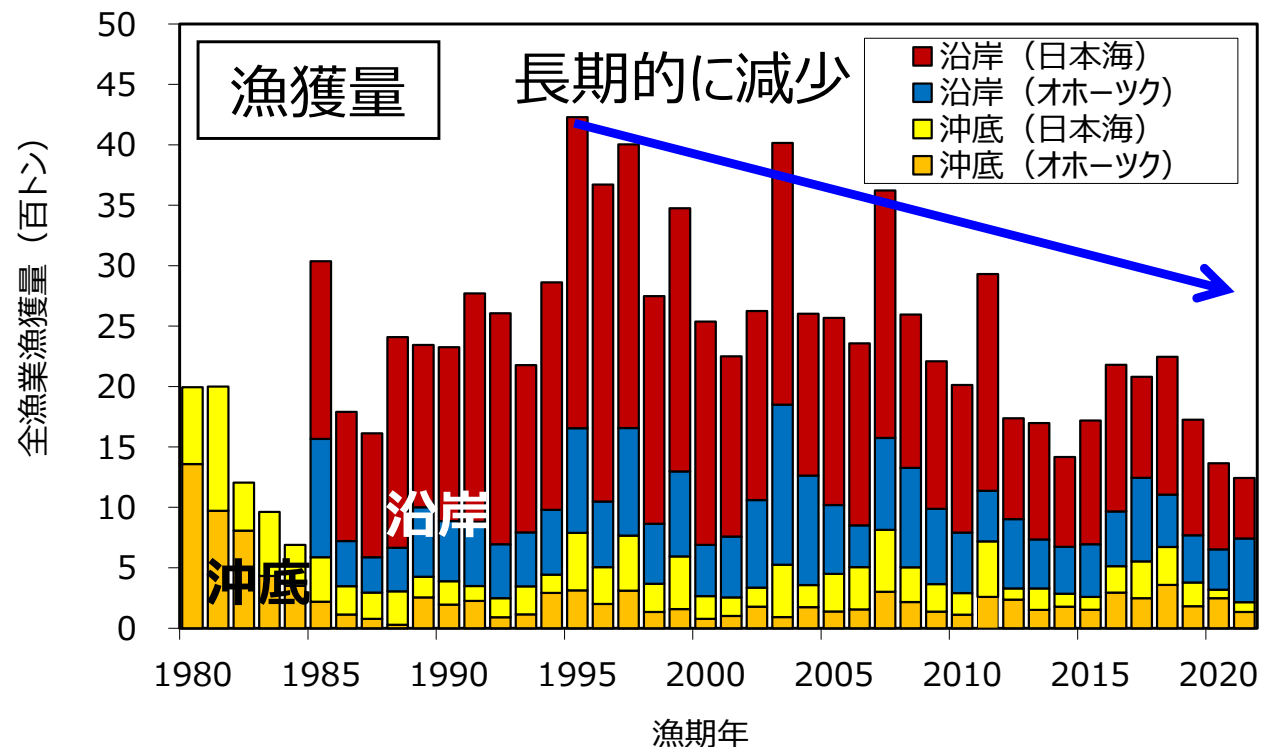




マガレイ北海道北部系群 資源評価結果

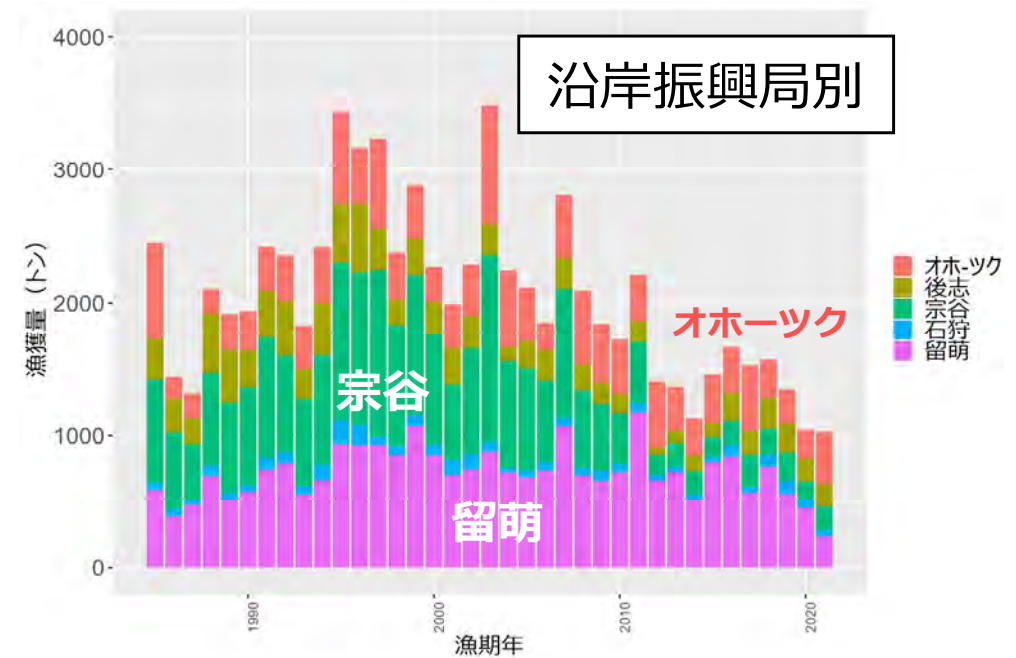
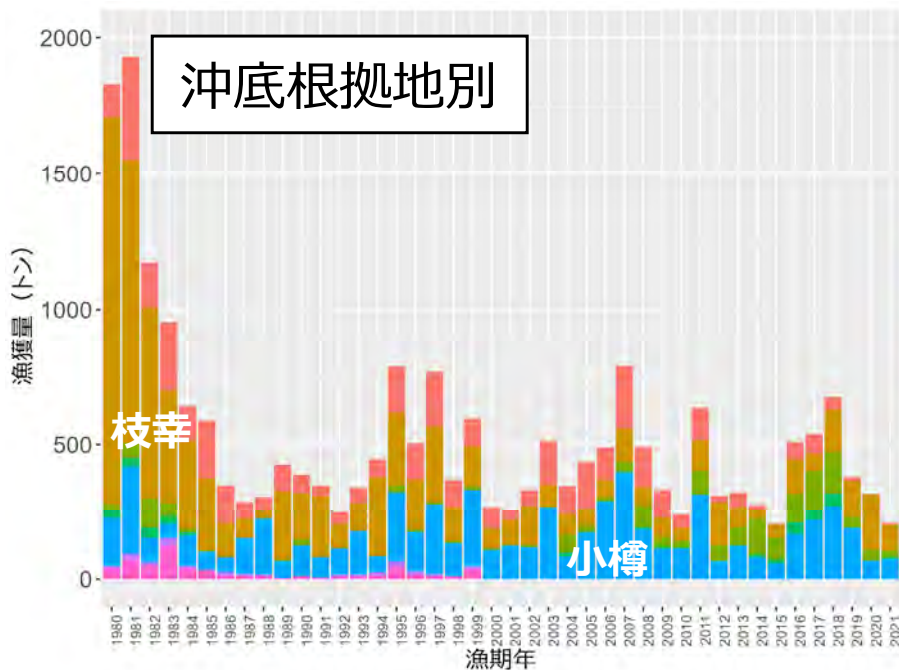
国立研究開発法人 水産研究・教育機構

漁獲量の年推移



- 漁期年（7月～翌年6月）で集計
- 主に刺網などの沿岸漁業で漁獲
- 90年代中盤から長期的に減少、2011年漁期まで数年おきに増加
- 2016～2018年漁期は比較的漁獲が増えた

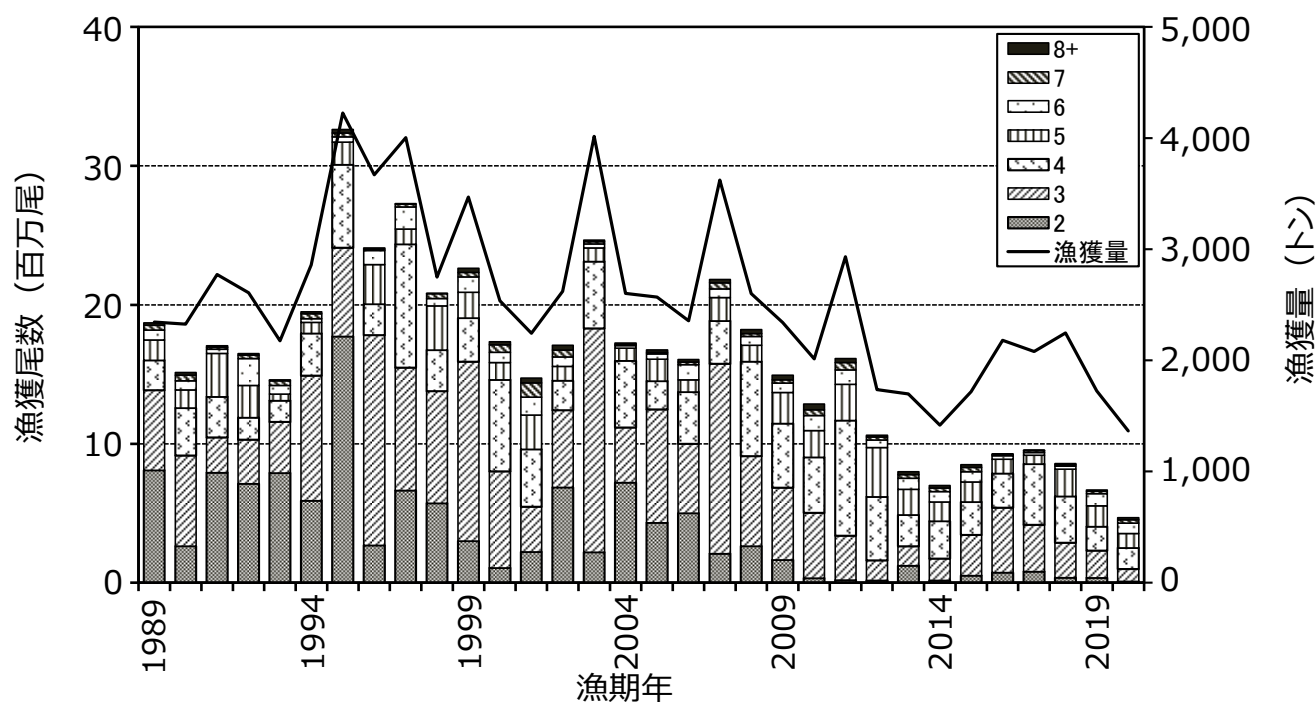
漁業別地域別の漁獲量



- 沖底の漁獲量は1980年代に大きく減少
- 沖底では小樽・枝幸根拠船の漁獲量が多い
- 沿岸の漁獲量は1990年代後半から減少
- 沿岸では宗谷と留萌の漁獲量が多かったが、最近はおホーツクで多い

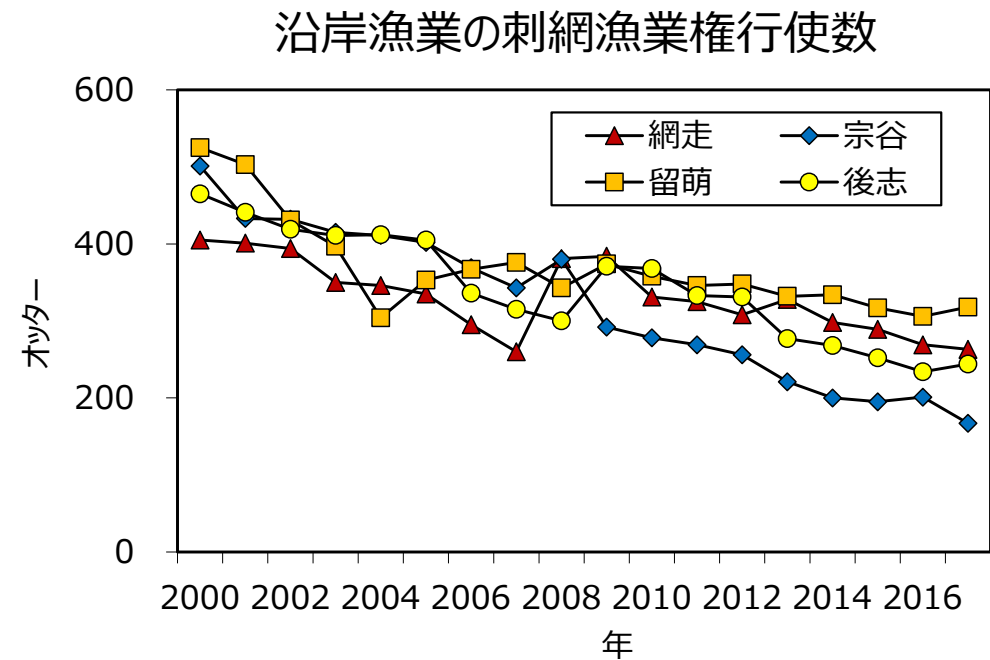
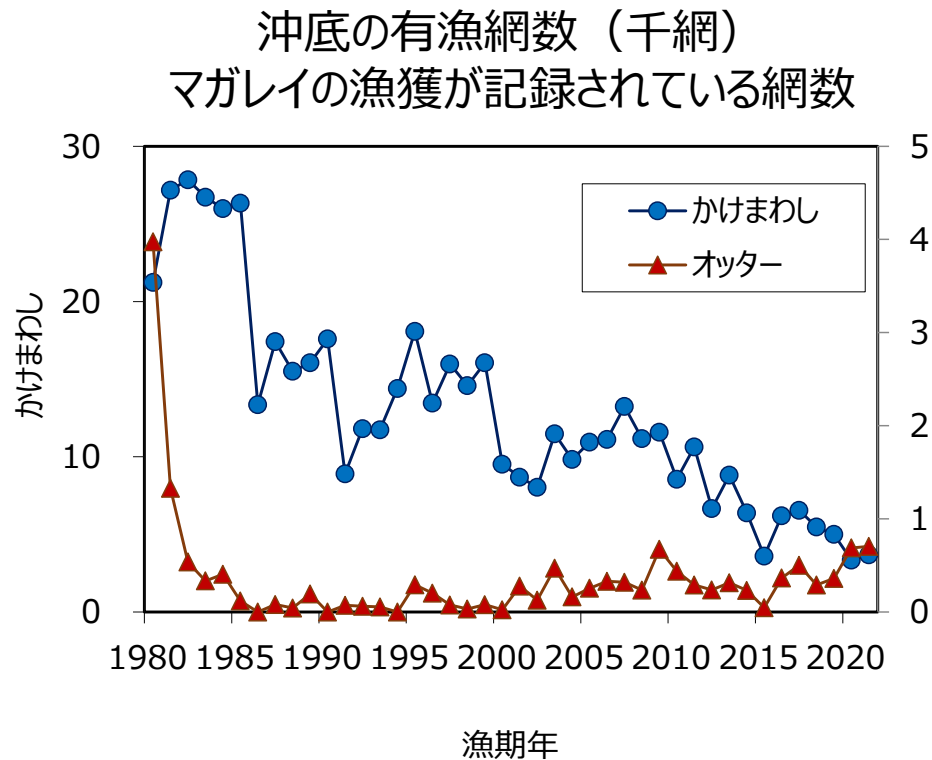
年齢別漁獲尾数

道総研の資源評価書より



- 1990年代から小型魚を避けた漁獲に移行（自主管理の成果）
- 2000年代まで2歳魚の漁獲が多かった
- 2010年代以降は3～4歳魚が主体
- 2020年漁期は5歳以上の高齢魚が半数を占めた

漁獲努力量の年推移



- 沖底も沿岸漁業も努力量は減少

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)

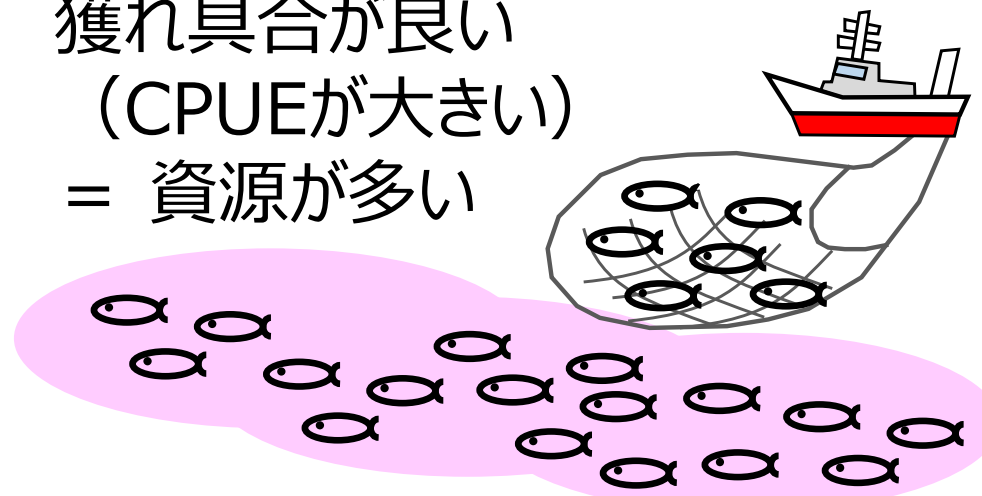


資源量そのものの
変化の年推移を推定

獲れ具合が悪い
(CPUEが小さい)
= 資源が少ない

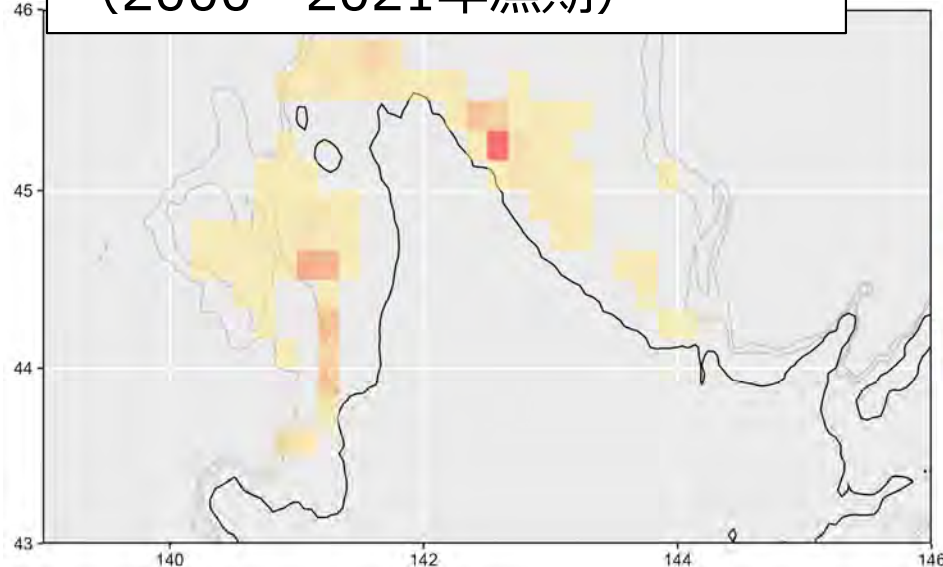


獲れ具合が良い
(CPUEが大きい)
= 資源が多い

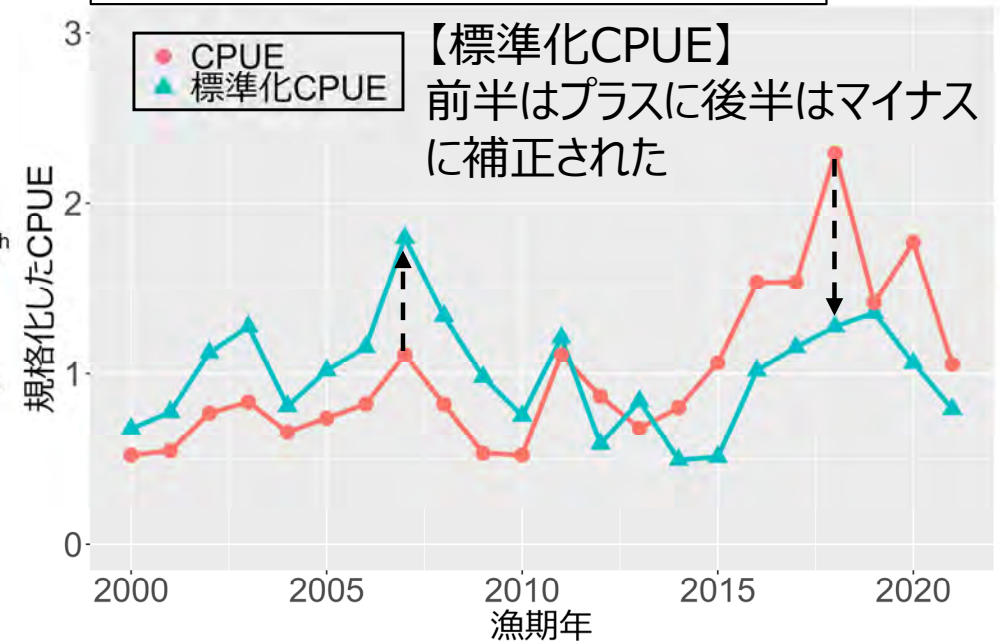


沖底（かけまわし操業）の標準化CPUE

月別データに基づく漁獲量
(2000～2021年漁期)



マガレイの標準化CPUE



- 水深274m以浅、稚内・枝幸・小樽根拠船の情報を抽出
- マガレイのほかスケトウダラ・マダラ・ホッケ・ニシン・イカナゴ・ソウハチの漁獲割合を主成分分析でモデル化して漁獲物組成の影響を考慮（DPC）
- 季節や操業位置、根拠地、漁船の馬力がCPUEに与える影響を取り除き、マガレイの無漁獲操業も考慮（一般化加法モデル）

資源評価で使したデータ

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

引用情報

コホート解析の資源量推定値

参考情報

生物学的知見

【資源解析（資源評価結果）】

- ・ 漁獲量
- ・ 標準化CPUE
- ・ コホート解析（引用）

余剰生産モデルでの資源解析

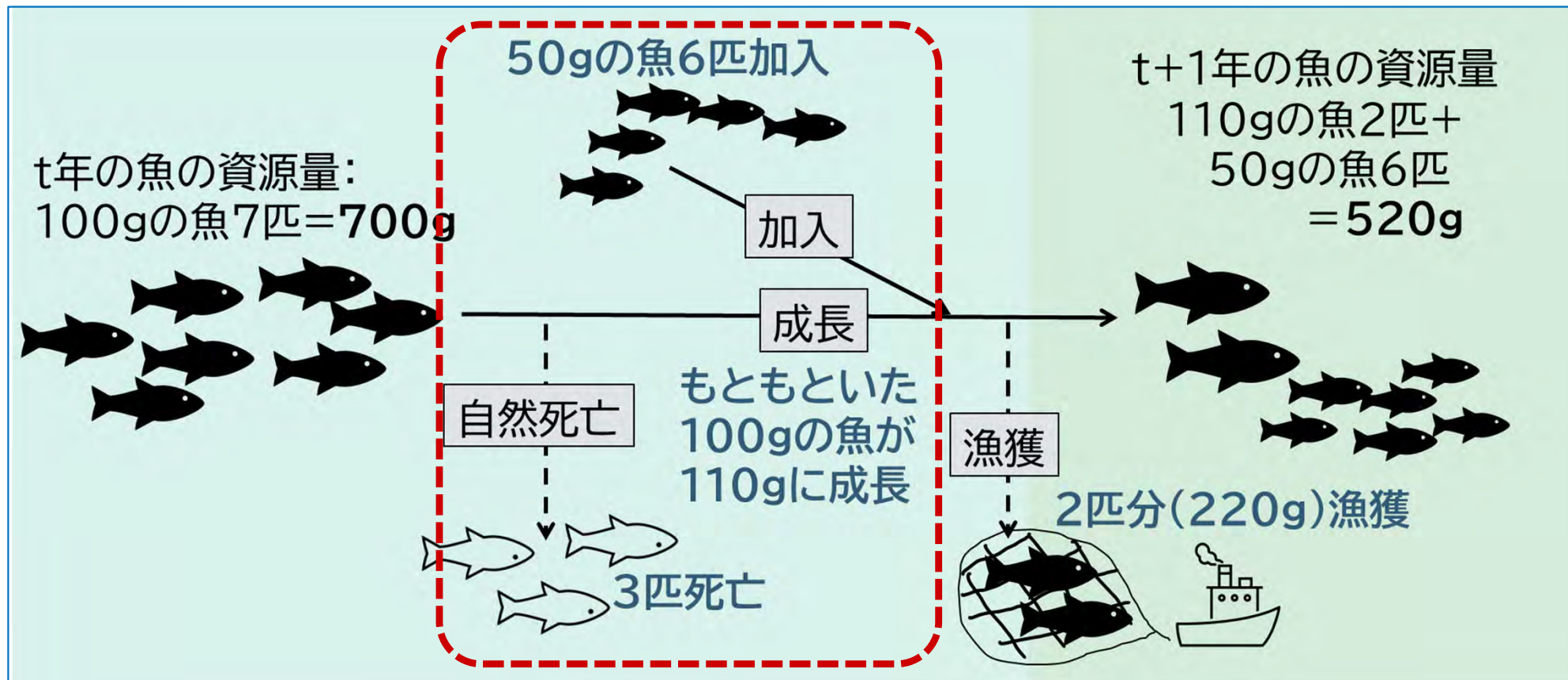
- ・ 資源量推定
- ・ 最大持続生産量MSYの推定

【研究機関会議からの提案】

改正漁業法に対応した
“1系ルール”の適用を提案

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)

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

生産量を超えて漁獲すると資源は減少し、翌年漁獲できる量が減ってしまう

最大の生産量 (MSY)

最大の余剰生産量が得られるときの資源量 (B_{msy})

余剰生産量だけ漁獲できれば資源は増減しない

少 ← 資源量 → 多

(水産庁資料を改変)

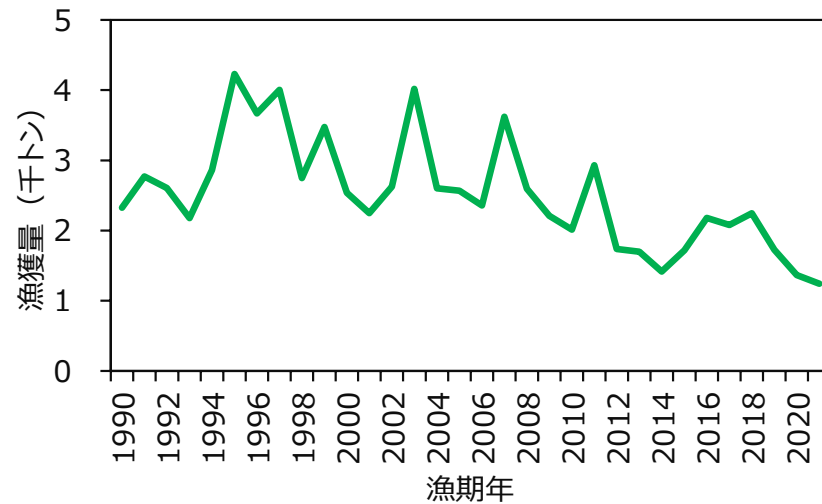
➡ 余剰生産少ない

➡ 余剰生産多い
(最大となる余剰生産=MSY)

➡ 余剰生産少ない

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1-沖底標準化CPUE



●指標値2-残存資源量

コホート解析による“資源量”を余剰生産モデルの“資源量=残存資源量”に換算

コホート解析と余剰生産モデルの資源量の考え方の違い

$$\text{残存資源量 } D_y = \left(\underbrace{B_{y-1}}_{\text{コホート解析による前年の資源重量}} \cdot \underbrace{e^{-\frac{M}{2}}}_{\text{自然死亡係数}} - \underbrace{C_{y-1}}_{\text{前年の漁獲量}} \right) \underbrace{e^{\left(-\frac{M}{2}\right)}}_{\text{自然死亡係数}}$$

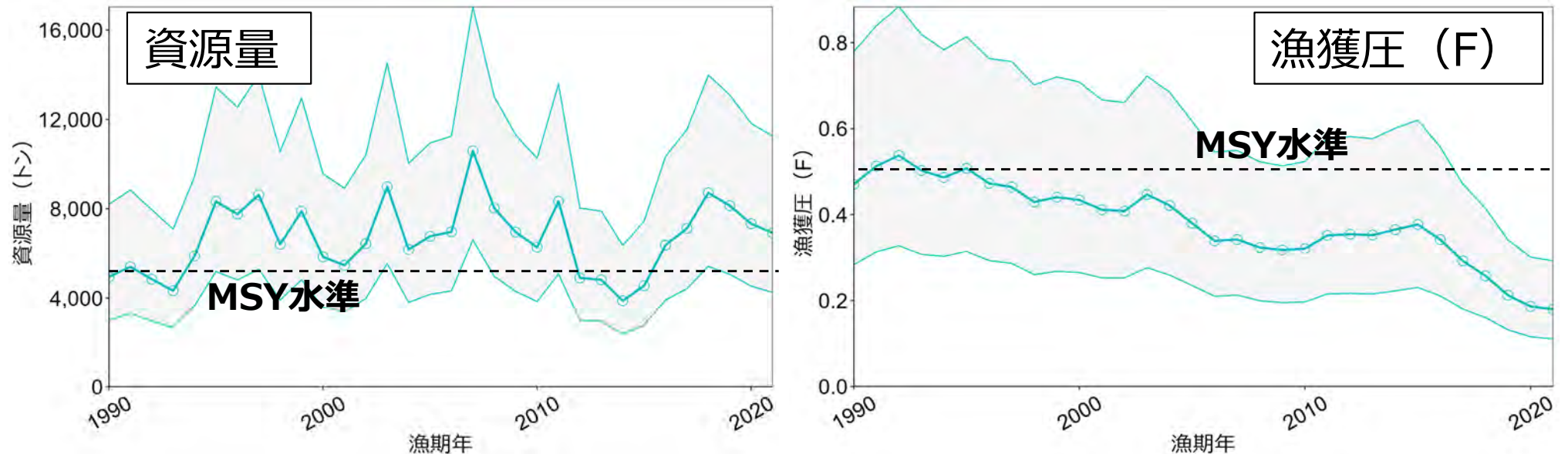
コホート解析による前年の資源重量

自然死亡係数

前年の漁獲量

余剰生産モデルによる資源計算
(1990～2021年漁期)

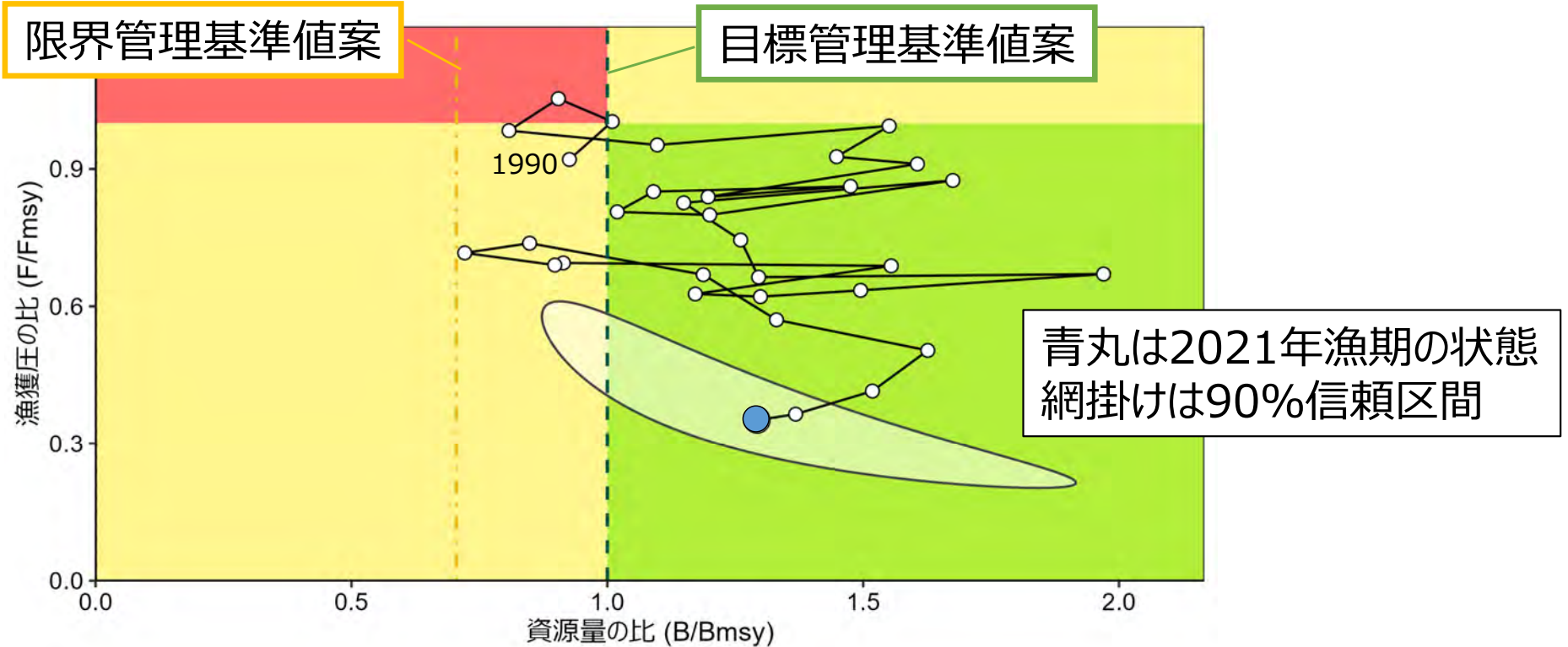
資源量と漁獲圧 (F) の年推移



※丸印と太い線は中央値、網掛けは90%信頼区間（不確実性の大きさ）

- 資源量は増減しながらも長期的には横ばいで推移、2021年漁期は6.9千トン（90%信頼区間は4.3～11千トン、以下同様）
- 漁獲圧は90年代中盤から長期的には減少、2021年漁期は0.18（0.11～0.29）
- 90年代に漁獲圧が低下、資源量が増加（自主管理の成果）

管理基準値案と神戸プロット



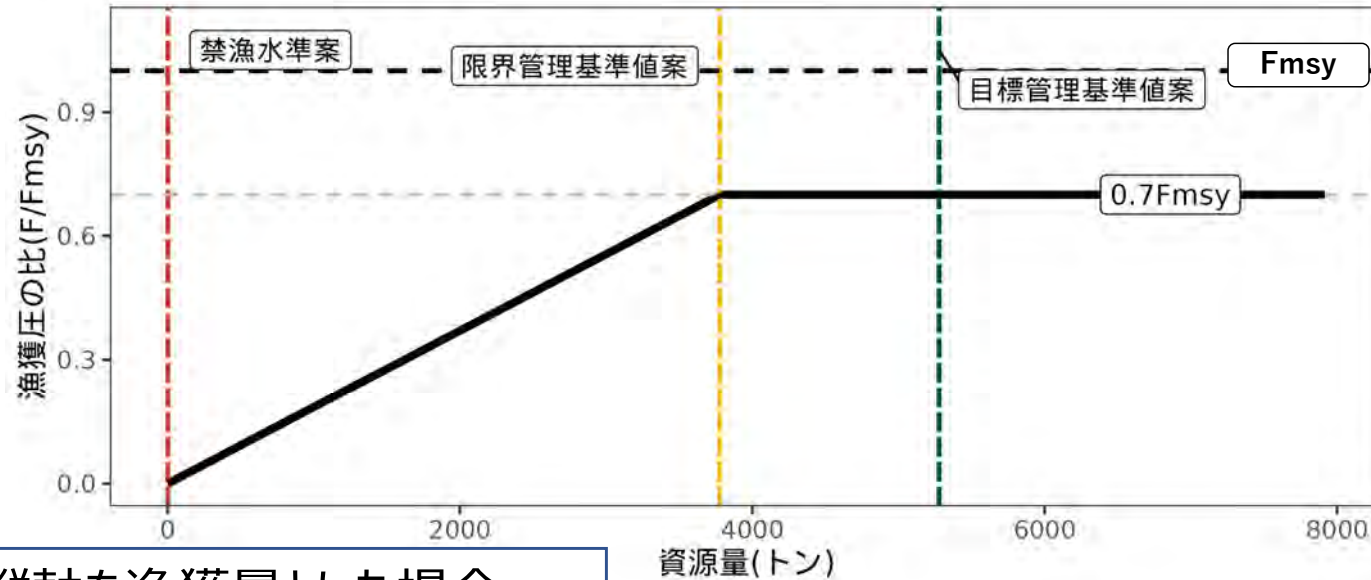
2021年漁期の資源量は B_{msy} を上回り、漁獲圧は F_{msy} を下回る

目標管理基準値案 (90%信頼区間)	限界管理基準値案 (90%信頼区間)	禁漁水準案	2021年漁期の資源量 (90%信頼区間)	MSY (90%信頼区間)	2021年漁期の 漁獲量
Bmsy 5.3千トン (3.5千~8.1千トン)	Bmin 3.8千トン (2.3千~6.1千トン)	0トン	6.9千トン (4.3千~11千トン)	2.7千トン (2.2千~3.3千トン)	1,243トン

※2021年漁期の漁獲量を除き2022年度資源評価結果に基づく値。今後の資源評価により更新される可能性がある。

提案する漁獲管理規則

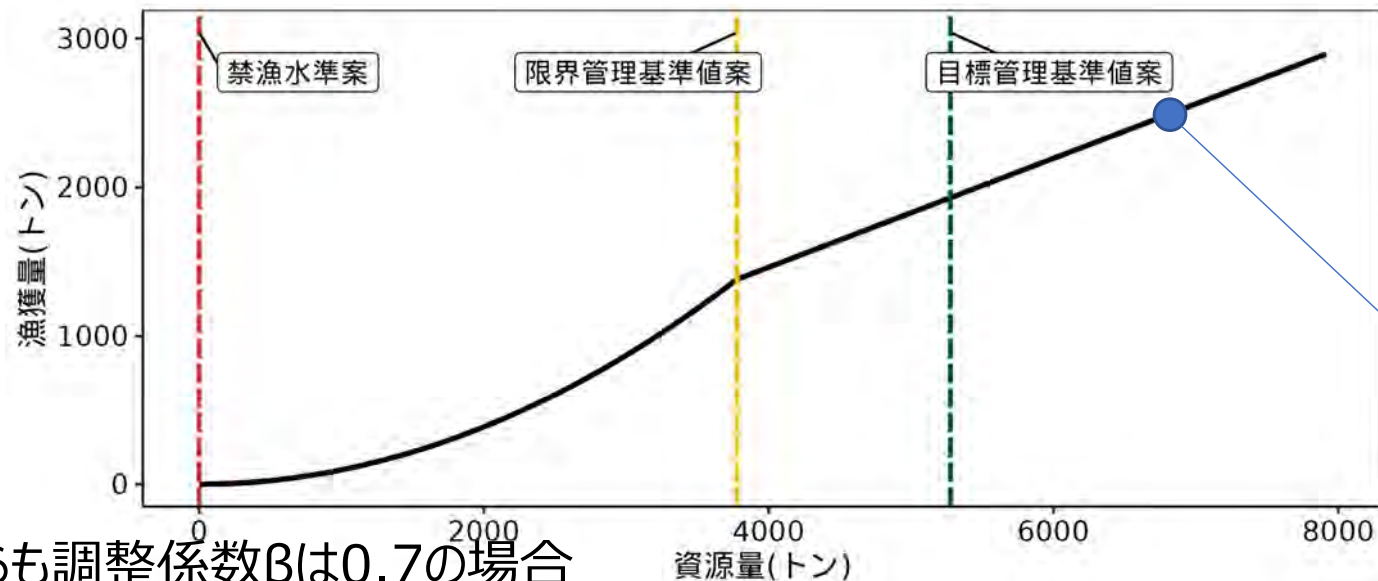
縦軸を漁獲の強さとした場合



目標管理基準値案
Bmsy : 5.3千トン

限界管理基準値案
Bmin : 3.8千トン

縦軸を漁獲量とした場合



禁漁水準案
資源量 : 0トン

(参考)
2021年漁期資源量
6.9千トン

※どちらも調整係数 β は0.7の場合

将来予測



“仮想世界”でマガレイを飼育しながら漁獲
(コンピュータの中の世界)

マガレイの個体群動態を模した3000通りの仮想データ
(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)

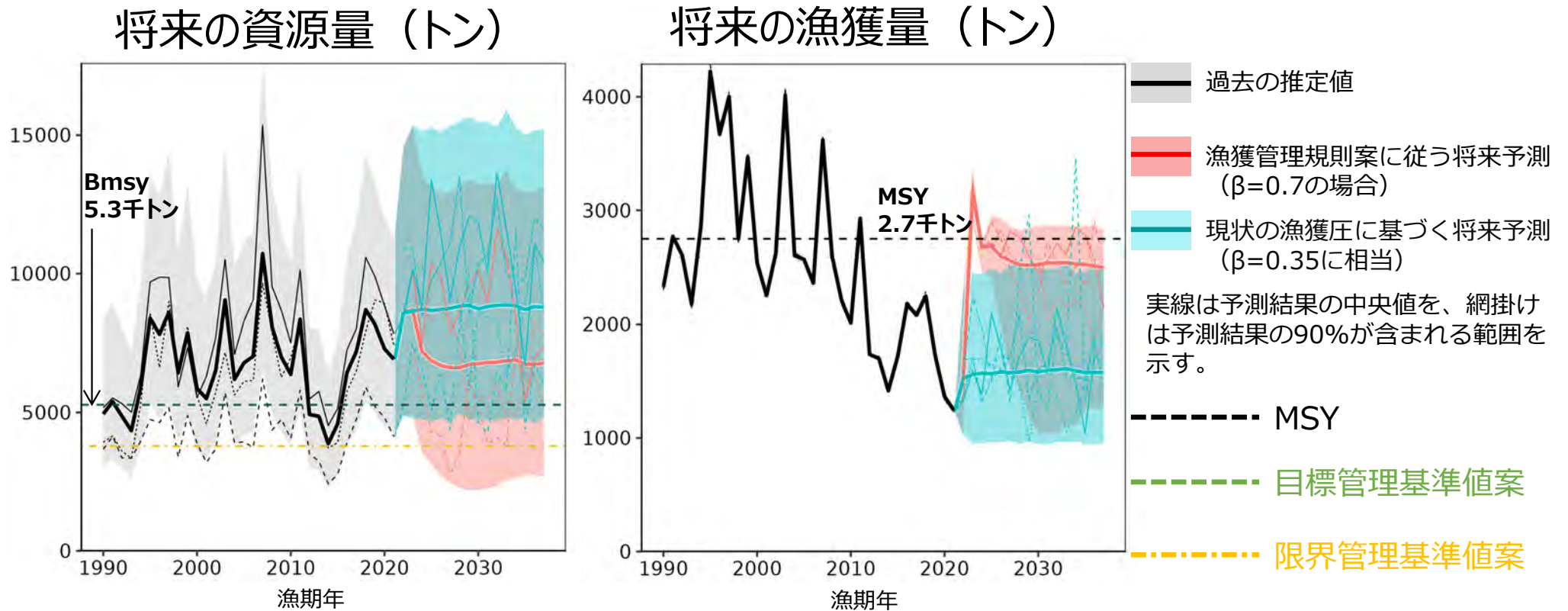
15年先まで予測

漁獲管理規則 (案)
(いろいろな設定案)

仮想ABCにより漁獲

漁業の効率性と、資源の持続可能性を評価

漁獲管理規則案に基づく将来予測



2023年漁期の管理開始から漁獲管理規則案 ($\beta=0.7$) のとおりに漁獲した場合...

- 漁獲量は管理開始年 (2023年漁期) に3.2千トンに急増、その後はMSYをやや下回る2.5千トン付近で推移。90%予測区間は1千～3千トンで推移
- 資源量は2024年漁期以降Bmsyの約1.3倍で推移。90%予測区間の幅は広く一部は目標および限界管理基準値案を下回る (→不確実性が大きい)

漁獲管理規則案に基づく将来予測 ($\beta=0.5\sim1.0$)

将来の資源量中央値 (千トン)

β	2023年漁期に資源量が目標管理基準値案Bmsy (5.3千トン※1) を上回る確率													2033年漁期に資源量が限界管理基準値案Bmin (3.8千トン※1) を上回る確率	
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
1.0	6.9	8.6	8.7	6.2	5.6	5.1	4.9	5.0	5.2	5.2	5.3	5.2	5.3	73%	53%
0.9	6.9	8.6	8.7	6.5	6.0	5.6	5.4	5.5	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	80%	61%
0.8	6.9	8.6	8.7	6.8	6.4	6.1	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	86%	69%
0.7	6.9	8.6	8.7	7.2	6.9	6.7	6.6	6.6	6.7	6.8	6.8	6.8	6.9	91%	77%
0.6	6.9	8.6	8.7	7.6	7.4	7.2	7.2	7.2	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4	95%	84%
0.5	6.9	8.6	8.7	8.0	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9	8.0	97%	90%
現状の漁獲圧※2	6.9	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.8	8.9	8.7	8.8	8.9	8.9	99%	95%

将来の漁獲量中央値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1.0	1.2	1.5	4.5	3.3	3.3	2.9	2.8	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8
0.9	1.2	1.5	4.1	3.1	3.1	2.9	2.8	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8
0.8	1.2	1.5	3.6	2.9	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7
0.7	1.2	1.5	3.2	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0.6	1.2	1.5	2.7	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
0.5	1.2	1.5	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
現状の漁獲圧※2	1.2	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

※1 2022年度資源評価結果に基づく中央値。今後の資源評価により更新される可能性がある。※2 $\beta=0.35$ に相当

- 資源量は $\beta=1.0$ の場合でも管理開始10年後（2033年漁期）に目標管理基準値案を上回る確率は53%、限界管理基準値案を上回る確率は73%
- 漁獲量は管理開始年は β が大きいほど多くなるが、2年目以降は $\beta=0.7$ の場合に1.0に較べて1割程度減少する

10年に一度でも限界管理基準値案を下回るリスク

予測資源量が管理基準値案を上回る確率・水準を下回るリスク確率、予測漁獲量のまとめ

β	10年後に資源量が 上回る/下回る確率		10年間に一度でも 資源量が下回る確率	中長期的な予測漁獲量 の中央値
	目標管理基準値案 (Bmsy)を上回る	限界管理基準値案 (Bmin)を下回る	限界管理基準値案 (Bmin)	2028～2032年 漁期平均
1.0	53%	73%	64%	2.7千トン
0.9	61%	80%	54%	2.7千トン
0.8	69%	86%	40%	2.6千トン
0.7	77%	91%	28%	2.5千トン
0.6	84%	95%	17%	2.3千トン
0.5	90%	97%	10%	2.1千トン
推奨	50%以上	90%以上	30%未満	—

- β が1.0の場合、資源量が限界管理基準値案のBminを10年間で一度でも下回る確率は64%
- 研究機関会議ではこのリスクを一定以下に抑える閾値として、資源量が10年後にBminを上回る確率を90%以上、かつ、10年に一度でもBminを下回る確率を30%未満にすることを本資源の**漁獲管理規則として推奨する基準**とした
- β が0.7であれば、資源量が2033年漁期にBminを上回る確率が91%に達し、10年間に一度でもBminを下回る確率は28%に抑えられる
- 本資源の目標達成に加えリスクを一定以下に抑えるための β として、**0.7以下を推奨**する
- 中長期的な漁獲量は β を1.0から0.7に引き下げると1割程度減少する

マガレイ北海道北部系群のまとめ

- 1990～2021年漁期の漁獲量、沖合底びき網漁業（かけまわし船）の標準化CPUE、コホート解析で推定された資源量から、余剰生産モデルにより資源量とMSYを推定した
- 2021年漁期の資源量は B_{msy} を上回り、漁獲の強さは F_{msy} を下回る良好な状態にあると評価された
- 限界管理基準値案を過去最低資源量 B_{min} とした将来予測では、 $\beta=1.0$ の場合、10年後に B_{msy} を上回る確率は53%である一方、10年に一度でも B_{min} を下回る確率が64%
- 研究機関会議として推奨する漁獲管理規則としては $\beta=0.7$ 以下
- 余剰生産モデルによる資源評価と将来予測は初の試みとなるため、今後とも手法の改善や結果の精査を行いながら資源評価を進める