

令和 3（2021）年度マガレイ北海道北部系群の資源評価

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、稚内水産試験場、網走水産試験場

要 約

本系群の資源状態について、資源水準の判断には 1985～2020 年の漁獲量を指標値として用い、資源動向の判断には直近 5 年間（2016～2020 年）の沖合底びき網漁業のかけまわし漁法での操業データに基づく CPUE の幾何平均値を指標値として用いた。その結果、2020 年の資源水準は中位、資源動向は横ばいと判断した。なお、2020 年の漁獲量は 1,694 トンであった。

2022 年 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、資源量指標値の水準および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 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
0.9・Cave3-yr・1.00	Target	13	—	—
	Limit	17	—	—

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、より安定的な資源の増大または維持が期待される漁獲量である。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2022 年 ABC は、100 トン未満を四捨五入して表示した。Cave3-yr は、2018～2020 年の平均漁獲量である。

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	—	—	19	—	—
2017	—	—	24	—	—
2018	—	—	18	—	—
2019	—	—	20	—	—
2020	—	—	17	—	—

水準：中位 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(記入例)
漁獲量・漁獲努力量	主要港漁業種別水揚量(北海道) 北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁)

1. まえがき

マガレイ北海道北部系群は、北海道の日本海側からオホーツク海側にかけての沿岸域において、刺し網漁業の重要な漁獲対象となっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マガレイは、樺太・千島以南の日本各地の沿岸から朝鮮半島、中国にかけて広く分布している（水産庁研究部 1986）。本系群の分布を図 1 に示す。本系群には、日本海北部で産卵されたものが、そこで着底し一生を過ごす群（日本海育ち群）と、オホーツク海へ運ばれて着底し、そこで未成魚期を過ごした後、成熟の進行に伴い日本海北部へ産卵回遊する群（オホーツク海育ち群）が存在する（加賀・菅間 1965、菅間 1967、下田ほか 2006）。

(2) 年齢・成長

各年齢（7 月 1 日を誕生日とした満年齢）における雌雄別・育ち群別の全長と体重を図 2 に示す（中央・稚内・網走水産試験場 2021）。日本海育ち群はオホーツク海育ち群に比べて成長が遅い。寿命は、雄が 5 歳程度、雌が 10 歳以上と考えられている（星野 2003）。

(3) 成熟・産卵

雌では 2 歳から、雄では 1 歳から成熟する個体が見られる（中央・稚内・網走水産試験場 2021）。産卵期は 4～6 月で、産卵場は石狩湾と苫前沖～利尻・礼文島周辺海域（産卵水深は 40～60 m）である（図 1）。

(4) 被捕食関係

仔魚はカイアシ類を、未成魚および成魚はゴカイ類、二枚貝類、ヨコエビ類、クモヒトデ類を捕食している（渡野邊 2003）。捕食者は海獣類である（Goto et al. 2017）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は主に刺し網漁業などの沿岸漁業によって漁獲されるほか、沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）によっても漁獲され、漁獲量は日本海が約 6 割を占めている（図 3）。刺し網の主漁期は日本海で 10 月～翌年 6 月、オホーツク海で 5～12 月である。また、日本海では主に成魚が漁獲されるのに対し、オホーツク海では主に未成魚が漁獲されてい

る。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量を図3および表1に示す。沖底の漁獲量は、1980～1982年には1,500トンを上回っていたが、その後1988年にかけて大きく減少した。その後は増減しながらほぼ横ばいで推移している。2020年の漁獲量は、前年より減って433トンであった。沿岸漁業の漁獲量は、1988年以降増加傾向を示し、1997年には3,397トンに達したが、その後は増減しながら長期的には減少傾向にある。2020年の漁獲量は1,261トンであった。沖底と沿岸漁業を合わせた漁獲量は、1988年以降増加し、1997年には4,037トンに達したが、その後は増減しながら長期的には減少傾向にある。2020年の漁獲量は1,694トンであった。

沿岸漁業の漁獲量や沖底と沿岸漁業を合わせた漁獲量は、豊度の高い年級群が発生した後に増加している。近年では2013年級群の豊度が比較的高いと考えられており、再生産成功率も2008～2012年級群と比較して2013年級群以降で増加した（中央・稚内・網走水産試験場2021）と考えられている。一方、日本海の春の刺し網漁の操業において、海獣類による被害を避けるため操業の開始時期を遅らせる、魚価安のため小型魚を避けたり操業を早く切り上げたりあるいは見合わせる、ニシン狙いの操業が増加するなどの操業形態の変化が認められており（中央・稚内・網走水産試験場2021）、このような変化は近年の沿岸漁業の漁獲量の減少に少なからず影響を与えているものと考えられる。

(3) 漁獲努力量

本系群の漁獲努力量として、沖底のオッタートロール、100トン未満のかけまわし、100トン以上のかけまわしの有漁網数（試験操業除く）を月別船別漁区別データに基づき示した（図4）。合計の有漁網数は、1980年代年から1990年代にかけて大きく減少し、2000年代は1万網前後で推移した。その後2010年以降はゆるやかな減少傾向にある。オッタートロールの有漁網数は、1980年代前半に大きく減少したあとは低いまま推移していたが、2020年は増加して1982年以降で最大となる753網であった。近年の漁獲の主体である100トン以上のかけまわしの有漁網数は増減を繰り返しながらも近年は減少傾向で推移しており、2020年の有漁網数は4,043網であった。なお同漁業の有漁漁区数は、1980～1991年まで増減しながら推移し、1992年から増加傾向となり1997年に最大の82漁区に達した。その後は長期的には減少傾向にあり2020年は48漁区であった（図5）。

沿岸漁業の漁獲努力量については把握できていないが、前述の影響で刺し網の努力量は近年低下しているものと推察される。また、参考として刺し網漁業の漁業権行使数の推移を補足資料2に示した。漁業権行使数は各地域ともに、長期的に減少傾向が見られている。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源評価は、補足資料1に示した流れで実施した。資源水準には漁獲量を、資源動向

には沖底かけまわし漁法の月別船別漁区別データに基づいて算出された CPUE の幾何平均値を指標値として用いた。

漁獲努力量の減少が漁獲量に影響していると考えられることから、努力量の変化を考慮した資源評価を行うために 2016 年から CPUE の幾何平均値が資源動向の指標値として用いられている。一方、資源水準の指標値として用いられている漁獲量は、その約 8 割を占める沿岸漁業の努力量把握が難しいことから、資源水準の判断には努力量の変化が考慮されていない。そのため、資源水準の判断に用いることが出来る努力量の変化を考慮した資源量指標値を得るため、沖底かけまわし漁法の日別船別漁区別データ（1997～2020 年）に基づいた標準化 CPUE についても検討を進めた（詳細は補足資料 3 および説明文書（FRA-SA2021-RC09-1101）を参照）。

なお、中央水産試験場・稚内水産試験場・網走水産試験場（以下、道総研）は、本系群について幼魚密度調査や Pope の近似式を用いたコホート解析による資源量推定を実施しているため、それらの結果も参考とした（補足資料 4）。なおこのコホート解析では、漁期年を 7 月 1 日から翌年の 6 月 30 日までとしている。

(2) 資源量指標値の推移

資源動向の指標値として用いた沖底 CPUE の幾何平均値は、1980 年代から 1991 年にかけて減少した。その後 1996 年にかけて増加し、2013 年まで増減を繰り返しながら横ばいで推移した。2014 年以降は増加に転じて 2017 年に 1980 年以降最高の 23.5 kg/網を記録した。その後は 2019 年にかけて減少したが、2020 年は増加し 19.1 kg/網と比較的高位で推移している（図 5）。

道総研による資源量推定の結果（中央水産試験場・稚内水産試験場・網走水産試験場 2021）では、2009 年漁期に比較的高豊度の加入があったが、2010～2014 年漁期にかけて加入尾数が低い年が連続し資源尾数は大きく減少した。2010 年以降の低い水準の中でみると 2015 年漁期は比較的高い豊度で加入し、3 歳および 4 歳になる 2016 年および 2017 年漁期は資源の主体を構成して一時的に資源尾数は増加した。その後の加入量は再び低い水準で推移し、資源尾数は減少している（補足図 4-1）。また幼魚（1 歳魚）資源量指数においては 2013～2015 年級群の値は低いが、調査海域が雄武沿岸のみであるため来遊状況の影響を受けているものと考えられる（補足図 4-2）。

(3) 漁獲物の年齢（体長）組成

道総研による年齢別漁獲尾数推定の結果（中央水産試験場・稚内水産試験場・網走水産試験場 2021）を補足資料 4 に示す。1990 年代後半から漁獲の主体が 2 歳魚から 3、4 歳魚に移行している（補足図 4-3）。この主な要因として、単価の安い小型魚の水揚げを避けたことや、関係漁業者間で取り込まれている資源管理協定に基づいた未成魚保護を目的とする漁獲制限などが考えられる。

(4) 資源の水準・動向

資源水準の判断には、沖底と沿岸漁業を合わせた漁獲量を指標値として用いた。1985～2020 年における漁獲量の平均を 50 として各年の漁獲量を指数化し、70 以上を高位水

準、30 以上 70 未満を中位水準、30 未満を低位水準とした。2020 年の指数は 33 であったため資源水準は中位と判断した（図 6）。また、直近 5 年間（2016～2020 年）における沖底 CPUE の幾何平均値の推移から資源動向は横ばいと判断した（図 5）。

5. 2022 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は漁獲量に基づき中位、動向は沖底 CPUE の幾何平均値に基づき横ばいと判断した。

(2) ABC の算定

漁獲量と資源量指標値が利用できることから、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、以下の令和 3（2021）年度 ABC 算定のための基本規則 2-1)に基づき ABC を算定した。

$$ABC_{limit} = \delta I \times C_t \times \gamma I$$

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

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

ここで、 C_t は t 年の漁獲量、 δI 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、漁獲量の年変動の影響を抑えるため直近の 3 年平均漁獲量（Cave3-yr）を用いた。直近 3 年間（2018～2020 年）の平均漁獲量は 1,837 トンである。また、資源量指標値の直近 3 年間（2018～2020 年）の動向から b (0.01) と I (18.31) を定めた。 k は標準値の 1.0 とした。 δI については、本資源に適用した資源水準の定義では資源量指標値の幅を 3 等分して上から高位、中位、低位とする場合に比べて低位水準の幅が狭くなることから、この場合の中位水準の推奨値 0.9 を用いた。 α は標準値の 0.8 とした。

管理基準	Target / Limit	2022 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
0.9・Cave3-yr・1.00	Target	13	—	—
	Limit	17	—	—

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、より安定的な資源の増大または維持が期待される漁獲量である。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。2022 年 ABC は、100 トン未満を四捨五入して表示した。Cave3-yr は、2018～2020 年の平均漁獲量である。

(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	2019年漁獲量の確定

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(当初)	0.9・Cave3-yr・1.05	—	—	19	15	
2020年(2020年再評価)	0.9・Cave3-yr・1.05	—	—	19	15	
2020年(2021年再評価)	0.9・Cave3-yr・1.05	—	—	19	15	17
2021年(当初)	0.9・Cave3-yr・0.83	—	—	15	12	
2021年(2021年再評価)	0.9・Cave3-yr・0.83	—	—	15	12	

2020年(2021年再評価)および2021年(2021年再評価)は、2020年(2020年再評価)および2021年(当初)で使用した漁獲量と資源量指標値の修正がないため、ABCの値に変更はない。2020年の漁獲量は1,694トンで、2021年に再評価したABCtargetを上回ったが、ABClimitは下回った。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群には関係漁業者間で取り組まれている資源管理協定に基づき、未成魚保護を目的として全長18cm(体長15cm)未満に対する漁獲制限が設けられている。現状の取り組みを継続することが望ましい。

7. 引用文献

中央水産試験場・稚内水産試験場・網走水産試験場(2021) マガレイ(石狩湾以北日本海～オホーツク海海域). 2021年度水産資源管理会議評価書, 北海道立総合研究機構水産研究本部

Goto, Y., A. Wada, N. Hoshino, T. Takashima, M. Mitsuhashi, K. Hattori, and O. Yamamura (2017) Diets of Steller sea lions off the coast of Hokkaido, Japan: An inter decadal and geographic comparison. *Mar. Ecol.*, **38**(6), e12477.

星野 昇 (2003) 道北日本海沿岸におけるマガレイ産卵群の資源構造. 北水試だより, **60**, 15-19.

加賀吉栄・菅間慧一 (1965) 石狩湾におけるマガレイの生活とその資源. 北水試月報, **22**, 50-57.

下田和孝・板谷和彦・室岡瑞恵 (2006) 北海道北部産マガレイ耳石輪紋径に基づく「育ち群」判別, 第1報 漁獲物の1~3歳における「育ち群」. 北水試研報, **71**, 55-62.

- 菅間慧一 (1967) 北部日本海のマガレイの生活について. 北水試月報, **24**, 57-78.
- 水産庁研究部 (1986) 底びき網漁業資源. ブループリント, 234 pp.
- 渡野邊雅道 (2003) マガレイ. 「新北のさかなたち」水島敏博・鳥澤雅監修, 北海道新聞社, 北海道, 272-277.

(執筆者：千葉 悟、石野光弘、境 磨、濱津友紀)

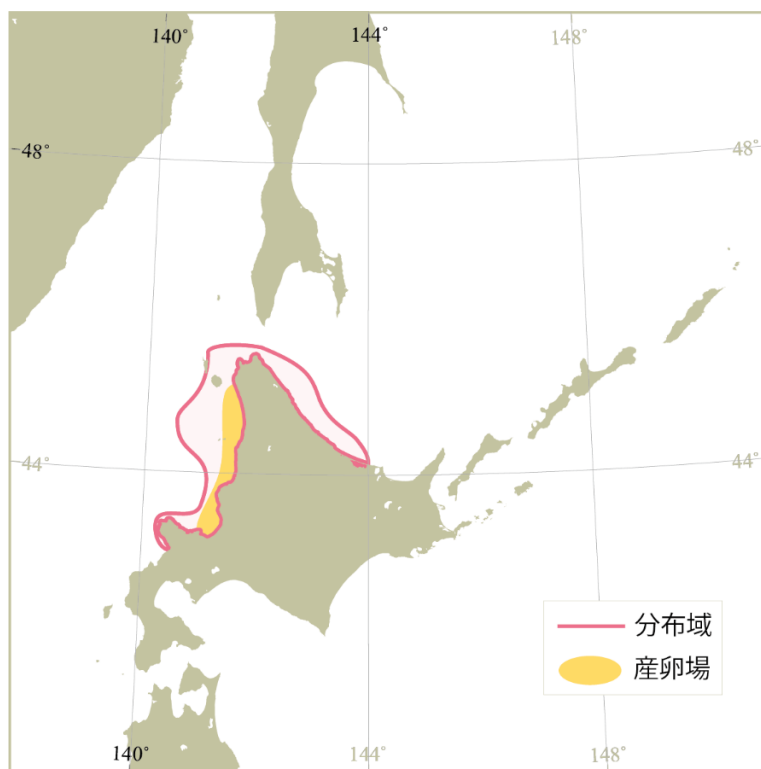


図1. マガレイ北海道北部系群の分布

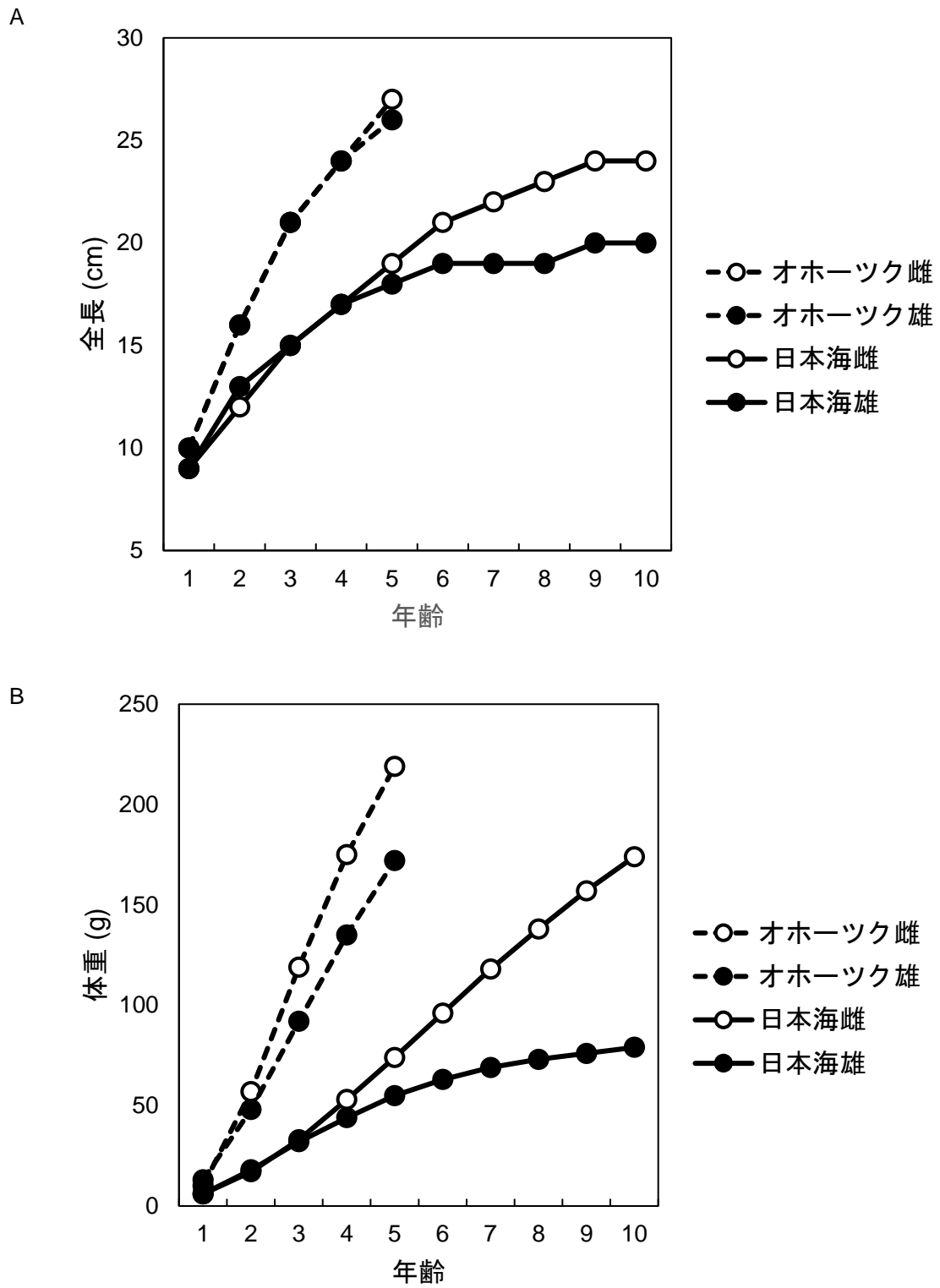


図2. マガレイ北海道北部系群の成長 A: 全長、B: 体重 (数値は中央・稚内・網走水産試験場 (2021)より引用)

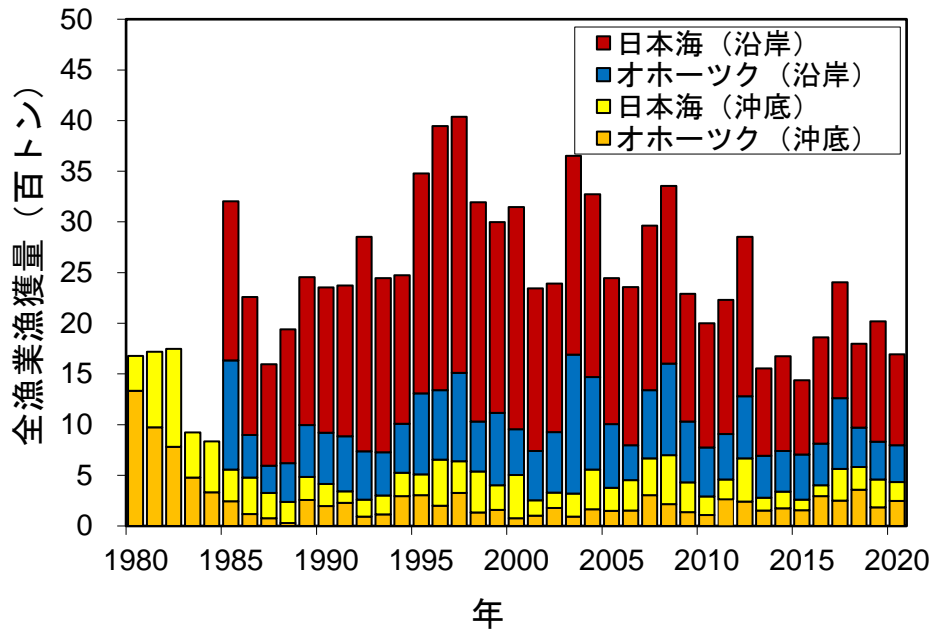


図3. マガレイ北海道北部系群の漁獲量 (1984年以前の沿岸漁業漁獲量は未集計)

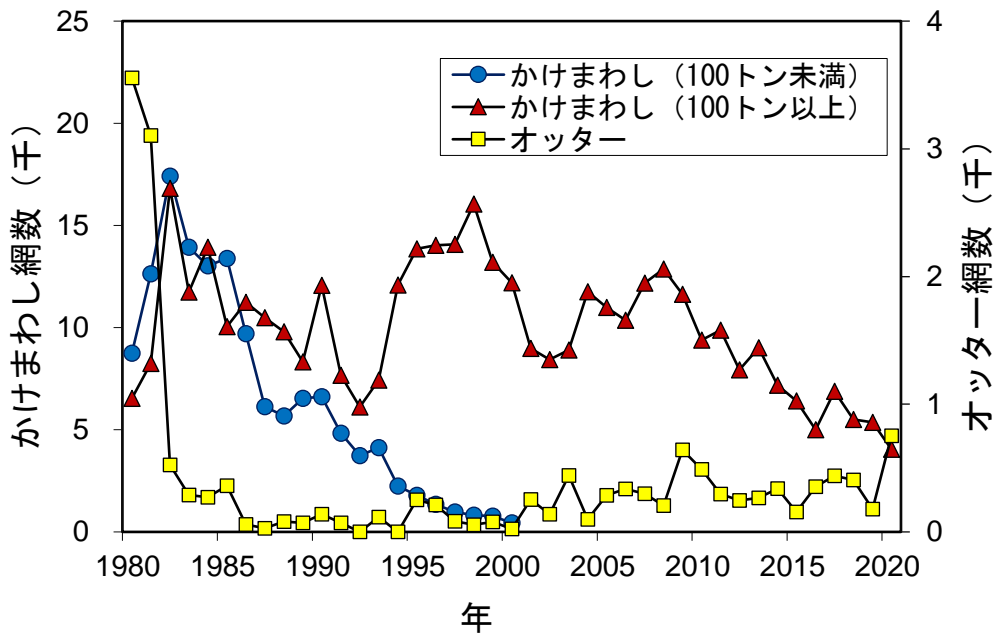


図4. マガレイ北海道北部系群に対する沖底の漁獲努力量 (有漁網数)

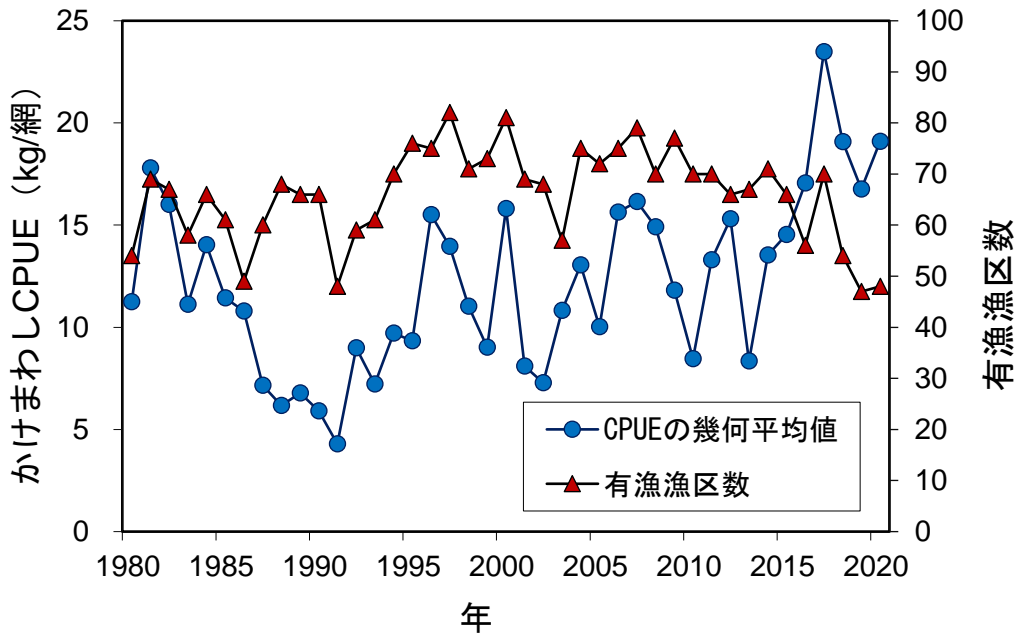


図5. 沖底（100トン以上かけまわし、普通操業のみ）のCPUEおよび有漁漁区数

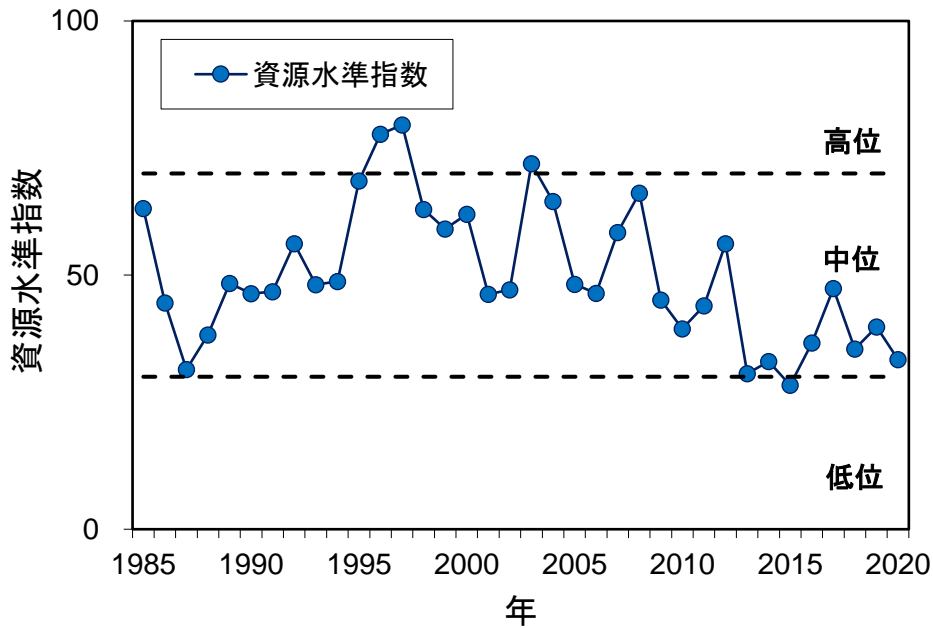


図6. 資源水準指数（1985～2020年における沖底と沿岸漁業を合わせた漁獲量の平均値を50とした）
70以上が高位水準、30以上70未満が中位水準、30未満が低位水準である。

表 1. マガレイ北海道北部系群の漁業種類別漁獲動向

年	沖底 漁獲量 (トン)	沿岸 漁獲量 (トン)	総計 漁獲量 (トン)	沖底 100トン以上かけまわし		
				漁獲量 (トン)	努力量 (網)*1	CPUE (kg/網)*2
1980	1,678			199	6,532	11.2
1981	1,717			366	8,243	17.8
1982	1,749			685	16,824	16.0
1983	924			307	11,739	11.1
1984	834			367	13,926	14.0
1985	557	2,646	3,204	201	10,051	11.4
1986	477	1,782	2,259	285	11,233	10.8
1987	325	1,271	1,596	202	10,484	7.2
1988	238	1,702	1,940	143	9,793	6.2
1989	485	1,970	2,455	156	8,318	6.8
1990	415	1,939	2,354	190	12,077	5.9
1991	342	2,030	2,372	86	7,665	4.3
1992	260	2,592	2,852	154	6,108	9.0
1993	300	2,144	2,444	143	7,435	7.2
1994	527	1,947	2,473	416	12,083	9.7
1995	510	2,969	3,479	488	13,850	9.3
1996	656	3,290	3,946	614	14,030	15.5
1997	640	3,397	4,037	629	14,068	14.0
1998	539	2,655	3,194	532	16,045	11.0
1999	402	2,595	2,997	395	13,192	9.0
2000	502	2,643	3,145	494	12,198	15.8
2001	253	2,093	2,346	252	8,989	8.1
2002	329	2,063	2,391	328	8,433	7.3
2003	321	3,330	3,651	308	8,900	10.8
2004	558	2,715	3,273	552	11,755	13.1
2005	378	2,067	2,445	366	10,989	10.0
2006	452	1,904	2,357	435	10,368	15.6
2007	666	2,299	2,965	642	12,174	16.2
2008	698	2,658	3,356	678	12,865	14.9
2009	429	1,861	2,290	417	11,636	11.8
2010	291	1,711	2,002	246	9,389	8.5
2011	458	1,773	2,231	412	9,872	13.3
2012	668	2,184	2,852	588	7,931	15.3
2013	280	1,273	1,553	264	9,012	8.4

表 1. マガレイ北海道北部系群の漁業種類別漁獲動向（つづき）

年	沖底 漁獲量 (トン)	沿岸 漁獲量 (トン)	総計 漁獲量 (トン)	沖底 100トン以上かけまわし		
				漁獲量 (トン)	努力量 (網)*1	CPUE (kg/網)*2
2014	339	1,337	1,676	335	7,175	13.5
2015	259	1,225	1,484	257	6,411	14.5
2016	402	1,460	1,862	398	5,007	17.1
2017	561	1,843	2,404	548	6,877	23.5
2018	584	1,215	1,799	584	5,511	19.1
2019	458	1,561	2,019	458	5,361	16.8
2020	433	1,261	1,694	432	4,043	19.1

2020年の漁獲量は暫定値。1984年以前の沿岸漁業漁獲量は未集計。

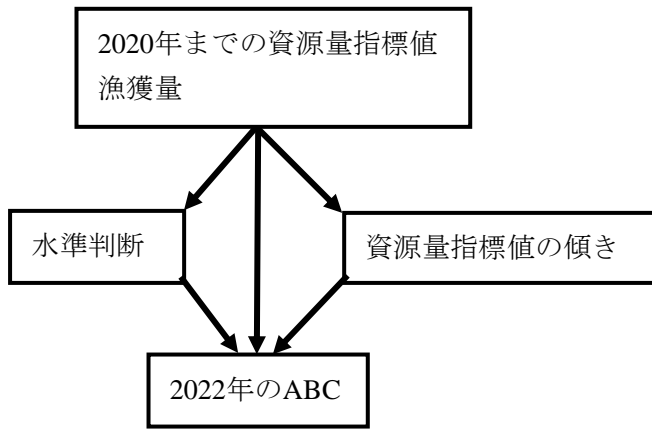
沖底の集計範囲は中海区北海道日本海および中海区オコック沿岸（ロシア水域を除く）、沿岸漁業の集計範囲は積丹からウトロまで。

2015年以降は一部の試験操業を通常操業とみなした。

*1：月別船別漁区別データに基づくかけまわし（100トン以上、普通操業）の有漁網数。

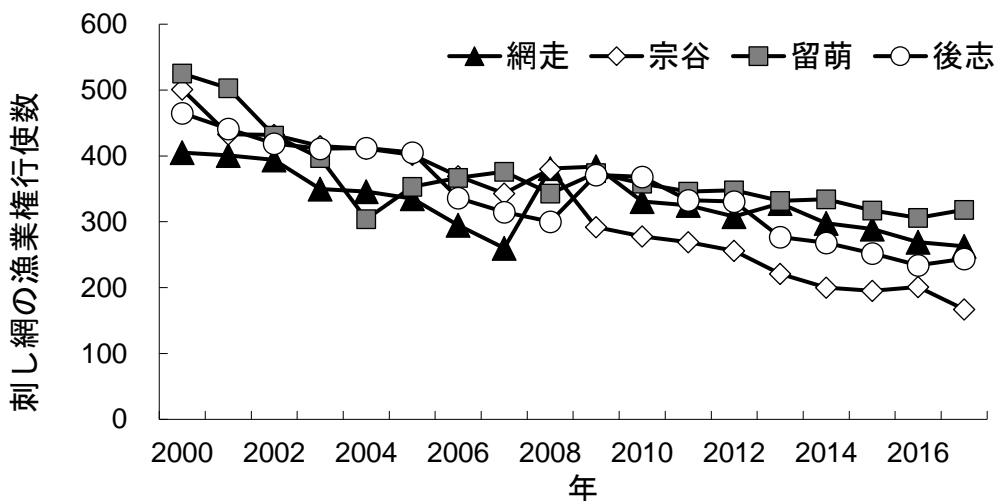
*2：かけまわし（100トン以上、普通操業）の有漁操業データでの月別船別漁区別 CPUE の幾何平均値。

補足資料 1 資源評価の流れ

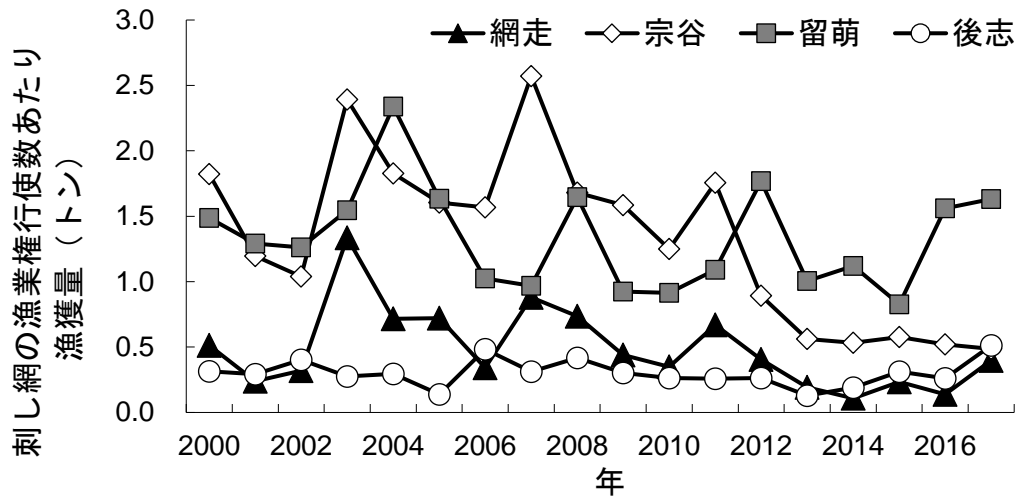


補足資料 2 沿岸漁業の漁業権行使数の推移

沿岸漁業の漁獲努力量の参考として、各振興局でとりまとめられている第二種共同漁業権に属する刺し網漁業の漁業権行使数の推移を補足図 2-1 に示した。漁業種類については、本系群を主に漁獲する「かれい刺し網」を対象とした。年については現時点で複数の地域で連続してデータが比較できる 2000～2017 年を対象とし、地域は網走、宗谷、留萌、後志振興局を対象とした。なお集計時期は地域や年によっては 1～12 月の年集計でない場合もあるが、月ごとの分離や再集計はできないため、ここでは各年度資料に掲載されている値を各年の代表値とみなし、図の横軸は年で統一した。これらの漁業権行使数は長期的にみてもいずれも減少傾向にある。一方、各振興局の同漁業によるマガレイの漁獲量（年集計）をこの漁業権行使数で割った値は、地域によって傾向が若干異なるものの、長期的には概ね横ばいで推移している（補足図 2-2）。



補足図 2-1. 刺し網漁業の漁業権行使数の推移 網走は外海、サロマ湖、33-35 号の計、留萌と後志（積丹以東）は単有、共有の計。数値は各振興局発行「オホーツクの水産」「宗谷の水産」「留萌の水産」「後志総合振興局管内水産統計資料」の各年度資料およびその先行資料より得た。



補足図 2-2. 刺し網漁業の漁業権行使数あたりのマガレイ漁獲量の推移

補足資料 3 マガレイ北海道北部系群の CPUE 標準化について

北海道を根拠とする沖合底びき網漁業（100 トン以上のかけまわし漁法、以下沖底かけまわし）における CPUE（1 網あたりの漁獲量）の標準化について検討を行った。現在の資源評価では、当該漁業の月別漁区別船別魚種別の漁獲量および網数から算出した有漁 CPUE の幾何平均値（補足図 3-1）を短期的な資源動向の指標値に用いているが、そのトレンドは沿岸漁業を含む本資源の総漁獲量（図 3）や、中央水産試験場・稚内水産試験場・網走水産試験場（2021）による資源量トレンドの推定結果（補足資料 4）とあまり整合的ではない。

そこで本年度は、現実の資源状態をより反映した資源量指標値を得ることを目的として CPUE の標準化の検討を進めた。使用したデータは北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書で日別船別漁区別魚種別の漁獲量および網数が記録されている。マガレイは主に沿岸漁業で漁獲されるが漁獲努力量の把握が難しい。一方、沖底かけまわしは本資源の漁獲量に占める割合が 2 割程度と低いが、広範囲に努力量が分布していることに加えて、上記の漁獲成績報告書によって努力量等の把握が可能である。また、マガレイは沖底で漁獲されるカレイ類などの混獲魚のなかでも単価が比較的高いことから少量の漁獲でも陸揚げされることで、他の混獲種よりも CPUE が過小な方向に偏る可能性があるなど、操業戦略による影響があると予想され、標準化 CPUE ではその影響を取り除く必要がある。本解析では、操業戦略のひとつである「狙い」の効果を標準化する方法のひとつである Winker et al. (2013) の方法に従って、漁獲物組成データの主成分分析から得られた連続的な主成分スコアを、一般化加法モデル (GAM) の枠組みの中で非線形予測子として使用する Direct Principal Component (DPC) モデルによる CPUE の標準化を検討した。CPUE 標準化にはデルタ型二段階法を用いた。これは有漁となる確率を予測するモデルと有漁となる場合の対数 CPUE を予測するモデルのふたつを別々に解析する手法である。有漁確率モデルの誤差分布には二項分布を、有漁 CPUE モデルには対数正規分布を仮定した。目的変数を予測する説明変数として、年 (Year)・月 (Month)・海域 (Area) とこれらの 1 次交互作用項および非線形予測子として第 1 から第 3 主成分スコア (PC1、PC2、PC3) を用いた。AIC による総当たり法によって下記のフルモデルが最終的に選択された。

[有漁確率モデル] : $\text{positive rate} \sim \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + s(\text{PC1}, \text{PC2}, \text{PC3}) + \text{Year}:$
 $\text{Month} + \text{Year} : \text{Area} + \text{Month} : \text{Area} + \text{error term}$

[有漁 CPUE モデル] : $\log(\text{CPUE}) \sim \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + s(\text{PC1}, \text{PC2}, \text{PC3}) + \text{Year}:$
 $\text{Month} + \text{Year} : \text{Area} + \text{Month} : \text{Area} + \text{error term}$

なお、海域の定義は別途マガレイの漁獲情報を用いた主成分分析に基づいて区分した海域を使用した。

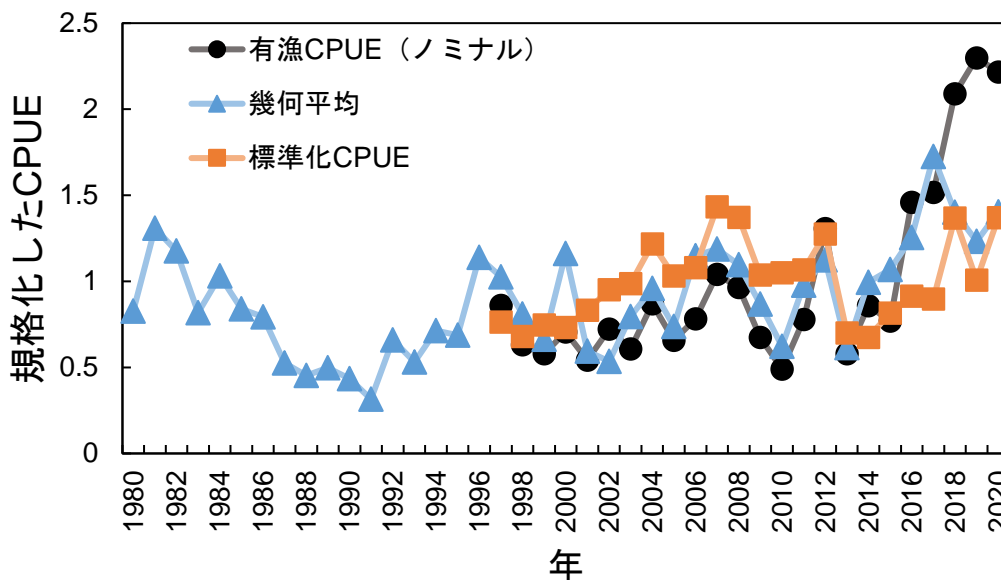
両モデルにおいて、逸脱残差とその期待値は大きく異ならず、残差の正規性に関しても問題は見られなかった（補足図 3-2）。これを標準化モデルとして、組み合わせ計算 (Expand grid) から推定された有漁確率と有漁 CPUE を掛け合わせ、年と月ごとに平均し、海区ごとに有漁漁区数で重み付け平均することで標準化 CPUE を算出した。補足図 3-1 に有漁 CPUE の算術平均値 (ノミナル)、今回の手法による標準化 CPUE、現在の資源評価で使用

している月別データに基づく有漁 CPUE の幾何平均値をそれぞれ平均値で除すことで規格化して得た年トレンドを示した。また、ブートストラップ法による 300 回データリサンプリングと最終モデルによる標準化 CPUE の反復計算により 95%信頼区間を算出した(補足図 3-3)。詳細は別途説明文書 (FRA-SA2021-RC09-1101) に示す。今後、より現実に即した資源量指標値を得るためには狙い操業のほかにも漁獲効率に影響するような操業戦略の変化を考慮した標準化を検討していく必要がある。

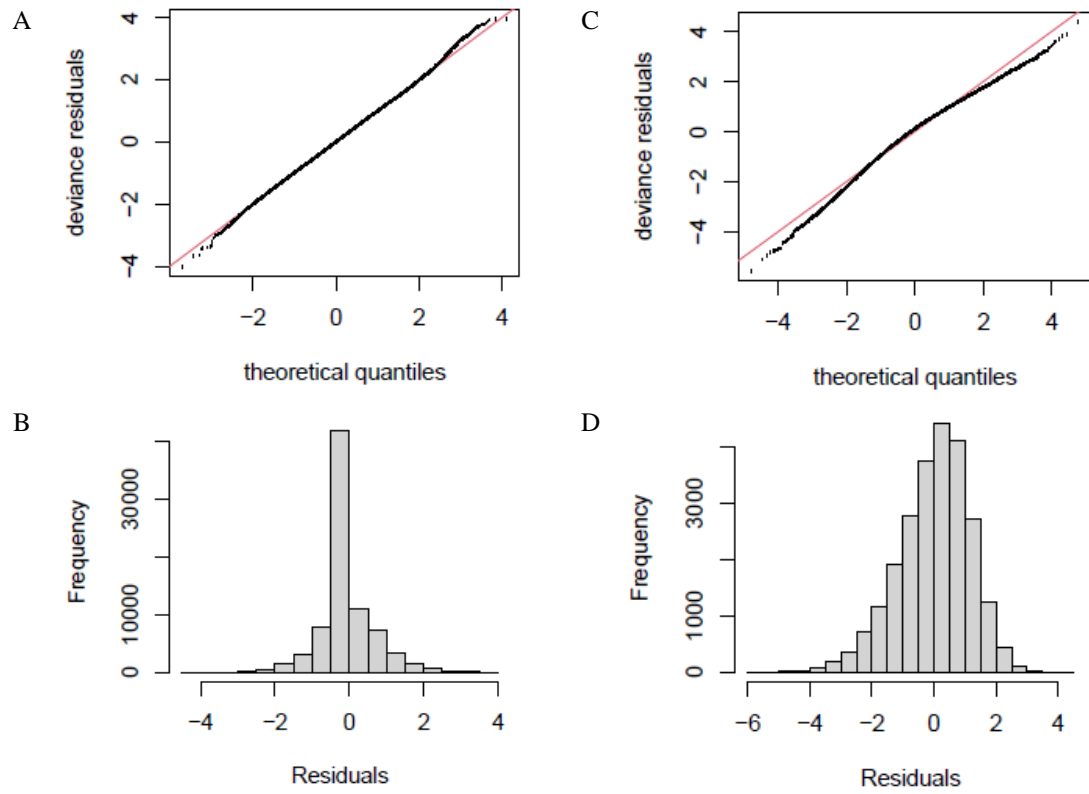
引用文献

中央・稚内・網走水産試験場 (2021) マガレイ(石狩湾以北日本海～オホーツク海海域). 2021 年度水産資源管理会議評価書, 北海道立総合研究機構水産研究本部

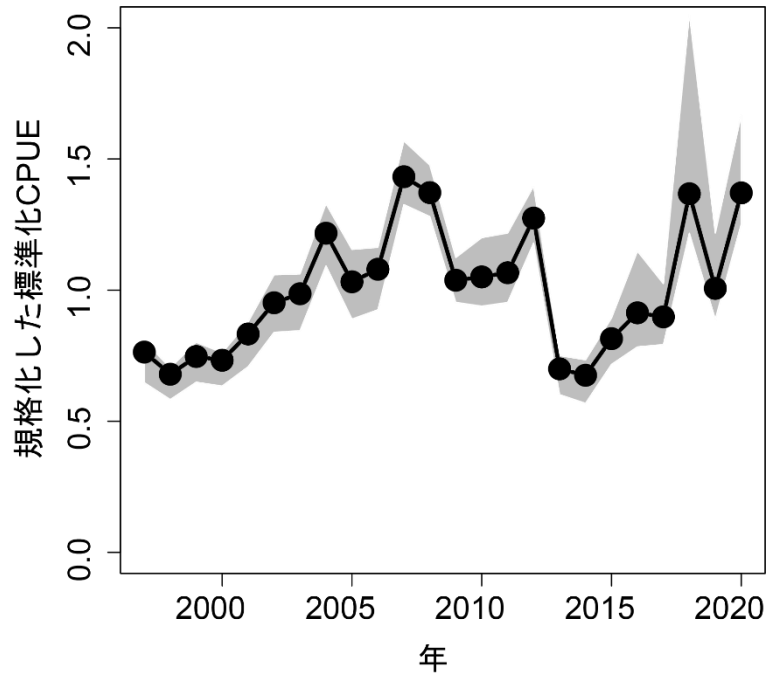
Winker, H., SE. Kerwath, CG. Attwood (2013) Comparison of two approaches to standardize catch-per-unit-effort for targeting behaviour in a multispecies hand-line fishery. Fish. Res., **139**, 118-131.



補足図 3-1. 有漁 CPUE (ノミナル) の算術平均値、有漁 CPUE の幾何平均値および標準化 CPUE の比較 幾何平均値は月別データに基づく。それぞれ 1996~2020 年の平均値で規格化した。



補足図 3-2. 有漁確率モデルの QQ プロット (A) と残差のヒストグラム (B)、CPUE モデルの QQ プロット (C) と残差のヒストグラム (D)

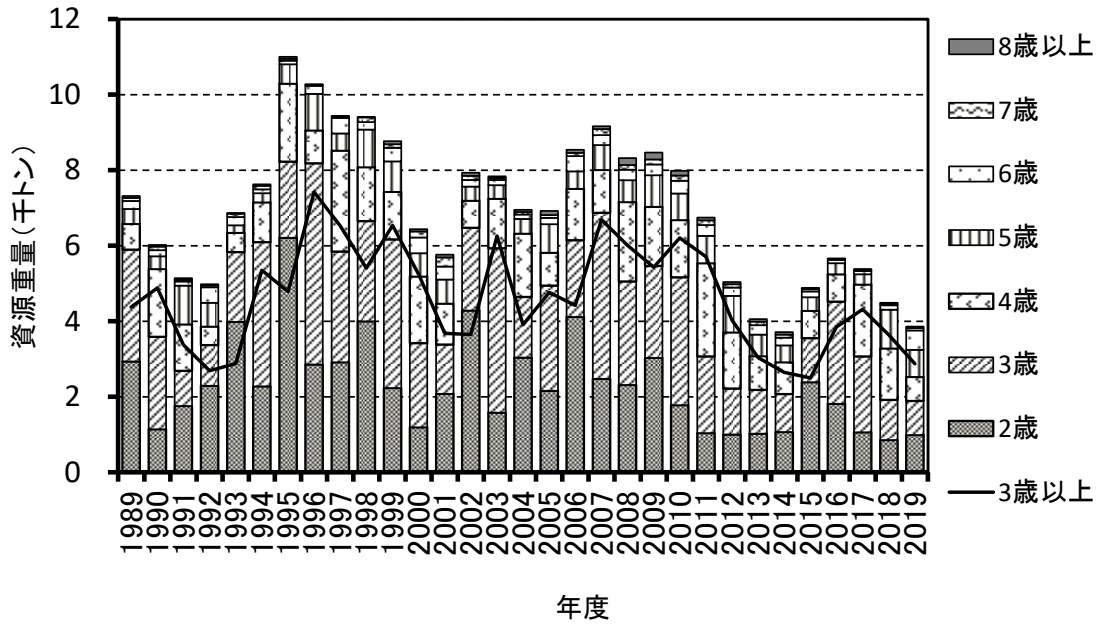


補足図 3-3. 標準化 CPUE と 95%信頼区間

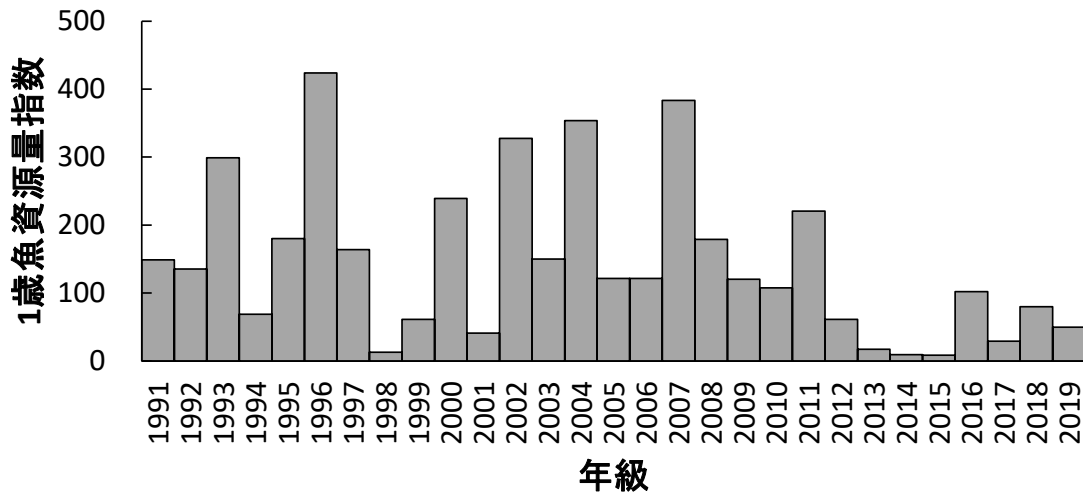
補足資料4 マガレイ(石狩湾以北日本海～オホーツク海)について中央水試・稚内水試・網走水試が実施した Pope の近似式を用いたコホート解析の結果(中央水産試験場・稚内水産試験場・網走水産試験場 2021)より引用

引用文献

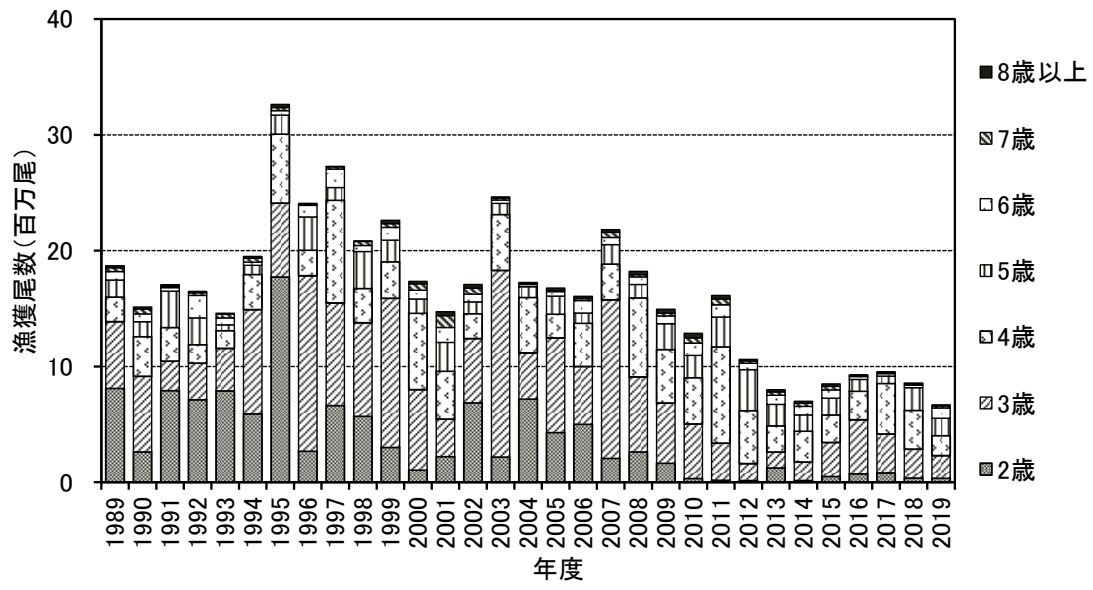
中央・稚内・網走水産試験場(2021) マガレイ(石狩湾以北日本海～オホーツク海海域). 2021年度水産資源管理会議評価書, 北海道立総合研究機構水産研究本部



補足図 4-1. マガレイの育ち群を考慮した年齢別資源重量(年度は7月1日から6月30日の漁期年)



補足図 4-2. マガレイの幼魚(1歳)魚資源量指数の推移



補足図 4-3. マガレイの年齢別漁獲尾数