

海の生物コモンズの価値評価における心理的バイアスの影響について

大西 修平¹ 山川 卓² 赤嶺 達郎³ 筒井 義郎⁴ 山根 承子⁵

要約

漁業は収獲の不安定性、不確実性が一次産業の中でもとりわけ大きい。漁業者の水産資源に対する価値の見積りは、主観的な判断に頼りがちである。漁業者が捉えた価値が、合理的基準で予測した価値より大きい場合、想定を超えた過大な漁獲圧が投じられる恐れがある。水産資源の保全・管理の立場からは、漁業者の価値の成り立ちやバイアスは、効果的な管理のための情報である。本報告では水産生物の年齢ごとの存在確率に対する、漁業者の主観確率の歪みに注目した。累積プロスペクト理論の加重関数を応用して、漁業者を想定した価値の評価モデルを組み立てた。客観確率、主観確率、それぞれが導く価値のサイズの違いを、水産資源の成長と生残の特徴にあわせて比較した。また魚種による生物特性を考慮し、価値が大きく見える傾向を持つ生物種の特徴にもふれた。

JEL 分類番号： Q22, D81

キーワード： Commons, 水産資源, 主観確率, 乱獲, 漁業管理

1. はじめに

漁業の生産の現場は海の広範囲にわたり、気象条件など現場の自然環境は変わりやすい。海中の漁獲対象生物は目視できず、確実にそれらに遭遇することは一般に困難で、探索には技術に加え、時間と労力が必要である。このように、陸上の生産と比べて、漁業は高い「不安定性」や「不確実性」を本来備えている。生産現場の漁業従事者（以下、漁業者とする）は、魚類をはじめとする海の水産資源の価値の見極めにおいて、主観的な判断を重視してい

¹ 東海大学海洋学部 ohnishi@scc.u-tokai.ac.jp

² 東京大学大学院農学生命科学研究科 ayamakw@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

³ 国立研究開発法人水産総合研究センター中央水産研究所 akabe@affrc.go.jp

⁴ 甲南大学経済学部 tsutsui@center.konan-u.ac.jp

⁵ 近畿大学経済学部 syamane@kindai.ac.jp

ることが経験的に知られる。魚や海藻に代表される海の生物の居場所や生息数、また季節変化による分布変化や移動など、生物資源の潜在的な価値は、客観的データ情報とともにヒトの主観でも見積もられる。主観に頼る習慣や漁業の気質については、水産学でもいまだ系統的に研究されていない。海の「不確実性」や「野生生物の狩猟」という産業形態の独自性が、漁業者の気質を作ったという理解にとどまる。

近年、水産物の需要は世界的に高まっており、同時に資源の減少や枯渇、また乱獲といった話題が以前より増えている。水産資源は所有者がいない共有物；Commons である。利用者間の自由競争と水産資源の計画的な分配を両立させること、また時代を跨ぐ資源の利用を持続させることなど、水産資源の利用と管理は多くの課題に直面する。

水産資源管理の研究分野は、伝統的に生態学；Ecology から派生した実学である。主として生物と環境の相互作用を理解し、得た知見をもとに適切な資源管理を実施する。有効的な管理制度の設計には、確かな生物情報が必要と考えられ、情報獲得に向けて生態学の応用に重点が置かれてきた。制度設計を最終目標に、生態系の成り立ちの解明が優先されてきた。このような事情を歴史的背景に持ち、水産資源研究は、海の「生態系の不確実性」をテーマとする一方、不確実性下の「漁業者の選択」については深く議論してこなかった。

本報告では、魚類をはじめとする水産資源の価値の主観的な評価をとりあげる。漁業者が独自に行っていると思われる価値のとらえ方を、行動経済学の一般的な方法で再構築する。水産資源研究で頻繁に使われる価値の算出方法と比較することで、漁業者の主観的な価値の傾向が水産資源に与える影響について考える。

2. 方法

2.1. 水産資源研究で使われる概念と用語について

水産資源の価値を話題にする際の基本的な概念のうち、特に重要なものに絞り簡単にふれておく。まず水産資源を指す用語に "ストック"；Stock がある。水産資源研究は生物集団であるストックを対象とする。繁殖により次世代の個体が産み出され、ストックは規模が増し、また個体の死亡によってストック全体の量が減少する、といった表現が使われる。ストックの構成要素である個体は、"個体成長"する。これは「生き物は時間とともに育ち、体が大きくなる」きわめて自然な変化を指すものである。水産物のサイズの大小は価値の大小に対応するので、個体成長は時間経過による価値の増加とみることができる。

ストックの量の時間変化には死亡率、また個体成長には成長速度という具合に、さらに専門的なパラメータ（生物特性）も付随して登場するが、詳細は話題展開の場面に応じて随時説明する。

2.2. ストックの利用を行動経済学の話題に置き換える

漁業者は共有物であるストックから収穫を求める。ストック、収穫ともに「不確実性」を持つ。不確実性下で漁業者が行うとされる価値の判断、またその主観的な基準とはどのようなものか、行動経済学の研究事例を引用しながら考える。

宝籤（クジ）とストック利用の共通点は、不確実性下の意思決定を含むことである。ストックの価値を評価した上で、漁場の選択や対象魚種の選定など、漁業者は操業の計画をたてる。漁業者の価値の基準は主観的で、必ずしも合理的でないかも知れない。その場合、いわゆる期待効用仮説で説明のつかない価値の見積りが起きる可能性もある。そこで、一般的な項目（依田,2010）；「期待効用のアノマリー」「アレのパラドックス」を視野に入れ、さらに「主観確率」「プロスペクト理論」に関連させて展開を進める。ストックは海に散在するクジで、漁業者は様々な当選金額（価値）がミックスされたクジの選択者・購入者と考える。クジの当選金額は、非常に高額なものから小銭相当まで幅が広い。また当選確率も0~100%間で変化に富み、購入クジの決定は悩ましい。

2.3. 累積プロスペクト理論によるストックの価値の評価

ストックの価値をクジのアナロジーと考え、累積プロスペクト理論（Cumulative Prospect Theory；以下CPT）（Tversky and Kahneman,1992）で具体化する。任意のストックを、次のようにクジに対応させる。すなわち(1)年齢別体重を当選金額に、(2)年齢ごとの個体数頻度（百分率）を当選確率に置き換える。(1)は効用やCPTの価値関数に相当し、(2)は確率（客観確率・主観確率）に当たる。ストックの価値は最も単純には、年齢別体重を年齢ごとの個体数頻度（百分率）で重み付き平均した値（重量の期待値）で表すことができる。

ストックを、年齢 t ごとに区分される T 個の年齢集団全体とする($t = 1, \dots, T$)。各年齢の体重を B_1, \dots, B_T 、年齢ごとの個体数相対頻度 p_t ($t = 1, \dots, T$)を、 $p_t = e^{-Mt} / \sum_{i=1}^T e^{-Mi}$ と表す。なお M は死亡によるストックの減耗の速さを決める特性；"自然死亡係数"と呼ばれる生物パラメータである。ストックの価値 V を単純に期待重量とみれば、

$$V = \sum_{t=1}^T p_t B_t, \quad (1)$$

でよい。一方CPTの場合は、 B_t を価値関数で効用 $v(B_t)$ に置き換え、総合評価値 V' は、

$$V' = \sum_{t=1}^T v(B_t) \{w(\sum_{i=t}^T p_i) - w(\sum_{j=t+1}^T p_j)\}, \quad (2)$$

と書ける。 p_t は客観確率である。CPTは p_t を加重関数で主観確率に変換して使う。本報告ではTversky and Kahneman (1992)の逆S字形曲線； $w(p) = p^\gamma / (p^\gamma + (1-p)^\gamma)^{1/\gamma}$ に従う。

魚の年齢別体重(クジの価値に該当する) B_t は、水産資源研究で標準的なモデルとされる、von Bertalanffy growth function (VBGF) (Bertalanffy,1957; 赤嶺,2007)で、 $B_t = B_\infty(1 - e^{-kt})^3$ と表す。 B_∞ は個体成長の形式上の上限値で"極限体長"と呼ぶ。 k は $0 \leq B_t < B_\infty$ の個体成長曲

線の立ち上がりを決めるパラメータで "成長係数" と呼ぶ. 一般に両者はいずれも生物の種類に対応する定数とされる.

(1)は(2)の特殊な場合に当たる. (2)の加重関数のパラメータを $\gamma = 1$ とし, さらに価値関数を使用せず B_t を効用の代わりに使えば(1)を得る. $\gamma \neq 1$ とすれば確率に歪みを与えることができる. 加重関数はここでは, 漁業者の独自の主観性や確率に関する, 心理的なバイアスの表現として利用する. $\gamma = 1$ に対する $\gamma \neq 1$ の場合, また γ が1から遠ざかる場合について考える. ストックの価値の見積りに, すなわち主観性や心理的なバイアスが関与するときの V と V' の値の乖離に注目する. もっとも簡単に,

$$\Delta V = V' - V, \quad (3)$$

の変化に注目する. なお本報告では主観確率の歪みの影響だけを取り上げる. CPT の価値関数は線形で扱う. 漁業者のストックの価値の追求はストックの年齢 $t = \infty$ まで及ぶとは考えにくい. そこで本報告では $T = 5$ として, 5個の年齢集団で(1) - (3)を求めた.

3. 結果

図1に ΔV を等高線で示した. ここでは漁業者の主観確率の歪み2通りを使っている.

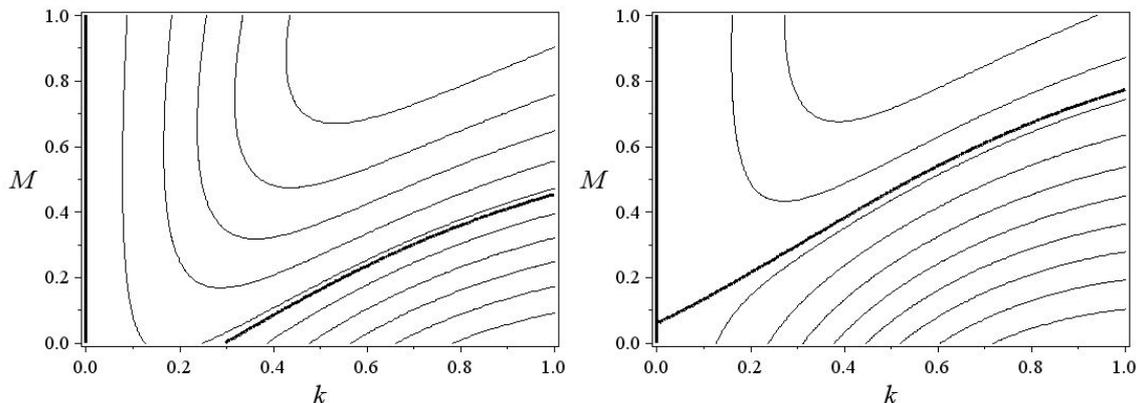


図1 成長係数 k と自然死亡係数 M の組合せによる ΔV の変化 (左: $\gamma = 0.9$, 右: $\gamma = 0.6$
太線は $\Delta V = 0$ を表し, $\Delta V = 0$ の上側の領域では $\Delta V > 0$ となる.)

k と M はモデル上では独立のパラメータとしているが, 両者の値の相関も報告されている (Jensen,1996; Gunderson,1997). ここでは Pauly(1980)の k と M の推定値を参照する. タラ科, カレイ科など定着性の強い魚類は, 概ね $0.1 \leq k \leq 0.2$, $0.1 \leq M \leq 0.2$ の範囲内にある. 一方で, マグロを含むサバ科魚類 (広海域を回遊するタイプ) では, $0.2 \leq k \leq 0.5$, $0.3 \leq M \leq 0.8$ にあった. これによると, サバ科魚類はタラ科・カレイ科魚類に比べ, 図上で相対的に右上方向に配置される. 図1では ΔV は $M = k$ (右上がりの直線) に沿うように増加する. これは, 漁業者が逆S字形のバイアスの主観確率を持つとすれば, マグロなどの回遊性魚類に対する主観的な価値は, 過大に評価される可能性を示唆するものである. 図1の等高線の傾

斜から、ストックに対する主観的価値の傾向を、生物特性を関連付けて読み取ることができる。漁業者の関心が高いストックの位置づけを、 γ の変化にも対応させることができる。

4. まとめ

本報告では確率に関する漁業者の主観性に注目し、ストックの価値の成り立ちを考えた。さらに実践的な議論は、価値の見積り後、どのように漁獲の意思決定がなされるかという問題に発展する。ストックの価値の大小は、収穫（生産）へのモチベーションを左右する要素のひとつであろう。ストックは Commons であり、自由競争のもとでは魅力あるストックには、いわゆる高い "漁獲圧" が投じられる。高い漁獲圧（生産活動の活発化）により大規模な収穫が長期間に及ぶ場合、乱獲やストックの枯渇が危惧される。そこで漁獲圧を適切に管理し、ストックを保全するための方策が求められる。

我が国は、国連海洋法条約の取り決めによって、自国の排他的経済水域（Exclusive Economic Zone ; EEZ）内のストックを保全管理する義務を負っている。現在は「海洋生物資源の保存及び管理に関する法律（1996年施行）」を踏まえて、総許容漁獲量（Total Allowable Catch ; TAC）の設定による漁獲規制がなされる（山川, 2004）。漁獲圧の適正化は管理行政組織（大臣・知事など管理主体）が法的根拠を基に強制的に実施する。管理主体は、ストックを適切な状態に保存するために、漁業者の生産計画に規制をかける役割を担っている。規制が施行される中で、ストックの価値は漁業者の目に、 V ではなく V' として映っているかも知れない。この可能性を考慮に入れる必要があるだろう。 $V' - V > 0$ のとき、漁業者のストックに対する魅力は、管理主体の予想を超えた高いレベルにある。このことは、漁業者が想定をはるかに超えて、規模の大きな操業の運用を欲することを暗に示すものでもある。

管理主体にとって、EEZ内のストックの保全・管理計画を有効に機能させるためには、生産の主体としての漁業者の意思決定の先読みが必要であろう。価値の主観性や確率のバイアス、また合理性だけが拠り所にならない行動の特徴など、経験則に描かれた漁業者の意思決定について、詳細な調査と実証研究が急がれる。

引用文献

赤嶺達郎, 2007. 水産資源解析の基礎. 恒星社厚生閣, 東京.

Bertalanffy, L. von, 1957. Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*. 32, 217-231.

Gunderson, D. R., 1997. Trade-off between reproductive effort and adult survival in oviparous and viviparous fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 54, 990-998.

依田高典, 2010. 行動経済学:感情に揺れる経済心理. 中公新書, 東京.

- Jensen,A.L., 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 53, 820-822.
- Pauly,D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*. 39, 175-192.
- Tversky,A., and D.Kahneman, 1992. Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*. 5, 297-323.
- 山川卓, 2004. TAC 制度の理論と実践- I . *日本水産学会誌*. 70, 93-96.