

北海道渡島支庁におけるホタテガイ *Patinopecten yessoensis* 養殖業の目標生産量およびその配分システム

本多 剛,^{1*} 木俣 昇²

(2001年11月9日受付, 2002年5月7日受理)

¹金沢大学自然科学研究科, ²金沢大学工学部)

Targeted yield and system of allocation for scallop aquaculture
in the Oshima area of Hokkaido

TAKESHI HONDA^{1*} AND NOBORU KIMATA²

¹Graduate School of Natural Science and Technology, ²Faculty of Engineering, Kanazawa University, Kanazawa, Ishikawa 920-8667, Japan

The annual yield of cultivated scallop *Patinopecten yessoensis*, has exceeded 80 thousand tons in recent years at the Oshima area in Hokkaido. But because of the dampened price of the product, the scallop cultivation fishery faces a hard ship. Addressing this, this paper presents a cooperative system that consists of setting a targeted annual yield and allocating it to fisheries. First, We present the two systems for setting targeted yield, then we propose allocation of the target yield to fishery cooperative associations, using the contested garment (CG) principle, one of the allocation methods under the cooperative scheme. The allocation result based on the CG principle is appropriate for both large-scale and small-scale fishery cooperative associations depending on the targeted yield.

キーワード：ホタテガイ養殖業, 目標生産量, CG原理, 既得権, 配分

ホタテガイ養殖業は, わが国における水産養殖のなかでも重要な産業に位置している。これが近年, 生産量増大に伴って価格が低迷している。¹⁾そして, この価格の低迷がホタテガイ養殖漁家の経営を逼迫しているのが現状である。²⁾そこで, 問題として同養殖漁家の経営の見直しが必要となってきている。ここで, 以下に述べる生産量とは, 市場に出荷可能な成貝における生産量である。本研究では, 生産過剰により経営が逼迫しているホタテガイ養殖の現状において, ホタテガイ養殖の各経営体が協働することにより, 配分された生産量を受け入れ, 生産調整をおこなうことで, 養殖ホタテガイ価格の下落³⁾に歯止めをかけ, 経営体が生き残るための方策について検討する。この方策の検討には, 各養殖経営体からの同意が得られるであろう目標生産量の設定法と, この目標生産量を配分する公平な配分法が必要となる。そこで, 目標生産量の設定については新たな方式を加えた。前報¹⁾と同様に配分法についてはCG (Contested Garment) 原理⁴⁾を適用するとして, まずそのアルゴリ

ズムを確立し, 検討を行う。

本研究で述べる配分とは, 次に述べるような問題をさす。各主体における要求の総量より少ない量を, 各主体に公平に配分するという問題を一般的には破産問題⁴⁾という。これにはさまざまな問題が考えられる。しかし, 配分される量が極めて少ないとき, 要求量が異なる各々の主体に対して配分された量の公平性についての問題はあまり論じられていない。そこで本研究は, 均等配分法や比例配分よりも公平であると考えられるCG原理による配分法を採用し, 北海道渡島支庁におけるホタテガイ養殖業の目標生産量を各漁業協同組合へ配分する問題に適用し, 目標生産量の設定と配分の両面から公平性の検討を行った。

材料および方法

材料 研究対象地域は, ホタテガイ養殖が最も盛んな北海道渡島支庁 (Fig. 1)⁵⁾を選定した。なお, Fig. 1に記載されている地名はホタテガイ養殖が盛んにおこなわ

* Tel : 81-798-72-6976. Fax : 81-798-72-6976. Email : hondat@nihonkai.kanazawa-u.ac.jp



Fig. 1. Location of the survey.

れている地域であり、主要生産地である。⁶⁾ 北海道渡島支庁管内における養殖ホタテガイ総生産量および同管内の各漁業協同組合のホタテガイ生産量は漁業養殖業生産統計年報（1979年次から1998年次までの資料）に基づいた。そして、北海道渡島支庁管内におけるホタテガイ養殖業の生産金額は北海道農林水産統計年報水産編（同年の資料）、費用は漁業経済調査報告（同年の資料）に基づいた。実質GDPについては平成11年度経済企画庁発行経済白書に基づいた。なお、生産量に対する実質金額および実質GDPは全国消費者物価指数（1990年=100として）をデフレータとして用いた。

目標生産量 本多¹⁾では、北海道渡島支庁におけるホタテガイ養殖業の純利益が最大になる最適総生産量のみ設定したが、本研究ではまず、前報の方法を利用して、目標生産量1を設定した。次に、純利益が最大となる目標生産量だけでなく、現在の生産量水準が頭打ち状態となっていることを考慮した新たな目標生産量についても取り上げる。まず、ホタテガイの総生産量 x を説明変数として、総実質生産金額 $f(x)$ は x のロジスティック関数となるものとして、20年間の統計データを使用し $f(x)$ の推定を行った。得られた関数の寄与率(R^2)はデータに基づく実測値の分散に対して、あてはめた関数に基づく予測値の分散の割合である。前報¹⁾では2次関数を適用させたが、前報と比較して寄与率(R^2)が高

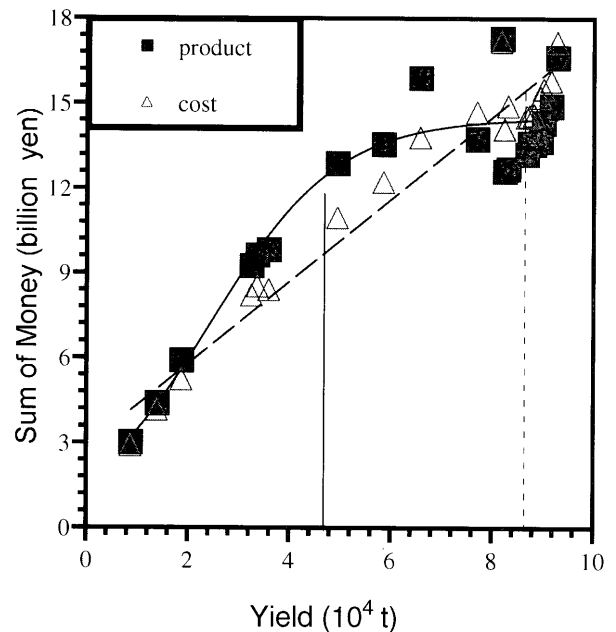


Fig. 2. Targeted yield-1 based on the production function and cost function. These two curves show the product curve and cost curve. Product curve: $f(x) = 14.50 / [1 + 2.70 \exp \{-0.80(x - 1.00)\}]$, ($R^2 = 0.906$). Cost curve: $c(x) = 1.46x + 2.86$, ($R^2 = 0.951$). We fitted the product curve (straight line) to the logistic function, and the cost curve (broken line) to the linear function. Targeted yield-1 is represented by the yield to gain the maximum net profit (the left-side straight line in this figure). The right-side broken line in this figure represented the present yield level. The monetary value has been deflated by the National Consumer Price Index. (1990=100)

くなったのは本報におけるロジスティック関数であり、(1)式がその結果である。

$$f(x) = \frac{14.50}{1 + 2.70 \exp \{-0.80(x - 1.00)\}} \quad (1)$$

(1)式の寄与率(R^2)は0.906である。(1)式の各パラメータは非線形最小二乗法により推定した。次に、総生産量 x を説明変数、総実質費用 $c(x)$ を被説明変数として、 $c(x)$ の推定を行った。(2)式がその結果である。

$$c(x) = 1.46x + 2.86 \quad (2)$$

(2)式の寄与率(R^2)は0.951である。このように、(1)および(2)式で表した関数はいずれも寄与率(R^2)は非常に高い値となる。(1)および(2)式をグラフにしたものがFig. 2である。Fig. 2における実質金額とは1990年を100として消費者物価指数によりデフレートしたものである。このFig. 2において、図中の縦の実線は純利益(総実質生産金額-総実質費用)が最大になるところであり、これが目標生産量1である。

次に、近年頭打ちとなっているホタテガイ生産量の動向を、成長の限界値という観点から実質GDPとの関係

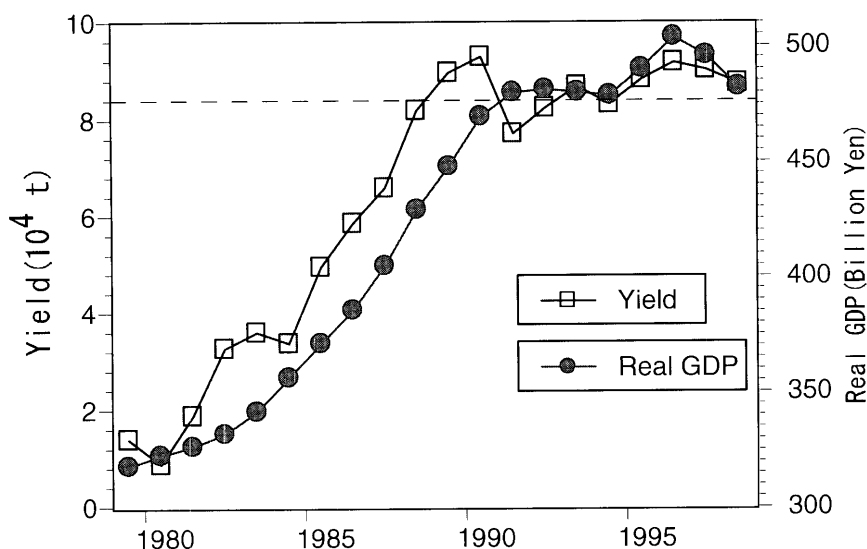


Fig. 3. Targeted yield-2 based on the relation between the real GDP and yield of cultivated scallops. The axis on the right-side represents the real GDP. The axis on left represents the yield of cultivated scallops. The broken line in this figure represents the targeted yield-2.

を見ると、その動向が非常に連動していることがわかった。これは、渡島支庁養殖ホタテガイ生産量および実質GDPの時系列データを基にして描いた Fig. 3 に基づいている。そこで実質GDPの数値から養殖ホタテガイ生産の目標量を導出することが可能であると判断し、この実質GDP値から得られた生産量を先と同様に目標生産量2とした。数量的には、Fig. 2からは4.83(万t)、Fig. 3からは8.50(万t)という目標値となり、約1.8倍の差が生じる。前者では合意が難しいかもしれないが、現在の生産体制での純利益であり、現状のままではここまで縮小・調整する必要がある。後者は現状の生産量に近く合意は可能だろうが、利益を上げるには経営の体質改善が必要な目標値と言えよう。

CG原理⁴⁾ 本研究でとりあげるCG原理とは、元来ユダヤ教の經典であるタルムード⁷⁾の法律部分であるミシュナ⁷⁾に記載されている配分方法とかかわりのある協力ゲーム的⁸⁾な配分法である。そして、このミシュナには、『2人の人が衣服をつかんでいる、1人は全部を要求し、他の1人は半分を要求している。このとき1人には3/4を他の1人には1/4が与えられるべきである。』と記載されている。ここでの配分方法は単なる比例配分ではないことは明らかである。この記載が『衣服をめぐる争い (contested garment) の原理』であり、このような配分原理をCG原理という。次に、ミシュナに記載されている遺産配分をまとめたものがTable 1である。このTable 1において、 d_i は既得権としての i の要求量であり、 E は配分される量である。ここで、 $E=100$ の時は均等に配分され、 $E=300$ の時は比例配分で

Table 1. Allocation of an estate by the Mishna rule

		E		
		100	200	300
d_i	100	100/3	50	50
	200	100/3	75	100
	300	100/3	75	150

あり、 $E=200$ の時は特異な配分である。この特異な配分がCG原理の特徴を示しており、この具体的な配分の詳細なアルゴリズムを本研究で明確にする。

CG原理に基づく計算法 CG原理に基づく配分はFig. 4に示すフローとして定式化することができる。ここで、配分される量(E)と配分する各々の既得権としての要求量(d_i)、参加人数 N の設定が必要となる。CG原理では E と d_i の関係から配分の計算が変化する。ここでは、

$$d_i: \text{参加者 } i \text{ の既得権 } (d_1 \leq d_2 \leq \dots \leq d_n)$$

$$x_i: i \text{ の配分}$$

として、Table 2の設定でFig. 4のフローに従って配分パターンの説明を行う。

① $E=250$ (全員均等配分のケース) の場合

$$E \leq (100/2) \times 5$$

となるので、配分は、

$$x_i = E/n \quad (i=1, \dots, n),$$

となる。

② $E=500$ (既得権を半分にし、残りを均等配分にするケースの場合)

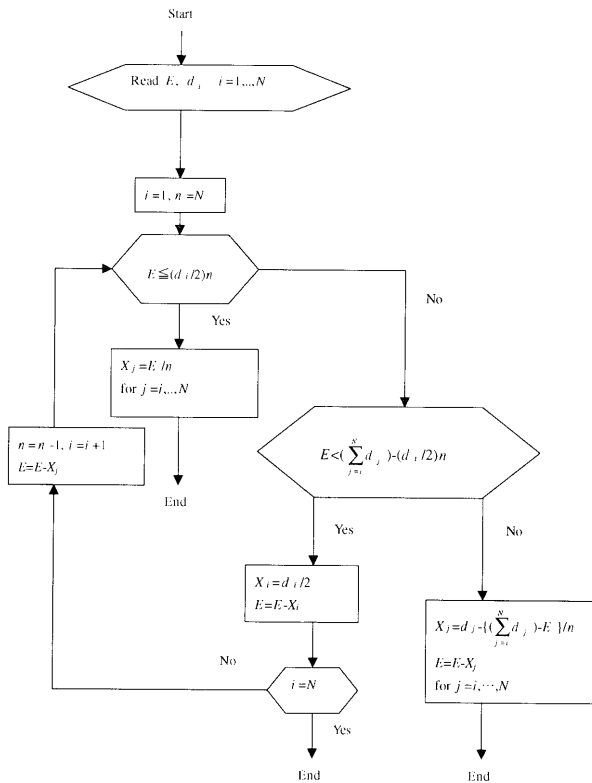


Fig. 4. Flow of an allocation by CG principle. E is the targeted yield in this figure.

Table 2. Allocations calculated by the CG principle

d_i^*	E				
	250	500	750	1000	1400
100	50	50	50	50	80
200	50	100	100	100	180
300	50	117	150	183	280
400	50	117	200	283	380
500	50	117	250	383	480

* $i=1, \dots, 5$

$$(100/2) \times 5 < E < 1500 - 250$$

となり,

$$x_1 = 100/2 = 50.$$

ここで,

$$E = 500 - 50 = 450$$

となり, $i=2$ において,

$$400 < E < 1400 - 400 = 1000$$

であるので,

$$x_2 = 200/2 = 100.$$

$i=3, n=3$ において, $E=350$ であるので

$$x_3 = x_4 = x_5 = 350/3 \doteq 117.$$

③ $E=750$ (全員を既得権の半分にするケース) の場

合

すべての配分において

$$(d_i/2) \times 5 < E < (\sum d_i) - (d_i/2) \times 5$$

となるので

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = d_i/2.$$

④ $E=1000$ (既得権の半分と既得権から残りの均等割りひいたものとするケース) の場合

$$(100/2) \times 5 < E < 1500 - 250$$

であるので

$$x_1 = d_1/2, x_1 = d_2/2$$

と決定する。しかし,

$$(300/2) \times 5 < E < 1500 - (300/2) \times 5$$

とはならないので, 配分は,

$$x_j = d_j - \{(\sum d_j) - E\} / 5 \quad (j=i, \dots, n),$$

となる。そこで,

$$x_3 = d_3 - (1200 - 850) / 3 \doteq 183.$$

同様に x_4, x_5 は決定する。

⑤ $E=1400$ (既得権から残りの均等割りを引いたものとするケース) の場合

$E > 1500 - 250$ となるので,

配分は,

$$x_j = d_j - \{(\sum d_j) - E\} / 5 \quad (j=i, \dots, n),$$

となる。そこで,

$$x_1 = d_1 - (1500 - 1000) / 5 = 80.$$

同様に x_2, x_3, x_4, x_5 が決定する。

CG原理に基づく配分 ここで, CG原理に基づき, 配分される量 E , これは本研究における目標生産量に相当し, これは 120, 260, 460 と変化させ, これら各々を 3 者に配分する問題を考える。3 者の要求量, d_1, d_2, d_3 これらは本研究における各々の既得権として規定される量であり, これらをそれぞれ 100, 120, 300 であるとし, CG原理に基づく配分の結果をそれぞれ x_1, x_2, x_3 とした場合の配分事例を Fig. 5 に示す。この例は, 既得権の差が少ない漁協に生産量を配分する場合を考慮して, d_1, d_2 は差の少ない値とした。ここで, 配分される量 E が 3 者の既得権の合計を超えると先に述べた破産問題とはならない。Fig. 5 より E が 120 のときは均等 ($x_1 = x_2 = x_3 = 40$) に配分される。しかし, E が 260 (ここで, $x_1 = 155, x_2 = 55, x_3 = 50$ である) になると既得権が少ない d_1, d_2 はあまり変化はないが, 要求量の最も多い d_3 については配分の変化が大きい。次に E が 460 (= 280 + 100 + 80) になると 370 のときと比較してあまり変化は見られない。各々の既得権の合計よりも配分される量 E がかなり少ない場合は均等に配分され, 既得権が少ない者には妥当である。そして, 既得権も配分される量もどちらも多いときには, 多くを要求する者にとっても妥当な結果となる。

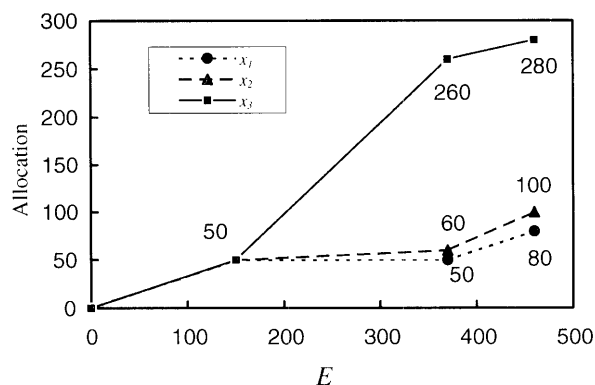


Fig. 5. The relation between amount of E and its allocation.

結 果

漁業協同組合（以下漁協とする）の既得権は、それぞれの漁協の養殖ホタテガイ生産量に基づくものである。しかし本研究では、北海道渡島支庁管内の漁協へ直接生産量を配分するのではなく、直接人為的に制御可能な養殖施設⁹⁾の台数を既得権として配分をおこなうことを提案する。ここで、従来のホタテガイ養殖の養殖桁保有数は漁家の養殖規模を表すものである。養殖桁保有数とは、養殖桁の総延長で長さの単位（m）で表現される。しかし、同保有数は漁業権行使規則に基づいて、ホタテガイ養殖業の従事者数から決定したもので、同保有数を既得権とすると、生産量を制御していくことを考えた場合、制御が困難であろうと考えた。そこで、既得権はホタテガイ生産量を養殖施設台数という指標で置き換えた。このように、生産量を養殖施設台数に置き換える理由は目標生産量を施設台数によって明確に提示し、かつ各台ごとの生産量を標準化することによって、全体の目標管理の達成を容易にするためである。次に、生産量を養殖施設台数に変換していく方法について述べる。ここでいう養殖施設は成貝養成の施設である。ホタテガイ生産量からこれをホタテガイ養殖施設台数に換算し生産計画をおこなうために必要な数値を次のように定めた。ホタテガイ1枚は120g、ホタテガイ養殖施設1台には44,000枚の成貝を養成させるものとする。ここで、枚とは個数のことである。これらの数値は、宮澤¹⁰⁾の報告に基づくものである。これらを用いて、ホタテガイ生産量から養殖施設台数を得るために次のような計算をする。

$$\frac{\text{生産量 (g)}}{120(\text{g/枚})} = \text{枚数} \quad (3)$$

$$\frac{\text{枚数}}{44,000(\text{枚})/\text{台数}} = \text{養殖施設台数} \quad (4)$$

そして、(3)式および(4)式より得られる各漁協のホタ

Table 3. Yields at the fishery cooperative associations in the Oshima Area (1998), d_i (facility number i) and allocations (facility number i)

Fishery cooperative associations	Yield (10000 t)	d_i (facility number i)	Allocation 1	Allocation 2	Allocation 3
Osyamanbe	1.186	1564	782	1524	782
Yakumochi	1.679	2213	1235	2163	1106
Otoshibe	1.584	2089	1045	2049	1044
Mori	2.087	2822	1845	2783	1411
Sawara	0.854	1126	563	1086	1113
Shikabe	1.168	1540	770	1500	770
Oohuna	0.048	63	32	56	32
Usujiri	0.011	14	7	7	7
Yasuura	0.017	22	11	19	11
Todohokke	0.017	22	11	19	11
Moheji	0.007	10	5	5	5
Toubetu	0.005	7	4	4	4
Kikonai	0.050	66	33	58	33
Shiriuchi	0.030	41	21	36	21
Total	8.743	11599	6364	11309	5800

i is fishery cooperative association.

Allocation 1 based on targeted yield-1.

Allocation 2 based on targeted yield-2.

Allocation 3 based on targeted yield based on Honda¹⁾

テガイ養殖施設台数 (d_i) および CG 原理により配分された台数を Table 3 に示す。Table 3 において、 d_i は i 漁協の現在の生産量（1998 年度）を養殖施設台数に換算した値である。そして、配分 1 における E の値は目標生産量 1 であり、配分 2 における E の値は目標生産量 2 である。そして、配分 3 における E は前報の方法を利用した最適総生産量を養殖施設台数に換算した値である。

考 察

ホタテガイ養殖における経営体の規模は生産量で規定されているが、これは養殖海面の面積や漁業従事者数によって変化する。そして、漁協に与えられた第一種区画漁業権より操業をおこなうホタテガイ養殖漁場において、各養殖経営体の養殖海面の広さは変更できない。しかし、ある経営体の漁業従事者数が増えた場合、他のある経営体が漁協に譲渡（返上）した養殖海面がある場合に限り、使用する養殖施設台数を変更することは可能である。そこで、養殖経営体において漁業後継者がいない場合は使用海面を漁協に対して譲渡することになる。このように養殖海面のフレキシビリティは限定的ではあるが存在する。現在、北海道渡島支庁ホタテガイ養殖には養殖規模が小さい小規模経営体と養殖規模が大きい大規模経営体の 2 タイプの経営体が混在しており、どちら

の経営体も当該地域にとっては重要な産業であり、かつ貴重な就労の場でもある。先に述べた CG 原理に基づく配分例より、 E がかなり少ない場合 [$E \leq \{(d_1/2) \times n\}$] には配分は均等配分になり d_i の量が少ない者にとっては、既得権としての要求量に対して配分の割合が相対的に多くなり、有利となる。そして、 E が多くなった場合 [$E \geq (\sum d_i) - \{(d_1/2) \times n\}$] は d_i の量が多い者にとっても同様に有利となる。このように公平性の面において CG 原理は適している。このように CG 原理に基づく配分は既得権が多い場合とそれが少ない場合の両方の経営体に妥当な配分方法であることが示唆された。

次に Table 3 より、目標生産量 1 に基づいて得られた配分 1 は、ホタテガイ養殖施設台数を約半分まで減少させることになり漁業者の同意は得にくい、利益性の面においては非常によいといえる。ここで、本報の配分 1 と前報の配分 3 はほぼ同等の性質のものであるが、生産関数における寄与率の値は本報の配分 1 の方が大きくなったために目標生産量 1 に基づいて得られたものを配分 1 とした。目標生産量 2 に基づいて得られた配分 2 は養殖施設台数の配分数は若干減少するだけで、経営体数の数が少ない小規模漁協も現状維持に近く漁業者間の同意は得やすい。しかし、利益性の面に問題が残る配分法といえる。配分 1 と配分 2 を比較すると、先に述べたようにそれぞれに一長一短がある。漁業者との同意を重要視した場合、配分 2 に基づく配分が妥当である。しかし、収益性の問題を解消するには経費削減策などを講じる必要がある。本研究では、いずれにしても総量規制¹¹⁾を設定したことになる。養殖生産量を減少させた場合、養殖業に従事する漁業者も減少することになり、就労機会が減る可能性も考えられる。しかし、過密養殖の防止という効果の観点からは、ホタテガイそのものの品質向上につながるし、目標設定のみでなく各

漁協への配分法を明らかにしたことで受け入れ可能になるのではないかと考えられる。

謝 辞

本研究を取りまとめるに当たり、有益なご助言を頂いた金沢大学経済学部前田 隆教授に深謝の意を表す。また、協力を頂いた同大学工学部木俣研究室の学生および院生諸氏に感謝する。

文 献

- 1) 本多 剛. 北海道渡島支庁におけるホタテガイ養殖業の最適生産量とその配分方策. 日水誌 1997; **63**: 939-946.
- 2) 本多 剛. ホタテガイ養殖業の生産適正化に関する定量的分析—北海道渡島支庁を対象として—. 漁業経済研究 1996; **41**: 1-18.
- 3) 古林英一. ホタテガイ養殖業の展開と展望. 漁業経済研究 2000; **45**: 73-99.
- 4) Aumann RJ, Maschler M. Game theoretic analysis of a bankruptcy problem from the Talmud. *J. Econ. Theory* 1985; **36**: 195-213.
- 5) 北海水産新聞社. 「新版ホタテ貝取扱の手引」北海水産新聞社, 札幌. 1994; 33-45.
- 6) 赤井雄次, 廣吉勝治. ホタテガイ調整保管事業の経緯と現状, 効果について. 主要水産物の需給動向と調整保管事業の現状, 鮑魚価安定基金, 東京. 1996; 53-77.
- 7) O'Neill B. A problem of rights arbitration from the Talmud. *Mathematical Social Sciences* 1982; **2**: 345-371.
- 8) 鈴木光男, 武藤滋夫. 協力ゲームの基礎概念. 「協力ゲームの理論」東京大学出版会, 東京. 1985; 11-12.
- 9) 森 勝義. ホタテガイ. 「カキ・ホタテガイ・アワビ—生産技術と関連研究領域—」(野村 正監修) 恒星社厚生閣, 東京. 1995; 23-24.
- 10) 宮澤晴彦, 佐野雅昭, 三木克弘. 地域経済における経済的地位と経営・管理に関する考察. ホタテガイ養殖業の現状と課題, 北海道水産問題研究会, 札幌. 1992; 136-139.
- 11) 宮澤晴彦, 佐野雅昭, 三木克弘. 地域経済における経済的地位と経営・管理に関する考察. ホタテガイ養殖業の現状と課題, 北海道水産問題研究会, 札幌. 1992; 147.