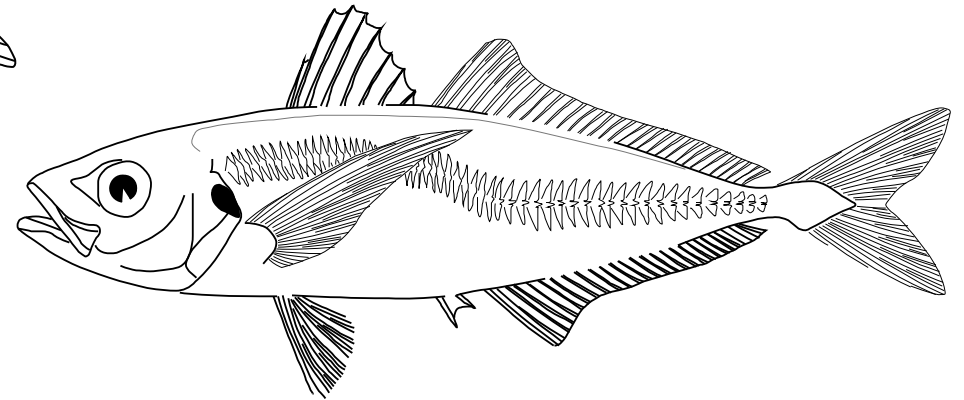
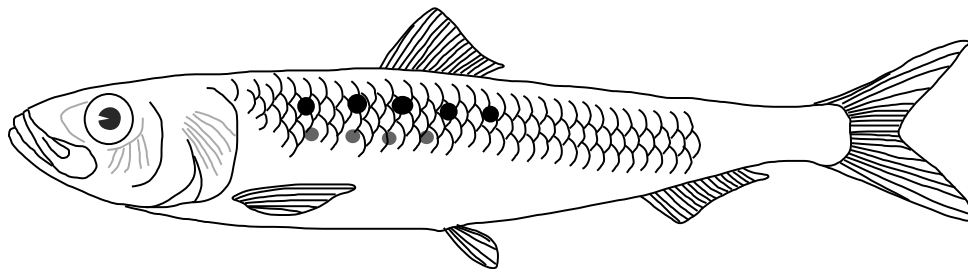


新たな資源評価について



国立研究開発法人 水産研究・教育機構

従前の資源評価と新たな資源評価の比較（データの多い資源：1系資源）

従前の資源評価

< 資源量推定 >

- データの収集
- データの解析
- 資源量、親魚量、加入量（毎年、新しく漁獲対象資源に加わる子供の数）などの推定

< 資源診断・将来予測 >

- 資源の回復措置をとる親魚量の閾値（**Blimit**）の設定（それ未満では良好な加入が期待できない親魚量など）
- 資源状態の判断（低位・中位・高位）（低位と中位の境界が**Blimit**）
- 漁獲の仕方（親魚量を**Blimit**以上に回復・維持可能な漁獲圧※）の提案

※漁獲圧：漁獲の強さ≡資源のどのくらいの割合を漁獲するのかを表したもの

新たな資源評価

< 資源量推定 >

- データの収集
- データの解析
- 資源量、親魚量、加入量などの推定

< 資源診断・将来予測 >

- **MSY**（最大持続生産量）※を実現する親魚量（**SBmsy**）と漁獲圧（**Fmsy**）の算定
- 目標管理基準値（**SBmsy**を採用）、限界管理基準値、禁漁水準の提案
- 資源状態の判断（親魚量は**SBmsy**より多いのか少ないのか、漁獲圧は**Fmsy**よりも強いのか弱いのか）
- 漁獲の仕方（漁獲管理規則：親魚量を目標管理基準値案以上に回復・維持可能な漁獲圧）の提案

※**MSY**（Maximum Sustainable Yield）：持続的に得られる最大の漁獲量

- 資源量推定部分は基本的に同じであり、その時点における最善の推定結果を提示
- 資源診断・将来予測部分が、新たな資源評価では改正漁業法に対応した**MSY**ベースとなっている

従前の資源評価と新たな資源評価の比較（データの少ない資源：2系資源）

従前の資源評価

< 資源量指標値算出 >

- データの収集
- データの解析
- 資源量、親魚量、加入量などの推定は不可能
- 資源量指標値（資源量や親魚量などの変化を表していると考えられる指標）の算出

< 資源診断・順応的な漁獲 >

- 資源の回復措置をとる親魚量の閾値（Blimit）の設定は不可能
- 資源状態の判断（低位・中位・高位）（例：過去最大と過去最低の資源量指標値の間を3等分し、上から順に高位、中位、低位とする）
- 漁獲の仕方（資源状態が中位以上となるまでは漁獲量を減らす）の提案

新たな資源評価

< 資源量指標値算出 >

- データの収集
- データの解析
- 資源量、親魚量、加入量などの推定は不可能
- 資源量指標値の算出

< 資源診断・順応的な漁獲 >

- MSY（最大持続生産量）を実現する親魚量（SBmsy）と漁獲圧（Fmsy）の算定は不可能
- 目標管理基準値を代替する目標水準と限界管理基準値を代替する限界水準を提案
- 資源状態の判断（資源量水準が目標水準を上回っているか、限界水準は上回っているか）
- 漁獲の仕方（漁獲管理規則：資源量水準が目標水準以上となるまでは漁獲量を減らす）の提案

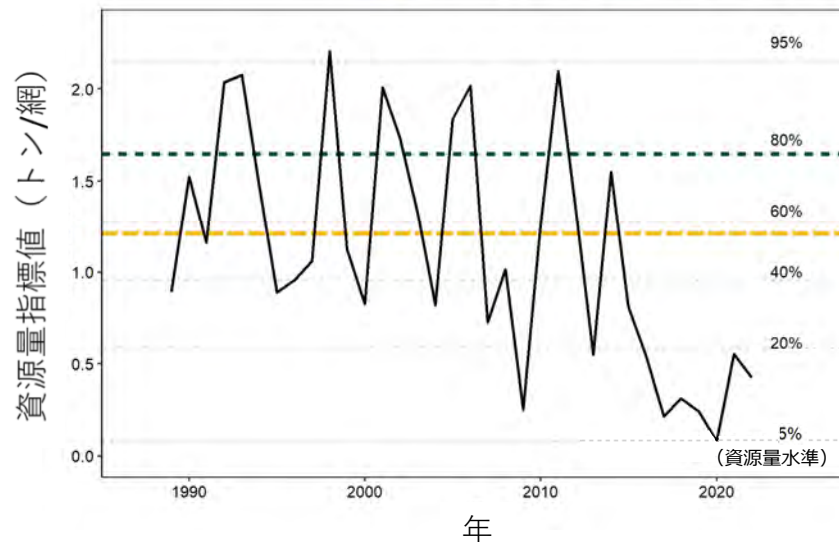
- 2系資源については、資源量などが推定できないため、資源量指標値を活用
- 将来予測もできないため、資源状態に基づいた順応的な漁獲を提案

2系資源の資源量水準と管理基準値案

- 資源量指標値としては、一操業あたりの漁獲量（CPUE：一網あたりの漁獲量など）や、調査船調査で推定した産卵量（卵の数）などを使用
- この資源量指標値の推移から、資源量水準（0～100％水準）※を設定
- 80％水準を目標水準（目標管理基準値）、56％水準を限界水準（限界管理基準値）として提案
- 禁漁水準は設定しない
- 最新年の資源量指標値を資源量水準に変換し、資源状態を判断
- これらの目標水準と限界水準については、科学的に提案する漁獲管理規則と組み合わせることによって、資源の保護、漁獲量の安定、漁獲量の増大の面で優れていることを検証済み
- ただし、データが少ない（不確実性が高い）ため保守的になっており、長期的に得られる平均漁獲量は基本的にMSY（長期的に得られる最大の平均漁獲量）の3割程度

※資源量指標値が、その値以下となる確率を示したもの

資源量指標値の推移の例



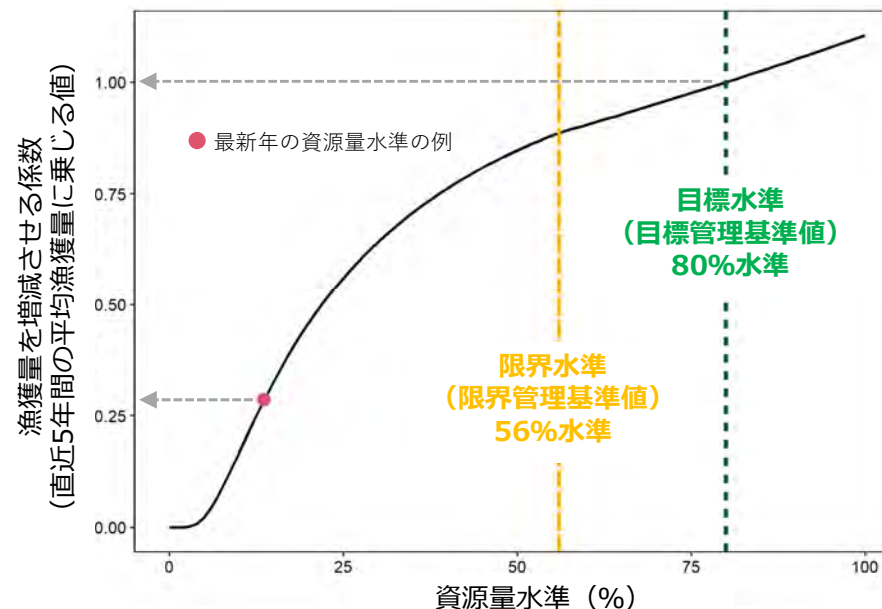
目標水準（目標管理基準値）

限界水準（限界管理基準値）

2系資源の漁獲管理規則（2系規則）

- 2系資源について提案する漁獲管理規則（2系規則）は、最新年の資源量水準に応じて算定漁獲量（科学的に推奨する漁獲量の上限）を決めるもの
- 最新年の資源量水準が、目標水準（目標管理基準値）より上なら算定漁獲量を直近5年間の平均漁獲量よりも増やすが、目標水準より下なら算定漁獲量を直近5年間の平均漁獲量よりも減らす
- さらに、最新年の資源量水準が限界水準（限界管理基準値）より下の場合には、算定漁獲量の減らし方を激しくすることによって回復を早める
- 直近5年間の平均漁獲量から増減させる程度を「漁獲量を増減させる係数」によって示す
- 漁獲量を増減させる係数が1であれば、直近5年間の平均漁獲量と算定漁獲量が同量
- 2系規則には、基本規則に加え、オプション規則（漁獲量の変動を緩和する規則など）も存在
- 実際にどのような漁獲管理規則を採用するのかは、科学的に提案した漁獲管理規則をたたき台として、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）において検討

2系規則（基本規則）



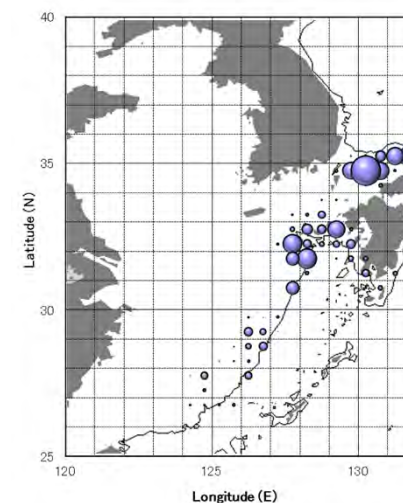
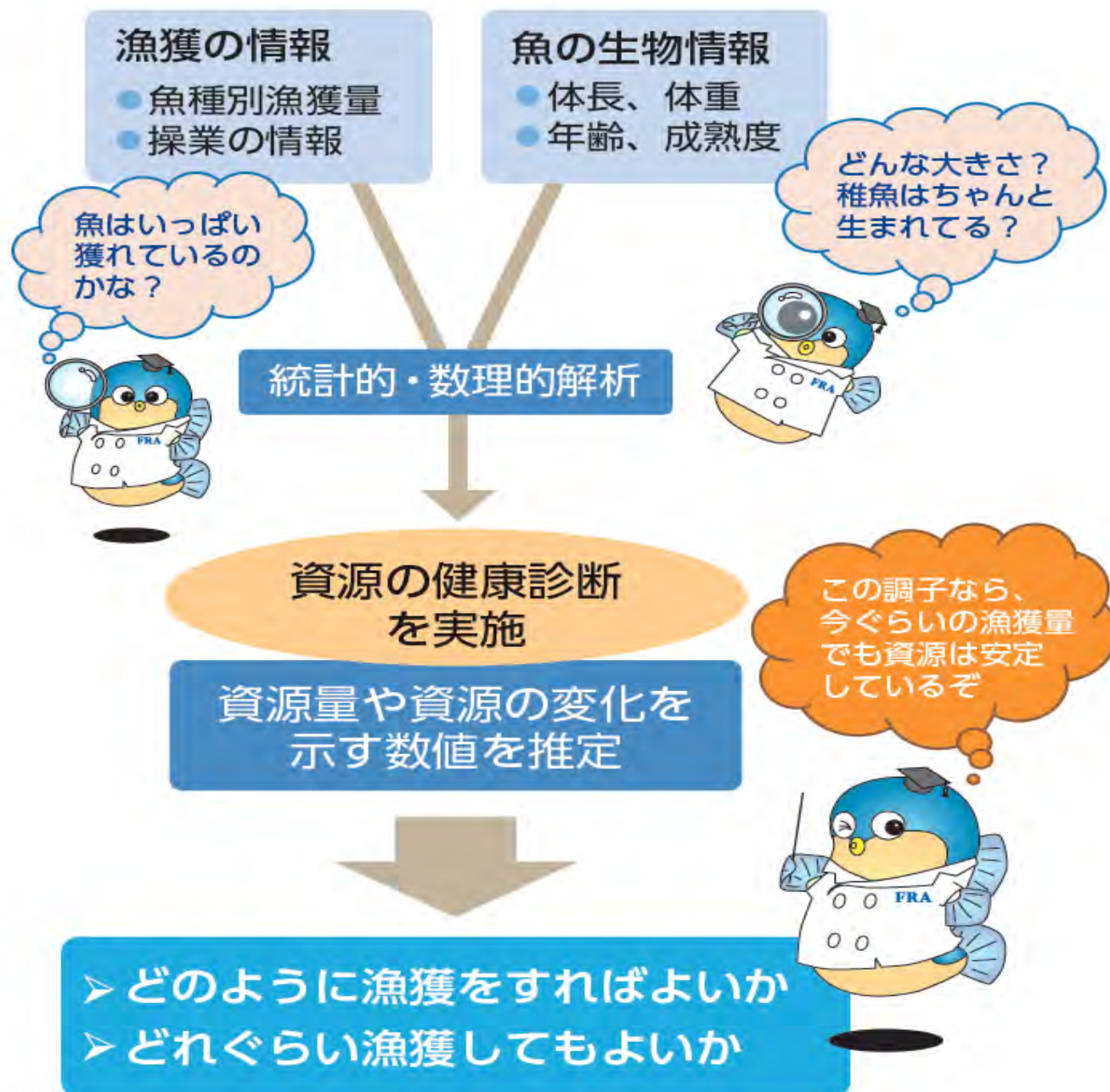
資源評価に関する補足事項



- 1. 資源評価とは？
- 2. 資源管理目標等を導入した「新たな資源評価」について
 - 2-1. 資源管理目標の提案
 - 2-2. 資源状態についての新しい表示方法
 - 2-3. 新しい漁獲管理規則の提案と、そのもとでの将来予測
 - 2-4. 再生産関係が利用できない資源への対応

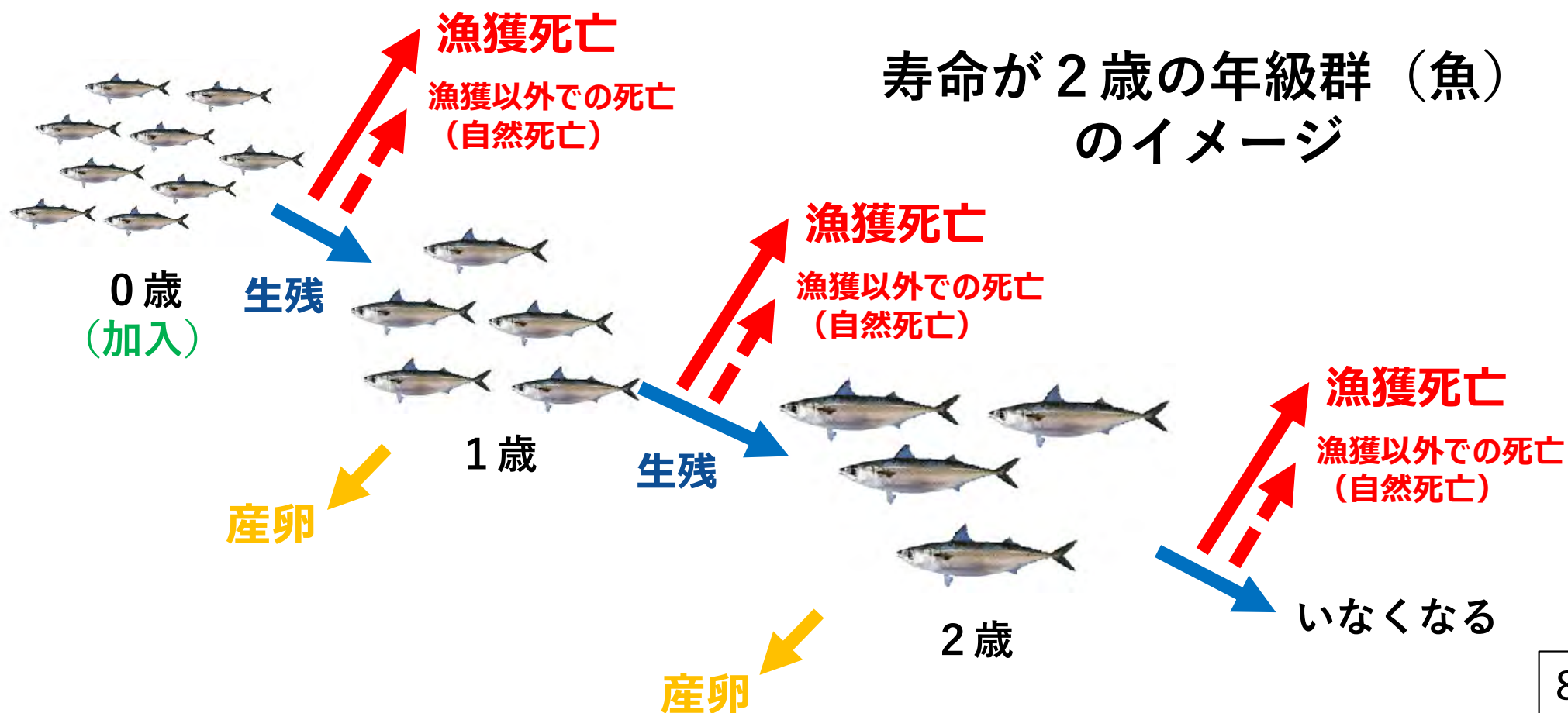
1. 資源評価とは？

資源評価の流れ



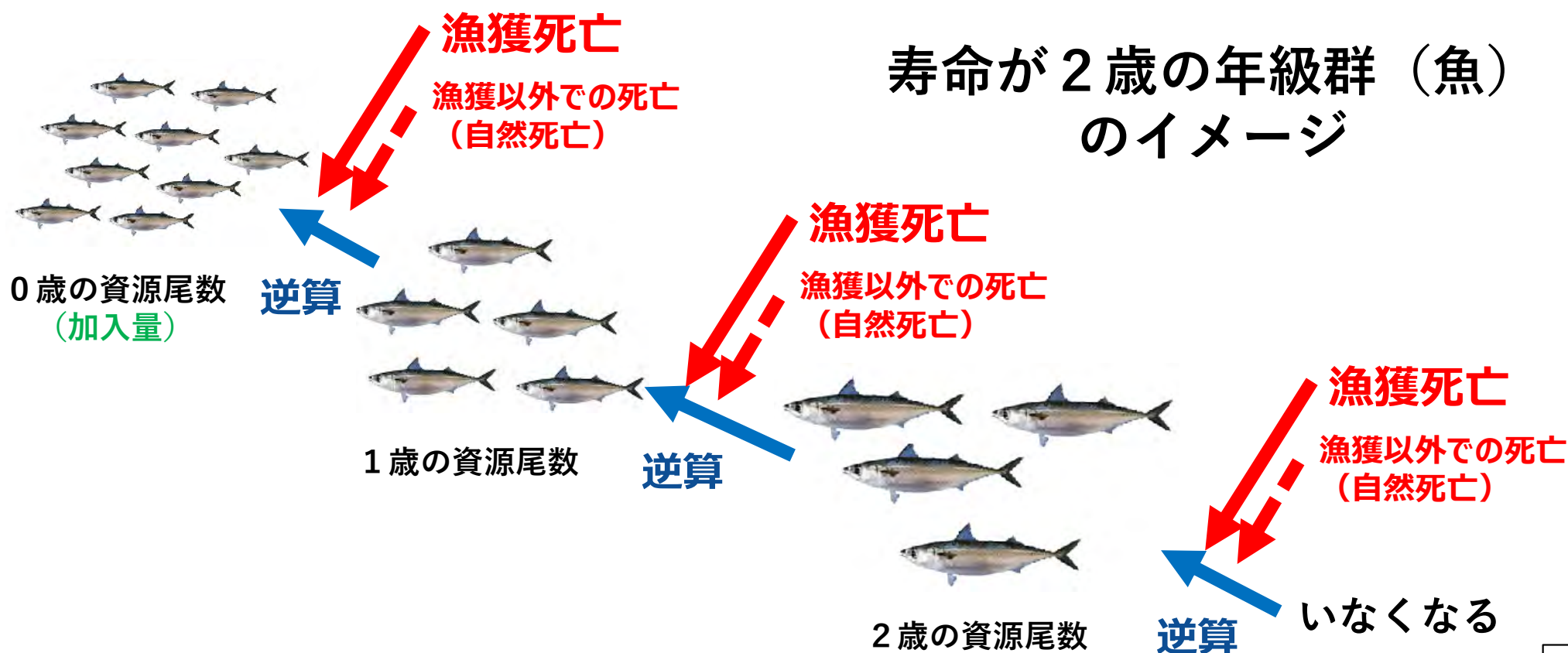
年級群

- 年級群（コホート）とは、同じ年に生まれた個体全体のこと、年を取るごとに死亡により数を減らしていき、最終的にはいなくなる。
- 魚の死亡要因には、漁獲による死亡（漁獲死亡）と漁獲以外による死亡（自然死亡）がある。
- 自然死亡には、寿命、不適な海域への移動、被食などによる死亡が含まれる。



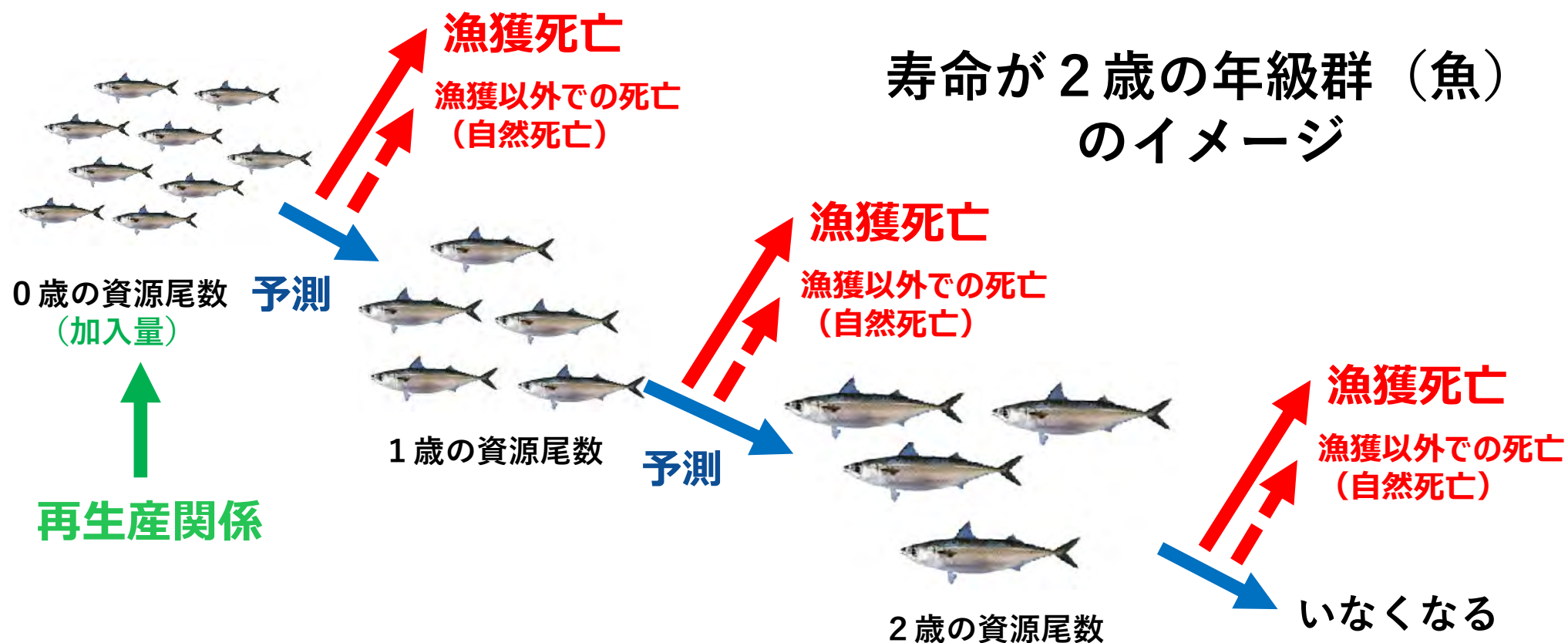
資源量推定（コホート解析）

- 各年級群について、各年齢における漁獲尾数（年齢別漁獲尾数）をもとに、高齢から若齢に向けて、各年齢における資源尾数を逆算的に推定する（コホート解析、高齢までのデータがそろっているほうが推定精度は良くなる）。
- 自然死亡の強さ（各年齢で何割の魚が自然死亡により死ぬのか）については、寿命などにに基づき仮定する。
- 各年齢の資源尾数に各年齢における体重を乗じることによって重量に変換する。



将来予測（シミュレーション）

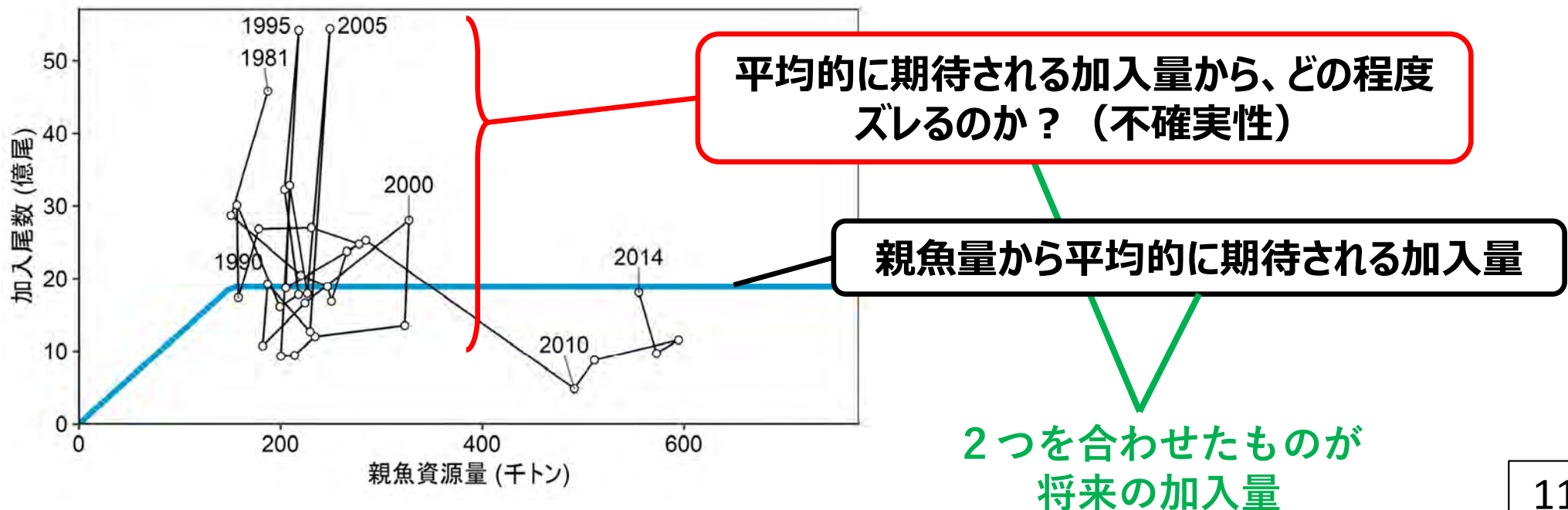
- 各年級群について、漁獲死亡の強さ（漁獲圧：各年齢で何割の魚が漁獲死亡により死ぬのか）を仮定した上で、若齢から高齢に向けて、各年齢における資源尾数を前進的に予測する。
- 各年級群の加入量については、再生産関係（どの程度の親がいれば、どの程度の加入量が期待できるのか）に基づき親魚量から予測する。



再生産関係

- 将来予測において、各年級群の加入量は再生産関係に基づき予測する。
- 再生産関係は、ベバートン・ホルト型、リッカー型、ホッケースティック型の中から最適なものを選択する。
- 再生産関係に基づき親魚量から平均的に期待される尾数に、不確実性によるズレを考慮して加入量とする。
- 将来の具体的なズレは不明のため、様々なパターンのズレを想定したシミュレーションを実施する。

ホッカー・スティック型の再生産関係の例



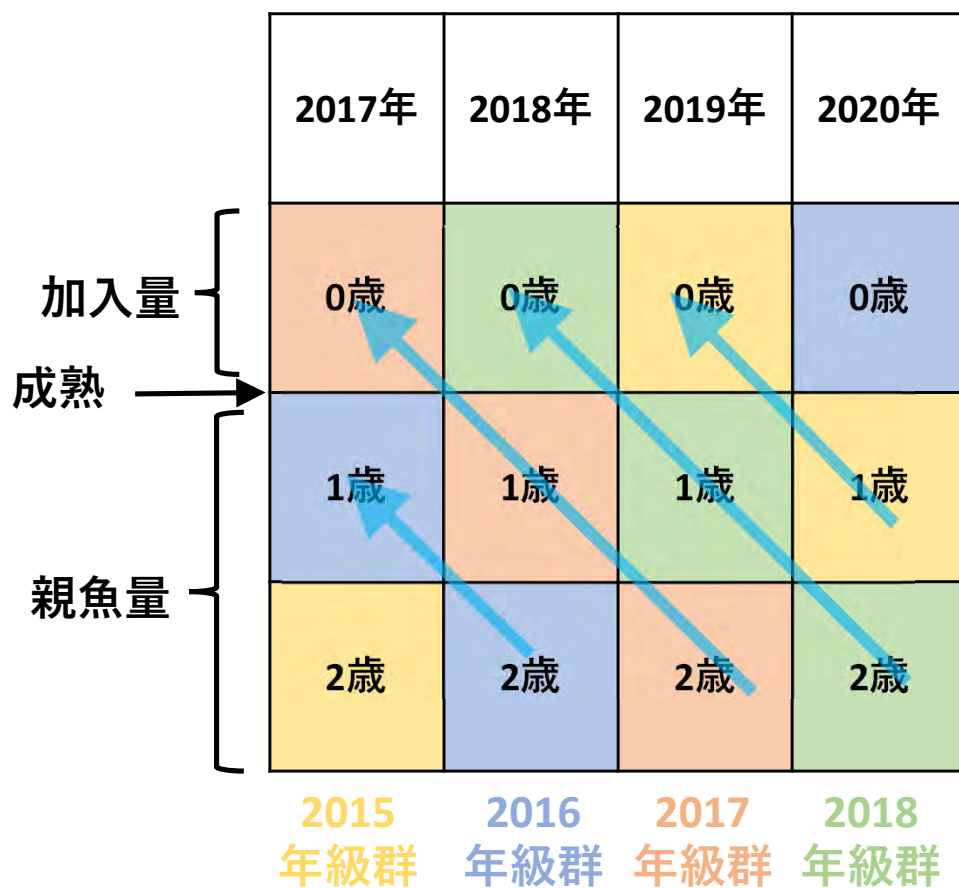
資源評価のイメージ

寿命が2歳の魚のイメージ

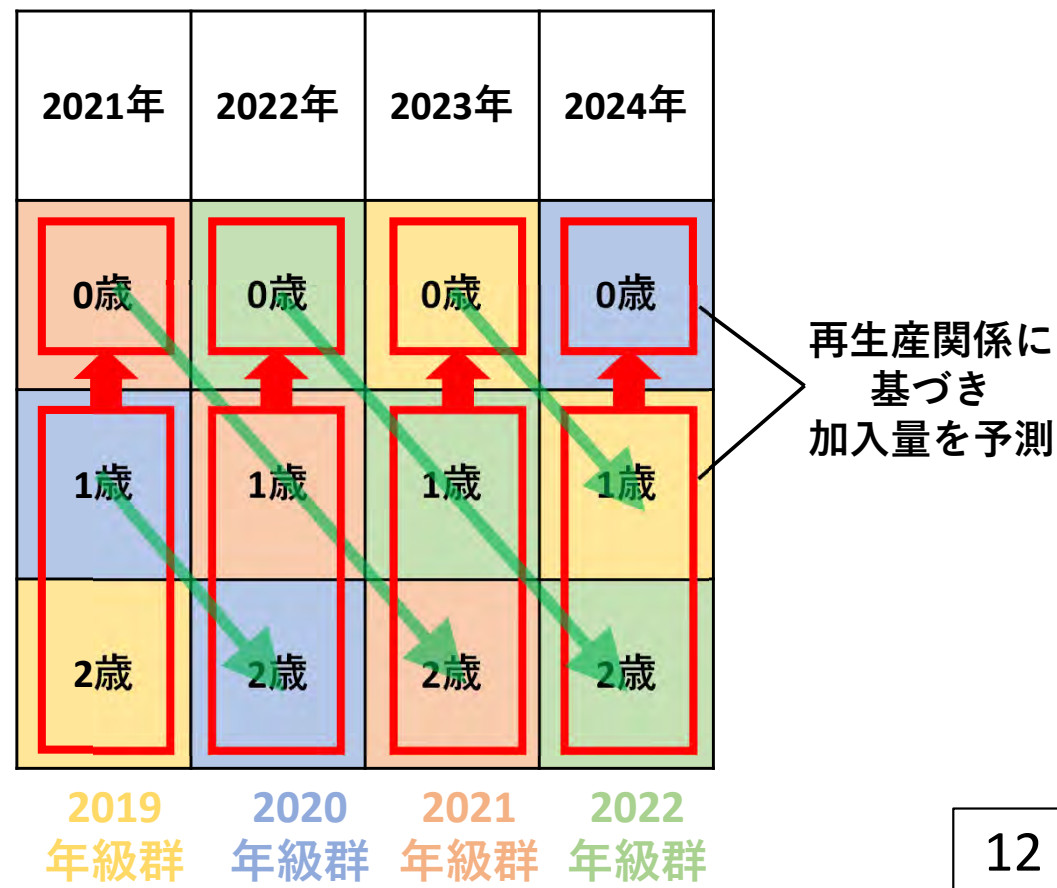
→ : 高齢から若齢に向けての資源量推定

→ : 若齢から高齢に向けての将来予測

資源量推定



将来予測



2. 資源管理目標等を導入した「新たな資源評価」について



1. 資源管理目標の提案

平均的な最大の漁獲量（MSY：最大持続生産量）を実現する状態を目標と定め、その時の親魚量を算定し**目標管理基準値**として提案。従来から示してきた**Blimit**についても、MSYの考え方と合った**限界管理基準値**として改めて提案。

2. 資源状態についての新しい表示方法

MSYを実現する親魚量に対して、**現状の親魚量が多いのか少ないのか**、MSYを実現する漁獲圧に対して、**現状の漁獲圧は強いのか弱いのか**、が一目でわかる**神戸プロット（チャート）**を提示。

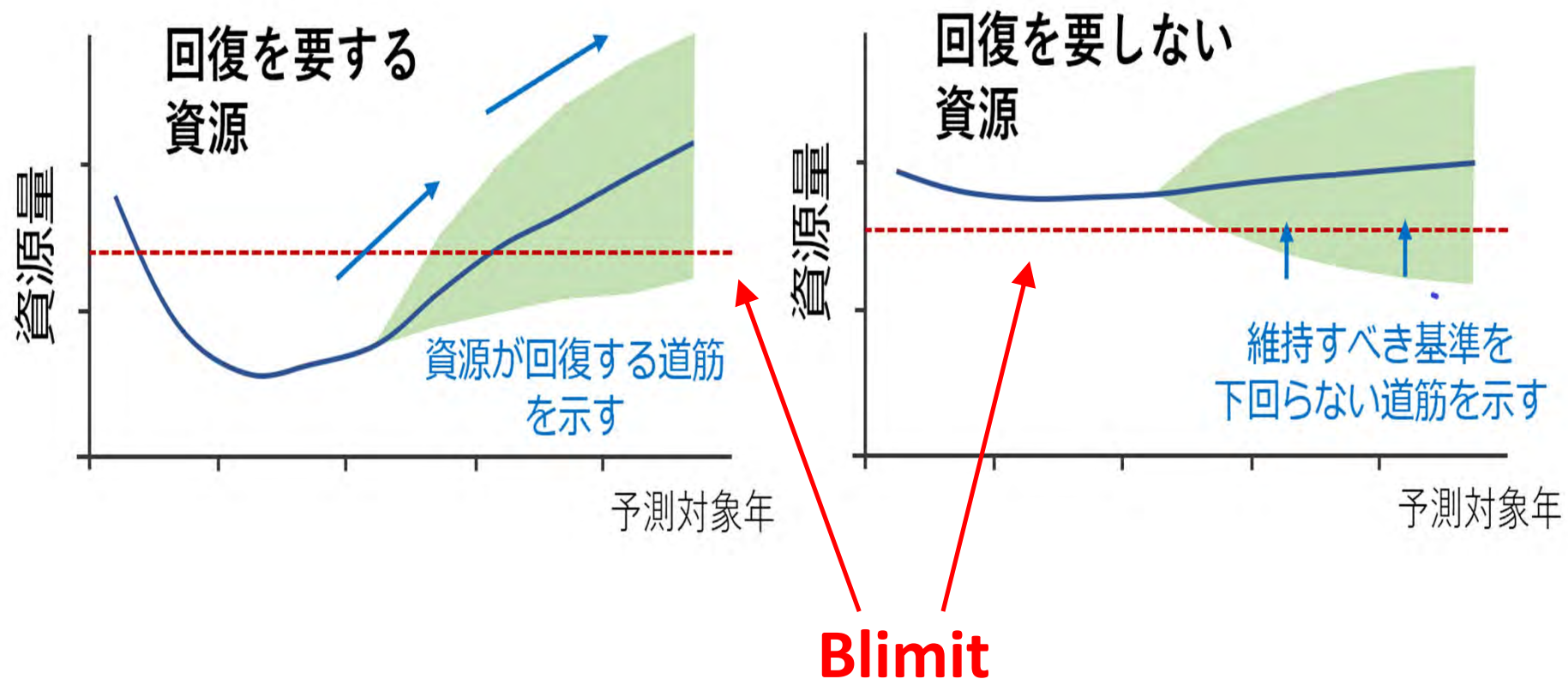
3. 新しい漁獲管理規則の提案と、そのもとでの将来予測

資源管理目標と親魚量の関係により**漁獲圧を調整する漁獲管理規則**を提案。
漁獲管理規則案に基づいて資源利用を続けた場合の将来予測の結果を提示。

4. 再生産関係が利用できない資源への対応

「漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針」に従い、資源量指標値から計算される管理基準値案に基づく漁獲管理規則を提案。

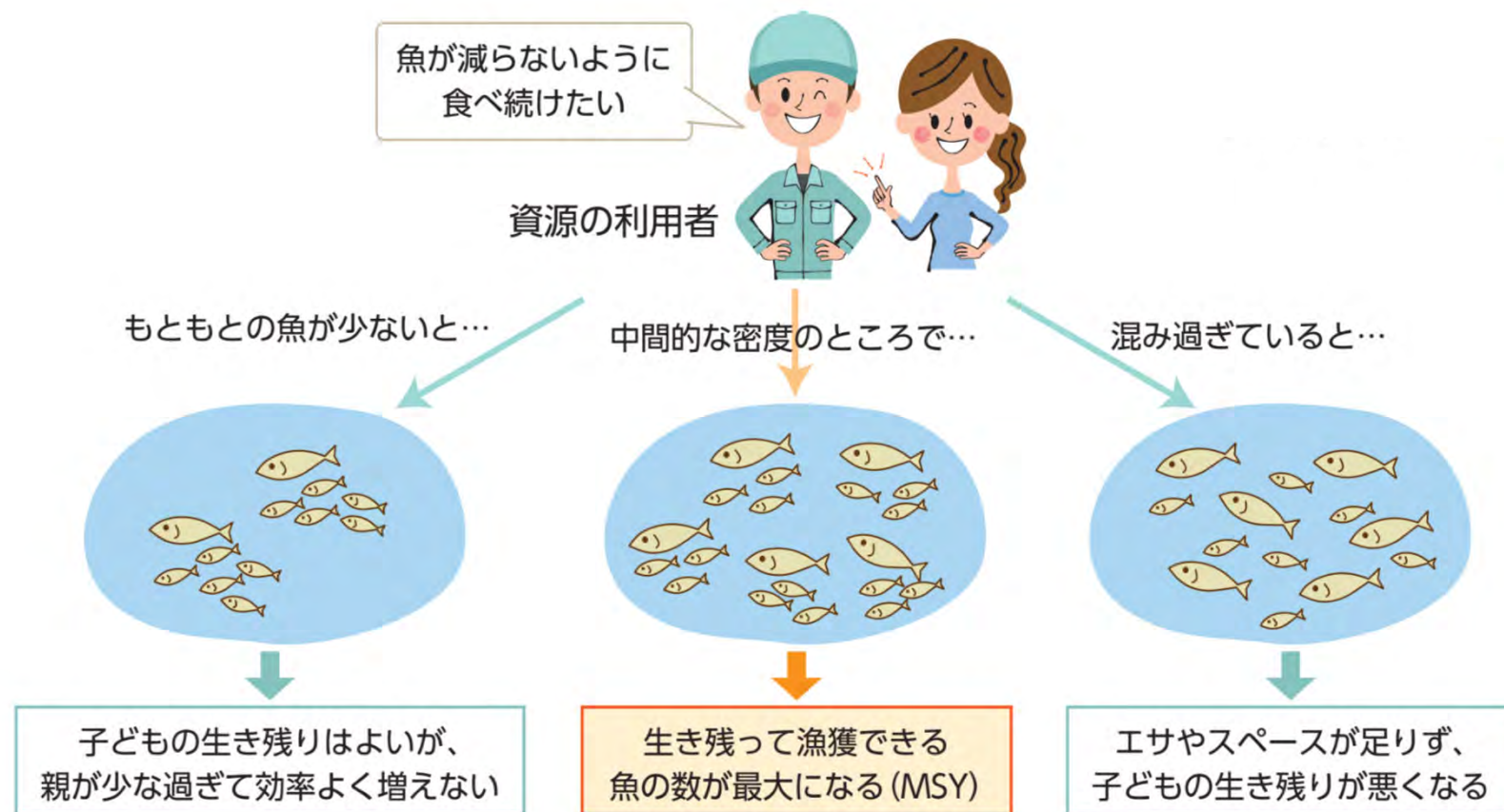
これまでの資源評価で提案してきた漁獲シナリオ



- 資源回復のための措置を講じる閾値としてBlimitを決め、それ以上への回復および維持を目指す漁獲シナリオを提案してきた。
- Blimitを上回っている資源の目標については決めてこなかったため、資源を効率的に利用できていなかった。

～MSYとは？～

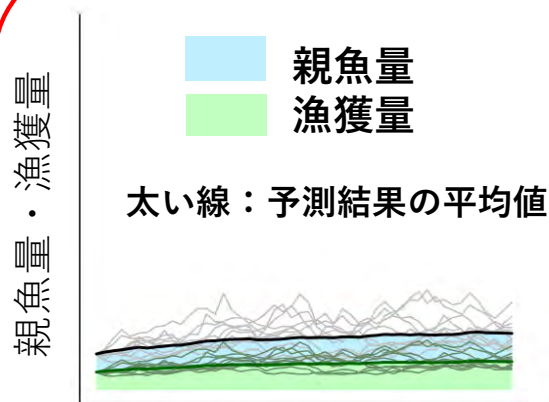
- 漁獲によって魚を**適度に間引いた**中間的な密度のところで、平均的な最大の漁獲量（MSY：最大持続生産量）を実現する状態（MSY水準）になると考えられる。
- その時の親魚量を**MSYを実現する親魚量（目標管理基準値案）**とし、その時の間引きの強さを**MSYを実現する漁獲圧**とする。



MSY水準（適度な漁獲圧）の推定

再生産関係に基づき、**将来の平均親魚量や平均漁獲量などの予測（長期的な将来予測）**を、**将来の様々な漁獲圧について、それぞれ実施する。**

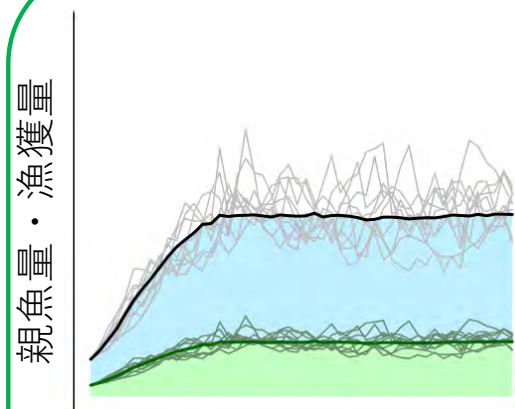
高すぎる漁獲圧



将来予測における時間

資源が少なすぎるため、漁獲量も少なくなってしまう。

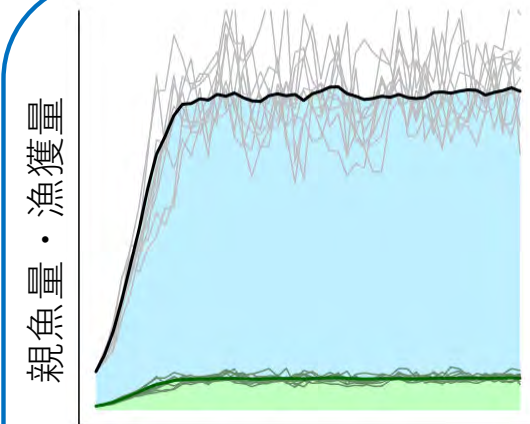
適度な漁獲圧



将来予測における時間

資源が適度に増える程度で漁獲することにより、平均的に最大の漁獲量が得られる（MSY水準）。

低すぎる漁獲圧



将来予測における時間

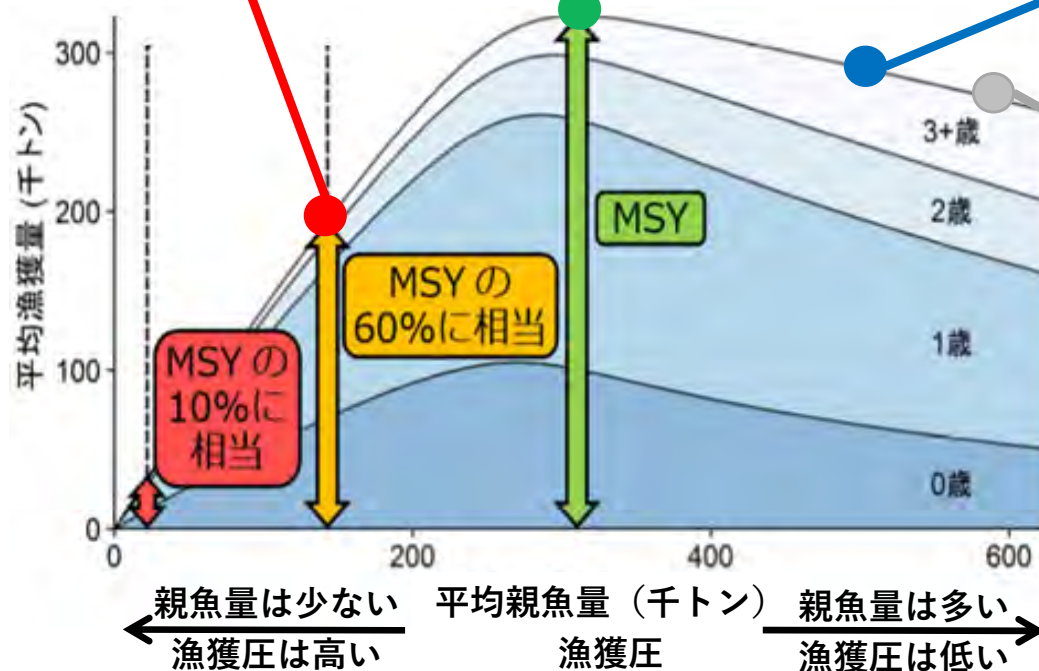
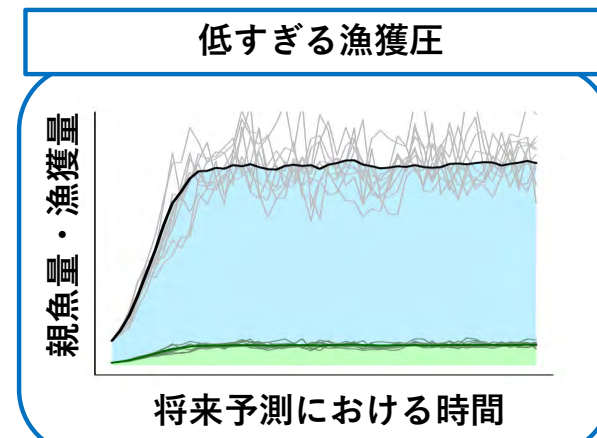
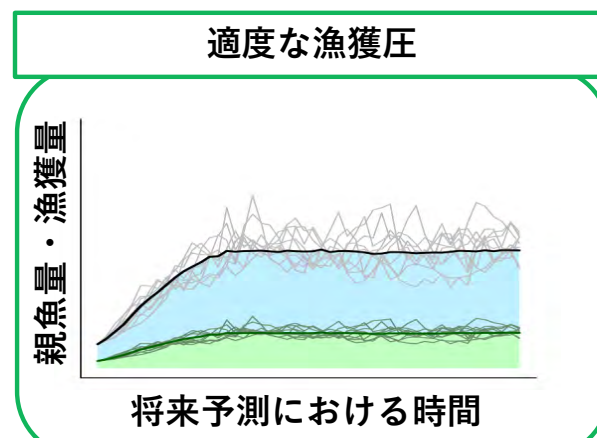
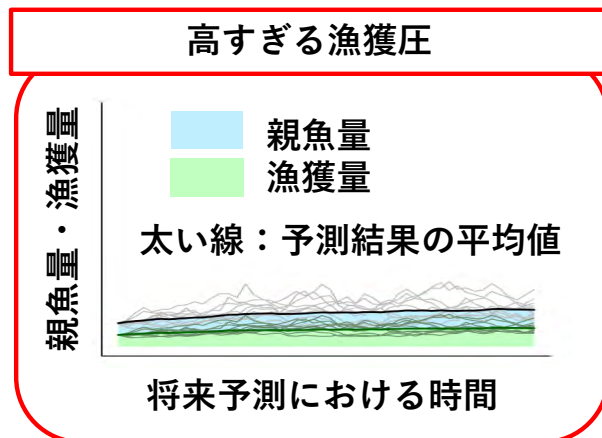
資源は十分に増えているが、漁獲圧が低すぎるために、漁獲量が少なくなってしまう。

2-1. 資源管理目標の提案

MSY水準の推定：漁獲量曲線（イメージ図）

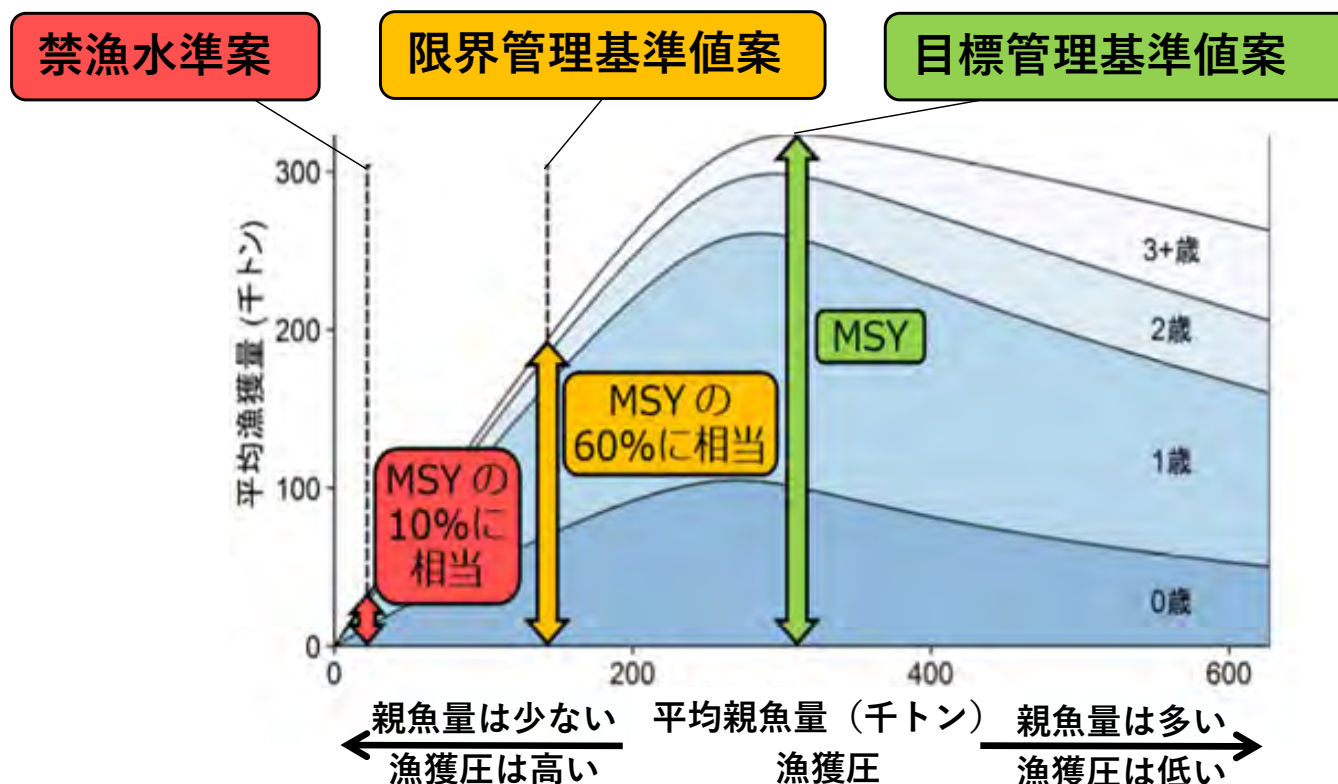


様々な漁獲圧のもとでの将来予測において、平均漁獲量が最大になる漁獲圧を探し、その漁獲圧を**MSYを実現する漁獲圧**、最大となる平均漁獲量を**MSY**、MSYに対応する平均親魚量を**MSYを実現する親魚量**とする。



漁獲量曲線：
各漁獲圧のもとでの将来予測において
得られた、資源が安定した後の平均親魚
量と平均漁獲量の結果を、無数の漁獲
圧について示したもの

2-1. 資源管理目標の提案 管理基準値案

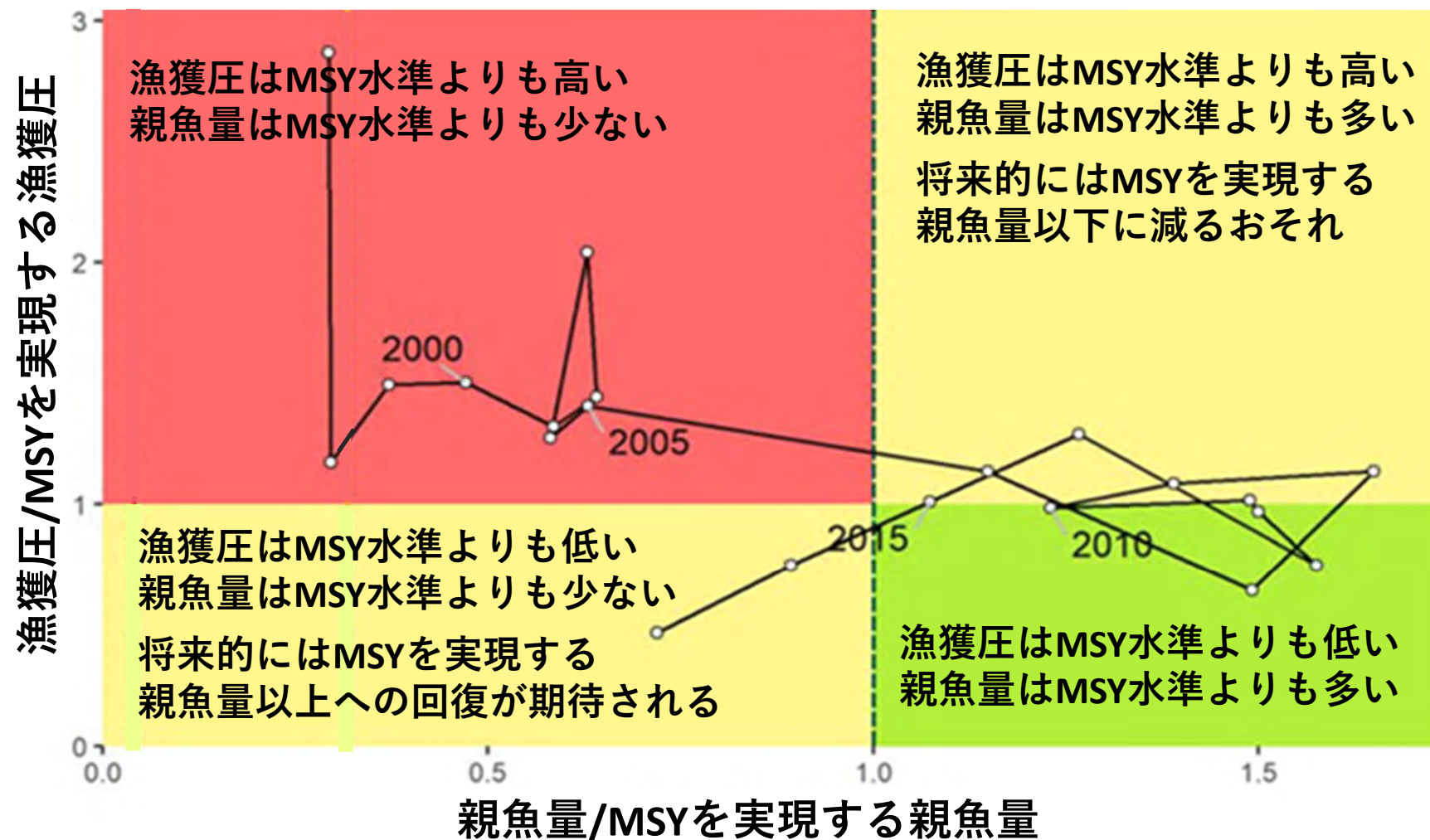


- 目標管理基準値案 (MSYを達成する資源水準の値) : MSYを実現する親魚量を基本とする。MSYを実現する漁獲圧を F_{msy} とする。
- 限界管理基準値案 (乱かくを未然に防止するための資源水準の値) : MSYの60%の平均漁獲量が得られる親魚量を基本とする。
- 禁漁水準案 (これを下回った場合には漁獲を0とする資源水準の値) : MSYの10%の平均漁獲量が得られる親魚量を基本とする。

2-2. 資源状態についての新しい表示方法

MSY水準（MSYを実現する親魚量、MSYを実現する漁獲圧）に比べて現状はどのような状況にあるのか？

神戸プロット（チャート）



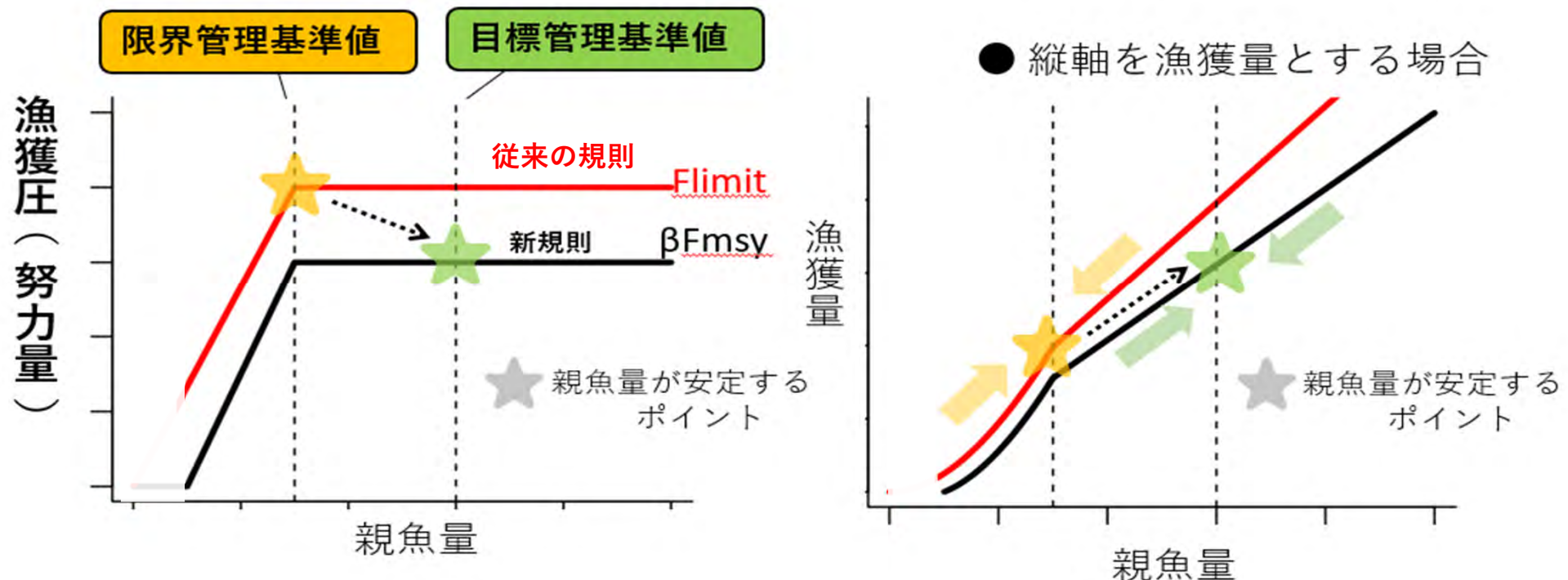
2-3. 新しい漁獲管理規則の提案と将来予測

漁獲管理規則とは？

- ・ 将来どのような漁獲圧で漁獲するかをあらかじめ定めたルール。
- ・ 資源評価結果の更新にあわせて、その漁獲圧のもとでのABCを毎年算定。
- ・ 管理基準値と漁獲管理規則は定期的に見直す。

新しい漁獲管理規則（黒）と従来の規則（赤）との比較

- ・ 資源を効率的に利用することを目指し、将来的に漁獲量を増加させる。
- ・ 限界管理基準値を下回ると回復速度を上げ、禁漁水準への低下を回避する点は同じ。



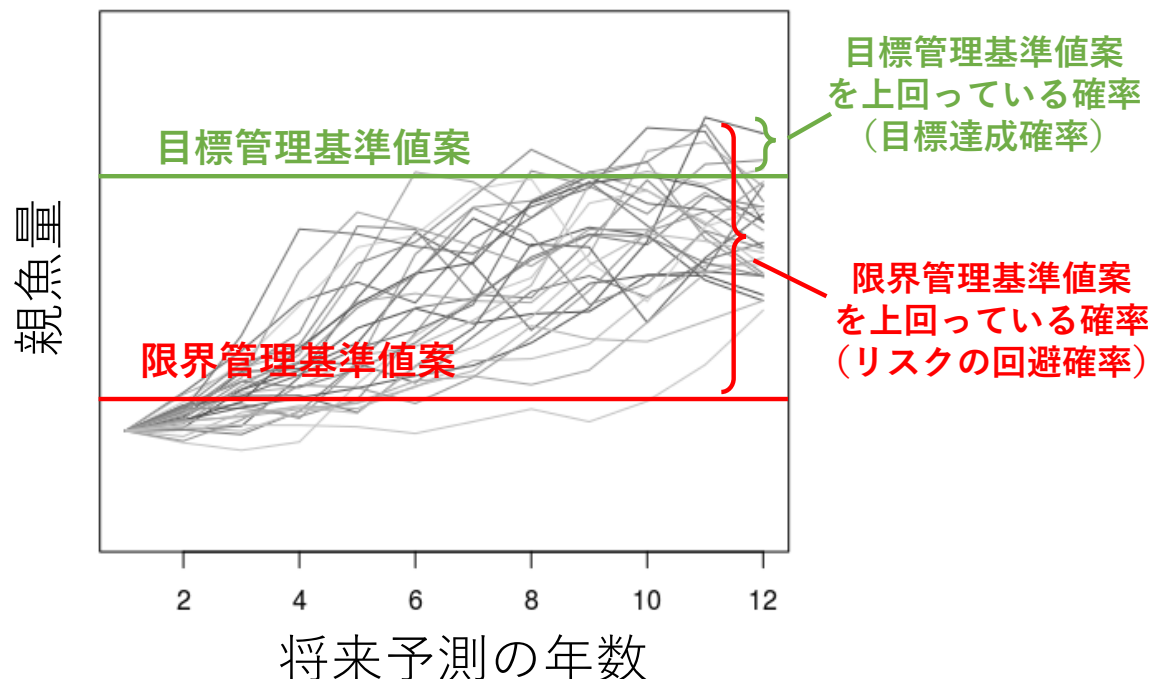
F_{limit} （限界管理基準値で維持する漁獲圧）

βF_{msy} （MSYを実現する漁獲圧に調整係数 β を乗じたもの）

将来予測のポイント（管理基準値案の達成確率）

- MSYを実現する漁獲圧を基準として、調整係数 β を様々に変えた漁獲シナリオにおける確率的な将来予測を実施。
- 目標管理基準値案を上回る確率（目標達成確率）や、限界管理基準値案を上回る確率（リスクの回避確率）を示し、管理目的に適った β を選択するための材料を提供。

ある β （漁獲シナリオ）における
将来予測の例



目標達成確率

確率	
β	2030
1	41
0.9	55
0.8	71
0.7	84
0.6	95
0.5	99
0.4	100
0.3	100
0.2	100
0.1	100
0	100

リスクの
回避確率

確率	
β	2030
1	100
0.9	100
0.8	100
0.7	100
0.6	100
0.5	100
0.4	100
0.3	100
0.2	100
0.1	100
0	100

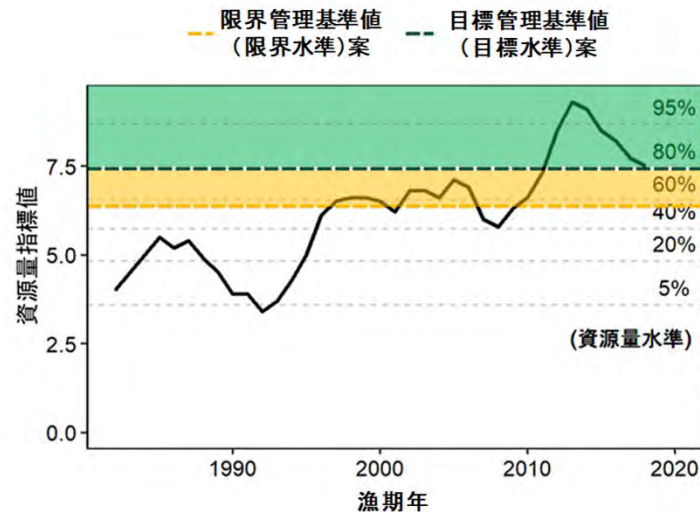
2-4. 再生産関係が利用できない資源への対応



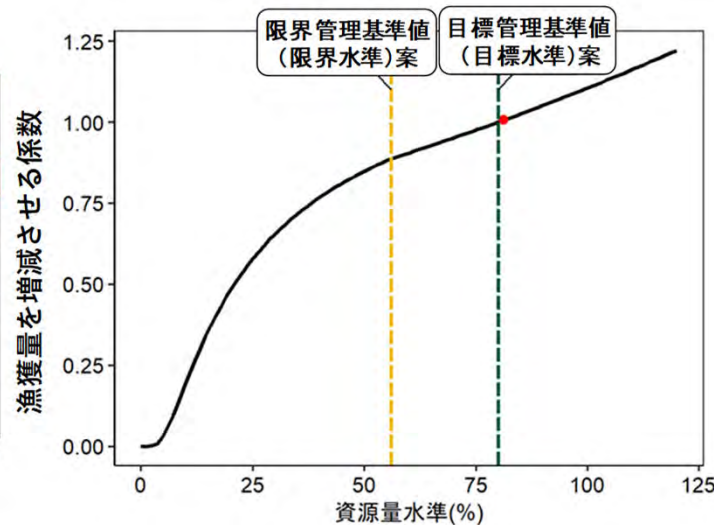
- 再生産関係が不明な場合、長期的な資源の加入変動を考慮した漁獲シナリオが提示できない。また、漁獲圧についても十分な情報がない。
- そのような資源についてもMSYの考え方に基づく管理を行っていくために、**近年の漁獲量と、資源量指標値の状態（歴史的な変動の中での相対的な位置）を考慮して目標資源量水準を目指す漁獲管理規則案（2系ルール）を提示。**
- 考えられる不確実性を考慮したシミュレーションを行い、本規則案は、再生産関係が不明な資源に適用してきた従来のABC算定規則（旧2系ルール）より、資源を持続的に利用し、かつ漁獲量の変動を抑える性能が良いことが確認されている。

2系ルールにおける資源評価の例

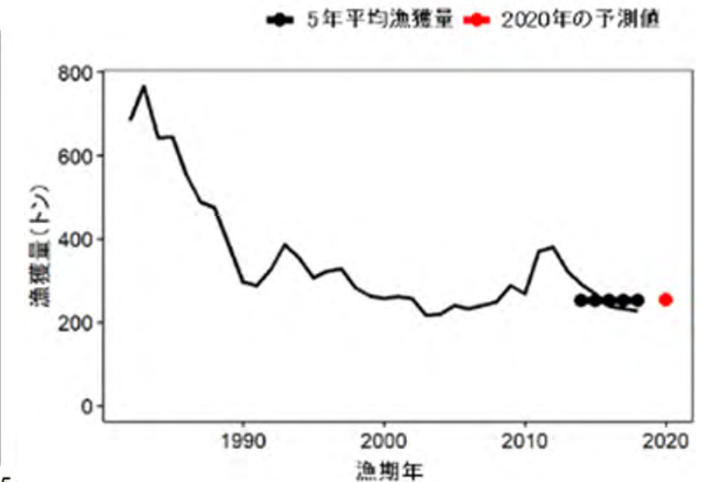
資源量指標値の推移と
直近年の水準判断



漁獲管理規則案



漁獲量の推移と
算定漁獲量



- 直近年の資源量指標値の水準（資源量水準）に応じて漁獲量を増減させる漁獲管理規則を、①平均資源量は大きく、②平均漁獲量も大きく、③漁獲量変動は小さく、なるようにシミュレーションで決定した。
- 目標管理基準値（目標水準）案は、過去の資源量指標値の範囲の80%水準、限界管理基準値（限界水準）案は、過去の資源量指標値の範囲の56%水準とする。**
- 直近年の資源量水準が、目標水準案より上なら漁獲量を増加させ、目標水準案より下なら漁獲量を減少させるとともに、限界水準案より下の場合には、漁獲量の減らし方を激しくする。
- 直近5年の平均漁獲量に、漁獲管理規則案に基づいて求めた「**漁獲量を増減させる係数**」を乗じた値が算定漁獲量となる。