

トリガイ養殖に関する研究 -

- トリガイの養殖コンテナに用いるカバーネットの適正網目サイズ -

田中雅幸, 井谷匡志, 藤原正夢

Cultivation Studies of the Cockle *Fulvia mutica* -

- Appropriate Mesh Size of Cover Net Used for Cultivation Containers -

Masayuki Tanaka, Masashi Itani* and Masamu Fujiwara

To prevent predators from invading cultivation containers of the cockle *Fulvia mutica*, the appropriate mesh size of the cover net was investigated. As a result of cohabitation experiments with the juvenile filefish *Stephanolepis cirrhifer* in the cultivation containers, it was confirmed that the juvenile filefish is a predator of the young cockle. The cockle's growth rate decreased when the mesh size of the cover net was small. To prevent filefish with a total length of 30 mm from invading the cultivation containers, the cover net should have an open mesh rate (rate per unit area between the fiber area and interspace area of mesh) of more than 84.3% and a mesh size smaller than 8.5 mm.

キーワード：トリガイ, カワハギ, カバーネット, 開口率

京都府では、2000年から漁業者による本格的なトリガイ *Fulvia mutica* の養殖が開始され、これまで生産量が順調に増加してきた(藤原ら, 2005; 田中ら, 2006)。トリガイの養殖は、潜砂用の基質を底に敷いた養殖コンテナに、殻長1 cmサイズの稚貝を収容し、海中に垂下する手法で行われている(田中ら, 2006)。本養殖においては、養殖初期の8~9月に生残率が著しく低下する事例が確認され、その要因として養殖コンテナに侵入した生物による食害が挙げられている(岩尾, 藤原, 2000)。トリガイ稚貝の食害生物については、シゲトウボロ *Linatella poulsoni* (岩尾, 藤原, 2000)、カニ類(内野ら, 1994)およびヒトデ類(内野ら, 1990)が知られており、トリガイの養殖コンテナの上にはこれらの食害生物の侵入を防止するためのカバーネットが取り付けられている。しかし、2004年8月に京都府栗田湾で、養殖コンテナ内にカバーネットの網目から侵入したと思われるカワハギ *Stephanolepis cirrhifer* の稚魚が多数見られた。過去にも同稚魚が見られた養殖コンテナでは多数のトリガイ稚貝の死亡が確認されており、カワハギ稚魚が侵入していた養殖コンテナではトリガイの生残率の著しい低下が報告されている(岩尾, 藤原, 2000)ことから、稚貝の死亡原因がカワハギ稚魚による食害であることが強く疑われた。カワハギ稚魚の養殖コンテナ内への侵入を防止するためには、より細かい網目のカバーネットを取り付ける必要があるが、カバーネットの網目を細かくすると、海水交換率の低下によりコンテナ内の餌条件や環境条件が

悪化し、トリガイの成長および生残に悪影響を及ぼすことが懸念される。そこで今回、カワハギ稚魚とトリガイ稚貝の同居試験を行い、同稚魚によるトリガイ稚貝の食害を確認するとともに、トリガイの養殖コンテナに取り付けるカバーネットの網目サイズと網目を通過できないカワハギの最小サイズおよびトリガイの成長との関係を調べ、カワハギによる食害を防ぎ、トリガイの成長を阻害しないカバーネットの適正網目サイズについて検討したので報告する。

材料と方法

試験1 養殖コンテナ内に侵入したカワハギ稚魚が、トリガイ稚貝を食害することを確認するために、カワハギ稚魚とトリガイ稚貝との同居試験を行った。同居試験は、京都府栗田湾の湾奥に位置する京都府立海洋センターの海面養殖施設で、2005年8月9日から8月19日までの11日間実施した。試験には通常トリガイの養殖に使用しているポリプロピレン製容器(縦50×横32×深さ21 cm, 以下、養殖コンテナ)を用い、容器の底にはアンスラサイト(粒径2~3 mm)を厚さ約10 cmになるように敷いた。平均殻長(±標準偏差)13.7±0.9 mmのトリガイを2つの養殖コンテナにそれぞれ100個収容し、一方のコンテナには全長45.1, 45.8および47.1 mmのカワハギ3尾を収容して同居区とし、もう一方のトリガイだけを収容したコンテナを対照区とした。両試験区の養殖コンテナには、カワハギがコンテナ外へ出ないように網目サイズ10 mmの網蓋を被せ

*京都府水産事務所 (Fisheries Office of Kyoto Prefecture, Tsuruga, Miyazu, Kyoto, 626-0041, Japan)

て水深5 m層に垂下して試験を行った。試験に供したトリガイは、2005年5月に当センターで種苗生産され、試験当日まで砂床飼育方式（藤原，西広，1988）で飼育されたものである。試験に供したカワハギは、2005年7月22日に、当センターの海面養殖施設に垂下されていたトリガイの養殖コンテナ内から採集し、試験当日まで室内水槽で飼育された最も小型の3尾である。試験開始3日後，7日後および10日後に両試験区の養殖コンテナを海中から引き上げ，養殖コンテナ内の全てのトリガイの生死を調べた。

試験2 網目サイズと網目を通過できないカワハギ稚魚の最小サイズとの関係を明らかにするため，カワハギの網目通過試験を行った。試験には網目サイズ（±標準偏差） 9.5 ± 0.4 ， 12.2 ± 0.7 ， 16.0 ± 0.4 および 25.7 ± 0.6 mmの4サイズの網地（有結節のポリエチレン製ハイゼックス網）を用い，できるだけ網目が正方形（角目）になるように直径13 mmの塩化ビニール製のパイプで作成した方形枠（縦45×横45 cm）に取り付けた（以下，試験網）。同様のパイプで作成した枠（以下，試験枠，縦45×横45×高さ45 cm）の三側面と底面には目合い14 mmの防風網を袋状に取り付け，残りの一側面に試験網を取り付けた。この試験枠を海水で満たしたポリプロピレン製の容器（縦102×横47×深さ33 cm）の中に入れ，その試験枠内に供試魚を入れて網目通過試験を実施した。本試験は，網目を通過できない魚体の最小サイズを把握するため，供試魚を強制的に追い込む操作とした。試験網の反対側から徐々に防風網をたぐり寄せ，供試魚を試験網の方向に追い込む操作を5回繰り返して，試験網を通過した個体と通過しなかった個体に分けて，全長および体高を測定した。なお，試験網に羅網した個体は，網を通過できなかった個体として扱った。試験に供したカワハギは，当センターの海面養殖施設に設置したトリガイの養殖コンテナ内等から，2007年8月20日から9月3日にかけて採集し，試験当日まで室内水槽で給餌飼育された全長30.8～91.5 mmの73尾であった。

試験3 養殖コンテナに用いるカバーネットの網目サイズの違いが，トリガイの成長に与える影響を調べるため，網目サイズが約4 mm（120経，4×4本，以下，4 mm区），約6 mm（80経，4×4本，以下，6 mm区），約8 mm（60経，6×6本，以下，8 mm区）および約9.5 mm（50経，6×6本，以下，9.5 mm区）の4種類（規格値）のモジ網をカバーネットに用いて，トリガイの飼育試験を行った。試験は，当センターの海面養殖施設で，2006年8月4日から11月2日までの91日間実施した。各試験区には，試験1と同様の養殖コンテナをそれぞれ2つ用い，平均殻長（±標準偏差） 19.1 ± 2.4 mmのトリガイを100個ずつ収容した。養殖コンテナの上面に試験区別のカバーネットを取り付け，水深5 m層に垂下して試験を行った。試験に供したトリガイ

は，2006年5月に当センターで種苗生産され，試験に供するまで試験1と同様の砂床飼育方式で飼育されたものである。2006年9月6日および10月3日には，田中ら（2006）の方法に準じて，全ての試験区でカバーネットの交換，養殖コンテナの交換，底質の洗浄および収容個数の調整を行った（以下，養殖作業）。養殖作業時と試験終了時に，各試験区のトリガイの殻長および生残個数を調べた。

また，試験に用いた各カバーネットの網目サイズについて，養殖コンテナ内の海水交換率の指標として，網地面積に占める空隙の割合（以下，開口率）で表した。開口率は，カバーネットに用いた各網地をイメージスキャナーで画像としてパソコンに取り込み，画像解析ソフト（Lia 32）を用いて網繊維部分と空隙部分のそれぞれの面積を算出し，空隙面積を網地面積で除して求めた。

網目サイズとトリガイ稚貝の成長との関係を明らかにするため，各網目サイズの開口率とトリガイ稚貝の日間成長量との関係を調べた。日間成長量は，試験開始時から終了時までの平均成長量（殻長）を経過日数で除して求めた。

結 果

試験1 同居区および対照区のトリガイの生残率をTable 1に示した。同居区では，生残率が急激に低下し，試験開始3日後までに30.0%となった。その後も生残率は低下を続け，試験開始10日後には全てのトリガイが死亡した。一方，対照区の生残率は，試験開始7日後以降に若干低下したが，試験開始10日後でも94.0%と高かった。なお，同居試験を行った3尾のカワハギは，試験期間中全て生残していた。

試験2 網目サイズ9.5 mmの網目を通過できなかったカワハギの最小個体は，体高13.6 mmおよび全長32.8 mmであった。同様に，網目サイズ12.2 mmでは体高16.3 mmおよび全長39.7 mm，網目サイズ16.0 mmでは体高26.8 mmおよび全長65.1 mmであった。網目サイズ25.7 mmでは体高35.2 mmおよび全長83.5 mmの個体が網目に羅網し，通過できなかった。網目サイズとその網目を通過できなかったカワハギの最小個体の体高との関係をFig. 1に示した。カワハギの体高（X）と通過できなかった網目サイズ（Y）との関係は， $Y=0.69X-0.02$ （ $P<0.05$ ， $R^2=0.93$ ）で表された。

次に，網目サイズとその網目を通過できなかったカワハギの最小個体の全長との関係をFig. 2に示した。カワハギの全長（X）と通過できなかった網目サイズ（Y）との関係は， $Y=0.29X-0.29$ （ $P<0.05$ ， $R^2=0.93$ ）で表された。

試験3 各試験区におけるトリガイの平均殻長の推移をFig. 3に示した。試験開始33日後にはトリガイの平均殻長に差が見られ，その後全ての調査時で網目サイ

Table 1 Survival rate of *Fulvia mutica* in cohabitation experiments with *Stephanolepis cirrhifer*

Group	Number of <i>Stephanolepis cirrhifer</i> * ¹	Number of <i>Fulvia mutica</i> * ²	Survival rate(%)		
			After 3 days	After 7 days	After 10 days
Cohabitation	3	100	30	10	0
Clortno	0	100	100	97	94

*¹ Total lengths of *Stephanolepis cirrhifer* : 45.1, 45.8, and 47.1mm.

*² The mean shell length of *Fulvia mutica* plus standard deviation is 13.7±0.9mm.

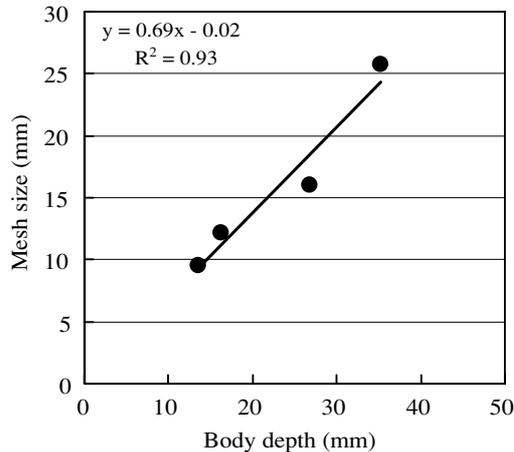


Fig. 1 Relationship between the body depth of *Stephanolepis cirrhifer* that was unable to pass the mesh and mesh size.

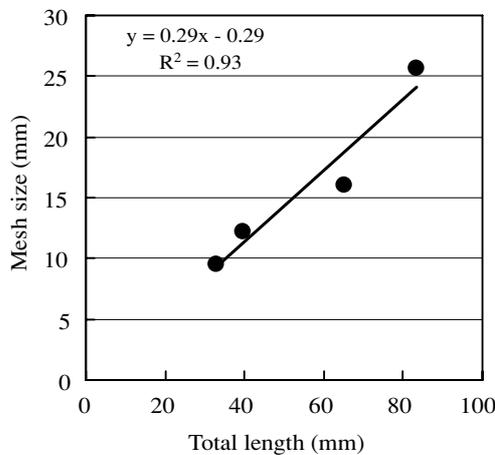


Fig. 2 Relationship between the total length of *Stephanolepis cirrhifer* that was unable to pass the mesh and mesh size.

ズが大きいかほど平均殻長が大きかった。試験終了時のトリガイの平均殻長は、4 mm区、6 mm区、8 mm区および9.5 mm区でそれぞれ39.9±4.6, 45.1±4.7, 49.4±3.7および51.0±3.2 mmであった。試験開始から終了時までの平均日間成長量は、4 mm区、6 mm区、8 mm区および9.5 mm区でそれぞれ0.23, 0.29, 0.34および0.35 mm / 日であり、網目サイズが大きいかほど日間成長量は大きかった。試験終了時のトリガイの生残率は、4 mm区、6 mm区、8 mm区および9.5 mm区でそれぞれ92.5, 97.5, 93.4および91.3%であり、全ての試験区で

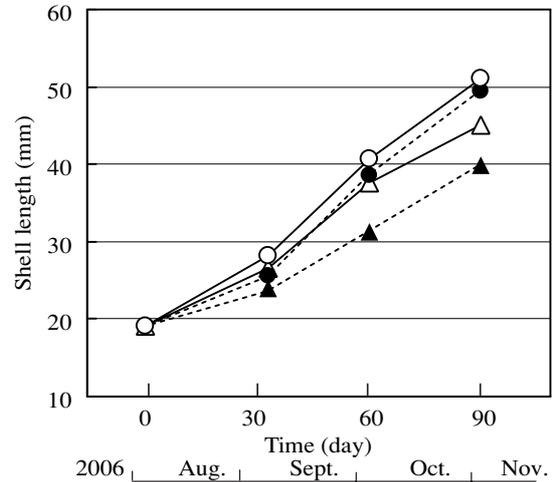


Fig. 3 Growth curves of *Fulvia mutica* in the different mesh size experiments.

●, mesh size : 4 mm ; ○, mesh size : 6 mm ;
▲, mesh size : 8 mm ; △, mesh size : 9.5 mm.

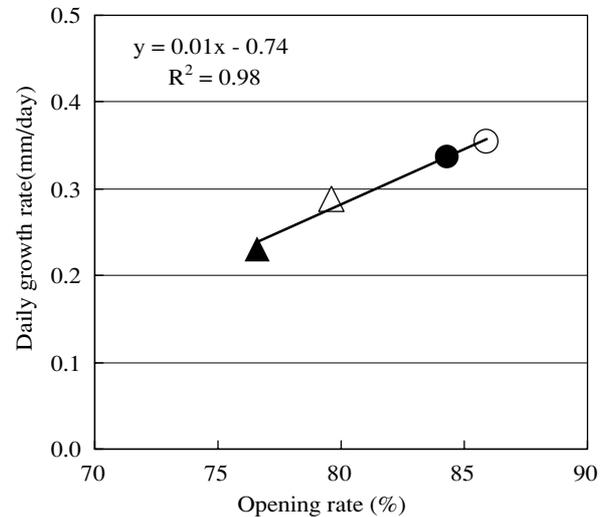


Fig. 4 Relationship between the opening rate of mesh size and daily growth rate.

●, mesh size : 4 mm ; ○, mesh size : 6 mm ;
▲, mesh size : 8 mm ; △, mesh size : 9.5 mm.

網目サイズに関係なく高かった。

試験に用いた各網目の開口率は、4 mm区、6 mm区、8 mm区および9.5 mm区でそれぞれ76.6, 79.6, 84.3および85.9%であった。開口率とトリガイ稚貝の試験開始から終了時までの日間成長量との関係をFig. 4に示した。開口率 (X) と日間成長量 (Y) との関係は、

$Y=0.01X-0.74$ ($P<0.05$, $R^2=0.98$) で表され、網目の開口率が高いほど日間成長量は大きかった。網目サイズ4および6 mmの開口率は79.6%以下で、日間成長量は0.30 mm/日未満であった。一方、網目サイズ8および9.5 mmの開口率は84.3%以上で、日間成長量は0.34 mm/日以上であった。

考 察

カワハギ稚魚とトリガイ稚貝との同居試験の結果から、養殖コンテナ内に平均全長46 mmのカワハギ稚魚が3尾侵入すれば、平均殻長13.7 mmのトリガイ稚貝が3日後までに70%、10日後には全ての個体が死亡し、トリガイの養殖初期の非常に大きな減耗要因となることが確認された。トリガイの砂床飼育では、コンテナ内に侵入したカワハギ稚魚が、潜砂しているトリガイ稚貝の水管を突つきながら食べ、その稚貝が衰弱して十分に潜砂できなくなった様子がしばしば観察されている(未発表)。さらに、著者らは養殖作業中にトリガイ稚貝の大量死とカワハギの侵入が見られた養殖コンテナで、死亡したトリガイの軟体部にカワハギが食害したと思われる痕跡を観察している。以上のことから、同居試験におけるトリガイ稚貝の大量死の原因はカワハギ稚魚による食害であると考えられた。養殖初期の大量減耗を防止するためには、養殖コンテナへのカワハギ稚魚の侵入を防ぐ必要があり、その対策として網目の細かいカバーネットを用いる必要があると考えられた。

そこで、カワハギ稚魚が養殖コンテナ内に侵入できないカバーネットの網目サイズについて検討した。カワハギ稚魚は全長30 mm以上になると流れ藻から離脱し始める(森脇ら, 2005)ことから、このサイズのカワハギ稚魚がトリガイの養殖コンテナ内に侵入するのを阻止すればカワハギ稚魚による食害を防止できると考えられる。その網目サイズの上限は、試験2の結果から8.5 mmであることがわかった。

試験2で羅網していた個体は、網目の最も広い部分、すなわち網目の対角線の両端に魚体の最も幅のある部分(体高)が保持されていた。したがって、カワハギが網目を通過できるか否かは網目の対角線長とカワハギの体高との関係で決定されると推測される。今回の試験では、生きたカワハギに強制的な追い込み操作を行って網目を通過できる可否かを調べたが、網目サイズから対角線長を計算することによって物理的にカワハギが通過できない網目サイズを推測することも可能であると考えられた。試験2の結果では、網目の対角線長から計算したカワハギのサイズよりやや大きいサイズの個体が網目を通過していた。この差は、カバーネットの一部の網目が完全な角目にならず、網目の一方の対角線長が長くなった結果生じたものと推察された。したがって、カバーネットを用いる場合には、網

目が確実に角目となるように取り付けることが重要であると考えられた。

次に、カバーネットの網目サイズを細かくすることによるトリガイの成長への影響を把握するため、網目サイズとトリガイの成長の関係について検討した。養殖トリガイは、大型貝ほど商品価値が高く、その規格は殻長85 mm以上とされている(田中ら, 2006)。試験3の結果を基に、各試験区の試験終了時の殻長サイズから養殖トリガイの出荷時(6月下旬)までの成長量を推定すると、それぞれ最大で約36.4 mm成長すると見込まれる(岩尾ら, 1998)。したがって、出荷時のトリガイのサイズは、網目サイズが4 mm区、6 mm区、8 mm区および9.5 mm区で、それぞれ殻長76.3、81.5、85.8および87.4 mmになると推測される。以上のことから、トリガイを出荷時に大型貝の規格まで成長させるためには、網目サイズ8 mm以上のカバーネットを用いる必要があると考えられた。試験3で用いた網目サイズ8 mm以上および6 mm以下の網地の開口率はそれぞれ84.3%以上、80.0%以下であり、開口率84.3%以上の網地を用いればトリガイ稚貝の成長に悪影響を与えないと考えられた。

カワハギが流れ藻を離れ始めるサイズである全長30 mmに成長するのは、室内水槽での飼育試験結果(塚島, 北島, 1981)からふ化後約40日と推定される。カワハギの産卵期は5月中旬~7月下旬である(川瀬, 1998)ことから、全長30 mmの稚魚がトリガイの養殖海域に出現する時期は7月上旬~9月中旬と考えられる。この期間に前述のカバーネットを取り付ければ、トリガイの養殖コンテナ内へのカワハギ稚魚の侵入を妨げ、食害による減耗を防止する効果が高いと考えられた。

以上のことから、トリガイの垂下コンテナ養殖においてカワハギの食害による初期の大量減耗を防ぐためには、7月上旬から9月中旬にかけて、網目サイズ8.5 mm以下で、トリガイ稚貝の成長に大きな影響を与えない開口率が84.3%以上の網地をカバーネットとし、網目が角目となるようにコンテナに取り付ける必要があることがわかった。

文 献

- 藤原正夢, 西広富夫. 1988. トリガイの種苗生産技術について. 養殖, 25(6): 109-113.
- 藤原正夢, 田中雅幸, 岡部三雄. 2005. トリガイ近交系間交雑に見られた雑種強勢. 京都海洋セ研報, 27: 25-30.
- 岩尾敦志, 西広富夫, 藤原正夢. 1998. トリガイ養殖に関する研究 - 養殖に用いる種苗の大きさについて. 京都海洋セ研報, 20: 25-28.
- 岩尾敦志, 藤原正夢. 2000. トリガイ養殖に関する研究 - 養殖初期におけるシゲトウボラの食

- 害．京都海洋セ研報，22: 10-15．
- 川瀬裕司．1998．モンガラカワハギ科（Balistidae）とカワハギ科（Monacanthidae）魚類の繁殖行動とその生態．魚類学雑誌，45: 1-19．
- 森脇晋平，為石起司，齋藤寛之，古江幸治，若林英人．2005．島根沿岸の流れ藻に付随する魚類の出現特性．島根水試研報，12: 33-42．
- 田中雅幸，井谷匡志，藤原正夢．2006．トリガイ養殖に関する研究 - 小型変形貝の出現と防止方法．京都海洋セ研報，28: 6-10．
- 塚島康生，北島 力．1981．カワハギ仔稚魚の飼育と形態の変化について．長崎水試研報，7: 39-46．
- 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．
- 内野 憲，辻 秀二，井谷匡志，道家章生，宗清正廣．1994．トリガイ種苗害敵種の捕食行動と捕食サイズ．日本海ブロック研究集録，30: 1-6．