

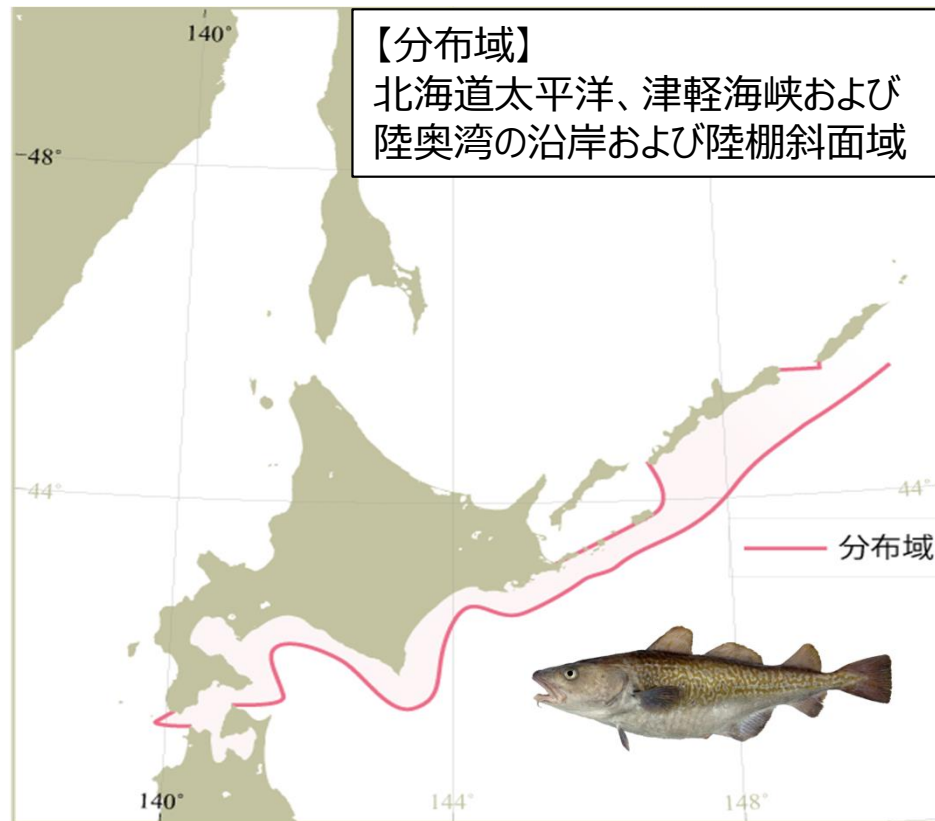


マダラ北海道太平洋 資源評価結果

水産研究・教育機構 水産資源研究所
開発調査センター

参画機関： 北海道立総合研究機構 中央水産試験場
北海道立総合研究機構 釧路水産試験場
青森県産業技術センター 水産総合研究所
漁業情報サービスセンター
海洋生物環境研究所

生物学的特性等



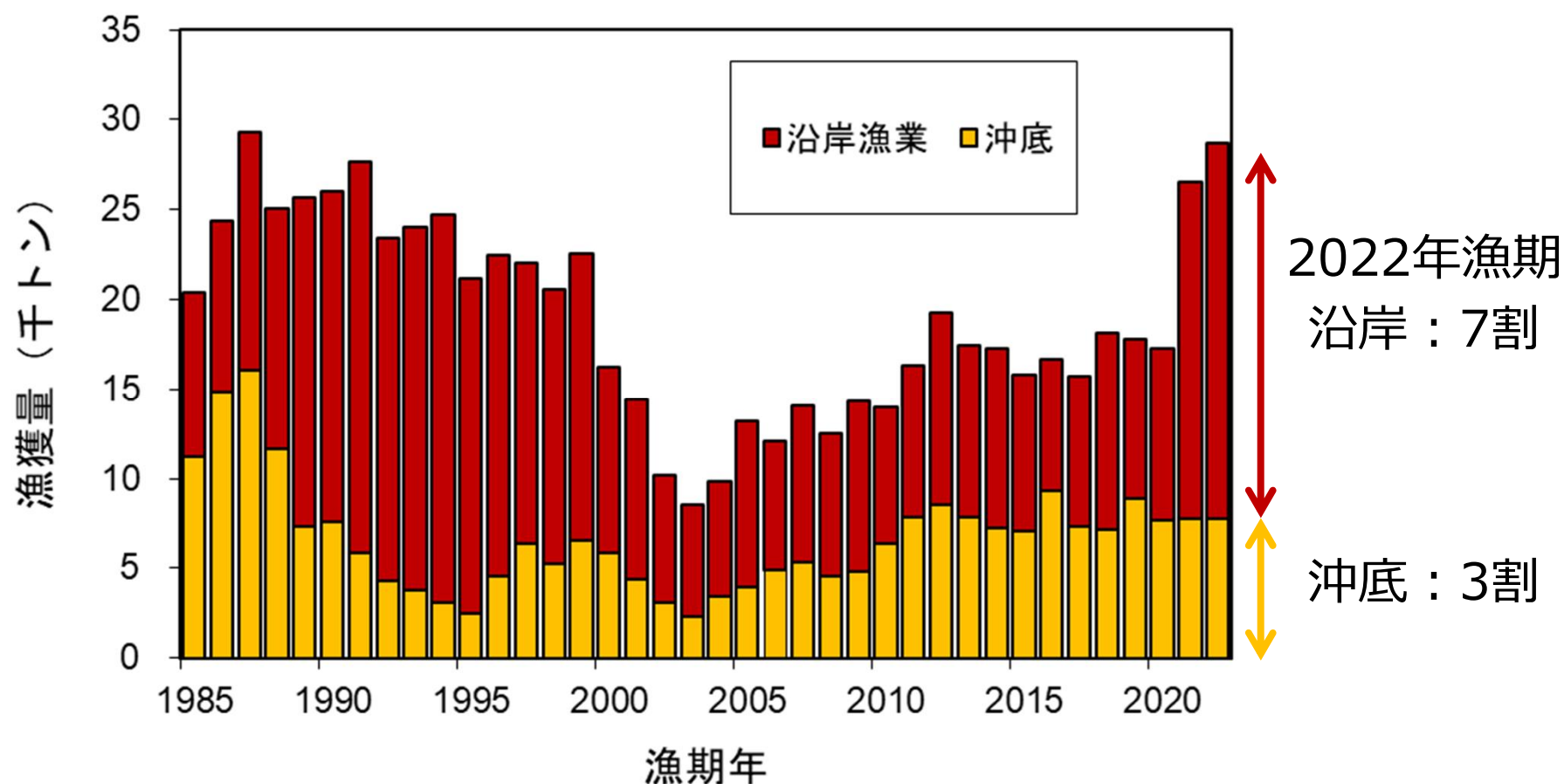
生物学的特性

- 寿命：10歳以上
- 成熟開始年齢：雄3歳、雌4歳
- 産卵期：12月～翌年3月
- 産卵場：分布域全体に散在、陸奥湾産卵群は比較的広く索餌回遊
- 食性：漂泳生活をしている幼稚魚期は主にカイアシ類、底生生活に入ってからには主に魚類、甲殻類、頭足類、貝類
- 捕食者：海獣類

- 本海域と隣接海域のそれぞれに産卵場が散在し、各繁殖群の回遊範囲は基本的に資源ごとに分かれていると考えられる
- 「系群」とはせず「海域」として評価

漁獲量の推移

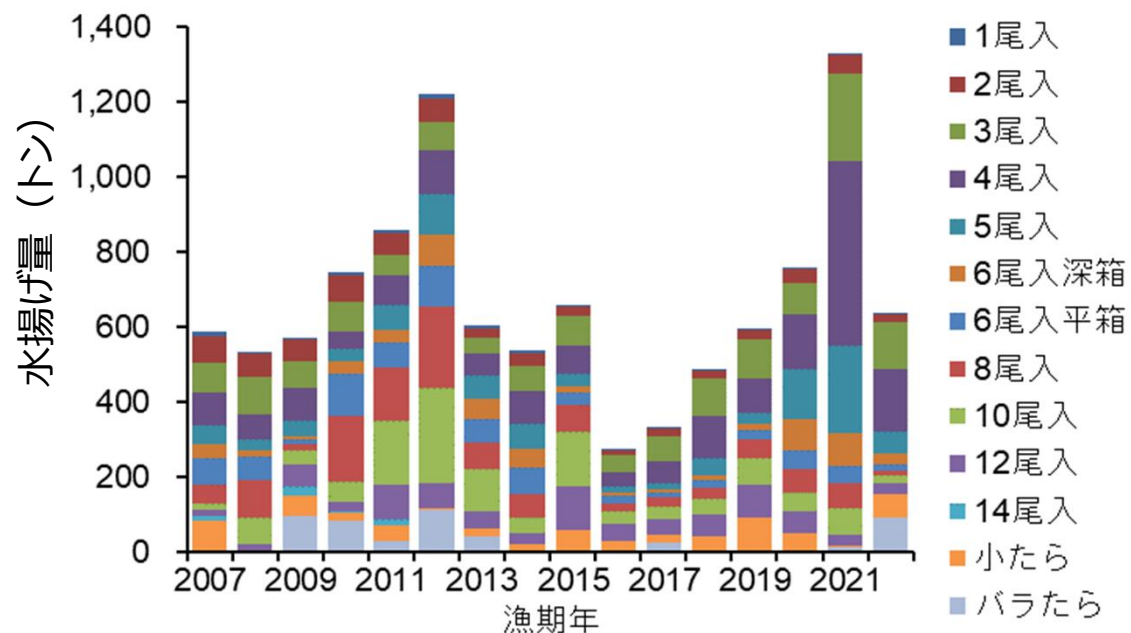
4月～翌年3月の漁期年集計



- 1987年漁期の2.9万トンを最高に2003年漁期まで減少
- 2004～2012年漁期に増加
- 2013～2020年漁期は1.6万～1.8万トン
- 2021年漁期に沿岸で大きく増加し、2022年漁期は全体で2.9万トン

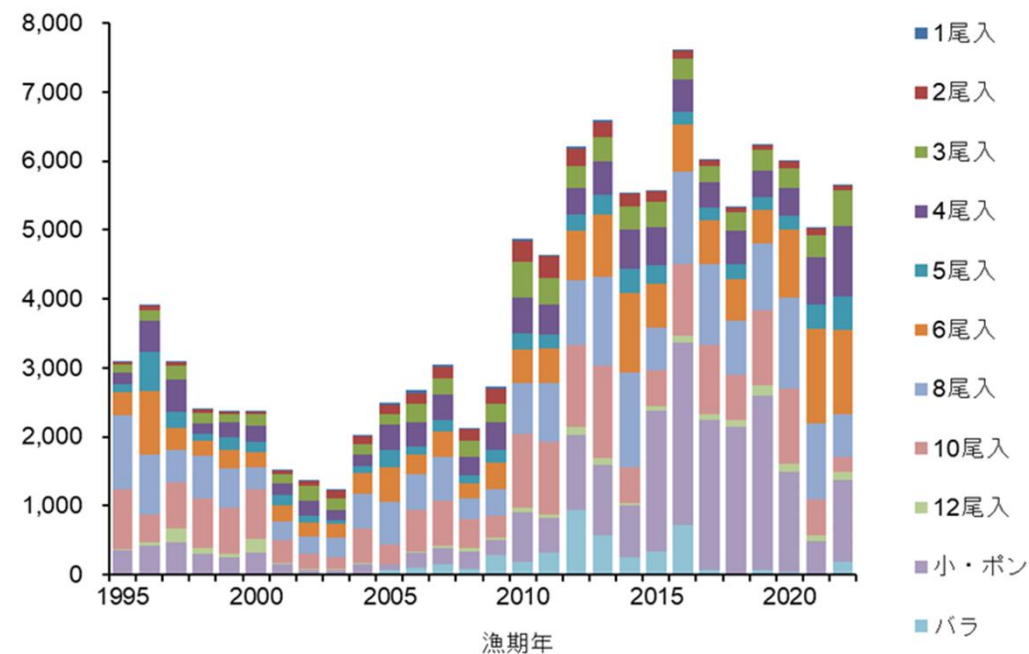
銘柄別水揚げ量（沖底）

室蘭追直港



- 水揚げ量は前年から半減
- 4、5尾入銘柄が減少
- 小たら・バラたらが増えた

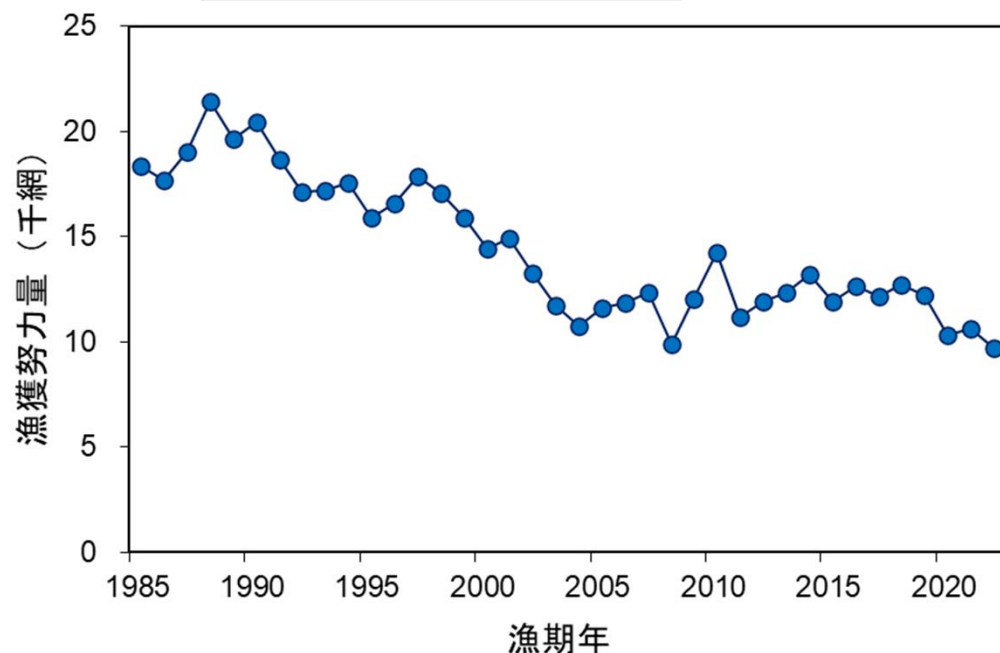
釧路港



- 水揚げ量は前年から増加
- 4、5尾入銘柄が多い
- 小・ボンタラも増えた

沖底かけまわし努力量とCPUE

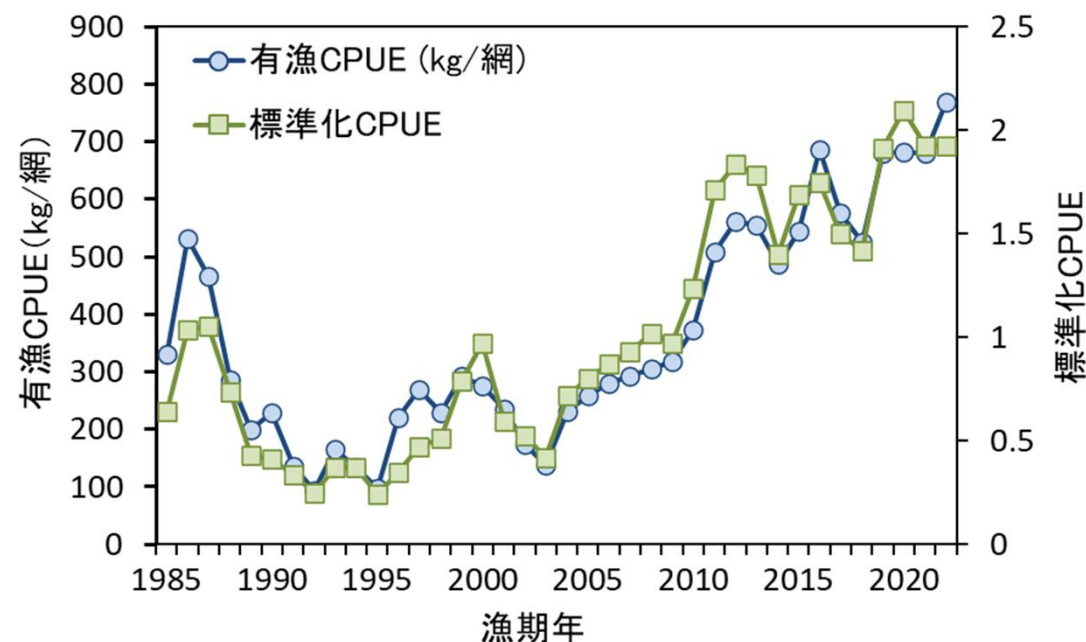
漁獲努力量



マダラ有漁操業の網数
(マダラの漁獲があった操業日の曳網回数)

- 1990年代から減少、2002年漁期以降は1.0万～1.4万網で推移
- 2022年漁期は1.0万網

有漁CPUE・標準化CPUE



マダラ有漁操業のCPUE
(有漁操業での1網あたりの漁獲量)

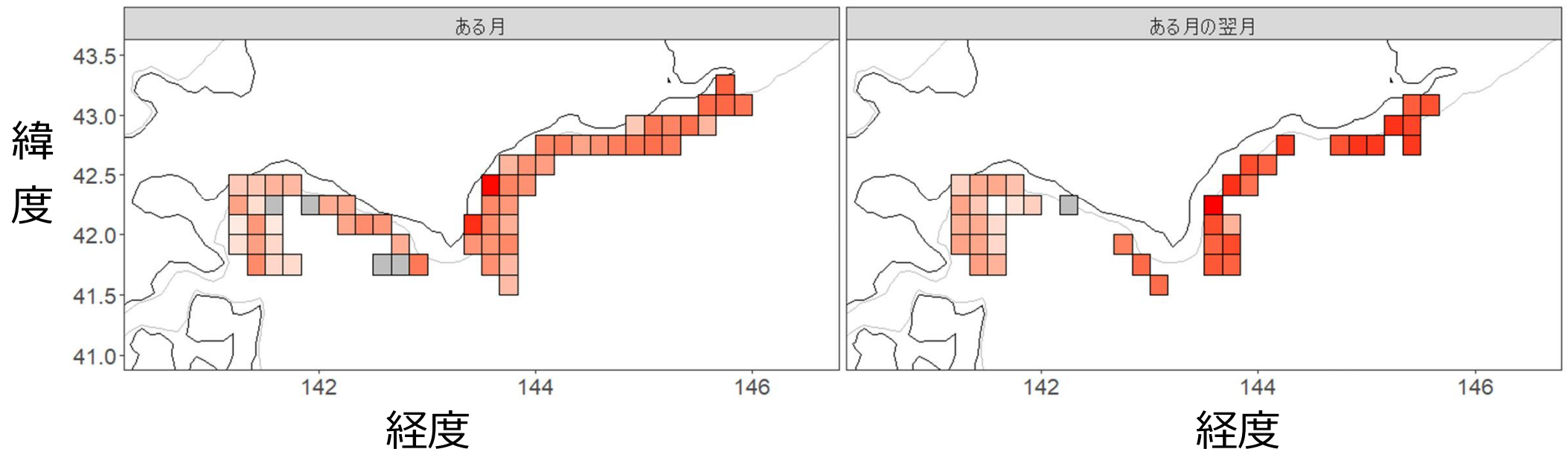
- 2004年漁期以降増加傾向、2011年漁期以降高い値で推移
- 2022年漁期の有漁操業のCPUEは769 kg/網

CPUUE (= 漁獲量 / 操業回数)

※ 100トン以上の沖底かけまわし船を対象

月ごとの操業海域（マダラの分布に関連）の分析も行っています

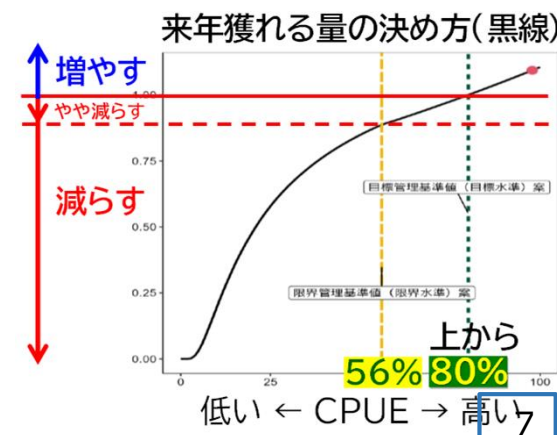
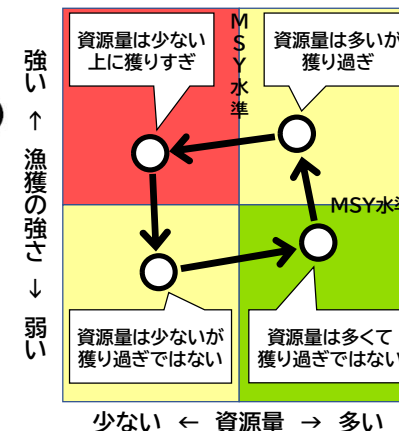
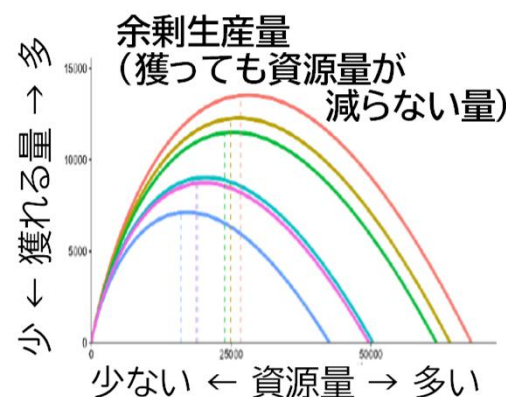
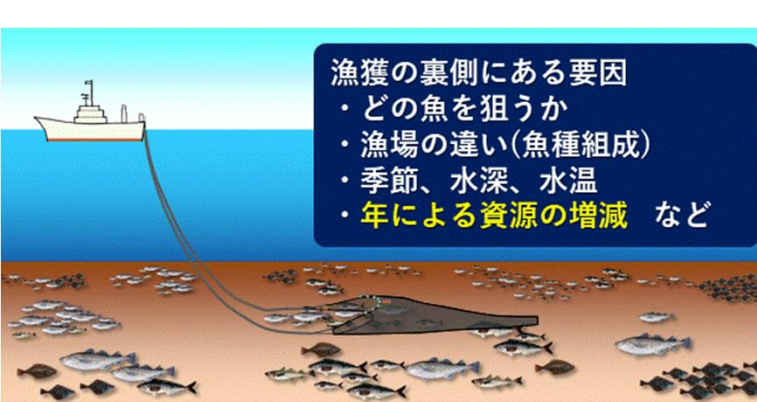
※ 図はイメージです



沿岸漁業についてもデータをご提供いただけたら同様の分析を行います

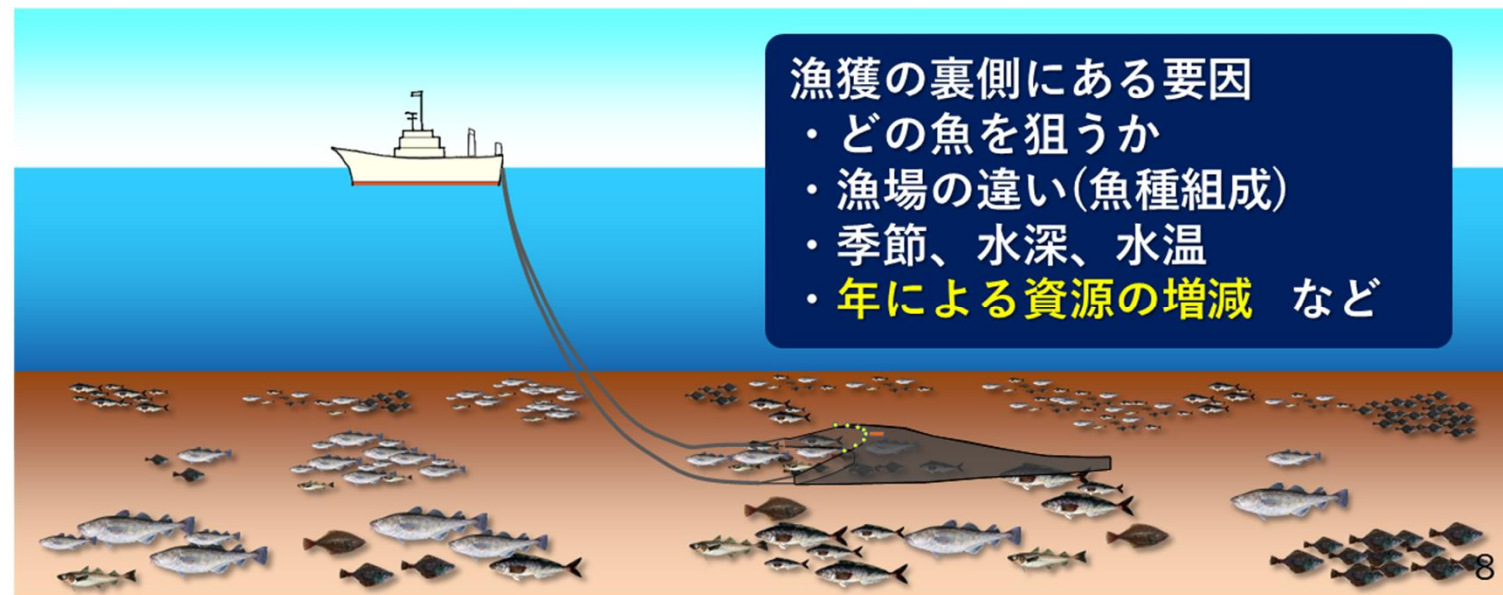
マダラ北海道太平洋、北海道日本海では

- **標準化CPUE**を用いて、CPUEがより資源量の増減を反映できるように、補正している
- **プロダクションモデル（余剰生産モデル）**を用いて、毎年のCPUE（平均的な1操業の漁獲量）と漁獲量から資源量（指標値）を推定
- **神戸プロット（チャート）**を用いて、直近年（2022年漁期）の資源量の多少と漁獲の強さをMSY水準を基準として示している（参考情報）
- **2系の方法**を用いて、これまでのCPUE（平均的な1操業の漁獲量）と漁獲量から来年獲れる量を算定



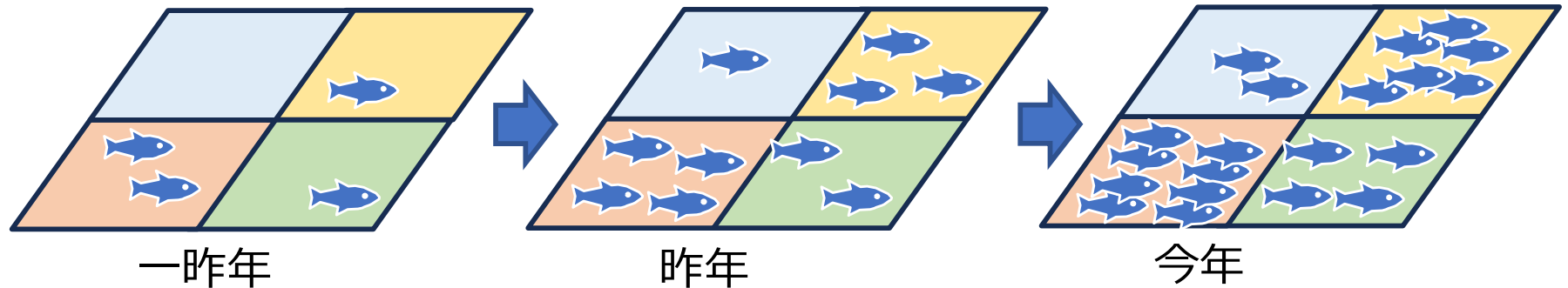
CPUEの「標準化」とは

- CPUE（平均的な1操業の漁獲量）の増減は正確に資源量の増減を示しているわけではない
- 「腕が良い漁師さんだけが操業する」「海況や水温等の影響で魚が集まっている場所で操業する」と、よく獲れるのでCPUEは過大になる、等々、その反対もある
- これらを考慮して、CPUEを補正することを「標準化」という



CPUUEを「標準化」する必要性

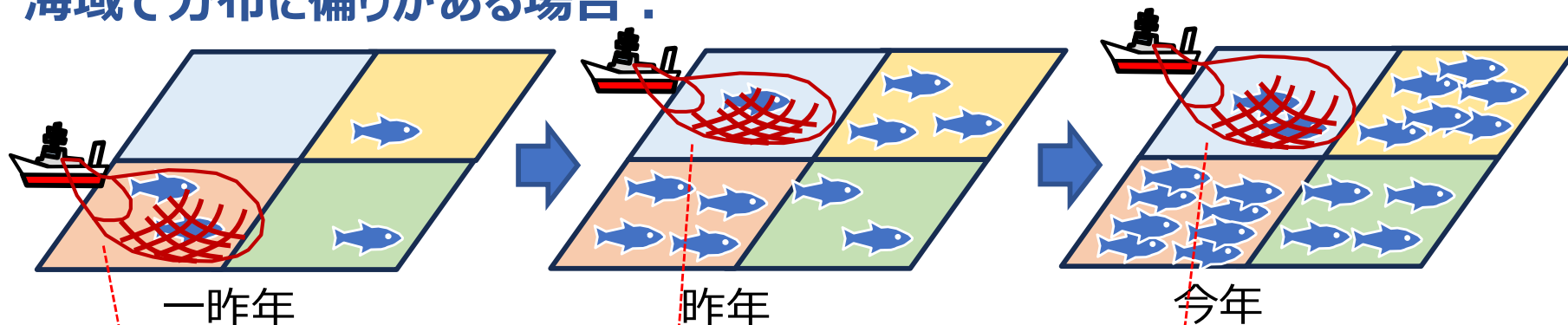
例) 海域で分布に偏りがある場合：



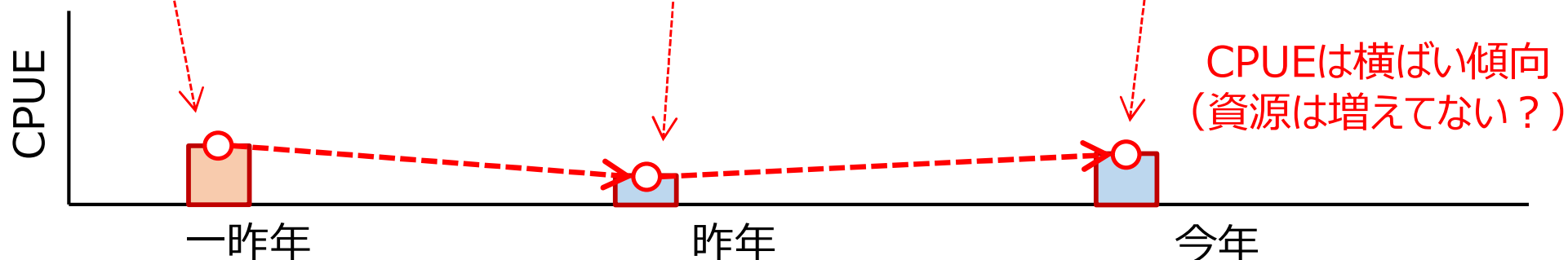
- ▶ 全体として、年々資源量が増加しつつも、魚の分布には偏りがあるとする。
(青の海域に対し、緑では2倍、黄では3倍、赤では4倍の分布)
- ▶ 実際に魚を数えられれば良いが、現在の科学では不可能.
- ▶ 魚の獲れ具合の情報 (CPUE) から資源の年による増減に関する情報 (年トレンド) を推定する必要がある.

CPUEを「標準化」する必要性

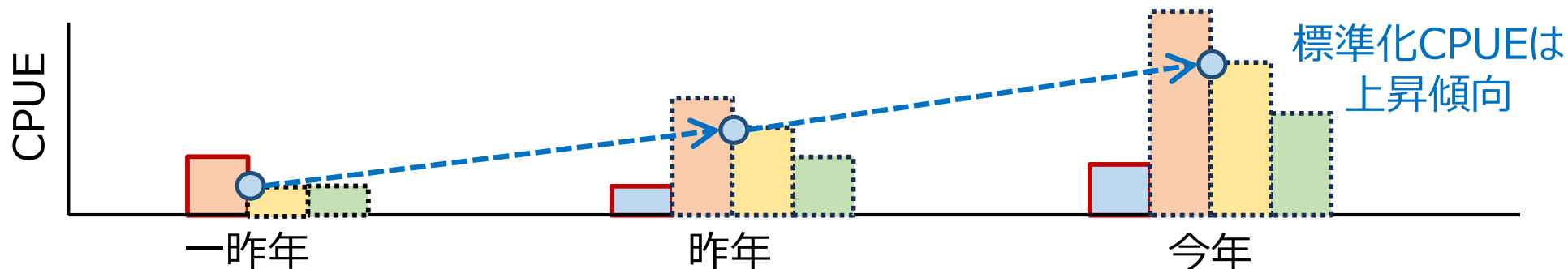
例) 海域で分布に偏りがある場合：



■ もし、操業位置が年によって偏りがあると、そのままのCPUEでは全体の増減を捉えにくい

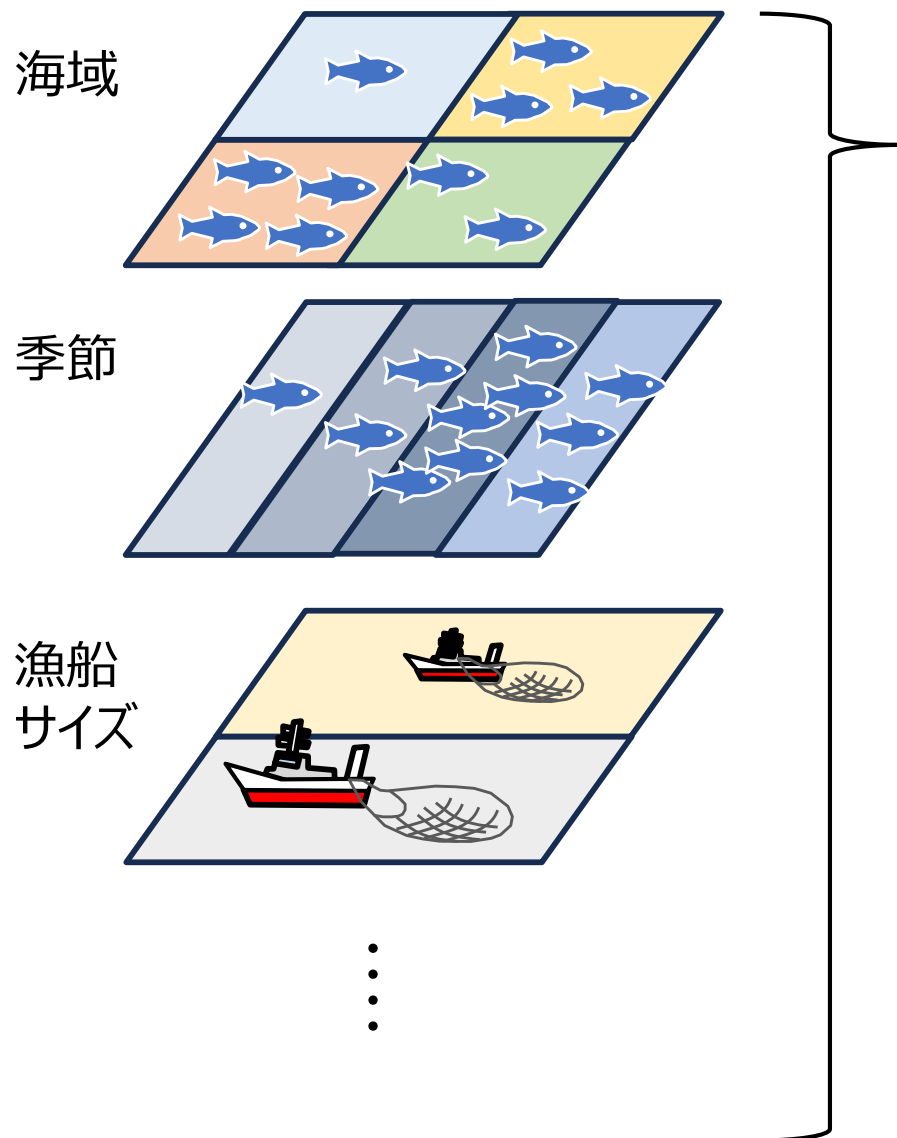


■ 獲れ具合の海域差を推定し、その影響を平均化して取り除いた年トレンドを得る (標準化)



CPUEを「標準化」する必要性

獲れ具合（CPUE）には様々な要因が影響する：

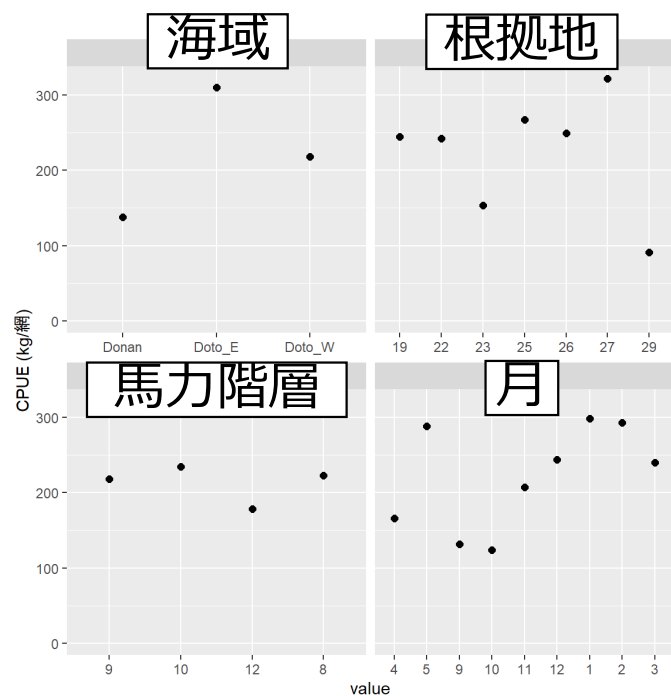


- 標準化では、資源量の年変化以外の原因でのCPUEの違いの影響を検討する
- それぞれの影響の効果を推定し、それらの影響を取り除く（情報の偏りを均一化し、効果を平均化する）
- すなわち、
 - ✓ それぞれの海域、季節等での獲れ具合の違いのパターンを推定する
 - ✓ 特定の海域、季節等に漁獲情報が偏っている場合でも、すべての海域、季節等の効果を等しく扱いその影響を除く
 - ✓ 海域、季節等での獲れ具合の違いの影響を除くことで、資源そのものの年変化の影響のみ取り出す（＝標準化CPUE）

マダラ北海道太平洋の場合

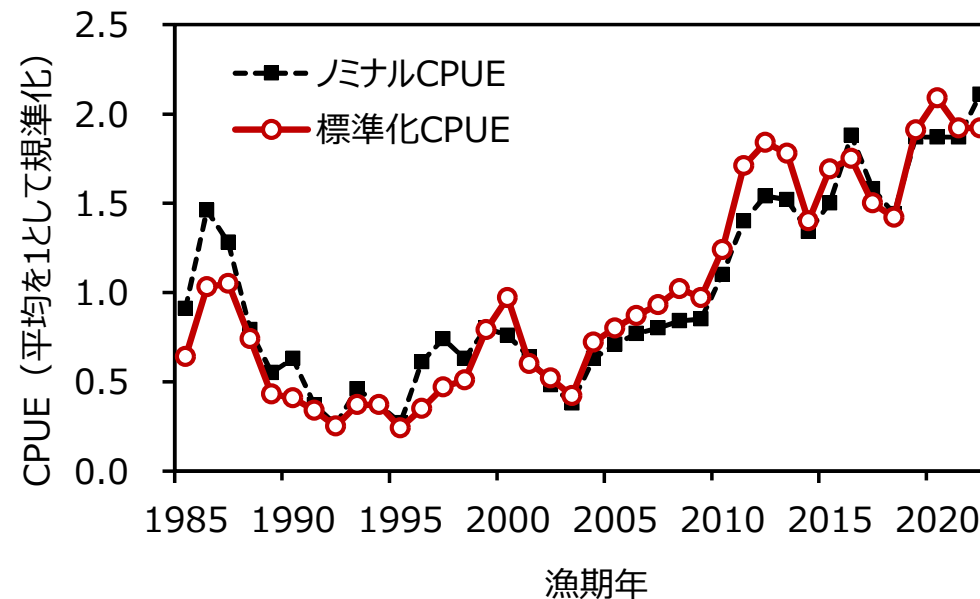
CPUEに影響する要因の効果の推定に一般化線形モデル（GLM）を使用：

推定された効果の一例



※ これらの効果の他に、
漁期年と海域、月と海域の
交互作用の効果を考慮

↳ 漁期年ごとに海域の影響が異なる。
月ごとに海域の影響が異なる。



● モデル式；

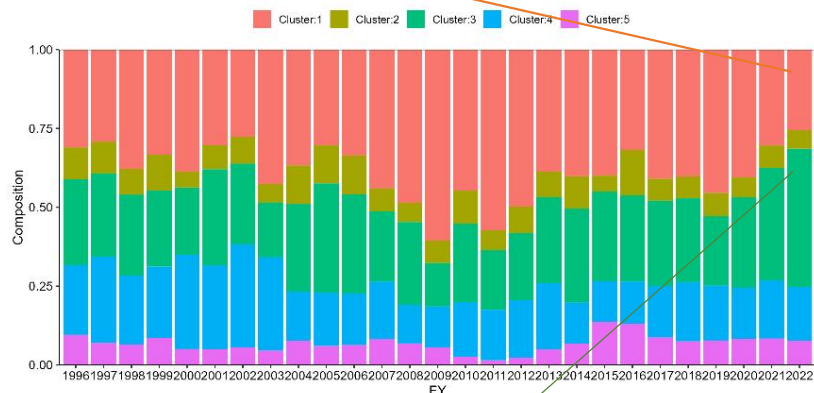
対数CPUE = 漁期年の効果
+ 海域の効果 + 根拠地の効果
+ 馬力階層の効果 + 月の効果
+ (漁期年×海域) + (月×海域)

マダラ北海道日本海の場合

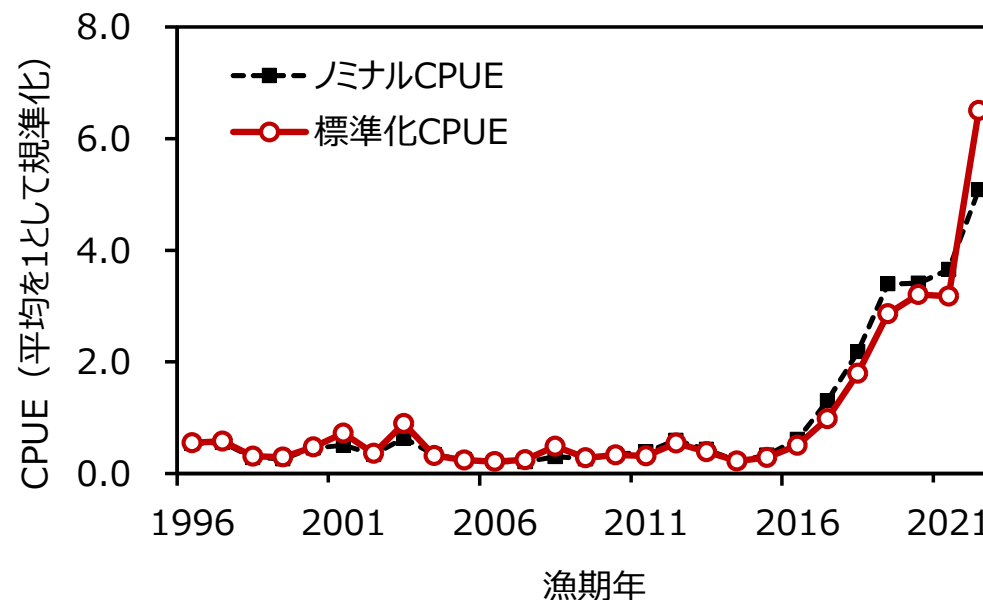
CPUEに影響する要因の効果の推定に一般化線形モデル（GLM）を使用，
操業パターンの影響（“狙い”など）の考慮に有限混合モデルの枠組みを使用．

マダラ北海道日本海では、
他魚種の漁獲の有無の情報も用いて、
データを操業パターンでグループ化し、
その影響を標準化により取り除いた。
（“狙い操業”の影響を考慮）

赤色のグループ：減少傾向
（マダラCPUEが中間的）



緑色のグループ：増加傾向
（マダラCPUEがやや高い）

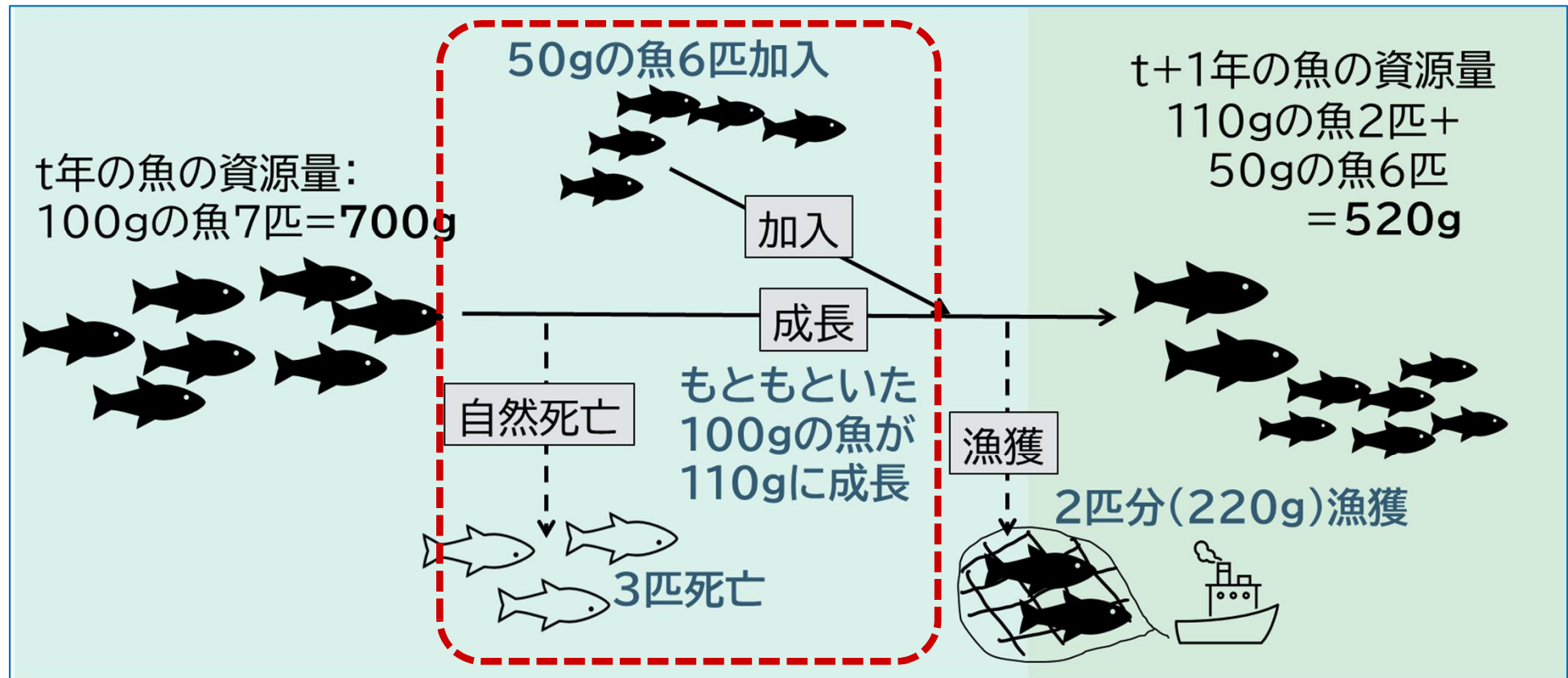


●モデル式；

対数CPUE = 漁期年の効果
+ 季節の効果 + 水揚港の効果
+ 馬力階層の効果

余剰生産モデルを用いた資源解析

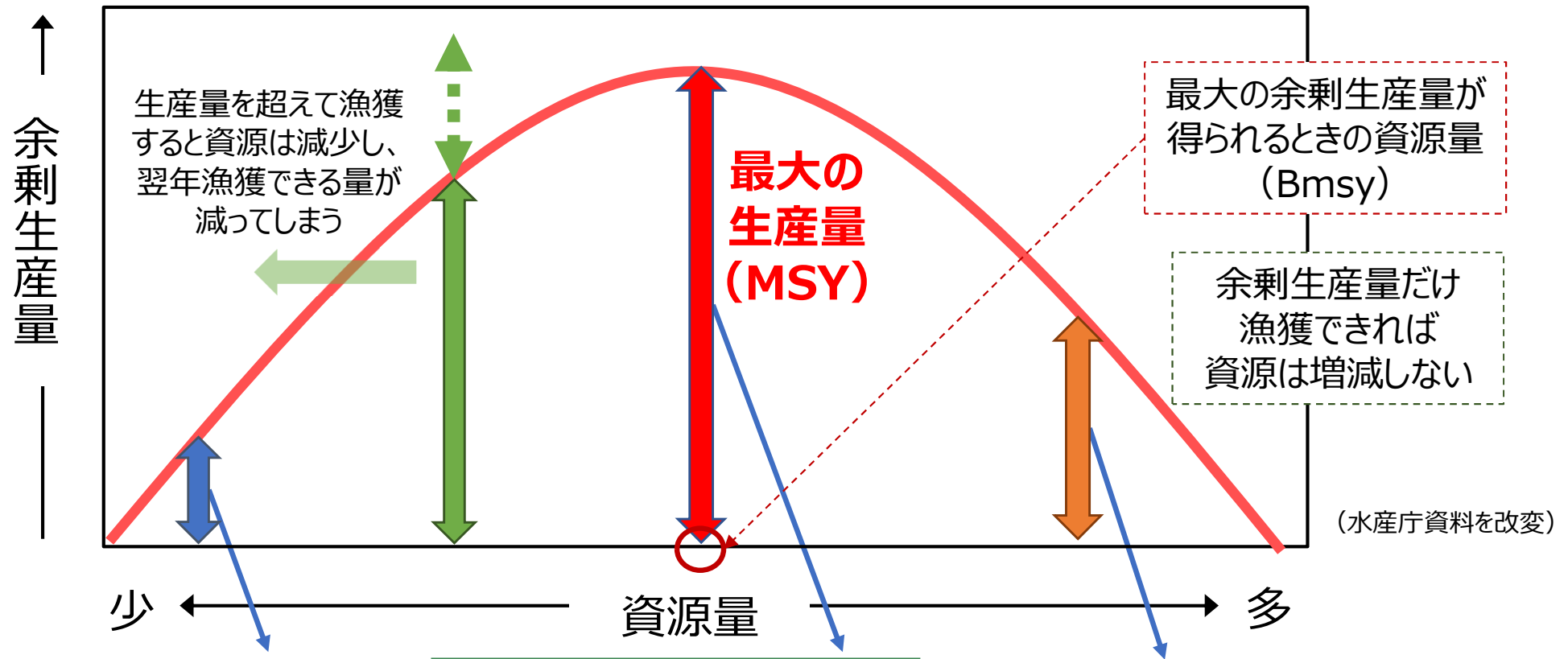
- 漁獲量やCPUEの推移の背景にある「資源量」の年変化を推定



年齢を用いず自然死亡、成長、加入を合わせて「**余剰生産量**」として扱う

余剰生産量とMSY（最大持続生産量）

資源量と余剰生産量の関係（余剰生産量曲線）を推定



密度が小さすぎる場合

1匹あたりの生残や成長は良いが、もともとの数が少ない

➡ 余剰生産少ない

密度がちょうどよい場合

もともとの数はある程度いる & 成長や加入もそこまで悪くない

➡ 余剰生産多い
(最大となる余剰生産 = MSY)

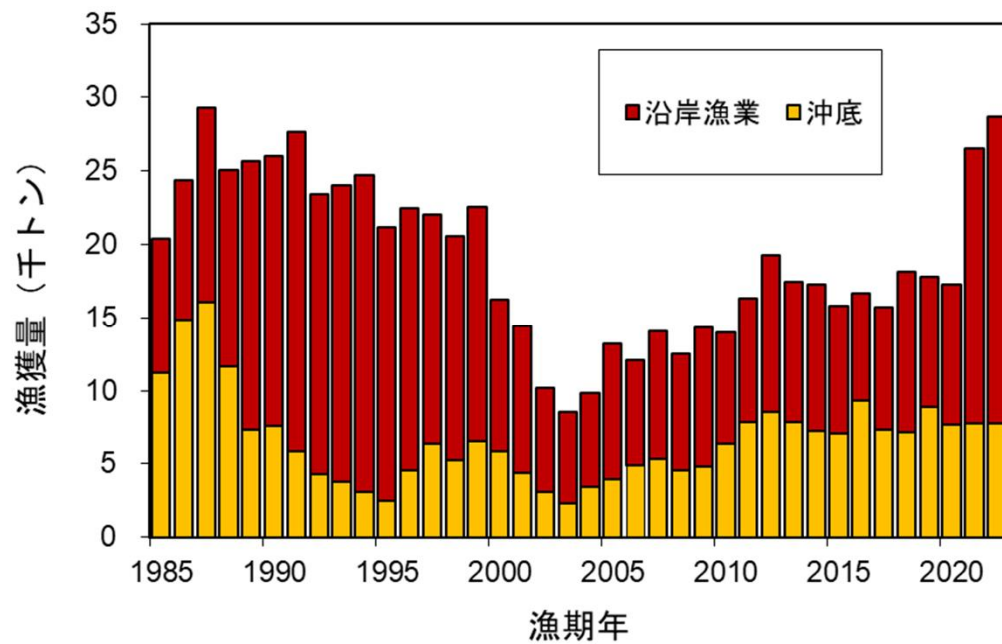
密度が高すぎる場合

餌やスペースが足りずに加入が少なくなる / 成長が鈍くなる / 自然死亡数が高くなる

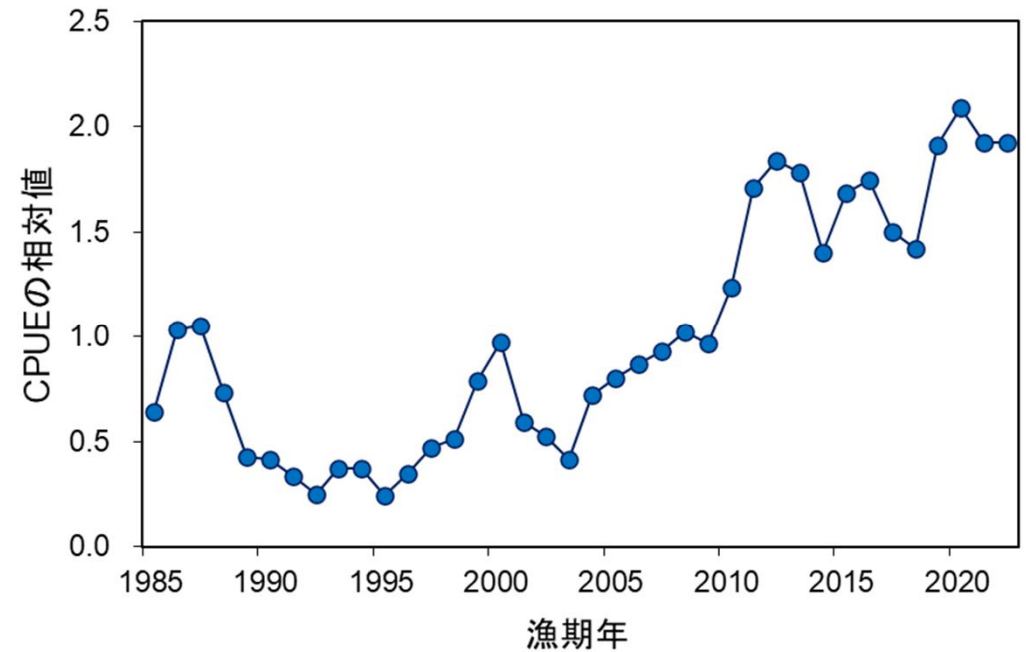
➡ 余剰生産少ない

使用するデータ

漁獲量
(沿岸+沖底)



資源量指標値
(沖底標準化CPUE)



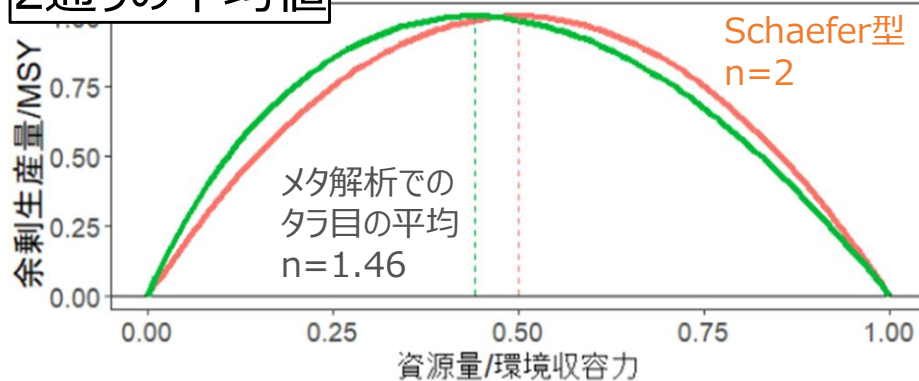
モデル（数式）検討の流れ

① 事前情報無しモデル

② 事前情報の付与やモデルの設定を工夫

形状パラメータ n に事前分布

2通りの平均値



内的自然増加率 r に事前分布を付与 もしくは、生産力の年変化を仮定

内的自然増加率の事前分布：

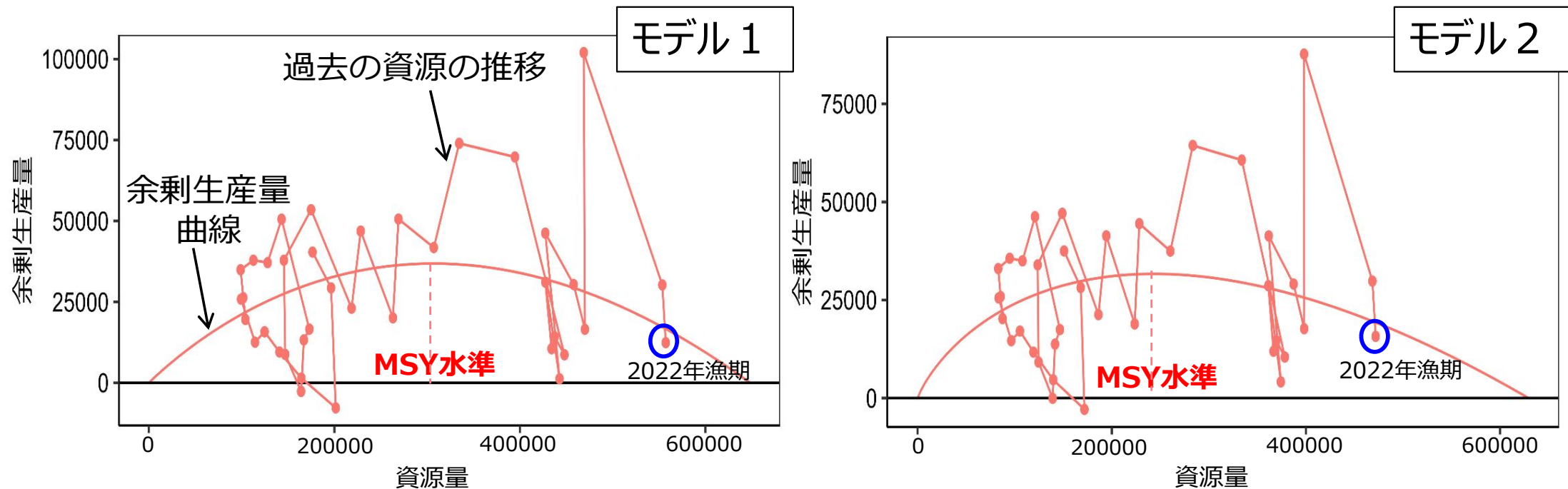
- ・ 尤度プロファイル or
- ・ FishLife (Thorson 2020) を平均値とする

緩い事前分布 ($SD=1$) と
狭い事前分布 ($SD=0.5$) を検討

③ 推定の安定性の判断・モデル診断・結果の解釈

9種類のモデルを検討し、性能に甲乙つけがたい2つのモデルにより資源量を推定した

推定された余剰生産量曲線

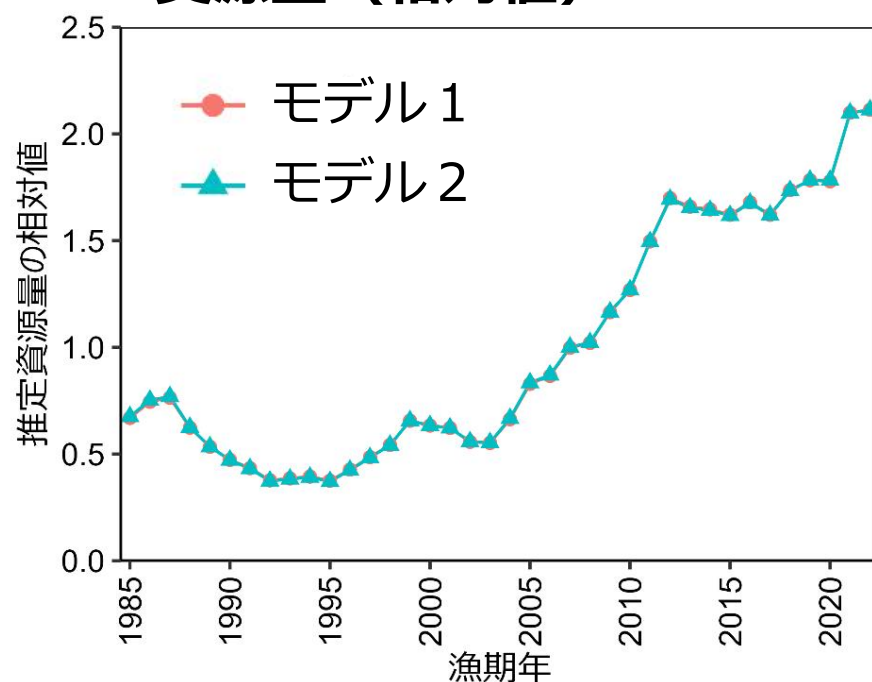


- モデル1とモデル2で過去の資源量の推移はほぼ同様である一方、余剰生産量はモデル2のほうが少ない
- 過去の資源の推移は、余剰生産量曲線から大きく外れている漁期年が多い
- 資源量推定の幅（信頼区間）がかなり広い（後述）
→ **資源量の絶対値を推定することは難しい**

推定された資源量と漁獲圧

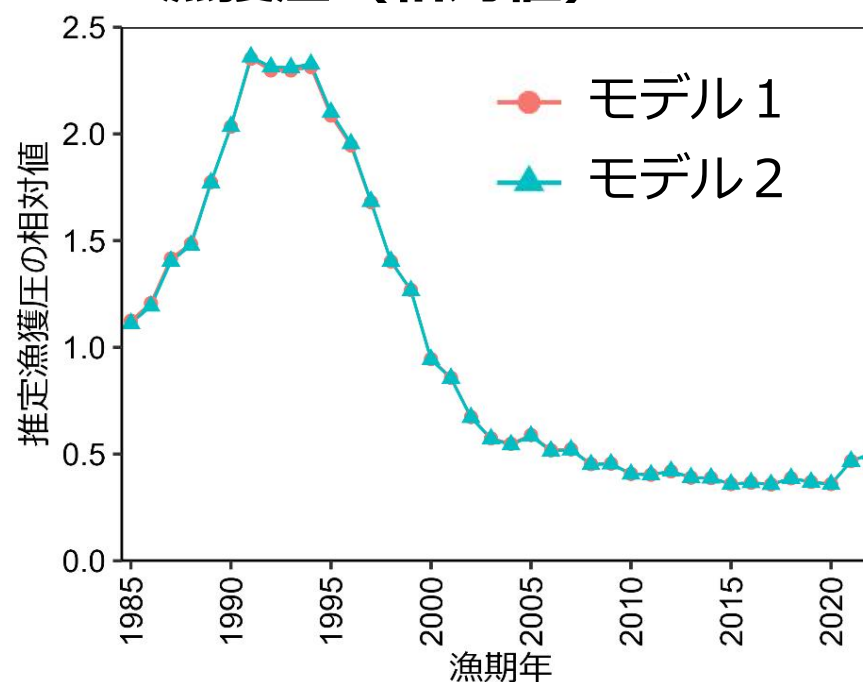
2つのモデルで極めて類似した資源量相対値・漁獲圧相対値が推定された
→ **資源量や漁獲圧の変動パターンを推定することは可能**

資源量（相対値）



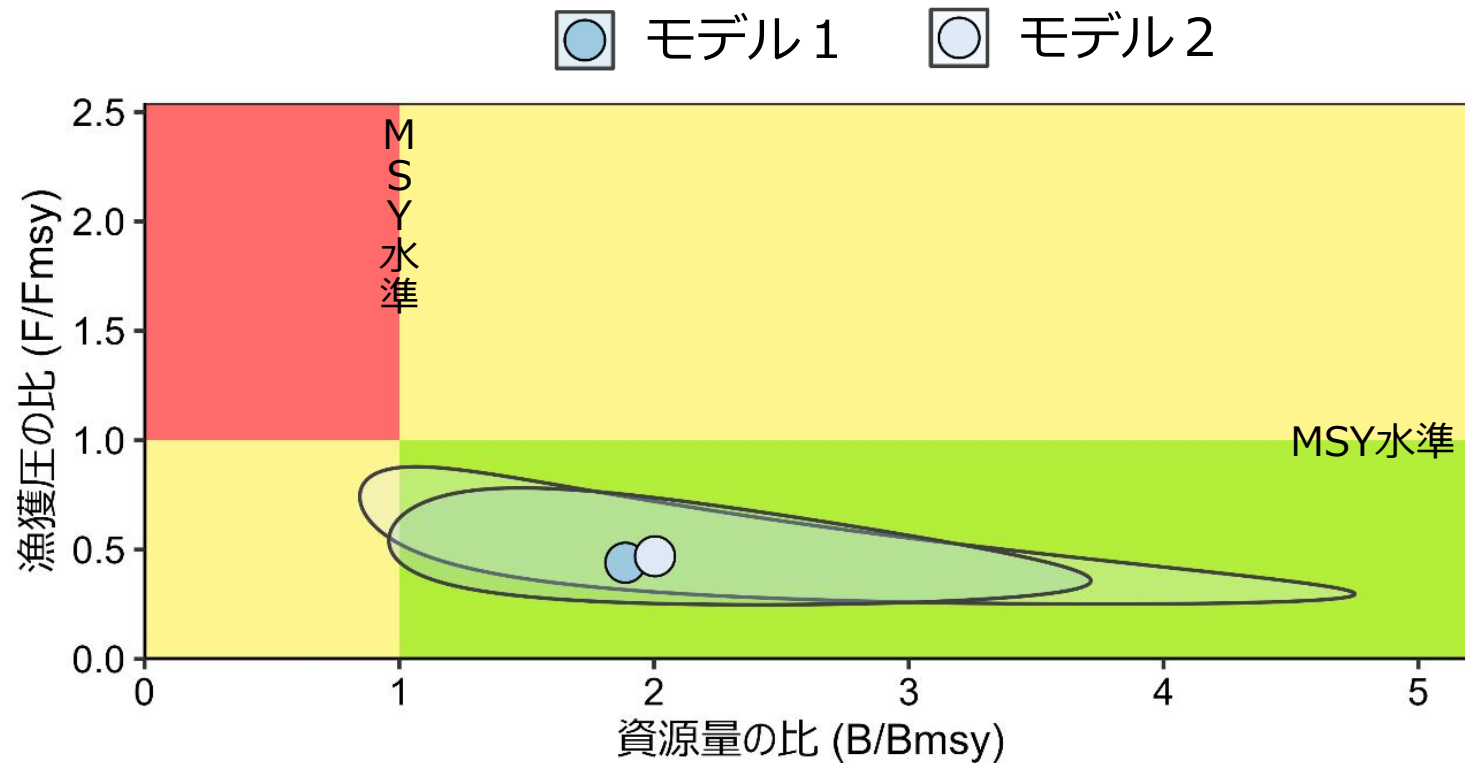
- 2003年漁期まで低い値で推移
- 2004年以降増加が続き、2012年漁期以降高い値で推移
- 2022年漁期は過去最高値

漁獲圧（相対値）



- 1990年代はじめの漁獲圧は高かった
- その後2000年代はじめまで低下が続き、以降は低い値で推移している

神戸プロット (チャート)



2つのモデルの結果から、

- 現在の漁獲圧が F_{msy} を下回る水準まで下がっている可能性が示唆される
- 現在の資源量が B_{msy} を上回るか否かは現段階で断定することは困難

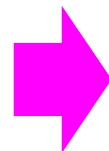
漁獲シナリオに“2系ルール”を提案

- 改正漁業法の下では、漁獲シナリオの議論のために、MSYの考え方に基づく漁獲方法の提案が求められている。
- 本資源では、資源量の絶対値（現在の資源量は何トンか）や漁獲圧（漁獲が資源に与える影響）が高い精度で得られていない。
- そのような場合でもMSYの考え方に基づくABCを提供することができる、近年の漁獲量と、資源量指標の状態（歴史的変動の中での相対的な位置）を考慮して、目標水準の資源量を目指す漁獲管理規則（2系ルール）の使用を提案する。

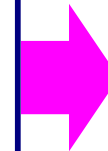
➤余剰生産モデル



直近の
資源量相対値



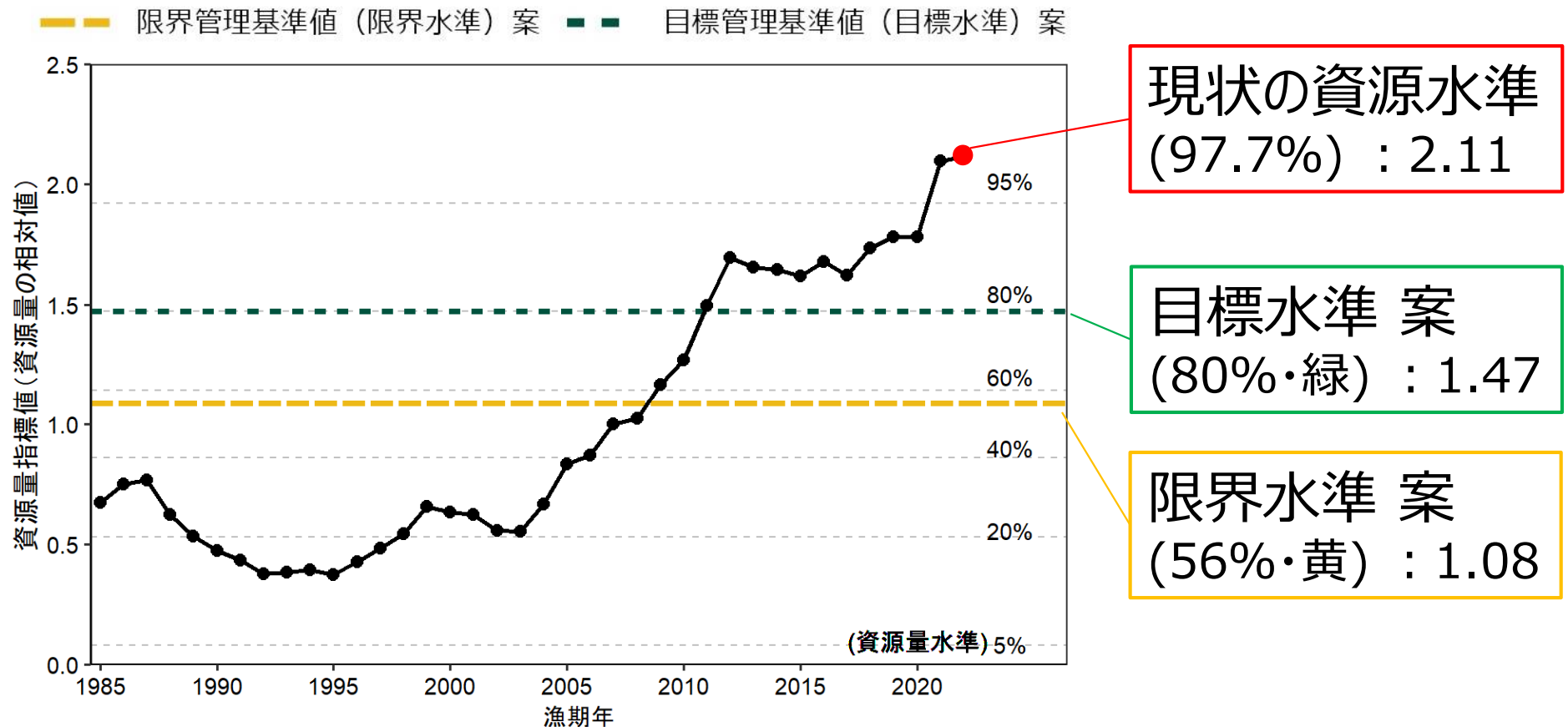
管理基準となる
水準に対し
(高い or 低い)
“××”



次回のABCは…

“○○○○トン”

目標水準案と限界水準案



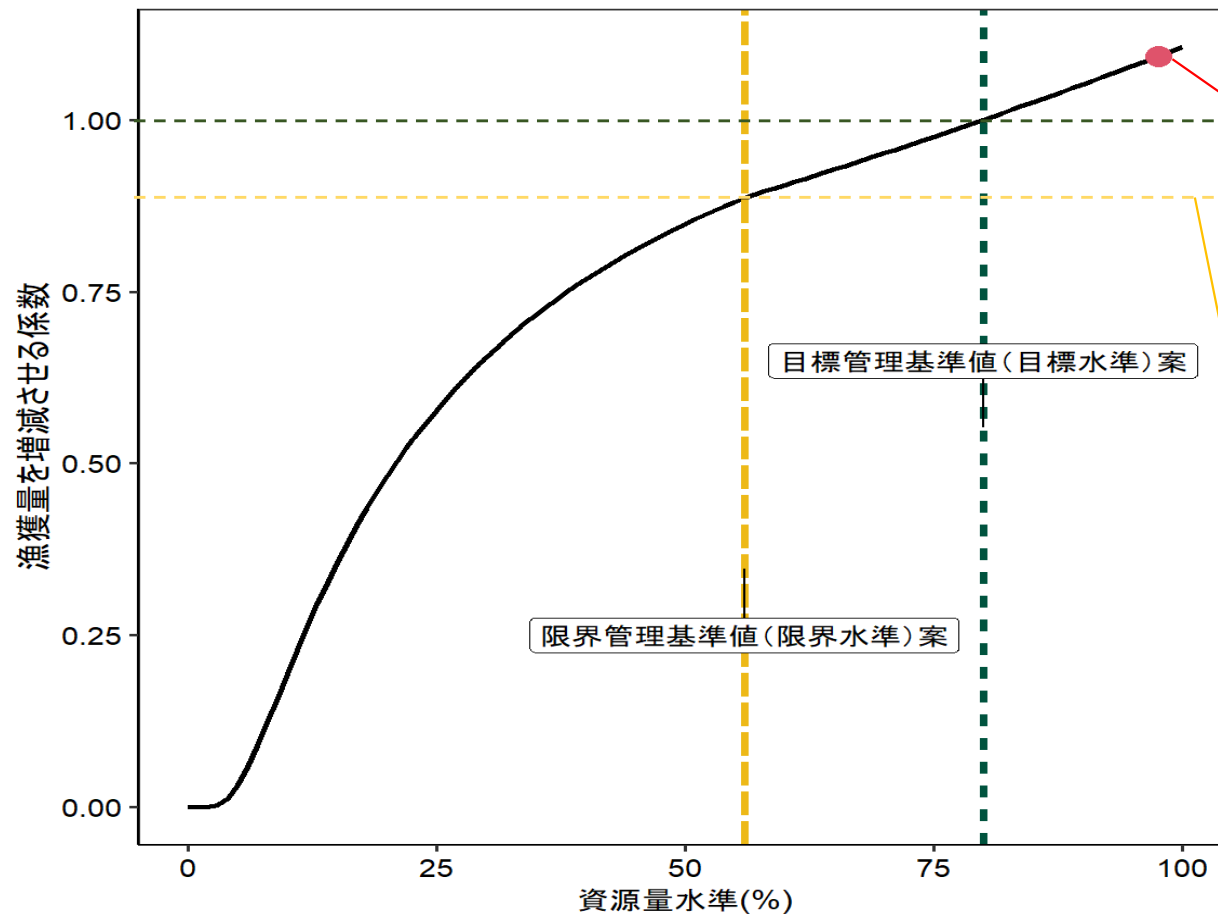
余剰生産モデルで推定された資源量（相対値）：

2022年漁期までの資源量相対値では、2011年漁期以降は目標水準案を上回る。

2011年漁期の資源量相対値が概ね目標水準案に相当する。

2008年漁期と2009年漁期の資源量相対値の間に限界水準案が位置する。

漁獲管理規則案（ベースの漁獲量にかける係数）



現状の資源水準
(97.7%) : 2.11
漁獲量にかける係数は
1.092

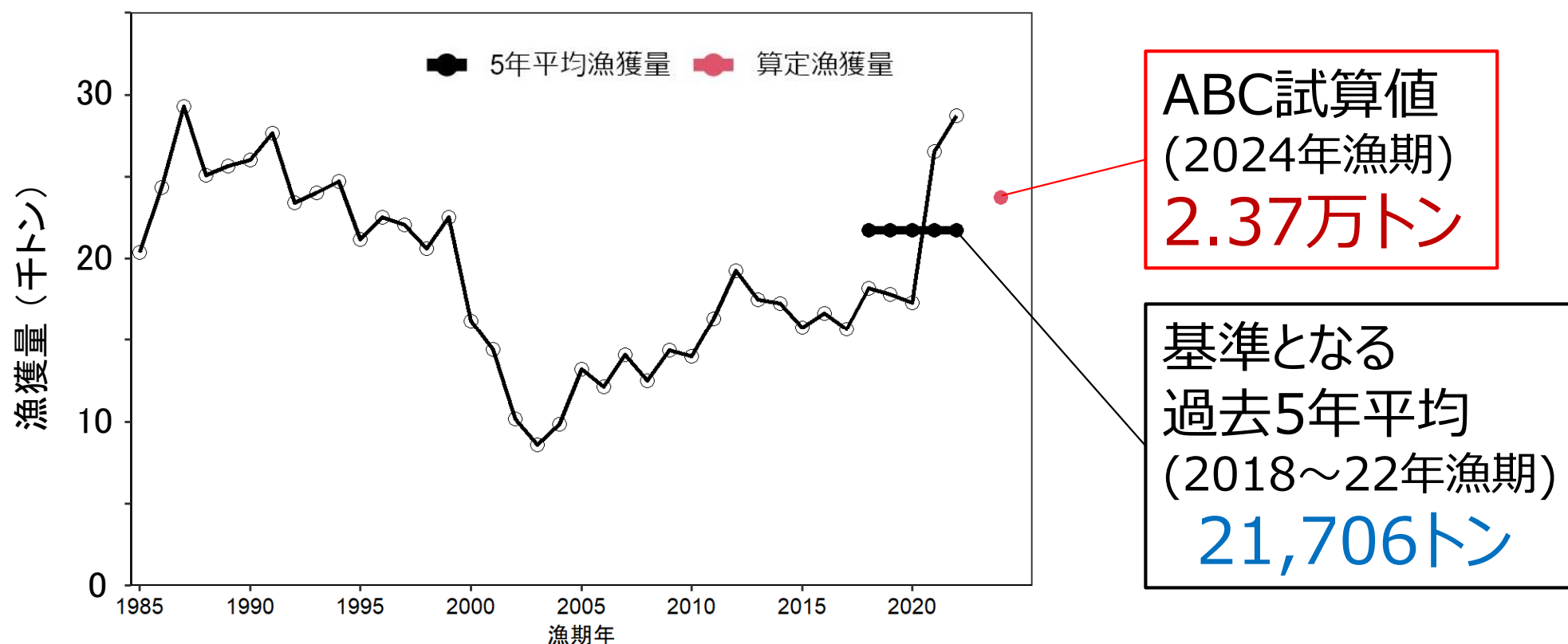
目標水準 案
(80%・緑) : 1.47
増減させる係数は
1.000

限界水準 案
(56%・黄) : 1.08
増減させる係数 α は
0.897

余剰生産モデルで推定された資源量（相対値）

漁獲管理規則案において、現状の資源水準の目標水準案・限界水準案に対する位置関係により、ABCを算出する際にベース（過去5年間）の漁獲量にかけるべき係数が定まる（この場合、1.092）

2024年漁期ABC試算値

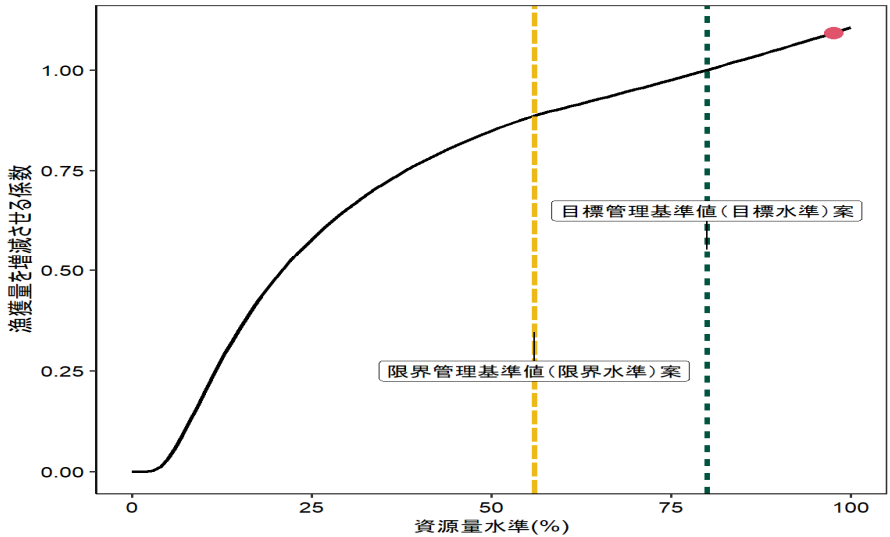
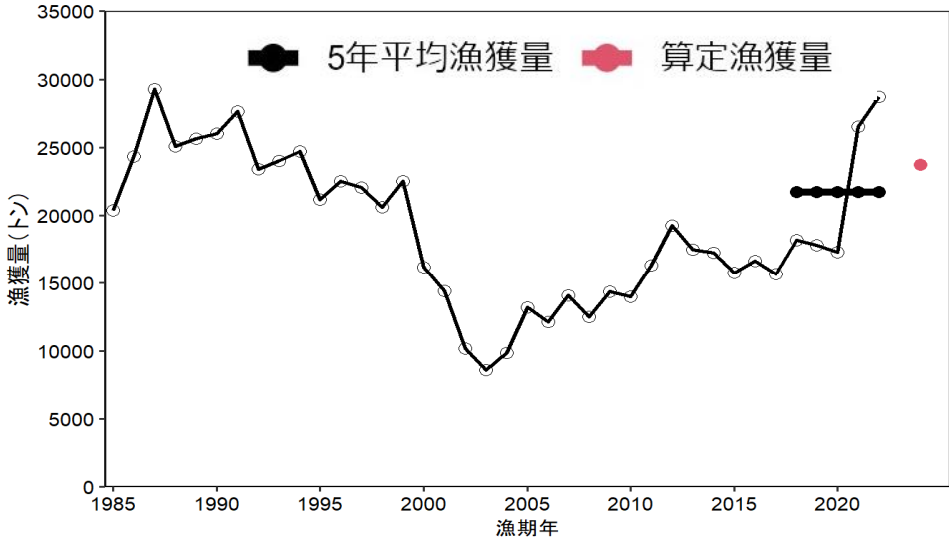
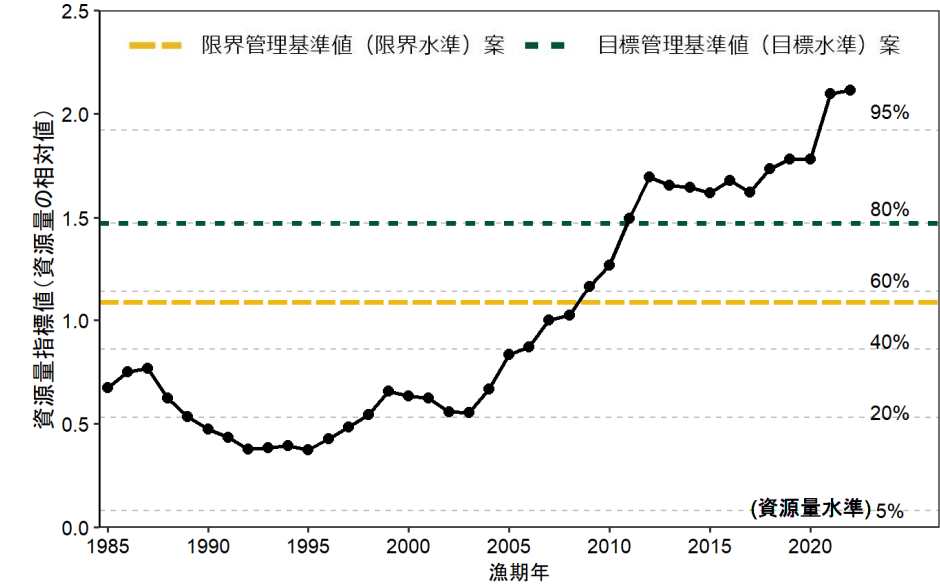


余剰生産モデルで推定された資源量（相対値）を用いると：

2022年漁期の資源量指標値（2.11）は97.7%水準であるため、漁獲量に乗じる係数は1.092となる。すなわち、令和5（2023）年度資源評価において2系資源の管理規則を適用した場合、直近5年（2018～2022年漁期）平均の漁獲量（21,706トン）に1.092を乗じた2.37万トンが2024年の算定漁獲量（ABC試算値）として算出される。

資源評価のまとめ

※ 資源量指標値に余剰生産モデルの2つのモデルの資源量相対値の平均値を使用
近年5年間の平均漁獲量：21,706トン



	水準	資源量 指標値	係数
目標水準案	80%	1.47	
限界水準案	56%	1.08	
現状	97.7%	2.11	1.092
2024年漁期ABC試算値		2.37万トン	