

## 令和元（2019）年度マガレイ日本海系群の資源評価

担当水研：日本海区水産研究所

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、山形県水産試験場、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、2018 年の漁獲量は過去 2 番目に低い 136 トンだった。

以上を勘案し、現在の資源水準は低位、動向は過去 5 年間（2014～2018 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 2020 年の ABC を算出した。

| 管理基準               | Target/<br>Limit | 2020 年 ABC<br>(トン) | 漁獲<br>割合<br>(%) | F 値<br>(現状の F 値から<br>の増減%) |
|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 0.7・Cave 3-yr・0.97 | Target           | 70                 | —               | —                          |
|                    | Limit            | 90                 | —               | —                          |

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 =  $\alpha$ ABClimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。Cave 3-yr は 2016～2018 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 | 親魚量 | 漁獲量<br>(トン) | F 値 | 漁獲割合<br>(%) |
|------|-----|-----|-------------|-----|-------------|
| 2014 | —   | —   | 224         | —   | —           |
| 2015 | —   | —   | 159         | —   | —           |
| 2016 | —   | —   | 155         | —   | —           |
| 2017 | —   | —   | 122         | —   | —           |
| 2018 | —   | —   | 136         | —   | —           |

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）<br>沖合底びき網漁獲成績報告書（水産庁）<br>小型底びき網漁獲成績報告書（水研）<br>板びき網出漁隻数（新潟県） |
| 年別・年齢別漁獲尾数<br>（新潟県主要3港） | 主要港漁獲量（新潟県）<br>体長組成調査（新潟県）<br>・市場測定<br>体長一年齢調査（新潟県）<br>・精密測定                    |
| 2018年加入量（0～2歳魚）         | 新規加入量調査（新潟県）<br>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る。本系群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150m以浅、水温5～10℃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

近年における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 50～90 m 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 14 cm 以上、雌で 16 cm 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（沖底）、小型底びき網（小底、板びき網およびかけまわし漁を含む）、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、板びき網で 20～30%、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。2018 年の漁獲割合は、底びき網全体が 67%、刺し網が 24%である（図 3）。なお、現在、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。

### (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。それ以前の年代について、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（図 3、4）は 1994 年の 787 トンを最高に 1998 年から 2008 年まではほぼ 300 トン前後で推移した。2012 年以降は減少傾向を示し、2018 年の漁獲量は過去 2 番目に低い 136 トンだった。（図 4、表 1）。また、2018 年の県別の漁獲割合は、青森県 14%、秋田県 29%、山形県 32%、新潟県 26%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 20～30%を占める新潟県北部の板びき網における出漁隻数（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 5b に、本系群の総漁獲量の約 10%を占める沖合底びき網の有効漁獲努力量（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。

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、2018 年では 3,608 隻と過去 2 番目に低く、ピーク時の 27%となった。

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、沖合底びき網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の半分以下となったため、合計値も 1979 年以降の最低値である 7,522 回を示したが、その後僅かに増加し、2018 年は前年並みの 10,028 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 網から一貫して減少し、2018 年には過去最低の 905 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、2017 年には 4,055 網まで低下したが、2018 年には 5,676 網に増えた。新潟県では、2014 年以降減少傾向が顕著となり、2018 年には過去 2 番目に低い 1,953 網となった。

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合底びき網において、それぞれ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、本種に対する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、沖合底引き網、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。

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 CPUE（漁獲量（kg）／隻、図 5c）は、1980 年代後半から 1990 年代半ばにかけては主として 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、2018 年には過去 2 番目に低い 7 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、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。

沖合底びき網による資源量指標値として、本種が沖合底びき網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 および 3.5 と比較的高い水準にあったが、その後減少し、2018 年では 2.1 となった。

かけまわしについて、2008 年以降での一網当たりの漁獲量（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、2018 年は 3.9 kg／網だった。山形県では、2013～2017 年に 6 kg／網から 1 kg／網まで低下したが、2018 年には 5.7 kg／網まで回復した。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、2018 年は 1.4 kg／網となった。

以上のように、2018 年の板びき網の CPUE および沖合底びき網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、秋田県と山形県で前年に比べて増加した一方、新潟県では低水準のまま推移しており、その動向に地域差が認められた。

### （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、1971～2018 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。

2018 年の漁獲量は 136 トンであることから、水準は低位と判断した。また、過去 5 年間（2014～2018 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）今後の加入の見積もり

新潟県水産海洋研究所による新規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 2016、2017 年にそれぞれ 34、41 尾／ha と比較的高かったが、2018 年では 2 尾／ha まで低下した。これにより、新潟県北部における 2020 年の漁獲対象資源は減少することが見込まれた（補足資料 5）。また、日本海区水産研究所が秋田県から新潟県沿岸で行った 4 年間の調査でも、2018～2019 年 1 歳魚の分布密度が過去 2 年（2016～2017 年）に対して高い水準になかった（補足資料 6）。

## 5. 2020 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 2020 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  $C_t$  は  $t$  年の漁獲量、 $\delta_2$  は資源水準によって変える係数、 $\gamma_2$  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、 $\alpha$  は安全率である。本評価では  $C_t$  として直近 3 年間（2016～2018 年）の平均漁獲量 137 トン（Cave 3-yr）を用いた。また、同期間の漁獲量から  $b$  (-9.5) と  $I$  (137) を求め、 $k$  は標準値の 0.5 として  $\gamma_2$  (0.97) 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、 $\delta_2$  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  $\alpha$  を標準値の 0.8 として、 $ABCtarget$  を算出した。

| 管理基準               | Target/<br>Limit | 2020 年 ABC<br>(トン) | 漁獲<br>割合<br>(%) | F 値<br>(現状の F 値から<br>の増減%) |
|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 0.7・Cave 3-yr・0.97 | Target           | 70                 | —               | —                          |
|                    | Limit            | 90                 | —               | —                          |

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。 $ABCtarget = \alpha ABClimit$  とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。Cave 3-yr は 2016～2018 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   |
|--------------------|--------------|
| 2018 年漁獲量確定値       | 2018 年漁獲量の確定 |

| 評価対象年<br>(当初・再評価)      | 管理基準               | F 値 | 資源量<br>(トン) | ABClimit<br>(トン) | ABCtarget<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) |
|------------------------|--------------------|-----|-------------|------------------|-------------------|-------------|
| 2018 年 (当初)            | 0.7・Cave 3-yr・0.90 | —   | —           | 110              | 90                |             |
| 2018 年 (2018 年<br>再評価) | 0.7・Cave 3-yr・0.90 | —   | —           | 110              | 90                |             |
| 2018 年 (2019 年<br>再評価) | 0.7・Cave 3-yr・0.90 | —   | —           | 110              | 90                | 136         |
| 2019 年 (当初)            | 0.7・Cave 3-yr・0.94 | —   | —           | 100              | 80                |             |
| 2019 年 (2019 年<br>再評価) | 0.7・Cave 3-yr・0.94 | —   | —           | 100              | 80                |             |

## 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 2018 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.

(執筆：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

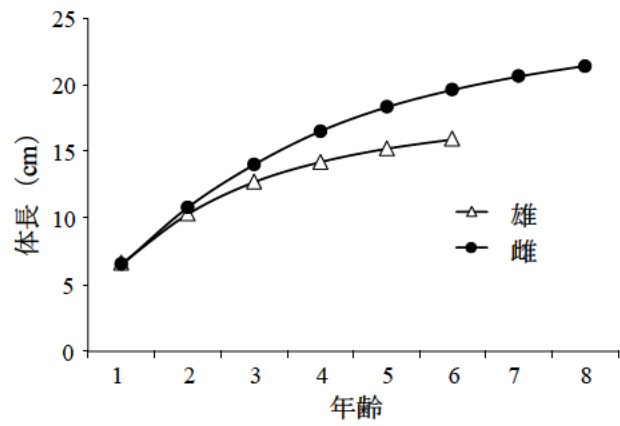


図2. 年齢と体長の関係 (大西 2009)

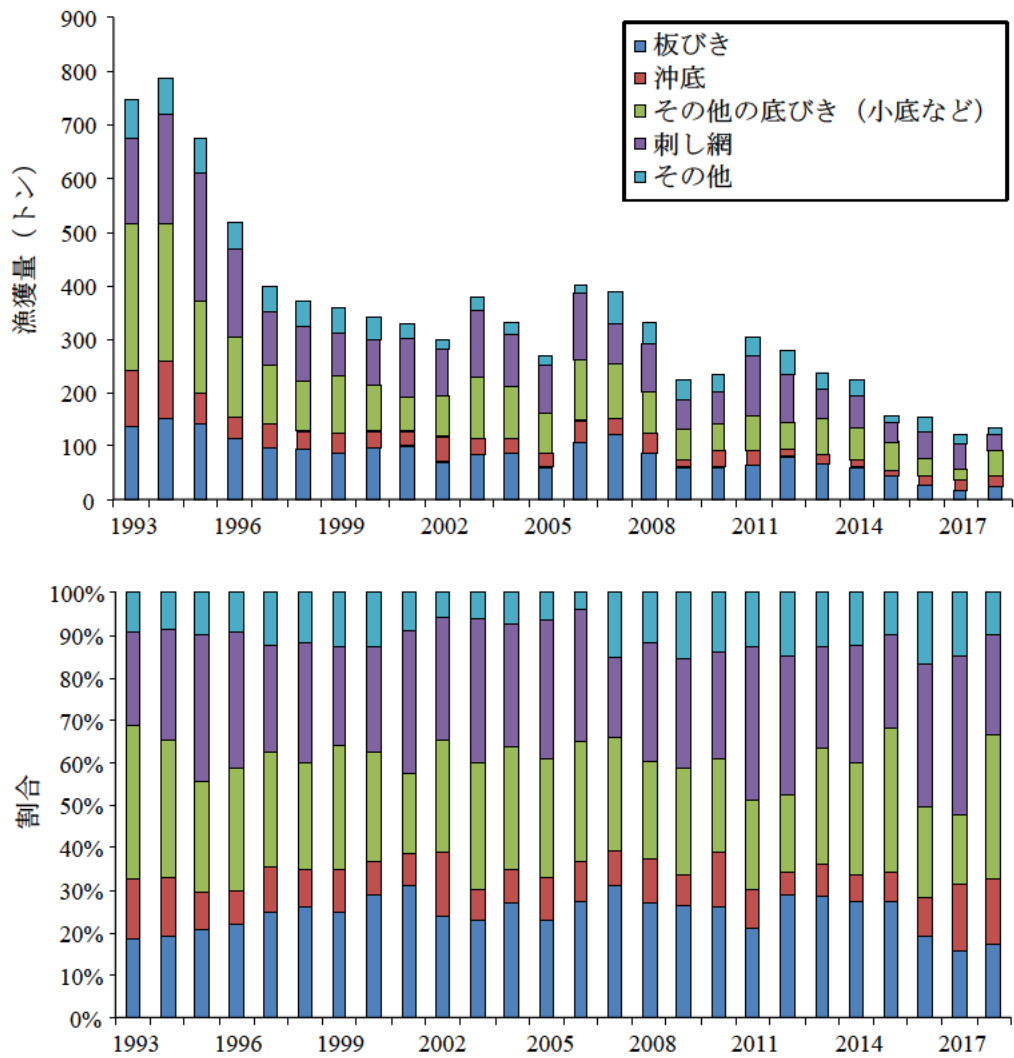


図3. 漁業種類別の漁獲量 (上図) と割合 (下図) の推移

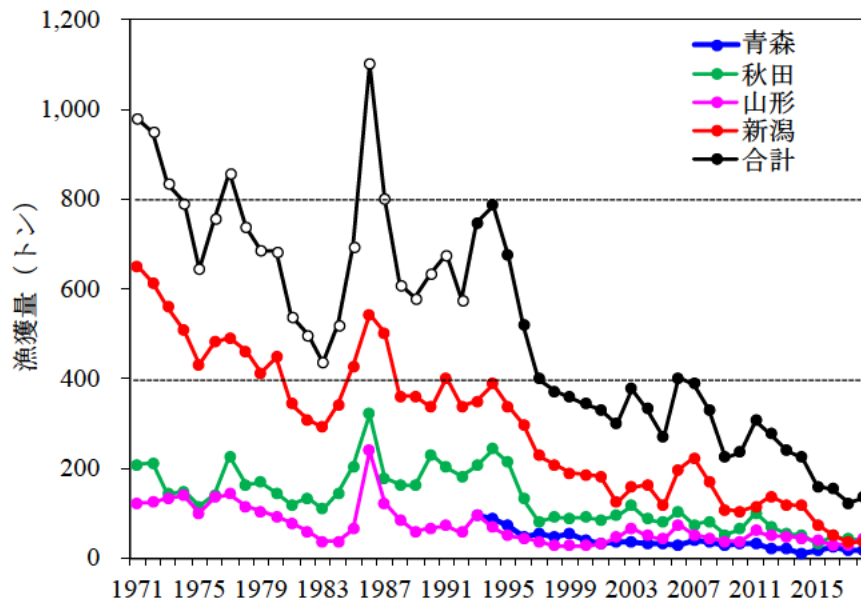


図 4. マガレイ日本海系群の県別と合計漁獲量の推移

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（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。

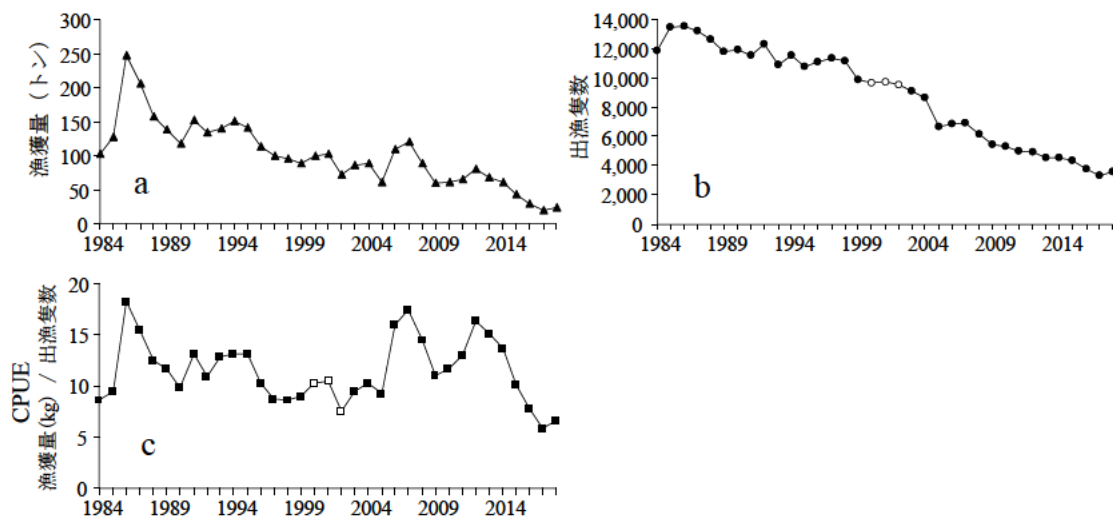


図 5. 新潟県北部の板びき網による漁獲量 (a)、出漁隻数 (b) および CPUE (c)

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。

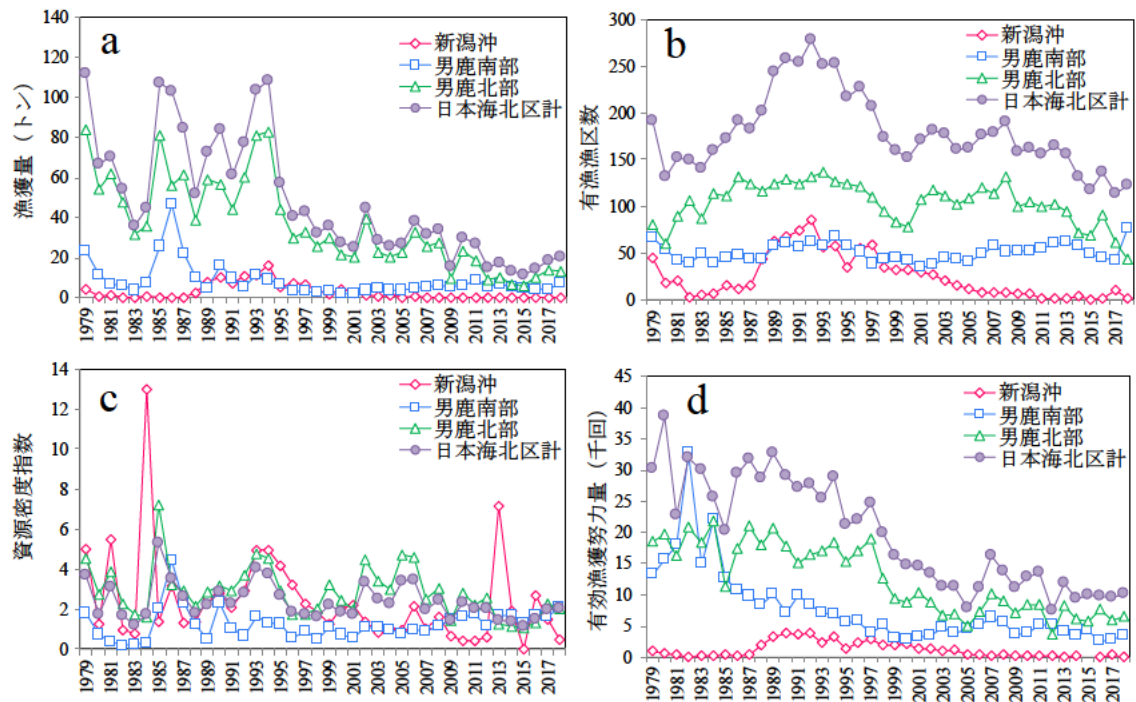


図 6. 沖合底びき網の漁獲量 (a)、有漁漁区数 (b)、資源密度指数 (c) および有効漁獲努力量 (d)

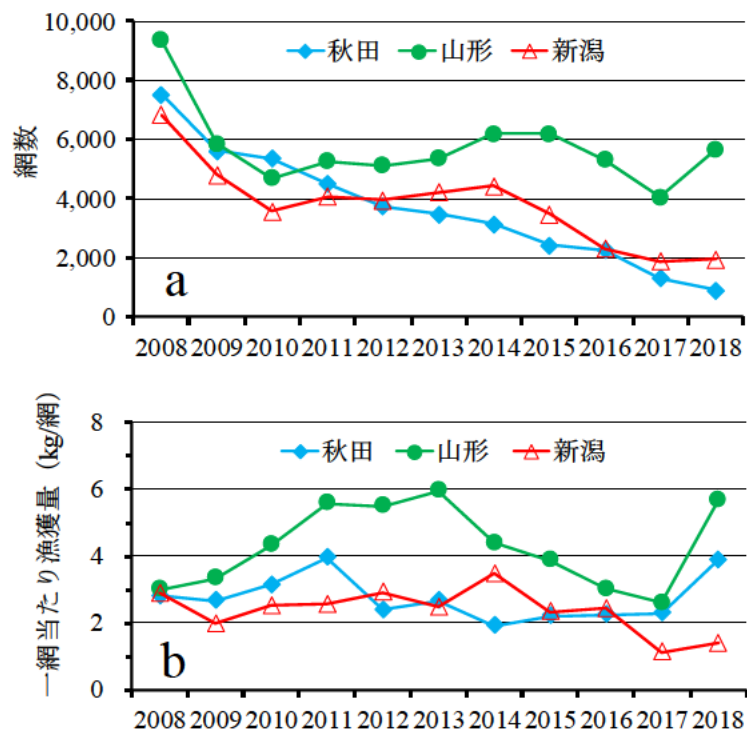


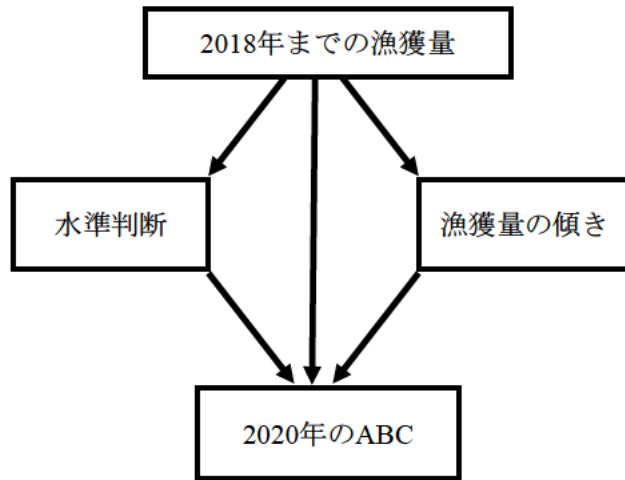
図 7. かけまわしによる、マガレイの漁獲があった操業日を対象とした網数 (a) と一網あたり漁獲量 (b : kg/網) の推移

表 1. マガレイ日本海系群の県別漁業種別漁獲量（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 |       |     |     |    |

青森県の 1992 年以前の統計値はない。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

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 13～15 cm 付近にあった体長組成のピークは、2013～2018 年には 17 cm 前後にみられ、近年漁獲物は大型化していた。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 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 2015～2018 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いる。全体に占める 3 歳魚の割合は 10～60%で推移し、2018 年は 39%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。2018 年では 3 歳魚（2015 年級群）が多数を占めた。

#### 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、2005 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、それ以降減少した。2014 年からは概ね横ばいで推移した

が、2017～2018 年に増加した。親魚量も資源量とほぼ同じような変動を示し、2016 年以降概ね横ばいで推移した。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、2017～2018 年は 15% 以下に留まった。

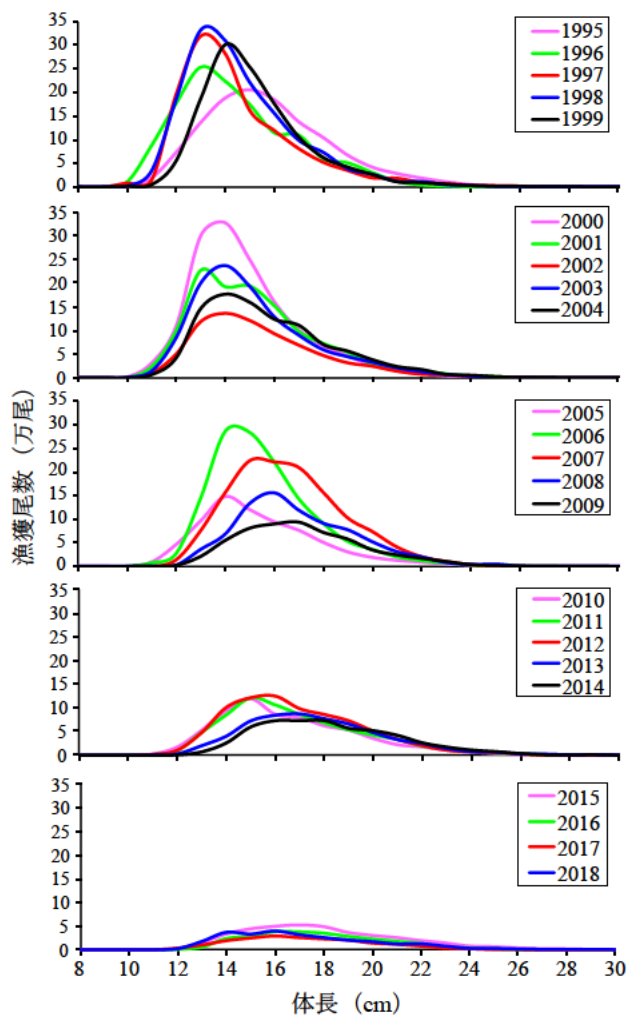
#### 引用文献

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.

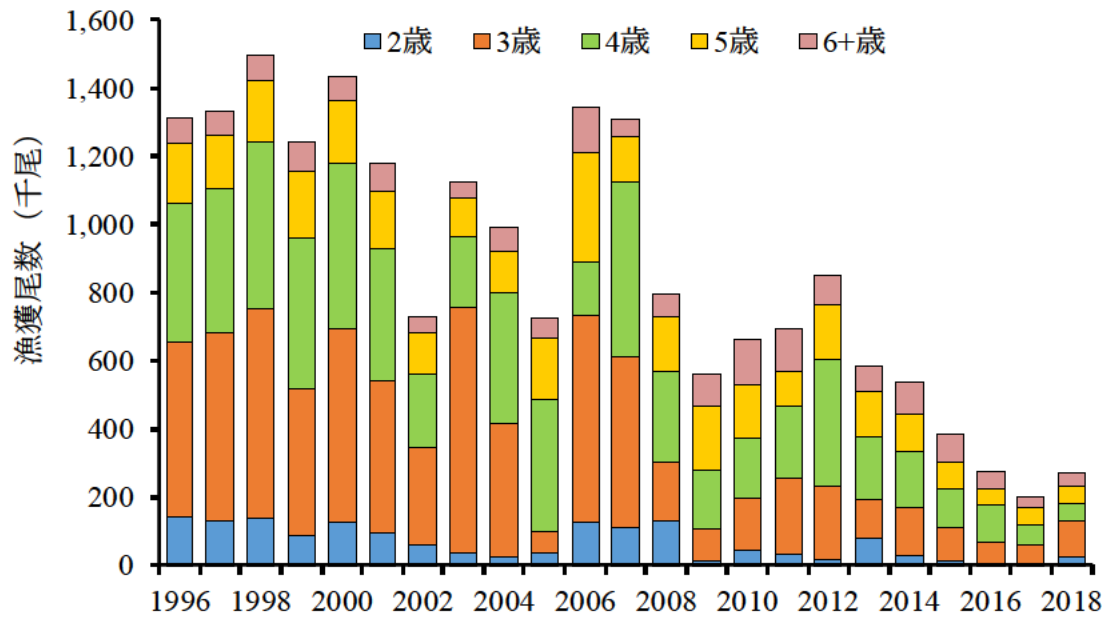
後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明 (2018) 平成 29 (2017) 年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成 29 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1924-1942.

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.

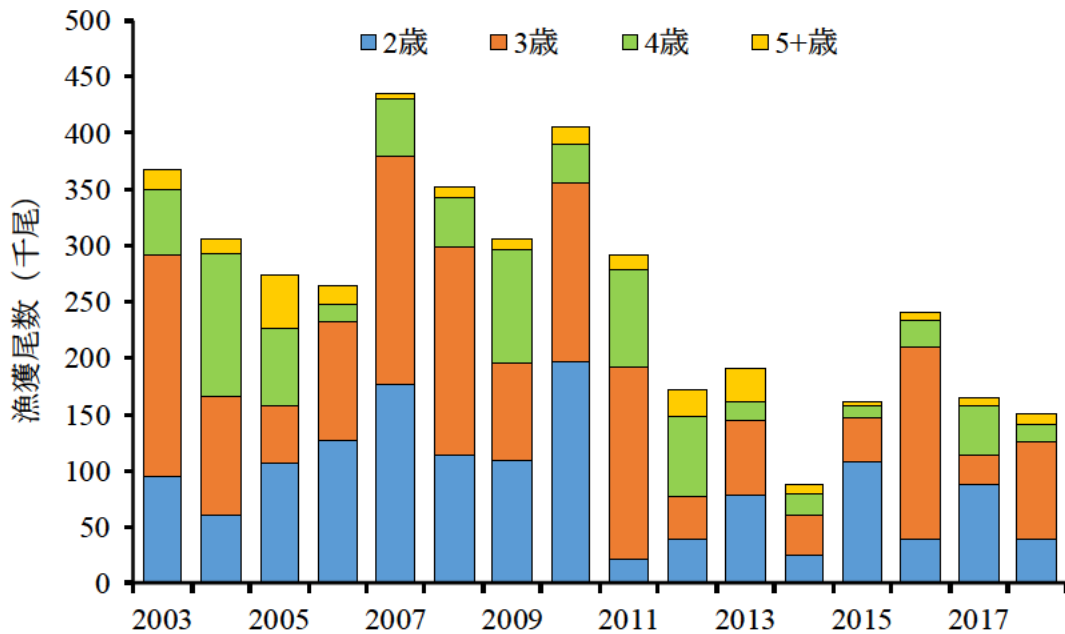
伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, 9, 1-14.



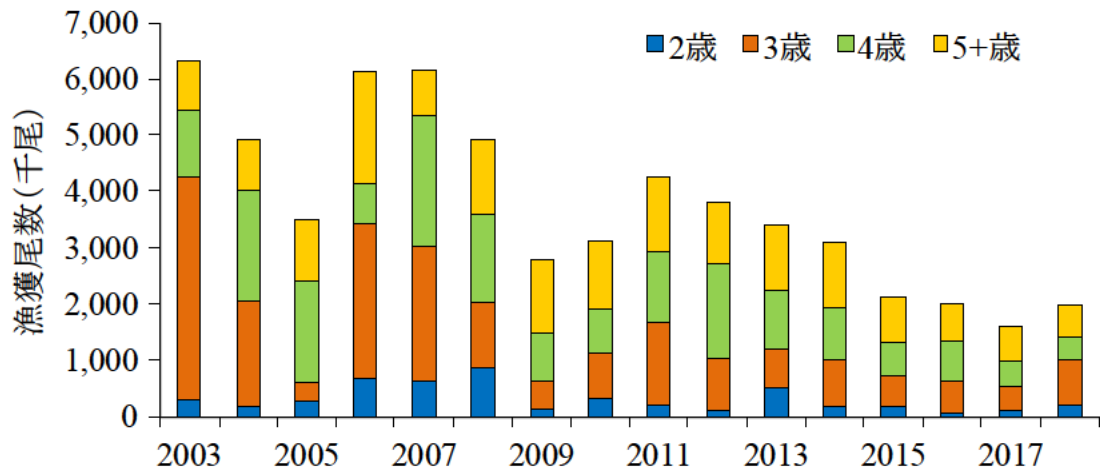
補足図 3-1. 板びき網漁獲物の体長組成 村上市岩船港におけるデータを主要 3 港 (山北・岩船・新潟) の板びき網漁獲量で引き延ばした。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



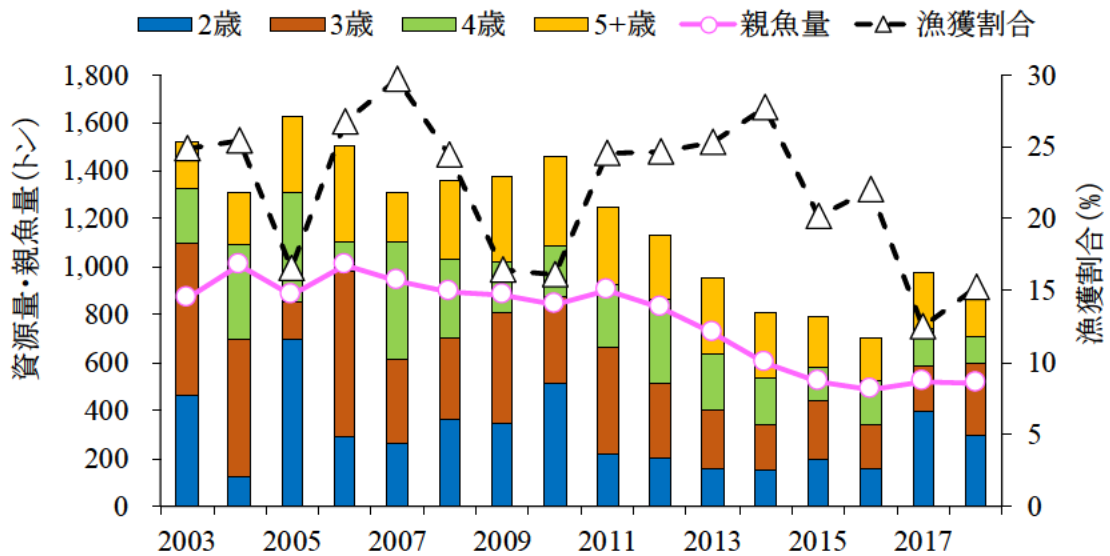
補足図 3-2. 板びき網により漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数の推移  
新潟県北部の主要 3 港。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



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 2018 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、2003～2018 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 g | 110 g | 145 g | 171 g |

| 年齢  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6+    |
|-----|------|------|------|------|-------|
| 新潟県 | 24 g | 47 g | 69 g | 90 g | 107 g |

## 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 ( $M = 2.5 \div \text{最高年齢} - 9 \text{ 歳} = 0.28$ )。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（2018 年）の資源尾数は、2～5+歳に対して(4)式を用いた。

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

最近年の 2～5+歳以外の F は(5)式を用いて計算した。

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

最近年の 2～4 歳の F は、直近 3 年（2015～2017 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

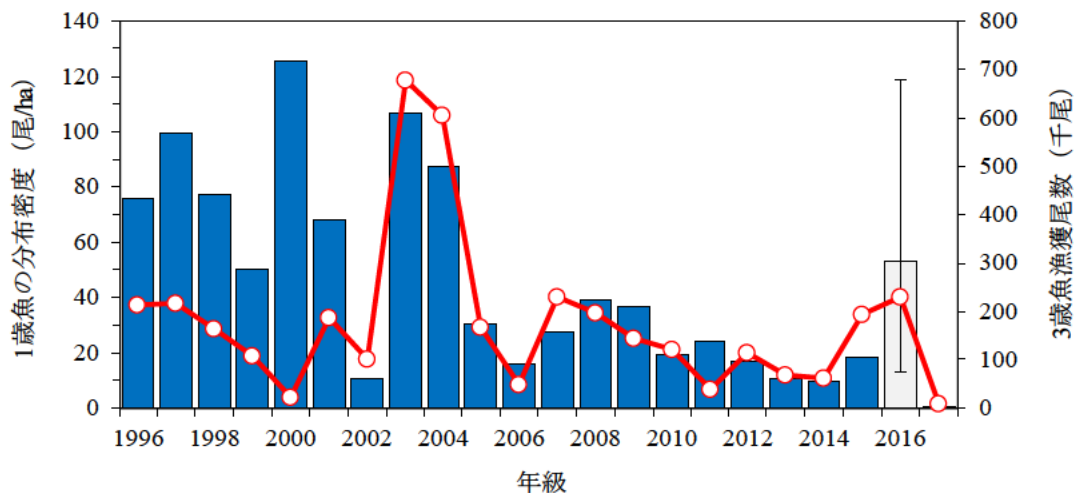
- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明 (2017) 平成 28(2016) 年度マガレイ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 1834-1851.
- 伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, **9**, 1-14.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. 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新規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、 $P<0.001$ ）。

2015、2016 年級 1 歳魚の分布密度は 2011～2014 年級群に比べて高かった（補足図 5-1）。一方、2017 年級は 2 尾/ha と過去最低だった。

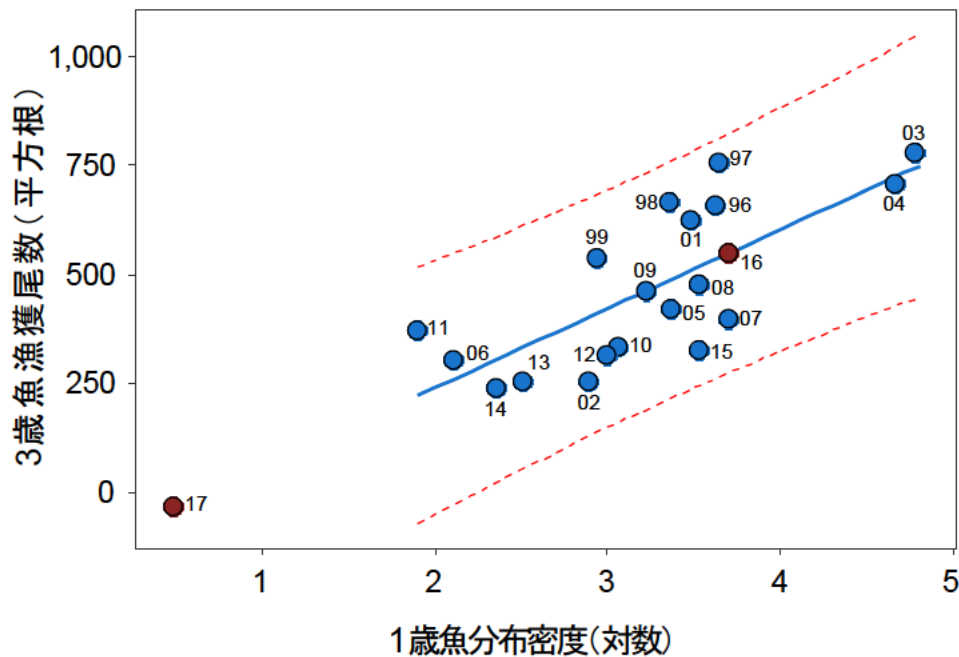
補足図 5-2 の関係から 3 歳魚漁獲尾数を予測した場合、2016 年級（2019 年漁獲）は 301 千尾（95%予測区間：71 千～678 千尾）、2017 年級（2020 年漁獲）は外挿になるが極めて少なくなることが見込まれた。



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 2016、2017 年級の 3 歳魚漁獲尾数の平均（灰色棒グラフ）および 95% 予測区間（黒色ヒゲ）を併せて示した。

2018 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。2016、2017 年調査の 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丸で表した。

#### 引用文献

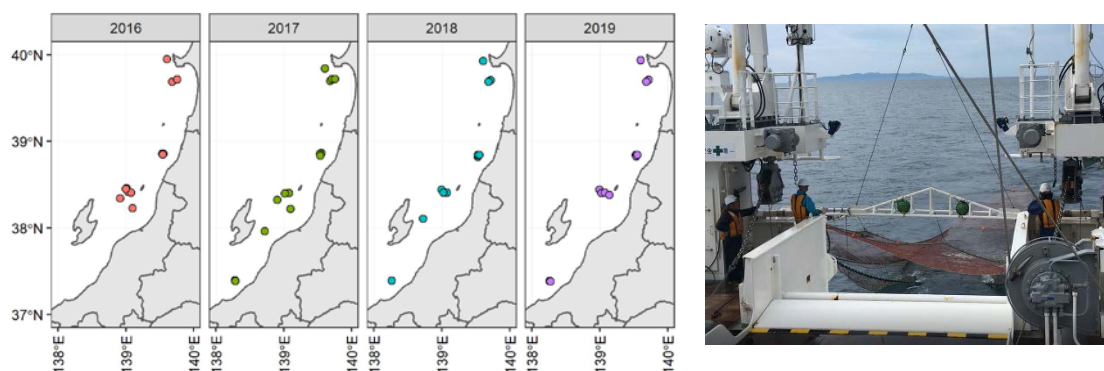
- Grafen, A., R. Hails (2002) Modern statistics for the life sciences. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.
- 丸山克彦・早瀬賢司・須藤洋介・吉澤良輔・池田 怜 (2017) 9 資源評価調査. 平成 27 年度新潟県水産海洋研究所年報, 新潟県水産海洋研究所, 43-48.

## 補足資料 6 今後の加入の見積もり 2

日本海区水産研究所では 2016～2019 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。

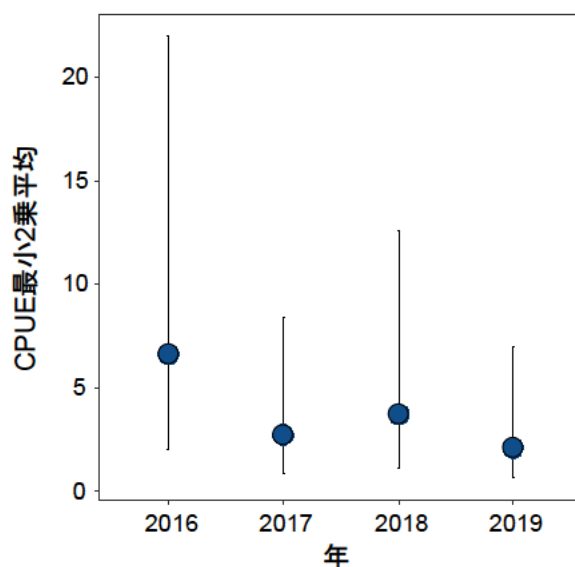
年齢と体長の関係（大西 2009）に基づき、標準体長 6.0～11 cm の採集個体を 1 歳魚として扱った。1 歳魚の出現状況と調査年の関係を調べるため CPUE-LogNormal モデル（庄野 2004）を構築した。ゼロキャッチに対応するため、微小値（0.1）を加えた 1 歳魚の数を曳網距離で除し、その自然対数を目的変数とした。調査年、エリア（秋田県、山形県、新潟県の 3 クラス）、水深（100～140 m、140～180 m の 2 クラス）を説明変数とし、それら 3 変数の交互作用を含むフルモデルを構築した。説明変数の有無を変えて Akaike's Information Criterion による総当たりモデル選択を行った結果、調査年、エリア、水深、調査年と水深の交互作用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 2016～2019 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）の顕著な低下（補足図 5-1）は認められなかったものの、2018～2019 年の CPUE 最小二乗平均は過去 2 年（2016～2017 年）に対して高い水準になかった。



補足図 6-1. 2016～2019 年日本海北部底魚資源調査における水深 100～180 m の定点（左図）および大型桁網の揚網風景（右図）

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.