

令和 3（2021）年度マガレイ日本海系群の資源評価

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：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所

要 約

本系群の資源状況を漁獲量の推移により評価した。漁獲量は 1994 年に 787 トンとなった後に減少し、1998～2008 年までは 300 トン前後で推移した。2011 年以降減少傾向を示し、2020 年の漁獲量は過去最低の 78 トンであった。

以上を勘案し、現在の資源水準は低位、動向は直近 5 年間（2016～2020 年）の漁獲量の推移から減少と判断した。ABC 算定のための基本規則 2-2) に基づき、資源水準に合わせて漁獲を行うことを管理方策として 2022 年の ABC を算出した。

管理基準	Target / Limit	2022 年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値
0.7・Cave 3-yr・0.87	Target	60	—	—
	Limit	70	—	—

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、管理基準の下でより安定的な資源の増加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。Cave 3-yr は直近 3 年間（2018～2020 年）の平均漁獲量である。ABC の値は 10 トン未満を四捨五入した。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2016	—	—	155	—	—
2017	—	—	122	—	—
2018	—	—	136	—	—
2019	—	—	124	—	—
2020	—	—	78	—	—

水準：低位 動向：減少

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・CPUE・漁獲努力量	漁業種類別漁獲量(青森～新潟(4)県) 沖合底びき網漁獲成績報告書(水産庁) 小型底びき網漁獲成績報告書(秋田県、山形県、水研) 板びき網出漁隻数(新潟県)
年別・年齢別漁獲尾数 (新潟県主要3港)	主要港漁獲量(新潟県) 体長組成調査(新潟県) ・市場測定 体長一年齢調査(新潟県) ・精密測定
2020年加入量(0～2歳魚)	加入量調査(新潟県) 日本海北部底魚資源調査(水研)

1. まえがき

本系群は、沿岸域で主に底びき網と刺し網によって漁獲され、その漁獲量は近年低い水準にある。水産庁は、平成15(2003)年度から資源状態が悪化した魚種に対して、資源の回復を目指した「資源回復計画」を実施した。本種はその対象魚種となり、漁獲努力量の削減等の対策が講じられてきた。同計画は平成23(2011)年度で終了したが、実施されていた措置の多くは、平成24(2012)年度以降、新たな枠組みである「資源管理指針・計画」の下、継続して実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マガレイは対馬海峡から間宮海峡北部までの日本海沿岸各地、北海道、南千島、サハリン海域、本州の太平洋側から九州まで広く分布する。本系群の主分布域は新潟県から青森県(図1)で、主に水深200m以浅、水温5～12℃の砂質、砂泥質の海底に棲息する。成長および季節によって深淺移動を行う。

(2) 年齢・成長

年齢と体長の関係については、大西(2009)による新潟県北部海域(図2)および伊藤ほか(2015)による青森県沖日本海での報告がある。

両海域における成長式はそれぞれ

$$\text{新潟県：雄 } L=171.0(1-e^{-0.430(t+0.132)}) \quad \text{雌 } L=236.5(1-e^{-0.289(t+0.117)})$$

$$\text{青森県：雄 } L=197.3(1-e^{-0.551(t+0.049)}) \quad \text{雌 } L=261.2(1-e^{-0.370(t+0.080)})$$

であり(Lは4月1日を年齢起算日とした場合のt歳時の標準体長mm)、海域間の成長差が大きい。雌雄ともに青森県沖日本海での成長が速く、また、極限体長も大きい。寿命は雌で10歳、雄で7歳とされている(新潟県水産試験場1986)。

(3) 成熟・産卵

本種の産卵期は、青森県沖日本海では2～4月（伊藤ほか 2015）、新潟県沿岸では2～5月（盛期は3～4月）とされている（富永ほか 1991）。新潟県沿岸における産卵場は水深50～90m付近で、分離浮遊卵を産出する（富永ほか 1991）。雌は3歳で約70%、4歳で全ての個体が成熟する（加藤 1992）。雄の成熟は2歳から3歳とされる。成熟個体の体長は、雄で14cm以上、雌で16cm以上である（富永ほか 1991）。

(4) 被捕食関係

マガレイの主要な餌料生物は多毛類で、その他には二枚貝、小型甲殻類なども摂食する（富永・梨田 1991）。被食については不明である。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群（青森県～新潟県）は、沖合底びき網（以下、「沖底」という）、小型底びき網（板びき網およびかけまわし漁を含む、以下、「小底」という）、刺し網および定置網によって漁獲される（図3）。新潟県では板びき網、青森県では定置網の一種である底建網による漁獲割合がそれぞれ高い。刺し網および定置網による漁獲は産卵期である2～4月に集中しており、底びき網による漁獲は5～6月と9～10月に多い。漁業種類別の漁獲割合は、板びき網は20～30%で推移してきたものの2016年以降は20%以下に減少し、沖底で10%前後、その他の底びき網（小底など）と刺し網がそれぞれ20～30%台である。2020年の漁獲割合は、底びき網全体が46%、刺し網が29%である（図3）。なお、現在、各県で全長13～17cm未満の出荷あるいは採捕制限が行われている。

(2) 漁獲量の推移

マガレイは農林統計の全国集計対象種ではなく、青森県から新潟県の4県全ての漁獲量が計上されたのは1993年以降に限られる。それ以前は青森県以外の3県のデータに限られ、各県の漁獲量の推移（図4）をみると、新潟県の占める割合が高いこと、1986年にみられる漁獲のピーク（3県合計で1,103トン）では、新潟県以外の県でも極めて漁獲量が多かったことが認められる。

1993年以降、漁獲量は1994年の787トンを最高に1998年から2008年までほぼ300トン前後で推移した（図3、4）。2012年以降は減少傾向を示し、2020年の漁獲量は過去最低の78トンであった（図4、表1）。また、2020年の県別の漁獲割合は、青森県19%、秋田県28%、山形県31%、新潟県23%であり、秋田県と山形県が新潟県より高い値を示した。

(3) 漁獲努力量

底びき網の漁獲努力量として、本系群の総漁獲量の10～30%を占める新潟県北部の板びき網における漁獲量と出漁隻数（隻・日、新潟県調べ、主要4港である山北、岩船、新潟、二見の集計）を図5a及び図5bに、本系群の総漁獲量の約10%を占める沖底の有効漁獲努力量（日本海北区計、補足資料2）を図6dに示す。また、本系群の総漁獲量の約15%を占めるかけまわしにおける網数（マガレイの漁獲があった操業日を対象とした網数の合計）

を県別（秋田県・山形県・新潟県）に図 7a に示した。これら板びき網、沖底およびかけまわしにおける漁獲努力量を表 2 に示した。

板びき網における出漁隻数は、1986 年の 13,578 隻をピークに減少し、2020 年では 2,452 隻となり、ピーク時の 18% と過去最低になった（図 5b）。

秋田県北部から青森県にかけての男鹿北部における漁獲が主体となる沖底（漁区別を含む漁獲量と有漁漁区数の経年変化は、それぞれ図 6a、6b を参照。有漁漁区数とは対象魚種が漁獲された農林漁区の数を示す）について、沖底全体の有効漁獲努力量は、1980 年の 38,545 回をピークに 2005 年の 7,866 回まで急激に減少したが、その後はやや増加し、2011 年までは 10,974~16,278 回の範囲で推移した（図 6d）。2012 年には、男鹿北部の値が前年である 2011 年の半分以下となり、合計値も 1979 年以降の最低値だった 7,522 回を示した。その後僅かに増加したものの、2020 年は過去最低の 6,838 回となった。

かけまわしの網数は、県によって異なる傾向が認められるものの、全体的には減少している（図 7a）。秋田県では 2008 年の 7,536 網から減少し、2020 年には過去最も低い 875 網となった。山形県では 2009 年以降 4,000~6,300 網の間で推移しており、2020 年には 4,911 網だった。新潟県では、2014 年以降に顕著な減少傾向を示しており、2019 年はやや増加したものの、2020 年は 1,252 網と過去最低となった。

以上のように、参照する指標により若干の相違はあるものの、本系群に対する主要な漁法である底びき網の漁獲努力量は、長期的には減少傾向にあり、また短期的にも横ばいもしくは減少傾向にあった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本系群の主漁法である新潟県北部の板びき網および男鹿北部を中心とする沖底において、漁獲努力量は低い水準にある。ただし、本種はいずれの漁法において必ずしも主対象魚種ではなく、実質的な漁獲努力量の把握は困難である。そこで、青森県、秋田県、山形県および新潟県の 4 県が集計した漁獲量の経年変化に基づき資源の水準・動向を判断した（補足資料 1）。その妥当性を判断する参考として、新潟県板びき網、沖底、かけまわしに関する資源量指標値を求めた。また、新潟県北部海域と青森県日本海沿岸を対象に算出された年齢別漁獲尾数を用いて、日本海系群全体の資源量等を試算した（補足資料 3）。

(2) 資源量指標値の推移

上記のとおり、本種に対する実質的な漁獲努力量を把握できないため、資源量の適切な指標値を見出すことができない。ここでは、後述する水準・動向の妥当性を判断する際の参考として、いくつかの漁業種類に関する資源量指標値の傾向を述べる（表 2）。

新潟県の主要 4 港（山北・岩船・新潟・二見）における板びき網の出漁隻数に基づく 1984 年以降の単位努力量当たり漁獲量（漁獲量（kg/隻、図 5c、以下、「CPUE」という）は、1980 年代後半から 1990 年代半ばにかけては 10 kg/隻前半と比較的高い値を示したが、1990 年代後半から 2000 年代半ばにかけては 10 kg/隻を下回った。2006~2014 年は 11~17 kg/隻の高い値で推移したが、それ以降は減少傾向に転じ、2020 年には過去最低の 3.3 kg/隻だった。板びき網の CPUE と系群全体の漁獲動向は 1990 年代までは比較的よく一致していたもの

の、2000年代以後、両者が乖離することも多かった。しかし、2015年以降では漁獲動向と同様に低い水準にとどまった。

沖底による資源量指標値として、本種が沖底の主な漁獲対象種ではないこと、有漁漁区数が大きく変動していること（図 6b）から、資源密度指数（図 6c、日本海北区計、補足資料 2）を使用した。資源密度指数は、2005、2006年には3.4及び3.5と比較的高い水準にあったが、その後2前後で増減を繰り返しつつ、2020年では1.8となった。

かけまわしについて、2008年以降でのCPUE（漁獲量（kg）/網）の推移を図 7b に示した。秋田県では2~4 kg/網で推移し、2020年は1.8 kg/網と過去最低だった。山形県では、2013~2017年に6 kg/網から3 kg/網を下回り、2020年には過去最低の2.5 kg/網だった。新潟県では、2014年に3 kg/網台となったが、以後減少傾向を示し、2020年は過去最低の0.8 kg/網となった。

以上のように、2020年の板びき網のCPUEおよび沖底の資源密度指数は低い水準にとどまった。また、かけまわしの一網当たりの漁獲量は、秋田県、山形県および新潟県において過去最低であった。

(3) 資源の水準・動向

本系群では、系群全体で参照可能な漁獲統計は1993年以降に限られるものの、1971~1992年における青森県未集計分は全体の10%程度であると考えられるため、1971年以降の漁獲量の推移から資源の水準・動向を判断した（図 4）。資源水準は、1971~2020年の漁獲量の最大値に近い1,200 トンを三等分し、800 トンおよび400 トンをそれぞれ高位と中位、中位と低位の境界値とした。

2020年の漁獲量は78 トンであることから、水準は低位と判断した。また、直近5年間（2016~2020年）の漁獲量の推移から、動向は減少と判断した。なお、この動向は資源量指標値の推移と概ね一致した（図 5~7）。

(4) 今後の加入量の見積もり

新潟県水産海洋研究所による加入量調査で得られた情報を基に、新潟東港沖におけるマガレイ1歳魚の分布状況を調べた（補足資料 5）。1歳魚の分布密度は2015年級、2016年級でそれぞれ34尾/ha、41尾/haと比較的高かったが、その後減少に転じて2019年級は2尾/haと2017~2018年級に引き続き低かった。これにより、新潟県北部における2022年の漁獲対象資源は低い水準と見込まれた（補足資料 5）。また、水産資源研究所 水産資源研究センターが秋田県から新潟県の沿岸で行った6年間の調査でも、2019~2021年の1歳魚の分布密度は過去2年（2017~2018年）に対して減少していた（補足資料 6）。

5. 2022年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

漁獲量の推移により、資源水準は低位、動向は減少と判断された。

(2) ABCの算定

現在の資源水準に合わせて漁獲を行うことを管理方策と定め、ABC算定のための基本規

則 2-2)を適用し、次式により 2022 年 ABC を算定した。

$$ABClimit = \delta_2 \times Ct \times \gamma_2$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

$$\gamma_2 = (1+k (b/I))$$

ここで Ct は t 年の漁獲量、 δ_2 は資源水準によって変える係数、 γ_2 は漁獲量の変動を基に算定する係数、k は係数、b と I はそれぞれ漁獲量の傾きおよび平均値、 α は安全率である。本評価では Ct として直近 3 年間 (2018~2020 年) の平均漁獲量 113 トン (Cave 3-yr) を用いた。また、同期間の漁獲量から b (-28.65) と I (113) を求め、k は標準値の 0.5 として γ_2 (0.87) を算定した。さらに資源水準が低位と判断されたことから、 δ_2 は Ct として Cave 3-yr を用いた場合の低位水準での推奨値である 0.7 とし、ABClimit を算出した。さらに不確実性を加味した α を標準値の 0.8 として、ABCtarget を算出した。

管理基準	Target/ Limit	2022 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave 3-yr・0.87	Target	60	—	—
	Limit	70	—	—

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、管理基準の下でより安定的な資源の増加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。Cave 3-yr は 2018~2020 年の平均漁獲量である。ABC の値は 10 トン未満を四捨五入した。

(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
2020 年漁獲量確定値	2020 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 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2020 年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	90	70	
2020 年(2020 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	90	70	
2020 年(2021 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	90	70	78
2021 年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	90	70	
2021 年(2021 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.87	—	—	70	60	

2020 年の系群漁獲量が低かったため、 γ^2 を下方修正した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

現在、本系群に対しては、各県で全長 13~17 cm 未満の出荷あるいは採捕制限が行われている。しかし、本系群に対する主要な漁法である底びき網では、多くの魚種を対象とするため、単純な網目の拡大は困難であり、また再放流魚の生残に関しても不明である。新潟県沿岸では 2019~2020 年の加入が減少したことが見込まれている（補足資料 5）。資源を回復させるためには、漁獲対象資源の保護にいつそう努め、親魚を増加させることが望まれる。そのため、産卵期に漁獲が集中する刺し網、定置網も含めて、産卵期や産卵海域に着目した親魚の保護に努めることが求められる。

7. 引用文献

- 伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, **9**, 1-14.
- 加藤和範 (1992) 新潟県本州沿岸域におけるマガレイの資源生物学的研究. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報, **25**, 27-49.
- 新潟県水産試験場 (1986) マガレイ. 昭和 61 年度新潟県沿岸域漁業管理適正化方式開発調査報告書, 6-18.
- 大西健美 (2009) VPA を用いた新潟県北部海域におけるマガレイの資源評価. 新潟水海研報, **2**, 27-35.
- 富永 修・梨田一也 (1991) 新潟県北部沿岸域におけるマガレイと底生魚類の種間関係. 日水研報, **41**, 11-26.
- 富永 修・梨田一也・前田辰明・高橋豊美・加藤和範 (1991) 新潟県北部沿岸域におけるマガレイ成魚群の生活年周期と分布. 日水誌, **57**, 2023-2031.

(執筆者：白川北斗、飯田真也、藤原邦浩、八木佑太、井関智明)

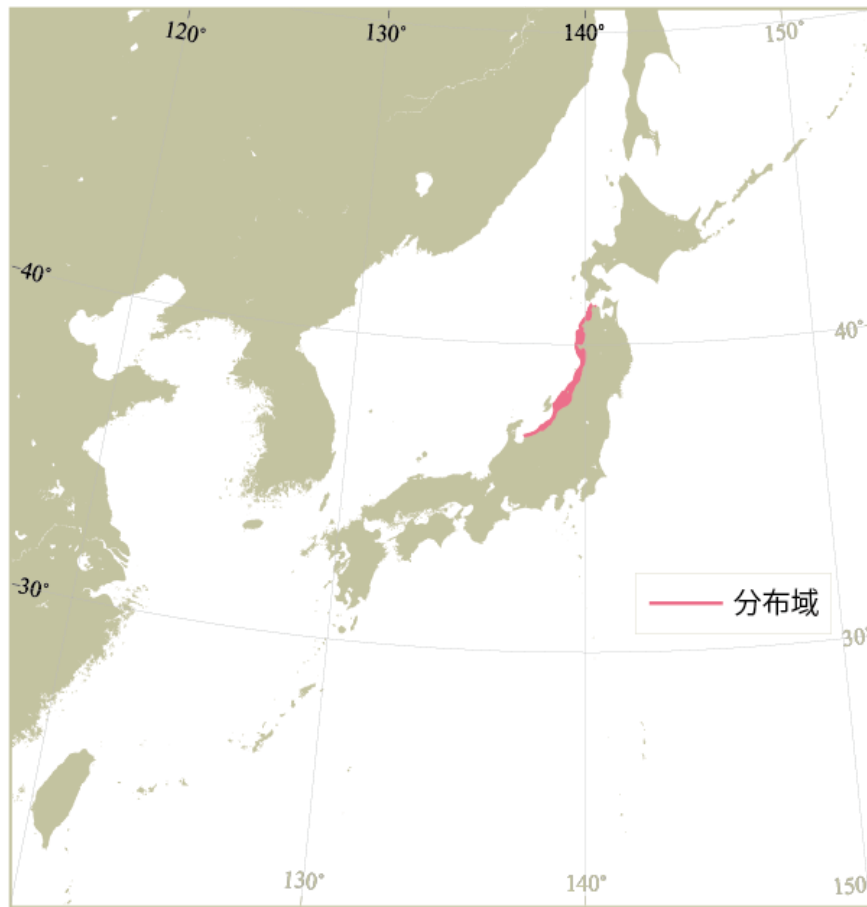


図1. マガレイ日本海系群の分布域

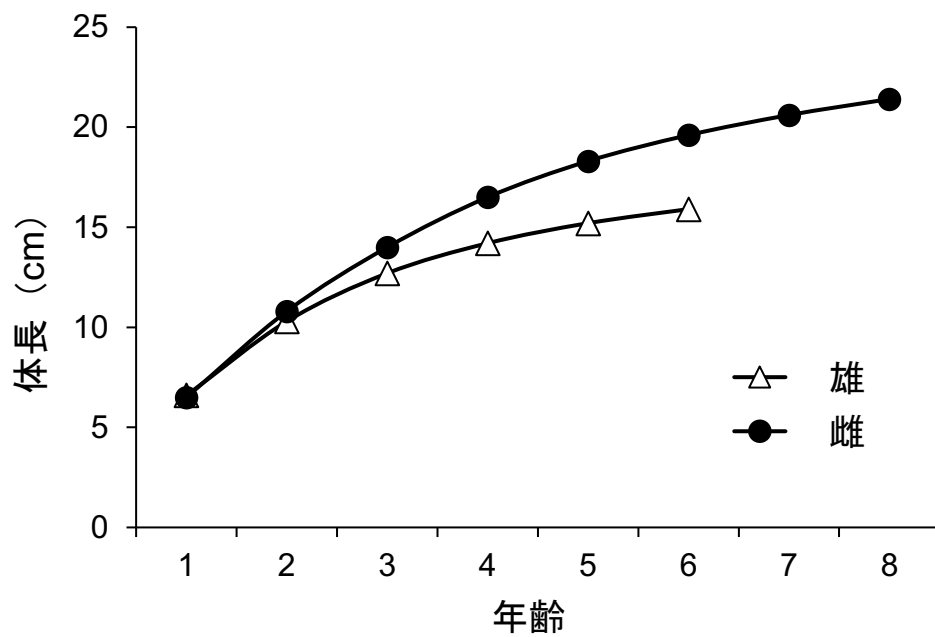


図2. 年齢と体長の関係 (大西 2009)

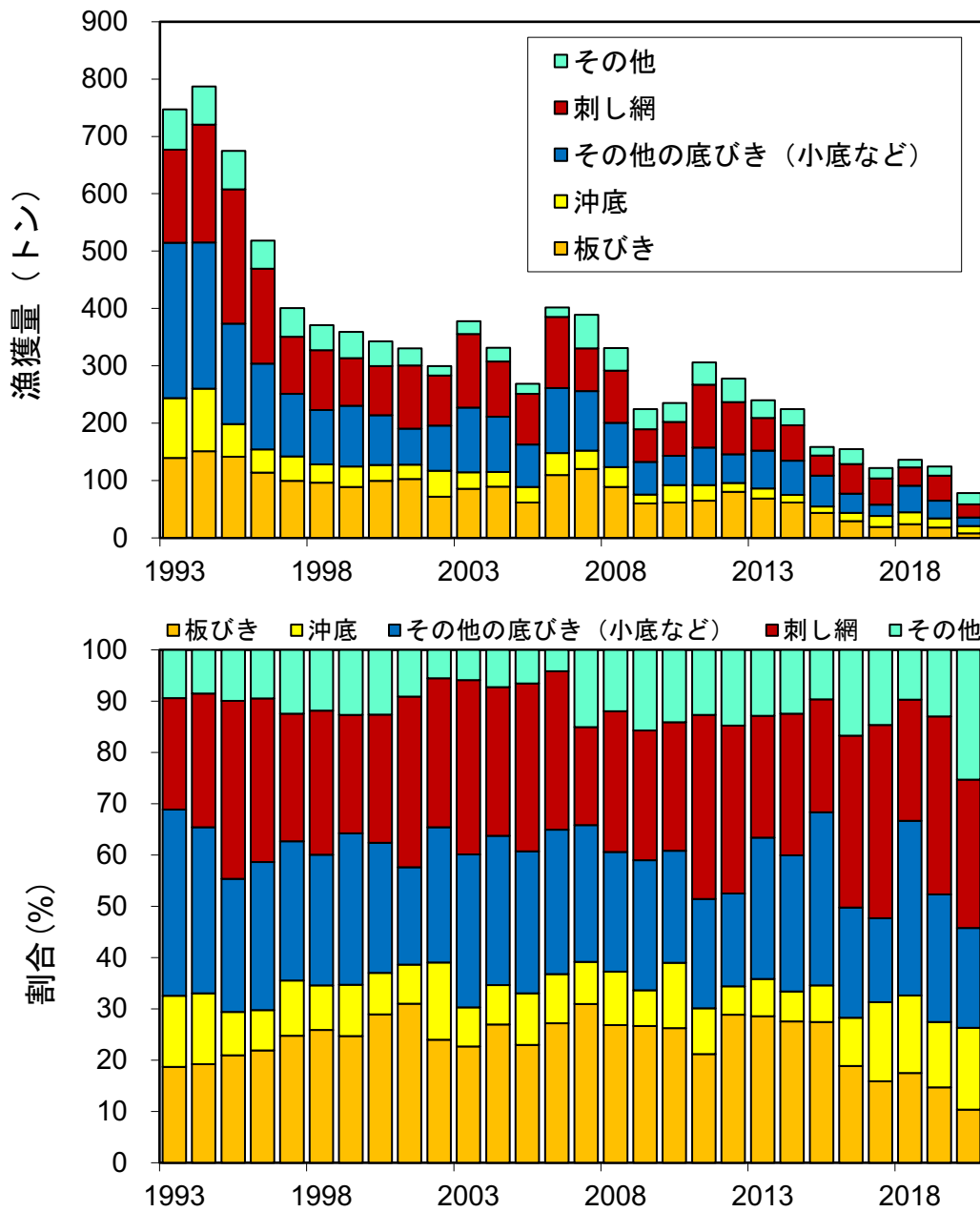


図3. 漁業種類別の漁獲量（上図）と割合（下図）の推移

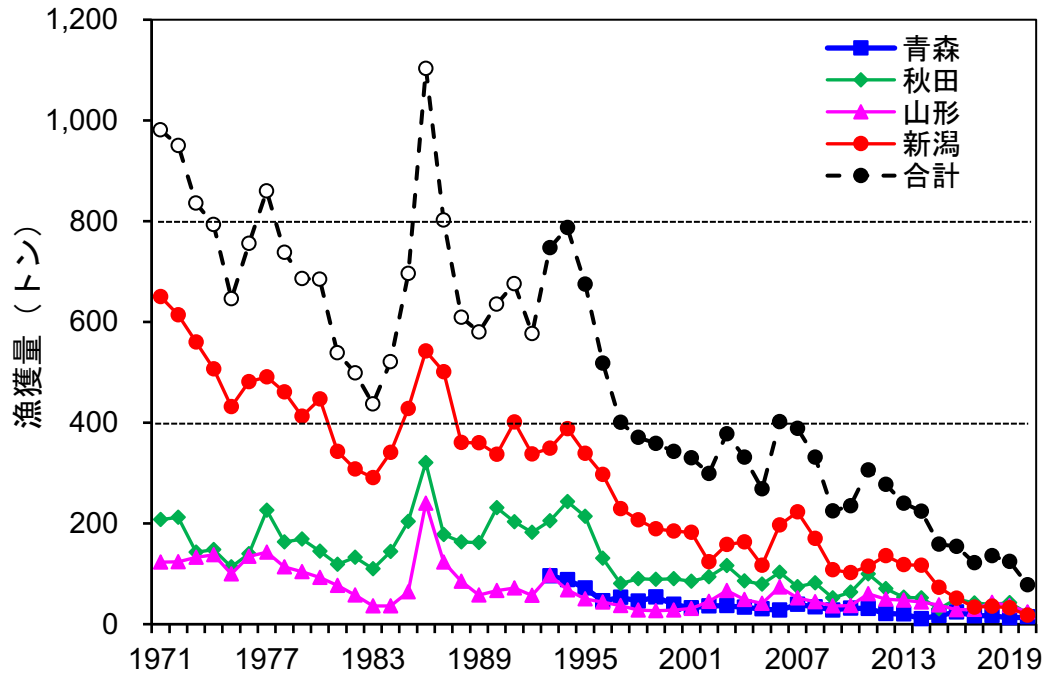


図4. マガレイ日本海系群の県別と合計漁獲量の推移

合計漁獲量で4県のデータが利用できるのは1993年以降である（青森県を除く3県の合計値となる1992年以前は白丸で表示）。漁獲量800トンおよび400トンにおける破線はそれぞれ中位の資源水準の上限及び下限を示す。

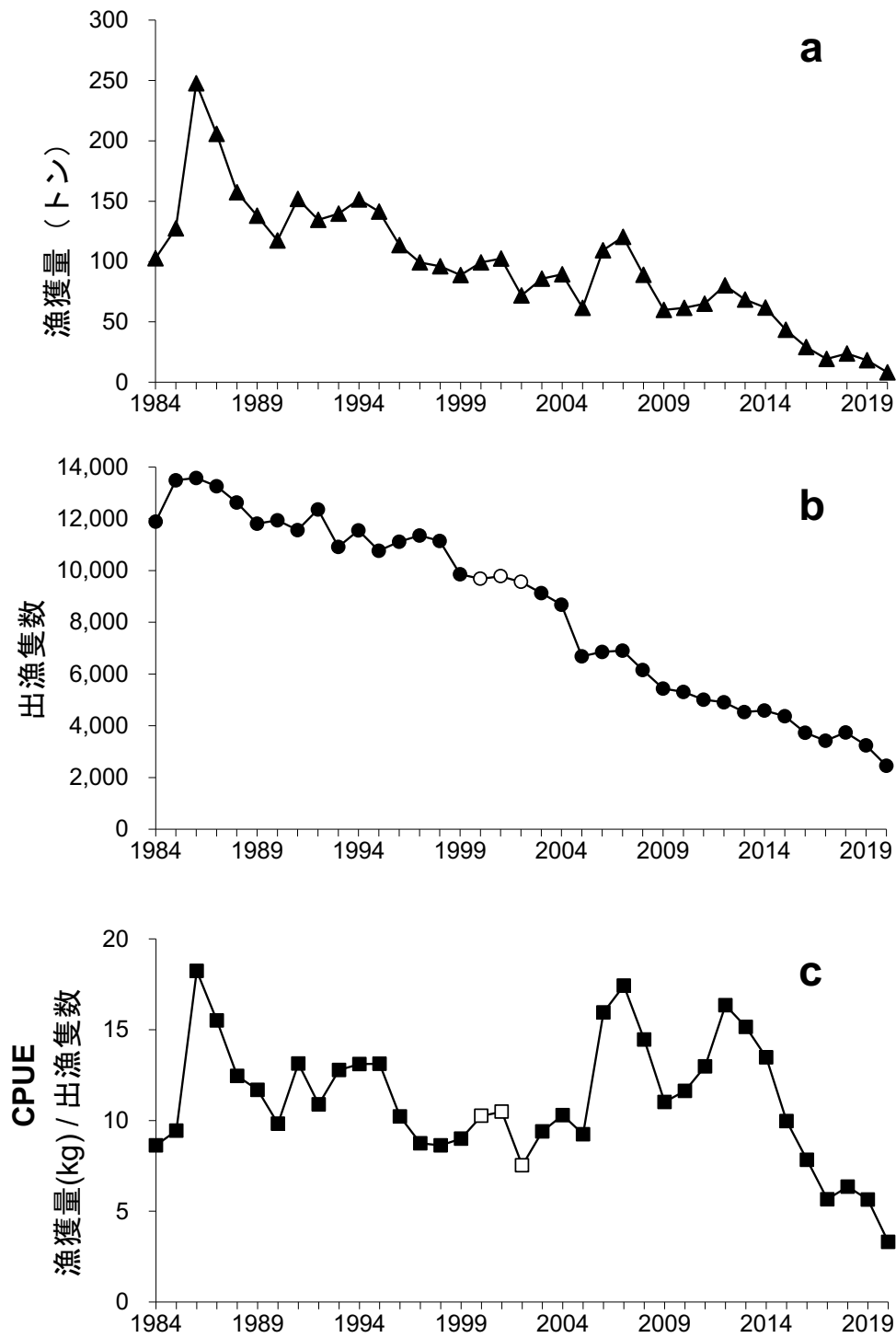


図5. 新潟県北部の板びき網による漁獲量 (a)、出漁隻数 (b) および CPUE (c)
 主要4港 (山北、岩船、新潟、二見)。白抜ききの3年間 (2000~2002年) は出漁隻数
 データに未集計分がある。

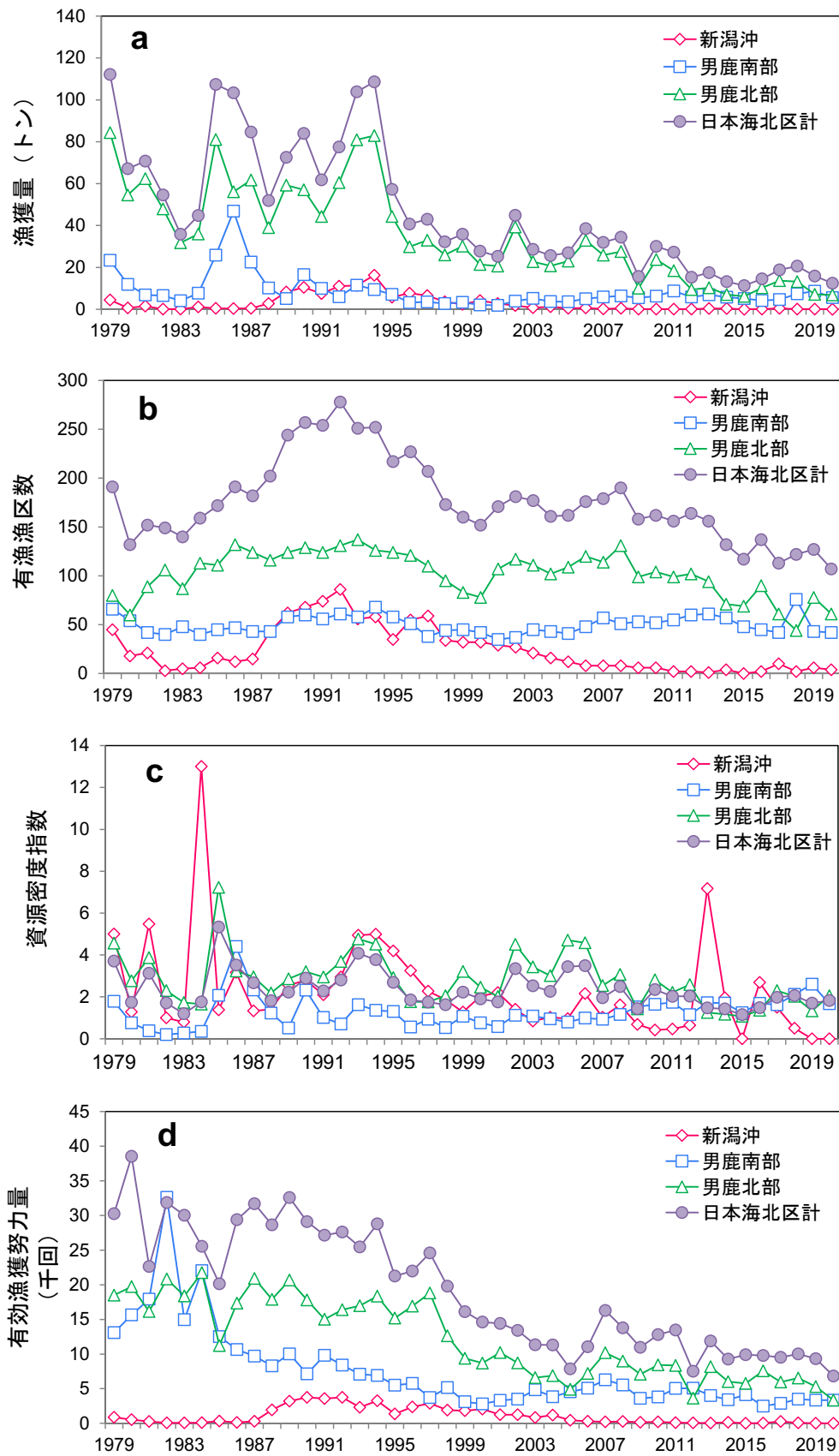


図 6. 沖底の漁獲量 (a)、有漁漁区数 (b)、資源密度指数 (c) および有効漁獲努力量 (d)

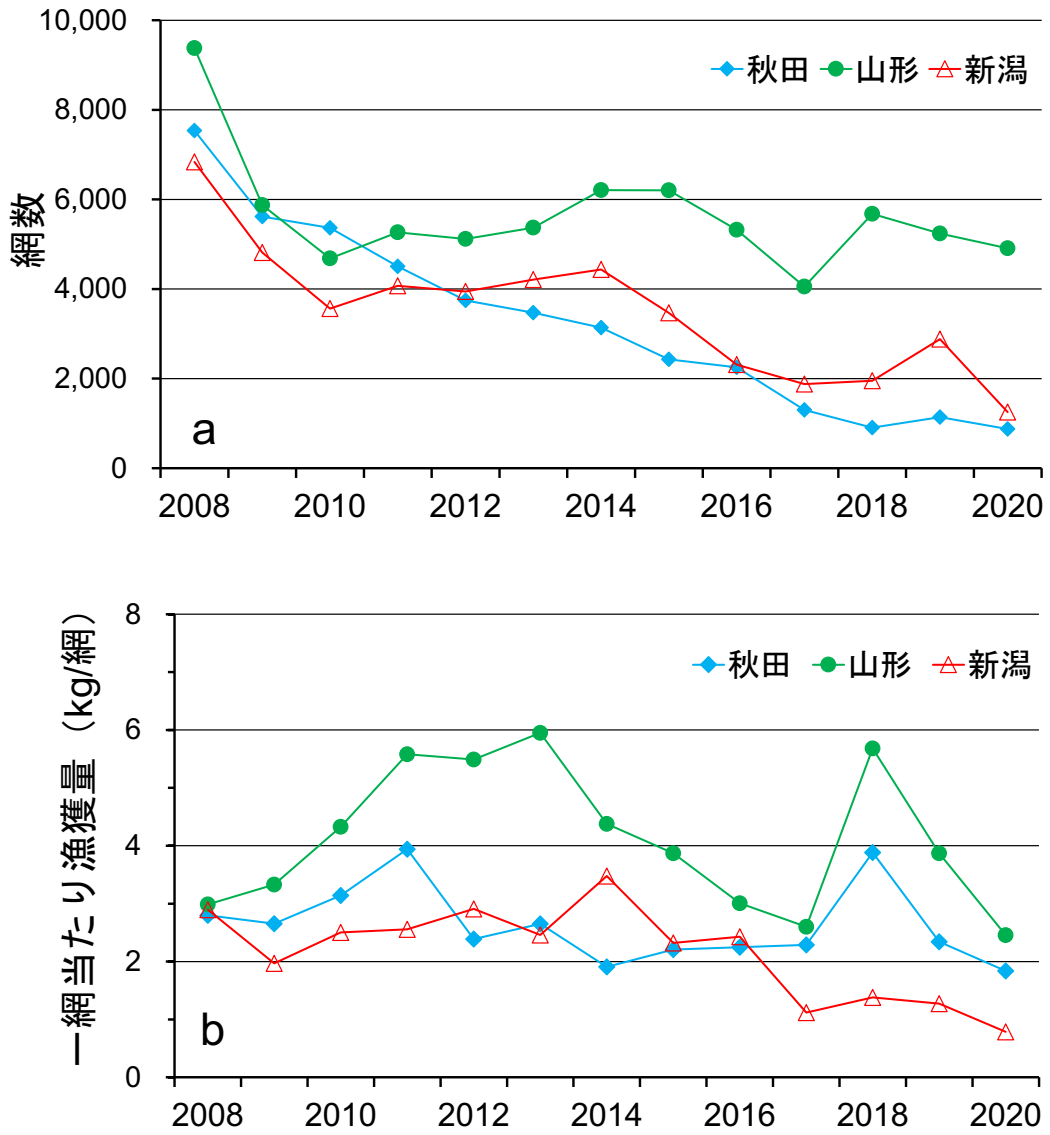


図7. かけまわしによる、マガレイの漁獲があった操業日を対象とした網数 (a) と CPUE (b : kg/網) の推移

表 1. マガレイ日本海系群の県別漁業種類別漁獲量（トン）

年	青森県				秋田県				山形県			新潟県				総計
	底びき	刺し網	その他	計	底びき	刺し網	その他	計	底びき	刺し網	計	底びき	刺し網	その他	計	
1971								208			123				650	981
1972								212			124				614	950
1973								143			133				560	836
1974								148			138				507	793
1975								114			100				432	646
1976								140			135				481	756
1977								226			143				491	860
1978								163			114				461	738
1979								169			104				413	686
1980					100	44	1	145			93	352	80	15	447	685
1981					70	47	2	119			77	273	56	14	343	539
1982					55	76	2	133			58	217	71	20	308	499
1983					39	70	1	110			36	190	80	21	291	437
1984					46	98	0	144			36	218	96	27	341	521
1985					163	41	0	204			64	328	82	18	428	696
1986					178	142	1	321			240	430	83	29	542	1,103
1987					103	72	3	178			123	405	76	20	501	802
1988					63	100	0	163			85	274	76	11	361	609
1989					57	103	2	162			58	249	80	31	360	580
1990					88	141	2	231			67	239	78	20	337	635
1991					63	138	2	203	48	24	72	298	83	20	401	676
1992					62	119	1	182	29	28	57	272	54	12	338	577
1993	38	2	56	96	102	101	2	205	79	18	97	296	41	12	349	747
1994	35	2	52	88	104	138	1	243	55	13	68	321	53	14	388	787
1995	15	3	54	72	58	156	0	214	30	20	50	271	55	13	339	675
1996	10	3	33	46	39	91	1	131	24	20	44	231	51	15	297	518
1997	13	7	34	53	31	49	1	81	27	10	37	180	34	15	229	400
1998	15	4	27	46	29	59	2	90	16	12	28	163	29	15	207	371
1999	17	8	30	54	39	48	2	89	19	8	27	156	19	14	189	359
2000	8	4	28	40	32	56	2	90	22	6	28	152	20	13	185	343
2001	5	7	20	32	28	56	1	85	18	13	31	139	34	9	182	330
2002	15	8	13	36	47	45	2	94	32	13	45	102	21	1	124	299
2003	10	10	16	37	42	69	5	116	43	24	67	132	25	1	158	378
2004	8	5	20	34	44	40	2	86	28	21	49	131	30	2	163	332
2005	10	6	14	30	32	45	2	79	31	11	42	90	26	1	117	269
2006	10	6	12	28	43	59	2	103	47	27	74	161	33	3	197	402
2007	14	5	21	39	37	35	2	74	38	14	52	167	20	36	223	389
2008	12	5	18	35	36	43	3	82	23	22	45	130	21	19	170	331
2009	8	3	18	28	21	28	3	52	21	15	36	83	11	14	108	225
2010	12	5	15	32	32	30	1	64	23	14	37	76	9	17	103	235
2011	7	8	16	31	37	61	2	100	33	27	60	81	14	21	115	306
2012	2	3	16	21	16	52	3	70	29	21	50	99	15	22	136	278
2013	7	3	11	20	25	27	2	54	34	13	48	86	14	18	118	240
2014	1	2	8	11	17	32	3	52	28	16	44	88	12	16	117	224
2015	7	4	7	17	16	13	2	30	28	10	38	58	8	7	73	159
2016	5	1	18	24	17	32	1	50	17	11	29	37	8	6	51	155
2017	3	0	14	17	19	21	2	42	11	18	29	25	7	2	34	122
2018	9	1	8	17	22	17	1	39	32	11	43	28	3	4	36	136
2019	3	0	9	12	17	23	2	42	22	15	37	23	5	5	33	124
2020	1	0	13	15	11	9	2	22	13	11	24	10	2	5	18	78

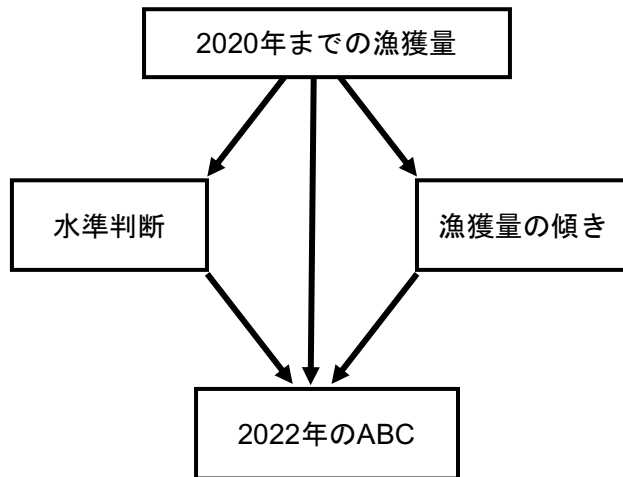
青森県の1992年以前の統計値はない。

表 2. マガレイ日本海系群の各漁法における漁獲努力量と資源量指標値

板びき網では新潟主要 4 港の合計を、沖底では日本海北区合計を、かけまわしは県毎の合計を示す。

年	板びき網		沖底		かけまわし					
	出漁隻数	CPUE	有効努力量	資源密度指数	秋田		山形		新潟	
					網数	CPUE	網数	CPUE	網数	CPUE
1979			30,264	3.7						
1980			38,545	1.7						
1981			22,635	3.1						
1982			31,875	1.7						
1983			30,029	1.2						
1984	11,896	8.6	25,530	1.8						
1985	13,493	9.4	20,144	5.3						
1986	13,578	18.2	29,392	3.5						
1987	13,260	15.5	31,697	2.7						
1988	12,634	12.5	28,644	1.8						
1989	11,814	11.7	32,599	2.2						
1990	11,949	9.8	29,101	2.9						
1991	11,564	13.1	27,161	2.3						
1992	12,362	10.9	27,624	2.8						
1993	10,918	12.8	25,456	4.1						
1994	11,552	13.1	28,784	3.8						
1995	10,772	13.1	21,264	2.7						
1996	11,118	10.2	21,979	1.9						
1997	11,360	8.7	24,595	1.7						
1998	11,145	8.6	19,790	1.6						
1999	9,857	9.0	16,125	2.2						
2000	9,682	10.3	14,608	1.9						
2001	9,780	10.5	14,408	1.8						
2002	9,563	7.5	13,405	3.3						
2003	9,132	9.4	11,327	2.5						
2004	8,679	10.3	11,311	2.3						
2005	6,681	9.2	7,866	3.4						
2006	6,858	15.9	11,047	3.5						
2007	6,903	17.4	16,278	2.0						
2008	6,158	14.5	13,794	2.5	7,536	2.8	9,379	3.0	6,836	2.9
2009	5,443	11.0	10,974	1.4	5,618	2.7	5,871	3.3	4,813	2.0
2010	5,308	11.6	12,793	2.4	5,365	3.1	4,685	4.3	3,565	2.5
2011	5,007	13.0	13,467	2.0	4,507	3.9	5,264	5.6	4,070	2.6
2012	4,905	16.4	7,522	2.0	3,747	2.4	5,118	5.5	3,946	2.9
2013	4,526	15.2	11,884	1.5	3,473	2.6	5,370	5.9	4,208	2.5
2014	4,594	13.5	9,255	1.4	3,137	1.9	6,207	4.4	4,437	3.5
2015	4,374	10.0	9,887	1.1	2,428	2.2	6,202	3.9	3,468	2.3
2016	3,737	7.8	9,789	1.5	2,250	2.2	5,322	3.0	2,311	2.4
2017	3,418	5.7	9,516	2.0	1,302	2.3	4,055	2.6	1,878	1.1
2018	3,742	6.4	10,028	2.1	905	3.9	5,676	5.7	1,953	1.4
2019	3,242	5.6	9,330	1.7	1,138	2.3	5,239	3.9	2,881	1.3
2020	2,452	3.3	6,838	1.8	875	1.8	4,911	2.5	1,252	0.8

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

沖底漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計されている。これらより、月 i 漁区 j における CPUE (U) は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（月または小海区）における資源量指数 (P) は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j}$$

集計単位における有効漁獲努力量 (X') と漁獲量 (C)、資源量指数 (P) の関係は次式で表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数 (P) を有漁漁区数 (J) で除したものが資源密度指数 (D) である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

補足資料3 マガレイ日本海系群における資源量等の試算結果

平成28年度の報告書において、新潟県北部の板びき網で漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数から1996～2015年の同海域における資源量と親魚量の推移を示すとともに、青森県産業技術センター水産総合研究所により算出された2003年以降の青森県沖日本海におけるマガレイの資源量と産卵期資源量（雌）の推移を紹介した（後藤ほか2017）。ここでは、後藤ほか（2018）に引き続き、これら2つの海域で得られた年齢別漁獲尾数を用い、日本海系群全体の資源量等を算出することを試みた。なお、補足資料4の資源計算方法に示した通り、限られたデータから、いくつかの仮定をおいて推定を行った。したがって、今後引き続き、精度を上げていく必要があることから、補足資料として提示した。

新潟県北部におけるマガレイの年齢別漁獲尾数

新潟県北部に位置し、板びき網の主要港の一つである村上市岩船港に水揚げされた漁獲物の測定結果を用いて、主要3港（山北、岩船、新潟）の漁獲量で引き延ばした体長組成を補足図3-1に示す。1990年代後半に13～15cm付近にあった体長組成のピークは、2013年頃には17cm前後にみられたが、その後は顕著なピークは認められなかった。なお、新潟県では、日本海北部マガレイ・ハタハタ資源回復計画が策定された2003年以前より、自主的規制によって全長13cm（体長約11cm）未満は出荷禁止となっている。

これら体長組成と体長一年齢調査（新潟県）によって年齢分解した年齢別漁獲尾数を補足図3-2に示す。なお、年齢別漁獲尾数は、平成27年度資源評価（井関ほか2016）の図8に示されたデータ（2002～2014年分）に、これまで蓄積されてきた1996～2001年分と2015～2020年分を加えたものである。漁獲物には2歳魚も認められるがその量は少なく、3歳が漁獲加入年齢と考えられる。3歳魚の漁獲尾数は2005年（2002年級）で極端に少なく、2006年（2003年級）および2007年（2004年級）には回復したものの、2008年以降は再び低迷しており、9月以降にマガレイの水揚げがほとんどなかった2020年においては直近5年平均（2016～2020年）の24%の漁獲尾数だった。全体に占める3歳魚の割合は10～60%で推移し、2020年は31%だった。

青森県沖日本海におけるマガレイの年齢別漁獲尾数

青森県産業技術センター水産総合研究所により2003年以降のマガレイ資源量（暦年）が算出されている（推定方法は、伊藤ほか（2015）を参照。ただし、年度で集計）。ここでは、年齢別漁獲尾数を補足図3-3に示す。これによると、2歳魚から3歳魚が漁獲の主体となる年が多いが、2004年や2012年のように4歳魚が多い年もみられた。2020年も同様に4歳魚（2016年級群）が漁獲の多数を占めた。

マガレイ日本海系群の資源動向

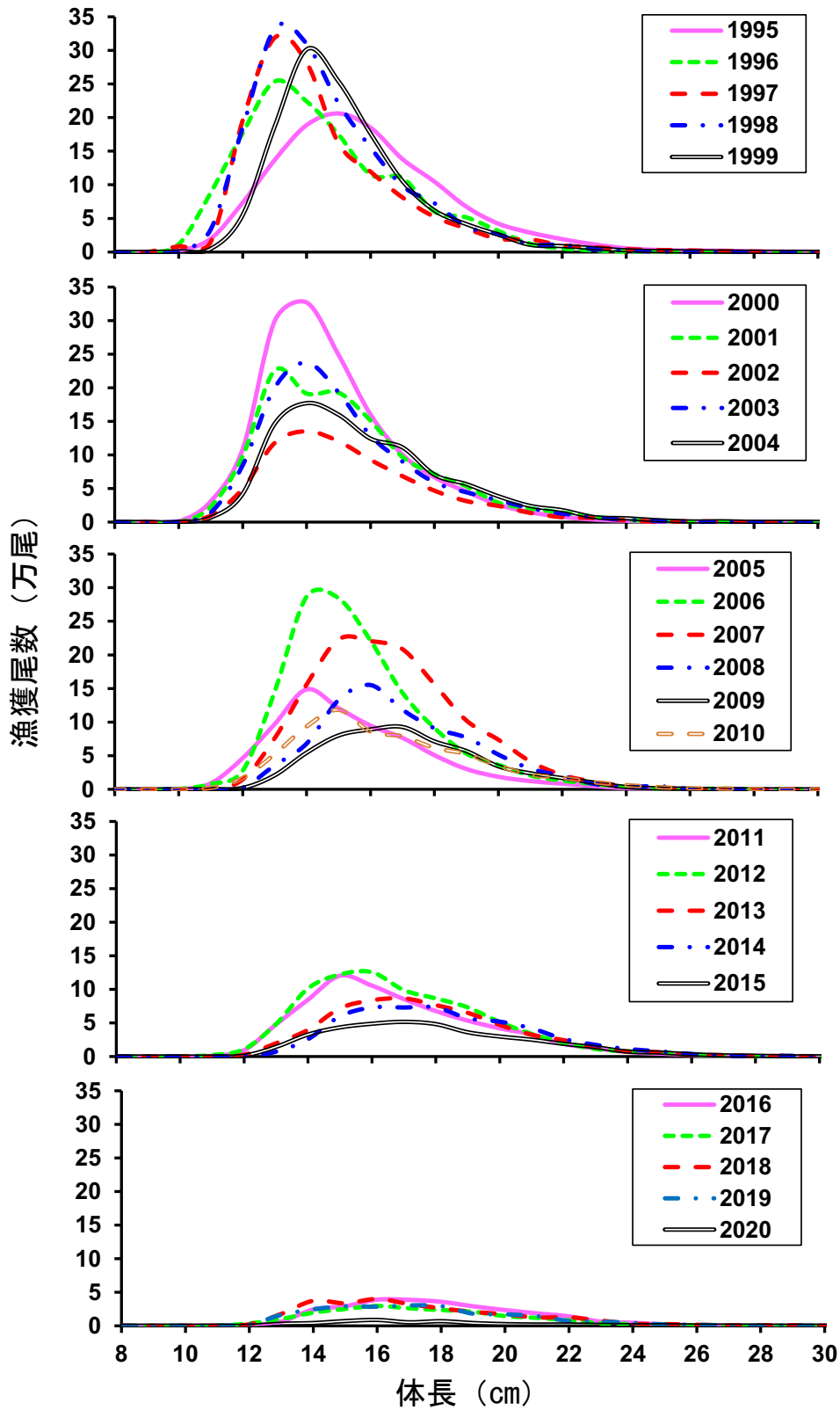
上述の2海域における年齢別漁獲尾数を基本として、補足資料4に示した方法で系群全体の年齢別漁獲尾数を求めた（補足図3-4）。さらにコホート解析を行い、資源量、親魚量そして漁獲割合を試算した（補足図3-5：推定方法は補足資料4を参照）。

系群全体の年齢別漁獲尾数では、3～4歳魚が主体であるものの、2013年以降は5歳魚

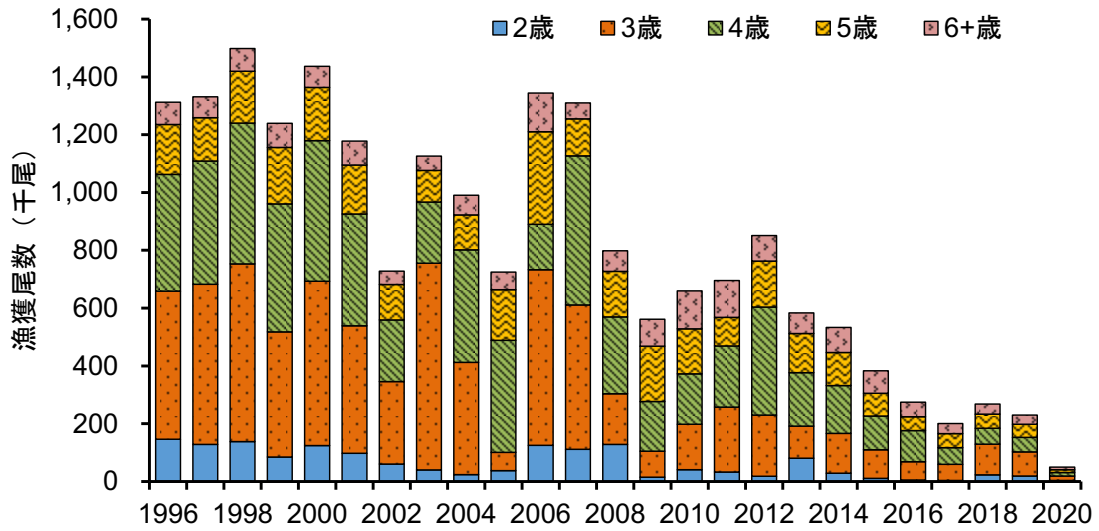
も高い割合で漁獲されていた。資源量は、2006年が最も多く、2010年にも前後の年と比べてやや高いピークがみられたが、それ以降は減少し続けている。親魚量も資源量とほぼ同じような変動を示し、漁獲割合は2005年、2009～2010年は16%台を示し、その後20～30%の範囲で推移したが、2017年以降に増加し、2020年は30%だった。

引用文献

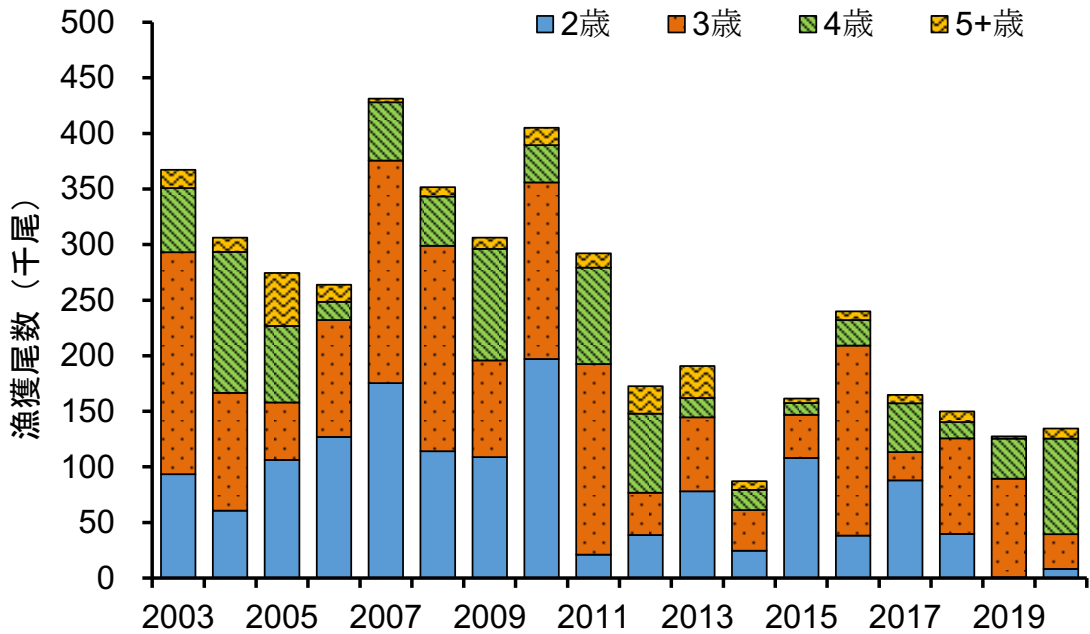
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明 (2017) 平成 28(2016) 年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1834-1851.
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明 (2018) 平成 29(2017) 年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成 29 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1924-1942.
- 井関智明・上原伸二・八木佑太 (2016) 平成 27(2015) 年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1728-1741.
- 伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, 9, 1-14.



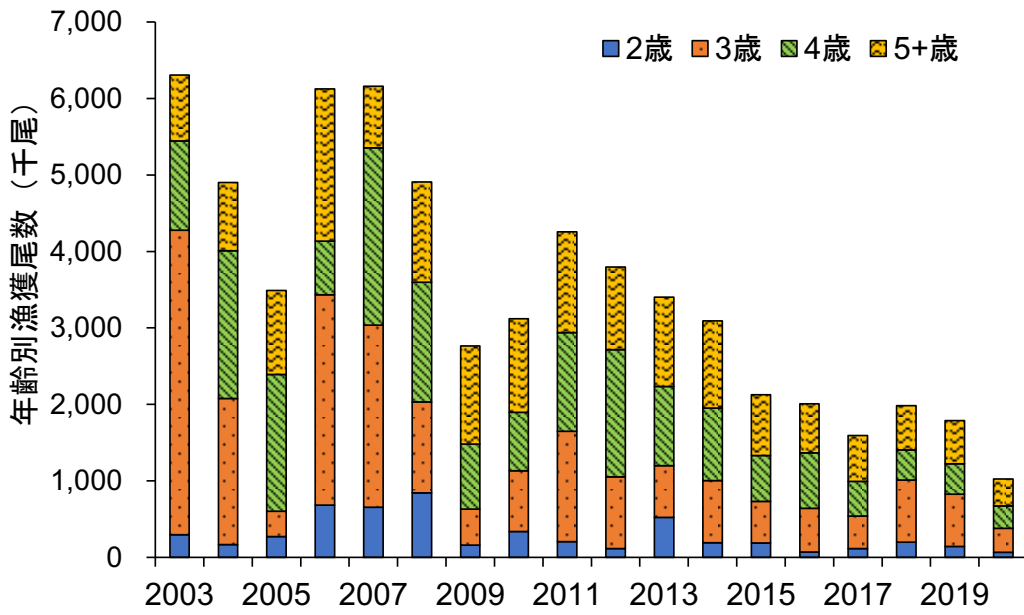
補足図 3-1. 板びき網漁獲物の体長組成 村上市岩船港におけるデータを主要3港（山北・岩船・新潟）の板びき網漁獲量で引き延ばした。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



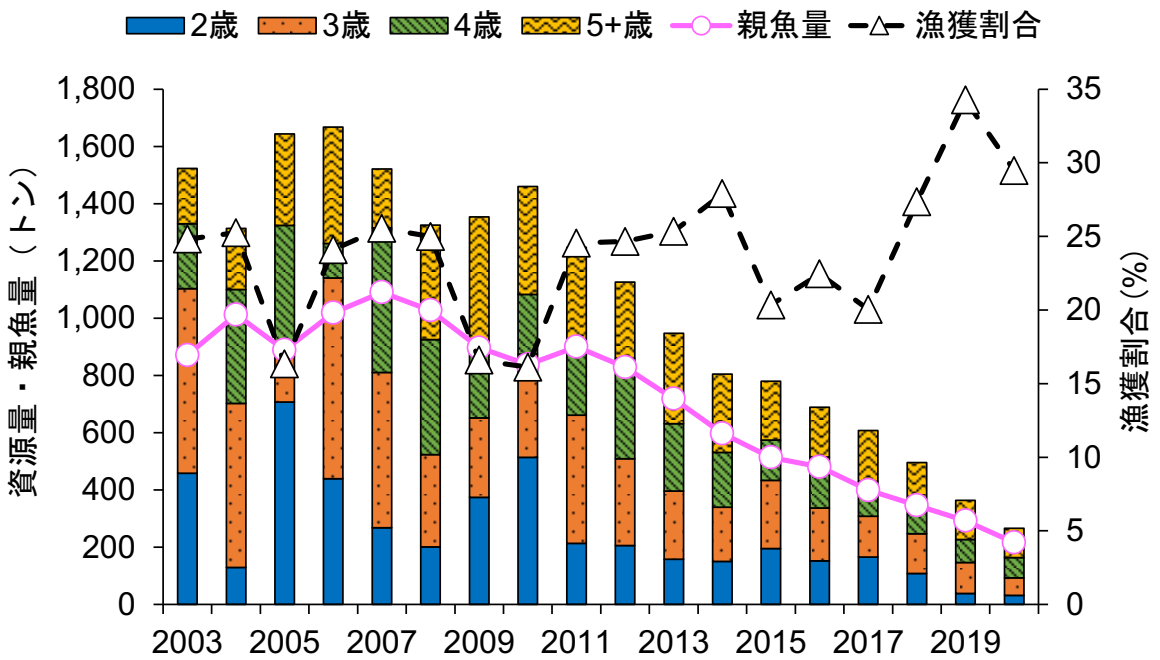
補足図 3-2. 板びき網により漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数の推移
新潟県北部の主要3港。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



補足図 3-3. 青森県沖日本海におけるマガレイの年齢別漁獲尾数の推移
青森県産業技術センター水産総合研究所資料より作成。



補足図 3-4. マガレイ日本海系群における年齢別漁獲尾数の推移



補足図 3-5. マガレイ日本海系群における資源量、親魚量、漁獲割合の推移

補足資料 4 資源計算方法

系群全体の年齢別漁獲尾数

系群全体の年齢別漁獲尾数を以下の方法で求めた。

対象期間は、青森県の年齢別漁獲尾数が算出された 2003 年から 2020 年とした。年齢区分は、青森県に対応させて、2 歳、3 歳、4 歳、5+歳の 4 区分に設定した。年齢別平均体重 (g) は、青森県については伊藤ほか (2015)、新潟県は後藤ほか (2017) に従った (下の表を参照)。なお、新潟県の 5+歳の体重には、2003~2020 年の 5 歳と 6+歳の漁獲尾数で重み付けした平均体重を用いた (100 g)。

青森県、新潟県全体の年齢別漁獲尾数は、補足資料 3 で算出した漁獲尾数を、下の表に記した体重で重量換算したのち、それぞれ県全体の漁獲量で引き伸ばした。秋田県と山形県の年齢-体重関係が新潟県と同じと仮定し、秋田県から新潟県の年齢別漁獲尾数は、新潟県全体の年齢別漁獲尾数を、新潟県に対する 3 県 (秋田県~新潟県) の合計の比で引き伸ばして求めた。系群全体の年齢別漁獲尾数は、3 県分と青森県分を合計して求めた。

年齢	2	3	4	5+	
青森県	69	110	145	171	
年齢	2	3	4	5	6+
新潟県	24	47	69	90	107

コホート計算

年齢別資源尾数の計算には Pope の式を用い (Pope 1972)、年別年齢別資源尾数を計算した。

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

ここで、N は資源尾数、C は漁獲尾数、a は年齢、y は年を示す。自然死亡係数 M は、田内・田中の式 (田中 1960) により、最高年齢を 9 歳として求めた ($M = 2.5 \div$ 最高年齢 9 歳 $= 0.28$)。4 歳 (添え字: 4)、5 歳以上 (添え字: 5+) は、それぞれ(2)、(3)式を用い、各年における 5 歳以上と 4 歳の漁獲係数 F は等しいとした。

$$N_{4,y} = \frac{C_{4,y}}{C_{5+,y} + C_{4,y}} N_{5+,y+1} \exp(M) + C_{4,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{5+,y} = \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}} N_{4,y} \quad (3)$$

ただし、最近年（2020年）の資源尾数は、2～5歳に対して(4)式を用いた。

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

最近年の2～5歳以外のFは(5)式を用いて計算した。

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}} \right) \quad (5)$$

最近年の2～4歳のFは、直近3年（2018～2020年）の2、3、4歳の各年齢のFの平均値を当てはめ、4歳のFと5歳のFが一致するように最近年の5歳のFを求めた。

年齢別成熟率は、2歳0、3歳0.7、4歳以上を1とした。

また、系群全体における各年の年齢別平均体重は、次の方法で算出した。まず、青森県と新潟県において、それぞれ前述の体重を用いて年齢別漁獲尾数で重み付けた平均体重を年ごとに求めた。各年で年齢一重み付け平均体重の関係に近似曲線を当てはめ、各年齢での平均値を算出した。この平均値に係数を掛けて、各年の総漁獲量が一致するように、この係数を求めた。この係数を各年各年齢の平均値に掛けることで、系群全体における各年の年齢別平均体重を算出した。

引用文献

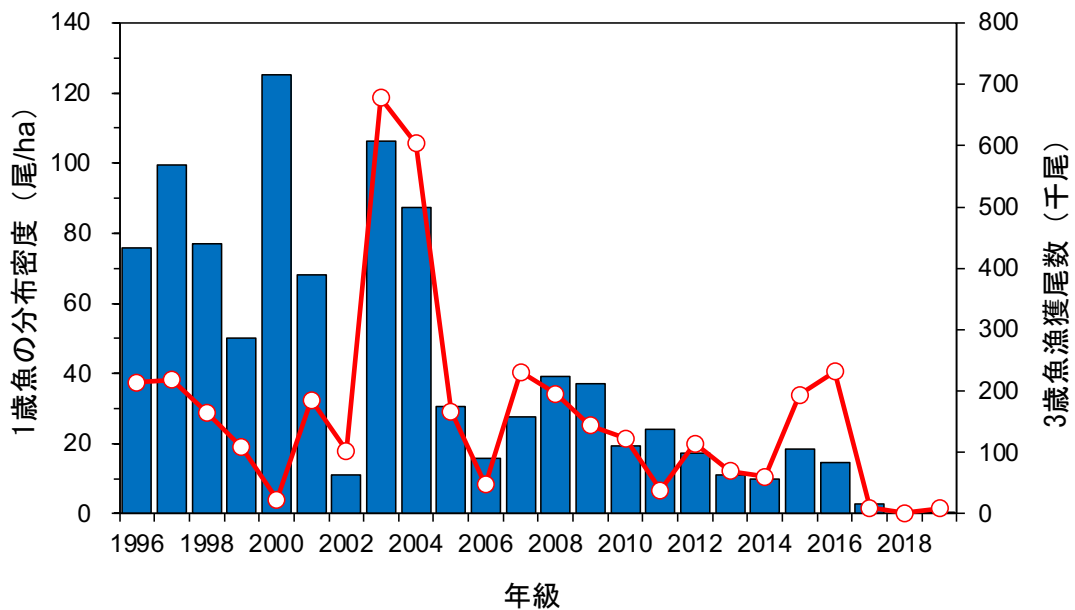
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明 (2017) 平成 28(2016) 年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1834-1851.
- 伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, 9, 1-14.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., 9, 65-74.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200.

補足資料 5 今後の加入の見積もり 1

新潟県水産海洋研究所では例年 7~8 月に新潟東港沖において間口 4 m のビームトロールを用いた加入量調査を実施している（方法の詳細は丸山ほか（2017）を参照）。本調査で採集されたマガレイ 1 歳魚の分布密度と当該年級 3 歳魚が板びき網によって漁獲された尾数（補足図 3-2）との関係を補足図 5-1 に示した。両者の変動パターンは 2000 年級では大きく異なるものの、その他の年級ではよく一致した。2000 年級を除外して解析した場合、1 歳魚の分布密度と 3 歳魚の漁獲尾数の間には有意な関係が認められた（補足図 5-2、ANOVA、 $P<0.001$ ）。

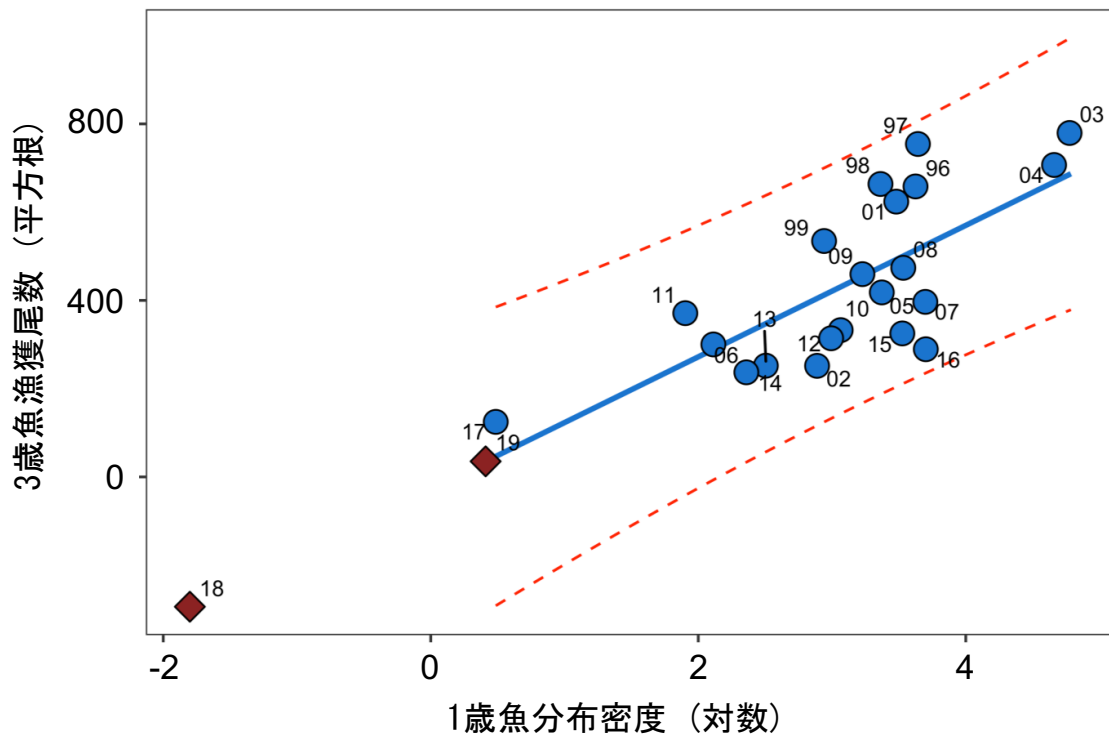
1 歳魚の分布密度は 2016 年級では 2011~2015 年級群に比べて高い傾向にあったが（補足図 5-1）、2018 年級では、0.17 尾/ha と極めて低く、2019 年級においてはやや増加し 2 尾/ha となったものの、2016 年以前の分布密度と比較すると低い傾向にあった。

補足図 5-2 の関係から 3 歳魚漁獲尾数を予測した場合、外挿になるが 2019 年級（2022 年漁獲）において、少なくなることが見込まれた。



補足図 5-1. 1 歳魚の分布密度（折れ線）と 3 歳魚漁獲尾数（板びき網、新潟県北部主要 3 港、棒グラフ）の関係

補足図 5-2 の関係から予測した 2018 年級および 2019 年級の 3 歳魚漁獲尾数の平均（灰色棒グラフ）を示した。2018 年級は 1 歳魚の分布密度が低すぎたために示していない。2020 年新潟県水産海洋研究所資料より作成。



補足図 5-2. 線型モデルによる 1 歳魚の分布密度と 3 歳魚漁獲尾数の関係 (青線)

補足図 5-1 の情報から外れ値と見なされた 2000 年級を解析から除外した。分散の均一性を保つため (Grafen and Hails 2002)、1 歳魚の分布密度を対数変換、3 歳魚漁獲尾数を平方根変換した。添え字は年級、赤点線は 95% 予測区間を示す。2018、2019 年の 1 歳魚分布密度から推定した当該年級群の 3 歳魚の漁獲尾数を赤菱形で表した。

引用文献

Grafen, A., R. Hails (2002) Modern statistics for the life sciences. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.

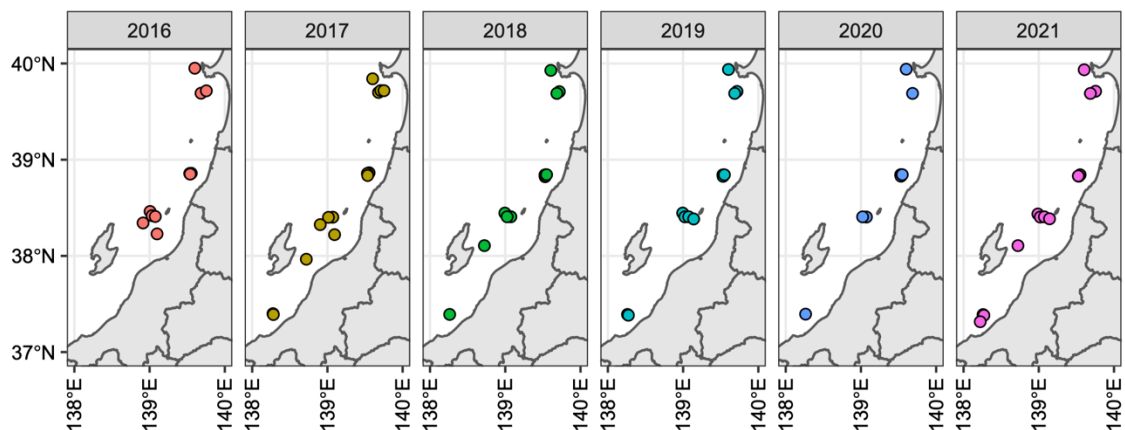
丸山克彦・早瀬賢司・須藤洋介・吉澤良輔・池田 怜 (2017) 9 資源評価調査. 平成 27 年度新潟県水産海洋研究所年報, 新潟県水産海洋研究所, 43-48.

補足資料 6 今後の加入の見積もり 2

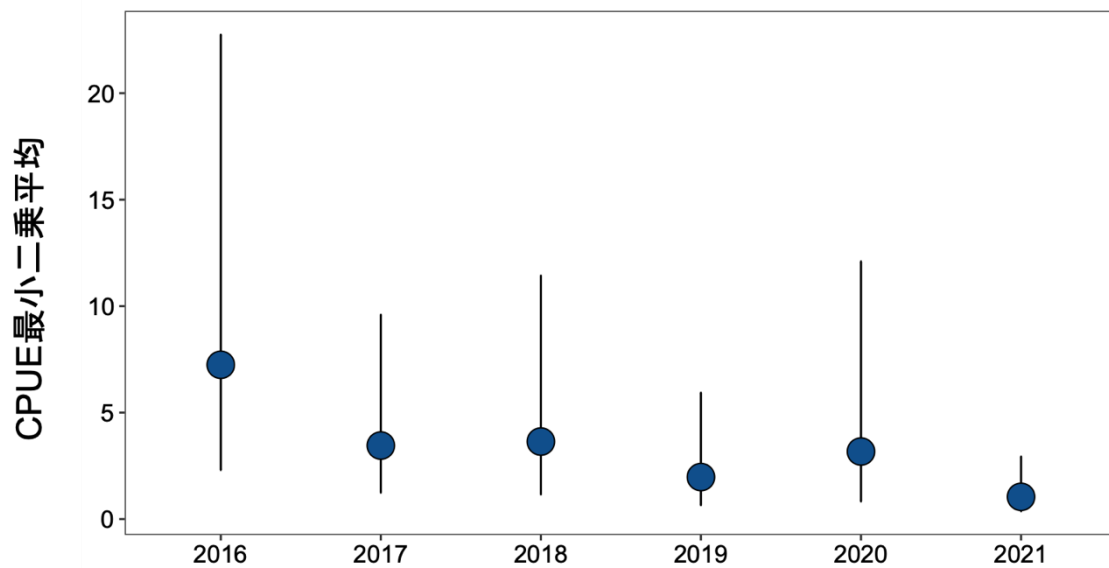
水産資源研究所 水産資源研究センター 底魚資源部では 2016～2021 年 7～8 月に秋田県から新潟県の沿岸において大型桁網（網幅 6.8 m、網高 1.0 m、袋網目合 20 mm）を用いた底魚類の採集調査を実施している（日本海北部底魚資源調査）。このうち、マガレイが分布した水深 100～180 m の定点（補足図 6-1）を対象にマガレイ 1 歳魚の出現状況を検討した。

年齢と体長の関係（大西 2009）に基づき、標準体長 6～11 cm の採集個体を 1 歳魚として扱った。1 歳魚の出現状況と調査年の関係を調べるため CPUE-LogNormal モデル（庄野 2004）を構築した。ゼロキャッチに対応するため、微小値 (0.1) を加えた 1 歳魚の数を曳網距離で除し、その自然対数を目的変数とした。調査年、エリア（秋田県、山形県、新潟県の 3 クラス）、水温を説明変数とし、それら 3 変数の交互作用を含むフルモデルを構築した。説明変数の有無を変えて Akaike's Information Criterion による総当たりモデル選択を行った結果、調査年とエリアを含むモデルがベストモデルとして選ばれた。CPUE の年トレンドを抽出するため、ベストモデルにおける調査年効果の最小二乗平均 (Grafen and Hails 2002) を求めた。

CPUE の最小二乗平均は 2016～2021 年にかけて増減を繰り返していた（補足図 6-2）。本調査では、新潟県水産海洋研究所による調査で見受けられた 2018 年（2017 年級）及び 2019 年（2018 年級）のような顕著な分布密度の低下（補足図 5-1）は認められなかったものの、2021 年の CPUE 最小二乗平均は過去最低値となった。



補足図 6-1. 2016～2021 年日本海北部底魚資源調査における水深 100～180 m の定点原則として、船速 2.0～2.3 ノットで 20 分間曳網した。



補足図 6-2. 秋田県から新潟県沿岸で採集したマガレイ 1 歳魚に関する CPUE-LogNormal モデルの CPUE 最小二乗平均 (青丸)。モデルの構造は本文参照のこと。黒線は 95% 信頼区間を示す。

引用文献

- Grafen, A., R. Hails (2002) Modern statistics for the life sciences. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.
- 大西健美 (2009) VPA を用いた新潟県北部海域におけるマガレイの資源評価. 新潟水海研報, **2**, 27-35.
- 庄野 宏 (2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチ. 水産海洋研究, **68**, 106-120.