

数種の褐藻、緑藻発芽体ならびに藍藻の クロアワビ稚貝に対する餌料効果

前迫 信彦・中村 伸司・四井 敏雄

Food Effect of Brown and Green Algae of Early Developmental Stage and Blue Green Algae for the Growth of the Juvenile Abalone, *Haliotis discus* REEVE

Nobuhiko MAESAKO, Shinji NAKAMURA, and Toshio YOTSUI

各種海藻のアワビ稚貝に対する餌料効果については、すでに菊地他¹⁾、浮²⁾、菊地³⁾などの室内飼育実験による研究があり、多くの肉眼的な海藻や数種の顕微鏡的な海藻の餌料価値が明らかにされている。

一方、著者⁴⁾らはアワビの天然における初期餌料を研究することを目的とし、稚貝の生息が多い漸深帯上部において、コレクターを定期的に設置する方法で、着生物の季節変化を調査したところ、コレクター上には付着珪藻と共に、褐藻や緑藻の初期発芽体あるいは藍藻等の着生が多数観察された。これまで、海藻の成体については餌料効果の研究がなされているが、初期の微小な発芽体については報告がなく、さらに藍藻についても研究がなされていない。そこで、著者らは、天然におけるアワビの初期餌料を明らかにするうえで、これら褐藻や緑藻の初期発芽体あるいは藍藻の餌料効果を知ることが大切であると考え飼育実験を行ったのでそれらの概要を報告する。

材 料 と 方 法

室内飼育実験は長崎水試増養殖研究所で1983年2月10日から3月12日まで(実験Ⅰ)と、4月5日から5月5日まで(実験Ⅱ)の2回に分けて各30日間実施した。

飼育実験に用いた海藻は表1に示す。餌料の準備は、*Myrionema* sp., 付着珪藻, および藍藻類では、あらかじめ単藻培養で保存していたものを増殖させ使用した。また、タワラガタシオミドロ(以下シオミドロ)とフクロノリは遊走細胞を培養した発芽体をミキサーでくり返し細断して増殖させたものを用い、ハバノリは1個体から得た遊走細胞を25~27℃

表1. 供試した海藻

Table 1. Food algae used for the rearing experiment

<i>Ectocarpus siliculosus</i>	(タワラガタシオミドロ)
<i>Myrionema</i> sp.	
<i>Colpomenia sinuosa</i>	(フクロノリ)
<i>Endarachne binghamiae</i>	(ハバノリ)
<i>Enteromorpha</i> spp.	(アオノリ類)
<i>Navicula</i> sp.	(付着珪藻)
<i>Aphanocapsa litoralis</i>	(藍藻)
<i>Entophysalis deusta</i>	(")
<i>Plectonema calothrichoides</i>	(")
<i>Plectonema golenkinianum</i>	(")
<i>Spirulina subsalsa</i>	(")
<i>Phormidium fragile</i>	(")

の高温で培養して匍匐糸状体に発生させ、これをミキサーでくり返し細断して増殖させたものを用いた。アオノリ spp. は天然で成熟した葉体を採取し、遊走細胞を集めて基質に濃密に着生させ、培養して投餌した。

実験に用いた稚貝は殻長3~4mmで、1982年11月に長崎水試増養殖研究所で人工採苗し、ひき続き陸上水槽で飼育したものから選別した。

飼育容器は上部18~12cm, 下部17×11cm, 高さ15cmの透明なスチロール樹脂製角型水槽を用い、水深が12cm程度になるよう調節し、上記のアワビ稚貝を12個ずつ収容した。なお、実験Ⅰでは海藻1種につき3水槽で同時に飼育し、実験Ⅱでは1水槽のみで行った。

海水は1μmのフィルターでろ過し、ヒーターで加熱して温度を調節して流し、流水量は約170ml/分とした。

投餌方法は、実験開始時は容器の底部や壁面に直

接着生、繁殖させ、これが少なくなった頃に、長さ9 cm、幅2.5cm、厚さ0.1cmのプラスチック製の板で培養したものを器底に敷いて投与した。

殻長の計測は万能投影機で10倍に拡大して行った。

結 果

実験ⅠとⅡの結果をとりまとめると表2に示すよ

表2. クロアワビ稚貝の飼育実験結果
Table 2. Growth of Juvenile abalones

Exp. No.	Algae	Shell length				Relative value
		Initial	Final	Increase	Daily increase	
I	<i>Myrionema</i> sp.	3.60mm	7.11mm	3.51mm	117.0 μm	100%
	<i>Colpomenia sinuosa</i>	3.47	6.76	3.29	109.7	94
	<i>Endarachne binghamiae</i>	3.44	6.08	2.64	88.0	75
	<i>Navicula</i> sp.	3.66	6.81	3.16	105.3	90
	<i>Aphanocapsa litoralis</i>	3.48	3.48	0	0	0
	<i>Entophysalis deusta</i>	3.54	6.44	2.90	96.7	83
	<i>Plectonema calothrichoides</i>	3.44	5.20	1.76	58.7	50
	<i>Plectonema golenkinianum</i>	3.60	6.20	2.60	86.7	74
	<i>Spirulina subsalsa</i>	3.57	4.50	0.93	31.0	27
	<i>Phormidium fragile</i>	3.57	5.37	1.81	60.3	52
II	<i>Ectocalpus siliculosus</i>	3.63	7.28	3.65	107.2	78
	<i>Enteromorpha</i> spp.	3.68	6.99	3.31	110.0	80
	<i>Myrionema</i> sp.	3.69	7.84	4.15	138.0	100

Experiment I, Period Feb.10–Mar.12, Range of water temp. 14.0–19.3°C

Experiment II, Period Apr. 5–May 5, Range of water temp. 16.9–21.0°C

μm, *Navicula* sp. 105.3 μm, *Entophysalis deusta* 96.7 μm もよく、ハバノリ 88.0 μm, *Plectonema golenkinianum* 86.7 μm などやや良好であったが、*Phormidium fragile* 60.3 μm と *Plectonema calothrichoides* 58.7 μm はやや劣り、*Spirulina subsalsa* は 31.0 μm と不良となり、*Aphanocapsa litoralis* は 0 μm で極めて悪かった。

実験期間中のへい死数は、*Phormidium fragile* では無く、*Myrionema* sp. とハバノリでは3水槽のうち1水槽で1個、*Plectonema calothrichoides* では2水槽で1個ずつ、フクロノリと *Navicula* sp. では2水槽で1個と2個、*Entophysalis deusta* では2水槽で1個と4個、いずれも少数であった。しかし、*Spirulina subsalsa* では3水槽で7個、11個、5個、また *Aphanocapsa litoralis* では8個、8個、7個とへい死数が多かった。*Spirulina subsalsa* の場合は器底に濃密に繁殖させてその中に稚貝を収容したと

うになる。なお、殻長は、死貝を除いた平均値で示した。

先ず、実験Ⅰは海藻の初期発芽体2種、藍藻6種ならびに *Myrionema* sp. と *Navicula* sp. によって行ったが、各海藻で飼育した稚貝の成長を1日当りの成長(以下、日成長)で比較すると、*Myrionema* sp. が 117.0 μm で最もよく、次いでフクロノリ 109.7

ころ、*Spirulina subsalsa* が膜状に浮き上り、稚貝がこの中に包み込まれてへい死するのが観察され、また、*Aphanocapsa litoralis* では稚貝が器底で殻を下にして、腹を上に向けた状態になったり、器壁を登って空中に露出するなどの異常な行動が観察された。

各海藻で飼育した稚貝の殻の色調は、*Myrionema* sp., *Navicula* sp. ならびにフクロノリ、ハバノリでは青緑色を呈し、藍藻はすべて赤紫系統の色調を呈した。

実験期間中の水温は図1に示すようになった。当初、飼育水温は18°C前後に調節する予定であったが、ヒーターの能力が及ばなかったため気温の変動を大きく受け、飼育実験期間の温度の変動は最低14.0°C～最高19.3°Cと幅広いものになり、平均16.7°Cであった。

次に、実験Ⅱはシオミドロ、アオノリ spp.の初期

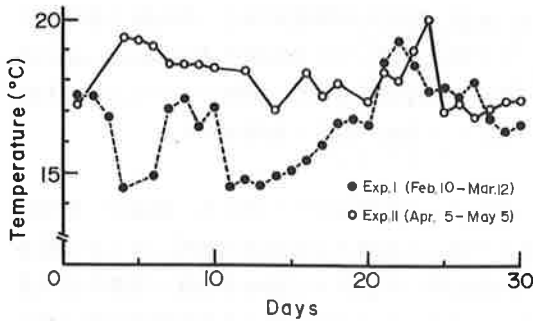


図1. 飼育実験期間における水温変化.
Fig. 1. Change of water temperature.

発芽体と対照として *Myrionema* sp. を用いて行った。稚貝の成長を日成長でみると、*Myrionema* sp. は $138.0\mu\text{m}$ で最もよく、アオノリ spp. とシオミドロはそれぞれ $110.0\mu\text{m}$, $107.2\mu\text{m}$ で、ほぼ類似する結果となった。実期間中のへい死数は *Myrionema* sp. が1個、アオノリ spp. が2個、シオミドロが3個であった。殻の色調は三者ともに青緑色を呈した。

実験期間中の水温は最低 16.9°C 、最高 20.0°C 、平均 18.0°C であった。実験Ⅱでは気温が上昇し、加温の効果が現われたため、実験Ⅰに比べて平均値で 1.3°C 高くなった。実験Ⅱの結果を実験Ⅰと比較するために、両実験で用いた *Myrionema* sp. を基準として、これに対する相対値でみるとアオノリ spp. とシオミドロの餌料効果は、藍藻の *Entophysalis deusta* やハバノリなどとほぼ類似した。

考 察

数種海藻の初期発芽体ならびに藍藻のクロアワビ稚貝に対する餌料効果を飼育実験したところ、シオミドロ、フクロノリ、ハバノリ、アオノリ spp. などの初期発芽体ならびに *Entophysalis deusta* と *Plectonema golenkinianum* の2種の藍藻は、良好な餌料価値をもつとされている *Myrionema* sp.⁵⁾ や付着珪藻³⁾ にほぼ匹敵する餌料効果を示すことが明らかとなった。しかし、藍藻の他の4種では餌料効果が低かった。これには餌料の食べられ易さも関係しているようである。本実験では、餌料不足にならないよう濃密に餌料藻を基質に繁殖させ投餌したが、*Spirulina subsalsa* は基質からはがれて膜状に浮き上がり、稚貝がこの下に入り込んで摂餌できず、この傾向は *Phormidium fragile* でも認められ、この2種に

ついては、稚貝が十分に摂餌できなかったために成長が悪くなったものと思われ、餌料効果の低さは本質的なものとは考えられなかった。へい死数は *Spirulina subsalsa* と *Aphanocapsa litoralis* の2種の藍藻で特に多かったが、*Spirulina subsalsa* の場合は基質から膜状に浮き上がった藻体が稚貝を包み込んでへい死させたもので、*Spirulina subsalsa* が餌料として本質的に不適であるとは思われなかった。一方、*Aphanocapsa litoralis* では、これが濃密に繁殖した容器に稚貝を収容すると、稚貝は壁面をよじ登って空中に露出したり、腹を上にしてひっくり返るなどの嫌忌反応とも思われる異常行動を示し、ほとんど摂餌せず、長期間飼育すると最終的にはすべてへい死するなどの明らかな害作用が認められた。天然や種苗生産の場における本種の影響も懸念されるところであるが、速断はできないものの、本種が優占的に着生する場合には嫌忌行動をとることも考えられるが、微小な藍藻の1つの種が基質上で優占することも予想しにくく、これによる直接的被害は考えなくてよいものと推察される。

著者⁴⁾らの調査によれば、アワビ稚貝の生育が多い漸深帯上部には、春、冬は付着珪藻が、夏・秋には褐藻や緑藻の初期発芽体が多数着生する。また藍藻も、量的な把握は行っていないが、周年を通して着生する。これらの海藻の初期発芽体はアワビ稚貝に対して良好な餌料価値を有しており、また、夏・秋にはこれらの着生量が付着珪藻よりも多いことなどを考え合わせると、天然においてアワビの重要な初期餌料として利用されている可能性が高い。また、一部を除く藍藻も良好な餌料効果を示すことや普通に分布すること、そして天然の稚貝で認められる赤紫系統の色調がこれに起因することも考えられることなどの諸点から、同様に有用な初期餌料として利用されている可能性がある。

要 約

海藻類の初期発芽体4種(タワラガタシオミドロ、フクロノリ、ハバノリ、アオノリ spp.)、藍藻6種のクロアワビ稚貝に対する餌料効果を *Myrionema* sp.、付着珪藻 *Navicula* sp. と共に飼育実験し、以下の結果を得た。

1) 殻長の成長は *Myrionema* sp. が最も良く、次

いでフクロノリの初期発芽体, *Navicula* sp., *Entophysalis deusta*, *Plectonema golenkinianum*, アオノリ spp., タワラガタシオミドロ, ハバノリなどの初期発芽体も良好であった。

2) 藍藻の *Spirulina subsalsa* および *Phormidium fragile* では餌料効果が低かった。これらは濃密に増殖させると基質からはがれ易く, そのため稚貝が十分に摂餌できず, この餌料効果の低さは本質的なものとは思われなかった。

3) 藍藻の *Aphanocapsa litoralis* では稚貝は全く摂餌せず, 嫌忌行動を示し, むしろ害作用が認められた。

4) 褐藻, 緑藻の初期発芽体と一部を除く藍藻はアワビ稚貝に対して付着珪藻や *Myrionema* sp. に匹敵する餌料効果を示し, 天然においてこれらも餌料として有用であると推察された。

終りに, 本研究を行うにあたり, 藍藻の一部を提供して頂いた長崎大学右田清治教授, ならびに藍藻の同定を頂いた京都大学梅崎勇教授に深謝の意を表す。また, 本研究の一部は水産庁指定試験「アワビの漁場性に関する研究」によったことを記し, 感謝の意を表す。

Abstract

The juvenile abalones, *Haliotis discus* REEVE, 3 to 4 mm in shell length, were fed with brown and green algae of early developmental stage and blue green algae. Their growth in length was compared with that of a group fed with *Navicula* sp., diatom, which is thought as valuable food for young abalone. The following results were obtained.

The best result was obtained with *Myrionema* sp., followed by *Colpomenia sinuosa*, *Navicula* sp., *Entophysalis deusta*, *Enteromorpha* spp., *Ectocarpus siliculosus*, *Plectonema golenkinianum*, *Endarachne binghamiae*.

Spirulina subsalsa and *Phormidium fragile* gave unfavorable results. But, this does not mean poor food value of them, because full grown stage of these algae tended to detach from the substrata after feeding, then juvenile abalone hardly took them.

With *Aphanocapsa litoralis*, the juvenile abalones showed escape reaction and low survival rate. *A. litoralis* was thought to have harmful effect against the juvenile abalone.

From the results of the present studies, it became clear that brown and green algae of early developmental stage and blue green algae excepting a few species has favorable food effect for the juvenile abalone. It is considered that these marine algae attached in the natural habitat play the same role as benthic diatoms as useful food for the young abalone.

文 献

- 1) 菊地省吾他 1967: 海藻20種のアワビ稚貝に対する餌料効果, 東北水研報, 27, 93~100.
- 2) 浮永久 1981: エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値, 東北水研報, 42, 19~29.
- 3) 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, 東北水研報,

40, 47~52.

- 4) 四井敏雄他 1983: 昭和57年度指定調査研究総合助成事業, アワビの漁場性に関する研究報告書, 長崎水試登録第485号.
- 5) 四井敏雄 1978: アワビの初期餌料としての *Myrionema* sp. (褐藻, ナガマツモ目), 長崎水試研報, 4, 65~69.