

クロアワビに対する海藻類の餌料価値の比較

駒澤 一朗^{1*}・工藤 真弘²・杉野 隆³

Difference in dietary value among some marine algae and formula diets fed to the abalone, *Haliotis discus discus*

Ichiro KOMAZAWA^{*}, Masahiro KUDO and Takashi SUGINO

Abstract Feeding experiment on the young abalone, *Haliotis discus discus*, was conducted using 7 kinds of foods; 2 fresh marine algae (sterile *Ulva pertusa* and *Eckloniopsis radicata*), 3 processed marine algae (boiled and salted sterile *U. pertusa*, boiled and salted *Undaria pinnatifida* and dried *E. radicata*), and 2 formula diets. About four-month later, survival rates were more than 95.0 % in the all food groups. The values of the daily increment in shell length were 73.9 and 53.2 $\mu\text{m}/\text{day}$ in 2 formula diets respectively, 58.7 $\mu\text{m}/\text{day}$ in *E. radicata*, 46.8 $\mu\text{m}/\text{day}$ in boiled and salted *U. pinnatifida*, 43.9 $\mu\text{m}/\text{day}$ in dried *E. radicata*, 23.5 $\mu\text{m}/\text{day}$ in sterile *U. pertusa*, 20.9 $\mu\text{m}/\text{day}$ in boiled and salted sterile *U. pertusa*. The values of the percent gain for the four-month experimental period were 59.1 % and 46.2 % in 2 formula diets, 32.4 % in *E. radicata*, 31.6 % in boiled and salted *U. pinnatifida*, 25.1 % in dried *E. radicata*, 8.5 % in sterile *U. pertusa*, 8.3 % in boiled and salted sterile *U. pertusa*, respectively. The abalone fed on the *E. radicata* grew faster than the other fresh and processed marine algae.

* Corresponding author : Oshima Branch, Tokyo Metropolitan Islands Area Research and Development Center of Agriculture, Forestry and Fisheries. 18 Habuminato, Oshima-machi, Tokyo, 100-0212, Japan. E-mail address : komazawa@ifarc.metro.tokyo.jp

東京都では東京都栽培漁業センターにおいて生産しているアワビ類人工孵化稚貝の有効活用の一環として、陸上養殖技術の開発研究に取り組んでいる(駒澤ら 2004a, b, c)。アワビ類の陸上養殖を行うにあたり、餌料として配合飼料を用いると高水温時に残餌の腐敗が起り水質悪化が懸念される(柳澤 1995)。また、高価格のため生産コストが高くなる(境 1999)という欠点がある。そこで著者らは、伊豆諸島の岩礁域に生えている海藻や手軽に培養することができる海藻を餌料として給餌し、配合飼料に劣らぬ成長を得ることができれば、上記の欠点を解消できると考えた。

今回、著者らはクロアワビ *Haliotis discus discus* 種苗を陸上水槽で飼育し、海藻もしくは海藻を加工した餌料(以下、海藻等餌料と記す)と配合飼料の餌料価値について比較検討したので報告する。

材料と方法

供試貝および実験区の設定 供試貝は東京都栽培漁

業センターにおいて1998年に採卵、孵化したクロアワビ(11月採卵)稚貝を用いた。実験区は餌料の異なる以下の7区とした。①アナアオサ *Ulva pertusa* 不稔性変異種(以下、不稔アオサと記す)の給餌区。②不稔アオサに熱湯をかけ塩蔵したもの(以下、塩蔵アオサと記す)の給餌区。③市販されている湯通し塩蔵ワカメ *Undaria pinnatifida* (以下、塩蔵ワカメと記す)の給餌区。④生鮮アントクメ *Eckloniopsis radicata* (以下、アントクメと記す)の給餌区。⑤アントクメを天日で乾燥させたもの(以下、乾燥アントクメと記す)の給餌区。⑥、⑦製造会社が異なる2種類のアワビ用配合飼料(殻長10~40mm用)の給餌区(以下、配合A、配合Bと記す)。実験開始時の供試貝の平均殻長は42.1~43.0 mm、平均体重は10.1~11.8 gであった(表1)。

飼育方法 東京都島しょ農林水産総合センター大島事業所(以下、大島事業所と記す)の屋内飼育棟に設置したFRP製多段水槽(アース KF-250S改 218×65×H16.5 cm)の上段を2槽使用した。これに付着基

1 東京都島しょ農林水産総合センター大島事業所 〒100-0212 東京都大島町波浮港18
2 東京都島しょ農林水産総合センター 〒105-0022 東京都港区海岸1-13-17
3 東京都建設局公園緑地部計画課 〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1

表1 異なる餌料を給餌したクロアワビの飼育結果

餌料	平均殻長±標準偏差 (mm)		日間成長量±標準偏差 ($\mu\text{m}/\text{日}$)	平均体重±標準偏差 (g)		増重率±標準偏差 (%)	飼育個体数 (個)		生残率 (%)
	00. 5.18	00. 9.12		00. 5.18	00. 9.12		00. 5.18	00. 9.12	
不稔アオサ	43.0±1.6	45.7±2.0	23.5±7.7	11.0±1.4	11.9±1.8	8.5±7.9	20	20	100.0
塩蔵アオサ	42.1±1.4	44.6±1.6	20.9±7.8	10.1±1.2	11.0±1.7	8.3±8.8	20	20	100.0
塩蔵ワカメ	42.8±1.2	48.3±2.7	46.8±24.2	11.8±1.1	15.3±2.0	31.6±23.7	20	20	100.0
アントクメ	42.6±1.7	49.6±2.1	58.7±14.2	11.3±1.4	14.9±2.0	32.4±10.7	20	19	95.0
乾燥アントクメ	42.7±1.5	47.9±2.0	43.9±14.0	10.8±1.4	13.3±1.5	25.1±19.5	20	20	100.0
配合A	43.0±1.6	51.8±2.3	73.9±14.8	11.5±1.3	18.3±2.0	59.1±14.0	20	19	95.0
配合B	42.5±1.2	48.8±2.4	53.2±22.0	10.8±1.0	15.8±2.3	46.2±19.9	20	19	95.0

盤として底面に黒色塩化ビニル製シェルターを配置したトリカルネット製の籠(50.5×40×H23 cm, 目合5 mm, 水深13 cm)を1槽あたり3籠もしくは4籠ずつ設置し, 供試貝を1籠当たり20個体(底面積当たり収容密度100個体/㎡)収容した。飼育海水には水温調節を行わない砂ろ過海水を使用し, 1水槽当たりの注水量は約20 l/分として, 水槽の上部から散水方式で注水した。各水槽ともに, 毎週月, 水, 金曜日に水槽の飼育水をすべて排水後, 水槽と籠を流水で洗浄し, 残餌を除去した。給餌はこれら各日の清掃後に行い, 給餌量は次回清掃時に少量の残餌が出る量とした。また, 毎日8時30分頃に, 各水槽の水温を防水型デジタル温度計(佐藤計量器製作所 MODEL SK-250WP)で測定した。飼育実験期間は2000年5月18日から2000年9月12日までの118日間とした。

測定方法, 標識 測定は, 実験開始時の5月18日, 飼育期間のほぼ中間点にあたる7月14日, 実験終了時の9月12日の計3回行った。供試貝は2-フェノキシエタノール200 ppm溶液で麻酔後剥離し, 全個体の殻長と体重を測定した。また, 供試貝には番号を打刻したダイモテープ片を接着剤(東亜合成 GEL10)で殻表に固定して個体標識とした。

供試海藻 実験に供した不稔アオサは, 東京都栽培漁業センターが1994年3月に長崎県増養殖試験場より分与を受け, 1995年5月から大島事業所において培養中のものを用いた。培養には屋外に設置したFRP製水槽(アース KF-3000S)を使用し, 培養方法は東元(2002)に準じた。塩蔵アオサは, 不稔アオサに熱湯をかけ, 家庭用電気洗濯機の回転式脱水槽で5分間脱水した後, 食塩を不稔アオサ湿重量の5分の1まぶし冷蔵庫で保存したものを用いた。アントクメは2週間ごとに伊豆大島波浮港において採取し大島事業所に持ち帰り, エアーレーションを施した500lパンライト水槽にて蓄用したものを用いた。乾燥アントクメはアントクメを天日で3日間干した後, 冷暗所で保存したものを用いた。

供試海藻の成分分析 不稔アオサ, 塩蔵アオサ, 塩蔵ワカメ, アントクメ, 乾燥アントクメの水分, 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗繊維, 粗灰分の含有量を調査した。なお, 不稔アオサ, アントクメは分析前に回転式脱水槽で5分間脱水した後, 分析に供した。塩蔵アオサ, 塩蔵ワカメ, 乾燥アントクメは分析前にろ過海水中に2時間浸漬した後, 回転式脱水槽で5分間脱水し分析に供した。

分析は財団法人日本食品分析センターが行い, 水分は常圧加熱乾燥法, 粗蛋白質はケルダール法, 粗脂質はクロロホルム・メタノール混液抽出法, 粗繊維はヘンネベルグストーマン改良法, 粗灰分は直接灰化法により測定した。

成長量 殻長の日間成長量と体重の増重率については, 全実験期間を通じて生残した個体について駒澤ら(2004b)と同様に算出した。また, 各試験区間の平均値の差の検定を行うため, 一元配置の分散分析を行い, 有意差が認められた場合には有意水準1%でTukey-Kramer法にて多重比較検定を行った。

結果

生残率 実験開始時, および終了時の平均殻長, 体重と個体別の殻長の日間成長量の平均値, 個体別の増重率の平均値, 生残率を表1に示した。実験期間中の最低水温は2000年5月9,10日の18.0°C, 最高水温は2000年8月10日の26.4°C, 平均水温は22.8°Cであった。

配合A区では実験開始時から7月14日の測定日にかけて1個体が斃死した。アントクメ区, 配合B区では7月14日の測定日から実験終了時にかけて1個体が斃死した。実験終了時の生残率は, 不稔アオサ区, 塩蔵アオサ区, 塩蔵ワカメ区, 乾燥アントクメ区で100%, アントクメ区, 配合A区, 配合B区で95.0%であった。

殻長の成長経過 実験期間中の殻長の推移を図1に示した。

実験開始時の5月18日の各実験区の平均殻長は, 不稔アオサ区が43.0mm, 塩蔵アオサ区が42.1mm, 塩蔵ワカ

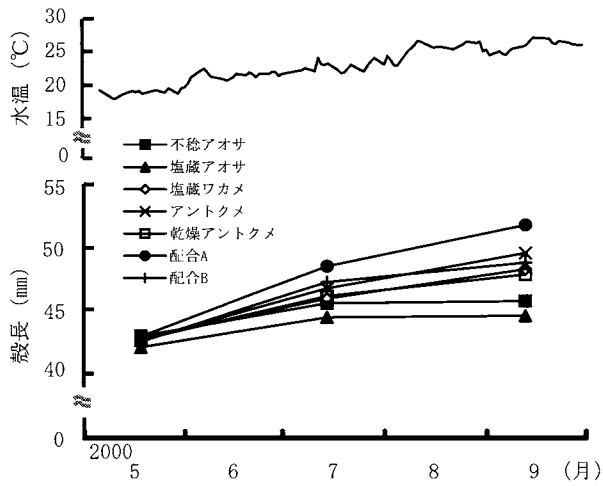


図1 実験期間中の殻長と水温の推移

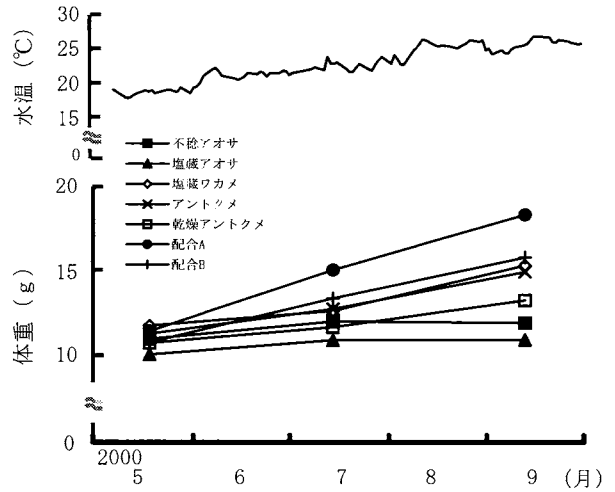


図3 実験期間中の体重と水温の推移

メ区が42.8mm,アントクメ区が42.6mm,乾燥アントクメ区が42.7mm,配合A区が43.0mm,配合B区が42.5mmであった。その後,7月14日の測定日には,不稔アオサ区が45.6mm,塩蔵アオサ区が44.5mm,塩蔵ワカメ区が46.0mm,アントクメ区が46.8mm,乾燥アントクメ区が46.1mm,配合A区が48.5mm,配合B区が47.3mmとなった。実験終了時の9月12日の平均殻長は,不稔アオサ区が45.7mm,塩蔵アオサ区が44.6mm,塩蔵ワカメ区が48.3mm,アントクメ区が49.6mm,乾燥アントクメ区が47.9mm,配合A区が51.8mm,配合B区が48.8mmであった。

殻長の日間成長量 個体別に求めた殻長の日間成長量の実験区別の平均値(以下,「日間成長量」という)を図2に示した。

日間成長量は,不稔アオサ区が23.5 $\mu\text{m}/\text{日}$,塩蔵アオ

サ区が20.9 $\mu\text{m}/\text{日}$,塩蔵ワカメ区が46.8 $\mu\text{m}/\text{日}$,アントクメ区が58.7 $\mu\text{m}/\text{日}$,乾燥アントクメ区が43.9 $\mu\text{m}/\text{日}$,配合A区が73.9 $\mu\text{m}/\text{日}$,配合B区が53.2 $\mu\text{m}/\text{日}$ であった。不稔アオサおよび塩蔵アオサの日間成長量は,他の実験区より有意に小さかった(一元配置の分散分析およびTukey-Kramer法による多重比較検定)。最も日間成長量が大きかった配合A区に対する各実験区の日間成長量は,大きいものからアントクメ区が79.4%,配合B区が72.0%,塩蔵ワカメ区が63.4%,乾燥アントクメ区が59.4%,不稔アオサ区が31.8%,塩蔵アオサ区が28.3%の順であった。

体重の成長経過 実験期間中の体重の推移を図3に示した。

実験開始時の各実験区の平均体重は,不稔アオサ区

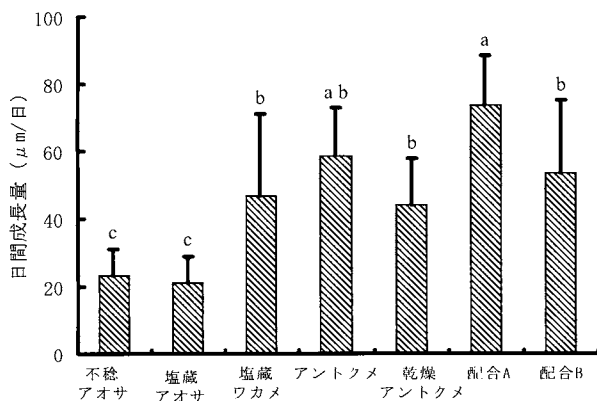


図2 実験終了時における殻長の日間成長量の平均値。異なる符号は,一元配置の分散分析およびTukey-Kramer法による多重比較検定により,有意水準1%で有意差が認められたことを示した(a>bの順に有意差あり,同じ符号は有意差なし)

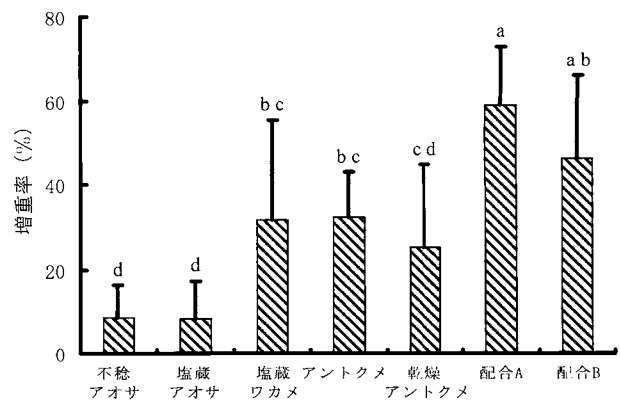


図4 実験終了時における増重率の平均値。異なる符号は,一元配置の分散分析およびTukey-Kramer法による多重比較検定により,有意水準1%で有意差が認められたことを示した(a>bの順に有意差あり,同じ符号は有意差なし)

が11.0 g, 塩蔵アオサ区が10.1 g, 塩蔵ワカメ区が11.8 g, アントクメ区が11.3 g, 乾燥アントクメ区が10.8 g, 配合A区が11.5 g, 配合B区が10.8 gであった。その後, 7月14日の測定日には, 不稔アオサ区が12.0 g, 塩蔵アオサ区が10.9 g, 塩蔵ワカメ区が12.6 g, アントクメ区が12.8 g, 乾燥アントクメ区が11.7 g, 配合A区が15.1 g, 配合B区が13.4 gとなった。実験終了時の平均体重は, 不稔アオサ区が11.9 g, 塩蔵アオサ区が11.0 g, 塩蔵ワカメ区が15.3 g, アントクメ区が14.9 g, 乾燥アントクメ区が13.3 g, 配合A区が18.3 g, 配合B区が15.8 gであった。

増重率 個体別に求めた増重率の実験区別の平均値(以下, 「増重率」という。)を図4に示した。

増重率は, 不稔アオサ区が8.5%, 塩蔵アオサ区が8.3%, 塩蔵ワカメ区が31.6%, アントクメ区が32.4%, 乾燥アントクメ区が25.1%, 配合A区が59.1%, 配合B区が46.2%であった。不稔アオサおよび塩蔵アオサの増重率は, 配合A, 配合B, アントクメ, 塩蔵ワカメより有意に小さかった(一元配置の分散分析およびTukey-Kramer法による多重比較検定)。最も増重率が大きかった配合A区に対する各実験区の増重率は, 大きいものから配合B区が78.2%, アントクメ区が54.9%, 塩蔵ワカメ区が53.4%, 乾燥アントクメ区が42.5%, 不稔アオサ区が14.5%, 塩蔵アオサ区が14.1%の順であった。

供試海藻の成分分析 供試海藻の成分分析結果と配合Aおよび配合Bの一般成分を表2に示した。水分は塩蔵ワカメが86.8%で最も高く, アントクメ(86.7%), 乾燥アントクメ(82.9%), 不稔アオサ(76.7%), 塩蔵アオサ(71.4%)の順となった。粗蛋白質は塩蔵アオサが8.0%で最も高く, 次いで不稔アオサと塩蔵ワカメの2.8%, 乾燥アントクメ(2.2%), アントクメ(1.4%)の順となった。

配合飼料の水分は配合Aが20.0%以下, 配合Bが14.0%以下, 粗蛋白質は配合Aが27.0%以上, 配合Bが

35.0%以上であった。

考 察

生残率は, アントクメ区, 配合A区, 配合B区で95.0%, その他の実験区で100%であった。約4ヶ月の実験期間中の生残率が全実験区で95.0%以上と高かったことから, 餌料の違いによる生残率への影響はないものと考えられた。

殻長の日間成長量は, 大きい方から, 配合A区, アントクメ区, 配合B区, 塩蔵ワカメ区, 乾燥アントクメ区, 不稔アオサ区, 塩蔵アオサ区の順となった。また, 増重率は大きい方から, 配合A区, 配合B区, アントクメ区, 塩蔵ワカメ区, 乾燥アントクメ区, 不稔アオサ区, 塩蔵アオサ区の順となった。アントクメ区の殻長日間成長量は58.7 um/日と配合A区の73.9 um/日に次いで大きく, 増重率についても32.4%と配合A, 配合B区の59.1, 46.2%に次いで大きい値を示した。海藻等餌料の中で, 最も成長量が大きかったアントクメに対する各海藻等餌料の成長量の割合は, 殻長の日間成長量, 増重率の順に, 不稔アオサが40.1%, 26.4%, 塩蔵アオサが35.7%, 25.7%, 塩蔵ワカメが79.8%, 97.4%, 乾燥アントクメが74.8%, 77.4%であった。不稔アオサは駒澤ら(2004)同様, 成長量が小さく, 塩蔵アオサは不稔アオサよりさらに成長量が小さかった。市販の塩蔵ワカメは, 殻長の日間成長量についてはアントクメより劣ったが, 増重率はアントクメとほぼ同じであった。乾燥アントクメは, アントクメを乾燥させ保存できるように加工したものであるが, 成長量はアントクメより劣った。

以上の結果より, アントクメの餌料価値は配合飼料には及ばないものの, 他の海藻より高いものと考えられる。

コンブ目海藻のアワビ類に対する餌料価値については, 酒井(1962), 菊地ら(1967), 浮(1981), Uki *et al.* (1986)などの報告がある。いずれの報告において

表2 各飼育餌料の一般成分(%)

項目	不稔アオサ	塩蔵アオサ	塩蔵ワカメ	アントクメ	乾燥アントクメ	配合A	配合B
水分	76.7	71.4	86.8	86.7	82.9	20.0以下	14.0以下
粗蛋白質	2.8 (12.0) *	8.0 (28.0) *	2.8(21.2) *	1.4 (10.5) *	2.2 (12.9) *	27.0以上	35.0以上
粗脂肪	0.3 (1.3)	0.7 (2.5)	1.0(7.6)	0.1 (0.8)	0.3 (1.8)	2.0以上	4.0以上
粗繊維	1.1 (4.7)	1.0 (3.5)	0.2(2.5)	0.9 (6.8)	1.4 (8.2)	7.0以下	-
粗灰分	7.1 (30.4)	7.6 (26.6)	4.1(31.1)	5.2 (39.1)	5.1 (29.8)	20.0以下	18.0以下
その他	12.0 (51.5)	11.3 (39.5)	5.1(38.6)	5.7 (42.9)	8.1 (47.4)	-	-

* ()内は乾物換算値

配合Aおよび配合Bの成分は各メーカーの成分表示表によった

- は成分未表示であることを示した

もコンブ目海藻は他の海藻と比較して成長量が大きく、アワビ類に対する餌料として優れていることが認められている。コンブ目海藻の乾燥重量あたりの粗蛋白質量は、菊地ら(1967)が用いたワカメで11.8%、アラメ *Eisenia bicyclis* で13.6%、浮(1981)の報告では、マコンブ *Laminaria japonica* で9.0~11.8%、ワカメで20.0%、アラメで9.8~18.8%であった。今回のアントクメの乾燥重量あたりの粗蛋白質量10.5%は、上記に示した値と同程度であった。

しかし、今回、アントクメより成長が劣った他の海藻等餌料の粗蛋白質量は、いずれもアントクメを上回っており、アントクメの成長量が大きかった要因は、一般化学成分の違いからは見出すことができなかった。菊地ら(1967)は、投与海藻の種類が分類群の多岐にわたる場合、各海藻の成分組成と摂餌量、成長量との間には特に対応関係が認められないこと、摂餌量の多寡を支配する要因は、個々の海藻類に含有される嗜好性物質や嫌忌性物質の濃度や組成に求めるべきであることを指摘している。アントクメには、アラメやカジメ *Ecklonia cava* に認められた摂食阻害活性が全く認められないことが明らかになっており(谷口ら1991, 谷口ら1992a, 谷口ら1992b)、このことにより摂餌量、成長量に影響を与えている可能性がある。

アントクメは伊豆諸島北部海域の浅所に多産する大型海藻であり、採集も容易である。従って、価格面も考慮すると、今回の結果から、配合飼料に替わるアワビ類の養殖餌料として期待できる。今後はさらに長期間の実験により、アントクメの摂餌率や餌料転換効率を明らかにし、経済的な試算をする必要がある。また、伊豆大島においてアントクメが生育しているのは1月下旬から10月にかけてであり(駒澤ら2006)、その他の季節には利用ができない。したがって、アントクメの端境期対応も含めて、稚貝段階から出荷サイズまでを通した給餌系列を検討していく必要がある。

要約

- 1) 伊豆大島において、1998年に採卵、孵化したクロアワビ稚貝を用い、2000年5月から9月までの118日間の飼育により、アナアオサ不稔性変異種、アナアオサ不稔性変異種に熱湯をかけ塩蔵したもの、市販されている湯通し塩蔵ワカメ、生鮮アントクメ、アントクメを天日で乾燥させたもの、製造会社が異なる2種類のアワビ用配合飼料の合計7種類の餌を用いての成長比較実験を行った。
- 2) 生残率は、アントクメ区、配合A区、配合B区で

95.0%、その他の実験区は100%であった。殻長の日間成長量は、大きい方から配合A区、アントクメ区、配合B区、塩蔵ワカメ区、乾燥アントクメ区、不稔アオサ区、塩蔵アオサ区の順となった。増重率は、大きい方から配合A区、配合B区、アントクメ区、塩蔵ワカメ区、乾燥アントクメ区、不稔アオサ区、塩蔵アオサ区の順となった。

- 3) アントクメは、海藻および海藻を加工した餌料の中で最も成長量が大きかった。

キーワード：クロアワビ、海藻、餌料価値、アントクメ

謝辞

本論文のご校閲を賜った東京都島しょ農林水産総合センターの加藤憲司主任研究員に深く感謝する。山川正巳大島事業所長には本稿をまとめるにあたり有益な助言をいただき、米澤純爾八丈事業所長には統計的手法に関して助言をいただいた。笹本光敏氏、目沢康生氏(故人)の両名には、クロアワビの飼育管理に際して終始ご協力をいただいた。首都大学東京都市教養学部の黒川 信准教授には英文要旨を校閲していただいた。厚くお礼申し上げます。

文献

- 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. 東北区水産研究所研究報告, (27): 90-100.
- 駒澤一郎・工藤真弘・杉野 隆. 2004a. 伊豆諸島産アワビ類に対する不稔性アナアオサと配合飼料の餌料価値の比較. 東京水試調査研報, (213): 47-55.
- 駒澤一郎・工藤真弘・杉野 隆. 2004b. 異なる水温下(22, 24, 26, 28°C)で飼育したアワビ類3種の成長の差異. 東京水試調査研報, (213): 57-65.
- 駒澤一郎・工藤真弘・杉野 隆. 2004c. 異なる水温下(13, 16, 19, 22°C)で飼育したクロアワビとメガイアワビの成長の差異. 東京水試調査研報, (213): 67-75.
- 駒澤一郎・杉野 隆・滝尾健二・安藤和人・横浜康継. 2006. 伊豆大島におけるアントクメの生長と成熟. 水産増殖, 54(4): 489-494.
- 境 一郎. 1999. 知りたい貝類養殖の新潮流, アワビ. 養殖, 36(3): 50-53.
- 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.
- 谷口和也・秋元義正・蔵多一哉・鈴木 稔. 1992. 褐藻ア

- ラメの植食動物に対する化学的防御機構. 日本水産学会誌, 58(3): 571-575.
- 谷口和也・蔵多一哉・鈴木 稔. 1991. 褐藻ツルアラメのポリフェノール化合物によるエゾアワビに対する摂食阻害作用. 日本水産学会誌, 57(11): 2065-2071.
- 谷口和也・蔵多一哉・鈴木 稔. 1992. コンブ科褐藻数種のエゾアワビに対する摂食阻害活性. 日本水産学会誌, 58(3): 577-581.
- 東元俊光. 2002. 餌の周年培養技術を確立して, フクトコブシ養殖で島興し. 平成13年度東京都水産試験場主要成果集: 9-10.
- 浮 永久. 1981. エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値. 東北区水産研究所研究報告, (42): 19-29.
- Uki, N., M. Sugiura and T. Watanabe. 1986. Dietary Value of Seaweeds Occurring on the Pacific Coast of Tohoku for Growth of the Abalone *Haliotis discus hannai*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52(2): 257-266.
- 柳澤豊重. 1995. クロアワビ種苗生産技術の実際. 浮 永久・大森正明・河原郁恵・石田享一・柳澤豊重(編). アワビ類の種苗生産技術. 栽培漁業技術シリーズ(2). 日本栽培漁業協会, 東京: pp.146-147.