

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究(C)（特設分野研究）

研究期間：2014～2019

課題番号：26520313

研究課題名（和文）管理戦略評価法による次世代水産資源管理ルールの構築

研究課題名（英文）Development of new generation's harvest control rule with management strategy evaluation

研究代表者

市野川 桃子（Ichinokawa, Momoko）

国立研究開発法人水産研究・教育機構・中央水産研究所・主任研究員

研究者番号：30470131

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：持続可能な開発目標（SDGs）では、持続性を確保しながら水産物を最大限利用できるための水準に水産資源を維持することが水産資源の管理目標として掲げられている。この目標は、最大持続生産量（Maximum Sustainable Yield）と呼ばれる。しかし、個々の水産資源においてMSY水準を推定することは難しく、日本の水産資源管理においてはMSYを用いた管理が明示的には行われてこなかった。本研究では、日本の主要な水産資源でMSY水準を推定するための方法を提案し、これらを推定した。さらに、推定されたMSY水準を目標として持続的な管理をおこなうための頑健な管理方策を、シミュレーションによりもとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

持続可能な開発目標（SDGs）において2030年までに水産資源をMSY水準にまで回復させることが掲げられている一方、日本の水産資源の管理は近年までMSY水準を目標とした管理が行われてこなかった。MSY管理が行われてこなかった一つの理由は、親が増えると子が増えるかを表す再生産関係の不確実性であった。本研究は、再生産関係において不確実性が高い場合でも、いくつかの仮定をもとにすれば頑健なMSY水準を推定できることを示し、MSYを目標とした新しい世代の管理方策を提案した。

研究成果の概要（英文）：This study project presents the first quantitative review of the stock status relative to the stock biomass and the exploitation rate that achieved the maximum sustainable yield (MSY) for 37 Japanese stocks contributing 61% of the total marine capture production in Japan. Base on the findings, we constructed simulation frameworks that mimic characteristics of Japanese fisheries stocks and explored new-generation's harvest control rules based on MSY reference points.

研究分野：水産資源

キーワード：管理戦略評価 最大持続生産量 漁獲制御ルール シミュレーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

天然の水産資源は、その維持・管理のためのコスト（例えば農業では、農薬・肥料・水資源）を支払う必要がなく定期的に自然から得られる食料である。人類が水産資源を持続的に利用するためにすべきことは、親から子への生活史循環をうまく回すための資源管理である。近年では、無秩序な漁業や管理の失敗の結果、水産資源が激減し近い将来の崩壊の危険性が叫ばれている一方で (Worm et al, 2003, Nature), 資源管理の適切な実施によって、枯渇した資源を再建に導くことができることが示されてきた (Worm et al., 2009, Science)。

しかし、水産資源の管理には、魚の個体群動態・漁業データの収集・資源評価・管理の実施といった様々な要素が関わり、それぞれの段階で、明らかにされていないことや想定外のこと(「不確実性」)がある。世界における資源管理の成功例では、「不確実性を許容し、そのもともとも資源を持続的に利用できる(頑健な)」管理ルールが科学的に提案され、運用されている。そして、頑健な管理ルールの探索ツールとして、コンピュータシミュレーションを用いた「管理戦略評価(MSE)」手法が利用されている。これは、想定される様々な不確実性をシナリオとして含む仮想的な個体群動態をシミュレーションで再現し、複数の管理ルールの効果をコンピュータ内で比較・検証するものである。

しかし、研究開始当時の日本の資源評価・管理では、資源評価に内在する不確実性が十分に評価されておらず、管理手法も不確実性を考慮したものではなかった。さらに、SDGsをはじめとした国際的な水産資源の回復目標水準となる最大持続生産量(Maximum Sustainable Yield, MSY)は、その目標水準を推定するさいの不確実性が非常に大きいことを理由に、日本の水産資源管理でMSYをもとにした目標水準を推定する試みはなされてこなかった。しかし、国際社会の中で適切な説明責任を果たすためには、自国の水産資源がMSYという国際基準と照らしてどの程度の状態にあるかを知る必要があった。そして、その目標を達成するための新しい管理方策の提案が求められていた。

2. 研究の目的

本研究は A) 再生産関係における環境影響の大きさやさまざまな生物学的パラメータについて、日本の水産資源の特徴を世界と比較する、B) それをもとに目標水準となる MSY 資源量を日本の推定する、C) A), B)を考慮した新しい資源管理方策を提案し、MSE を用いて効果を検証することを目的とした。

3. 研究の方法

A) 日本の主要な水産資源の資源量推定結果や生物パラメータを収集し、データベース化した。B) MSY を達成するときの資源量 (B_{MSY}) とそのときの漁獲率 (U_{MSY}) を推定し、過去の資源量が B_{MSY} や U_{MSY} に対してどのくらいの状態にあったかを調べ、世界の主要な地域の状態と比較した。C) 収集した生物パラメータをもとに、日本の水産資源動態に似せたシミュレーションモデルを作成し、MSY をもとにした新しい漁獲管理規則(HCR, harvest control rule)を提案し、従来の管理規則や米国のものと比較した。

4. 研究成果

A) 日本の水産資源の特徴

図1で見られるように、日本の主要な水産資源は自然死亡係数が0.2~0.4と、世界(0~0.2)と比べると高く、その結果、MSYを達成するときの漁獲圧も高いことが明らかになった。自然死

亡係数が高いことはそれだけ生産性が高く、漁獲に対する抵抗性が強いことを示唆している。一方で、主要な 28 系群の約半分は、加入において親と環境の両方が影響していることが示された (図 2)。加入に親が影響していることは、資源管理において親魚を獲り残すことがより重要であることを示唆している。

B) 日本の資源状態：世界との比較

図 3 から、以下の結果を得た。

最近年の資源量と漁獲圧：半数以上の資源で資源量は $0.5B_{MSY}$ よりも少ない ($0.5B_{MSY}$ は米国における乱獲状態 (overfished) の閾値)。また、やはり半数以上の資源で漁獲圧は U_{MSY} よりも大きい (U_{MSY} は米国における乱獲中 (overfishing) の閾値)。

・資源量と漁獲圧のトレンド：2000 年初頭と比較すると資源量は微増、漁獲圧は減少傾向にあり、この傾向は統計的にも有意であった。特に、TAC 対象資源の漁獲圧の減少傾向は、TAC 非対象資源の減少傾向よりも有意に大きく、TAC 管理によってたしかに漁獲圧が削減されていることが示された。

C) 新しい漁獲管理規則の提案

以上の知見をもとに、 B_{MSY} を目標資源量とする新しい HCR を考案し、日本の資源の特徴を模したシミュレーションモデルでそのパフォーマンスを確認した (論文準備中)。その結果、新しい HCR は従来の HCR よりも資源の保存という点で、また、米国などで用いられている HCR よりも漁獲の量や安定性の点で優れていることが確認された。この新しい HCR は、漁獲量の上限となる TAC を決める根拠となる ABC を与えるときの HCR としてすでに正式に採用されている (図 4)。

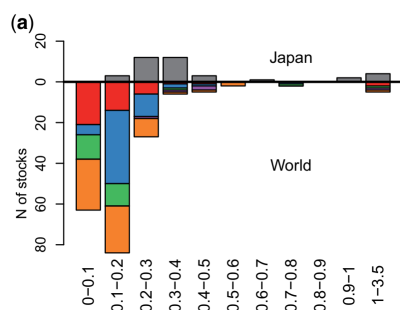


図 1. 日本の主要な 37 系群の自然死亡係数と世界のものと比較した (Ichinokawa et al. 2017. doi:10.1093/icesjms/fsx002, Fig. 6 より)

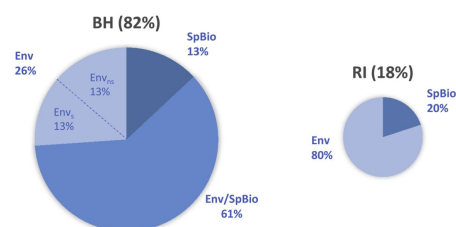


図 2. 日本の主要な 28 系群において、加入変動に影響を与える要因を、環境と親魚の両方 (Env/SpBio)、環境 (Env)、親魚 (SpBio) に分けた結果 (Kurota et al. 2019, <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105353>, Fig. 3 より)

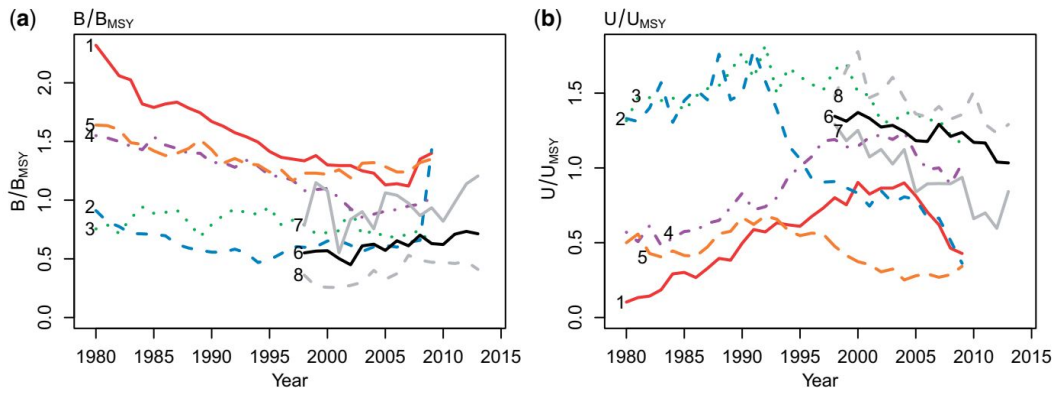


図3. 日本の主要な37系群の資源状態（左）と漁獲の強さ（右）を世界の水産資源と比較した（Ichinokawa

et al. 2017. doi:10.1093/icesjms/fsx002, Fig.5)

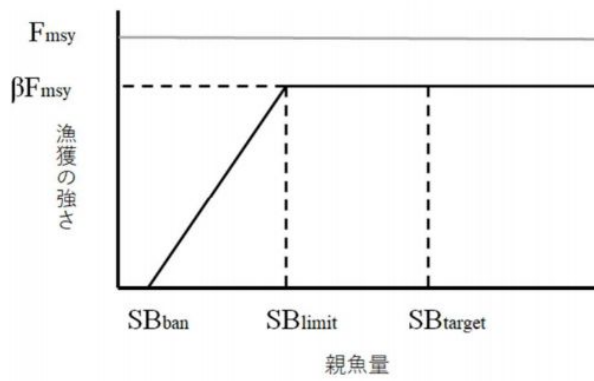


図4. 我が国の新しい漁獲管理規則として採用された漁獲管理規則
(<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/rule/newrule2019.pdf>)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kurota Hiroyuki, Szuwalski Cody S., Ichinokawa Momoko	4. 巻 221
2. 論文標題 Drivers of recruitment dynamics in Japanese major fisheries resources: Effects of environmental conditions and spawner abundance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fisheries Research	6. 最初と最後の頁 105353 ~ 105353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105353	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Okamura Hiroshi, Yamashita Yuuho, Ichinokawa Momoko, Nishijima Shota, Handling editor: Ernesto Jardim	4. 巻 75
2. 論文標題 Comparison of the performance of age-structured models with few survey indices	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ICES Journal of Marine Science	6. 最初と最後の頁 2016 ~ 2024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy126	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Momoko Ichinokawa, Hiroshi Okamura, and Hiroyuki Kurota	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 The status of Japanese fisheries relative to fisheries around the world	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ICES Journal of Marine Science	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/icesjms/fsx002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 市野川 桃子, 岡村 寛, 黒田 啓行, 由上 龍嗣, 田中 寛繁, 柴田 泰宙, 大下 誠二	4. 巻 81
2. 論文標題 管理目標の数値化による最適なABC算定規則の探索	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 水産学会誌	6. 最初と最後の頁 206-218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.2331/suisan.81.206	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Hiroshi Okamura, Yuho Yamashita, Momoko Ichinokawa, Shota Nishijima
2. 発表標題 Comparison of the estimation performance of ridge-VPA and SAM for the simulation with few abundance indices
3. 学会等名 米国水産学会（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Momoko Ichinokawa, Shota Nishijima, Hiroshi Okamura
2. 発表標題 Visualizing future: Facilitating decision-making among stakeholders: a case study toward rebuilding Japanese fisheries stocks
3. 学会等名 米国水産学会（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市野川 桃子, 岡村 寛
2. 発表標題 MSYを目指した順応的管理にむけて：我が国資源への適用可能性
3. 学会等名 水産海洋学会研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市野川 桃子
2. 発表標題 MSY基準にもとづく日本資源の現状と合意形成にむけて
3. 学会等名 シンポジウム「管理目標を見据えた我が国の新しい資源評価と管理」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Momoko Ichinokawa, Hiroshi Okamura
2. 発表標題 Review of stock status of Japanese domestic fisheries and new harvest control rule in Japanese domestic fisheries management
3. 学会等名 PICES annual meeting
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Momoko Ichinokawa, Hiroshi Okamura
2. 発表標題 Management rule of Japanese fisheries resources based on maximum sustainable yield (MSY)
3. 学会等名 個体群生態学会研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡村寛, 市野川桃子
2. 発表標題 我が国の水産資源に対する新旧漁獲量決定方式の比較
3. 学会等名 日本水産学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市野川 桃子, 岡村 寛
2. 発表標題 我が国の主要水産資源の管理手法に関する懐古的解析
3. 学会等名 日本水産学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyuki Kurota
2. 発表標題 The status of Japanese fisheries relative to fisheries around the world
3. 学会等名 International Fisheries Innovation Network (I-FIN) meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Momoko Ichinokawa
2. 発表標題 Searching robust management strategy under large uncertainty of stock-recruitment
3. 学会等名 Future of statistical Fisheries Science and Ecology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市野川桃子
2. 発表標題 密度効果と水産資源管理 MSY概念の変遷
3. 学会等名 第65回日本生態学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市野川桃子
2. 発表標題 再生産関係の不確実性が管理に与える影響評価：MSEを用いて
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市野川桃子、岡村寛
2. 発表標題 TAC非対象種における小型魚保護と種苗放流の影響評価
3. 学会等名 日本水産学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 市野川桃子，岡村寛
2. 発表標題 なぜこの魚は乱獲されるのか？ 乱獲資源の特徴抽出 -
3. 学会等名 日本生態学会第63回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 市野川桃子
2. 発表標題 乱獲の現状 世界から見た日本の姿
3. 学会等名 水産学会ミニシンポジウム「漁業資源の今とこれから」
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 市野川桃子，岡村 寛，黒田啓行
2. 発表標題 Hockey-Stick再生産関係を用いたMSY推定：我が国資源への適用
3. 学会等名 日本水産学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 岡村 寛, 市野川桃子
2. 発表標題 データ不足下における漁業管理方式
3. 学会等名 日本水産学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 市野川桃子, 岡村 寛
2. 発表標題 世界から見た我が国漁業資源の現況
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 市野川桃子, 岡村 寛
2. 発表標題 世界基準から見た我が国資源の現況, 我が国基準から見た世界資源の現況
3. 学会等名 水産海洋学会
4. 発表年 2014年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 レイ・ヒルボーン, ウルライク・ヒルボーン(著), 市野川桃子, 岡村寛(訳)	4. 発行年 2015年
2. 出版社 東海大学出版部	5. 総ページ数 154
3. 書名 乱獲 漁業資源の今とこれから	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	由上 龍嗣 (Yukami Ryuji) (20392904)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・中央水産研究所・グループ長 (82708)	
研究分担者	黒田 啓行 (Kurota Hiroyuki) (30416036)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・西海区水産研究所・主任研究員 (82708)	
研究分担者	岡村 寛 (Okamura Hiroshi) (40371942)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・中央水産研究所・グループ長 (82708)	