



Jeffrey Maitem, Getty Images

管理戦略評価

漁獲戦略選択への道標

概要

管理戦略評価 (management strategy evaluation: MSE) は、科学者と管理者が漁業のシミュレーションを行い、漁獲戦略 (管理方式) 候補のうちどれが予め合意された管理目標を達成できるかを検証するために用いられるツールである。この検証によって、最も高い成果を上げると考えられる漁獲戦略がどれかを見極めることができる。このようにして選ばれた漁獲戦略は、不確実性の如何にかかわらず高い成果を上げることができる。また、相対立する管理目標を比較衡量し重み付けが行われる。長期的な持続可能性、安定性、収益性を高めるため、漁獲戦略に基づく管理を行おうとする動きが世界で広まりつつある。選択された漁獲戦略が管理目標を達成できるようにするためには、MSEが必要不可欠である。



なぜMSEが必要なのか

漁業の管理が複雑なのは、管理対象となる漁業資源が生物学的に複雑であることや自然の変動が大きいことに加え、各漁業資源の管理にあたって管理者の掲げる複数の目標が相反しがちであることがその理由として挙げられる。漁獲戦略を用いる場合、管理者は、管理目標に即した漁獲管理ルール (harvest control rule: HCR) — 漁業資源の状態に基づいた漁獲可能量についての予め合意されたガイドライン — を定義する必要がある。管理目標が1つ（「現状維持」など）の場合は、未検証のHCRでも良好な成果を上げる場合もあり得よう。しかし、ほとんどの漁業がそうであるように、管理目標が多数あり、複雑で相対立している場合は、MSEで検証することによって、提案されたHCRの候補がさまざまな管理目標に対してどれくらいのパフォーマンスを発揮するかを厳格に検討することができる。¹

MSEプロセスを完全に実施せずに未検証の漁獲戦略を採用すると、漁獲戦略を採用することによって得られる多くの利点が活かされず、漁業のパフォーマンスに悪影響が出ることがある。完全なMSEが実施されない場合、未検証の漁獲戦略が現在の管理手法よりも高い成果を上げるかどうかは運次第と言える。同時に、管理者が未検証の漁獲戦略を導入しようとするれば、従来の漁業管理における問題点の一つである、当事者間での論争的な交渉がその過程で必要となり、決定は不確実性に満ちた科学に基づいて下されることになってしまう。

MSEプロセスを使用することには、多くの利点がある。例えば、MSEを通じて既存の情報を十分分析し自然変動や科学的不確実性を考慮した頑健(robust)な漁獲戦略を選択することができるので、コストがかかるのみならず政治化された交渉を行わずに済ませることができる。漁業管理には不確実性が不可避であるが、にもかかわらず、MSEを通じて予め合意された管理目標を達成するにはどの管理方式が最も適しているかを同定することができる。またMSEを通じて、どの管理目標が他の管理目標に比べて重要であるか、どの仮定が他の仮定に比べてより現実的な仮定なのかについての重み付けを行い、比較衡量することができる。MSEではさまざまなシナリオの分析が行われるため、長期的な市場の安定性と事業計画の改善を図ることも可能となる。以上に加え、MSEを用いることで、管理機関は漁業管理を予防的アプローチに基づかせることができる。海洋管理協議会(MSC)の認証基準の柱の一つは予防的アプローチの適用であることから、MSEの導入はMSC認証にも資するものとなるのである。

誰がMSEを行うのか

管理戦略評価には、複雑な資源及び漁業動態に関するモデルが必要となる。したがって、水産資源学者による高度な定量的評価がMSEの策定において重要な役割を果たす。他方、漁業管理者も主要な役割を担い、業界、遊漁者、環境保護団体等のステークホルダーもインプットを行うこととなる。管理者はステークホルダーからの意見を取り入れて管理目標を定め、それに基づきMSEの結果を評定する。

「漁獲戦略」は航空機の自動操縦装置のようなものであり、それには様々な利点がある。しかし、自動操縦装置があるからと言って、パイロットなしに航空機を飛ばすことができるわけではない。パイロットは機内に留まり、装置には必ずしも組み込まれていない予期せぬ大きなコースの逸脱に注意する必要がある。これには、資源に関する科学的知見における大きな変化が含まれる。」

ダグラス・S・バタワース、ケープタウン大学²

管理者は、管理基準値、許容可能なリスクのレベル、漁獲戦略のスケジュールを選択する。また、MSEで検証するHCR候補の概要を定める。MSEでの検証が行われた後、管理者はそれをレビューし、それぞれの管理目標に対する重み付けに基づき、HCRや漁獲戦略を選定する。このように、MSEでの分析およびモデリングの作業の大部分は科学者が行う一方で、管理者は、ステークホルダーからの助言を取り入れながら、プロセスのフロントエンド（管理目標の設定）とバックエンド（HCRの選択）の両方において主たる役割を果たす。

MSEの仕組み

MSEフレームワークを構成する方法は多数あるが、1つまたは2つのオペレーティング（仮想現実）モデル（operating model: OM）がプロセスの中核を構成する。これらのOMでは、漁業と提案された漁獲戦略候補に関連するすべての要素のシミュレーションが行われる。これには、加入量などの資源の生態や、違法操業のレベルなどの漁業に関する諸要素に関する、現実には起こり得るすべての仮説が含まれる。仮定の組み合わせは多数あるため、何百ものシナリオが検証される場合が多い。

一般的なMSEモデリングプロセスを実施する科学者は、次のような作業を行う。

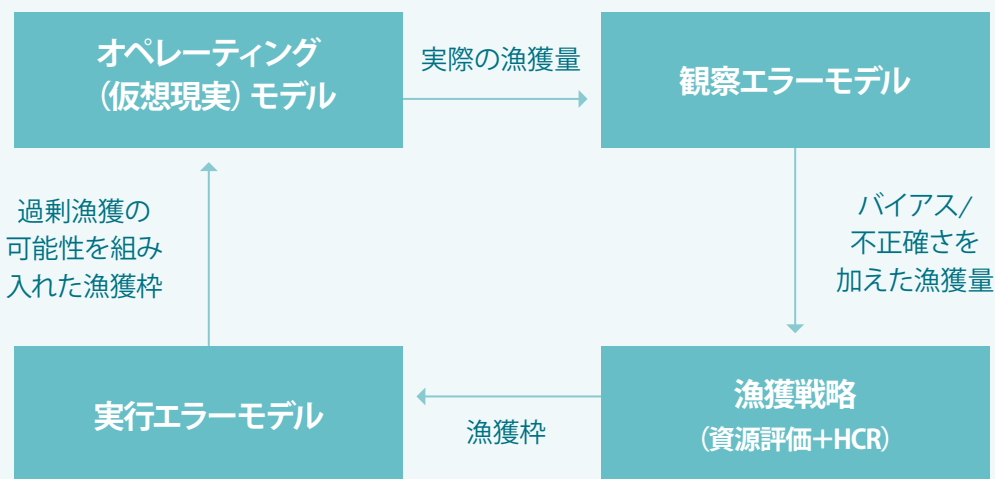
1. 起こり得る自然の状態（自然死亡や繁殖力に関する妥当な仮定など）についてのさまざまな仮説を反映した複数のOMを開発する。この段階で、多くの不確実性（モデル、観察、プロセス、実施などに関するもの³）が、OMのなかに織り込まれる。
2. 利用可能な実世界のデータ（単位努力量当たり漁獲量など）をOMに取り込んで妥当でないシナリオを除外することにより、OMを「調整(condition)する」。
3. 「閉ループシミュレーション(closed-loop simulation)」を用いて漁獲戦略候補の検証を行う。（図1を参照。）この過程には以下が含まれる。
 - a. OMから、シミュレートされた漁業データ（漁獲量、資源量指数など）を得る。
 - b. 「観察エラーモデル(observation error model)」を使用して妥当なレベルの不正確さとバイアスを加えて、実際の漁業で発生する状況に近づける。

- c. 観察エラーモデルのデータを使用し、従来の資源評価モデルまたは別な手法により資源状態の推定を行う。
 - d. 推定された資源状態を漁獲戦略候補と比較して、管理案(割り当て量、努力量制限、サイズ制限、禁漁期間・禁漁海域の設定など)を決定する。
 - e. 決定した管理案に対して、違法・無報告の漁獲による割り当て過剰など、起こり得る実行エラー (implementation error)の分析を行う。
 - f. 実行エラーモデルのアウトプットを手順3aのOMに入力し、手順a～eをその後多数年分繰り返し実施する。
4. 閉ループシミュレーションの結果を評価指標 (performance indicator: 管理目標を数値化したもの)と比較し、どの漁獲戦略候補が予め合意された管理目標を達成するために最も適しているかを比較検討する。

図1

閉ループシミュレーション

漁獲戦略候補が将来的に資源と漁業に及ぼす影響をシミュレートするMSEのフィードバックループ



© 2016 The Pew Charitable Trusts

重要なのは、MSEは当然ながら変更可能であるという点である。選択されたHCRは一般的に3～5年ごとに再評価され、成果が期待どおりでない場合や、MSEで検証されなかった「例外的な状況」になった場合、あるいは新しい知見に対応するためにOMを改訂しなければならない場合、HCRを変更することができる。MSEと漁獲戦略は従来型の資源評価への依存度が低いが、漁獲戦略が期待された通りの結果を上げているか、実測のデータと照らしてMSEの再評価が概ね5年毎に実施される。

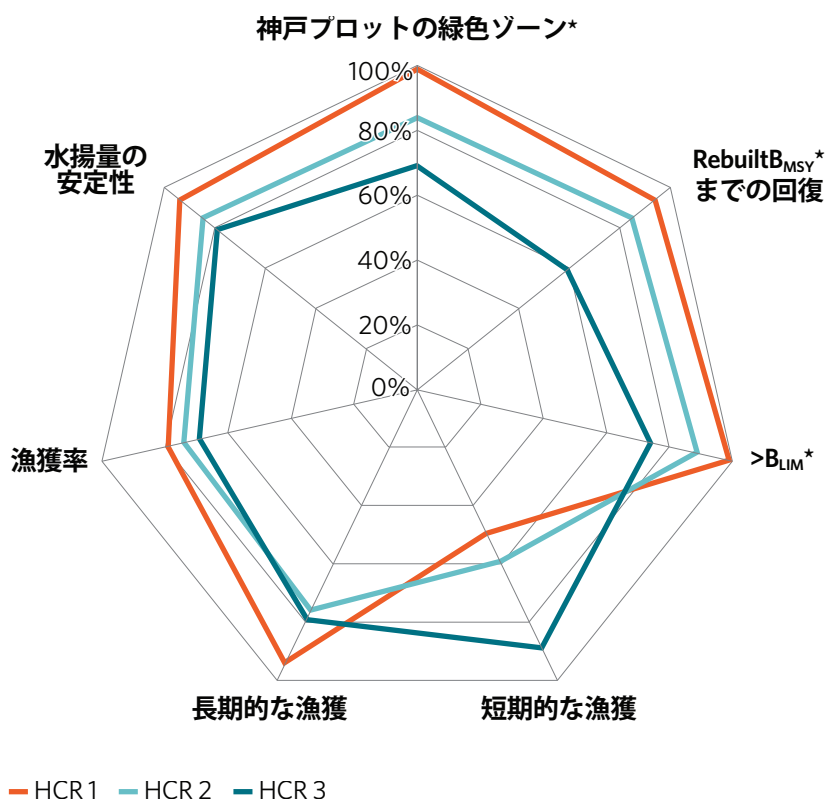
MSEではどのように評価が行われるか

MSEの結果から、どのHCR候補が予め合意された管理目標を達成できる可能性が高いのかを、個々の管理目標毎に、もしくは複数の管理目標を一括して、把握することができる。結果は、クモの巣グラフ(図2)、パレートフロンティア(図3)、決定表など、さまざまな方法で示される。4目標を達成する可能性を示すパーセント値(例:乱獲が発生しない確率が75%)や、具体的な数値を達成する確率(例:長期的な年間漁獲量50,000トン、漁獲可能量の増減を±10%以内に抑制、今後20年間で資源が限界管理基準値を下回る可能性を10年以内以内に抑制)などで結果を示すことができる。

図2

クモの巣グラフの例

クモの巣グラフは、どの漁獲戦略候補がどの程度それぞれの管理目標を達成できているかというMSEの結果を図示するために用いられる。

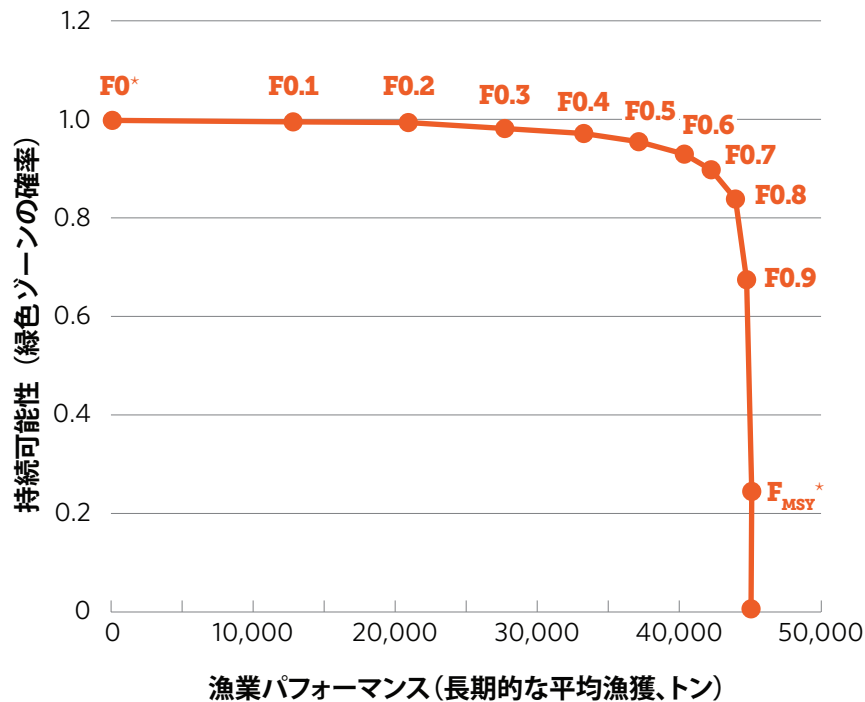


* 詳細と定義については、pewtrusts.org/harveststrategiesを参照下さい。

図3

パレートフロンティアの例

漁獲戦略の候補のそれぞれが相対立する管理目標に関してどのようなトレードオフの関係にあるかというMSEにおける結果を図示するために、パレート・プロットを用いることができる。



このパレートフロンティアは、11個の異なる目標漁獲死亡係数 (F0からF_{MSY}) に基づく漁獲管理ルールのパフォーマンスを示している。

ここでは、長期的な年間平均漁獲量を横軸、神戸マトリックスの緑色ゾーン (乱獲状態にない) である確率を縦軸にとってパフォーマンスが評価されている。この例では、F0.7とF0.8が漁業のパフォーマンスと持続可能性とのトレードオフで最もバランスがとれている。

* 詳細と定義については、pewtrusts.org/harveststrategiesを参照下さい。

出典: Gorka Merino et al., "Evaluation of Harvest Control Rules for North Atlantic Albacore Through Management Strategy Evaluation" (2016), SCRS/2016/015

© 2016 The Pew Charitable Trusts

結果を検討する際、管理者は、「短期的な漁獲量を最大限にする」や「資源の状態を改善する」など相反する目標のトレードオフを考慮に入れ、漁獲戦略の候補のうちどれが全目標の達成に最も適しているかを同定する。多くの場合、どの管理目標が他の管理目標よりも重要かという重み付けを行う必要がある。例えば、資源の状態を改善し長期的な漁獲量を増やすという目標を達成するために、短期的な漁獲量の増加という目標をある程度犠牲にする、というような場合がこれに当たる。MSEの結果から得られる情報に基づいて、管理者はその成功の可能性に自信を持ってHCRまたは漁獲戦略を選択することが可能となる。

重要な点として指摘すべきは、MSEプロセスには不確実性が織り込まれているため、MSEが予測する管理目標達成確率は、一般的に使用されている神戸マトリックスのパーセント値よりも信頼性が高いという点である。MSEで実施される感度解析では、起こり得るシナリオがすべて考慮されている。これに対し、単一の資源評価ではこのような広い範囲をカバーすることはできない。したがって、MSEではモデルを作成するために「最適」な1つのシナリオを選択する必要はなく、不確実性をより十分考慮したものと言える。

またMSEを用いることにより、最も重要な問題は何か、最も必要とされるデータは何であるのかが明らかとなる。これによって、利害対立により袋小路に陥っている漁獲管理に関する交渉の突破口を見いだすことも可能になる。例えば、その種の性成熟年齢はいつなのかといった点はしばしば激しい論争の的となるが、こうした点はMSEではさして大きな重要性を持たない場合がある。そのような場合、こうした論点はそもそも解決する必要がないことになり得よう。同様に、MSEでは、どの情報が結果に最も大きな影響を与えているかが明らかになるため、調査のニーズに優先順位を付ける際にも役立つものとなる。



まとめ

漁獲戦略に基づく資源管理を効果的に実施するためには、MSEは必要不可欠であると言える。MSEによる検証を経ないHCRを導入することは従来の管理手法と同様であり、短期的にはうまくゆくかも知れないが、長期的には必ずしもそうなる保証はない。長期的な漁業の安定性と収益性が犠牲になってしまうのである。これでは既存の管理手法と大差なくなってしまう。これとは対照的に、厳格なMSEプロセスを導入し不確実性に対する配慮を十分に行ったならば、科学者と管理者はより適正な管理措置を実施することが可能となる。それは魚にとっても、また漁業者にとっても、利益をもたらすことになるのである。

巻末の注

- 1 Doug S. Butterworth, "An Honest Appraisal of Management Strategy Evaluation (MSE)," presentation to the 7th World Fisheries Congress, Busan, Korea, May 23-27, 2016.
- 2 Doug S. Butterworth, "Why a Management Procedure Approach? Some Positives and Negatives," *ICES Journal of Marine Science* 64, no. 4(2007) :613-17, <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsm003>.
- 3 The Pew Charitable Trusts, "Harvest Strategies" (2015), http://www.pewtrusts.org/~media/assets/2015/06/harvest_strategies_brief.pdf.
- 4 Gorka Merino et al., "Evaluation of Harvest Control Rules for North Atlantic Albacore Through Management Strategy Evaluation" SCRS/2016/015(2016).

詳細については、ウェブサイトを参照下さい
pewtrusts.org/harveststrategies

連絡先: コミュニケーションディレクター Laura Margison (ローラ・マージソン)
Email: lmargison@pewtrusts.org
プロジェクトウェブサイト: pewtrusts.org/tuna

The Pew Charitable Trustsは知識の力を通じ今日における最も挑戦的な課題の解決を目指します。Pewは緻密な分析手法をもとに、公共政策の改善、社会一般への情報提供、市民社会の活性化に取り組んでいます。