

令和 5（2023）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（佐藤信彦・白川北斗・飯田真也・八木佑太）

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 年は 300 トン前後で推移した。2012 年から減少傾向を示し、2022 年の漁獲量は 1971 年以降で最低の 60 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（2018～2022 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 2024 年の ABC を算出した。

管理基準	Target / Limit	2024 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave 3-yr・0.86	Target	40	—	—
	Limit	50	—	—

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 として係数 α には標準値 0.8 を用いた。Cave 3-yr は直近 3 年間（2020～2022 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 (%)
2018	—	—	136	—	—
2019	—	—	124	—	—
2020	—	—	78	—	—
2021	—	—	72	—	—
2022	—	—	60	—	—

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
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

本系群は沿岸域において主に底びき網と刺し網によって漁獲され、近年その漁獲量は低い水準にある。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、本系群はその対象となった。漁獲努力量の削減等の対策が講じられ、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)年度以降も新たな枠組みである「資源管理指針・計画」の下で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以浅の砂質・砂泥質の海底に棲息する。5～12℃を生息水温として成長および季節によって深浅移動を行う。

(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、極限体長も大きい。寿命は雌が10歳、雄が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付近であり、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2～3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）。被食については明確な記載がない。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

青森県から新潟県では、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年から減少し、2020～2023年は10%台前半まで減少している。板びき網による漁獲量の減少に伴い、漁獲量は増加していないものの沖底の占める割合が20%台まで増加し、その他の底びき網と刺し網はそれぞれ10～20%台、20～30%台で推移している（図3）。2022年の漁獲割合は、底びき網全体が50%、刺し網が37%である（図3）。なお、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いため、青森県から新潟県の4県全ての漁獲量が揃うのは1993年以降に限られ、それ以前は青森県を除いた3県のデータに限られる。各県の漁獲量の推移（図4）を見ると新潟県の占める割合が高く、1986年の漁獲のピーク（3県合計で1,103トン）では秋田県・山形県・新潟県全てにおいて極めて漁獲量が多かったことが分かる。

1993年以降、漁獲量は1994年の787トンを最高に1998～2008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、2022年の漁獲量は1971年以降で最低を記録した2021年をさらに下回り60トンであった（図4、表1）。県別の漁獲割合は、青森県8%、秋田県46%、山形県21%、新潟県25%であり、秋田県が最も高い値を示した。

(3) 漁獲努力量

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として、総漁獲量の約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および図5bに、総漁獲量の約5～20%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、総漁獲量の約11～

28%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。

板びき網の出漁隻数は 1986 年の 13,578 隻をピークに以後減少し、2022 年にはピーク時の 18% (2,397 隻) にとどまった (図 5b)。沖底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 回の範囲で推移しており、それ以降 2012 年と 2020 年は男鹿北部の著しい減少に伴い全体の数値も落ち込んでいるが、9,000 回前後で推移している (図 6d)。かけまわしの網数は県によって傾向が異なるが、全体的には減少している (図 7a)。2022 年の値で見ると、秋田県では過去最も少なかった 2021 年と同程度の 744 網、山形県では過去最低の 3,788 網、新潟県では 1,280 網と低い水準となった。

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減少傾向にあり、2018 年以降を短期的に見ると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

前節の通り、本系群の総漁獲量に占める割合が高い板びき網、沖底、およびかけまわしの漁獲努力量は低い水準にある。ただし、本系群はいずれの漁法においても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、青森県から新潟県の日本海北部 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、新潟県の板びき網、日本海北区の沖底、および秋田県・山形県・新潟県の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

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、各漁法の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/隻台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 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て、2022 年は 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 年代までは比較的良好に一致していたものの、2000 年代以後になると両者の乖離が散見された。しかし、2015 年以降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を算出する上で、本系群が沖底の主な漁獲対象種ではないことと有漁漁区数が大きく変動していること (図 6b) を考慮して、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 および 3.5 と比較的高い水準にあったが、その後 2.0 前後で増減を繰り返し、2022 年は 1.8 となった。

かけまわしの CPUE (漁獲量 (kg) /網) は、秋田県ではおおよそ 2~4 kg/網で推移し、2022 年は 1.8 kg/網だった。山形県では 2013~2017 年に 6 kg/網から 3 kg/網を下回り、2022 年には過去最低の 1.4 kg/網だった。新潟県では 2017 年から落ち込み 2022 年は 0.8 kg/網となった (図 7b)。

以上のように、2022 年の板びき網、沖底、およびかけまわしの資源量指標値はいずれも低い水準にとどまった。

(3) 資源の水準・動向

本系群全体の動向を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 (図 4) から資源の水準・動向を判断した。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。

2022 年の漁獲量は 60 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 (2018~2022 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もとに、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。1 歳魚の分布密度は 2015 および 2016 年級にはそれぞれ 34、41 尾/ha と比較的高かったが、2017 年級から著しく減少し 2021 年級を含めたここ 5 年 (2017~2021 年級) の分布密度は 0.2~1.6 尾/ha と低い水準となり (補足図 4-1)、新潟県北部における 2023 年の漁獲対象資源は低い水準と見込まれた (補足図 4-2)。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調査に基づくデータからも、2022 年の 1 歳魚 (2021 年級) の分布密度は低い水準を示していた (補足図 4-4)。一方で、2022 年級にあたる 2023 年の 1 歳魚の分布密度は過去 8 年間 (2018~2023 年) の調査の中で最も高い水準となり、資源が上向きに転ずる兆しも見られている (補足図 4-4)。

5. 2024 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 2024 年 ABC を算定した。

$$ABC_{limit} = \delta_2 \times Ct \times \gamma_2$$

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

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

ここで C_t 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 C_t として直近 3 年間（2020～2022 年）の平均漁獲量 72 トン（Cave 3-yr）を用いた。また、同期間の漁獲量から b (-6.04) と I (72) を求め、 k は標準値の 0.5 として γ_2 (0.86) 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 C_t 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	2024 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave 3-yr・0.86	Target	40	—	—
	Limit	50	—	—

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 2020～2022 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
2022 年漁獲量確定値	2022 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)
2022 年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	90	70	
2022 年(2022 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.86	—	—	70	60	
2022 年(2022 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.86	—	—	70	60	60
2023 年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.86	—	—	60	50	
2023 年(2023 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.86	—	—	60	50	

6. ABC 以外の管理方策の提言

現在、本系群に対して各県で全長 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、単純な網目の拡大による小型魚の混獲削減が困難である。資源を回復させるためには、後に親魚となり再生産を担う小型魚の保護に努めることが望まれる。例えば、小型魚の再放流後の生残率を高める選別手法や、生態情報をもとにした網目調整以外の混獲削減の検討・導入によって、小型魚の資源保護をより一層進めることができるかもしれない。

小型魚の保護に加えて、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も求められる。特に秋田県から新潟県沿岸において 2023 年に実施した調査では、2025 年以降に漁獲対象となるマガレイの資源が増加傾向にあることが示唆されており（補足図 4-4）、当該年級が成熟・産卵を開始する 2024 年以降も引き続き保護に努めることが、今後の資源回復の一助になると思われる。

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. 漁業資源研究会誌北日本底魚部会報, **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.



図 1. マガレイ日本海系群の分布域

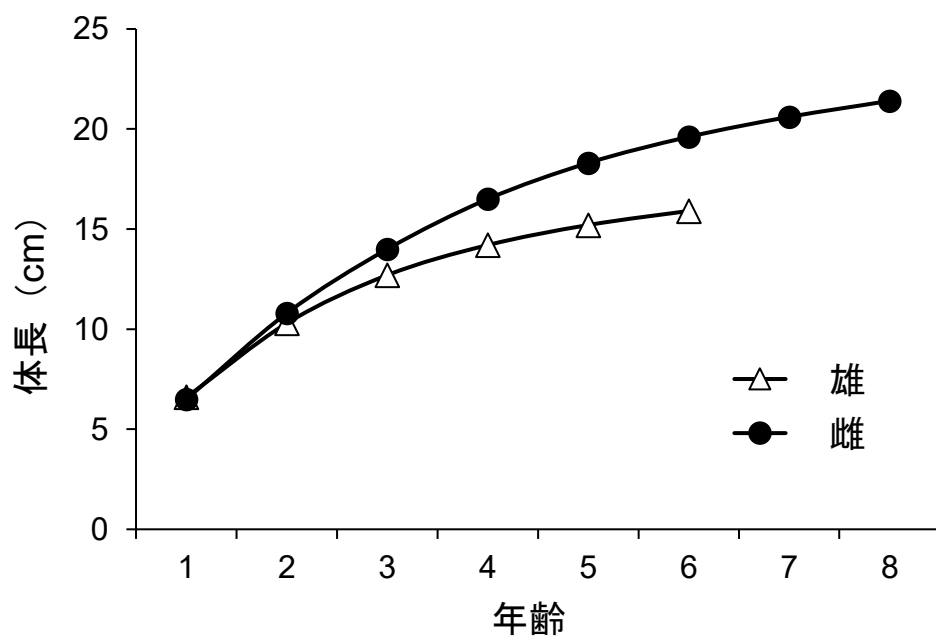


図 2. 年齢と体長の関係 (大西 2009)

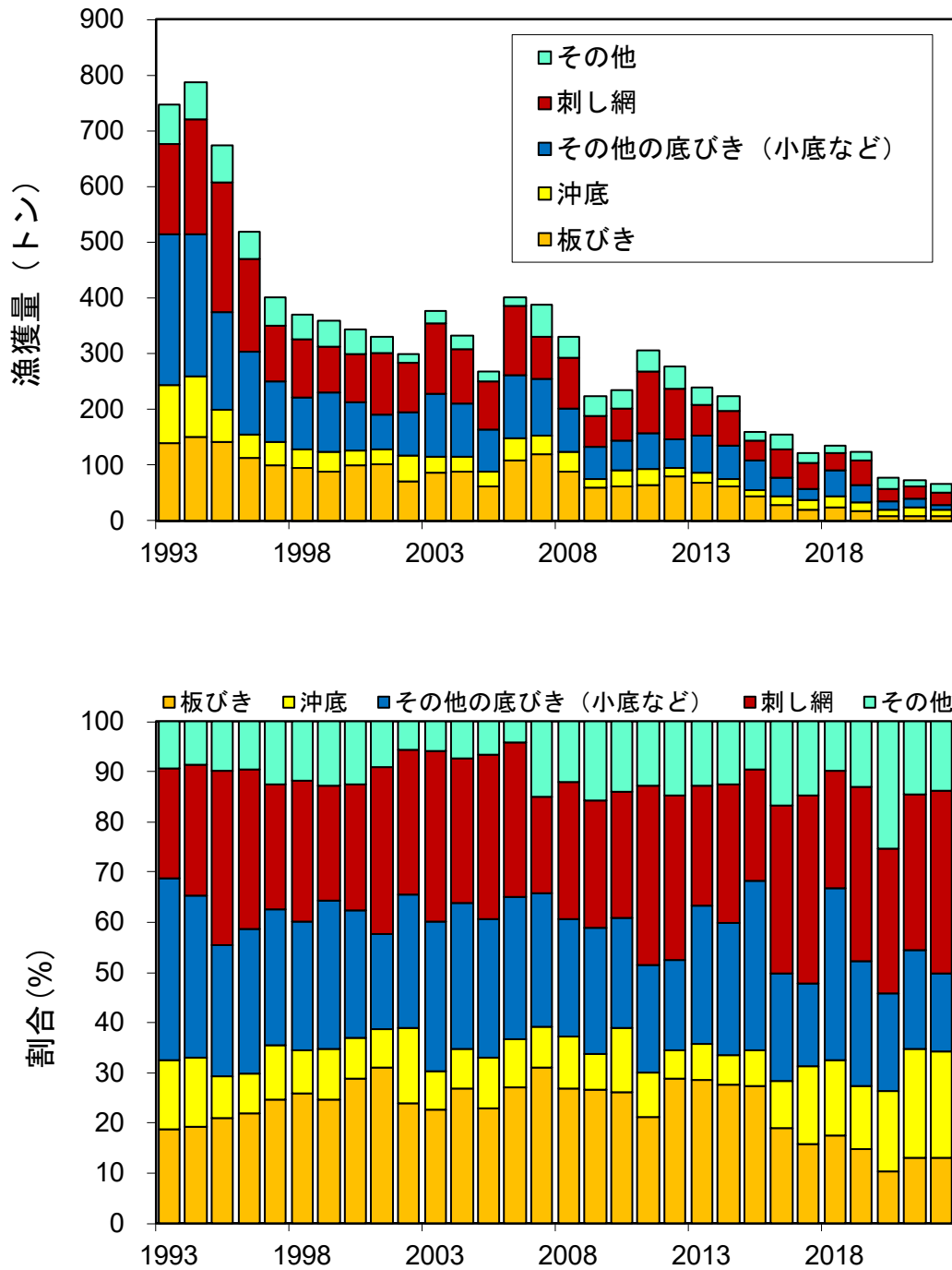


図 3. 漁業種類別の漁獲量（上図）と割合（下図）の推移

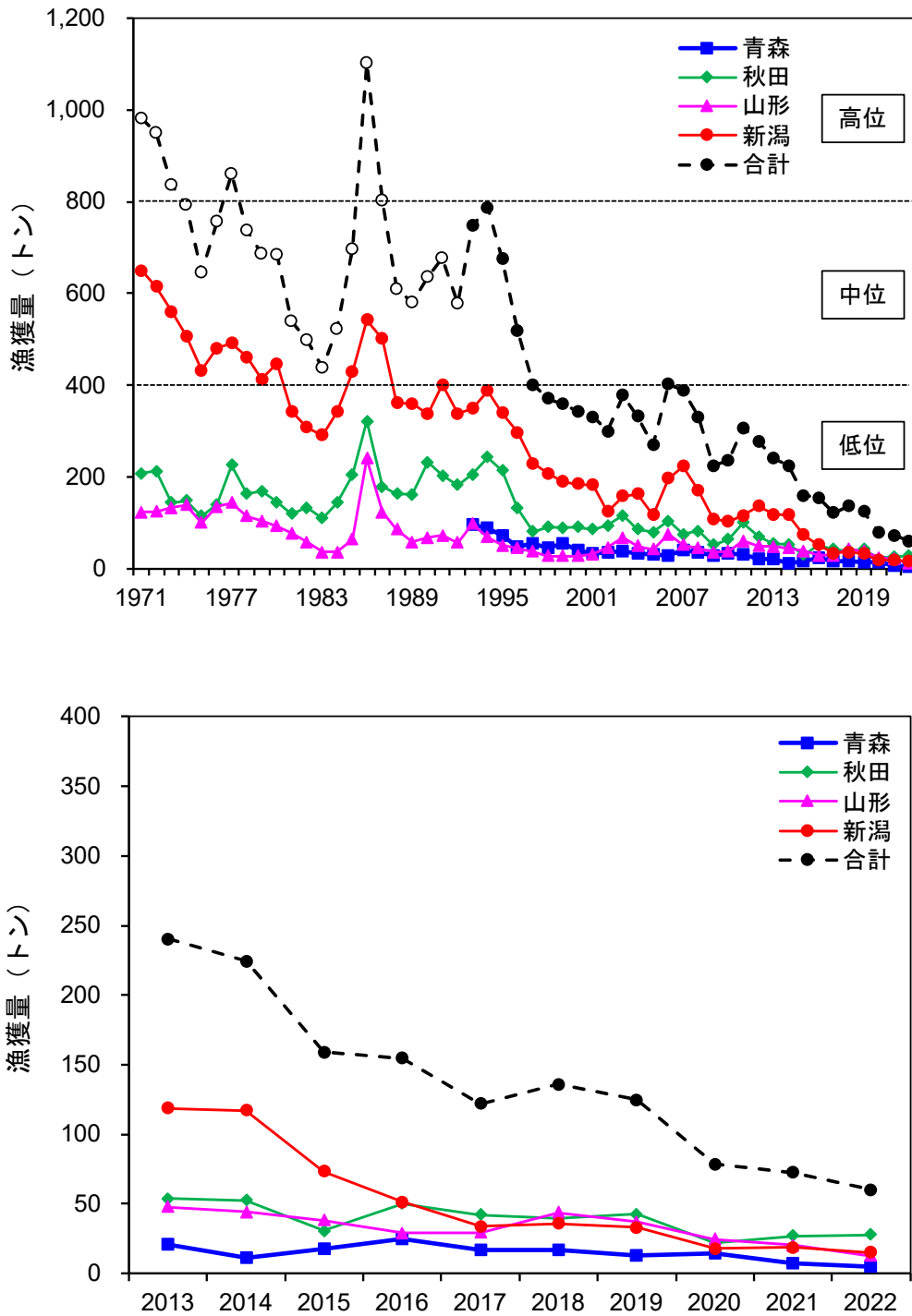


図4. マガレイ日本海系群の県別と合計漁獲量の推移（上：全年、下：直近10年）
 合計漁獲量で4県のデータが利用できるのは1993年以降である（青森県を除く3県の合計値となる1992年以前は白丸で表示）。漁獲量800トンおよび400トンにおける破線はそれぞれ中位の資源水準の上限および下限を示す。

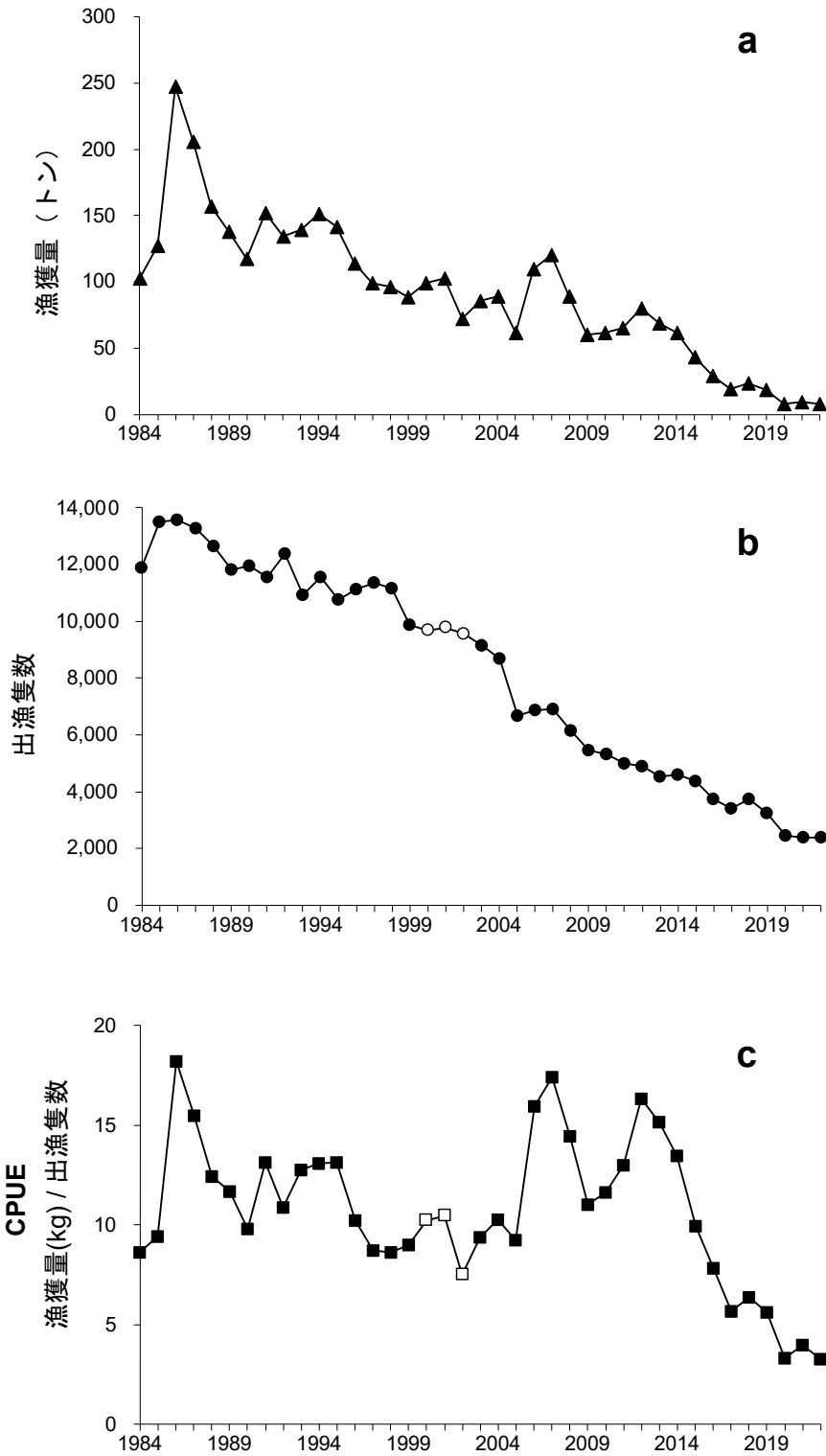


図 5. 新潟県北部の板びき網による漁獲量 (a)、出漁隻数 (b) および CPUE (c)
 主要 4 港 (山北、岩船、新潟、二見)。白抜きの 3 年間 (2000~2002 年) は出漁隻数
 データに未集計分がある。

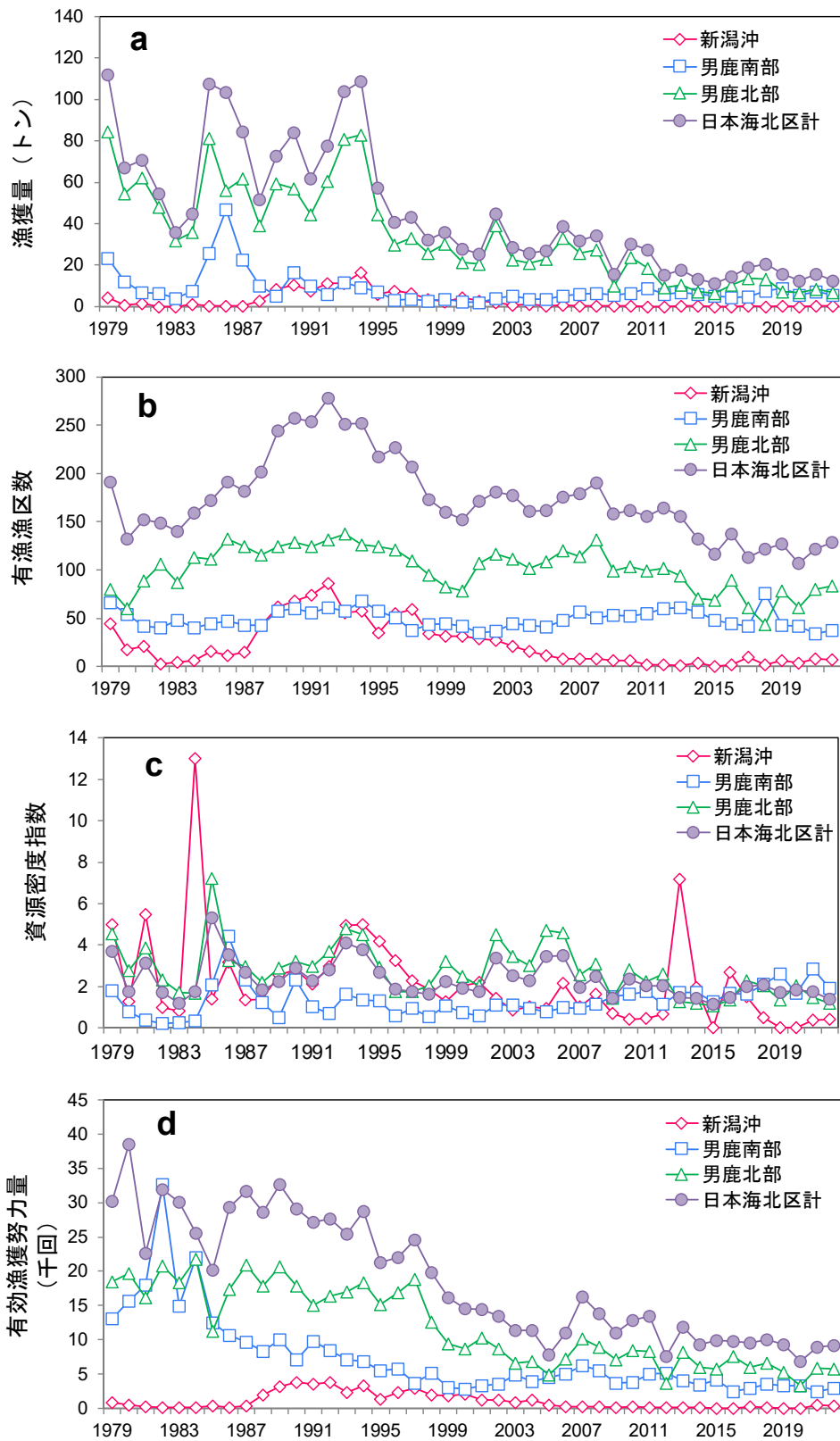


図 6. 沖底の漁獲量 (a)、有漁区数 (b)、資源密度指数 (c) および有効漁獲努力量 (d)

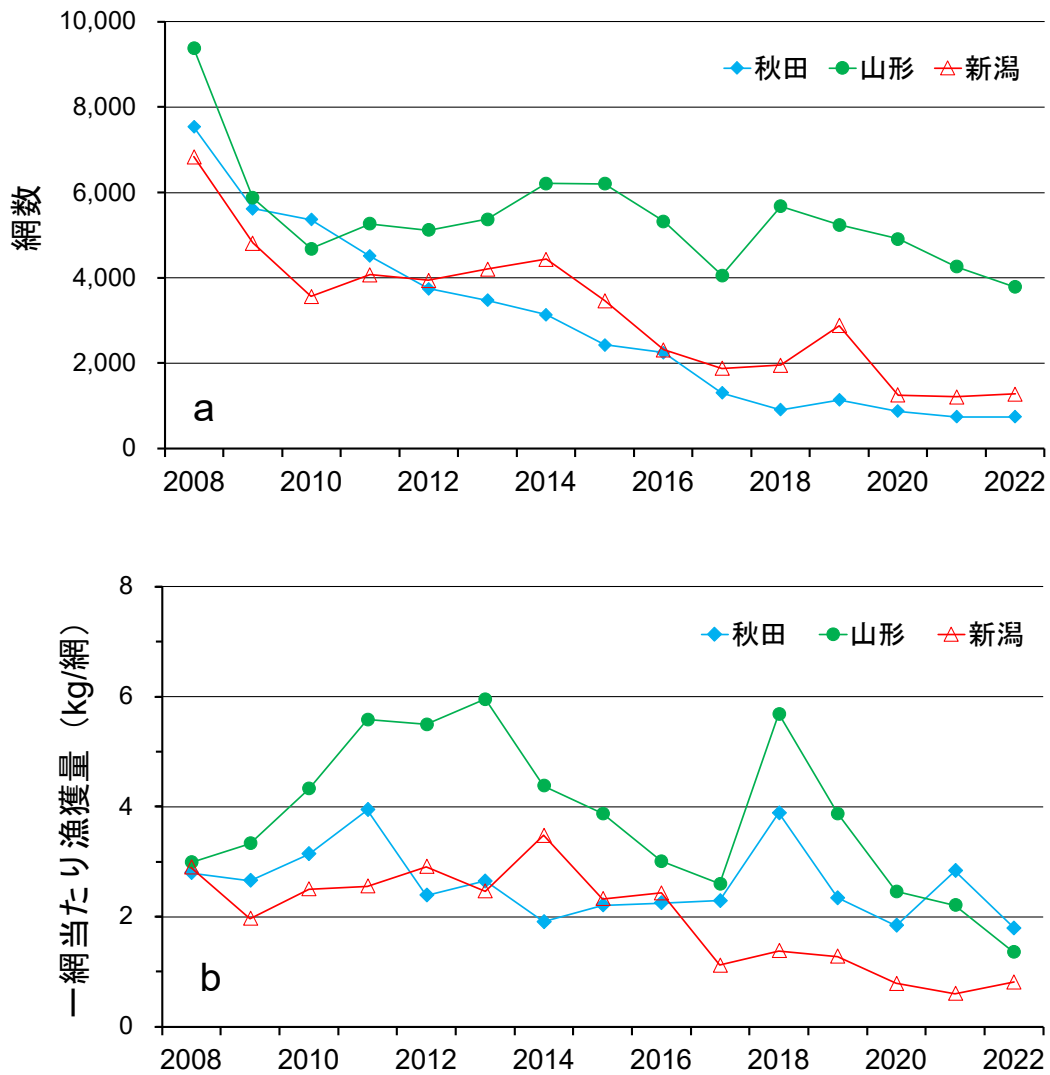


図7. かけまわしによる、マガレイの漁獲があった操業日を対象とした網数 (a) と CPUE (b : kg/網) の推移

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	
2021	1	0	6	7	15	10	1	27	11	9	20	12	3	3	18	72	
2022	1	0	4	5	13	14	1	28	6	6	12	10	2	3	15	60	

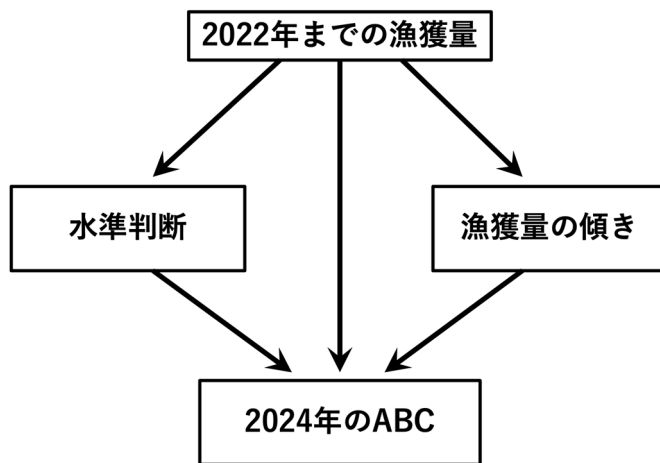
青森県の1992年以前の統計値はない。

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

年	板びき		沖底		かけまわし					
	出漁隻数	CPUE(kg/隻)	有効努力量	資源密度指数	秋田		山形		新潟	
					網数	CPUE(kg/網)	網数	CPUE(kg/網)	網数	CPUE(kg/網)
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
2021	2,396	4.0	8,867	1.8	742	2.8	4,261	2.2	1,210	0.6
2022	2,397	3.3	9,177	1.4	744	1.8	3,788	1.4	1,280	0.8

板びき網では新潟主要 4 港の合計を、沖底では日本海北區合計を、かけまわしは県ごとの合計を示す。

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 3 の資源計算方法に示した通り、限られたデータから複数の仮定のもと推定を行った。現状、計算に仮定条件が多いため補足資料として扱う。

新潟県北部におけるマガレイの年齢別漁獲尾数

板びき網の主要港の一つである新潟県北部の村上市岩船港に水揚げされた漁獲物の測定結果を引き伸ばし、主要 3 港（山北、岩船、新潟）の漁獲物の体長組成を推定した（補足図 3-1）。1990 年代後半に 13～15 cm 付近にあった体長組成のピークは年を経るにつれて山がなだらかになり、2015 年以降は顕著なピークが認められなくなった。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、県独自の自主的な規制によって全長 13 cm（体長約 11 cm）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）で示された 2002～2014 年分のデータにこれまで蓄積されてきた 1996～2001 年分と 2015～2022 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、2020 年（2017 年級）から激減している。年ごとの漁獲全体に占める 3 歳魚の割合は 10～60%で推移しており、2022 年は 11%と低い値だった。

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）。年齢別漁獲尾数を見ると、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。2022 年の漁獲尾数は過去最も少なかった 2021 年をさらに下回り、4 歳魚（2018 年級群）が漁獲の半数を占めた（補足図 3-3）。

系群全体の年齢別漁獲尾数

新潟県北部と青森県沖日本海の 2 海域における年齢別漁獲尾数をもとに、系群全体の年齢別漁獲尾数を以下の方法で推定した。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。

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 2022 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) は青森県では伊藤ほか (2015)、新潟県では後藤ほか (2017) の値を用いた (下の表を参照)。なお、新潟県の 5+歳の体重には、2003~2022 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、各県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一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 (2021 年および 2022 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(2020~2022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。続いて、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乗じて、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乗じることで、系群全体における各年の年齢別平均体重を算出した。

マガレイ日本海系群の資源動向

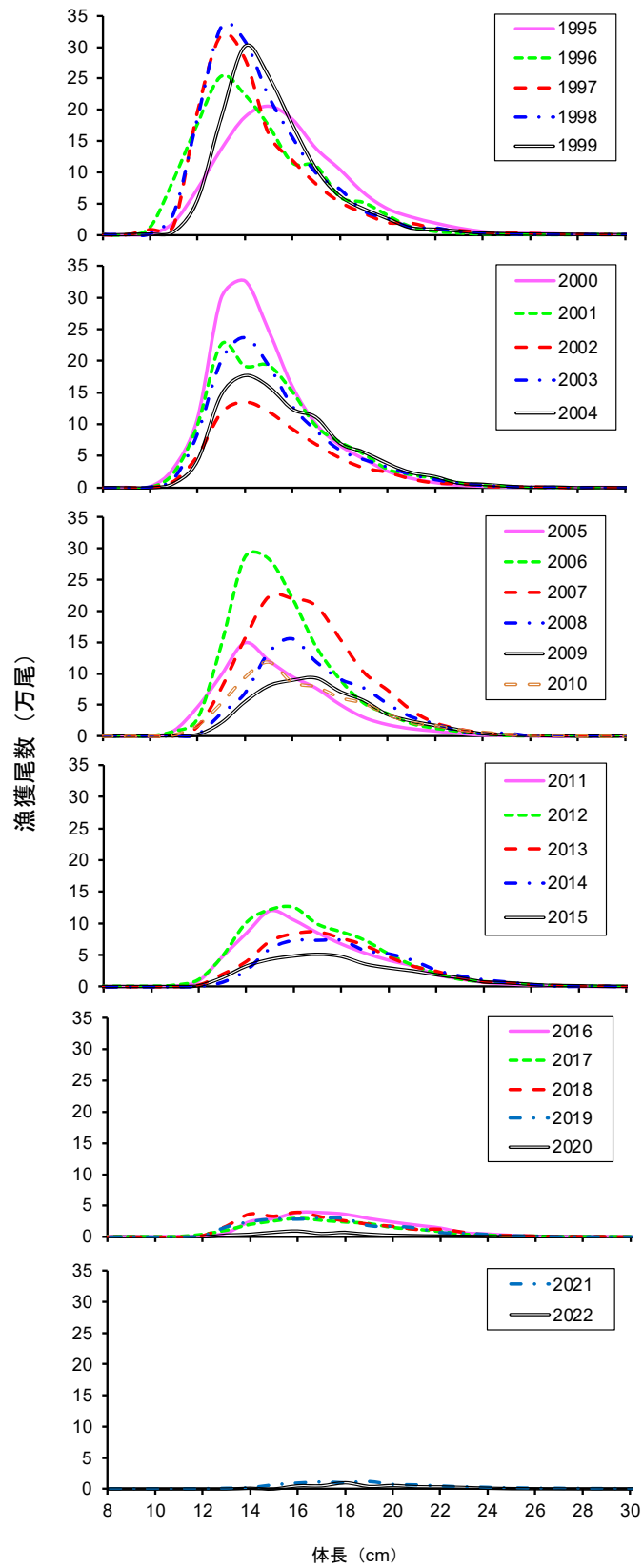
系群全体の年齢別漁獲尾数は3~4歳魚が主体となっており、全体の50~80%を占めている。年によっては5+歳魚も高い割合で漁獲されており、例えば2009年と2010年は40%程度を占めていた(補足図3-4)。近年も5+歳魚の割合が約50~70%と高くなっていた。資源量は2006年が最も多く、2010年にも前後の年と比べてやや高いピークがみられたが、それ以降は減少し続けている。親魚量も資源量とほぼ同じような変動を示した。漁獲割合は2014年まで2005年、2009~2010年を除き20~30%の範囲で推移していたが、2015年以降に20%を下回り続け、2022年は約18%だった(補足図3-5)。また2019年以降、2歳魚の占める割合が低下し続けており、2022年は初めて1%を下回った。このことから本系群の若齢魚が著しく減少しており、本来主体となる3~4歳魚の漁獲尾数の低下に拍車を掛けていると推察される。

引用文献

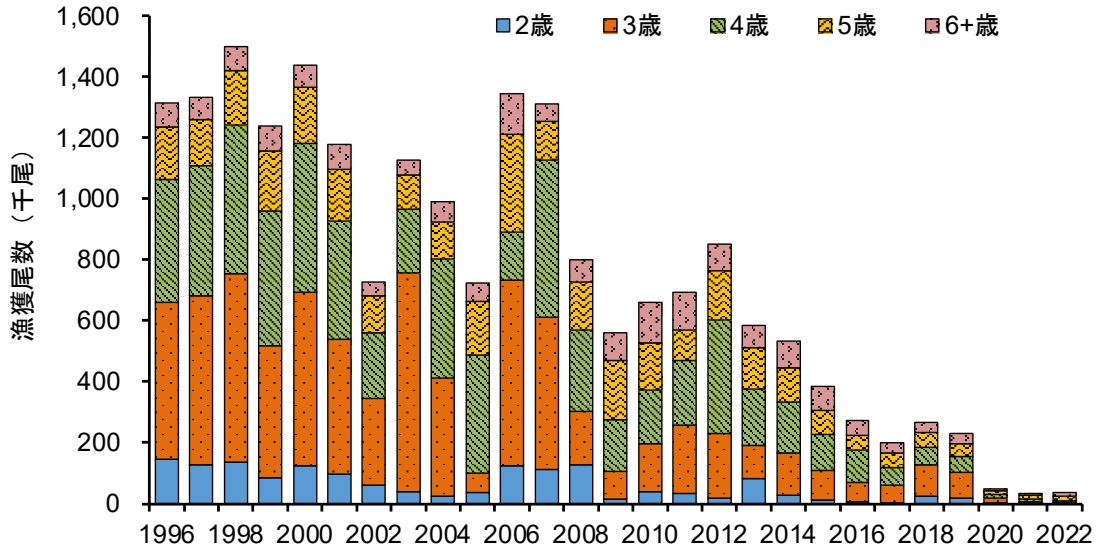
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明(2017)平成28(2016)年度マガレイ日本海系群の資源評価。平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊,水産庁・水産研究・教育機構,1834-1851.
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明(2018)平成29(2017)年度マガレイ日本海系群の資源評価。平成29年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊,水産庁・水産研究・教育機構,1924-1942.
- 井関智明・上原伸二・八木佑太(2016)平成27(2015)年度マガレイ日本海系群の資源評価。平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊,水産庁・水産総合研究センター,1728-1741.
- 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.

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.

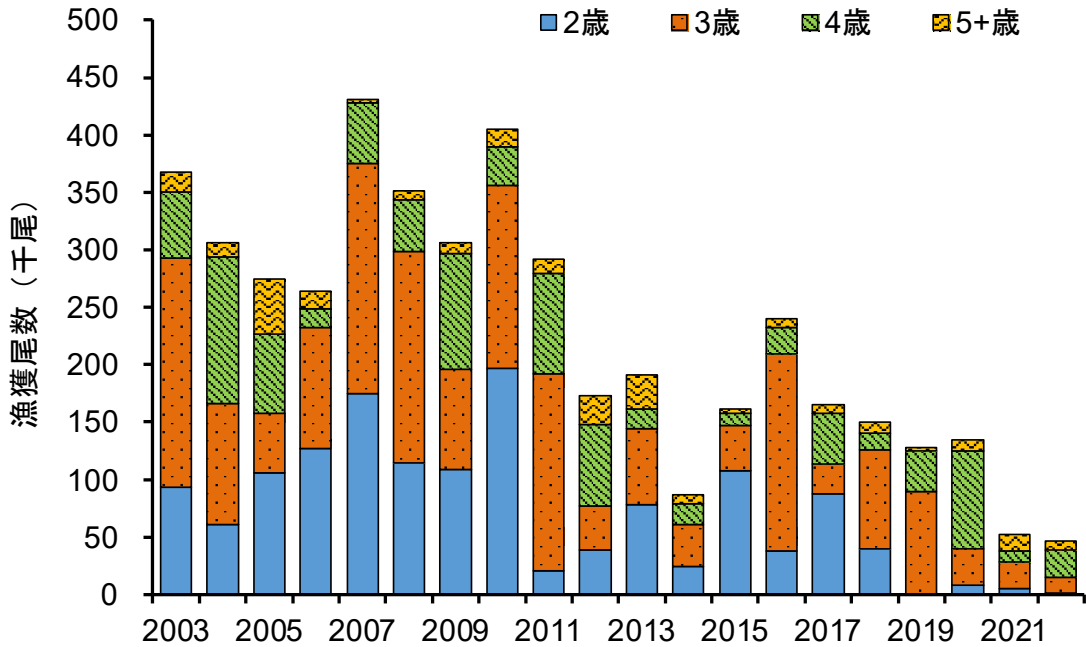
田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. *東海水研報*, **28**, 1-200.



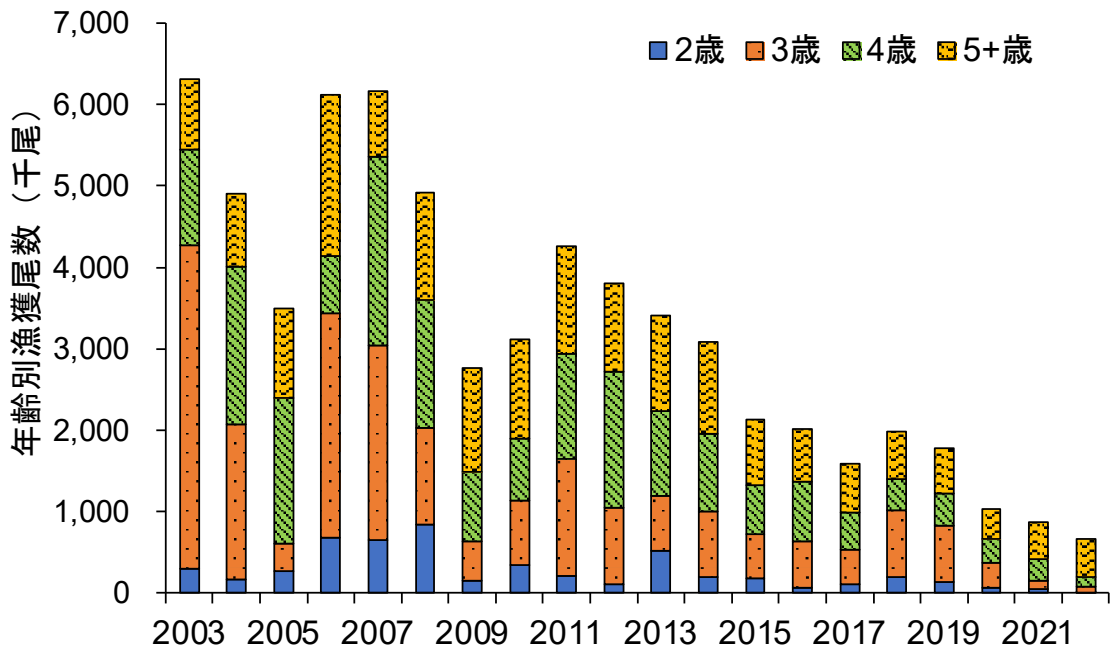
補足図 3-1. 板びき網漁獲物の体長組成 村上市岩船港におけるデータを主要 3 港 (山北・岩船・新潟) の板びき網漁獲量で引き延ばした。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



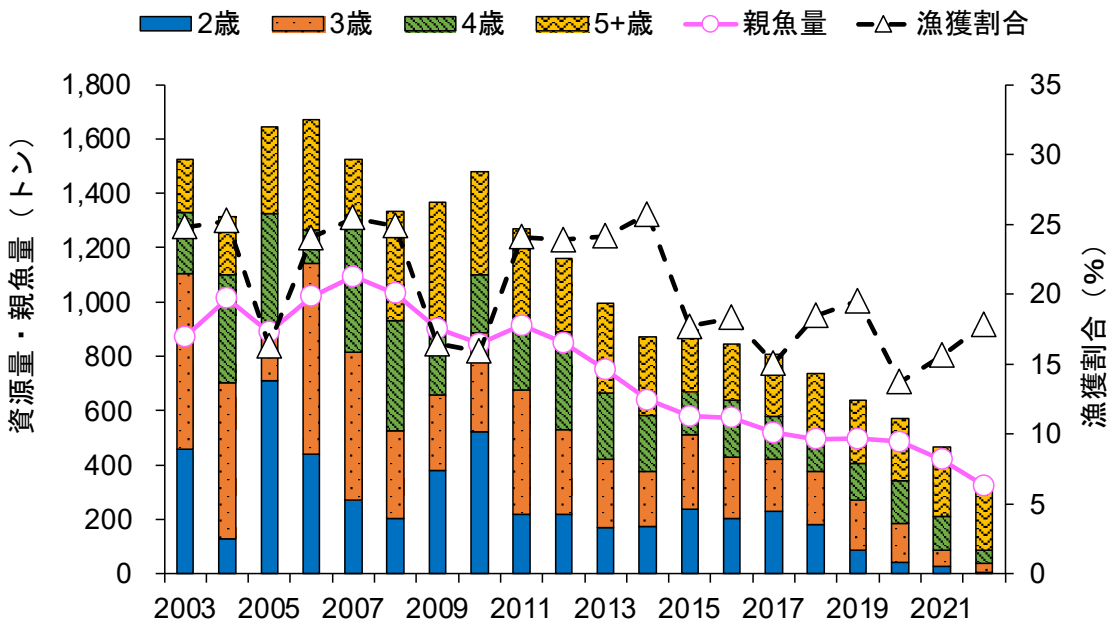
補足図 3-2. 板びき網により漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数の推移
新潟県北部の主要3港。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



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 今後の加入量に関する調査結果

新潟県北部における加入量調査

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4m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）との関係を見ると、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（補足図4-1）。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4-2、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4-1）、2018～2021年級では0.44～1.51尾/haと2016年以前に比べて低い傾向が続いている。補足図4-2の関係から2024年に見込まれる2021年級3歳魚の漁獲尾数は極めて少ない予測となった。

秋田県から新潟県における1歳魚の分布量調査

水産資源研究所 水産資源研究センター 底魚資源部では2016～2023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6.8m、網高1.0m、袋網目合20mm）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、マガレイが出現した定点（補足図4-3）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6～11cm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。

マガレイは主に水深100～180mの定点で出現しており、1歳魚が出現する定点は年によって多少のバラツキが見られた（補足図4-3）。マガレイ1歳魚のCPUEの最小二乗平均は増減を繰り返しており、2023年は解析対象とした過去8年間の中で最も高い水準となった（補足図4-4）。3～4歳魚がマガレイの漁獲対象の主体であることから、2025年以降に資源量が上向きに転ずることが示唆された。

これらの調査結果を踏まえ、2024年の漁獲量は引き続き低い水準になってしまうことが見込まれる。一方で、2022年級1歳魚の資源量の増加が示唆されており、これまで厳しい資源状態が続いていた本系群に明るい兆しも見えてくる。

引用文献

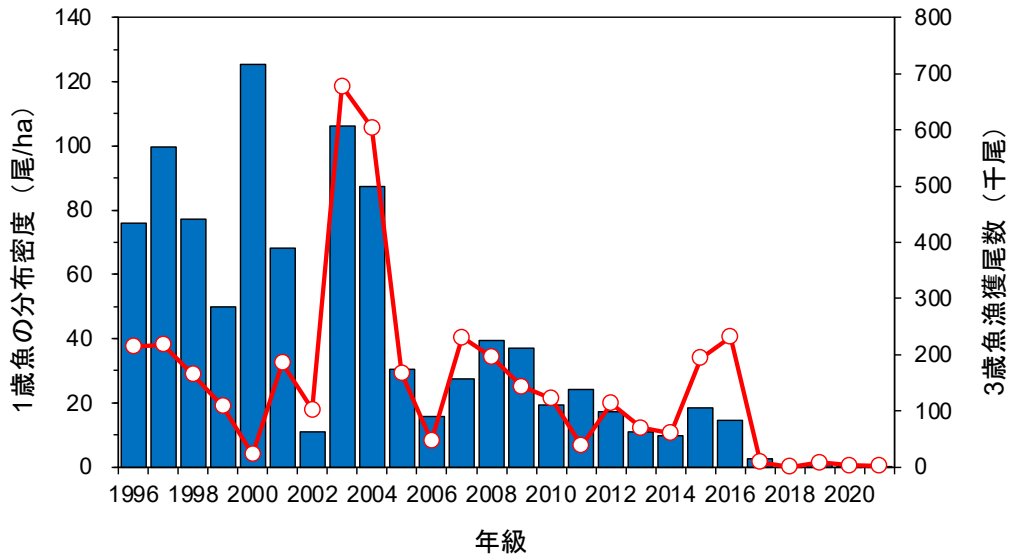
丸山克彦・早瀬賢司・須藤洋介・吉澤良輔・池田 怜 (2017) 9 資源評価調査. 平成 27 年度新潟県水産海洋研究所年報, 新潟県水産海洋研究所, 43-48.

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

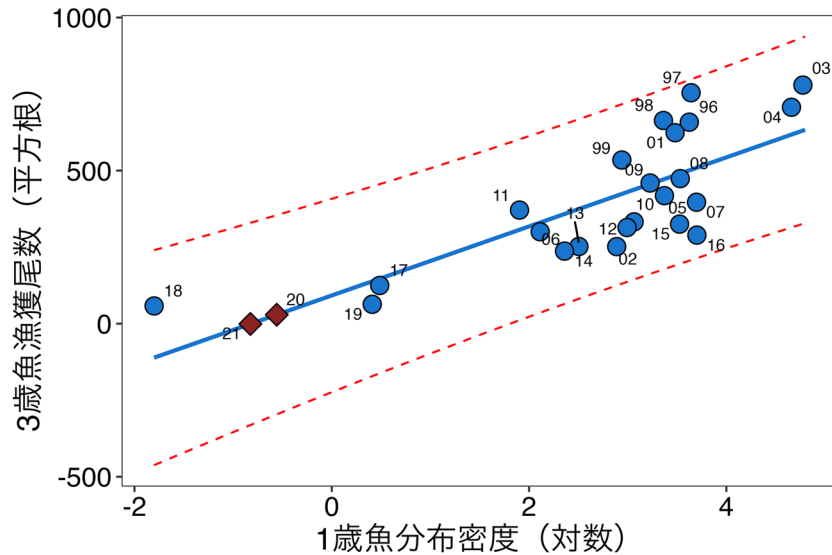
大西健美 (2009) VPA を用いた新潟県北部海域におけるマガレイの資源評価. 新潟水海研報, **2**, 27-35.

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.

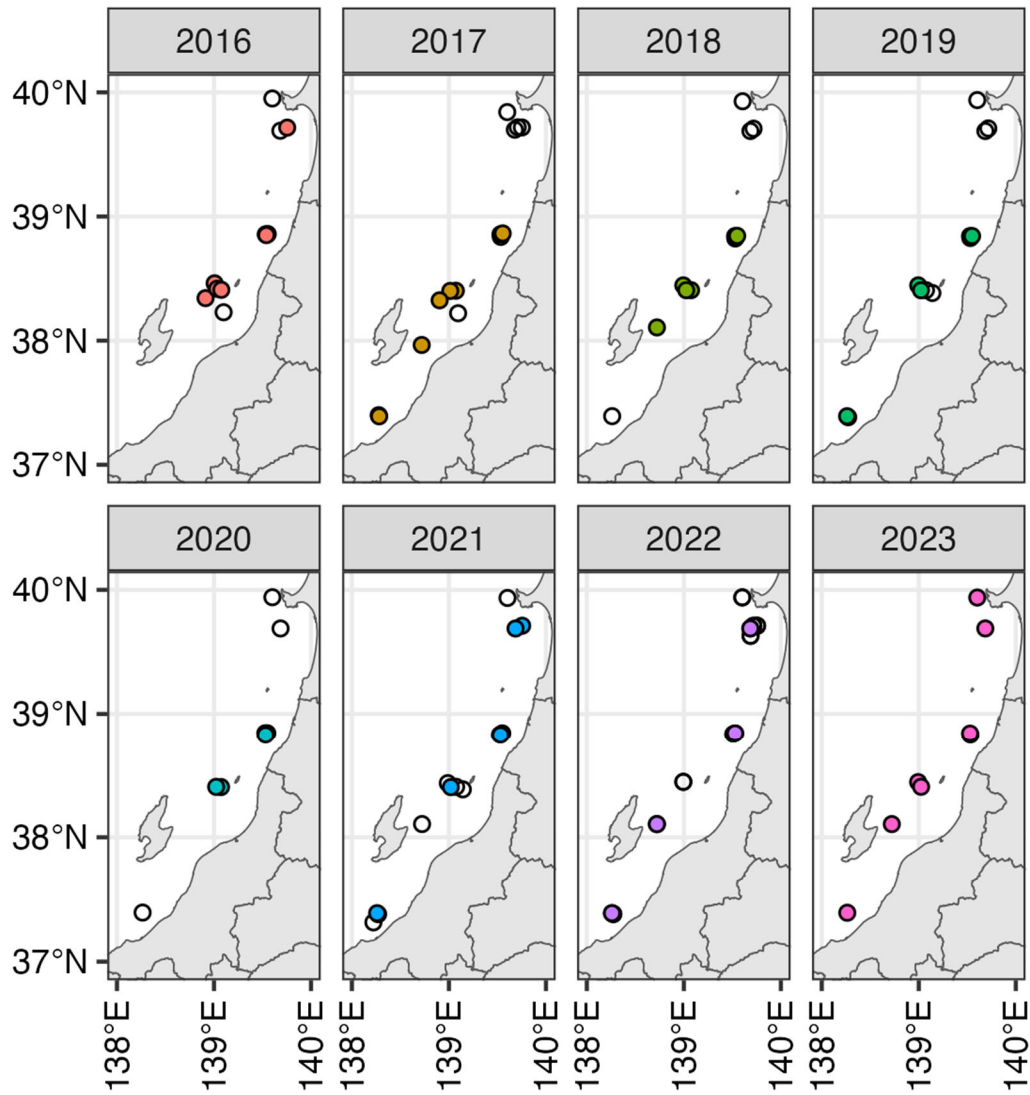
Grafen, A., R. Hails (2002) Modern statistics for the life sciences. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.



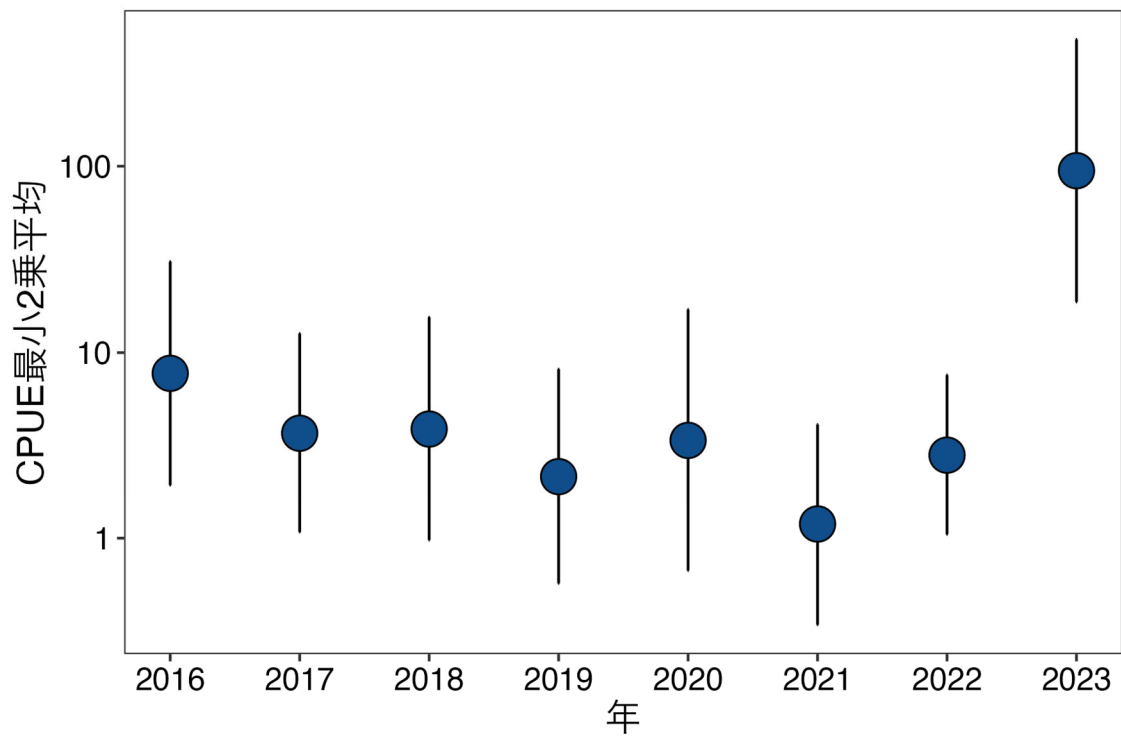
補足図 4-1. 1 歳魚の分布密度（折れ線）と 3 歳魚漁獲尾数（板びき網、新潟県北部主要 3 港、棒グラフ）の関係
 2018 年級は 1 歳魚の分布密度が低すぎたために示していない。新潟県水産海洋研究所資料より作成。



補足図 4-2. 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 4-1 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。Grafen and Hails (2002)を参考に、分散の均一性を保つため、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。2020、2021 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(2023 年と 2024 年)を赤菱形で表した。



補足図 4-3. 2016～2023 年日本海北部底魚資源調査におけるマガレイの出現地点
 標準体長 6～11 cm の 1 歳魚が出現した地点を色付き（各年 1 色）、マガレイは出現
 したが 1 歳魚が含まれなかった地点を白抜きのマーカーで示している。



補足図 4-4. 秋田県から新潟県沿岸において大型桁網調査で採集したマガレイ 1 歳魚の 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。