HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	エゾイシゴロモ(紅藻サンゴモ科)上におけるマコンブの発芽について
Author(s)	正置, 富太郎; 藤田, 大介; 秋岡, 英承
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 32(4), 349-356
Issue Date	1981-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23772
Type	bulletin (article)
File Information	32(4)_P349-356.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
32(4). 349–356. 1981.

エゾイシゴロモ（紅藻サンゴモ科）上におけるマコンブの発芽について

正置富太郎*・藤田　大介*・秋岡　英承**

Observation on the Spore Germination of *Laminaria japonica* on *Lithophyllum yessoense* (Rhodophyta, Corallinaceae) in culture

Tomitaro Masaki, Daisuke Fujita*
and Hidetsugu Akioka**

Abstract

For long time special attention has been given to the vigorous growth of crustose coralline algae in connection with the phenomenon known as "Isoyake" which means barren of fleshy seaweeds. No epiphyte grows on crustose coralline algae in the "Isoyake" area. This study was carried out to examine the fate of germlings of *Laminaria japonica* Aresch. during the progress of the spore germination on *Lithophyllum yessoense* Fosl. which is predominant in the "Isoyake" area along the coast of Sea of Japan in southern Hokkaido, Japan.

Zoospores of *L. japonica* germinate into embryospores or develop to the more advanced dumbbell stage on living *L. yessoense* within 3 days after incubation at 10°C under light intensity of 4,000 lux from fluorescent lighting under a 12h photoperiod. However, *Laminaria* germlings decrease in number in 6 and 13 days culture without developing to sporophytes and cannot be detected anymore at 17 days except at the extreme margin of the substratum and on the thallus sides formed when the thallus was smashed. In separate cultures under lower light intensity of 1,000 lux many healthy sporophytes are observed after 55 days on substrata like dead *L. yessoense*, pieces of the bed rock around the habitat of *L. yessoense* and microscope slides, but living *L. yessoense* is free from epiphyte.

In a vertical section of dead *L. yessoense*, sporophytes are still in the early developmental stage after one month culture under light intensity of 1,000 lux and are attached to the apex of empty oogonia. The basal part of these oogonia excretes the mucilaginous substance and fastens to a single surface cell of *L. yessoense*. From the above fact, the anti-fouling mechanism in *L. yessoense* is discussed in relation to sloughing off at its surface.

* 北海道大学水産学部水産植物学講座
(*Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, 041 Japan*)

** 北海道教育大学函館分校生物学教室
(*Laboratory of Biology, Hokkaido Kyoiku University, Hakodate Branch, Hakodate, 040 Japan*)

緒　　言

紅藻無節サンゴモは世界中の海に広く分布し，生態学的にも重要な存在となっている。岡村[1]は無節サンゴモの繁茂が伊豆テングサ漁場の磯焼の一因であるとし，また山田[2]は石灰藻による沿岸有用藻類の被害の実態を明らかにするために全国的に研究班を組織して調査研究を行なった。このほか磯焼の原因についてはいくつかの研究があるが[3]，そのうち岡村[4]，田村[5]，近江[6]は無節サンゴモとの関係に言及している。近年，北海道南部でも日本海沿岸でコンブが著しく減産し磯焼現象を呈している。この付近では無節サンゴモが広く海底を被い，そのうち70%以上をエゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense* Fosl. が占め，これらの無節サンゴモの上には他の海藻類の生育が見られず不毛である[7]。この沿岸で磯焼が生じた原因は明らかではないが，その回復が遅れている一因としてエゾイシゴロモが基質を占有しその表面で着生植物を排除するため，他の海藻類の生育を困難にしていることが考えられる。これまでエゾイシゴロモにはサビ亜科に属するシズクイシゴロモ *Ezo epiyessoense* Adey, Masaki et Akioka[8]以外に他の植物の着生が知られておらず，無節サンゴモが着生生物を排除する機構についても報告がない。著者らはエゾイシゴロモにマコンブ *Laminaria japonica* Aresch. の遊走子を播種して培養を行ない，この点を明らかにすべく実験を試みた。

材料と方法

本研究に用いたエゾイシゴロモは，北海道桧山支庁大成町貝取澗長磯の水深約3mで数年にわたって生育していると思われる厚さ0.5-1cmの藻体で，スキュバー潜水によって岩盤から剝離したものを採集後，直ちに北海道大学水産学部に持ち帰って実験開始まで10°Cに保って通気培養を行なった。またマコンブの成熟葉体は函館市志海苔及び函館近郊の南茅部町臼尻で海岸に打ち上げられたものの中から選び，乾燥を防ぐためビニール袋に入れて5°Cで保存した。実験に際して，まずエゾイシゴロモ上の夾雑物をスポンジで除去した後打ち砕き，約2-3cm乃至数mm平方の小片を作った。こ

Table 1. *List of the collecting data and the date of spore liberation.*

Experiment	*Lithophyllum yessoense*		*Laminaria japonica*		
	Collecting date	Collecting locality	Collecting date	Collecting locality	Spore liberation
1	28 Sept., 1980	Kaitorima, Taisei-cho, Hokkaido	8 Oct., 1980	Usujiri, near Hakodate	10 Oct., 1980
2	19 Nov., 1980	Kaitorima, Taisei-cho, Hokkaido	22 Dec., 1980	Shinori, Hakodate	28 Dec., 1980
3	19 Nov.,'1980	Kaitorima, Taisei-cho, Hokkaido	22 Jan., 1981	Shinori, Hakodate	28 Jan., 1981
4	14 Mar., 1981	Kaitorima, Taisei-cho, Hokkaido	15 Mar., 1981	Shinori, Hakodate	15 Mar., 1981
5	14 Mar., 1981	Kaitorima, Taisei-cho, Hokkaido	22 Mar., 1981	Shinori, Hakodate	24 Mar., 1981

のほか比較のためにエゾイシゴロモを熱湯に浸して全体を枯死させたもの（枯死体）と一部だけを枯死させたものを用意し，またこれらとともに採集地長磯の海底の岩石小片やスライドグラスも基質として用いた。一方，5個の大型シャーレ（径 15 cm，高さ 3.5 cm）に加熱滅菌海水を満たし，シャーレ毎に同種類の基質を数個ずつ入れ，エゾイシゴロモと岩石の容器には光学顕微鏡で発芽の状態を調べるためにスライドグラスも一緒に入れておいた。これとは別にマコンブから遊走子の放出をはかり，各シャーレに胞子液をスポイトで 20 ml ずつ滴下し，遊走子の均一な付着を確認してから海水を培養液と交換した。実験は5回行ない，それぞれの材料と播種の資料は表1に示した。そのいずれの場合も遊走子付着後 10°C で 4,000 lux（実験 1, 2, 3）と 1,000 lux（実験 4, 5）のもとで約2ケ月半培養を継続し，発芽の状態を実体顕微鏡と走査型電子顕微鏡で観察した。また 1,000 lux で培養しているエゾイシゴロモの生きているものと枯死体のそれぞれ1片を実験開始後1ケ月目及び2ケ月半目に海水ホルマリンで固定してパラフィン切片を作り，それらに着生している芽胞体について調べた。培養はサンヨーインキュベーター MIR-550 型で行ない，白色螢光灯を光源として1日 12 時間照明した。培養液は ESI 強化海水を用い，培養開始3日目に1回，それ以降は1週間毎に 250 cc の全量を換水した。走査型電子顕微鏡による観察に際しては日本電子 SEM-25 を使用し，試料は 2.5% グルタルアルデヒド及び 1% オスミウム酸による二重固定の後，JCPD-3 臨界点乾燥装置を用い金パラジウム蒸着を行なって作製した。

結　　果

マコンブの遊走子は付着後，照度の如何にかかわらず同じ経過で発芽したが，芽胞体の出現や生長は 1,000 lux よりも 4,000 lux の方が早かったので，発芽の初期に関しては 4,000 lux で培養したものを調べた。また低照度で珪藻その他の着生が少なかったので，培養開始後1ケ月以降の芽胞体の観察には 1,000 lux で培養したものを用いた。培養 17 日目までの結果を表2に示したが，光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡での結果も加えてそれらの詳細を述べる。遊走子は付着後 24 時間位で鞭毛を失って球形になり，直径 5 μm 程度の胚胞子になった。48 時間後にはその一部から発芽管を出し，やがて先端部が膨出して新細胞となり胚胞子の内容が移行し，3日後には亜鈴状を呈するようになった。この頃までは発芽体の数や発生の状態は基質によって余り変化は見られなかった（図 1, 2, 3）。しかし，その後生きているエゾイシゴロモの体表面上では発生が進まず，13 日目になっても胚胞子のままか亜鈴状期のものばかりであった（図4）。その上日数の経過とともに発芽体の数も減少して 17 日目にはほとんど皆無になり，生きているエゾイシゴロモでは縁辺部や破砕した側面に若干の生長の悪い芽胞体が見られたにすぎなかった（図7, 9）。一方，枯死体，岩石及びスライドグラスの上ではそのま

Table 2. *Number of gametophytes and sporophytes of* Laminaria japonica *which germinate on living* Lithophyllum yessoense *and microscope slides.*

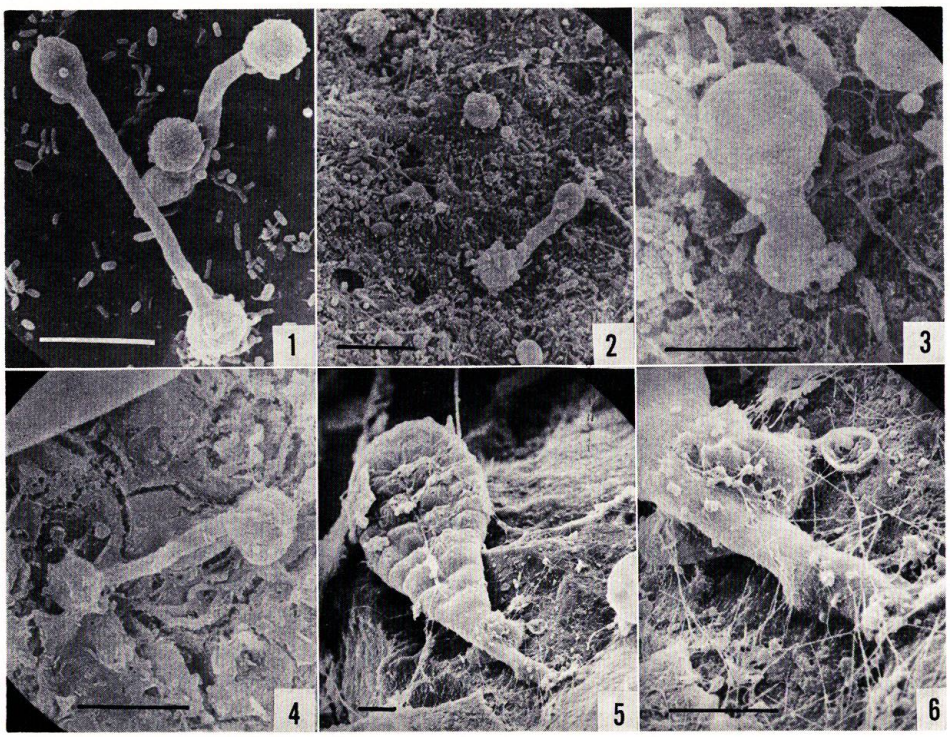
Culture age (days)	*Lithophyllum yessoense*		Microscope slide	
	Gametophytes/ mm²**	Sporophytes/ mm²**	Gametophytes/ mm²**	Sporophytes/ mm²**
3	1104	0	423	0
6	940	0	104	0
13	517	0	0	66
17	0	(4)*	0	33

* A figure enclosed in parenthes is the number of sporophytes growing on microscope slides in the same culture vessel.

** Data are the average of five determinations. Observation was made by the .scanning electron microscope.

ま順調に経過し，新細胞は発芽管との間に隔壁を生じ，ひき続いて細胞分裂がおこって雌雄両配偶体が識別出来るに至った。芽胞体は8日目に認められ，その後も多数の芽胞体が見られた（図8）。芽胞体は生卵器の開口部に付着したまま発芽し，生卵器が基質に接している底部周辺では粘質物が見られた（図10）。またその後，仮根が生じてその先端部でも同様に粘質物を分泌し基質に密着していた（図5, 6）。

一部を枯死させたエゾイシゴロモを10日目以降に実体顕微鏡で観察したところ，枯死部では芽胞



Figs. 1–6. SEM micrographs of *Laminaria japonica* in culture. Figs. 1–2, 4–6, scale=10 μm. Fig. 3, scale=5 μm.

Fig. 1. Three-day-old germlings on microscope slide, showing dumbbell stage.

Fig. 2. Three-day-old embryospores and germling at the dumbbell stage on living *Lithophyllum yessoense*.

Fig. 3. Three-day-old embryospore on dead *Lithophyllum yessoense*.

Fig. 4. Thirteen-day-old germling on living *Lithophyllum yessoense*, showing dumbbell stage.

Fig. 5. Thirteen-day-old sporophyte on rock.

Fig. 6. Enlargement of a part of the same sporophyte as above, showing rhizoid.

Figs. 7–10. SEM micrographs of *Laminaria japonia* in culture. Fig. 7, scale=50 μm. Figs. 8–10, scale=10 μm.

Fig. 7. Seventeen-day-old sporophyte on the margin of thallus surface of living *Lithophyllum yessoense*.

Fig. 8. Seventeen-day-old sporophyte on dead *Lithophyllum yessoense*.

Fig. 9. Seventeen-day-old sporophyte on the thallus side formed when living *Lithophyllum yessoense* was smashed.

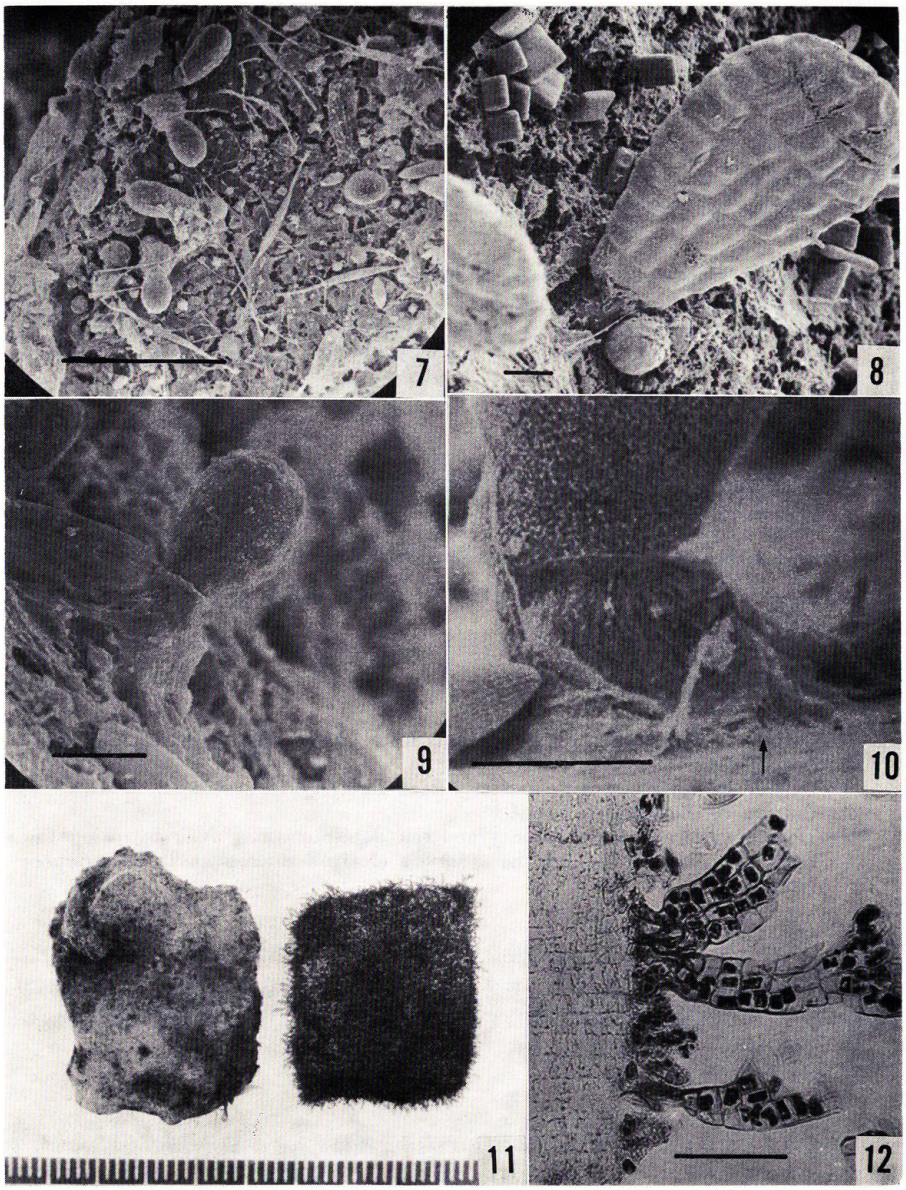


Fig. 10. Basal part of seventeen-day-old sporophyte on microscope slide, showing mucilage (arrow).

Fig. 11. Comparison of the culture of *Laminaria japonica* on the fifty-fifth day after the commencement of germination on two substrata, living (left) and dead (right) *Lithophyllum yessoense*. One interval of scale=1 mm.

Fig. 12. Light micrograph of one-month-old sporophyte of *Laminaria japonica* in culture on the thallus side of dead *Lithophyllum yessoense*. Scale=50 μm.

体が順調に生育していたのに対し，生きている部分でも数こそ少なかったが生長の遅れた発芽体を見ることができた。そこで40日目になって幼芽を20個体ずつ剝がして体長の平均を比較したところ，生きている部分の体表面で 1.2 mm，枯死部で 3.0 mm，同一容器内のスライドグラスでは 2.8 mm であって，生きている部分の幼芽の生長がはるかに劣っていることが判明した。

55日目の各基質上のマコンブ幼芽の着生数を表3に示す。スライドグラス，岩石，枯死体の上にはいずれも幼芽が多数生育していたが，生きているエゾイシゴロモやそれとともに入れられたスライドグラスの上では僅少であった（図11）。パラフィン切片でも，生きているエゾイシゴロモに芽胞体は

Table 3. *Number of sporophytes of* Laminaria japonica *growing on various substrata after 55 days culture.*

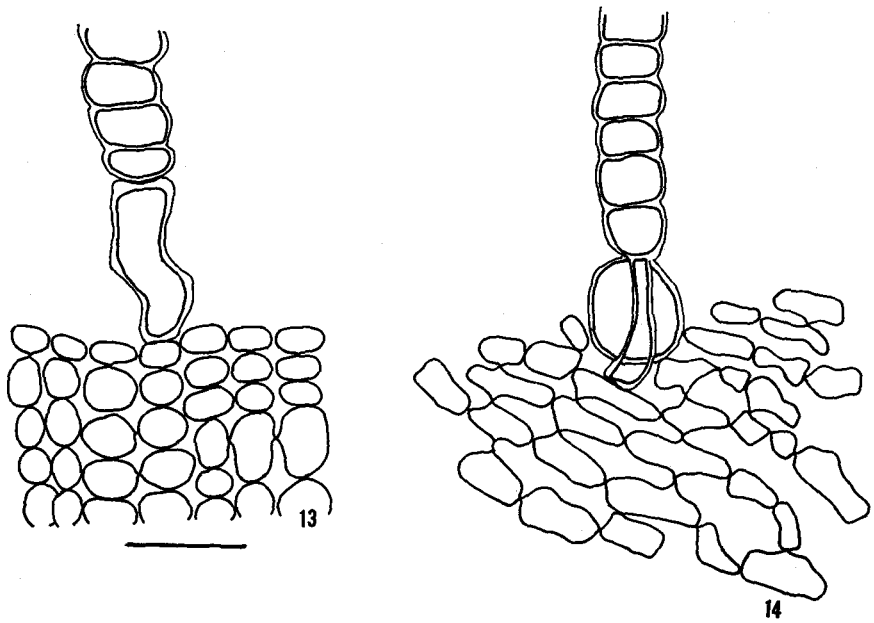
Substrata	Microscope for observation	Sporophytes/mm²****
Living *Lithophyllum yessoense*	SEM	0
Microscope slide*	LM	0.6
Dead *Lithophyllum yessoense*	SEM	109
Microscope slide*	LM	28
Microscope slide A**	LM	4
Rock	SEM	32
Microscope slide*	LM	52
Microscope slide B***	SEM	43
	LM	47

* Culture in the vessel with living and dead *Lithophyllum yessoense* and rock, respectively.
** Culture in the vessel with partially dead *Lithophyllum yessoense*.
*** Culture in the separate vessel.
**** Data are the average of twenty and ten determinations done by using the light microscope (LM) and the scanning electron microscope (SEM), respectively.

ほとんど見られないが，枯死体には多数着生していた（図12）。芽胞体は前述した様に中空になった生卵器の開口部に付着し，生卵器の底面がエゾイシゴロモの表層細胞の上に接していた（図13）。また仮根が生じるとその先端部も基質に接着して付着面積を拡大しているのが観察された（図14）。

考　　察

生きているエゾイシゴロモの表面にマコンブの遊走子を播種すると，他の基質と同じく十分な付着数が観察されるにもかかわらず，配偶体は成熟するに至らずに脱落して2週間余りでほとんど見られなくなる。しかし，エゾイシゴロモ枯死体の表面では岩石やスライドグラスの場合と同様にマコンブは配偶体を経て胞子体となり順調に生育する。また，生きているエゾイシゴロモの場合でも表面縁辺部や側面には生長の遅れたマコンブ胞子体が若干見受けられたが，これは基質を破砕して実験に供した際に組織の一部が損傷したためとも考えられる。これらのことからエゾイシゴロモが生きている場合には表面に付着しているマコンブの発生を遅らせたり，これを表面から排除する作用が存在する可能性もある。Adey[8] はキタイシモ属 *Clathromorphum* 2種において，中層上端にある分裂細胞による介生生長の結果，表層細胞が生産されるにもかかわらず表層の厚さが一定に保たれる理由として，



Figs. 13–14. Camera lucida drawing of *Laminaria japonica* in culture. Scale=20 μm.
Fig. 13. One-month-old sporophyte on the thallus surface of dead *Lithophyllum yessoense*, showing empty oogonium.
Fig. 14. Seventy-five-day-old sporophyte on the thallus side of dead *Lithophyllum yessoense*, showing empty oogonium and rhizoid.

表層の表面が少しずつ剝落することを推測している。エゾイシゴロモの表層も多細胞からなり[9]，表層細胞の上にマコンブの生卵器の底部や仮根の先端が密着しているので，エゾイシゴロモが生きている場合には表層上部の剝落とともにマコンブの配偶体や胞芽体も体表面から排除されるものと思われる。このことは Filion-Myklebust and Norton[10] が褐藻 *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. の表層が剝落するために着生植物の汚染がないとの事実を明らかにしていることからも十分考えられることであるが，今後更に詳しく調べる必要がある。

また本実験ではマコンブの生卵器の底部や仮根の先端部に粘質物を認めることができた。これと同様な粘質物の分泌は *Laminaria digitata* (Huds.) Lamour. の幼体の付着器から生じた仮根の先端にも見られたことを Tovey and Moss[11] が報告しているが，彼等はこの粘質物が基質への接着に関与していると考えた。今回の観察でこのような粘質物を発生の極く初期の芽胞体も分泌していることを確かめえた。

文　　献

1) 岡村金太郎 (1908). 伊豆沿岸テングサの減少する原因を論じ磯焼に及ぶ（予報）. 水産研究誌. **3**, 131–136.
2) 山田幸男 (1955). 沿岸に於ける水産物増産を阻害する石灰藻の繁殖防止. 農林漁業技研費補助金による試験研究結果報告書（謄写）. 60 p.
3) 正置富太郎・秋岡英承 (1980). 北海道における磯焼の現状について. 育てる漁業研究会別刷. 1–19.
4) 岡村金太郎・田子勝弥 (1915). 青森県下北郡磯焼調査. 青森県内務部. 1–16.

5) 田村 正 (1951). 磯焼対策の重要性. 北水試月報. 8, 28–36.
6) Ohmi, H. (1951). Studies on *Isoyake* or "decrease of seaweeds" along the coast of northern Japan. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **2**, 109–117.
7) Noro, T., Masaki, T. and Akioka, H. Studies on ecology and seasonality of crustose coralline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales) in southern Hokkaido, Japan. *Bot. Mar.* (投稿中)
8) Adey, W.H. (1965). The genus *Clathromorphum* (Corallinaceae) in the Gulf of Maine. *Hydrobiologia* **26** 539–573.
9) Adey, W.H., Masaki, T. and Akioka, H. (1974). *Ezo epiyessoense*, a new parasitic genus and species of Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Phycologia* **13**, 329–344.
10) Filion-Myklebust, C. and Norton, T.A. (1981). An anti-fouling mechanism in *Ascophyllum nodosum Br. phycol. J.* **16**, 135.
11) Tovey, D.J. and Moss, B.L. (1978). Attachment of the haptera of *Laminaria digitata* (Huds.) Lamour. *Phycologia* **17**, 17–22.