

# 博士論文（要約）

水産資源管理におけるステークホルダーの  
効果的な関与のための研究

半沢祐大

## 目次

### 第1章 緒論

#### 1.1 はじめに

#### 1.2 本研究の目的と全体構成

### 第2章 国内外の水産資源管理における参加型モデリングへのSHの関与

#### 2.1 背景

#### 2.2 方法

#### 2.3 結果

#### 2.4 考察

### 第3章 漁獲可能量 (TAC) の配分シェア算出方法における配分量の過不足リスクの評価と問題点の抽出

#### 3.1 背景

#### 3.2 方法

#### 3.3 結果

#### 3.4 考察

### 第4章 太平洋くろまぐろ漁業における配分量の融通のネットワーク分析

#### 4.1 背景

#### 4.2 方法

#### 3.3 結果

#### 3.4 考察

### 第5章 漁獲可能量 (TAC) による管理における配分量の設定・調整にかかる各施策の性能比較

#### 5.1 背景

#### 5.2 方法

#### 5.3 結果

#### 5.4 考察

### 第6章 総合考察

謝辭

引用文獻

補足資料

## 第1章 緒論

### 1.1 はじめに

水産資源の評価に用いるデータやモデル，管理の実行等には大きな不確実性が伴う (Hilborn 1987)。したがって，管理者は資源動態や漁業動態の不確実性を前提とした意思決定を行う必要がある。20 世紀後半以降から現在に至るまで，科学者は不確実性を適切に扱うことを目指して多くの努力を割いてきた。不確実性を完全に無くすことはできないが，不確実性の存在を認識し (Ludwig *et al.* 1993)，その種類の違いを理解することの重要性が謳われてきた (Fransis and Shotton 2011)。そして，不確実性をモデルに明示的に組み込み定量化する方法や (Punt and Donovan 2007)，不確実性を減らすための方法が検討されてきた (Hilborn and Peterman 1996)。

管理目標として世界各地で用いられてきた最大持続生産量 Maximum Sustainable Yield (以下, MSY) の概念は，かつて Russel (1931) によって提唱され広く普及した後，Larkin (1977) によって徹底的に批判されたことでよく知られている。しかし，その後の MSY は不確実性を考慮する形で再定義されたことで，改めて脚光を浴びることとなった (Mace 2001)。海の憲法と呼ばれる国連海洋法条約が 1994 年に発効すると，批准国を中心に MSY に基づく資源管理への移行が次第に進み (Aranda *et al.* 2019)，MSY の概念は今や現代の資源管理において最も代表的な考え方の 1 つとして復活を遂げた。不確実性を考慮したモデルを扱う昨今の国際水準の資源管理では，順応的管理や管理戦略評価 Management Strategy Evaluation (以下, MSE) が積極的に採用されている (FAO 1995, Punt *et al.* 2016)。特に後者の MSE は，「管理戦略の策定のため，その候補をコンピューターシミュレーションにより評価・比較するプロセス」(中塚 2017) のことであり，昨今の我が国における水産資源の評価や管理においても，その有用性が注目されつつある (平松 2018)。

一方で，生産から加工流通，消費に至るまで幅広い人々に関わる漁業では，利害関係者を意味するステークホルダー stakeholder (以下, SH) の関与が重要であり (Mackinson *et al.* 2011)，欧米を中心とする世界各国の政策や法律では，それらが基本的な要素として位置付けられている。以下，本稿で扱う漁業の SH を「漁業および (または) その管理に利害関係を持ち，自分自身または他の人の行動に影響を与える (受ける) 可能性がある人」(Aanesen *et al.* 2014) とする。一般に，SH の関与は市民の基本的な権利 (Arnstein 1969) として尊重すべきとされる。例えば，2015 年の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」(UN 2015) では，“誰一人取り残さない” 持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現が掲げられたことはよく知られている。また，SH の関与は，SH 自身の利益を確保すること以外にも多面的なメリットを有する。SH の関与を通じて，SH の知識や経験に裏打ちされた計画立案や，科学者との協働を通じた新たな知識の創出が可能となり，SH の計画や問題に対する理解促進や，政策決定に対する信頼向上が期待できること等が指摘されている (Luyet *et al.* 2012, Reed 2008)。現代の資源管理においても，多様

な利害を持つ幅広い SH を包含しながら意思決定を行うことが求められ、調整すべき利害はますます複雑さを増している。

以上のように、20 世紀後半以降の資源管理では、不確実性が大きく利害関係が複雑な問題を扱う必要があり、決定論的かつ科学者中心であった従来の科学（ノーマルサイエンス）では対処できない事態が頻発している。近年、科学哲学者の Funtowicz and Ravetz (1993) が提唱したポスト・ノーマルサイエンス *post-normal science* と呼ばれる概念が再注目されている (Dankel 2016)。ポスト・ノーマルサイエンスの概念図を Fig. 1.1 に示す。横軸はシステムの不確実性 *systems uncertainties*、縦軸は意思決定に関する利害関係 *decision stakes* をそれぞれ表す。Funtowicz and Ravetz (1993) は、これらの軸の程度が高い領域をポスト・ノーマルサイエンスと定義し、これらの軸の程度が低い従来の応用科学 *applied science* と区別した上で、前者が主流となりつつある現代科学のあり方を議論した。

ポスト・ノーマルサイエンスの領域では、科学的な議論を行う主体は科学者とは限らない。むしろ、問題解決に参加したいと願っているすべての SH を拡張された専門家集団 *extended peer community* (Funtowicz and Ravetz 1993) とみなすことが推奨される。21 世紀の国際水準の資源評価や資源管理においては、MSY をはじめとする専門用語が頻出することに加えて、不確実性を取り込むことでモデルやシミュレーションが高度に複雑化しており、議論の全貌を正しく理解することが極めて難しい。そのため、資源評価や資源管理の各過程で合意形成を円滑に進めるためには、SH がいかに理解し納得できるかが重要な鍵を握っている。さらに、管理者や科学者が SH に一方的に知識を与えるのではなく、双方向的な学びを通じて新たな知識を創造することで、データ不足で従来考慮できなかった不確実性や問題の対処が期待される (Dankel 2016)。

近年は、研究計画を SH と協力しながら設計し (*co-design*)、研究実施においても情報や意見の交換を行い、場合によっては研究自体にも参加してもらい (*co-production*)、そして研究成果を SH と共にわかりやすく使いやすい形で伝える (*co-delivery*) といった特徴を持つ超学際的研究 *transdisciplinary research* (春日 2014) が世界各地で行われている (Brandt 2013, Makino *et al.* 2017)。ポスト・ノーマルサイエンス時代における水産資源の評価や管理では今まで以上に幅広い課題を扱う必要があり、SH の適切な関与はこれらの課題を克服する可能性を秘めている。したがって、政策決定や科学的な議論の場において、「どのような SH の関与が可能で、望ましいか」といった問いに、今こそ真摯に向き合うべきである。

MSY に基づく資源管理に比較的早く移行した欧米では、SH の関与に関する研究が盛んになりつつある (Rindorf *et al.* 2017)。例えば、欧州連合 (以下、EU) の第 7 次欧州研究フレームワーク計画 (FP7) に基づいて実施された *Myfish* プロジェクトは、MSY に基づく各管理戦略間の資源・経済・社会的性能のトレードオフに関する情報の提供を通じて、管理者や SH の意思決定を支援するという目的で実施された。同プロジェクトでは、SH の理解と議論を促進するためにいくつかの可視化ツールが開発・試行されたが、参加した一部の

SHからは、意思決定に関与できる余地は少なく依然としてトップダウン型であると感じたとの意見（Final report summary MYFISH. <https://cordis.europa.eu/project/id/289257/reporting/it>, 2022年1月15日）も見られた。EUの資源管理は、EU・国・地域レベルから成る多層的なガバナンスを特徴とすることから、各レベルの意思決定においてSHの十分な関与を実現することが困難であるとの指摘もある（Pastoor 2016）。このように、欧米ではSHの関与の改善に向けた研究が先行的・精力的に行われているものの、尚も課題は多い状況である。

一方で、我が国では2018年末に改正漁業法が国会で成立して以来、MSYに基づく「国際的に見て遜色のない科学的・効果的な資源評価手法及び管理方法」を取り入れた新たな資源管理が開始され、欧米諸国に後れを取りつつも整備が急速に進んでいる。水産庁は、改正漁業法に基づく新たな資源管理の一連の流れを、「新たな資源管理の流れ」（水産庁 2020）（Fig. 1.2）という模式図で示している。同図は、世界各国で実施されているMSYに基づく資源管理の一般的な流れを踏襲したものである。我が国の改正漁業法に基づく新たな資源管理の大きな特徴の1つは、資源管理に関する意思決定の各過程（Fig. 1.2 (a) の右側に位置する、「管理目標の策定 Determination of the target」, 「漁獲管理規則の選択 (Selection of the Harvest Control Rule)」, 「漁獲可能量の策定 Determination of the Total Allowable Catch」）において“関係者”すなわちSHに「説明する」、あるいは「意見を聴く」と記されている等、資源管理へのSHの関与の重要性が強調されている点である。今後、我が国の管理者や科学者に対して、よりよいSHとの対話のあり方を模索し改善するための努力がこれまで以上に要求されることが予想される（市野川 2020）。改正漁業法に基づく「新たな資源管理の流れ」の一連の過程は、魚種ごとに繰り返される（あるいは新たに開始される）ことから、SHの関与の改善に向けた知見の蓄積が必要である。

我が国の資源管理は古くから、管理執行の権限と責任を、政府と地域の資源利用者が分担する共同管理 co-management として実施され（牧野 2013）、資源管理に関する諸施策はSHの利害を調整するために独自の発展を遂げてきた。このような経験とノウハウを有する点は、トップダウン型の資源管理を特徴としてきた欧米に比べた場合の、我が国の強みと言えるだろう。我が国の資源管理に着目し、欧米諸国の先行事例を参考にしつつ、SHの関与のあり方を具体的に検討することで、共同管理の基盤を持つ我が国ならではの創意工夫（アイデア）を提示できる可能性がある。

## 1.2 本研究の目的と全体構成

本研究では、水産資源管理におけるSHの関与の現状を概観した上で、その課題と可能性を検討し、SHの効果的な関与に向けた実践的な提案を行うことを目的とした。

本研究は全6章構成とし、各章を先述した我が国の「新たな資源管理の流れ」（Fig. 1.2 (b)）に対応させた。第2-5章は、具体的な問題に取り組むことを通じて、各過程におけるSHの関与を検討し、第6章（総合考察）では、過程全体におけるSHの関与を包括的に検

討した。以下、各章で取り組んだ研究の概要を記す。

第2章では、資源評価と中長期的な管理目標の策定にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の緑色の太枠内に対応）におけるSHの関与を検討した。昨今の世界各地の水産資源管理において、モデリングの一部あるいは全ての過程にSHが関与する「参加型モデリング participatory modeling」が普及しつつあることを述べた上で、文献調査を実施し、EU、米国、そして我が国の水産資源管理における参加型モデリングへのSHの関与の状況と、参加型モデリングの実施事例を概観・比較し、我が国の同過程におけるSHの関与の可能性と課題について議論した。

第3章では、漁獲枠配分にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の黄色の太枠内に対応）におけるSHの関与を検討した。我が国の漁獲可能量Total allowable catch（以下、TAC）による管理対象魚種（特定水産資源）であるさば類、まいわし、まあじを対象に、数量管理を実施している大臣管理漁業および各都道府県（以下、管理区分）の漁期年別漁獲量データを用いて、TACの各管理区分への配分割合（以下、配分シェア）と漁獲実績割合（漁獲シェア）を算出し可視化した。次に、同データを用いて各管理区分の漁期年別漁獲量を再現する状態空間モデルを作成し、配分シェアの算出根拠となる過去の漁獲実績に異常値が見られるかどうかを異常検知により評価した。続いて、上記の状態空間モデルを用いたシミュレーション平滑化により推定消化率の予測区間を算出し、各管理区分の配分量の潜在的な過不足リスクを評価した。結果を踏まえて、現行の配分シェア算出方法が抱える問題について議論した。

第4章では、操業にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の橙色の太枠内に対応）におけるSHの関与を検討した。我が国で配分量の融通制度が初めて適用された太平洋くろまぐろを対象に、3つのステップから成るネットワーク分析 network analysis（ネットワーク構造の可視化、漁業全体あるいは管理区分ごとのネットワーク諸指標の算出、指数ランダムグラフモデル exponential random graph model (ERGM)を用いた統計的ネットワーク分析）を実施し、実際にどのような条件の下で融通が成立し、どのように発展しつつあるのか、実態の解明を試みた。

第5章では、漁獲枠配分および操業にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の青色の太枠内に対応）におけるSHの関与を検討した。第3章の状態空間モデルを用いて、漁獲シェアの不確実性を考慮した配分シェアの新たな算出方法を導入した。また、漁期中の各施策（留保枠の再配分、配分量の融通）をエージェントモデルとして記述した。これらの施策の組み合わせで計8つのシナリオを作成し、特定水産資源のさば類・まいわし・まあじを対象とした各管理区分の配分量・漁獲量の将来予測シミュレーションを行った。各シナリオのシミュレーション結果に基づき、各施策の性能を比較し、特徴（強みと弱み）を明らかにした。

第6章（総合考察）では、資源管理の過程全体（Fig. 1.2 (b)の紫色の太枠内に対応）におけるSHの関与を包括的に検討した。前章までの内容を総括した上で、今後の展望を述べた。

尚、本章（第1章）ならびに第2章の内容の一部は、日本水産学会誌 87 巻 3 号に掲載さ

れた筆者らの論文（半沢ら 2021）に基づき作成した。



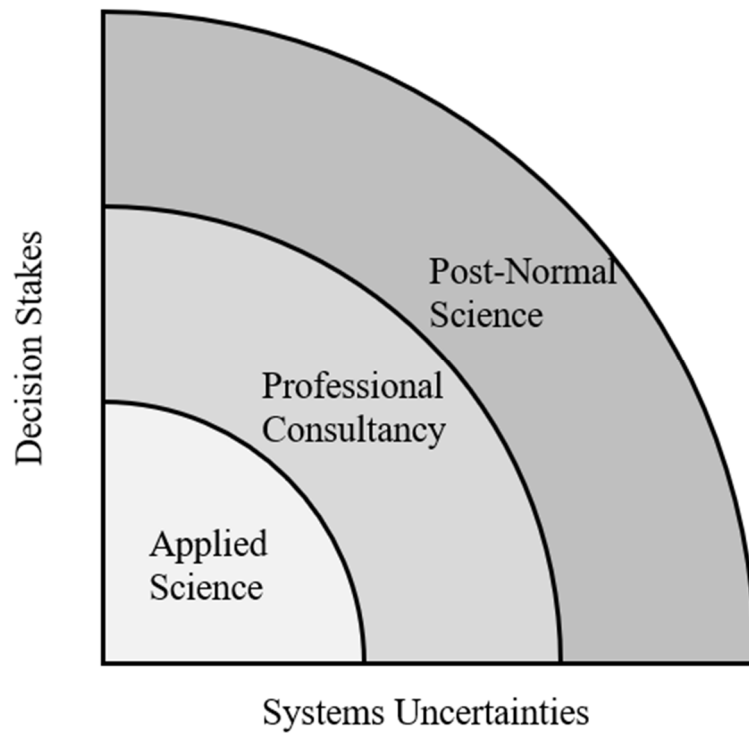


Fig. 1.1 The original concept of post-normal science (After Funtowicz and Ravetz (1993))

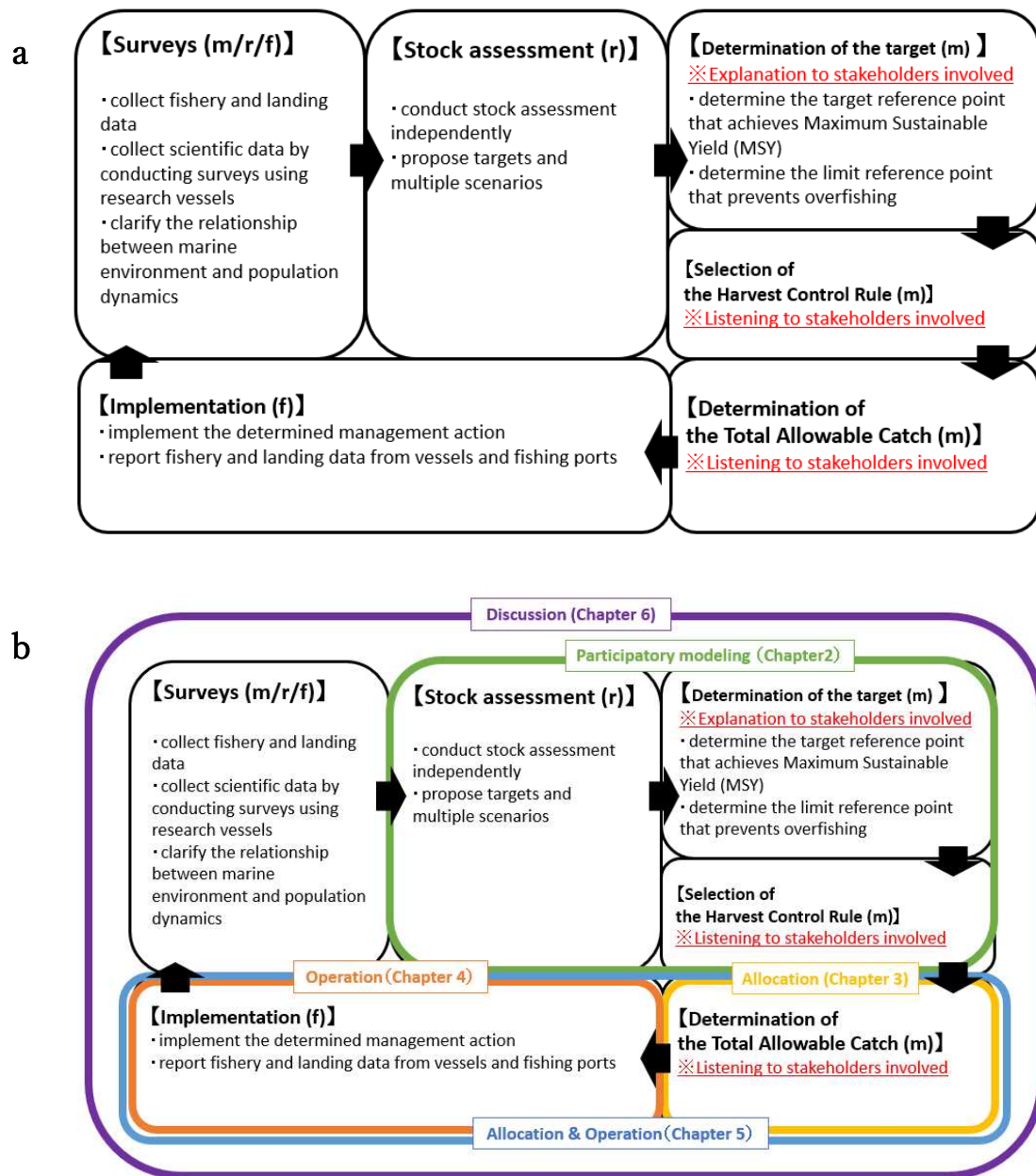


Fig. 1.2 (a) The flow of new resource management in Japan (After Fisheries agency (2020)) and (b) corresponding chapters in the thesis. Main players in each process in the cycle are displayed in parentheses: m, managers; r, research institutes; f, fishers. SH: stakeholders with interests in stock management.

## 第2章 国内外の水産資源管理における参加型モデリングへのSHの関与

### 2.1 背景

水産資源管理におけるSHの関与は、データの収集から資源評価、管理方策や漁獲可能量TACの決定、その実行に至る一連の過程において、様々な手段で奨励・実現されてきた。例えば、SHによる資源管理関連の会議への出席やパブリックコメントの提出等は、世界各地の水産資源管理における基本的な関与の手段である。近年はこれらに加えて、従来は研究者の独壇場であったモデルの定義、構築、検証および使用等の各過程にSHが関与する参加型モデリング (Voinov *et al.* 2016, Voinov and Bousquet 2010) が注目を浴びている。Voinov *et al.* (2016) は、参加型モデリングにおけるSHの関与の基本的な7つの要素（とその役割）として、(1) 対象範囲の絞り込みと抽出（モデルや主題、SHを選択する）、(2) 目標設定（モデルの基本構造や変数を特定する。主題や概念、重要事項について見直す）、(3) モデルの策定（実際に用いる変数を取捨選択する。モデル式を選択し、方法を設計する。分析方法や手段を選ぶ）、(4) データの収集や確認（データを提供する。データを特定し、評価し、照合することでモデルを精査する）、(5) モデルの適用（関連する定性的・定量的な指標を選ぶ）、(6) 結果や成果の評価（特定の出力結果や、参加型モデリングがもたらす成果を評価する）、(7) モデリングの透明化（他のSHに結果を提示する）を挙げた (Table 2.1)。これらの要素は必ずしも全て満たされる必要はなく、各要素に適したSHの関与の手段や程度は事例ごとに異なる。

現代のMSYに基づく資源管理では、データやモデルのみならず、資源評価結果、将来の加入変動等の様々な不確実性のもとで適切な資源管理を行うためにMSEが広く用いられている (平松 2018)。そして、近年のMSEは先述の参加型モデリングの概念を取り込みながら発展している側面を持つ (Röckmann *et al.* 2012)。特に、欧米のMSEに関する研究では、MSEで用いるモデルの基礎的な開発段階を経て、一方では、生態系やデータ不足等を考慮したモデルの発展が、他方では、SHの関与や意思伝達等を主題とした社会科学的な課題への取組みが目立つ傾向が見られる (Goethel *et al.* 2019)。

ポスト・ノーマルサイエンス時代の資源管理では、科学に対するSHの共通理解や円滑な利害調整がしばしば問題となるが、参加型モデリングの実践は有効な解決策となる可能性がある。管理者や科学者は、参加型モデリングを通じて適切なSHの関与を実現することで、SHの理解を促進し、意思決定を支援することが期待できる (Standa-Gunda *et al.* 2003)。特に、参加型モデリングの概念を取り込んだMSEの基本的な枠組みは、MSYに基づく資源評価や資源管理の中長期的な意思決定といった過程 (Fig. 1.2 (b)の緑枠) に一般的に適用できると考えられる。したがって、MSEの先行的な実践事例は、同過程におけるSHの関与の可能性と課題を検討するための好材料である。

本章では、資源管理の一連の過程のうち資源評価と中長期的な管理目標の策定にかかる過程 (Fig. 1.2 (b)の緑色の太枠内に対応) を、参加型モデリングの過程と捉えた上で、我が

国の同過程における SH の関与の可能性と課題を明らかにすることを目的とした。EU と米国、我が国の資源管理における SH の関与の現状と参加型モデリングの実施事例を概観・比較し、我が国の同過程における SH の関与の可能性と課題を議論した。尚、本章で扱う略語の一覧表を、Table 2.2 に掲載した。

## 2.2 方法

文献調査を通じて EU、米国、我が国の資源管理における SH の関与の状況と、参加型モデリングの実施事例に関する情報収集を行い、結果の概観・比較を行った。

## 2.3 結果

### 2.3.2 国内外の水産資源管理における参加型モデリング

#### (1) EU における参加型モデリング

##### ・EU の資源管理の概要と SH の関与

EU は、民族も歴史も異なる 27 の加盟国（2020 年 12 月現在）から成る組織であり、国家の枠を超えた独自の仕組みによる統治が行われている。EU 内における政策決定には、以下の 3 つの機関が大きく関与している。まず、EU の政府と呼ばれる欧州委員会 **European Commission** は、行政執行機関として政策の提案、法令の提出を独占的に行う権限を有する。5 年ごとの直接選挙で選ばれる議員で構成される欧州議会 **European Parliament** は、EU 市民の代表として、欧州委員会の提案に対し修正案を作成する等の業務を行っている。そして、加盟国政府の閣僚で構成される EU 理事会 **Council of the European Union** は、事実上の最高意思決定機関として、欧州委員会の提案について、各加盟国の利害調整を踏まえて政策決定を行う。

EU の資源管理 (Fig. 2.1) は、EU 全体の資源管理のために設定された共通漁業政策の下で定められた保存措置に基づき、漁業規則が定められることで実行される。EU 加盟各国は、TAC や操業に関する規則を EU 単位で定めることに合意し、その権限を EU に委譲している (大橋 2011)。2013 年に見直された現行の共通漁業政策の方針では、全ての資源で MSY を実現することを主要な目標とし、遅くとも 2020 年までに MSY を実現する漁獲圧 ( $F_{msy}$ ) に抑えること等が掲げられた。実際には、ほとんどすべての重要な資源と漁業は複数年計画 **multi-annual plan** の下で管理されており、同計画には  $F_{msy}$  以下の漁獲圧および (あるいは) 目標資源量が記されている ([https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing\\_rules/multi\\_annual\\_plans\\_en](https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/multi_annual_plans_en), 2020 年 12 月 17 日)。同様に、ほとんどの商業魚種には TAC が設定されており、欧州委員会は国際海洋探査協議会 (以下、ICES) や漁業科学技術経済委員会 (以下、STECF) 等の諮問機関から資源状況に関する科学的助言を受け、それに基づいて EU 理事会に TAC を提案する。主な諮問機関である ICES では、資源評価対象種ごとにワーキンググループが設置され、EU 加盟各国の科学者が参加している。EU 理事会は、欧州委員会からの提案について、欧州議会の意見や修正を踏まえた上で最終的な政策決定

を行う。

EU の漁獲対象資源のほとんどは非加盟国と共有された国際漁業資源であり、政策決定後も非加盟国との TAC 配分にかかる国際交渉等の手続きが必要である (Pastoors 2016)。さらに EU 全体の TAC が決まると、“relative stability” と呼ばれる魚種別の配分率を用いて、漁獲枠が各加盟国に配分される。配分された漁獲枠の運用は各加盟国に任されており、個別漁獲割当 Individual Quota (以下, IQ) 方式やプール制等を組み合わせた多種多様な漁獲枠管理が行われている (Carpenter and Kleinjans 2017)。以上のように、EU の資源管理は、EU 加盟国間だけでなく、EU 非加盟国、そして国内といった多層的で複雑なガバナンスが特徴的である。

EU の資源管理への SH の参加は、2002 年、2013 年の共通漁業政策の見直しにより、上意下達の性格が強かった従来の意思決定の問題点を踏まえ、SH との共同管理による地方自治の強化がこれまで以上に重要視される内容となった (Long 2016)。その最たる例が、地域諮問委員会 Regional Advisory Council の設立である。地域諮問委員会は、欧州連合の政策執行機関である欧州委員会や EU 諸国に漁業管理の問題に関する勧告を提供する SH 主導の組織であり、執行委員会の議席の 3 分の 2 が漁業関係者、3 分の 1 がその他の SH で占めるよう定められている (Long 2016)。さらに漁業管理の実施においては、加盟各国に配分された漁獲枠はその国に管理が委ねられており、実態としては漁業者や養殖業者から成る生産者組織等が重要な役割を果たしている (Carpenter and Kleinjans 2017)。

SH の参加は、欧州委員会の資金提供によるプロジェクト等によってさらに一層推進されている。近年では、第 7 次欧州研究開発フレームワーク計画 (FP7, 2007–2013 年) における JAKFISH (Judgement and Knowledge in Fisheries Management. <https://cordis.europa.eu/project/rcn/88412/en>), GAP2 (Bridging the Gap between Science, Stakeholders and Policy Makers. <http://www.gap2.eu/>) 等で、またその後継である Horizon 2020 (2014–2020 年) における PANDORA (<https://www.pandora-fisheries-project.eu/>) 等で野心的な取組みが行われ、成果が普及している (Clausen *et al.* 2020, Pastoors *et al.* 2012, Sampedro *et al.* 2017)。

#### ・ EU における MSE の実施状況

EU では特に 2000 年代以降、ICES を中心に MSE に関する研究が活発に行われており、2013–2018 年の間に実施された MSE は、広域にまたがる浮魚資源を中心に 15 種 24 系群に上る (ICES 2019)。EU の MSE は、主に EU や各国、北東大西洋漁業委員会等が ICES 等の国際科学機関に依頼することによって始まり (standard MSE)、ほとんどの事例では、MSE の設計段階から管理者が科学者や SH と共に議論している。また、実施事例はまだ少ないものの、科学者や SH 主導のボトムアップ方式で始める MSE (strategic MSE) も推進されている。さらに、2019 年に ICES で実施された MSE に関するワークショップの後に刊行されたガイドライン (ICES 2019) では、“Communication of MSE results” という

節が新たに付け加えられ、MSE の結果に関する意思伝達はあらゆる SH の要望を反映すべきであると明記された。

#### ・事例 1 : バルト海春産卵ニシン資源を対象とした参加型モデリング

先述の欧州の資金提供によるプロジェクトのうち、JAKFISH で実施されたバルト海春産卵ニシン *Clupea harengus* (以下、WBSS ニシン) の資源管理における漁獲管理規則 Harvest Control Rule (以下、HCR) の策定に向けた参加型モデリング (2009–2010 年) を紹介する。JAKFISH は、ポスト・ノーマルサイエンス (Fig. 1.1) の概念に強く影響を受け、SH の知識の質や、管理方策の決定の正当性およびコンプライアンスを高めることを目指して、明示的に参加型モデリングが実施された数少ないプロジェクトのひとつである (Pastoors, 2012)。中でも WBSS ニシンの事例は、地域諮問委員会の設立によって新たな役割を持った SH が、EU 全体、さらには非 EU 加盟国にまたがる複雑な意思決定の過程にどこまで関わることができるのかという、あらゆる EU の資源管理が抱える根本的な問題に挑戦した先駆的な事例である。

WBSS ニシンは、資源量こそ多くないものの、西バルト海、スカゲラク海峡、カテガット海峡を広く回遊し、さらに北海の秋産卵ニシン *Clupea harengus* (以下、NSAS ニシン) と交流する等、生物学的な不確実性が大きいことから、資源評価が難しい資源であるとされる (Ulrich *et al.* 2010)。さらに、4 つの管轄域をまたぐ WBSS ニシンは、EU 加盟国 (デンマーク、スウェーデン、ドイツ等) のみならず非 EU 加盟国であるノルウェーにも漁獲されている。したがって、同海域のニシンの数量管理を行うにあたっては、WBSS ニシンと NSAS ニシンでそれぞれ算出された TAC を合算し、合計の漁獲枠を海域ごと国ごとに割り当てる必要がある。このように、資源・漁業動態、管理も非常に複雑である点が WBSS ニシンの特徴であり、資源評価の妥当性や、TAC の設定や配分の不透明性がしばしば問題となっていた (Pastoors 2016)。2008 年に欧州委員会は、ICES に対して HCR の提案を要求した。ところが、ICES が提案した HCR は、WBSS ニシンの親魚量が 110 千トンを下回った場合に即座に禁漁を勧告する規則であり、単純で厳しいものとして SH が受け入れないことが懸念された (Ulrich *et al.* 2010)。

以上の背景から、ICES が提案した単純な HCR に対する代替案を SH と共に検討するために、WBSS ニシン資源を対象とした参加型モデリングが、MSE の一連の過程において実施された。SH は、問題設定、モデルの評価や使用等の過程で関与した。参加型モデリングの主な舞台であった計 4 回の会議は、ワークショップ形式、あるいはより少人数のグループ形式 (フォーカスグループ) で開催され、欧州委員会のメンバー、デンマーク工科大学水産研究所 (DTU Aqua) の科学者、そして SH として、バルト海地域諮問委員会 (BSAC) および遠洋地域諮問委員会 (PAC) の代表者が参加した。SH は上記の公式の会議に加えて、ICES のワークショップや年次会合における意思伝達、メールのやりとり等の非公式の手段によって、管理目標や指標の策定に関わったり、資源評価への理解を深めたり、データやモ

デルの妥当性を確認し、問題があれば指摘し修正を求めることができた (Fig. 2.1)。科学者は、産卵親魚量が MSY 水準を下回る確率や、平均漁獲量といった指標で結果を説明しつつ、SH が漁獲物のサイズや TAC が増減する年数等のより詳細な情報に興味があることを知ると、それらも併せて示すようにした (Ulrich *et al.* 2010)。対する SH は、科学者が使うデータやモデルの妥当性を吟味し、プログラムに間違いがあれば指摘したり、タラによる捕食や気候変動の影響等に由来する再生産関係の不確実性の大きさを科学者と共有し、将来のデータ収集への協力に前向きな姿勢を示したりした。このような双方の歩み寄り、信頼関係の向上につながった。その結果、資源の変動に応じて緩やかに漁獲係数が変化する HCR が 2010 年 5 月に合意され、各地域諮問委員会から欧州委員会に同案が提出されたことでプロジェクトは完了した。

以上の JAKFISH における参加型モデリングの経験、その副産物である科学者と SH の信頼関係は、その後の様々なプロジェクト (GAP2, Myfish 等) に引き継がれており、現在も EU の各地で SH の望ましい関与のあり方を探る努力が行われている (Sampedro *et al.* 2017)。

#### ・事例 1 における主な課題と対応策

JAKFISH の会議や ICES のワークショップに参加できる SH はあくまで地域諮問委員会の代表者に限定されていた (Fig. 2.1) ことや、欧州委員会の要望 (HCR の代替案の提出) に応えることが最優先されたことから、一部の SH からは関与の機会が不十分であったと不満の声もあった (Pastoors *et al.* 2012)。そして何より大きな問題として、欧州委員会の政治判断は非 EU 加盟国に対して強制力を持たないという国際交渉の壁があった。WBSS ニシンは非 EU 加盟国であるノルウェーも漁獲しているが、MSE の一連の過程にノルウェーが参加していなかったことが主な原因となり、結局のところ、EU 内で合意形成された HCR を含むバルト海のニシン資源の長期管理計画は国際的な合意には至らなかった。実際の資源管理に際しては、現在も EU とノルウェー政府の間で毎年非公開の交渉が行われ、双方の合意のもとで TAC が設定、配分され、EU 側の長期管理計画に基づかない形で数量管理が実施されている (EU-Norway 2014)。

本事例における参加型モデリングでは、EU 加盟各国から EU 全体へ、さらに非 EU 加盟国にまで及ぶ重層的な統治構造 (Fig. 2.1) が抱える国際情勢の不確実性によって、SH の持つ影響力が大きく制約される結果となった。EU で実施される多くの参加型モデリングも、やはり上記の課題に直面している。たとえ地方自治によるボトムアップ的な手続きを踏まえたとしても、最終的には上位の統治機関の政治判断や国際交渉を加味して管理方針が決定されるため、資源管理における SH の影響力はどうしても限定的にならざるを得ない (Pita *et al.* 2010)。例えば、EU と非 EU 加盟国の双方に漁獲される水産資源の TAC は、先述の通り非公開の交渉等で最終的に設定される。さらに、EU の TAC を各国間で配分する際には、1983 年以降ほとんど見直されていない国別の配分率 (Relative Stability) が用

いられる (Hoefnaegl *et al.* 2015) ことから、結果として生産者団体や各漁業者に配分される漁獲枠は過不足が生じやすい状況にある。地域諮問委員会の代表者として参加型モデリングに積極的に関与したとしても、最終的な決定に直接影響を与えられないことで、無力感を抱く SH も少なくない (Eliassen *et al.* 2015)。加えて英国の EU 離脱による地域諮問委員会の機能の低下や、交渉の更なる煩雑化が懸念されている (Ohms and Raakjær 2019)。

近年、地域諮問委員会における SH の関与の限界から、その役割を見直すことや、SH が関与できる新たな場を作ることが研究者から提案されている。具体的には、北東大西洋漁業委員会のように非 EU 加盟国も含む機関の傘下で利害関係者主導の諮問機関を作るべきといった意見や、地域諮問委員会の下により具体的な (例えば魚種別の) ワーキンググループを持つべき等の意見がある (Coers *et al.* 2012, Ohms and Raakjær 2019)。

さらに EU では、漁獲枠の過不足を解消するためのより実用的な手段として、国や団体、あるいは漁業者間での漁獲枠の交換・譲渡等の電子的取引 *quota swapping* が認められている。近年、多くの魚種で TAC や実漁獲量の変化、それに伴う狙い魚種の変化等が激しいことから、余った魚種の漁獲枠と引き換えに足りない魚種の漁獲枠を譲り受けるといった電子的取引の数は年々増加し続けている (Hoefnagel *et al.* 2015)。*quota swapping* の導入により、EU で従来悩みの種であった *choke species* (他の魚種の漁獲枠は余っているのに、ある魚種の少ない漁獲枠を使い切ってしまった漁業者が余儀なく操業停止に追い込まれること) の問題を緩和すると期待されている。これに加え、一部の生産者組織は、国から漁業者個人に配分された漁獲枠を回収しプール方式で管理して漁獲枠の運用の柔軟性を高めている。上記の様々な漁獲枠の運用方法は、特に参加型モデリングへの関与が制約される SH にとって、利害調整のための有効な手段になり得る。

## (2) 米国における参加型モデリング

### ・米国の資源管理の概要と SH の関与

米国の水産資源管理に関する最も主要な法律は、連邦法であるマグナソン・スティーブンス漁業保存管理再承認法である。連邦政府は、同法に基づき沖合 3–200 マイルの範囲で操業する連邦管理漁業を管理している。同法は、1976 年に可決され、その後 2 度の大きな改正 (1996 年および 2006 年) を経て現在に至る。現行法では、沖合 3–200 マイルの連邦海域で大半が漁獲される魚種のうちで資源保護・管理が必要なものに関して、漁業管理計画 *Fishery Management Plan (FMP)* を作成しなければならないと規定されている。この漁業管理計画には、年間漁獲制限 *Annual Catch Limit (ACL)* を含める必要があり、*MSY* を達成する漁獲圧以上の漁獲を過剰漁獲 *overfishing* と定義した上で、年間漁獲制限はこれを超えないように設定される。また基本的に 10 年以内にその魚種の資源量を *MSY* 水準に回復させなくてはならない。以上の要求を満たすために、連邦管理漁業の大半で TAC に基づく数量管理が導入されている (阪井 2020)。

一方で、各地域の漁業管理計画の策定、魚種ごとの漁獲枠設定や配分においては、マグナ



ソン・スティーブンス漁業保存管理再承認法によって地域ごとに設置された 8 つの地域漁業管理委員会が主導的な役割を担っており、行政から独立した機関として、科学機関による助言や SH の意見を踏まえて計画案を策定している。アメリカ海洋漁業局（以下、NMFS）に提出された計画案は、最終的に商務長官の承認を経て決定される（Fig. 2.2）。

マグナソン・スティーブンス漁業保存管理再承認法では、米国の資源管理における SH の役割も重視されており、国、漁業、消費者、環境団体、およびその他の SH が漁業管理計画の確立と管理に参加し、助言できるようにすることが主要な目的の 1 つとして明記されている。地域漁業管理委員会が行う会議は原則公開され、SH は口頭および書面で陳述することができる。会議でパブリックコメントが受け付けられるかどうかは同委員会の裁量に依るが、拒否されることは滅多にない（Feeney *et al.* 2019）ことから、公共性の高さが伺える。

#### ・米国における MSE の実施状況

米国における MSE の適用事例は地域漁業管理委員会を中心に増加しており、NMFS によって 2018 年時点で実施された MSE は、完了、進行あるいは計画中のものを合わせると 82 件を数えた（Devore and Gilden (eds) 2019）。米国の MSE の興味深い特徴として、地域漁業管理委員会や NMFS の科学者を中心としつつも、多くの MSE は地元の SH との協働により実施されており、地域ごと事例ごとに異なる特徴を持っている点が挙げられる。とりわけ最近の MSE では、資源保全とトレードオフの関係にあるものとして、漁獲量だけでなく経済的な指標を用いることで、SH の理解や議論を促進する動きが活発である。例えば、ブリストル湾のベニザケ *Onchorhynchus nerka* 漁業を対象に行われた MSE では、漁業者の漁獲能力や産地加工業者の処理能力を考慮したモデルを作成した（Wang *et al.* 2019）。また、中部大西洋の夏ヒラメ *Paralichthys Dentatus* 資源の MSE では、ヒラメの需要モデルや各漁業の収支モデルを組み込み、各シナリオの性能評価の指標として利益を示し、経済的な評価を可能にした（Hutniczak *et al.* 2019）。

2018 年に実施された第 6 回全米科学調整小委員会ワークショップ（Sixth National SCS Workshop）では、全米の各地域で実施された SH 参加型の MSE の成果が報告され、新規の取組みや課題について活発な議論が行われる（Devore and Gilden (eds) 2019）等、地域間の情報共有も緊密に行われている様子が伺える。

#### ・事例 2：大西洋ニシン資源を対象とした参加型モデリング

米国のニューイングランドで実施された、大西洋ニシン資源の漁業管理計画の改定に向けた参加型モデリング（2015–2017 年）を紹介する。本事例は、米国で初めて、誰でも参加し発言する権利があるワークショップが実施された SH 参加型の MSE である（Devore and Gilden (eds) 2019）。NMFS の研究機関である北東水産科学センター（以下、NEFSC）の協力のもと、ニューイングランド漁業管理委員会（以下、NEFMC）が主導的に MSE を実

施し (Fig. 2.2), ワークショップの他にも公聴会やパブリックコメント等, 様々な参加手段によって SH の関与を可能にした先駆的かつ挑戦的な事例であった (Feeney *et al.* 2019)。

米国の大西洋ニシン *Clupea harengus* は, 中層トロールやまき網, 底層トロール等によって年間約 85 千トン (2008–17 年平均) 漁獲され, またマグロや海鳥, サメ, 海棲哺乳類等の捕食者の摂餌量の 20–50 %を占める, 産業にとっても生態系にとっても非常に重要な魚種である (Debra *et al.* 2019)。大西洋ニシンは広域に分布しており, 生活史や資源構造の特徴が刻々と変化していること等から, 従来の資源評価や資源管理で考慮できていない不確実性はかなり大きく, 資源量は過大推定される傾向があると考えられていた (Debra *et al.* 2019)。

2007 年から同資源の生物学的許容漁獲量 Acceptable Biological Catch (以下, ABC) を算出するために HCR が用いられていたが, (1) 大西洋ニシンの生態系における役割を説明すること, (2) 最適漁獲量 Optimal Yield (OY) を達成できるレベルに漁業を安定させること, (3) 沿岸域における局所的な資源の枯渇に対処することを目的として, 大西洋ニシン漁業管理計画の改定 (Amendment 8) に向けた作業が始まった (NEFMC 2017)。NEFMC は 2015–2017 年にかけて, 計 5 回の対面および web 形式の公聴会, パブリックコメント等を通じた意見の募集, 計 2 回の MSE ワークショップを実施した。さらに, 他の会議の場やメール, 電話等を通じて MSE の概念やワークショップの情報等を伝えて SH の参加や理解の促進に努めた。

とりわけ 2016 年の 5 月と 12 月に開催されたワークショップは, SH の関与と貢献が最も顕著に見られた場であった。ワークショップの参加者は, 大西洋ニシンを漁獲するまき網や中層トロールの漁業者や, 彼らが漁獲する大西洋ニシンをかご漁業や釣りの餌として買う, ロブスターやマグロ類を対象とする漁業者が大多数を占めた (NEFMC 2016a)。加えて, 大西洋ニシンを捕食する大型魚類や海棲哺乳類に及ぼす影響も大きいことから, NGO やホエールウォッチングの観光業者の参加もあった。科学者は, SH の知識や経験に基づく意見を参考にすることで, データ不足によるモデルと現実の乖離をいくらか埋めることができた。例えば, 大西洋ニシンの生活史 (成長速度, 自然死亡率, 再生産成功率) に関する不確実性や, 生態系ベースのモデルの基礎となる大西洋ニシンの代表的な捕食者 (大西洋クロマグロ *Thunnus thynnus*, アジサシ *Sterna hirundo*, アブラツノザメ *Squalus acanthias*, 海洋哺乳類) とそれらが大西洋ニシンから受ける影響は, SH の議論を踏まえて特定した (Deroba *et al.* 2019)。参加者の中には, 内務省の魚類野生生物局の科学者や地元の大学の研究者の姿もあり, 彼らからアジサシの知見やデータを提供してもらうことができた (Feeney *et al.* 2019)。また, 参加者の多くは MSE に馴染みがなかったため, 科学者は MSE の説明に際して比喩表現を積極的に用いたり, アンケートを実施して各 SH にとって望ましい (あるいは許容できる) 資源や漁業の状態を質問したり, シミュレーション結果やシナリオ間のトレードオフを様々な数字や図表で可視化したり工夫を凝らした。その結果, 多くの SH はその場で MSE を直感的あるいは視覚的に理解し, HCR の性能評価に必要な

指標（平均漁獲量や平均親魚量，漁獲量の年変動等）や，各指標の許容範囲について，科学者や他の参加者と双方向的な議論を行うことができた（NEFMC 2019 (b), Goethel *et al.* 2019)。科学者は，ワークショップで得られた SH の要望を踏まえて HCR の性能評価を行い，最終的に望ましい HCR の候補の範囲を絞ることができた。

2017 年 3 月に迎えた外部査読では，MSE のデータ，方法および結果共に適切であると判断され，その後さらにモデルの改良や HCR の絞り込みが行われた（Kerr *et al.* 2017）。NEFMC 自身による MSE の各過程の事後評価も行われ，パブリックコメント等で SH の意見聴取を行い報告書が作成された（NEFMC 2019）。続く 2019 年には，理事会 Committee で合意された HCR 及び沿岸域における中層トロールの操業規制が盛り込まれた大西洋ニシン漁業管理計画の改定案 Proposed Rule が，NEFMC から米国海洋大気庁海洋漁業局（以下，NMFS）に提出された。同年 10–11 月に NMFS が実施したパブリックコメントを踏まえて，商務長官 Secretary of Commerce は同案を承認した（Fig. 2.2）。そして 2021 年 1 月，最終規則 Final rule が連邦広報に公示され，これを以て大西洋ニシン漁業管理計画の改定 Amendment 8 は有効となった（<https://s3.amazonaws.com/nefmc.org/2020-29127.pdf>）。

#### ・事例 2 における主な課題と対応策

本節で紹介した大西洋ニシン資源の漁業管理計画の改定作業では，SH 参加型の MSE が入念な準備を経て先駆的に実施された。本事例における管理者や科学者の取り組みは，限られた人員と時間で最大限の成果をあげたとして評価され，全米で注目を集めている（DeVore and Gilden (eds) 2019）。

一方で，MSE 開始以降の数年間で大西洋ニシンの加入量が主に環境変動により激減し，それに伴う TAC の大幅な削減に一部の SH は不満を露わにしている。従来の漁業管理計画の HCR を用いて 2019 年，2020 漁期年の ABC を算出すると，MSY に基づく資源管理の基準を満たさないことが判明した。NEFMC は，新たな HCR の先行的な適用を盛り込んだ漁業管理計画の枠組み調整 Framework Adjustment 6 を提出し，NMFS がこれを承認した（<https://www.federalregister.gov/documents/2020/05/06/2020-09574/magnuson-stevens-act-provisions-fisheries-of-the-northeastern-united-states-atlantic-herring-fishery>, 2020 年 12 月 17 日）。新たな HCR を用いて算出された 2019 漁期年の ABC は，従来の HCR を用いた場合に比べて約 70 % 減少した。参加型モデリングに関与した SH も，資源の急減に伴う大幅な TAC の削減は受け入れ難く，MSE が完了した後もパブリックコメント等を通じた新たな HCR に対する反対が相次いだ。

米国の大西洋ニシン資源の TAC は，4 つの海域に細分化して配分される。どの海域も大幅に削減された漁獲枠の範囲内で厳しい資源管理を強いられており，地域経済の基盤としての漁業の持続可能性が危ぶまれている。資源量に基づく現行の HCR は，漁業が直面している喫緊の課題に柔軟に対応するものではない。近年，未消化枠の最大 10 % を翌年に繰り

越す仕組み (carry over) が整備されたが、2020 年、2021 漁期年は資源に与える影響が大きいため、今回の漁業管理の枠組み調整によって、2018 年と 2019 漁期年からの未消化枠の繰り越しが停止となった。

漁獲枠の増加が見込めない中、参加型モデリングによる利害調整の限界を認識した SH や管理者は、より即時性の高い実用的な手段で受難を乗り越えようと試みている。例えば、メイン州のロブスター漁業者は、餌としての大西洋ニシンの供給が不足することが予想される中、一方では TAC の増枠を訴えつつも、他方では新たな代替餌の使用を認めるよう要望した。その結果、カナダのクック社が販売するウルグアイ産のミナミアフリカユメカサゴ *lackbelly rosefish* や、メキシコ湾で漁獲されるメンハーデン等が、ロブスター漁の餌として新たに認められた (<https://www.maine.gov/dmr/science-research/species/lobster/marineapprovedbait.html>, 2020 年 12 月 17 日)。さらに、大西洋沿岸州海洋漁業委員会 (ASFMC) はロブスター漁業者の餌不足に対する緊急措置として、メイン州で漁獲されるメンハーデン *Brevoortia tyrannus* について、2019 年度の漁期終了後に一時的な漁期再開と漁獲枠の追加を認めた ([https://www.maine.gov/dmr/science-research/species/menhaden/documents/MENHADEN\\_%20Episodic%20Event%20Fishery%20begins%20Monday,%20July%202015,%202019.pdf](https://www.maine.gov/dmr/science-research/species/menhaden/documents/MENHADEN_%20Episodic%20Event%20Fishery%20begins%20Monday,%20July%202015,%202019.pdf), 2020 年 12 月 17 日)。

### (3) 我が国における参加型モデリング

- ・我が国における資源管理の概要と SH の関与

我が国では、改正漁業法が 2018 年末に成立、2020 年末に施行され、MSY に基づく新たな資源管理への移行が急速に進んでいる。従来我が国の資源管理では、主要魚種について、それ未満では良好な加入が期待できない資源量 (親魚量) や、経年変動傾向からそれより下に減少するのは望ましくないと判断される水準等により定める閾値 ( $B_{limit}$ ) への維持・回復を目指した管理を行ってきた (令和 1 (2019) 年度 ABC 算出のための基本規則. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/rule/rule2019.pdf>, 2020 年 12 月 17 日) が、基準値を上回った場合に目指す資源水準がなかった。しかし今後は、農林水産大臣の定める資源管理に関する基本方針 (以下、資源管理基本方針) において、TAC による管理を行う資源は「特定水産資源」と定められ、目標管理基準値 (MSY を達成する資源水準の値) ならびに限界管理基準値 (乱獲を未然に防止するための資源水準の値) を設定し、これらを基に管理を実施していくことが基本となった (水産庁 2020)。この変更によって、短期的には漁獲を抑える必要が生じる場合があるが、長期的には資源量の増加、MSY の達成による資源の最大限の有効利用が期待される。

新たな資源管理の流れ (Fig. 1.2) では、毎年、研究機関が行政から独立して資源評価会議を実施し、資源評価結果を更新する。また、資源管理目標の設定や更新時には研究機関会議を実施し、再生産関係、管理基準値、漁獲係数を調整するための安全係数 ( $\beta$ ) に基づく漁獲シナリオについて議論する。さらに冒頭に述べた通り、改正漁業法に基づく新たな資源

管理においては、対象魚種ごとに順次、SH 会合が開催される。同会合の目的は、「水産政策審議会に諮る資源管理基本方針の案に関し、事前に関係者の共通認識の醸成」(水産庁 HP. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kentoukai.html>, 2020 年 12 月 17 日) を図ることである。したがって我が国では、SH が直接参加し議論する SH 会合、SH の意見を踏まえて科学者が議論する研究機関会議や資源評価会議等の場において、SH の意見を取り入れた参加型モデリングが既に実施されつつあると解釈することができる。

我が国の SH 会合を中心とした参加型モデリングにおける SH の関与の機会、主に「管理基準値の検討」および「漁獲シナリオの検討」に大別できる (Fig. 1.2)。「管理基準値の検討」は、科学機関が行政機関から独立して行う。具体的には、「再生産関係が複数考えられ、それぞれの管理基準値が大きく異なる場合、不確実性に対する頑健性等の基準により、尤も合理的な再生産関係 (複数の再生産関係やそれらのモデル平均も含む) を科学者間の合意によって選択する」(再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (令和 2 年度研究機関会議版) . [http://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/FRA-SA2020-ABCWG01-02.pdf](http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/FRA-SA2020-ABCWG01-02.pdf), 2020 年 12 月 17 日) こととなっている。その後、選択された再生産関係から導かれる管理基準値は、水産庁から SH に「説明」(新たな資源管理について. 前掲) される (Fig. 1.2)。したがって、管理基準値の検討における SH の関与は、漁獲シナリオの検討 (後述) に比べて限定的である。米国の大西洋ニシンの事例のようにモデルの構成要素を SH と共に議論し特定する作業は、通常この過程には含まれていない。ただし、SH 会合で追加の再生産関係の検討を要望したり、用いるデータやモデルの妥当性や将来の展望について意見したりする等、SH がモデリングに関わる機会が全く無い訳ではない。

「漁獲シナリオの検討」については、SH に「意見を聴く」(新たな資源管理について. 前掲) こととなっており (Fig. 1.2)、誰でも参加し議論できるワークショップ形式の SH 会合を中心に共通認識の醸成が行われる (Table 2.3)。通常、漁獲シナリオは基本的な HCR を用いて安全係数 ( $\beta$ ) の値を 0.1 刻みで与えた場合の将来予測として示されるが、SH 会合における SH の要望を踏まえて、安全係数 ( $\beta$ ) の値をさらに細かく 0.01 刻みにして 10 年後にちょうど 50 %の確率で目標達成を目指すシナリオが提示されたこともある。さらに、「個々の資源の特徴等により基本規則では信頼性の高い ABC 算出に至らない場合は、適切な科学的説明と関係科学機関の合意のもとで、管理の目的に適う代替的な規則も各系群で使用できる」(再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (令和 2 年度研究機関会議版) . 前掲) こととなっている。

SH と議論した管理基準値や漁獲シナリオは、その後のパブリックコメントの実施、水産政策審議会資源管理分科会への諮問、農林水産大臣への答申を経て資源管理基本方針に盛り込まれる。一方で、毎年の TAC については、改正漁業法第 15 条に基づき、農林水産大臣が資源管理基本方針に則して、特定水産資源ごと及びその管理年度ごとに定めることとなっている。

実際には、こうした一連の過程における SH の関与のあり方は試行錯誤しながら刻一刻と変容しており、新たな資源管理の基盤が固まっていくなかで、SH の関与の重要性が関係者の意識に着実に根差していくことが期待される。我が国の SH 会合では、あくまで法律の遵守や資源の持続性の担保を大前提としつつも、資源特性や漁業特性を踏まえた漁獲シナリオの柔軟な運用のあり方を必ずしも排除せず、幅広い選択肢の中から管理者・科学者・SH が議論を通じて妥協点を探っている様子が見られる。この点は、漁獲係数が資源水準に対して比例的に変化する単純な HCR の候補から選択していた欧米の事例と比べた際の、我が国の参加型モデリングにおける SH の関与の大きな特徴である。

#### ・我が国における MSE の実施状況

地域漁業管理機関 (RFMO) におけるマグロ類等の国際資源を対象とした MSE の事例で、日本人研究者らが重要な役割を果たしてきた (Kurota *et al.* 2010, Nakatsuka 2017)。国内の沿岸・沖合資源では、資源評価や資源管理の過程をモデル内に記述した“Full MSE” (ICES 2019) は行われていない (2020 年 12 月現在) もの、上記の過程の一部を簡略化した、あるいは単一の HCR の性能評価を主眼とした簡易的な MSE (岡村・市野川 2016) が、ABC 算出規則の開発等で実施されてきた (Oshimo and Naya 2014, Ichinokawa *et al.* 2015)。これらの簡易的な MSE は、少数の研究者により実施され、SH との意見交換はほとんどなかった (平松 2018)。

改正漁業法に基づく新たな資源管理では、TAC 管理を行う特定水産資源に用いる基本的な HCR について、少数の研究者が実施した簡易的な MSE によって頑健性が確かめられている。再生産関係についても、再生産関係を 1 つに決定するための情報が不足している場合や、選択した再生産関係とは異なる再生産関係が真である可能性がある場合に、再生産関係を誤った場合の管理基準値や ABC の推定精度を評価するための簡易的な MSE (再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (令和 2 年度研究機関会議版)・前掲) が行われることがある。さらに SH の要望に応じて、MSE に至らずとも、HCR の中で漁獲係数を調整するための安全係数 ( $\beta$ ) を変化させた場合等のシミュレーションや、過去に遡って管理を行った場合のシミュレーションが適宜実施されており、SH を交えた漁獲シナリオの検討が進んでいる。

#### ・事例 3: サバ類資源を対象とした参加型モデリング

サバ類の資源管理方針の策定に向けた参加型モデリング (2019–2020 年) について、SH の関与の核を成す SH 会合に焦点を当てて紹介する。本事例は、我が国で初めて SH 会合が完了し、既に議事録も公開された事例であり、当時の参加型モデリングの状況を詳細に追跡することができる。

我が国のサバ類資源は、マサバ *Scomber japonicus* 太平洋系群、ゴマサバ *Scomber australasicus* 太平洋系群、マサバ対馬暖流系群、ゴマサバ東シナ海系群の計 4 系群から成

る。資源評価は系群別に行っているものの、管理は採捕の実態等からまとめてサバ類とした上で、前者 2 系群をサバ類太平洋、後者 2 系群をサバ類日本海及び東シナ海として海域別管理を実施している。サバ類の大部分は大中型まき網漁業によって漁獲されるが、中型まき網漁業やたもすくい漁業、定置漁業等での漁獲も多く、全国的に重要な資源である。また、マサバ、ゴマサバは共に分布範囲が我が国の排他的経済水域の内外に存在する魚類資源（ストラドリング魚類資源）であり、近年は中国・韓国をはじめとする隣国による漁獲量の増加による同資源への影響が懸念されている等、資源を巡る状況は複雑である。

サバ類の SH 会合は、マサバ太平洋系群・ゴマサバ太平洋系群については東京会場で、マサバ対馬暖流系群及びゴマサバ東シナ海系群については福岡会場で、2019 年から 2020 年にかけて各 2 回ずつ実施された。実際に全国から集まった会議の参加者の内訳は、漁業関係者（漁業団体あるいは漁業会社の代表者）が主体であり、加工流通業者、大学研究者、NGO 等の参加もあった。

SH 会合における説明の流れは、先ず水産庁から改正漁業法に基づく新たな資源管理について、続いて国立研究開発法人水産研究・教育機構（以下、水産機構）の科学者から、MSY に基づく資源評価にかかる基本事項と系群ごとの資源評価結果、さらに検討材料（再生産関係、管理基準値案、漁獲シナリオ案）について、といった順で行われた。第 2 回サバ類 SH 会合（東京・福岡）の場合、水産機構から資源評価の更新結果と第 1 回サバ類 SH 会合（東京・福岡）の指摘事項に対する試算結果について説明し、続いて水産庁から漁獲シナリオについて提案があった。各説明の後には質疑応答・意見交換の時間が設けられ、参加者は誰でも発言することができた。

SH 会合の場を通じて、SH と科学者の双方向的な意思伝達によるモデリングが実現した。例えば第 1 回サバ類 SH 会合（東京）では、レジームシフトの有無等について議論が白熱し、資源の高・低水準期で分けた MSY 水準の算出や、過去に MSY に基づく資源管理を行った場合の予測結果の算出等について、SH から追加試算の要望があった（第 1 回サバ類 SH 会合（東京）議事録. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/attach/pdf/kentoukai-27.pdf>, 2020 年 12 月 17 日）。これらのうち短時間で計算可能なものについては、水産機構の科学者が 1 日目の議論の後にシミュレーションを行い、2 日目の議論で結果を説明することで、SH の理解促進に繋がった。その他のシナリオについては水産機構が宿題として持ち帰り、他の研究機関と検討した試算結果について第 2 回 SH 会合（東京）で説明した（第 1 回サバ類 SH 会合（東京）における指摘事項に対する試算結果. [http://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/HW\\_Tokyo.pdf](http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/HW_Tokyo.pdf), 2020 年 12 月 17 日）。福岡会場の出席者（まき網団体）からは、モデルから導かれる資源評価結果と現場感覚とのずれについて指摘があった（第 2 回サバ類 SH 会合（福岡）議事録. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/attach/pdf/kentoukai-48.pdf>, 2020 年 12 月 17 日）。その上で、漁業者に対する聞き取り調査を科学者に要望するとともに、組合には科学者と漁業者をつなぐ役割があるとして協力を申し出た。

最後に、令和 2 年度の日本水域のサバ類各系群の ABC を算出するための検討材料（管理基準値、漁獲シナリオで算出される総 ABC、総 ABC に占める日本水域の ABC の比率、マサバ・ゴマサバの一体管理）について、水産庁の考え方が提案されたところ、両会場の参加者による異論がなかったことから SH 会合は閉会となった。その後、現行の海洋生物資源の保存及び管理に関する法律（TAC 法）に基づいて、海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画の変更案に、令和 2 年度漁期のサバ類の TAC 数量およびその配分が記された。農林水産大臣による基本計画の変更は、パブリックコメント、水産政策審議会資源管理分科会への諮問、同会から農林水産大臣への答申といった一連の手続きを経て実行された。改正漁業法に基づくサバ類の資源管理は同法の施行直後の漁期年（2021 年 7 月-2022 年 6 月）に開始された。

### ・事例 3 における主な課題と対応策

サバ類の資源管理方針の策定に向けた参加型モデリングでは、SH の理解の醸成が大きな課題となった。SH 会合の参加者からは、MSY や HCR をはじめ、新たな資源管理において頻出する専門用語の概念等に関する質問が度々寄せられた。さらに、再生産モデルやレジームシフト、外国漁船による漁獲等に関する参加者間の認識のずれが浮き彫りになった。管理者や科学者は、共通認識や科学に対する信頼の形成に苦勞した。

上記の課題への対応策として、水産庁の職員や水産機構の科学者は、会場における回答に加えて、SH 会合当日に頻出した一般的な質問や十分に議論ができなかった技術的な質問について、水研機構の web 上に回答を掲載した（寄せられた質問と回答. [http://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/faq\\_g.html](http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/faq_g.html), 2020 年 12 月 17 日）。また、参加者の視覚的な理解を助けるために、マイワシ等の他魚種で行った試算結果の図を援用した説明や、シミュレーション結果について動画や Web アプリケーションを用いた説明を併用した。

SH の参集方法についても課題が残った。SH が参加する参集範囲については、事前に水産庁のホームページ等で告知があり、会場のスペースの都合から参加可能人数は制限された（100 名程度）ものの、実質的に誰でも応募できる状況であった。しかし、重要な SH である市場関係者が SH 会合の開催を知らなかったとの報告があり、告知の工夫や現地における説明が求められた（第 1 回サバ類 SH 会合（福岡）議事録. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/attach/pdf/kentoukai-26.pdf>, 2020 年 12 月 17 日）。上記の要望を受けた水産庁の職員や水研機構の科学者は、2019 年 12 月に境港で市場関係者を含めた説明会を行う等、必要に応じて現地に赴き追加的な説明努力を行った。

### (4) 国内外における参加型モデリング（事例 1-3）の要約

本章で紹介した国内外（EU・米国・我が国）における参加型モデリングについて、各事例（事例 1-3）への SH の関与の概要を Table 2.3 に整理した。参加型モデリングの実践を



通じた SH の関与は、様々な成果を生んだ。SH の関与は、会議やパブリックコメント等の公式の場だけでなく、非公式な場における会話やメールのやりとりも含め様々な参加手段で実現し、科学者や管理者は SH の理解促進に努めた。SH はこれらの手段を通じて、科学者が用いるデータやモデルの妥当性や不確実性の大きさを確かめ、海鳥の生態や外国漁船の漁獲状況等の科学者が知らない情報を提供する等、知識の質の向上に多くの貢献をもたらした。管理者、科学者、そして SH は、HCR の策定や漁業管理計画の策定といった共通の目的を掲げ、参加型モデリングを通じて相互に歩み寄ることで信頼関係の向上に繋がった。参加型モデリングの枠組みを用いることで、資源変動を正しく予測することができない資源でも、大きな不確実性の存在について関係者間で共通認識を醸成し、不確実性を前提とした中長期的な管理方策の合意形成が可能であることが明らかとなった。

しかし一方で、欧米の事例では、国際情勢や急激な資源変動等の不確実性によって SH の短期的な利害調整に苦勞した様子が見られた。参加型モデリングの枠組みではこうした課題に明確な解決策を提示できなかったが、漁獲枠配分や運用といったその後の過程で実用的な手段を用いることで、SH の短期的な利害調整を図った。我が国の事例では、SH の理解の醸成や参加の促進に課題が残り、改善の必要性が明らかとなった。

## 2.4 考察

国内外における参加型モデリングの実施状況の概観や事例の整理を踏まえ、我が国の SH 会合を中心とした参加型モデリングの今後の可能性と課題、そして新たな資源管理全体に開かれた SH の利害調整の可能性について考察する。

### 2.4.1 SH 会合を中心とした参加型モデリングの可能性

我が国の資源管理における SH の関与には、大きな改善の余地がある。裏を返せば、SH 会合を中心とした新たな意思決定の仕組みは従来以上に開かれた統治の可能性を持っており、科学者や管理者、SH にとって、互いに新たな関係を築く絶好の機会である。以下では、SH 会合を中心とする参加型モデリングへの SH の関与の可能性を、後述の 3 つの要素に基づいて議論する。

#### ・科学と政策のインターフェース (SPI) としての参加型モデリング

近年、天然資源管理や生態系サービスに関する様々な国際的枠組みや研究において、「科学と政策のインターフェース Science-Policy Interface (以下、SPI)」の重要性が謳われている (松下ら 2017)。SPI は、「科学者-非科学者の関係を政策過程に含み、意思決定を豊かにすることを目的とした知識の交換や共進化、共創を可能にする社会的な過程」(van den Hove 2007) を指す概念である。SPI の例としては、政策に関する諮問機関やワークショップから、政策決定者 (あるいは SH) と科学者間の個人的な会話に至るまで様々な形があり (Young *et al.* 2013)、我が国の SH 会合を中心とした参加型モデリングも、SPI の一

形態とみなすことができる。

効果的な SPI に求められる要素として、(1) やりとりされる情報の「信頼性 *credibility*」、(2) SH の要望との「関連性 *relevancy* (あるいは顕著性 *saliency*)」、(3) 過程の公平さや透明さ、SH の関与の包摂の程度に関連する「正当性 *legitimacy*」の 3 つがしばしば挙げられる (Cash *et al.* 2003)。これらの 3 つの要素は多くの場合、トレードオフの関係にあり、全てを同時に満足することは困難である。例えば、科学者がモデルの構造やあらゆる不確実性を正確に伝えることで「信頼性」を高めようとする、複雑さを増した情報は各々の SH の要望を反映せず「関連性」が低くなることが考えられる (Sarkki *et al.* 2014)。実際には、我が国の新たな資源管理における SH の関与のあり方を議論した上で、バランスを考慮しつつ必要な要素の改善に優先的に取り組むべきである。

### (1) 管理者・科学者-SH 間の信頼関係の構築 (信頼性)

前章で紹介したサバ類に続いて、令和 2 年度にはマイワシ *Sardinops melanostictus*, マアジ *Trachurus japonicus*, スケトウダラ *Gadus chalcogrammus*, ズワイガニ *Chionoecetes opilio* といった特定水産資源を対象とした SH 会合が順次実施された。これらの資源の場合、改正漁業法施行後の管理年度開始から逆算して SH 会合のスケジュールが設定されており、MSY に基づく新たな資源管理の適用が拙速に進められている印象を受けた SH も少なくなかった (第 1 回スケトウダラ・ズワイガニ SH 会合 (札幌) 議事録. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/attach/pdf/kentoukai-149.pdf>, 2020 年 12 月 17 日)。限られた時間で SH とより充実した議論を行うには、EU や米国の事例で様々な参加手段が用意されたように (Table 2.3)、公式・非公式を問わず SH が関与できる機会を増やすことが重要である。

我が国の研究機関会議や資源評価会議は、科学の独立性を担保するために原則非公開となっており、議論の過程が不透明だという SH の意見が相次いでいる (第 1 回マイワシ・マアジ SH 会合 (東京) 議事録. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/attach/pdf/kentoukai-88.pdf>, 2020 年 12 月 17 日)。そこで、第 2 回マイワシ SH 会合 (東京) では、直前に開催された資源評価会議の議事概要を参加者に当日配布することで、科学的な過程の透明化が図られた。今後、参加者が事前に資料に目を通せるように、SH 会合当日ではなく前もって情報共有を行う仕組みも必要だろう。

一方で、参加型モデリングで合理的な議論を進めるためには、時間やデータ、モデル等に限界があることを SH に事前に伝えた上で、目的と方法を明らかにし、SH に現実的な期待や正しい認識を持ってもらうことも重要である (Feeney *et al.* 2019)。米国の大西洋ニシンの事例では、1 回目のワークショップで詳細な生態系モデルの検討ができず自身の期待とのずれを感じた一部の SH が、2 回目のワークショップに参加しなかったことが報告されている (同上)。我が国においても、管理者や科学者は、SH 会合は「共通認識の醸成」の場であり、SH が納得できる漁獲シナリオを擦り合わせていく作業であることを正しく伝え、S

H の理解を得ながら現実的な議論を促進する必要があるだろう。今後も、管理者、科学者、そして SH の歩み寄りによる信頼関係の構築が期待される。

## (2) SH の知識の活用（関連性）

SH 会合を中心とした参加型モデリングにおいて、「管理基準値の検討」に際する SH の知識の活用は限定的である（2020 年 12 月時点）。管理基準値の計算の前提となる科学的根拠と SH の知識との間には乖離があり、そのことが円滑な合意形成を妨げている可能性がある。今後、科学的調査の充実に加えて、日頃から現場の漁海況を体感している漁業者を始めとする SH の協力によって、操業や水揚げに関する定量的な情報はもとより、現場感覚に基づく直近の漁海況等の定性的な情報を収集し、それらを効果的に活かす工夫や手法の確立が待たれる。

EU の WBSS ニシンを対象とした参加型モデリングの事例では、ワークショップで科学者が SH に対するアンケートや聞き取り調査を実施し、科学者でない人々も含める形でデータや知識の質を評価した。この評価は、ポスト・ノーマルサイエンス（Fig. 1.1）を提唱した Funtowicz and Ravetz（1993）によって提案された NUSAP（Numeral Unit Spread Assessment Pedigree）と呼ばれる体系的な評価手法に基づいて実施された。ワークショップの参加者は、客観的あるいは主観的な複数の評価軸でデータや知識の質を評価することで、どのデータや知識が信頼できるか、不確実性が大きいかなどについて、関係者間の認識の違いを把握し相互的に学ぶことができた。このように SH と共に考え、知識の統合により問題の解決策を導き出す超学際的なアプローチ（Lang *et al.* 2012）は、調査やデータ収集の優先順位づけや、有用な知識の活用に向けた円滑な合意形成に繋がる可能性も秘めており、中長期的な資源変動の迅速な把握や予測にも役立つだろう。我が国の沿岸漁業においても、漁業関係者による漁業管理の自己評価ツール「浜の工具箱」の適用が進んでおり（竹村ら 2020）、今後こうした取組みが全国的な新たな資源管理の枠組みにおいても普及していくことが期待される。

## (3) SH の参加や理解の促進（正当性）

参加型モデリングにおける SH の関与の機会は可能な限り公平に与えられるべきである（Reed 2008）。管理基準値や漁獲シナリオの検討の場に然るべき SH が含まれていなかったということがないように、情報周知を徹底する必要がある。SH 会合の参加者の偏りや離脱を防ぐには、米国の大西洋ニシン資源を対象とした MSE（Fig. 2.2）のように、Web ベースの会議やメール、パブリックコメント等を活用して誰でもどこでも参加できるように間口を広げること（Goethel *et al.* 2019）や、参加費用をサポートする仕組み（Lynham *et al.* 2017）等が有効である。我が国においても、令和 2 年度に実施されたズワイガニやスケトウダラの SH 会合では、新型コロナウイルス（COVID-19）の感染拡大への対応として web 配信が併用された。このような SH の関与のあり方が、今後も 1 つの参加手段とし

て定着することが期待される。

SH の理解を促進しモデリングへの積極的な貢献を促すことは、科学者や管理者が取り組むべき重要な課題である。資源評価の説明で頻出する科学的な用語や概念、シミュレーションに基づく漁獲シナリオ等は、多くの SH にとって馴染みのないものであり、SH 会合の場で直ちに理解し議論に混ざるとは必ずしも容易ではなかった (Table 2.3)。SH はそれぞれ理解の仕方は異なるため (Feeney *et al.* 2019)、結果やトレードオフを様々な数字や図表で示すことで視覚的かつ双方向的なコミュニケーションが促進される可能性がある (ICES 2019)。例えば、米国各地の MSE で見られる漁業者や加工業者の収入金額といった情報の提示 (Wang *et al.* 2019) は、漁業者や産地加工業者が結果に納得し、現場に持ち帰り説明する際にも役に立つだろう。また、近年は欧米を中心に魚の倫理的な扱い (アニマルウェルフェア Animal Welfare, フィッシュウェルフェア Fish Welfare 等) が注目されていることもあり (Walay and Ghislain 2019)、漁法や漁場ごとの資源や生態系に与える影響の違い、漁獲物の取り扱い等は、一部の NGO や消費者にとって重要な情報である (Eurogroup for animals 2018)。これらの指標は、情報過多に陥らないために必要な数に絞ることが重要であり、結果やトレードオフを理解して議論する必要のある SH と協力して選択することが望ましい (Punt *et al.* 2016, Miller *et al.* 2019)。情報の可視化にあたっては、前章で扱った各事例で見られたような、情報の可視化に適した統計ソフト R のパッケージ (ggplot2 等) や、Web アプリケーション (Rshiny: <https://shiny.rstudio.com/>, Tableau: <https://www.tableau.com/> 等) を意思決定のツールとしてさらに発展させることで、会議の開催時間にこだわることなく、継続的な SH の理解促進や、幅広い SH の関与、双方向的なコミュニケーションが期待できるだろう。

#### 2.4.2 SH 会合を中心とした参加型モデリングの課題

##### ・SH の短期的な利害調整の機能不全

前章で紹介した参加型モデリングが抱える根本的かつ困難な課題として、先行き不透明な国際情勢や急激な資源変動等の不確実性により、SH の短期的な利害調整が十分機能しないということがある (Table 2.3)。欧米の事例から浮き彫りとなったこの課題は、我が国の新たな資源管理においても同様に、乗り越えるべき大きな壁として立ちはだかっている。

我が国周辺の特定水産資源の多くは外国漁船にも漁獲されていることから、国際情勢の大きな不確実性が SH の短期的な利害調整を困難にしている。例えば、マサバ対馬暖流系群およびゴマサバ東シナ海系群の将来漁獲量を算出するために用いられた日韓の配分率は、あくまで我が国が独自に設定した日本の「物差し」であり (第 2 回サバ類 SH 会合 (福岡) 議事録. 前掲)、将来漁獲量を算出する上で大きな不確実性となっている。今後、国際的な枠組みで資源管理を行うためには、韓国、さらには中国といった隣国への働きかけを通じてこの「物差し」を擦り合わせる必要がある。

急激な資源変動はあらゆる事例が抱える不確実性であり、臨機応変な対応が求められる。

我が国の新たな資源管理では、資源管理基本方針で定められた管理基準値と HCR は原則 5 年間同じとされるが、TAC の数量自体は毎年の資源評価結果次第で変わり得る。さらに、想定外の資源動態・漁業実態の変化が見られた場合、5 年以内であっても緊急の措置として管理基準値と漁獲管理規則が急遽変更される可能性がある（令和 2（2020）年度漁獲管理規則および ABC 算出のための基本指針：[http://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/rule\\_abc\\_cat1\\_2.pdf](http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/rule_abc_cat1_2.pdf). 2020 年 12 月 17 日）。つまり、我が国でも米国の大西洋ニシンのように想定外の資源の減少が確認された場合、TAC を削減せざるを得ない可能性がある。

以上のように、SH が納得する形で 10 年後の管理目標やそれに向けた漁獲シナリオについて合意形成が出来たとしても、国際情勢や急激な資源変動等の不確実性の前では、肝心の TAC に関する将来の見通しが不透明となりうる。我が国の SH 会合を中心とした参加型モデリングの枠組みは、モデリングを終えた後の漁獲枠の配分や運用といった過程で生じる問題に対処できていない。

#### 2.4.3 新たな資源管理全体に開かれた SH の利害調整の可能性

管理者や科学者は、SH 会合を中心とした参加型モデリングの可能性と限界を見極め、資源評価から HCR の策定までの過程（Fig. 1.2 の「Stock assessment」から「Selection of the Harvest Control Rule」）に限らず、新たな資源管理全体に開かれた SH の利害調整の場づくりを進める必要がある。以下に提案する手段は、SH 会合を中心とする参加型モデリングと対立するものではなく、むしろ相互補完的に用いることで SH の関与の改善に資するだろう。

##### ・実用的な手段による SH の利害調整

我が国の「新たな資源管理の流れ」（Fig. 1.2）において、参加型モデリングの過程は資源管理全体の一部の過程に過ぎない。国際情勢や急激な資源変動等の不確実性によって、参加型モデリングによる SH の短期的な利害調整が困難な場合、その後の漁獲枠配分や操業にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の青色の太枠内に対応）でより実用的（pragmatic）な手段を用いることが、有効な解決策となる可能性がある。前節で紹介した欧米の事例における具体的な取組みは、問題に直面した管理者、科学者、SH が知恵を絞って導き出した打開策であり、こうした先行事例から学ぶべきことは多い。

実際に、我が国でも実用的な手段によって SH の利害調整を行う努力が既に見られる。例えば、サバ類をはじめとする代表的な浮魚資源では、資源の来遊変動等に伴う漁獲枠の過不足を解消するために、TAC 留保枠の配分（漁獲可能量留保枠の配分について：<https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/200715-3.pdf>, 2020 年 12 月 17 日）や漁獲枠の融通における手続きの簡略化（数量移譲に伴う指定漁業等の種類別に定める数量及び都道府県別に定める数量の変更手続きに見直しについて：[https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s\\_tac/kanren/attach/pdf/index-61.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_tac/kanren/attach/pdf/index-61.pdf), 2020 年 12 月 17 日）等、国が主導で様々な

取組みを始めている。資源の来遊変動が激しい我が国において、漁獲枠の有効利用は切実な問題である。そして、EU が **Quota Swapping** で対応していたように、ある魚種の漁獲枠を使い切ることで他の魚種が漁獲できなくなる **Choke Species** の問題に着手する必要がある。漁業法の改正に伴い **IQ** 方式による管理の導入も本格的に進む中で、欧米をはじめとする諸外国の対応を参考にすべきだろう。漁獲枠の融通の迅速化・円滑化に向けて、**ICT** の活用によるマッチングの促進や、融通する側のメリットの付与等、実現可能な手段を積極的に取り入れるべきである。

続く第 3-5 章では、上記の課題を踏まえ、我が国の漁獲枠配分や操業にかかる過程 (Fig. 1.2 (b)の青色の太枠内に対応) における **SH** の関与の可能性を具体的に検討する。

Table 2.1 Participation by stakeholders (SH) in components of the modelling process (after Voinov *et al.* 2016))

No.	Components of modelling with SH	Examples of SH's roles
1	Scoping and abstraction	To select of the model or of the topic itself; to select of stakeholders (including self-selection)
2	Envisioning and goal setting	To identify the conceptual basis of the model; to select the parameters/variables to include in the model; to modify the topic, concepts and critical issues
3	Model formulation	To identify the parameters and variables to be used; to select model formulation and design methods; to select analytical methods and tools
4	Collection of original data and cross-checking of expert data	To provide data for models; to calibrate models by identifying, measuring and cross-checking the inputs to models
5	Apply model to decision-making	To select relevant qualitative as well as quantitative criteria
6	Evaluation of outputs/outcomes	To evaluate the specific and immediate outputs of a model
7	Facilitation of transparency of the process	To present results to other stakeholders

Table 2.2 List of abbreviations (in alphabetic order)

Abbreviation	Definition
ABC	Allowable (or Acceptable) Biological Catch
ACL	Annual Catch Limit
DTU Aqua	National Institute of Aquatic Resources (at the Technical University of Denmark)
HCR	Harvest Control Rule
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
IQ	Individual Quota
JAKFISH	Judgement and Knowledge in Fisheries Management
MSE	Management Strategy Evaluation
MSY	Maximum Sustainable Yield
NEFMC	New England Fishery Management Council
NEFSC	Northeast Fisheries Science Center
NMFS	National Marine Fisheries Service
NSAS	North Sea Autumn Spawning
RFMO	Regional Fisheries Management Organization
SH	Stakeholders
SPI	Science-Policy Interface
TAC	Total Allowable Catch
WBSS	Western Baltic Spring Spawning



Table 2.3 The summary of stakeholders (SH) involvement in participatory modelling in each case

Case study	EU (WBSS herring)	US (Atlantic herring)	Japan (Mackerels)
Purpose	To propose alternative Harvest Control Rules (HCRs)	To revise the Fisheries Management Plan (FMP)	To decide the basic principles of resource management
Period	2009-2010	2015-2017	2019-2020
Participants	European Council members and representatives of Advisory Councils	Fishers, industry representatives, recreational fleets, NGOs, professors and others	Fishers, industry representatives, government workers, professors, NGOs and others
Participation techniques (see also Table 2.1)	Workshops, focus groups and e-mails	Workshops, public hearings, public comments, e-mails and phone calls	Workshops and public comments
Input from SH (see also Table 2.2)	SH validated the quality of the data and models used for MSE	SH bridged the gaps between the model and the reality of predator-prey relationships	SH informed scientists of the recent situation of catches by foreign vessels

Table 2.3 (Continued) The summary of stakeholders (SH) involvement in participatory modelling in each case

Case study	EU (WBSS herring)	US (Atlantic herring)	Japan (Mackerels)
Output discussed with SH	Alternative HCR to that advised by ICES	Range of potential objectives of HCRs, quantitative metrics and acceptable ranges of performance for metrics	Reproductive models, reference points and safety coefficients ( $\beta$ )
Obstacles to enhanced SH involvement	EU-Norway agreement on the HCR has not (yet) been realized because Norway was not involved in participatory modeling	Unexpected reduction in recruitment, Annual Catch Limit (ACL) and Total Allowable Catch (TAC) of Atlantic herring	Some SHs were not well informed of the workshops; scientific terms and concepts were hard to understand; some biological or political topics remained as future issues

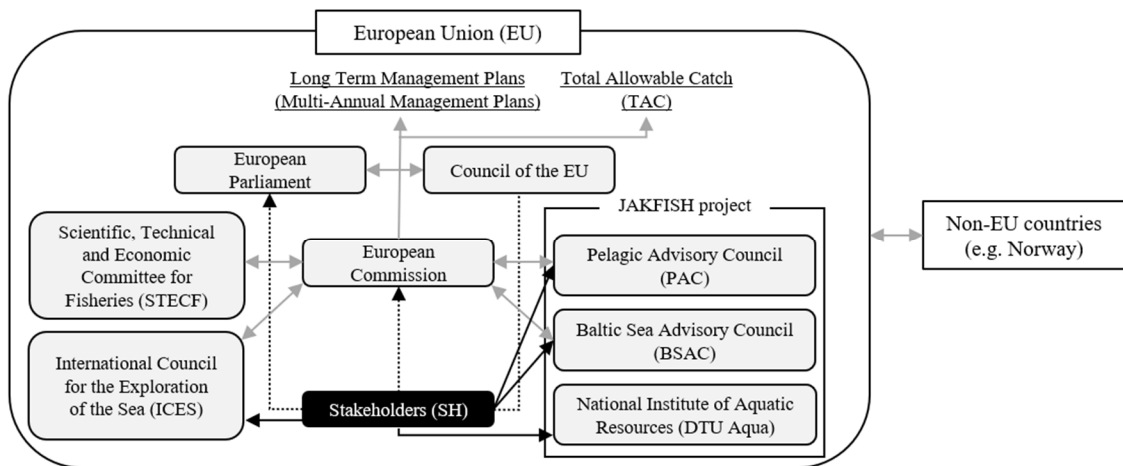


Fig. 2.1 Typical decision-making process of Long-Term (Multi-Annual) Management Plans / Total Allowable Catch (TAC) and the roles of stakeholders in EU fisheries (Voss *et al.* 2017, Lutchman and Adelle 2008). Note that JAKFISH, GAP1, and GAP2 are unique to the case of Western Baltic spring spawning herring. Gray arrows show decision-making processes. Black arrows indicate stakeholder involvement: solid arrows, mechanisms that enable a high degree of involvement; dotted arrows, those that enable a low degree of involvement.

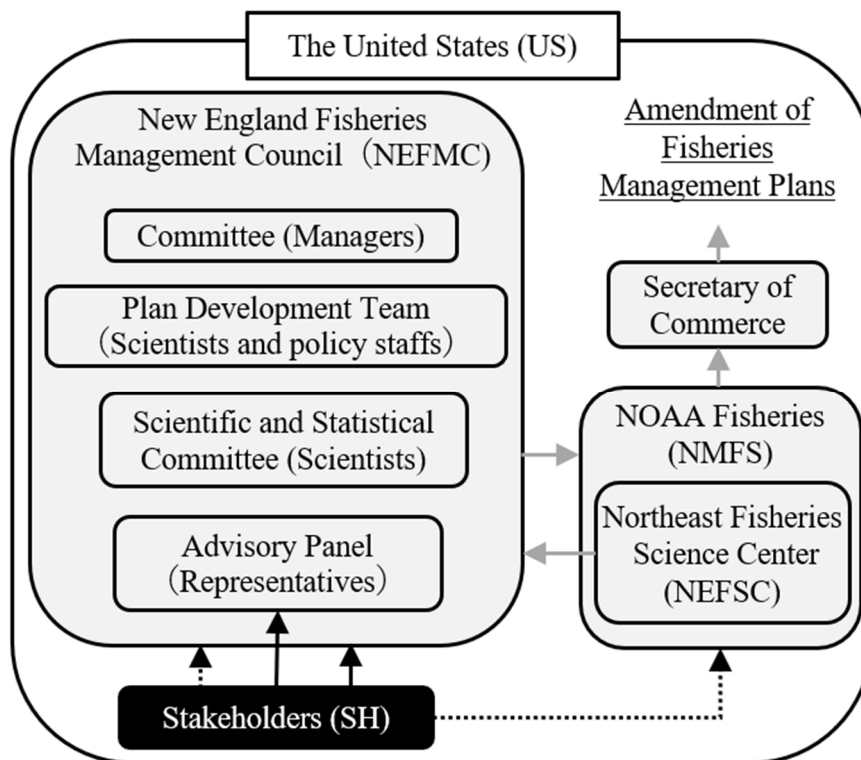


Fig. 2.2 Typical process of amending Fisheries Management Plans and the roles of stakeholders in New England fisheries, USA (NEFMC 2020). Gray arrows show amendment processes. Black arrows indicate stakeholder involvement: solid arrows, mechanisms that enable a high degree of involvement; dotted arrows, those that enable low degree of involvement.

### **第 3 章 漁獲可能量 (TAC) の配分シェア算出方法における配分量の過不足リスクの評価と問題点の抽出**

本章の内容は、学術雑誌論文として出版する計画があるため公表できない。5年以内に出版予定。

### **第 4 章 太平洋くろまぐろ漁業における配分量の融通のネットワーク分析**

本章の内容は、学術雑誌論文として出版する計画があるため公表できない。5年以内に出版予定。

### **第 5 章 漁獲可能量 (TAC) による管理における配分量の設定・調整にかかる各施策の性能比較**

本章の内容は、学術雑誌論文として出版する計画があるため公表できない。5年以内に出版予定。

## 第6章 総合考察

本研究では、資源管理におけるSHの関与の可能性と課題を概観し（第2章）、我が国の資源管理の各施策について、SHがどのような形で関与できるか、また科学者はどのような役割を果たしうるか、といった着眼点で現状分析を行った（第3-5章）。本研究の主な貢献は、現実の漁業に適用可能な分析手法を提案し、実データを用いた分析結果に基づく考察を行うことで、配分や融通にかかる各施策に関しても、科学的評価やSHを交えた議論が可能であることを具体的に示した点にある。本章の総合考察では、我が国の新たな資源管理の流れ（Fig. 1.2）をモデルケースとして、これまでばらばらに分析してきた各施策におけるSHの関与を統合的に分析する。

第2章では、資源評価と中長期的な管理目標の策定にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の緑色の太枠内に対応）におけるSHの関与を検討した。具体的には、我が国で改正漁業法の成立後に実施されているSH会合を中心とした参加型モデリングにおけるSHの関与の可能性と課題を抽出した。その結果、特定水産資源ごとに定期的実施されるSH会合や付随する資源評価関連会議では、SHの知識の活用による資源評価モデルの高度化や、SHの意見を踏まえた柔軟な漁獲シナリオの検討が可能であることが明らかとなった。一方で、漁業者を中心とした多くのSHにとって関心の高いTACは、国際情勢や資源変動の不確実性によって大きな不確実性を有しており、SH会合を中心とする参加型モデリングの過程ではSHの利害は十分調整できない可能性が示唆された。これらの課題は、当該過程の中で解決することが困難であることから、その後の過程でSHの利害調整を補う必要があることが明らかとなった。

続く第3-5章では、漁獲枠配分および操業にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の青色の太枠内に対応）におけるSHの関与を検討した。上記の過程においては、「(漁期前の) 毎年のTACをどのように配分するか」を決める漁獲シェアの設定・調整や、「(漁期中の) 配分量の過不足をどのように解消するか」を制御する留保枠の再配分や配分量の融通といった具体的かつSHの利害に密接に関わる施策が充実しつつある。これらの施策を扱った分析結果を踏まえて、魚種や管理区分の特性に応じて異なる影響をもたらし得ること、それぞれ強みと弱みがあり改善の余地があること、科学者はこれらの施策の科学的評価を通じてSHの利害調整や意思決定を手助けできる可能性があること等が明らかとなった。

本研究を踏まえて、我が国の「新たな資源管理の流れ」（Fig. 1.2）全体を改めて俯瞰すると、資源評価と中長期的な管理目標の策定にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の緑色の太枠内に対応）において解決困難なTACの過不足等の課題は、その後の過程で各施策の運用を工夫することによって部分的に解決される可能性があるものの、実際には実現していない、という実態が浮かび上がる。特に、漁獲枠配分および操業にかかる過程（Fig. 1.2 (b)の青色の太枠内に対応）においては、SH会合のように討論形式の公開の議論の場が設けられていないことから、第3-5章で扱った各施策に関する科学的な議論は（本博士論文の執筆時点では）

ほとんど行われておらず、配分や融通に関する各施策に対して SH がどのような意見・要望を持っているかについて把握が困難な状況である。第 5 章で明らかにしたように、各施策は相互に影響しており、資源や漁業の特徴に応じて施策の組み合わせを工夫することで配分量の過不足を解消し有効活用につながる事が期待される。したがって、各施策に関して個別に議論を行うのではなく、連続的な議論を行うことが望ましいと言える。

以上を踏まえると、我が国の資源管理における SH の関与は、「新たな資源管理の流れ」(Fig.1.2)の全体において相互補完的・連続的に達成されるべきであり、そのためには各過程において管理者・科学者・SH が共に議論できる場を設けることが先ず重要である。従来、資源管理における科学者の役割は自然科学の分野に限定されることが多く、「新たな資源管理の流れ」(Fig. 1.2)においても、資源評価以外の過程における科学者の役割は必ずしも明確ではない。しかし、本研究が実践したように、科学者が施策自体の評価を行い、SH の関与やその利害に関する情報を解釈可能な形で可視化することで、SH の理解や議論を促進し、SH の効果的な関与による施策の見直しの実現に貢献できる可能性が大いに考えられる。

近年、政策の企画をその場限りのエピソードに頼るのではなく、政策目的を明確化した上で合理的根拠(エビデンス)に基づくものにする「エビデンスに基づく政策立案 Evidence-Based Policy Making (以下、EBPM)」が注目されている。EBPM は、限られた資源を有効利用し、国民により信頼される行政の展開を目指すための重要な取り組み(総務省 2018)である。我が国では、2016年に官民データ活用推進基本法が成立すると、翌2017年に「骨太の方針」で「EBPM の推進」が掲げられ、以降は各府省の政策・施策・事務事業の各段階において EBPM の試行的な実践が徐々に進みつつある(総務省 2020)が、水産分野では適用が遅れている。欧米諸国の水産政策においては、配分シェアの設定にあたって考慮すべき事項や、配分シェアの評価の必要性が国の法律あるいは政策に明記されており、管理者・科学者・SH による配分シェアの多角的な評価体制の整備、必要な社会経済データの収集体制の構築が急速に進んでいる。今後、我が国においても EBPM に即した「新たな資源管理の流れ」(Fig.1.2)の高度化に向けて、施策の評価体制や評価に必要なデータの収集体制の充実を図る余地がある。本研究で主に用いたデータは公開されている漁獲量データであり、各章の分析結果の多くは、漁業者・加工業者・観光業者等の限られた SH に関連するものであった。環境 NGO や関心の高い消費者等の幅広い SH の関与を促すようなより多角的な評価についても、環境・経済・社会に関する利用可能なデータが蓄積されると期待される将来の検討課題である。

各章において、主な分析対象は我が国漁業であった。ただし、配分量の過不足を目的とした我が国独自の各施策は、欧米で主流である ITQ 方式や quota swapping を導入しておらず、配分量と金銭のやり取りが認められていない国ならでの工夫であると言える。したがって、本研究で行った我が国漁業を対象とした評価の一部は、同様の特徴を持つ国々にも示唆をもたらす可能性がある。例えば、第 4 章のくろまぐろ配分量の融通ネットワーク分析の結果から示唆された融通促進のためのキーワードは、“互惠性”や“関係性の維持”等で

あった。これらは、金銭を介さないインセンティブの好事例であり、ITQ方式や quota swapping に対するオルタナティブとしての我が国の各施策の有効性を示すものである。今後は、融通に関するデータの蓄積に伴い評価をさらに進め、我が国漁業ならではの各施策の可能性と課題を世界に向けて積極的に普及していくことで、諸外国の資源管理の改善に貢献することを目標としたい。

## 謝辞

本博士論文の執筆にあたっては、指導教員の山川卓准教授の真摯かつ親身なご指導・ご鞭撻に幾度となく支えられた。また、第2章は、山川卓准教授および(国研)水産研究・教育機構水産資源研究所の巨真吾漁業管理グループ長の的確なご助言によって完成した。東京大学大学院農学生命科学研究科の八木信行教授および阪井裕太郎准教授、東京大学大気海洋研究所の牧野光琢教授および平松一彦准教授には、本稿全体をご添削いただき、基本構成から具体的な内容に至るまで大変丁寧なご指導をいただいた。筆者の所属先である水産資源学研究室の高須賀明典教授、黒木真理助教および学生の皆様、筆者の勤務先である(国研)水産研究・教育機構水産資源研究所の漁業管理グループの皆様には、博士審査会に向けた発表練習にお付き合いいただき、論理構成や可視化の工夫等、隔々ご指導いただいた。皆様にこの場をお借りして心からお礼申し上げます。



## 参考文献

- Aanesen M, Armstrong CW, Bloomfield HJ, Röckmann C. What does stakeholder involvement mean for fisheries management? *Ecology and Society* 2014; **19**(4): 35.
- Anderson TL, Arnason R, Libecap GD. Efficiency advantages of grandfathering in right-based fisheries management. 2011. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-resource-083110-120056>, 2021年12月6日
- Aranda M, Ulrich C, LeGallic B, Borges L, Metz S, Pallezo R, Santurtún M. Research for PECH Committee — EU fisheries policy – latest developments and future challenges. European Parliament, Policy department for structural and cohesion policies, Brussels. 2019.
- Arnstein SR. A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners* 1969; **35**: 216–224.
- Atkinson AC, Riani M, Corbellini A. The box-cox transformation: review and extensions. *Statistical science* 2021; **36** (2): 239-255.
- Bergold J, Thormas S. Participatory research methods: A methodological approach in motion. 2012. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1201302>
- Cash DW, Clark WC, Alcock F, Dickson NM, Eckley N, Guston DH, Mitchell RB. Knowledge system for sustainable development. *Proceeding of the national academy of sciences of the United States of America*. 2003; **100**: 8086-8091.
- Box GEP, Cox DR. An analysis of transformations. *Journal of the royal statistical society. Series B* 1964; **26** (2): 211-252.
- Brandt P, Ernst A, Gralla F, Luederitz C, Lang DJ, Newig J, Reinert F, Abson DJ, von Wehrden H. A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*. 2013; **92**: 1–15.
- Carpenter G, Kleinjans R. Who gets to fish? The allocation of fishing opportunities in EU Member States. 2017.
- Chow SM, Hamaker EL, Allaire JC. Using innovative outliers to detect discrete shifts in dynamics in group-based state-space models. *Multivariate behavioral research* 2009; **44** (4): 465-496.
- Clausen LW, Ohms V, Olesen C, Johansson R, Hopkins P. Information is the jam of the western Baltic herring sandwich: Bridging gaps between policy, stakeholders and science. In: Holm P., Hadjimichael M., Linke S., Mackinson S. (eds) *Collaborative research in fisheries*. MARE Publication Series, Springer, Cham. 2020; 85–103.
- Coers A, Raakjær J, Olesen C. Stakeholder participation in the management of north

- east Atlantic pelagic fish stocks: The future role of the Pelagic Regional Advisory Council in a reformed CFP. *Marine Policy* 2012; **36**: 689–695.
- Dankel DJ. Defining a responsible path forward for simulation-based methods for sustainable fisheries. In: Edwards CT, Dankel DJ (eds). *Management science in fisheries: an introduction to simulation-based methods*. Routledge, New York. 2016; 435–450.
- Davidson S. Spinning the wheel of empowerment. *Planning* 1998; **3**: 14–15.
- de Jong P, Penzer J. Diagnosing shocks in time series. *Journal of American statistical association* 1998; **93**: 796–806.
- Deroba JJ, Gaichas SK, Lee MY, Feeney RG, Boelke D, Irwin BJ. The dream and the reality: meeting decision-making time frames while incorporating ecosystem and economic models into management strategy evaluation. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 2019; **76**: 1112–1133.
- DeVore J, Gilden J (eds). Sixth national meeting of the regional fishery management councils' scientific and statistical committees. Report of a national SSC Workshop. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR. 2019.
- Dreyer M, Renn O. Participatory Approaches to Modeling for Improved Learning and Decision - making in Natural Resource Governance: An editorial. *Environmental policy and governance* 2011; **21**: 379–385.
- Durbin J, Koopman SJ. A simple and efficient simulation smoother for state space time series analysis. *Biometrika*. 2002; **89 (3)**: 603–615.
- Durbin J, Koopman SJ. Time series analysis by state space methods: second edition. OUP oxford, Oxford. 2012.
- Eliassen SQ, Hegland TJ, Raakjær J. Decentralising: The implementation of regionalisation and co-management under the post-2013 Common Fisheries Policy. *Marine policy* 2015; **62**: 224–232.
- EU-Norway. Agreed record of fisheries consultations between the European Union and Norway for 2015, Clonakilty. 2014.
- Eurogroup for animals. Looking beneath the surface: Fish welfare in European aquaculture. 2018.
- FAO. Precautionary approach to capture fisheries and species introduction. *FAO technical guidelines for responsible fisheries* 1995; 1–54.
- Feeney RG, Boelke DV, Deroba JJ, Gaichas S, Irwin BJ, Lee M. Integrating management strategy evaluation into fisheries management: Advancing best practices for stakeholder inclusion based on an MSE for northeast US Atlantic herring. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 2019; **76**: 1103–1111.

- Feng C, Wang H, Lu N, Chen T, He H, Lu Y, Tu Xin M. Log transformation and its implications for data analysis. *Shanghai archives of psychiatry* 2014; **26** (2).
- Frank O, Strauss D. Markov graphs. *Journal of American statistical associations* 1986; **81**: 832–842.
- Fransis R, Shotton R. “Risk” in fisheries management: A review. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 2011; **54**: 1699–1715.
- Funtowicz S, Ravetz J. Science for a post-normal age. *Futures* 1993; **25**: 739–755.
- Fujiyama H, Fujiomto K. Stochastic actor-oriented models for multiplex conversation-advice network dynamics based on the self-determination theory. *Sociological theory and methods* 2018; **33** (1): 79–93.
- Geweke J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: Bernardo JM, Berger JO, David AP, Smith AFM. *Bayesian statistics 4*. Oxford University press, Oxford. 1992; 169-193.
- Goethel DR, Lucey SM, Berger AM, Gaichas SK, Karp MA, Lynch PD, Walter III JF. Recent advances in management strategy evaluation: introduction to the special issue “Under pressure: addressing fisheries challenges with Management Strategy Evaluation”. *Canadian journal of fisheries aquatic sciences*. 2019; **76**: 1689–1696.
- Grimble R, Wellard K. Stakeholder methodologies in natural resource management: a review of principles, contexts, experiences and opportunities. *Agric. Syst.* 1997; **55**: 173–193.
- Harvey AC, Koopman SJ. Diagnostic checking of unobserved-components time series model. *Journal of business and economic statistics*. 1992; **10** (4): 377-389.
- Hilborn R. Living with uncertainty in resource management. *North American journal of fisheries management* 1987; **7**: 1–5.
- Hilborn R, Peterman RM. The development of scientific advice with incomplete information in the context of the precautionary approach. In: Precautionary approach to fisheries part 2: scientific paper, FAO fisheries Technical paper, FAO, Rome. 1996: 77–101.
- Hilborn R, Storcks K. Defining overfished stocks: Have we lost the plot? *Fisheries* 2010; **35**: 113–120.
- Hoefnagel E, de Vos B, Buisman E. Quota swapping, relative stability, and transparency. *Marine policy* 2015; **57**: 111–119.
- Hoefnagel E, de Vos B. Social and economic consequences of 40 years of Dutch quota management. *Marine policy* 2017; **80**: 81–87.
- Holland PW, Leinhardt S. An exponential family of probability distributions for directed graphs. *Journal of American statistical association*. 1981; **76**: 33–50.

- Hunter DR, Handcock MS, Butts CT, Goodreau SM, Morris M. ergm: A package to fit, simulate and diagnose exponential-family models to networks. *Journal of statistical software*. 2008; **24** (3).
- Hutniczak B, Lipton D, Wiedenmann J, Wilberg M. Valuing changes in frequency of fish stock assessments. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 2019; **76**: 1640–1652.
- Ichinokawa M, Okamura H, Kurota H, Yukami R, Tanaka H, Shibata Y, Ohshimo S. Searching for optimum management procedures by quantifying management objectives for Japanese domestic fishery stocks without stock biomass estimation. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2015; **81**: 206–218 (in Japanese with English abstract).
- ISC. Stock assessment of Pacific bluefin tuna in the Pacific Ocean in 2020. 2020. [http://isc.fra.go.jp/pdf/ISC20/ISC20\\_ANNEX11\\_Stock\\_Assessment\\_Report\\_for\\_Pacific\\_Bluefin\\_Tuna.pdf](http://isc.fra.go.jp/pdf/ISC20/ISC20_ANNEX11_Stock_Assessment_Report_for_Pacific_Bluefin_Tuna.pdf), 2021 年 12 月 6 日
- ICES. Workshop on Guidelines for Management Strategy Evaluations (WKG MSE2). 2019; 8–48. doi: 10.17895/ices.pub.5331, 2021 年 12 月 6 日
- Kerr L, Fay G, Lipton D, Wiedenmann J. External peer review of Atlantic herring management strategy evaluation. 2017. <https://s3.amazonaws.com/nefmc.org/Final-Peer-review-report.pdf>, 2021 年 12 月 6 日
- Krivitsky PN, Hunter DR, Morris M, Klumb C. ergm 4.0: New features and improvements. <https://arxiv.org/abs/2106.04997>, 2021 年 12 月 6 日
- Kurota H, Hiramatsu K, Takahashi N, Shono H, Itoh T, Tsuji S. Developing a management procedure robust to uncertainty for southern bluefin tuna: A somewhat frustrating struggle to bridge the gap between ideals and reality. *Population Ecology* 2010; **52**: 359–372.
- Lang DJ, Wiek A, Bergmann M, Stauffacher M, Martens P, Moll P, Swilling M, Thomas CJ. Transdisciplinary research in sustainability science: practices, principles and challenges. *Sustainable Science* 2012; **7**: 25–43.
- Larkin PA. An epitaph for the concept of maximum sustained yield. *Transactions of the American fisheries society* 1977; **106**: 1–11.
- Long R. Stakeholder Participation in the European Common Fisheries Policy: Shifting the Legal Paradigm toward Rights and Responsibilities. 2016.
- Lutchman I, Adelle C. EU fisheries decision making guide. 2008.
- Ludwig D, Hilborn R, Walters C. Uncertainty, resource exploitation, and conservation: Lessons from history. *Science* 1993; **260**: 17–36.
- Luyet V, Schlaepfer R, Parlange MB, Buttler A. A framework to implement stakeholder participation in environmental projects. *Journal of environmental management* 2012;

111: 213–219.

Lynham J. How have catch share been allocated?

<https://ideas.repec.org/p/hae/wpaper/2013-8.html>, 2021 年 12 月 16 日

Lynham J., Halpern BS, Blenckner T, Essington T, Estes J, Hunsicker M, Kappel C, Salomon AK, Scarborough C, Selkoe KA, Stier A. Costly stakeholder participation creates inertia in marine ecosystems. *Marine policy* 2017; **76**: 122–129.

Mace PM. A new role for MSY in single-species and ecosystem approaches to fisheries stock assessment and management. *Fish and fisheries* 2001; **2**: 2–32.

Mackinson S, Wilson DC, Galiay P, Deas B. Engaging stakeholders in fisheries and marine research. *Marine policy* 2011; **35**: 18–24.

Makino M, Watari S, Hirose T, Oda K, Hirota M, Takei A, Ogawa M, Horikawa H. A transdisciplinary research of coastal fisheries co-management: the case of the hairtail *Trichiurus japonicus* trolling line fishery around the Bungo Channel, Japan. *Fisheries science*. 2017; **83**: 853–864.

Miller SK., Anganuzzi A, Butterworth DS, Davies CR, Donovan GP, Nickson A, Rademeyer RA, Restrepo V. Improving communication: The key to more effective MSE processes. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 2019; **76**: 643–656.

Morris M, Handcock MS, Hunter DR. Specification of exponential-family random graph models: Terms and computational aspects. *Journal of statistical software* 2008; **24** (4).

Nakatsuka S. Best practices for providing scientific recommendations in regional fisheries management organizations: Lessons from bluefin tunas. *Fisheries research* 2017a; **195**: 194–201.

Nakatsuka S. Management strategy evaluation in regional fisheries management organizations – How to promote robust fisheries management in international settings. *Fisheries research* 2017b; **187**: 127–138.

Nakatsuka S, Ishida Y, Fukuda H, Akita T. A limit reference point to prevent recruitment overfishing of Pacific bluefin tuna. *Marine policy* 2017; **78**: 107–113.

Nakatsuka S. Stock structure of Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) for management purposes – A review of available information. *Reviews in fisheries science and aquaculture* 2020; **28** (2): 170–181.

NEFMC. Summary report: Workshop on Atlantic herring acceptable biological catch control rule management strategy evaluation. 2016. <http://s3.amazonaws.com/nefmc.org/160516-17MSE-workshop-summary-report.pdf>,

2021 年 12 月 9 日

NEFMC. Summary report: Second workshop on Atlantic herring acceptable biological catch control rule management strategy evaluation. 2016.

<http://s3.amazonaws.com/nefmc.org/161207-08-MSE-workshop-summary-report.pdf>,

2021年12月9日

NEFMC. Management strategy evaluation process used in the evaluation of Atlantic herring acceptable biological catch control rules. 2017.

NEFMC. Atlantic herring fishery management plan management strategy evaluation debrief final report, MA: New England Fishery Management Council. 2019.

[https://s3.amazonaws.com/nefmc.org/3\\_Herring-MSE-debrief-final-report.pdf](https://s3.amazonaws.com/nefmc.org/3_Herring-MSE-debrief-final-report.pdf), 2021年12月9日

NEFMC. Operations handbook: Practices and policies. 2020.

NEFMC. Northeast multispecies (groundfish) catch share review. 2021.

[https://s3.amazonaws.com/nefmc.org/Sector-Program-Review\\_Final-May2021.pdf](https://s3.amazonaws.com/nefmc.org/Sector-Program-Review_Final-May2021.pdf), 2021年12月9日

Ohshimo S, Naya M. Management strategy evaluation of fisheries resources in data-poor situations using an operating model based on a production model. *Japan Agricultural research quarterly* 2014; **48**: 237–244.

Ohms VR, Raakjær J. The future of the Pelagic Advisory Council: Repositioning the organization in the face of BREXIT. *Marine policy* 2019; doi: 10.1016/j.marpol.2019.103535.

Pastors MA. Stakeholder participation in the development of management strategies: a European perspective. In: Edwards CT, Dankel DJ (eds). *Management science in fisheries: an introduction to simulation-based methods*. Routledge, New York. 2016; 409–422.

Pastors MA, Ulrich C, Wilson DC, Röckmann C, Goldsborough D, Degenbohl D, Berner L, Johnson T, Haapasaari P, Dreyer M, Bell E, Borodzicz EK, Hauge KH, Howell D, Mäntyniemi S, Miller D, Aps R, Tserpes G, Kuikka S, Casey J. JAKFISH Policy Brief: coping with uncertainty, complexity and ambiguity in fisheries management through participatory knowledge development. 2012. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/jakfish-policy-brief-coping-with-uncertainty-complexity-and-ambig>, 2021年12月6日

Pacific Fishery Management Council (PFMC), the National Marine Fisheries Service (NMFS). West coast ground trawl catch share program: Five years review. 2017.

<https://www.pcouncil.org/documents/2017/01/trawl-catch-share-review-main-document.pdf>, 2021年12月6日

Pita C, Pierce GJ, Theodossiou I. Stakeholders' participation in the fisheries management decision-making process: Fishers' perceptions of participation. *Marine Policy* 2010; **34**: 1093–1102.

Punt AE, Donovan GP. Developing management procedures that are robust to

- uncertainty: lessons from the International Whaling Commission. *ICES journal of marine science* 2007; **64**: 603–612.
- Punt AE, Butterworth DS, de Moor CL, De Oliveira JAA, Haddon M. Management strategy evaluation: best practices. *Fish and fisheries* 2016; **17**(2): 303–334.
- Reed MS. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation* 2008; **141**: 2417–2431.
- Rindorf A, Dichmont CM, Thorson J, Charles A, Clausen LW, Degnbol P, Garcia D, Hintzen NT, Kempf A, Levin P, Mace P, Maravelias C, Minto C, Mumford J, Pascoe S, Prellezo R, Punt AE, Reid DG, Röckmann C, Stephenson RL, Thebaud O, Tserpes G, and Voss R. Inclusion of ecological, economic, social, and institutional considerations when setting targets and limits for multispecies fisheries. *ICES journal of marine science* 2017; **74** (2): 453–463.
- Röckmann C, Ulrich C, Dreyer M, Bell E, Borodzicz E, Haapasaari P, Hauge KH, Howell D, Mäntyniemi S, Miller D, Tserpes G and Pastoors M. The added value of participatory modeling in fisheries management - what has been learnt? *Marine Policy* 2012; **36**: 1072–1085.
- Russel ES. Some theoretical considerations on the “Overfishing” problem. *ICES journal of marine science* 1931; **6**: 3–20.
- Sampedro P, Prellezo R, García D, Da-Rocha JM, Cerviño S, Torralba J, Touza J, García-Cutrín J, Gutiérrez MJ. To shape or to be shaped: engaging stakeholders in fishery management advice. *ICES journal of marine science* 2017; **74**: 487–498.
- Standa-Gunda W, Mutimukuru T, Nyirenda R, Prabhu R, Haggith M, Vanclay J. Participatory modeling to enhance social learning, collective action and mobilization among users of the Mafungautsi Forest, Zimbabwe. *Small-scale Forestry* 2003; **2**: 185–210.
- Sarkki S, Niemelä J, Tinch R, van den Hove S, Watt A, Young J. Balancing credibility, relevance and legitimacy: A critical assessment of trade-offs in science–policy interfaces. *Science and public policy* 2014; **41**: 194–206.
- Snijders TAB. Markov chain Monte Carlo estimation of exponential random graph models. *Journal of social structure* 2002; **3** (2).
- Ulrich C, Coers A, Hauge KH, Clausen LW, Olesen C, Fisher L, Johansson R, Payne M. Improving complex governance schemes around western Baltic herring, through the development of a long-term management plan in an iterative process between stakeholders and scientists. Paper presented at ICES council meeting 2010, Nantes, France. 2010.
- UN. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. 2015.

- van den Hove S. A rationale for science-policy interface. *Futures* 2007; **39**: 807–826.
- Voinov A, Bousquet F. Modeling with stakeholders. *Environmental modelling and software* 2010; **25**: 1268–1281.
- Voinov A, Kolagani N, McCall MK, Glynn PD, Kragt ME, Ostermann FO, Pierce, SA, Ramu P. Modeling with stakeholders - Next generation. *Environmental modelling and software* 2016; **77**: 196–220.
- Voss R, Quaas M, Hoffmann J, Schmidt JO. Social–ecological trade-offs in Baltic sea fisheries management. In: Phillip SL, Melissa RP. (eds) *Conservation for the Anthropocene ocean: Interdisciplinary science in support of nature and people*. Academic Press, London. 2017; 359–377.
- Walker B, Carpenter S, Anderies J, Abel N, Cumming G, Janssen M, Lebel L, Norberg J, Peterson GD, Pritchard R. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 2002; **6(1)**: 14: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>
- Walay D, Ghislain S. Why animal welfare is gaining prominence in aquaculture. *Aqua Culture Asia Pacific* 2019; **15(2)**: 24–26.
- Wang JYL, Anderson CM, Cunningham CJ, Hilborn R, Link MR. Does more fish mean more money? Evaluating alternative escapement goals in the Bristol bay salmon fishery. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 2019; **76**: 153–167.
- Wasserman S, Pattison P. Logit models and logistic regressions for social networks: I An introduction to Markov graphs and  $p^*$ . *Psychometrika* 1996; **61 (3)**: 401–425.
- Young JC, Watt AD, van den HS, the SPIRAL project team. Effective interfaces between science, policy and society: the SPIRAL project handbook. 2013: [http://planbleu.org/sites/default/files/upload/files/SPIRAL\\_handbook.pdf](http://planbleu.org/sites/default/files/upload/files/SPIRAL_handbook.pdf)
- 秋山清二・泉澤光紀・高田将平・野呂英樹. 定置網に入網したクロマグロ小型魚の放流方法と生残率. 日本水産学会誌 2018; **84 (6)**: 1044–1046.
- 市野川桃子. 新たな資源評価の考え方と管理のプロセス. アクアネット 2020; **1**: 22–27.
- 井手剛・杉山将. 異常検知と変化検知. 講談社, 東京. 2015.
- 伊庭幸人・種村正美・大森裕浩・和合肇・佐藤整尚・高橋明彦. 計算統計Ⅱ: マルコフ連鎖モンテカルロ法とその周辺. 岩波書店, 東京. 2005.
- 大橋貴則. 新たな社会へ向けた EU の共通漁業政策-欧州の漁業: 昨日, 今日, 明日-. 水産振興 2011; **45(8)**: 1–104.
- 岡村寛・市野川桃子. 水産資源学における統計モデリング. 統計数理 2016; **64(1)**: 39–57.
- 加藤正人・大畑聡・瀧口香穂・中川拓郎・中村健太郎. 伊豆諸島海域における 2018 年漁期のマサバ漁況の特徴. 黒潮の資源海洋研究 2019; **20**: 63–68.
- 春日文子. Future Earth -持続可能な地球社会のための新たな研究体系と国際連携. 横幹



2014; **8(2)**: 70–72.

片岡千賀之・亀田和彦・西田明梨. サバ類, マアジの漁獲と資源管理. <http://www.gyokei.sakura.ne.jp/dp/Vol3/No2.pdf>, 2021年12月16日

工藤貴史. 道東沖における大中型まき網漁業の変容と今日的特質. 漁業経済研究 2018; **62(1)**: 63-80.

黒田啓行・向草世香・依田真里・高橋素光. 令和2年度ゴマサバ東シナ海系群の資源評価. 2021b. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202006.pdf>, 2021年12月6日

黒田啓行・向草世香・依田真里・日野晴彦・高橋素光. 令和2年度マサバ対馬暖流系群の資源評価. 2021a. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202006.pdf>, 2021年12月6日  
クロマグロ漁獲抑制対策グループ. 令和2年度太平洋クロマグロ漁獲抑制対策支援事業成果報告書. 2021. <http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/kuromaguro/R02kuromaguro-report/kuromaguro2020-all.pdf>, 2021年12月6日

阪井裕太郎. 米国の沿岸漁業ではどうしているのか. 「水産改革と魚食の未来」(八木信之編) 恒星社厚生閣, 東京. 2020; 112–126.

水産庁. 第3節 令和の時代に向けた改革の推進. 令和元年度水産白書 2020; 73–90: <https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/R1/attach/pdf/index-12.pdf>, 2021年12月6日

鈴木努. ネットワーク分析. 共立出版, 東京. 2017.

鈴木努. 統計的ネットワーク分析の視座: 社会ネットワーク分析における意義の検討. 理論と方法 2018; **33(1)**: 49–62.

総務省. EBPM (エビデンスに基づく政策立案) に関する有識者との意見交換会報告 (議論の整理と課題等). 2018. [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000579329.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000579329.pdf), 2021年12月6日

総務省. 政策評価制度と政府における EBPM の取り組み —政策効果の把握・分析手法の実証的共同研究を中心に—. 2020. [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000723040.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000723040.pdf), 2021年12月6日

武田崇史・武田保幸. 紀伊水道外域におけるサバ類の近年の漁獲動向及び漁況予測. 和歌山県農林水研報 2019; **7**: 183–192.

竹村紫苑, 牧野光琢, 但馬英知. 漁業関係者による沿岸漁業管理の自己浄化ツール「浜の道具箱」-山口県下関外海地区における浜プラン改善への適用-. 地域漁業学会誌 2020; **60**: 125–136.

田中栄次. 定置網漁業におけるクロマグロの割当量の管理方式について. 日本水産学会誌 2020; **86(2)**: 48-58.

鳥取県. 平成29年度版海洋環境・水産資源レポート. 2018. [https://www.pref.tottori.lg.jp/secure/334156/H29annual\\_first\\_half2.pdf](https://www.pref.tottori.lg.jp/secure/334156/H29annual_first_half2.pdf), 2021年12月6日

中塚周哉. 地域漁業管理機関における MSE (管理戦略評価) の実施状況. ななつの海から

2017; **13**: 6–10.

中村元彦・上野正博. 漁獲量変動の水準依存性. 水産海洋研究 2002; **66** (2): 110-117.

野村俊一. カルマンフィルタ: R を使った時系列予測と状態空間モデル. 共立出版, 東京. 2016.

二平章・永沼璋. 重回帰モデルによる東北近海域におけるカツオ漁獲量の予測手法の検討. 茨城水試研報 1994; **32**: 81-87.

原田浩太郎. 石川県沿岸の定置網における魚類相の変遷とその要因. 石川県水産総合センター研究報告 2019; **6**: 7–12.

半沢祐大・山川卓・亙真吾. 資源管理における参加型モデリングへのステークホルダーの関与の可能性と課題. 日本水産学会誌 2021; **87** (3): 225–242.

平松一彦. 管理戦略評価 (MSE) による不確実性の考慮. 月刊海洋 2018; **50**: 481–485.

福元亨介. 薩南海域における近年春季のマサバ漁獲量増加減少. 黒潮の資源海洋研究. 2018; **19**: 59–62.

福元亨介. 鹿児島県海域におけるゴマサバの海域別生物特性. 黒潮の資源海洋研究. 2020; **21**: 75–80.

古市生・由上龍嗣・上村泰洋・西嶋翔太・井須小羊子・渡部亮介. 令和 2 年度マイワシ太平洋系群の資源評価. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202001.pdf>, 2021 年 12 月 6 日

堀江ひかり・西口政治. 宮崎県の情報. 2017. [http://www.jsfo.jp/contents/pdf/82-2/82-2\\_68.pdf](http://www.jsfo.jp/contents/pdf/82-2/82-2_68.pdf), 2021 年 12 月 6 日

牧野光琢. 日本漁業の制度分析 漁業管理と生態系保全. 恒星社厚生閣, 東京. 2013.

松下和夫, 高橋康夫. 自然資本・生態系サービスを巡る科学と政策のインターフェース (SPI). 農村計画学会誌 2017; **36**: 29–33.

松田裕之・竹本裕太・田中貴大・森宙久. クロマグロの漁獲枠配分の問題点: 非定常な資源をどう配分するか? 保全生態学研究 2020; **25** (2): 147-154.

向草世香・高橋素光・黒田啓行・依田真里・日野晴彦. 令和 2 年度マイワシ対馬暖流系群の資源評価. 2021. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202002.pdf>, 2021 年 12 月 6 日

山西健司. データマイニングによる異常検知. 共立出版, 東京. 2009.

安田十也・井須小羊子・渡邊千夏子・木下順二. 令和 2 年度マアジ太平洋系群の資源評価. 2021. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202003.pdf>, 2021 年 12 月 6 日.

由上龍嗣・西嶋翔太・上村泰洋・古市生・井須小羊子・渡部亮介. 令和 2 年度マサバ太平洋系群の資源評価. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202005.pdf>, 2021 年 12 月 6 日

依田真里・向草世香・黒田啓行・高橋素光・佐々千由紀. 令和 2 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価. 2021. <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202004.pdf>, 2021 年 12 月 6 日

