

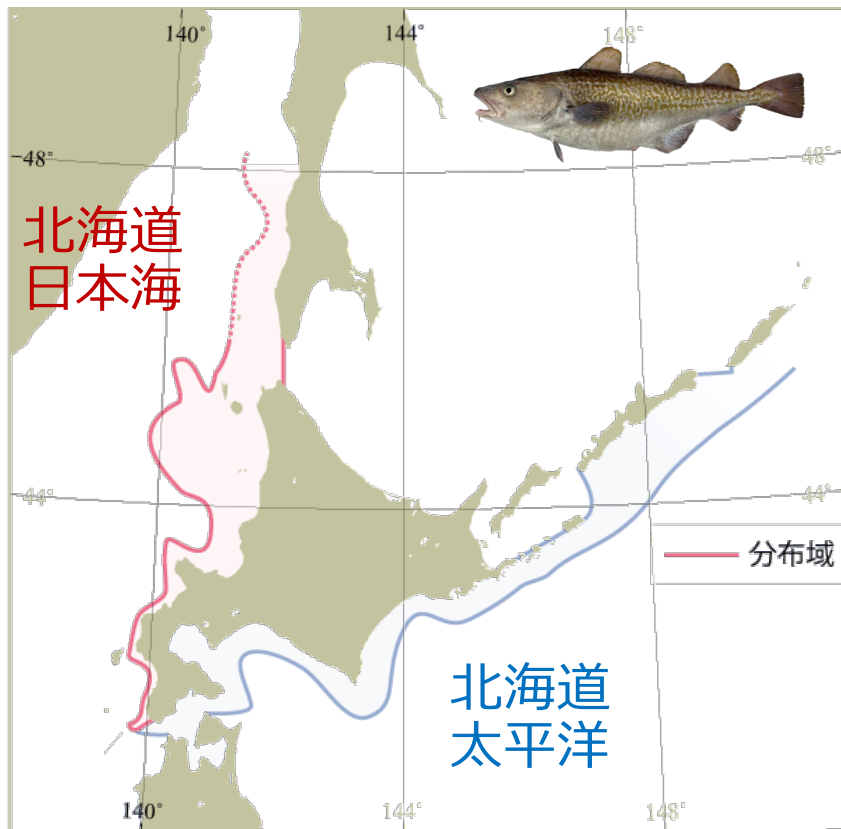


北海道資源評価説明会 マダラ北海道日本海

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

本日の説明対象資源

評価対象のマダラ資源



- 生息海域で評価群を4区分.
- 産卵場は分布域に散在.

日本に主分布域 (本日の説明対象)

□ 北海道太平洋

陸奥湾, 襟裳以西, 道東, 千島

□ 北海道日本海

北海道日本海～サハリン西岸

その他

- オホーツク海南部
- 根室海峡

新漁業法に対応した資源評価の改善

【これまで】

- ・ 漁獲量
- ・ 資源量指標値 (CPUE)

- ・ 資源水準・動向判断

※ ABC算定

従来ルール
(ABC算定規則 2-1)

【今回】

- ・ 漁獲量
- ・ CPUEの標準化

- ・ 余剰生産モデルでの資源解析
- ・ 資源量 (相対値) 推定
- ・ 資源量指標値として使用

※ 漁獲シナリオの検討材料

改正漁業法に対応した
“2系ルール”の適用を提案

マダラ北海道日本海の評価に使用したデータ

基データ

沿岸漁業漁獲量
(北海道水産現勢)

沖合底びき網漁業
(沖底) 漁獲成績報告書

参考情報

主要港の銘柄別水揚げ量

生物学的知見

異なる手法での資源解析

【資源解析 (資源評価結果)】

- ・ 漁獲量
- ・ CPUEの標準化

余剰生産モデルでの資源解析

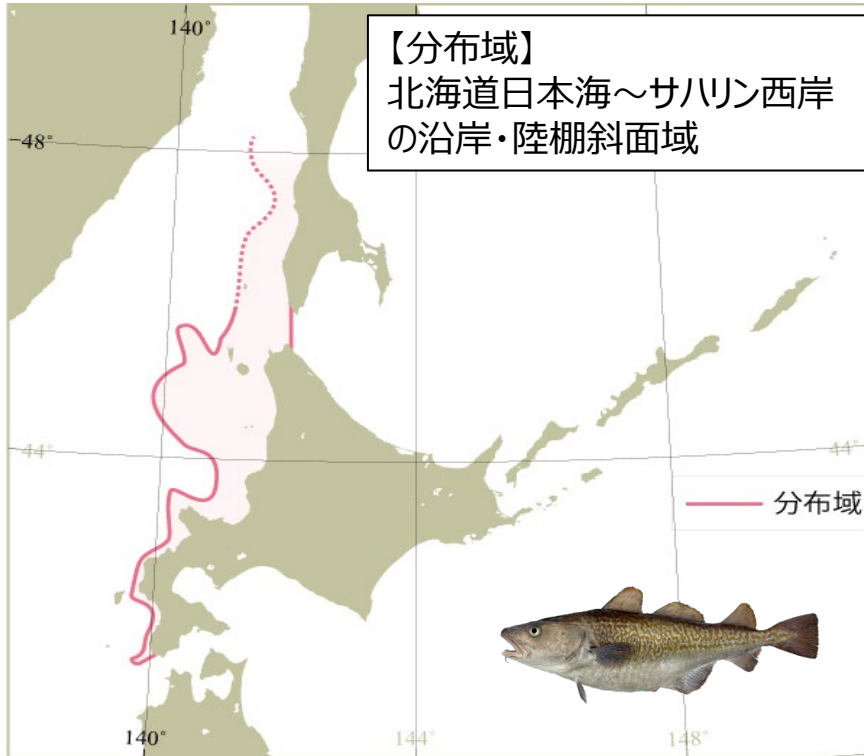
- ・ 資源量 (相対値) 推定
- ・ 資源量指標値として使用

【研究機関会議からの提案】

改正漁業法に対応した
"2系ルール"の適用を提案

令和4年度マダラ北海道日本海 資源評価結果

分布域と生物学的特性

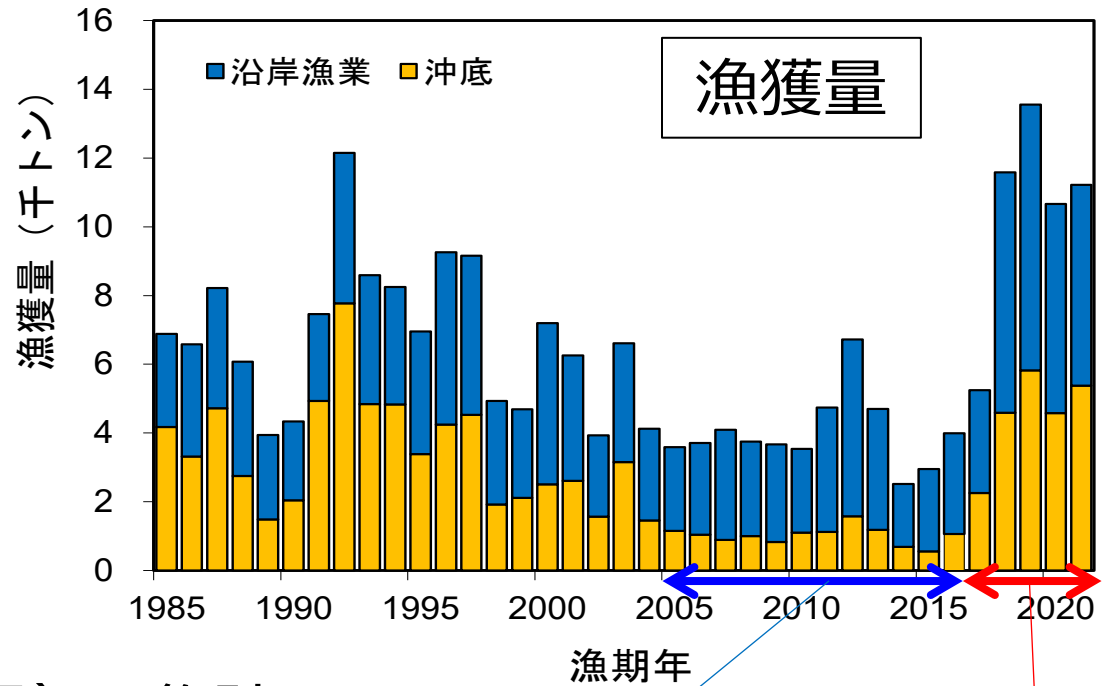


生物学的特性

- 寿命：10歳以上
- 成熟開始年齢：不明
50%成熟体長は雄が50cm、雌が53cm
- 産卵期：12月～翌年3月下旬。
- 産卵場：利礼周辺、武蔵堆、雄冬沖等、
分布域全体に散在
- 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
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。

分布域の漁獲量の年推移

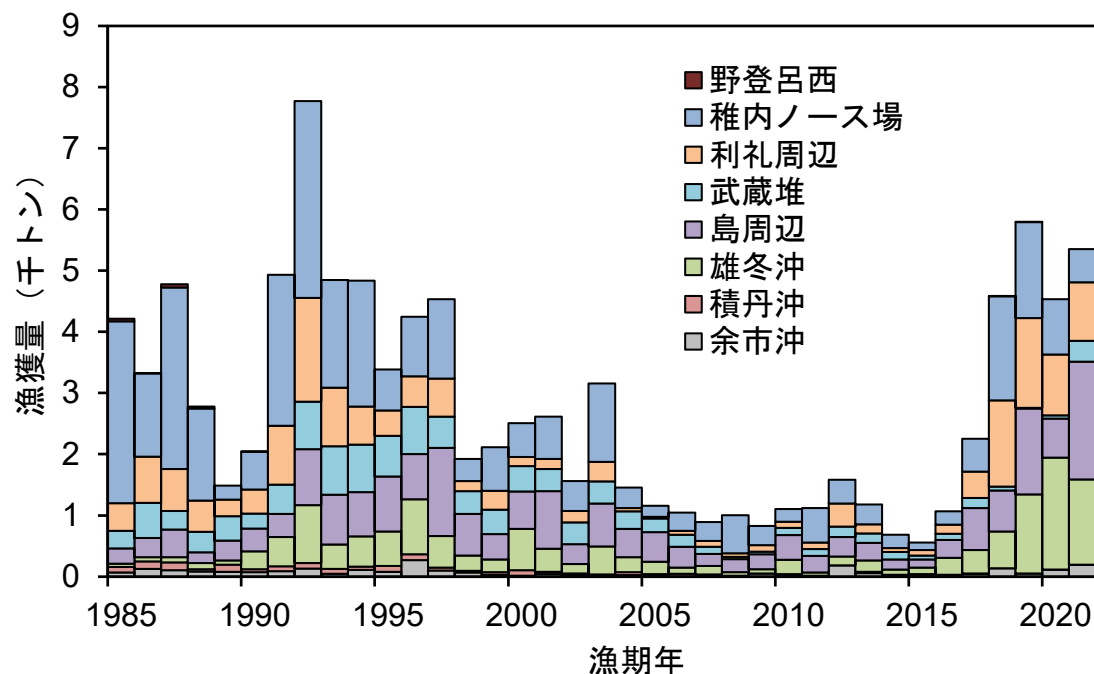
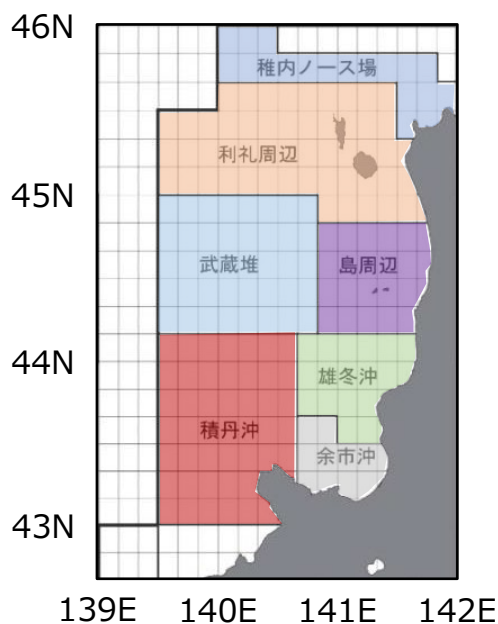


- 漁期年（4月～翌年3月）で集計.
- 沖合底びき網漁業（沖底）のほか、刺網・延縄・底建網などの沿岸漁業で漁獲.
- 2014年漁期以降、急増.

2005～16年漁期：
沖底は2～3割

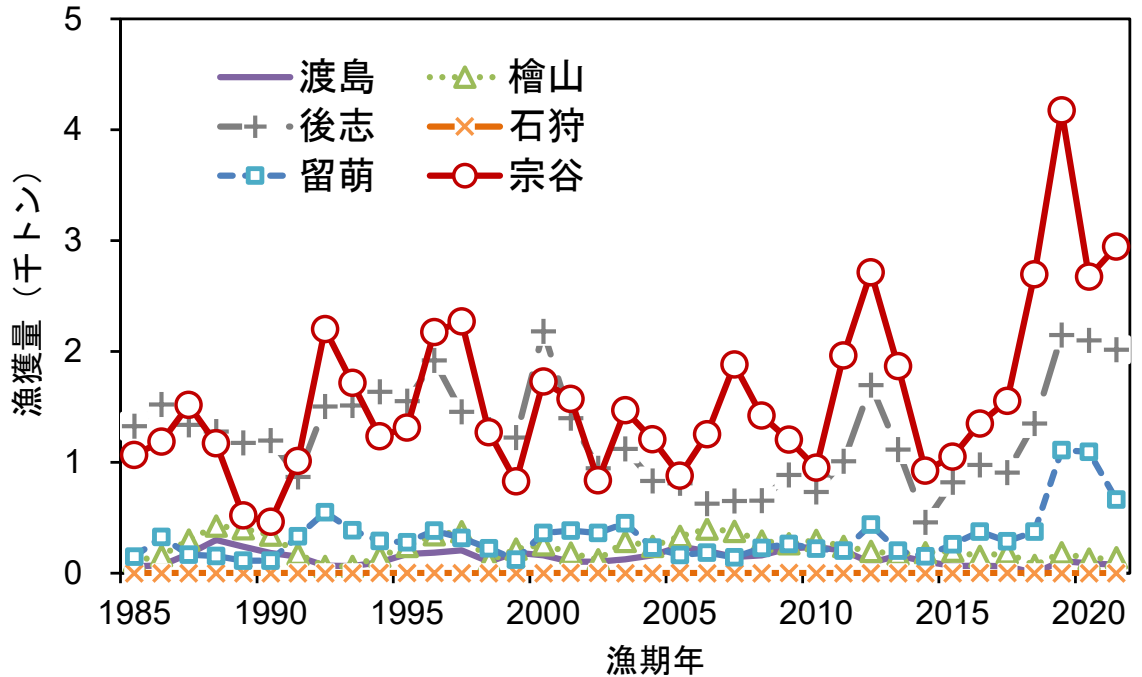
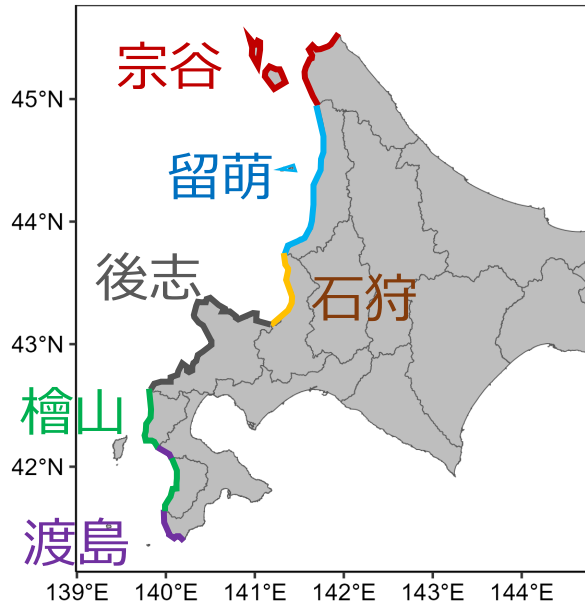
2017年漁期以降：
沖底は4割

沖底の海域別の漁獲量



- 沖底では稚内ノース場、利礼周辺、島周辺、雄冬沖で漁獲が多い。
- 近年は比較的沖合域（武蔵堆など）の漁獲が少ない。
- 2015年漁期以降の漁獲量増加は、特定の海域に偏ったものではない。

沿岸漁業の地域別の漁獲量

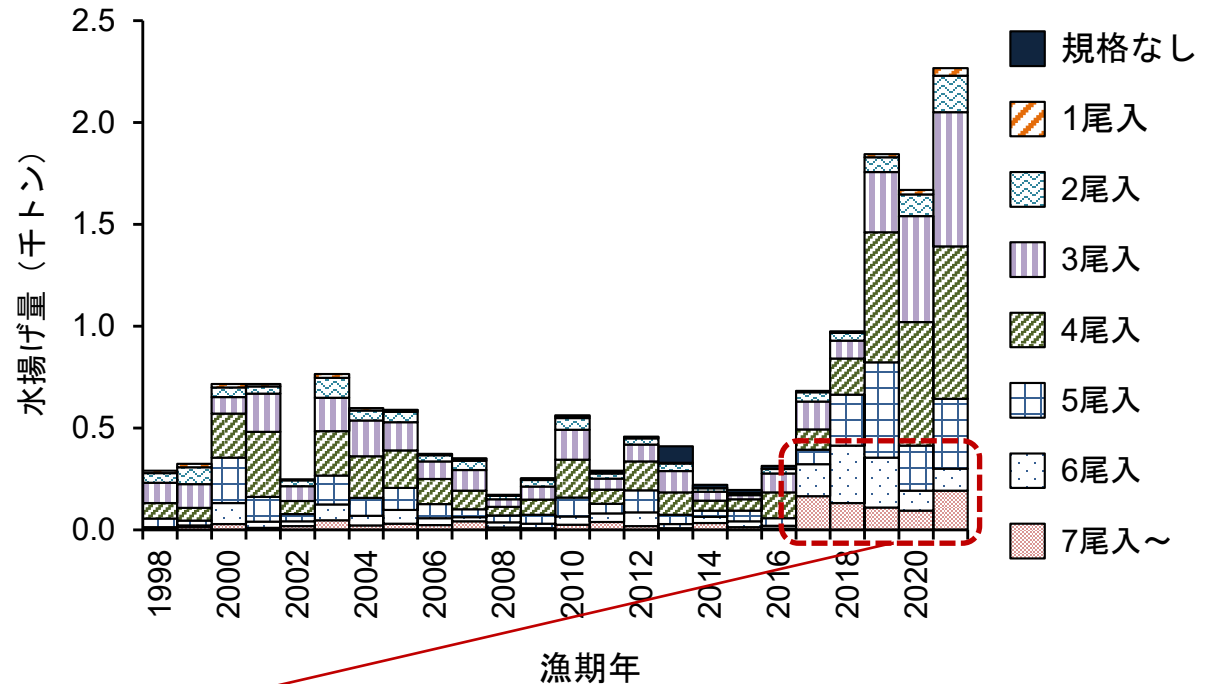


- 沿岸漁業の漁獲量は2018年漁期に大きく増加。
- 漁獲量の増加は宗谷、留萌、後志の各振興局管内で見られる。
- その他の地域（石狩、檜山、渡島）の漁獲量は比較的少ない。

銘柄別水揚げ量

北海道水産資源管理協議会委託事業
の評価書より

小樽港 沖合底びき網漁業



- 2017年漁期に「6尾入」「7尾入〜」の小型銘柄（50cm台後半～60cm台前半）が急増（=2014年以降の加入が高豊度）。
- その翌年から大型の銘柄も増加（成長に伴う銘柄の大型化）。
- その後も小型銘柄の漁獲が続く（高豊度の加入が継続）。

単位努力量あたり漁獲量 (CPUE)

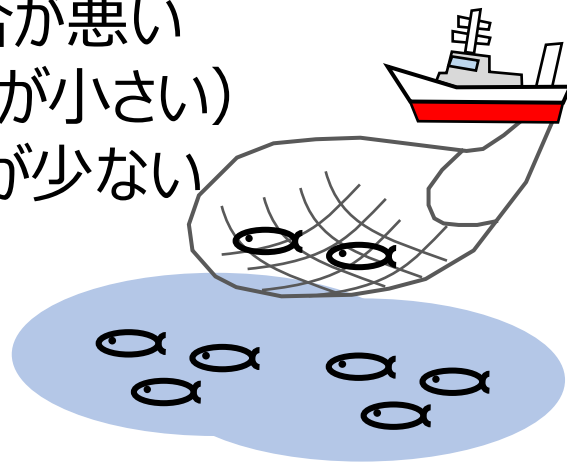
[CPUEデータの解析]

- 獲れ方の増減が資源量の変化を反映していると仮定.
- 対象資源に関係する操業データの抽出.
- 操業の仕方に関わる獲れ方の違いや、季節・海域ごとの獲れ方の違いの影響を取り除く (標準化) .

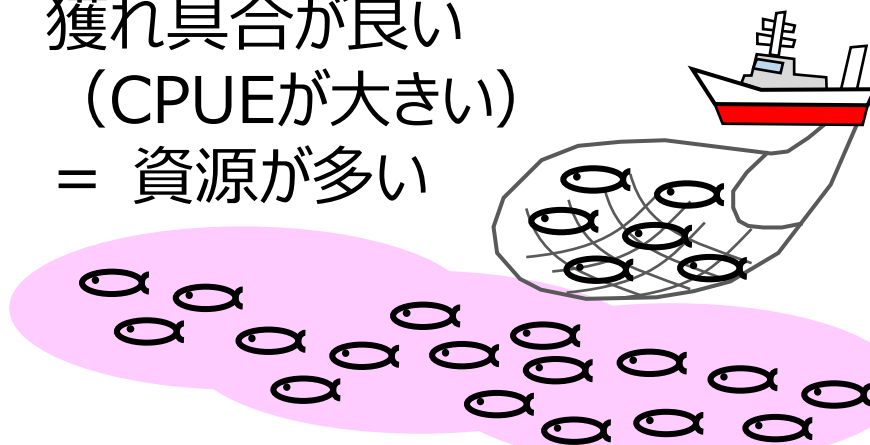


資源量そのものの
変化の年推移を推定

獲れ具合が悪い
(CPUEが小さい)
= 資源が少ない

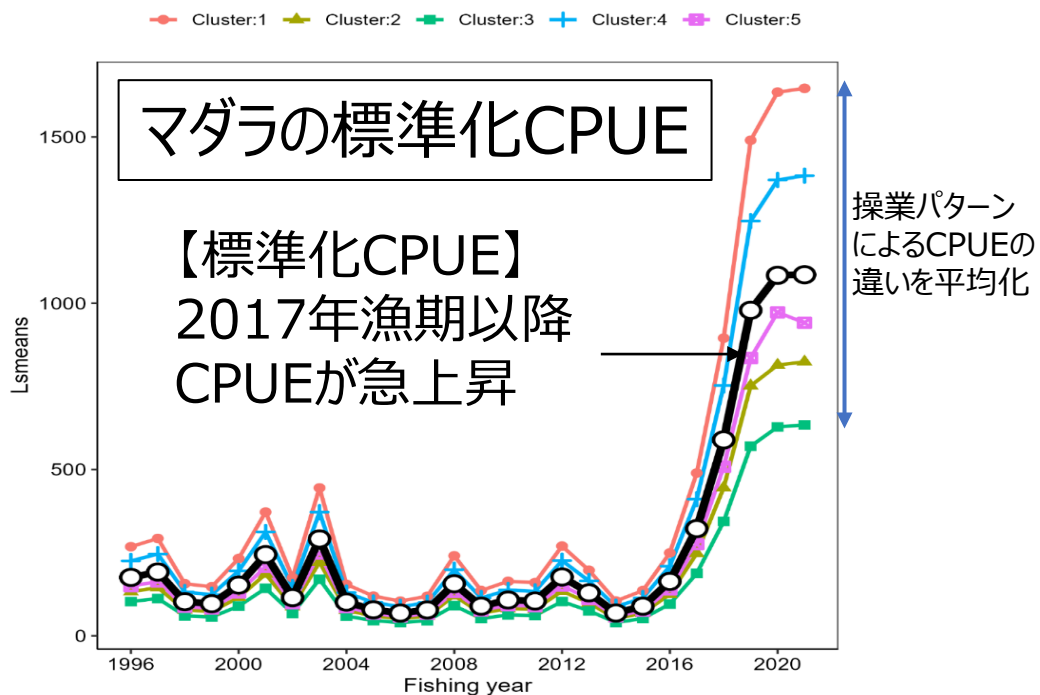
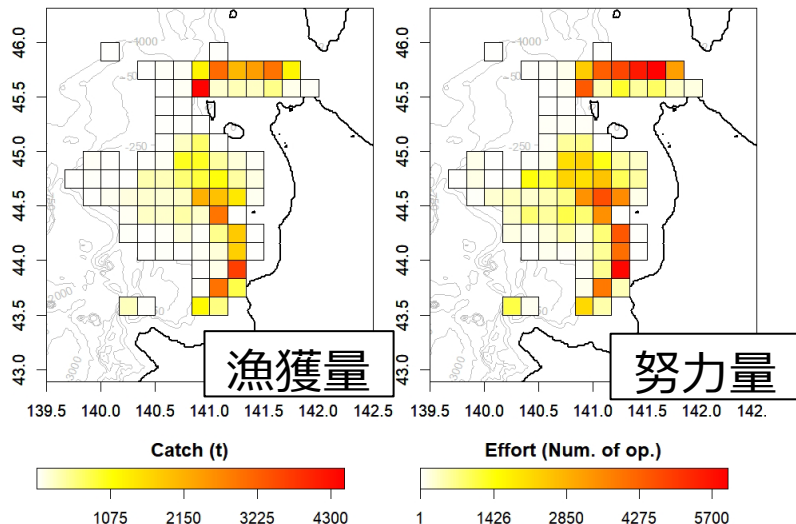


獲れ具合が良い
(CPUEが大きい)
= 資源が多い



沖底（かけまわし操業）の標準化CPUE

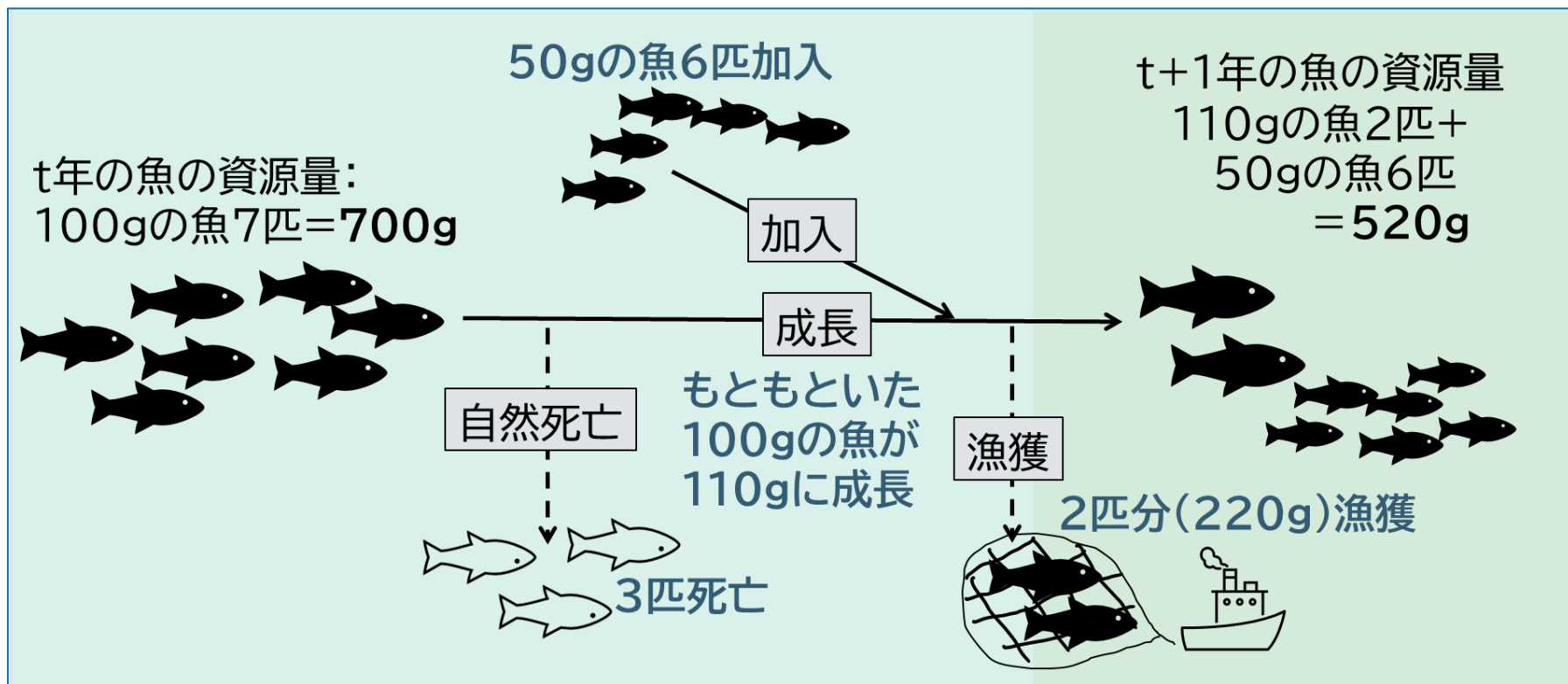
日別データに基づく
(1996~2021年漁期)



- 各年漁期で漁獲量の90%までを説明する操業情報を抽出。
- マダラのCPUEとスケトウダラ・ホッケ・ソウハチの漁獲有無とを同時にモデル化、多魚種狙いの操業パターンの影響を考慮（有限混合モデル）。
- 季節や海域でのCPUEの違いを取り除く（一般化線形モデル）。

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

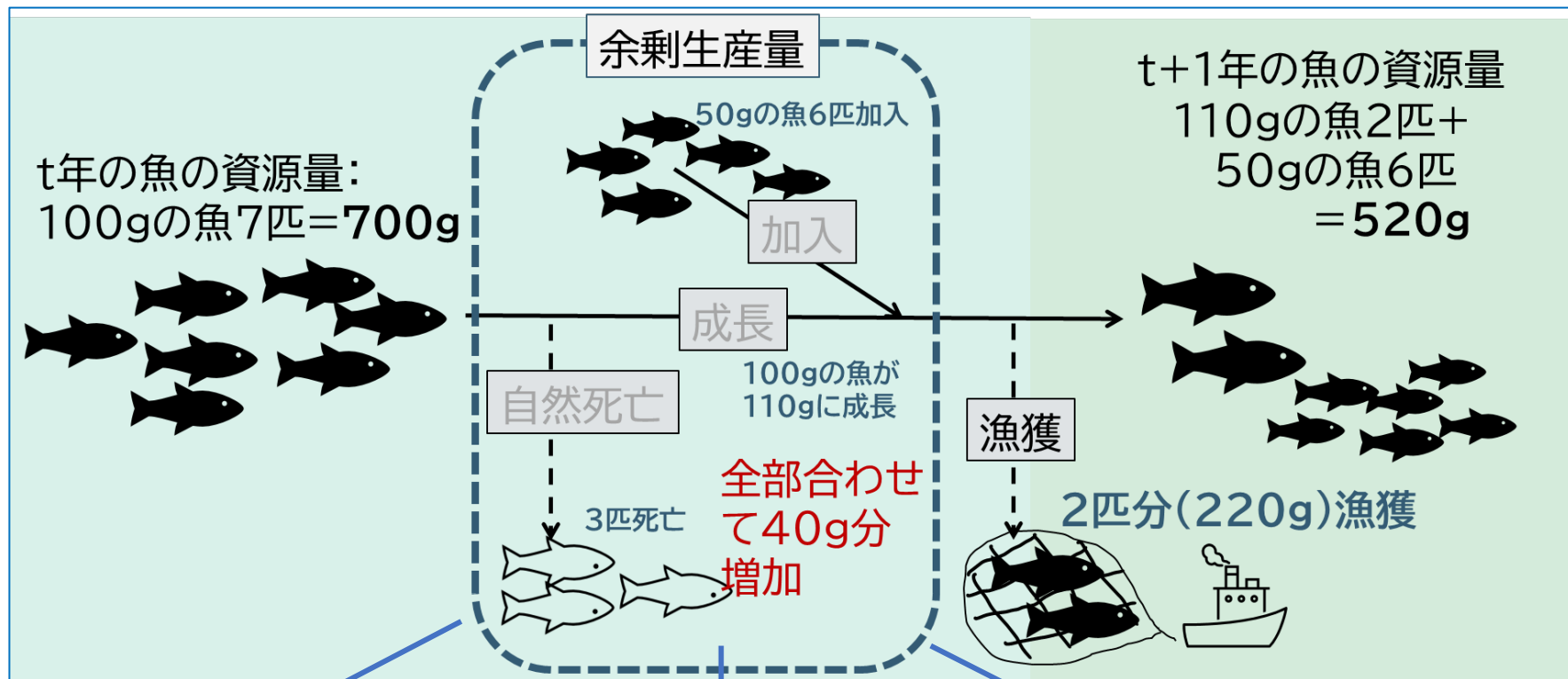


(資源評価高度化作業部会資料から抜粋)

VPAでは年齢別に自然死亡や漁獲、成長、加入での増減をモデル化

余剰生産モデルを用いた資源解析

- 自然死亡・成長・加入を合わせて「余剰生産量」として扱う

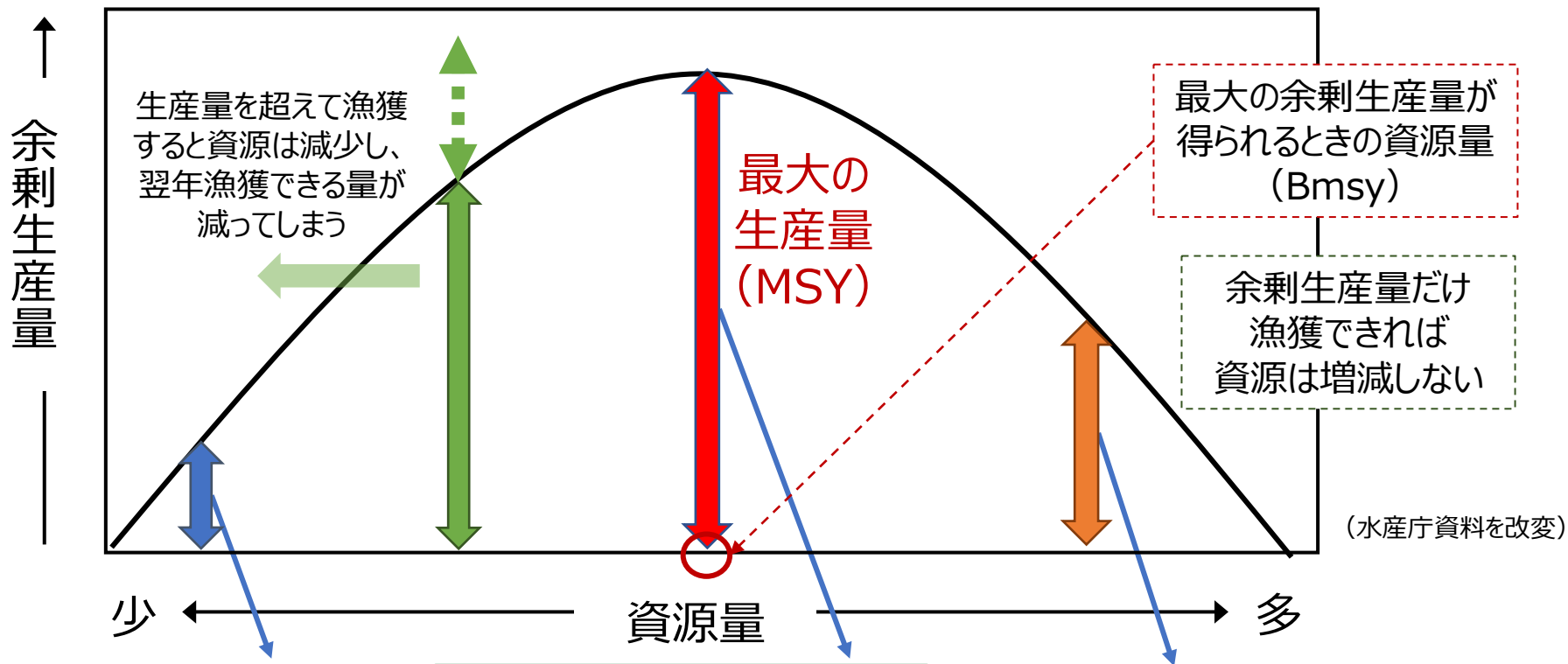


密度が小さすぎる場合	密度がちょうどよい場合	密度が高すぎる場合
1匹あたりの生残や成長は良いが、もともとの数が少ない	もともとの数はある程度いる & 成長や加入もそこまで悪くない	餌やスペースが足りずに加入が少なくなる / 成長が鈍くなる / 自然死亡数が高くなる
➔ 余剰生産少ない	➔ 余剰生産多い (最大となる余剰生産=MSY)	➔ 余剰生産少ない

(資源評価高度化作業部会資料より抜粋)

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)

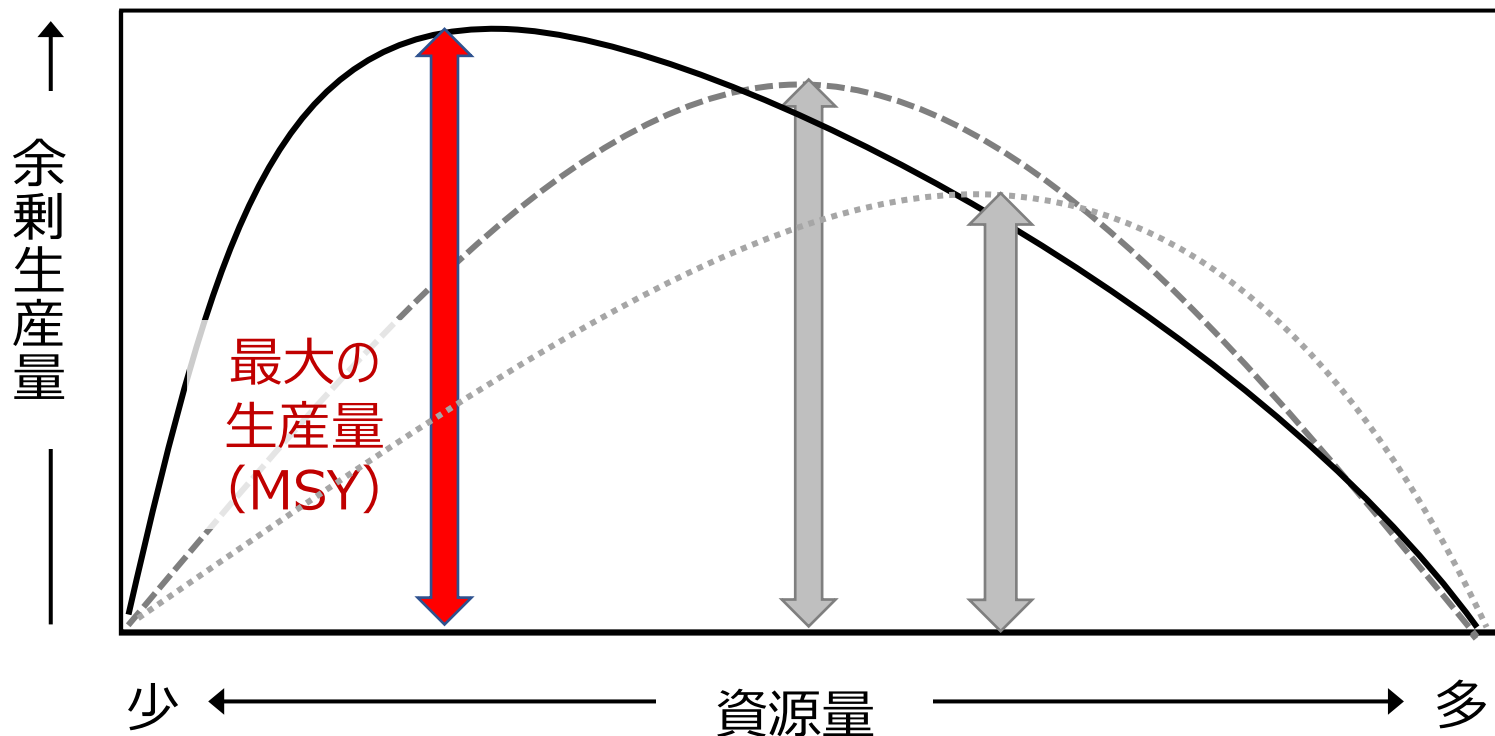
密度が高すぎる場合

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

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を推定

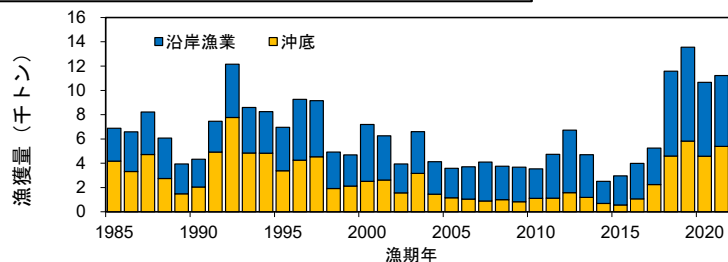


- 余剰生産量曲線の形や高さは評価対象資源ごとに異なる。
- それぞれの評価対象資源のデータや、対象資源に対応したモデル設定を用いて、資源量や漁獲圧の推移と共に推定。

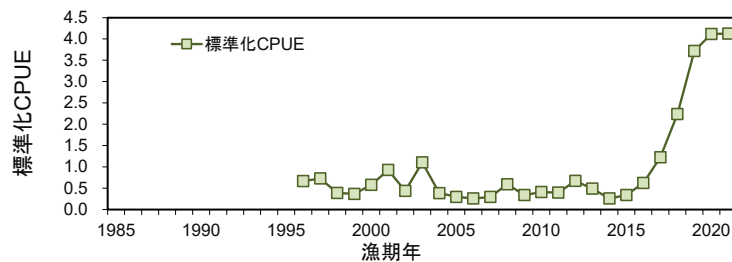
余剰生産モデルでの解析

● 入力データ

漁獲量（沿岸+沖底）

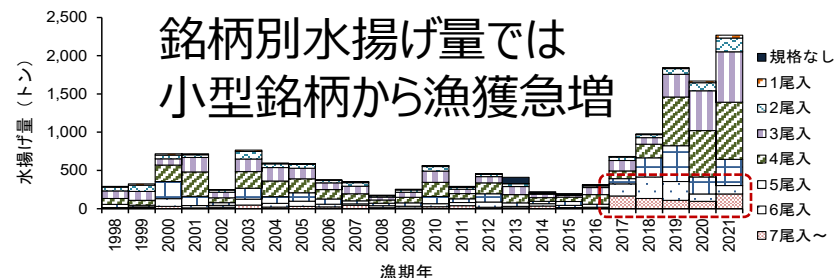


指標値（標準化CPUE）



● モデルの設定

生産力のシフトの可能性も検討

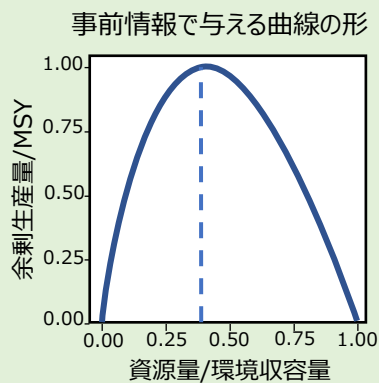


- 余剰生産量曲線の形や生産力について、複数の仮定を検討。
- 生産力が上昇する仮定を含めて、推定が出来た4通りのモデルの結果を示した。

余剰生産モデルの設定（4通り）

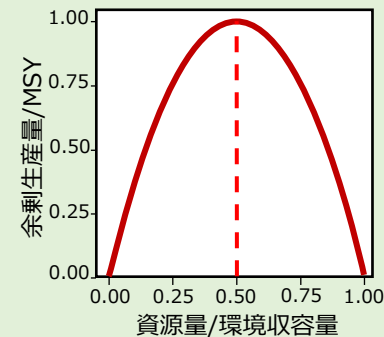
設定1

- 余剰生産量曲線の形を定めるパラメータ
 $n \cdots 1.19$ (事前情報)
- 生産力の上昇を仮定しない



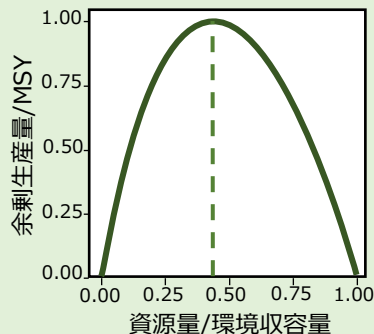
設定2

- 余剰生産量曲線の形を定めるパラメータ
 $n \cdots 2.00$ (事前情報)
- 生産力の上昇を仮定



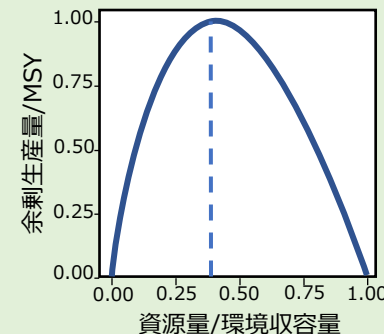
設定3

- 余剰生産量曲線の形を定めるパラメータ
 $n \cdots 1.46$ (事前情報)
- 生産力の上昇を仮定



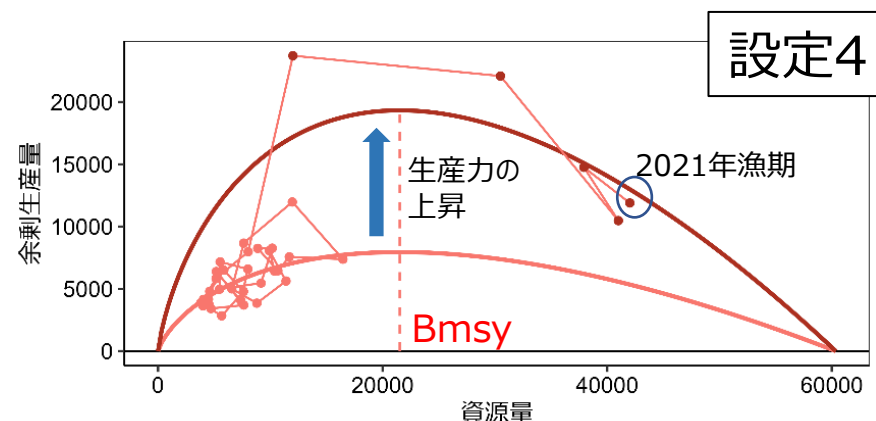
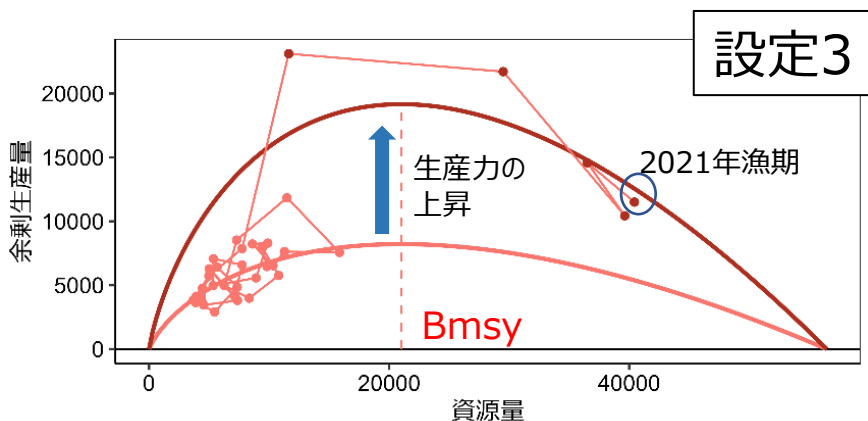
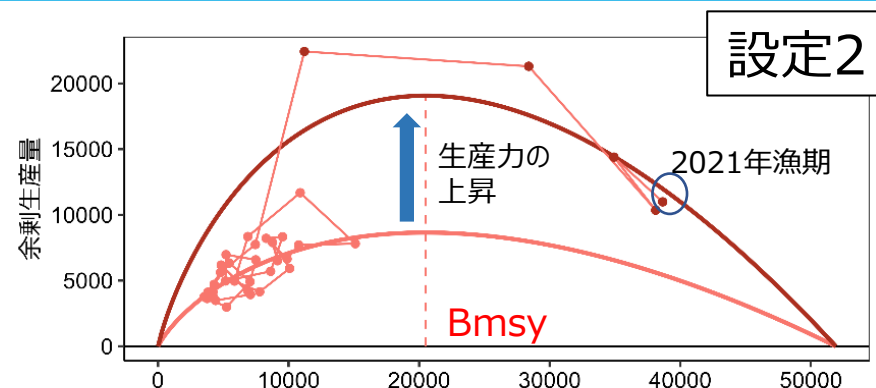
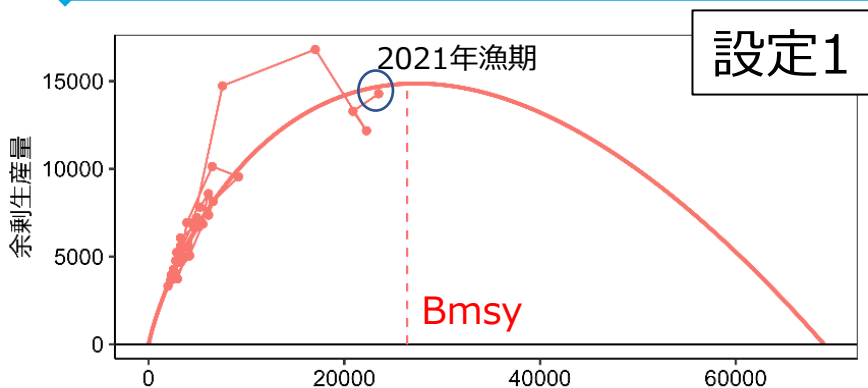
設定4

- 余剰生産量曲線の形を定めるパラメータ
 $n \cdots 1.19$ (事前情報)
- 生産力の上昇を仮定



- 余剰生産量曲線の形の安定した推定のため、他海域等での一般的な情報をパラメータ推定の際に踏まえる（ベイズ推定での事前情報）。
- 設定2～4では評価期間に1度だけ生産力が上昇すると仮定。

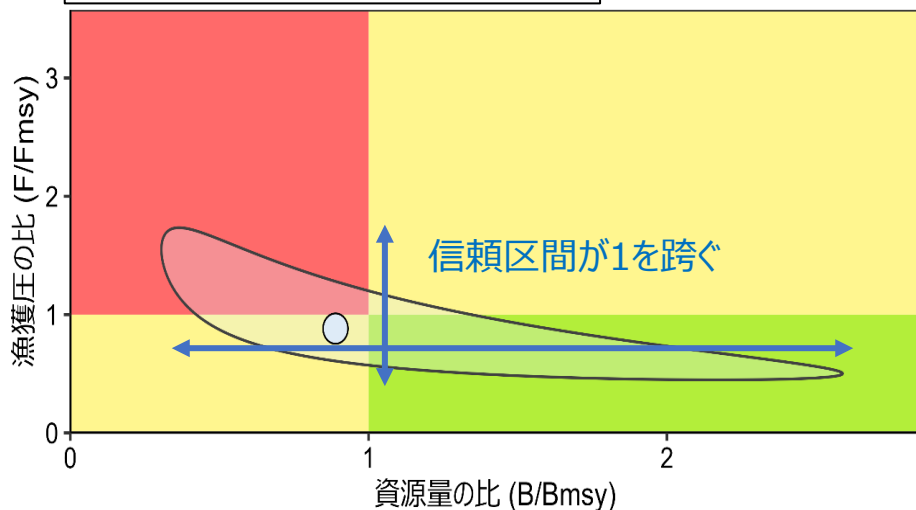
推定された余剰生産量曲線



- 設定2~4のモデルでは、2016/17年漁期に生産力が上昇.
- 生産力の上昇の仮定の有無で現在の資源量（青丸）とBmsyとの位置関係が異なる.

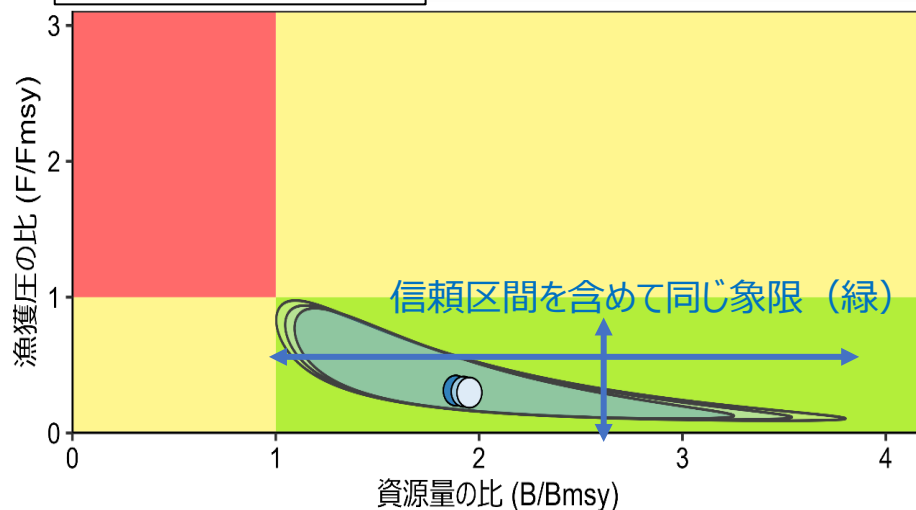
神戸プロットはモデルの設定により異なる

生産力は上昇しない
(設定1)



上昇する
(設定2~4)

● 設定2 ○ 設定3 ○ 設定4



丸印は2021年漁期の状態。網掛けは90%信頼区間。

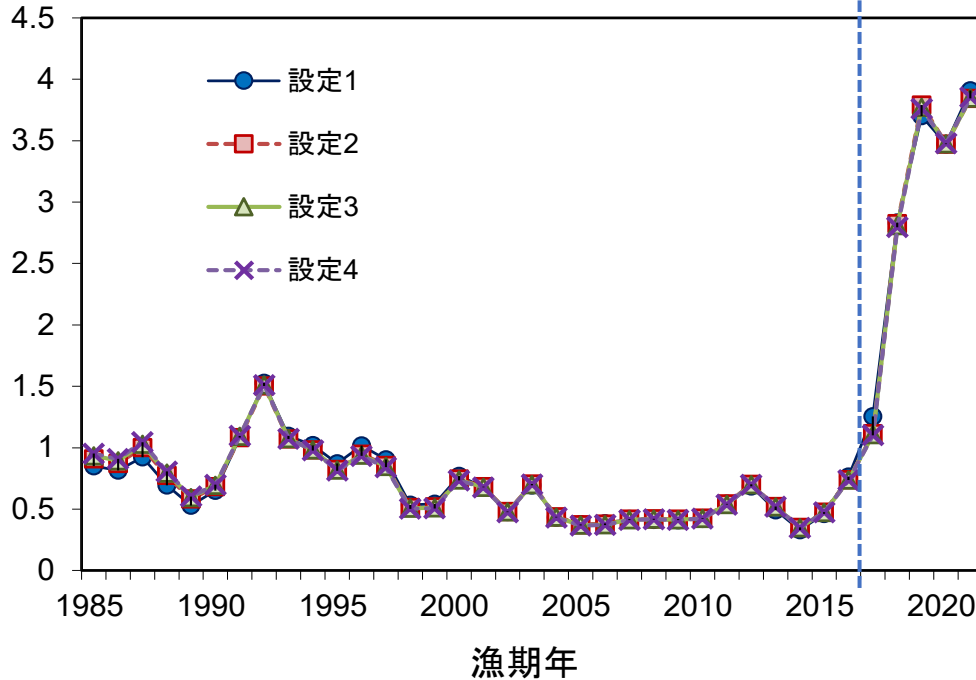
● 両者の結果からは ;

- ✓ 直近年の漁獲圧はFmsyを下回る水準まで下がっている可能性が示唆されるものの、その推定の不確実性は大きい。
- ✓ 資源量がBmsyを上回るか否かは、各モデルでの生産力の仮定次第で結果が異なるため、現段階で断定することは難しい。

余剰生産モデルで推定された資源量推移（相対値）

資源量（相対値）

生産力が上昇（設定2~4）



設定1~4のどのモデルでも資源量の相対的な推移は同様の結果を示す。

なお、設定2~4では2016/17年漁期に生産力の上昇を仮定。

- 異なるモデル設定でも同様の結果が得られた資源量相対値を指標値として評価に使用。
- 2000年代までは緩やかに減少、2014年漁期以降増加。

令和4年度マダラ北海道日本海 管理基準値等に関する研究機関会議に おける提案

漁獲シナリオとして “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（現在の資源量が何トンか）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。

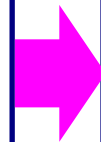
▶余剰生産モデル



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”

2系ルールで用いる漁獲管理規則（案）

“仮想世界”でテスト
(コンピュータの中の世界)



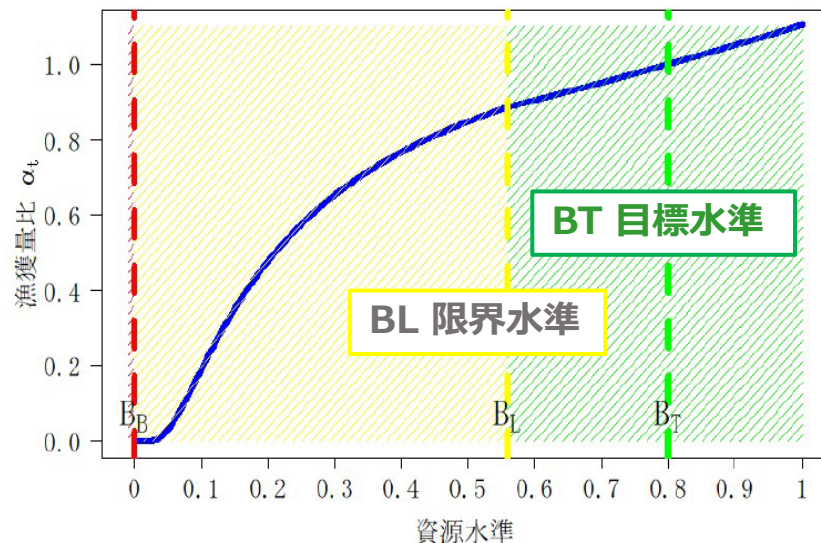
仮想データ
(漁獲データ、資源量指標値など)

資源と漁業の
仮想世界
(シミュレーション)

漁獲管理規則（案）
(いろいろな設定案)

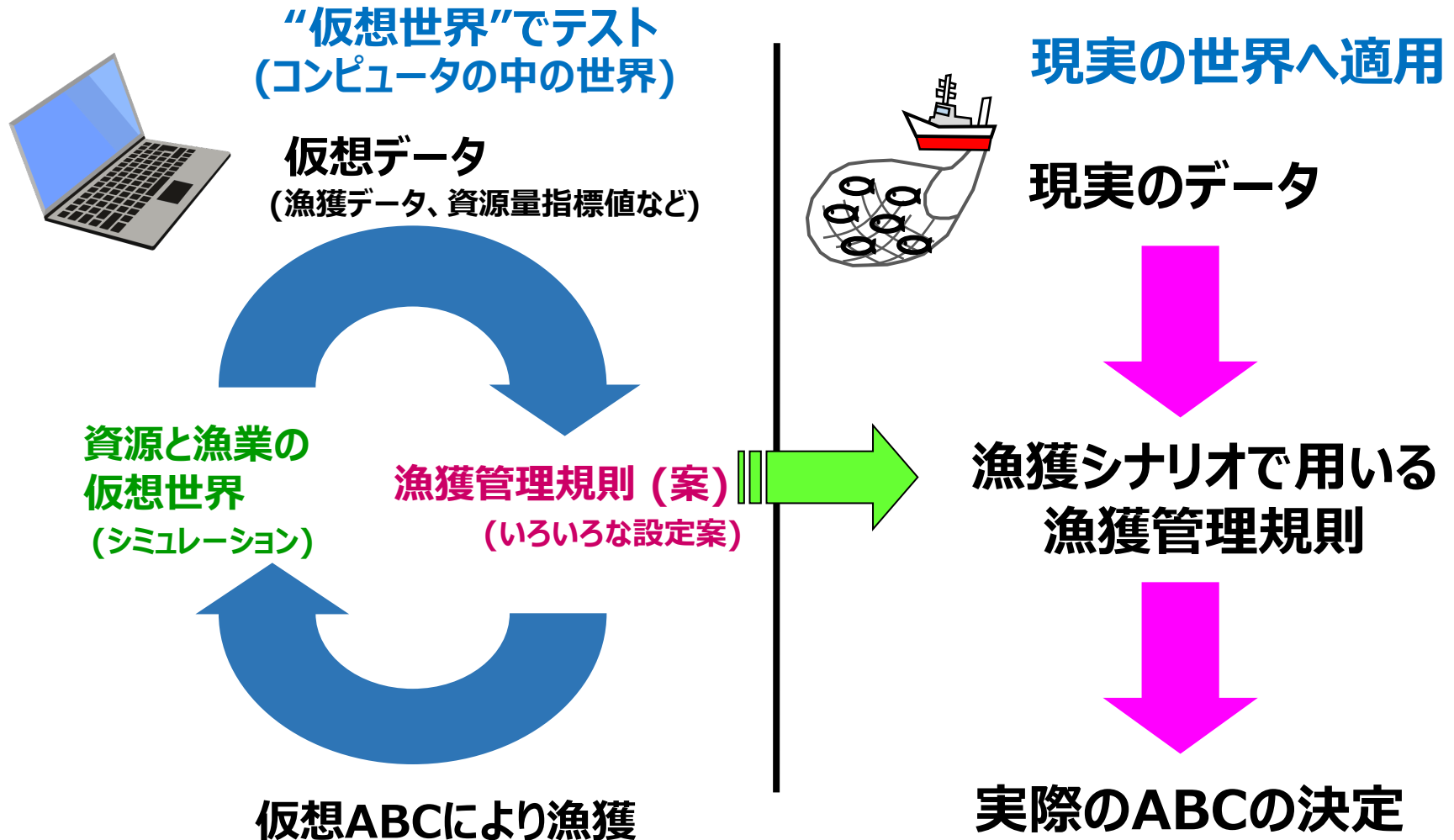
仮想ABCにより漁獲

様々な特徴を持つ資源を想定し、
どのような資源状態から管理を
スタートしても資源崩壊を防ぎ、
資源量をMSY水準以上へと誘導
する漁獲管理規則案を作成



現在の資源水準と目標・限界水準との
位置関係から、近年5年の漁獲量平均値
に掛ける係数を定める

2系ルールで用いる漁獲管理規則（案）



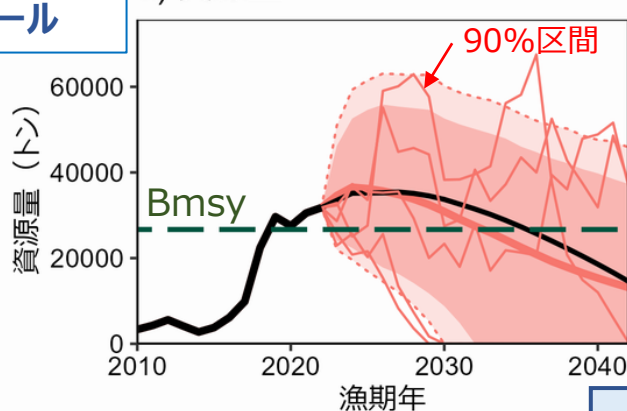
本資源に特化した漁獲管理規則案の調整

- 本資源の近年の資源増大は他の資源で見られない特異的な事象。
- 資源増大のメカニズムには不明な点も多く、今後、資源が増大前の水準まで急減する場合でも管理に失敗しないように漁獲管理規則を調整（追加シミュレーション）。

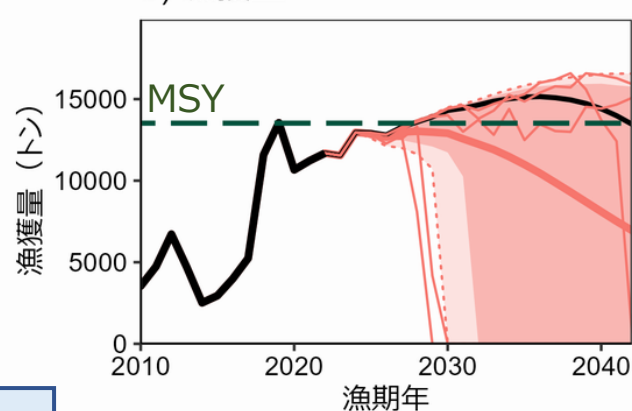
余剰生産モデルで
生産力の上昇を
仮定しない場合の
結果を用いた
シミュレーション

通常の
2系ルール

a) 資源量



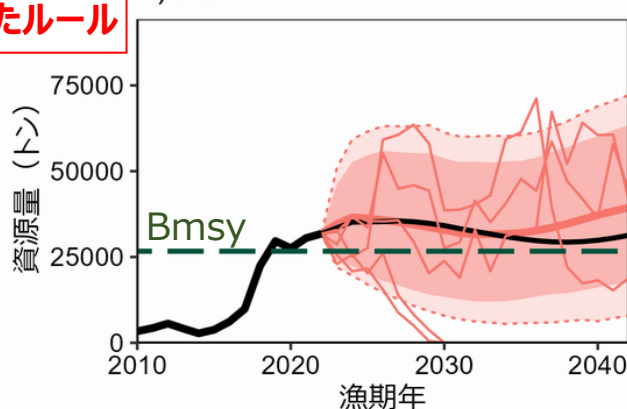
b) 漁獲量



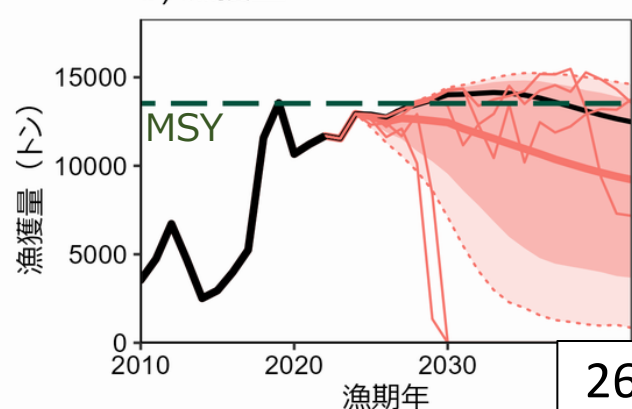
本資源の場合、
通常の2系ルールの
漁獲管理規則では、
資源減少の際の反応
がやや遅いため調整。

本資源のため
調整したルール

a) 資源量



b) 漁獲量



※ 評価後に更に改善した
余剰生産モデルの結果を使用

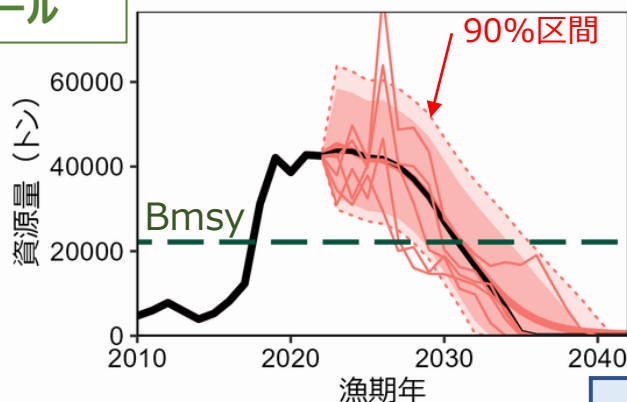
本資源に特化した漁獲管理規則案の調整

- 本資源の近年の資源増大は他の資源で見られない特異的な事象。
- 資源増大のメカニズムには不明な点も多く、今後、資源が増大前の水準まで急減する場合でも管理に失敗しないように漁獲管理規則を調整（追加シミュレーション）。

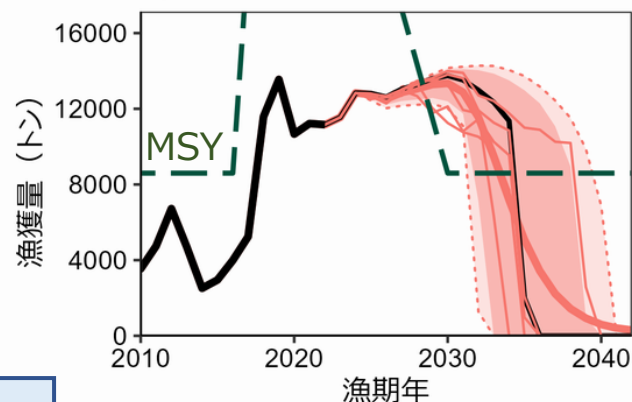
余剰生産モデルで
上昇した生産力が
今後、資源増加前に
戻る場合を想定した
シミュレーション

通常の
2系ルール

a) 資源量



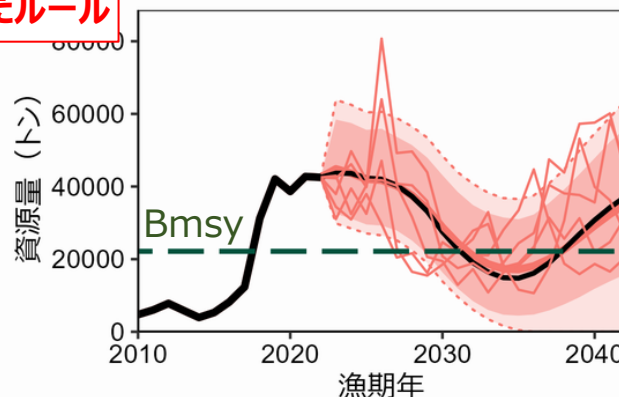
b) 漁獲量



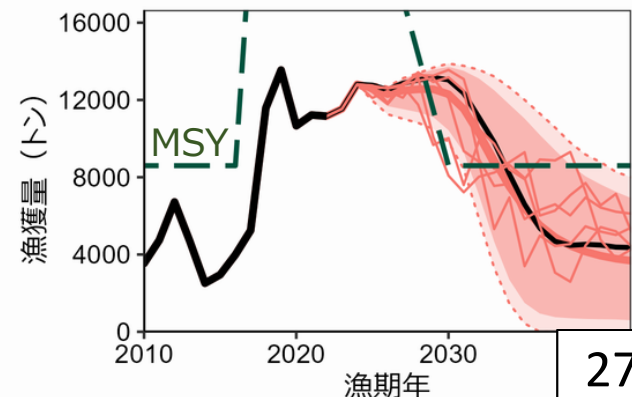
生産力が上昇前に
戻る場合でも、資源を
崩壊させない漁獲量を
算出するように調整。

本資源のため
調整したルール

a) 資源量

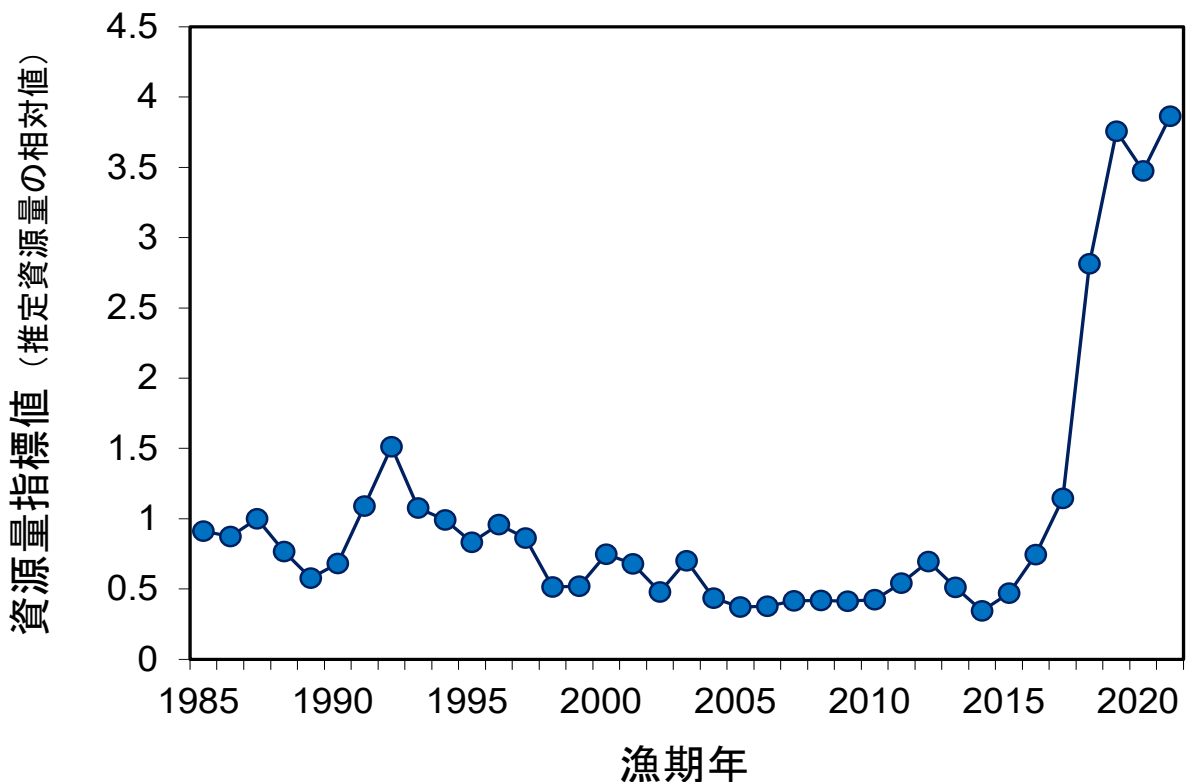


b) 漁獲量



※ 評価後に更に改善した
余剰生産モデルの結果を使用

資源量指標値（資源量相対値の平均）



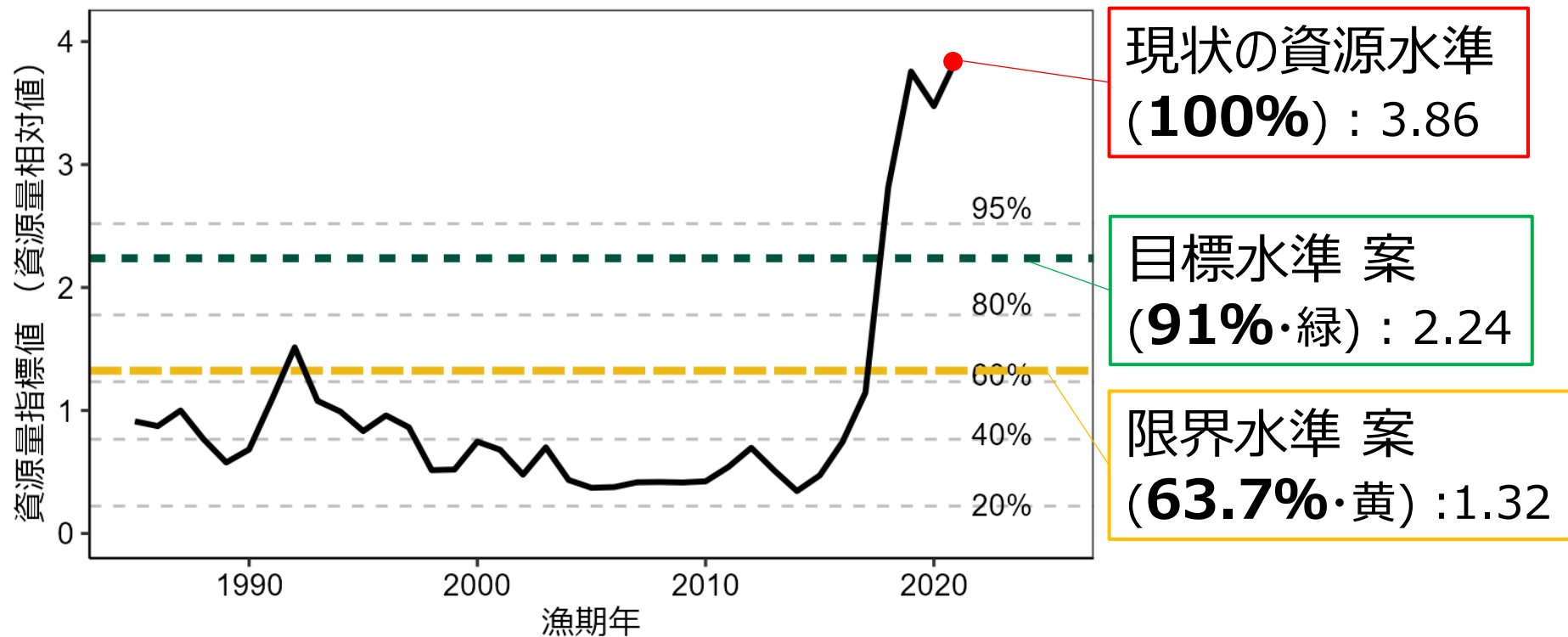
余剰生産モデルで推定された資源量（相対値）：

2014年漁期まで減少傾向。その後、増加（2017～19年漁期に急増）

2019～2021年漁期は全年の平均の3.5～3.8倍。

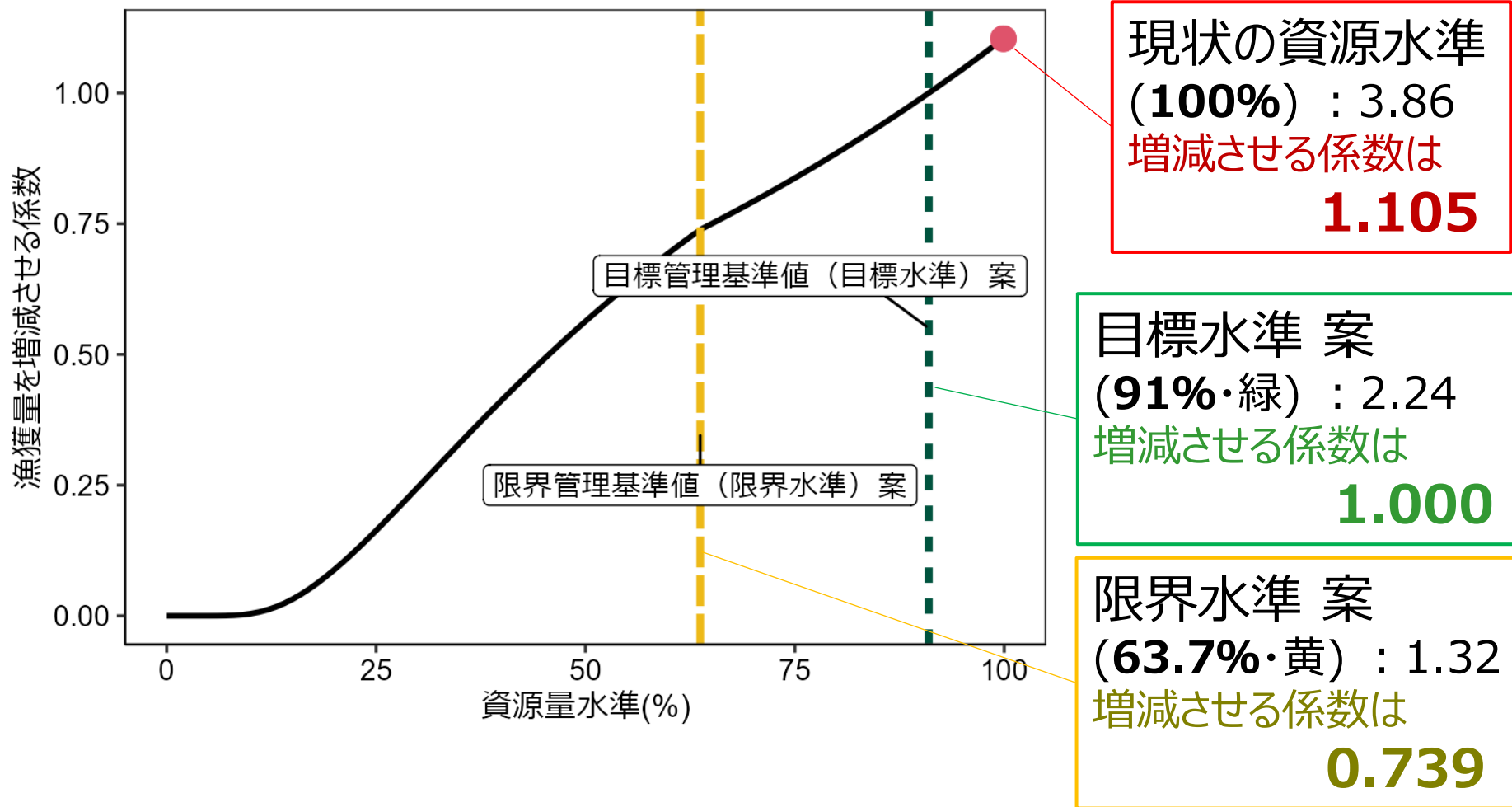
直近5年は増加傾向。2021年漁期は過去最高の3.86。

資源量水準および管理基準値案



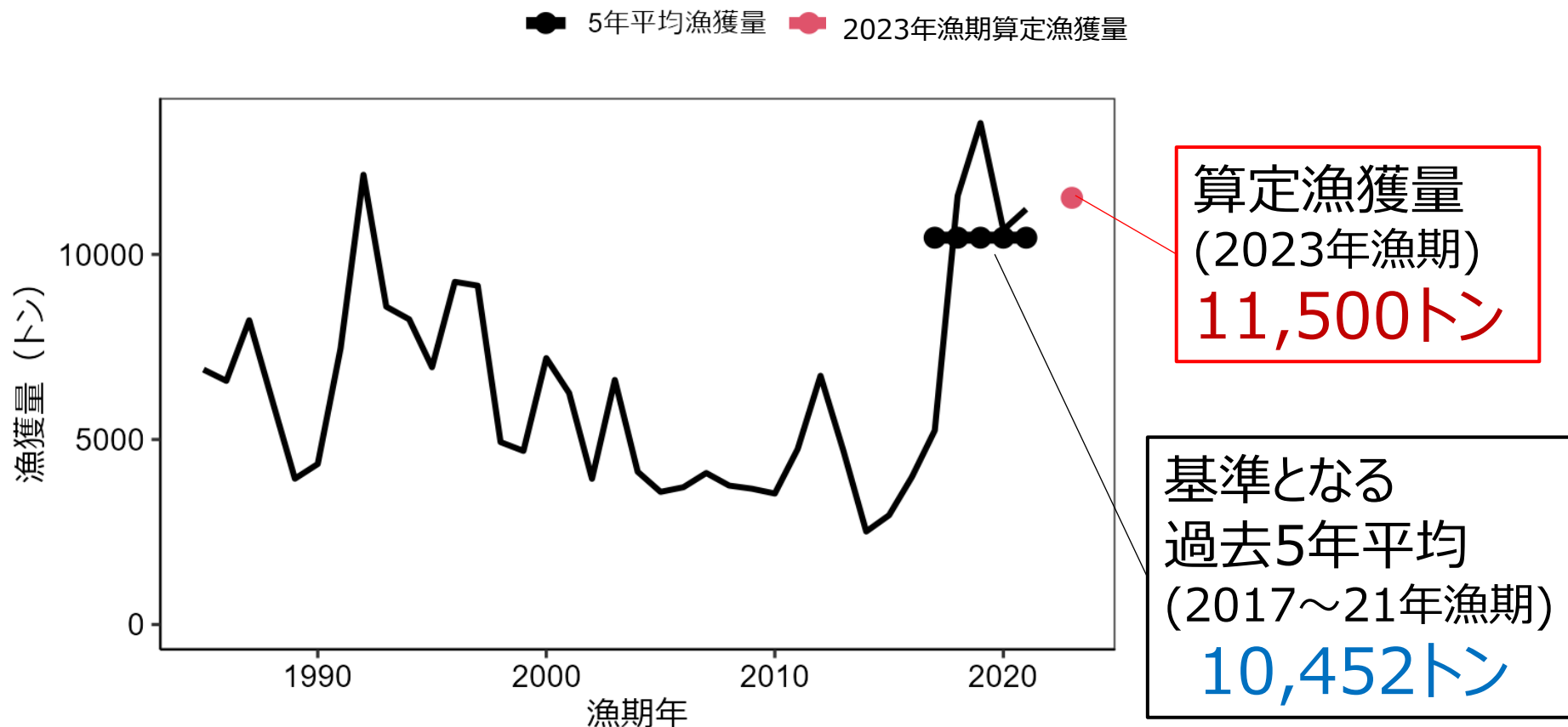
余剰生産モデルで推定された資源量相対値（資源量指標値）：
資源量指標値は、2018年漁期以降は目標水準案を上回る。
2017年漁期の指標値（1.145）をやや上回る水準が、限界水準案に相当する。

漁獲管理規則（案）



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を算出する際に過去5年間の漁獲量にかけるべき係数が定まる。

漁獲量の推移と2023年漁期の算定漁獲量



漁獲管理規則案で2023年漁期の漁獲量を算定した場合：

2021年漁期の資源量指標値 (3.86) は100%水準であるため、漁獲量に乗じる係数は1.105となる。これを直近5年 (2017~21年漁期) 平均の漁獲量 (10,452トン) に乗じると11,500トンとなる。

まとめ

- マダラ北海道日本海について、1985～2021年漁期の漁獲量と沖合底びき網漁業（かけまわし船）の標準化CPUEから、余剰生産モデルにより資源量相対値の推移を推定した。
- 4種類のモデルで推定された資源量相対値の平均を資源量指標値として資源評価に用いた。本資源の資源量は、2000年代半ばまでは緩やかな減少傾向にあり、その後、低い水準にて横ばいで推移していたが、2014年漁期に過去最低水準まで減少した後に急増した。2021年漁期は全年の平均の3.86倍となった。
- 本資源では、近年の生産力の大幅な上昇が起きた可能性が考えられるが、これが過去と同水準まで戻る場合でも管理に失敗しない“2系ルール”の漁獲管理規則として、目標水準を91%水準、限界水準を63.7%水準とした漁獲管理規則を提案する。
- 今後とも資源の生産力の変化等を注視しながら資源評価を進める。

マダラ（北海道日本海）①

マダラは北日本に広く分布し、本評価群はこのうち北海道日本海からサハリン西岸にかけての沿岸および陸棚斜面域に分布する群である。本評価群の漁獲や資源量等は漁期年（4月～翌年3月）の数値を示す。

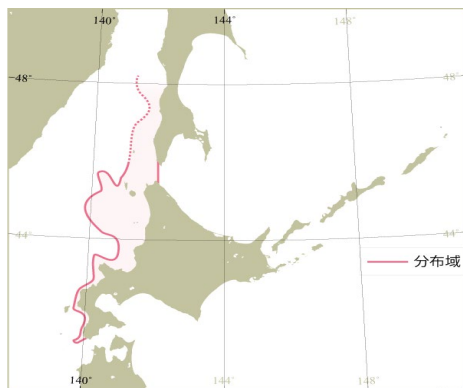


図1 分布域

沿岸および陸棚斜面域に分布する。産卵場は分布域全体に散在すると考えられている。

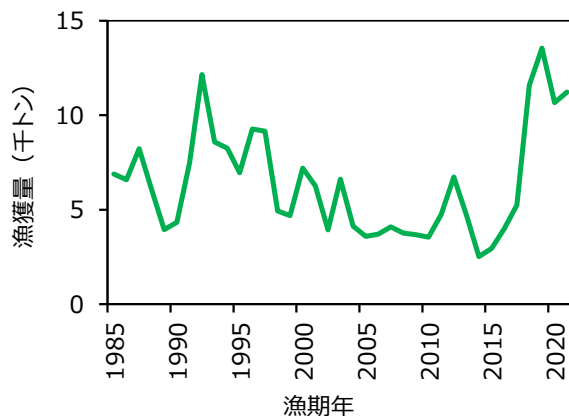


図2 漁獲量の推移

1992年漁期の12.2千トンをピークに減少し、2014年漁期に過去最低の2.5千トンとなった。その後は急増し、2021年漁期は11.2千トンであった。

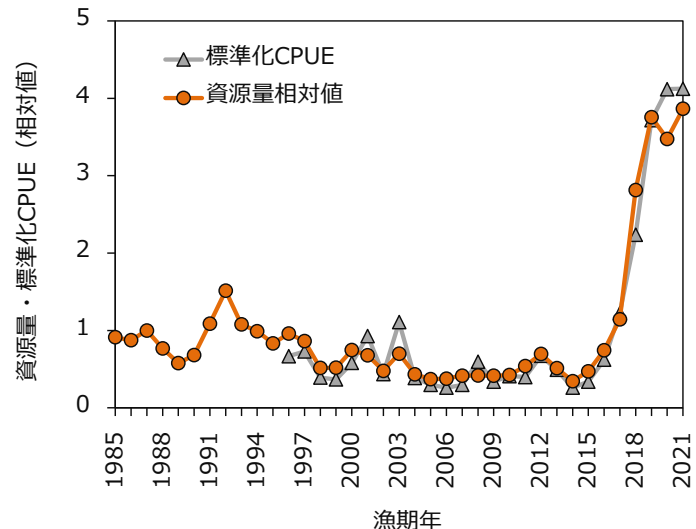


図3 資源量指標値の推移

資源量指標値として、主要漁業である沖合底びき網かけまわし漁法の標準化した単位努力量当たり漁獲量（標準化CPUE）と漁獲量から、余剰生産モデルにより推定した資源量相対値（4モデルの平均）を用いた。

資源量指標値は2016～2019年漁期に急増し、2021年漁期には過去最高の3.86となった。

本資料における、管理基準値等については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）における検討材料として、研究機関会議において提案されたものである。これらについては、ステークホルダー会合を経て最終化される。

マダラ（北海道日本海）②

本評価群で使用可能なデータは漁獲量と資源量指標値である。したがって「令和4（2022）年度 漁獲管理規則およびABC算定の基本指針」の2系規則を適用する。

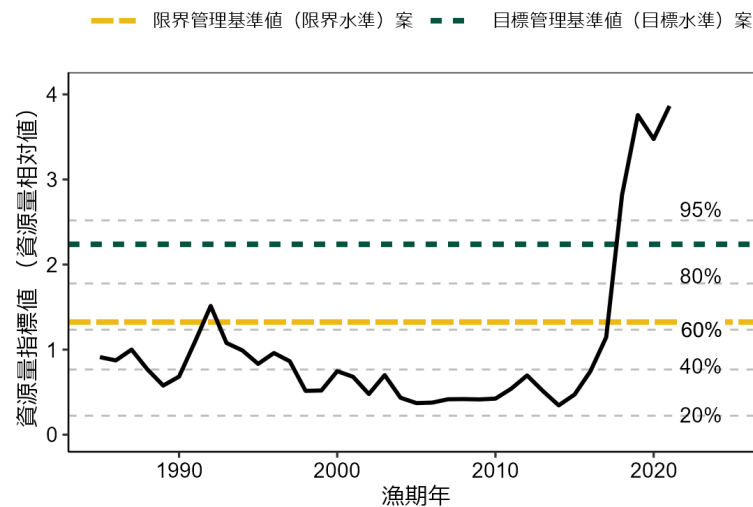


図4 資源量水準および管理基準値案

余剰生産モデルにより推定された資源量の相対値（4モデルの平均）を資源量指標値（黒線）とし、資源量水準に基づいて91%水準を目標管理基準値（緑線）、63.7%水準を限界管理基準値（黄線）として提案する。

2021年漁期の資源量指標値（3.86）は100%水準に相当し、目標管理基準値案および限界管理基準値案を上回る。

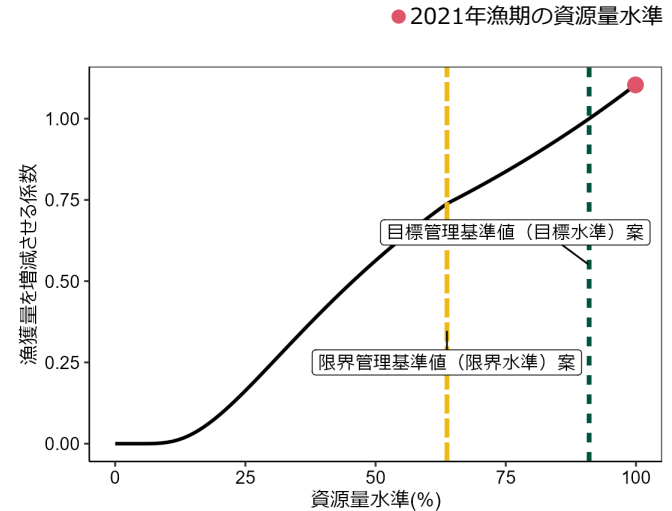


図5 漁獲管理規則案

資源量水準に応じて漁獲量を増減させる係数（黒線）を決める漁獲管理規則を提案する。資源量水準が目標管理基準値案（緑線）を上回った場合は漁獲量を増やし、下回った場合は削減する。

現状（2021年漁期）の資源量水準（100%）における漁獲量を増減させる係数（赤丸）は1.105である。

本資料における、管理基準値等については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）における検討材料として、研究機関会議において提案されたものである。これらについては、ステークホルダー会合を経て最終化される。

マダラ（北海道日本海）③

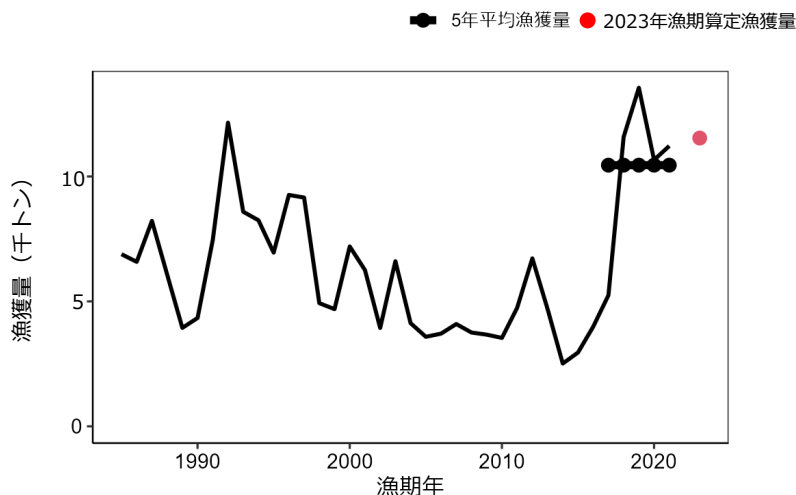


図6 漁獲量の推移と2023年漁期の算定漁獲量

直近5年間（2017～2021年漁期）の平均漁獲量（黒丸、10,452トン）に2021年漁期の資源量水準から求めた漁獲量を増減させる係数（1.105）を乗じて算出される2023年漁期の算定漁獲量は11.5千トン（赤丸）となる。

	資源量水準	漁獲量を増減させる係数	資源量指標値
目標管理基準値（目標水準）案	91%	1.000	2.24
限界管理基準値（限界水準）案	63.7%	0.739	1.32
現状の値（2021年漁期）	100%	1.105	3.86

資源量指標値の推移から求めた資源量水準と目標管理基準値案および限界管理基準値案の位置関係に基づき漁獲量を増減させる。
2021年漁期の資源量水準は100.0%であることから、2023年漁期の算定漁獲量は11.5千トンと算出される。

本資料における、管理基準値等については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）における検討材料として、研究機関会議において提案されたものである。これらについては、ステークホルダー会合を経て最終化される。