

ホタテガイ養殖業における目標生産量の調整システム

木俣 昇, 本多 剛

(キーワード: ホタテガイ養殖の目標生産量, 水揚関数, 経営費関数, 配分モデル)

1. はじめに

冷水貝であるホタテの産業養殖は、1965年青森県陸奥湾において世界に先駆けて開始され、その技術が1968年に北海道渡島支庁にもたらされた。その後の技術改良とともに図1に示すような急速な成長を遂げてきたが、1989年を境にして、経営費が水揚金額を上回る苦しい状況が続いている。その原因の一つが過剰生産による価額の低迷であるとして、目標生産量の設定と生産調整の支援システムに関する研究が求められている。この問題解決では、ホタテガイ養殖業の特殊性を考慮し、海域全体での養殖維持、粗利益の確保、既得権益への配慮を3本柱とするシステムアプローチがポイントとなる。

2. 粗利益確保の目標生産量設定システム

われわれが取り上げるホタテガイ養殖は、海中に浮遊する幼生を資源とし、それらを棒網で採取する自然採苗と、中間育成と耳吊りによる本養成による2年養殖ガイのボイル出荷を特徴とし、海域全体に展開する14の大小の漁協によって営まれている。その生産活動の単位は組合員による家族経営で、純粋な利益概念が支配する経営体ではない。これらのことから、資源の再生産という意味からも、経営体の形態面からも、利益最大化ではなくて、大小の漁協による海域全体での養殖活動の維持という視点が強く求められる課題といえよう。

養殖活動の維持には、“水揚金額”から“経営費”を引いた粗利益が最低限非負となることが必須条件となる。そこで、まず、“水揚金額”と“生産量”の関係を定める水揚関数 $y(x)$ と、“経営費”と“生産量”

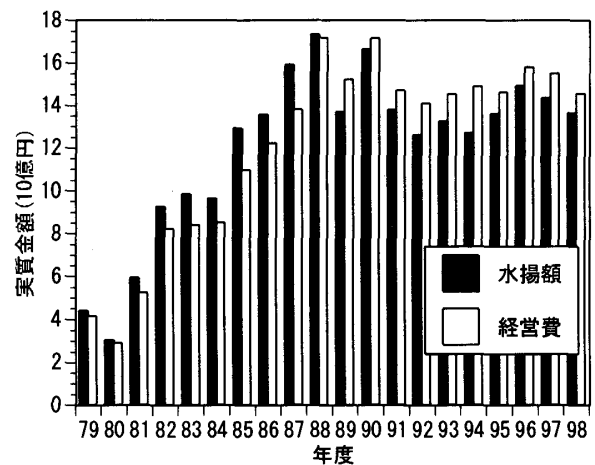


図1 渡島支庁の養殖経営の推移

の関係を定める経営費関数 $z(x)$ を推定し、海域全体での目標生産量の設定代替案を検討する。

この推定に使用する基本統計データを表1に示す。これらは3種類の年報から採取・整理したもので、上述の14の大小漁協単位で同形式の基本統計データが作成できる。金額は、いずれも1990年の消費者物価指数を基準にデフレートしてある。

水揚関数の関数形は、生産量の増大に伴い頭打ちとなることから、シグモイドと2次関数の2種類を、経営費関数の関数形は、生産量の増大に伴う増加特性から、1次関数と3次関数の2種類を想定し、回帰分析を実施し、決定係数により定める。また、同様の検討を14の個別漁協単位のデータを用いて実行する。表2に推定結果を示す。個別漁協に関する推定分については、大規模および小規模漁協からの各1例のみを示した。

水揚関数については、シグモイド関数の方が若干上回り、0.904となった。この傾向は、全ての大規模漁協で確認されたが、小規模業漁協では逆に全てで2次関数の方が若干上回るという結果となった。また、数値的にも経営費関数の推定に比べて幾分低い値となった。

経営費関数については、3次関数の決定係数の方が

きまた のぼる
 金沢大学 工学部
 〒 920-8667 金沢市小立野 2-40-20
 ほんだ たけし
 金沢大学 自然科学研究科
 〒 920-8667 金沢市小立野 2-40-20

表1 基礎統計データ

年度	生産量	水揚額	経営費
79	1.40	4.38	4.13
80	0.88	3.01	2.87
81	1.88	5.90	5.21
82	3.26	9.24	8.18
83	3.60	9.81	8.37
84	3.34	9.62	8.50
85	4.84	12.87	10.93
86	5.86	13.55	12.19
87	6.59	15.88	13.77
88	8.19	17.29	17.16
89	8.96	13.66	15.19
90	9.29	16.62	17.14
91	7.71	13.74	14.67
92	8.25	12.60	14.07
93	8.69	13.21	14.50
94	8.32	12.69	14.88
95	8.83	13.57	14.58
96	9.17	14.90	15.77
97	9.02	14.32	15.48
98	8.74	13.59	14.53

表2 関数形別の決定係数

水揚関数	全域	大規模	小規模
シグモイド	0.904	0.914	0.883
2次関数	0.900	0.909	0.900
経営費関数	全域	大規模	小規模
1次関数	0.957	0.963	0.951
3次関数	0.971	0.975	0.972

若干上回り、0.971となった。この傾向は、漁協の規模にかかわらず全てで見られ、数値的にも0.97以上という高い値が得られた。

ここでは、水揚関数はシグモイド型、経営費関数は3次関数型として、海域全体の目標生産量の代替案設定を行う。図2は、採用した両関数と実データをプロットしたものである。また、図中の E_1 は、水揚金額と経営費の差が最大となる生産量を、 E_2 は、水揚金額と経営費の差が零となる限界生産量を示している。

これらの値は、推定した二つの関数

$$y(x) = \frac{14.43}{1 + 2.35 \exp(1 - 0.8x)}$$

$$z(x) = -0.000038x^3 - 0.54x^2 + 2.65x + 0.63$$

を用いて容易に求まる。粗利益確保の目標生産量の設定代替案 E は、それらの値を用いて、

$$4.46 = E_1 \leq E \leq E_2 = 7.56$$

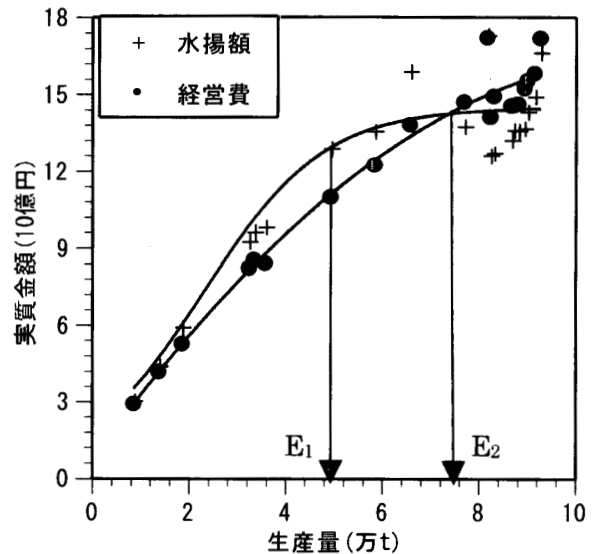


図2 水揚関数および経営費関数の推定

の範囲で定められる。ちなみに、この海域でのピーク時のホタテガイ生産量は約9.3(万トン)であり、 E_1 の生産量はその48%に、 E_2 の生産量は81%に当たる。すなわち、20%以上の削減調整が必要な厳しい状況にあることが分かる。

3. 目標生産量の個別漁協への配分調整システム

目標生産量を E とし、それぞれが既得権益 d_i ($i=1 \sim n$)を持つ n 漁協への配分を考える。ここで、

$$d_1 \leq d_2 \leq \dots \leq d_n$$

とする。削減調整では、この既得権益への配慮が重要となるが、節2で述べたように、小規模漁協にも大規模漁協にも受容してもらうには、各漁協への配分量 x_i ($i=1 \sim n$)と、削減量 $d_i - x_i$ ($i=1 \sim n$)に関して、

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$$

$$(d_1 - x_1) \leq (d_2 - x_2) \leq \dots \leq (d_n - x_n)$$

という順序関係が保存される配慮が望ましい。すなわち、配分量も既得権益量に沿うが、我慢量も既得権益量に沿うならば、大規模漁協にも小規模漁協にも公平感が生まれるだろう。

既得権益量の総和を D とするとき、以下のCG (Contested Garment) 原理による配分アルゴリズムは、この順序関係を保存するものとなる：

$$\textcircled{1} E \leq (d_1/2)n \Rightarrow x_i = E/n, \quad i=1 \sim n$$

$$\textcircled{2} E \geq D - (d_1/2)n \Rightarrow x_i = d_i - (D - E)/n, \quad i=1 \sim n$$

$\textcircled{3} (d_1/2)n \leq E \leq D - (d_1/2)n \Rightarrow$ CG 提携手順配分 CG 原理による配分とは、 d_1, d_2 という要求を持つ2

者間では、それぞれが自分の取り分以外は相手の取り分として認めているとし、それらを除いた残りを平等に分割し、配分する原理に異存はないはずとするものである。この原理を定式化すれば、

$$x_i = \frac{E - \max\{E - d_1, 0\} - \max\{E - d_2, 0\}}{2} + \max\{E - d_j, 0\}, i \neq j, i, j = 1, 2$$

となる。第二項が、相手から承認された取り分で、第一項が残りの均等配分量である。

上述のアルゴリズムの③のCG提携手順配分とは、最小の既得権量 d_1 の漁協と、残りの漁協の提携体の2者間で、まずこの公式を使用し、配分量 x_1 と x_2 を決定し、次に、 $E = x_2$ として、 d_2 と残りの提携間で配分量の決定に移る、という手順を繰り返し適用することをいう。

すなわち、目標生産量と既得権益量の構成との関連で、目標生産量の均等配分や削減量の均等配分の場合や、もう少し複雑な配分を取るようになる。

4. 配分結果と考察

生産調整には、個別目標生産量の各漁協による管理が前提となる。その工夫として、養殖施設を、幹綱200(m)を基準として標準化し、この台数による管理を想定する。そのために、生産量も既得権益量もこの標準施設台数(5.28(トン/台数))に換算した上で配分する。

ここでは、海域全体の目標生産量の代替案として、(i)粗利益の限界量である E_2 と、(ii) E_2 と粗利益最大となる E_1 の中間値の2ケースについて、各漁協への配分量を求める。各漁協の既得権益量は、1996~1998年の3年間の平均生産量とする。図1に示すように比較的安定している時期のものである。

表3に14の個別漁協の既得権量と、目標代替案量(合計欄)を示す。これらは、上述したように標準施設台数に換算したものである。

節3の配分アルゴリズムに示すように、まず、いずれの代替案についても、③のCG提携手順配分を必要とする課題であることが分かる。この手順による配分結果を表3に示す。

代替案(i)は、最も緩やかな削減案で、海域全体での

表3 個別漁協への配分結果

組合	既得権	代替案 i	代替案 ii
1	19	10	10
2	19	10	10
3	19	10	10
4	39	△33	31
5	39	△33	31
6	60	46	44
7	91	△77	73
8	101	79	75
9	1654	1394	1101
10	2203	1795	1473
11	2279	△1828	1520
12	3125	2703	2094
13	3175	△2730	2121
14	4185	△3574	2793
合計	17008	14322	11386

粗利益確保の限界量を目標生産量とするケースである。前述したように、ピーク時の20%弱に削減する案である。表3には、配分結果とともに、節2で触れた個別漁協の水揚関数と経営費関数の推定結果を用いて検討し、粗利益の確保が困難となった漁協には△を付けている。この代替案では、小規模漁協にも大規模漁協にも△が付き、何らかの別の改善を必要とすることが分かる。

代替案(ii)は、ピーク時の35%強の削減を求める案である。△は付かず、全ての漁協で粗利益が確保されている。この案では、既得権量に比例する配分法での調整では、小規模漁協の存続は不可能となるが、提案した配分システムでは、小規模漁協では最大で代替案(i)の場合の6%減に留め、吸収余力のある大規模漁協に20%減を求めるものとなっており、海域全体での養殖活動の維持という命題に応える調整システムとなっていることが分かる。

参考文献

- [1] R. J. Aumann, M. Maschler: Game Theoretical Analysis of Bankruptcy Problem from the Talmud, Journal of Economic Theory, 36, pp. 195~213, 1985.
- [2] 漁業養殖生産年報, 北海道農林水産統計年報, 漁業経済調査年報, 経済白書.