

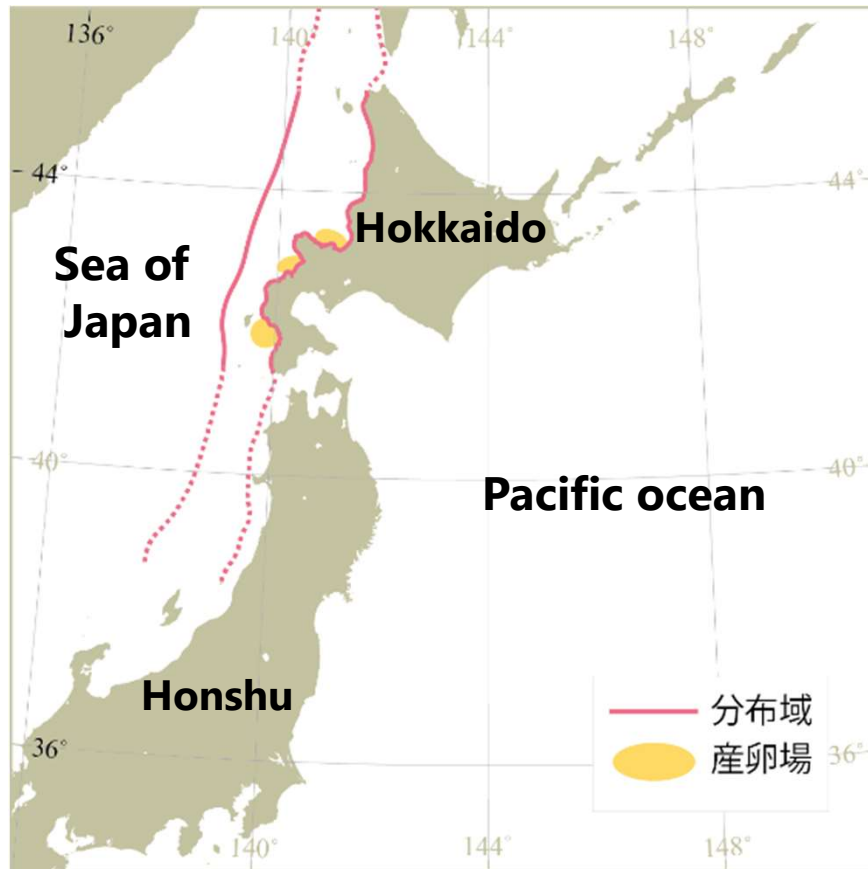


**令和2（2020）年度スケトウダラ日本海北部系群の
資源評価_国内ピアレビュー**

Contents

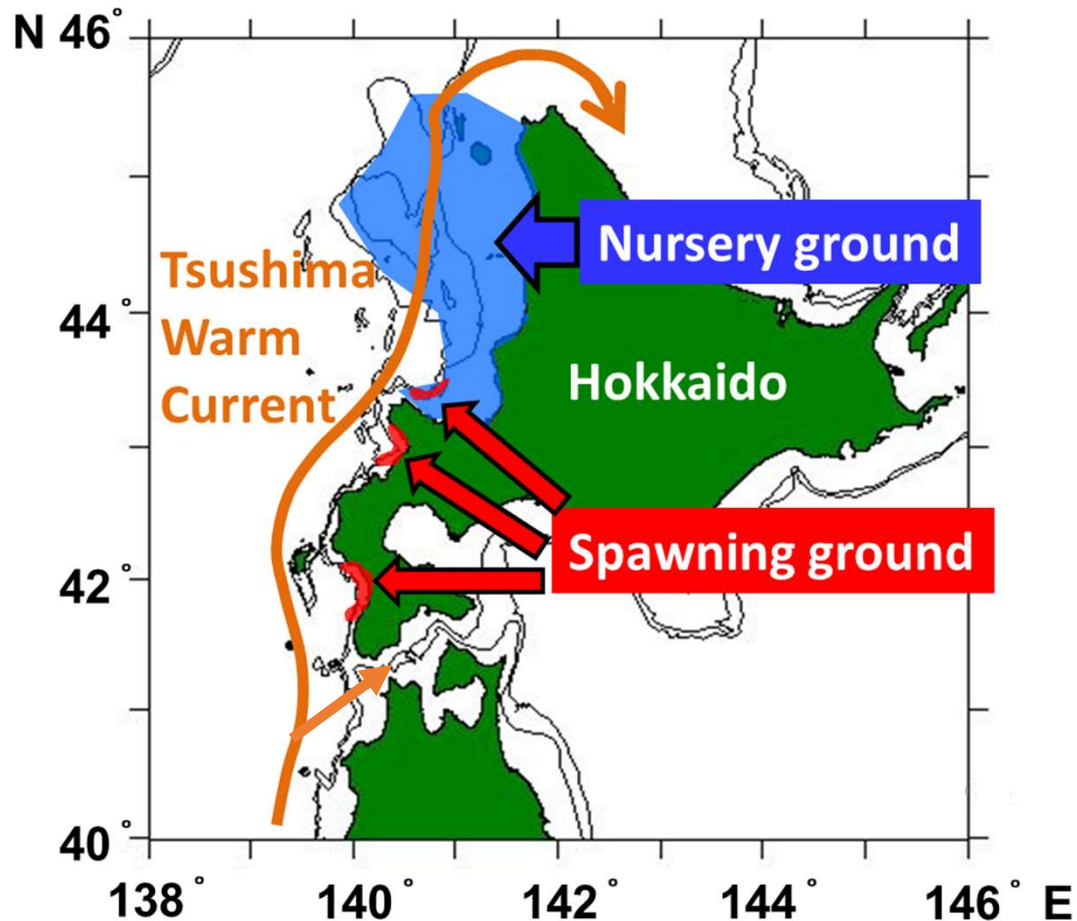
- **Biology and Stock assessment**
- Stock-Recruitment Relationships
- Reference points, Kobe-plot
- Harvest Control Rule, Future projection

分布



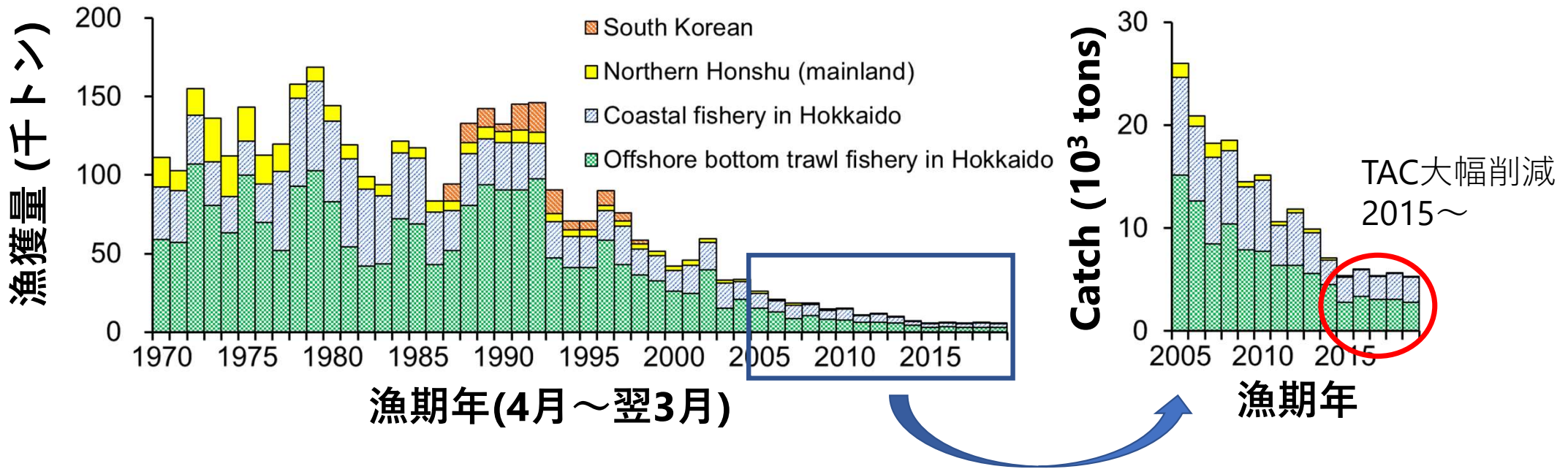
- ✓ 本系群の分布域は、本州日本海北部（能登半島）～サハリン西岸
- ✓ 近年における主な分布域と産卵場は北海道日本海沿岸域
- ✓ 産卵期は12月～3月、盛期は1～2月

近年における産卵場と成育場



- ✓ 産卵場は北海道日本海南部沿岸域、成育場は北海道日本海北部沿岸域
- ✓ 卵仔魚の一部は宗谷海峡を抜けてオホーツク海へ、津軽海峡を抜けて太平洋に流出する。一方、他海域からの移入はほとんどないと考えられる

漁獲量の推移



- ・ 1993年漁期以降減少。とくに2015年漁期以降はABC以下のTACが設定されるようになった結果、5千～6千トンと少ない。2019年漁期の漁獲量は5.2千トン。
- ・ 本州日本海北部（石川～青森県）の漁獲量は1970年代終わりから減少。2016年漁期以降は100トンを下回る。2019年漁期は44トン。

松石先生からのコメント・質問__資源評価報告書の漁獲量の記述について

①P6 3.(2) 「2008年漁期以降の漁獲量はTAC (…) を下回る水準で推移している。」とありますが、TACに達すると採捕停止命令が出るはずなので、TACを下回る水準なのは当然ではないかと思ひ、意図がよくわかりませんでした。2008年以前はTAC満限に捕獲していた（かどうかは確かめていませんが）ということの対比としてこのように記述しているのでしょうか。

②P6 3.(2) 「本州日本海北部海域」という記述がありますが、これが具体的に何処を意味しているのかがよくわかりませんでした。データセット(P4)から推測するに、石川、富山、新潟、山形、秋田、青森の6県でしょうか。資源量全体が減少しているのに、本州日本海北部海域の漁獲量が減少するのは当然なので、意図がよくわかりませんでした。1970年には系群全体の16%を占めていたものが、2019年には0.8%にまで比率が減少したという点が論点でしょうか。

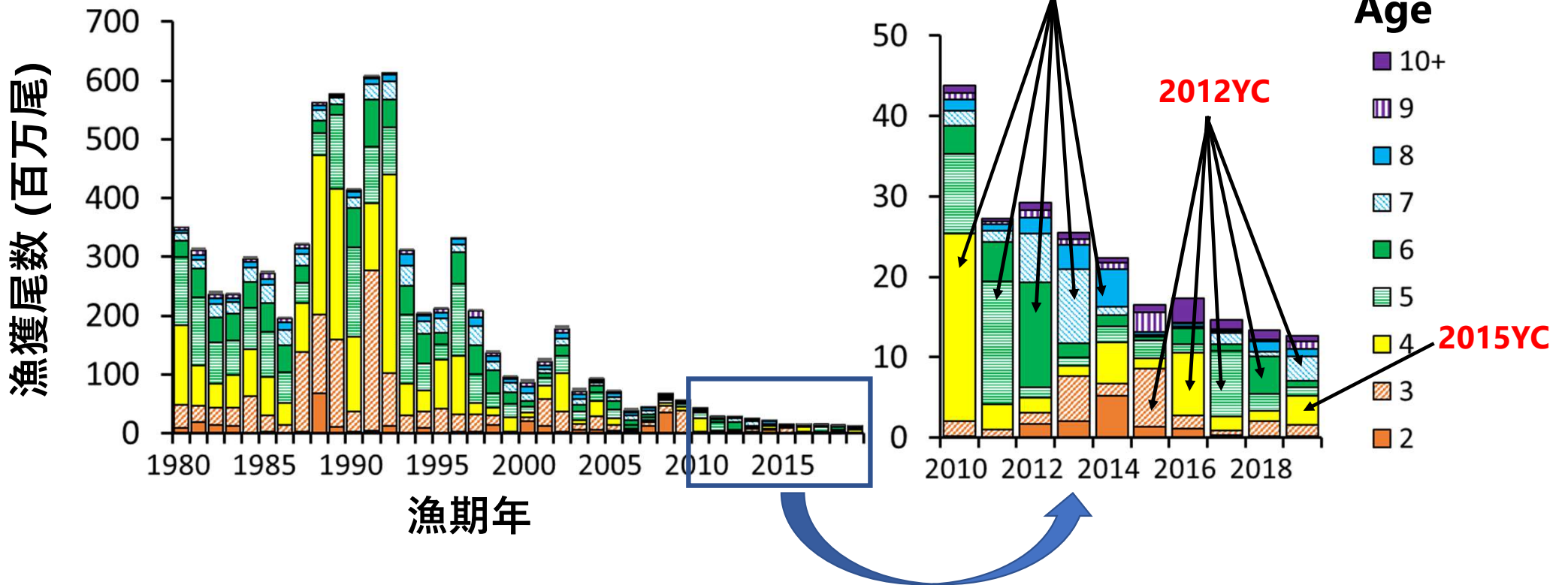
①への回答

- 2008年漁期以前も漁獲量はTACを下回っており、意図が分かりにくいというご指摘はごもっともです。書きぶりを変えます。
- ここで重要なのは、2015年漁期以降はABC以下のTACが設定されるようになり、TACおよび実漁獲量が大幅に減少したことです。

②への回答

- ご指摘の通り、「本州日本海北部海域」は石川、富山、新潟、山形、秋田、青森の6県を指します。
- この海域の漁獲量に近年増加の兆しが見られないことが気になりますが、漁獲量の説明以外にとくに意図はありません。

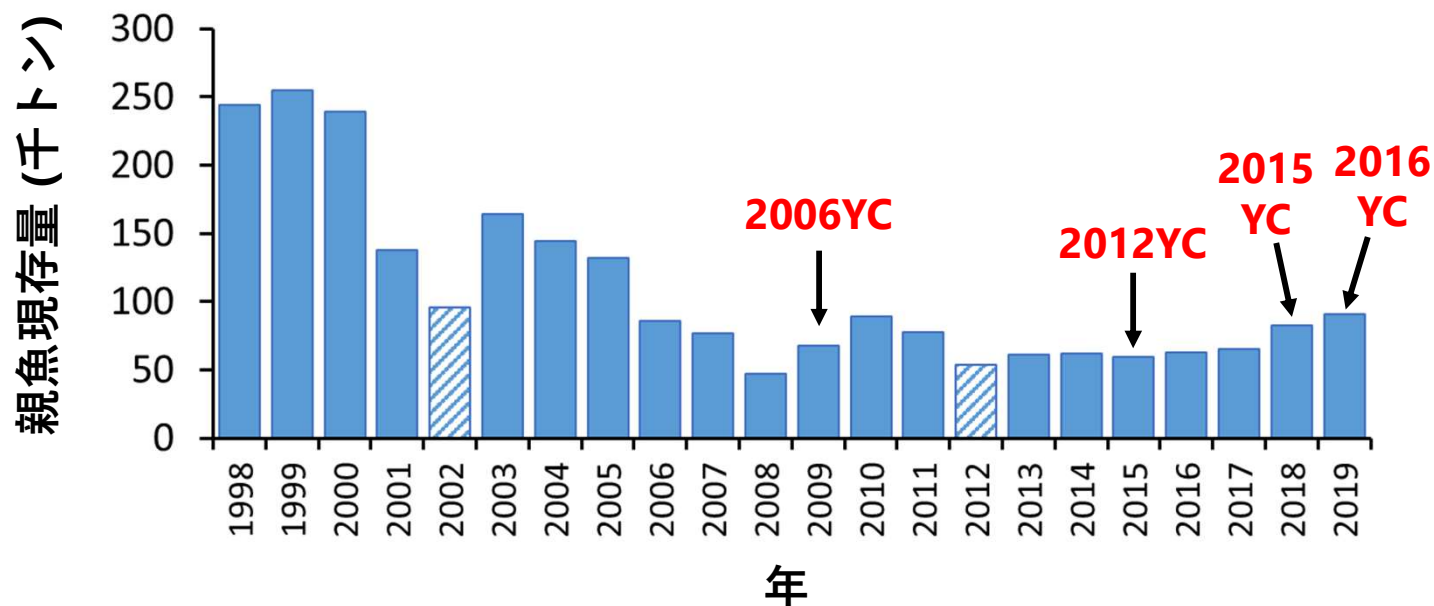
年齢別漁獲尾数



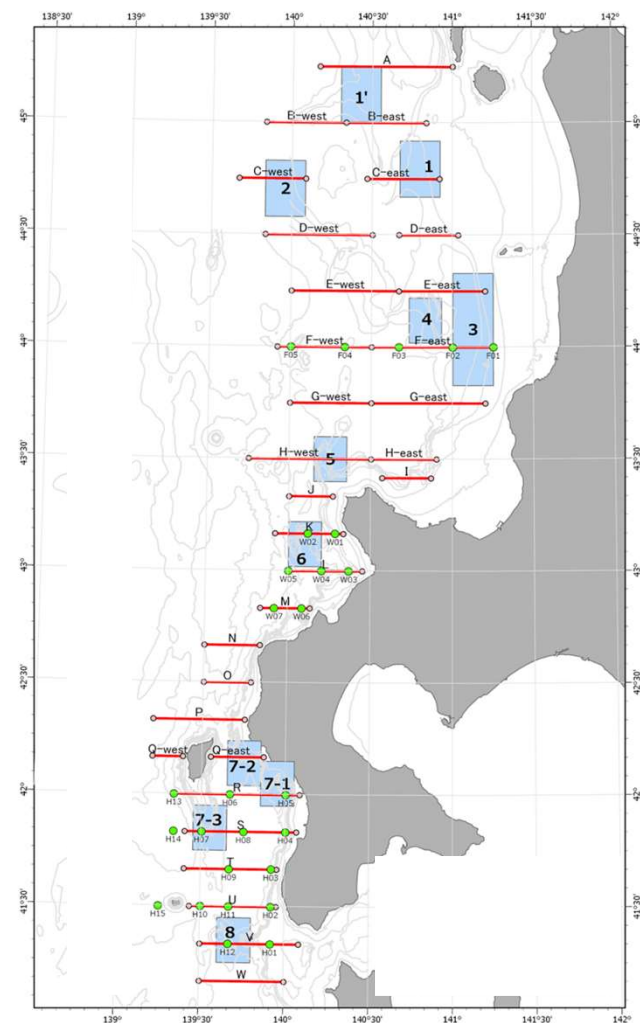
- 本系群は2歳で資源加入
- 0歳、1歳の漁獲はないものとして扱っている。0歳の漁獲はなく、1歳の漁獲尾数は1980年漁期以降の平均で全体の0.2% (0~2.7%) とごくわずかである。
- 3歳から6歳が多く漁獲されている。高豊度年級群が漁獲物の主体となる傾向あり。

チューニングに使用した3つの指標値

① 親魚量指標値（10月）



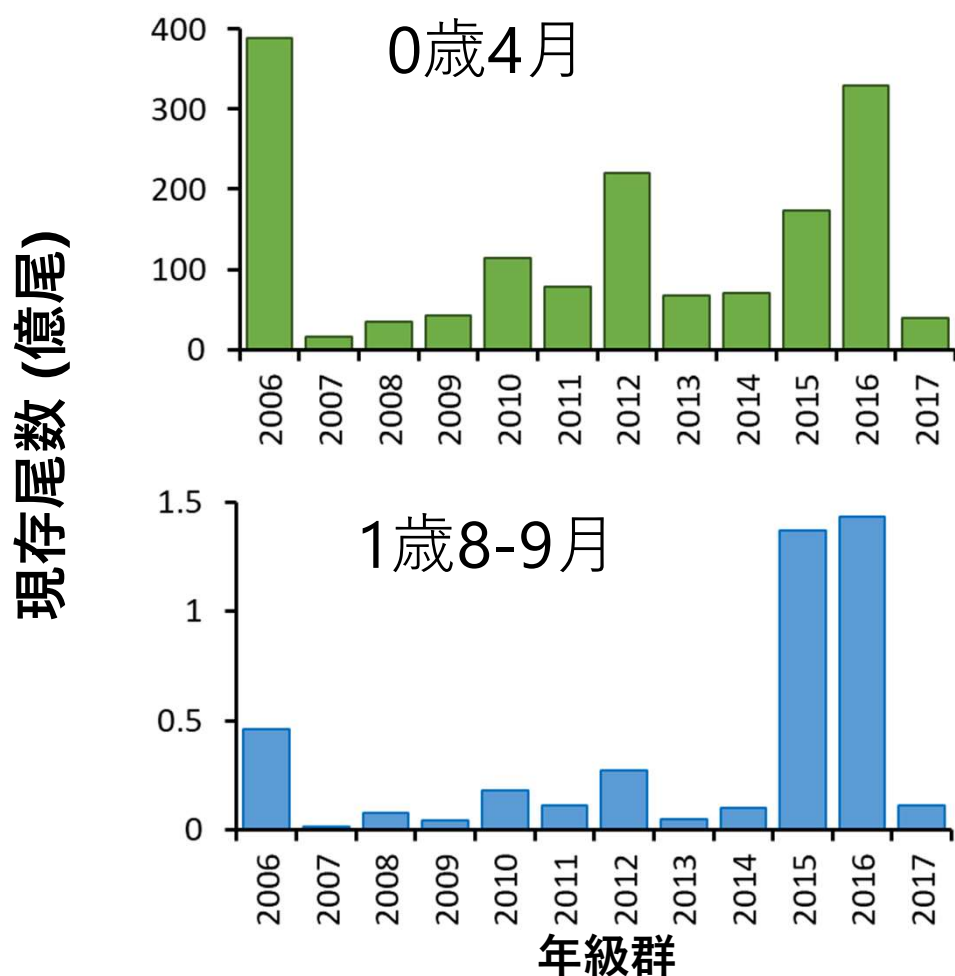
- 1998～2019年のデータをチューニングに使用。ただし、2002年と2012年は調査範囲が十分でなかったため、この2年のデータは使わなかった
- 親魚現存量は2008年まで減少。その後は高豊度年級群の成熟により、横ばい～増加。2019年の現存量は2010年並みの9万トンであった。



- Acoustic survey lines
- Bottom trawl survey area

チューニングに使用した3つの指標値

②, ③ 加入量指標値



- 0歳、1歳ともに2006～2017年級群の現存尾数をチューニングに使用した
- 0歳4月、産卵から数か月後までに年級群豊度が決まる
- 2006・2012・2015・2016年級群が高豊度、2007～2009、2011、2013、2014、2017年級群が低豊度

資源計算方法

- チューニングVPAで2歳以上の年齢別資源尾数・重量を推定
- チューニングには3つの指標値、親魚現存量、0歳現存尾数、1歳現存尾数を使用
- 重みは、親魚：0歳魚：1歳魚 = 10：1：1
- 資源の推移が調査現存量の推移と最も合うように、チューニングの目的関数（下式）を最小にする最近年の年齢別F値を探索的に求めた

$$(1 - \lambda) \times \sum_k \sum_y [W_k \times [\ln(I_{k,y}) - \ln(q_k N_y)]^2] + \lambda \times \sum_{a=2}^9 (F_{a,Y})^2$$

- 過大なFを防ぐためF値のridgeペナルティを付与した

$$\rho = \sum_{i=1}^P \left(\frac{SSB_{Y-i}^{R_i} - SSB_{Y-i}}{SSB_{Y-i}} \right)$$

- λ （ペナルティ強度）は5年分のレトロスペクティブ解析における親魚量の ρ が最も0に近くなる値を選択
- ridgeVPAに選択率の仮定を追加、直近年の5歳以上の選択率（=F）を一定とした
- Fの最大値は過去の最大値から1.5に制限した

松石先生からのコメント・質問_親魚量計算に用いる体重について

- ✓ P7 4.(1) 「年齢別平均体重」とは、どの時点での体重を指しますか？ 資源量は漁期年開始時、産卵親魚量は漁期年終了直前になりますので、同じ満年齢でも年齢別体重が大きく異なると考えられますが、考慮されていますか。（P23 (5)を見ると成熟率は考慮されているが、年齢別平均体重では考慮されていないように見える）
- ✓ P23 (5)式 y 年の産卵親魚は $y+1$ 直前に産卵するのであるから、 y 年 a 歳の産卵期時点での資源量は翌年の当該年級群の資源量 $N_{(a+1, y+1)}$ $w_{(a+1)}$ に近似し、これに成熟率 m_a をかけて

$$SSB_y = \sum_{a=2}^{10} N_{a+1, y+1} w_{a+1} m_a$$

とするのがわかりやすいと思いますが、定義が違うのか式に誤りがあるのか、微妙に違う物になっています。再確認をお願いします。

上記2点への回答

- 資源量、親魚量ともに漁期年開始時点の4月の値です。そのため、親魚量は資源量と同じ4月の年齢別体重を使い、年齢別成熟率は1歳若齢にずらした値（4歳には3歳の雌の成熟率）を使って、以下の式（P23 (5)式）で計算しています。

$$SSB_y = \sum_{a=2}^{10+} N_{a, y} m_{fa-1} w_a$$

松石先生からのコメント・質問_チューニングで用いる10月親魚量計算について

P7 4.(1) P24 式(9)の w_a は、10月時点の体重になっていますか？周年漁業がある場合は $M/2$ のところは $Z/2$ とすべきですが、漁期年前半の産卵魚に対する漁獲死亡は無視できると仮定できますか？

回答

- チューニングで用いる10月親魚量は以下の式で計算しており、資源尾数と $M/2$ 、雌雄込みの成熟率、4月の体重で計算しています。星野ら（2021）によると、近年の10月の体重は4月の体重よりもやや重いです（下表）。また、近年は総漁獲尾数の半分程度を漁期前半4-9月に漁獲しています。なお、漁期前半は沖底が主に漁獲していて、7、8歳以上の高齢魚はあまり獲っていません。今後対応すべき課題として承りました。

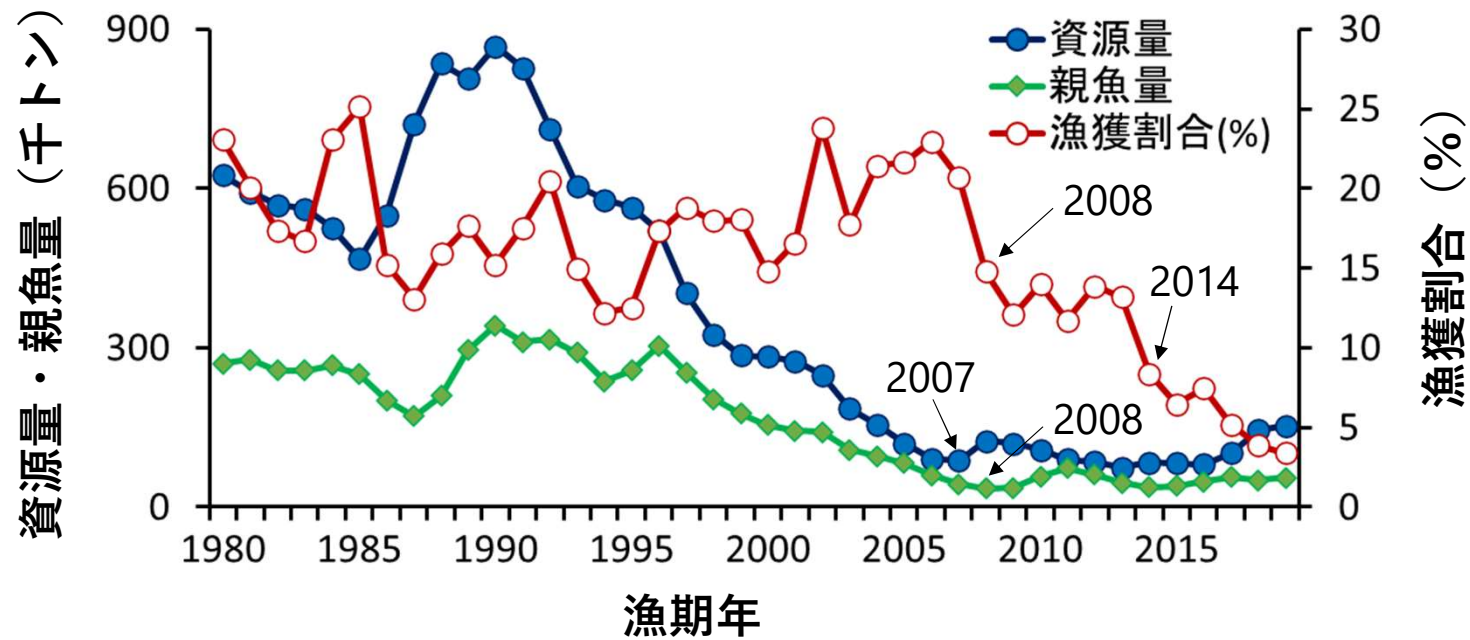
$$SSB_{octy} = \sum_{a=2}^{10+} N_{a,y} \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \times m_a \times w_a$$

年齢	4月体重 (g)	10月体重 (g)
2	134	169
3	229	268
4	326	360
5	425	438
6	485	501
7	545	550
8	570	588
9	578	617
10+	688	NA

※10月体重は星野ら（2021）

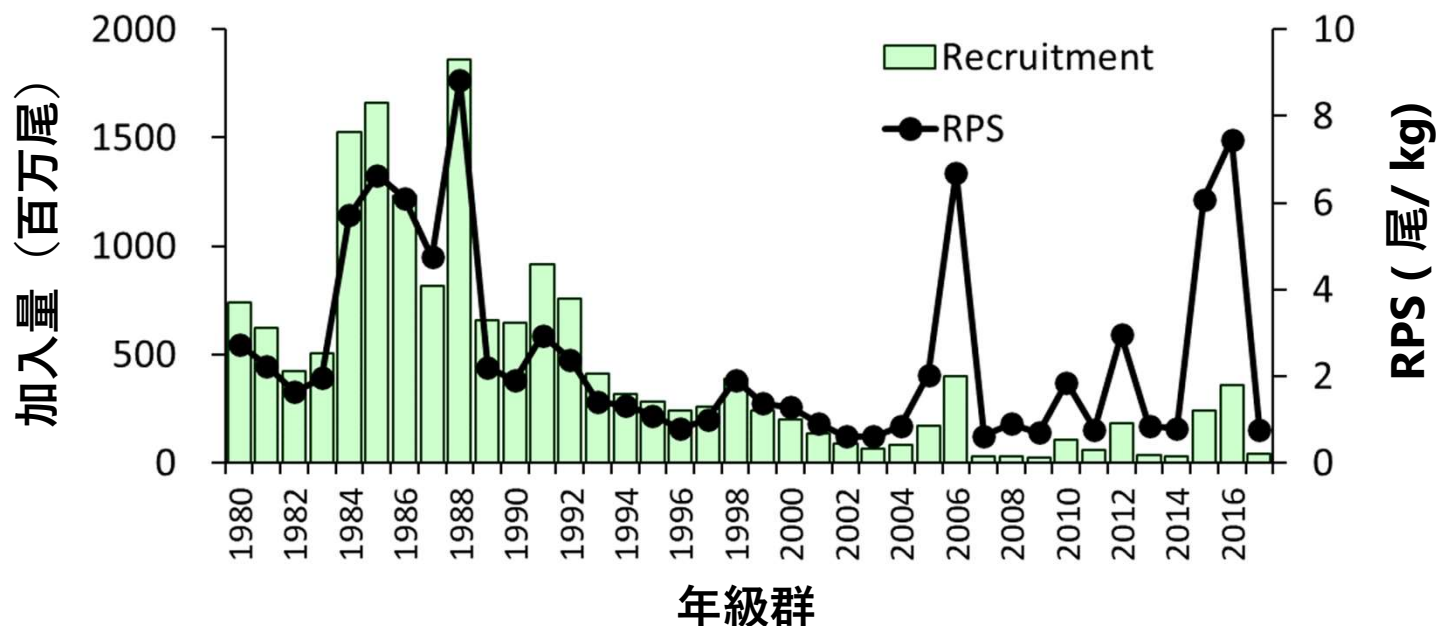
資源量・親魚量・漁獲割合

漁獲割合は資源量に対する漁獲量の割合



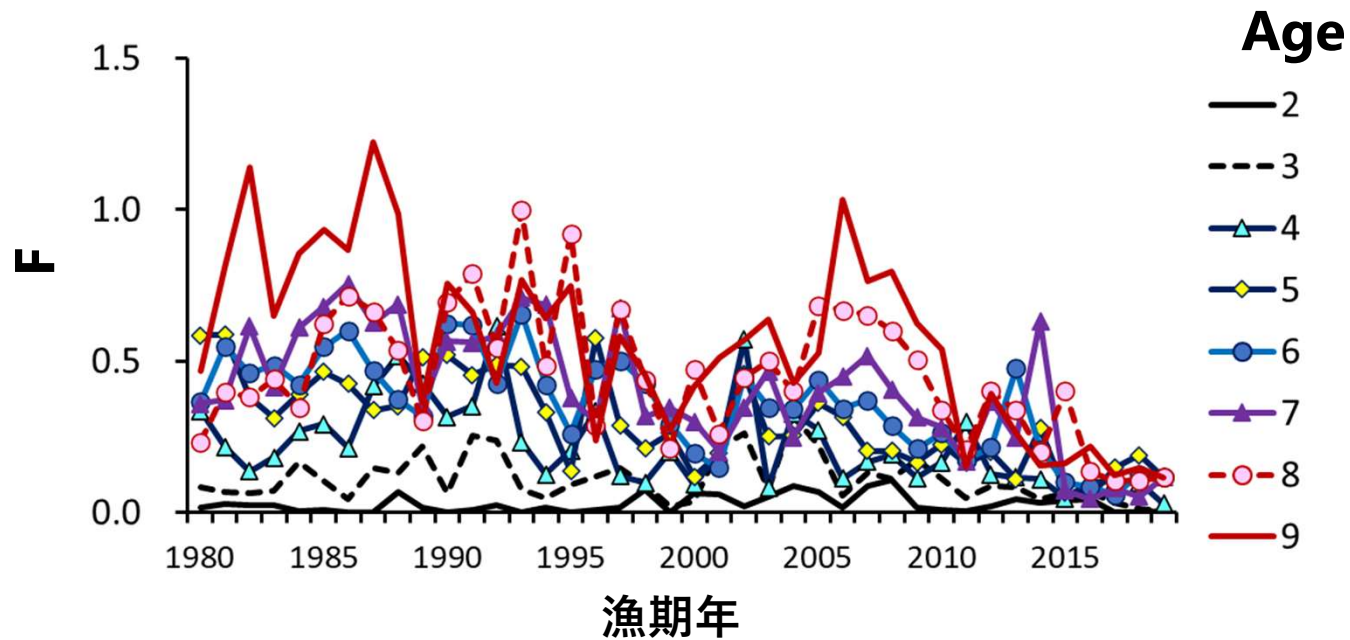
- ・ 資源量、親魚量は漁期初め（4月）の値
- ・ 2019年漁期の資源量は154千トン、親魚量は56千トン、漁獲割合は3%

加入量と再生産成功率（RPS）



- RPSは1989年級群以降低い値が続いたが、2006、2015、2016年級群のRPSは1980年代に見られたような高い値であった。ただし、近年は親魚量が少ないため、これらの年級群の加入量は2.4億～4億尾で1980年代の加入が良かった年級群に比べるとかなり少ない。
- 2007、2008、2009、2013、2014、2017年級群の加入量は5000万尾を下回る非常に低い水準であった
- 低水準の加入を避けるとともに再生産に好適な環境の年により良好な加入が得られるように、親魚量を十分に増やすことが資源回復を図る上で重要と考えられる

年齢別漁獲係数(F)



- ・ F値は年齢によって変動パターンが異なるが、2015年漁期以降はすべての年齢において低い値でした

松石先生からのコメント・質問_Fについて

P6 3.(3) 現下、努力量が非常に低い状態になっていて、2000年に比べてどの努力量指標も15%以下、多くの努力量指標は10%以下になっています。一方、VPAから推定されるF（最高齢）は2000年比29%にしか減少していません。Fを過大推定して資源量を過小評価していませんか？ 努力量の減少がFの減少に繋がらない理由（qの増加など）はありますか？

回答

努力量の低下に比べてFの低下は小さいですが、漁業から独立した親魚量、加入量の指標値を使ってチューニングしており、実態に合った推定結果になっているものと考えています。また、漁業者へのアンケートや意見交換会で得た情報から、沖底、延縄ともに努力量の減少に伴って漁場が縮小した結果、魚が溜まることが知られていて漁獲効率が良い漁場でのみ操業が行われるようになっている（ \therefore qが増加している）可能性が高いと考えています。

庄野先生からの質問およびコメント_Mについて

3. 資源評価に使用された生物学的パラメータについて

M=0.25 (age2 のみ 0.3) を仮定したとあるが (文献 A:p.4) age0, 1 より age2 を大きく設定した理由は何か？
MSY や将来予測の計算に age0, 1 の情報を用いていないのはなぜか？

回答

- 本系群は、太平洋系群と異なり、資源加入を2歳としています。そのため、MSYや将来予測の計算に0歳、1歳の情報は用いていません。
- なお、チューニングでは0歳、1歳のMは2歳と同じ0.3として、2歳資源尾数とM=0.3から計算した0歳、1歳の資源尾数と0歳、1歳の指標値（調査で推定した現存尾数）を使っています。

松石先生からのコメント・質問_Mについて

P7 4.(1) 「自然死亡係数Mについては2歳では0.3、3歳以上では0.25とした。」とのことですが、どのような根拠にもとづくものですか。

回答

- 太平洋系群と同じMを用いています
- 以下の検討から現在用いているMはおおむね妥当と考えます

【最大年齢を用いる方法】

本系群で観察された最大年齢：18歳 (Kooka, 2012)、21歳 (星野ら2021)

Hoening (1983) : $\ln M = 1.46 - 1.01 \ln A_{\max}$ 18歳 : M=0.23、 21歳 : M=0.20

Then et al. (2015) : $M = 4.90A_{\max}^{-0.916}$ 18歳 : M=0.35、 21歳 : M=0.30

【成長式を用いる方法】

Pauly (1980) : $\log_{10} M = -0.0066 - 0.279 \log_{10} L_{\inf} + 0.6543 \log_{10} K + 0.4634 \log_{10} T$

Then et al. (2015) : $M = 4.188K^{0.73} L_{\inf}^{-0.33}$

Kooka (2012)のデータ M=0.20 (female), 0.23 (male) / M=0.23 (female), 0.27 (male)

星野ら (2021)のデータ NA / M=0.23(雌雄込み)

庄野先生からの質問およびコメント

2. 資源評価に用いられるデータについて

VPA のチューニングに使用した資源量指数について、全て親魚や仔稚魚の加入量調査に基づくものになっている。商業船による漁法別の漁獲量・努力量で利用可能な標準化 CPUE (or nominal CPUE) は存在しないのか？ スケトウダラ太平洋系群と比べて漁法はそれほど変わらないように見受けられるため、疑問を感じた。可能な範囲で現状を説明してほしい。

回答

ご指摘の通り、本系群は主に沖合底びき網、刺し網、延縄で漁獲されており、太平洋系群と漁法はそれほど変わりません。しかし、刺し網漁業の努力量データがないこと、分布範囲をおおむね網羅した調査が実施できることが太平洋系群と異なります。以上の状況から、漁業から独立した調査による資源量指数をVPAのチューニングに用いています。

庄野先生からの質問およびコメント

4. 資源評価の前提となる条件の妥当性について

スケトウダラ太平洋系群資源評価と同様、VPAにおけるプラスグループとそれより1歳若い漁獲係数の比率であるF-ratio (α) の条件設定が述べられていない。F-ratioの問題の考え方については、ホッケ道北系群ピア・レビューレポートの第4節を参照されたい。

回答

- 9歳と10歳以上で生物学的に変わりがなく、漁獲に対しても同じ影響を受けると考えて9歳のFと10+歳のFは同じと仮定しています。
- F-ratio (α) の感度分析の実施を検討したいと思います。

庄野先生からの質問およびコメント

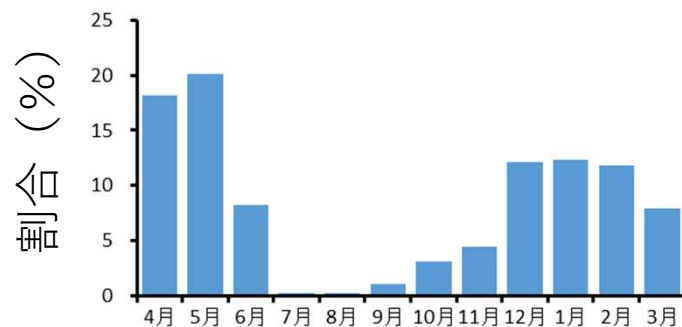
5. 資源評価に使用された手法および資源評価結果の妥当性について

ホッケ道北系群やスケトウダラ太平洋系群も同様だが、年の中間にパルス漁業が起こるPopeの近似式（Pope, 1972）の妥当性に関する問題を挙げる。毎年の年度内の漁獲パターンに基づき、Popeの近似式が適切か、それとも年の始めや1年のうちのある期間の漁獲が適切かを検討されたい。状況によっては近似式でなく漁獲方程式を用いる方法もある。なお、Ridge VPAについてはホッケ道北系群ピア・レビューレポート第5節を参照されたい。

回答

- 近年は下図のように春と冬に漁獲が多いが、今後資源の回復に伴ってTACが増えれば、秋の漁獲も増えて季節差が小さくなると予想されるので、Popeの近似式で十分ではないかと考えます。

月別漁獲量割合
(2013、2014、2018、2019年漁期の平均)



庄野先生からの質問およびコメント_チューニングにおける各指数の重みについて

6. 資源評価に使用された統計学的な取り扱いの妥当性について

VPA のチューニングに使用した指数について、調査船による 4 つの加入量指標（資料 A: 補足表 4-1; 補足表 4-2; 補足表 4-3; 補足表 4-4-age1）を利用したという理解で正しいか？ そうであれば、VPA の目的関数（資料 A: p.23 式(7)）の説明で、各々の資源量指標値の重み W_k の親魚量指標値を 10、加入量指標値を 1 にしたと書かれているが、補足表 4-1 の産卵分布調査のみ 10、補足表 4-2, 4-3, 4-4 の仔稚魚および若齢魚を対象とした調査を 1 としたという認識でよろしいか？（各々の具体的な重みの値が分かるように記述してほしい） この認識が正しい場合、各々 10 および 1 の重みを使用した理由は何か？客観的な数値、もしくは理論的な考察に基づくものかどうか、合わせて説明（および記載）してほしい。

私が懸念しているのは、これらの重み W_k ($k=1, 2, 3, 4?$) を変更することにより、各々の加入量調査のチューニングにおける重みを自由に変更することができる、このことは、VPA による年別年齢別推定資源尾数の値を自由に制御できる、ということにもなりかねない。

従って、この点については慎重な検討・検証が必要であり、客観的な設定が求められる。少なくとも、 W_k ($k=1, 2, 3, 4?$) の値を幾つか変更して VPA 計算（感度分析）を行い、結果を比較してみるのが良いのではないか。また、改善策としては、一例だが、4 種類それぞれの加入量指標の自然対数値の観測誤差に対して正規分布を仮定し、最尤法の利用が可能である。スケトウダラ太平洋系群でもこのような対数尤度関数（の最大化）が使用されているが、上記の 4 つの正規分布における各々の分散の逆数で重み付けしていることになる。

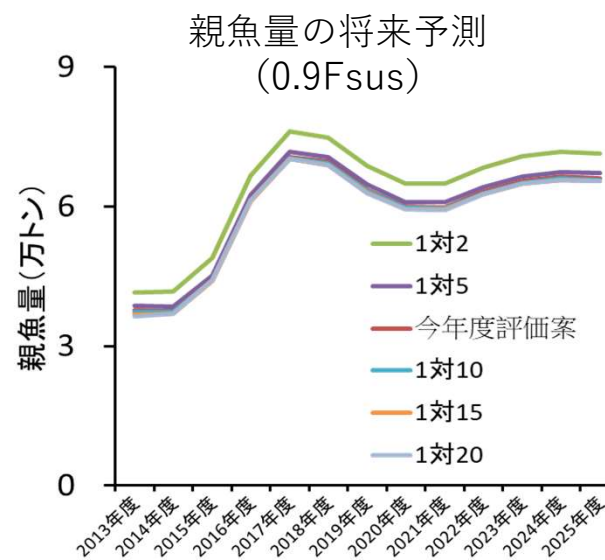
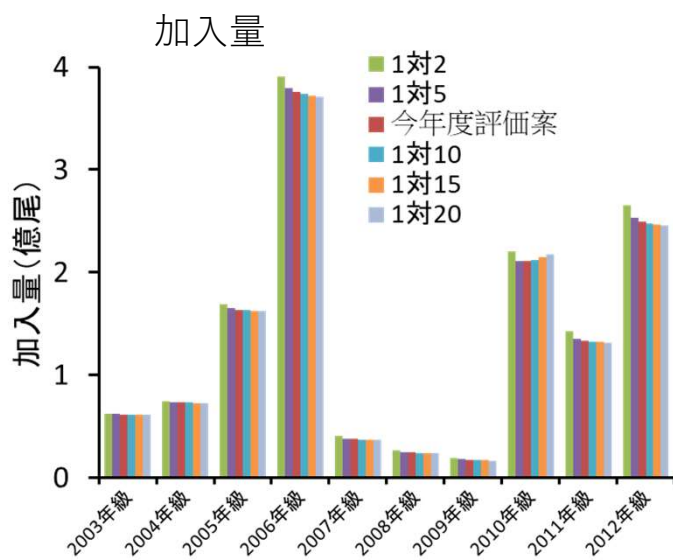
庄野先生からの質問およびコメント_チューニングにおける各指数の重みについて

回答

ご指摘もとてもです。VPA のチューニングに使用した指数は調査船による **3**つの加入量指標（資料 A: 補足表 4-1（親魚量）；補足表 4-2（0歳）；**補足表 4-3の1歳**）です。親魚量だけだったチューニング指数に1歳指数を加えた当初、重みは**8:1**でした。

- ✓ 親魚量が3歳から10+歳の8つの年齢で構成されるのに対して、加入量は2歳の1つの年齢で構成される
- ✓ 加入量指数の重みを1で固定して親魚量指数の重みを1~20に変えて加入量、親魚量の将来予測値を比較したところ、親魚量指数の重みが8前後のところまで推定値が安定した

チューニングの重みを変化させた検討（2014年度評価）



庄野先生からの質問およびコメント_チューニングにおける各指数の重みについて

回答（続き）

その後、0歳指数を加えた際に、親魚量指数と加入量（0歳、1歳）指数の対数を取った残差平方和の桁を合わせるためという理由で親魚量指数の重みを現在の10にしました。

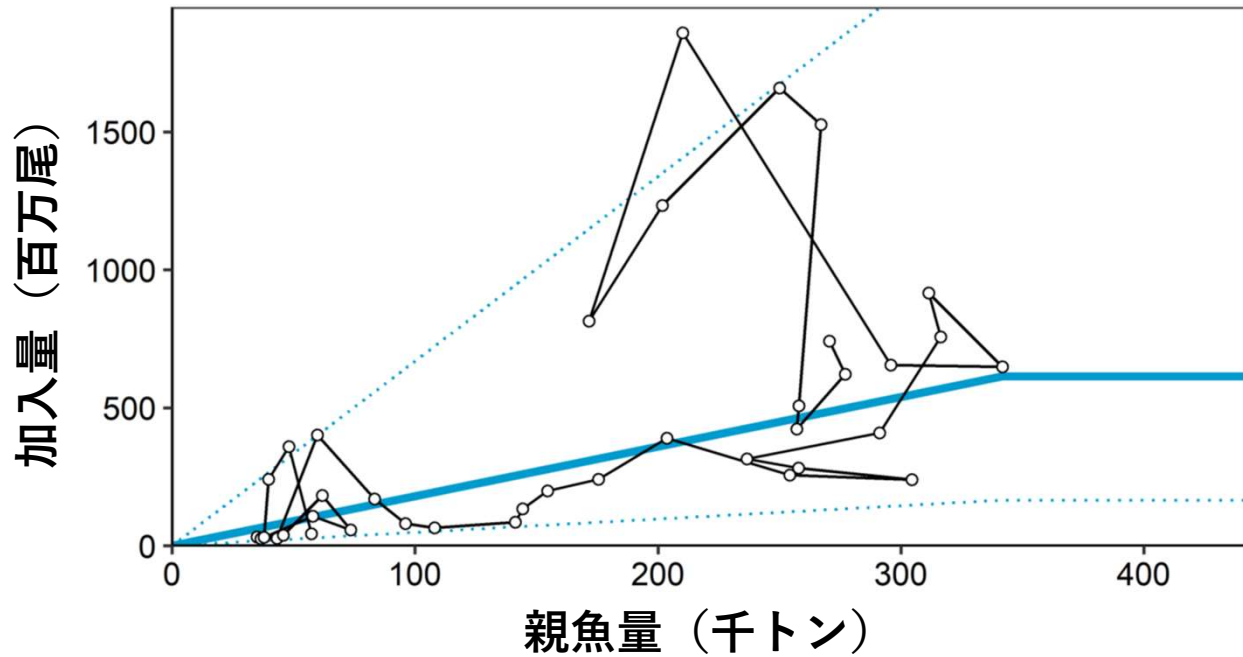
$$(1 - \lambda) \times \sum_k \sum_y \left[W_k \times \left[\ln(I_{k,y}) - \ln(q_k N_y) \right]^2 \right] + \lambda \times \sum_{a=2}^9 (F_{a,Y})^2$$

改善案として挙げて頂いたことに相当すると思いますが、太平洋系群と同じHashimoto et al (2018)の方法で試算する予定です。

Contents

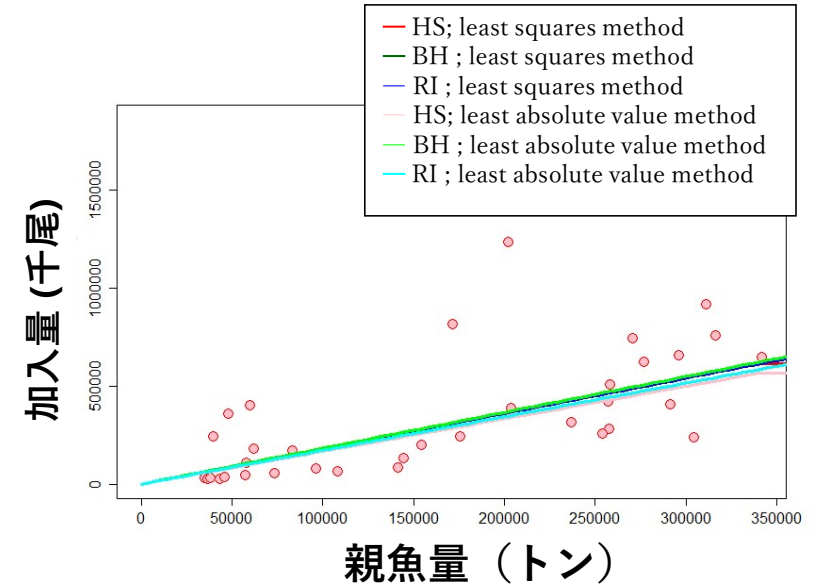
- Biology and Stock assessment
- **Stock-Recruitment Relationships**
- Reference points, Kobe-plot
- Harvest Control Rule, Future projection

再生産関係（1980-2017年級群、2020年度評価結果に基づく）



青線が適用したホッケー・スティック型の再生産関係、
点線は観察データの90%が含まれると推定される範囲を示す

S-R relationship	Optimization method	a	b	S.D.
Hockey stick	Least squares method	1.797	341,743	0.799



親魚量と加入量との間に強い直線の関係が見られ、ホッケー・スティック型、リッカー型、ベバートン・ホルト型のすべての再生産関係式において傾きはほぼ同じ値が推定された

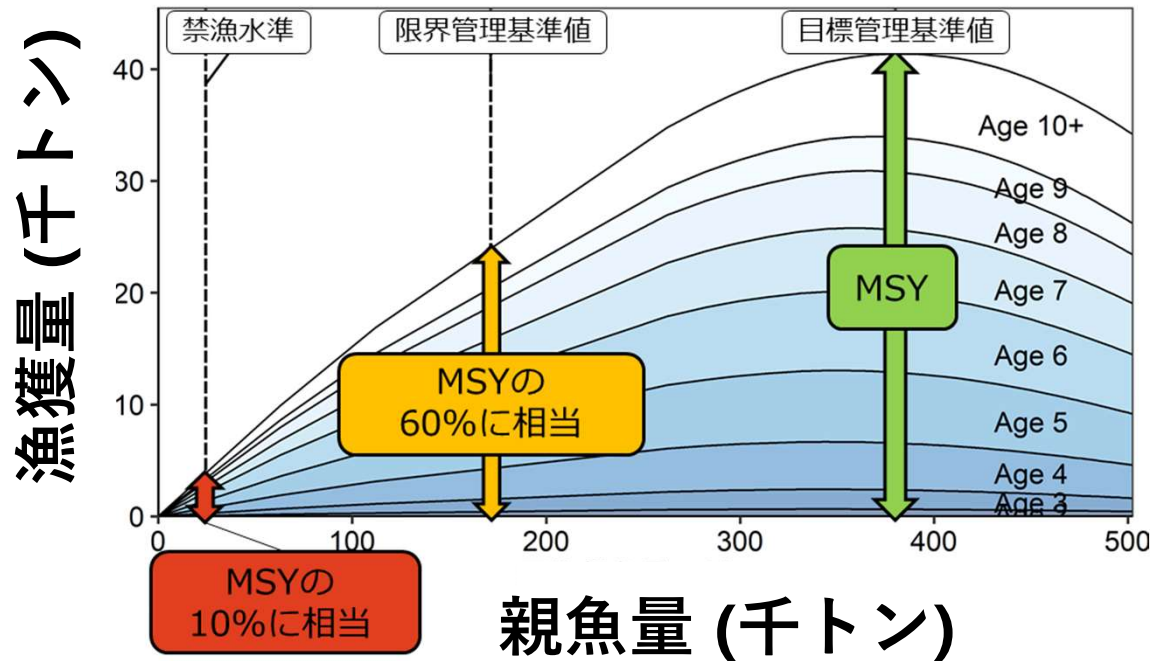
変曲点が観測範囲にない場合、ホッケー・スティック型は親魚量の最大値に変曲点を設定できるため、本系群の再生産関係式はホッケー・スティック型が適していると判断した

Contents

- **Biology and Stock assessment**
Distribution, Maturation, Natural mortality, Catch at age, Stock abundance indices, VPA
- Stock-Recruitment Relationships
- **Reference points, Kobe-plot**
- Harvest Control Rule, Future projection

管理基準値案

(2020年度評価結果に基づく)

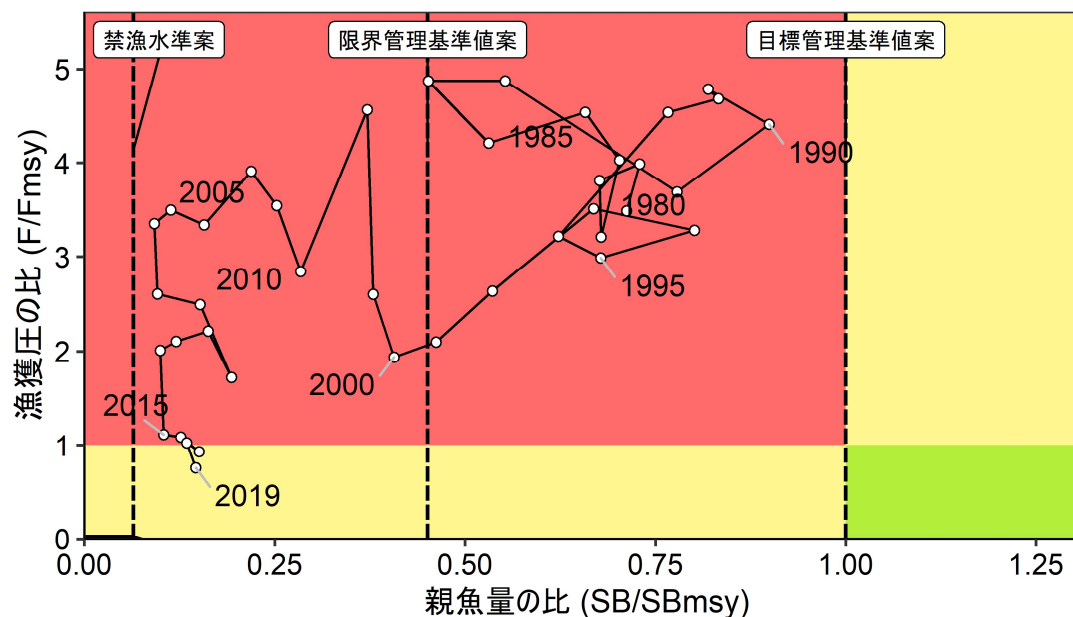


管理基準値案	親魚量 (千トン)
Target (SBmsy)	380
Limit (SB0.6msy)	171
Bban (SB0.1msy)	25

- 様々なF値を変えた場合の平衡状態における親魚量とそれに対する年齢別漁獲量の平均値を示した
- 最大持続生産量を実現する親魚量SBmsyは、ホッケー・スティック型の再生産関係に基づき380千トンと計算された

Kobe plot (2020年度評価結果に基づく)

目標管理基準値案とその時の漁獲圧 F_{msy} を基準とした神戸プロット

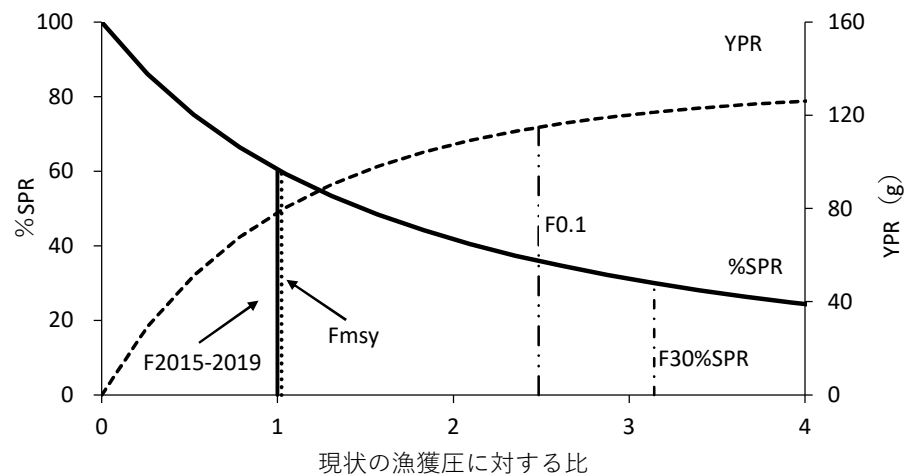


- 近年、管理強化により漁獲圧は大きく減少し、2017、2019年漁期は最大持続生産量 (MSY) を実現する漁獲圧 (F_{msy}) を下回る適切な水準であった。
- 親魚量 (SB) はMSYを実現する親魚量 (SB_{msy}) を大きく下回る状況であるが、2015年漁期以降、増加傾向である。

松石先生からのコメント・質問_Fmsyについて

P8 4.(4) FmsyがF0.1の40%、F30%SPRの30%という極めて低い場所にあります。これは、一般的な資源とは大きく異なる状況だと思います。どのように解釈したら良いでしょうか。これはこの資源の特性ですか、それとも過渡的な状態ですか？

現状の漁獲圧に対するYPRと%SPRの関係
※選択率はFmsyの選択率、Fmsyは2018年度評価結果に基づく



回答

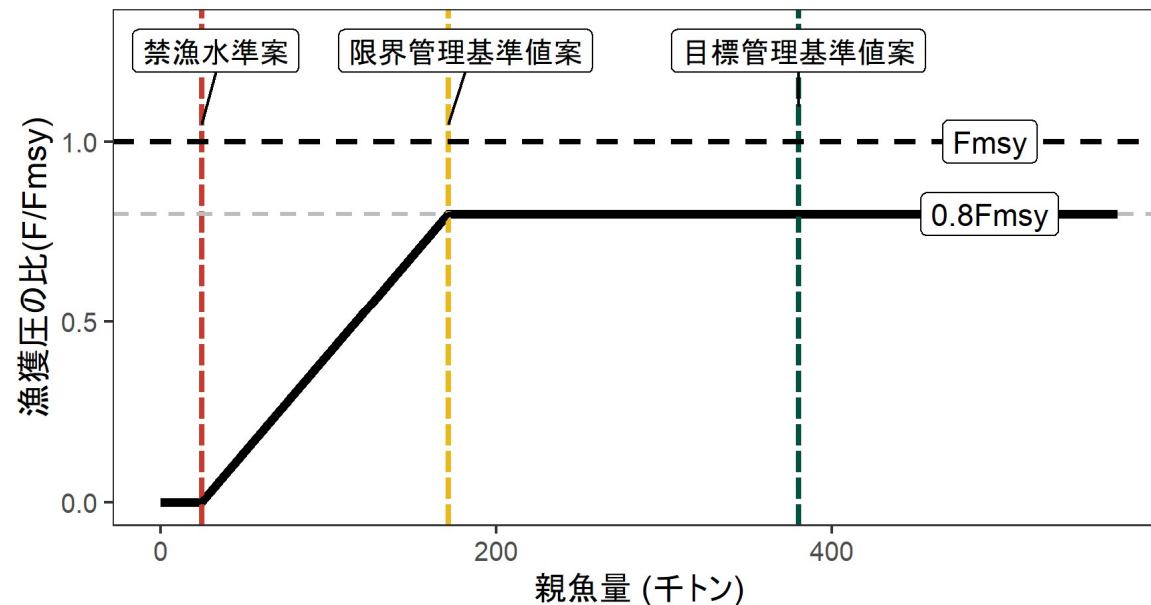
本資源では、計算に用いたパラメタの下で平衡状態の時に最大持続生産量（MSY）を実現する漁獲圧（Fmsy）を%SPR換算すると60%であるということです

Contents

- **Biology and Stock assessment**
Distribution, Maturation, Natural mortality, Catch at age, Stock abundance indices, VPA
- Stock-Recruitment Relationships
- Reference points, Kobe-plot
- **Harvest Control Rule, Future projection**

Proposed HCR (2020年度評価結果に基づく)

When $\beta=0.8$



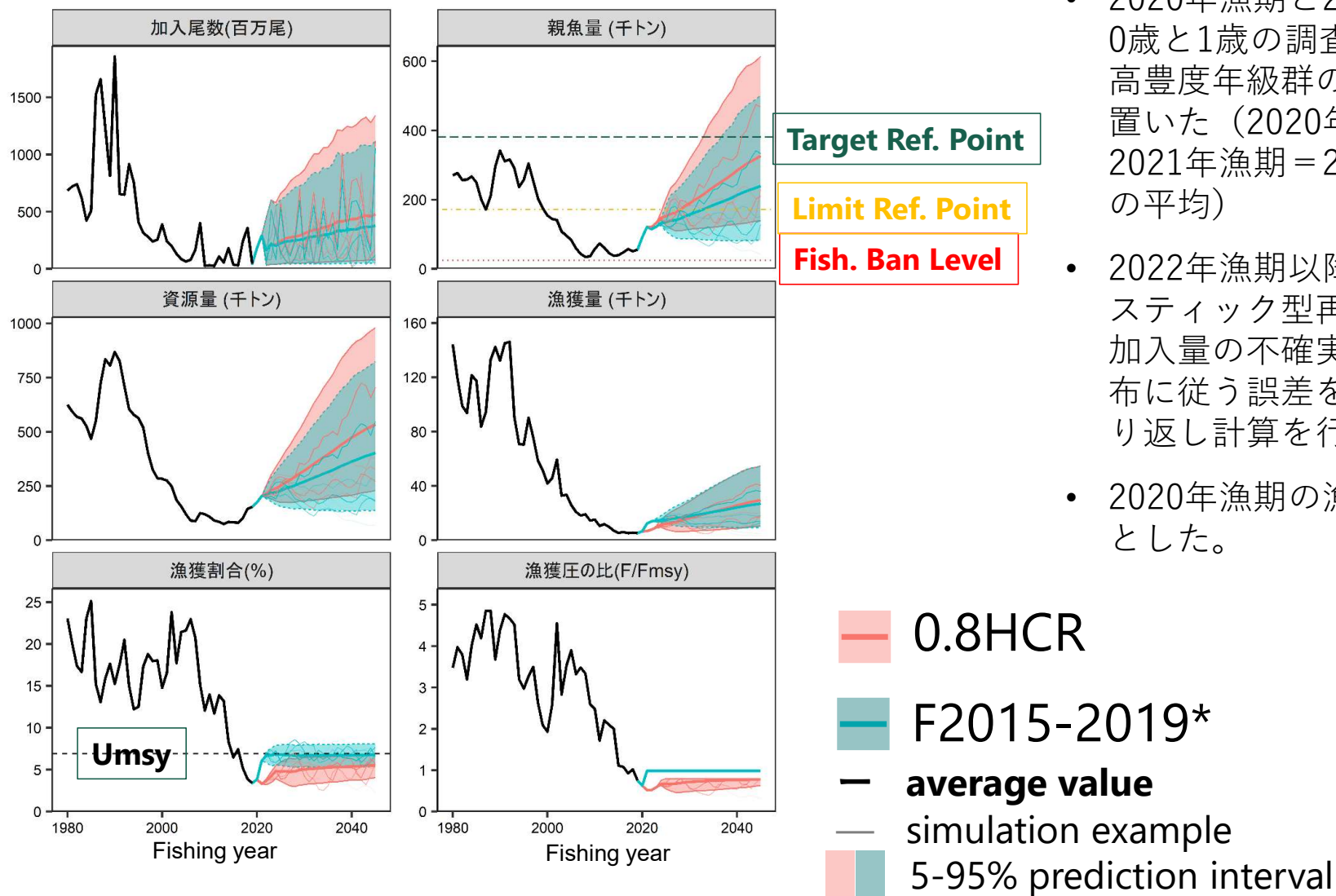
親魚量が限界管理基準値案を下回っている場合、調整係数 β にさらに親魚量に応じた係数 $\gamma(SB_t)$ を掛ける

$$\gamma(SB_t) \times \beta \times F_{msy}$$

$$\gamma(SB_t) = \frac{SB_t - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}}$$

漁獲管理規則案は、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減し、親魚量が限界管理基準値案以上にある場合には、 F_{msy} に調整係数を乗じた値を漁獲圧の上限とする

Future Projection 1



- 2020年漁期と2021年漁期の加入量は、0歳と1歳の調査結果に基づき、過去の高豊度年級群の加入量を使って仮定を置いた（2020年漁期=2014年漁期、2021年漁期=2008年漁期と2014年漁期の平均）
- 2022年漁期以降の加入量は、ホッケースティック型再生産関係から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定して10,000回の繰り返し計算を行った。
- 2020年漁期の漁獲量はTACの6.7千トンとした。

Future Projection 2

親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	12	24
0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	16	31
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	21	39
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	27	49
0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	35	59
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	6	43	69
0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	7	53	78
0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	6	10	61	86
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	12	70	91
0.1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	10	16	78	96
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	13	20	86	98

親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	0	0	0	0	0	2	12	22	25	31	37	43	46	70	82
0.9	0	0	0	0	0	2	14	24	28	35	42	48	51	76	87
0.8	0	0	0	0	0	3	16	28	32	39	48	53	57	82	92
0.7	0	0	0	0	0	3	18	31	36	44	53	59	63	87	95
0.6	0	0	0	0	0	4	21	35	41	49	59	65	69	91	97
0.5	0	0	0	0	0	6	25	39	46	55	65	71	75	94	99
0.4	0	0	0	0	0	7	29	45	52	61	71	76	81	97	99
0.3	0	0	0	0	0	10	35	50	57	67	77	82	86	98	100
0.2	0	0	0	0	0	14	42	58	64	73	82	87	90	99	100
0.1	0	0	0	0	0	21	50	66	70	79	87	91	93	100	100
0	0	0	0	0	0	32	60	73	78	85	91	94	96	100	100

Future Projection 3

親魚量の平均値（千トン）

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	56	92	121	119	131	144	146	152	154	160	168	175	182	246	299
0.9	56	92	121	120	132	146	149	156	158	165	174	182	190	267	330
0.8	56	92	121	120	134	149	152	159	163	170	181	190	199	291	364
0.7	56	92	121	121	135	151	155	163	168	176	188	198	209	318	399
0.6	56	92	121	122	137	154	159	168	173	182	196	208	219	347	437
0.5	56	92	121	123	139	156	162	172	178	189	204	217	231	380	477
0.4	56	92	121	124	140	159	166	177	184	197	213	228	244	415	518
0.3	56	92	121	125	142	162	170	182	191	204	223	240	258	454	560
0.2	56	92	121	126	144	165	174	188	198	213	233	253	273	496	603
0.1	56	92	121	127	146	168	179	194	205	222	245	267	290	541	648
0	56	92	121	127	148	171	184	200	213	232	257	282	309	589	695

漁獲量の平均値（千トン）

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	5.2	6.7	8.8	9.3	11.5	13.9	14.1	15.0	15.6	16.4	17.7	18.6	19.5	28.0	34.4
0.9	5.2	6.7	7.9	8.5	10.7	13.0	13.2	14.2	14.8	15.6	16.9	17.8	18.7	27.7	34.5
0.8	5.2	6.7	7.1	7.7	9.8	12.0	12.2	13.2	13.8	14.6	15.9	16.8	17.8	27.1	34.0
0.7	5.2	6.7	6.2	6.9	8.8	10.9	11.2	12.1	12.7	13.5	14.7	15.7	16.6	26.1	32.9
0.6	5.2	6.7	5.3	6.0	7.8	9.7	10.0	10.9	11.5	12.2	13.4	14.3	15.2	24.7	31.0
0.5	5.2	6.7	4.5	5.1	6.7	8.4	8.7	9.5	10.1	10.8	11.8	12.7	13.5	22.6	28.3
0.4	5.2	6.7	3.6	4.2	5.5	7.0	7.3	8.0	8.5	9.1	10.0	10.8	11.6	19.9	24.7
0.3	5.2	6.7	2.7	3.2	4.3	5.5	5.7	6.3	6.7	7.2	7.9	8.6	9.3	16.4	20.1
0.2	5.2	6.7	1.8	2.2	2.9	3.8	4.0	4.4	4.7	5.1	5.6	6.1	6.6	12.0	14.5
0.1	5.2	6.7	0.9	1.1	1.5	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7	3.0	3.2	3.5	6.5	7.8
0	5.2	6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TACの繰越方法に対する試算・評価

水産庁と道漁連で方法を検討したうえで、繰越の方法（当初TACの何%まで繰越可能か等）に対する試算・評価を行う。

資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会議）での意見：

- TAC種では漁獲枠を超過しないように操業するので、どうしても「獲り残し」が生じる。
- これはABC以下の漁獲となるため、将来予測上、資源には余裕が出来るはず。
- 獲り残した分を、翌年に繰り越せるようにしてほしい。

会議後、水産庁と道漁連からの要請：

- 「当初TAC（ABC）の〇〇%なら翌年に繰り越し出来る」とのルールを作りたい。
- 繰り越しを制度化するにあたり、どの程度の漁獲なら繰り越し可能なのか評価してほしい。

【水研機構で以下のような検討を行う旨を回答】：

- その年の漁獲可能量全体の何%かを獲り残し、翌年に繰り越した場合のリスクを評価する。
- 繰り越し上限を、当初ABC（漁獲管理規則案で予測される漁獲量）の何%にするかで、影響を比較検討する。
- 繰り越しは翌年のみ。

TACの繰越方法に対する試算・評価

★ 2021～2031年漁期の漁獲圧（F値）がFmsyを上回るかについて検討。

獲り残し割合（0～30%）と調整係数 β の条件（0.6～1.0）とでの組み合わせ

a) 繰り越し上限：当初値の5%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	9	23	23	24	25	26	27
0.9	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0

b) 繰り越し上限：当初値の10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	9	23	27	28	28	29	30
0.9	0	0	1	1	1	1	1
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0

c) 繰り越し上限：当初値の15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	9	23	27	31	32	33	34
0.9	0	0	1	22	23	24	24
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0

d) 繰り越し上限：当初値の20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	9	23	27	31	37	38	39
0.9	0	0	1	22	28	28	29
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0

e) 繰り越し上限：当初値の25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	9	23	27	31	37	45	46
0.9	0	0	1	22	28	32	32
0.8	0	0	0	0	0	9	9
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0

f) 繰り越し上限：当初値の30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	9	23	27	31	37	45	59
0.9	0	0	1	22	28	32	36
0.8	0	0	0	0	0	9	23
0.7	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0

- 漁獲管理規則案の調整係数 β 次第では、繰り越し上限によっては漁獲圧がFmsyを上回る。
- 漁獲圧がFmsyを上回ることを防ぐには、 β が0.9以下の場合は、繰り越し上限を当初値の5%まで、 β が0.8以下の場合は、当初値の20%までにする必要がある

庄野先生からの質問およびコメント

7. 将来予測に使用された手法および予測結果の妥当性について

補足表 10-1（資料 A-p.68）の最尤法でない場合に c-AIC の値が記載されている可能性がある。この問題はスケトウダラ太平洋系群ピア・レビューレポート第 7 節を参照されたい。

次に、スケトウダラ日本海系群と同太平洋系群を合わせて、繰り越しや獲り残しを行う場合の影響評価シミュレーションについてコメントしたい。まず、毎年の漁獲可能量だが、漁業管理規則案に基づき $\beta * F_{msy}$ に対応する漁獲重量（資料B-表 A.3 の年齢別選択率使用）という理解で正しいか？関連して、SBtarget, SBlimit, SBban は各々 SBmsy, SB0.6msy, SB0.1msy とのことだが、これは魚種・系群毎に設定し、資源評価結果に合わせて更新されるのか？

検討項目 D（資料 B）での極端な獲り残しを行う場合の影響評価で、奇数年に獲り残し（0~30%）偶数年に繰り越しを行うというシナリオは現実的か？両者に数年のタイムラグが起こりうるのが自然ではないか？上記よりもランダム変化の方が獲り残し割合の範囲を広く設定している（0-40%）のはなぜか？ランダム変化での一様分布（0-40%）は三角形分布の方が良いのではないか？繰り越し上限の設定は安全係数 β のみならず実際の漁獲能力にも依存するため、この要素も含めるべきではないか？可能な範囲で検討をお願いしたい。

回答（太字下線部分）

本系群のSBtarget、SBlimit、SBbanおよび漁獲管理規則は、令和2年12月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て定められました（次スライド参照）。毎年のABCは、漁業管理規則に基づき、 $\gamma(SB_t) * \beta (=0.9) * F_{msy}$ に対応する漁獲重量（資料B-表 A.3 の年齢別選択率使用）で算定されます。なお、管理基準値および漁獲管理規則は魚種、系群ごとに設定され、原則として5年に1回更新されます。

※ $\gamma(SB_t)$ を掛けるのは親魚量が限界管理基準値を下回っている場合

資源管理基本方針に定められた漁獲シナリオ

スケトウダラ 日本海北部系群（資源再建計画対象）

目標管理基準値	38.0万トン 最大持続生産量MSYを 実現する親魚量	漁獲 シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> • 親魚量が2031年漁期に少なくとも50%の確率で暫定管理基準値を上回るように漁獲圧を調整する（資源再建計画*）。 • 親魚量が2041年漁期に少なくとも50%の確率で目標管理基準値を上回るように、資源再建計画の達成状況等を踏まえて、漁獲シナリオの検討を進める。 • 漁獲管理規則($\beta=0.9$) から定められる漁獲圧と当該年の資源量に基づきABCを算出し、TACはこれを超えない値とする。
限界管理基準値 = 暫定管理基準値	17.1万トン MSYの60%が得られる 親魚量	備考	<ul style="list-style-type: none"> • 漁獲可能量の未利用分については管理年当初の漁獲可能量の合計の5%を上限に翌管理年に繰り越し、数量明示区分ごとの未利用分の数量比率を用いて比例配分する。 <p>* 2019年の親魚量が限界管理基準値以下にあるため、資源再建計画の対象種である。目標管理基準値までの回復は10年間では達成不可能であるため暫定管理基準値を設定する。資源再建計画は、少なくとも2年ごとに達成状況を検証し必要な見直しを行う。</p> <p>※ 第107回水産政策審議会資料・資源管理基本方針に基づき作成</p>
禁漁水準	2.5万トン MSYの10%が得られる 親魚量		

庄野先生からの質問およびコメント

7. 将来予測に使用された手法および予測結果の妥当性について

補足表 10-1（資料 A-p.68）の最尤法でない場合に c-AIC の値が記載されている可能性がある。この問題はスケトウダラ太平洋系群ピア・レビューレポート第 7 節を参照されたい。

次に、スケトウダラ日本海系群と同太平洋系群を合わせて、繰り越しや獲り残しを行う場合の影響評価シミュレーションについてコメントしたい。まず、毎年の漁獲可能量だが、漁業管理規則案に基づき $\beta * F_{msy}$ に対応する漁獲重量（資料 B-表 A.3 の年齢別選択率使用）という理解で正しいか？関連して、SBtarget, SBlimit, SBban は各々 SBmsy, SB0.6msy, SB0.1msy とのことだが、これは魚種・系群毎に設定し、資源評価結果に合わせて更新されるのか？

検討項目 D（資料 B）での極端な獲り残しを行う場合の影響評価で、奇数年に獲り残し（0~30%）偶数年に繰り越しを行うというシナリオは現実的か？両者に数年のタイムラグが起こりうるのが自然ではないか？ 上記よりもランダム変化の方が獲り残し割合の範囲を広く設定している（0-40%）のはなぜか？ランダム変化での一様分布（0-40%）は三角形分布の方が良いのではないか？繰り越し上限の設定は安全係数 β のみならず実際の漁獲能力にも依存するため、この要素も含めるべきではないか？可能な範囲で検討をお願いしたい。

回答（太字部分）

先のスライドで説明した経緯により、獲り残し分を翌年に繰り越す、繰り越しは翌年のみという条件で検討しました。

庄野先生からの質問およびコメント

7. 将来予測に使用された手法および予測結果の妥当性について

補足表 10-1（資料 A-p.68）の最尤法でない場合に c-AIC の値が記載されている可能性がある。この問題はスケトウダラ太平洋系群ピア・レビューレポート第 7 節を参照されたい。

次に、スケトウダラ日本海系群と同太平洋系群を合わせて、繰り越しや獲り残しを行う場合の影響評価シミュレーションについてコメントしたい。まず、毎年の漁獲可能量だが、漁業管理規則案に基づき $\beta * F_{msy}$ に対応する漁獲重量（資料 B-表 A.3 の年齢別選択率使用）という理解で正しいか？関連して、SBtarget, SBlimit, SBban は各々 SB_{msy} , $SB_{0.6msy}$, $SB_{0.1msy}$ とのことだが、これは魚種・系群毎に設定し、資源評価結果に合わせて更新されるのか？

検討項目 D（資料 B）での極端な獲り残しを行う場合の影響評価で、奇数年に獲り残し（0~30%）偶数年に繰り越しを行うというシナリオは現実的か？両者に数年のタイムラグが起こりうるのが自然ではないか？**上記よりもランダム変化の方が獲り残し割合の範囲を広く設定している（0-40%）のはなぜか？ランダム変化での一様分布（0-40%）は三角形分布の方が良いのではないか？繰り越し上限の設定は安全係数 β のみならず実際の漁獲能力にも依存するため、この要素も含めるべきではないか？**可能な範囲で検討をお願いしたい。

回答（太字部分）

ランダム変化における獲り残し割合の前提条件（0~40%の範囲でランダムに変化）は2015~2019年漁期の平均獲り残し割合（TAC未消化率、約20%）をもとに設定しました。あくまで仮定の設定であり、感度分析として見て頂くのが適当と思います。分布型や繰り越し上限の設定について頂いたコメントは、次回検討する際の参考にします（確認したい事項あり）。

以下、予備スライド

Age and growth

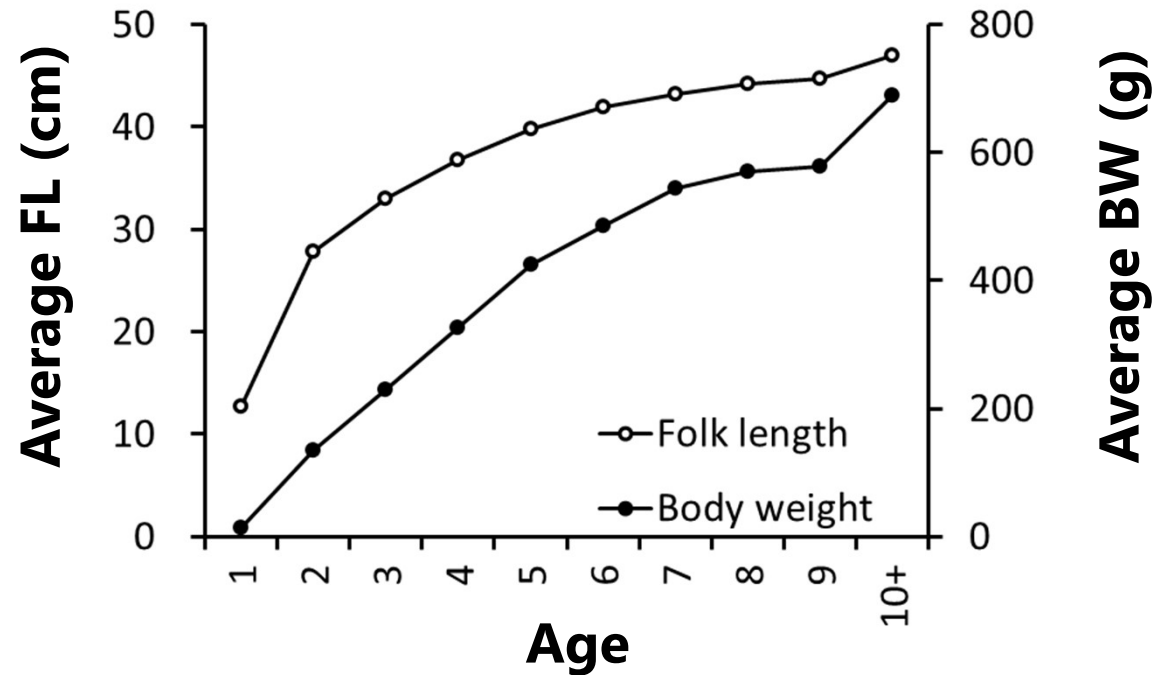
Age 1 : 10-20 cm FL

Age 2 : 25-30 cm FL

Age 3 : 30-35 cm FL, 200 g BW

Age 4 : 35-40 cm FL, 300 g BW

Age 5 and above : >40 cm FL, >400g BW



Response to the comment #02

Offshore bottom trawl fishery

Catch (kg)

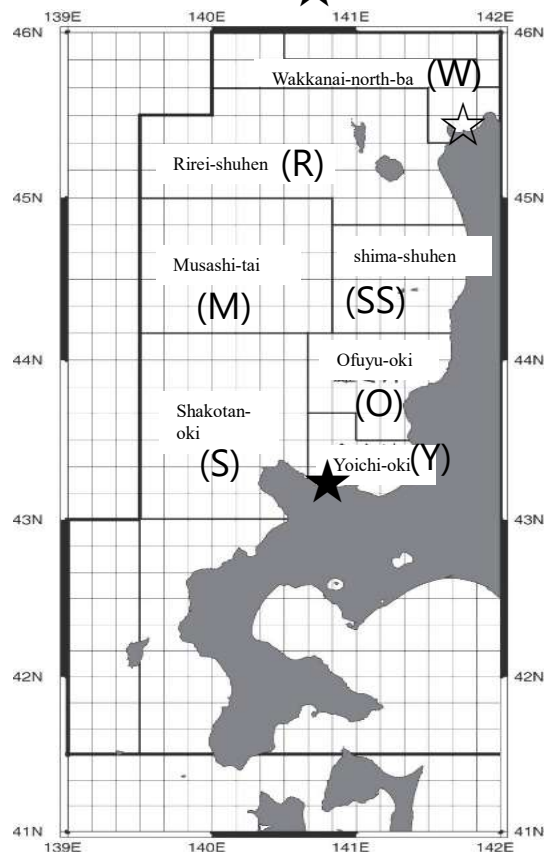
Port

W: Wakkanai ☆

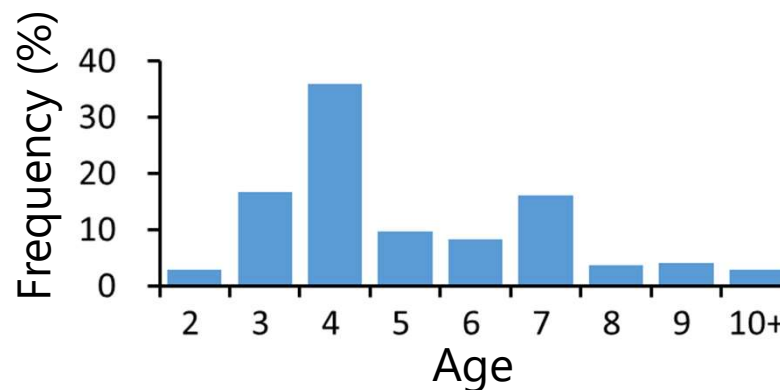
O: Otaru ★

Port /local fishing zone

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Sum
W / W	2122			88					88089	107066	33178	117446	347,989
W / R	18556	83132							978	258845	89987	230920	682,418
W / M		185166						4385			45	48	189,644
W / SS													0
O / SS	295260	76540											371,800
O / O	704830							18270	343460				1,066,560
O / M		72750											72,750
O / S		37140											37,140
Sum	1,020,768	454,728	0	88	0	0	0	22,655	432,527	365,911	123,210	348,414	2,768,301



✓ Age composition of 57~1206 fish

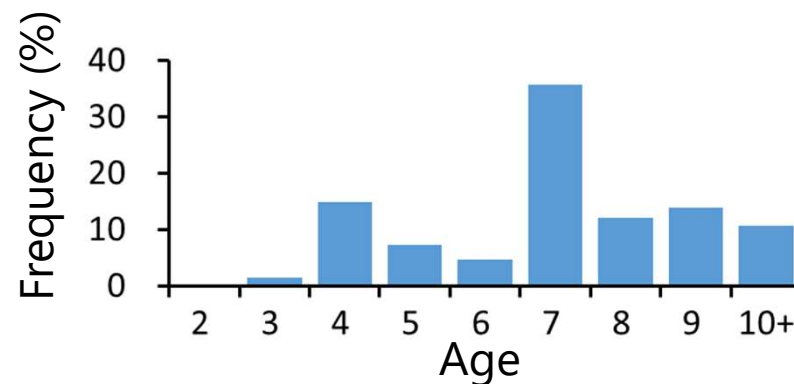


Response to the comment #02

Coastal fishery Gill net, Longline, Shrimp beam trawl, etc. Catch (kg)

North	Area / method	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Sum
		Soya / Gill net etc.	3558.9	41933.4	29641.9	12723.4	6288.9	4059.5	2556	7186.1	3650	15520.4	2744.9	1170.9
Rumoi / Shrimp trawl etc.	22903	4800					11400	10658	14475	9840	19695	5452.5	7047	106,271
Shiribeshi.N/ Gill net etc.	7990	858	165	141	75	527	1606	81888.7	202362.6	236021.9	66145.1	163199.8	760,980	
Shiribeshi.S/ Longline									25130	26505	23955			75,590
Shiribeshi.S/ Gill net etc.	94077.8	3110.2	432.6	297.7	2795.1	466.7	1179.8	181.1	141255.9	352435.2	135586	31262.9	763,081	
Hiyama/ Longline									29989	235649	182985	139779		588,402
Hiyama/ Gill net etc.										3				3
Ohsima/ Gill net etc.													2970	3,105
South	Sum	128,530	50,702	30,300	13,162	9,159	16,453	16,075	158,850	619,266	830,613	349,708	205,651	2,428,466

✓ Age composition of 63~600 fish



Coastal fishery in 2019 fishing year

Length composition

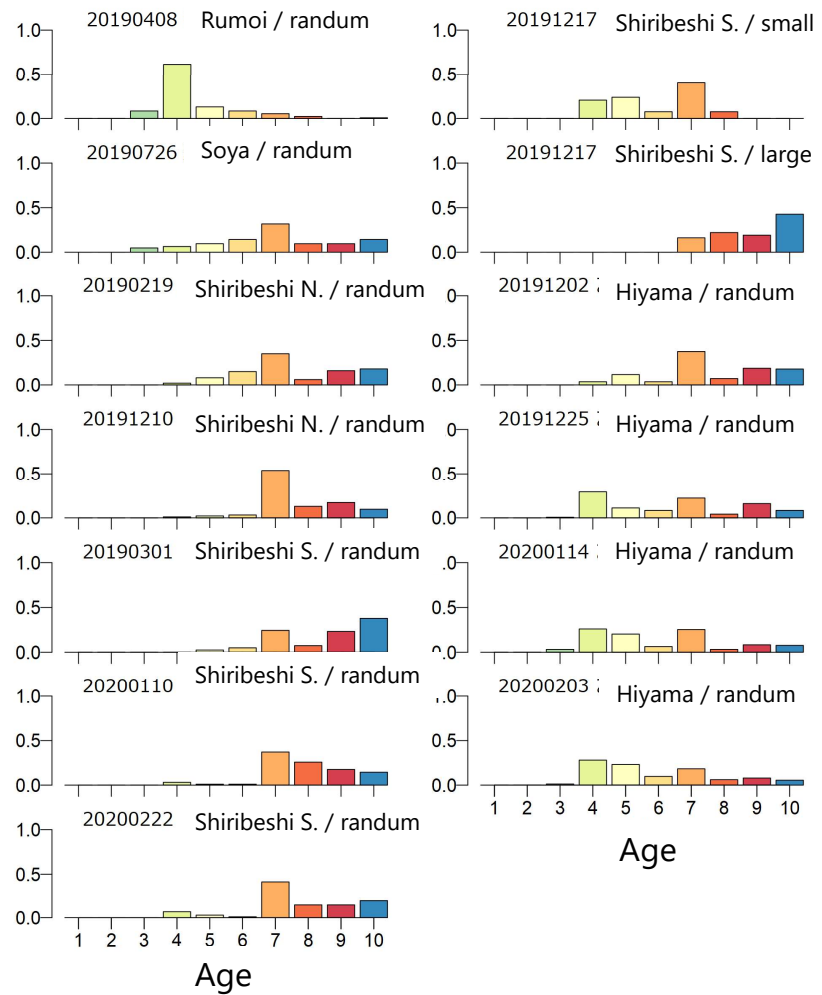
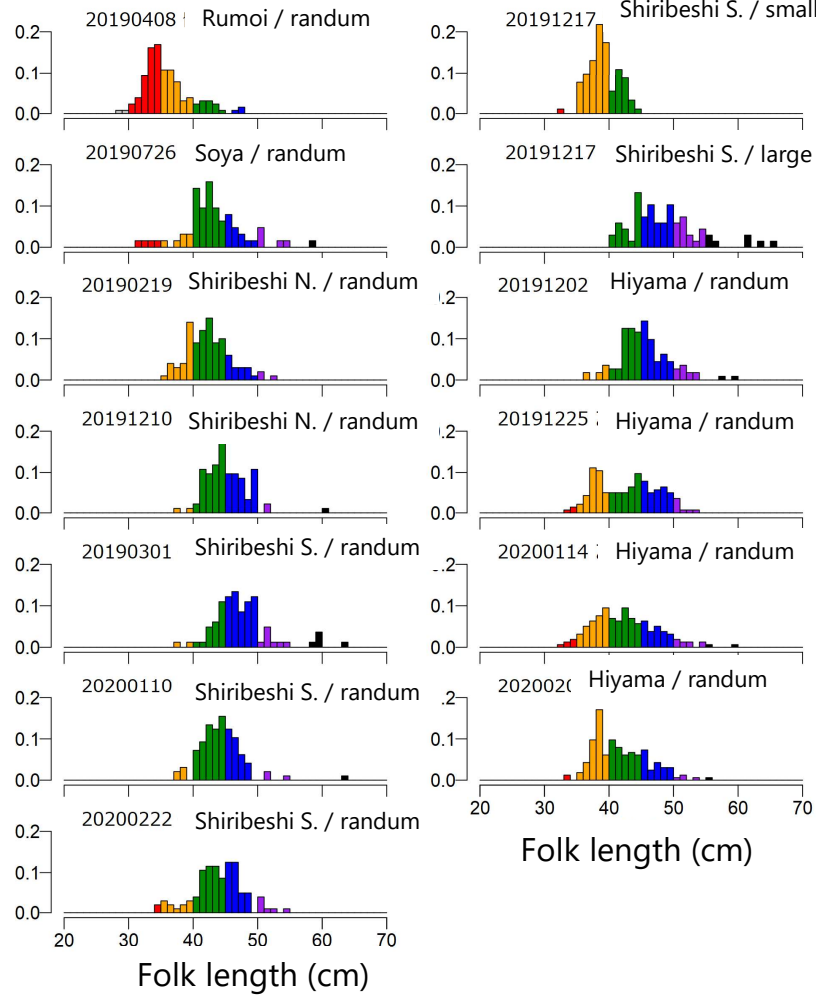
Age composition

Gill net, Shrimp trawl

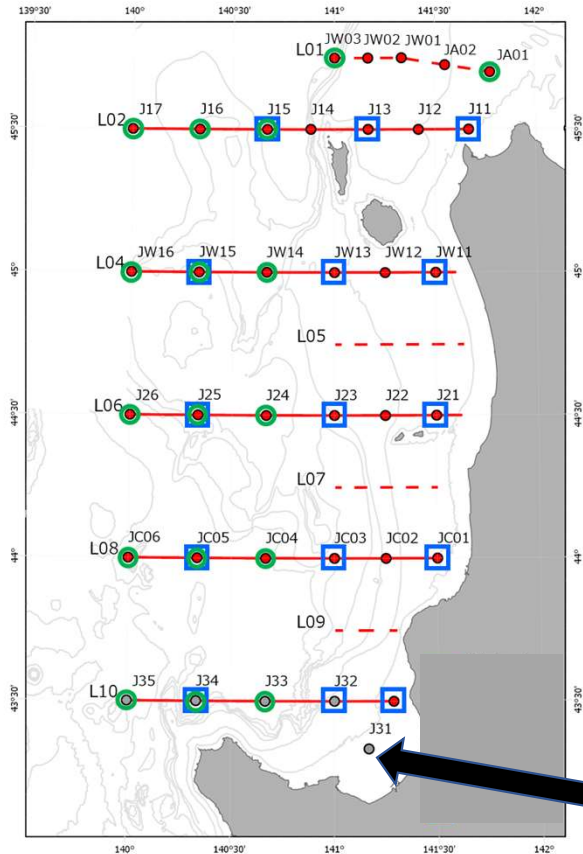
Long line

Gill net, Shrimp trawl

Long line



Age 0 spring (pelagic larvae and juveniles, 10-30 mm SL)



Acoustic survey lines

- Interval: 30 nmi (30 minutes at latitude)
- From 140 degrees east longitude to as close to the coast as possible

Frame trawl (2 × 2 m) surveys

> 1 time for each survey station



- Acoustic survey lines
- Frame trawl survey station

Age 1 summer

Acoustic survey lines

Interval: 15 nmi

Water depth: 100~500 m

Bottom trawl surveys

2~5 times for each area



- Acoustic survey lines
- Bottom trawl survey area

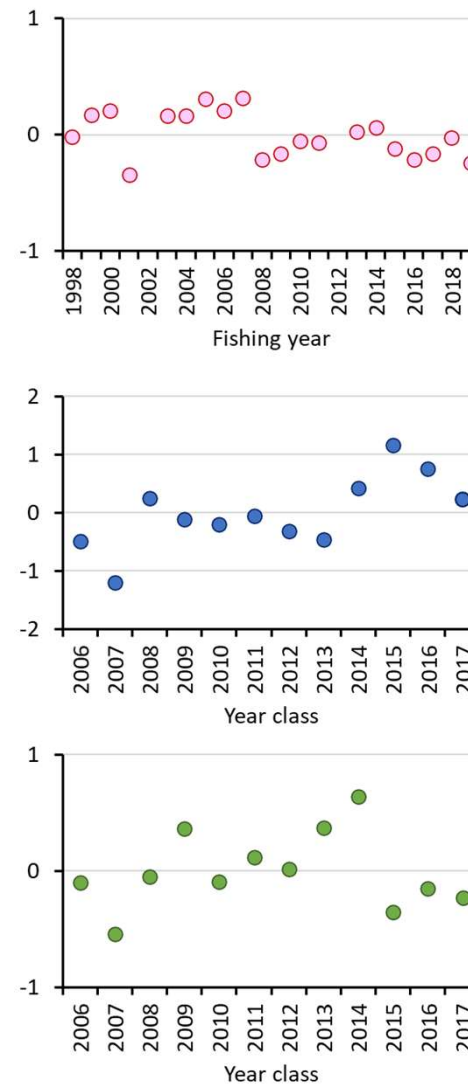
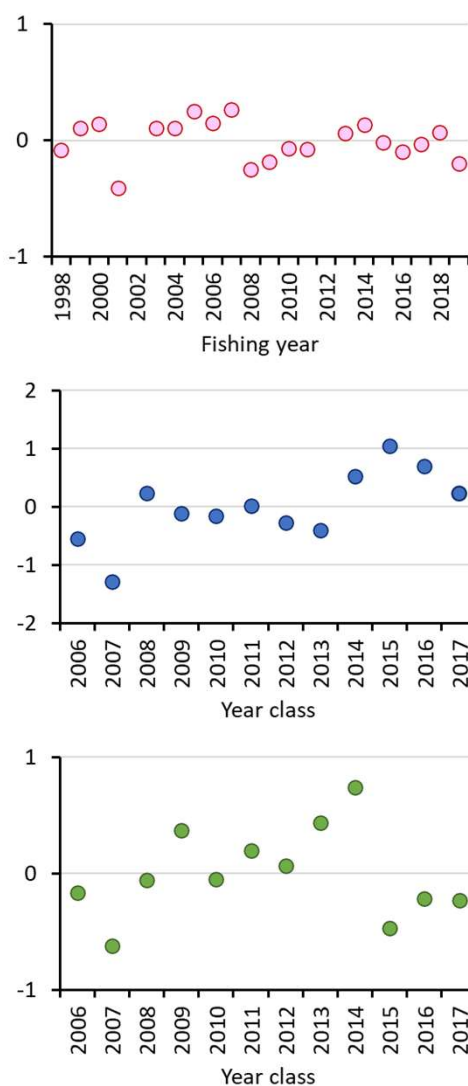
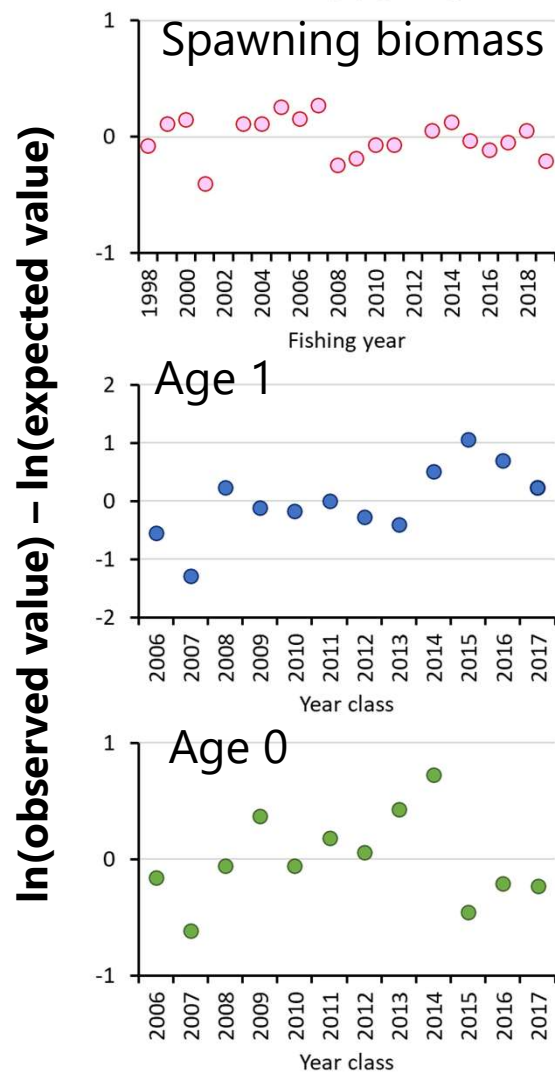
Response to the comment #04

P30, Appendix figure 2-1 modified

$\lambda = 0.878$

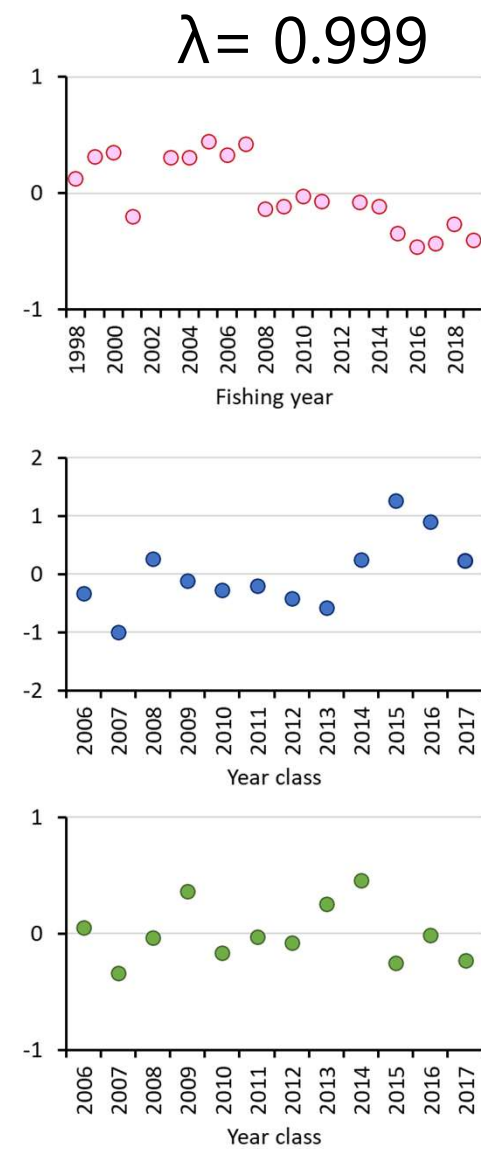
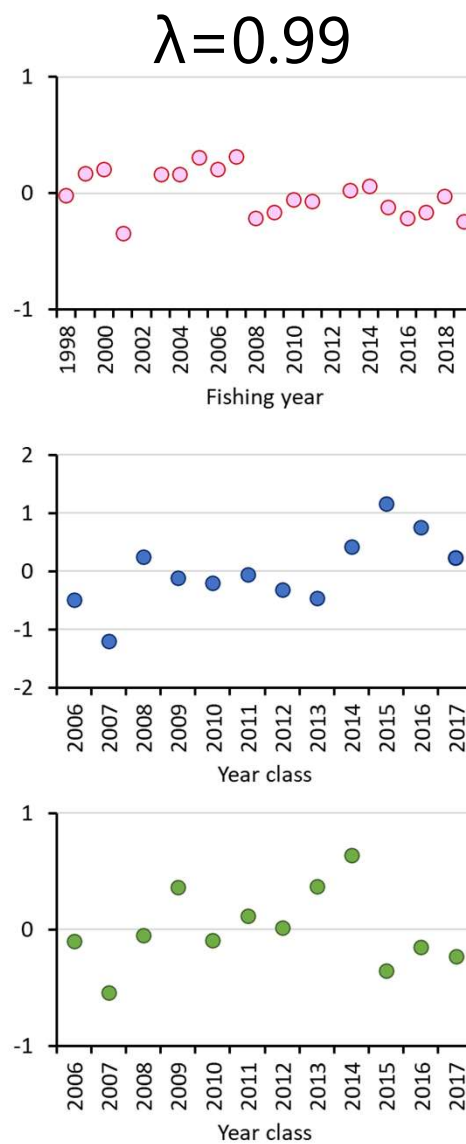
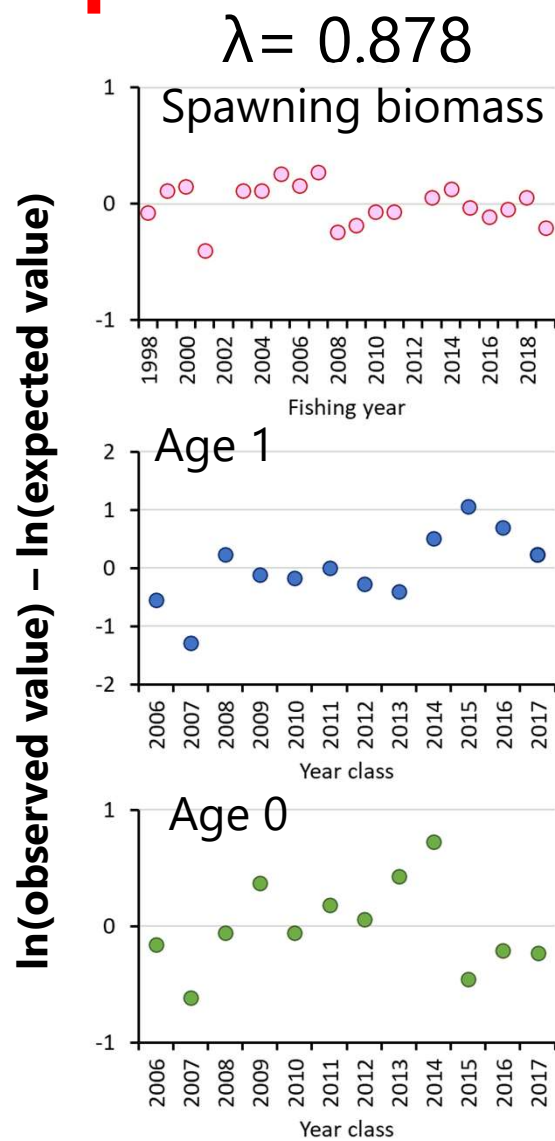
$\lambda = 0$

$\lambda = 0.99$



Response to the comment #04

P30, Appendix figure 2-1 modified

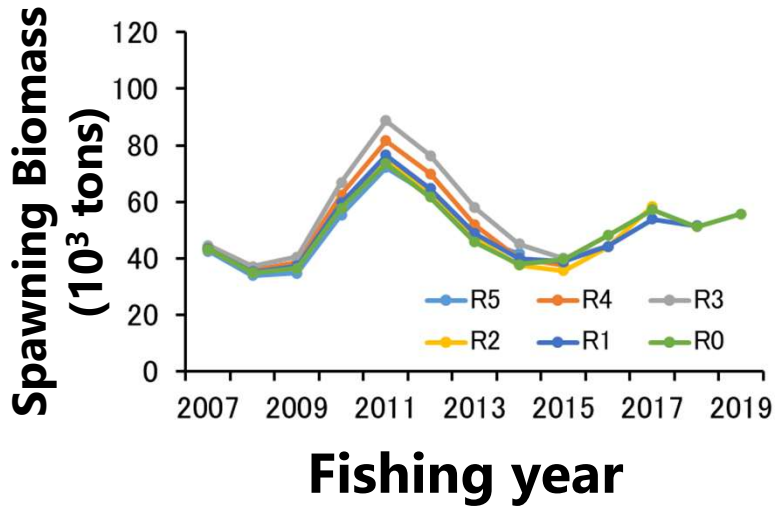


Response to the comment #04

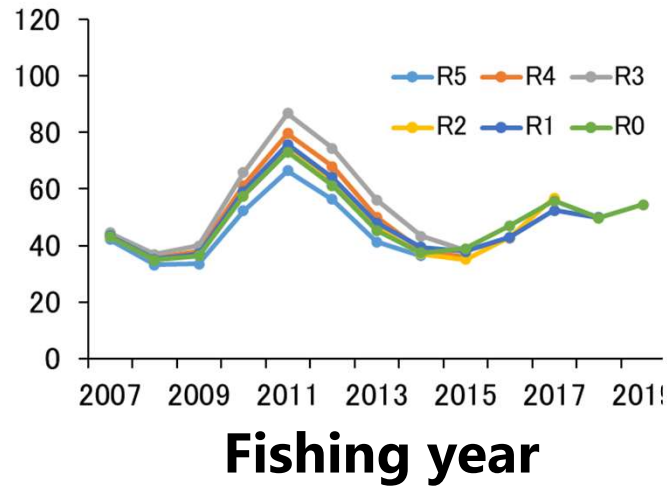
Retrospective pattern of Spawning Biomass

P31, Appendix figure 2-2 modified

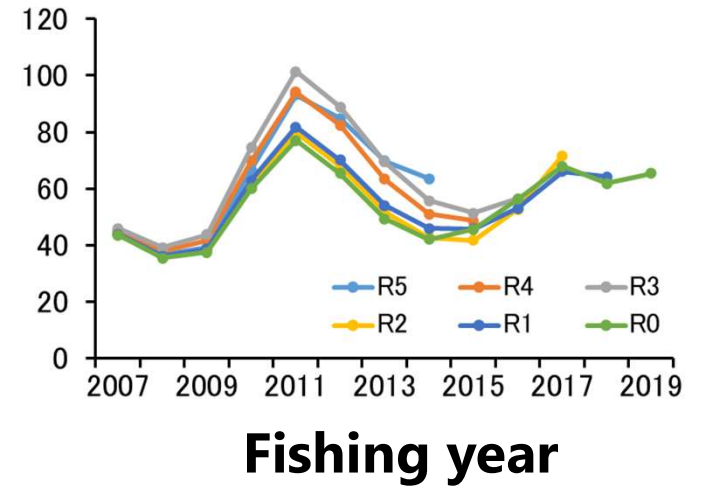
$\lambda = 0.878$



$\lambda = 0$



$\lambda = 0.99$

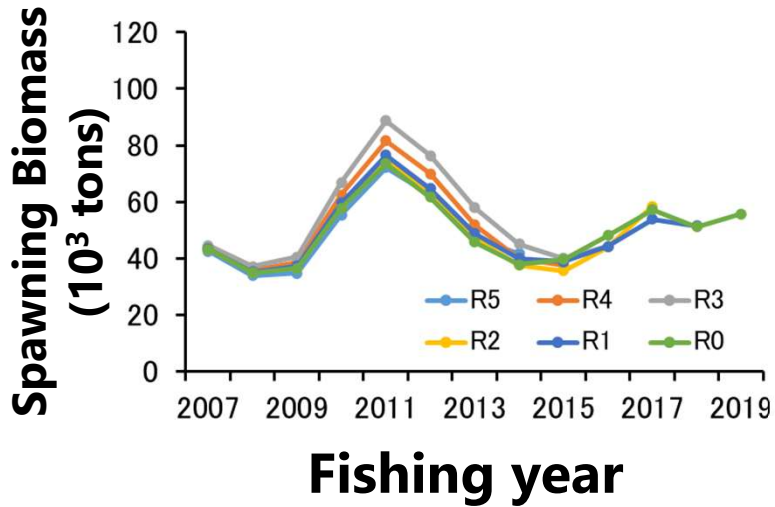


Response to the comment #04

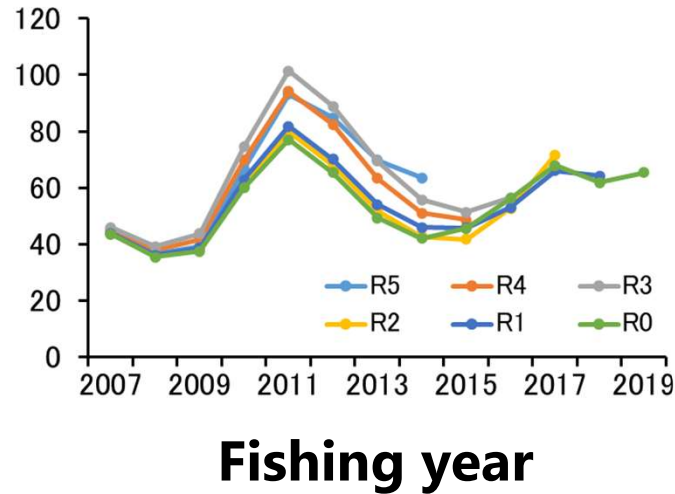
Retrospective pattern of Spawning Biomass

P31, Appendix figure 2-2 modified

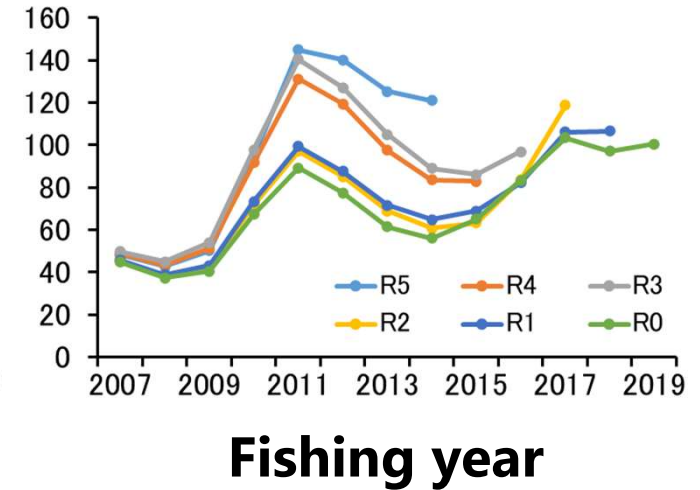
$\lambda = 0.878$



$\lambda = 0.99$



$\lambda = 0.999$

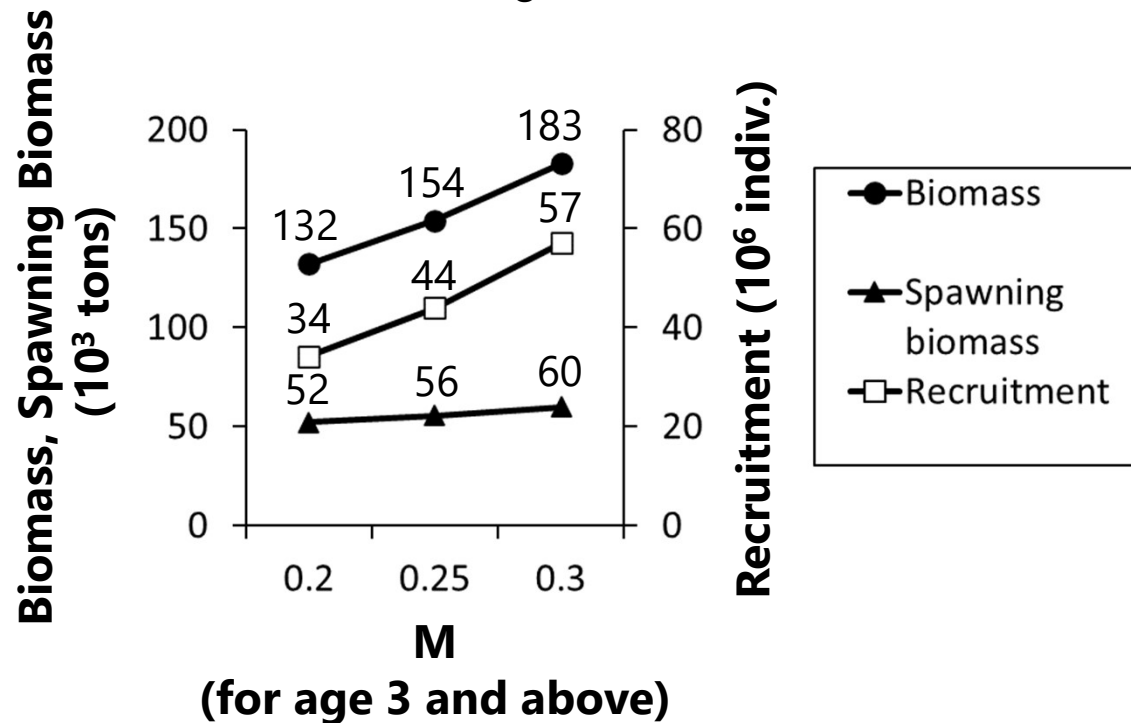


Response to the comments #05 and #08

Sensitivity test of M

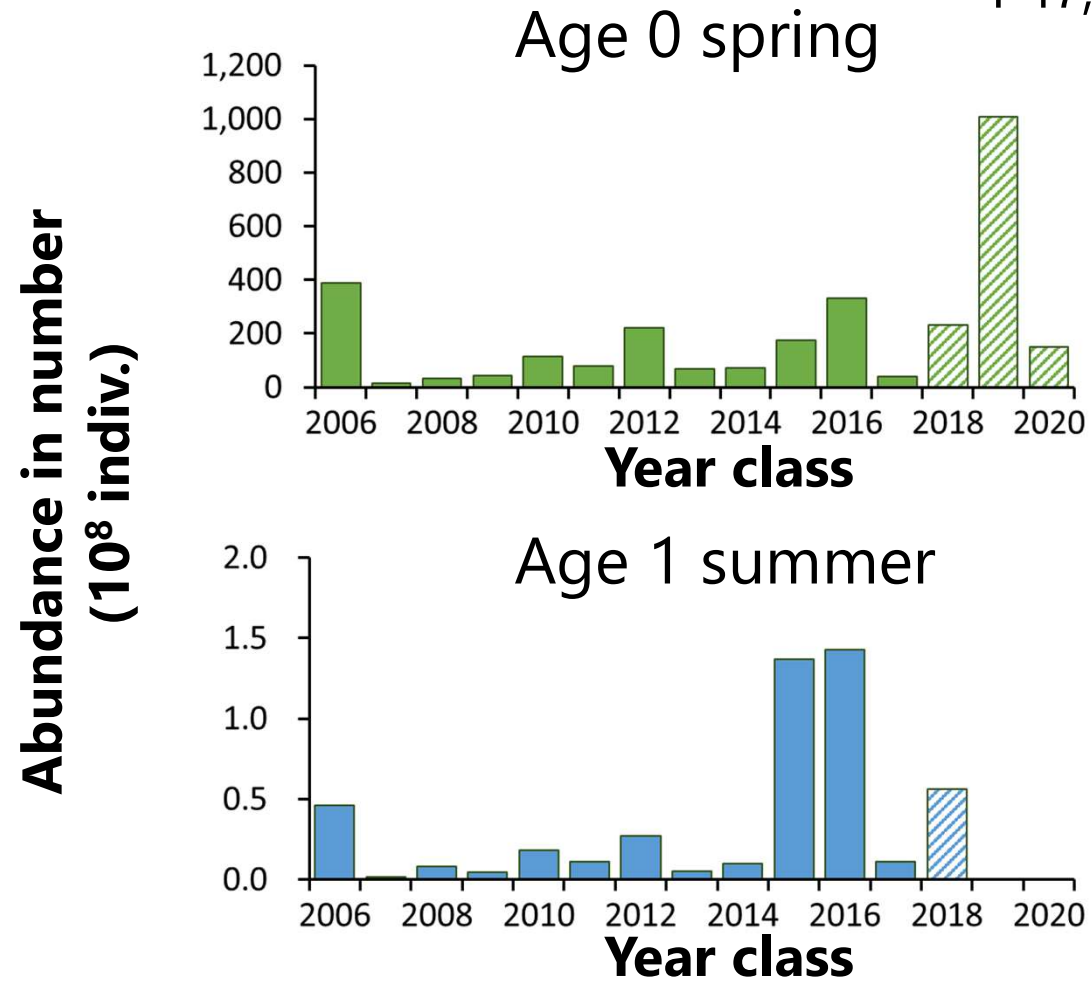
P19, Figure 4-6
modified

Biomass, Spawning biomass, and Recruitment
in the 2019 fishing season



Abundance indices

P45, Appendix table 4-2 &
P47, Appendix table 4-3



TACの繰越方法に対する試算・評価

★ 2031年漁期の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

獲り残し割合 (0~30%) と調整係数 β の条件 (0.6~1.0) とでの組み合わせ

a) 繰り越し上限：当初値の5%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	46	46	47	48	49	50	52
0.9	51	51	52	53	55	56	57
0.8	57	57	58	59	60	61	62
0.7	63	63	64	64	65	66	67
0.6	69	69	69	70	71	72	73

b) 繰り越し上限：当初値の10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	46	46	46	47	48	49	50
0.9	51	51	51	52	53	54	56
0.8	57	57	57	58	59	60	61
0.7	63	63	63	63	64	65	66
0.6	69	69	68	69	70	71	72

c) 繰り越し上限：当初値の15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	46	46	46	45	47	48	49
0.9	51	51	51	51	52	53	54
0.8	57	57	57	57	58	59	60
0.7	63	63	63	62	63	64	65
0.6	69	69	68	68	69	70	71

d) 繰り越し上限：当初値の20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	46	46	46	45	45	46	47
0.9	51	51	51	51	50	52	53
0.8	57	57	57	57	56	57	58
0.7	63	63	63	62	62	63	64
0.6	69	69	68	68	68	69	70

e) 繰り越し上限：当初値の25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	46	46	46	45	45	45	46
0.9	51	51	51	51	50	50	51
0.8	57	57	57	57	56	56	57
0.7	63	63	63	62	62	62	63
0.6	69	69	68	68	68	68	69

f) 繰り越し上限：当初値の30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1.0	46	46	46	45	45	45	45
0.9	51	51	51	51	50	50	50
0.8	57	57	57	57	56	56	56
0.7	63	63	63	62	62	62	62
0.6	69	69	68	68	68	68	68

- 同じ β の条件において、獲り残しなしの場合の確率を上回るものを網掛けした。
- 獲り残し割合が高く、かつ、繰り越し上限が低いと、獲り残し・繰り越しを行わない場合よりも親魚量が限界管理基準値案を上回る確率が高くなる。