

令和 6（2024）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・木下 董）

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、2023 年の漁獲量は過去最低の 46 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（2019～2023 年）の漁獲量の推移から減少と判断した。資源水準に合わせて漁獲を行うことを管理方策として 2025 年の ABC を算出した。なお、本報告書における ABC は漁業法改正前の考え方に基づく基本規則 2-2) を適用した値である。

管理基準	Target/ Limit	2025 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave 3-yr・0.89	Target	30	—	—
	Limit	40	—	—

Limit は管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、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。 $ABC_{target} = \alpha \times ABC_{limit}$ 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（2021～2023 年）の漁獲量の平均、ABC は 10 トン未満を四捨五入した値である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2019	—	—	124	—	—
2020	—	—	78	—	—
2021	—	—	72	—	—
2022	—	—	60	—	—
2023	—	—	46	—	—

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、水産機構) 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(水産機構)

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の下で各県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、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(図2)。

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）。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を見ると、新潟県で盛んに行われる板びき網は20～30%で推移してきたものの2016年から減少し、2020～2024年は10%台前半まで減少している。板びき網および沖底、小底の漁獲量の減少に伴い、漁獲量は増加していないものの減少度合いが比較的緩やかな刺し網の漁獲割合が増加している（図3）。2023年の漁獲割合は、底びき網全体が38%、刺し網が44%である（図3）。なお、各県で全長13～17cm未満の範囲で出荷あるいは採捕制限サイズが設定されている。

(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データは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2015年以前は新潟県の占める割合が高かったが、2016年以降は新潟県の漁獲量が大きく減少したため、秋田県と山形県、新潟県の割合がほぼ同程度となっていた。2022年以降は、漁獲量の減少割合が低い秋田県の占める割合が高くなってきている。

1993年以降、漁獲量は1994年の787トンを超えて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、2023年の漁獲量は過去最低の46トン、2020年の78トンから4年連続の最低値の更新であった（図4、表1）。県別の漁獲割合は、青森県11%、秋田県39%、山形県21%、新潟県30%で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、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、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、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 隻をピークに以後減少し、2023 年にはピーク時の 15% (1,977 隻)にとどまった(図 5b)。また、新潟県二見港では 2022 年から板びき網の出漁隻数が 0 となった。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 年の男鹿北部の著しい減少に伴った全体の数値の落ち込みが見られながら 9,000 回前後で推移し、2023 年は新潟沖と男鹿南部・北部共に大きく減少し、1979 年以降で最も低い 4,692 回となった(図 6d)。かけまわしの網数は県によって傾向が異なるが、全体的に減少している(図 7a)。2023 年の値で見ると、秋田県と山形県ではそれぞれ過去最も少ない 522 網と 2524 網となり、新潟県では 1,304 網と低い水準となった。

以上のように、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った。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

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、新潟県の板びき網および沖底、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

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。ただし 2022 年以降は二見を除いた 3 港)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 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、2023 年は前年と同じ 3.3 kg/隻だった。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、2023 年は 1.4 と低い水準だった。

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、2023 年は過去最低の 1.6 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、2023 年には秋田県と同様に過去最低となり 1.2 kg/網だった。新潟県では 2017 年から落ち込み 2023 年は 0.8 kg/網となった（図 7b）。

以上のように、2023 年の板びき網および沖底、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 1971~2023 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。

2023 年の漁獲量は 46 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（2019~2023 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（補足資料 4）。分布密度が極めて高かった 2003、2004 年を例外として、約 5~40 尾/ha の範囲で増減を繰り返していたが、2017 年級から著しく減少し 2022 年級を含めたここ 5 年（2018~2022 年級）の分布密度は 0.1~1.6 尾/ha と低い水準となり（補足図 4-1）、新潟県北部における 2024 年の漁獲対象資源は低い水準と見込まれた（補足図 4-2）。一方で、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は、2023 年の 1 歳魚（2022 年級）および 2024 年の 1 歳魚（2023 年級）の分布密度は過去 9 年間（2016~2024 年）の調査の中で高い水準となった（補足図 4-4）。近年、1 歳魚も含めたマガレイの生息水深の中心が 2016 年から 2024 年にかけて深くなっている傾向があり（補足資料 5）、新潟県水産海洋研究所が実施する加入量調査の調査水深とのミスマッチにより実際の分布状況を捉えられていない可能性があり、今後精査が必要である。

5. 2025 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 を算定した。本報告書における ABC は漁業法改正前の考え方に基づく基本規則 2-2)（水産庁・水産機構 2024）

を適用した値である。

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

$$ABCtarget = \alpha \times ABClimit$$

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

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 はそれぞれ直近 3 年間 (2021~2023 年) の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 (2021~2023 年) の平均漁獲量 60 トン (Cave 3-yr) を用いた。また、同期間の漁獲量から b (-13.05) と I (60) を求め、k は標準値の 0.5 として γ_2 (0.89) 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	2025 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.7・Cave 3-yr・0.89	Target	30	—	—
	Limit	40	—	—

Limit は管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、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 = $\alpha \times ABClimit$ 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 (2021~2023 年) の漁獲量の平均、ABC は 10 トン未満を四捨五入した値である。

(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
2023 年漁獲量確定値	2023 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)
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	
2023 年(2024 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.93	—	—	50	40	46
2024 年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.86	—	—	50	40	
2024 年(2024 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.86	—	—	50	40	

2023年(2024年再評価)では2023年の漁獲量が確定値となり、 γ_2 が0.86から0.93に変化した。これに伴い、2023年のABClimitが60トンから50トンに、ABCtargetが50トンから40トンに変化した。

6. その他の管理方策の提言

現在、本系群に対して各県で全長13~17cm未満の範囲で出荷あるいは採捕制限サイズが設定されている。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水産機構が実施した調査では、2025年以降に漁獲対象となる2022~2023年級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・産卵を開始する本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.
- 水産庁, 水産研究・教育機構(2024) 令和6(2024)年度ABC算定のための基本規則. FRA-SA2024-ABCWG02-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-02.pdf
- 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

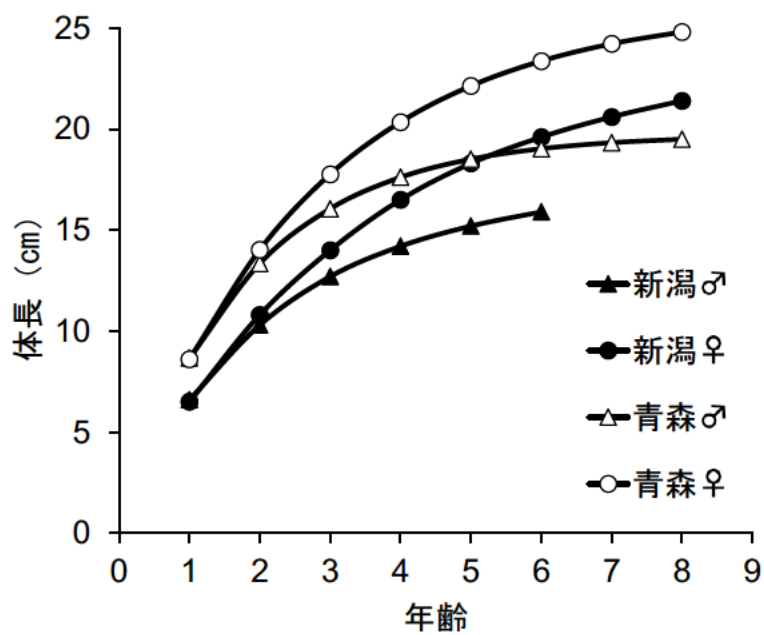


図2. 年齢と体長の関係

新潟県 (大西 2009) と青森県 (伊藤ほか 2015) それぞれの関係を示す。

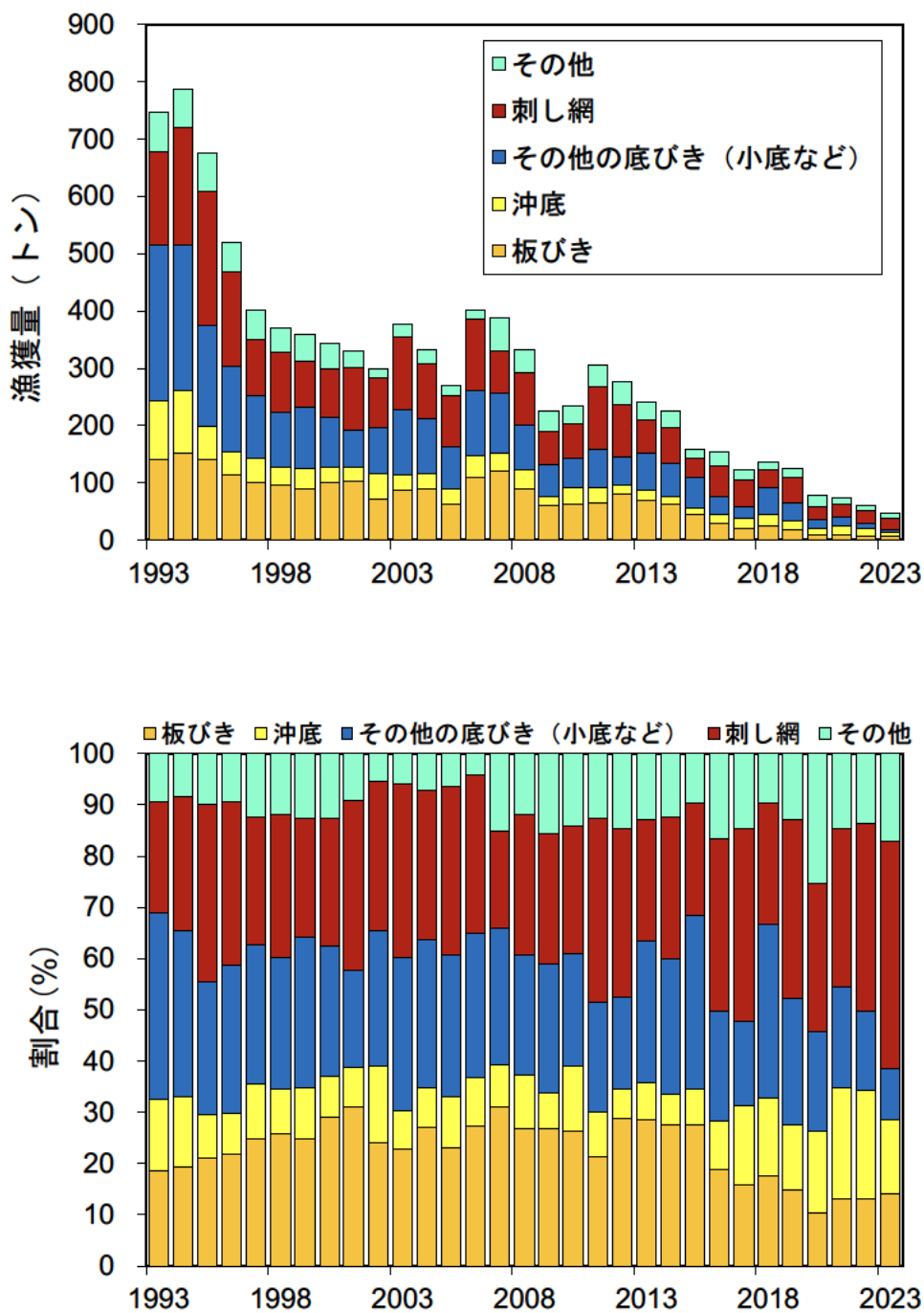


図 3. 漁業種類別の漁獲量（上図）と割合（下図）の推移

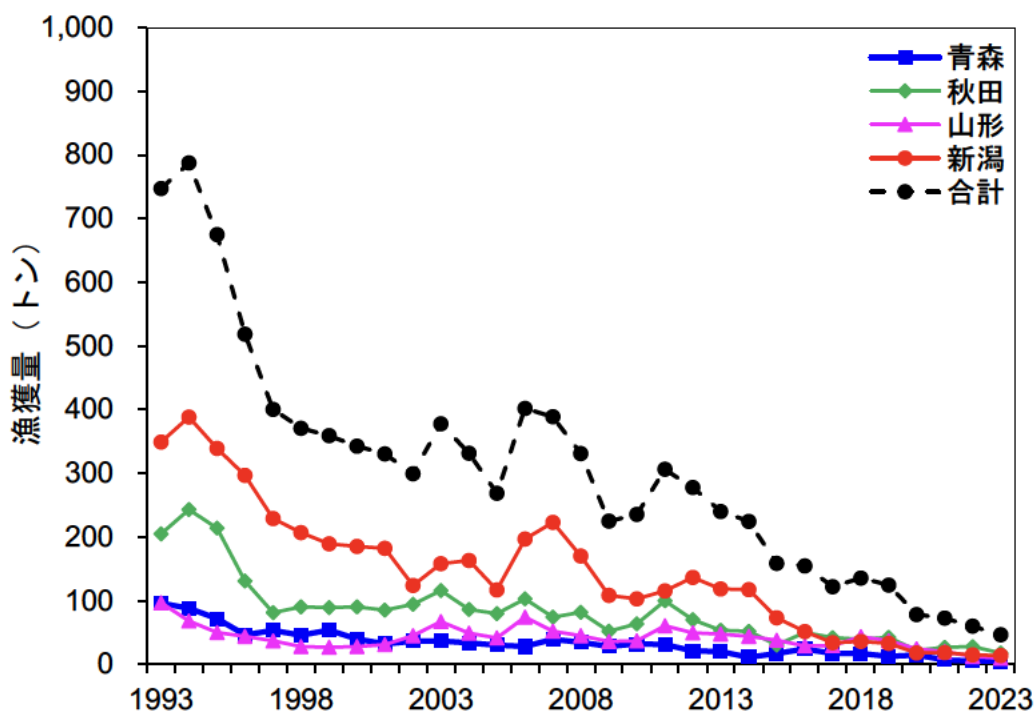
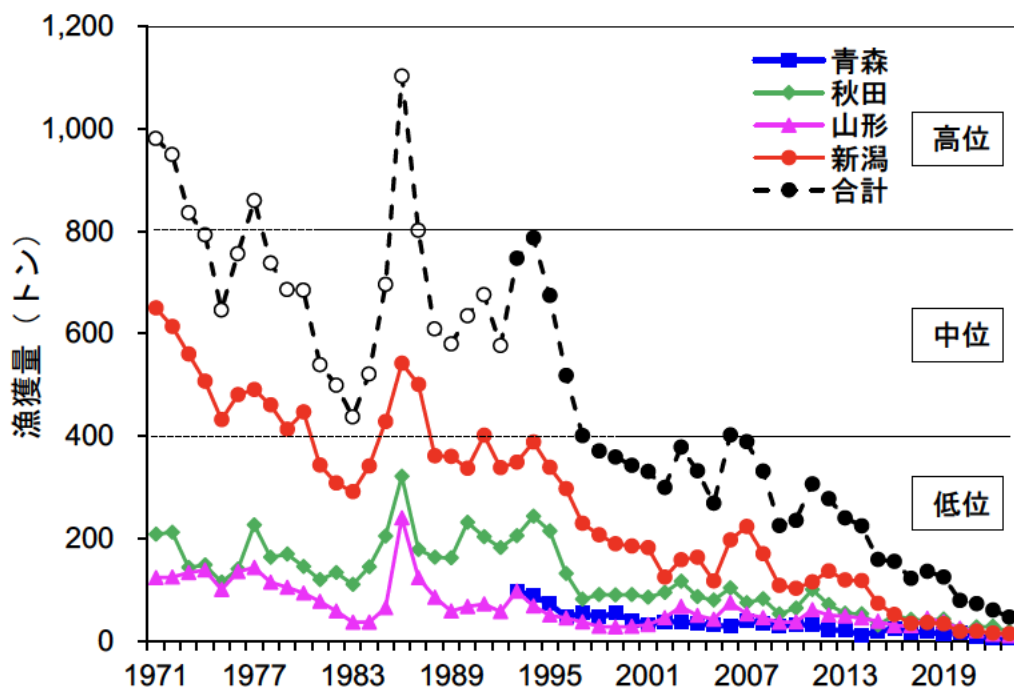


図4. マガレイ日本海系群の県別と合計漁獲量の推移（上：全年、下：直近30年）
 合計漁獲量で4県のデータが利用できるのは1993年以降である（青森県を除く3県の合計値となる1992年以前は白丸で表示）。波線は水準の境界を示す。

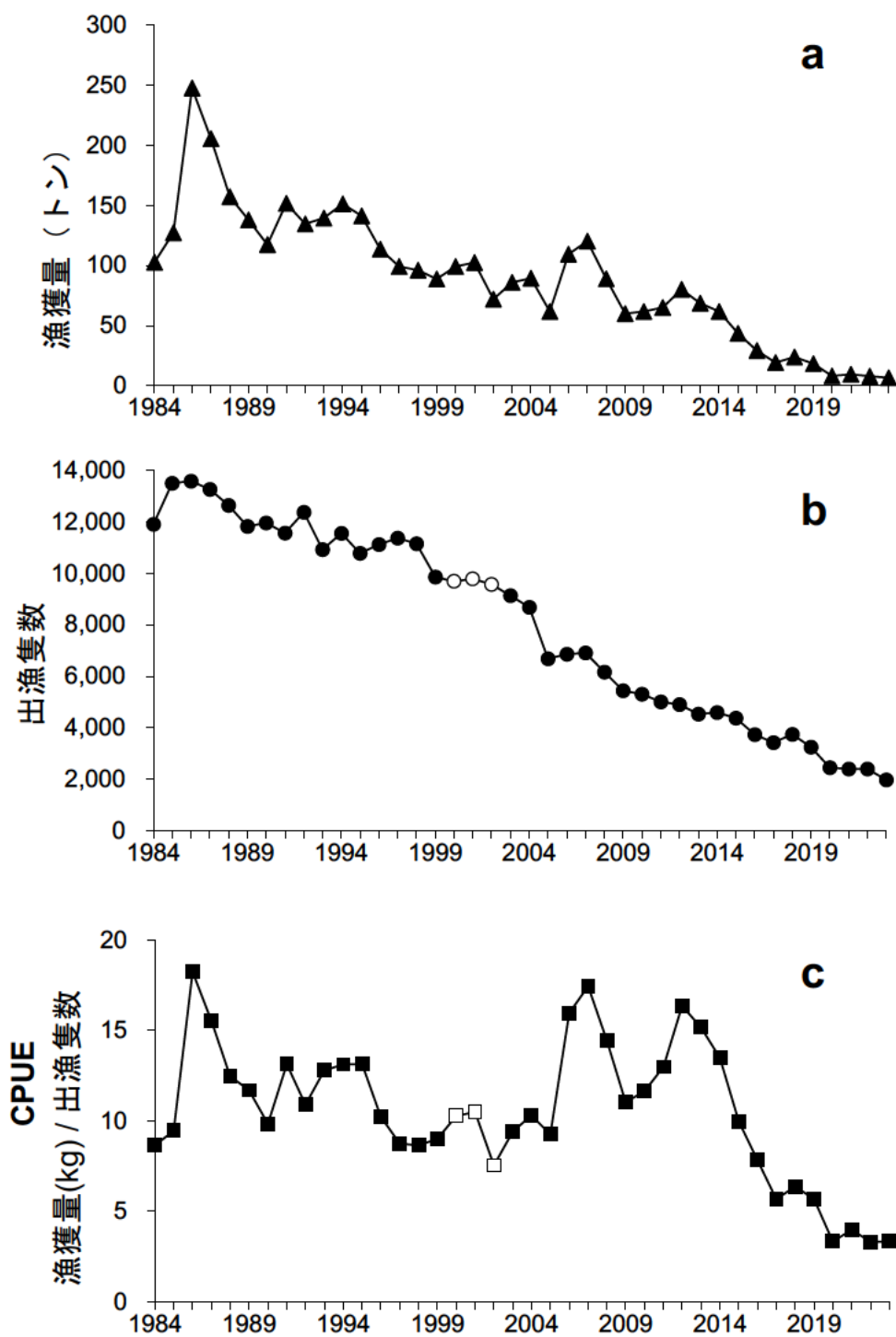


図 5. 新潟県北部の板びき網による漁獲量 (a)、出漁隻数 (b) および CPUE (c)
 主要 4 港 (山北、岩船、新潟、二見)。白抜きの 3 年間 (2000~2002 年) は出漁隻数
 データに未集計分がある。

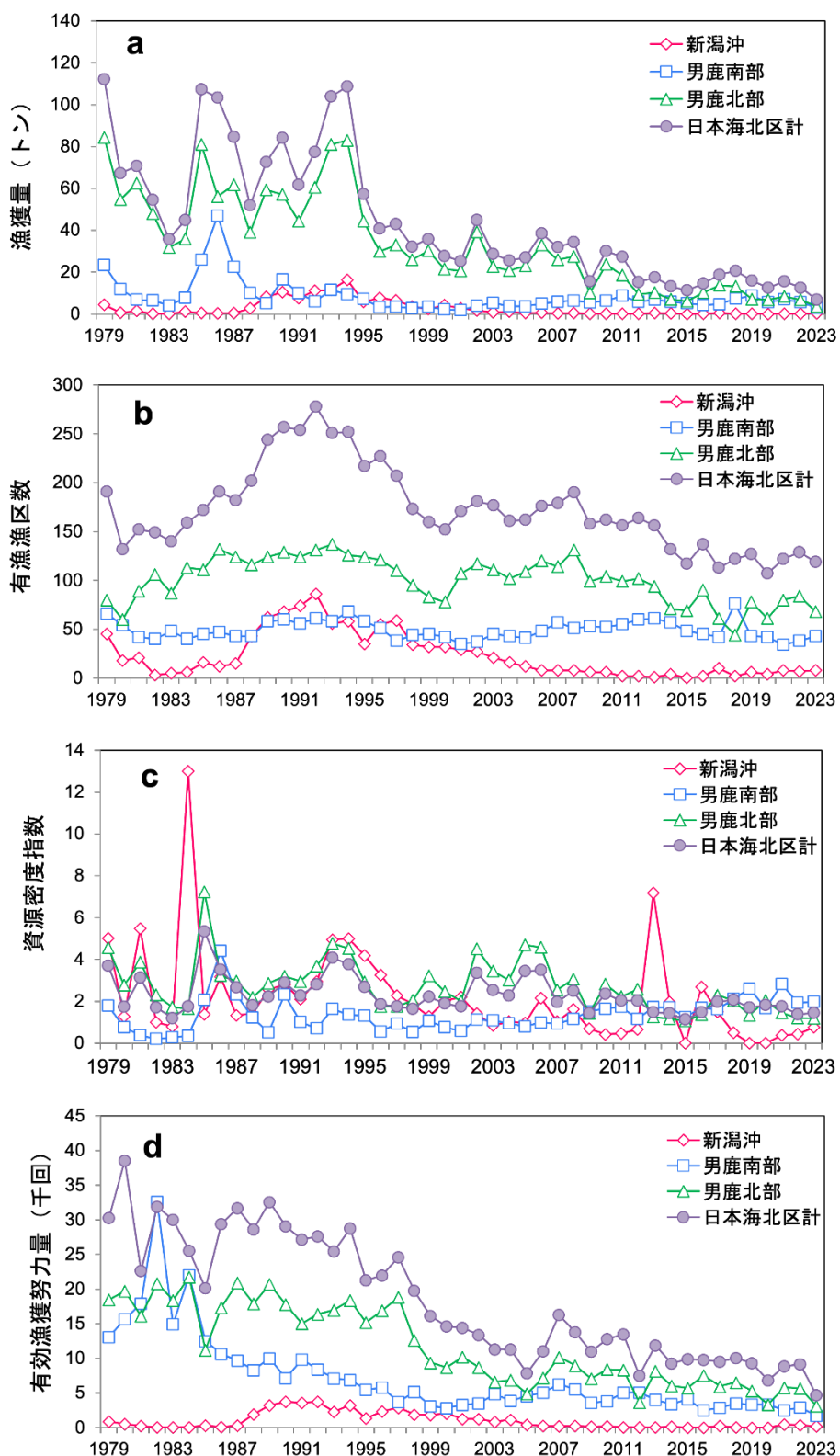


図 6. 沖底の漁獲量 (a)、有漁漁区数 (b)、資源密度指数 (c) および有効漁獲努力量 (d)

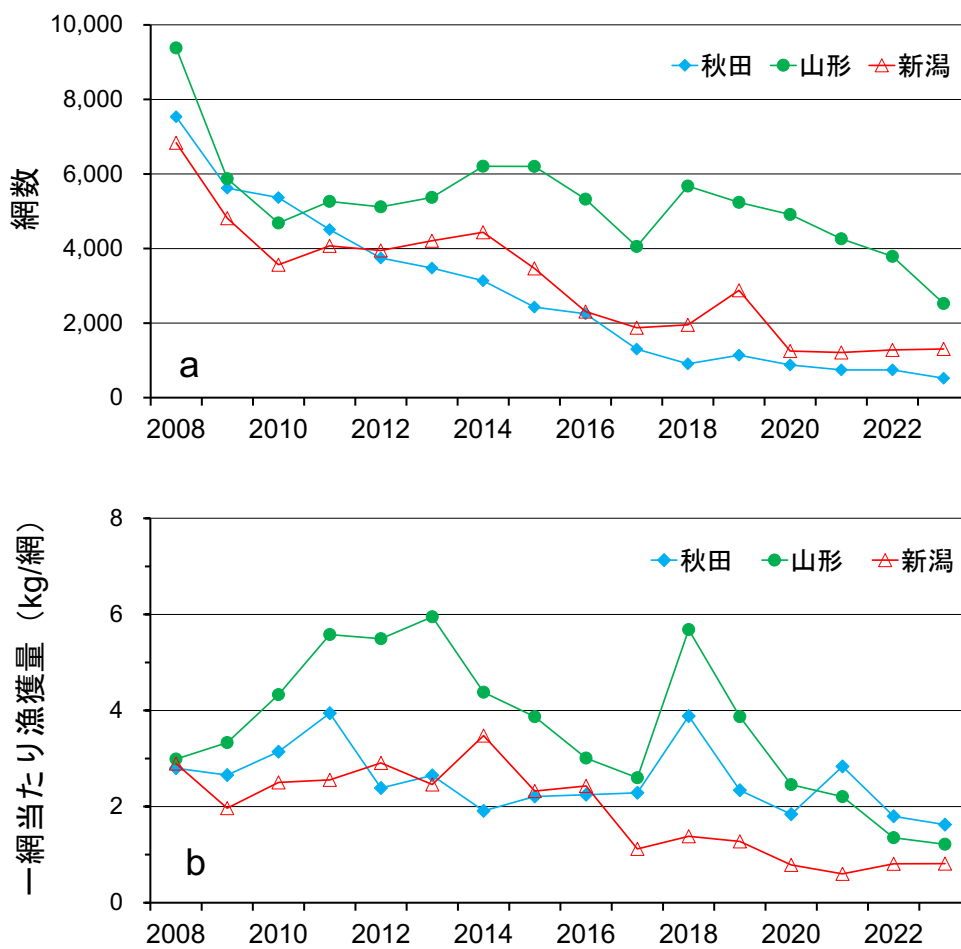


図7. かけまわしによる、マガレイの漁獲があった操業日を対象とした網数 (a) と CPUE (b : kg/網) の推移

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	
2023	1	0	3	5	5	11	1	18	3	6	10	8	3	3	14	46	

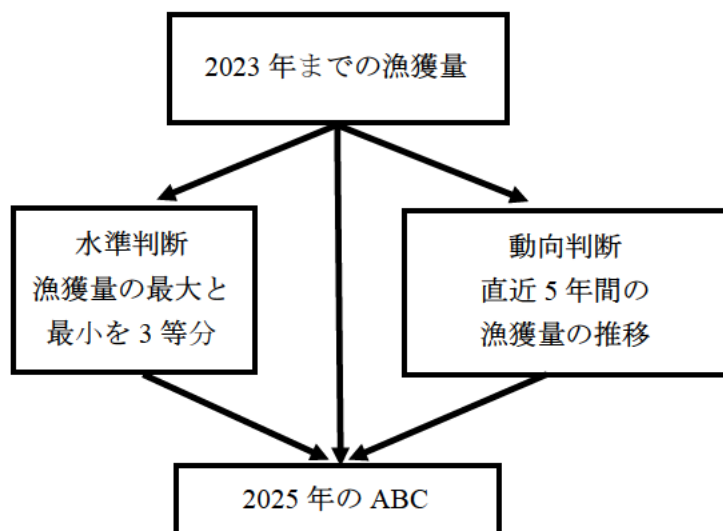
青森県の1992年以前の統計値はない。

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
2023	1,977	3.3	4,692	1.4	522	1.6	2,524	1.2	1,304	0.8

板びき網では新潟主要 4 港の合計を、沖底では日本海北区合計を、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



※ABCは漁業法改正前の考え方に基づく基本規則を適用した値

補足資料 2 資源量指標値の計算方法

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 2 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）の漁獲量における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（井関ら 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 2015～2023 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。年毎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、2023 年は 3 歳魚の漁獲尾数が極端に少なかった 2005 年と同程度の 0.9%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。2023 年の漁獲尾数は昨年につき過去最も少ない値を更新し、2 歳魚（2021 年級群）の漁獲に占める割合が 18%と直近 5 年間の中では高い値となった（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 2023 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) の値に従った (下の表を参照)。なお、新潟県の 5+歳の体重には、2003~2023 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別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 (2022 年および 2023 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(2021~2023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、各年齢の平均値に乘じることで、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)。直近3年にあたる2021~2023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、2023年は約13%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、2023年も昨年に続き1%を下回った。

引用文献

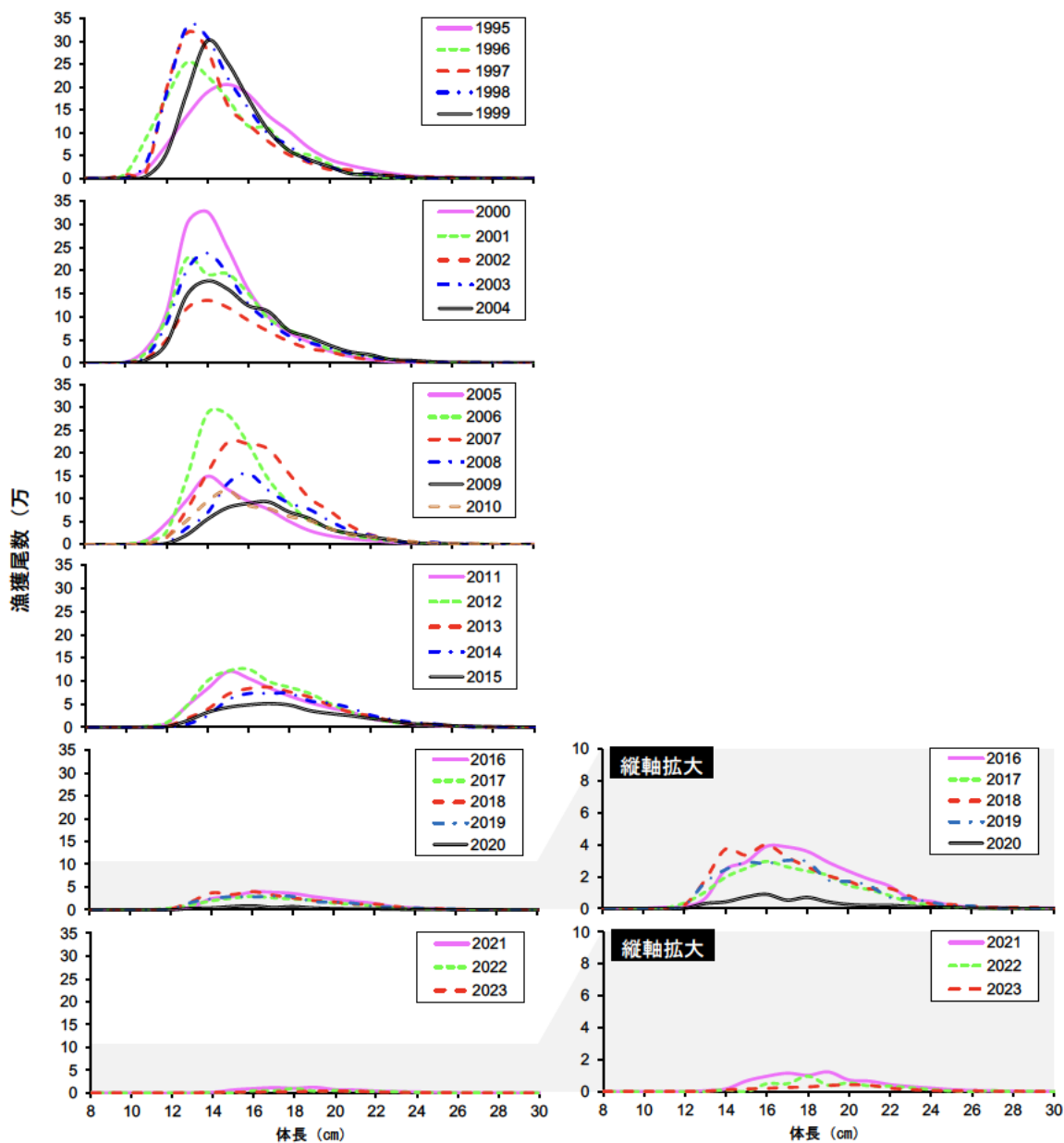
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明(2017)平成28(2016)年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1834-1851.
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明(2018)平成29(2017)年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成29年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1924-1942.
- 井関智明・上原伸二・八木佑太(2016)平成27(2015)年度マガレイ日本海系群の資源評価.

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.

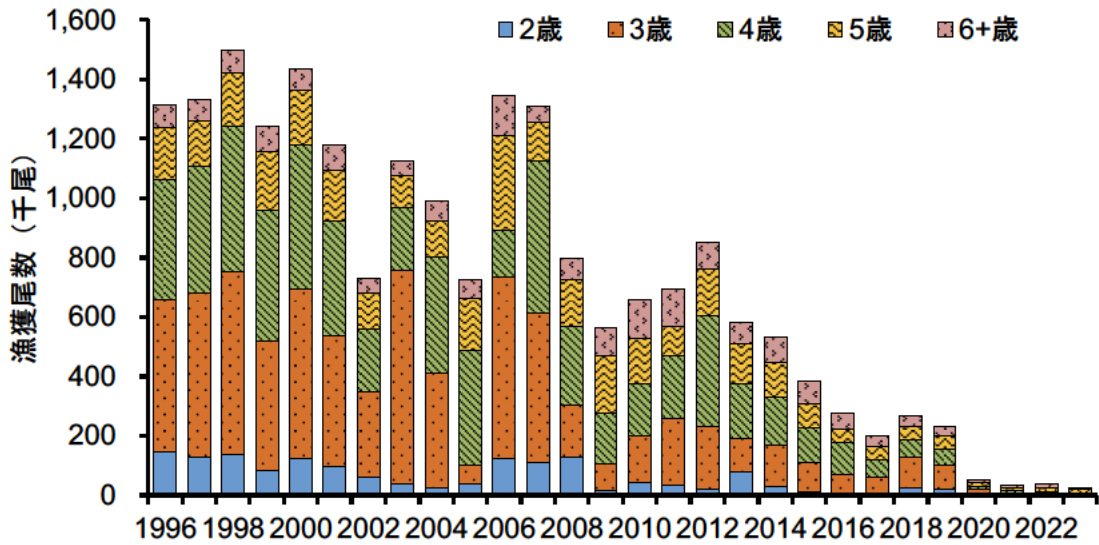
伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, **9**, 1-14.

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.

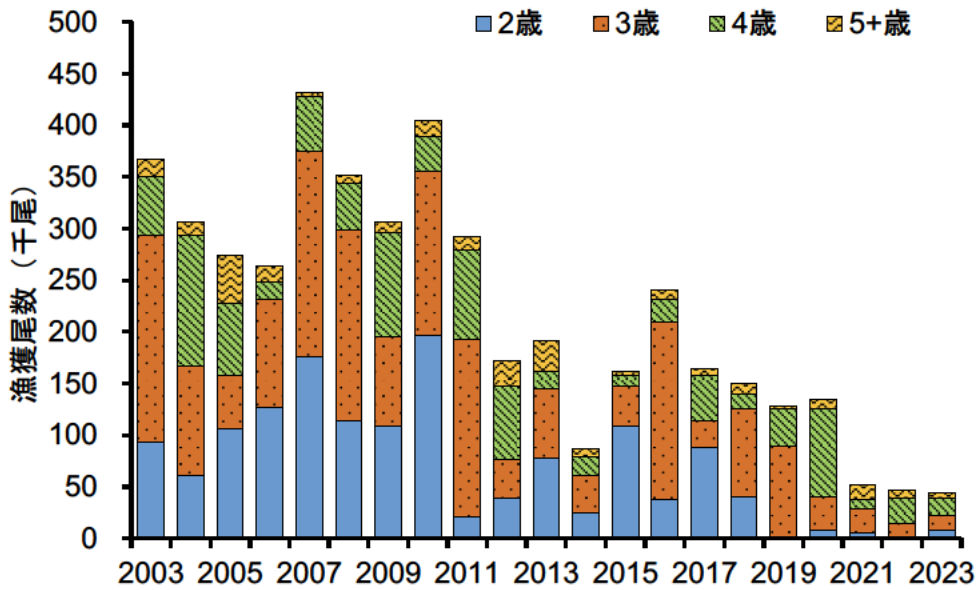
田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.



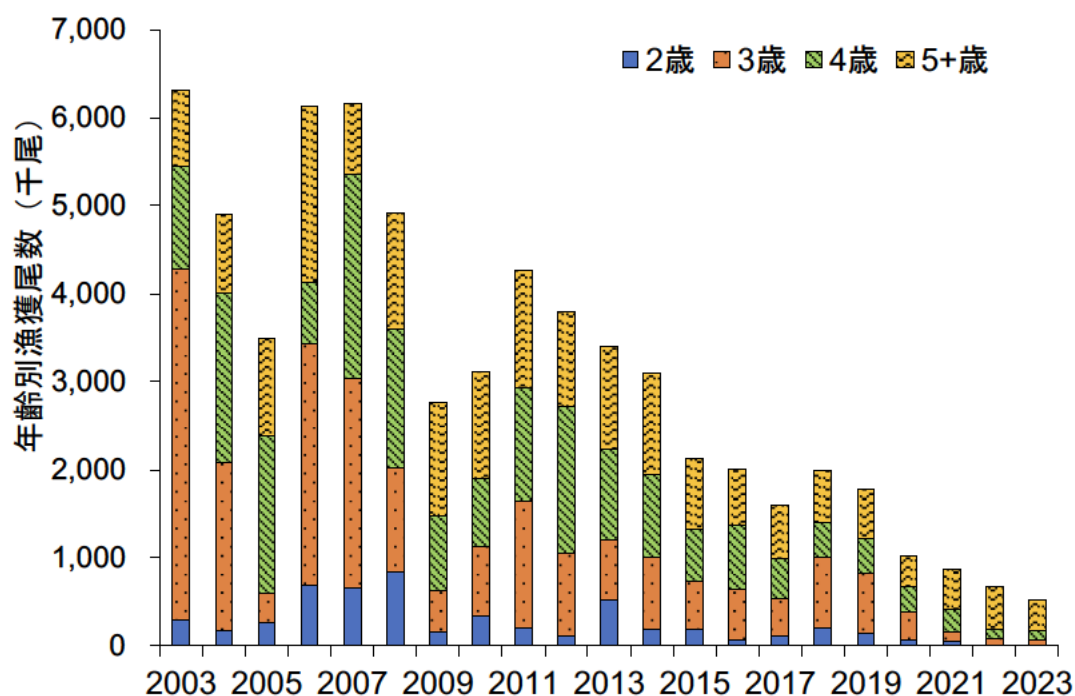
補足図 3-1. 板びき網漁獲物の体長組成 村上市岩船港におけるデータを主要3港(山北・岩船・新潟)の板びき網漁獲量で引き延ばした。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



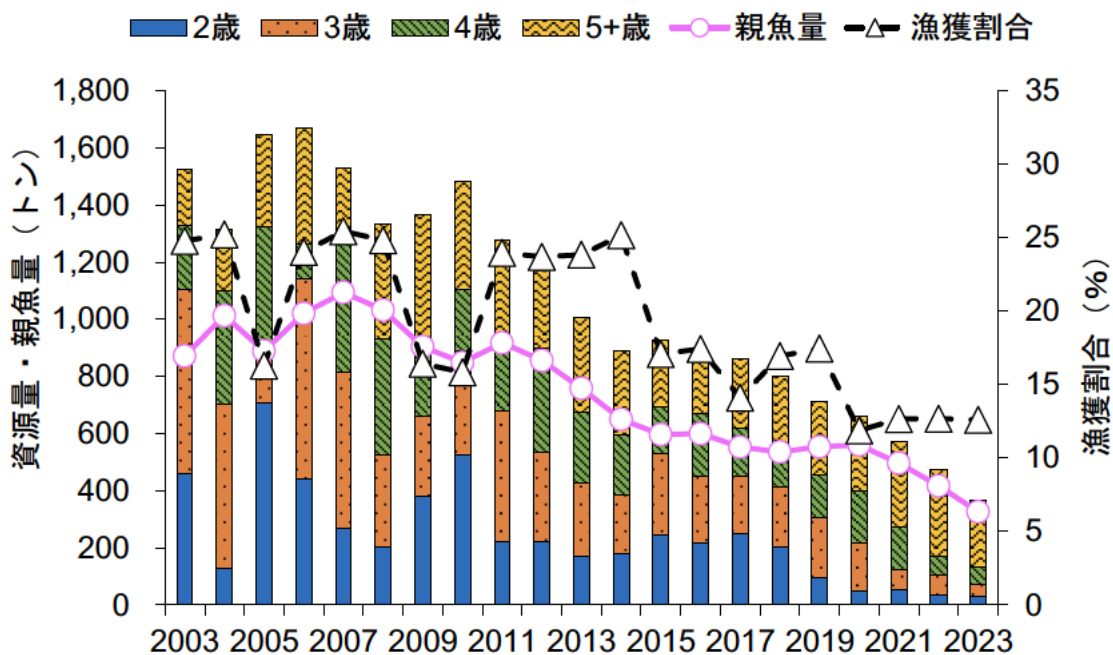
補足図 3-2. 板びき網により漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数の推移
新潟県北部の主要3港。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



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水深 100～120 m の定点を中心に間口 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）、2018～2022 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 2025 年に見込まれる 2022 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 2016～2024 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。

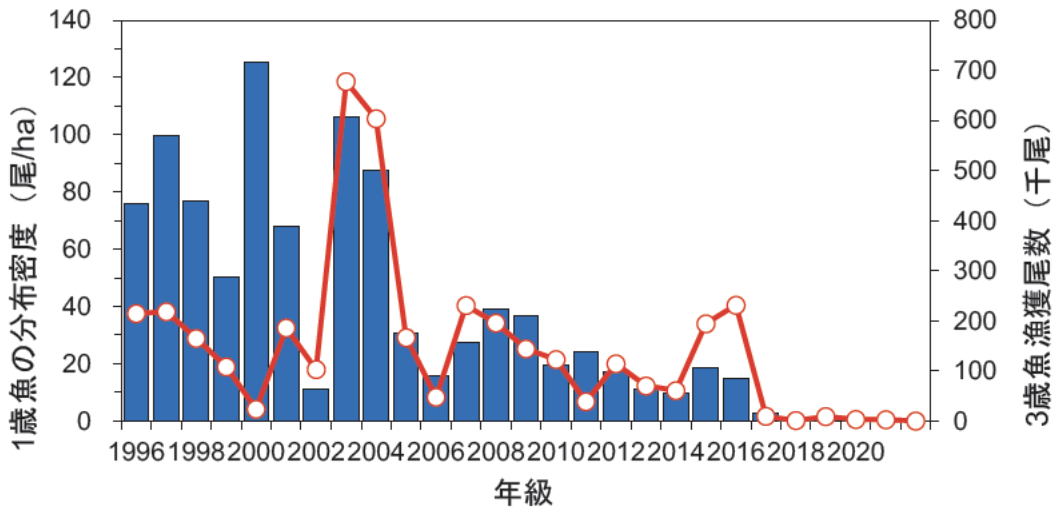
年齢と体長の関係（大西 2009）に基づき、標準体長 6～11 cm の採集個体を 1 歳魚として扱った。1 歳魚の出現状況と調査年の関係を調べるため CPUE-LogNormal モデル（庄野 2004）を構築した。ゼロキャッチに対応するため、微小値（0.1）を加えた 1 歳魚の数を曳網距離で除し、その自然対数を目的変数とした。調査年、エリア（秋田県、山形県、新潟県の 3 クラス）、水温を説明変数とし、それら 3 変数の交互作用を含むフルモデルを構築した。説明変数の有無を変えて Akaike's Information Criterion による総当たりモデル選択を行った結果、調査年とエリア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。

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 年および 2024 年は解析対象とした過去 9 年間の中で高い水準となった（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、2023 年 1 歳魚（2022 年級）が漁獲対象となる 2025 年以降に資源量が上向きに転ずることが示唆された。

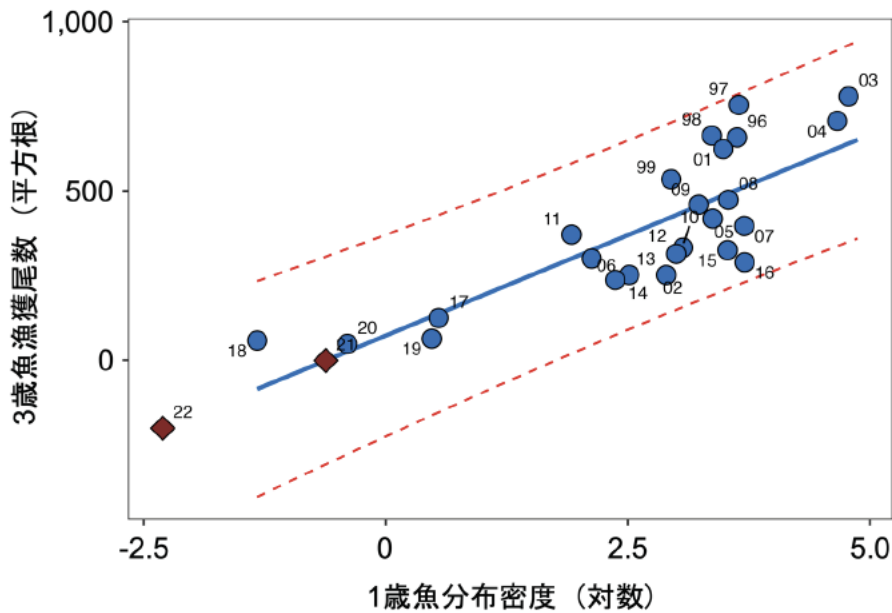
これらの 2 つの調査結果には 1 歳魚の分布状況（補足図 4-1、4-4）と今後の見通し（補足図 4-2）に乖離が見られた。補足資料 5 で記載する本種の生息水深の変化と加入量調査の定点水深の関係、および各県が実施した稚魚調査の結果も考慮した加入量の検討が必要である。

引用文献

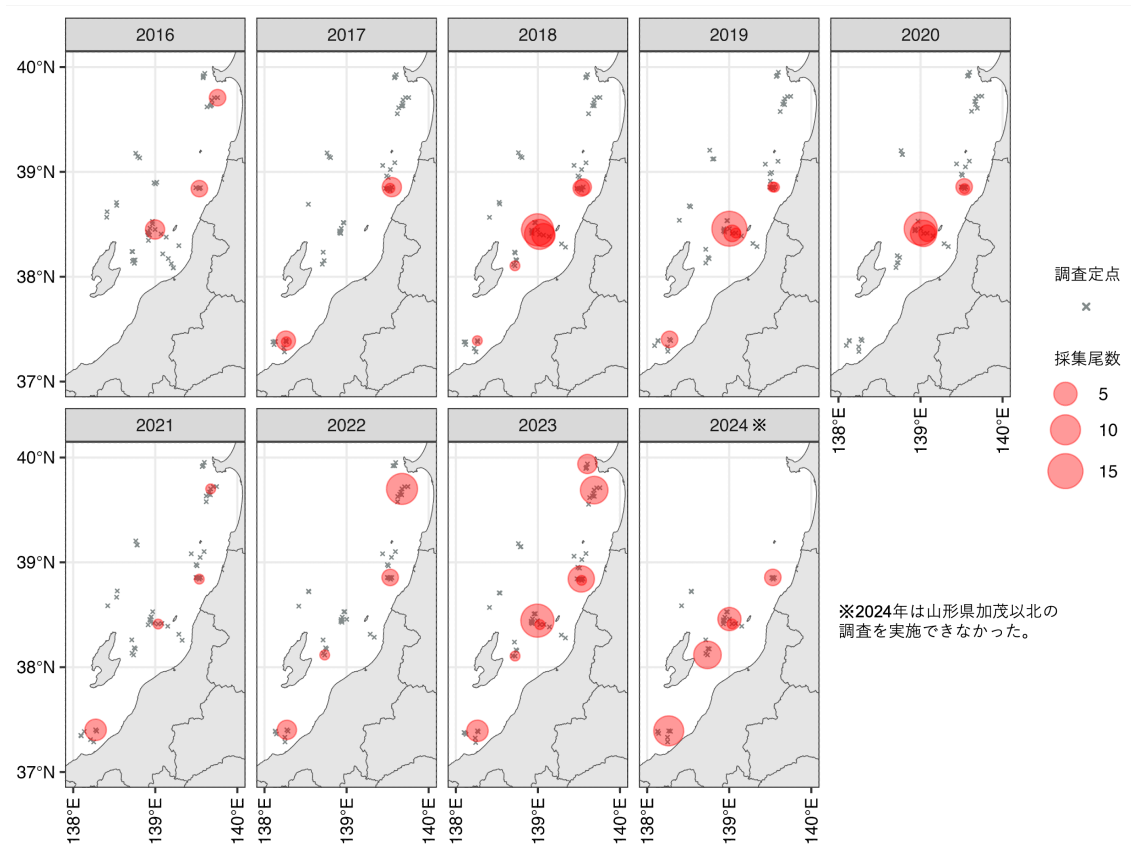
- Grafen, A., R. Hails (2002) *Modern statistics for the life sciences*. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.
- 丸山克彦・早瀬賢司・須藤洋介・吉澤良輔・池田 怜 (2017) 9 資源評価調査. 平成 27 年度新潟県水産海洋研究所年報, 新潟県水産海洋研究所, 43-48.
- 大西健美 (2009) VPA を用いた新潟県北部海域におけるマガレイの資源評価. 新潟水海研報, **2**, 27-35.
- 庄野 宏 (2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチ. 水産海洋研究, **68**, 106-120.



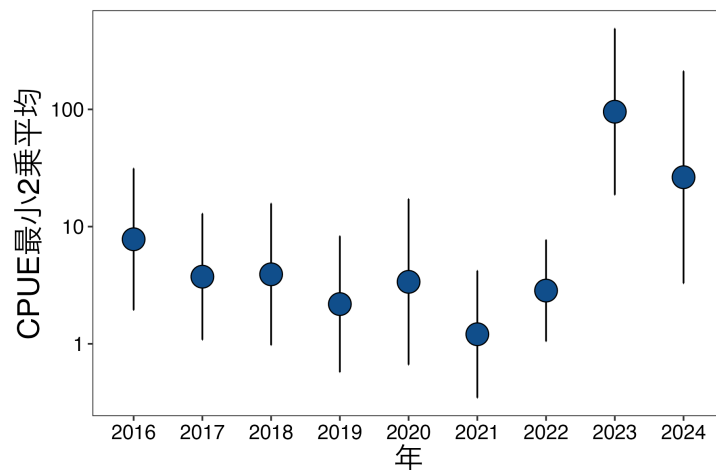
補足図 4-1. 1 歳魚の分布密度（折れ線）と 3 歳魚漁獲尾数（板びき網、新潟県北部主要 3 港、棒グラフ）の関係
 2018 年級は 1 歳魚の分布密度が低すぎたために示していない。新潟県水産海洋研究所資料より作成。



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）
 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。2021、2022 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（2024 年と 2025 年）を赤菱形で表した。



補足図 4-3. 2016～2024 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
各年の調査定点をバツ印で、標準体長 6～11 cm の 1 歳魚が出現した地点を赤色丸印で示している。赤丸の大きさは採集された尾数を表している。2024 年の調査は山形県加茂沖から秋田県男鹿半島南までの調査を実施していない。



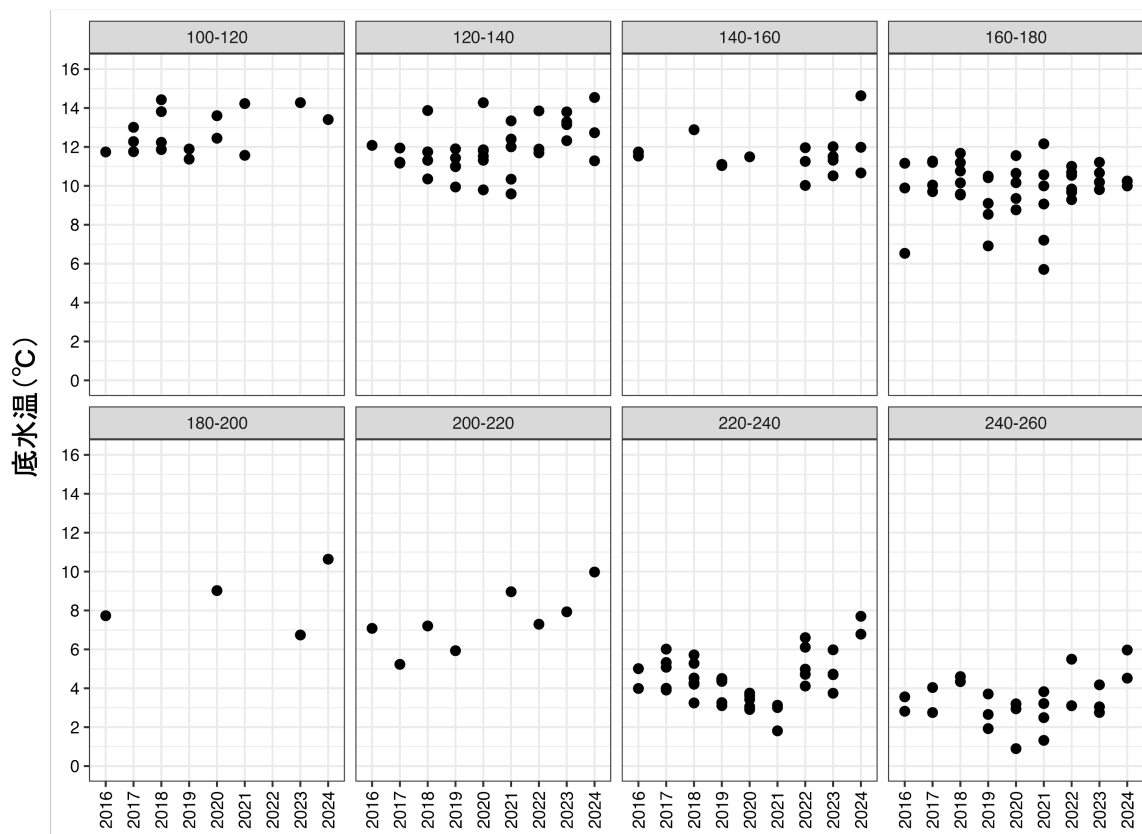
補足図 4-4. 秋田県から新潟県沿岸において大型桁網調査で採集したマガレイ 1 歳魚の CPUE-LogNormal モデルの CPUE 最小二乗平均 (青丸)
モデルの構造は本文参照のこと。黒線は 95 %信頼区間を示す。

補足資料5 マガレイ日本海系群における生息水深の変化

補足資料4と同じ水産資源研究所 水産資源研究センターが実施する秋田県から新潟県の沿岸における大型桁網を用いた底魚類の採集調査（日本海北部底魚資源調査）の結果をもとに、マガレイの採集尾数を左右する要因を精査した。過去、本調査でマガレイが採集されていた水深100～260mの定点を対象に、定点毎の採集尾数（全年齢）を目的変数、年（2016～2024年）、定点水深（100mから260mまで20m刻みでカテゴリ化）、地域（3県でカテゴリ化）を説明変数、定点あたりの曳網面積をオフセット項、誤差構造をゼロ過剰負の二項分布とした一般化線型モデルを構築した。Akaike's Information Criterionによるモデル選択を行った結果、年と定点水深を含むモデルがベストモデルとして選ばれた。偏回帰係数の推定値を見ると、水深100～120mを基準として160～180mの値が大きくなった（補足表5-1a）。本州日本海側に生息するマガレイの7月の生息水深は90～130mとされており（富永1991）、2016～2024年における生息水深が深くなった可能性が考えられる。同調査における曳網時の底水温を見ると、近年、水深140m以浅の底水温がマガレイの適水温の上限である12℃を上回る傾向にあり（補足図5-1）、浅海域の水温上昇が生息地の深場への移動に作用していることが考えられる。また、応答変数を標準体長6～11cmの1歳魚の尾数とした場合においても同様に水深帯160～180mでの採集が多い結果となった（補足表5-1b）。各県が実施するマガレイの当歳魚または1歳魚を狙った分布調査では、調査定点の水深が160m以浅を中心としている場合が多く、今後、より正確な加入状況を把握していく上では生息水深の変化を考慮した調査を設計する必要があるかもしれない。

引用文献

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.



補足図 5-1. 水深帯で区分した各年、各定点の曳網時の底水温

補足表 5-1. 一般化線型モデルにおける推定値

(a) 目的変数を1地点あたりのマガレイ全年齢の採集尾数とした場合

	偏回帰係数	標準誤差	z値	p値
(切片)	5.09	1.14	4.462	< 0.001 ***
地域 (新潟)	-0.44	0.57	-0.774	0.439
地域 (山形)	1.04	0.69	1.509	0.131
水深帯120-140	0.26	0.72	0.354	0.723
140-160	1.64	1.00	1.646	0.100 .
160-180	4.81	1.29	3.727	< 0.001 ***
180-200	20.74	5002.61	0.004	0.997
200-220	-17.28	3334.57	-0.005	0.996
220-240	-1.98	0.82	-2.404	0.016 *
240-260	-1.67	1.00	-1.677	0.094 .
年 (2017)	0.32	1.17	0.271	0.787
年 (2018)	-0.37	1.16	-0.320	0.749
年 (2019)	-0.48	1.15	-0.420	0.674
年 (2020)	-1.09	1.19	-0.920	0.358
年 (2021)	-0.58	1.17	-0.498	0.619
年 (2022)	-1.01	1.25	-0.813	0.416
年 (2023)	-2.62	1.29	-2.036	0.042 *
年 (2024)	-3.16	1.47	-2.159	0.031 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(b) 目的変数を1地点あたりのマガレイ1歳魚の採集尾数とした場合

	偏回帰係数	標準誤差	z値	p値
(切片)	0.60	1.29	0.469	0.639
域 (新潟)	2.24	0.69	3.246	0.001 **
域 (山形)	2.65	0.76	3.481	< 0.001 ***
深帯120-140	0.26	0.76	0.350	0.727
140-160	0.71	0.87	0.819	0.413
160-180	2.41	0.77	3.130	0.002 **
180-200	1.29	1.28	1.009	0.313
200-220	-17.68	5839.94	-0.003	0.998
220-240	-17.75	2602.82	-0.007	0.995
240-260	-17.96	3467.75	-0.005	0.996
≡ (2017)	0.96	1.25	0.768	0.443
≡ (2018)	1.07	1.17	0.913	0.361
≡ (2019)	0.95	1.18	0.809	0.418
≡ (2020)	0.49	1.16	0.420	0.674
≡ (2021)	-0.11	1.22	-0.088	0.930
≡ (2022)	0.03	1.23	0.022	0.982
≡ (2023)	1.31	1.14	1.144	0.253
≡ (2024)	1.11	1.19	0.345	0.730

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1