

フクトコブシ稚貝に対する数種海藻の餌料効果

東元俊光*1・村井 衛*2

Effect of Dietary Algae on the Growth of Juvenile Small Abalone *Haliotis diversicolor diversicolor*

Toshimitsu Tomoto and Mamoru Murai

近年、東京都栽培漁業センターにおいてフクトコブシの人工種苗生産が開始された。種苗の量的確保が容易となった現在、海域への放流だけでなく、一步進んで人工種苗を活用した養殖を考えていく必要がある。本試験は投与する餌料海藻の違いによるフクトコブシ種苗の成長効果を明らかにし、八丈島におけるフクトコブシ養殖の基礎資料とすることを目的とした。

材料および方法

東京都栽培漁業センター産フクトコブシ種苗(1993年採卵, 平均殻長20.3mm, 平均体重0.95g)を東京都水産試験場八丈分場に輸送し, テングサを投与しながら43日間予備飼育した後, 供試した。餌料海藻は八丈島沿岸で採取した生テングサ(以下テングサと略す), リボンアオサ(以下アオサと略す), 乾燥テングサおよび乾燥コンブ(岩手県産)とした。採取したテングサの種類は殆どマクサである。試験区はテングサ, 乾燥テングサ, アオサのそれぞれ単独投与区, アオサとテングサの交替投与区, 乾燥コンブとテングサの交替投与区の5種を各2区(A・B区)ずつ合計10区とした。

飼育は1994年8月26日~1995年6月1日までの277日間行った。飼育容器はプラスチック製ネット(網目1×1cm)で作った50×50×H60cmの浮き生簀で, 底面に黒色エンビシユルターを置き付着基盤とした。生簀は500×150×H40cmの流水式FRP水槽中に収容した。飼育水は八丈島沿岸海水を砂濾過したもので, 注水量は毎分約26リットルとした。清掃は週2回行い, 投餌は餌料海藻単独投与区は週1回, 交替投与区では

週の前半(3日間)と後半(4日間)で餌を変え, 十分量を与えた。飼育密度は300個/m²(底面積), 生簀当たり75個体とし, へい死した場合は飼育密度の変化を抑えるために随時ほぼ同じ大きさの個体を同数補充した。測定は毎月1回, 全個体の殻長と体重について行った。平均殻長, 平均体重, 成長量の算出は, へい死補充個体を除いて行った。なお, 飼育水温は自記水温計で1時間毎に測定した。

日間成長量および日間体重増加量は次式により求め,

$$\text{日間成長量}(\mu\text{m}) = \frac{\text{月間殻長成長量}(\mu\text{m})}{\text{月別飼育日数}}$$

$$\text{日間体重増加量}(\text{mg}) = \frac{\text{月間体重増加量}(\text{mg})}{\text{月別飼育日数}}$$

日間成長率および日間体重増加率は次式により算出した。

$$\text{日間成長率}(\%) = \frac{\text{日間殻長成長量}(\mu\text{m})}{\text{月別平均殻長}(\mu\text{m})} \times 100$$

$$\text{日間体重増加率}(\%) = \frac{\text{月間体重増加量}(\text{mg})}{\text{月別平均体重}(\text{mg})} \times 100$$

生テングサ, 乾燥テングサ, リボンアオサ, 乾燥コンブについて水分, 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗繊維, 粗灰分の含有量を分析した。なお, 乾燥テングサおよび乾燥コンブは海水に十分浸漬の上, 分析に供した。分析は(財)日本食品分析センターに依頼した。

飼育試験終了時に測定した供試貝の体重と殻長から両者の関係式を求めた。同様に, 八丈島・中之郷地先で同時期(1995年6月)に採捕した天然貝(殻長範囲20.92~84.88mm)の体重と殻長の関係式を求め, 飼

キーワード: トコブシ, 成長, 餌料

所属: *1 東京都水産試験場八丈分場, *2 東京都水産試験場

連絡先: 〒100-1511 東京都八丈島八丈町三根 4222

育貝との比較を行った。

結 果

飼育期間中の生残率は最低でも乾燥テングサ B 区、アオサ/テングサ A 区の89.3%で、それ以外は90%以上と全体的に高かった。飼育水槽の月別平均水温は図1のとおりで、9月に27.0℃と最も高く、その後次第に低下して2月に17.2℃と最も低くなり、以後再び上昇して5月には20.5℃となった。飼育期間中の時間別最高水温は29.5℃（10月）、最低水温は15.1℃（2月）であった。

各区の殻長と体重の測定結果を表1に、日間成長量

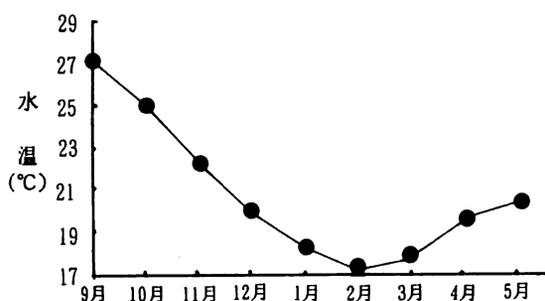


図1 飼育期間中の月別水温の変化

(率)を表2に、また同一餌料2区の測定値平均による成長経過を図2および図3に示した。飼育終了時のA・B2区平均殻長（体重）はアオサ区で40.9mm（10.41g）、次いでアオサ/テングサ区が40.6mm（10.32g）、コンブ/テングサ区が39.2mm（8.87g）、テングサ区が36.8mm（7.37g）、乾燥テングサ区は最も小さく、28.6mm（3.07g）であった。これを成長量と比較すると（図3）、アオサ区16.6mm（8.86g）とアオサ/テングサ区16.6mm（8.80g）が最も良く、次いで、コンブ/テングサ区14.2mm（7.23g）、テングサ区12.3mm（5.76g）で、乾燥テングサは、わずか3.0mm（1.25g）であった。成長量がほぼ同じであったアオサ区とアオサ/テングサ区を比較すると、飼育開始後33日目までは、前者の方が高い成長を示し、62日目位から後者が次第に追いつき、183日目以降ほぼ同じ成長量となった。

殻長の日間成長率からみると、飼育期間平均ではアオサ/テングサ区が0.186%と最も高く、次いでアオサ区、コンブ/テングサ区、テングサ区で、乾燥テングサ区は0.040%と最も低かった。この傾向は体重の日間成長率でも同様であった。また、飼育水温との関係で、月別に成長率をみると、どの区でも平均水温20℃以上である9～12月に高い値を示し、水温が低下した

表1 飼育期間中の殻長・体重と生存率

(平均値)

試験区	項目	1994/					1995/					成長量	生存率	
		8/26	9/29	10/28	11/29	12/27	1/30	2/27	3/29	4/28	6/1			
テングサ	A 殻長 (mm)	25.4	26.1	28.2	30.5	32.5	33.9	35.1	35.6	36.2	37.0	11.6	93.3	
	体重 (g)	1.70	2.10	2.83	3.61	4.42	5.17	5.72	6.28	7.00	7.35	5.65		
	B 殻長 (mm)	23.5	24.5	25.9	29.1	31.0	32.8	34.1	34.6	35.3	36.5	13.0		96.0
	体重 (g)	1.51	1.76	2.31	3.19	3.91	4.59	5.30	5.87	6.53	7.38	5.87		
乾燥 テングサ	A 殻長 (mm)	26.4	26.5	26.5	27.7	28.3	28.6	28.7	28.8	28.9	29.2	2.8	94.7	
	体重 (g)	1.93	1.93	2.18	2.61	2.73	2.83	2.98	2.93	2.99	3.25	1.32		
	B 殻長 (mm)	24.7	25.1	25.6	26.5	27.1	27.3	27.5	27.5	27.6	27.9	3.2		89.3
	体重 (g)	1.71	1.68	1.95	2.36	2.42	2.51	2.62	2.58	2.67	2.88	1.17		
アオサ	A 殻長 (mm)	24.4	26.7	29.6	32.0	33.6	35.6	36.5	37.6	38.6	40.2	15.8	94.6	
	体重 (g)	1.63	2.62	3.50	4.46	5.13	6.19	6.92	7.82	8.86	9.90	8.27		
	B 殻長 (mm)	24.1	26.6	30.0	33.2	35.1	36.8	38.0	39.0	40.3	41.5	17.4		93.3
	体重 (g)	1.48	2.50	3.56	4.67	5.64	6.75	7.75	8.39	9.87	10.92	9.44		
アオサ/ テングサ	A 殻長 (mm)	24.1	25.4	28.3	31.5	33.6	35.5	36.9	38.0	38.9	40.3	16.2	89.3	
	体重 (g)	1.56	2.24	3.04	4.15	4.96	6.12	6.90	8.06	8.90	10.28	8.72		
	B 殻長 (mm)	23.9	25.4	28.3	31.5	33.4	35.6	37.0	38.4	39.3	40.9	17.0		94.6
	体重 (g)	1.47	2.16	2.86	4.02	5.00	6.06	6.75	8.00	8.96	10.35	8.88		
コンブ/ テングサ	A 殻長 (mm)	24.3	25.2	27.7	30.7	32.6	35.0	36.0	37.3	38.2	39.2	14.9	93.3	
	体重 (g)	1.60	1.95	2.75	3.88	4.62	5.57	6.17	7.25	7.98	8.86	7.26		
	B 殻長 (mm)	25.7	26.4	28.8	31.4	33.0	35.0	36.2	37.5	38.1	39.1	13.4		93.3
	体重 (g)	1.67	2.12	3.00	4.12	4.62	5.56	6.24	7.11	7.67	8.87	7.20		

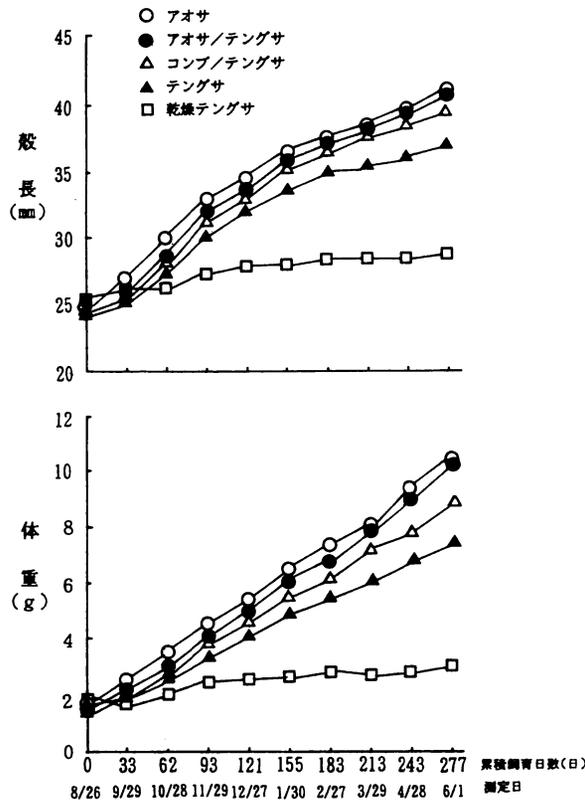


図2 殻長と体重の月別変化

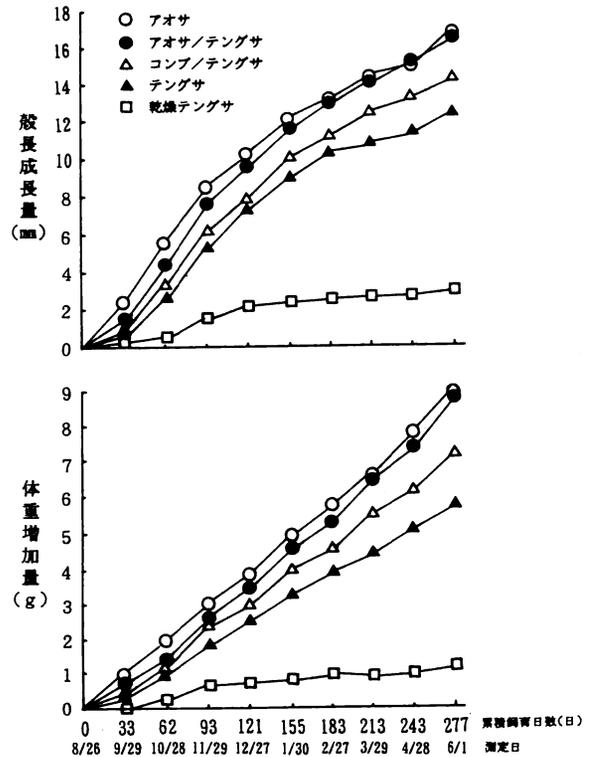


図3 殻長と体重の成長量の推移

1～3月で低く、水温が上昇する4月には再び回復する傾向がみられた。しかし、成長の鈍った冬期間でも、乾燥テングサ区を除き、殻長で0.05%以上、体重で0.33%以上の日間成長率が得られた。

同一殻長における飼育貝と天然貝の個体重を比較検討するために、成長が極めて悪い乾燥テングサ区を除いた各区と、試験終了時に合わせ採捕した天然貝について、それぞれ殻長 (SL) と体重 (W) の関係式を求めたところ、表3の結果を得た。これらの式から同一殻長での体重を算出した結果を表4に示した。飼育試験終了時の殻長に近い40, 45, 50mmと比較すると、いずれの殻長でも、飼育個体の体重は天然貝を上回った。特に、アオサ区とアオサ/テングサ区では、天然貝の1.21～1.32倍にのぼった。

餌料海藻の分析結果を表5に示した。水分が最も多いのはアオサで87.3%、次いでテングサ70.3%であった。乾燥コンブと乾燥テングサは投餌する際と同様に十分吸水させた状態でも水分は低く、それぞれ53.8%、66.4%であった。粗蛋白質含有率は乾燥テングサ、テングサでそれぞれ5.7%、5.1%と高く、乾燥コンブで4.4%、アオサは2.4%で最低であった。粗脂肪含有率

はアオサが0.2%であった他はいずれの餌料海藻でも0.3%であった。粗繊維は、乾燥テングサが2.6%と最も高く、次いで乾燥コンブが2.4%、テングサ2.1%、アオサは0.3%と最も低かった。また、粗灰分は乾燥コンブで9.1%と最も高く、次いで乾燥テングサで6.5%、テングサで5.1%、アオサは5.0%と最も低かった。以上のことから高い成長効果が見られたアオサは、他の餌料海藻と比較すると、水分以外の成分はいずれも少なく、特に粗蛋白質はテングサの1/2以下、粗繊維は1/7以下であった。

考 察

フクトコブシに対する海藻の餌料効果に関する研究は、近縁種であるエゾアワビ^{1,2,3)}やクロアワビ^{4,5)}に比べ、非常に少ない。⁶⁾ 今回の結果では、リボンアオサ単独投与区およびリボンアオサ/テングサ交替投与区が最も良い成長を示した。フクトコブシの栄養要求に関する研究報告はこれまでになく、餌料中の蛋白質要求量についても不明である。しかし、トコブシに近縁のエゾアワビではカゼインを蛋白源とした場合飼料中の至適含有率は20～30%とされ、⁷⁾ クロアワビ仔貝

表2 日間成長量と日間成長率の月別変化

(日間成長率%)

試験区	項目	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	平均
テングサ	A 殻長 (μm)	22.2 (0.086)	72.6 (0.267)	72.8 (0.248)	71.5 (0.227)	39.7 (0.120)	44.0 (0.128)	18.8 (0.053)	17.2 (0.048)	24.2 (0.066)	41.8 (0.134)
	体重 (mg)	12.3 (0.649)	24.9 (1.011)	25.3 (0.787)	28.8 (0.717)	22.1 (0.460)	19.6 (0.360)	18.8 (0.314)	24.0 (0.362)	10.3 (0.144)	20.4 (0.451)
	B 殻長 (μm)	30.2 (0.126)	51.1 (0.203)	100.8 (0.367)	68.3 (0.227)	52.9 (0.166)	46.9 (0.140)	17.7 (0.052)	23.1 (0.066)	35.1 (0.098)	47.1 (0.157)
	体重 (mg)	7.5 (0.456)	19.1 (0.940)	28.4 (1.031)	25.6 (0.722)	19.8 (0.467)	25.6 (0.518)	19.0 (0.340)	22.0 (0.355)	24.8 (0.356)	21.2 (0.476)
	A 殻長 (μm)	3.0 (0.011)	0.9 (0.003)	37.9 (0.140)	23.7 (0.085)	8.7 (0.031)	3.6 (0.012)	2.6 (0.009)	4.1 (0.014)	6.8 (0.023)	10.1 (0.036)
	体重 (mg)	0.2 (0.009)	8.4 (0.411)	13.9 (0.581)	4.2 (0.158)	2.9 (0.104)	5.5 (0.188)	1.6 (0.055)	2.0 (0.068)	7.6 (0.244)	4.8 (0.184)
乾燥テングサ	B 殻長 (μm)	10.4 (0.042)	17.8 (0.070)	29.0 (0.111)	20.4 (0.077)	6.9 (0.025)	6.3 (0.023)	1.3 (0.005)	2.9 (0.011)	10.0 (0.036)	11.6 (0.044)
	体重 (mg)	0.9 (0.055)	9.4 (0.521)	13.2 (0.612)	2.1 (0.090)	2.5 (0.101)	4.0 (0.155)	1.4 (0.053)	3.3 (0.124)	6.0 (0.215)	4.2 (0.184)
	A 殻長 (μm)	69.3 (0.272)	100.9 (0.359)	79.6 (0.258)	53.9 (0.164)	60.1 (0.174)	31.7 (0.088)	35.7 (0.097)	35.2 (0.092)	47.1 (0.119)	57.2 (0.177)
	体重 (mg)	29.8 (1.406)	30.6 (1.000)	30.8 (0.775)	23.9 (0.499)	31.1 (0.550)	26.2 (0.400)	29.9 (0.406)	34.7 (0.416)	30.7 (0.328)	29.9 (0.518)
アオサ	B 殻長 (μm)	74.9 (0.296)	119.2 (0.421)	101.5 (0.321)	69.7 (0.204)	50.4 (0.140)	41.0 (0.109)	32.5 (0.085)	45.5 (0.115)	35.4 (0.087)	62.9 (0.192)
	体重 (mg)	30.8 (1.548)	36.6 (1.209)	35.8 (0.872)	34.6 (0.671)	32.9 (0.531)	35.4 (0.489)	21.3 (0.264)	49.6 (0.543)	30.8 (0.296)	34.1 (0.550)
アオサ/テングサ	A 殻長 (μm)	40.5 (0.164)	99.8 (0.372)	105.5 (0.353)	72.3 (0.222)	57.1 (0.165)	48.3 (0.134)	37.3 (0.100)	29.8 (0.078)	41.2 (0.104)	58.6 (0.182)
	体重 (mg)	20.7 (1.093)	27.7 (1.050)	35.6 (0.991)	29.0 (0.638)	34.1 (0.615)	28.1 (0.431)	38.6 (0.516)	27.8 (0.328)	40.5 (0.423)	31.5 (0.532)
	B 殻長 (μm)	45.5 (0.185)	100.4 (0.374)	104.3 (0.349)	66.5 (0.205)	65.7 (0.190)	48.9 (0.135)	47.8 (0.127)	28.0 (0.072)	48.2 (0.120)	61.5 (0.190)
	体重 (mg)	21.1 (1.163)	24.2 (0.963)	37.4 (1.086)	34.0 (0.756)	32.0 (0.580)	24.6 (0.383)	40.2 (0.547)	33.5 (0.396)	40.8 (0.422)	32.1 (0.543)
コンブ/テングサ	A 殻長 (μm)	27.2 (0.110)	85.4 (0.323)	97.9 (0.335)	68.0 (0.215)	69.0 (0.204)	37.2 (0.105)	42.6 (0.116)	32.0 (0.085)	29.6 (0.076)	54.0 (0.170)
	体重 (mg)	10.5 (0.591)	27.6 (1.174)	36.6 (1.106)	26.4 (0.621)	28.0 (0.549)	21.5 (0.366)	36.0 (0.537)	24.3 (0.319)	25.6 (0.304)	26.2 (0.501)
	B 殻長 (μm)	22.7 (0.087)	83.9 (0.304)	82.6 (0.274)	55.4 (0.172)	61.5 (0.181)	42.9 (0.120)	40.8 (0.111)	19.5 (0.052)	29.6 (0.077)	48.4 (0.150)
	体重 (mg)	13.6 (0.719)	30.4 (1.187)	36.1 (1.012)	17.9 (0.409)	27.7 (0.544)	24.1 (0.408)	29.1 (0.436)	18.8 (0.255)	35.1 (0.424)	26.0 (0.493)

ではホワイトフィッシュミールを蛋白源とした場合最低蛋白質含有率は20%前後とされた。⁸⁾ 今回の成長結果から考えれば、リボンアオサの蛋白質含有率18.9%はフクトコブシの蛋白質要求量をほぼ満たしていると考えられ、エゾアワビ・クロアワビの要求量とほぼ同じ値であった。リボンアオサは八丈島では波浪が比較的静穏な岩礁地帯の潮間帯にしか分布しない。一方、フクトコブシの主たる生息水深ではアオサ類はほとん

ど繁茂しない場所であり、天然貝はアオサ類を摂餌する機会ほとんどないと考えられる。しかし、天然で摂餌する機会がない餌料でも、飼育実験下では十分な餌料効果を表わすことは、アワビ類でも報告例がある。⁹⁾¹⁰⁾ 今回用いた海藻のうち、リボンアオサは水分が多く繊維が少ない。すなわち、柔らかいことが特徴である。伊豆大島南部海域での殻長14.4mm以上のフクトコブシ天然貝を対象とした胃内容調査結果では、紅

表3 飼育貝と天然貝の殻長-体重関係式 W: 体重 SL: 殻長

試験区	標本数	殻長-体重関係式 (相関係数)
ア オ サ 区	141	$W = 1.677 \times 10^{-4} \times SL^{2.9667}$ ($r = 0.958$)
テ ン グ サ 区	142	$W = 3.083 \times 10^{-4} \times SL^{2.7902}$ ($r = 0.934$)
アオサ/テングサ区	138	$W = 2.374 \times 10^{-4} \times SL^{3.8775}$ ($r = 0.951$)
コンブ/テングサ区	140	$W = 1.820 \times 10^{-4} \times SL^{3.9361}$ ($r = 0.950$)
天然貝 中之郷産	167	$W = 4.820 \times 10^{-5} \times SL^{3.2337}$ ($r = 0.952$)

表4 飼育個体と天然貝の殻長別体重 (g) の比較

試験区	殻長 (mm)		
	40	45	50
ア オ サ 区	9.5 (1.30)	13.5 (1.26)	18.4 (1.23)
テ ン グ サ 区	9.1 (1.25)	12.6 (1.18)	17.0 (1.13)
アオサ/テングサ区	9.6 (1.32)	13.5 (1.26)	18.2 (1.21)
コンブ/テングサ区	9.2 (1.26)	13.1 (1.22)	17.8 (1.18)
天 然 貝	7.3 (1.00)	10.7 (1.00)	15.0 (1.00)

() 内は天然貝を1としたときの比率

表5 餌料海藻の一般成分 (%)

項目	テングサ	乾燥コンブ	リボンアオサ	乾燥テングサ
水 分	70.3	53.8	87.3	66.4
粗蛋白質	5.1 (17.1)	4.4 (9.5)	2.4 (18.9)	5.7 (17.0)
粗脂肪	0.3 (1.0)	0.3 (0.7)	0.2 (1.6)	0.3 (0.9)
粗繊維	2.1 (7.5)	2.4 (5.2)	0.3 (2.4)	2.6 (7.7)
粗灰分	5.1 (17.2)	9.1 (19.7)	5.0 (39.3)	6.5 (19.3)
その他	17.1 (57.5)	30.0 (64.9)	4.8 (37.7)	18.5 (55.1)

分析は財団法人食品分析センターによる。() 内は乾物換算値。

藻類のテングサ属やオバクサ属が多く、次いで褐藻類のシマオオギ属を摂餌していたが、海藻種類別の摂餌選択性試験では、アオサやシマオオギなどのような柔らかくて葉状を呈する海藻が好まれることが報告されており、¹¹⁾ 今回の実験結果と一致した。

前報⁹⁾で、餌料価値が高いとされたテングサ (マクサ) は八丈島で最も生産量が多い海藻であるが、テングサそのものの商品価値が高いため、フクトコブシ養殖用の餌料としてはコストが高くなってしまふことや、採集するためには潜水作業が必要であること、繁茂する季節が春、夏で秋、冬は着生量が減少し、入手が困難で周年の安定供給が不可能であることなど、餌料海藻としては問題点が多い。また、乾燥テングサについては、これを給餌したフクトコブシの成長が極めて悪いことから餌料としては不適と考えられる。今回のテングサ単独投与よりもリボンアオサとテングサ、コンブとテングサの交替投与が優れた成長を示していることから、実用上は、必ずしも餌料海藻がリボンアオサやテングサ単独である必要はなく、むしろ、餌料海藻の供給事情に応じて複数種の餌料海藻を投与した方が、

成長効果が期待できると言えよう。今回の実験で好成績を示したリボンアオサは、飼育水槽内で残餌となった場合でも腐敗することなく、水質への悪影響も少ないなど、飼育管理上の利点もある。しかし、前述のとおり、島内での分布は限られており、フクトコブシ養殖を事業規模で考えた場合、餌料海藻としての供給需要を満たすことはできない。そこで、今後はアオサ類の培養技術の開発を検討すべきであろう。

要 約

- 1) 1994年8月26日～1995年6月1日の277日間、流水式FRP陸上水槽でフクトコブシ稚貝を飼育し、生テングサ、乾燥テングサ、リボンアオサ、リボンアオサと生テングサの交替投与、乾燥コンブと生テングサの交替投与の5種餌料について成長効果を比較した。
- 2) 殻長、体重ともにアオサ区、アオサ/テングサ区の成長が最も良く殻長成長量は16.6mm、次いでコンブ/テングサ区、テングサ区、乾燥テングサ区の順であった。
- 3) 乾燥テングサ区を除く4区について同一殻長で

の体重を天然貝と比較したところ、4区ともに天然貝よりも重い傾向が認められた。特にアオサ区は天然貝の1.23～1.30倍であった。

文 献

- 1) 酒井誠一 (1962). エゾアワビの生態学的研究 - I, 食性に関する実験的研究. 日本水産学会誌, 28(8), 766-779.
- 2) 菊地省吾・桜井保雄・佐々木実・伊藤富夫 (1967). 海藻20種のアワビ稚貝に対する餌料効果. 東北海区水産研究所研究報告, 27, 93-100.
- 3) 浮永久 (1981). エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値. 東北海区水産研究所研究報告, 42, 19-29.
- 4) 高橋稔彦 (1970). クロアワビ稚貝に対する餌料効果. 石川県増殖試験場創立記念研究報告, 1-6.
- 5) 藤井明彦・小川七郎・四井敏雄 (1986). クロアワビ稚貝に対する各種海藻の餌料効果. 長崎県水産試験場研究報告, 12, 19-25.
- 6) 米山純夫 (1998). フクトコブシ稚貝の成長に餌料と飼育籠設置方式が与える影響. 東京都水産試験場調査研究報告, 210, 1-7.
- 7) 浮永久・煙山彰・渡辺武 (1986). アワビ飼料における蛋白質の至適含量. 日本水産学会誌, 52(6), 1005-1012.
- 8) 荻野珍吉・加藤紀子 (1964). アワビの栄養に関する研究 - II, 蛋白質要求量について. 日本水産学会誌, 30(6), 523-526.
- 9) 浮永久・煙山彰・渡辺武 (1985). アワビ用試験飼料の基本組成の検討. 日本水産学会誌, 51(11), 1825-1833.
- 10) 浮永久・煙山彰・渡辺武 (1985). エゾアワビに対する数種飼料タンパク質の栄養価. 日本水産学会誌, 51(11), 1835-1839.
- 11) 東京都水産試験場 (1970). 43年度指定調査研究助成事業, 磯根資源調査報告書フクトコブシ. 東京都水産試験場調査研究要報, 69, 1-38.