

令和 2（2020）年度キンメダイ太平洋系群の資源評価

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：千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本系群は、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間得られる関東沿岸から伊豆諸島周辺海域における資源量指標値を考慮したコホート解析により評価した。キンメダイは我が国の太平洋の関東沿岸、伊豆諸島周辺海域、四国沖、南西諸島周辺海域などの陸棚斜面や海山、海丘などを主な漁場として漁獲されている。2019年における本系群の漁獲量は46百トン、ABCを算定した関東沿岸から伊豆諸島周辺海域では37百トンであった。関東沿岸から伊豆諸島周辺海域におけるキンメダイ資源の水準は1976～2019年の漁獲量の推移より低位、動向はコホート解析で推定した親魚量の直近5年（2015～2019年）の推移より減少と判断した。2019年の資源量は254百トン、親魚量は202百トンと推定された。現状の漁獲圧では資源水準の維持は困難であると判断できることから、基準値 $F_{current}$ に親魚量の増加に必要な削減率、係数 β_2 ($=0.7$) を用いABC算定規則1-3)-(3)に基づき2021年ABCを算出した。

管理基準	Target/ Limit	2021年ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値から の増減%)
0.7 $F_{current}$	Target	19	8	0.08 (-44%)
	Limit	23	10	0.10 (-30%)

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルのF値による漁獲量である。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、より安定的な資源の増大または維持が期待されるF値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値0.8を用いた。 $F_{current}$ は2019年のF値、漁獲割合は2021年の漁獲量/資源量、F値は1～15+歳の平均値である。ABCは太平洋系群の中で、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間蓄積されている関東沿岸から伊豆諸島周辺海域の値。2019年親魚量は202百トン。

年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2016	299	212	44	0.17	15
2017	290	209	43	0.16	15
2018	277	207	43	0.16	15
2019	254	202	37	0.15	15
2020	239	196	35	0.15	15
2021	227	185			

2020 年、2021 年の値は将来予測に基づいた推定値である。F 値は各年齢の平均値。

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
年齢別・年別漁獲尾数	水揚港別漁獲量(水研、千葉～鹿児島(10)都県) 月別漁獲物組成(銘柄組成または体長組成)、年齢査定を含む 生物測定(水研、千葉～静岡(4)都県)
資源量指標値	主要水揚港の銘柄別漁獲量と努力量(千葉～静岡(4)都県)* 主要水揚港の銘柄別漁獲量と努力量(高知)
自然死亡係数(M)	年当たり M=0.1 を仮定(田中 1960)

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

1. まえがき

キンメダイ (*Beryx splendens*) は日本の太平洋岸では北海道釧路沖以南の陸棚縁辺や海山周辺などに分布し(落合・田中 1985)、房総半島から伊豆半島沿岸、御前崎沖、伊豆諸島周辺(以下、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域)、四国沖、南西諸島周辺海域で立て縄、樽流し、底立てはえ縄等による漁業がおこなわれている。1990 年代に 1 万トンを超える漁獲があったが、近年は半分程度に減少している(表 1)。このうち関東沿岸から伊豆諸島周辺海域は我が国における最大の漁場となっており、我が国漁獲量の 8 割を占める。

2. 生態

(1) 分布・回遊

太平洋、大西洋、インド洋の熱帯から温帯域の海山および大陸棚縁辺部に世界的規模で分布する。日本では、北海道釧路以南の太平洋と新潟県以南の日本海に、未成魚は大陸棚の水深 100～250 m、成魚は沖合の水深 200～800 m に分布する(落合・田中 1985、林 2013)。我が国太平洋岸における主な生息域(漁場)は房総半島から伊豆半島沿岸、御前崎沖、伊豆諸島周辺、四国沖、南西諸島周辺海域などである(図 1)。関東地方の沿岸部からの小型魚の標識放流結果によると、放流海域付近にとどまるものと、伊豆諸島などのより深い水深の海域に移動するものがあることが示唆されている。沿岸の大陸斜面上部には若齢の小

型魚が多く、伊豆諸島や海山等の沖合の深場には高齢の大型魚が多い傾向がある。長距離の移動では、関東沿岸で放流した個体が伊豆小笠原海嶺を南下、また南西諸島周辺海域で再捕された個体の例がある。これらの標識放流結果を集約すると、関東沿岸で放流された個体は、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域で4年を経ても95%以上が、10年を経ても70%以上が再捕されることから、長距離の移動はごく一部であると想定される(亘ほか 2017)。

(2) 年齢・成長

年齢と体長の関係は、雌雄、生息海域、年代により若干異なる結果が得られているが、各年齢の尾叉長は概ね、満1才で19 cm、満2才で22 cm、満3才で25 cm、満4才で28 cm、満5才で30 cm、満10才で39 cm前後である(秋元 2007)(図2)。耳石の年齢査定による最高齢魚は26才である(明神・浦 2003)。

(3) 成熟・産卵

日本周辺海域における産卵場は、関東沿岸、伊豆諸島周辺海域、四国沖、南西諸島周辺海域、小笠原周辺にかけての広範囲で知られており、成魚が生息する海域であれば、どこでも産卵が行われていると考えられている(増沢ほか 1975、秋元 2007)。産卵期は6~10月で盛期は7、8月(大西 1985、芝田 1985、久保島 1999、秋元ほか 2005)。成熟率は3歳まで0、4歳で0.5、5歳以上で1.0とされる(図3)。

(4) 被捕食関係

主要な餌料生物としては、ハダカイワシ類などの中深層性魚類、イカ類、エビ類、オキアミ類などが知られている(増沢ほか 1975、亘ほか 2017)。サメ類やイルカ類による捕食、操業中の食害がある(堀井 2011、大泉 2011)。また、大型のキンメダイは、キンメダイ稚魚を捕食することもある(池田 1980)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

キンメダイは陸棚斜面や海山や海丘の斜面や頂上に多く分布し、房総半島から南西諸島にいたる太平洋岸、伊豆諸島、沖合の海山周辺に漁場が点在する。主に自由漁業、知事許可漁業として立て縄、底立てはえ縄、樽流しといった釣で漁獲されている。また大臣許可漁業としては、東シナ海区ではえ縄漁業、太平洋南区、中区、北区で沖合底びき網漁業による漁獲があるが総漁獲量に占める割合はごくわずかである。関東沿岸から伊豆諸島周辺海域北部では明治時代にすでに漁業がおこなわれ歴史も古い。一方、伊豆諸島周辺海域南部や四国沖、南西諸島周辺海域では1980年代以降に本格的な漁業が始まった。千葉県、東京都、神奈川県、静岡県(以下、一都三県)並びに高知県では立て縄、樽流し漁業、底立てはえ縄漁業について休漁期、縄の本数の制限、針数の制限などの漁具の規制が設けられている。一都三県では、1996年より一都三県キンメダイ資源管理実践推進漁業者協議会のもと、調査研究を踏まえ、漁業者が自主的に資源管理措置の合意形成を図るという資源管理の流れが構築されている。2014年にキンメダイの資源管理に関する漁業者代表部会が設置され、関係者間でさらなる資源管理の推進に向けた協議が進んでおり、本資源評価の解

析結果等も参考に議論がなされている。

(2) 漁獲量の推移

本種は 2019 年現在、農林水産省の漁獲統計の調査対象となっていないため、自由漁業、知事許可漁業については千葉県～鹿児島県の主要港の水揚量、大臣許可漁業については太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計年報ならびに、主要港の水揚量を集計し漁獲量を把握した（図 4、表 1）。2019 年の漁獲量は 4,637 トンでそのうち、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域（千葉県、東京都、神奈川県、静岡県）が 3,742 トン、四国沖（和歌山県、徳島県、高知県）が 560 トン、南西諸島周辺海域（鹿児島県、東シナ海区）が 220 トンであった。都県別に見ると増加、横ばい、減少などまちまちであるが、全体としては増減を繰り返すものの、長期的にみると 2010 年以降は低い水準にある。本種は漁獲物の体長組成の経年変化からも卓越年級の発生が認識でき、発生後数年間は漁獲量が増加するといった傾向もみられる（米沢ほか 2011）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

長寿命であること、卓越年級群が発生することなどの資源特性を踏まえコホート解析（Pope 1972）により資源量を推定し資源評価を行った（補足資料 1）。漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データは一都三県においては 1990 年代後半から利用可能であるが、それ以外の県では高知県において長期的な漁獲物の体長組成の把握がおこなわれているのみで、多くは漁獲量の把握にとどまる。また、標識放流結果より関東沿岸から四国沖や南西諸島海域への長距離の移動は短期間に起こるものではないと考えられる。本資源評価では我が国最大の漁場であり、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間蓄積されている関東沿岸から伊豆諸島周辺海域を 1 つの単位としてコホート解析を実施し、海域外への移出入は考慮せず、海域内での資源の持続的利用方策、有効利用方策について検討した。資源評価には一都三県の情報のみを使用しており、高知県の情報で利用可能なものについては参考として掲載した。なお、四国沖と南西諸島周辺海域についても本調査事業により漁獲物組成や年齢査定を含む生物測定データなどが蓄積されれば、海域ごとに年齢構造の把握、資源量、親魚量の推定を実施し、系群全体の資源管理方策の提案につなげることが望ましい。

(2) 資源量指標値の推移

1998～2019 年の平均値で除した立て縄、底立てはえ縄による主要港の CPUE（相対値）の平均値の推移を見ると、2011 年以降 1.0 を下回っており、2019 年は 0.79 で 2000 年代と比較し低い値にある（図 5、補足表 2-1）。しかし、釣やはえ縄という漁法の特性から海況との関連も強く、地域による変動も大きい（図 5）。小型個体の多い関東沿岸部を主な漁場とする千葉県や神奈川県の東京湾口部での小型魚銘柄（1～3 歳）の 1998～2019 年の平均値で除した CPUE の平均値の推移をみると、1998 年、2003 年などに高水準の加入群が存在した可能性がある（図 6、補足表 2-1）。また、同指標値は 2009～2011 年までは 0.50 以下の低い値であり、2017 年頃に一時的に増加してものの、2019 年は 0.29 と低い値に落ちこ

んだ（補足表 2-1）。なお、神奈川県内の水揚港において、時期は不明だが、数年前から最小銘柄と 2 番目に小さい銘柄を区分する境界に変更されていた。このため今年度評価から、神奈川県の小型魚銘柄について、過去にさかのぼり、最小銘柄と 2 番目に小さい銘柄の合算値と努力量から CPUE を算出した。

高知県については樽流し、手釣とも横ばいで推移しているが、キンメダイ漁業者の高齢化や他漁業への転換などにより操業隻数が減少しており、資源状況を的確に反映しているかは検討が必要である（図 5）。

(3) 漁獲物の年齢組成

1998 年以降の一都三県の 10 ヲ所（千葉県：銚子・勝浦・富浦・勝山、東京都：大島・神津島・八丈島、神奈川県：三崎、静岡県：下田・伊豆半島東岸）の水揚港について、漁業種類別、操業海域別に計 13 の漁獲物の体長組成や銘柄組成、年齢査定を含む生物測定データ、漁獲量を収集した。これらの情報により水揚港、漁法、操業海域ごとに年齢別漁獲尾数を求め、合算し海域全体の年齢別漁獲尾数を推定した（図 7、補足表 2-2）。若齢（1～3 歳）の漁獲尾数は少なく、4～10 歳が漁獲の中心であった。漁獲物の年齢組成に、年による大きな変化は見られなかった。なお、千葉県、神奈川県の沿岸部の漁獲物は銘柄別漁獲量情報をもとに、年齢分解している。これらの銘柄は体重により 5～9 区分されているが、1 つの銘柄区分に複数の年齢群が含まれるため、年級群ごとに高い精度で年齢分解を実施するには限界がある。2018 年と 2019 年の漁獲物の体長組成を比較すると、いずれの海域においても、漁獲開始体長や頻度が変化する傾向はみられず、卓越年級群の発生は認められない（図 8）。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は 2000 年代前半まで 400 百トン台で横ばい、その後減少傾向で推移し 2019 年は 254 百トンであった（図 9、表 2、補足表 2-3）。漁獲割合は 12～18% の範囲で横ばいで推移し、2019 年は 15% であった。漁獲係数（F）の全年齢の平均値は 0.14～0.23 の範囲で推移し、2019 年は 0.15 であった（図 10）。年齢別の漁獲係数は、1 歳が平均 0.01、5 歳までは年齢に伴い上昇し 6 歳以降は 0.13～0.4 程度で推移しており、成熟後の 6 歳魚以上を中心に漁獲しているものと考えられる（補足表 2-2）。再生産成功率（RPS = 加入量 / 親魚量）は 0.05～0.49（尾 / kg）で推移し、2018 年は 0.054 となった（図 11、表 2）。また、親魚量と加入量の関係は親魚量 202 百～314 百トンの情報のみで現時点で傾向は読み取れない（図 12）。親魚量は 2000 年代前半まで 300 百トン前後で横ばいであったが、その後減少傾向で推移し 2019 年は 202 百トンであった（図 13）。一方加入量は 2000 年以降減少傾向であったが、2014 年前後に一時的に 10 百万尾となったものの、その後減少傾向で、2019 年は 1 百万尾と非常に低い水準であり、今後の動向に注視する必要がある。なお、2019 年の 1 歳は少ない漁獲尾数と低い漁獲係数より算出しており、コホート解析の特性から高い精度での推定には限界がある（補足資料 2）。

自然死亡係数の値を ±50% 変化させた場合の資源量と親魚量および加入尾数の感度解析を行ったところ、2019 年推定値で資源量では 81～127%、親魚量では 81～127%、加入尾数で 75～136% の変化となり、それらは自然死亡係数の変化より小さかった（図 14）。

(5) 資源の水準・動向

近年は卓越年級の発生も見られず、親魚量と漁獲量は経年的に減少している。水準判断には一都三県の過去 44 年間（1976～2019 年）の漁獲量の推移を用い、漁獲量の最高値と最低値の間を三等分して判断した（図 15）。1980 年代以前はキンメダイ漁業が本格的に発展する以前であるが、漁獲量は本資源において長期間利用できる唯一の情報であることから、これを水準判断の指標とした。高位と中位の境は漁獲量 7,550 トン、中位と低位の境は漁獲量 4,828 トンで 2019 年は 3,742 トンであることから、水準は低位と判断した。また、動向は親魚量の直近 5 年（2015～2019 年）の推移より減少と判断した（図 13）。

(6) 資源と漁獲の関係

関東周辺から伊豆諸島周辺海域の漁業は立て縄や底立てはえ縄など釣漁業が主体であり、漁獲係数は 0.14～0.23 の範囲で推移している（図 10）。資源量と漁獲係数の間には特定の関係性はみられない（図 16）。年齢別漁獲係数は経年的に横ばいであり、 $F_{current}$ （2019 年の F で各年齢の平均値）は 0.15 で、 $F_{30\%SPR}$ や $F_{0.1}$ を上回っている。 $F_{current}$ は F_{max} を下回っているが加入当たり漁獲量（YPR）はほぼ同値である。YPR 解析の結果は現状を上回る漁獲圧をかけても、漁獲量の総量は変わらないことを示す（図 17）。

5. 2021 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は低位、動向は減少と判断した。親魚量や加入量も長期的に減少傾向にある。資源状態が低位・減少であることから、減少傾向にある親魚量を増加に転じさせることを管理目標とする。

(2) ABC の算定

再生産関係に基づき、持続的に系群全体の資源を維持するための適切な親魚量水準を求めるには、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域のみならず南西諸島周辺海域や四国沖それぞれの親魚量の把握と、黒潮など海況条件を踏まえた海域ごとの加入に占める産卵場別の貢献度の検討などが必要であるが、現時点では関東沿岸から伊豆諸島周辺海域における親魚量の把握のみが可能になっている。このため、再生産関係を用いた管理基準値および B_{limit} の設定は行っていない。資源水準は低位、動向は減少であることから、ABC 算定のための基本規則 1-3)-(3)を適用して、以下の式により 2021 年 ABC を算定した。

$$F_{limit} = \text{現状の } F (F_{current}) \times \beta_2$$

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

β_2 は将来予測において親魚量が増加するために必要な削減率、係数 α は安全率で標準値の 0.8 を用いた。2019 年以降の資源量は 1 歳加入尾数を親魚量と再生産成功率 (1998~2017 年の中央値: 0.39) より推定し、1 歳以降をコホート解析前進法で推定した (補足資料 2)。 $F_{current}$ は経験的管理基準値を上回っている。ABC の評価で示すように $1.0F_{current}$ では資源は減少傾向を示す。管理基準は資源の将来予測により、親魚量を増加に転じるために必要な $F_{current}$ の削減率 β_2 を乗じた $0.7F_{current}$ とし ABC_{limit} を算出した。 F_{target} は不確実性を考慮した安全率の係数 α (標準値 0.8) を乗じた $0.8F_{limit}$ とし、 ABC_{target} を算出した。

管理基準	Target/ Limit	2021 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
0.7 $F_{current}$	Target	19	8	0.08 (-44%)
	Limit	23	10	0.10 (-30%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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、より安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。 $F_{current}$ は 2019 年の F 値、漁獲割合は 2021 年の漁獲量/資源量、F 値は 1~15+歳の平均値である。ABC は太平洋系群の中で、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間蓄積されている関東沿岸から伊豆諸島周辺海域の値。2019 年親魚量は 202 百トン。

(3) ABC の評価

F_{current} を変化させた場合に期待される資源量、親魚量、漁獲量をみると、1.0F_{current} で漁獲を継続した場合、将来の資源量、親魚量、漁獲量はいずれも減少する（図 18）。漁獲圧を 0.8F_{current} まで削減すると横ばい、0.7F_{current} で親魚量は増加傾向に転じ、削減率が大きいと資源の回復は早まる。本種は主漁獲年齢が 5～10 歳であり、若齢の漁獲圧は低い。成熟も 4 歳以降であることから漁獲係数を大幅に削減しても 5 年程度では漁獲量の大幅な回復は見込めず、長期的な視点が必要である（補足資料 3）。

管理基準	F 値	漁獲量(百トン)							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.4F _{current}	0.07	37	35	17	16	17	18	19	21
0.56F _{current} (F _{target})	0.08	37	35	19	18	19	20	21	22
0.6F _{current}	0.09	37	35	20	19	20	21	22	23
0.7F _{current} (F _{limit})	0.10	37	35	23	22	22	23	24	25
0.8F _{current}	0.12	37	35	26	24	24	25	26	27
0.9F _{current}	0.13	37	35	29	27	26	27	28	28
1.0F _{current}	0.15	37	35	32	29	28	29	29	29
		資源量(百トン)							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.4F _{current}	0.07	254	239	227	238	250	262	273	286
0.56F _{current} (F _{target})	0.08	254	239	227	236	246	255	265	275
0.6F _{current}	0.09	254	239	227	235	243	252	260	268
0.7F _{current} (F _{limit})	0.10	254	239	227	232	237	242	247	252
0.8F _{current}	0.12	254	239	227	228	231	233	235	236
0.9F _{current}	0.13	254	239	227	225	225	224	223	222
1.0F _{current}	0.15	254	239	227	222	219	216	213	209
		親魚量(百トン)							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.4F _{current}	0.07	202	196	185	180	180	194	207	218
0.56F _{current} (F _{target})	0.08	202	196	185	178	177	189	200	209
0.6F _{current}	0.09	202	196	185	176	174	186	195	203
0.7F _{current} (F _{limit})	0.10	202	196	185	173	169	177	184	189
0.8F _{current}	0.12	202	196	185	170	163	169	174	177
0.9F _{current}	0.13	202	196	185	167	157	161	164	165
1.0F _{current}	0.15	202	196	185	164	152	154	155	154

(4) 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
2019 年漁獲量 2019 年月別体長組成、銘柄組成 2018 年千葉県～静岡県 CPUE 1998～2019 年神奈川県小型魚銘柄 CPUE	年別年齢別漁獲尾数(全年) 水準・動向判断 資源尾数、資源量、親魚量

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン) (実際の F 値)
2019 年(当初)	0.7Fcurrent	0.16	285	35	29	
2019 年(2019 年 再評価)	0.7Fcurrent	0.15	257	33	27	
2019 年(2020 年 再評価)	0.7Fcurrent	0.11	254	28	23	37 (0.15)
2020 年(当初)	0.7Fcurrent	0.16	249	32	26	
2020 年(2020 年 再評価)	0.7Fcurrent	0.12	239	28	22	

2019 年および 2020 年の ABC について本評価による推定結果により再評価を行った。F 値は 1～15+歳の F の平均値である。2019 年の漁獲量、漁獲物組成、生物測定データ、チューニングに用いる CPUE の追加により 2019 年年齢別資源尾数が更新された。資源量、ABC の修正は、2019 年のデータの追加に加え、小型魚銘柄の CPUE のうち神奈川県のを更新したことによる。

6. ABC 以外の管理方策の提言

現状の F は F_{max} を下回っているが YPR はほぼ同値であり、漁獲圧を増大させてもさらなる漁獲量の増加は期待できない (図 17)。一方、YPR を年齢群別に分析すると、漁獲圧の変化により年齢群別の期待漁獲量は増減する。6 歳以下は現状でも漁獲圧が低いことから、現状の選択率かつ、現実的な漁獲圧の変化の範囲で YPR の最大化は困難である。年齢群別に YPR を最大化する漁獲圧は 7～9 歳は現状の 1.0 倍、10～12 歳は現状の 0.7 倍、13～15 歳は現状の 0.5 倍、16 歳以上では現状の 0.4 倍となる (図 19)。漁獲圧の削減による若齢魚の獲り残しが高齢魚の漁獲量の増加につながる。本資源評価で用いた解析手法は空間分布を考慮したものではないが、小～中型魚は関東沿岸で主に漁獲され、中～大型は伊豆諸島で主に漁獲されている。関東沿岸(若齢)での漁獲を重視するか、伊豆諸島(高齢)での漁獲を重視するかで最適な漁獲圧は異なることから、資源管理の検討においては、主な漁獲対象とするサイズについても考慮する必要がある。

年齢群別に資源量の経年変化をみると、2010 年以降 1～4 歳は一時的に増加傾向でその後減少傾向あるのに対し、5～8 歳、9～12 歳は減少傾向であるが、5～8 歳の方が傾向が緩やかである (図 20)。資源全体の動向は減少であるが、年齢群によりその推移は異なるこ

とから、主漁獲対象の年齢が異なる漁業現場での感覚も異なることも想定される。本資源は幅広い年齢範囲を漁業で利用していることから、資源全体の動向に加え、年齢群別の資源動向についても併せて注視する必要がある。

図 21 に 2021 年に卓越年級群（2021 年の RPS が 3 倍を想定）の発生の有無と、漁獲圧削減の有無（ $F_{current}$ と F_{limit} ）を組み合わせた資源量、親魚量、漁獲量の将来予測を示す。卓越年級群が発生すると小型魚銘柄の CPUE（図 6）が前年より大きく増加し、主要港での漁獲物の体長組成に前年にはなかった小型魚のモードが出現する。本資源は寿命が長く広範な年齢群を漁獲している。このような高水準の加入の兆候を的確にとらえ、それを保護する資源管理方策を実施することでも、長期にわたりキンメダイ資源の漁獲の維持、増大を図ることが可能である。

7. 引用文献

- 秋元清治 (2007) 伊豆諸島周辺海域におけるキンメダイの年齢と成長. 神奈川水技報, **2**, 13-19.
- 秋元清治・瀬崎啓次郎・三谷 勇・渡部終五 (2005) ミトコンドリア 16S rRNA 遺伝子判別法によるキンメダイ卵および仔魚の同定と伊豆諸島周辺海域における分布様式. 日水誌, **71**, 205-211.
- 林 公義 (2013) キンメダイ科. 「日本産魚類検索 全種の同定 第三版」中坊徹次編, 東海大学出版会, 東京, 577-578.
- 堀井善弘 (2011) 八丈島周辺海域におけるサメ類と鯨類による食害の現状把握. 日水誌, **77**, 123.
- 池田郁夫 (1980) 海山、バンクの底魚資源. 「底魚資源」青山恒雄編, 恒星社厚生閣, 東京, 331-342.
- 久保島康子 (1999) 伊豆諸島海域における資源減少期のキンメダイ *Beryx splendens* の成熟 (1). 神水総研研報, **4**, 37-41.
- 増沢 寿・倉田洋二・大西慶一 (1975) 「キンメダイその他底魚類の資源生態」. 日本水産資源保護協会, 東京, 71 pp.
- 明神寿彦・浦 吉徳 (2003) 高知県産キンメダイの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, **4**, 11-17.
- 落合 明・田中 克 (1998) 「新版魚類学 (下) 改訂版」. 恒星社厚生閣, 東京, 1139 pp.
- 大泉 宏 (2011). 八丈島周辺海域のサメ類と鯨類による食害被害軽減に向けた基礎調査. 日水誌, **77**, 124.
- 大西慶一 (1985) キンメダイの資源補給に関する研究 (2). 静岡県水産試験場伊豆分場だより, **219**, 6-8.
- 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.
- 芝田健二 (1985) 房総海域におけるキンメダイについて-2-成熟と性比. 千葉水試研報, **43**, 3-9.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水研報, **28**, 1-200.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・

- 藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次 (2017) キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, **44**, 1-46.
- 米沢純爾・小埜田 明・橋本 浩・鈴木達也・岡部 久・飯沼紀雄・林 芳弘・阪地英男 (2011) 漁獲量, CPUE, 尾叉長組成からみた日本近海におけるキンメダイの資源動向. 黒潮の資源海洋研究, **12**, 9-97.

(執筆者：亘 真吾、渡井幹雄)

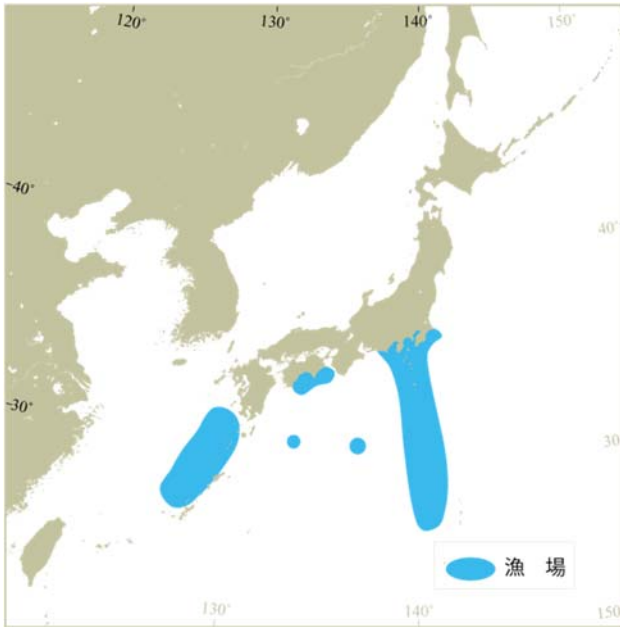


図1. キンメダイ太平洋系群の主要漁場

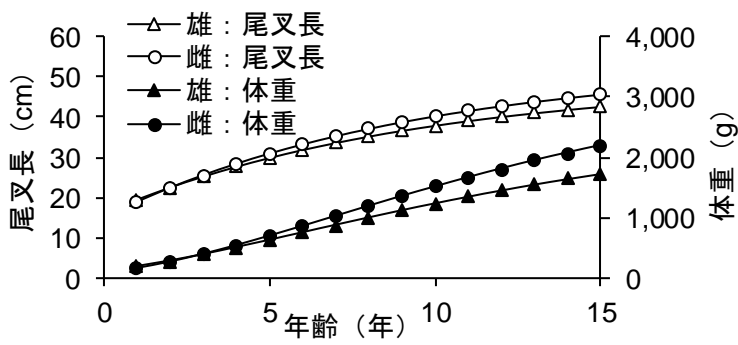


図2. 年齢と成長の関係

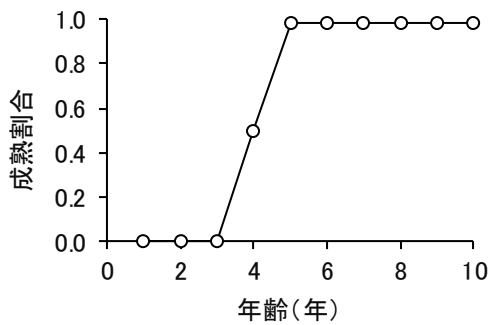


図3. 年齢別成熟割合

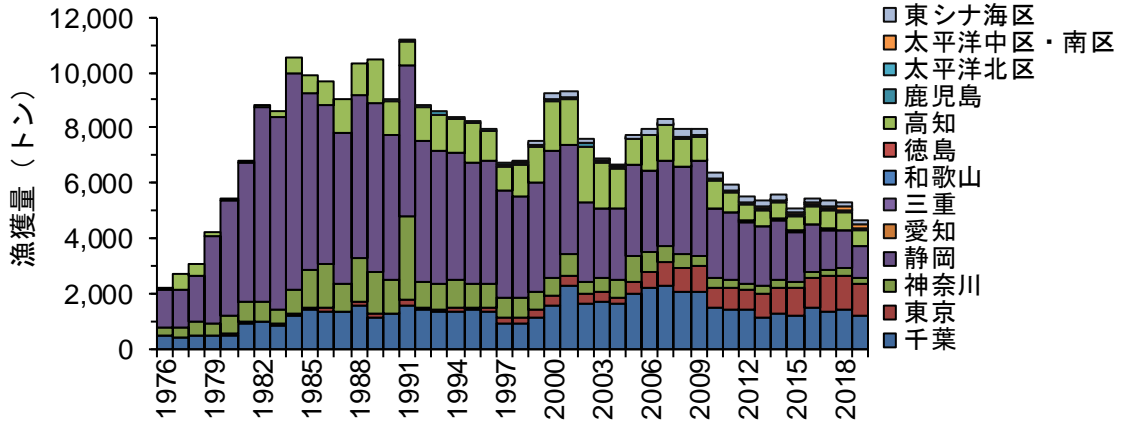


図4. キンメダイ太平洋系群の漁獲量の推移

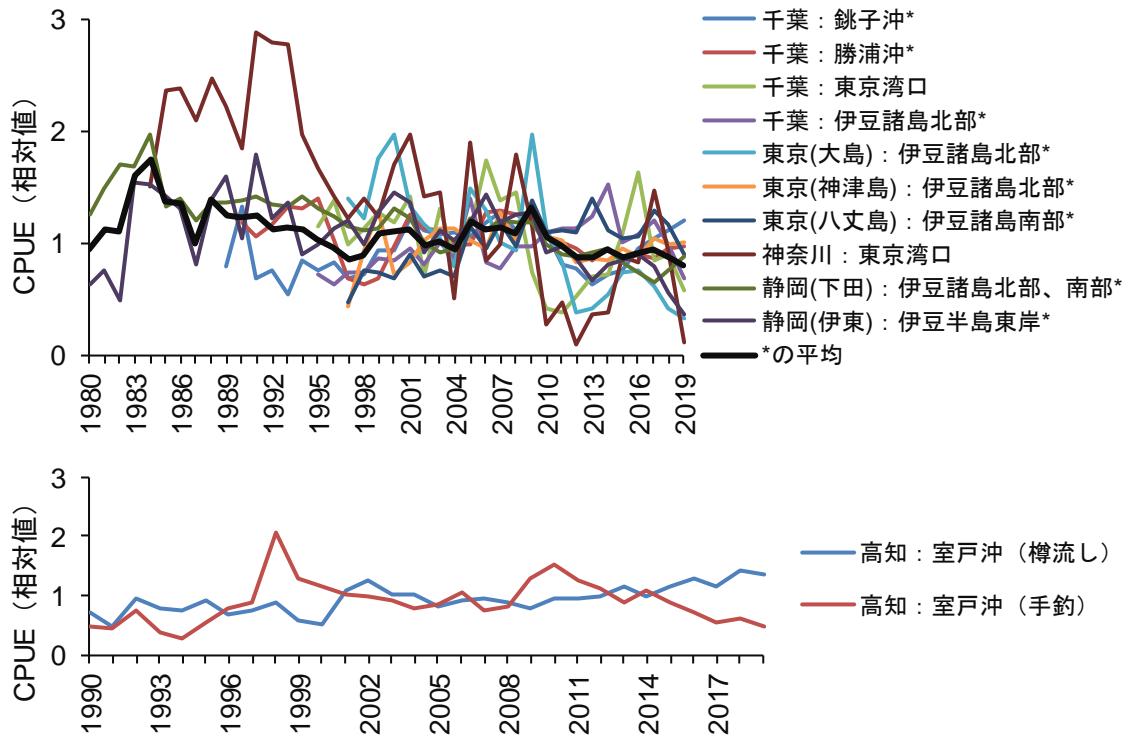


図5. 1998～2019年の平均値で除した立て縄、底立てはえ縄の主要港 CPUE (相対値) の推移 (凡例は都県：操業海域) 黒実線はチューニングに用いた CPUE の平均値。

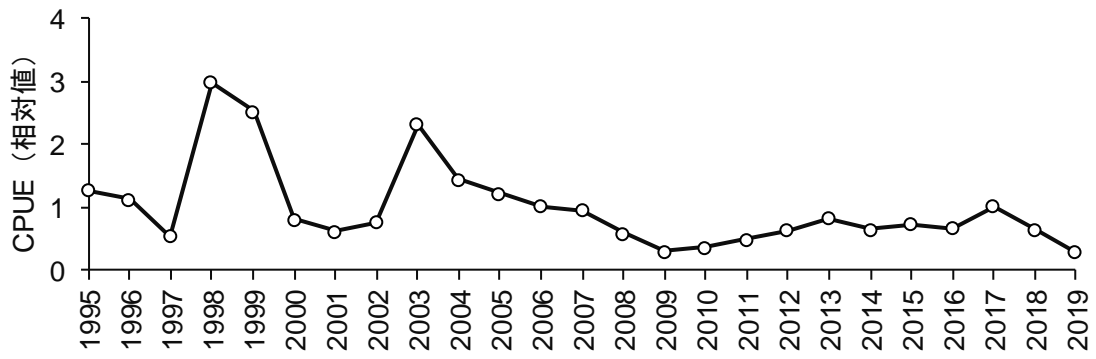


図 6. 関東沿岸の小型魚銘柄の CPUE の推移 (千葉県と神奈川県東京湾口部漁場での小型魚銘柄の CPUE を 1998~2019 年の平均で除した両 CPUE 相対値の平均)

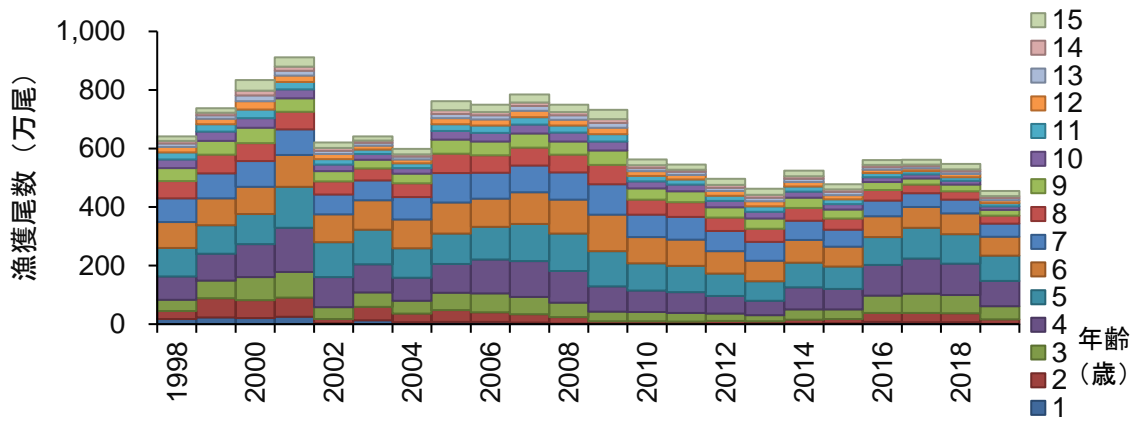


図 7. 年別年齢別漁獲尾数

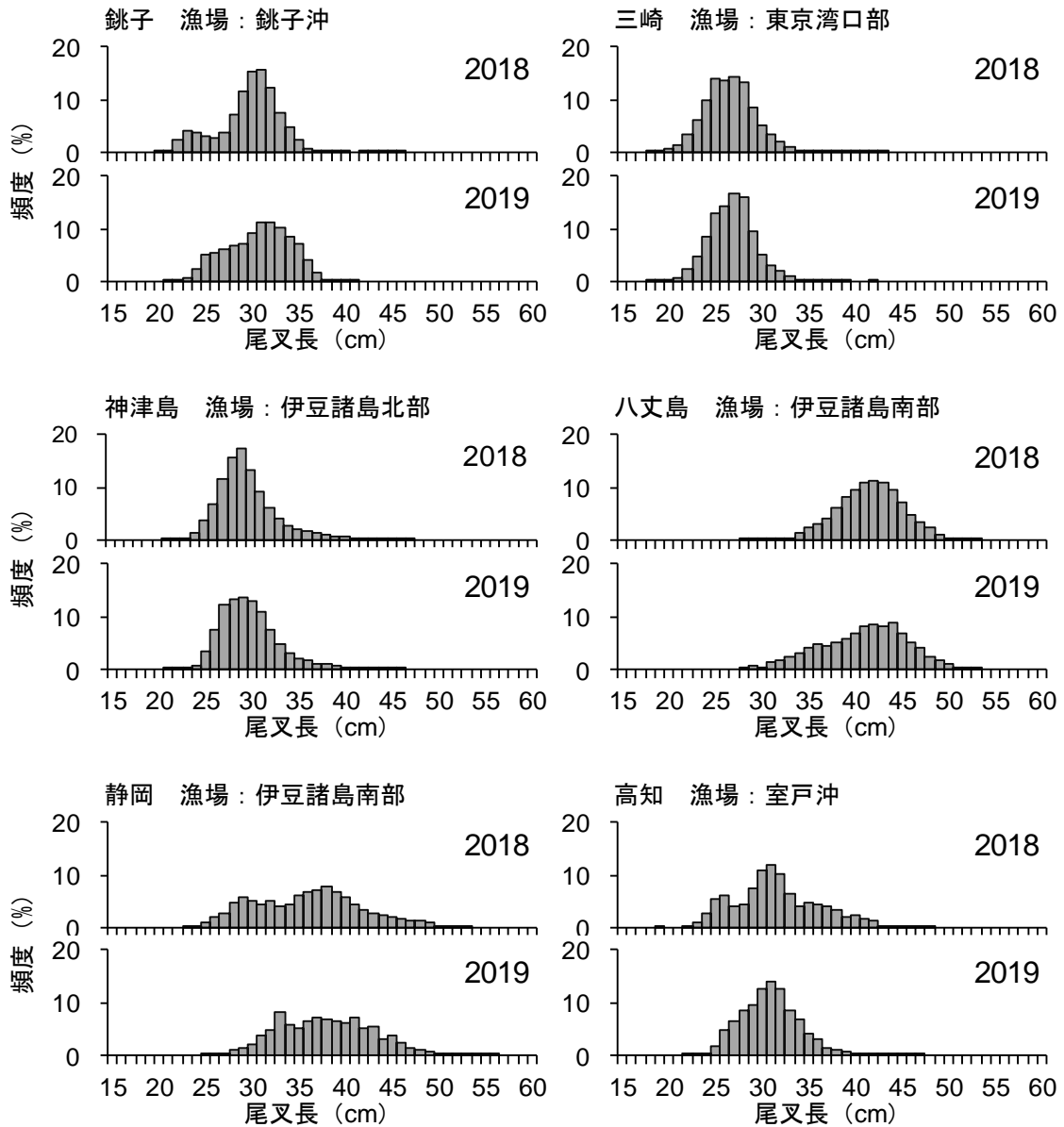


図 8. 2018 年と 2019 年の年間の主要港の漁獲物の体長組成

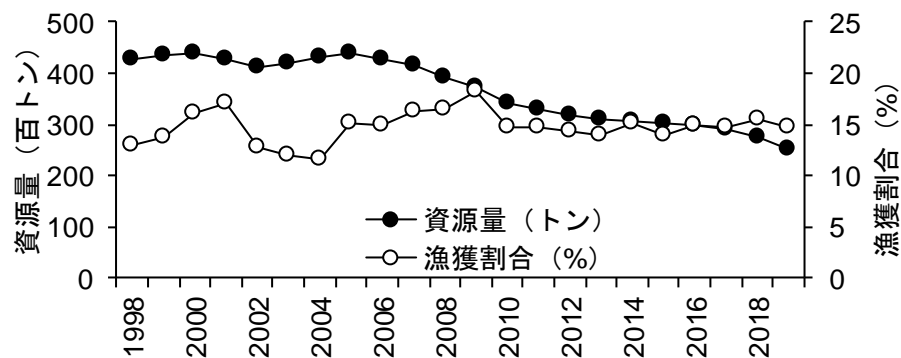


図 9. 資源量と漁獲割合の推移



図 10. 全年齢の漁獲係数 F の平均値の推移



図 11. 再生産成功率 (RPS) の推移

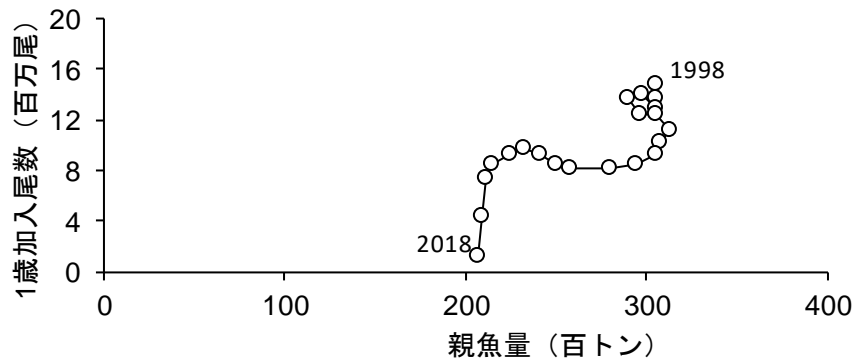


図 12. 親魚量と加入量の関係

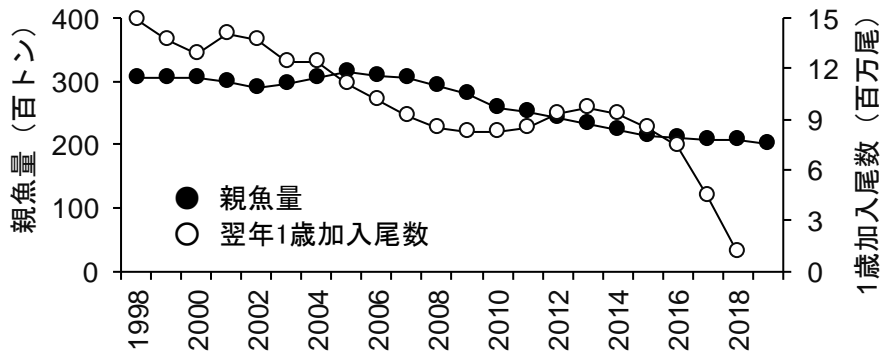


図 13. 親魚量と加入量の推移

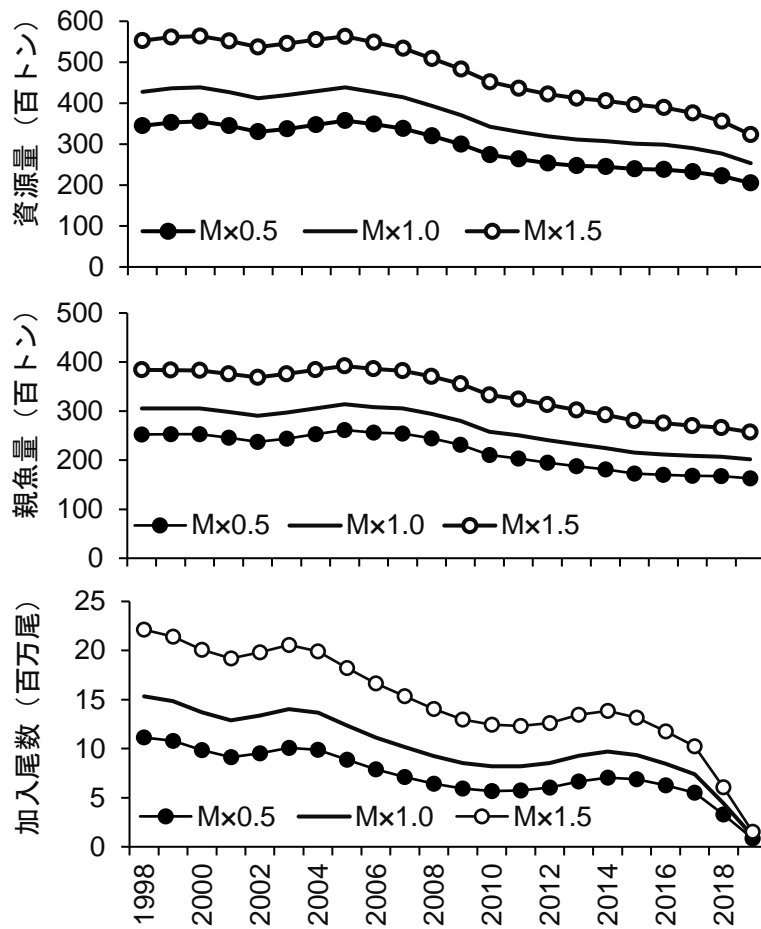


図 14. 自然死亡係数 M を±50%変化させたときの資源量、親魚量、加入量の感度解析結果

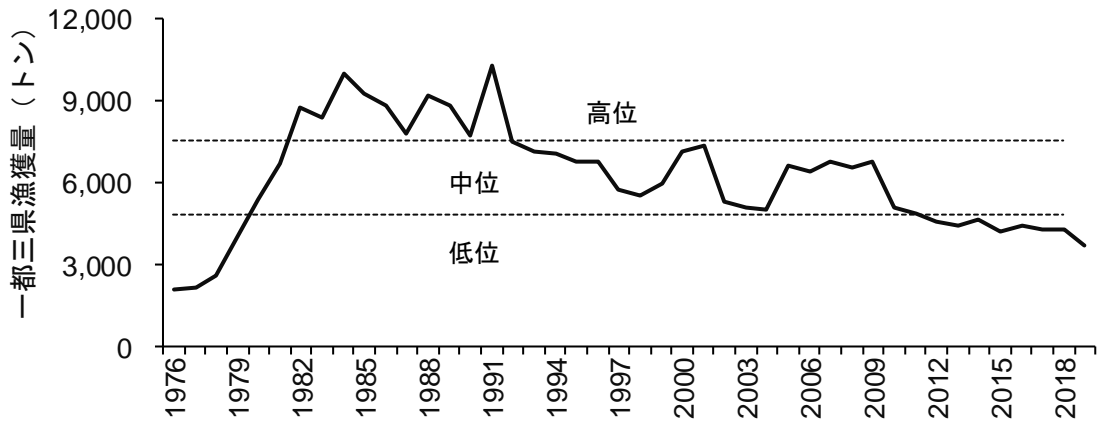


図 15. 千葉県、東京都、神奈川県、静岡県（一都三県）の漁獲量の推移と水準 点線は水準の境界を示す。

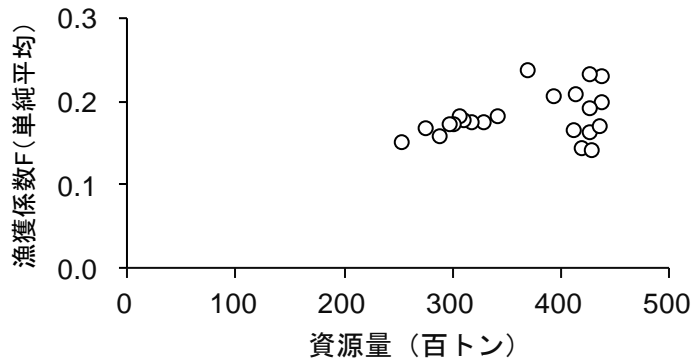


図 16. 資源量と漁獲係数 F の関係

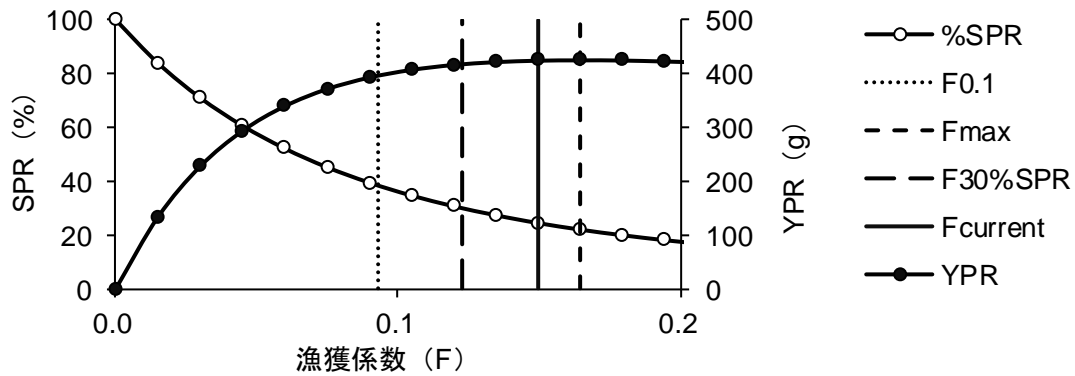


図 17. 加入量当り漁獲量 YPR と加入量あたり産卵量 SPR と漁獲係数 F の関係

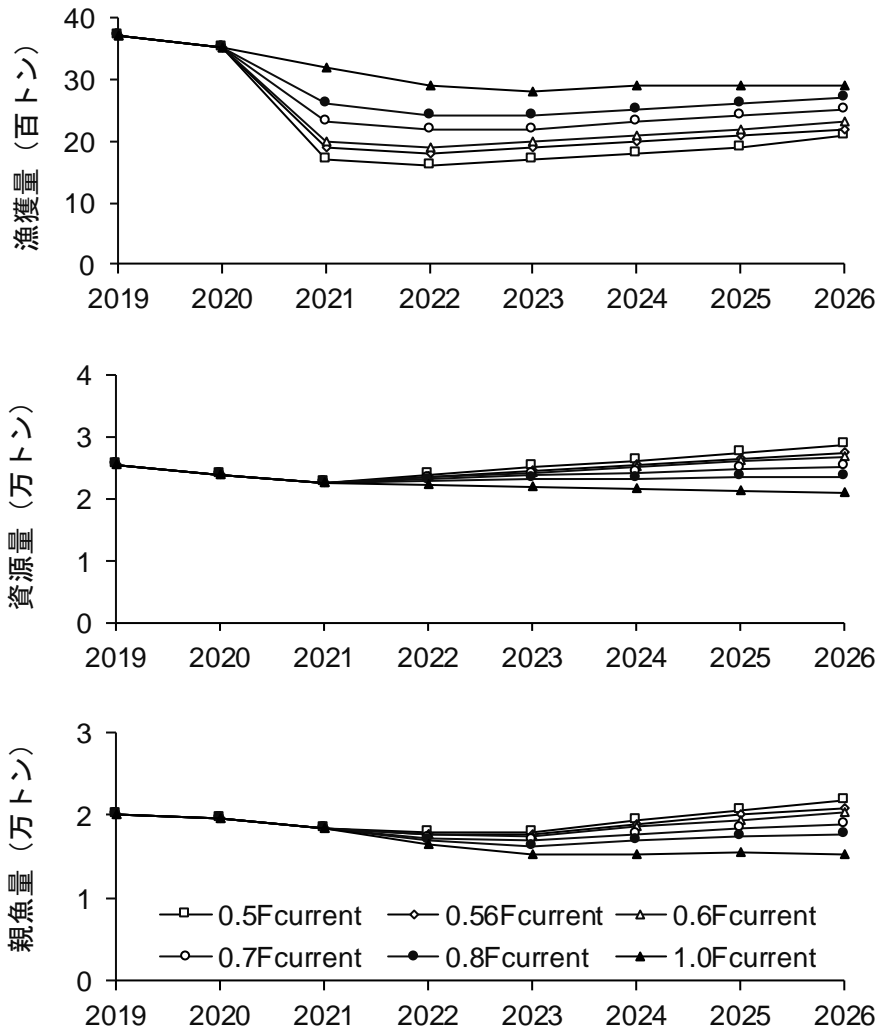


図 18. 漁獲係数 F の変化による資源量、親魚量、漁獲量の推移

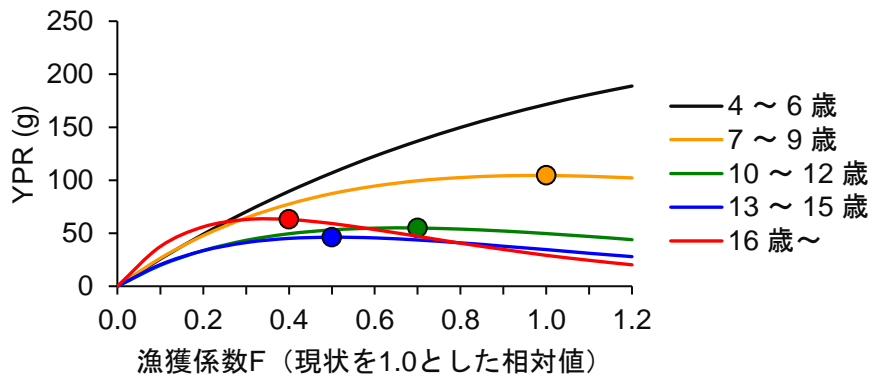


図 19. 年齢群別の漁獲係数 F と YPR の関係 グラフ上の丸が極大値を示す。

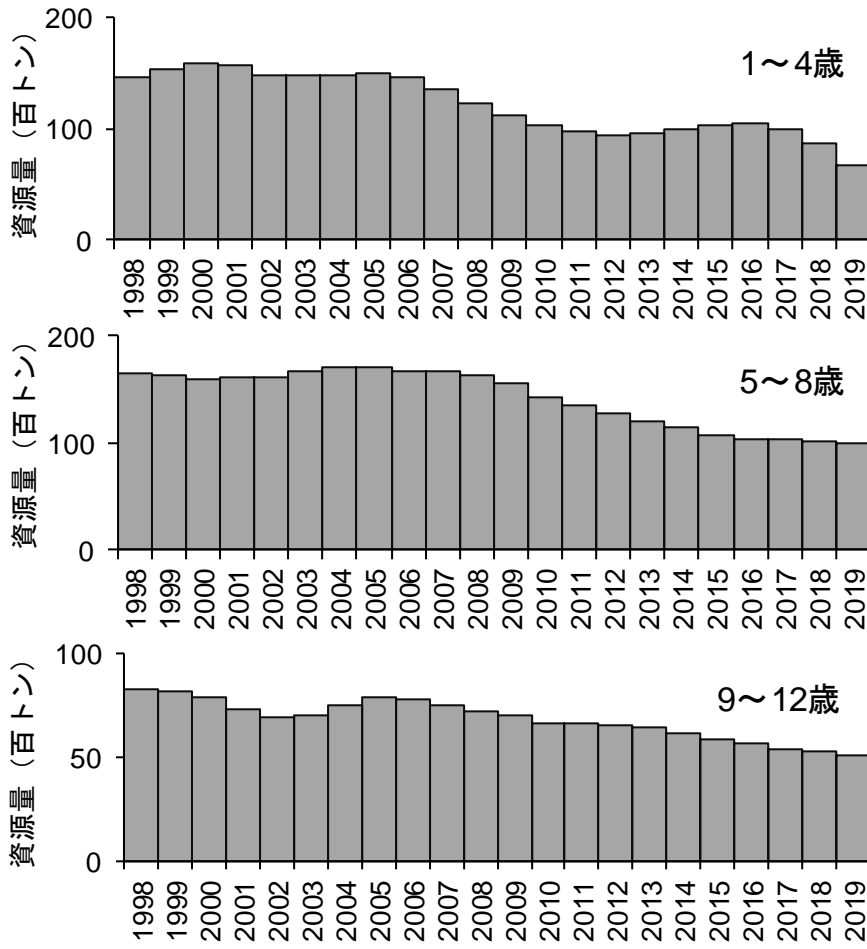


図 20. 年齢群ごとの資源量の推移

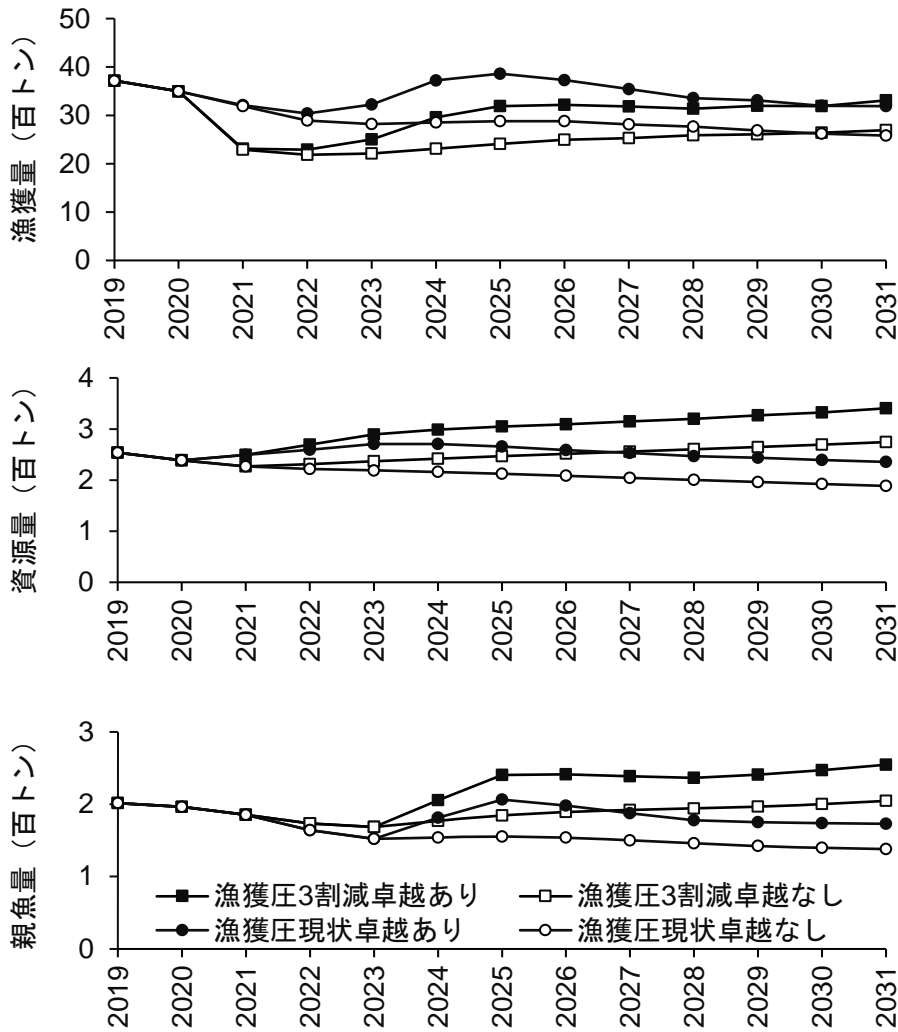


図 21. 2021 年に卓越年級群の発生の有無と、2021 年以降の漁獲圧削減策の有無を考慮した資源量、親魚量、漁獲量の将来予測結果

表 1. 各都県の自由漁業と知事許可漁業、大臣許可漁業の主要港での水揚量、統計資料より算出したキンメダイの漁獲量（トン）の推移（「空欄」は未集計または記録なし、「-」は漁獲実績がないことを示す。）

年	自由漁業・知事許可漁業									大臣許可漁業			合計				
	千葉	東京	神奈川	静岡	愛知	三重	和歌山	徳島	高知	鹿児島	太平洋北区	太平洋中区・南区		東シナ海区			
1976	471	25	233						98					2,205			
1977	374	34	334						575					2,731			
1978	455	28	484						440					3,067			
1979	479	27	407						147					4,215			
1980	500	34	664						28					5,381			
1981	933	26	717						49					6,772			
1982	950	30	693						97					8,837			
1983	848	24	536						205					8,620			
1984	1,202	54	856						559					10,515			
1985	1,418	81	1,342						695					9,924			
1986	1,369	121	1,603						869					9,659			
1987	1,308	26	1,003						5,442					9,011			
1988	1,557	104	1,649						5,898					10,307			
1989	1,146	98	1,512						6,099					10,437			
1990	1,257	30	1,207						5,250	1,179				8,981			
1991	1,521	225	3,032						5,493	853				11,198			
1992	1,400	109	936						5,068	1,205				8,782			
1993	1,321	117	937						4,783	1,325				8,575			
1994	1,348	113	990						4,652	1,206				8,400			
1995	1,400	99	817						4,433	1,442				8,224			
1996	1,324	127	881						4,448	1,093				7,907			
1997	936	173	740						3,874	892	24			6,646			
1998	890	215	708						3,724	1,125	37			6,702			
1999	1,143	285	597						3,978	1,336	42		134	7,517			
2000	1,537	338	658						4,613	1,816	44		209	9,218			
2001	2,252	381	788						3,930	1,707	34		230	9,326			
2002	1,656	298	455				-		2,916	2,011	125		142	7,612			
2003	1,722	321	512				6		2,529	1,661	47		74	6,880			
2004	1,604	264	595				-		2,582	1,502	45		85	6,688			
2005	1,972	439	964				-	0	3,283	915	34		113	7,725			
2006	2,187	612	658				-	1	2,953	1,324	12		176	7,927			
2007	2,291	872	580				9	1	3,048	1,258	25		232	8,338			
2008	2,060	832	563				2	1	3,104	1,020	68		262	7,928			
2009	2,022	968	369				31	0	3,431	869	60		192	7,951			
2010	1,492	720	329				3	0	2,548	1,004	60		0	6,376			
2011	1,392	788	328				15	0	2,403	721	61		2	5,913			
2012	1,410	734	231				2,217	1	2	18	1		187	5,482			
2013	1,144	838	259				2,168	0	-	-	2	613	78	2	221	5,339	
2014	1,236	998	224				2,209	0	7	68	2	570	60	0	19	200	5,593
2015	1,177	1,011	205				1,839	0	6	12	2	552	79	1	22	191	5,097
2016	1,453	1,083	247				1,687	0	-	54	1	636	65	1	50	162	5,439
2017	1,368	1,230	267				1,415	0	12	27	1	676	55	2	121	177	5,351
2018	1,429	1,234	260				1,375	0	-	7	2	594	67	2	145	187	5,302
2019	1,219	1,092	221				1,210	0	-	0	2	558	53	0	114	167	4,637

千葉県の2006年までは関東農政事務所による千葉県の属人統計、2007年以降は主要3港における水揚量。

神奈川県は2006年までは関東農政事務所による神奈川県の属人統計、2007年以降は三崎魚市場における水揚量。

静岡県は2002年以降は静岡県属人統計と県外籍底立延縄船漁獲量の和、2007年以降は主要港における水揚量。

愛知県は主要2港における水揚量。

三重県は主要4港における水揚量。

高知県は1977～1988年は主要3港、1989～2003年は主要4港、2004～2009年は主要5港、2010年以降は県漁協全体における水揚量。

鹿児島県は鹿児島市水揚量。

太平洋北区は旧東北区水産研究所による沖合底びき網漁業のキンメダイ類の漁獲統計。

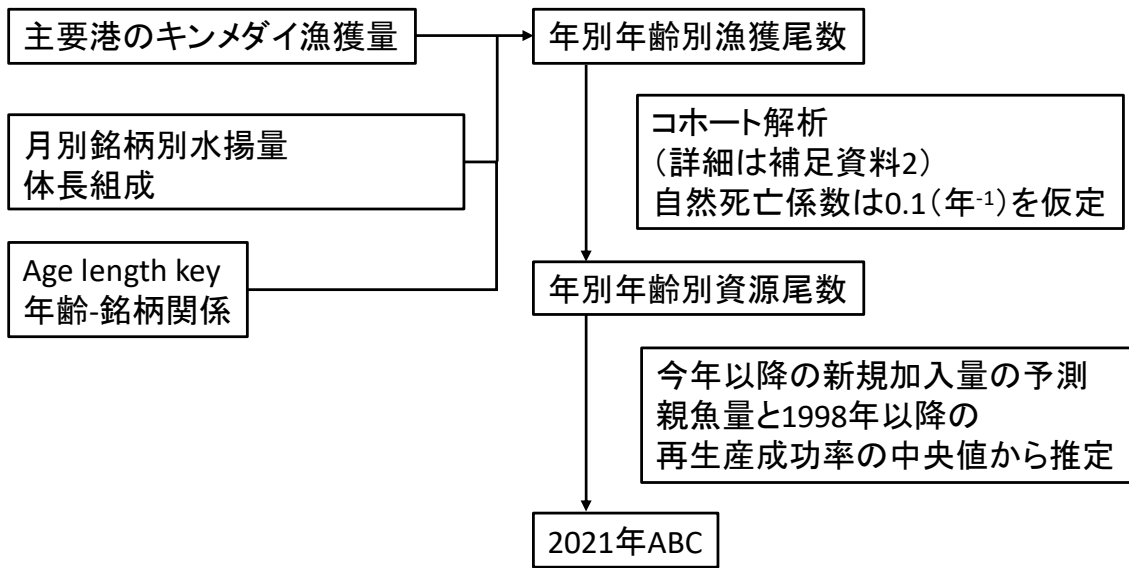
太平洋中区・南区は愛知県の主要2港における沖合底びき網漁業の水揚量集計、2013年は4～12月の水揚量。

東シナ海区はえ縄漁業による長崎魚市での水揚量。

表 2. キンメダイ太平洋系群の関東沿岸から伊豆諸島における資源解析結果

年	漁獲量 (百トン)	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	1歳加入尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/Kg)
1998	55	428	305	15	13	0.49
1999	60	436	306	15	14	0.45
2000	71	439	305	14	16	0.42
2001	73	427	298	13	17	0.47
2002	53	412	290	13	13	0.47
2003	51	420	297	14	12	0.42
2004	50	430	306	14	12	0.41
2005	66	439	314	12	15	0.36
2006	64	428	308	11	15	0.33
2007	68	415	305	10	16	0.30
2008	65	394	294	9	17	0.29
2009	67	371	280	9	18	0.29
2010	51	343	258	8	15	0.32
2011	49	330	250	8	15	0.34
2012	46	319	241	9	14	0.38
2013	44	312	232	9	14	0.42
2014	46	308	225	10	15	0.42
2015	42	301	215	9	14	0.39
2016	44	299	212	8	15	0.35
2017	43	290	209	7	15	0.21
2018	43	277	207	4	15	0.05
2019	37	254	202	1	15	

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

(1) コホート解析

生物測定結果より、沿岸で採集された個体の最高年齢は 14 歳で 10 歳以下が大半を占める。一方沖合で捕獲された個体は 14 歳以上の個体も多く存在した。ALK の作成に当たり沖合の情報を沿岸に当てはめると、沿岸に高齢魚が多数存在することになり調査で得られた実態と異なる。そこで ALK は沿岸と沖合で 2 種類作成し各水揚げ港、漁法ごと操業海域を考慮し、妥当な ALK を適用し年齢別漁獲尾数を算出し合算した。

1998～2019 年までの 22 年間の 1～14 歳と 15 歳以上をプラスグループとした年別年齢別漁獲尾数を用い、コホート解析で資源量推定を行った (Pope 1972)。年別年齢別漁獲尾数 $C_{a,y}$ から、 a 歳、 y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ 、漁獲係数 $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2) \quad (a=1,\dots,13, y=1998,\dots,Y-1) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(M/2)}{N_{a,y}}\right) \quad (y=1998,\dots,Y) \quad (2)$$

ここで、 Y は最近年の 2019 年を示し、15 歳以上はプラスグループとし、14 歳と 15+歳の漁獲係数は等しいと仮定した。資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{14,y} = \frac{C_{14,y}}{C_{14,y} + C_{15+,y}} N_{15+,y+1} \exp(M) + C_{14,y} \exp(M/2) \quad (y=1998,\dots,Y-1) \quad (3)$$

$$N_{15+,y} = \frac{C_{15+,y}}{C_{14,y} + C_{15+,y}} N_{15+,y+1} \exp(M) + C_{15+,y} \exp(M/2) \quad (y=1998,\dots,Y-1) \quad (4)$$

最近年 Y の資源尾数は、

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y}}{1 - \exp(-F_{a,Y})} \exp(M/2) \quad (a=1,\dots,15+) \quad (5)$$

で求めた。2019 (Y) 年の漁獲係数は CPUE を用いてチューニングを行い 14 歳と 15 歳以上の漁獲係数は等しく、1～14 歳の漁獲係数は過去の年齢別選択率 $s_{a,y}$ の平均に等しいとの条件で最適な F を推定した。昨年度までは、沿岸での小型魚の豊度の増加に伴う漁獲圧の増加、沖合での操業隻数の減少に伴う漁獲圧の減少などがあり、直近 3 年や 5 年の選択率の平均との仮定では現状をうまく反映できないため、直近年の選択率は全年の平均的な選択率と仮定していたが、そのような仮定を置いてから 4 年経過し、上記の状況でなくなると判断し、2019 年の選択率は 2016～2018 年の平均的な選択率であると仮定した。

$$F_{a,y} = \frac{\frac{1}{3} \sum_{y=2016}^{Y-1} s_{a,y}}{\frac{1}{3} \sum_{y=2016}^{Y-1} s_{15+,y}} F_{15+,Y} \quad (a=1, \dots, 14) \quad (6)$$

$$s_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{F_{15+,y}} \quad (7)$$

チューニングには加入海域の1つと考えられ、小型個体が多く漁獲される千葉県と神奈川県の東京湾口部の小型魚銘柄（1～3歳）のCPUE平均値 $u_{1,y}$ と、小型魚の漁獲が比較的少なく成魚中心のそれ以外の海域（4歳以上）のCPUE平均値 $u_{2,y}$ を使用した（補足表2-1）。 y 年における対数変換したCPUEの観測値 $\ln(u_{i,y})$ とCPUEの計算値の残差を最小にする未知パラメータ q_i と $F_{15,Y}$ を最小二乗法で推定した。

$$\ln(\hat{u}_{1,y}) = \ln q_1 \sum_{a=1}^3 N_{a,y} W_a \quad (8)$$

$$\ln(\hat{u}_{2,y}) = \ln q_2 \sum_{a=4}^{15} N_{a,y} W_a \quad (9)$$

$$RSS = \sum_{i=1}^2 \sum_{y=1998}^Y (\ln(\hat{u}_{i,y}) - \ln(u_{i,y}))^2 \quad (10)$$

自然死亡係数 M は田内・田中の式 ($M = 2.5 \div$ 寿命) (田中 1960) を参考に 0.1 とした。

(2) YPR、SPR の解析

加入あたり漁獲量 (YPR) と加入あたり親魚量 (SPR) は、以下の式で求めた。

$$YPR = \sum_{a=1}^{26} \frac{F_a}{F_a + M} \{1 - \exp(-F_a - M)\} S_a W_a \quad (11)$$

$$SPR = \sum_{a=1}^{26} f_r S_a W_a \quad (12)$$

$$S_{a+1} = S_a \exp\{-(F_a + M)\} \quad (\text{ただし } S_0=1) \quad (13)$$

ここで、 W_a は a 歳の平均体重で漁獲物の年齢別平均体重を使用した。 f_r は a 歳の成熟率 (雌) を示す。

(3) 将来予測

各年齢の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{1,y} = \sum_{a=1}^{15+} N_{a,y-1} f r_a W_a \times RPS \quad (14)$$

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M) - C_{a-1,y-1} \exp(-M/2) \quad (a=2,\dots,14) \quad (15)$$

$$N_{15+,y} = N_{14,y-1} \exp(-M) - C_{14,y-1} \exp(-M/2) + N_{15+,y-1} \exp(-M) - C_{15+,y-1} \exp(-M/2) \quad (16)$$

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-M_a/2) \quad (17)$$

2020年以降の将来予測において、再生産成功率（RPS）は1998～2017年の中央値で0.39を使用した。漁獲係数は2020年が2019年の年齢別漁獲係数に等しく、2021年以降が2019年の年齢別選択率に等しいと仮定した。資源量、親魚量、漁獲量の2031年までの長期の推移を補足表3-1に示す。

引用文献

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. 東海区水研報, **28**, 1-200.

補足表 2-1. 立て縄、底立てはえ縄の主要港 CPUE（千葉県銚子と勝浦と島回り、東京都の大島、神津島、八丈島、静岡県伊東と下田の CPUE を 1998～2019 年の平均で除した各 CPUE 相対値の平均）と関東沿岸の小型魚銘柄の CPUE（千葉県と神奈川県東京湾口部漁場での小型魚銘柄の CPUE を 1998～2019 年の平均で除した両 CPUE 相対値の平均）

年	立て縄、底立てはえ縄の 主要港CPUE（相対値）	小型魚銘柄の CPUE（相対値）
1998	0.88	2.99
1999	1.08	2.53
2000	1.10	0.82
2001	1.13	0.63
2002	0.98	0.77
2003	1.01	2.32
2004	0.94	1.45
2005	1.19	1.23
2006	1.12	1.03
2007	1.14	0.96
2008	1.09	0.60
2009	1.32	0.30
2010	1.05	0.37
2011	0.97	0.50
2012	0.86	0.65
2013	0.86	0.84
2014	0.93	0.66
2015	0.87	0.73
2016	0.90	0.67
2017	0.93	1.02
2018	0.86	0.65
2019	0.79	0.29

補足表 2-2. 資源解析結果（年齢別漁獲尾数、漁獲量、漁獲係数。1998～2008年）

年齢別漁獲尾数（千尾）											
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	174	233	210	257	33	138	68	77	80	60	27
2歳	272	650	612	653	142	453	298	401	322	278	220
3歳	389	604	781	872	407	490	434	598	652	593	489
4歳	793	916	1,128	1,509	1,027	963	782	977	1,160	1,223	1,078
5歳	972	979	1,024	1,400	1,194	1,185	1,007	1,042	1,107	1,266	1,285
6歳	892	917	938	1,088	946	1,001	981	1,060	961	1,083	1,157
7歳	803	850	877	880	675	678	764	1,007	884	923	930
8歳	592	642	611	595	454	421	480	659	600	613	612
9歳	444	473	528	463	348	293	322	483	475	478	450
10歳	303	320	329	300	227	190	202	297	297	305	296
11歳	235	242	300	255	192	156	156	236	246	254	243
12歳	185	188	278	224	165	133	135	201	207	218	204
13歳	120	121	200	164	117	92	94	148	148	156	143
14歳	94	94	165	138	93	77	83	122	113	125	116
15歳以上	149	151	359	322	187	146	181	313	242	272	246
計	6,417	7,381	8,341	9,120	6,208	6,415	5,988	7,622	7,494	7,847	7,495

年齢別漁獲量（トン）											
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	25	34	31	37	5	20	10	11	12	9	4
2歳	75	179	168	180	39	125	82	110	88	76	60
3歳	167	260	336	376	175	211	187	257	281	255	211
4歳	433	500	616	824	560	525	427	533	633	667	588
5歳	659	664	694	949	810	803	683	707	751	858	871
6歳	718	738	756	876	762	806	790	853	774	872	931
7歳	754	798	823	826	633	636	717	945	830	866	873
8歳	605	656	625	608	464	431	491	673	613	626	625
9歳	507	541	603	529	398	334	368	552	543	547	515
10歳	375	396	406	370	281	235	249	367	367	377	366
11歳	316	326	403	343	258	209	210	317	330	341	326
12歳	275	279	412	333	245	197	200	299	308	324	303
13歳	186	188	311	254	181	143	146	229	229	242	221
14歳	155	156	274	228	155	127	137	202	187	207	193
15歳以上	265	268	637	572	332	259	322	556	430	483	437
計	5,516	5,981	7,094	7,305	5,298	5,063	5,019	6,613	6,375	6,752	6,524

年齢別漁獲係数											
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
2歳	0.02	0.05	0.05	0.06	0.01	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
3歳	0.04	0.06	0.07	0.08	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.06
4歳	0.10	0.12	0.13	0.17	0.12	0.12	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15
5歳	0.16	0.16	0.17	0.22	0.18	0.18	0.15	0.16	0.17	0.19	0.21
6歳	0.18	0.19	0.20	0.24	0.20	0.20	0.19	0.21	0.20	0.22	0.24
7歳	0.22	0.24	0.25	0.26	0.20	0.19	0.20	0.27	0.25	0.26	0.27
8歳	0.21	0.25	0.24	0.24	0.18	0.17	0.18	0.24	0.23	0.24	0.25
9歳	0.21	0.24	0.29	0.26	0.19	0.15	0.17	0.24	0.24	0.26	0.25
10歳	0.19	0.20	0.23	0.24	0.17	0.14	0.14	0.21	0.21	0.22	0.23
11歳	0.21	0.21	0.26	0.25	0.21	0.15	0.14	0.21	0.23	0.24	0.24
12歳	0.22	0.23	0.34	0.28	0.22	0.19	0.17	0.25	0.25	0.30	0.28
13歳	0.18	0.20	0.37	0.31	0.21	0.17	0.18	0.26	0.26	0.27	0.28
14歳	0.22	0.19	0.40	0.41	0.26	0.18	0.20	0.34	0.28	0.32	0.30
15歳以上	0.22	0.19	0.40	0.41	0.26	0.18	0.20	0.34	0.28	0.32	0.30
単純平均	0.16	0.17	0.23	0.23	0.16	0.14	0.14	0.20	0.19	0.21	0.20

補足表 2-2. 資源解析結果（年齢別漁獲尾数、漁獲量、漁獲係数。2009～2019年）

年齢別漁獲尾数（千尾）											
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	11	9	11	17	21	20	31	78	70	63	11
2歳	94	96	83	95	82	134	144	308	316	309	150
3歳	323	311	293	254	203	350	330	590	659	622	453
4歳	858	737	705	598	497	749	701	1,045	1,192	1,077	860
5歳	1,205	926	902	763	666	846	767	948	1,056	1,006	860
6歳	1,247	895	887	767	694	773	676	710	709	708	649
7歳	1,043	767	781	691	650	662	573	545	467	469	448
8歳	666	517	501	452	440	438	384	354	293	286	271
9歳	490	376	377	353	360	350	307	273	216	222	203
10歳	304	240	222	215	222	207	191	166	133	134	121
11歳	254	193	177	179	190	172	160	138	111	118	102
12歳	221	161	151	159	168	153	144	124	101	113	99
13歳	159	112	108	115	121	110	105	90	73	86	78
14歳	131	91	83	92	99	89	84	73	62	73	66
15歳以上	317	198	173	211	214	192	183	164	154	190	174
計	7,322	5,628	5,455	4,963	4,628	5,247	4,780	5,606	5,613	5,475	4,547

年齢別漁獲量（トン）											
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	2	1	2	3	3	3	4	11	10	9	2
2歳	26	27	23	26	23	37	40	85	87	85	41
3歳	139	134	126	109	88	151	142	254	284	268	195
4歳	468	402	385	326	271	409	383	570	651	588	469
5歳	817	628	611	517	452	574	520	643	716	682	583
6歳	1,004	720	715	618	559	623	544	572	571	570	523
7歳	979	720	733	649	610	622	538	511	439	440	420
8歳	680	528	512	462	450	448	393	362	300	292	277
9歳	560	430	431	404	411	400	350	312	247	254	232
10歳	376	296	274	265	275	256	236	205	164	166	150
11歳	341	259	238	241	255	231	215	185	149	158	137
12歳	328	239	225	236	249	227	213	183	150	167	147
13歳	246	173	167	178	188	171	162	140	114	134	121
14歳	217	151	137	152	165	148	140	121	103	120	109
15歳以上	562	352	308	376	381	341	325	292	274	337	309
計	6,744	5,060	4,886	4,562	4,378	4,640	4,205	4,446	4,258	4,271	3,717

年齢別漁獲係数											
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
2歳	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.04
3歳	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.05	0.08	0.10	0.10	0.09
4歳	0.13	0.12	0.12	0.11	0.09	0.14	0.13	0.18	0.21	0.21	0.18
5歳	0.21	0.17	0.18	0.17	0.15	0.20	0.19	0.23	0.26	0.25	0.22
6歳	0.28	0.22	0.22	0.21	0.20	0.24	0.22	0.24	0.25	0.24	0.22
7歳	0.31	0.25	0.26	0.24	0.24	0.26	0.25	0.25	0.22	0.23	0.21
8歳	0.28	0.22	0.23	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.18	0.18	0.18
9歳	0.28	0.22	0.23	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.17	0.18	0.17
10歳	0.24	0.19	0.18	0.17	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.14	0.13
11歳	0.27	0.21	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.16	0.13	0.15	0.13
12歳	0.31	0.25	0.22	0.23	0.24	0.22	0.22	0.19	0.15	0.17	0.16
13歳	0.32	0.23	0.23	0.23	0.25	0.22	0.21	0.18	0.15	0.17	0.15
14歳	0.40	0.28	0.24	0.28	0.29	0.26	0.23	0.20	0.17	0.19	0.17
15歳以上	0.40	0.28	0.24	0.28	0.29	0.26	0.23	0.20	0.17	0.19	0.17
単純平均	0.23	0.18	0.17	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15

補足表 2-3. 資源解析結果（年齢別資源尾数、資源量、親魚量。1998～2008年）

年齢別資源尾数（千尾）											
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	15,339	14,847	13,704	12,900	13,386	14,024	13,676	12,377	11,144	10,150	9,235
2歳	12,469	13,767	13,264	12,247	11,473	12,127	12,608	12,357	11,169	10,046	9,162
3歳	9,943	11,066	11,886	11,465	10,501	10,286	10,584	11,168	10,841	9,839	8,861
4歳	8,551	8,661	9,476	10,051	9,582	9,151	8,876	9,200	9,574	9,226	8,372
5歳	7,064	7,011	6,994	7,532	7,691	7,725	7,395	7,317	7,425	7,590	7,215
6歳	5,558	5,490	5,435	5,377	5,508	5,848	5,888	5,757	5,653	5,689	5,688
7歳	4,252	4,199	4,113	4,043	3,847	4,101	4,358	4,413	4,219	4,219	4,135
8歳	3,217	3,097	3,004	2,900	2,833	2,851	3,079	3,230	3,049	2,989	2,952
9歳	2,490	2,358	2,201	2,146	2,068	2,140	2,188	2,339	2,306	2,198	2,131
10歳	1,821	1,839	1,691	1,496	1,508	1,546	1,665	1,680	1,665	1,642	1,541
11歳	1,295	1,364	1,365	1,223	1,073	1,154	1,223	1,321	1,243	1,229	1,200
12歳	969	952	1,008	954	868	792	899	962	975	895	874
13歳	763	704	685	651	653	631	593	689	682	688	605
14歳	492	578	524	432	435	481	485	449	484	479	476
15歳以上	785	929	1,136	1,008	869	918	1,059	1,150	1,037	1,044	1,005
計	75,008	76,863	76,486	74,425	72,296	73,776	74,575	74,408	71,467	67,923	63,452

年齢別資源量（トン）											
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	2,234	2,163	1,996	1,879	1,950	2,043	1,992	1,803	1,623	1,478	1,345
2歳	3,429	3,786	3,648	3,368	3,155	3,335	3,467	3,398	3,072	2,763	2,519
3歳	4,282	4,765	5,118	4,937	4,522	4,430	4,558	4,809	4,669	4,237	3,816
4歳	4,666	4,726	5,171	5,484	5,229	4,993	4,843	5,020	5,224	5,034	4,568
5歳	4,789	4,754	4,742	5,107	5,215	5,238	5,014	4,961	5,034	5,147	4,892
6歳	4,476	4,421	4,377	4,330	4,435	4,709	4,741	4,636	4,552	4,581	4,580
7歳	3,991	3,941	3,860	3,794	3,610	3,849	4,090	4,142	3,959	3,959	3,881
8歳	3,289	3,165	3,070	2,965	2,896	2,914	3,147	3,301	3,116	3,056	3,018
9歳	2,846	2,695	2,516	2,453	2,363	2,446	2,500	2,674	2,636	2,512	2,436
10歳	2,249	2,272	2,090	1,849	1,863	1,911	2,058	2,076	2,057	2,028	1,904
11歳	1,739	1,833	1,833	1,643	1,442	1,549	1,643	1,774	1,670	1,651	1,612
12歳	1,438	1,412	1,496	1,415	1,287	1,175	1,334	1,427	1,446	1,328	1,297
13歳	1,182	1,091	1,063	1,010	1,012	978	919	1,067	1,057	1,067	937
14歳	816	958	868	715	721	797	803	743	802	793	789
15歳以上	1,394	1,650	2,017	1,790	1,545	1,631	1,881	2,044	1,843	1,855	1,785
計	42,820	43,631	43,863	42,738	41,244	41,997	42,990	43,874	42,761	41,488	39,379

年齢別親魚量（トン）											
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	2,333	2,363	2,585	2,742	2,614	2,497	2,422	2,510	2,612	2,517	2,284
5歳	4,789	4,754	4,742	5,107	5,215	5,238	5,014	4,961	5,034	5,147	4,892
6歳	4,476	4,421	4,377	4,330	4,435	4,709	4,741	4,636	4,552	4,581	4,580
7歳	3,991	3,941	3,860	3,794	3,610	3,849	4,090	4,142	3,959	3,959	3,881
8歳	3,289	3,165	3,070	2,965	2,896	2,914	3,147	3,301	3,116	3,056	3,018
9歳	2,846	2,695	2,516	2,453	2,363	2,446	2,500	2,674	2,636	2,512	2,436
10歳	2,249	2,272	2,090	1,849	1,863	1,911	2,058	2,076	2,057	2,028	1,904
11歳	1,739	1,833	1,833	1,643	1,442	1,549	1,643	1,774	1,670	1,651	1,612
12歳	1,438	1,412	1,496	1,415	1,287	1,175	1,334	1,427	1,446	1,328	1,297
13歳	1,182	1,091	1,063	1,010	1,012	978	919	1,067	1,057	1,067	937
14歳	816	958	868	715	721	797	803	743	802	793	789
15歳以上	1,394	1,650	2,017	1,790	1,545	1,631	1,881	2,044	1,843	1,855	1,785
計	30,542	30,555	30,516	29,811	29,003	29,693	30,552	31,355	30,785	30,493	29,415

補足表 2-3. 資源解析結果（年齢別資源尾数、資源量、親魚量。2009～2019年）

年齢別資源尾数（千尾）											
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	8,540	8,201	8,206	8,534	9,270	9,689	9,342	8,443	7,384	4,423	1,124
2歳	8,363	7,746	7,441	7,443	7,735	8,400	8,782	8,457	7,595	6,640	3,958
3歳	8,112	7,506	6,944	6,680	6,670	6,947	7,502	7,839	7,387	6,598	5,737
4歳	7,582	7,061	6,522	6,028	5,825	5,864	5,977	6,500	6,559	6,082	5,400
5歳	6,577	6,069	5,711	5,251	4,905	4,817	4,613	4,761	4,908	4,821	4,498
6歳	5,329	4,826	4,630	4,328	4,043	3,821	3,569	3,458	3,421	3,451	3,420
7歳	4,065	3,652	3,531	3,360	3,200	3,011	2,733	2,598	2,464	2,432	2,460
8歳	2,870	2,698	2,586	2,462	2,393	2,288	2,104	1,937	1,840	1,793	1,762
9歳	2,098	1,972	1,958	1,872	1,806	1,754	1,660	1,545	1,421	1,392	1,356
10歳	1,507	1,439	1,433	1,419	1,363	1,297	1,260	1,216	1,143	1,085	1,053
11歳	1,117	1,079	1,079	1,090	1,085	1,027	981	963	946	911	858
12歳	859	773	797	811	820	804	768	738	743	754	716
13歳	600	569	548	579	585	585	584	561	553	579	577
14歳	413	394	411	396	417	416	426	431	423	432	444
15歳以上	1,000	857	860	911	898	895	922	970	1,046	1,129	1,168
計	59,032	54,843	52,657	51,164	51,014	51,615	51,224	50,416	47,835	42,523	34,530
年齢別資源量（トン）											
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	1,244	1,195	1,195	1,243	1,350	1,411	1,361	1,230	1,076	644	164
2歳	2,300	2,130	2,046	2,047	2,127	2,310	2,415	2,326	2,089	1,826	1,088
3歳	3,493	3,232	2,990	2,876	2,872	2,992	3,231	3,376	3,181	2,841	2,471
4歳	4,137	3,853	3,558	3,289	3,178	3,200	3,261	3,546	3,579	3,319	2,947
5歳	4,460	4,115	3,872	3,561	3,326	3,266	3,127	3,228	3,328	3,269	3,050
6歳	4,291	3,886	3,729	3,485	3,256	3,076	2,874	2,785	2,754	2,779	2,754
7歳	3,815	3,428	3,314	3,153	3,003	2,826	2,565	2,438	2,313	2,282	2,309
8歳	2,933	2,758	2,644	2,517	2,446	2,338	2,150	1,980	1,881	1,833	1,801
9歳	2,398	2,254	2,238	2,139	2,064	2,005	1,898	1,766	1,625	1,591	1,550
10歳	1,862	1,778	1,771	1,754	1,685	1,603	1,557	1,502	1,412	1,340	1,300
11歳	1,501	1,449	1,449	1,465	1,457	1,379	1,318	1,293	1,271	1,224	1,152
12歳	1,274	1,147	1,182	1,203	1,216	1,193	1,140	1,095	1,103	1,118	1,062
13歳	930	883	850	898	907	906	906	870	857	898	895
14歳	684	652	681	655	690	688	705	714	701	716	735
15歳以上	1,776	1,523	1,529	1,618	1,595	1,590	1,639	1,723	1,859	2,005	2,075
計	37,098	34,282	33,047	31,904	31,172	30,784	30,147	29,871	29,028	27,686	25,352
年齢別親魚量（トン）											
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	2,069	1,926	1,779	1,645	1,589	1,600	1,631	1,773	1,789	1,659	1,473
5歳	4,460	4,115	3,872	3,561	3,326	3,266	3,127	3,228	3,328	3,269	3,050
6歳	4,291	3,886	3,729	3,485	3,256	3,076	2,874	2,785	2,754	2,779	2,754
7歳	3,815	3,428	3,314	3,153	3,003	2,826	2,565	2,438	2,313	2,282	2,309
8歳	2,933	2,758	2,644	2,517	2,446	2,338	2,150	1,980	1,881	1,833	1,801
9歳	2,398	2,254	2,238	2,139	2,064	2,005	1,898	1,766	1,625	1,591	1,550
10歳	1,862	1,778	1,771	1,754	1,685	1,603	1,557	1,502	1,412	1,340	1,300
11歳	1,501	1,449	1,449	1,465	1,457	1,379	1,318	1,293	1,271	1,224	1,152
12歳	1,274	1,147	1,182	1,203	1,216	1,193	1,140	1,095	1,103	1,118	1,062
13歳	930	883	850	898	907	906	906	870	857	898	895
14歳	684	652	681	655	690	688	705	714	701	716	735
15歳以上	1,776	1,523	1,529	1,618	1,595	1,590	1,639	1,723	1,859	2,005	2,075
計	27,993	25,799	25,036	24,093	23,234	22,472	21,510	21,167	20,894	20,715	20,156

補足資料3 将来予測結果

補足表 3-1. 2021年以降漁獲圧を変化させたときの長期の漁獲量、資源量、親魚量の変化

管理基準	F値	漁獲量(百トン)												
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0.5Fcurrent	0.07	37	35	17	16	17	18	19	21	21	23	23	24	25
0.56Fcurrent	0.08	37	35	19	18	19	20	21	22	23	24	24	25	26
0.6Fcurrent	0.09	37	35	20	19	20	21	22	23	24	24	25	26	26
0.7Fcurrent	0.10	37	35	23	22	22	23	24	25	25	26	26	26	27
0.8Fcurrent	0.12	37	35	26	24	24	25	26	27	27	27	27	27	27
0.9Fcurrent	0.13	37	35	29	27	26	27	28	28	28	27	27	27	27
1.0Fcurrent	0.15	37	35	32	29	28	29	29	29	28	28	27	26	26
		資源量(百トン)												
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0.5Fcurrent	0.07	254	239	227	238	250	262	273	286	298	311	324	338	353
0.56Fcurrent	0.08	254	239	227	236	246	255	265	275	285	295	305	316	328
0.6Fcurrent	0.09	254	239	227	235	243	252	260	268	276	285	293	302	311
0.7Fcurrent	0.10	254	239	227	232	237	242	247	252	256	260	265	269	274
0.8Fcurrent	0.12	254	239	227	228	231	233	235	236	237	238	239	241	242
0.9Fcurrent	0.13	254	239	227	225	225	224	223	222	220	219	217	215	214
1.0Fcurrent	0.15	254	239	227	222	219	216	213	209	204	200	196	192	189
		親魚量(百トン)												
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0.5Fcurrent	0.07	202	196	185	180	180	194	207	218	226	235	245	255	267
0.56Fcurrent	0.08	202	196	185	178	177	189	200	209	215	222	229	237	246
0.6Fcurrent	0.09	202	196	185	176	174	186	195	203	208	214	219	226	234
0.7Fcurrent	0.10	202	196	185	173	169	177	184	189	192	194	197	200	204
0.8Fcurrent	0.12	202	196	185	170	163	169	174	177	177	176	177	178	179
0.9Fcurrent	0.13	202	196	185	167	157	161	164	165	163	161	159	158	157
1.0Fcurrent	0.15	202	196	185	164	152	154	155	154	150	146	143	140	138