	1.6	2.0	1.8	2.4	2.8	2.1	1.9	2.4	2.6	2.3	2.3	1.7	