

令和4（2022）年度ヒラメ日本海北部系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：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、富山県農林水産総合技術センター水産研究所

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した。2021年の漁獲量は1,230トン（暫定値）であり、前年を79トン下回った。資源量は2012年の4,133トンから2016年の4,994トンに増加して以降、安定して推移しており、2021年は4,734トンと推定された。親魚量は2013年以降緩やかに増加しており、2021年は4,006トンと推定された。本種は栽培漁業対象種であり、本系群の分布海域において2020年には210万尾の人工種苗が放流され、1歳の放流魚の混入率は5.4%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は0.030と推定された。

将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	4,933	3,650	1,519	0.41	31
2018	4,872	3,821	1,410	0.36	29
2019	4,940	3,890	1,354	0.34	27
2020	4,940	3,997	1,309	0.32	26
2021	4,734	4,006	1,230	0.30	26

各年の資源量は漁獲対象資源量を示す。年は暦年、2021年の漁獲量は暫定値である。F値は各年齢の平均値。

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
年齢別・年別漁獲尾数 (天然魚・黒化魚別)	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 月別漁業種類別漁獲量(青森～富山(5)県) 月別体長組成調査(資源研、青森～新潟(4)県) ・市場測定 体長－体重・体長－年齢測定調査(水研、青森～新潟(4)県) ・精密測定 資源評価調査以外による調査結果 ・各県栽培漁業協会等業務報告書 ・各県資料 ・豊かな海づくり推進協会資料
資源量指標値・漁獲努力量等	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁)* 新潟県主要4港板びき網出漁隻数および漁獲量(新潟県)* 小型底びき網網数および漁獲量(秋田県、山形県、新潟県)* 底建網経営体数および漁獲量(青森県日本海)*
自然死亡係数(M)	年当たりM=0.2を仮定 安達(2007)に従う
稚魚加入量	各県地先における幼稚魚分布調査(水研、青森～新潟(4)県) ・水工研Ⅱ型桁網(新潟県は4mビームトロール)

*はチューニング指数の算出に使用した情報・調査である。

1. まえがき

ヒラメは我が国沿岸のほぼ全域に分布し、各地で沿岸漁業の重要な対象種になっている。本種は栽培漁業の代表的な対象種でもあり、本系群の分布海域においては、1980年前後より人工種苗の放流が開始され、2020年には210万尾が放流された。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群の分布域は青森県太平洋側から富山県にいたる沿岸域である（図 1）。本種は本来暖海性の魚種であるが、生息水温は 10～25℃と幅広い。索餌期の生息水深は概ね 150 m 以浅の海域で、産卵期には水深 50 m 以浅に移動する。ふ化した仔魚は約 1 ヶ月の浮遊生活後、水深 10 m 以浅の浅海域に着底し、全長 10 cm 以上になると次第に沖合へと分布域を広げる。未成魚期には春季に接岸し、冬季に沖合で越冬するという季節的な深淺移動を行う。成長するにつれて広域移動をする個体も見られるようになる。標識放流の結果から青森県沖から富山湾にかけては交流が認められているが、能登半島を越えて再捕される例はごく稀である（十三 1988、石戸 1990、南 1997）。

(2) 年齢・成長

2017 年 5 月～2022 年 1 月に青森県から新潟県沿岸で漁獲されたヒラメの精密測定結果から得られた雌雄別の成長式（図 2）ならびに雌雄込みの全長－体重関係式は以下の通りであった。

$$\text{雄} : L_t = 717.7(1 - \exp(-0.153(t + 2.944)))$$

$$\text{雌} : L_t = 898.0(1 - \exp(-0.181(t + 1.311)))$$

ここで L_t は起算日を 6 月 1 日とした場合の t 歳時の全長（mm）。

$$\text{雌雄込み} : W = 1.7440 \times 10^{-6} \cdot L^{3.2970}$$

ここで W は全長 L （mm）のときの体重（g）。

雄は雌よりも成長が遅く最大全長も小さいため（図 2）、全長 50 cm 以上では雄の占める割合は著しく低い（図 3）。寿命は概ね 15 年程度と推定されている（南 1997）。青森県日本海側では、19 歳の雌の採集記録がある（上原ほか 2013）。

(3) 成熟・産卵

雄は 2 歳、雌は 3 歳で成熟し（南 1997）、春から初夏にかけて沖合から接岸して水深 50 m 以浅の海域で産卵を行う。産卵期は南ほど早く、富山湾では 4～5 月、新潟県から秋田県沿岸では 5～6 月、津軽半島沿岸では 5～7 月、下北半島沿岸では 6～7 月とされている（南 1997）。

(4) 被捕食関係

着底後は主にアミ類を食べる。全長 10 cm 以上になると魚類を主食とし、他にはイカ類、エビ類等も食べるようになる。一方、稚魚期には大型のヒラメをはじめマゴチ、オニオコゼ、アナハゼ、イシガニ、エビジャコ等に捕食されることが知られている（南 1986、Seikai et al. 1993、首藤ほか 2006）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主に刺網、定置網、底びき網の漁獲対象として各県で広く漁獲されている（図4）。県により主たる漁業種類は異なり、青森県では定置網による漁獲が全漁獲の6割以上を占めるが、隣接する秋田県では定置網の占める割合は3割程度であり、刺網による漁獲が主体となっている（図5）。山形県と新潟県でも刺網による漁獲が最も多いが、小型底びき網（以下、小底）による割合が他の県と比べ高い。富山県では、刺網と定置網による漁獲が全漁獲のそれぞれ約5割を占めている（図5）。また、本資源は周年漁獲されており、主漁期は県や漁業種類によって若干異なるが、系群全体としては4～6月の漁獲量が多く、年間漁獲量の約50%を占める。

資源の保護・管理を目的として漁具漁法、目合、操業時期、操業海域など様々な規制措置がとられている。特に全長制限は各県で行われており、その制限サイズは富山県では25cm、新潟県、山形県、秋田県では30cm、青森県では35cmとなっている。

本系群における遊漁によるヒラメの採捕量は40トン（2008年）で、漁獲量の2%程度である（社団法人フィッシャリーナ協会 2009）。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、1973年の3,734トンをピークとして、増減を伴いながらも1989年の663トンに減少した（図6、表1）。その後増加し、2000年の2,211トンとなったが、以降も周期的な増減を繰り返している。近年では、2012年の1,258トンから2016年の1,707トンにかけて増加したが、その後は緩やかに減少しており、2021年の漁獲量は1,230トンであった（図6）。

(3) 漁獲努力量

本系群の漁獲努力量として、日本海北区における沖合底びき網漁業（以下、沖底）の有効漁獲努力量（補足資料3）、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延べ出漁隻数、日本海北部3県（秋田県、山形県、新潟県）における小底かけまわし（以下、かけまわし）の網数、青森県日本海側の底建網（定置網の一種）の経営体数を図7、図8、図9、図10にそれぞれ示す。

沖底の有効漁獲努力量は、1980年の49,597網をピークとして、増減を伴いながらも長期的に減少傾向を示している。2021年はピーク時（1980年）の14%となる6,838網であった（図7、表2）。

板びき網の延べ出漁隻数は、1986年の13,578隻をピークとして、長期的には減少傾向が続いている。2021年はピーク時（1986年）の18%となる2,396隻であった（図8、表3）。

かけまわしの網数（ヒラメの漁獲があった操業を対象とした網数の合計）は、2008年の32,594から2009年の22,740に大きく減少した。その後も減少しており、2021年は2008年の32%となる10,537網であった（図9、表4）。

底建網の経営体数は、1999年の260から2002年の275に増加した。その後は2021年の158にかけて減少している（図10、表5）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1999～2021年の年齢別漁獲尾数を使用し、2008年以降の沖底の資源密度指数（補足資料3）、かけまわし CPUE、板びき網 CPUE、底建網 CPUE をチューニングに用いたコホート解析（補足資料2）により、年齢別資源尾数および漁獲係数を推定した（補足資料1）。資源量は、推定した年齢別資源尾数に年齢別平均体重を乗じ、それを合計した値とした。親魚量は2歳魚の資源量の半分と3歳以上の資源量を合計した値とした。自然死亡係数 M は安達（2007）に従い 0.2 とした。

(2) 資源量指標値の推移

沖底の資源密度指数（漁獲量 kg/網）は、1973年の7.5から1980年の1.8にかけて減少した。その後増加し、1983年の4.0となったが、再び減少に転じ、1989年には過去最低値である0.4となった。以降も増減を繰り返しているが、1995年に3.7となった後は比較的安定して推移しており、2021年は2.1であった（図7、表2）。

板びき網の CPUE（漁獲量 kg/延べ出漁隻数）は、2005年までは4.5～13.5の間で推移していたが、2005年の10.1から2008年の24.9まで急増した。2009年に大きく減少し16.6となったが、2010年以降再び増加傾向を示し、2016年には32.1となった。その後、2020年の27.8にかけて減少したが、2021年は35.1と過去最高値となった（図8、表3）。

かけまわしの CPUE（漁獲量 kg/網）は、2008年以降大きな増減なく推移している。近年では2018年の3.5からやや減少しており、2021年は1.7であった（図9、表4）。

底建網の CPUE（漁獲量 kg/経営体）は、2002年の308から2008年の630にかけて増加した。その後、2012年の451にかけて減少したが、再び増加し、2016年には733となった。2017年から2019年にかけてやや減少した後、2020年は651と増加したが、2021年は前年を下回る579であった（図10、表5）。

(3) 漁獲物の年齢（体長）組成

1999～2021年の年齢別漁獲尾数の推移および年齢別漁獲尾数の割合を図11と図12にそれぞれ示す。2017年までは、2歳魚以下の割合が漁獲物の50%以上（2015年の49%を除く）を占めていたが、2018～2021年では35%～43%となり、その割合は低下傾向にある（図11、図12、補足資料4）。漁獲尾数の変動には2000年、2007年、2016年に3回のピークが認められる。近年では、2017年以降減少傾向にあり、2021年は過去最少となる90万尾であった。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は、2000年の4,911トンから2004年の3,623トンにかけて減少した後、2010年の4,981トンに増加した。その後、2年連続で減少したが、2016年の4,994トンまで緩やかに増加した。以降は概ね横ばいで推移しており、2021年は4,734トンと推定された（図13、表6）。漁獲割合は1999～2011年までは34～45%の間を推移しており、2012年には30%と大きく低下した。2013年は上昇し35%となったが、その後は緩やかに低下し続けており、2021年の漁獲割合は26%であった（図13、表6）。

本系群は栽培対象種であることから、コホート解析により求められた1歳魚加入尾数には放流魚が含まれている。そこで、2007年以降の放流群については黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）による混入率調査を基に、2006年以前の放流群については混入率を4.6%で一定であるとして、天然魚、放流魚別の1歳魚加入尾数を算出した（表7）。天然1歳魚加入尾数は2000年の370万尾をピークとし2003年の170万尾に減少した後、2007年の370万尾に増加した。その後、再び減少し、2011年には190万尾となった。近年では、2016年の280万尾から2018年の180万尾にかけて減少した後、2019年の190万尾にやや増加した。2020年以降は大きく減少しており、2021年は110万尾と推定された（図14、表7）。親魚量は、2004年の2,366トンから2010年の3,562トンに増加した。その後、2年連続で減少したが、2013年以降は緩やかに増加しており、2021年は4,006トンと推定された（図14、表6）。

漁獲係数Fの推移を図15、補足資料4に示す。1歳魚のFは0.06~0.27の間で2歳魚以上の各Fよりも低い値で推移しており、これは各地で漁獲物の全長規制が行われていることによると考えられる。各年齢のFは長期的には低下傾向を示している。平均のF（各年齢のFの単純平均）は2007年の0.88をピークとして、2013年以降は一貫して低下しており、2021年のFは0.30であった。

自然死亡係数Mを変化させた場合の資源量、親魚量、加入尾数の変化を図16に示した。Mを基準値である0.2から0.05増減させたときに生じる資源量、親魚量、加入尾数の増減はいずれの年においても概ね15%以下であった。

青森県から新潟県沿岸での着底稚魚密度指数（各調査の平均）は、2015年から2019年にかけて低下した（図17）。2021年の着底稚魚密度指数は、青森県（日本海）を除く調査海域で前年を大きく上回り、その平均は1999年以降で4番目に高い値であった。

(5) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係を図18に示す。現状の漁獲圧（2021年のF、F₂₀₂₁）は0.30であり、F_{30%SPR}（0.31）、F_{max}（0.34）よりも低い値である。

(6) 種苗放流効果

本種は栽培漁業の代表的な対象種であり、本系群の分布域において2020年には210万尾の種苗放流が行われた（表8）。本系群においては放流種苗、漁獲個体ともに統一的な基準（宮津栽培漁業センター 2006）による黒化判定が行われており、放流種苗の黒化率（表9）により補正した放流魚の年齢別漁獲尾数と混入率が推定されている（新潟県 2008、2009、全国豊かな海づくり推進協会 2011、各県未発表資料）。算出された放流魚（1歳魚）の混入率は、2019~2021年でそれぞれ4.1%、7.2%、5.4%であった（表7、表10）。放流魚の添加効率（1歳魚の放流魚混入率×漁獲加入時（1歳）の資源尾数/前年の放流尾数）は2007~2020年放流群で0.012から0.076の間を変動し、2020年放流群では0.030と推定された（表7）。

5. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は2000年の4,911トンから2004年の3,623トンにかけて減少した後、

2010年の4,981トンに増加した。その後、2年連続でやや減少したが、2016年の4,994トンまで緩やかに増加した。以降は概ね横ばいで推移しており、2021年は4,734トンと推定された。親魚量は2013年以降緩やかに増加しており、2021年は4,006トンと推定された。各年齢のFは長期的に低下傾向を示している。平均のF（各年齢のFの単純平均）は2007年の0.88をピークとして、2013年以降は一貫して低下しており、2021年のFは0.30と推定された。

6. その他

本系群の分布する各県においては、全長25~35cmの漁獲規制サイズが設けられている。漁獲体サイズ制限は、漁獲圧（漁獲係数）による管理方策以外の有効な管理方策の一つと考えられ、今後も小型魚を水揚げしない措置を継続することが重要である。年や季節によっては、規制サイズを下回るヒラメが多く漁獲され、再放流されることがある。再放流されたヒラメの生残状況は明らかになっていないことから、適切な管理方策の策定にあたっては、再放流後の生残状況の把握が必要である。

また、種苗放流は資源量および漁獲量を増加させる有効な手段と位置づけられ、本系群の分布域においても2020年には210万尾の種苗が放流されている。黒化率や混入率に関するデータは放流効果を評価する上で必須であるが、近年、これらのデータの入手が困難になりつつある。今後も放流効果評価に関わるデータの量と質を維持する必要がある。

本系群のヒラメにおいては、1993年から扁形動物 *Neoheterobothrium hirame* の寄生が確認され始め、1996年頃から貧血症状を呈する（ネオヘテロボツリウム症）個体が目立つようになった。青森県と秋田県では、近年、比較的高い寄生率を示しており、特に冬季に高い値となることが報告されている（青森県ほか 2022）。新潟県では、2017年~2019年には寄生個体は確認されず、2020年と2021年の寄生率はそれぞれ32%と18%となるなど、海域差も認められる（青森県ほか 2022）。このような寄生率と本系群の資源量および加入量との関係は現時点では不明瞭であり、ネオヘテロボツリウムの寄生が本系群に与える影響は軽微である可能性がある。他方、鳥取県沿岸では1990年代後半のヒラメ稚魚にみられた寄生率の上昇が加入量の減少に関与した可能性が指摘されているため（Anshary et al. 2002）、漁獲物を用いたモニタリングとともに、ヒラメ0歳魚への寄生状況と加入量との関連性についても整理する必要がある。

7. 引用文献

- 安達二郎 (2007) 島根県におけるヒラメの age-length key について. 平成 18 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書別冊, 全国豊かな海づくり推進協会, 1-12.
- Anshary, H., E. Yamamoto, T. Miyanaga and K. Ogawa (2002). Infection dynamics of the monogenean *Neoheterobothrium hirame* among young wild Japanese flounder in the Western Sea of Japan. *Fish Pathology*, **37**, 131-140.
- 青森県・秋田県・山形県・新潟県・富山県・水産資源研究所 (2022) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (令和3年度), 26 pp.
- 藤井徹生 (2006) 開放性海域におけるヒラメ放流魚の移動及び産卵群への加入過程の定量的評価. 水産総合研究センター研究報告別冊, **5**, 143-146.

- 堀田和夫・藤田大介 (1999) 富山湾東部で放流されたヒラメの採捕と移動. 富山県水産試験場研究報告, **11**, 47-59.
- 石戸芳男 (1990) 東北海区北部におけるヒラメ若齢魚の分布と移動. 東北水研研報, **52**, 33-43.
- 十三邦昭 (1988) 青森県沿岸のヒラメ、カレイ水の標識放流結果について. 200 海里水域内漁業資源総合調査第9回東北海区底魚研究チーム会議報告, 4-12.
- 木所英昭 (2019) ヒラメの系群区分に関する再整理・検討. 東北底魚研究, **39**, 46-51.
- 木所英昭・八木佑太・阪地英男・山田徹生・本田 聡・中川雅弘・栗田 豊 (2021) ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 漁獲量の海域別変動特性と資源評価における系群区分法の検証. 日水誌, **87**, 78-88.
- 南 卓志 (1997) 生活史特性. 「ヒラメの生物学と資源培養」南 卓志・田中 克編, 恒星社厚生閣, 東京, 9-24.
- 宮津栽培漁業センター (2006) 日本海中西部ヒラメ広域連携調査における無眼側黒化判別基準. 平成 17 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書, 1-6.
- 梨田一也 (1988) 日本海におけるヒラメの系群について. 日水研連絡ニュース, **343**, 2-5.
- 新潟県 (2008) 統一基準による無眼側黒化判定と DNA 標識による放流魚の移動解明. 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (平成 18-20 年度), 日本海区水産研究所, 33-36.
- 新潟県 (2009) 統一基準による無眼側黒化判定と DNA 標識による放流魚の移動解明. 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (平成 21 年度), 日本海区水産研究所, 29-31.
- Seikai, T., I. Kinoshita and M. Tanaka (1993) Predation by crangonoid shrimp on juvenile Japanese flounder under laboratory conditions. Nippon Suisan Gakkaishi, **59**, 321-326.
- 社団法人フィッシャリーナ協会 (2009) 平成 20 年度遊魚採捕量調査報告書, 99 pp.
- 首藤宏幸・梶原直人・藤井徹生 (2006) 佐渡島真野湾に放流したヒラメ種苗の被食減耗. 水研センター研報, 別冊 **5**, 165-167.
- 竹野功璽・浜中雄一 (1994) 標識放流からみた若狭湾周辺海域におけるヒラメの移動. 京都府海洋センター研報, **17**, 66-71.
- 竹野功璽・葭矢 護・宮嶋俊明 (2001) 標識放流結果からみた若狭湾西部海域産ヒラメの分布・移動. 日水誌, **67**, 807-813.
- 上原伸二・井関智明・八木佑太・柳谷 智 (2013) 日本海北部青森県海域で採集されたヒラメ *Paralichthys olivaceus* の年齢と寿命. 日本生物地理学会会報, **68**, 23-27.
- 八木佑太・藤原邦浩・飯田真也・白川北斗 (2022) 令和 3 (2021) 年度ヒラメ日本海北部系群の資源評価. 水産研究・教育機構. 1-42. FRA-SA2021-RC07-2.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202162.pdf> (last accessed 13 August 2022)
- 全国豊かな海づくり推進協会 (2011) 栽培漁業資源回復等対策事業 (平成 18~22 年度) 総括報告書, 542 pp.

(執筆: 八木佑太、藤原邦浩、飯田真也、白川北斗)



図 1. ヒラメ日本海北部系群の分布

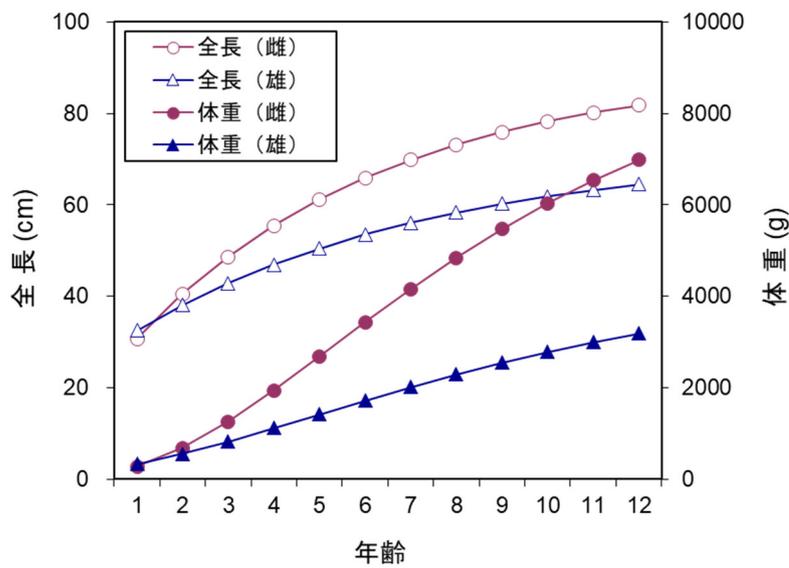


図 2. 新潟県～青森県の精密測定結果に基づくヒラメの成長

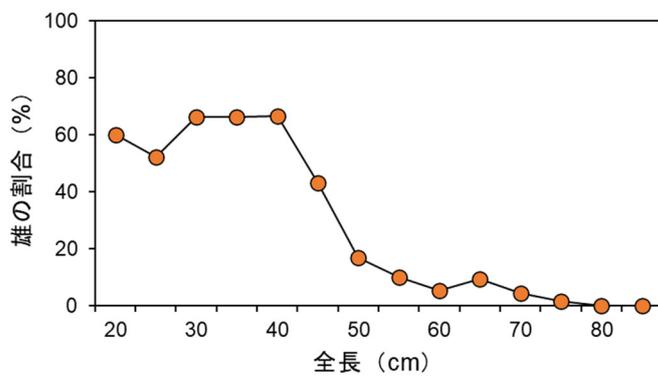


図 3. 新潟県～青森県の精密測定結果に基づく全長階級別の雄の割合

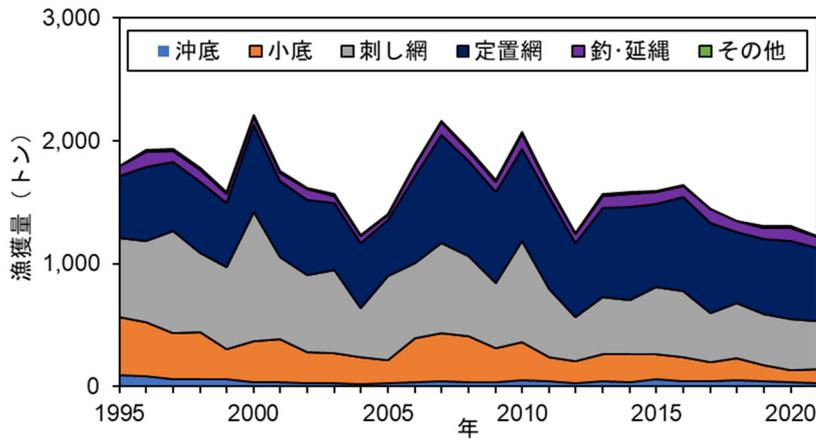


図 4. 漁業種類別漁獲量（農林統計）

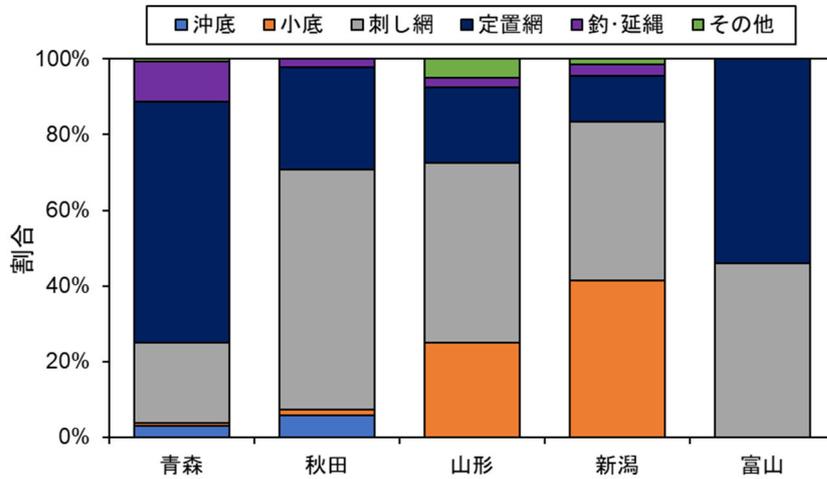


図 5. 2021年の県別漁業種類別漁獲量割合（農林統計）

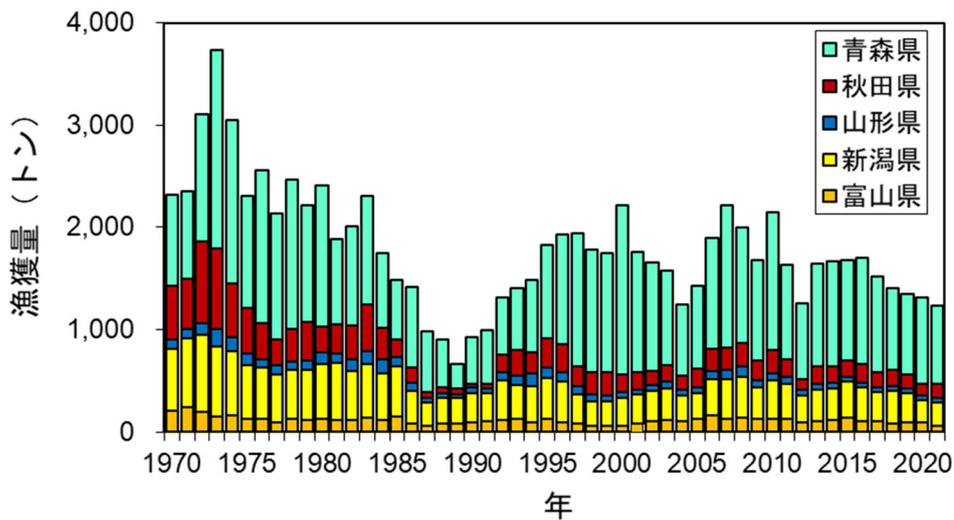


図 6. 漁獲量の経年変化（農林統計）

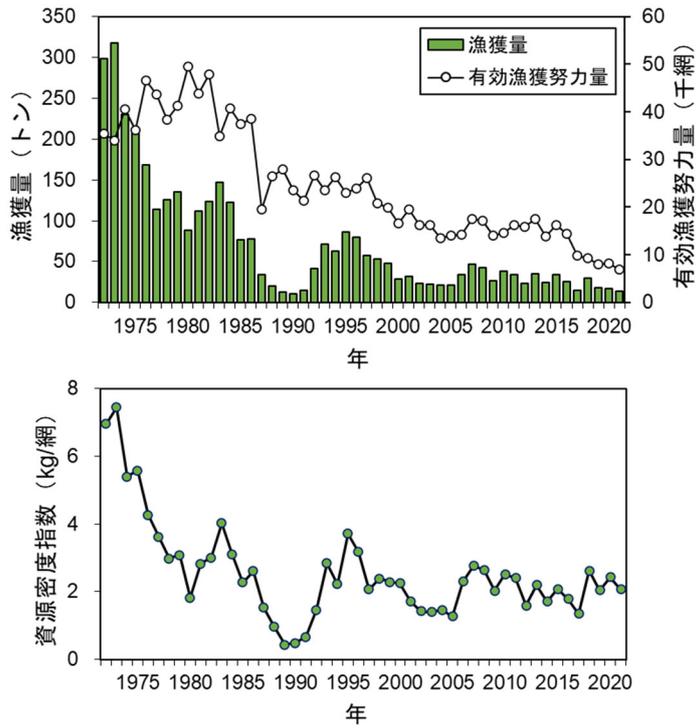


図 7. 日本海北区における沖底の漁獲量と有効漁獲努力量および資源密度指数

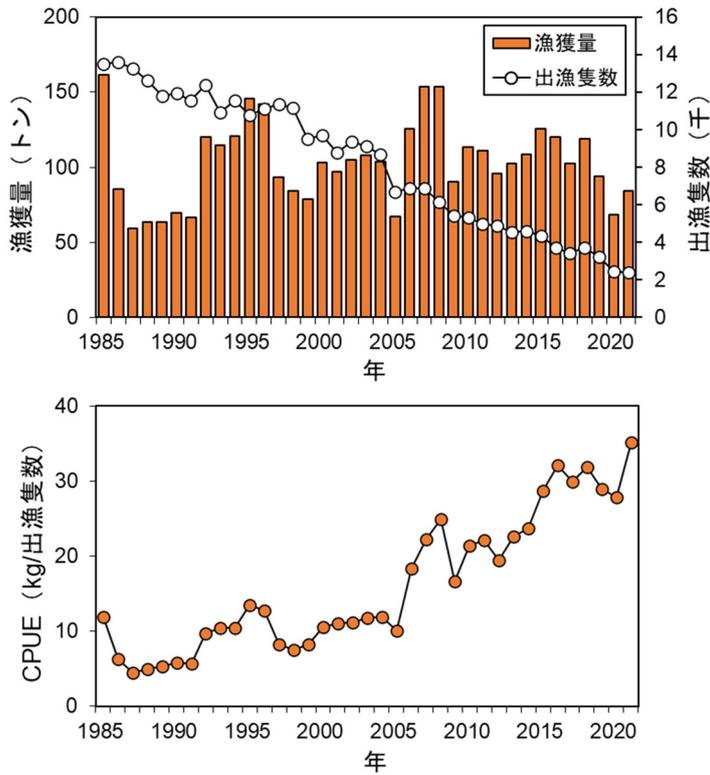


図 8. 新潟県北部沿岸（主要 4 港）における板びき網の漁獲量と出漁隻数および CPUE（新潟県資料）

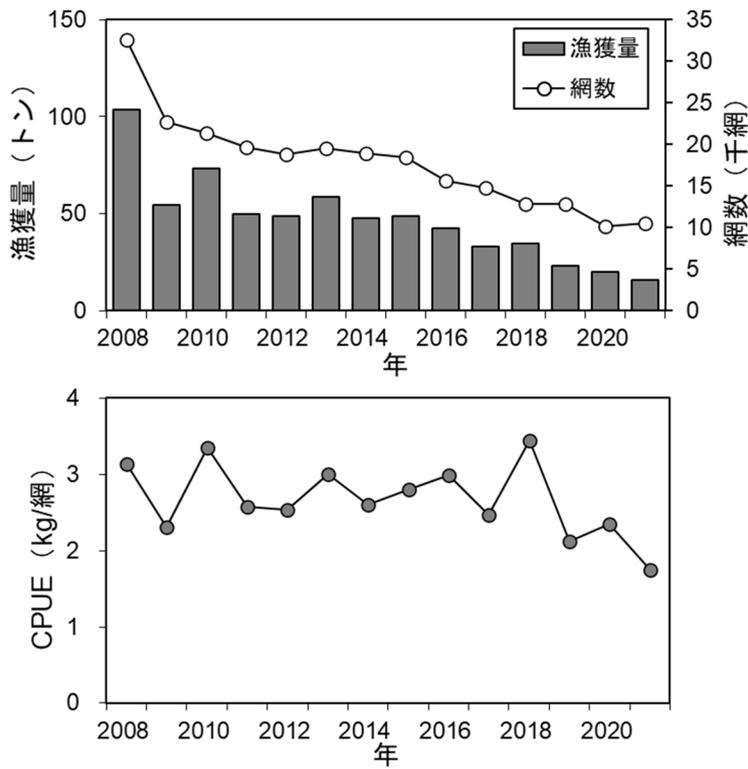


図 9. 日本海北部 3 県（秋田県、山形県、新潟県）における小底かけまわしの漁獲量と網数および CPUE（各県資料） ヒラメの漁獲があった操業を集計対象とした。

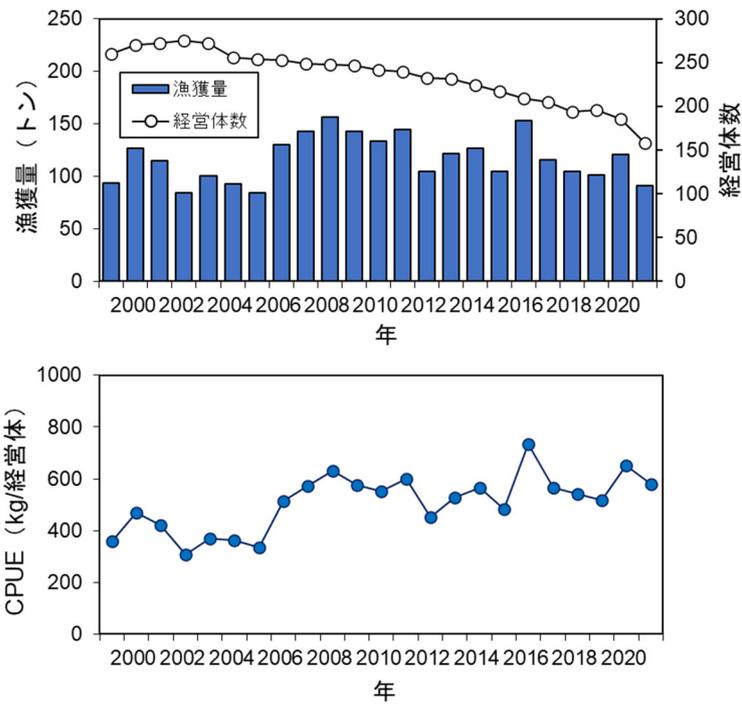


図 10. 青森県日本海沿岸における底建網の漁獲量と経営体数および CPUE（青森県資料） 1999～2004 年の漁獲量は小型定置網の漁獲量に底建網の比率 0.934（2005～2021 年の平均値）を乗じて推定した。

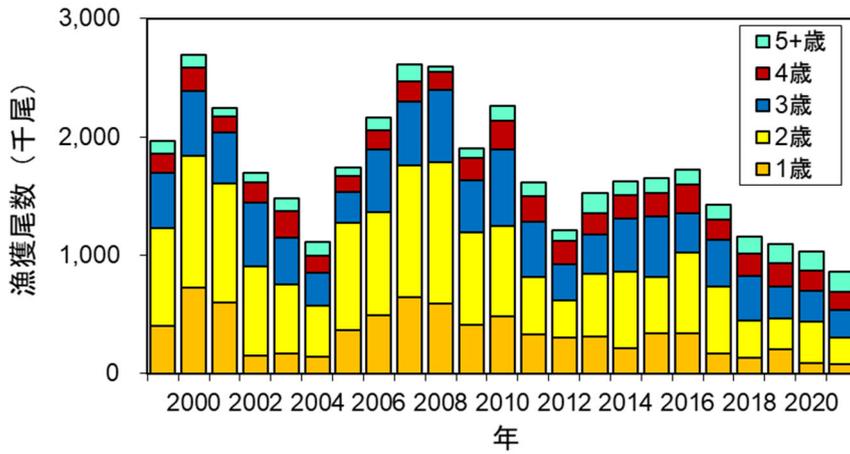


図 11. 年齢別漁獲尾数の推移 年齢起算日は1月1日。

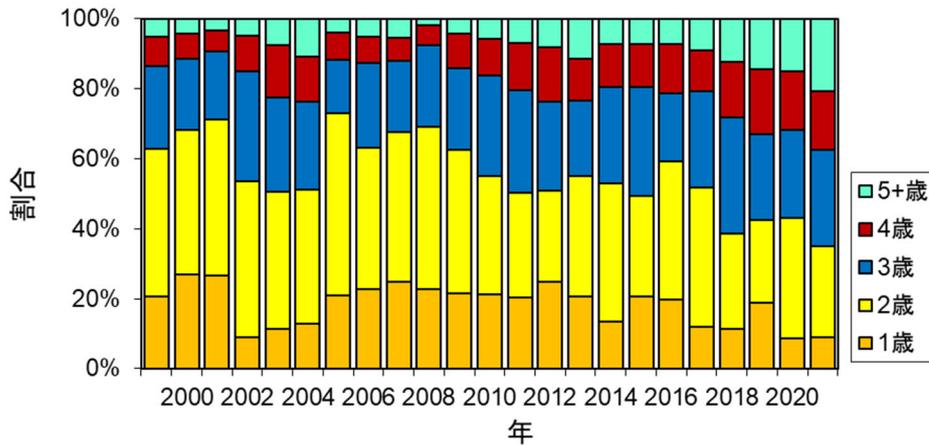


図 12. 各年における年齢別漁獲尾数の割合 年齢起算日は1月1日。

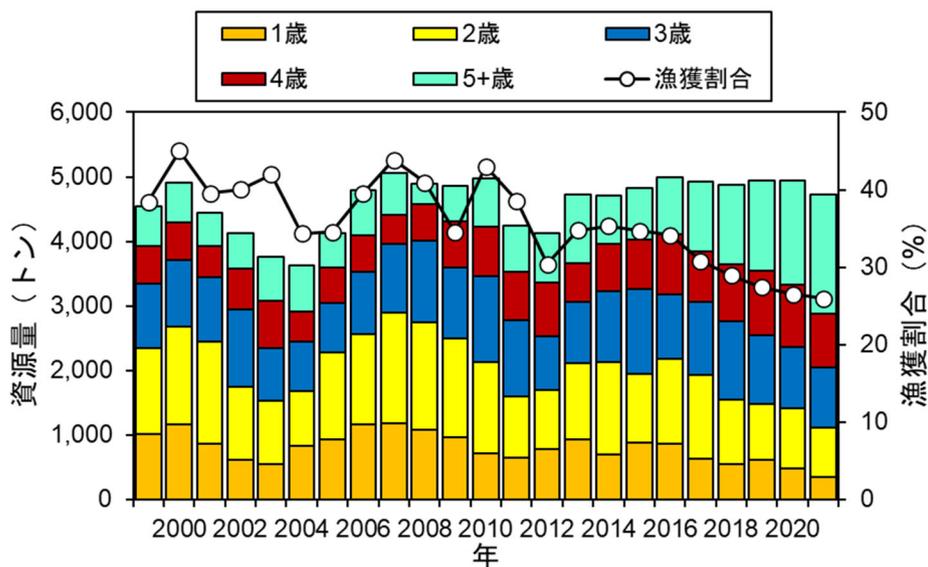


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

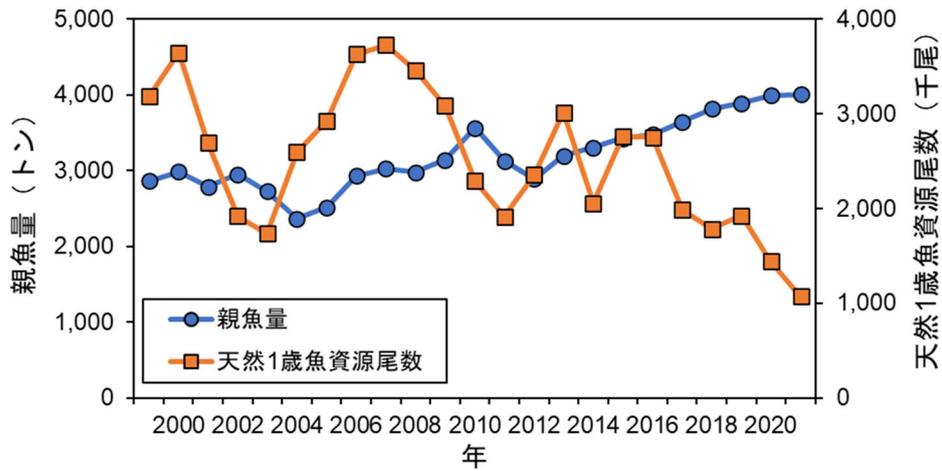


図 14. 親魚量と天然 1 歳魚資源尾数の推移

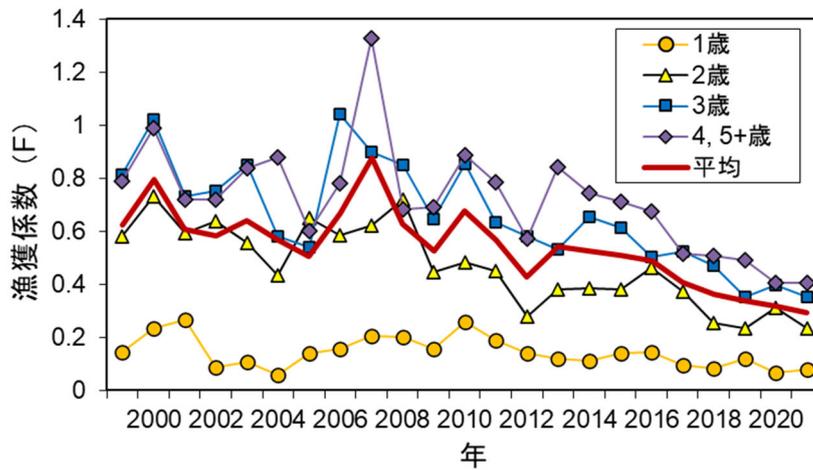


図 15. 漁獲係数 (F) の推移

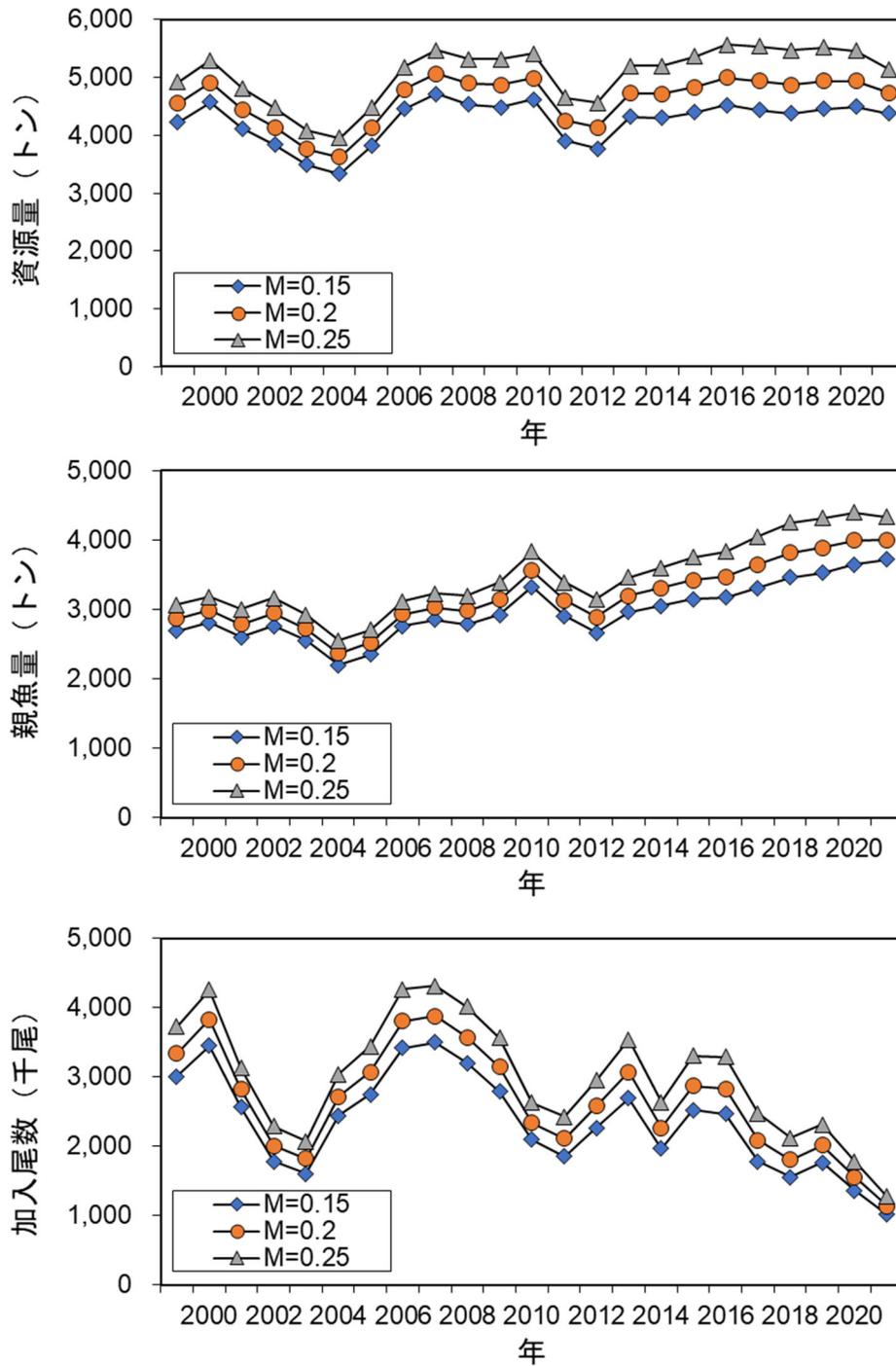


図 16. 自然死亡係数 (M) を変化させたときの資源量 (上)、
親魚量 (中)、加入尾数 (下) の変化

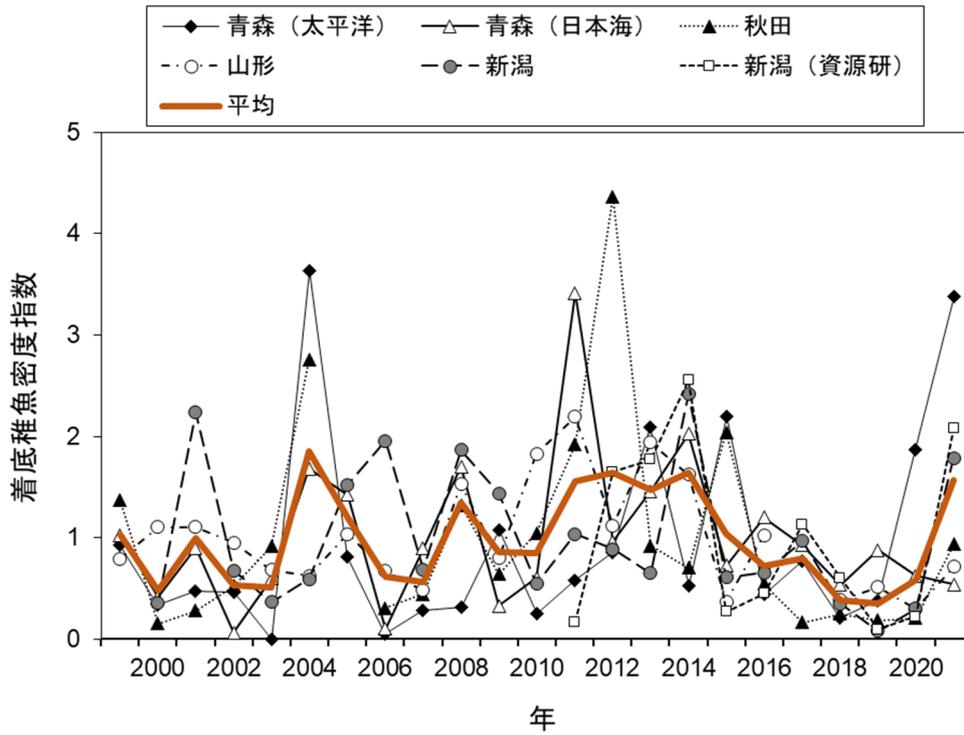


図 17. 着底稚魚密度指数の推移
各調査期間内の平均を 1 とする (各調査資料より計算)。

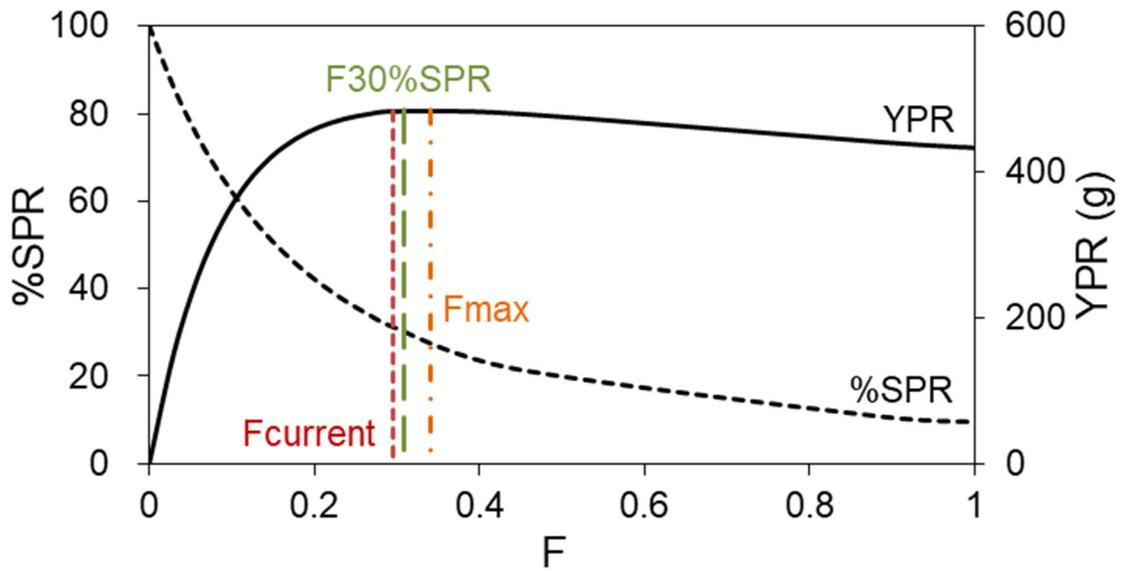


図 18. 漁獲係数 (F) と%SPR、YPR の関係

表 1. ヒラメ日本海北部系群の県別漁獲量（トン）

年	青森県	秋田県	山形県	新潟県	富山県	合計
1970	894	523	98	601	207	2,323
1971	851	489	93	679	240	2,352
1972	1,240	801	118	747	201	3,107
1973	1,942	780	171	685	156	3,734
1974	1,590	527	136	635	157	3,045
1975	1,098	444	122	521	127	2,312
1976	1,492	357	81	497	129	2,556
1977	1,234	254	87	466	96	2,137
1978	1,467	311	85	478	128	2,469
1979	1,145	372	98	491	112	2,218
1980	1,371	253	113	542	126	2,405
1981	833	284	97	554	120	1,888
1982	962	338	116	470	121	2,007
1983	1,061	449	132	524	138	2,304
1984	732	309	135	452	118	1,746
1985	581	171	89	496	149	1,486
1986	781	146	89	312	86	1,414
1987	591	60	43	222	65	981
1988	474	58	40	251	83	906
1989	243	48	41	245	86	663
1990	462	37	49	286	97	931
1991	525	48	46	275	105	999
1992	568	173	77	380	122	1,320
1993	607	249	99	331	124	1,410
1994	697	216	115	355	98	1,481
1995	908	289	97	407	124	1,825
1996	1,074	266	91	400	97	1,928
1997	1,296	201	74	291	77	1,939
1998	1,195	218	60	250	55	1,778
1999	1,165	228	63	231	63	1,750
2000	1,646	170	60	270	65	2,211
2001	1,168	172	54	279	85	1,758
2002	1,053	141	56	295	109	1,654
2003	923	162	69	313	113	1,580
2004	695	135	55	256	103	1,244
2005	807	183	55	248	133	1,426
2006	1,082	223	79	348	164	1,896
2007	1,397	213	92	392	125	2,219
2008	1,134	226	100	403	141	2,004
2009	983	186	78	300	131	1,678
2010	1,339	228	75	369	131	2,142
2011	925	180	59	347	129	1,639
2012	743	106	56	259	94	1,258
2013	1,004	163	58	307	109	1,641
2014	1,027	153	60	311	114	1,665
2015	983	161	44	353	138	1,679
2016	1,045	179	52	324	107	1,707
2017	930	155	47	287	100	1,519
2018	800	158	45	319	88	1,410
2019	797	128	49	285	95	1,354
2020	834	124	42	220	89	1,309
2021*	760	139	41	229	61	1,230

*2021年は暫定値。

表 2. 日本海北区における沖底の漁獲量と有効漁獲努力量および資源密度指数

年	漁獲量 (トン)	有効漁獲努力量 (網)	資源密度指数 (kg/網)	年	漁獲量 (トン)	有効漁獲努力量 (網)	資源密度指数 (kg/網)
1972	298	35,346	7.0	1999	48	19,900	2.3
1973	317	33,894	7.5	2000	29	16,665	2.3
1974	230	40,603	5.4	2001	31	19,573	1.7
1975	207	36,181	5.6	2002	23	16,199	1.4
1976	168	46,532	4.3	2003	22	16,314	1.4
1977	114	43,672	3.6	2004	21	13,427	1.5
1978	126	38,281	3.0	2005	21	13,988	1.3
1979	135	41,263	3.1	2006	34	14,143	2.3
1980	88	49,597	1.8	2007	47	17,560	2.8
1981	112	43,779	2.8	2008	42	17,101	2.6
1982	124	47,838	3.0	2009	27	14,059	2.0
1983	147	34,911	4.0	2010	38	14,604	2.5
1984	122	40,714	3.1	2011	34	16,268	2.4
1985	76	37,483	2.3	2012	23	15,919	1.6
1986	78	38,625	2.6	2013	35	17,546	2.2
1987	34	19,521	1.5	2014	24	13,840	1.7
1988	20	26,423	1.0	2015	34	16,196	2.1
1989	12	27,895	0.4	2016	25	14,474	1.8
1990	10	23,467	0.5	2017	15	9,812	1.3
1991	14	21,379	0.7	2018	30	9,292	2.6
1992	41	26,650	1.5	2019	18	8,064	2.0
1993	71	23,633	2.8	2020	17	8,234	2.4
1994	63	26,279	2.2	2021	13	6,838	2.1
1995	86	23,058	3.7				
1996	80	23,965	3.2				
1997	57	26,163	2.1				
1998	53	20,811	2.4				

各項目については補足資料 3 を参照。

表 3. 新潟県北部沿岸の板びき網（主要 4 港）の漁獲量と出漁隻数および CPUE

年	漁獲量(トン)	出漁隻数	CPUE (kg/隻数)
1985	161	13,493	12.0
1986	86	13,578	6.3
1987	60	13,260	4.5
1988	64	12,634	5.0
1989	64	11,814	5.4
1990	69	11,949	5.8
1991	66	11,564	5.7
1992	120	12,362	9.7
1993	114	10,918	10.5
1994	121	11,552	10.4
1995	146	10,772	13.5
1996	142	11,118	12.8
1997	94	11,360	8.2
1998	84	11,145	7.5
1999	79	9,515	8.3
2000	103	9,682	10.6
2001	97	8,782	11.0
2002	105	9,359	11.2
2003	108	9,132	11.8
2004	103	8,679	11.9
2005	67	6,681	10.1
2006	126	6,858	18.4
2007	154	6,903	22.2
2008	153	6,158	24.9
2009	90	5,443	16.6
2010	113	5,308	21.4
2011	111	5,007	22.1
2012	96	4,905	19.5
2013	103	4,526	22.7
2014	109	4,594	23.7
2015	125	4,374	28.6
2016	120	3,737	32.1
2017	102	3,418	29.9
2018	119	3,742	31.8
2019	94	3,242	29.0
2020	68	2,452	27.8
2021	84	2,396	35.1

新潟県資料。

表 4. 日本海北部 3 県（秋田県、山形県、新潟県）の
小底かけまわしの漁獲量と網数および CPUE

年	漁獲量 (トン)	網数	CPUE (kg/網)
2008	103	32,594	3.1
2009	55	22,740	2.3
2010	73	21,370	3.3
2011	50	19,607	2.6
2012	49	18,822	2.5
2013	59	19,593	3.0
2014	48	18,982	2.6
2015	49	18,413	2.8
2016	43	15,687	3.0
2017	33	14,797	2.5
2018	35	12,825	3.5
2019	23	12,815	2.1
2020	20	10,188	2.4
2021	16	10,537	1.7

ヒラメの漁獲があった操業を集計対象とした。各県資料。

表 5. 青森県日本海沿岸の底建網の漁獲量
と経営体数および CPUE

年	漁獲量(トン)	経営体数	CPUE (kg/経営体)
1999	93 *	260	359
2000	127 *	270	470
2001	115 *	272	422
2002	85 *	275	308
2003	101 *	272	370
2004	93 *	256	363
2005	85	254	333
2006	130	253	513
2007	143	249	573
2008	156	248	630
2009	142	247	577
2010	133	242	551
2011	144	240	601
2012	105	232	451
2013	122	231	528
2014	127	224	566
2015	105	217	482
2016	153	209	733
2017	116	205	566
2018	105	194	540
2019	101	196	516
2020	121	186	651
2021	91	158	579

*小型定置網の漁獲量に底建網の比率 0.934 (2005~2021 年の平均値)
を乗じ推定。
青森県資料。

表 6. ヒラメ日本海北部系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (1歳魚資源尾数、千尾)	漁獲割合 (%)
1999	1,750	4,551	2,867	3,337	38
2000	2,211	4,911	2,985	3,825	45
2001	1,757	4,442	2,788	2,823	40
2002	1,654	4,132	2,951	2,010	40
2003	1,580	3,763	2,726	1,818	42
2004	1,243	3,623	2,366	2,719	34
2005	1,425	4,125	2,518	3,068	35
2006	1,895	4,792	2,931	3,808	40
2007	2,219	5,063	3,026	3,873	44
2008	2,001	4,898	2,979	3,571	41
2009	1,677	4,866	3,142	3,142	34
2010	2,142	4,981	3,562	2,336	43
2011	1,639	4,249	3,133	2,109	39
2012	1,258	4,133	2,890	2,576	30
2013	1,641	4,720	3,196	3,071	35
2014	1,665	4,713	3,308	2,264	35
2015	1,679	4,834	3,427	2,872	35
2016	1,707	4,994	3,475	2,833	34
2017	1,519	4,933	3,650	2,091	31
2018	1,410	4,872	3,821	1,807	29
2019	1,354	4,940	3,890	2,012	27
2020	1,309	4,940	3,997	1,554	26
2021	1,230	4,734	4,006	1,135	26

表 7. 種苗放流尾数、1歳資源尾数、混入率、添加効率の推移

年	前年放流尾数 (千尾)	1歳魚資源尾数(千尾)		混入率 (%)	添加効率
		天然魚	放流魚		
1999	5,325	3,185	152	4.6 *	0.029
2000	5,238	3,650	174	4.6 *	0.033
2001	5,018	2,694	129	4.6 *	0.026
2002	4,927	1,919	92	4.6 *	0.019
2003	5,028	1,735	83	4.6 *	0.016
2004	4,461	2,595	124	4.6 *	0.028
2005	2,189	2,928	140	4.6 *	0.064
2006	5,305	3,634	174	4.6 *	0.033
2007	5,422	3,731	142	3.7	0.026
2008	4,645	3,463	108	3.0	0.023
2009	4,290	3,088	54	1.7	0.013
2010	3,685	2,294	43	1.8	0.012
2011	3,462	1,913	196	9.3	0.057
2012	2,865	2,358	217	8.4	0.076
2013	3,362	3,017	54	1.8	0.016
2014	2,747	2,055	209	9.2	0.076
2015	1,617	2,759	113	3.9	0.070
2016	1,856	2,756	76	2.7	0.041
2017	2,359	1,988	104	5.0	0.044
2018	1,772	1,785	22	1.2	0.013
2019	1,978	1,929	83	4.1	0.042
2020	2,370	1,443	111	7.2	0.047
2021	2,054	1,073	62	5.4	0.030

*1999年から2006年の混入率は2007年から2016年の平均値とした。

表 8. ヒラメ日本海北部系群分布域における種苗放流尾数（千尾）

年	青森県	秋田県	山形県	新潟県	富山県	合計
1988	161	261	144	1,030	376	1,972
1989	170	339	143	928	359	1,939
1990	2,090	356	111	904	365	3,826
1991	4,034	219	105	844	249	5,451
1992	3,924	169	97	915	187	5,292
1993	3,442	171	136	952	260	4,961
1994	4,123	443	184	923	321	5,994
1995	3,663	949	158	1,010	258	6,038
1996	3,054	770	249	884	428	5,385
1997	3,054	845	257	795	221	5,172
1998	2,708	365	432	1,499	321	5,325
1999	2,982	575	242	1,163	276	5,238
2000	2,416	1,063	299	979	261	5,018
2001	2,658	507	347	1,158	257	4,927
2002	2,561	891	240	1,137	199	5,028
2003	2,305	938	235	900	83	4,461
2004	579	231	230	866	283	2,189
2005	3,101	569	166	1,219	250	5,305
2006	2,395	815	201	1,789	222	5,422
2007	2,583	335	149	1,306	272	4,645
2008	2,215	690	154	999	232	4,290
2009	2,268	331	163	689	234	3,685
2010	2,286	330	154	489	203	3,462
2011	1,743	298	105	489	230	2,865
2012	2,284	319	154	444	161	3,362
2013	1,729	297	159	394	168	2,747
2014	768	258	154	275	162	1,617
2015	801	267	165	287	336	1,856
2016	1,533	256	108	304	158	2,359
2017	1,013	263	160	201	135	1,772
2018	1,030	242	156	313	237	1,978
2019	1,367	297	191	272	243	2,370
2020	966	294	182	367	245	2,054

水産庁、日栽協、水産機構および全国豊かな海づくり推進協会資料。

表 9. 黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）による
 県別、年別放流種苗黒化率（%）

黒化率	青森県	秋田県	山形県	新潟県	富山県
2005	70	38	73	78	80
2006	94	29	80	53	74
2007	73	66	93	53	48
2008	65	85	53	31	57
2009	93	64	99	50	50
2010	73	39	62	49	25
2011	53	23	86	-	44
2012	67	6	42	39	57
2013	79	12	77	-	38
2014	98	22	44	100	48
2015	94	32	98	100	59
2016	88	33	99	60	31
2017	90	41	83	57	53
2018	88	44	78	58	58
2019	74	47	76	51	73
2020	79	39	67	61	88
2021	84	53	92	76	-

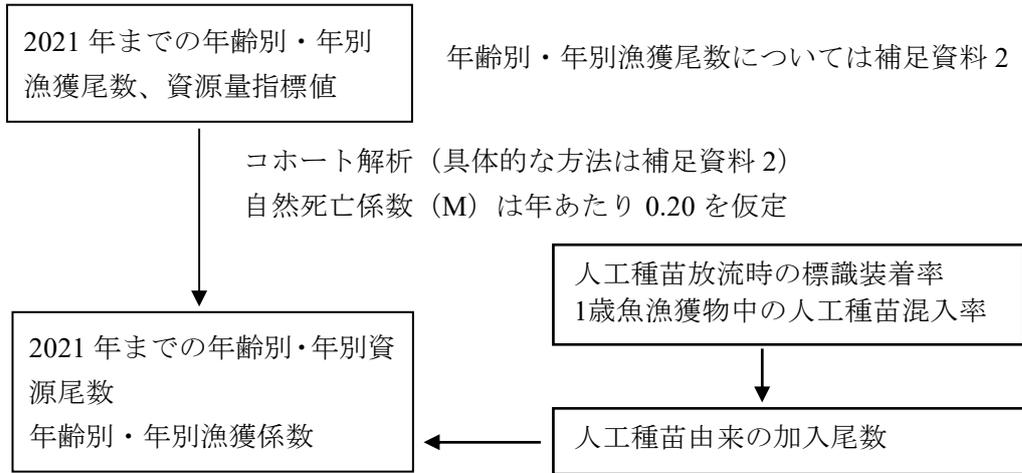
各県資料および全国豊かな海づくり推進協会資料。

表 10. 放流魚混入率調査結果

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
漁獲量(トン)	2,142	1,639	1,258	1,641	1,665	1,679	1,707	1,519	1,410	1,354	1,309	1,230
放流尾数(千尾)	3,462	2,865	3,362	2,747	1,617	1,856	2,359	1,772	1,978	2,370	2,054	
放流尾数/漁獲量	1.6	1.7	2.7	1.7	1.0	1.1	1.4	1.2	1.4	1.8	1.6	
年齢別総漁獲尾数(千尾)												
1歳	483	330	302	316	217	340	342	170	130	207	90	76
2歳	764	483	317	524	644	473	682	568	315	259	352	226
3歳	650	473	308	330	446	515	332	390	383	267	260	237
4歳	236	214	190	182	201	202	244	168	184	203	171	146
5+歳	129	113	98	174	116	120	125	127	142	157	155	178
年齢別放流魚漁獲尾数(千尾)												
1歳	9	31	26	6	20	13	9	8	2	9	6	4
2歳	5	20	22	30	11	29	23	13	8	11	15	9
3歳	10	9	7	16	19	9	21	13	7	12	12	12
4歳	9	4	5	8	5	10	3	12	7	5	9	6
5+歳		2	2	13	4	3	11	2	14	11	4	13
放流魚混入率(%)												
1歳	1.8	9.3	8.4	1.8	9.2	3.9	2.7	5.0	1.2	4.1	7.2	5.4
2歳	0.6	4.2	6.9	5.7	1.7	6.1	3.4	2.2	2.5	4.1	4.3	4.0
3歳	1.6	1.9	2.4	4.7	4.4	1.7	6.4	3.3	1.9	4.4	4.5	5.2
4歳	3.7	2.1	2.4	4.6	2.6	4.8	1.2	7.1	3.6	2.6	5.0	3.8
5+歳		1.9	2.5	7.4	3.6	2.6	9.1	1.3	9.8	7.0	2.9	7.4

放流種苗黒化率による補正済み。

補足資料 1 資源評価の流れ



将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します。

補足資料 2 資源計算方法

1. 年別・年齢別漁獲尾数の推定

(1) 青森県

県日本海側の月別銘柄別漁獲重量を銘柄別平均重量で割って銘柄別漁獲尾数に変換後、精密測定に基づく雌雄別季節別 age-銘柄 key（青森県資料）により年齢分解を行い、県全域の漁獲量で引き伸ばして年齢別漁獲尾数を求めた。

(2) 秋田県～富山県

- ① 各県ごとの月別漁業種類別全長組成を精密測定に基づく季節別 age-length key で年齢分解後、月別漁業種類別漁獲量で引き伸ばした。なお、1999～2007年、2008～2009年については、それぞれ平成 21（2009）年度資源評価時、平成 22（2010）年度資源評価時の age-length key、2010～2015年と 2016～2021年については、それぞれの期間での年齢査定結果に基づく age-length key を年齢分解に用いた。富山県については、2020年の月別全長組成データ（社団法人富山県農林水産公社水産部 2021）が令和 3（2021）年度資源評価報告書の確定後に得られたため、2020年に遡って年齢別漁獲尾数を算出した。
- ② 山形県については、漁連の仕切帳の箱重量・入り数から平均重量に変換後、月別 age-weight key で年齢分解した資料（山形県資料）も参照した。
- ③ 富山県の 2021年の月別全長組成データが入手できなかったため、青森県～新潟県をプールした年齢別漁獲尾数の比率と漁獲量を用いて、富山県を含む青森県～富山県（日本海北部）の年齢別漁獲尾数を求めた。

2. 資源量推定法

漁獲統計が 1～12月の集計値であるため、1月1日を年齢の起算日とし、1歳魚以上について資源量を推定した。

a 歳、y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ は Pope の近似式（Pope 1972）により

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad C \text{ は漁獲尾数、} M \text{ は自然死亡係数}$$

a 歳、y 年の漁獲係数 $F_{a,y}$ は

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

5歳以上をプラスグループとし、4歳と 5歳の漁獲係数が等しいと仮定した。

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

$$N_{5+,y} = \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}} N_{4,y}$$

最近年（2021年）の資源尾数は

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

で求めた。

2008年から直近年までの板びき CPUE、かけまわし CPUE、底建網 CPUE、沖底資源密度指数を用いて、次式が最小となるように最近年の4歳と5+歳のF値を求めた。ここで、jは資源量指標値の識別番号、qは指標値の比例定数、Byはコホート解析により推定されたy年の資源量を示す。σは観測誤差を表す標準偏差であり、指標値ごとに標準偏差を推定した。

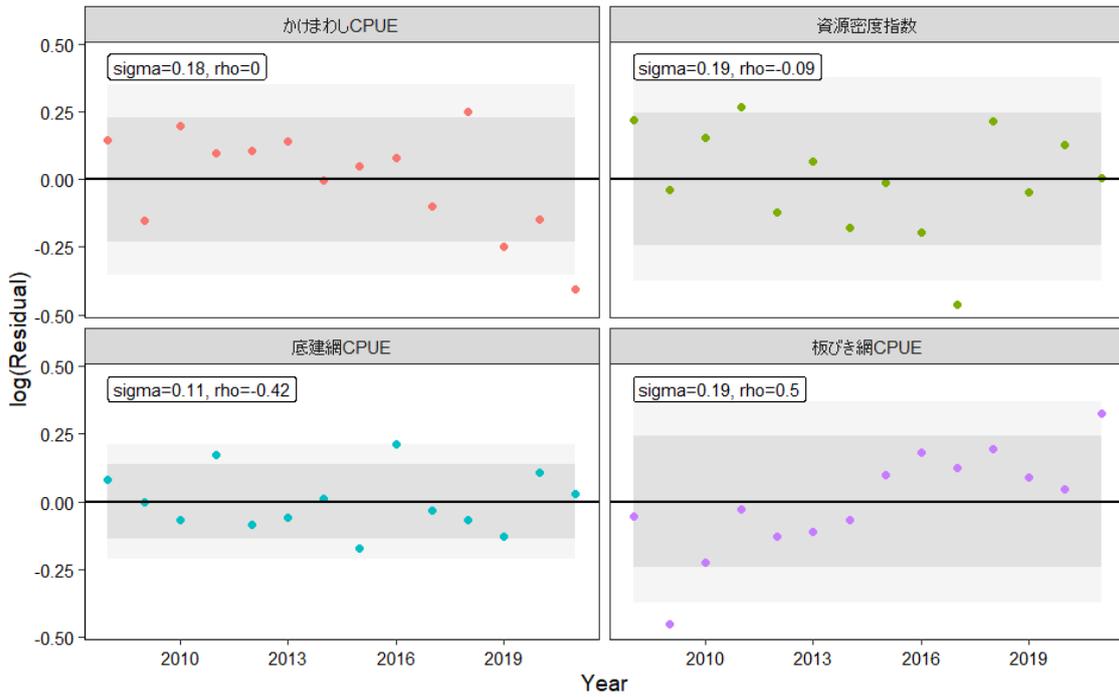
$$-\ln L = \sum_{j=1}^4 \sum_{y=2008}^{2021} \frac{\ln(2\pi\sigma_j^2)}{2} + \frac{\{\ln(CPUE_{j,y}) - \ln(q_j B_y)\}^2}{2\sigma_j^2}$$

自然死亡係数Mは安達（2007）に従い0.2とした。

資源尾数から資源量への変換や親魚量の算出に用いた年齢別体重と成熟率は以下の通りである。

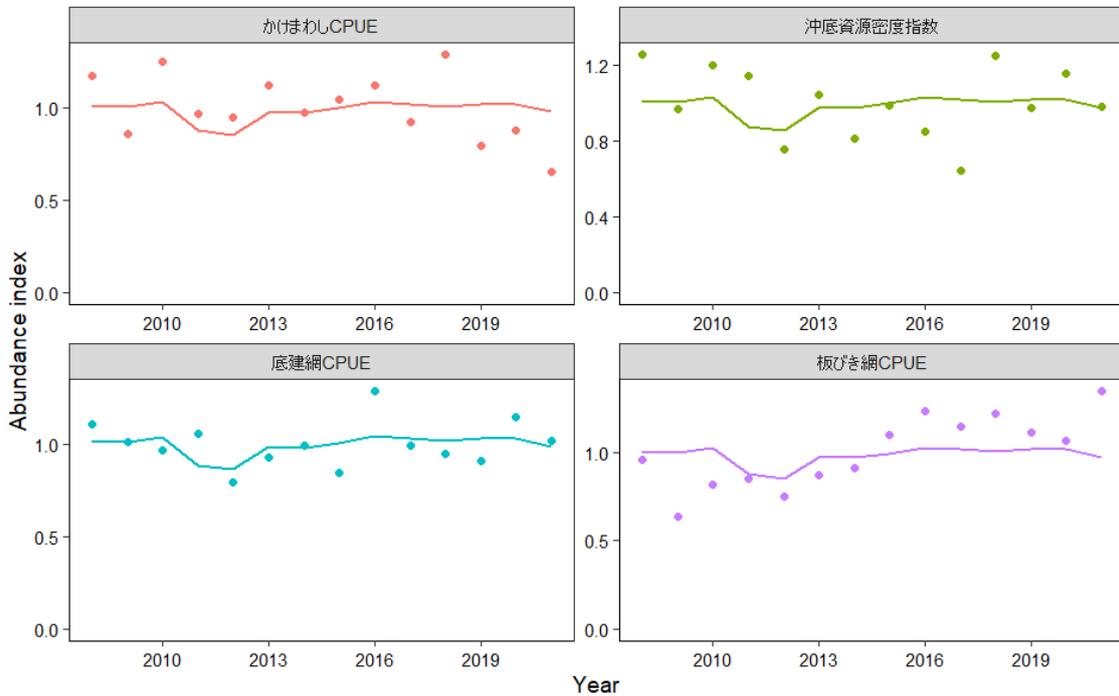
年齢	1	2	3	4	5+
平均体重 (g)	304	643	1,071	1,720	3,118
成熟率 (%)	0	50	100	100	100

「令和4（2022）年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針（FRA-SA2022-ABCWG02-03）」に従い、本系群の評価に用いたVPAの統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。本系群の資源評価では、昨年度より沖底の資源密度指数（補足資料3）、かけまわし CPUE、板びき網 CPUE、底建網 CPUE をチューニングに用いたコホート解析を導入した。指標値と予測値との関係を見ると、かけまわし CPUE では、2017年までは2009年と2014年を除き正の残差となり、2018年と2019～2021年はそれぞれ比較的大きな正と負の残差となった。沖底資源密度指数では一定の偏りは認められないが、2017年に大きな負の残差となっている。底建網 CPUE では一定の偏りを持った傾向は認められない。板びき網 CPUE では2014年までは負の残差、2015年以降は正の残差が続いている（補足図2-1、補足図2-2）。指標値と予測値との関係には、線形を仮定して問題ないと考えられた（補足図2-3）。レトロスペクティブ解析では、データの追加・更新に伴うF値や資源量推定値に大きな変化はなく、一定の偏りを持った傾向は認められない（補足図2-4）。

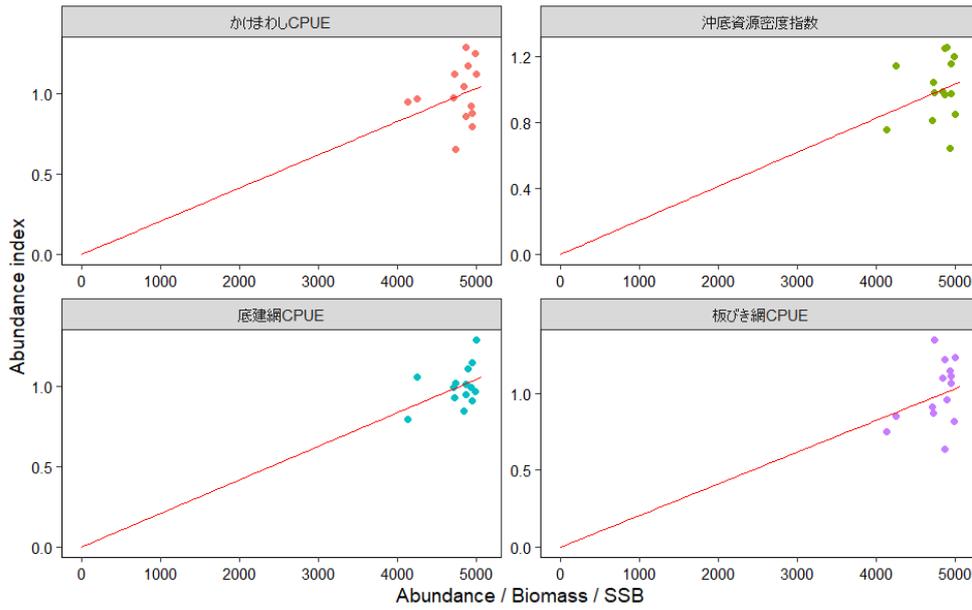


補足図 2-1. 残差プロット

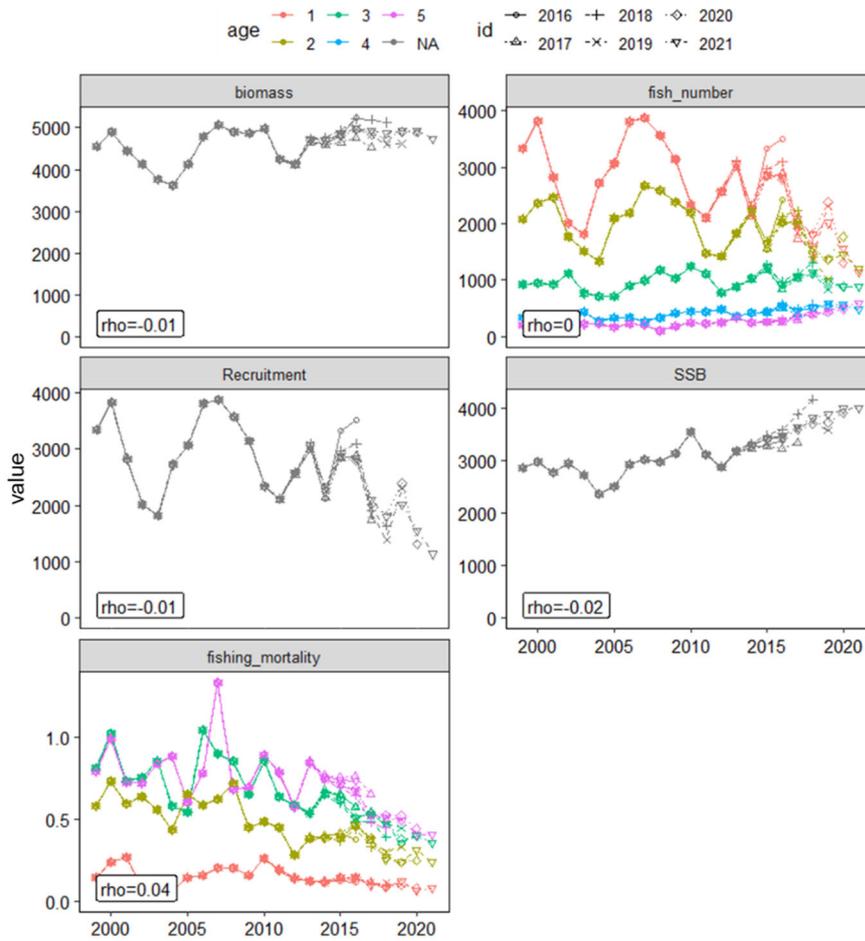
Sigma は観測誤差、rho は残差の自己相関係数、薄い灰色は 1.96σ 区間（95%区間）、濃い灰色は 1.28σ 区間（80%区間）を示す。



補足図 2-2. 予測値と指標値の経年変化



補足図 2-3. 予測値と指標値との関係



補足図 2-4. 資源量 (biomass)、資源尾数 (fish number)、漁獲係数 (fishing_mortality)、1 歳資源尾数 (Recruitment)、親魚量 (SSB) のレトロスペクティブ解析結果

引用文献

安達二郎 (2007) 島根県におけるヒラメの age-length key について. 平成 18 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書別冊, 全国豊かな海づくり推進協会, 1-12.

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.

社団法人富山県農林水産公社水産部 (2021) 令和 2 年度栽培漁業センター業務報告書, 79 pp.

補足資料3 漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖合底びき網の漁獲成績報告書では、月別漁区（緯度経度 10 分柘目）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) の関係は次式のように表される。

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

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。

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

広がりのある漁場内では魚群の密度は濃淡があるのが通常であり、魚群密度が高いところに漁船が集中して操業した場合、総漁獲量を総網数で割った CPUE は高い方に偏る。そこで漁場を 10 分柘目の漁区に細分し、漁区内での密度は一様と仮定して、魚群や努力量の偏りを補正し、資源量を指数化したのが資源量指数と資源密度指数である。

補足資料4 コホート解析結果の詳細(1999~2009年)

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	402	726	600	154	170	144	363	494	647	590	410
2歳	828	1,112	1,002	753	581	426	907	873	1,116	1,199	781
3歳	465	553	438	535	397	282	268	524	535	610	445
4歳	167	191	131	171	222	142	133	165	172	148	186
5+歳	100	114	76	82	111	122	69	108	140	45	81
計	1,961	2,695	2,246	1,695	1,481	1,116	1,740	2,165	2,610	2,593	1,903

年齢別漁獲量(トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	123	221	183	47	52	44	111	150	197	180	125
2歳	532	715	644	484	373	274	583	561	717	771	502
3歳	498	592	469	573	425	302	287	561	573	653	477
4歳	287	328	225	294	382	244	229	284	296	255	320
5+歳	310	355	237	256	348	380	216	338	435	142	253
計	1,750	2,211	1,757	1,654	1,580	1,243	1,425	1,895	2,219	2,001	1,677

合計漁獲量には数トン程度の0歳魚漁獲量が含まれる。

年齢別漁獲係数

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	0.14	0.24	0.27	0.09	0.11	0.06	0.14	0.15	0.20	0.20	0.16
2歳	0.58	0.73	0.59	0.64	0.56	0.43	0.65	0.58	0.62	0.72	0.45
3歳	0.81	1.02	0.73	0.75	0.85	0.58	0.54	1.04	0.90	0.85	0.65
4歳	0.79	0.99	0.72	0.72	0.84	0.88	0.60	0.78	1.33	0.68	0.69
5+歳	0.79	0.99	0.72	0.72	0.84	0.88	0.60	0.78	1.33	0.68	0.69
単純平均	0.62	0.79	0.61	0.58	0.64	0.57	0.51	0.67	0.88	0.63	0.53

年齢別資源尾数(千尾)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	3,337	3,825	2,823	2,010	1,818	2,719	3,068	3,808	3,873	3,571	3,142
2歳	2,080	2,368	2,474	1,768	1,507	1,335	2,096	2,183	2,671	2,586	2,389
3歳	924	954	933	1,119	766	708	708	896	997	1,177	1,032
4歳	337	336	281	368	432	268	325	337	259	332	412
5+歳	201	200	163	177	217	230	169	221	210	102	180
計	6,880	7,683	6,675	5,442	4,741	5,260	6,365	7,445	8,010	7,767	7,155

年齢別資源量(トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	1,016	1,164	859	612	554	828	934	1,159	1,179	1,087	956
2歳	1,337	1,522	1,590	1,136	969	858	1,347	1,403	1,717	1,662	1,536
3歳	990	1,022	999	1,199	820	758	758	959	1,068	1,260	1,106
4歳	581	578	483	633	744	461	558	580	446	571	708
5+歳	628	624	510	551	677	718	528	690	654	317	560
計	4,551	4,911	4,442	4,132	3,763	3,623	4,125	4,792	5,063	4,898	4,866

年齢別親魚量(トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	668	761	795	568	484	429	674	702	858	831	768
3歳	990	1,022	999	1,199	820	758	758	959	1,068	1,260	1,106
4歳	581	578	483	633	744	461	558	580	446	571	708
5+歳	628	624	510	551	677	718	528	690	654	317	560
計	2,867	2,985	2,788	2,951	2,726	2,366	2,518	2,931	3,026	2,979	3,142

補足資料4 (続き) コホート解析結果の詳細(2010~2021年)

年齢別漁獲尾数(千尾)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	483	330	302	316	217	340	342	170	130	207	90	76
2歳	764	483	317	524	644	473	682	568	315	259	352	226
3歳	650	473	308	330	446	515	332	390	383	267	260	237
4歳	236	214	190	182	201	202	244	168	184	203	171	146
5+歳	129	113	98	174	116	120	125	127	142	157	155	178
計	2,261	1,614	1,215	1,526	1,625	1,649	1,725	1,423	1,153	1,093	1,028	864

年齢別漁獲量(トン)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	147	100	92	96	66	104	104	52	39	63	27	23
2歳	491	311	203	337	414	304	439	365	202	167	226	145
3歳	696	507	330	354	478	551	356	418	410	287	279	254
4歳	405	368	327	313	346	347	420	289	316	350	294	251
5+歳	402	353	306	542	361	373	389	395	442	488	482	556
計	2,142	1,639	1,258	1,641	1,665	1,679	1,707	1,519	1,410	1,354	1,309	1,230

合計漁獲量には数トン程度の0歳魚漁獲量が含まれる。

年齢別漁獲係数												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	0.26	0.19	0.14	0.12	0.11	0.14	0.14	0.09	0.08	0.12	0.07	0.08
2歳	0.48	0.45	0.28	0.38	0.39	0.38	0.46	0.37	0.25	0.24	0.31	0.24
3歳	0.85	0.64	0.58	0.53	0.65	0.61	0.50	0.53	0.47	0.35	0.40	0.35
4歳	0.89	0.78	0.57	0.84	0.74	0.71	0.67	0.52	0.51	0.49	0.40	0.40
5+歳	0.89	0.78	0.57	0.84	0.74	0.71	0.67	0.52	0.51	0.49	0.40	0.40
単純平均	0.67	0.57	0.43	0.54	0.53	0.51	0.49	0.41	0.36	0.34	0.32	0.30

年齢別資源尾数(千尾)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	2,336	2,109	2,576	3,071	2,264	2,872	2,833	2,091	1,807	2,012	1,554	1,135
2歳	2,202	1,476	1,428	1,835	2,228	1,657	2,044	2,010	1,558	1,362	1,460	1,191
3歳	1,250	1,111	771	883	1,029	1,241	929	1,056	1,132	991	881	877
4歳	442	435	482	353	424	439	550	460	511	580	569	486
5+歳	242	231	249	338	244	260	281	347	394	447	515	593
計	6,472	5,362	5,506	6,480	6,188	6,469	6,636	5,964	5,402	5,392	4,979	4,282

年齢別資源量(トン)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	711	642	784	935	689	874	862	637	550	613	473	345
2歳	1,415	949	918	1,180	1,432	1,065	1,314	1,292	1,001	876	939	766
3歳	1,338	1,190	826	946	1,102	1,329	995	1,131	1,212	1,061	944	939
4歳	761	749	829	608	729	754	947	791	880	997	979	836
5+歳	755	719	776	1,053	761	811	877	1,083	1,229	1,393	1,605	1,848
計	4,981	4,249	4,133	4,720	4,713	4,834	4,994	4,933	4,872	4,940	4,940	4,734

年齢別親魚量(トン)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	708	474	459	590	716	532	657	646	501	438	469	383
3歳	1,338	1,190	826	946	1,102	1,329	995	1,131	1,212	1,061	944	939
4歳	761	749	829	608	729	754	947	791	880	997	979	836
5+歳	755	719	776	1,053	761	811	877	1,083	1,229	1,393	1,605	1,848
計	3,562	3,133	2,890	3,196	3,308	3,427	3,475	3,650	3,821	3,890	3,997	4,006

補足資料 5 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の解析結果

本系群の資源評価で用いた青森県の年齢別漁獲尾数は、県日本海側の月別銘柄別漁獲重量を銘柄別平均重量で割って銘柄別漁獲尾数に変換後、精密測定に基づく雌雄別季節別 age-銘柄 key（青森県資料）により年齢分解を行い、県全域の漁獲量で引き伸ばして推定されている（補足資料 2）。青森県の津軽海峡、太平洋北部および太平洋南部では、県日本海側とはヒラメを漁獲する漁業形態や漁獲物の年齢構成が異なると考えられる。ここでは、和田ほか（2022）に示されている各海域での年齢別漁獲尾数の算出方法により得られた値を用いた場合の資源解析結果を示す。系群全体の年齢別漁獲尾数は青森県（各海域の合計値）と各県（秋田県、山形県、新潟県、富山県）の合計値とし、秋田県から富山県の年齢別漁獲尾数は本文中のものと同値とした。資源解析方法については青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法以外は補足資料 2 と同じとした。

漁獲物の年齢組成

1999～2021 年の年齢別漁獲尾数の推移および年齢別漁獲尾数の割合を補足図 5-1 と図 5-2 にそれぞれ示す。2017 年までは、2 歳魚以下の割合が漁獲物の 64～91%を占めていたが、2018～2021 年では 57%～59%となり、その割合はやや低下傾向にある（補足図 5-1、5-2）。全体の漁獲尾数は 2000 年の 470 万尾から 2004 年の 150 万尾に減少した。その後、2007 年の 320 万尾に増加したが、2012 年の 160 万尾に減少した。2013～2016 年は 200 万尾～210 万尾で推移したが、2017 年以降緩やかに減少しており、2021 年は過去最少となる 120 万尾であった。

資源量と漁獲割合の推移

資源量は、2000 年の 4,158 トンから 2004 年の 3,046 トンにかけて減少した後、2010 年の 4,559 トンに増加した。その後、2 年連続で減少したが、2013 年以降は 4,276 トンから 4,502 トンの間で概ね横ばいで推移しており、2021 年は 4,418 トンと推定された（補足図 5-3、補足表 5-1）。漁獲割合は 1999～2011 年までは 38～53%の間を推移しており、2012 年には 34%と大きく低下した。2013 年は上昇し 38%となり、2016 年までは概ね横ばいで推移した。その後は緩やかに低下し続けており、2021 年の漁獲割合は 28%であった（補足図 5-3、補足表 5-1）。

天然 1 歳魚加入尾数は 2000 年に 600 万尾を超えるピークが認められるが、2004 年の 230 万尾にかけて大きく減少した（補足図 5-4、補足表 5-2）。2005 年には 410 万尾に大きく増加したが、その後 2011 年の 240 万尾にかけて減少した。以降増減を繰り返しながらも緩やかに減少し、2020 年には 190 万尾となった。2021 年は前年をやや上回る 200 万尾であった。親魚量は、2000 年の 1,737 トンから増減を繰り返しながらも長期的に増加傾向を示しており、2021 年は過去最高となる 3,339 トンと推定された。（補足図 5-4、補足表 5-1）。

漁獲係数 F の推移を補足図 5-5、補足表 5-3 に示す。1 歳魚の F は 2000 年を除き、2 歳魚以上の各 F よりも低い値で推移しており、これは各地で漁獲物の全長規制が行われていることによると考えられる。平均の F（各年齢の F の単純平均）は 2007 年の 0.91 をピークとして、2014 年以降は緩やかに低下しており、2021 年の F は 0.36 であった。

レトロスペクティブ解析の結果では、データの追加・更新に伴う F 値や資源量推定値に

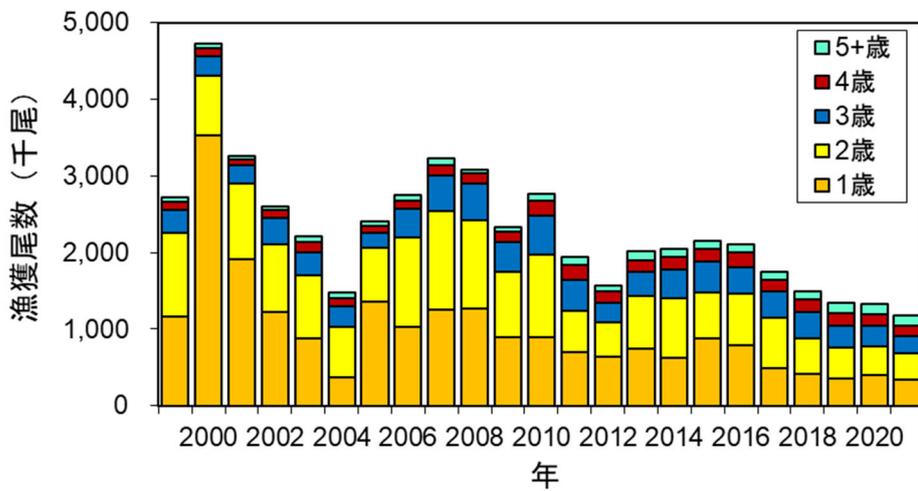
大きな変化はなく、一定の偏りを持った傾向は認められない（補足図 5-6）。

生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

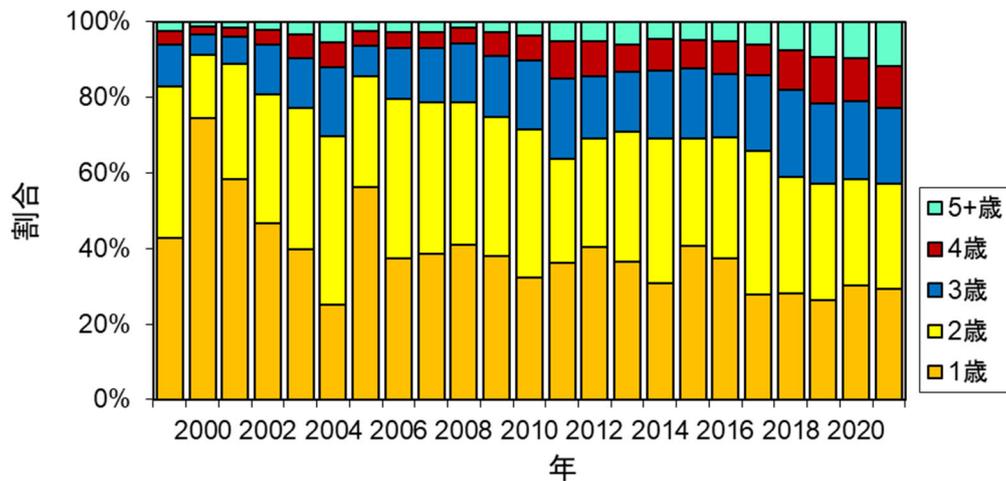
生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係を補足図 5-7 に示す。現状の漁獲圧（2021 年の F 、 F_{2021} ）は 0.36 であり、 $F_{30\%SPR}$ (0.29)、 F_{max} (0.33) よりも高い値である。

引用文献

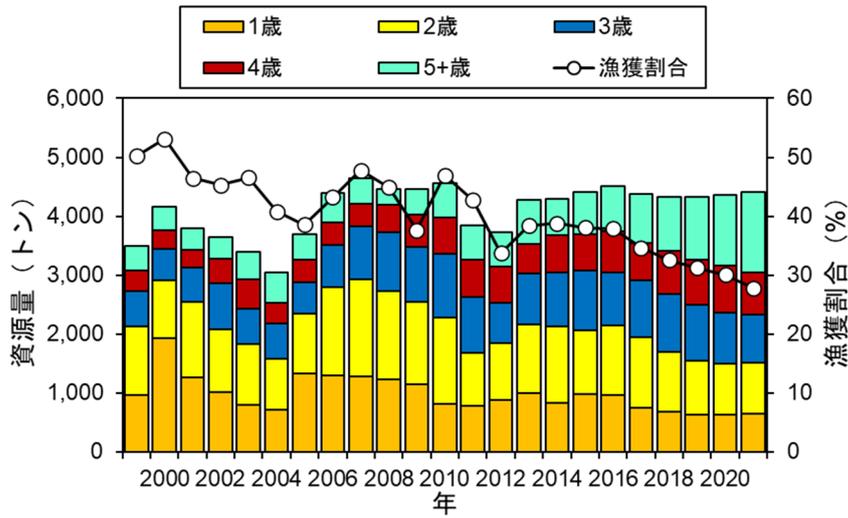
和田由香・伊藤欣吾・小谷健二・田中友樹・松谷紀明・佐藤大介 (2022) 資源評価調査委託事業 ヒラメ。青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 63-79.



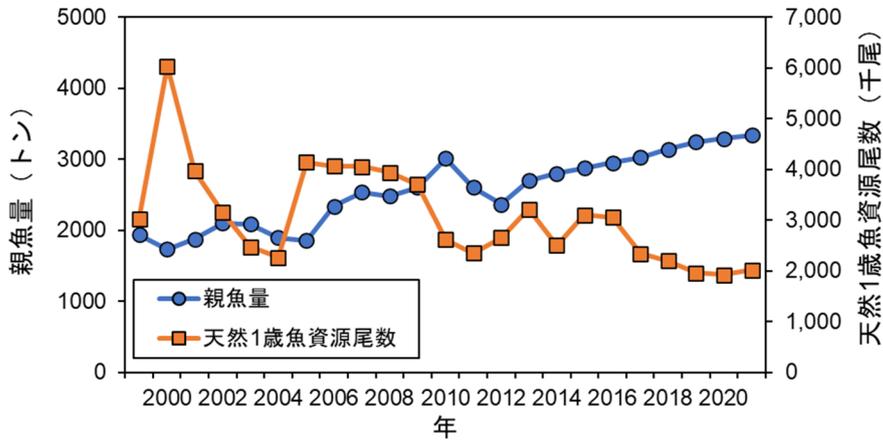
補足図 5-1. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の年齢別漁獲尾数の推移
年齢起算日は1月1日。



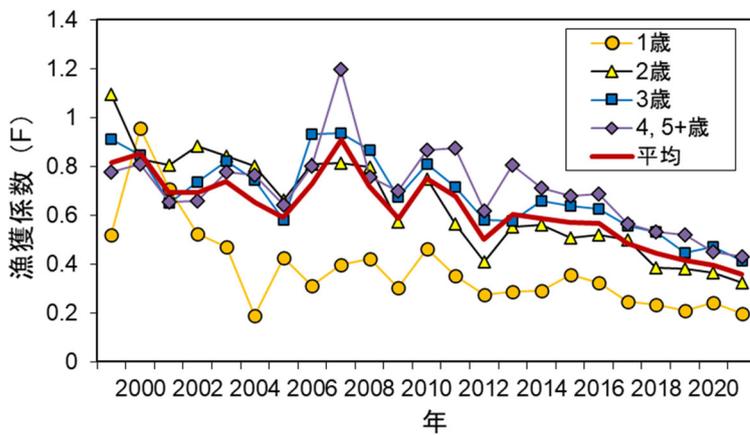
補足図 5-2. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の各年における年齢別漁獲
尾数の割合 年齢起算日は1月1日。



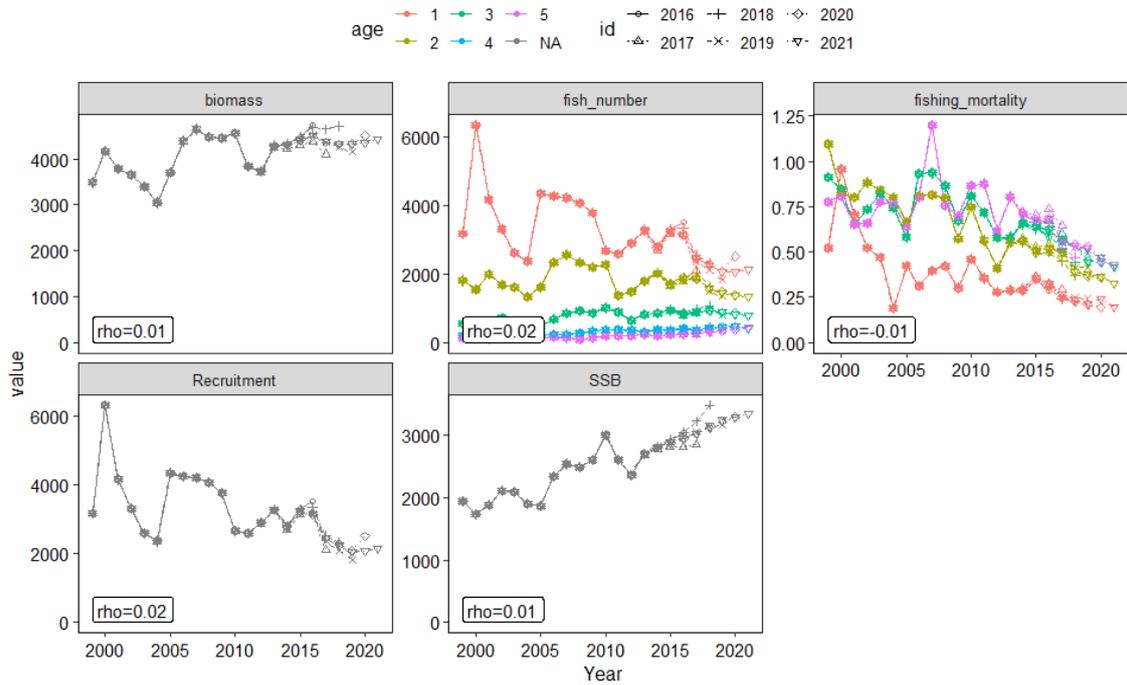
補足図 5-3. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の資源量と漁獲割合の推移



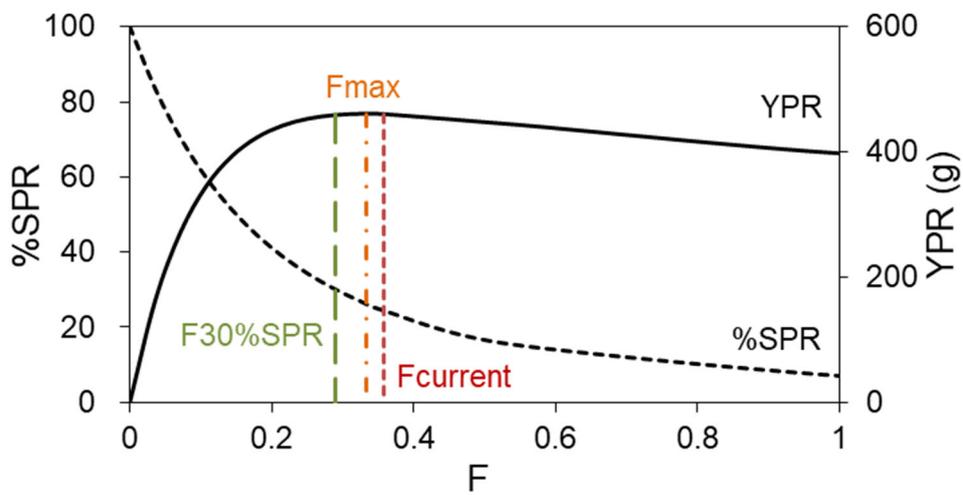
補足図 5-4. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の親魚量と天然1歳魚資源尾数の推移



補足図 5-5. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の漁獲係数 (F) の推移



補足図 5-6. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の資源量 (biomass)、資源尾数 (fish number)、漁獲係数 (fishing_mortality)、1 歳資源尾数 (Recruitment)、親魚量 (SSB) のレトロスペクティブ解析結果



補足図 5-7. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の漁獲係数 (F) と %SPR、YPR の関係

補足表 5-1. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (1歳魚資源尾数、千尾)	漁獲割合 (%)
1999	1,750	3,486	1,941	3,174	50
2000	2,211	4,158	1,737	6,325	53
2001	1,757	3,786	1,879	4,165	46
2002	1,654	3,651	2,105	3,305	45
2003	1,580	3,395	2,088	2,598	47
2004	1,243	3,046	1,898	2,370	41
2005	1,425	3,695	1,857	4,343	39
2006	1,895	4,387	2,342	4,265	43
2007	2,219	4,645	2,539	4,216	48
2008	2,001	4,467	2,483	4,065	45
2009	1,677	4,452	2,602	3,771	38
2010	2,142	4,559	3,013	2,670	47
2011	1,639	3,840	2,608	2,592	43
2012	1,258	3,727	2,366	2,900	34
2013	1,641	4,276	2,700	3,275	38
2014	1,665	4,292	2,806	2,756	39
2015	1,679	4,407	2,881	3,228	38
2016	1,707	4,502	2,950	3,144	38
2017	1,519	4,380	3,031	2,463	35
2018	1,410	4,332	3,146	2,229	33
2019	1,354	4,330	3,243	2,048	31
2020	1,309	4,356	3,290	2,069	30
2021	1,230	4,418	3,339	2,138	28

補足表 5-2. 種苗放流尾数、1歳資源尾数、混入率、添加効率の推移（青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合）

年	前年放流尾数 (千尾)	1歳魚資源尾数(千尾)		混入率 (%)	添加効率
		天然魚	放流魚		
1999	5,325	3,029	145	4.6*	0.027
2000	5,238	6,037	288	4.6*	0.055
2001	5,018	3,975	190	4.6*	0.038
2002	4,927	3,155	151	4.6*	0.031
2003	5,028	2,480	118	4.6*	0.024
2004	4,461	2,262	108	4.6*	0.024
2005	2,189	4,145	198	4.6*	0.090
2006	5,305	4,070	194	4.6*	0.037
2007	5,422	4,062	154	3.7	0.028
2008	4,645	3,942	123	3.0	0.026
2009	4,290	3,706	65	1.7	0.015
2010	3,685	2,621	49	1.8	0.013
2011	3,462	2,351	241	9.3	0.070
2012	2,865	2,655	245	8.4	0.085
2013	3,362	3,218	58	1.8	0.017
2014	2,747	2,501	255	9.2	0.093
2015	1,617	3,101	127	3.9	0.079
2016	1,856	3,059	85	2.7	0.046
2017	2,359	2,341	122	5.0	0.052
2018	1,772	2,202	27	1.2	0.015
2019	1,978	1,963	85	4.1	0.043
2020	2,370	1,921	148	7.2	0.062
2021	2,054	2,022	116	5.4	0.056

*1999年から2006年の混入率は2007年から2016年の平均値とした。

補足表 5-3. 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合のコホート解析結果の詳細
(1999～2009年)

年齢別漁獲尾数(千尾)											
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	1,167	3,527	1,910	1,217	882	371	1,361	1,031	1,247	1,264	889
2歳	1,087	788	994	893	827	663	704	1,168	1,290	1,154	861
3歳	302	255	238	343	288	268	195	371	465	486	380
4歳	102	92	75	102	140	99	94	111	138	130	146
5+歳	64	64	49	53	74	79	60	78	88	42	63
計	2,720	4,726	3,266	2,609	2,212	1,480	2,415	2,759	3,229	3,077	2,339

年齢別漁獲量(トン)											
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	355	1,074	581	371	269	113	414	314	380	385	271
2歳	698	507	639	574	532	426	453	751	829	742	553
3歳	323	273	255	367	309	287	209	397	498	520	407
4歳	175	158	129	176	240	170	162	192	237	224	250
5+歳	198	199	153	166	231	248	188	242	275	132	196
計	1,750	2,211	1,758	1,654	1,580	1,244	1,426	1,896	2,219	2,004	1,678

合計漁獲量には数トン程度の0歳魚漁獲量が含まれる。

年齢別漁獲係数											
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	0.52	0.96	0.71	0.52	0.47	0.19	0.43	0.31	0.40	0.42	0.30
2歳	1.10	0.83	0.80	0.88	0.84	0.80	0.66	0.81	0.81	0.80	0.57
3歳	0.91	0.85	0.65	0.74	0.82	0.74	0.58	0.93	0.94	0.86	0.67
4歳	0.78	0.81	0.65	0.66	0.78	0.76	0.64	0.80	1.20	0.76	0.70
5+歳	0.78	0.81	0.65	0.66	0.78	0.76	0.64	0.80	1.20	0.76	0.70
単純平均	0.82	0.85	0.69	0.69	0.74	0.65	0.59	0.73	0.91	0.72	0.59

年齢別資源尾数(千尾)											
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	3,174	6,325	4,165	3,305	2,598	2,370	4,343	4,265	4,216	4,065	3,771
2歳	1,803	1,543	1,987	1,682	1,605	1,329	1,605	2,324	2,559	2,323	2,184
3歳	557	493	550	728	569	565	489	676	846	928	858
4歳	208	183	173	235	286	205	220	224	218	272	320
5+歳	130	127	113	122	151	164	141	156	139	88	138
計	5,873	8,672	6,989	6,071	5,209	4,634	6,797	7,645	7,979	7,676	7,272

年齢別資源量(トン)											
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	966	1,926	1,268	1,006	791	722	1,322	1,298	1,284	1,237	1,148
2歳	1,159	992	1,277	1,081	1,031	854	1,031	1,494	1,645	1,493	1,404
3歳	597	528	589	779	610	606	523	725	906	994	919
4歳	358	316	298	404	491	353	379	385	375	467	551
5+歳	406	397	353	381	472	513	440	486	435	276	431
計	3,486	4,158	3,786	3,651	3,395	3,046	3,695	4,387	4,645	4,467	4,452

年齢別親魚量(トン)											
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	580	496	639	540	516	427	516	747	822	747	702
3歳	597	528	589	779	610	606	523	725	906	994	919
4歳	358	316	298	404	491	353	379	385	375	467	551
5+歳	406	397	353	381	472	513	440	486	435	276	431
計	1,941	1,737	1,879	2,105	2,088	1,898	1,857	2,342	2,539	2,483	2,602

補足表 5-3. (続き) 青森県の年齢別漁獲尾数の算出方法を変えた場合のコホート解析結果の詳細 (2010~2021年)

年齢別漁獲尾数(千尾)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	892	700	634	739	628	875	787	486	422	353	400	345
2歳	1,088	537	453	692	782	608	678	662	458	413	376	333
3歳	507	410	256	321	370	401	350	349	346	285	275	237
4歳	188	194	148	147	171	160	183	142	158	163	151	130
5+歳	98	99	79	120	90	102	110	105	110	127	126	139
計	2,772	1,940	1,569	2,020	2,040	2,146	2,108	1,744	1,494	1,341	1,327	1,184

年齢別漁獲量(トン)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	271	213	193	225	191	266	240	148	128	107	122	105
2歳	699	345	291	445	502	391	436	426	294	265	242	214
3歳	543	439	274	344	397	429	375	374	371	305	294	253
4歳	323	334	254	253	294	275	315	245	272	281	259	224
5+歳	305	309	246	374	281	317	342	327	344	395	392	433
計	2,142	1,639	1,258	1,641	1,665	1,679	1,707	1,519	1,410	1,354	1,309	1,230

合計漁獲量には数トン程度の0歳魚漁獲量が含まれる。

年齢別漁獲係数												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	0.46	0.35	0.28	0.29	0.29	0.36	0.32	0.25	0.23	0.21	0.24	0.20
2歳	0.75	0.56	0.41	0.55	0.56	0.51	0.52	0.50	0.39	0.38	0.37	0.32
3歳	0.81	0.72	0.58	0.58	0.66	0.64	0.63	0.56	0.53	0.44	0.47	0.41
4歳	0.87	0.88	0.62	0.80	0.71	0.68	0.68	0.56	0.53	0.52	0.45	0.43
5+歳	0.87	0.88	0.62	0.80	0.71	0.68	0.68	0.56	0.53	0.52	0.45	0.43
単純平均	0.75	0.68	0.50	0.61	0.59	0.57	0.57	0.49	0.44	0.42	0.40	0.36

年齢別資源尾数(千尾)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	2,670	2,592	2,900	3,275	2,756	3,228	3,144	2,463	2,229	2,048	2,069	2,138
2歳	2,283	1,379	1,489	1,801	2,013	1,689	1,851	1,862	1,577	1,443	1,357	1,332
3歳	1,009	885	643	809	848	941	832	902	925	877	808	771
4歳	358	368	354	295	372	359	408	365	423	444	460	413
5+歳	187	188	189	240	196	229	245	269	295	345	384	441
計	6,507	5,410	5,575	6,420	6,185	6,445	6,479	5,861	5,450	5,157	5,078	5,095

年齢別資源量(トン)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	813	789	883	997	839	983	957	750	679	623	630	651
2歳	1,467	886	957	1,157	1,294	1,085	1,190	1,197	1,014	928	872	856
3歳	1,081	948	688	867	908	1,008	891	966	991	939	866	826
4歳	616	632	609	507	640	618	702	627	728	764	792	711
5+歳	582	585	590	748	611	713	762	839	921	1,076	1,197	1,374
計	4,559	3,840	3,727	4,276	4,292	4,407	4,502	4,380	4,332	4,330	4,356	4,418

年齢別親魚量(トン)												
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	734	443	478	579	647	543	595	598	507	464	436	428
3歳	1,081	948	688	867	908	1,008	891	966	991	939	866	826
4歳	616	632	609	507	640	618	702	627	728	764	792	711
5+歳	582	585	590	748	611	713	762	839	921	1,076	1,197	1,374
計	3,013	2,608	2,366	2,700	2,806	2,881	2,950	3,031	3,146	3,243	3,290	3,339