

水産資源管理談話会報

第 34 号

日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2004年 9月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目次

お知らせ	2
漁船規模に階層性がある場合の漁業管理問題		
	鈴木直樹 3
シンポジウム「明日の漁船像を考える」		
	川島敏彦 10
ミナマグロ資源管理、怒涛の歴史の中で		
	辻 祥子 26
ミナマグロ調査漁獲から得られたもの		
	高橋紀夫 30
CCSBT で開発中の管理方式(Management Procedure)について		
	平松一彦 42
(投稿) MCMC 入門		
	平松一彦 72
会報 33 号松田著「生物学的許容量決定規則の課題と展望」		
	落丁の図 (図 1, 図 2) 77

漁船規模に階層性がある場合の漁業管理問題

鈴木直樹（東京水産大学）

1. 規模の経済性と不経済性

はじめに、いわゆる「規模の経済性」もしくは「スケールメリット」について簡単に説明する（岩田, 1993）。工場などで大量生産を行う企業では、その企業規模が大きければ、生産物1単位当たりの費用は小さくなると考えられる。それは、原材料等を大量に購入する事による生産要素の価格の低下、在庫費用の節約や販売上（マーケティング等）の有利性が生じるためである。これを規模の経済性と呼ぶ。一方、規模の拡大による非効率性も存在する。企業は、需要構造、生産要素市場や技術革新等々の状態の変化に対応するように、組織の調整が必要となる。このような能力（一種の経営資産）の絶対量が限られていると、規模の拡大に伴い非効率性が生じる。このように、費用（平均費用）が企業規模に依存し、その費用関数の形状によって、「規模の経済性」と「規模の不経済性」が生じる。

さて、漁業で資本として扱われるものの例として、船体、機関や艀装等の投資が挙げられる。漁業者は、このような投資を通じて、自らの漁獲能力を高めようとしていると考えられる。その一方で、投資は漁業者にとっては費用負担となるので、投資を行うかどうかは、投資による効率化と費用の負担増とのバランスに依存する。

本稿では、琵琶湖のアユ沖すくい網漁業を例に、異なる漁獲能力を持つ漁業者が存在する場合の漁業管理問題を検討する。

2. 漁船規模に階層性がある場合の漁業管理問題

2.1 琵琶湖漁業の概要

琵琶湖ではアユをはじめコイ、フナ、モロコ、エビおよびシジミ等の様々な生物が漁獲対象になっている。琵琶湖で漁獲されたアユは、鮮魚アユとアユ苗とがある。鮮魚アユとは、主に加工向けになるもので、佃煮として利用されている。また、アユ苗は全国の河川の放流や養殖用の種苗として用いられるもので、その多くはエリによって漁獲されている。

鮮魚アユは沖すくい網漁業をはじめ、エリ、刺網およびヤナ等によって漁獲されている。それらの中で最も漁獲量の多い沖すくい網は“まき”と呼ばれるアユの群れをたも網で“すくう”という方法で、アユを漁獲する。また、その操業域は琵琶湖北湖のほぼ全域に及び、漁業者間でその“まき”を探すために、他の漁業者より早くその“まき”がある水域まで船を走らせる必要がある。こうした理由で、漁業者の中には、より馬力の大きい機関を利用する漁師が存在する。

理論的に、漁業管理について論じる際に、計算を簡単にするために漁業者が均一な存在、すなわち階層性が存在しないものとして、扱うことが多い。しかし、実際には、漁船の機関の大きさや、性能、また操業時の技術、経済的な問題としては、収入面での漁業への依存度等が異なっている。

例えば、表1に琵琶湖の沖すくい網漁業と呼ばれている漁業を行っている漁業者が、機関と船体をいくらかで購入したかを示す。漁業者AやCのように高額な機関を購入している漁師が存在する一方、漁業者BやDのように比較的安価な機関を利用している漁師も存在する。このように、実際の漁業では階層性が存在している場合が多いにもかかわらず、その階層性の存在が漁業管理に対してどのような影響を及ぼしているか、という理論的な研究は比較的少ない。そこで、本稿では階層性、特に機関への投資額の違いに関する影響について検討する。すなわち、機関への投資に関して平均的な投資額の漁業者と、投資額の多い漁業者が存在する場合の均衡漁獲量と均衡純利益を計算する。その際、各漁業者は自らの純利益が最大になるよう行動すると仮定する。

2.2 アユの漁獲量と価格の関係

次に、琵琶湖で漁獲されたアユの漁獲量と価格の関係について述べる。前に述べたように鮮魚アユは主に加工用で、佃煮等として利用されている。したがって、その生産設備等には限界があるので漁業の豊凶により漁獲量と価格の関係が時間的に変化する可能性がある。そこで、漁獲量と価格の関係について、漁期を4期に分けて検討する。すなわち、沖すくい網漁業の漁期を1期(6月10日～23日)、2期(6月24日～7月5日)、3期(7月6日～18日)および4期(7月19日～31日)に分ける。さらに、本稿では*i*期における価格 p_i (円/kg)と総漁獲量 H_i (kg)の関係を表す関数として以下の式を採用する。すなわち、*i*期の価格関数を

$$p_i(H_i) = a_i - b_i H_i, i = 1, 2, 3, 4$$

とする。ここで、 a_i と b_i は非負の定数である。また、総漁獲量 H_i は

$$H_i = \sum_{j=1}^n h_{i,j} + \sum_{k=1}^{n'} h'_{i,k}$$

である。ただし、 n と n' は、平均的な投資額をする漁業者の人数と投資額の多い漁業者の人数である。さらに、 $h_{i,j}$ と $h'_{i,k}$ は平均的な投資額をする漁業者 j と投資額の多い漁業者 k の漁獲量(kg)である。

図1は沖すくい網で滋賀県百瀬漁業協同組合（百瀬漁協）に所属する漁業者によって漁獲された鮮魚アユの各期ごとの漁獲量と価格の関係を示したものである。各期とも漁獲量の増加に対して価格は減少し、その減少率は期によって異なる。図1は百瀬漁協における沖すくい網漁業の漁獲量と価格の関係を示したもので、琵琶湖全体のものではない。しかし、琵琶湖全体では漁獲量や価格などは期別には得られていない。そこで、沖すくい網で漁獲された鮮魚アユに関して、百瀬漁協と琵琶湖全体での価格にはほとんど差がなかったので、百瀬漁協で得られた関係を両者の漁獲量の比で全体に引き伸ばす。これを沖すくい網漁業で漁獲された鮮魚アユの価格関数とする。ちなみに、劉ら(2003)は、価格が累積漁獲量の指数関数であるとし、累積漁獲量が0の時の価格が漁期初資源量に対して直線的に減少するとしている。

2.3 投資、漁獲能率および費用関数

機関への投資額が多いということは、直接的ではなしに、漁獲能率の上昇を意味すると考えられる。そこで、本稿では、平均的な投資額の漁業者より γ 倍の投資額の漁業者の漁獲能率が次式で表せると仮定する。

$$\rho(\gamma) = \bar{\rho} \sqrt{\gamma}$$

すなわち、投資額の多い漁業者の漁獲能率 $\rho(\gamma)$ (/隻・日)は、平均的な投資額の漁業者の漁獲能率 $\bar{\rho}$ (/隻・日)と γ の1/2乗との積で表されるものとする。ここで、 $\bar{\rho}$ は 4.49×10^{-5} (/隻・日)と推定されている(Suzuki and Kitahara, 1996a)。ちなみに、劉ら(2003)は、漁具能率は投資倍率の0.6乗に比例するとしている。

次に、沖すくい網漁業における費用関数を定義する。沖すくい網漁業の主な変動費用は、燃料費、網代および氷代である。本稿では、Suzuki and Kitahara(1996b, 1998)に従い、平均的な投資金額の漁業者の i 期の費用関数 $c_{i,j}(h_{i,j})$ (円/kg)を次のように定義する。

$$c_{i,j}(h_{i,j}) = \frac{\alpha}{\bar{\rho} N_i w_i} h_{i,j} + d$$

ここで、 N_i と w_i は i 期の資源尾数と体重(kg)を示している。ただし、琵琶湖で漁

獲されたアユの t 月の体重 $W_t(g)$ は、 $W_t = 5.1\{1 - e^{-0.24(t+4.5)}\}^3$ で表せる (Suzuki and Kitahara, 1996b)。また、 α と d は漁獲努力量努力量に比例する費用と減価償却費で、21,996 円/日・隻と 4,472 円である (Suzuki and Kitahara, 1996b, 1998)。

上式に従うと、投資額が γ 倍多い漁業者の費用関数は $c'_{i,k}(h'_{i,k})$ (円/kg) は、

$$c'_{i,k}(h'_{i,k}) = \frac{\alpha}{\rho(\gamma)N_i w_i} h'_{i,k} + \gamma d$$

となる。すなわち、平均的な投資をする漁業者に比べ、 γ 倍多く投資をする漁業者は、 $\gamma^{0.5}$ 倍漁獲能率が向上する一方、減価償却が γ 倍増加する。

2.4 純利益関数と均衡条件

これまでに、沖すくい網漁業で漁獲された鮮魚アユの価格関数および沖すくい網漁業の費用関数を定義した。次に、これらを用いて、平均的な投資額の漁業者と投資額の多い漁業者の純利益を定義する。 i 期の沖すくい網漁業から得られる平均的な投資額の漁業者の純利益 $\pi_{i,j}(h_{i,j}, h_{i,k})$ (円) は、それぞれの漁獲量 $h_{i,j}$ と $h_{i,k}$ の関数として

$$\begin{aligned} \pi_{i,j}(h_{i,j}, h_{i,k}) &= p_i(H_i)h_{i,j} - c_{i,j}(h_{i,j}) \\ &= \left\{ a_i - b_i \left(\sum_{j=1}^n h_{i,j} + \sum_{k=1}^{n'} k'_{i,k} \right) \right\} h_{i,j} - \frac{\alpha}{\rho N_i w_i} h_{i,j} + d \end{aligned}$$

と定義する。同様に、投資額の多い漁業者の純利益 $\pi'_{i,k}(h_{i,j}, h_{i,k})$ (円) は、

$$\begin{aligned} \pi'_{i,k}(h_{i,j}, h_{i,k}) &= p_i(H_i)h'_{i,k} - c'_{i,k}(h'_{i,k}) \\ &= \left\{ a_i - b_i \left(\sum_{j=1}^n h_{i,j} + \sum_{k=1}^{n'} k'_{i,k} \right) \right\} h'_{i,k} - \frac{\alpha}{\rho(\gamma)N_i w_i} h'_{i,k} + \gamma d \end{aligned}$$

となる。

また、資源尾数の変化は

$$N_{i+1} = \left(N_i - \frac{H_i + \tilde{H}_i}{w_i} \right) e^{-M}$$

で近似できるものとする。ここで、 \tilde{H}_i は他の漁業による漁獲量(kg)を、 M は 1 期当たり自然死亡係数(/期)である (Suzuki and Kitahara, 1996b; 1998; 劉ら, 2003)。

前に述べたように、本稿では、各期において各漁業者は自らの純利益が最大になるよう自らの漁獲量を決定する、と仮定する。すなわち、各漁業者の漁獲量 $h_{i,j}$ と $h'_{i,k}$ は

$$\frac{\partial \pi_{i,j}}{\partial h_{i,j}} = 0, i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$\frac{\partial \pi'_{i,k}}{\partial h'_{i,k}} = 0, i = 1, 2, 3, 4; k = 1, 2, 3, \dots, n'$$

を満たす。ただし、これらの式を満たす漁獲量が負になるときは、漁獲量を0とする。

3. 試算結果

3.1 投資倍率と投資額の多い漁業者数の割合を変化させた場合の一人当たり漁獲量と純利益

図2は、資源量が 3.0×10^8 （これまで得られている推定値の平均）のとき、投資額が多い漁業者数の割合と投資倍率に対して、漁獲量と純利益の等量線を描いたものである。漁獲量と純利益とも、投資額が多い漁業者数の割合と投資倍率に対する傾向が同じようなので純利益だけについて、それらの特徴を述べる。

投資額が多い漁業者数の割合が低い場合、投資額が多い漁業者の純利益は投資倍率が約1.5のとき、最大となった。しかし、投資倍率がこの値を超えると純利益は減少した。一方、平均的な投資額の漁業者の純利益は、投資倍率に対して大きく変化しなかった。

投資額が多い漁業者数の割合が高い場合、投資額が多い漁業者の純利益は、投資倍率に対してあまり変化しなかった。一方、平均的な投資額の漁業者の純利益は、投資額が多い漁業者に比べて大きくは変化しないが、投資倍率約1.5までは減少し、その後増加した。

3.2 資源量が異なるときの総漁獲量と総純利益

図3は、投資額が多い漁業者数の割合が全体の10%、資源量が 1.0×10^8 と 4.0×10^8 尾の場合、投資倍率に対して、投資額が多い漁業者と平均的な投資額の漁業者の漁獲量と純利益を示した。

資源量が 1.0×10^8 場合、純利益は投資倍率が約1.5で最大値をとり、投資倍率が約2倍までの範囲では投資額が多い漁業者の方が大きくなった。投資倍率がそれ以上になると、投資額が多い漁業者の漁獲量は投資倍率に対して急激に減少した。一方、これとは逆に、平均的な投資額の漁業者の漁獲量は、投資倍率が約2倍までの範囲では、投資倍率に対し減少した。投資倍率がそれ以上の範囲では、投資倍率に対して、平均的な投資額の漁業者の漁獲量は増加したが、投

資倍率その変化は、投資額の多い漁業者のそれに比べて小さかった。この傾向は、漁獲量の場合も同様であった。

資源量が多い場合、投資倍率に対する変化は、投資額の多い漁業者と平均的な漁業者の純利益と漁獲量とも、資源量が多い場合と同様であった。大きく異なる点は、漁獲量と純利益ともに投資額が多い漁業者と平均的な投資額の漁業者との差が小さくなったことである。すなわち、資源量が多い場合の両者の漁獲量と純利益は、資源量が少ない場合のそれらより多くなった。

4. 最後に

前に示したように、機関への投資額の増加は、ある程度の範囲では、漁獲量と純利益の増加をもたらすが、投資額を多くしようとする漁業者数の割合によっては、必ずしも漁獲量や純利益の増加には結びつかない。すなわち、経済的効率性という視点からも、機関等の大きさに関して何らかの制限が必要となる。

最後に、このような規制がどの程度守られるか、という観点で漁業者の行動動態を解析する必要がある。そこで、平均的な投資をする漁業者の中で1人の漁業者が γ 倍投資額を増やしたとき、両漁業者の純利益の比較を行った（鈴木、未発表）。資源量や総漁業者数を変化させ、投資額を増やした漁業者と増やさなかった漁業者の純利益を比較した。その結果、資源量が多く、全体の漁業者数が多い場合は、投資を増やさなかった漁業者の利益の方がそうでない漁業者の利益より大きくなった。すなわち、もし、ある漁業者が投資額を増やそうとしても、その純利益が平均的な投資額の時と比べて小さければ、その漁業者は投資額を増やそうとはしない。言い換えると、この結果は、現状をある規制と考えた時、その規制はあまり費用をかけずに守られるということを意味する。この考え方は、進化生態学における進化的に安定な戦略の概念と同じである（例えば巖佐（1985））

これまで見てきたように、機関（投資額）に関して階層性がある場合、投資額の増加が必ずしも、漁獲量や純利益の増加に結びつかないことが分かった。また、漁業管理をより効率的に行う意味でも、自発的に漁業者が規則を守ろうとする（あえて違反をしない）条件として、資源状態や、その漁業に従事する漁業者数の影響を受けることが示された。

引用文献

巖佐 庸：生物行動と成長に関する適応戦略論。生物物理，1982，25，10-15。

岩田規久男: 「ゼミナールミクロ経済学入門」. 日本経済新聞社, 東京, 1993, 507pp.

劉 穎, 櫻本和美, 北原武, 鈴木直樹: 琵琶湖沖すくい網漁業の漁船規模に階層性を考慮した場合の漁業管理に関する理論的研究. 日水誌, 2003, **69**, 749-756

Naoki Suzuki and Takeru Kitahara: Relation of recruitment to the number of caught juveniles in ayu population of Lake Biwa. Fisheries Science, 1996a, **62**, 15-20

Naoki Suzuki and Takeru Kitahara: A Management policy for the scoop nets fishery of ayu population in Lake Biwa. Fisheries Science, 1996b, **62**, 683-689

Naoki Suzuki and Takeru Kitahara: Net profit and marginal net profit in the scoop nets fishery of ayu population in Lake Biwa. Fisheries Science, 1998, **64**, 939-943