

海産魚介類養殖試験

與那嶺誠次・渡邊環・紫波俊介*

1. 目的

海産魚介類の養殖技術、親養成技術、種苗生産技術の開発改良を行うことによって、新しい養殖業の創造や養殖技術の向上を図り、海産魚介類養殖業の安定的発展を推進する。今年度は、シラヒゲウニの餌料別養殖試験、サイズ別養殖試験、トコブシ（台湾産）海面垂下式養殖試験、種苗量産試験を実施した。

2. シラヒゲウニの餌料別養殖試験

シラヒゲウニの配合飼料給餌による海上養殖技術を開発するため、予備的試験を陸上水槽で実施した。

(1) 材料及び方法

供試ウニは、種苗生産した平均殻径 55.5mm（平均生殖腺重量 0.04g）のウニ 182 個体であった。試験区は、ウニ色揚配合区、アワビ用配合（日本農産製）区、トコブシ配合（台湾東立飼料工業製）区、海藻給餌区の 4 区で、前者 3 区には各 50 個体、海藻給餌区には 32 個体を収容した。ウニ色揚配合は、日本配合飼料株式会社の試作品で、β-カロチンが添加さ

れている。飼育は補ネット製の籠（100×100×50cm、目合い 10mm）を、当水産試験場の 10 トン水槽 2 面に各 2 個設置し、上面からの注水と籠内側と外側からの通気を行った。

飼育期間は、平成 11 年 7 月 1 日から 10 月 12 日までの 104 日間であった。配合飼料区は、9 月 11 日からの後半 32 日間ホンダワラに切り替えて飼育した。海藻給餌区は、ホンダワラや不稔性アナアオサを計量して与え、少なくなると追加して十分量を給餌した。配合飼料は残餌が少量残る程度に 2～3 日に 1 回計量して与え、残餌は給餌前に取り除いた。飼育期間中 3 回、毎回各 10～20 個体の殻径、体重、生殖腺重量を測定した後、籠を取り替えた。生殖腺の色や味の評価は数人の試食試験で行った。水温は午前 9 時から 10 時の間に測定した。

(2) 結果及び考察

結果は表 1 と表 2 に示した。ウニ色揚配合を使用した飼育では、身入りは 7 月 1 日から 9 月 10 日までの 72 日間で 15.4g になり良好であった。生残率は、80.0% で比較的高かった。生殖腺の色は良好であっ

表1.シラヒゲウニの配合飼料と海藻給餌による陸上水槽での飼育成績

試験区	ウニ色揚配合	アワビ配合	トコブシ配合	海藻給餌
飼育期間	H11.7.1~9.10	H11.7.1~9.10	H11.7.1~9.10	H11.7.1~9.10
飼育日数	72	72	72	72
平均水温 (°C)	29.5	29.5	29.5	29.5
(最低~最高)	(28.0~31.3)	(28.0~31.3)	(28.0~31.3)	(28.0~31.3)
開始個体数	50	50	50	32
平均殻径 (mm)	55.5	55.5	55.5	55.5
平均生殖腺重量 (g)	0.04	0.04	0.04	0.04
終了個体数	40	39	38	29
平均殻径 (mm)	82.9	78.9	83.9	83.5
平均生殖腺重量 (g)	15.4	10.8	22.2	13.7
平均生殖腺増重量 (g)	15.36	10.76	22.16	13.64
生残率 (%)	80.0	78.0	76.0	90.6
ウニ1個当りの給餌量(g)	66.7	66.7	68.2	1403.2
身入り1g当りの給餌量(g)	4.3	6.2	3.1	102.9
試食結果	少々苦い、色良好	少々苦い、色悪い	色悪い	良好

注) 飼育籠: 1×1×0.5m、供試ウニ: 人工ウニ、海藻: ホンダワラ、不稔性アナアオサ

* 非常勤職員

表2.配合飼料からホンダワラ給餌に切り替えた陸上水槽での飼育成績

試験区	ウニ色揚配合	アワビ配合	トコブシ配合	海藻給餌
飼育期間	H11.9.11~10.12	H11.9.11~10.12	H11.9.11~10.12	H11.9.11~10.12
飼育日数	32	32	32	32
平均水温(°C)	28.5	28.5	28.5	28.5
(最低~最高)	(27.0~30.2)	(27.0~30.2)	(27.0~30.2)	(27.0~30.2)
開始個体数	15	29	28	19
平均殻径(mm)	82.9	78.9	83.9	83.5
平均生殖腺重量(g)	15.4	10.8	22.2	13.7
終了個体数	14	27	28	19
平均殻径(mm)	82.7	83.2	86.7	83.9
平均生殖腺重量(g)	13.5	10.7	18.5	15.0
平均生殖腺増重量(g)	—	—	—	1.3
生残率(%)	93.3	93.1	100.0	100.0
ウニ1個当りの給餌量(g)	920.0	591.1	714.3	978.9
身入り1g当りの給餌量(g)	—	—	—	753.0
試食結果	良好	良好	色悪い	良好

注) 飼育籠: 1×1×0.5m、供試ウニ: 人工ウニ、海藻: ホンダワラ

たが、やや苦みがあった(表1)。その後、9月11日から32日間ホンダワラに切り替えて飼育した結果、生殖腺の味も苦みがなくなり良くなった。身入りは、13.5gになり若干減少した。生残率は、93.3%で高かった(表2)。

アワビ配合を給餌した飼育では、前半の身入りは、10.8gであまり良くなかった。生残率は、78.0%で比較的高かった。生殖腺は、色が悪く、若干苦みがあった(表1)。後半のホンダワラを給餌した飼育では、身入りは10.7gでほとんど変わらなかったが、生殖腺の色や味は良くなった。生残率は、93.1%で高かった(表2)。

トコブシ配合を給餌して飼育した結果、前半の身入りは、22.2gで良好であった。生残率は、76.0%で比較的高かった。生殖腺は、苦みはなかったが、色が白く悪かった(表1)。後半のホンダワラを給餌した飼育では身入りは18.5gになり減少した。生殖腺は苦みがなかったが、色がやや悪かった。生残率は、100.0%で高かった(表2)。

海藻を給餌した飼育では、前半の身入りは、13.7gでやや悪かった。生残率は、96.0%で高かった。生殖腺は、色も味も良好であった(表1)。後半のホンダワラを給餌した飼育では、身入りは15.0gで若干増加した。生殖腺の色や味は良好であった。生残率は、100.0%で高かった(表2)。

アワビ配合区の身入りが最も悪かった。これはア

ワビ配合飼料が高水温では溶けやすく、給餌を2~3日に1回の割合で行ったため、摂餌量が不足したと考えられる。ウニ色揚配合区とトコブシ配合区の身入りは、良好であった。これは高水温でも溶けにくいと思われる。なお、後半32日間の身入りは、全ての配合区で減少し、海藻給餌区の身入りも1.3gしか増加していないことから、給餌したホンダワラが、衰退期の藻体でそれほど品質が、良くなったと考えられる。與那嶺ら(2000)が実施した飼育試験でも衰退期のホンダワラを使用したため、同様な結果になっている。

海上養殖試験では、2~3日に1回の給餌によって良好な身入りが期待できること、約1ヶ月品質の良いホンダワラを給餌することによって生殖腺の色や味が改善できることから、ウニ色揚配合とトコブシ配合は使用できると考える。

3. トコブシ(台湾産)の海面垂下式養殖試験

陸上でのトコブシ養殖は、施設に多額の費用を要するため漁業者個人で実施することは難しい。そのため漁業者が容易に実施でき、生産コストを低減できる可能性がある海面垂下式養殖技術を開発することを目的とした。

(1) 材料及び方法

供試貝は、種苗生産した1,800個体(平均殻長33.9mm)を使用した。養殖試験は、与那原町地先と

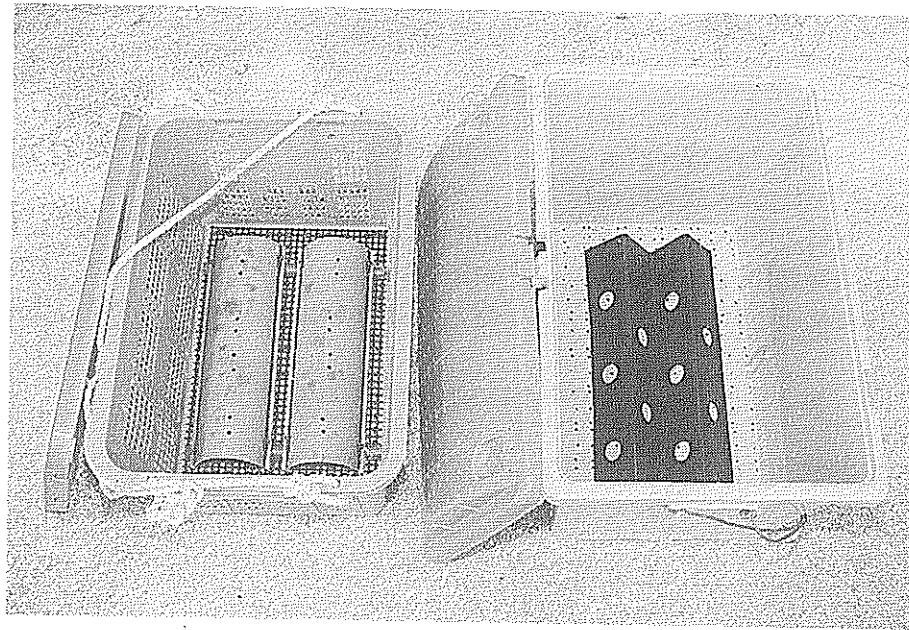


図1 養殖籠(左:コンテナ籠、右:自作養殖籠)

伊江村地先の漁港内に設置した筏に養殖籠を垂下して、2カ所で同様な試験区を設けて実施した。また、当水産試験場でも6kl水槽を使用して同様な試験を実施した。

試験区は、表3に示すように養殖籠、シェルター(付着板)、配合飼料の違いにより6区を設け、各100個体を収容した。養殖籠を図1に示した。自作養殖籠は収納ボックスに穴(直径5mm)をあけて作成した。また、籠の外側には無公害海棲生物付着防止剤(ナテックス製)を塗装し、3ヵ月毎に付着防止剤を塗装した籠と取り替えた

飼育期間は、与那原町地先が平成10年12月25日から平成11年7月21日までの209日間で、伊江村地先が、平成10年12月24日から平成11年7月22日までの211日間であった。給餌は漁業者等が行い、配合飼料を2~3日1回与えた。各50個体の殻長測定と生残数の計数は毎月1回実施し、試験開始時と試験終了時には、各50個体の体重もあわせて測定した。海上での水温は、給餌の時に随時測定した。陸上水槽での水温は午前9時から10時の間に測定した。

(2) 結果及び考察

与那原町地先の試験結果を表4に示した。生残率は91.0~100.0%で高かった。試験区による明確な差はなかった。養殖籠では、自作養殖籠の成長が良好で、約7ヵ月で出荷サイズの殻長50mm(体重20g)

前後になり、餌料転換効率も53.8~61.5%と高かった。自作養殖籠の中はコンテナ籠に比較して暗いため、トコブシが活動しやすく餌食いが良いためと考えられる。コンテナ籠を使用した場合は、雨どいシェルター区での成長や餌料転換効率が良好であった。

配合飼料の違いによる成長や餌料転換効率の差は、それほどなかった。トコブシ用配合を給餌すると殻は緑色になった。アワビ色揚用配合は2社の製品を使用し、後半4ヵ月間使用した配合飼料(日本農産製)では、殻が天然貝と同様な茶褐色になった。殻長34mmから出荷サイズまでの餌料コストは、トコブシ用配合では8.7円/個(給餌量24.3g)で、アワビ色揚用配合では13.2円/個(給餌量23.1g)であった。現在、トコブシは1kg当たり3,500円(70円/個)で販売されており、トコブシ用配合を使用した場合、生産コストは1個当たり約30円と試算され約40円の利益がでると思われる。

伊江村地先や水産試験場で実施した同様な試験でも若干成長が遅いけれども同じような結果が得られている。伊江村地先の生残率が低いのは、輸送によるへい死が原因である。トコブシの海面垂下式養殖は内部が暗い養殖籠や雨どいシェルターを使用し、低コストのトコブシ用配合を給餌すれば、殻長3cmサイズの種苗は約7ヵ月で出荷サイズに成長し、高歩留まりでより多い利益が期待できる。

表3. 試験区概要

試験区	養殖籠	シェルター	配合飼料
A	コンテナ籠(35×52×27cm)	雨どい(36×10cm、2個)	トコブシ用配合
B	コンテナ籠(35×52×27cm)	波板(40×20cm)	トコブシ用配合
C	コンテナ籠(35×52×27cm)	雨どい(36×10cm、2個)	アワビ色揚用配合
D	自作養殖籠(35×55×37cm)	雨どい(36×10cm、2個)	トコブシ用配合
E	自作養殖籠(35×55×37cm)	波板(40×20cm)	トコブシ用配合
F	自作養殖籠(35×55×37cm)	雨どい(36×10cm、2個)	アワビ色揚用配合

表4.トコブシの垂下式飼育成績(与那原町地先)

試験区	A	B	C	D	E	F
飼育日数	209	209	209	209	209	209
開始個体数	101	100	100	100	100	103
平均殻長(mm)	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9
終了個体数	101	91	98	93*	94	100
平均殻長(mm)	46.0	44.0	45.9	50.5	50.1	51.4
平均体重(g)	14.6	12.6	15.1	19.8	18.6	19.8
餌料転換効率(%)	38.9	28.7	40.3	58.5*	53.8	61.5
生残率(%)	100.0	91.0	98.0	93.0*	94.0	97.1
貝1個当りの給餌量(g)	23.4	24.6	23.8	25.1*	24.3	23.1

注)飼育期間：平成10年12月25日～平成11年7月21日、餌料転換効率は給餌量から算出した。*：飼育200日目にふたが流失したため散逸した36個のトコブシを加算して補正した。

表5.トコブシの垂下式飼育成績(伊江村地先)

試験区	A	B	C	D	E	F
飼育日数	211	211	211	211	211	211
開始個体数	100	100	100	100	100	100
平均殻長(mm)	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9
終了個体数	82	68	88	76	83	84
平均殻長(mm)	42.2	40.3	42.9	49.0	47.9	48.7
平均体重(g)	11.6	9.1	11.4	15.7	15.4	15.7
餌料転換効率(%)	57.1	41.3	57.9	74.7	76.2	78.1
生残率(%)	82.0	68.0	88.0	76.0	83.0	84.0
貝1個当りの給餌量(g)	20.3	22.0	19.7	21.0	20.2	20.1

注)飼育期間：平成10年12月24日～平成11年7月22日、餌料転換効率は給餌量から算出した。

表6.トコブシの垂下式飼育成績(水試陸上水槽)

試験区	A	B	C	D	E	F
飼育日数	208	208	208	208	208	208
開始個体数	100	100	100	100	100	100
平均殻長(mm)	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9
終了個体数	97	92	95	84	85	94
平均殻長(mm)	46.6	45.0	46.1	49.2	47.0	49.2
平均体重(g)	16.1	13.6	14.9	17.4	14.6	16.6
餌料転換効率(%)	41.4	30.9	36.4	43.4	33.4	42.7
生残率(%)	97.0	92.0	95.0	84.0	85.0	94.0
貝1個当りの給餌量(g)	25.5	26.3	25.7	27.4	27.1	26.0

注)飼育期間：平成10年12月28日～平成11年7月23日、餌料転換効率は給餌量から算出した。

4. トコブシ (台湾産) の種苗量産試験

(1) 材料及び方法

親貝：6kl 循環濾過水槽を使用して、水温を 23～24℃に調整し、電灯で昼と夜を逆転 (点灯 PM6:00～AM6:00) させて養殖貝 (1～2才) をネット製の籠 (100×100×50cm、目合い 10mm) で飼育した。餌料は不稔性アナアオサ、オゴノリ sp、トコブシ用配合飼料を別々に十分量給餌した。採卵 4～5 日前に雌雄とも生殖腺の大きさや色 (卵巣：赤褐色、精巣：黄色がかった白色) で成熟の進んでいることを確認し、雌雄別々に垂下式籠 (35×52×27cm、目合い 10mm) に収容した。

採卵とふ化：採卵は、親貝を前夜から一晩弱通気で飼育し、垂下式籠に入れたまま約 30 分間暗室で干出してから実施した。親貝は、籠に入れて雌雄別々に水槽 (500l) に収容し、強通気を行った。その後、親貝収容水槽に 28～30℃に加温した紫外線処理海水を、1 時間当たり 1℃上昇するように注水した。受精は、放卵 1 時間前後に放精した複数の精子を、卵 1 個当たり 5～6 個を目安に、多精にならないように実施した。受精卵は洗浄せず、他の水槽 (500l と 1,000l) に分槽し、微通気でふ化させた。

採苗：採苗は、*Navicula ramosissima* を主体とした付

着珪藻を繁殖させた波板水槽にふ化 1 日目の浮遊幼生を収容して、稚貝を変態させる方法で実施した。

稚貝飼育：波板での稚貝飼育は、波板をホルダーに取り付ける方法や釣り下げる 2 通りの方法で行った。また、付着珪藻を繁殖維持する方法として、藻類増殖材のイオンカルチャー (株式会社テトラ製) や緩効性農業肥料のロングトータル 313.70 タイプ (旭化成工業製) を釣り下げて使用した。波板から剥離した稚貝は、当初不稔性アナアオサを給餌し、順次オゴノリ sp やトコブシ用配合飼料を給餌した。

(2) 結果及び考察

採卵及びふ化状況を表 7 に示した。水温を 23～24℃に調整し、電灯で昼と夜を逆転させて飼育した親貝 (平均殻長 5～7cm) は、年中昼間の採卵が可能であった。放卵開始時刻は午後 1 時頃から午後 4 時の間であった。放卵 1 時間前後以内に放精が開始された。不稔性アナアオサやオゴノリ sp などの海藻だけでなくトコブシ配合飼料で養成した親貝からも採卵は可能であった。ふ化率は、2.8～86.4%であった。ふ化率が、2.8%と極端に低かった事例は雌親貝の採卵籠に雄貝が 2 個体混入し、産卵水槽で放精したため多精になり正常な発生ができなかったためである。種苗生産結果を表 8 に示した。6 月と

表 7. 養成飼育親貝の採卵・ふ化状況

採卵年月日	親貝数(個)		平均殻長(mm)		採卵数 (×10 ⁴)	ふ化幼生数 (×10 ⁴)	ふ化率 (%)	放卵開始 時刻	餌料
	♀	♂	♀	♂					
1999.6.3	72	47	63.8	61.9	633	18	2.8*	15:00	アア村*1・トコブシsp
1999.6.3	20	25	55.7	57.1	235	141	60.0	14:55	トコブシ用配合
1999.8.16	37	47	63.8	62.1	848	386	45.5	13:35	アア村
1999.8.16	35	7	65.6	58.0	50	10	20.0	15:40	トコブシsp
1999.11.9	31	46	64.8	64.1	2,200	1,900	86.4	13:15	アア村
1999.11.9	61	53	54.8	58.8	800	545	68.1	13:30	アア村

*1: 不稔性アナアオサ。*2: 多精によりふ化率が低下した。

表 8. トコブシ種苗生産結果

採苗年月日	波板設置法	肥料添加法	使用水槽 m ² (槽)	幼生数 (×10 ⁴)	飼育日数 (日)	稚貝生産数 (×10 ³)	平均殻長 (mm)	生残率* (%)
1999.6.4	トコブシ式	緩効性肥料	4 (3)	159.0	38~39	6.0	6.3	0.4
1999.8.17	トコブシ式	緩効性肥料	4 (3)	258.3	49	8.0	7.5	0.3
1999.11.10	トコブシ式	藻類増殖材	1 (1)	161.5	36~47	19.0	2.2	1.2
	トコブシ式	緩効性肥料	1 (2)	216.1	34~36	14.0	2.2	0.6
	釣り下げ式	緩効性肥料	4 (1)	395.0	37~40	10.0	2.5	0.3
	トコブシ式	緩効性肥料	4 (1)	504.5	44~47	15.0	2.5	0.3
	トコブシ式	藻類増殖材	4 (1)	430.0	40~41	83.0	2.5	1.9

*: 稚貝生産数/幼生数×100

8月の採苗では収容幼生に対する稚貝生残率は、0.4%と0.3%であった。11月の採苗での稚貝生残率は0.8%であった。高水温期での稚貝生残率は、低いようである。フクトコブシで椎原ら(1991)は、浮遊期幼生の生残率が9月上旬よりも9月下旬に高い傾向にあることを示唆している。また、有吉ら(1987)は、水温24℃以上でエゾアワビ幼生の生残率が、著しく低下することを明らかにしている。これらのことから高水温期には浮遊期幼生の生残率が低いため、稚貝生残率が低くなると考えられる。なお、大分県栽培漁業公社(1994)の収容幼生からの稚貝生残率は4.3%であるため、今回の生残率は良くなかった。収容幼生数が多すぎたと思われる。

波板はホルダーや釣り下げる方法で設置したが、両者の生残率に明確な差はなかった。市販の藻類増殖材や緩効性農業肥料を使用して、施肥の手間を省くとともに付着珪藻を安定して増殖させることができた。両者の生残率に明確な差はなかった。今年度の稚貝生産数は、15.5万個(平均殻長2.2～7.5mm)であった。出荷数は、6月と8月に採苗した稚貝1.2万個(平均殻長20～30mm)と昨年度から継続飼育している稚貝5.1万個(平均殻長20～38mm)を合わせた6.3万個であった。

5. 今後の課題

- (1) シラヒゲウニ養殖用配合飼料の開発
- (2) シラヒゲウニの配合飼料での海上養殖技術開発
- (3) トコブシ海上小割式養殖技術の開発
- (4) トコブシ種苗量産技術の開発

文 献

與那嶺盛次・太田 格・牧野清人・小川一人(2000)：海産魚介類養殖試験、平成10年度沖縄県水産試験場事業報告書、105～112。

椎原久幸・神野芳久・山中邦洋・松元則男・服部祐美・武田健二・福元誠・有馬康隆(1991)：トコブシの種苗生産、平成元年度鹿児島県栽培漁業センター事業報告書、28～33。

有吉敏和・野田進治(1987)：エゾアワビのふ化

および幼生の発育におよぼす水温の影響、佐賀県栽培漁業センター研究報告書、1、53～56。

大分県栽培漁業公社上浦事業(1994)：トコブシ種苗生産、平成4年度事業報告書、63～64。