

香川県の低利用漁港における未利用小型トリガイのコンパクト養殖の試み -高齢漁業者と漁家女性の新たな活躍の場として-

香川 哲*・湯谷 篤**・橋本直史・岡 直宏・浜野龍夫***

・米澤孝康****・齊藤 稔・宮田 勉*****

An experiment of compact aquaculture employing unutilized small Japanese
Cockles within an underused fishing port in the Kagawa Prefecture:
As a new side job for old and female fishers

Tetsushi KAGAWA*, Atsushi YUTANI**, Naoshi HASHIMOTO***, Tatsuo HAMANO***, Naohiro OKA***, Takayasu
YONEZAWA****, Minoru SAITO*****, and Tsutom MIYATA*****

【abstract】 We experimented feasibility of a compact aquaculture system using the Japanese Cockle in the Muromoto Fishing Port, Kanonji, Kagawa Prefecture. The term “compact aquaculture” refers to small operations serving as a side job for local fishers. The experiment was done in and around an underused fishing port employing idle fishing equipment and cockles smaller than the regular landing size that are fished as bycatch in the small-scale bottom-trawls. Despite low density of chlorophyll a showing scarcity of planktonic food items for the shells, the tested farming ground was capable of harvesting the shells between September and next June. Since maintenance or landing are light works that could be done inside the fishing port, elderly and women could safely participate in the aquaculture on the day of a week when bottom-trawl fishing is off. The aquaculture was shown to earn revenues with income ratio of 0.4. These results insist on the feasibility of “compact aquaculture” as a side job for local fishers.

Key words: Cockle; Compact aquaculture; Fishing Port; Old fishers; Discard

香川県の小型底びき網漁業の重要な漁獲対象であるトリガイ *Fuvia mutica* は、マルスダレ目ザルガイ科に属する大型の食用二枚貝で、日本では北海道を除く各地の内湾や内海の水深 10~30 m の砂泥底に多く生息する(田(1992))¹⁾。香川県では、西部に位置する燧灘海域が主要な産地であり、全国有数の漁獲を誇る生産地であったが、近年は漁獲量が低位横ばいで推移している(中四国農政局香川統計情報事務所(2001))²⁾。当海域で操業する漁業者によれば、「昔から小型底びき網には、毎年2,3月頃からトリガイの小さな貝が多数入網するが混獲物として投棄しており、出荷サイズに成長するトリガイは少ない。」と言う¹⁾。山口県の瀬戸内海東部の周防大島の北部海域においても同様な状況があり、大型個体が少ないことの原因として、成熟期の栄養失調の可能性が指摘されている(檜山(2002), 木村ら(2002))^{3,4)}。また、小型個体の資源を有効活用するためにそれを使った短期間の蓄養が提案されたが、その実験は行われなかった(木村ら(2002))⁴⁾。しかし、京都府舞鶴市や宮津市(西広(1997)), 石川県七尾湾(濱上ら(2014))などでは、人工生産されたトリ

ガイ種苗を用いて養殖が行われて地域の特産品として販売されるなど、養殖技術は一部地域で確立されている^{5,6)}。

香川県の基幹漁業である小型底びき網漁業は、漁獲量の減少や単価の低迷から漁業収入が減少し、漁業者の高齢化や減少が著しい²⁾。当該漁業の特徴として、多量の混獲物を海上で投棄することから、未利用資源の有効活用が必要とされている(石谷・江藤(2009))⁸⁾。また、漁業者の高齢化・減少から低利用になっている漁村インフラの有効活用や高齢化した漁業者や女性による就業対策も必要となっている(土屋ら(2016))⁹⁾。そこで、沖合いで投棄されている小型のトリガイを種苗として使い、現在は使っていない漁業者の漁業資材を用いて、低利用な漁港やその周縁の安全な場所で高齢者や女性による副業的な養殖(以下、コンパクト養殖と称する)をすることで、漁家の経営安定に資することができるのではないかと考えた。

京都府でのトリガイ養殖は、アンスラサイト⁶⁾を底質とし、プラスチック製コンテナに入れて上面を網フタでおおい、これを水深6m前後の海中に垂下する方

*香川県水産試験場(当時)・**香川県水産課・***徳島大学大学院社会産業理工学研究部・****徳島大学水圏教育研究センター・*****国立研究開発法人国際農林水産業研究センター

法で行われている(岩尾ら(1991))¹⁰⁾。餌は与えないが、日常的なメンテナンス作業として付着物による目詰まりを防ぐためにコンテナおよびフタの交換作業が必要である(西広(1997), 大畑ら(2015))^{5,11)}。こうした作業のためには、養殖コンテナを海中から筏や船上に頻繁に引き揚げねばならないが、約50kgの力が必要とされ、生産者にとっては大きな負担となっている(西広(1997))⁵⁾。この京都府で開発された養殖方法は、他の養殖産地でも行われている。しかし、養殖種苗として混獲物の稚貝の利用(天然採苗)やそのコスト計算、高齢者・女性の就業に対応した養殖であるかどうか検討した研究事例は現在までにない。

筆者らは、京都府の養殖手法を参考にしながら、香川県内沿岸でコンパクト養殖が可能かどうかの実験をこれまで行ってきた。その結果、投棄されているトリガイが養殖種苗として使用できること、漁業者が以前に漁業で用いていた丸型カゴに、巾着型カバーネットを取付けて容器として使うことで作業を軽減できることが判明した(香川ら(2020))¹²⁾。しかしながら、夏場の死亡個体が増えるため、水温が25°Cを下回る9月下旬から開始して翌年7月に水温が25°Cを超える時期の前に出荷しなければならず、そのうえ京都府の養殖トリガイと比べると成長も劣る。しかし、養殖容器を垂下する場所を餌となるクロロフィルa濃度が高い所にして、トリガイの収容密度も低くし、さらに水温上昇期に清掃などのメンテナンス作業を頻繁に行うようにすることで、混獲種苗を用いた香川県の漁港内での垂下養殖は可能と判断した(香川ら(2020))¹²⁾。

そこで、小型底びき網で混獲される出荷サイズ以下のトリガイを使用し、香川ら(2020)¹²⁾の方法に準じて飼育するコンパクト養殖が、小型底びき網漁業の副業として収益が得られ、また将来性のある新規養殖業

であるかを検討するため、観音寺市室本漁港において、養殖漁場(港内)の環境、トリガイの生存・成長、養殖に係る労働状況や漁家の経営収支の調査・分析を行った。

養殖試験および分析方法

養殖試験地の漁業および漁港の概要

瀬戸内海の中央部に位置する燧灘東部海域では、観音寺市(一部三豊市)に住所を有する漁業者が市内の漁港を基地として小型底びき網(165人)、小型定置網(50人)、瀬戸内海機船船曳網(23人)、サワラ流しさし網漁業(52人)等各種の漁業を営んでおり、小型底びき網が盛んである⁴⁾。その基地港の一つである観音寺市室本港は、昔は米の積出港として栄えたが、近年貨物船は姿を消し、漁船とプレジャーボートのみが係留されている。2013年には34隻の漁船が係留されていたが、2018年には16隻と半減し、プレジャーボートも79隻から72隻と減少傾向にあり、係留に使用している奥の船溜まり以外の約65,000 m²の港域は未利用状態である⁶⁾。このような漁船の大幅な減少により、港内の遊休化が進行していることから、港内の船舶の通行の障害とならない静穏域を養殖場として使用することは、漁港の有効活用になる。港内や近隣に流入する河川はないため、淡水の影響を受け難く、トリガイの養殖漁場に適している(Fig.1)。

養殖方法

試験に用いた種苗は、燧灘沿岸で操業する小型底びき網で40~50分間曳網後に入網した小型トリガイを、船上で破損の確認・選別したのち養殖種苗とし、漁港内の棧橋に垂下したプラスチック製の角型カゴ(50×36×30 cm)で試験開始まで蓄養した。

室本港内の、夏季(7~8月)の水温が28°Cを超え、養殖個体が減耗することが予想されることから(松野ら(2002))、養殖期間は、香川ら(2020)が示した水温が25°Cを下回る9月末から水温が25°Cに上昇する6月末までとした^{12,14)}。

港内の一面にブイとロープを用いての養殖枠(3×9 m)を設置し(Fig.2)、養殖カゴを1 m以上の間隔で、Fig.1の☆の場所に垂下した。香川ら(2020)に準じ、粒径2~3 mmのアンストラサイトをプラスチック製のカゴの中に深さ10 cmに敷いた。カゴは地元漁業者が1990年頃に養鰻業を営んでいた時に活〆作業に使用していた丸型カゴ((養鰻籠402200, 三甲)である。直径45×高さ20 cmで2 mm幅のスリットがあり、アンストラサイトは抜け出ない)を使用した(Fig.3)。京都府方式のコンテナと比べ、取上げ時に容器から海水が抜けることで重量が大幅に削減され(海水を満たしたカゴの重量

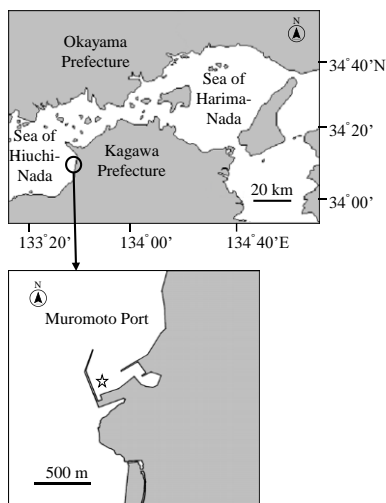


Fig.1 Map showing the Muromoto Port in the eastern part of Hiuchi-nada.

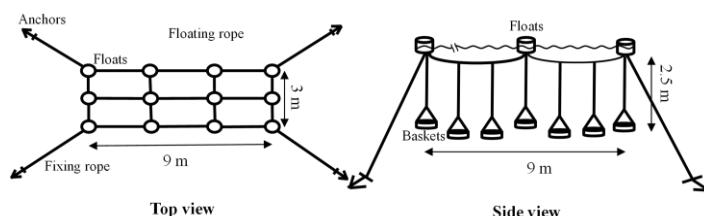


Fig.2 Schematic diagram of the equipment for suspended culture in the port.

は約30 kgあるが、海水が抜けたカゴの重量は約9~10 kgに軽量化される)、養殖作業の軽減が図れる(香川ら(2020))¹²⁾。用いた丸型カゴの上面には、外敵の侵入やトリガイの逃亡を防止する目的で、巾着型のカバーネットを装着した(Fig.3)。カバーネットは、漁業者が小型底びき網に使用しているポリエチレン製の廃棄漁網を利用した。

毎月1回カゴを取上げ、生死を確認し、殻長の測定を行った。同時に、カゴの付着生物をタワシで落とし、海水を入れてアンスラサイトを攪拌し洗浄した。測定後のトリガイはアンスラサイトの表面に並べ、埋め戻しはしなかった。死亡していた個体は、殻長を測定し取り除いた。

使用した資材のうちアンスラサイト(税別7,000円/30 l)以外は、漁業者が使用していなかった既存資材や既存労働手段を利用した。

養殖実証試験および漁家経営分析の調査

実証試験は、2016年9月から準備作業を行い10月1日から室本港内で養殖試験を開始した。試験に用いたトリガイ種苗は、2016年9月25日から9月30日の間に漁獲した本来なら投棄するサイズの221個(52.8 ± 4.7 mm,

$34.9 \sim 61.4$ mm)、11月1日から11月7日の間に一部商品サイズも含む142個(54.5 ± 4.7 mm, $39.3 \sim 62.8$ mm)、12月13日から12月19日の間に一部商品サイズを含む78個(55.3 ± 4.9 mm, $38.0 \sim 64.5$ mm)を追加し、合計441個で養殖試験を行った。漁業者が種苗の確保や搬入を3回に分けた理由は、小型底びき網の操業に支障が出ないこと、すなわち実際の漁業操業に即したトリガイ種苗の確保を行ったためである。

養殖開始時の収容密度を1カゴ当たり20個体とし、2017年3月18日には成長に伴い、殻長60 mm以上のトリガイを1カゴ当たり12個体、60 mm未満のトリガイは1カゴ当たり18個体収容するように選別し、5カゴを追加して27カゴとした。

室本港内の環境を把握する目的で、2016年9月から2017年8月の1年間毎月1回、多項目水質計(RINKO-Profiler JFE アドバンテック)を使用して、室本港内の試験地点の水温・塩分・溶存酸素・クロロフィル a 濃度の鉛直プロファイル測定を行った。

新たに養殖を開始するため、本業である小型底びき網漁業の操業に影響せず、過重労働にならないことが重要である。また、本業を退いた高齢者や女性もターゲットにするために、これらの者で日々の養殖作業が可能かどうかの分析が必要となる。そのために養殖に係る労働実態を把握した。主な作業の労働時間等について聞き取り調査し、また実際に筆者らが作業を実施して、状況をまとめた。また、養殖に係る費用を明らかにするために、本試験に使用した資材や作業に使った船舶等の機材等についても聞き取りを行った。

本実証試験の養殖トリガイの出荷先は、「殻つき」の状態で香川県内の寿司店や飲食店に流通させる⁶⁾ことを想定し、県内において幅広い販路を持つ高松市中央卸売市場とした。そして、2017年5月23日にすべての養殖カゴを取上げ、生存していた292個のうち商品サイズ(殻長が60 mm以上)の220個を出荷した。出荷方法は、当日の朝にあらかじめ棧橋に垂下していたカゴから取り上げ、出荷サイズ以上のトリガイを選別し、殻の汚れを清掃した後に数時間冷水で冷却し、濡らした新聞紙と氷を入れた発泡スチロールの容器に詰めて出荷した。出荷した養殖トリガイの評価を高松市中央卸売市

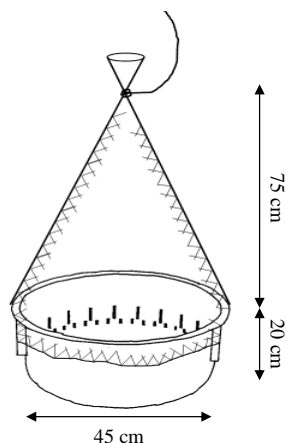


Fig.3 Experimental baskets; cylindrical container with conical net.

場の関係者と高松市内の飲食店主に聞き取りを行った。

結果

養殖実証結果

養殖カゴを垂下した水深 2.5 m の水温は、9 月 3 日の 26.3°C から 1 月 23 日には 9.3°C と最低となり、2～3 月は 10°C 台と低い水温であったが、4 月に 14.5°C と上昇し、7 月 26 日には 28.2°C、8 月 16 日も 28.3°C と高水温が継続した (Fig.4a)。同水深の塩分は、最低値 30.7 (7 月) から最大値 32.4 (4 月) の間で変動し、周年 30.5 以上の塩分値で推移していた (Fig.4a)。同水深の酸素飽和度は、9 月から 7 月まではほぼ 100% を上回り、8 月のみ 87% と低い値を示したが、養殖に影響する月は見られなかった (Fig.4b)。同水深のクロロフィル a 濃度は、9 月は 3.65 $\mu\text{g}/\text{l}$ を示したが、10 月には 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ と減少し、11～2 月は 1～3 $\mu\text{g}/\text{l}$ の範囲となったが、3～4 月は 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下と低く、5～8 月の間は 1～3 $\mu\text{g}/\text{l}$ の範囲で推移した。12 カ月間のうち 8 カ月間が 1～3 $\mu\text{g}/\text{l}$ の範囲の値となり、1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下が 3 カ月間、3 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上が 1 カ月間となり、養殖地点のクロロフィル a 濃度は、おおむね 0～4 $\mu\text{g}/\text{l}$ の範囲で推移した (Fig.4b)。

養殖を開始した 10 月とその後 2 回追加した種苗の合計 441 個を 100% とし、7 カ月後の 5 月の取上げ時の生残率は 66.2% となった。本試験では、ポリエチレン製の漁網のカバーネットを使用したことや垂下水深を 2.5 m とやや浅くしたこと、イシガニやマダコによる食害 (内野ら (1990)) は、まったく見られなかった¹⁵⁾。平均殻長は、10 月 52.8 mm から試験終了した 5 月に 64.1 mm となり、その間 11.3 mm 成長した。本試験では、70 mm を超える個体が 1 月に出現し、5 月には 59 個 (20%) を占めたが、80 mm を超える個体は見

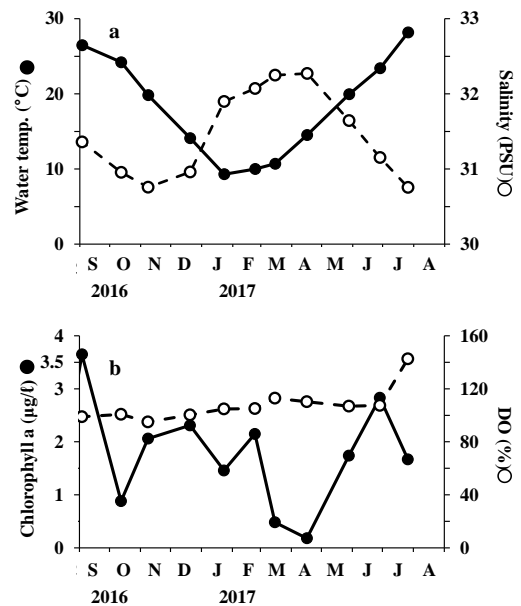


Fig.4 Monthly changes in water temperature (a), salinity (a), chlorophyll a (b) and saturation ratio of the dissolved oxygen (b) in cultured proof experiment.

られなかった。日間成長速度は、10～11月 0.05 mm/日から増加し、12～1月には、0.10 mm/日となったが、その後は減少し、4～5月には 0.04 mm/日となった。収容密度は、開始時に 1 カゴ当たり 20 個に分けて収容したことから 1.26 個体/100 cm^2 、3 月以降、0.75 個体/100 cm^2 とした (Table1)。

養殖試験および分析方法で述べたとおり、11 月に 54.5 \pm 4.7 mm, 39.3～62.8 mm (142 個)、また、12 月に 55.3 \pm 4.9 mm, 38.0～64.5 mm (78 個) の種苗を追加したが、表 1 のトリガイのサイズ結果と概ね同様 (11

Table 1 Changes in survival, shell length, daily growth, and density of cultured cockles during the culture experiment

Month	No. shells survived	Shell length (mm)		Growth (mm/day)	Density of shells	
		Mean \pm SD	Min - Max		n/cage	n/100 cm^2
Oct 2016	221	52.8 \pm 4.8	34.9 - 61.6	—	20	1.26
Nov	341	54.1 \pm 4.7	36.7 - 62.6	0.05	20	1.26
Dec	382	56.1 \pm 5.0	37.4 - 64.8	0.07	20	1.26
Jan 2017	393	58.5 \pm 5.5	39.8 - 72.0	0.10	20	1.26
Feb	376	60.7 \pm 6.2	42.1 - 73.4	0.09	20	1.26
Mar	374	61.6 \pm 6.2	43.3 - 77.5	0.06	12	0.75
Apr	317	63.4 \pm 6.6	44.7 - 78.4	0.06	12	0.75
May	292	64.1 \pm 6.6	44.9 - 77.6	0.04	12	0.75

月、12月の種苗と養殖トリガイの分散・平均値についてそれぞれ t 検定のを行い、有意な差がないことを確認)であった¹⁶⁾。

また、殻長の度数分布(50 mm 未満, 50~60 mm, 60~70 mm, 70 mm 以上の4区分)は、養殖を開始した10月には、50~60 mmが79.2%, 50 mm 未満が19.9%と60 mm 未満が99.1%を占めていたが、成長に伴い50~60 mmが11月77.4%, 12月67.8%, 1月52.8%と減少し、2月には50~60 mmが42.0%, 60~70 mmが50.3%と逆転した。3月には60~70 mmが50.3%, 70 mm 以上が9.3%となり、60 mm 以上が約60%となった。その後も60~70 mmが4月53.9%, 5月55.1%と横ばいであったが、70 mm 以上が4月17.7%, 5月20.2%と増加し、60 mm 以上のトリガイが養殖を終了した5月時点で75%を占めた。

経営調査結果

トリガイ養殖に係る作業は、大きく分けて準備、管理、出荷の3つに分類できる。まず準備として養殖枠の作成に1日(3時間)、丸型カゴにカバーネットやロープの取付け作業に2日(4時間×2)、養殖枠の設置に1日(2時間)、養殖カゴの設置に3日(1時間×3)の合計7日間で延べ16時間であった。なお、養殖に使う小型トリガイを確保する作業は、漁業者からの聞き取り調査結果から、小型底びき網漁として漁獲物を選別する通常の作業の中で手間をかけずに行えるので⁸⁾、作業時間として加算しなかった。管理は11月~4月の間に月1回養殖カゴを取り上げ、付着生物を落とす作業やアンストラサイトの洗浄に1日(2時間)の合計6日間で、延べ12時間だった。出荷前日に養殖施設から棧橋まで養殖カゴを移動する作業が1時間であった。翌日は、家族(大人の女性1名)がトリガイの取上げ、殻の清掃、選別、冷水を入れたバケツにトリガイを浸漬⁹⁾、箱詰めを1日(3時間)行った。よって、この試験では漁業者が養殖に14日間、延べ29時間従事し、家族が1日、延べ3時間従事した。

出荷作業を行った女性について、小型底びき網の漁船が帰港するまでの午前中で出荷作業は終了し、漁船が帰港後は通常通り漁獲物を出荷する作業に従事したことから小型底びき網の操業に影響は出ていない。また、女性からの聞き取りでは、養殖カゴは軽量化されており、養殖カゴからトリガイを取り上げたり、箱詰めしたり等の作業に支障はなく、漁業者に代わり、月1回の管理作業も行えるとのことであった¹⁰⁾。

実証試験の経営収支をTable2に示した。本業である小型底びき網漁業に関する収支は、除外している。本試験に要した費用は、船外機に使用した燃料代として5,000円、販売手数料として高松市中央卸売市場の卸売

会社に1,633円、減価償却費として10,816円(27カゴ分のアンストラサイト購入費108,158円、1年で10%が流出すると仮定し10年で償却するとして計算)で合計漁労支出として17,449円となった。それ以外の支出で、使用した船外機船は、漁業者が10年以上も保有しているもので、本試験では固定資本として計上せずに、燃料代のみを計上した。トリガイ養殖に餌は必要が無く餌代は0円である。本試験で種苗は漁業者自らが投棄している小型貝を持帰り利用したことから種苗代は0円である。養殖枠作成に使用したイカリ・ロープ・ブイすべて漁業者が保有している資材を活用し、トリガイ飼育容器の作成に使用した丸型カゴ・カバーネット・クレモナロープも漁業者が保有している資材を活用したため、購入費は0円であった。支出のうち、アンストラサイト代が6割以上を占めていた。

2017年5月23日に取り上げた292個を選別し、商品サイズに達したトリガイ220個を「殻付き」として発泡スチロール製の箱に箱当たり5 kg単位で梱包した後、高松市中央卸売市場に出荷し、29,700円の売り上げを示した(出荷重量は、19.8 kg、取引単価は1,500円/kg)。しかし、京都府の殻付きトリガイの3,500円~5,000円/kg¹¹⁾に比べると1/2~1/3程度のかかなり低い単価に留まった⁵⁾⁷⁾。その原因として、先進地に比べてサイズが一回り小型であること以外に、高松市中央卸売市場におけるトリガイの大半が足の部分だけパックされた加工品であるため、活きた殻付きトリガイの取引に抵抗があること、5 kg入りの箱の中にいろいろなサイズが混じっていたこと、出荷に際して高く買ってもらうための努力(養殖トリガイのPR)をしていないと指摘された¹²⁾。また飲食店の料理単価から逆算すると、1個150円までが購入可能な単価という意見もあった¹³⁾。

考 察

小型底びき網で混獲される出荷サイズ以下のトリガイを使用したコンパクト養殖の実証試験を2016年9月から観音寺市室本港内で実施した。7~9月は、水温が25°Cを上回る高水温となり、養殖には適していないが、他の月は25°C以下の水温であった。港内に流入河川がないことから塩分は安定し、溶存酸素にも問題はなかった。トリガイの餌となる植物プランクトン量の指標となるクロロフィルa濃度は、3、4月が1 µg/l以下の濃度となり、その他の月は1~4 µg/lの範囲で推移し、京都府海域に比べると低い傾向が見られた。室本港内の水質環境は、クロロフィルa濃度が低い傾向にはあるものの、Fig.1から、9月から6月の期間であればトリガイ養殖漁場として問題はないと考えられた。

Table 2 Summary of the management income and expenditure in the aquaculture experiment

Category	Unit	Quantity	Note
Number of powered vessels	vessel	1	overboard motorboat
Tonnage of powered vessels	t	under 1	
Area of facility for marine aquaculture	m ²	50	
Number of persons engaged at the peak	person	2	A family carries out shipment
Total number of working days	day	15	
Total number of Working hours	hour	32	
Quantity of catches	kg	19.8	
Fixed assets of fishery	yen	0	The overboard motorboat was always owned
Fishery earnings	//	12,251	
Fishery incomes	//	29,700	
Sales of culture products	//	29,700	
Fishery expenditures	//	17,449	
Costs for the employee	//	0	
Fuel charges	//	5,000	Gasoline (money)
Feed charges	//	0	
Seeds and saplings	//	0	
Repair expenses	//	0	
Sales charges	//	1,633	
Debt interest charges	//	0	
Taxes and public charges	//	0	
Depreciations	//	10,816	Anthracite is repaid in ten years
Income ratio		0.41	

実証試験で飼育を行った441個のうち292個が生残し、うち出荷サイズを超えていた220個を出荷することができた。養殖トリガイの成長は、10月1日の平均殻長 52.8 ± 4.75 mmから8カ月後の5月23日には、 64.1 ± 6.60 mmと75%が商品サイズを超え、20%が70 mmを超えたが、80 mmを超える個体は見られなかった。西広 (1997) と比較すると、9~2月の間に明らかな差は見られないが、3月から成長が停滞し、5月時点で15 mmの差が生じた⁹⁾。この原因として、トリガイの成長に関与するクロロフィルa濃度が考えられる。Nishikawa et al. (2015) は、日本海の居組漁港内でトリガイ養殖試験を行い、1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 未満のクロロフィルa濃度を示した月が、1年のうち8カ月を占め、成長の停滞や生残率の低下を引き起こしたと報告している¹⁸⁾。また、内野ら (1988)¹⁹⁾ は、京都府宮津湾のトリガイ養殖にクロロフィルa濃度が10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 必要と報告していることや岩尾ら (1993)²⁰⁾ は、クロロフィルaが5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下でトリガイの成長が停滞すると報告していることから、1年を通して5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下である室本港内の低いクロロフィルa濃度が原因で、京都府宮津湾の養殖トリガイに比べ成長の停滞や生残率の低下を引き起こしていると考えられる^{19,20)}。特に3、4月の1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 未満の時には成長が停止し、その傾向が顕著と

なった。しかし、室本港内のクロロフィルaの鉛直分布は、水温のように表層から底層まで一律ではなく、表層や底層に高い値を示す月も見られたことから、垂下水深をクロロフィルa濃度に連動させる養殖方法の検討が必要である。このように成長に課題はあるが、混獲物として投棄している小型トリガイを養殖し出荷することで、小型底びき網の課題である未利用資源の有効活用になると考えられた。特に近年燧灘海域で小型サイズのトリガイが成長せずに死滅していることから、混獲物として投棄されている小型トリガイのコンパクト養殖は未利用資源の有効利用となる。

次に、実証試験から低利用な漁港やその周辺の安全な場所でのコンパクト養殖に高齢者や女性が就業できるか検討した。本試験の出荷を家族（大人の女性）が通常の手伝いに支障なく実施できたことや養殖カゴの取上げ等の取り扱いが女性でも問題ないとのこと、安全な港内での作業であることから、管理・出荷作業に高齢者や女性の就業も可能と考えられた。

次にトリガイ養殖の収支結果（実証試験）から経営分析を行い、小型底びき網漁業の副業的な養殖として可能かどうかを1個当たりの販売単価と経費の試算に基づき検討した。2017年5月23日に220個を「殻付

き」として高松市中央卸売市場に出荷し、29,700 円の売り上げを示した。1kg 当たり 1,500 円の単価となり、平均重量が 90 g であったので 1 個当たりの単価は 135 円となった。他方の経費は、資材面で費用を削減するコンパクト養殖をめざしたことから、1 個当たりの生産原価は、79 円（自家労賃は含まない）、所得率 41% となり十分に採算が取れていた（宮田（2004）²¹⁾。ただしその大半をアンスラサイト代で占められており、安価な基質への変更（香川ら（2020）が、1/10 の値段の基質）を検討すべきである¹²⁾。また、経費を労賃の観点から評価すれば、本試験における漁業者・家族併せた養殖作業に要した総労働時間 32 時間を 1 時間当たりの時価労賃に換算すると 371 円となり、同じ瀬戸内海の山口県の小型底びき網漁業者の 1 時間当たりの時価労賃 855 円¹⁴⁾と比べると 4 割程度の低い水準に留まった^{22,23)}。そのため、現状の漁労所得率で 27,000 円かつ山口県と同水準の 1 時間当たりの時価労賃 844 円のレベルで副業として十分成立させるためには、最低でも、本試験の 2 倍弱である 50 カゴに至るまでの養殖規模の拡大が必要といえる。

上記の試算の通り、規模の拡大によって十分な採算水準に達する可能性は高いものの、現場での普及に際しては以下の諸点が留意すべきポイントになる。まず、生産者の技術の習熟による効率化を図るとともに、規模拡大に際する労働削減対応の重要性を挙げたい。調査協力して頂いた生産者からは、実証試験と同様に小型底びき網の操業に支障が出ないことを確認しながら段階的に規模拡大を進めるべきであること、この規模拡大には、家族の協力（女性が養殖作業を肩代わりする）が必要であるとの意見であった¹⁵⁾。さらに、当該養殖の収益性改善のために、技術習熟・改善による養殖トリガイの生残率向上、安価な基質への変更は不可欠な点である。その上、販売戦略の構築による単価の向上も欠かせない点であり、高松中央卸売市場の関係者から販売単価を上げるための改善策として、70 mm 以上のサイズを選別して「大」銘柄で販売することでインパクトが生まれることや、実需者へ「養殖もの」の利点を前面に打ち出した宣伝を行うことで、天然トリガイと差別化ができると指摘された¹²⁾。例えば、天候に左右されずに飲食店の注文に応じた出荷が可能であることや、漁具による損傷やストレスで死に易い天然ものに比べて養殖ものは活きた「殻付き」を安心して購入できることの利点がある¹⁶⁾。このような利点が鮮魚店・飲食店などに理解されれば、販売単価も改善されると考えられる。

その上でコンパクト養殖の面的、地域的普及・定着を展望する上で欠かせないポイントについて述べる。宮田（2019）²⁴⁾が指摘したように、経営の多角化の継

続ならびに複合養殖の経済性および地域社会への寄与には、複数の養殖を実施することによる相乗効果の発揮が必要であり、それは漁船漁業と養殖業の兼業においても、同様である²⁴⁾。考察事例とした漁家経営においては、本業の小型底びき網の作業との重複を回避しつつ出荷・販売に関わる作業を行い、トリガイ養殖による収益を実現していた。このことから規模拡大に際しても、コスト抑制型といえるコンパクト養殖は、副業としての地位を確立する可能性を有している。相乗効果を発揮させるためにも、漁家間の交流・協力の充実に基づくコスト削減対応ならびに漁協や関係機関の技術指導や販売戦略、商品規格の策定といった役割発揮が不可欠になるのは間違いない。

最後に、小型底びき網の副業、混獲物の有効利用等だけでなく、地域社会への相乗効果として、この養殖が燧灘沿岸の漁港に波及すれば、当該地域における漁村インフラの有効活用だけでなく、地域の特産品として見直され、地域の活性化の契機となることが期待される。

謝 辞

本研究を行うにあたり、養殖実証試験等でご協力をいただいた観音寺市内の観音寺漁業協同組合、西かがわ漁業協同組合、伊吹漁業協同組合の漁業者と職員の方々に感謝いたします。特に種苗の確保、養殖施設の設置や養殖管理作業にご協力いただいた西かがわ漁業協同組合の合田誠志氏に深く感謝いたします。

注

- (1) 西かがわ漁業協同組合・観音寺市漁業協同組合に所属する小型底びき網漁業者からの聞き取りによる。
- (2) 中国四国農政局香川統計情報事務所が編集した、平成 9 年「図説」香川県漁業の動きを参考にした。
- (3) アンスラサイト (Anthracite) は、粒径が 2~3mm でほぼ一定した良質の無煙石炭の一種であり、水道水や海水のろ過に使われるろ材で、ろ過砂よりも密度が低いことや形状が稜角に富んでいることから空隙が大きい特徴を有する。
- (4) 香川県が発行した、平成 14 年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書を参照した¹³⁾。
- (5) 観音寺市建設課によれば、室本港の整備は 1932 年、1972 年に拡張工事が行われ、1990 年の埋め立て工事完成により現在の形になった。当初は貨物船、漁船、プレジャーボートの需要増加に対応して拡張されたが、近年は貨物船の利用が

無くなったことや漁船の利用が激減していることから施設の遊休化が目立っている。

- (6) 通常トリガイは可食部の足だけをプラスチックケースに並べて凍結した状態で流通するが、近年は流通技術の向上により「殻つき」で寿司屋、飲食店まで運ばれ、新鮮な状態のトリガイを客に提供する。
- (7) 小椋 (2009)¹⁶⁾を参考に、Microsoft Excel で t 検定を行ったところ、有意水準 0.05 で平均値と分散に「差があるとはいえない」という結果になった。
- (8) 実証試験を行った漁業者から聞き取り。またすべての作業に筆者らも参加し確認した。
- (9) トリガイを低水温の海水に浸漬し、酸素消費量を低下させた状態にすることで安全に活かした状態で運搬している。
- (10) 実証試験を行った漁業者の家族 (大人の女性) から聞き取り
- (11) 京都府における養殖トリガイの販売単価は、西広 (1997)⁵⁾によれば 3,500 円/kg, 鬼木 (2013)¹⁷⁾によれば 5,000 円/kg, トリガイ 1 個当たりの単価は、500 円, 750 円である。
- (12) 高松市中央卸売市場の関係者から聞き取り。
- (13) 高松市内の飲食店から聞き取り。
- (14) 木村ら (2009)・木村 (2009) を参照した^{22,23)}。
- (15) 実証試験を行った漁業者から聞き取り。
- (16) 小型底びき網で漁獲されたトリガイは、漁具で殻の破損したものが多いために殻付きの状態出荷するには流通途中でのへい死のリスクがあるが、養殖トリガイは、殻の破損が無く、へい死のリスクは低い。

文 献

- 1) 田永 軍：1992, 東京湾のトリガイ資源に関する研究. 博士論文, 東京大学, 東京.
- 2) 中国四国農政局香川統計情報事務所：2001, 海面漁業・養殖業累年統計書. 中国四国農政局香川統計情報事務所, 高松.
- 3) 檜山節久：2002, 山口県大島郡北部海域におけるトリガイの生態と資源管理に関する研究-I 既往文献の整理と問題の所在. 山口水研セ研報, 1, 1-3.
- 4) 木村 博・檜山節久・松野 進・馬場俊典・高見東洋・立石 健：2002, 山口県大島郡北部海域におけるトリガイの生態と資源管理に関する研究-VII トリガイ死亡原因と資源の有効利用に関する考察. 山口水研セ研報, 1, 41-52.
- 5) 西広富夫：1997, 京都府のトリガイ養殖試験の現状. 日本海区水産試験研究連絡ニュース, 379, 5-9.
- 6) 濱上欣也・沢矢隆之・勝山茂明・相木寛史・西田 剛：2014, トリガイ養殖技術開発事業 (養殖試験). 平成24年度石川県水産総合センター事業報告書, 30-32.
- 7) 中国四国農政局香川統計情報事務所：1999, 「図説」香川県漁業の動き. 社団法人香川県農林統計協会, 高松.
- 8) 石谷 誠・江藤拓也：2009, 小型底びき網漁業における混獲投棄魚の実態について. 福岡水産海技セ研報, 19, 21-27.
- 9) 土屋詩織・後藤卓治・富田 宏：2016, 漁村活性化のあり方について. 漁村総研調査研究論文集, 26, 21-27.
- 10) 岩尾敦志・西広富夫・藤原正夢：1991, トリガイ養殖の可能性について. 京都海洋セ研報, 14, 14-19.
- 11) 大畑亮輔・田中雅幸・今西裕一・久田哲二・尾崎仁：2015, トリガイ養殖における清掃作業と低密度飼育の有効性. 京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告, 37, 25-27.
- 12) 香川 哲・湯谷 篤・齊藤 稔・浜野龍夫・岡直宏・宮田 勉：2020, 小型底びき網漁で投棄されるトリガイを種苗に使う養殖の可能性. 香水試研報, 19, 2-8.
- 13) 香川県：2003, 平成14年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書. 香川県.
- 14) 松野 進・木村 博：2002, 山口県大島郡北部海域におけるトリガイの生態と資源管理に関する研究-V トリガイの高水温耐性および低酸素耐性. 山口水研セ研報, 1, 23-29.
- 15) 内野 憲・辻 秀二・道家章生・葭矢 護・船田秀之助：1990, トリガイ種苗の食害による減耗と捕食種 (予報). 京都海洋セ研報, 13, 17-20.
- 16) 小椋将弘：2009, Excelで簡単統計 Excel 2007対応版一データ入力一発解答 CD-ROM 付. 株式会社講談社, 東京.
- 17) 鬼木浩一：2013, トリガイ養殖と収支シミュレーション. 養殖ビジネス, 16, 16-19.
- 18) Nishikawa T., Hisago Y. and Yonezawa T. : 2015, Potential for the suspended culture of the cockle *Fulvia mutica* at Igumi fishing port, Hyogo Prefecture, southwestern Sea of Japan. *Aquacult. Sciences*, 63, 475-479.
- 19) 内野 憲・藤原正夢・田中雅幸・桑原昭彦・辻秀二・葭矢 護：1988, トリガイ春生まれ種苗

の囲網内における成長と生残. 京都海洋セ研報, 11, 17-23

- 20) 岩尾敦志・藤原正夢・藤田真吾：1993, トリガイ養殖に関する研究－I トリガイ秋生まれ種苗および春生まれ種苗の養殖種苗としての適性について. 京都海洋セ研報, 16, 28-34.
- 21) 宮田 勉：2004, 新規養殖業イワガキの経済性分析. 岩手水技セ研報, 4, 29-37.
- 22) 木村 博・中村圭吾：2009, 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の操業実態について. 山口水研セ研報, 7, 1-9.
- 23) 木村 博：2009, 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の経営実態について. 山口水研セ研報, 7, 11-17.
- 24) 宮田 勉：2019, 複合養殖の経済性および地域社会における役割. 月刊海洋, 51, 2-8.

要 旨

香川県観音寺市室本港において、トリガイのコンパクト養殖(地域の漁業者が行う副業的な小規模の事業)の実証試験を行った。試験は低利用の漁港やその周縁で、小型底びき網で混獲される出荷サイズ以下のトリガイと現在は使われていない漁業資材を用いて実施した。室本港の水質環境は餌資源量の指標となるクロロフィルa濃度が低い傾向にあるものの、9月から6月の期間であれば養殖漁場として利用可能であった。また、養殖管理・出荷作業は港内での軽作業であり、小型底びき網の休漁日に作業ができることから、高齢者や漁家女性が安全に就業可能であった。そして、所得率40%で収益が確保できることが確認された。これらから、トリガイのコンパクト養殖が副業として有効であることが実証できた。

