
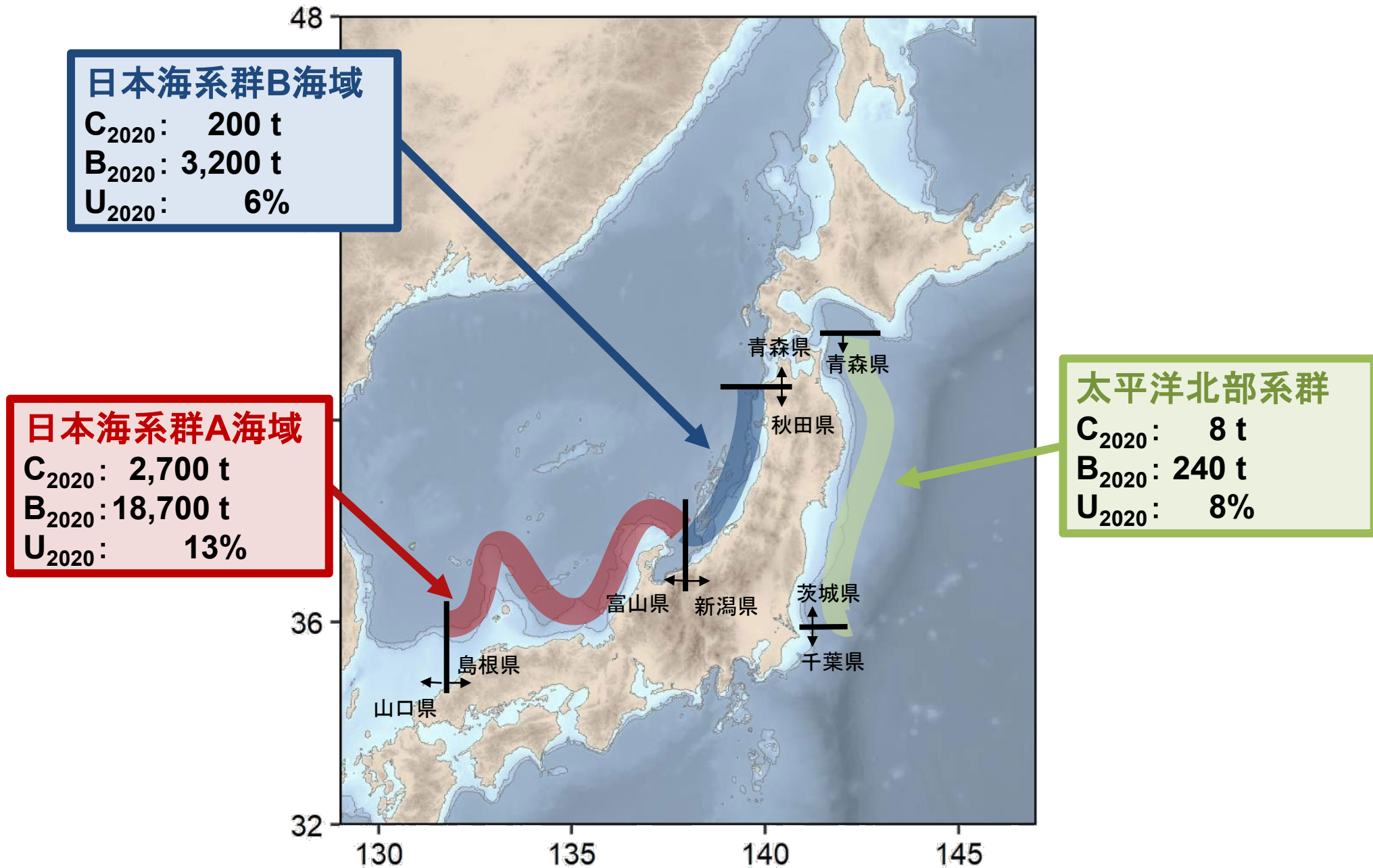


ズワイガニ（3系群）の資源評価について

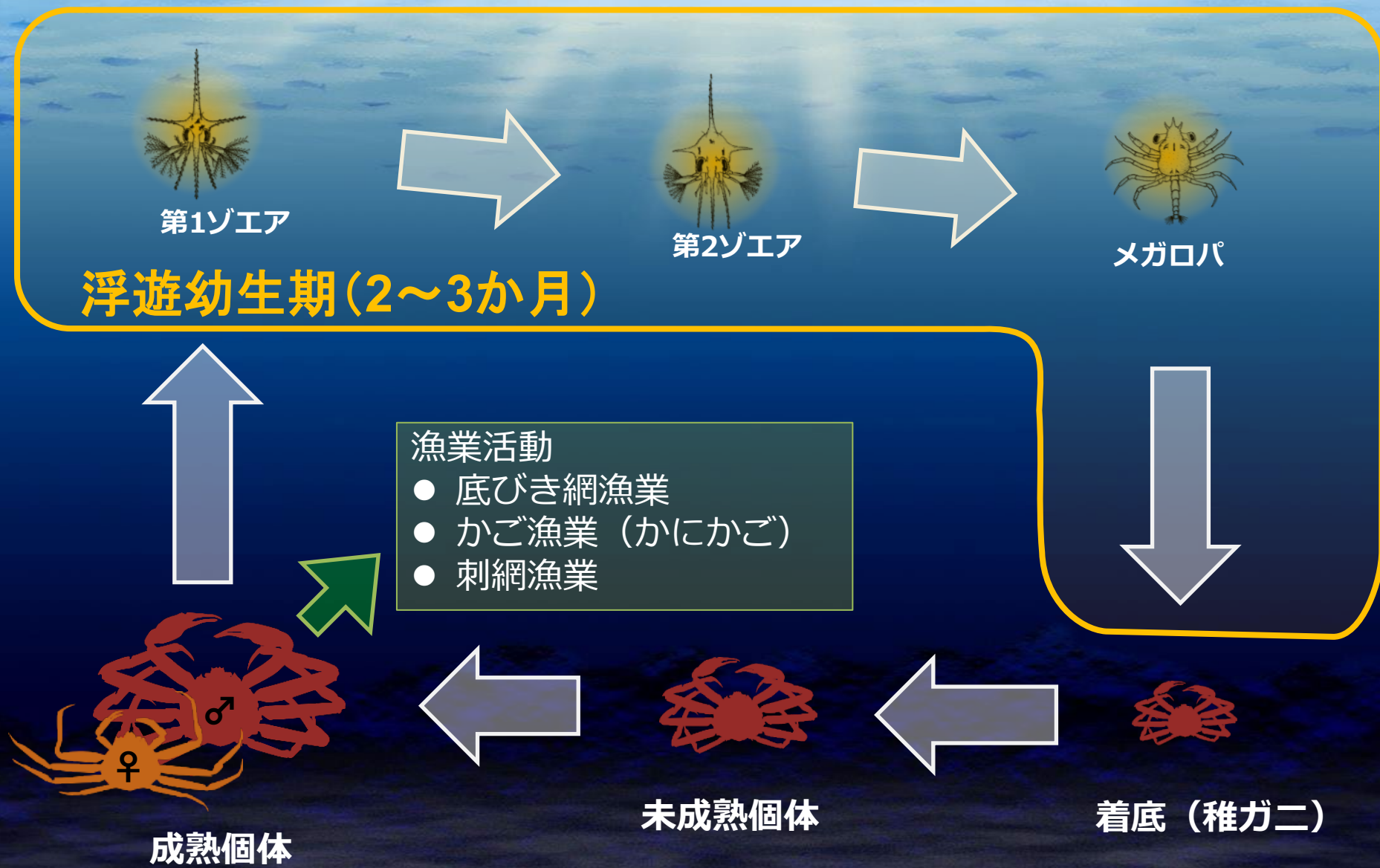


 水産研究・教育機構
水産資源研究所 底魚資源部（新潟）
佐久間啓

各系群の範囲



ズワイガニの生活環



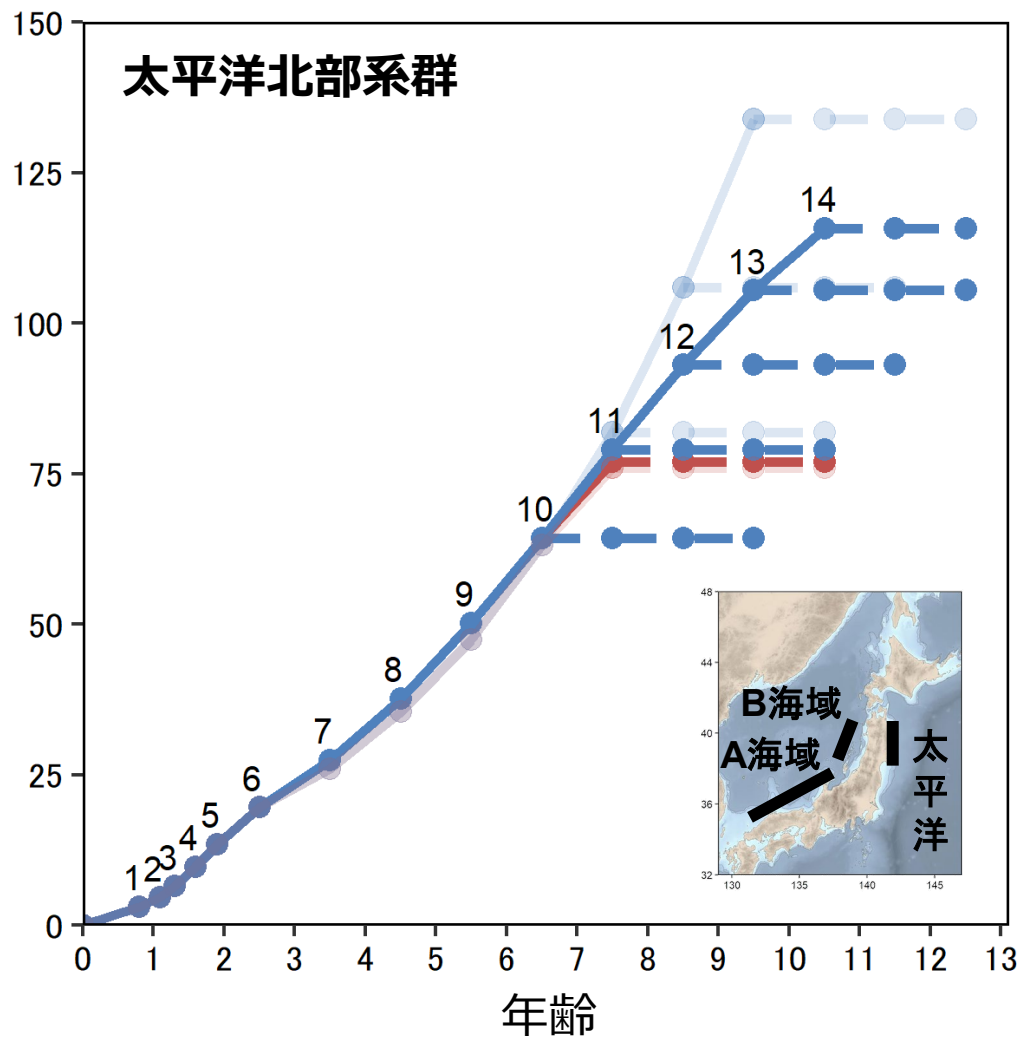
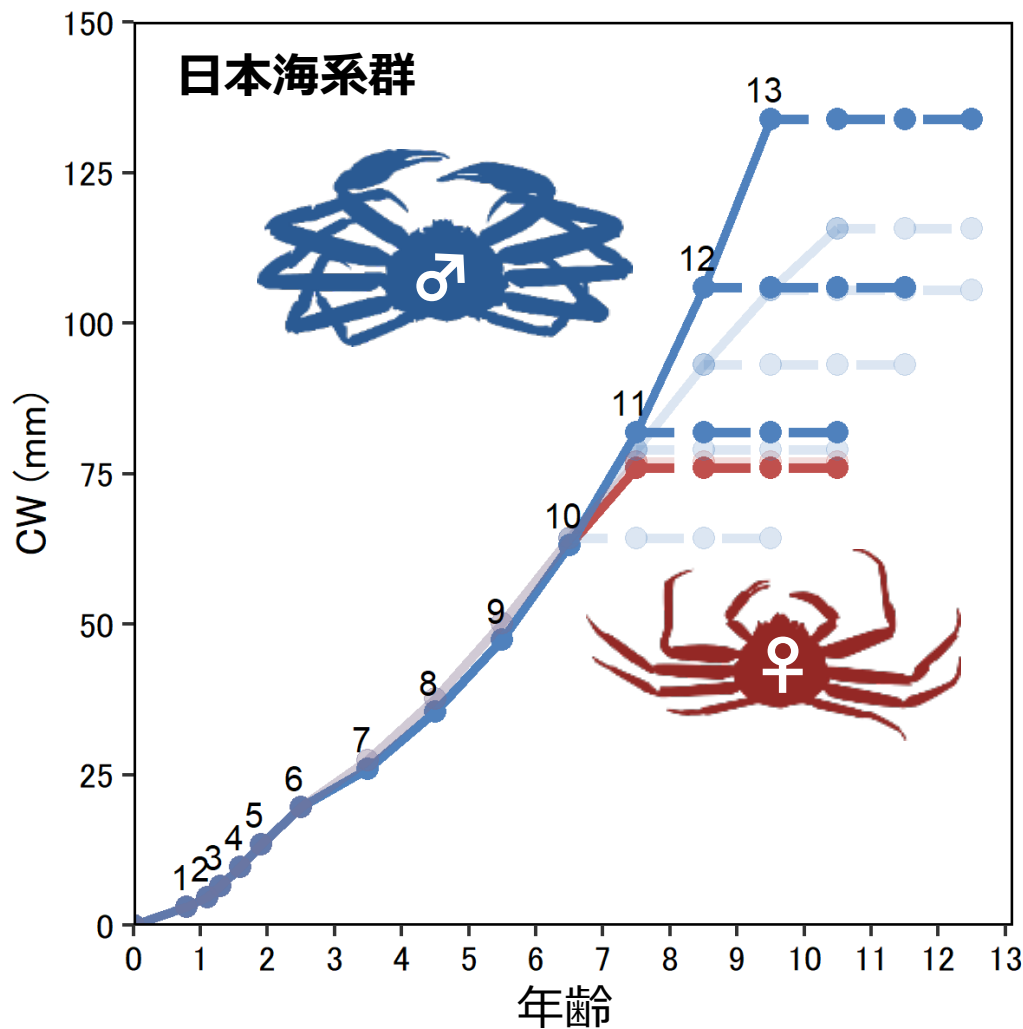
脱皮齡期と年齢・成長



♂ 雄の最終脱皮(成熟脱皮)は日本海で11~13齡, 太平洋で10~14齡

♀ 雌の最終脱皮はいずれの海域でも11齡

♂ 最終脱皮個体の甲幅は同じ齡期だと日本海で大きい



漁獲規制 (省令および自主的規制)



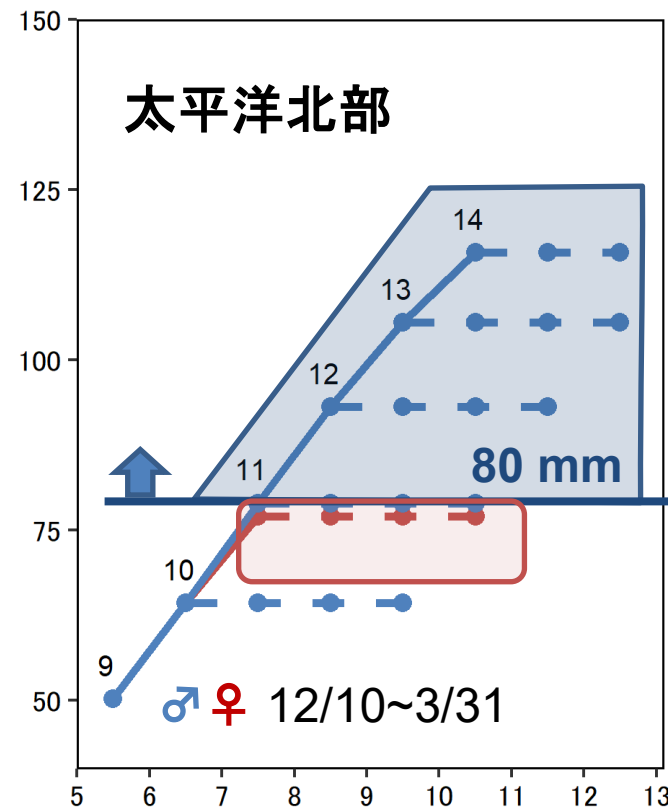
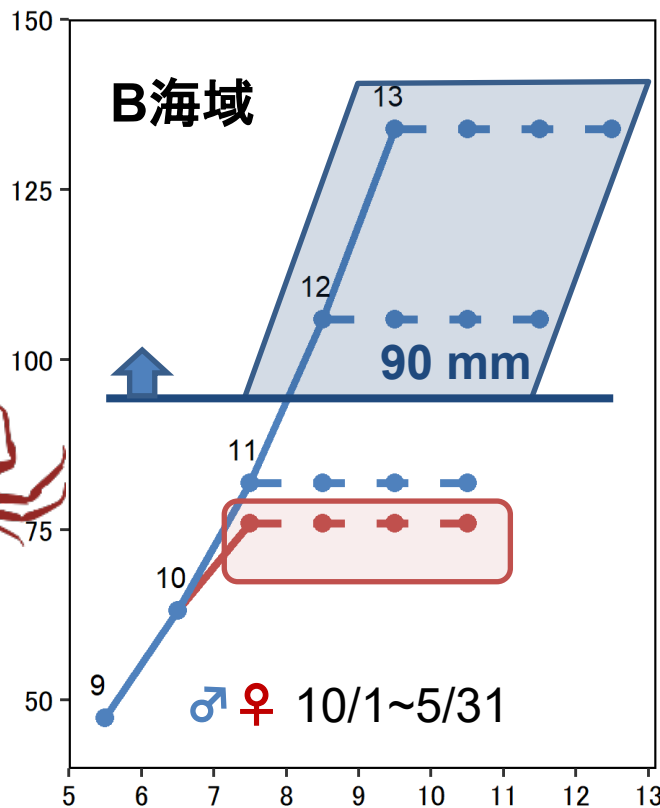
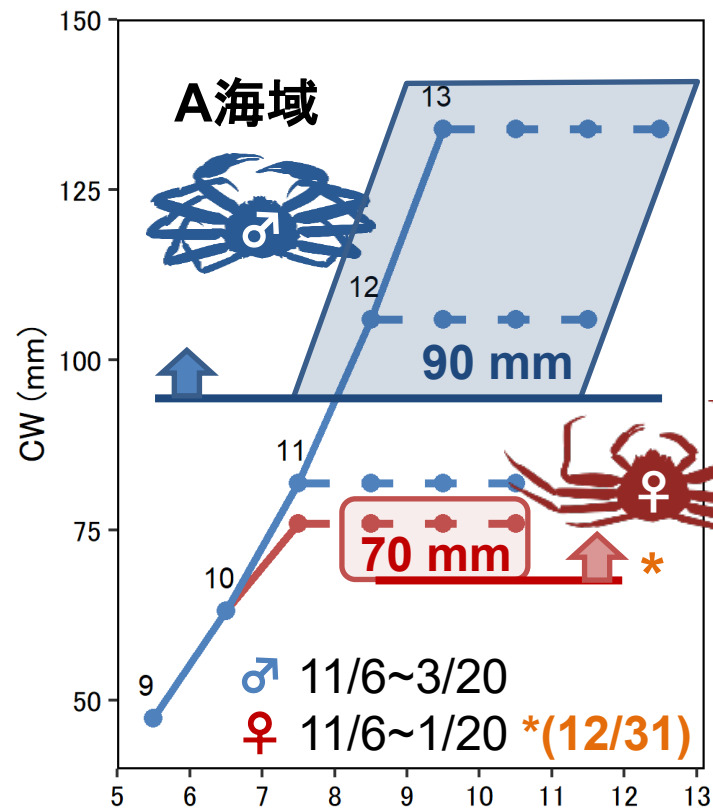
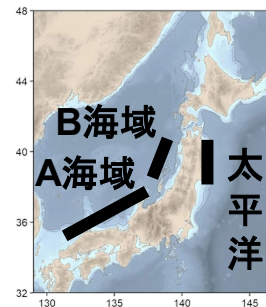
♂ 雄は日本海で90 mm 以上, 太平洋で80 mm 以上

♀ 雌はいずれの海域も成熟個体(最終脱皮後)

♂ ♀ 漁期は3海域・系群で異なる

♂ ♀ 追加の自主的規制(*印)

例) 雌はクロコ>70 mm(日本海)等



年齢

日本海系群A海域

日本海系群B海域

太平洋北部系群

着底トロール



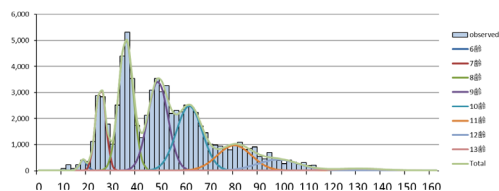
かにかご



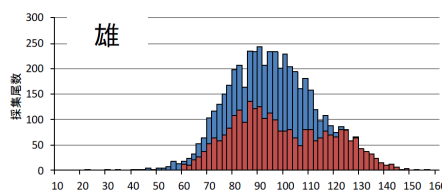
着底トロール



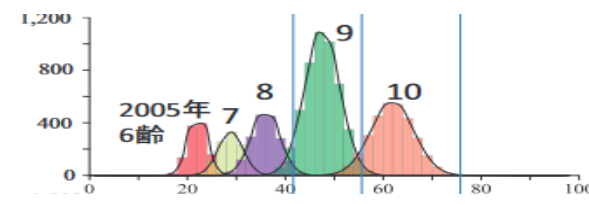
甲幅組成-> 齢期別資源尾数 (混合正規分布モデル)



甲幅組成-> 資源量 (CW>90 mm)



甲幅組成-> 齢期別資源尾数 (切断法)



コホートモデル (Ueda et al., unpubl.)

資源量

管理
基準値

将来
予測

F30%SPR

資源量

将来
予測

SAM (JASAM) (Shibata et al., 2021)

資源量

管理
基準値

将来
予測



日本海系群A海域

日本海系群B海域

太平洋北部系群

着底トロール



かにかご



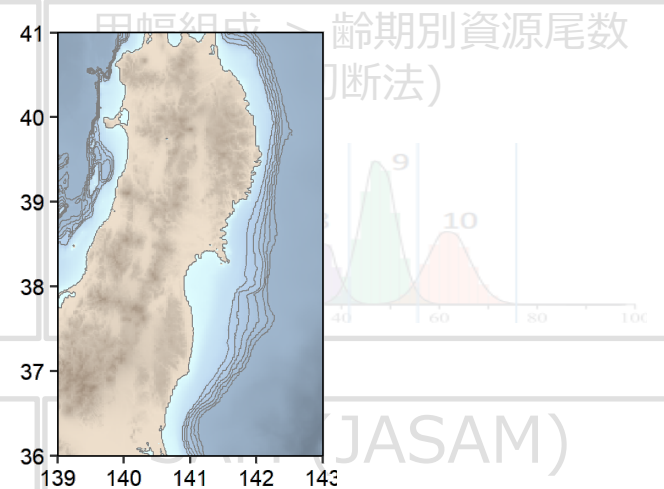
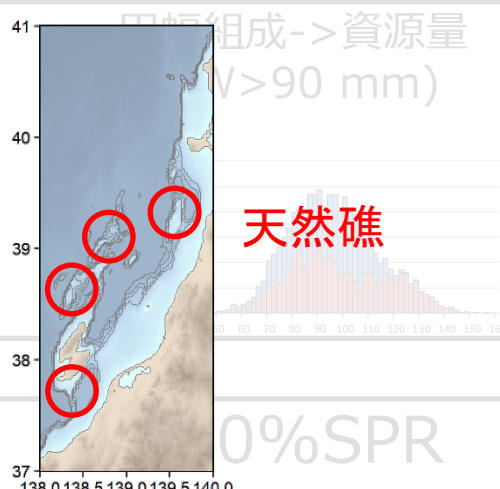
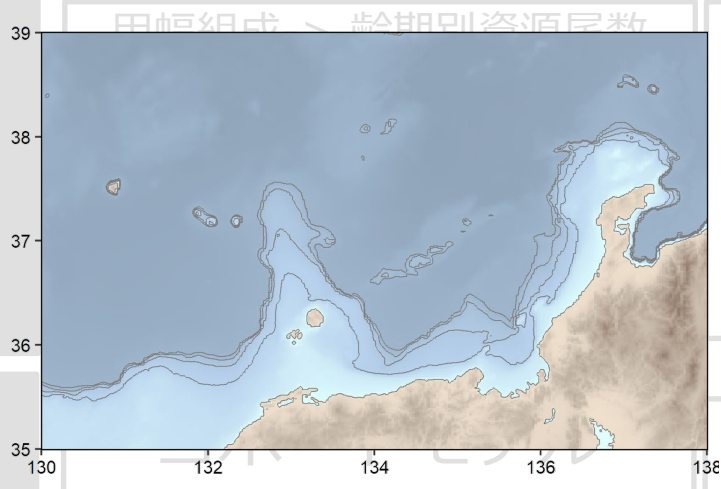
着底トロール



調査船調査

データ

Strategy



- ✓ 着底トロールが望ましい(調査精度・カバーできる面積)
- ✓ B海域では海底の起伏が激しく急斜面・天然礁等あり着底トロールの利用が困難⇒かにかご調査



日本海系群A海域

日本海系群B海域

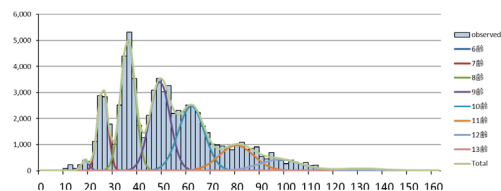
太平洋北部系群

調査船調査

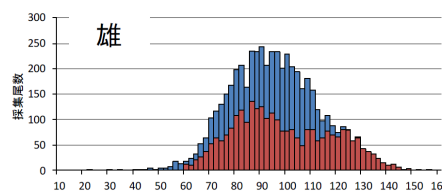
- ✓ **混合正規分布モデル**による年齢分解が望ましい（正確性・不確実性の考慮）⇒ **日本海系群A海域**で利用
- ✓ **太平洋北部系群**ではデータ点数が少なく混合正規分布モデルの適応が困難⇒ **切断法**を利用

データ

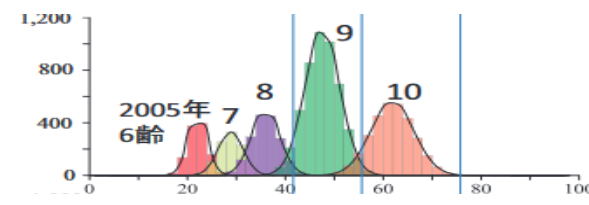
甲幅組成 -> 年齢別資源尾数
(混合正規分布モデル)



甲幅組成 -> 資源量
(CW > 90 mm)



甲幅組成 -> 年齢別資源尾数
(切断法)



評価方法

- ✓ **日本海系群B海域**ではかにかご調査の特性により若齢個体の情報に乏しい⇒年齢分解が困難であり、**甲幅90mm以上の現存量**を利用

資源量

管理
基準値

将来
予測

資源量

将来
予測

資源量

管理
基準値

将来
予測



日本海系群A海域

日本海系群B海域

太平洋北部系群

調査船調査

データ

着底トロール

かにかご

着底トロール

- ✓ **日本海系群A海域**および**太平洋北部系群**では年齢構成モデルを使用して**将来予測**および**管理基準値計算**を実施
- ✓ **日本海系群A海域**では**フィッティング向上のために遷移率を導入**
- ✓ **太平洋北部系群**では自然死亡率と最終脱皮率の制約をゆるめフィッティングの向上を目的として**状態空間資源評価モデル(JASAM)**を導入
- ✓ **日本海系群B海域**では資源量のみ利用可能なため**F30%SPR**により将来予測、年齢構成モデルは適用せず管理基準値計算も実施していない。

コホートモデル
(Ueda et al., unpubl.)

資源量

管理
基準値

将来
予測

F30%SPR

資源量

将来
予測

SAM (JASAM)
(Shibata et al., 2021)

資源量


管理
基準値

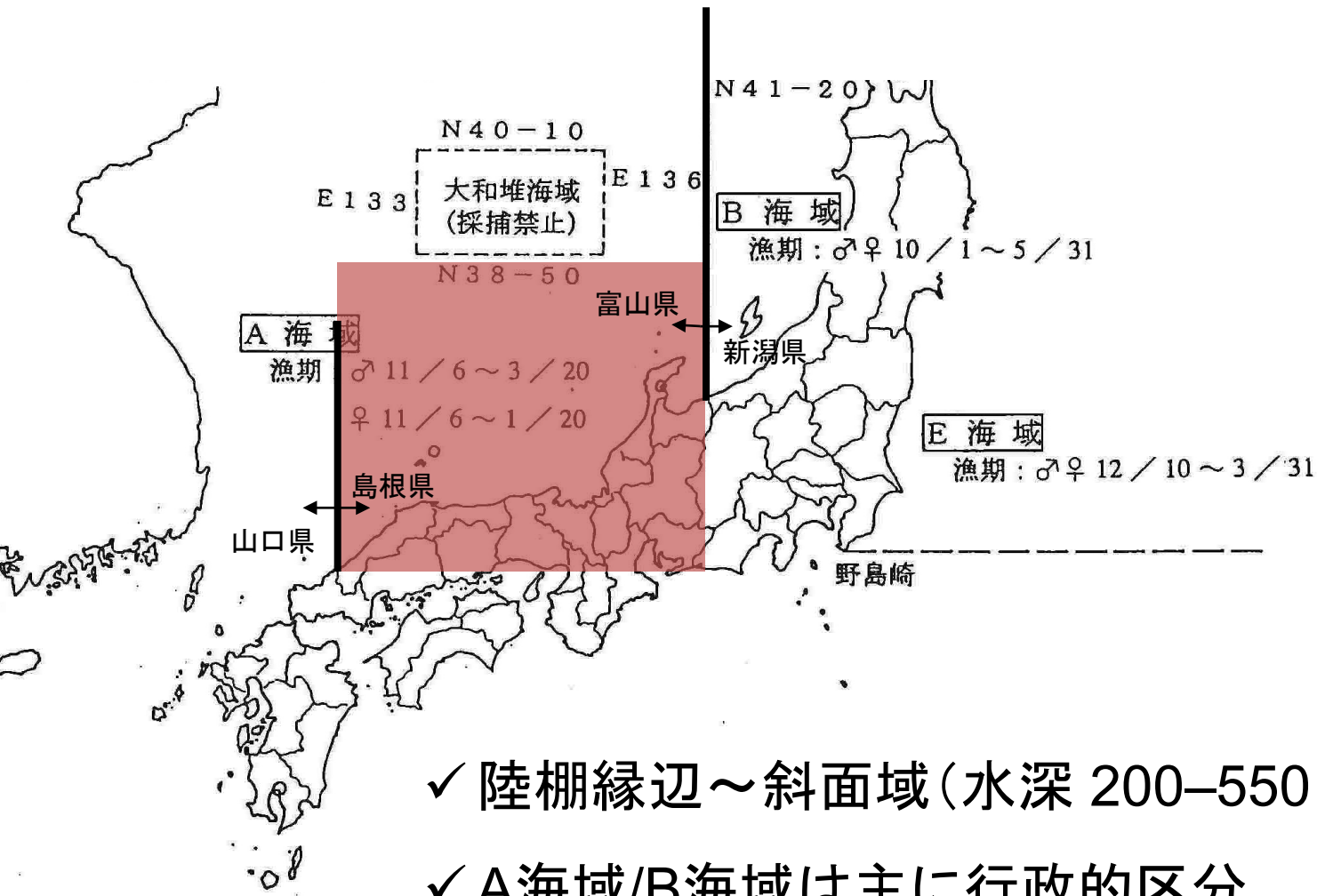
将来
予測

評価方法

ズワイガニ日本海系群A海域の資源評価



 水産研究・教育機構
水産資源研究所 底魚資源部（新潟）
佐久間啓



- ✓ 陸棚縁辺～斜面域(水深 200–550 m)
- ✓ A海域/B海域は主に行政的区分
- ✓ 1そうびきかけまわし、かにかご漁業が実施されている

日本海系群A海域/B海域の差異



A海域

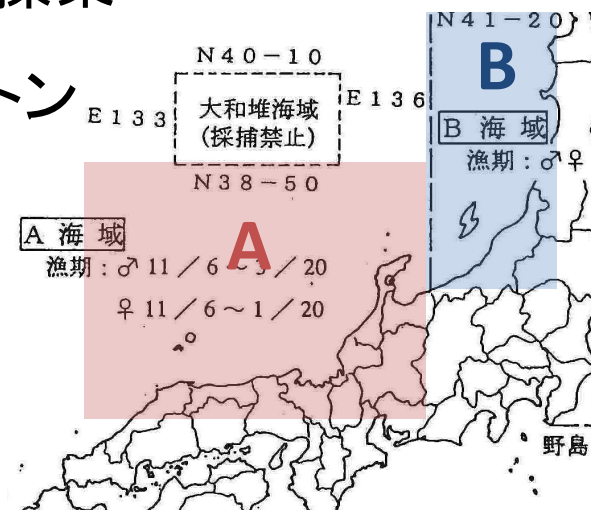


- 大型船主体 (沖底100トン以下)
- 主に1航海あたり3~5日
- 年間漁獲量は 2,000~3,000 トン
- 魚価が高く、主要対象魚種
- 厳しい省令および自主的規制

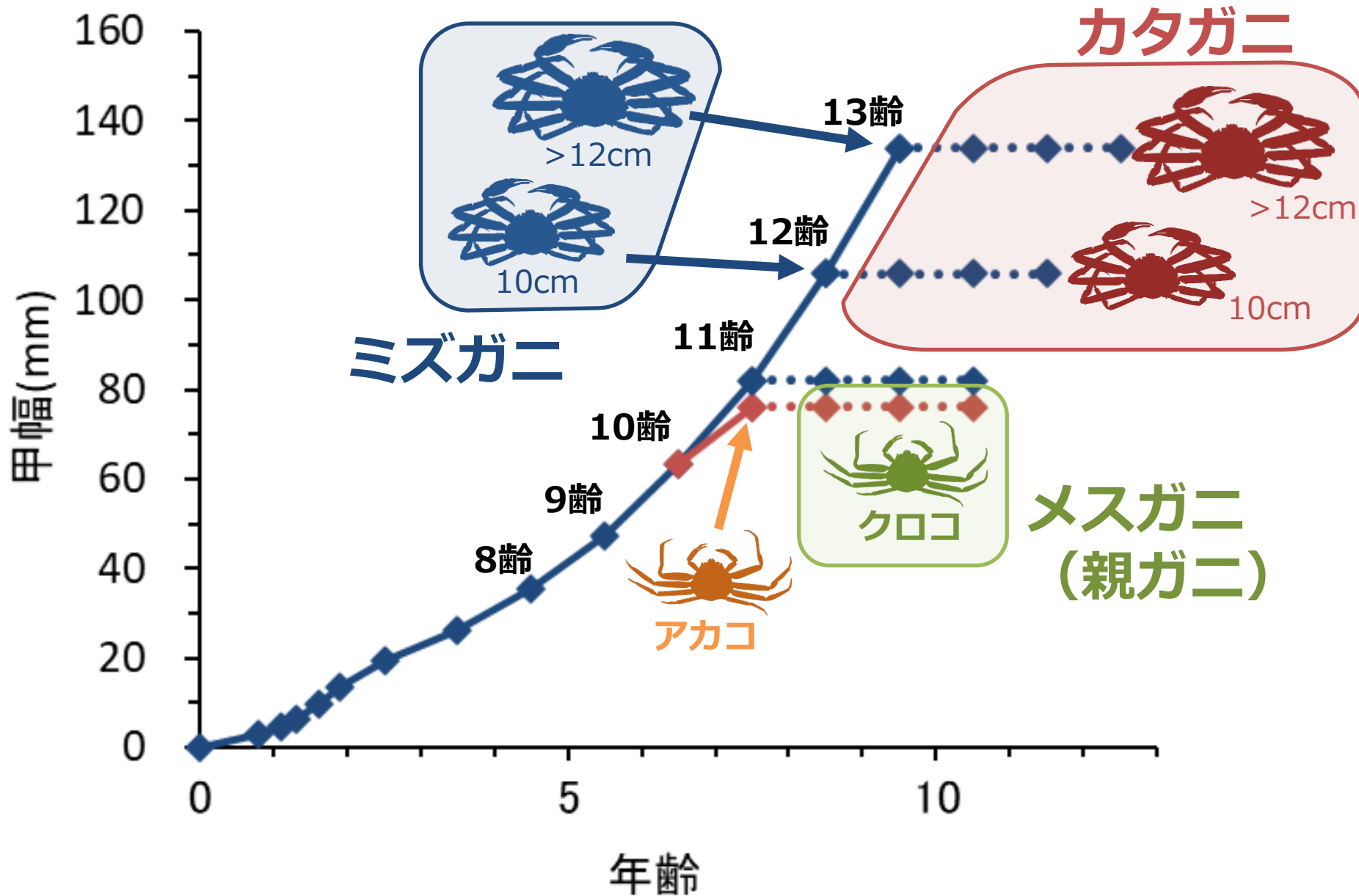
B海域



- 小型船主体 (小底15トン以下)
- 多くは日帰り操業
- 年間約 200 トン
- 比較的安価

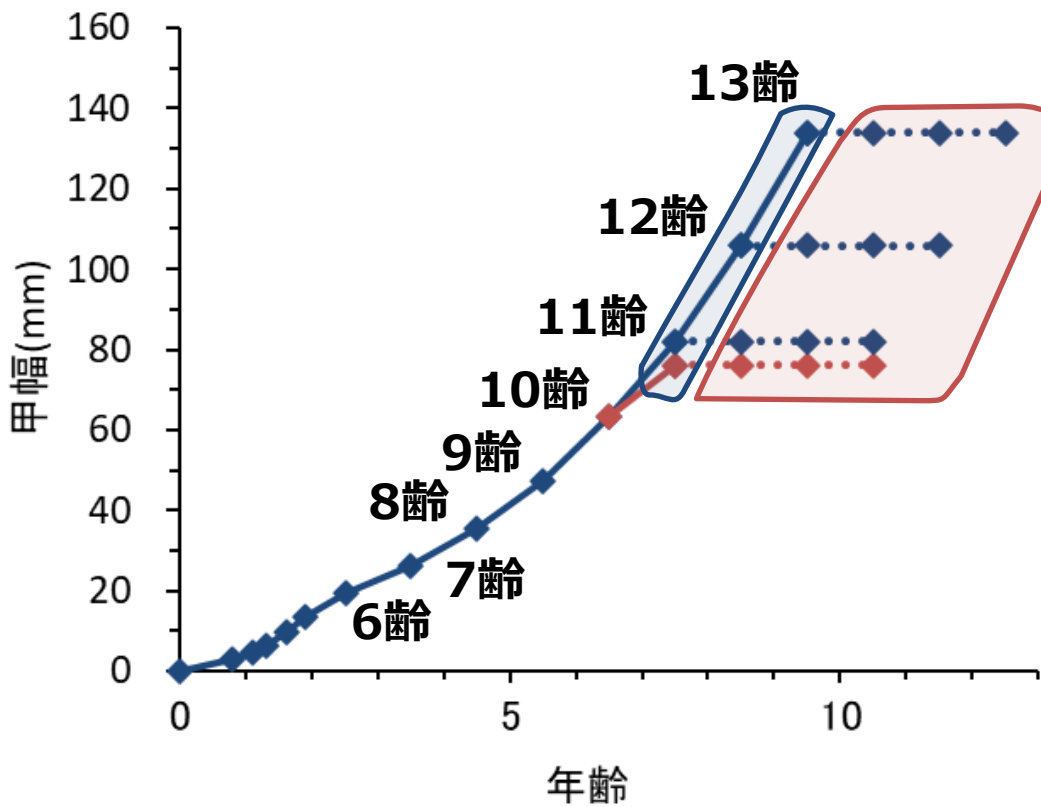


年齢とサイズ（甲幅）・銘柄の関係

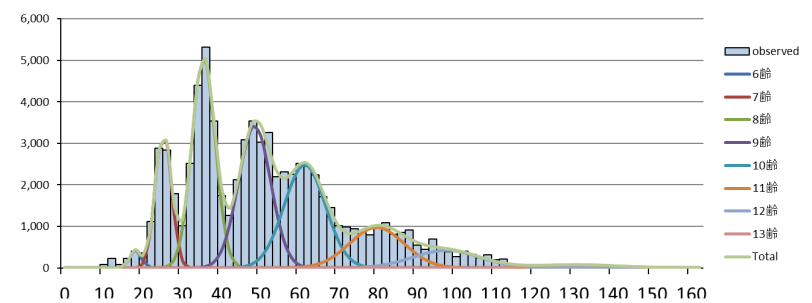




Q1-2(2)：孵化から6 齢までは1 年間に2 回（半年間に1 回）年齢が増え、7 齢から11齢までは1 年間に1 回年齢が増えると考えてよろしいか？また、資源評価においてこのような仮定を使用しているのか？11 齢以降には複数の年級群が含まれているとのことだが、計算では+G (plus group)を利用していないという理解でよろしいか？甲幅から年齢への変換は、どのような情報に基づいているのか？不確実性を考慮していないのか。

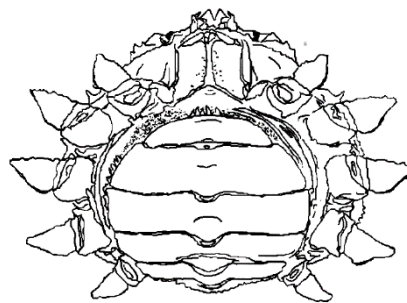


- **6歳以降**、1年に1回脱皮すると仮定
- 資源評価では**8歳以降**を使用
- 11歳以降プラスグループを仮定
- +G 1年目が「**ミスガニ**」
- +G 2年目以降が「**カタガニ**」
- 年齢分解は**混合正規分布**による
- 以降の計算では不確実性を考慮していない（将来的に組込む予定）

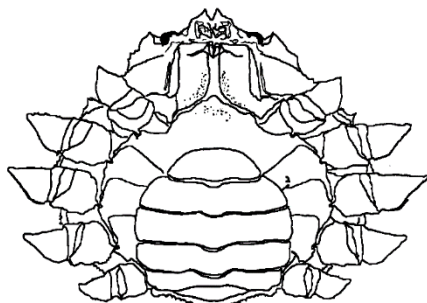


Q2-2(3)：成熟の定義が良く分からない。資源評価ではどのように取り扱っているのか。

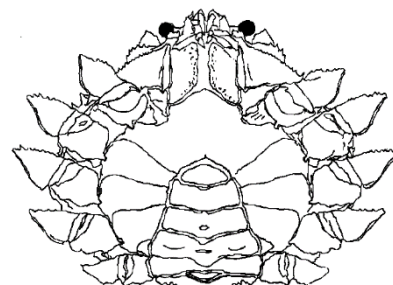
- **最終脱皮（成熟脱皮）後の個体**
- 雄では鋏脚掌部が大きくなる
- 雌では腹節が発達し抱卵する
- 晩夏～秋頃、最終脱皮



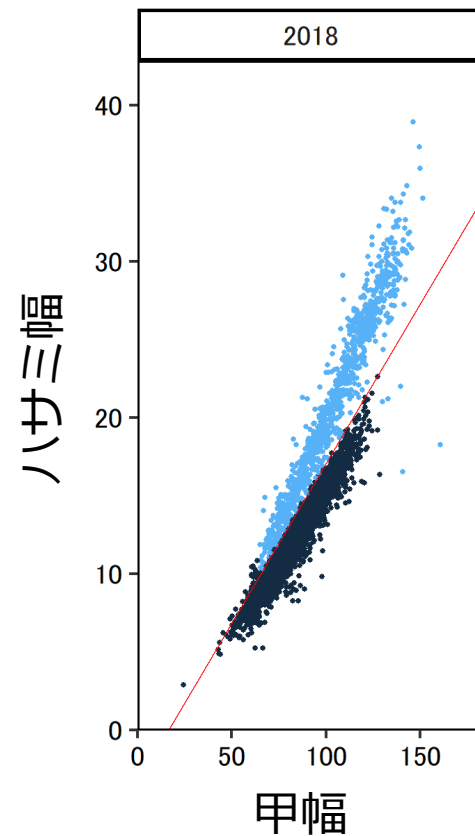
雌・成熟



雌・未熟



雄

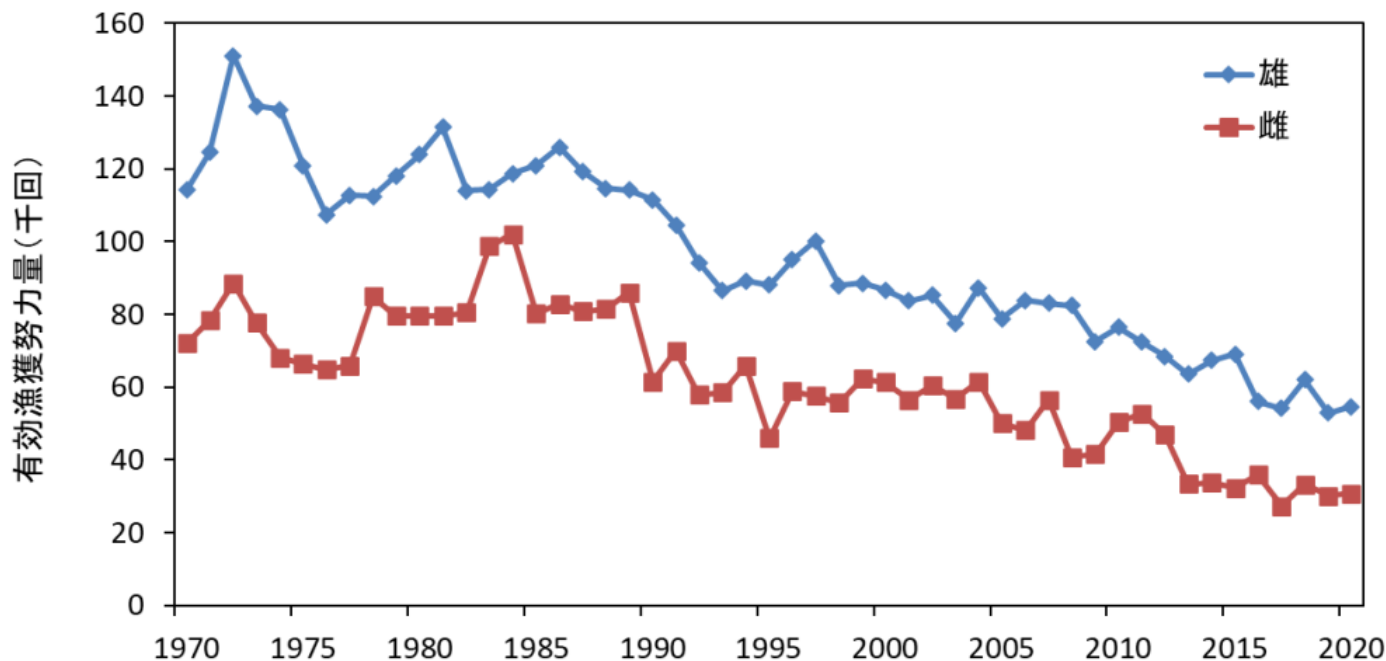


雄雌の区別について (1)

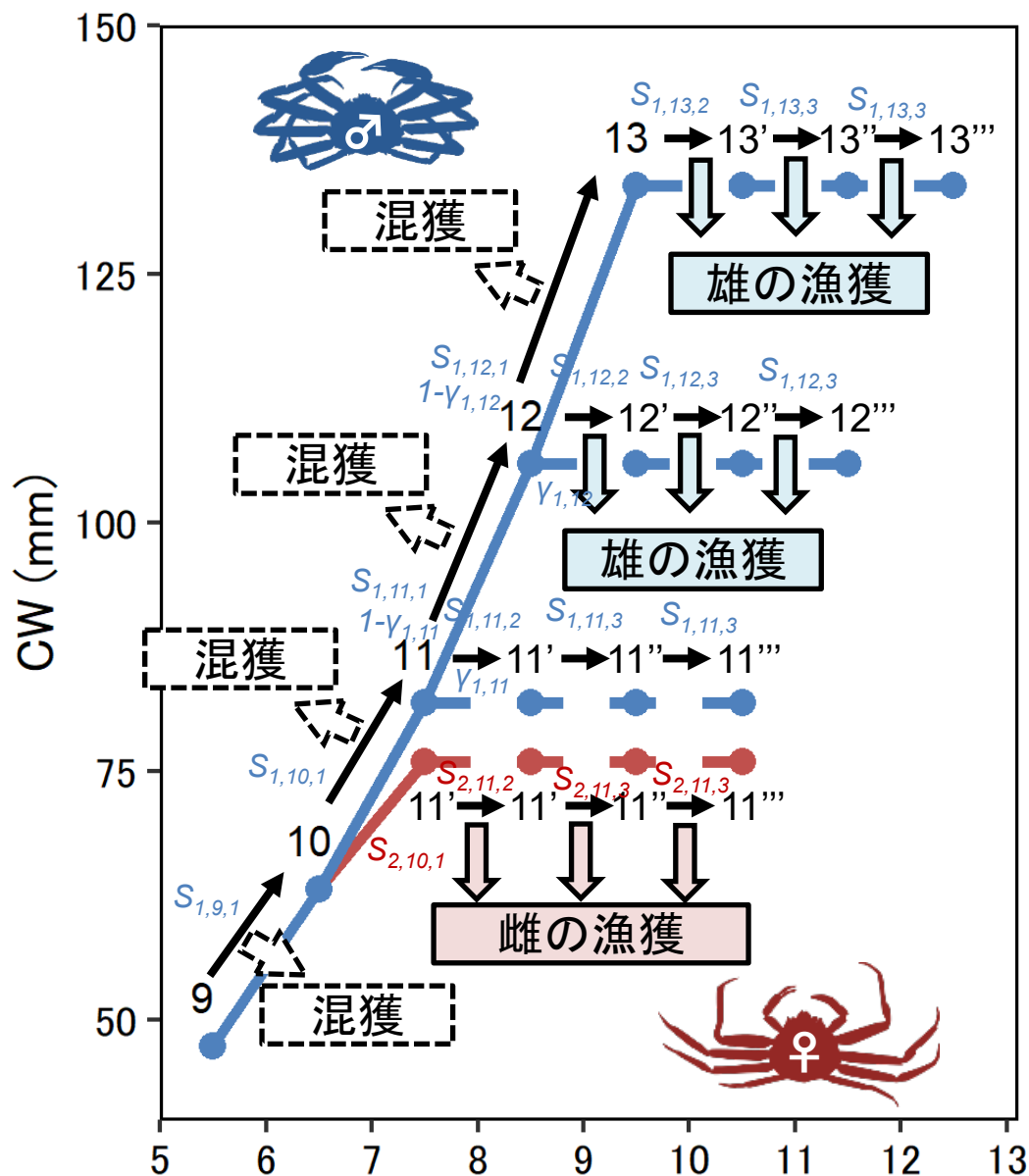


Q3-3(3)：(有効)漁獲努力量が雌雄に分かれているが、どのような考えに基づくのか？また、資源評価で雌雄を区別している理由は、脱皮齢期や甲幅の違いが大きいかからか？

- 雌雄では分布水深帯に違いがあり、明確に獲り分けられている
- 漁期も異なり、雄で134日間、雌では55日間
- 漁獲成績報告書上も別魚種として記載
- 漁獲努力量はそれぞれ雌雄別の有漁網数をもとに算出



雄雌の区別について (2)

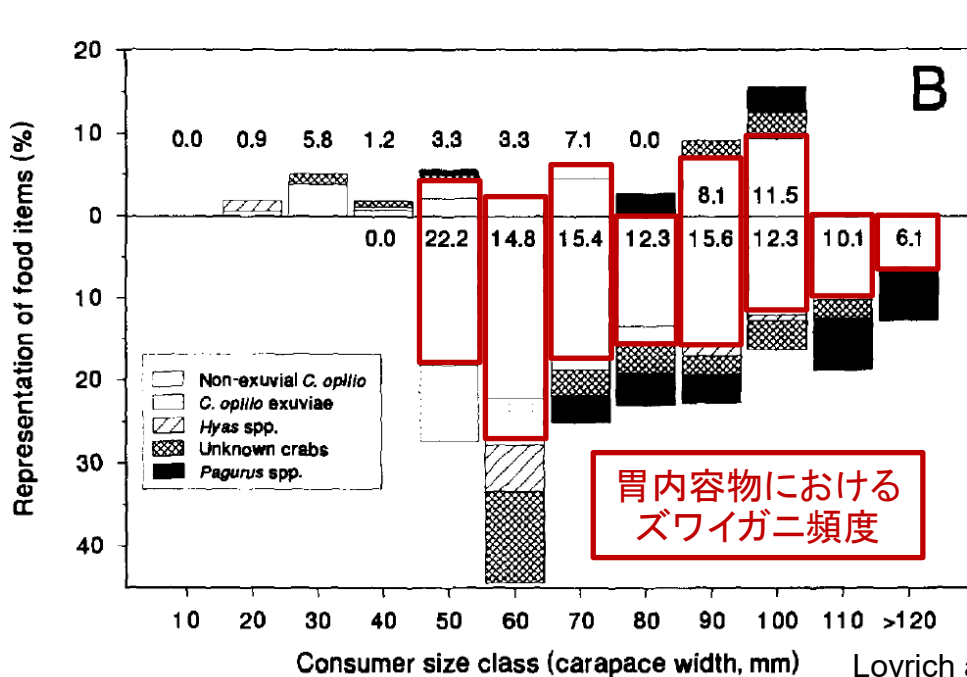


計算上の雌雄の扱い

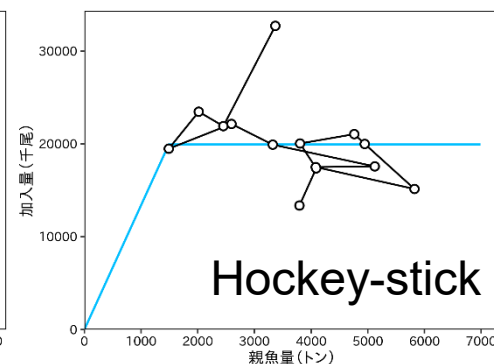
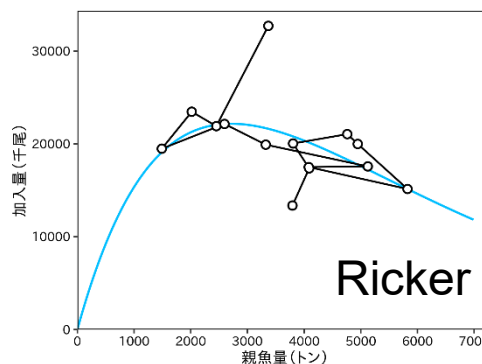
- 雌雄では
 - ・ 漁獲死亡
 - ・ 再生産までの年数
 - ・ 混獲死亡
 等が異なる
- 9、10歳の尾数は雌雄共通
(分布等に差が見られない)
- 11歳以降、動態が異なる

O1-4(8) : Ricker 型の再生産曲線を利用しているが、密度効果が認められるのか？ 最尤法に基づく情報量規準でB-H やホッケー・スティック、直線式と比較したらどうか。

- ズワイガニでは密度依存的な共食いが知られており、リッカー型を使用
(Lovrich and Sainte-Marie,1997; Sainte-Marie and Lafrance 2002)
- AICcによるモデル選択でもホッケー・スティックよりリッカー型
(ベバートンホルト型では収束せず)



Immature & Adolescent
Adult





Q4-5(2)：調整係数をデフォルトで $\beta=0.8$ と設定しているようだが、その根拠は何か？

Q5-5(3)&図5-2：将来予測における漁獲シナリオの記述が見当たらない。2021年の漁獲量はF2018-2020等により仮定とあるが、具体的な数字は？2022年以降も継続か？

- $\beta=0.8$ はプロダクションモデルに基づく魚種横断的シミュレーションに基づく
- ズワイガニでの $\beta=0.8$ はステークホルダー間での合意に基づく
- 10年後に親魚量がMSY水準を50%以上の確率で上回るシナリオとして選択
- 漁獲シナリオについては以下の通り記載

「(3) 2022年漁期の予測値とABCの算定

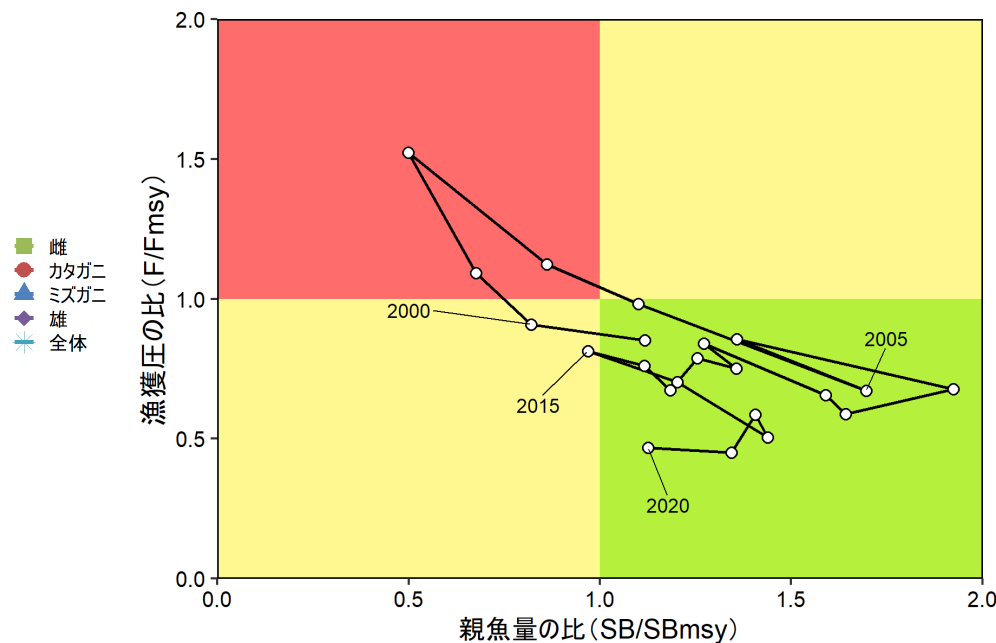
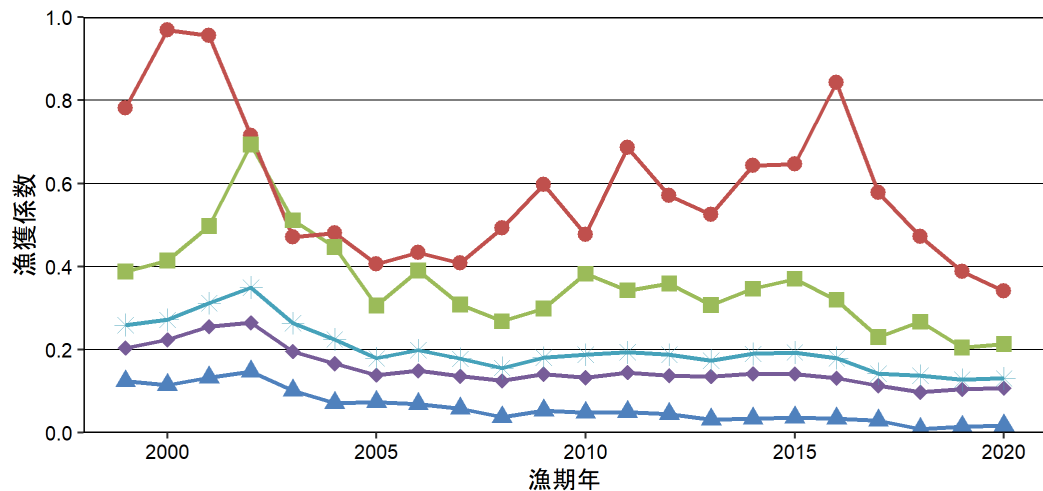
本系群の「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオでは、親魚量が2030年漁期に目標管理基準値を50%以上の確率で上回ることを前提とし、2021年の漁獲量を3,000トン、2022年以降は $\beta=0.8$ とする漁獲管理規則が用いられる。」

- 2021年の実際の漁獲量にはF2018-2020による1700トンを仮定



C1-7(1)：省令や自主規制による資源保護方策と資源評価結果の関連性が薄いのでは！

- VPA結果は雌・ミズガニに対する漁獲圧の低下を示唆
- 近年、漁業者は自主的規制により雌・ミズガニの漁獲枚数制限を実施
- 神戸チャートでは年々漁獲圧が低下、加入の変動があるが資源水準は堅持
- CPUE標準化（現在検討中）では漁獲枚数規制により正の残差
- 評価結果と省令・自主的規制の整合性は高い



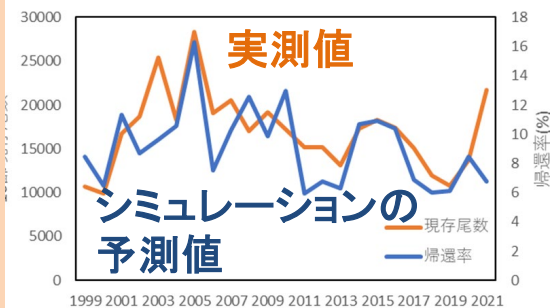
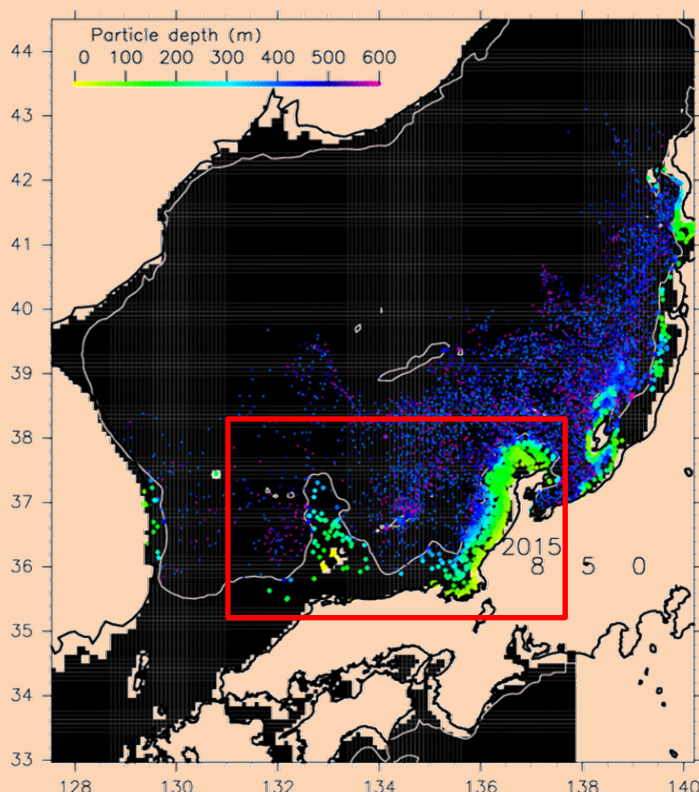
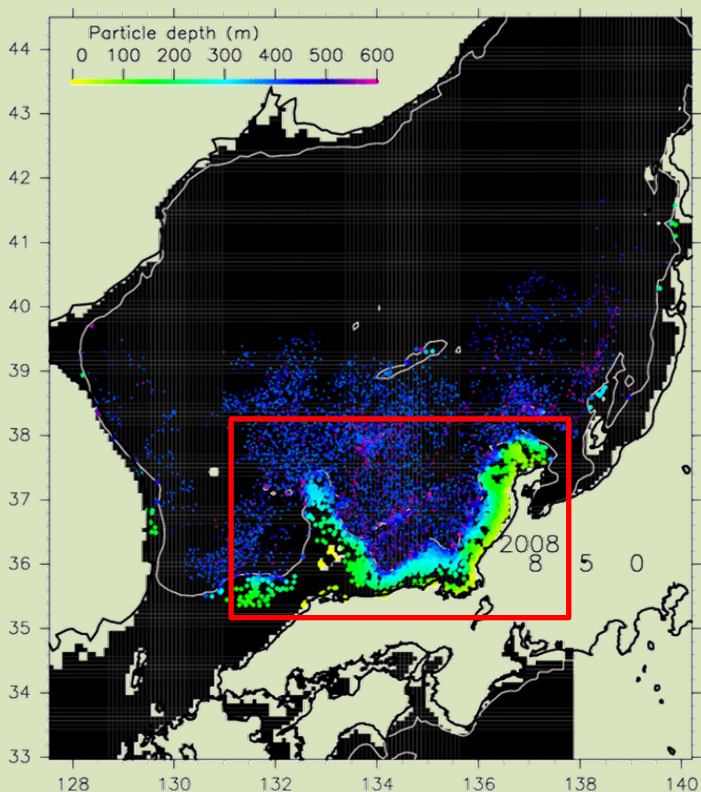
なぜ資源が少ないのか



⇒プランクトン幼生期に流されてしまったから？

資源状態の良いとき
幼生が海域に留まる

資源の悪いとき
幼生が流失する

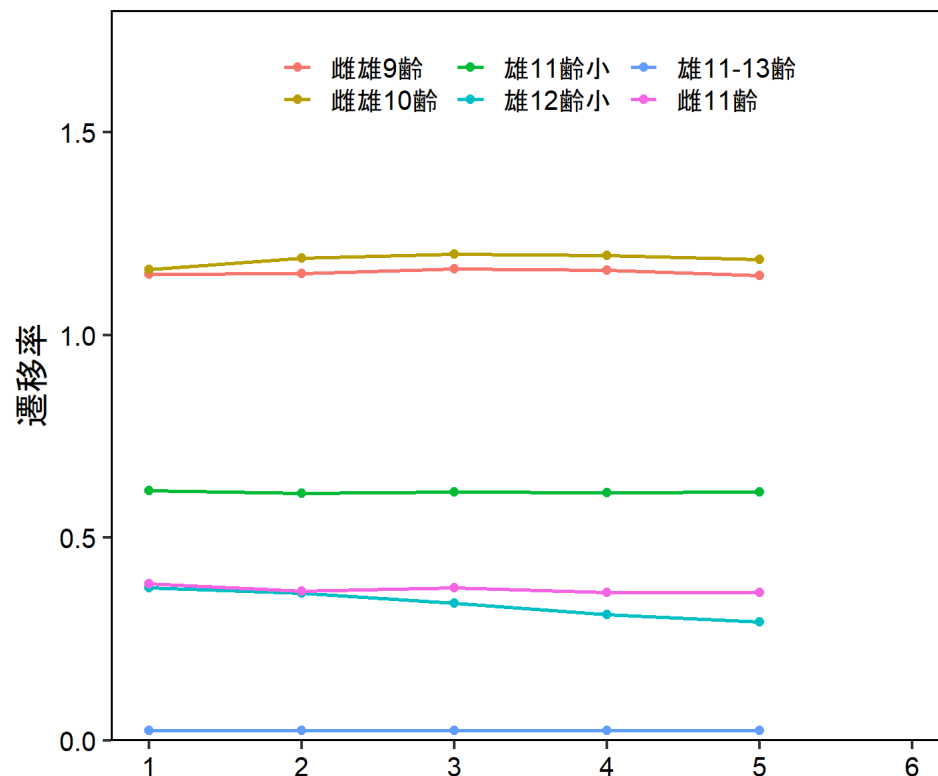


シミュレーションの予測値は
実測値の変動に近い
⇒プランクトン幼生期の変
動だけで、資源の良し悪し
の大部分が説明できている



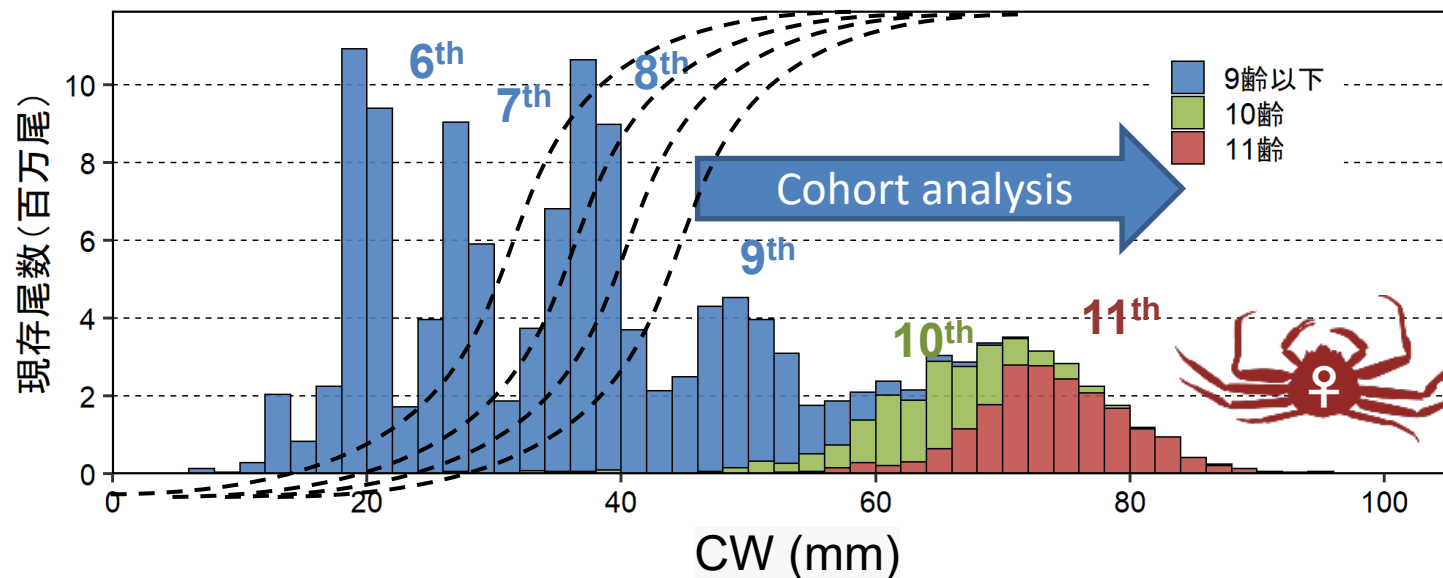
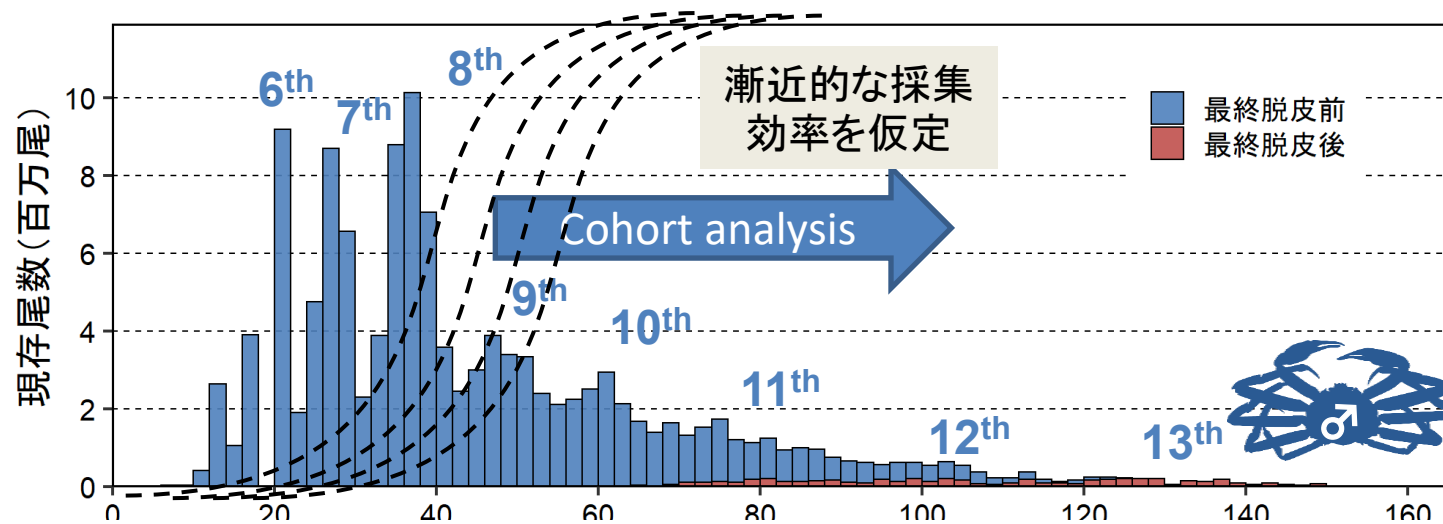
O2:2-1 式(1)~(4) : , , , $i a i a \square S$ は全ての年で一定とのこと、仮定している場合は具体的な数値および根拠を教えてください。式(2)の脱皮状態の添字2-3は何を表しているのか？次に、式(1)と(3),式(2)と(4)の違いは何か（年および年齢？）。遷移率の説明が一貫していないと感じるが、どのように捉えればよいのか？自然死亡を含んでいるのか？漁獲方程式と同様に、割合ではなく係数のFとMに分離して考えるべきではないか。

- 遷移率は当年a齢の尾数が翌年a+1齢の尾数となる際S倍される、という単純な仮定に基づく
- 遷移率には自然死亡のほか、採集効率の齢期ごとの違い（若齢ほど採集効率が低く遷移率は1以上となる）、韓国の漁獲や混獲死亡等を含む
- FとMに分離するにはこれとは別に採集効率の推定が必要となるが、現状では行っていない



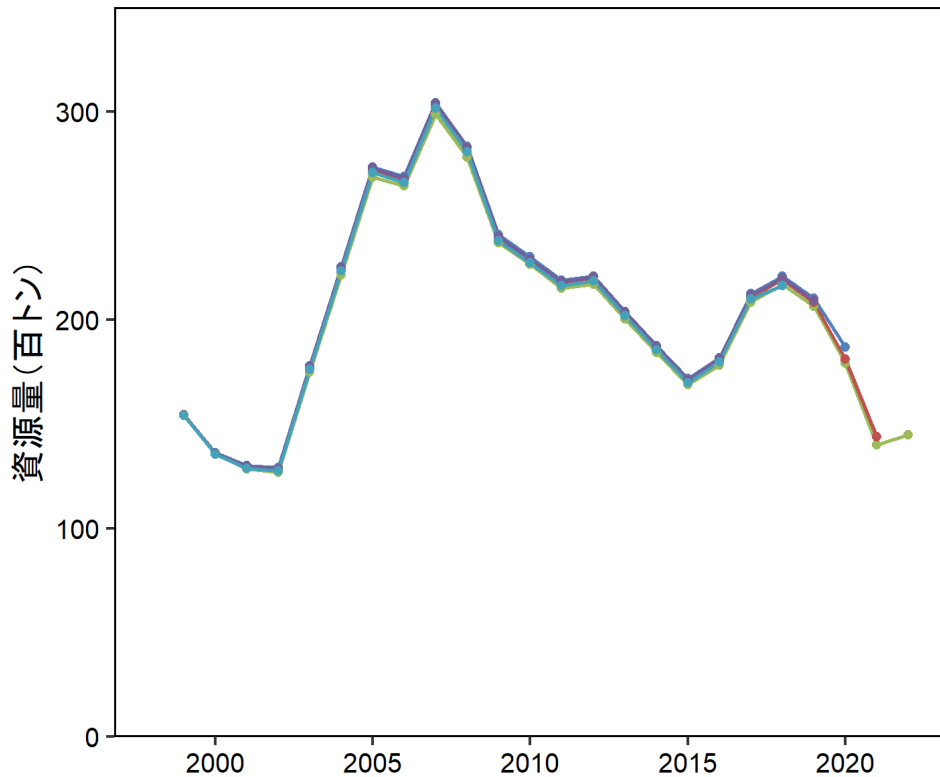
齡構成モデルに関して

- 漁獲対象となる11齡以上では十分に採集効率が高いと仮定、遷移率には死亡率（自然死亡、混獲死亡、韓国の漁獲等）と移出入のみが含まれる

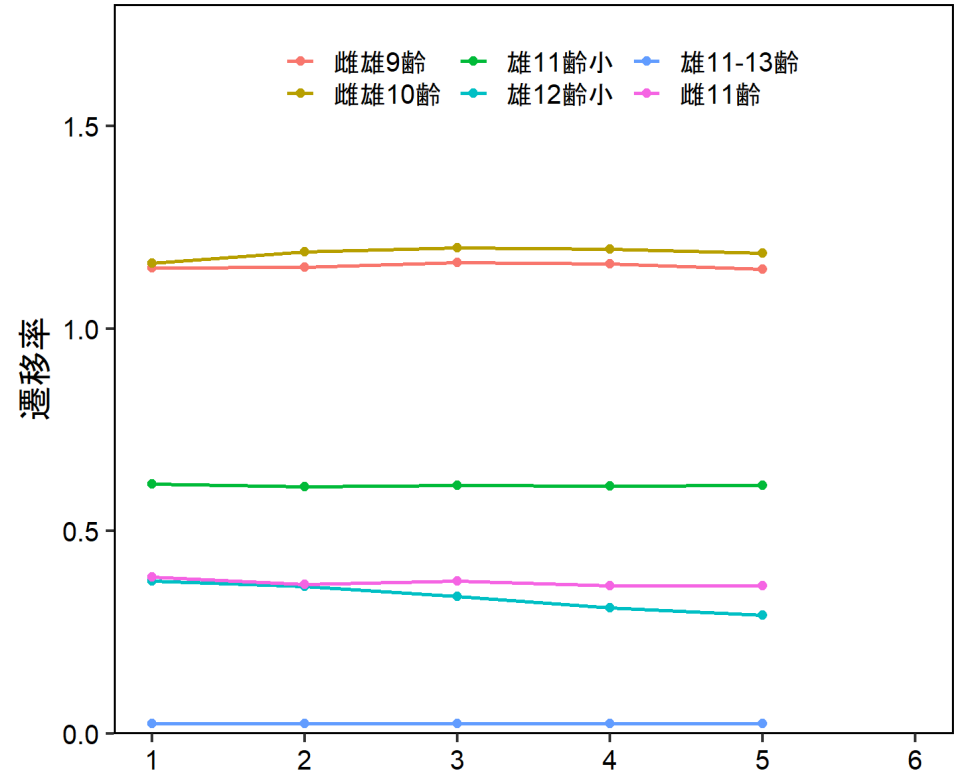




資源量



遷移率



資源量・遷移率ともにデータの更新に伴う変動の規模は小さい

モデルパラメータ等について

Q6:2-1 式(5),(6) : 対数正規分布の尤度を使用しているが、式(6)の分母(AJT)は何か？

$$L = \prod_i \prod_a \prod_j \prod_t \frac{1}{N_{i,a,j,t} \sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \exp \left[-\frac{(\ln(\hat{N}_{i,a,j,t}) - \ln(N_{i,a,j,t}))^2}{2\sigma_i^2} \right] \quad (5)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{AJT} \sum_a \sum_j \sum_t (\ln(\hat{N}_{i,a,j,t}) - \ln(N_{i,a,j,t}))^2 \quad (6)$$

- A: 齢期数、J: 最終脱皮の有無、T: 年次で、これら階層数の積を示す

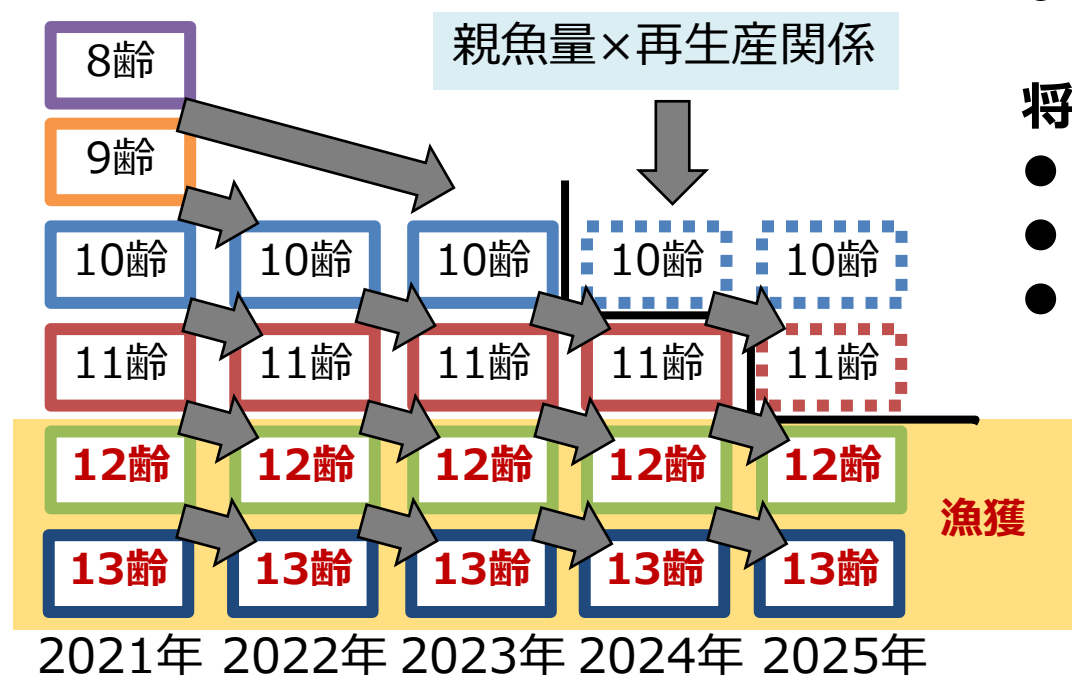
Q7:2-1 式(7)~(9) : $\mu_{i,a,j,t}$ の定義が書かれていない。分散は解析的に求められないか？

- ブートストラップにおける雌雄、齢期、脱皮状態、年次の添え字に相当、定義については記載する
- ブートストラップに加えて解析的に信頼区間を求めることはしていない

加入量の仮定について

Q8:2-2：加入量の仮定に関する説明が良く分からない。Ricker 式を使わないのか？

当年 = 調査年



VPAにおける加入

- 9歳（雌雄共通）

将来予測における加入量

- 翌年加入量は当年9歳から前進
- 翌翌年加入量は当年8歳から推定
- 以降はリッカー型再生産関係による

混獲死亡およびモデル構造について

Q9:2-3①：唐突に混獲死亡を組み入れているが、将来予測のみで考慮する理由は何か？面積密度法による資源尾数でフィッティングしているが、CPUE では不適切か？

- VPAにおける混獲死亡率は遷移率に含まれている
- 将来予測においてFを変化させた場合、Fに連動して混獲死亡率の差が死亡率に上乗せされる仕組み
- 雌雄ともに主要漁獲対象はプラスグループの2年目以降、Fの変化による若齢の死亡を加味できないとSPR/YPRに違和感が出る
- 面積密度法による資源尾数をそのまま使っており、フィッティングはしていない。
- 今後CPUEを組み込むには、より高度な標準化が必須

その他パラメータについて

C2:2-3③ : B の算出に必要なだが、齢11~13 以外の甲幅-体重関係が述べられていない。

- VPAは尾数ベースの計算
- ここでのBは漁期開始時点の漁獲対象資源量
- 漁獲対象資源は雄12-13齢および雌11齢のみ

O3 : 採集効率というのは甲幅 (or 年) に対する網目選択性 (漁獲割合) と考えてよろしいか? もしそうならば、0.6, 0.8 などと適当な数値を固定しているのは乱暴である。

- ここでの議論は旧網 (NT-4型) と新網 (NOB-81-K1) の採集効率比較
- 旧網 (NT-4型) の成熟個体に対する採集効率はビデオ観察による
- 小型個体の採集効率の違いは遷移率に含まれ、結果に大きく影響しない
- 今後、太平洋同様SAMの導入および指標値をフィッティングに使用することで自然死亡率、調査における齢期別採集効率および混獲死亡率等を分離することを目指す

沖底漁績の利用について

Q12：沖底漁績による資源量指数は、資源評価のチューニングに利用していないという理解で正しいか？ そうであれば、理由は何か。そして、将来的に組み込む予定は？

- 資源密度指数は資源評価のチューニングに使用していない
- 沖底漁績には標準化が必須（現在取り組み中）
 - ・ 狙いの考慮（DRM, Okamura et al. 2017等）
 - ・ 雄ガニの分離（カタガニとミスガニ、FMM等使用）
 - ・ 漁獲規制の考慮（規制は年々変化）
- レトロスペクティブ分析等の指標によれば資源調査結果のみでも精度は悪くない
- 将来的にはベーリング海の例を参考に組み組みたい