

## ミルクイガイのカゴ養殖技術の研究 - 養殖開始サイズ, 垂下水深, 及び収容密度の検討 -

中川彩子・木藪仁和\*

Studies on the technique of aquaculture of Gaper, *Tresus Keenae* in cage  
- Beginnng size , Hanging depth and Population density -

Ayako Nakagawa ,Yosikazu Kiyabu

ミルクイガイ *Tresus Keenae* は、北海道から本州、四国、九州、朝鮮半島にかけての沿岸域の潮間帯から水深 50 m 前後の砂泥域に生息する大型の二枚貝である。現在の主な生息場は東京湾、相模湾、駿河湾、三河湾、伊勢湾、備讃瀬戸、周防灘であるがいずれも近年の生息量は少ない<sup>1)</sup>。大分県内の漁獲量についての詳細な資料はないが、国見町、姫島村の地先では 1965 ~ 1975 年に潜水で多く漁獲され、1973 年の国見町漁協の資料では 250 t 程度の水揚げが報告されていた。しかし、現在の資源水準は極めて低く、両漁協においても近年漁獲の報告はない。一方、ミルクイガイは非常に高値で取り引きされることから、増養殖技術の開発が望まれている。

こうしたことから、筆者らは人工種苗生産および増養殖技術の開発を行う中で、育成手法の一つとして砂を敷いたカゴを使用した垂下養殖(以下、「カゴ養殖」)が可能であることがわかった。そのため、今回は波浪の影響が少ない港内においてカゴ養殖を開始する際の殻長、カゴの垂下水深、及び、収容密度の 3 点について試験を行ったところ、いくつかの知見が得られたので報告する。

### 方 法

試験は、図 1 に示した大分県香々地町の香々地漁港新波止の港内で行った。この漁港は 200 m × 200 m 程度で東に開いており、試験地の水深は 5 m 程度である。試験に使用したカゴ(以下、「カゴ」)は、図 2 に示したように内寸 350 × 520 × 272mm のプラスチック製で、側面には 5 × 10mm のスリットが底面から約 20cm の高さまで帯状に入っている。内部には砂(以下、「敷砂」)を入れるために底面と側面の底から 15cm の高さまでオープニング 40 $\mu$ m のポリエチレン製のネットで内張をして、

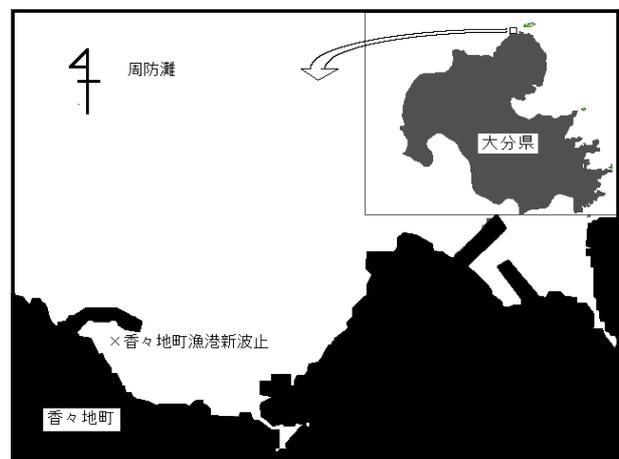


図1. 試験場所の位置

x : 試験場所

粒径 3mm 程度の珪砂を厚さ 5cm 程度敷いた。さらに、カゴの上部には、大型の生物の侵入を防止するために目合い 12mm の網(以下、「被覆網」)を円錐状に被せた。試験は 2000 ~ 2002 年の 6 ~ 8 月にかけて実施し、試験に使用した貝は全て当研究所で人工生産した当歳貝を使用した。

**養殖開始サイズの検討** 養殖を開始する際の種苗のサイズは、その後の生残率に大きな影響を与える。そこで、異なる殻長サイズの種苗を用い、以下の方法で成長と生残率を比較して、開始適正サイズを検討した。

供試貝は 1999 年 10 月から研究室内で採卵して飼育した人工種苗で、殻長 7.7 $\pm$ 1.49mm と 13.9 $\pm$ 0.99mm の稚貝をそれぞれ 400 個体ずつカゴに収容した。カゴは殻長ごとに 1 カゴずつ計 2 個を使用し、防波堤のピットからポリロープで港内の海底に沈設した。試験期間は 2000 年 6

\*現所属：大分県農林水産部農林水産企画課（大分市）

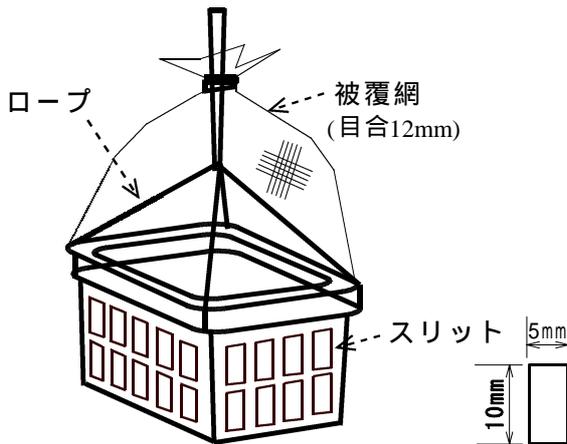


図2. 試験に使用したカゴ

月 2 日～ 8 月 9 日までの 68 日間とし、試験終了時にカゴの中の貝を全て取り出して生残貝を計数するとともに、無作為に選んだ 20 個体の殻長を測定して、日間成長速度を下記の式を用いて算出した。また、敷砂の上に堆積した泥を 1 カゴから採取して、泥分率(63 μ m 以下)を測定するとともに、全硫化物量を検知管法で測定した。

日間成長速度 = (終了時の平均殻長 - 開始時の平均殻長) / 飼育日数

**カゴの垂下水深の検討** カゴを垂下する適正水深層を決定するために、以下の試験を行った。供試貝は 2000 年 11 月から研究所内で採卵して飼育した人工種苗で、殻長 16.7±0.10mm の稚貝を 100 個体ずつ 3 個のカゴに収容して試験を開始した。カゴは港内に設置した 2 × 4 m の生け簀から上層(1.5 m)、中層(3m)及び海底(B)にそれぞれ 1 個ずつポリロープで垂下した。なお、海底(B)に設置したカゴについては取り付けられたロープの長さを充分にとり、満潮時でもカゴが海底から離れないように沈設した。試験期間は 2001 年 6 月 15 日～ 8 月 24 日までとし、試験開始から 1 ヶ月後の 7 月 25 日と試験終了時の 8 月 24 日にカゴの中の貝を全て取り出して生残数を計数するとともに、無作為に選んだ 15 個体ずつの殻長を測定した。また、試験を開始した 6 月 15 日から 10 月 11 日まで、約 10 日ごとに表層(0m)、中層(3m)、底層(B-1 m)の各層を採水し、水温と溶存酸素量(Winkler-窒化ナトリウム変法)を計測するとともに、餌の指標として全色素量を測定した。なお全色素量は、クロロフィル a を Jeffrey&Humphrey 法で、フェオ色素量を Lorenzen 法で測定し、両者を合計したものを全色素量とした。

**適正収容密度の検討** 養殖開始時における適正収容密度を検討するために、表 1 に示す 2000～2002 年の 3 ヶ年間、殻長サイズ別、収容密度別に試験を行った。

2000 年は、殻長 13.9±0.99mm の稚貝を用いて、収容

表 1. 適正収容密度検討試験の設定

試験期間 (年/月/日)	飼育日数 (日)	開始殻長 (mm)	収容密度 (個体/カゴ)	カゴ数 (個)
2000/6/2 ～ 8/9	68	13.9 ± 0.99	200 400	2 1
2001/6/1 5～ 8/24	70	16.7 ± 0.10	100 200	2 2
2002/6/6 ～ 8/6	61	18.0 ± 1.82	150 300	3 2

密度 200 個体/カゴを 2 カゴ、400 個体/カゴを 1 カゴ設けて、6 月 2 日～ 8 月 9 日の 68 日間飼育した。なお、収容密度 400 個体/カゴの試験区は養殖開始サイズの検討と兼用した。

2001 年は、殻長 16.7±0.10mm の稚貝を用いて収容密度 100 個体/カゴを 2 カゴ、200 個体/カゴを 2 カゴ設けて、6 月 15 日～ 8 月 24 日の 70 日間飼育した。

2002 年は、殻長 18.0±1.82mm の稚貝を用いて収容密度 150 個体/カゴを 3 カゴ、300 個体/カゴを 2 カゴ設けて、6 月 6 日～ 8 月 6 日の 61 日間飼育した。

なお、各年ともカゴの設置方法は養殖開始サイズの検討と同様である。調査は試験終了時にカゴの中の貝をすべて取り出して生残貝を計数するとともに、無作為に選んだ 15 個体の殻長を測定して、養殖開始サイズの検討と同様の方法で期間中における日間成長速度を算出した。

## 結果

**養殖開始サイズの検討** 試験開始時と終了時の殻長と生残率を開始殻長別に表 2 に示した。開始殻長 13.9mm と 7.7mm の期間中の日間成長速度はそれぞれ 0.21mm/日、0.24mm/日であった。生残率は殻長 13.9mm を収容したものが 96.5 %、殻長 7.7mm を収容したものが 44.5 %であった。いずれのカゴも内部には死殻が残っていたが、イシガニ *Charybdis japonica* が捕食した際にみられるような破損した殻や、ツメタガイ *Neverita didyma* による食害痕等がある死殻はなかった。

試験終了時のカゴの状況については、大型藻類の切れ端や陸上由来の草などが被覆網に絡まっていたものの、被覆網やカゴには付着生物等はほとんど着生していなかった。全てのカゴの敷砂はどちらかに偏ったり外に流出した様子はなかったが、敷砂の上に泥が厚さ 1cm 程度に堆積していた。その泥の泥分率は 30.1 %、全硫化物は 0.18mg/g(乾泥)であった。また、どちらのカゴの内部にもクモヒトデ綱、小型エビ類及びクモガニ科の生物とみられるものが数個体ずつ侵入していたが、食害生物

表2. 養殖開始サイズ検討試験の結果

試験開始時(2000/6/2)		試験終了時(2000/8/9)			
殻長 (mm)	収容密度 (個体/カゴ)	殻長 (mm)	日間成長速度 (mm/日)	生残密度 (個体/カゴ)	生残率 (%)
7.7 ± 1.49	400	23.9 ± 1.93	0.24	178	44.5
13.9 ± 0.99	400	28.1 ± 1.89	0.21	386	96.5

と考えられるものはなかった。

**カゴの垂下水深の検討** 試験期間中の水深別の殻長の成長を図3に示した。殻長は上層と中層に設置したものがほぼ同じ傾向で成長し、開始から1ヶ月間の成長が1ヶ月後から試験終了時までの成長より優っていたが、海底に沈設したものは、開始から2ヶ月後の終了時までほぼ直線上の成長を示した。試験終了時の殻長の平均は、上層、中層、海底に設置したカゴでそれぞれ30.1±3.5mm、30.3±2.7mm、32.6±2.7mmで、海底に沈設したものの殻長は、上層と中層に垂下したものの殻長と比較して有意に大きかった(t検定、 $p < 0.05$ )。試験期間中の生残率の推移を図4に示した。生残率は期間中いずれの試験区でも90%前後で安定しており、極端な生残率の減少は見られなかったが、2ヶ月後の試験終了時の生残率は上層から順に91.0%、94.0%、89.0%で中層が最も高く、海底に沈設したカゴが最も低かった。

試験期間中の水温と溶存酸素量の推移を図5に示した。水温は試験開始時の6月15日はいずれの水深も20程度であったが、徐々に上昇して試験終了時の8月下旬には、表層(0m)で29.0、底層(B-1m)では28.0にまで上昇した。水深別にみると、水温上昇期であったため常に表層が最も高く、深くなるに従って低くなっていったが、その差は最大でも2.3に過ぎず、成層の発達は弱かった。また、試験期間中の溶存酸素量は表層が最も多く、深くなるに従って少なくなる傾向であったが、最も少なかったのは8月21日の底層の6.55mg/Lであった。

試験期間中の全色素量を図6に示した。試験開始時の6月15日は0.7~1.5 μg/Lと少なかったが、その後は増加して、おおむね2.0~3.5 μg/L程度で推移した。水深別に比較すると、試験期間を通じて表層(0m)が少なく、底層(B-1m)が多い傾向にあった。

試験期間中のカゴの状況については、いずれのカゴも敷砂が偏ったり外に流出した様子はなかったが、敷砂の表面には厚さ0.5~1cm程度の泥が堆積していた。泥の堆積量は正確に測定はしていないものの、海底に沈設したカゴが最も多いようであった。また、全てのカゴの内部にはクモヒトデ綱とみられる生物や小型のエビ類が多く侵入していたが、食害生物のイシガニや肉食の巻き貝類は侵入していなかった。また、試験終了時の調査では、

シロボヤ *Styela plicata* とみられるものが上層(1.5m)に垂下したカゴの被覆網に付着していたが、海底に沈設したカゴの被覆網にはほとんど付着していなかった。

**適正収容密度の検討** 試験の結果を表3に示した。生残率は、2002年に実施した300個体を収容したカゴのうち1カゴで生残率が2.0%と極めて低かった。このカ

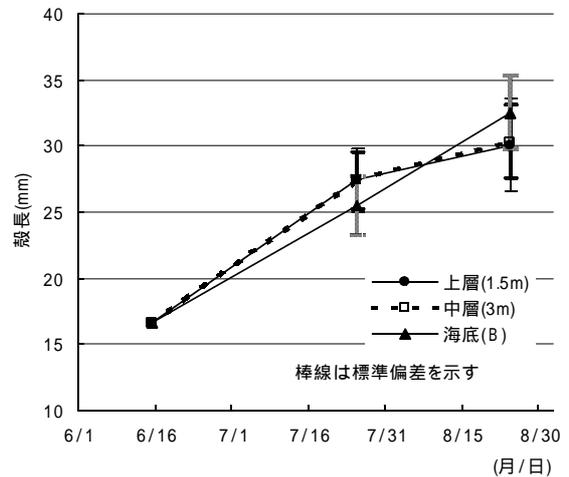


図3. 垂下水深別のミルクイガイの成長

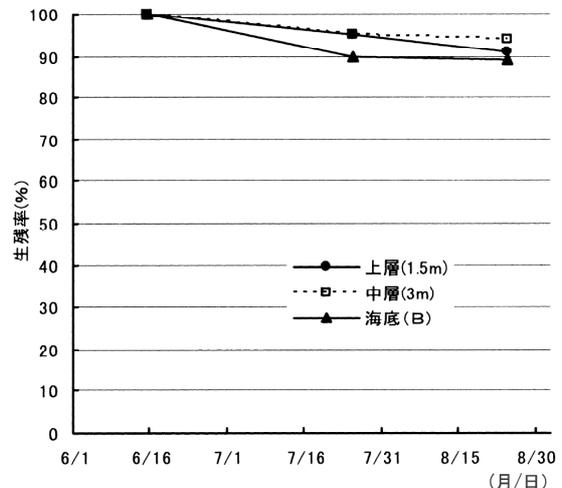


図4. 垂下深別のミルクイガイの生残率

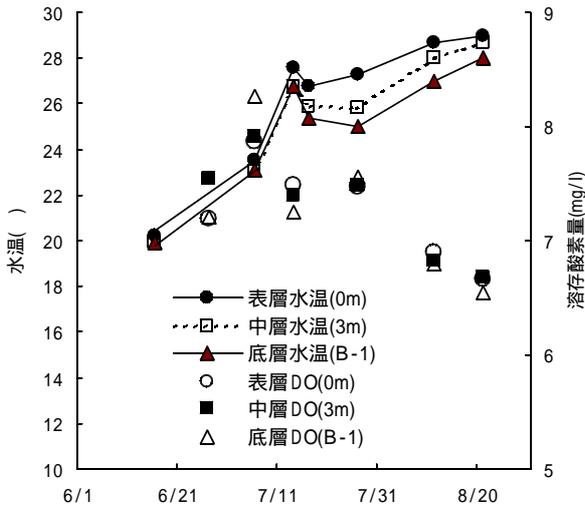


図5. 水深別の水温と溶存酸素量の推移

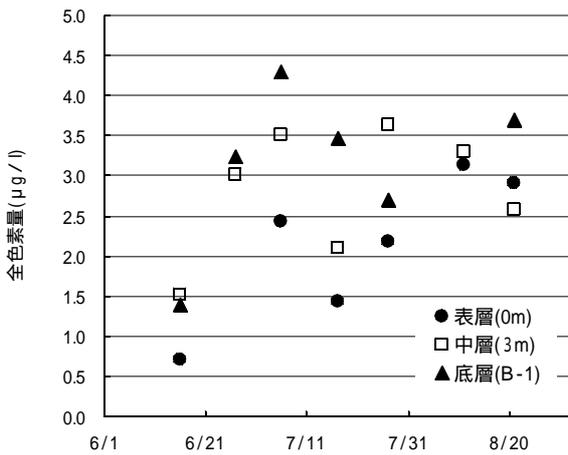


図6. 水深別の全色素量の推移

ゴは、試験終了時に引き上げた際にカゴに取り付けた被覆網の口が開いており、ヒトデ *Asterias amurensis* やイシガニがカゴの中に侵入していた。その他の養殖カゴは、食害生物の侵入や敷砂の流出や偏りはみられず、生残率は 78.5 ~ 96.5 %であった。試験期間中の日間成長速度と収容密度との関係を図7に示した。なお、先に述べた生残率が極めて低かったカゴの結果は図7には表示しなかった。日間成長速度が最も早かったのは開始殻長 13.9mm の貝を 200 個体/カゴで収容した場合で、成長速度は 0.235mm/日であった。最も遅かったのは開始殻長 18.0mm のものを 300 個体/カゴで収容した場合で、成長速度は 0.115mm/日であった。開始殻長別に比較する

表3. 適正収容密度検討試験の結果

試験期間 (年/月/日)	試験開始時		試験終了時	
	殻長 (mm)	収容密度 (個体/カゴ)	殻長 (mm)	生残率 (%)
2000/6/2 ~ 8/9	13.9 ± 0.99	200	30.2 ± 2.02	89.5
		200	29.6 ± 1.91	88.8
		400	28.1 ± 1.81	96.5
2001/6/15 ~ 8/24		100	32.1 ± 3.27	85.3
	16.7 ± 0.10	100	31.4 ± 2.73	80.5
		200	28.6 ± 2.73	90.3
		200	30.7 ± 2.76	78.5
2002/6/6 ~ 8/6		150	25.3 ± 2.69	86.9
	18.0 ± 1.82	150	27.8 ± 2.26	99.0
		150	25.9 ± 2.70	95.8
		300	24.7 ± 2.20	78.9
		300	23.0 ± 3.33	2.0

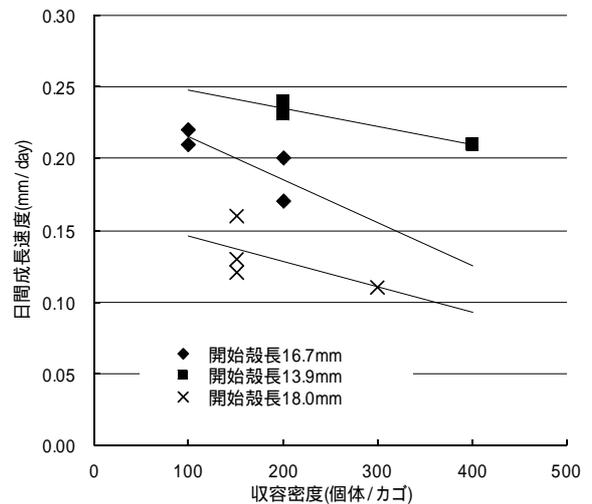


図7. 収容密度と試験期間中の日間成長速度との関係

と、収容密度にかかわらず日間成長速度は 13.9mm, 16.7mm, 18.0mm の順に速かった。また、いずれの開始殻長においても収容密度を 2 倍にしたカゴの方が成長速度が遅かった。

### 考 察

今回の結果からカゴ養殖を開始する適正なサイズを考察すると、開始殻長 7.7mm の貝を収容した場合は試験終了時の生残率が 44.5 %であったのに対して、13.9mm の場合では 96.5 %と極めて高く、養殖初期の減耗を防ぐことができた。カゴ養殖の開始サイズにおいては、幾

分条件が異なるものの、山口県<sup>3)</sup>では平成 10 年 1 ~ 2 月に平均殻長 4mm 前後の人工種苗、計 89,600 個体を 30 × 45 × 25cm のカゴに 1 カゴあたり 8,900 ~ 11,000 個体収容して垂下し、77 日後に平均殻長 9.7mm の種苗を計 2,300 個体育成している。また、同様の方法で平成 11 年には平均殻長 4.4 ~ 8.7mm の人工種苗、計 30,460 個体を数カゴに分けて収容し、111 ~ 148 日後に平均殻長 24.0 ~ 26.9mm の稚貝を 10,081 個体育成している。<sup>3)</sup>片岡ら<sup>4)</sup>はこれらの結果から、このサイズで養殖を開始した場合、年によって歩留まりが急減することがあるため安定化を今後の課題としている。また、筆者ら<sup>5)</sup>は平均殻長 6.8mm の人工種苗を用いて、陸上水槽で生海水のかけ流しによる飼育を行い、約 1 ヶ月後に殻長 12.2mm に成長して生残率が 80 % 以上であったことを報告している。以上の点をふまえると、海面でのカゴ養殖を開始する際に高い生残率が得られるサイズは、今回得られた殻長 13.9mm で充分であると考えられるが、今後本種の養殖を普及させていくうえでは、養殖開始の殻長を大きくすることに要する種苗生産経費と採算性とを比較して開始殻長を決定していく必要がある。

次に、殻長 7.7mm の貝のへい死の理由であるが、死殻の様子からイシガニ類などの捕食の可能性は低いと考えられる。また、筆者らは、室内飼育で種苗を別水槽に移送する際に、平均殻長 3.0mm でも移送直後の生残率は 100 % に近く、殻の破損はほとんどみられないことを確認していることから、試験開始時点で殻長 7.7mm 貝の方が 13.9mm の貝よりも殻の破損が多かったために、その後の生残率が低くなったとは考えにくい。さらに、期間中の日間成長速度は開始殻長 13.9mm、7.7mm とともに同程度であり、このことはどちらのサイズの貝も成長が可能な量の摂餌を行っていたことを示しており、殻長 7.7mm の生残率が低い理由が餌料環境に起因していることも考えにくい。

柳橋<sup>6)</sup>は、本種の天然漁場の表泥の粒度組成と強熱減量を調べ、幼貝(平均殻長 72.4mm)が生息している地点の泥分率(125 $\mu$ m 以下)が 3.2 %、強熱減量が 5.2 %であったのに対して、近接してはいるが生息していない場所のそれらは、それぞれ 9.7 %、11.7 %であり、泥分が多く強熱減量が高いことを報告している。今回試験期間中にカゴ内に堆積した泥の泥分率(63 $\mu$ m 以下)は 30.1 %と柳橋が測定した値の 3 倍近くの値であったことから、今回の小型貝の生残率の低下は、カゴ内の敷砂の上に堆積した泥の影響によるものと考えられる。

養殖カゴの適正垂下水深については、殻長の成長は海底に沈設した場合が良好であった。また、表層に近いほどホヤ類や海藻類などの付着生物の着生が多くなりカゴの総重量が増加して、カゴの引き上げが困難になることが予想された。実際に筆者ら<sup>7)</sup>は、香々地町の小池地先

の港内で本試験と同様のカゴ養殖試験を行った際に、カゴに多量の付着生物が着生して、垂下していたロープが破断したことを報告している。以上のことから、成長と生残、並びに、養殖施設の保守管理の面でもカゴは海底に沈設することが望ましいと考えられる。次に、餌料環境から検討すると、山田ら<sup>8)</sup>は、本種の消化管内容物と生息場の直上水、及び、海底の C/N 比を分析し、本種は海水中の懸濁物質、及び、底泥を餌として無選択に取り込んでいる generalist としている。今回の全色素量の結果でも期間を通じて底層域が最も多く、本種にとっての餌料環境は上層よりも底層が良好であると考えられた。一方、溶存酸素量は、上層、中層と比較して底層が低く、最も低かったのは 8 月 21 日の底層の 6.55mg/L であった。しかしながらこの値は、底生生物の生息のための最低限維持しなくてはならない濃度 4.3mg/L<sup>9)</sup>を越えている。また、底層の溶存酸素量の低下は、成層が発達する高水温期に生じやすいが、今回の試験はこの時期に行われており、今回の試験地における底層の溶存酸素量は年間を通じて本種の養殖に問題がないと考えられた。以上のことから、海底面付近の溶存酸素量が極端に減少しない限りは、養殖カゴは上層や中層域に垂下するよりも、海底に沈設する方が適当であると考えられる。

カゴあたりの収容密度については、今回は殻長別の試験を複数年にわたって実施したため単純に比較することはできないが、開始殻長が大きいほど、また、収容密度が高いほど日間成長速度が遅かったことから、今回試験に使用した開始殻長 13.9 ~ 18.0mm で生じた成長速度の差は、収容密度に起因しており、収容密度を低くすることでさらに成長速度は速くなることが期待される。カゴ養殖を行う場合、出荷サイズの貝がカゴあたり何個体生産できるかは採算性を見極めるうえで重要であり、今後は成長に合わせた収容密度の検討が必要である。

## 摘 要

- 1) 大分県香々地町地先の漁港内で、2000 ~ 2002 年にミルクイガイの人工種苗を用いたカゴ養殖試験を行い、養殖開始の殻長、カゴの設置水深、収容密度を検討した。
- 2) 開始殻長は、殻長 7.7mm では 2 ヶ月後の試験終了時の生残率は 44.5 %であったことから、この養殖手法では、殻長 7.7mm よりも大きいサイズで開始するのが適当であると考えられた。
- 3) カゴの設置水深は、成長速度や餌料環境を考慮すると、海底に沈設する方が適当であると考えられた。
- 4) 適正収容密度の検討では、殻長 13.9mm、16.7mm、18.0mm の貝で試験を行ったが、殻長が大きく収容密度が高いほど成長速度が遅い傾向があった。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会：日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料( ),3-7(1998).
- 2) 山口県水産研究センター内海研究部：平成 10 年度浅海域複数種放流技術開発事業報告書,山口 1-20 (2001).
- 3) 山口県水産研究センター内海研究部：平成 11 年度浅海域複数種放流技術開発事業報告書,山口 1-21 (2002).
- 4) 片岡正伸,松野進,高見東洋：資源増大技術開発事業・地先型定着種.平成 14 年度山口県水産研究センター事業報告,294-295(2004).
- 5) 中川彩子,木藪仁和：ミルクイガイ増養殖技術開発研究.平成 12 年度大分県海洋水産研究センター浅海研究所事業報告,5-9(2003).
- 6) 柳橋茂昭：ミルクイ生態調査.昭和 62 年度愛知県水産試験場業務報告,12-14(1988).
- 7) 黒川彩子,木藪仁和：ミルクイガイ増養殖技術開発研究.平成 11 年度大分県海洋水産研究センター浅海研究所事業報告,1-9(2002).
- 8) 山田智,田中健二,鯉江秀亮：ミルクイガイの消化管内容物について.栽培技研,20(1),21-25(1991).
- 9) 日本水産資源保護協会：水産用水基準(2000 年版),88-91(2002).