

エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値

誌名	東北区水産研究所研究報告
ISSN	0049402X
巻/号	42
掲載ページ	p. 19-29
発行年月	1981年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



エゾアワビに対するコンブ目 海藻の餌料価値*

浮 永 久

FOOD VALUE OF MARINE ALGAE OF ORDER LAMINARIALES FOR GROWTH OF THE ABALONE, *HALIOTIS DISCUS HANNAI*

Nagahisa UKI

Abalone, *Haliotis discus hannai*, were reared with thirteen kinds of marine algae of Laminariales in order to compare their food values. The rearing experiment were conducted in the growing season of frond, April and May (Exp. I), and in the reproductive season of frond, October and November (Exp. II), in 1971.

1) Growth rate of the abalone expressed, taking that of *Eisenia*-fed specimens as the standard, has been defined as the *Eisenia*-equivalent. The values of the equivalent measured for the increment of whole weight of abalone were 1.66 for *Laminaria diabolica*, 1.50 for *Undaria pinnatifida*, 1.27 for *L. japonica* f. *membranacea*, 1.18 for *L. angustata* var. *longissima*, 1.17 for *L. japonica*, 1.12 for *L. religiosa* and 0.96 for *Kjellmaniella gyrate* in the Experiment I, and 1.03 for *L. japonica*, 0.95 for *L. diabolica* and *L. religiosa*, and 0.93 for *L. japonica* f. *membranacea* in the Experiment II.

2) Since the *Eisenia*-equivalent reflects combined effects of the food preference and the nutritive value of algae, the high values of around one or over indicate that marine algae of Laminariales of thirteen kinds examined in this study are suitable as food stuffs for the abalone.

3) Feed conversion efficiency of *Laminaria* for the abalone in wet weight were ranged from 4 to 7%, 6% on the average corresponding to respectively 38 to 58% and 50%, when calculated on the bases of wet and dry weight of the plants.

4) The abalone fed on the frond of *L. religiosa* together with a species of bryozoa, *Membranipora membranacea*, sticking on the surface of the algae are found to grow faster than those fed on the same plants without the bryozoa. This result suggests that phytal fauna may exert supplemental nutritive effects on the shellfish of genus *Haliotis*.

アワビ属の餌料海藻は、多くの研究者によって注目されており、漁場の海藻とアワビ属の食性について多数の報告がある。

天然漁場での本邦産アワビ属の消化管内容物の調査から、暖流域のアラメ・カジメ群落では、アラメ *Eisenia bicyclis*・ホンダワラ類 *Sargassum*・タバコグサ *Desmarestia tabacoidis* (殖田・岡田 1941)、カジメ *Ecklonia cava* (野中ほか 1969) などが、そこに生息するマダカアワビ *Haliotis gigantea*・メガイアワビ *H. sieboldii*・クロアワビ *H. discus* の主餌料として報告されている。同様に寒流域ではリシリコンブ *Laminaria ochotensis* (木下 1934)、コンブ属 *Laminaria*・ウルシグサ *Desmarestia ligulata* (青沼 1953)、ワカメ *Undaria pinnatifida*・チガイソ *Alaria crassifolia*・アラメ・ホンダワラ類 (殖田・岡田 1939) などがエゾアワビ *H. discus hannai* の主餌料とされている。

* 東北水産研究所業績 第342号

また、外国産の有用種では *H. rufescens* や *H. corrugata* は *Macrocyctis*・*Nereocystis*・*pelagophycus*・*Postelsia*・*Cystoseira*・*Gelidium* (Cox 1962, Olsen 1968, Guzman del Proo *et al.* 1972), *H. fulgens* は *Egregia* (Cox 1962), *H. ruber* は *Macrocyctis*・*Ecklonia*・*Ulva* (Harrison 1969), *H. iris* は *Lessonia*・*Xiphophora* (Sinclair 1963, Poore 1972), および *H. midae* は *Ecklonia*・*Laminaria* (Newman 1969) などをそれぞれの主要な餌料としている。これらの報告にみられるように、アワビ属の餌料はコンブ目 Laminariales, ウルシグサ目 Desmarestiales, ヒバマタ目 Fucales に属する巨形の褐藻類が主体であり、なかでもコンブ目海藻の占める位置は高い。

近年、海中造林(菊地ほか 1979)や種苗放流などによって、磯根漁場の生産性を積極的に増大させる技術の展望が開けつつあり、漁場管理の上で餌料海藻と植食動物の量的・質的關係を具体的に把握することが必要となっている。アワビ属は海藻の摂取に際して選択性が強く(酒井 1962, Leighton and Boolootian 1963, 宇野 1971, 富田 1972), また摂餌量や成長は海藻の種類によって異なることが、飼育実験によって明らかにされている(高橋 1970, 宇野 1971, 寺尾ほか 1972, 浮・菊地 1979, 土屋ほか 1980)。しかし、アワビ属の主要な餌料であるコンブ目海藻のアワビ属に対する餌料価値に関しては、クロアワビでアラメ(猪野 1952)・ツルアラメ *Ecklonia stolonifera* (吉田ほか 1969)・マコンブ *L. japonica* (土屋 1970), エソアワビでホソメコンブ *L. religiosa*・ワカメ(酒井 1962)・アラメ(菊地ほか 1967), また *H. cracherodii* で *Macrocyctis pyrifera*・*Eisenia arborea*・*Egregia laevigata* (Leighton and Boolootian 1963) による成長や餌料転換効率などについて報告があるが、知見の蓄積は未だ充分とは言えない現状である。

本報告は北方域に分布するコンブ目 4 属 7 種 12 系統の海藻について、その生長期と成熟期のエソアワビに対する餌料価値を飼育実験により求め、またコンブ属に固着し生息する葉上動物 (phytal fauna) の餌料効果について検討したものである。

本文に入るに先だち報告の作成に際し多くの助言を賜った東北区水産研究所増殖部長 菅野 尚博士、実験に際し懇切な助言を賜った魚介類研究室 菊地章吾室長および藻類研究室研究員各位に御礼申し上げる。また、本稿の御校閲を賜った東京水産大学教授 渡辺 武博士に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

飼育実験は、1971年4月15日から5月15日(コンブ属海藻の生長期: 実験 I) および同年10月29日から11月28日(コンブ属海藻の成熟期: 実験 II) のそれぞれ30日間にわたって行なった。

材料のエソアワビ *Haliotis discus hannai* INO は、採苗後8ヶ月(実験 I) および14ヶ月(実験 II) を経過したいずれも殻長24 mm 前後の稚貝を用い、実験前に付着珪藻類で飼育していたものである。

飼育にはプラスチック製の籠(底面積225 cm², 深さ20 cm)を用い、容量1トンの水槽内に水深が15 cm

Table 1 Conditions of rearing experiments.

	Experiment I	Experiment II
Period	Apr. 15-May 15, 1971	Oct. 29-Nov. 28, 1971
Duration (days)	30	30
Number of shells	10	10
Initial size		
Shell length (mm)	24.0 (19.5-30.0)	24.2 (20.4-27.1)
Whole weight (g)	1.9 (1.2- 3.4)	1.6 (1.1- 2.4)
Water temperature (°C)	20.1 (18.9-20.6)	20.3 (19.5-20.9)
pH	8.0 (7.8- 8.1)	8.4 (8.1- 8.9)

For the items of initial size, water temperature and pH, figures out and in parenthesis denote means and ranges, respectively.

エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値

になるように垂下して、温度を調整した砂濾過海水を各籠に毎時 1.5 l ずつ注水した。また、水槽内はエアストーンによって緩やかに通気し攪拌した。各籠には、エゾアワビ 10 個体ずつを収容し、シェルターとして直径 30 mm の塩化ビニールパイプを半切した長さ 8 cm のものを 2 個ずつ配置した。

実験期間中の飼育水温は 20°C に設定した。実験条件を総括して Table 1 に示す。

供試海藻は、日間摂餌量の約 3 倍量を投与し、水槽内に常に十分な餌があるよう配慮した。実験 I では毎日、実験 II では 2 日毎に新鮮な海藻と交換し、摂餌量と残餌量を計測した。海藻の重量は晒木線で表面の水を拭き取った後、計測した。摂餌量の算出は実験期間中の重量の増減を補正した菊地ほか (1967) の式によった。増重率、日間摂餌率および餌料転換効率率は下記の式により求めた。

$$\text{増重率 (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

$$\text{日間摂餌率 (\%)} = \frac{C}{n} \times \frac{2}{W_0 + W_1} \times 100$$

$$\text{餌料転換効率率 (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{C} \times 100$$

ここで、 W_0 : 実験開始時の体重 (g), W_1 : 実験終了時の体重 (g), C : 総摂餌量 (g), n : 飼育日数 (30), W_0 , W_1 は湿重, C は湿重または乾重で計算した。

供試海藻は、1970 年 12 月から 1971 年 12 月にわたり宮城県女川町江島地先で、海中造林に用いる養殖母藻の適種選定実験 (菊地ほか 1972) で養殖していた中から一部を実験期間中 10 日に 1 度の割合で東北区水産研究所増殖部飼育実験棟に輸送し、蓄養して用いた。供試海藻の種類と母藻の産地を Table 2 に示す。ただし、アラメおよびワカメは松島湾口部の岩礁から採集したものをを用いた。

Table 2 Marine algae used for the rearing experiments.

No.	Species	Sampling spots*
1	Makonbu, <i>Laminaria japonica</i>	Hakodate, Hokkaido Pref.
2	Ditto	Usu, Hokkaido Pref.
3	Ditto	Miyako, Iwate Pref.
4	Doteme, <i>L. japonica</i> f. <i>membranacea</i>	Ditto
5	Hosomekonbu, <i>L. religiosa</i>	Ashijima, Onagawa, Miyagi Pref.
6	Ditto	Enoshima, Onagawa, Miyagi Pref.
7	Ditto	Ogachi, Miyagi Pref.
8	Ditto with Bryozoa, of a species <i>Membranipora membranacea</i>	Ditto
9	Onikonbu, <i>L. diabolica</i>	Rausu, Hokkaido Pref.
10	Nagakonbu, <i>L. angustata</i> var. <i>longissima</i>	Nemuro, Hokkaido Pref.
11	Tororokonbu, <i>Kjellmaniella gyrata</i>	Ditto
12	Arame, <i>Eisenia bicyclis</i>	Matsushima, Miyagi Pref.
13	Wakame, <i>Undaria pinnatifida</i>	Ditto

Fronds of *Eisenia* and *Undaria* were collected from natural seabeds. Other species were cultured since the stage of spore which were discharged by the fronds from the sampling spots.

マコンブはドテメ *L. japonica* f. *membranacea* を含む 4 系統、ホソメコンブは 3 系統、その他は 1 系統ずつである。実験 I と II では材料入手の都合により供試海藻が若干異なった。なお、固着性葉上動物の餌料効果を検討するために、葉体の両面に苔虫類の一種キタミコケムシ *Membranipora membranacea* が付着したホソメコンブを加えた。

各供試海藻は 80°C で恒量に達するまで乾燥し、水分を計測した後、粉末にし分析に供した。粗蛋白質は Kjeldahl 法による窒素量に窒素係数 6.25 を乗じて求め、粗脂肪はエチルエーテル抽出の Soxhlet 法によった。粗灰分は 600°C の電気炉中で 10 時間灰化して求めた。炭水化物は乾物重量から粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分を差し引いた値とした。水分は各海藻につき 4~21 個体の平均値である。水分以外は種類毎にまとめた試料の分析値である。

結 果

1. コンプ目海藻の種類と摂餌量

投与海藻の種類毎の摂餌量と日間摂餌率の結果を Table 3 に示す。摂餌量、日間摂餌率ともに餌料海藻の湿重と乾重の両方について計算して併記した。

Table 3 Growth, feeding ratio and feed conversion efficiency of abalone fed on thirteen kinds of marine algae.

No.	Algae Species	Means of animal sizes				Daily increment in shell length (μm)	Monthly rate of weight gain (%)	Total amount of algae con- sumed per individual		Daily rate of feeding		Feed conversion efficiency	
		Initial		Final				Wet weight (g)	Dry weight (g)	Wet weight basis (%)	Dry weight basis (%)	Wet weight basis (%)	Dry weight basis (%)
		Shell length (mm)	Body weight (g)	Shell length (mm)	Body weight (g)								
Experiment I													
1	<i>L. japonica</i>	24.03	1.90	27.19	2.47	105	30.0	10.6	1.41	16.2	2.15	5.4	40
3	Ditto	24.38	1.96	27.70	2.59	111	32.1	15.3	1.60	22.4	2.34	4.1	39
4	<i>L. japonica</i> f. <i>membranacea</i>	24.22	1.93	27.29	2.58	102	33.7	11.4	1.29	16.8	1.91	5.7	50
5	<i>L. religiosa</i>	23.56	1.82	26.58	2.36	101	29.7	13.6	1.29	21.6	2.06	4.0	42
9	<i>L. diabolica</i>	23.80	1.89	27.27	2.72	116	43.9	10.9	1.15	15.7	1.66	7.6	72
10	<i>L. angustata</i> var. <i>longissima</i>	23.75	1.82	26.81	2.39	102	31.3	14.3	1.48	22.6	2.34	4.0	39
11	<i>K. gyrata</i>	24.08	1.93	26.44	2.42	79	25.4	8.93	0.99	13.7	1.52	5.5	50
12	<i>E. bicyclis</i>	24.04	1.89	26.97	2.39	98	26.5	6.48	0.91	10.1	1.42	7.7	55
13	<i>U. pinnatifida</i>	23.89	1.91	27.53	2.67	121	39.8	9.03	0.93	13.1	1.35	8.4	82
Experiment II													
1	<i>L. japonica</i>	24.60	1.72	25.82	2.12	41	23.3	7.75	0.82	13.5	1.42	5.2	49
2	Ditto	23.33	1.47	24.94	1.84	54	25.2	6.67	0.66	13.4	1.33	5.5	56
3	Ditto	24.53	1.62	25.82	1.99	43	22.8	6.35	0.83	11.7	1.53	5.8	45
4	<i>L. japonica</i> f. <i>membranacea</i>	24.27	1.64	25.57	1.99	43	21.3	5.37	0.64	9.9	1.18	6.5	55
5	<i>L. religiosa</i>	24.52	1.68	25.59	2.01	36	19.6	5.50	0.70	9.9	1.26	6.0	47
6	Ditto	24.11	1.62	25.48	1.93	46	19.1	4.30	0.58	8.1	1.09	7.2	53
7	Ditto	24.85	1.70	26.21	2.16	45	27.1	7.11	0.70	12.3	1.21	6.5	66
8	Ditto with a bryozoa	24.42	1.63	26.11	2.18	56	33.7	8.72	1.13	15.3	2.65	6.3	49
9	<i>L. diabolica</i>	23.37	1.51	24.73	1.84	45	21.9	5.92	0.84	11.8	1.67	5.6	39
12	<i>E. bicyclis</i>	24.29	1.61	25.74	1.98	48	23.0	4.45	0.68	8.3	1.26	8.3	54

実験 I (コンブ属海藻の生長期)

コンブ属ではマコンブ (宮古)¹⁾、ナガコンブ *L. angustata* var. *longissima* が良く摂食され個体当りの総摂餌量²⁾ (湿重) はそれぞれ 15.27, 14.27g であった。日間摂餌率は摂餌量にほぼ対応しており、ナガコンブ 22.6% からオニコンブ *L. diabolica* 15.7% の間である。摂餌量 (乾重) はコンブ属では水分含量が種間で大きな差がないので、湿重で求めた値とほぼ同様の傾向を示しマコンブ (宮古) の 1.60g からオニコンブの 1.15g の範囲であった。

ワカメ・トロロコンブ *Kjellmaniella gyrate* の摂餌量はコンブ属に比較してやや少なく、それぞれ 9.03, 8.93g であった。アラメの摂餌量は 6.48g と最も少ないが、水分含有率がコンブ属よりもやや低いので実質的な摂餌量 (乾重) は 0.91g となりワカメの 0.93g, トロロコンブの 0.99g と同程度であった。

実験 II (コンブ属海藻の成熟期)

コンブ属の摂餌量はマコンブ (函館) 7.75g からホソメコンブ (江島) 4.30g の間であるが、同一種でも系統間で差がみられる。アラメに比べコンブ属が全般に良く摂餌されている傾向は実験 I と同様であるが、摂餌量・摂餌率ともに実験 I の 1/2 程度にとどまった。

キタアミコケムシの附着したホソメコンブの摂餌量 8.72g は同一種同一系統のホソメコンブ (雄勝) 6.39g よりも多く、摂餌量・摂餌率いずれも実験したコンブ目海藻の中で最も優れていた。

2. コンブ目海藻とエゾアワビの成長、増重および餌料転換効率

投与海藻の種類毎にエゾアワビの殻長の日間成長量、月間増重率および餌料転換効率を Table 3 に示した。餌料転換効率は摂餌量 C を湿重と乾重の両方について計算して示した。

実験 I (コンブ属海藻の生長期)

コンブ属では、オニコンブによる殻長の日間成長量が最も大きく 116 μ m を示し、次いでマコンブ (宮古) の 111 μ m であった。体重の増加率は殻長の成長にほぼ対応しており、オニコンブによる月間増重率が

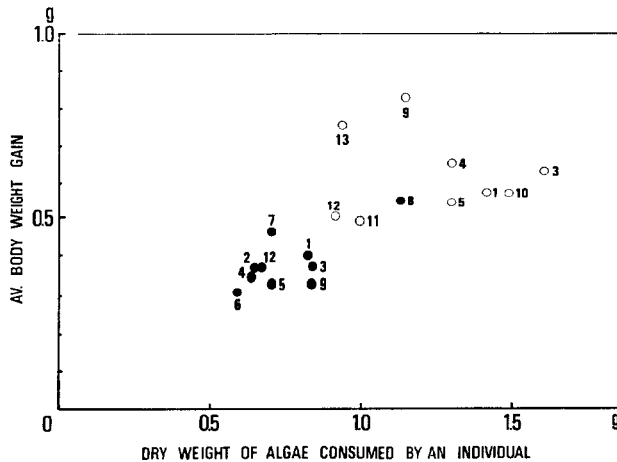


Fig. 1 Average body weight gain of abalone against consumption of marine algae per abalone in dry weight. Numerals denote serial number of thirteen kinds of algae listed in Table 2. Open and closed circles are from Experiments I and II, respectively.

1) () 内は一種類について数系統用いている場合の養殖母藻の原産地を示す。

2) 以下特に断わらないときの摂餌量は湿重を指す。

最も高く 43.9% を示し、マコンブ・ホソメコンブ・ナガコンブは 30% 前後であった。

ワカメはオニコンブに次ぐ増重効果を示した。アラメやトロロコンブによる増重率はコンブ属に比べてやや低い傾向がみられる。

摂餌量と成長量の関係は一般的には摂餌量の多い種類が成長量も大きい傾向にあるが (Fig. 1), 個々には相違がみられる。すなわち、摂餌量に対する増重量の割合 (餌料転換効率³⁾) はコンブ属ではオニコンブの 7.6% からホソメコンブの 4.0% の範囲にあり、一般的にコンブ属の転換効率は、ワカメ 8.4, アラメ 7.7% に比べてやや低い。

餌料転換効率 (C: 乾重) はコンブ属では水分含量に大きな差がないので傾向は湿重ベースの転換効率と同様であり、オニコンブが 72% と高く、他は 40~50% 前後である。ワカメの転換効率はコンブ目の中で最も高い 82% を示した。

実験 II (コンブ目海藻の成熟期)

全般に較長、体重の増加量は実験 I の半量程度であった。

コンブ属による増重率はホソメコンブ (雄勝) 27.1% からホソメコンブ (江島) 19.1% の間であり、ア

Table 4 Crude chemical composition of marine algae of Laminariales.

No.	Algae Species	Wet weight basis (%)				Dry weight basis (%)				
		Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Crude carbohydrate	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Crude carbohydrate
Experiment I										
1	<i>L. japonica</i>	86.7	1.57	0.116	5.19	6.42	11.8	0.87	39.0	48.3
3	Ditto	89.5	1.39	0.078	5.02	4.02	13.2	0.74	47.8	38.3
4	<i>L. japonica</i> f. <i>membranacea</i>	88.7	1.63	0.061	4.93	4.69	14.4	0.54	43.6	41.5
5	<i>L. religiosa</i>	90.5	0.88	0.077	4.15	4.39	9.3	0.81	43.7	46.2
9	<i>L. diabolica</i>	89.4	1.20	0.071	4.71	4.62	11.3	0.67	44.4	43.6
10	<i>L. angustata</i> var. <i>longissima</i>	89.4	1.39	0.088	4.38	4.72	13.4	0.85	41.3	44.5
11	<i>K. gyrata</i>	88.9	1.84	0.098	—	—	16.6	0.88	—	—
12	<i>E. bicyclis</i>	86.0	2.63	0.171	4.28	6.92	18.8	1.22	30.6	49.4
13	<i>U. pinnatifida</i>	89.7	2.06	0.147	4.25	3.84	20.0	1.45	41.3	37.3
Experiment II										
1	<i>L. japonica</i>	89.4	0.95	0.067	4.09	5.49	9.0	0.63	38.6	51.8
2	Ditto	90.1	0.92	0.097	3.64	5.24	9.3	0.98	36.8	52.9
3	Ditto	86.9	1.24	0.131	4.17	7.56	9.5	1.00	31.8	57.7
4	<i>L. japonica</i> f. <i>membranacea</i>	88.1	1.25	0.080	4.07	6.50	10.5	0.67	34.2	54.6
5	<i>L. religiosa</i>	87.3	1.08	0.119	4.20	7.30	8.5	0.94	33.1	57.5
6	Ditto	86.6	1.23	0.172	4.30	7.69	9.2	1.28	32.1	57.4
7	Ditto	90.1	1.01	0.102	3.72	5.08	10.1	1.02	37.6	51.3
8	Ditto with a Bryozoa	87.0	1.83	0.085	6.57	4.52	14.1	0.65	50.5	34.8
9	<i>L. diabolica</i>	85.8	1.36	0.091	5.00	7.75	9.6	0.64	35.2	54.6
12	<i>E. bicyclis</i>	84.8	1.49	0.157	4.76	8.80	9.8	1.03	31.3	57.9

3) 以下特に断わらないときの餌料転換効率は摂餌量 C は湿重。

ラメの23.0%とほぼ同様の結果であった。キタアミコケムシの付着したホソメコンブによる殻長・体重の増加はコンブ目海藻の中で最も大きかった。

コンブ属の餌料転換効率はホソメコンブ（江島）7.2%からマコンブ（函館）5.2%の間であったが、実験Ⅰと同様にアラメの8.3%に比較しやや低い傾向がみられた。餌料転換効率（C:乾重）は、コンブ属ではホソメコンブ（雄勝）66%からオニコンブ39%の範囲にあり、アラメは54%であった。

3. コンブ目海藻の一般化学組成

海藻の分析結果をTable 4に示す。

コンブ属の水分含量は89%前後で生長期と成熟期で大差なかった。

コンブ属の粗蛋白質含量（乾重に対し）は、生長期ではドテメ14.4%からホソメコンブ（足島）9.3%、成熟期ではドテメ10.5%からホソメコンブ8.5%の範囲にあり、成熟期で全般に平均3.5%程度減少している。

ワカメの粗蛋白質含量は20%で、生長期のアラメ18.8%やトロロコンブ16.6%とともにコンブ目海藻の中では高い値を示したが、アラメは成熟期には9.8%に低下した。

コンブ属の粗灰分は生長期39~48%に対し成熟期31~39%と生長期で高く、炭水化物（生長期38~48%、成熟期52~58%）と逆の傾向となっている。

脂質は1%前後で他の成分に比べて含量が低く、季節による大きな変動は認められなかった。

キタアミコケムシの付着したホソメコンブの粗蛋白質および粗灰分の含量はそれぞれ14.1、50.5%で付着しない同時期、同系統の葉体に比べいずれも高い値を示した。

考 察

アラメを摂食したときのアワビ稚貝の成長速度を基に海藻類の餌料価値の一般的な比較基準としてアラメ当量 *Eisenia*-equivalent（菊地ほか1967）が用いられている。原著では殻長の成長速度を基準としているが、生産量は重量で扱われるので本報では体重の増加速度についてもアラメ当量を使用することにしTable 5に併記した。

マコンブおよびホソメコンブについては系統間で成長に顕著な差が認められないので今回は系統間の差を論ずることは避けることにし、以降では平均値を用いることにする。

コンブ属による成長は、Table 5に示したアラメ当量にみられるように、コンブ属の生長期にあっては、マコンブ・ドテメ・ホソメコンブ・オニコンブ・ナガコンブのいずれもアラメを上まわり、中でもオニコンブは最も高い値を示した。成熟期においては、コンブ属による摂餌・成長は生長期の値を下まわったが、アラメ当量ではアラメとほぼ同様の値を示した。これらの摂餌と成長の結果から、コンブ属は一般にエゾアワビにとって嗜好性の高い餌料であり、優れた餌料価値を示すことができる。

ワカメのアラメ当量（体重）は1.50の高い値になっている。トロロコンブは0.96でアラメにやや劣るが、菊地ほか（1967）が調べた海藻類20種の餌料効果の結果と併せ考えると、比較的高い餌料価値を有する海藻に位置づけられる。

コンブ目海藻全般のアワビ属に対する餌料価値については、クロアワビではアラメ・マコンブ・ワカメが（吉田ほか1969、土屋1970、高橋1970）、*H. cracherodii* では *Egregia laevigata*・*Eisenia arborea* の高い餌料価値が報告されている（Leighton and Booloolian 1963）。しかし、クロアワビの稚貝ではツルアラメ *Ecklonia stolonifera* はアラメ当量0.34（殻長）、0.36（体重）の低い値にとどまり（吉田ほか1969）、コンブ目の中にもアワビ属に対し低い餌料価値の海藻も存在するが、一般的にみればコンブ目海藻はアワビ属に対し高餌料価値を示すと考えて良いであろう。

海藻の摂餌量とエゾアワビの成長量の間には対応関係があり（Fig. 1）、また摂餌量に粗蛋白質の含量を乗じた摂取蛋白質量と増重量の間にも対応関係がみられる（Fig. 2）。

Table 5 Relative food values, *Eisenia* equivalent, of thirteen kinds of Laminariales on the abalone.

No.	Algae Species	Experiment I		Experiment II	
		Shell length	Body weight	Shell length	Body weight
1	<i>L. japonica</i>	1.07	1.13	0.85	1.01
2	Ditto	—	—	1.13	1.10
3	Ditto	1.13	1.21	0.90	0.99
Means of from 1 to 3		1.10	1.17	0.96	1.03
4	<i>L. japonica</i> f. <i>membranacea</i>	1.04	1.27	0.90	0.93
5	<i>L. religiosa</i>	1.03	1.12	0.75	0.85
6	Ditto	—	—	0.96	0.83
7	Ditto	—	—	0.94	1.18
Means of from 5 to 7		1.03	1.12	0.88	0.95
8	<i>L. religiosa</i> with a Bryozoa	—	—	1.17	1.47
9	<i>L. diabolica</i>	1.18	1.66	0.94	0.95
10	<i>L. angustata</i> var. <i>longissima</i>	1.04	1.18	—	—
11	<i>K. gyrata</i>	0.81	0.96	—	—
12	<i>E. bicyclis</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
13	<i>U. pinnatifida</i>	1.23	1.50	—	—

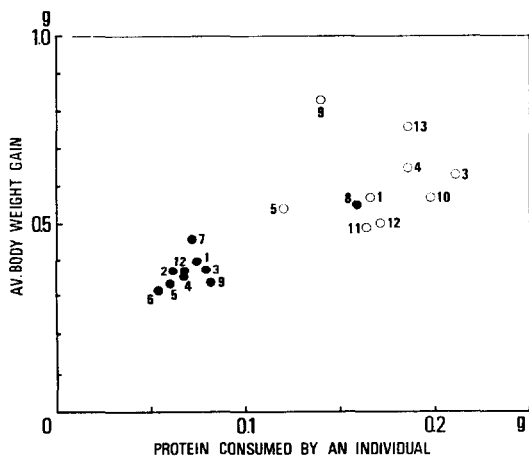


Fig. 2 Average body weight gain of abalone against protein consumed per abalone. See the footnote of Fig. 1 for numerals and symbols.

投与海藻の種類が分類群の多岐にわたる場合には、海藻の一般化学成分と摂餌量・成長量との間には特に対応関係は認められず、摂餌量の多寡を支配する要因は基本的には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(菊地ほか 1967)と指摘されている。今回のように、同一の分類群に属し水分含量をはじめとする化学的組成が比較的均一で、摂餌の傾向にも大きな差がない場合は摂餌と成長の量的な対応関係が成り立つものと考えられる。

コンブ属の餌料転換効率は生長期で5%前後、成熟期で6%前後と成熟期で1%前後高い傾向にある。酒井(1962)はエゾアワビにおけるホソメコンブの転換効率を6.07%(殻長53.5mm, 摂餌率11.9%, 水温16.5°C)と報告しており、本実験の結果と併せると殻長25~54mm程度のエゾアワビにおけるコンブ属の転換効率は季節により若干の変動があり、種類によっても結果に幅があるが、おおまかには6%と見なしてよいであろう。コンブ属の餌料転換効率(摂餌量C:乾重)は同様に約50%とみなすことができる。

ワカメの転換効率8.4%はアラメの7.7%(生長期)および8.3%(成熟期)とともにコンブ属よりやや高い。ワカメの転換効率は乾重をもとに計算した値でも82%と高く、エゾアワビにとり相対的に質において優れた餌料であることがうかがわれる。

エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値

実験 II において特にコンブ属の摂餌量が生長期の半量程度に減少している。猪野 (1952) はアラメをクロアワビに投与して飼育し、摂餌量が成貝では 8~11 月に少なくなるが未成熟の稚貝では大きな変化がないので、摂餌量の季節的变化は性成熟に関連した現象であると述べている。本実験に用いたアワビは秋期には一部に生殖巣の発達した個体も認められたことから、摂餌量の低下に性成熟が影響したことは十分考えられる。また、原因を餌料の側に求めるとすれば、実験 II ではコンブ類は成熟期に入り葉体の堅さを増しており堅さ等の物理的条件の影響も考えられよう。

江島での養殖コンブは 6 月ころからキタアミコケムシが付着を始め 10 月には葉体のほぼ全面を覆われる状態になった。ホソメコンブ (雄勝) のコケムシ付着量は湿重の平均 26% でコンブ表面積に対しては 243g (湿重)/m², 35g (乾重)/m² であった (Table 6)。

Table 6 The relative abundance of Byrzoza on fronds of *Laminaria religiosa*.

No. of fronds	Ratio of Bryozoa to whole fronds in weight		Weight of Byrzoza per surface of fronds	
	Wet wt. basis (%)	Dry wt. basis (%)	Wet wt. (g/m ²)	Dry wt. (g/m ²)
1	23.4	25.3	234	33.7
2	20.7	22.4	223	32.2
3	31.6	34.1	270	38.9
4	29.5	31.6	245	35.3
Means	26.3	28.4	243	35.0

Whole weight of fronds includes weight of Bryozoa themselves.

このキタアミコケムシの付着したホソメコンブをエゾアワビに投与すると摂餌量、成長量ともに対照葉を上まわった。この時期にはコンブ葉体は厚みを増しており、アワビは葉体表面を削り取るように摂餌したのでコケムシの被食率は付着率よりもさらに高いものと推察される。

漁場のコンブ目海藻には様々な動物が着生しており、葉上動物として苔虫類 Bryozoa の他に腹足類 Gastropoda, 端脚類 Anphipoda, 多毛類 Polychaeta, ヒドロ虫類 Hydrzoa 等が知られている (時田・山 1960)。アワビ類の胃内容物の調査では、上記動物に加えて橈脚類 Copepoda, 蔓脚類 Cirripedia, 有孔虫類 Foraminifera, 海綿類 Polifera 等が一般に検出されている (Stephenson 1924, 木下ほか 1934, 殖田・岡田 1939, 1941, 猪野 1952, 富田・田沢 1971) ことから天然においても海藻の摂食や岩面の grazing に際し、葉上動物や岩面の生息動物が混食されるものと考えられる。葉上動物の中でも固着性動物 (sessile fauna) である苔虫類の混食割合は高く、ときに胃内容物の 10% に及んでいる (Leighton and Bollootian 1963)。

また、浮ほか (1980)⁴⁾ はエゾアワビの餌料中における蛋白質の至適添加量は体蛋白質の蓄積を指標にすれば乾物中で 30~40% と考えている。これに対して海藻類の蛋白質含量は一般に低く今回のコンブ目海藻においても乾重中 9~21% である。キタアミコケムシの付着したホソメコンブの粗蛋白質および粗灰分の含量は付着しない葉に比べ、それぞれ 4% および 13% 程度高く、これらがコケムシによるものであることは間違いないであろう。また、摂取蛋白質量と増重量の関係を示した Fig. 2 から、摂取蛋白質に対応した成長となっていることがわかる。これらの諸結果から、海藻と共に摂取される苔虫類やその他の葉上動物はアワビ属にとり、栄養上特に蛋白質に関係して補足的な役割を果しているものと考えられる。

4) 浮 永久・渡辺 武・荻野珍吉 (1980) エゾアワビの栄養要求—Ⅲ. 飼料の至適蛋白質含量. 昭和 55 年度日本水産学会春季大会講演要旨集, p. 106.

要 約

コンブ目海藻 13 種類 (4 属 7 種 12 系統および苔虫類の一種キタアミコケムシが付着したホソメコンブ) をエゾアワビ稚貝にコンブ属の生長期 (4 月~5 月) と成熟期 (10 月~11 月) の各 1 回 30 日間にわたって種類別に投与し、摂餌・成長を観測して以下の知見を得た。

1. アラメを摂餌したときの体重の増加率を 1 として比較した相対成長速度アラメ当量は生長期: オニココンブ 1.66, ワカメ 1.50, ドテメ 1.27, ナガコンブ 1.18, マコンブ 1.17, ホソメコンブ 1.12, トロロコンブ 0.96, 成熟期: マコンブ 1.03, オニココンブおよびホソメコンブ 0.95, ドテメ 0.93 であった。
2. 摂餌量・成長量の結果から、本実験で取り上げたコンブ目海藻はエゾアワビに対しいずれも相対的に高い餌料価値を有すると考えられる。
3. コンブ属海藻のエゾアワビにおける餌料転換効率をおよそ 6% (摂餌量 C: 湿重) および 50% (C: 乾重) と推測した。
4. キタアミコケムシが付着したホソメコンブの摂餌量・成長量は、付着しない対照葉を上まわりアラメ当量 1.47 を示した。
5. 海藻の摂食に際して混食される葉上動物は、アワビ属の栄養上補足的な効果を果すものと考えられた。

文 献

- 青沼 敏 (1953) 岩手県産えぞあわび *Haliotis kamtschakana* の生態について。岩手県産鮑調査報告, (2), 1-16. 岩手水試。
- Cox, K.W. (1962) California abalones, family Haliotidae. *Fish. Bull.*, (118), 1-133.
- Harrison, A.J. (1969) The Australian abalone industry. *Aust. Fish.*, 28(9), 1-13.
- Guzman del Proo, S.A., Guzman, S.C. and Barrera, J.P. (1972) Flora macrosiopia asociada a los bancos de abulon (*Haliotis* spp.) en algunas areas de la costa occidental de Baja California. *Mem. Congr. Nac. Ocean. (Mexico)*, 257-263.
- 猪野 峻 (1952) 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究。東海水研 研究報告, (5), 1-102.
- 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。東北水研 研究報告, (27), 93-100.
- 菊地省吾・浮 永久・桜井保雄・秋山和夫・鬼頭 鈞 (1972) アワビ餌料藻類の造林技術開発に関する研究。「浅海域に於ける増養殖漁場の開発に関する総合研究」昭和 46 年度報告資料集, p.10-23. 東北水研。
- 菊地省吾・浮 永久・秋山和夫・鬼頭 鈞・菅野 尚・佐藤重勝・桜井喜十郎・鈴木 博 (1979) アワビ餌料藻類の造林技術開発に関する研究。農林水産技術会議研究成果, (116), 129-189.
- 木下虎一郎・平野義見・佐久間 守 (1934) 北海道産エゾアワビ *Haliotis (Sulculus) kamtschakana* JONAS の食餌に就て。北水試事業旬報, (240), 12-14.
- Leighton, D. and Boolootian, R.A. (1963) Diet and growth in the black abalone, *Haliotis cracherodii*. *Ecol.*, 44(2), 227-238.
- Newman, G.G. (1969) Distribution on the abalone (*Haliotis midae*) and the effect on temperature on productivity. *Investl. Rep. Div. Sea Fish. S. Afr.*, (74), 1-8.
- 野中 忠・岩橋義人 (1969) 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—IV. カジメ・アラメ群落内でのアワビの餌料。静岡水試研究報告, (2), 37-39.
- Olsen, D. (1968) Banding patterns on *Haliotis rufescens* as indicators of botanical and animal succession. *Biol. Bull.*, 134(1), 139-147.
- Poore, G.C.B. (1972) Ecology on New Zealand abalones, *Haliotis* species (Mollusca: Gastropoda). *N.Z.J. Mar. Fresh. Res.*, 6(1&2), 11-22.
- 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。日水会誌, 28(8), 766-779.
- Sinclair, M. (1963) Studies on the paua, *Haliotis iris* Martyn in the Wellington district, 1945-46. *Zool. Publ. Victoria Univ. Wellington*, 35, 1-16.
- Stephenson, T.A. (1924) Notes on *Haliotis tuberculata*. I. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 13(2), 480-495.

エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値

- 高橋稔彦 (1970) クロアワビ稚貝に対する海藻の餌料効果. 石川増試創立記念研究報告, 1-6.
- 寺尾百合正・角田信孝・松崎幸夫・中村達夫 (1972) トコブシ稚貝の食性に関する研究. 山口外海水試研究報告, **12**(4), 63-70.
- 時田 郁・山 俊一 (1960) コンブ類に着生する動植物について(I) コンブ目植物に着生する動物. 藻類, **8**(1), 15-21.
- 富田恭司 (1972) エゾアワビ稚貝の摂餌の選択性および消化に関する実験. 北水試月報, **29**(4), 17-23.
- 富田恭司・田沢伸雄 (1971) 礼文島産エゾアワビ稚貝の胃内容物. 北水試報告, (13), 31-38.
- 土屋文人 (1970) 養殖コンブのアワビ, サザエ稚貝に対する餌料効果について. 水産増殖, **17**(5/6), 273-277.
- 土屋文人・小山茂生・吉田昭喜知・渡辺 昭 (1980) 粟島地区におけるアワビの食性と餌料海藻の状況について. 昭和53年度新潟県栽培漁業センター業務研究報告書, (3), 89-95.
- 殖田三郎・岡田喜一 (1939) 巻貝類の天然餌料に関する研究. I. 飽. 日本水誌, **8**(1), 51-56.
- (1941) 同上 (II) 一飽. 同誌, **10**(5), 139-142.
- 浮 永久・菊地省吾 (1979) 付着性微小藻類6種のエゾアワビ稚貝に対する餌料効果. 東北水研 研究報告, (40), 47-52.
- 宇野 寛 (1971) アワビ・養魚学各論. 改訂版. p.669-703. 東京; 恒星社厚生閣.
- 吉田昭喜知・土屋文人・金山笙子 (1969) 生海藻12種類及び乾燥海藻8種類のクロアワビ稚貝に対する餌料効果. 新潟水試村上支場研究報告, (2), 1-9.