

# 漁業者間の漁獲技術に関する異質性と プール制導入の効果に関する一考察 — 漁獲費用に外部性が存在するケース —\*

## A Note on Pooling Systems and Heterogeneity of Fishing Technology in the Presence of Externalities on Fishing Costs

東 田 啓 作

Focusing on pooling systems that have been introduced by fisheries cooperatives in Japan, this paper theoretically examines the effects of introducing pooling systems on catch amounts and profits of fishers. In particular, heterogeneity on fishing technology/fishing costs among fishers is introduced into the model. Moreover, this paper considers the possibility of consensus building among fishers. We find that introduction of any type of pooling system leads to decreases in catch amounts. We also find that the profits of fishers can be negative under some type of pooling systems, while other types of pooling systems may achieve Pareto improvement. In the latter case, fishers are able to agree on the introduction of a pooling system voluntarily.

本稿は水産資源管理の中で、日本の一部の漁業協同組合において自主的に導入されてきたプール制に焦点を当て、それが漁獲量と漁業者の利潤とに与える効果を理論的に分析することを目的としている。その際、漁業者の漁獲技術（漁獲費用）に差があることを理論モデルに取り入れている。また、その結果に基づいてプール制導入の合意形成の可能性を考察している。分析の結果、個々の漁業者が自由に漁獲できる状態においてプール制が導入されると、それがどのようなタイプのプール制であれ漁獲量は抑制されることが明らかとなった。また、プール制のタイプによっては、一部の漁業者が正の利潤を得られなくなるため、漁業を継続することが困難になる一方で、漁業者数や漁獲技術の状況によってはパレート改善をもたらすプール制も存在し得る。したがって、漁業者の自主的な合意によってプール制が導入される可能性が存在することが明らかとなった。

Keisaku Higashida

---

\* 本稿は、科研費新学術領域研究（15H01609）の研究成果の一部である。研究助成に対して、この場を借りて厚く御礼を申し上げる。

JEL : Q22, Q56

キーワード : 漁獲技術、プール制、合意形成

Keywords : Fishing technology, pooling system, consensus building

## 1. 序

海洋水産資源は、競合性条件は満たされる一方で排除性条件が満たされにくいため、典型的なコモンプール財である場合が多い<sup>1)</sup>。比較的狭い範囲に生息する定着性の底魚などは排除性が不可能ではない。例えば日本の沿岸漁業においては漁業権が設定されており、その区域については地元の漁民が共同で漁業を営む権利が与えられており、権利を持たない主体が権利内容に規定されている漁業を行った場合には罰せられる<sup>2)</sup>。しかし、生態系は一般的に漁業権の境界を超えて存在し、また区域内においても個々の魚に対して個々の漁業者の所有権を確定することは極めて困難である。経済学のテキストを見ると、このような特徴を持ったコモンプール財については、それを利用する個々の漁業者が自己の利潤最大化を目的として漁獲量（生産量）を決定すると、過剰利用が発生すると書かれている。過剰利用とは、社会厚生観点からの過剰であり、したがって漁獲量を抑制するような政策や仕組みの導入が必要となる。

実際、水産資源の減少は日本の近海においても、あるいはより広範囲の海域においても、過去数十年の間一貫してみられる傾向である<sup>3)</sup>。このため、漁獲行動を抑制する数々の政策手法が考えられてきた<sup>4)</sup>。しかし、生態系の特徴は地域によって異なり、また漁業者の行動パターンも漁業者の居住する地域や漁業を行っている海域によって異なっている。このため、トップダウン型の政策だけでは限界があり、それぞれの地域・漁業者コミュニティに適した処方箋が必要であると考えられるようになってきている。このような漁獲量を抑制す

- 1) 本稿では養殖については対象とはしない。天然の海洋に生息する魚介類（海洋水産資源）のみを対象とする。
- 2) 漁業権の対象については議論があるため、ここでは単に「地元の漁民」としている。
- 3) 日本近海の水産資源の状況については、たとえば水産庁の「我が国周辺の水産資源の現状を知るために」のページに詳しい情報が掲載されている (<http://abchan.fra.go.jp/>)。
- 4) 基本的な過剰漁獲のメカニズム、および政策については、Clark (2006) を参照されたい。

る仕組みを導入する際に重要な鍵を握るのが、漁業者による自主的な資源管理を含めた政策パッケージである。漁業者自身が同意して資源管理に向けて行動しない限り、その仕組みは実際に機能しないからである。<sup>5)</sup>

自主的資源管理にも様々なものがある。日本の漁業権漁業においては、数量制限、体長制限、漁期の設定、漁場制限、操業時間、曳網回数、網目制限など多様な自主的な取り決めが存在している。そのような中でも本稿が焦点を当てるのは、プール制である。完全なプール制のもとでは、その取り決めを結んだ漁業者たちの間では、収入が全員等しくなる<sup>6)</sup>。つまり、プール制に参加する漁業者全員の漁獲収入をプールして、それらの漁業者全員で均等配分するものである。多く漁獲した漁業者も少なくしか漁獲しない漁業者も等しい収入を受け取るのである。日本において存在しているプール制は、特定の漁場を利用する漁業者の間で特定の魚種において取り決められている。特定の魚種でも、ある地域の漁業者の間ではプール制を導入しているが、他の地域ではプール制は実施していないという状況は、一般的に見られる。例えば、ホッキガイのプール制については、井上等（2008、2009）、小島等（2006）、東田等（2009、2010）が北海道、および東北地域の漁協を詳細に調査している。また、松井（2008）は駿河湾のサクラエビ漁業におけるプール制の実施の効果について、価格変動抑制および資源保護の両面から分析している。

本稿の目的は、プール制が漁獲量の抑制と漁業者の利潤とに与える効果を理論的に分析することである。また、その結果に基づいてプール制導入の合意形成の可能性を考察することである。プール制の理論研究は、これまでも行われてきている。Gaspert and Seki（2003）は、プール制が効率的な漁獲量をもたらすための条件を導出している。利己的な漁業者を想定した場合には、

5) 松井（2011）は、自主的資源管理の合意形成に必要な条件を考察し、長期的な視点からのパレート改善を前提としたうえで、公平性も必要とされると述べている。Uchida et al.（2011）は、韓国における自主的な資源管理のデータを用いて、それが資源管理だけではなく漁業者の利潤にもポジティブな影響をもたらし得ることを示している。

6) ここで「完全な」という表現をしたのは、以下のような理由による。各漁業者が漁獲した魚の一定比率をプールするという仕組みも理論、および実際の制度の両面から十分考えられる。そのような場合、プール制がない場合と比べて、各漁業者の収入の分散は小さくなるものの完全に等しくはならない。各漁業者の収入が全く等しくなる状況を、ここでは完全なプール制と呼んでいる。

各漁業者の漁獲量が等しくなるようなプール制の仕組みが必要であるとしている。また、漁業者コミュニティには、多く漁獲した漁業者に対する尊敬の念、あるいは少なくしか漁獲しないことに対する恥の概念などが存在するとし、それらが存在する状況の考察も行っている<sup>7)</sup>。Schott et al. (2007) は、プール制の効果について経済実験を行って検証している。各セッションで 12 人の被験者に参加してもらい、全体で 1 つのプール制を実施するケース、複数のグループに分けてそれぞれでプール制を実施するケースを観察し、グループのサイズが生産量に有意に影響を与えることを見出している。Heintzelman et al. (2009) は、やはり様々なグループサイズの可能性を許容したうえで、プール制の効果と導入に関する合意を理論的に分析している。プール制が選択肢として存在する場合、潜在的な参加メンバーによってこの制度が選択されることを示している<sup>8)</sup>。

コモンプール財である水産資源が過剰利用される理由は、ある漁業者による 1 単位の漁獲が、他の利用者の漁獲費用を上昇させてしまう（あるいは、利得を減少させてしまう）ためである。この他者に与える外部性を個々の漁業者が考慮に入れないために社会的に過剰な利用が行われる。プール制は過剰利用を抑制するという意味では、少なくとも理論的には効果を発揮する。なぜなら、プール制のメンバーの数が多くなればなるほど 1 単位の漁獲から得られる限界収入が小さくなるからである。一方で、プール制のもとでは他のメンバーの 1 単位の漁獲からも収入を得られるため、他者の努力に依存して自分の漁獲努力を怠るというフリーライドの問題が発生する。特に、あるコミュニティにおいて全体で 1 つのグループを構成してプール制を実施する場合、構成メンバーの数が大きくなると、この問題が過剰利用を抑制する効果を上回ってしまい、さらには逆に社会厚生観点から過少漁獲となってしまう可能性が出てくる。

7) Gaspert and Seki (2003) は、この概念を social esteem と呼んでいる。Platteau and Seki (2007) は、生産性の高い漁業者がプール制から脱退する可能性と social esteem の関連に焦点を当てている。

8) その他にも Evans and Weninger (2014) や Klarl (2013) が、プール制に言及している。また、政治的な分配方法の選択の文脈で、生産物から得られる利得をシェアするモデルの設定が行われている場合がある (Noh (1999) など)。

これが、Schott et al. (2007) や Heintzelman et al. (2009) が様々なグループサイズを許容している理由でもある。本稿の分析においては、グループ数は限定されるものの、この点に留意して分析を進めていく。

本稿の特徴は、漁業者間での生産技術差を考慮に入れる点である。生産技術の高い（生産費の低い）2人以上の漁業者、および生産技術の低い（生産費の高い）2人以上の漁業者がある漁場を利用している状況を想定する。そのうえで、(1) 生産費用の低い漁業者のみによるプール制、(2) 生産費用の高い漁業者のみによるプール制、(3) 生産費用の低い漁業者によるプール制と生産費用の高い漁業者によるプール制の並行実施、(4) 全員で1つのプール制の4種類のプール制の下での漁獲量、および利潤を導出し、比較考察する。Gaspert and Seki (2003) でも一般的な効用関数が用いられるため漁業者間の異質性は考慮に入れられている。

漁業者間の技術差を導入することには、以下のような意味がある。確かに、日本の漁業協同組合（以下、漁協）を想定すると、同一の漁協内で特定の魚種に関する漁具を取り決めて統一している場合がある。しかし、漁業者に体化した技術（人的資本）には差が存在し得る<sup>9)</sup>。また、同一の漁場、あるいは同一の生態系の範囲にある漁場を複数のコミュニティ（例えば漁協）に属する漁業者が利用する場合、コミュニティ単位では同じ漁具を用いていたとしても、コミュニティ間で漁具が異なっていることは十分に考えられる<sup>10)</sup>。このような現実の状況を考慮に入れてプール制の効果を分析しておくことは、望ましい自主的資源管理のあり方を考えるための重要なステップである。

主な結論は、以下のとおりである。個々の漁業者が自由に漁獲できる状態においてプール制が導入されると、それがどのようなタイプのプール制であれ漁獲量は抑制される。プール制のタイプによっては、一部の漁業者が正の利潤を得られなくなるため、漁業を継続することが困難になる一方で、漁業者数や技術の状況によってはパレート改善をもたらすプール制も存在し得る。したがっ

9) 漁場の探索などを想定してもらえればよい。

10) ホッキガイ漁業の漁具のコミュニティ間の違いについても、井上等の一連の調査結果を参照されたい。

て、漁業者の自主的な合意によってプール制が導入される可能性が存在する。

本稿の構成は以下のとおりである。第 2 節において、全体の分析の基礎となる理論モデルを述べる。第 3 節において、社会的最適漁獲量、およびプール制が存在せず、かつ個々の漁業者が自己の利潤最大化を目的として漁獲量を意思決定する場合（自由漁獲均衡）の漁獲量を導出する。第 4 節において、4 種類のプール制の下での均衡漁獲量をそれぞれ導出する。第 5 節において、自由漁獲均衡、および 4 種類のプール制の下での均衡に関して比較考察を行う。また、合意形成の可能性についても言及する。第 6 節において、結語を述べる。

## 2. 理論モデル

ある漁場を利用している  $N$  人の漁業者がいる。このうちの  $n_G$  人は高い技術を持ち（タイプ  $G$ ）、1 単位の漁獲を得るための費用が他の漁業者よりも低い。一方、残りの  $n_B$  ( $N - n_A$ ) 人は相対的に漁獲技術が低く（タイプ  $B$ ）、1 単位の漁獲を得るための費用がタイプ  $G$  の漁業者に比べて高い。それぞれのタイプの漁獲費用関数は、以下のように表されるものとする。

$$C_{G,i} = \alpha_G X x_i, \quad i = 1, \dots, n_G,$$

$$C_{B,j} = \alpha_B X x_j, \quad j = n_G + 1, \dots, N.$$

$i$  および  $j$  は、それぞれタイプ  $G$  およびタイプ  $B$  の漁業者のインデックスである。 $x_i$  および  $x_j$  は、それぞれ漁業者  $i$  および漁業者  $j$  の漁獲量を表し、また  $X$  は  $N$  人の漁業者の漁獲量の合計を表す ( $X = \sum x_i + \sum x_j$ )。  $\alpha_G$  および  $\alpha_B$  はそれぞれのタイプの漁業者の技術を表し、タイプ  $G$  の漁業者のほうがタイプ  $B$  の漁業者よりも技術が高い（生産費用が低い）ことから、 $0 < \alpha_G < \alpha_B$  を仮定する。

各漁業者の漁獲費用は、自分の漁獲量だけではなく、この漁場を利用している他の漁業者の漁獲量にも依存するような設定となっており、これはコモンプール財の特徴を費用関数に取り入れていることを意味している。

$$\frac{\partial C_{G,i}}{\partial x_i} > 0, \quad \frac{\partial C_{G,i}}{\partial x_{-i}} > 0, \quad \frac{\partial^2 C_{G,i}}{\partial x_i^2} > 0, \quad \frac{\partial C_{G,i}}{\partial x_{-i}^2} = 0, \quad \frac{\partial C_{G,i}}{\partial x_i \partial x_{-i}} > 0,$$

$$\frac{\partial C_{B,j}}{\partial x_j} > 0, \quad \frac{\partial C_{B,j}}{\partial x_{-j}} > 0, \quad \frac{\partial^2 C_{B,j}}{\partial x_j^2} > 0, \quad \frac{\partial C_{B,j}}{\partial x_{-j}^2} = 0, \quad \frac{\partial C_{B,j}}{\partial x_j \partial x_{-j}} > 0.$$

ここでは、 $x_{-i}$  は、漁業者  $i$  以外の漁業者の漁獲量を表し、 $x_{-j}$  は、漁業者  $j$  以外の漁業者の漁獲量を表している。ある期において、ある漁業者が 1 単位多く漁獲を行うと、他の漁業者にとって漁獲対象となる資源が減少する<sup>11)</sup>。このため、同じ費用をかけても少ない水揚げしか得られない。別の言い方をすれば、1 単位の漁獲を得るためにより多くの費用をかけなければいけなくなる。漁業者間の外部性であり、この外部性は、競合性が満たされるものの排除性が満たされないというコモンプール財の特徴を反映している。

1 単位当たりの魚価は  $p$  で一定であるものとする<sup>12)</sup>。このとき、それぞれのタイプの漁業者の利潤は、以下のように表すことができる。

$$\pi_{k,l} = px_l - \alpha_k X x_l, \quad k = G, B, \quad l = i, j. \quad (1)$$

これまでの設定から明らかなおと、 $k = G(k = B)$  のとき  $l = i(l = j)$  である。この利潤関数は漁獲量が時間を通じてストックに与える影響が考慮されていない。したがって、厳密にはこのモデルは短期のプール制の効果进行分析のためのものである。第 5 節において言及するとおり、資源の持続的利用の観点から、漁獲量全体の上限を外生的に与えて望ましいプール制のあり方を求めることは可能である。

この分析が想定している漁場は、プール制が資源利用のルールとして合意される可能性が十分にあるような漁場である。日本においてそのような漁場とは、漁港・海岸から近い距離にある漁場で、少数の漁村や漁業者コミュニティーで利用している場合が多い。漁協の組合員でなければそのような漁場の利用はできないため、新規参入は頻繁に起こるようなものではない。また、漁協組合員でいったん特定の魚種の漁業をすることを認められその魚種の部会員となった場合、退出も頻繁におこるものではない。したがって、本稿を通して、漁業者

11) サーチコストなどを考えればよい。

12) 一般的なミクロ経済学のテキストでは、需要曲線は右下がりである。つまり、価格が低下すればするほど需要量は大きくなるという関係にある。一方、ここではこの漁場を利用している漁業者にとって需要曲線は水平であることを仮定している。例えばこの漁業者たちが漁獲している魚種は他の漁場でも漁獲されていると考えればよい。市場全体の供給量に比べて、この漁場から供給される量は小さく、したがって個々の漁業者を完全競争における個々の企業と同じように考えることができる。

の新規参入や退出は考えない。

### 3. 社会的最適漁獲量と自由漁獲均衡

まずプール制が存在しない状況における代表的な 2 つの漁獲量を考えよう。第 1 に、社会的に最適な漁獲量である。価格、および漁業者の数が一定であることから、漁獲から得られる利潤の合計を最大にする漁獲量になる。したがって、最大化問題は以下のように書くことができる。

$$\text{Max}_{X_G, X_B} \Pi$$

ここで  $\Pi = pX - \alpha_G X X_G - \alpha_B X X_B$  であり、 $X_k = \sum x_l (k = G, B, l = i, j)$  である。総漁獲量を所与とした場合には、それぞれのタイプの漁業者の限界費用は一定である。このため個々の漁業者の漁獲量を求める必要はなく、それぞれのタイプの漁業者の漁獲量の合計を求めればよい。したがって、最大化のための 1 階の条件は、

$$\frac{\partial \Pi}{\partial X_G} = p - \alpha_G X - \alpha_G X_G - \alpha_B X_B = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial X_B} = p - \alpha_G X_G - \alpha_B X - \alpha_B X_B = 0, \quad (3)$$

と表される。 $\partial^2 \Pi / \partial X_G^2 < 0$ 、および  $\partial^2 \Pi / \partial X_B^2 < 0$  より、2 階の条件は満たされている。(2) 式と (3) 式とを比較すると、両方の 1 階の条件が同時に満たされることはないことが分かる。 $\alpha_G < \alpha_B$  であることから、費用の高いタイプ B の社会的に最適な漁獲量はゼロ ( $X_B^* = 0$ ) である。その場合、(2) 式は、

$$\frac{\partial \Pi}{\partial X_G} = p - 2\alpha_G X_G = 0,$$

となり、タイプ G の漁業者の社会的に最適な漁獲量は

$$X_G^* = \frac{p}{2\alpha_G}$$

となる。また総利潤は、

$$\Pi^* = \frac{p^2}{4\alpha_G}$$

となる。なお、上付きの \* は社会的に最適な変数を表している。

次に、プール制が存在せず、かつ個々の漁業者が自己の利潤最大化を目的として漁獲量を意思決定する場合を考えてみよう。それぞれのタイプの漁業者の利潤関数は (1) 式で表される。したがって、利潤最大化のための 1 階の条件は、

$$\frac{\partial \pi_{k,l}}{\partial x_k} = p - \alpha_k X - \alpha_k x_l = 0, \quad k = G, B, \quad l = i, j$$

である。また、 $\partial^2 \pi_{k,l} / \partial x_l = -2\alpha_k < 0$  であることから、2 階の条件は満たされる。均衡においては、タイプ  $G$  の漁業者の漁獲量は全員等しくなる ( $x_i = x_G^N$ )。また、タイプ  $G$  の漁業者の漁獲量も全員等しくなる ( $x_j = x_B^N$ )。上付き添え字の  $N$  は、個々の漁業者が自己の利潤最大化を目的として漁獲量を意思決定する場合の均衡を表している。したがって、 $X_G^N = n_G x_G^N$ 、 $X_B^N = n_B x_B^N$  と書くことができる。これより、均衡においては、1 階の条件は以下のように書き直すことができる。

$$p - \alpha_G (n_G + 1) x_G^N - \alpha_G n_B x_B^N = 0,$$

$$p - \alpha_B n_G x_G^N - \alpha_B (n_B + 1) x_B^N = 0.$$

ここで、

$$-\alpha_G (n_G + 1) < 0, \quad -\alpha_B (n_B + 1) < 0,$$

$$\alpha_G \alpha_B (n_G + 1) (n_B + 1) - \alpha_G \alpha_B n_G n_B > 0$$

が成り立つことから、安定性の条件も満たされている<sup>13)</sup>。これより、均衡漁獲量を求めることができる。

$$x_G^N = p \cdot \frac{\alpha_B + (\alpha_B - \alpha_G) n_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)}, \quad x_B^N = p \cdot \frac{\alpha_G - (\alpha_B - \alpha_G) n_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)},$$

$$X^N = p \cdot \frac{\alpha_B n_G + \alpha_G n_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)} \quad (4)$$

さらに、この均衡漁獲量と (1) 式を用いて均衡利潤を求めることができる。

$$\pi_G^N = \alpha_G p^2 \cdot \left( \frac{\alpha_B + (\alpha_B - \alpha_G) n_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)} \right)^2,$$

$$\pi_B^N = \alpha_B p^2 \cdot \left( \frac{\alpha_G - (\alpha_B - \alpha_G) n_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)} \right)^2$$

13) この安定性については、Seade (1980) を参照されたい。Furusawa et al. (2003) などでもこの条件を用いた分析が行われている。

それぞれのタイプの漁業者数が均衡漁獲量に与える影響には注意をしておく必要がある<sup>14)</sup>。まず、 $\partial x_G^N / \partial n_G < 0$ 、および  $\alpha x_B^N / \partial n_B < 0$  は明らかである。これは、タイプ  $k$  ( $k = G, B$ ) の漁業者が多ければ多いほどタイプ  $k$  の個々の漁業者の漁獲量は少なくなる。また、 $\partial x_B^N / \partial n_G < 0$  も明らかであることより、タイプ  $G$  の漁業者が多ければ多いほどタイプ  $B$  の個々の漁業者の漁獲量は少なくなる。これらの符号は、漁業者間において漁獲量が戦略的代替の関係にあることを考えれば、直観的に理解できる<sup>15)</sup>。一方で、

$$\frac{\partial x_G^N}{\partial n_B} = \frac{p}{\alpha_G \alpha_B} \cdot \frac{(\alpha_B - \alpha_G)(n_G + 1) - \alpha_B}{(n_G + n_B + 1)^2} \quad (5)$$

となる。(5) 式だけに注目すると、両タイプの技術差が大きい場合、あるいはタイプ  $G$  の漁業者数が大きい場合など、(5) 式の符号が正になる可能性がある。つまり、タイプ  $B$  の漁業者数が多いほどタイプ  $G$  の個々の業者の漁獲量が多くなるという関係である。しかし、タイプの漁業者  $B$  の生産量が非負であることを仮定すると、(4) 式より

$$\alpha_B \leq \frac{\alpha_G (n_G + 1)}{n_G} \quad (6)$$

という条件が得られる。一方 (5) 式が正となるためには、

$$\alpha_B > \frac{\alpha_G (n_G + 1)}{n_G}$$

が満たされなければならない。したがって、タイプ  $B$  の漁業者の生産量が非負である限り、タイプ  $B$  の漁業者数が多いほどタイプ  $G$  の個々の業者の漁獲量が小さくなるのである。同様に (6) 式の条件が満たされる限り、 $\partial X^N / \partial n_B > 0$  も得られる。これは、どちらのタイプであれ総漁業者数が多ければ多いほど、均衡総漁獲量が多くなることを意味している<sup>16)</sup>。

14) 参入退出は考えていないため、ここでの議論は漁業者数の変化を考えているのではない。外生変数である漁業者数と均衡漁獲量について述べているだけである。

15) 戦略的代替関係については、以下のようにして確認することができる。

$$\frac{\partial^2 \pi_{G,i}}{\partial x_{-i} \partial x_i} < 0, \quad \frac{\partial^2 \pi_{B,j}}{\partial x_{-j} \partial x_j} < 0.$$

16) これら漁業者数が多ければ多いほど、個々の漁業者の漁獲量は小さくなる一方で、総漁獲量が大きくなるという関係は、次節のプール制の均衡においても、漁獲量に関する非負の条件を仮定することで成り立つ。このため次節においてはこの議論は省略する。

社会的に最適な総漁獲量と、自由漁獲均衡における総漁獲量との比較について述べておく必要がある。一般的には、過剰漁獲が問題となる状況を想定していることから、前者よりも後者のほうが大きくなると考えられる。両方の総漁獲量の差は、

$$X^N - X^* = \frac{\alpha_B(n_G - 1) - (\alpha_B - 2\alpha_G)n_B}{\alpha_G\alpha_B(n_G + n_B + 1)}$$

と表される。したがって、タイプ  $G$  の漁業者数に比べてタイプ  $B$  の漁業者数が多く、また  $\alpha_G$  に比べて  $\alpha_B$  が極めて大きいとき、社会的最適漁獲量に比べて自由漁獲均衡総漁獲量のほうが小さくなる場合があり得る。これは、社会的に最適な漁獲においてはタイプ  $G$  の漁業者のみが漁獲を行っていることが理由である。自由漁獲均衡において漁業者の選択する漁獲量は戦略的代替関係にある。このため、多くのタイプ  $B$  の漁業者が存在する場合、タイプ  $G$  の漁業者の漁獲量が小さくなるのである。第 5 節では、本稿の目的に合わせて、社会的最適漁獲量よりも自由漁獲均衡総漁獲量のほうが大きい状況を想定して考察を行う。

#### 4. プール制の導入と漁獲量

本節では、4 種類のプール制の導入時における漁獲量と利潤を導出していく。

第 1 に、市場均衡においてタイプ  $G$  の漁業者のほうがタイプ  $B$  の漁業者に比べて漁獲量が多いことから、タイプ  $G$  の漁業者のみでプール制を実施する場合を考えよう。日本の沿岸漁業（漁業権漁業）においては、1 つの漁業者コミュニティでは同一の魚種を漁獲するにあたってすべての漁業者が同じ漁具を用いている場合がある。一方のタイプの漁業者のみのプール制は、このような状況における単一の漁業者コミュニティのプール制が該当する。漁場については複数のコミュニティで同じ漁場を利用している場合がある。仮に漁業権設定によって境界が分かれていたとしても、隣接する 2 つの漁業権区域が生態系の観点からは同一である場合もある。したがって、現実的に十分考えられるプール制の実施形態である。

このときの両タイプの漁業者の利潤関数は、

$$\pi_{G,i} = \frac{p(x_i + \sum x_{-i})}{n_G} - \alpha_G X x_i, \quad \pi_{B,j} = p x_j - \alpha_B X x_j$$

となる。ただし、 $x_{-i}$  は 2 節の費用関数の性質における定義と異なり、タイプ  $G$  の漁業者で、かつ漁業者  $i$  以外の漁業者であることを意味している。個々の漁業者は自己の利潤を最大にするように漁獲量を意思決定することから、利潤最大化のための 1 階の条件は、以下のように表すことができる。

$$\frac{\partial \pi_{G,i}}{\partial x_i} = \frac{p}{n_G} - \alpha_G X - \alpha_G x_i = 0, \quad \frac{\partial \pi_{B,j}}{\partial x_j} = p - \alpha_B X - \alpha_B x_j = 0. \quad (7)$$

2 階の条件、および安定性の条件については、自由漁獲均衡の時と同様にして満たされていることを証明することができる<sup>17)</sup>。

この均衡における 2 つのタイプの漁業者の漁獲量をそれぞれ  $x_G^{PG}$  および  $x_B^{PG}$  とすると、自由漁獲均衡の場合と同様に、(7) 式より以下の均衡漁獲量および均衡利潤を得ることができる。

$$x_G^{PG} = p \cdot \frac{\alpha_B (n_B + 1)/n_G - \alpha_G n_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)}, \quad x_B^{PG} = p \cdot \frac{\alpha_G (n_G + 1) - \alpha_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)},$$

$$X^{PG} = n_G x_G^{PG} + n_B x_B^{PG} = p \cdot \frac{\alpha_B + \alpha_G n_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)}$$

$$\pi_G^{PG} = \alpha_G p^2 \cdot \frac{(\alpha_B (n_G + n_B) - \alpha_G n_B) \cdot (\alpha_B (n_B + 1)/n_G - \alpha_G n_B)}{(\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1))^2},$$

$$\pi_B^{PG} = \alpha_B p^2 \cdot \left( \frac{\alpha_G (n_G + 1) - \alpha_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)} \right)^2$$

第 2 に、最初のケースとは逆にタイプ  $B$  の漁業者のみでプール制を実施する場合を考えよう。このときの両タイプの漁業者の利潤関数は、

$$\pi_{G,i} = p x_i - \alpha_G X x_i, \quad \pi_{B,j} = \frac{p(x_j + \sum x_{-j})}{n_B} - \alpha_B X x_j,$$

となる。ただし、 $x_{-j}$  は 2 節の費用関数の性質における定義と異なり、タイプ  $B$  の漁業者で、かつ漁業者  $j$  以外の漁業者であることを意味している。個々の漁業者は自己の利潤を最大にするように漁獲量を意思決定することから、利潤最大化のための 1 階の条件は、以下のように表すことができる。

17) 2 階の条件、および安定性の条件は、他のプール制についても同様にして満たされていることを証明できるため、以下では省略する。

$$\frac{\partial \pi_{G,i}}{\partial x_i} = p - \alpha_G X - \alpha_G x_i = 0, \quad \frac{\partial \pi_{B,j}}{\partial x_j} = \frac{p}{n_B} - \alpha_B X - \alpha_B x_j = 0$$

この均衡における2つのタイプの漁業者の漁獲量をそれぞれ  $x_G^{PB}$  および  $x_B^{PB}$  とすると、タイプ  $G$  の漁業者によるプール制の場合と同様に均衡漁獲量、および均衡利潤を得ることができる。

$$x_G^{PB} = p \cdot \frac{\alpha_B (n_B + 1) - \alpha_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)}, \quad x_B^{PB} = p \cdot \frac{\alpha_G (n_G + 1)/n_B - \alpha_B n_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)},$$

$$X^{PB} = n_G x_G^{PB} + n_B x_B^{PB} = p \cdot \frac{\alpha_B n_G + \alpha_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)}$$

$$\pi_B^{PB} = \alpha_B p^2 \cdot \left( \frac{\alpha_B (n_B + 1) - \alpha_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1)} \right)^2$$

$$\pi_G^{PB} = \alpha_B p^2 \cdot \frac{(\alpha_G (n_G + n_B) - \alpha_B n_G) \cdot (\alpha_G (n_G + 1)/n_B - \alpha_B n_G)}{(\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1))^2},$$

第3に、タイプ  $G$  の漁業者が全員で1つのプール制を実施し、同時にタイプ  $B$  の漁業者も全員で1つのプール制を実施している状況を考える。2つのプール制が存在する状況であり、単一の漁場を利用する複数のコミュニティーでそれぞれ別々にプール制を実施している状況である。それぞれのタイプの漁業者の利潤関数は、以下のように表すことができる。

$$\pi_{G,i} = \frac{p(x_i + \sum x_{-i})}{n_G} - \alpha_G X x_i, \quad \pi_{B,j} = \frac{p(x_j + \sum x_{-j})}{n_B} - \alpha_B X x_j.$$

また利潤最大化のための1階の条件は、

$$\frac{\partial \pi_{G,i}}{\partial x_i} = \frac{p}{n_G} - \alpha_G X - \alpha_G x_i = 0, \quad \frac{\partial \pi_{B,j}}{\partial x_j} = \frac{p}{n_B} - \alpha_B X - \alpha_B x_j = 0,$$

となる。この均衡における2つのタイプの漁業者の漁獲量をそれぞれ  $x_G^{PP}$  および  $x_B^{PP}$  とすると、タイプ  $G$  の漁業者によるプール制の場合と同様に均衡漁獲量、および均衡利潤を得ることができる。

$$x_G^{PP} = p \cdot \frac{\alpha_B (n_B + 1) - \alpha_G n_G}{\alpha_G \alpha_B n_G (n_G + n_B + 1)}, \quad x_B^{PP} = p \cdot \frac{\alpha_G (n_G + 1) - \alpha_B n_B}{\alpha_G \alpha_B n_G (n_G + n_B + 1)},$$

$$X^{PP} = p \cdot \frac{\alpha_G n_G (n_G - n_B + 1) + \alpha_B n_B (n_B - n_G + 1)}{\alpha_G \alpha_B n_G n_B (n_G + n_B + 1)}$$

$$\pi_G^{PP} = (p - \alpha_G X^{PP}) \cdot x_G^{PP}, \quad \pi_B^{PP} = (p - \alpha_B X^{PP}) \cdot x_B^{PP}$$

均衡利潤については、表現が複雑になるため均衡漁獲量を用いて表現している。

最後に両タイプの漁業者が全員で 1 つのプール制を実施した場合である。単一の漁業者コミュニティで、漁業者間の漁獲技術が異なる場合に該当する。また単一の漁業者コミュニティにおいて同一の技術が用いられている場合でも、複数のコミュニティが協力して 1 つのプール制を実施するような場合にも応用することができる。これまでと同様に考えて、個々の漁業者の利潤関数は、以下のように表すことができる。

$$\pi_{k,l} = \frac{pX}{n_G + n_B} - \alpha_k X x_l, \quad k = G, B, \quad l = i, j.$$

$k = G(k = B)$  のとき、 $l = i(l = j)$  である。利潤最大化のための 1 階の条件は、

$$\frac{\partial \pi_{k,l}}{\partial x_l} = \frac{p}{n_G + n_B} - \alpha_k (X + x_l) = 0$$

である。この均衡における 2 つのタイプの漁業者の漁獲量をそれぞれ  $x_G^{PT}$  および  $x_B^{PT}$  とすると、均衡漁獲量、および均衡利潤は以下のとおりである。

$$x_G^{PT} = p \cdot \frac{\alpha_B + (\alpha_B - \alpha_G) n_B}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1) (n_G + n_B)},$$

$$x_B^{PT} = p \cdot \frac{\alpha_G - (\alpha_B - \alpha_G) n_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1) (n_G + n_B)}$$

$$X_G^{PT} = p \cdot \frac{\alpha_G n_B + \alpha_B n_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1) (n_G + n_B)}$$

$$\pi_k^{PT} = p \cdot \frac{\alpha_G n_B + \alpha_B n_G}{\alpha_G \alpha_B (n_G + n_B + 1) (n_G + n_B)} \cdot x_k^{PT}, \quad k = G, B$$

## 5. プール制の比較と合意形成

本節においては、これまで求めてきた均衡漁獲量、および均衡利潤を比較しながら、プール制の効果と合意の可能性を考える。定性的な比較をして大小関係などの条件を求めていくのではなく、数値例を用いて考察を進めていく。

表 1 を見てもらいたい。ここには、タイプ  $G$  およびタイプ  $B$  のそれぞれの漁業者数が 2 であり、また  $p = 10$ 、 $\alpha_G = 1$ 、 $\alpha_B = 1.4$  である状況におけるそれぞれの均衡漁獲量が記載されている。それぞれのタイプのみが存在する場合の自由漁獲均衡は前節までにおいて求めてはいないが、参考値として掲載し

表1. 数値例 1

		$\alpha G=1$	$\alpha B=1.4$	$p=10$	$nG=2$	$nB=2$
	社会的最適	5	0	5	25	0
	プール制なし・自由漁獲均衡	3.143	0.572	6.858	9.875	0.228
	タイプGプール	0.143	4.572	4.858	0.735	14.624
	タイプBプール	4.571	-3.714	5.428	20.899	-8.916
	タイプGプール タイプBプール	3.143 6.286	0.143 0.286	6.572 10.774	21.548 0.114	21.776
	全体でプール	0.786	0.142	1.714	2.938	14.106
	タイプGのみの自由漁獲均衡	3.333	6.666	11.111	22.222	22.222
	タイプBのみの自由漁獲均衡	2.381	4.762	7.937	15.874	15.874
xG	Gの利潤	3.143	4.572	5.428	20.899	32.882
XG	Gの利潤の合計	6.286	9.142	10.856	41.798	65.764
xB	Bの利潤	0.286	-1.857	4.858	19.75	0.228
XB	Bの利潤の合計	0.572	-3.714	9.716	39.5	0.456
X	W(厚生)	6.858	5.428	10.584	61.597	66.490
Gの利潤		9.875	20.899	32.882	61.597	66.490
Bの利潤		0.228	-8.916	0.228	39.5	0.456
Bの利潤の合計		0.456	-17.832	0.456	79.0	0.912
W(厚生)		19.978	32.882	66.490	101.197	107.402

た。また、タイプ *B* のみがプール制を実施するケースにおいては、タイプ *B* の漁獲量が 0 となるため比較対象から外すこととする<sup>18)</sup>。

まず総漁獲量を見てもらいたい。自由漁獲均衡における総漁獲量 (6.858) に比べると、プール制を実施した場合の総漁獲量はプール制の種類にかかわらず少なくなっていることがわかる。これは、プール制の実施によって個々の漁業者が認識する限界収入が小さくなったことによる漁獲量抑制の効果である。タイプ *G* のみのプール制における総漁獲量よりも両タイプの漁業者がそれぞれプール制を実施している総漁獲量のほうが大きくなっていることは、プール制が漁獲量を抑制するという観点からは直観に反すると考える読者もいるかもしれない。しかし、戦略的代替関係を考慮に入れば、この大小関係は理解することができる。タイプ *G* の漁業者によるプール制に加えてタイプ *B* の漁業者によるプール制が実施されると、タイプ *B* の漁業者の漁獲量が抑制される。戦略的代替関係から、このことはタイプ *G* の漁業者に漁獲量を増やすインセンティブを与える。表 1 においては、後者の効果が前者の効果を上回っているのである。

次に、利潤を見てもらいたい。プール制の実施によって利潤が減らないことが、プール制実施に関して合意形成できるかどうかの観点から重要である。タイプ *B*、およびタイプ *G* がそれぞれプール制を実施した場合、どの漁業者も自由漁獲均衡に比べて利潤は減少していない。しかもタイプ *G* の漁業者の利潤は増加していることから、自由漁獲の状態から両タイプがそれぞれプール制を実施する状態への移行は、パレート改善をもたらすことがわかる。この数値例においては、プール制は自主的に合意され得る。一方、両タイプがプール制を実施する必要があることから、タイプ *B* の漁業者とタイプ *G* の漁業者とが異なる漁業者コミュニティに属している場合、複数のコミュニティによる合意形成の場・機会が必要となる。他の 2 種類のプール制においても、利潤が非正になることはない。したがって、資源枯渇の可能性が深刻になっている状況においては、合意できる種類のプール制として漁業者の選択肢にはなり得る



と考えられる。

次に表 2 を見てもらいたい。ここには、タイプ  $G$  の漁業者数が 2、タイプ  $B$  の漁業者数が 4 であり、また  $p = 10$ 、 $\alpha_G = 1$ 、 $\alpha_B = 1.4$  である状況におけるそれぞれの均衡漁獲量が記載されている。表 1 と異なるのはタイプ  $B$  の漁業者である。生産技術の低い小規模な漁業者が相対的に多く存在しているような状況である。このケースでは、両タイプの漁業者ともに漁獲量が正となるのは、全体で 1 つのプール制を実施した場合のみである。この場合の漁獲量抑制の効果は、総漁獲量が自由漁獲均衡におけるそれよりも少ないことから明らかである。しかし、利潤を比較してみると、この状況では自由漁獲の状態からパレート改善が実現するようなプール制は存在しないことがわかる。漁業者の数が多き状況では、容易に漁業者が合意できるような仕組みではないことを意味する。ただし、全体で 1 つのプール制の下では、どの漁業者も正の利潤を得ることができるため、漁獲圧が高く資源枯渇のリスクが高い状況では、実行することは不可能ではないと考えられる。

前節までの理論分析においても、本節のここまでの考察においても、資源ストックの時間を通じた変化は考慮に入れてきていない。資源枯渇のリスクは外生的な与件として扱ってきた。しかし実際には今期の漁獲行動が来期以降の資源ストックに影響を与えるため、資源ストックの変化を通じた長期的な均衡を考えることも重要である。例えば、本稿の分析においては、漁獲総量はプール制が実施されているときに比べて、プール制が実施されていない場合のほうが必ず多くなる。しかし、ストックの変化を考慮に入れた場合、高い漁獲圧は資源ストックの減少を通じて長期的には漁獲量を逆に減らしてしまう可能性がある。漁獲努力は大きいものの単位努力量当たり漁獲量 (catch per unit effort: CPUE) が小さくなるためである。資源ストックの変化を考慮に入れた長期均衡においては、プール制の効果や合意形成の可能性について、本稿の短期的な分析とは異なる結果が得られる可能性がある<sup>19)</sup>。

18) 表 1 には、負の値をそのまま掲載している。実際にはタイプ  $B$  の漁業者の漁獲量が 0 となり、タイプ  $G$  の漁業者はプール制を実施していないことから、タイプ  $G$  のみの自由漁獲均衡がこのケースの均衡に該当する。

19) この長期均衡は次のステップとして別稿にて分析を行う。

## 6. 結語

本稿では、水産資源管理の手法の中のプール制に焦点を当て、それが漁獲量の抑制と漁業者の利潤とに与える効果を理論的に分析し、そのうえでプール制導入の合意形成の可能性を考察してきた。プール制は本来の目的である漁獲量の抑制を達成することができる。一方、ある特定の漁場を、同じ漁獲技術を持った単一の漁業者コミュニティの漁業者のみが利用している場合には、プール制のデメリットは存在したとしても過剰に漁獲が抑制されるということである。しかし技術格差が存在することで、プール制の導入が特定の漁獲技術の漁業者の漁業継続を難しくする可能性が存在することが明らかとなった。したがって、漁業者数や漁獲技術差を考慮に入れて適切な種類のプール制を選択できるかどうかはプール制導入の合意形成の鍵を握っている。また、どの範囲の漁業者の間で合意形成を行うかの判断も重要となる。

本稿ではプール制と技術に関する異質性に焦点を絞って分析を行うことを目的としたため、多くの単純化を行っている。前節で述べたストックの変化による長期的な効果以外にも、本稿において考慮に入れなかった主な要素としては以下のものが挙げられる。

第1に、理論的には、さらに多くのタイプのプール制が存在し得る。Heintzelman et al. (2009) が分析している通り、グループ数は1から $N$ まであり得る。グループ数が1とは全漁業者で1つのプール制を実施することであり、グループ数が $N$ とは自由漁獲均衡、つまり個々の漁業者が自分の漁獲から発生する漁獲収入をすべて獲得することである。技術に関する異質性が存在する下で、最適なグループ数を求めることは理論的には面白いトピックであるし、それに対応した現実の制度を考案することは重要な課題である。

第2に、プール制とは異なるものの日本の漁協においてやはりしばしば見られる漁獲管理の方法に、漁船の共同利用がある。特定の魚種の漁獲においては必ず2人で漁獲を行うというルールを設定している漁協もあれば、その魚種を漁獲する漁業者全員で1隻の漁船を保有して漁獲を行っていた漁協もある。これはあたかも漁業者の数が減ることと同じ効果を持つため、プール制よりも漁獲量抑制に関しては効果的かもしれない。しかも、特定の漁業者の利潤のみ

が負となる可能性も低いと考えられる。漁獲量の抑制効果については自明であるかもしれないが、このような仕組みを導入している漁協と導入していない漁協とが存在する現状を考慮に入れると、合意形成の可能性については分析をする価値がある。これらの要素については、今後の課題としたい。

### 参考文献

- 井上健, 小島彰, 東田啓作 2008. 「ホッキガイの資源管理型漁業－相馬双葉漁協請戸支所, いわき市漁協久乃浜支所・沼乃内支所の事例－」『福島大学地域創造』第 20 巻第 1 号 46-55.
- 井上健, 阿部高樹, 小島彰, 東田啓作 2009. 「ホッキガイの資源管理型漁業－鉚路支庁, 根室支庁の事例－」『福島大学地域創造』第 21 巻第 1 号 83-104.
- 小島彰, 阿部高樹, 井上健 2006. 「ホッキ貝漁業における水産資源管理－青森県北浜地区 4 漁協 (八戸みなど, 市川, 百石町, 三沢市) の事例－」『福島大学研究年報』第 2 号 19-24.
- 松井隆弘 2008. 「プール制における水揚量調整の意義－駿河湾サクラエビ漁業を事例に－」, 『漁業経済研究』第 52 巻第 3 号 1-19.
- 松井隆弘 2011. 「漁業における自主管理の成立条件」『国際漁業研究』第 10 巻 15-25.
- 東田啓作, 井上健, 小島彰 2009. 「ホッキガイの資源管理型漁業－網走支庁 4 漁協の事例－」『福島大学地域創造』第 20 巻第 2 号 57-68.
- 東田啓作, 井上健, 阿部高樹 2010. 「ホッキガイの資源管理型漁業－渡島支庁の事例－」『商学論集』第 78 巻第 4 号 121-142.
- Clark, C. W., 2006. *The Worldwide Crisis in Fisheries: Economic Models and Human Behavior*. Cambridge University Press.
- Evans, K. S., Weninger, Q., 2014. Information sharing and cooperative search in fisheries. *Environmental and Resource Economics* 58, 353-372.
- Furusawa, T., Higashida, K., Ishikawa, J., 2003. What information is needed for welfare-enhancing policies under international oligopoly? *Japan and the World Economy* 15, 31-46.
- Gaspard, F., Seki, E., 2003. Cooperation, status seeking and competitive behavior: theory and evidence. *Journal of Economic Behavior and Organization* 51, 51-77.
- Heintzelman, M. D., Salant, S. W., Schott, S., 2009. Putting free-riding to work: A partnership solution to the common-property problem. *Journal of Environmental Economics and Management* 57, 309-320.

- Klarl, T., 2013. Market dynamics, dynamic resource management and environmental policy in the context of (strong) sustainability. *Journal of Evolutionary Economics* 23, 861-888.
- Noh, S. J., 1999. A general equilibrium model of two group conflict with endogenous intra-group sharing rules. *Public Choice* 98, 251-267.
- Platteau, J., Seki, E., 2007. Heterogeneity, social esteem and feasibility of collective action. *Journal of Development Economics* 83, 302-325.
- Schott, S., Buckley, N. J., Mestelman, S., Muller, R. A., 2007. Output sharing in partnerships as a common pool resource management instrument. *Environmental and Resource Economics* 37, 697-711.
- Seade, J., 1980. The stability of Cournot revisited. *Journal of Economic Theory* 23, 15-27.
- Seki, E., 2006. Effects of rotation scheme on fishing behavior with price discrimination and limited durability: Theory and evidence. *Journal of Development Economics* 80, 106-135.
- Uchida, E., Uchida, H., Lee, J., Ryu, J., Kim, D., 2011. TURFs and clubs: Empirical evidence of the effect of self-governance on profitability in South Korea's inshore (*maul*) fisheries. *Environment and Development Economics* 17, 41-65.