


第25回(2006/6/21)
中央水産資源評価部セミナー




ミナミマグロ保存委員会における管理方式の開発

遠洋水産研究所
温帯性まぐろ資源部・温帯性まぐろ研究室
黒田啓行

ミナミマグロSG
高橋紀夫, 伊藤智幸, 庄野宏, 宮部尚純
辻祥子, 平松一彦


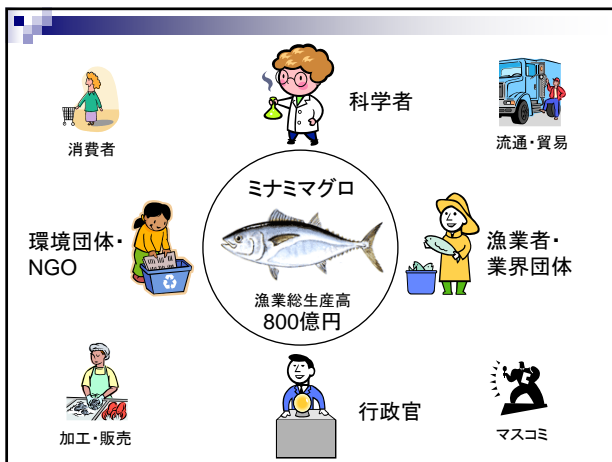
本日の内容



ミナミマグロ大トロ
一貫 1000円

- ミナミマグロの資源管理の仕組み
 - ミナミマグロと漁業の紹介
 - 現在の問題点と、解決策としての管理方式
- 管理方式の開発過程
 - オペレーティングモデル(OM)の作成
 - 管理方式(MP)の作成・評価
 - 科学委員会による最終案(2005年9月)
- まとめ
 - 管理方式を開発して良かったこと
 - 苦勞、今後の課題

(PR)
清水はあなたを待っている!

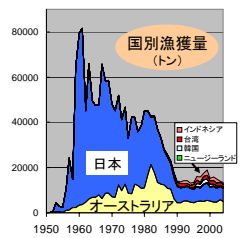
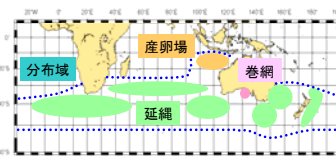
ミナミマグロとは




2004産卵場調査 with 小西君

- 分布 南半球温帯域
- 大きさ 2m, 200kg以上
- 寿命 40歳以上
- 成熟年齢 10歳
- 最高級マグロの一種
寿司・刺身用
(俗名 インドマグロ)

ミナミマグロ漁業とは → 多様な漁業形態

- 延縄漁業
 - 日本、台湾、韓国、ニュージーランド(4歳~10歳)
 - インドネシア(10歳以上)
- 巻網漁業
 - オーストラリア(2~4歳)
 - “畜養”(生け簀で小型魚を短期間で太らせる)

- 1950年代初頭スタート
- 1990年以降は約15000トン
- 日本・オーストラリアが主
- 現在、大部分は日本へ輸出

みなみまぐろ保存委員会 CCSBT

Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna

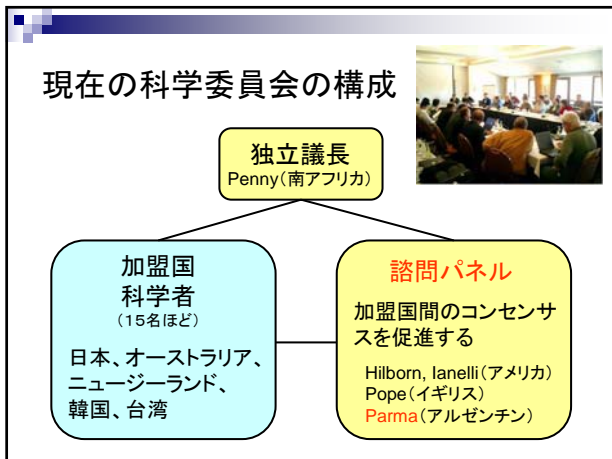



- 1994年発効。現加盟国5カ国。
 - 日本、オーストラリア、ニュージーランド、韓国、台湾
- 全ての事柄は全会一致で決定
- 許容漁獲量(TAC)、国別割当による管理
“Total Allowable Catch”




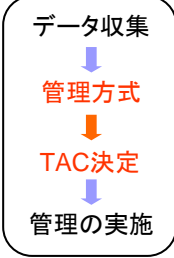
科学委員会 (諮問機関)


行政官会議 (最高意思決定機関)

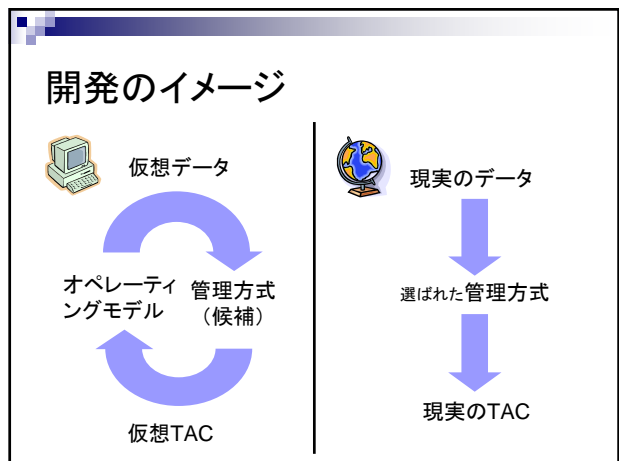


- ### ミナミマグロ管理の難しい所
- 
- 水産資源管理の高い目標
 - 「持続可能な利用」・「魚をとりながら増やす」
 - 生活史情報の不足
 - どこに、どれだけ、魚がいるのか、よくわからない
 - 自然死亡率、親子(再生産)関係の推定が難しい
 - 漁業データに頼らざるを得ない
 - 科学調査を行うには、膨大な費用
 - 漁業形態の激しい変化
 - “畜養(養殖)”の開始、新たな国の参入
 - 燃油の高騰、魚価の低迷などの **社会経済的要因**

- ### これまでのミナミマグロ管理
- 漁獲データ等に基づくモデル解析により、**資源評価**(資源の現状把握)を行い、単純な**将来予測**の結果に基づき、TACを決める
 - しかし、資源評価結果の**不確実性が大きい**
 - 自然死亡率や資源の再生産力などに関して異なる仮説を各国が主張
 - そのため、資源状態の見解が国により異なり、**長年TACに合意できず**
 - 1998-2000年 国際裁判に発展 (日本 vs オーストラリア・ニュージーランド)
- 

- ### 管理方式の開発へ
- 2002年 “**管理方式**”(TAC決定ルール)の開発をスタート
 - **意思決定**のプロセスを明確化
 - IWC以外では、国際漁業管理機関として、世界初
 - 科学委員会を中心に、これまでに10回以上会議を開催
- 

- ### 2. 管理方式の開発
- #### 管理方式(MP)とは
- “Management Procedure”
- 
- “利用可能なデータからTAC(許容漁獲量)を決めるための**事前に定められたルール**”
 - 例:「魚の釣れ具合(CPUE)が良ければ、TACを上げる」
 - 環境変動や資源状態に関する不確実性があっても、うまく管理できる**頑健なルール**が理想的
 - しかし、実際に海で実験することは不可能
 - コンピュータ上に“**オペレーティングモデル**”(OM, 仮想現実モデル)を作り、**数値実験**により管理方式をテストし、**頑健なルール**を選ぶ



オペレーティングモデルの中身



- ミナミマグロの資源動態を真似た個体群動態モデル。科学委員会が**共同で作成**。
- **年齢構成モデル**、1種系モデル

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp\left(-\overbrace{s_{a,y} F_y}^{\text{漁獲死亡}} - \overbrace{M_{a,y}}^{\text{自然死亡}}\right)$$

- 親子関係(B-H式)を考慮
- 空間構造などは考慮しない

$$R_i = \frac{\alpha S_i}{\beta + S_i} \times (\text{error})$$

子 ← 親

パラメータ推定



- 過去のデータから**パラメータをベイズ推定**
 - “**統合モデル**” 尤度関数を設定し、複数のデータを同時にうまく説明するようにパラメータを推定 (conditioning)
 - データ: 漁獲量、CPUE、年齢・体長組成、標識再補データ
 - パラメータ: 加入量、初期資源量、選択率など (Mなどは外から値を与える)
- 詳細は http://homepage3.nifty.com/kurota/doc/SBT_OM.pdf

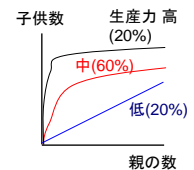
不確実性とは



- パラメータの不確実性
 - 将来予測の不確実性 (例) 加入量の変動
 - モデルの不確実性
- } 今回の開発作業で考慮
- } 別の枠組(メタルール)で対応
- 「想定内」と「想定外」を**明確に区別**

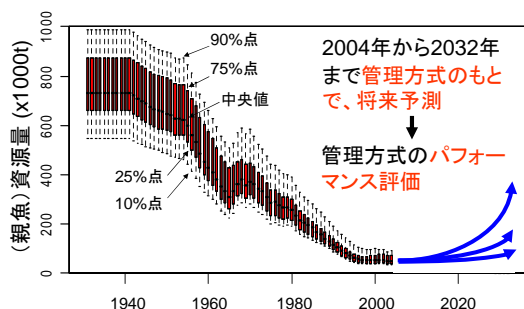
考慮した不確実性

- パラメータの不確実性
 - 当初はMCMCで評価 → うまく解が求まらなくなる
 - 重要なパラメータ・要因を選択。いくつかの値に固定し、以下の方法で、各シナリオ(仮説)の重みをつける。
 - 自然死亡率など → モデルのデータへの当てはまり具合
 - 親子(再生産)関係 → エキスパートジャッジ(“投票”)
- 将来予測の不確実性
 - 加入量の変動(プロセス誤差)
 - CPUEの観測誤差

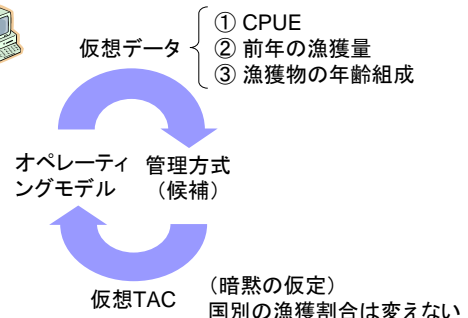


→ 720通りのシナリオを各重みに従って2000個サンプリング(一本化) = オペレーティングモデル

オペレーティングモデルにおける過去の推定資源量



管理方式の開発



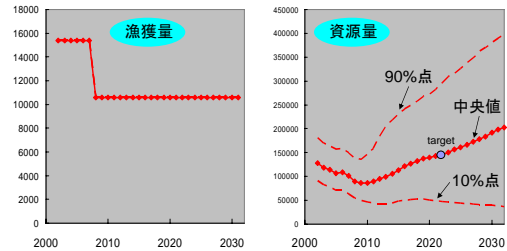
“うまい管理”とは？



- ① 漁獲量の最大化 “たくさんとりたい”
- ② 漁獲量の安定性 “増えたり、減ったりは困る”
- ③ 資源の安全性 “絶滅なんて、もつてのほか”

- ①と③はトレードオフの関係
→ どう判断するかは関係者全員で議論
- CCSBT自体の**管理目標は現在見直し中**
- 管理方式の比較のため、資源回復の目標値を仮設定
 - (2022年の資源量) / (2004年の資源量) = 1.1 (中央値)
 - 目標値を満たすように、各MPを“tuning”する

ダメな例 “漁獲量一定”方式 10,600トン



- 資源の減少が止まらない場合もある
- 資源状態が良くても、TACが増えない

管理方式 “HK5” (“Hiroyuki Kurota ver.5”)



- 順応的管理を意図した比較的シンプルなルール
- 「CPUEのトレンド」と「加入量の指標」からそれぞれTACを計算し、小さい方の値を採用

$$TAC_{y+1} = \min(TAC_{y+1}^{trend4+}, TAC_{y+1}^{level4})$$

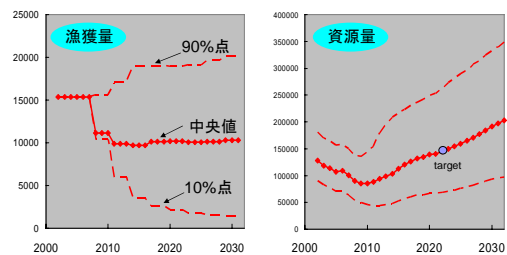
$$TAC_{y+1}^{trend4+} = TAC_y \times (1 + k\lambda)$$

$$TAC_{y+1}^{level4} = TAC_y \times (a \times CPUE_{age4,y-1} + b)$$

λ: 過去10年間のCPUEの傾き
k: コントロールパラメータ

a, b: コントロールパラメータ

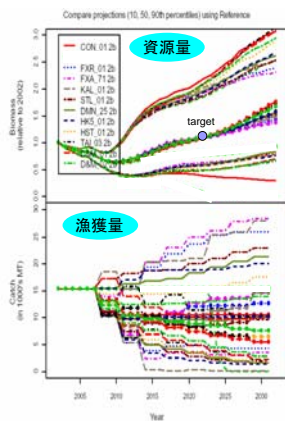
管理方式 “HK5”



- 資源の減少が止まり、上向きに
- 資源状態がいい場合は、漁獲は現状以上

2004年3月 管理方式の“比較”

- 30以上の管理方式が開発される
- 資源量の平均的な変化は同じ
- 漁獲量の変化と資源量のばらつきに違い
- 平均漁獲量にはほとんど差がなかった



管理方式の“選択”

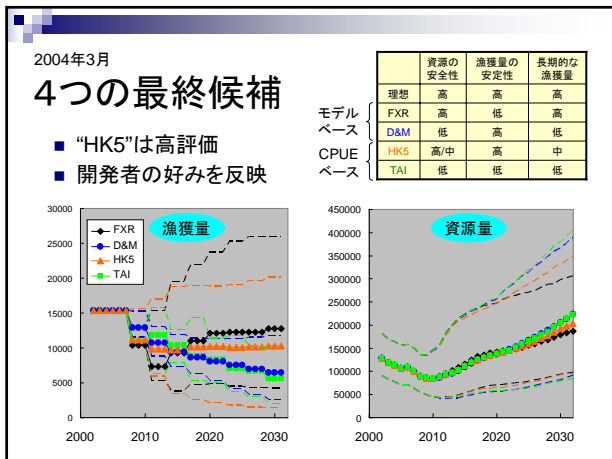
- 各指標に基づく“成績表”を作成

- 初期のTACの削減幅
- 資源が減少するリスク
- 漁獲量の変動など

- 4つのグループに分類
- 各グループで最良のものを選ぶ

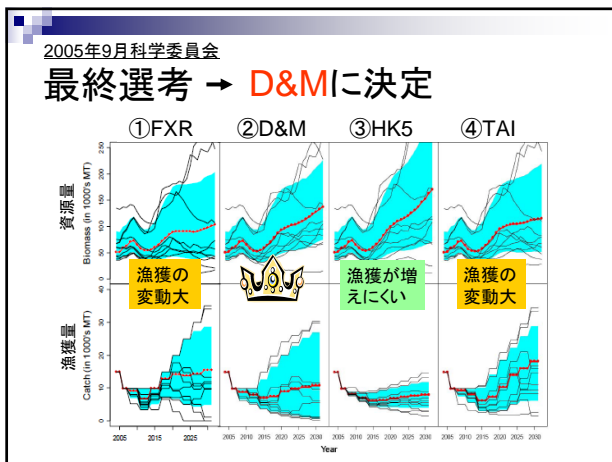
H: high, M: medium, L: low

漁獲管理方式	PAR	FAA	FAI	FAJ	FAK	FAA	FAI	FAJ	FAK	FAA	FAI	FAJ	FAK
early TAC-reductions	L	H	H	H	H	M	M	M	L	L	L	L	L
target TAC levels	H	H	H	H	M	M	M	L	L	L	L	L	L
rate of low SSB (10% SSB and 10% MIB)	L	L	L	LM	LM	LM	LM	HM	H	H	H	H	H
Increase in TAC at end of period	H	H	H	H	M	M	M	L	L	L	L	L	L
Range of TAC variation	?	H	H	H	M	M	M	LM	L	L	L	L	L
Range of biomass variation	?	L	L	L	M	M	M	M	H	H	H	M	M
post 2022 median biomass	H	L	L	M	M	M	M	H	H	H	H	H	H
probability of low TAC	L	L	ML	H	M	M	M	M	M	M	M	M	M
AVI and max Tac change	L	H	H	H	M	M	M	L	L	L	L	L	L
TAC-changes reversals (A=stab)	L	M	M	H	M	M	LM	L	H	LM	L	L	L
Met1_A12Low1_A12	H	H	H	H	M	M	M	M	L	L	L	L	L
No_AC	H	M	M	M	H	M	H	M	L	M	L	L	L
Low_Ric	H	M	H	M	M	M	M	L	L	L	L	L	L
Sleepness (high) effect on TAC	H	H	H	H	M	M	M	M	L	L	L	L	L
Sleepness (low) effect on biomass	H	M	H	H	H	M	M	M	L	L	L	L	L



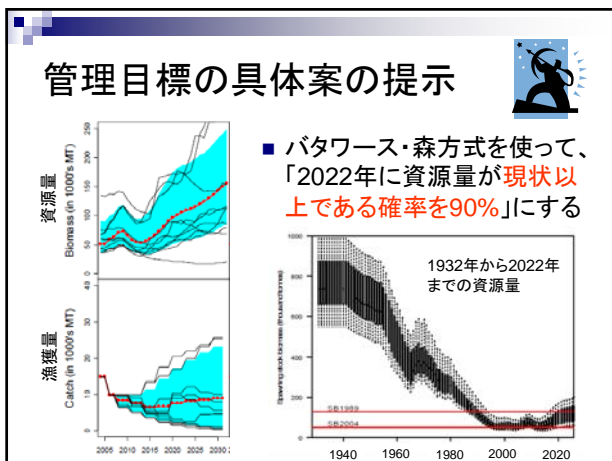
2004年3月～2005年9月
その後、色々ありまして…

- データの更新をしたところ、オペレーティングモデルの推定値がうまく求まらなくなる
- 2000、2001年級の加入が大幅に減少したことが明らかになる
 - オペレーティングモデルの修正
 - 管理方式導入前に**TACを大幅削減**することを科学委員会が勧告(2005年9月)
 - 2006年実施なら1/3減、2007年実施なら半減



ケーブタウン大学
バタワース・森方式 (D&M)
(by D. Butterworth & M. Mori)

- 過去のCPUEと漁獲量から、現在の資源量とB_{MSY}を、プロダクションモデル(Fox型)により推定
- MSYとB_{MSY}を実現させるようにTACを変化



管理方式実施後のレビュー




定期レビュー (毎年または3年毎)
魚も漁業も想定通り動いているか?

YES → **管理方式の実施継続**
“人間の都合でMPが出すTACを変えるな”

NO → **“メタルール”の発動**
想定外の出来事への対応手順を明記

2005年9月
科学委員会からの勧告

2005年10月
行政官会議
での決定

- 管理方式として、**バタワース・森方式** → 
- 管理方式導入前の**TACの大幅削減** → 
- **管理目標**の具体案 → 

- 日本・オーストラリアの漁獲量に過少報告疑惑
 - 本年7月に独立委員会から調査報告
 - 仮想モデルの作り直し、管理方式の再調整？
 - **2009年**より管理方式の利用を開始予定

3. まとめ

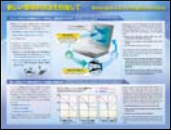
管理方式を開発して良かったこと

- 不確実性に対して**頑健なTAC**の算出
 - 意思決定がスムーズに
- **管理システム全体のデザイン**が進む
 - データ収集から管理実施まで
 - 問題点を理解した上で、前向きに対応
- **論点の整理、明確化**
 - 「結果」ではなく、「方法・過程」で議論
 - 諮問パネルが議論をリード
- 関係者間の**意思疎通**が進む
 - 行政、業界関係者らと何度も会合

データ収集
↓
管理方式
↓
TAC決定
↓
管理の実施

苦労・今後の課題

“みなみまぐろニュースレター”



- モデルの**前提が崩れ**、やり直し
 - 「減多に起こらないこと」は、よく起こる
 - ただし、**やり直し自体はいいこと**
 - 想定外の事態への対応が、今後もスムーズにいくか？
- 妥当な**管理目標の設定**と同時並行で作業
- 専門家以外の関係者への**管理方式の説明**
 - 目的、利点、問題点などを理解してもらう必要性
 - 粘り強くやれば、なんとか伝わる
- 厳しい**時間的制約、プレッシャー、経験不足**
 - せっぱ詰まる前に準備をしておく(ただし…)

みなみまぐろ保存委員会 科学委員会



会議レポートなどはCCSBT
のwebページで公開
<http://www.ccsbt.org/>




質問等は私、黒田啓行まで
kurota@affrc.go.jp
<http://homepage3.nifty.com/kurota/>