

海洋深層水をかけ流した磯焼け地帯転石の 植生回復 II

Algal Recovery on Coralline-covered Cobbles Collected
from an Urchin-dominated Barren Ground in Flowing Deep-sea Water II

藤田 大介

Daisuke FUJITA

Abstract

Subtidal rocky coasts of southwestern Hokkaido are known as long-standing urchin-dominated barren grounds where hard substrata are extensively covered with nongeniculate coralline algae (NCA). In the previous study, the NCA-covered cobbles collected from one of the barren grounds (3 m in depth) were colonized by kelp and other algae when kept in an aquarium with snails in flowing warmed deep-sea water (w-DSW) of Toyama Bay (11 °C). In the present study, NCA-covered cobbles and crusts of *Lithophyllum yessoense* (dominant NCA) were kept in flowing w-DSW after zoospores of the kelp *Laminaria religiosa* were settled. In the snail treatment, these substrata remained free from diatoms by snail grazing; kelp and other macroalgae appeared from various refuges on cobbles (e.g., undersides of cobbles, interspaces between NCA crusts or their protuberances and bases of rudimental macroalgal tufts) but not on NCA crusts. In control, diatom heavily colonized the cobbles and NCA crusts resulting in few growths of kelp; sporelings of *L. yessoense* were trapped in the 'diatom mats', which may inhibit their recruitment. In another experiment, NCA-covered cobbles collected from deeper barren bottom (7 m in depth, boundary between hard and soft substrata) were kept in w-DSW without settling kelp zoospores. As the result, *Undaria pinnatifida* and *Costaria costata* as well as *L. religiosa* appeared in the snail treatment while a few *L. religiosa* appeared in control. Appearance of a total of 22 species of macroalgae on NCA-covered cobbles in a series of studies strongly suggests that potential algal vegetations (e.g., growth-suppressed sporelings) are widespread in the barren ground and can be facilitated when nutrients and moderate grazer (diatom remover) are present. Although supply of kelp zoospores facilitates kelp recovery, multi-species bed formation should be aimed for the maintenance of stable community because macroalgal tufts function as refuges of kelp.

Key Words: *Algal recovery, coralline algae, nutrients, potential algal vegetation, urchin-dominated barren ground*

要 旨

北海道南西岸の磯焼け地帯で採集した転石（無節サンゴモが被覆）やエゾイシゴロモ（無節サンゴモの1種、岩から剥がした藻体）を屋外水槽各1基（コシダカガンガラ10個体を入れた小型巻貝区と入れない対照区）に入れ、11℃に加温した富山湾深層水（取水水深321m）をかけ流して植生変化を調べる2実験を行った。最初の実験では予め転石やエゾイシゴロモ（水深3mから採集）の表面にホソメコンブの遊走子を播種してその生育状況を観察した。小型巻貝区では、転石の裏側、無節サンゴモの間隙・突起間あるいは小型海藻の基部にホソメコンブが繁茂したのに対して、

エゾイシゴロモは表面が貝に嘗め尽くされてホソメコンブは全く生えなかった。対照区では転石、エゾイシゴロモともにホソメコンブが生えたが、付着珪藻の繁茂が著しいために生育密度は低かった。2回目の実験では、深所（水深7m、岩盤と砂地との境界）の転石におけるコンブ等発芽体の有無を確かめるために、コンブ遊走子の播種を行わずに小型巻貝区と対照区の実験区を設けて観察した。その結果、小型巻貝区ではホソメコンブに加え、ワカメやスジメが出現したが、対照区でもホソメコンブが若干出現した。前報も含めた一連の実験により転石や貝殻の表面で合計22種に及ぶ海藻の生育が確認されたことから、北海道南西岸の磯焼け地帯には広くコンブなどの潜在的植生（成長が抑制された発芽体）が存在し、これらの海藻は成長に必要な栄養塩や付着珪藻を除去する植食動物が存在すれば繁茂できると考えられる。コンブ遊走子の供給はコンブ群落の回復の機会を増やすことになるが、小型海藻の茂みがコンブの避難領域となることから考えると、安定した群落の維持を図るためには複数種からなる群落の構築を検討すべきである。

キーワード：ウニ優占不毛域、栄養塩、サンゴモ、植生回復、潜在的植生

緒 言

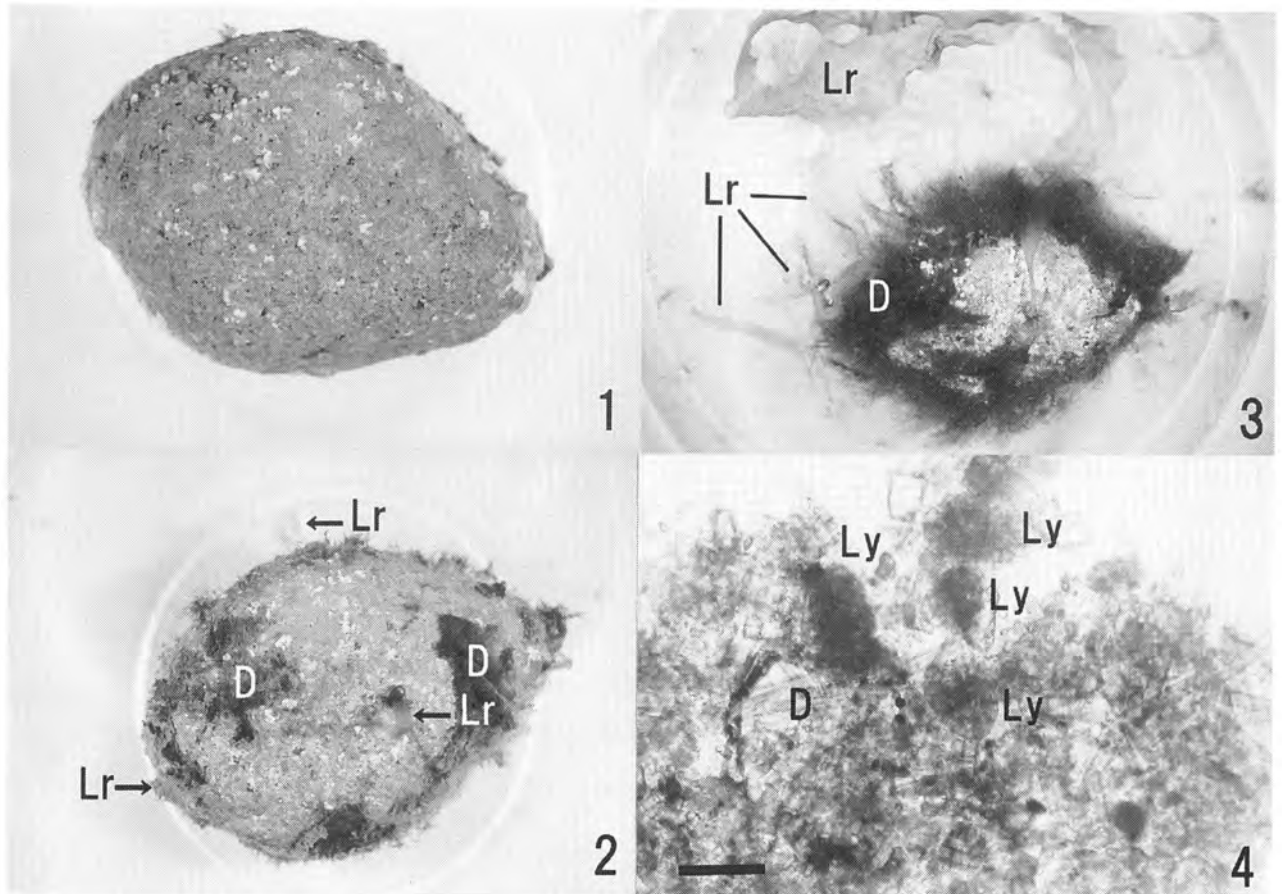
著者は、北海道南西岸の磯焼け地帯、すなわち、ホソメコンブ *Laminaria religiosa* やワカメ *Undaria pinnatifida* などの有用海藻が減産し、キタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* と無節サンゴモが被い続けている岩礁域で生態学的研究を行ってきた（藤田, 1996, Fujita, 1998）。先般、この磯焼け地帯の海底（水深3m）で無節サンゴモが覆った転石を採集し、小型巻貝の入った水槽（小型巻貝区）と入っていない水槽（対照区）に沈め、清浄で栄養塩の豊富な海洋深層水（11℃に加温）をかけ流す実験を行ったところ、対照区では転石が付着珪藻によって密に被われたのに対し、小型巻貝区では付着珪藻が貝のグレージングによって除去され、ホソメコンブ、ダルス *Palmaria palmata*、マクサ *Gelidium elegans*、イソイワタケ *Ralfsia verrucosa* など種々の海藻が成長した（藤田, 2001）。その後、同じ磯焼け地帯の海底から転石および優占種となっている無節サンゴモの1種エゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense*（Noro et al., 1983, 藤田, 1989, 1996）を採集し、予めホソメコンブの遊走子を播種してから加温した海洋深層水をかけ流す実験を行った。また、同じ地先の深所（水深7m、岩礁と砂地の境界）から採集した転石についても海洋深層水のかけ流し実験を行い、各種の海藻が出現するかどうかを確かめた。ここではこれらの実験の結果について報告するとともに、前報の結果と併せて、磯焼け地帯における海藻の避難領域や潜在

的植生について考察を行った。

材料と方法

無節サンゴモ（数種を含む）に被われた転石（以下、単に転石という）、エゾイシゴロモおよび小型巻貝の1種コシダカガンガラ *Omphalius rusticus* は、すべて北海道久遠郡大成町長磯の磯焼け地帯で採集し、富山県水産試験場に持ち帰って実験に供した。実験は、前報（藤田, 2001）と同様に、コシダカガンガラ10個体を入れた水槽と入れない水槽（29×44×28 cm、アクリル製）各1基に転石やエゾイシゴロモ（岩から剥がした藻体）を沈め、富山湾深層水（取水水深321 m、水温12℃に加温）をかけ流して行い、各基質上の植生の変化を1～2週間に1回観察した。

最初の実験は、2000年11月1日に水深3m（前報と同じ水深）で採集した材料を用い、水槽実験に先立って転石とエゾイシゴロモの表面にホソメコンブの遊走子を播種し、転石に着生していた海藻の出現状況とともにホソメコンブの生育状況を確認できたのは、直径1 mm未満のイソイワタケ、全長1 cm未満のマクサ（匍匐枝）、コザネモ *Symphyocladia marchantioides* およびハネソゾ *Laurencia pinnatifida*（いずれも発芽体）の4種であった。ホソメコンブの遊走子は、大成町水産種苗センター（大成町貝取瀬）で海水を満たしたクーラーボックス（40×40×70 cm）の中に転石とエゾイシゴロモをホソメコンブ成熟体約200 g（汀線



Figs. 1-4 Algal recovery on a coralline-covered cobble kept in control aquarium after *Laminaria religiosa* zoospores were added. D: diatoms; Lr: *Laminaria religiosa*; Ly: *Lithophyllum yessoense*

Fig. 1 A NCA-covered cobble of 11 cm in diameter (at the beginning).

Figs. 2 & 3 Colonization by diatom and appearance of few juveniles of *L. religiosa* (after 2 and 4 months, respectively).

Fig. 4 Germlings (60-100 μm in diameter) of *Lithophyllum yessoense* entangled in 'diatom mat' which overgrew their parental crust. (Bar = 100 μm)

付近から採集)とともに入れて一晩放置して播種した。播種した材料は、海水を交換してから貝と分けてクーラーボックスに収容し、富山県水産試験場に持ち帰って上記の水槽2基にそれぞれ転石3個、エゾイシゴロモ3個体を沈めて実験を開始した。なお、採集時期の11月はエゾイシゴロモの成熟期に相当することがNoro *et al.* (1983)により明らかになっているので、水槽内で本種の発芽体の出現状況も調べた。その後、2001年3月にはホソメコンブが繁茂して水槽内に収容しきれなくなったので、観察を打ち切り、別水槽に移した。

2回目の実験は2001年11月1日に同じ地先の水深7m(岩盤・転石地帯と砂地との境界付近)から採集した転石と貝を用いて行った。採集した転石は海底で直ちにチャック式ビニール袋に1個ずつ

収容し、岸まで泳いで戻る間にコンブ遊走子などが新たに付着しないように細心の注意を払った。この実験は、前報(藤田, 2001)と全く同様に、すなわち、コンブ遊走子の播種などを行わずに、持ち帰った転石をそのまま水槽2基(小型巻貝区と対照区)に3個ずつ沈めて2002年3月まで観察を続けた。

結 果

1. ホソメコンブ遊走子を播種した実験

対照区 1カ月後、前報(藤田, 2001)と同様、転石、エゾイシゴロモおよび水槽の内壁面を付着珪藻が著しく被った。付着珪藻は鎖状の群体を形成する種類が互いに絡み合い、単体の種類も混じってマット状となった。2カ月後、無節サンゴモ以外にほとんど海藻の着生が見られなかった転石(Fig. 1)の

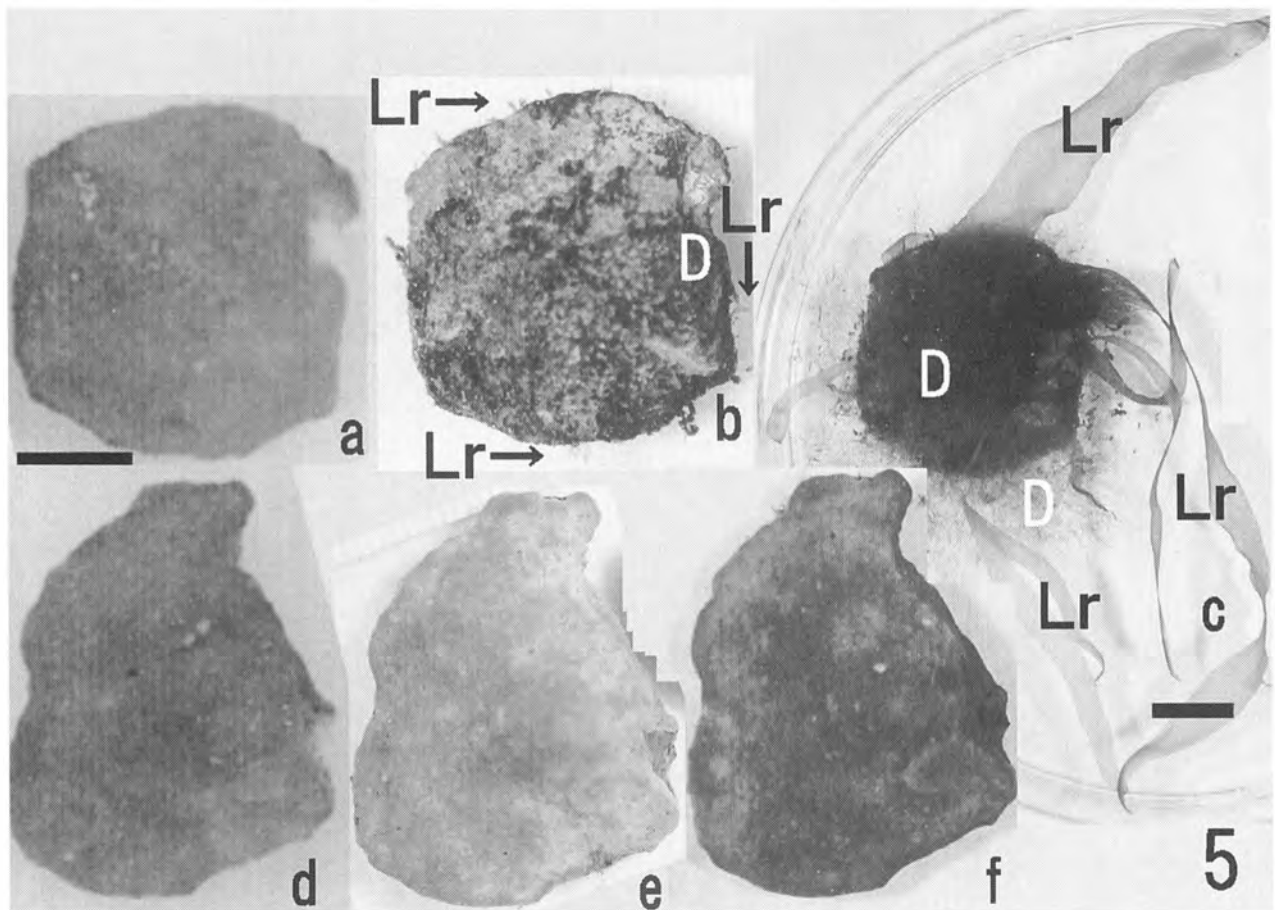


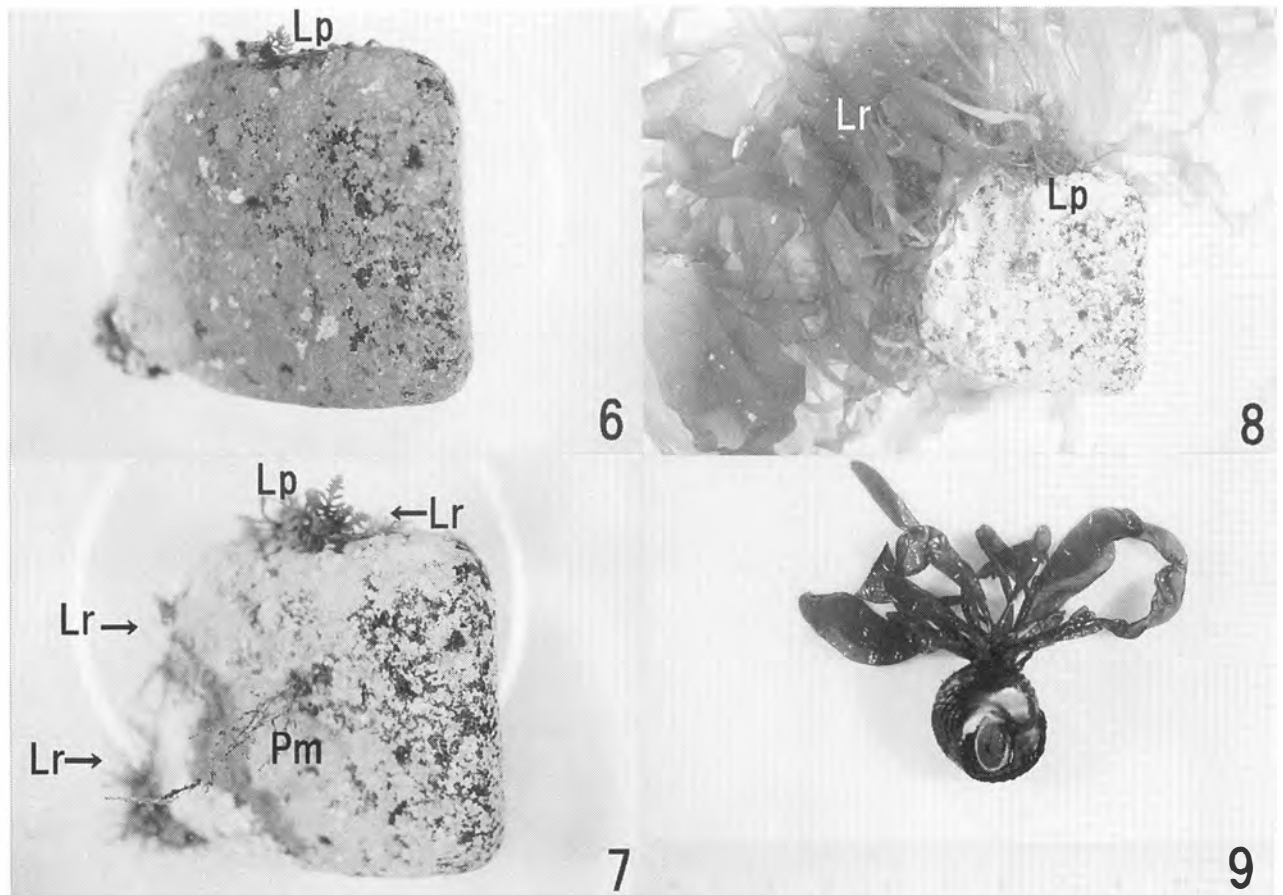
Fig. 5 Growth of kelp and/or diatoms on crusts of *Lithophyllum yessoense* in control aquarium (a-c) and snail treatment (d-f) after *Laminaria religiosa* zoospores were added. D: diatoms; Lr: *Laminaria religiosa*. Bars = 1 cm (bar in a is common to b and d-f).

a: a clean crust at the beginning; b: colonization by diatoms and appearance of *L. religiosa* juveniles after 2 months; c: Growth of *L. religiosa* and diatoms after 4 months; d: a clean crust at the beginning; e & f: a crust kept clean by snail grazing after 2 and 4 months, respectively.

上には全長 1～2 cm のホソメコンブが認められるようになり (Fig. 2), 4 カ月後にはいずれも全長 50 cm を超えケウルシグサ *Desmarestia viridis* も出現した (Fig. 3). ホソメコンブは 3 個の転石すべてで認められ, 付着珪藻の被覆が比較的少なかった転石の裏面や側面に多く着生していた. これらの場所にはコザネモとモロイトグサ *Polysiphonia morrowii* の直立体も認められた. なお, 転石の上をマット状に被った珪藻の一部を採取して光学顕微鏡で観察した結果, エゾイシゴロモの発芽体が多数捕捉されていた (Fig. 4). しかし, 対照区の水槽内では, 実験期間中, 水槽の壁面, 転石およびエゾイシゴロモの表面に新規加入個体が全く認められなかった. エゾイシゴロモでは, 縁辺部にホソメコンブが出現したが, 2 ヶ月後で全長 2 mm, 4 カ月後でも全長 10 cm に留まった (Fig. 5a-c).

小型巻貝区 小型巻貝区では珪藻はほとんど出現せず, 2 カ月後, 無節サンゴモ以外にほとんど海藻の着生が見られなかった転石 (Fig. 6) から, 全長 1～2 cm のホソメコンブが出現し (Fig. 7), 4 カ月後にはいずれも全長 50 cm を越えた (Fig. 8). 3 個の転石の間ではホソメコンブの生育状況に違いは認められなかった. コシダカガンガラ貝殻の表面にはヘラリュウモン *Dumontia simplex* が出現した (Fig. 9).

コンブ以外では, 実験開始時に肉眼で微小藻体が確認されていたマクサ, ハネソゾ, コザネモに加えてモロイトグサが伸び, 殻状のイソイワタケも面積を広げた. ホソメコンブの幼体やその他の海藻は, 無節サンゴモ間の間隙 (岩の露出面) (Fig. 10), 転石の裏面 (Fig. 11), 突起を有する無節サンゴモ (ヒライボ *Lithophyllum okamurae* やミヤベオコシ



Figs. 6-9 Algal recovery on a coralline-covered cobble and a snail shell kept in snail treatment after *Laminaria religiosa* zoospores were added. Lp: *Laurencia pinnatifida*, Lr: *Laminaria religiosa*, Pm: *Polysiphonia morrowii*.
 Fig. 6 A NCA-covered cobble of 10 cm in diameter (at the beginning).
 Figs. 7 & 8 Growth of *L. religiosa* and *L. pinnatifida* (after 2 and 4 months, respectively).
 Fig. 9 Growth of *Dumontia simplex* on shell of a snail, *Ompharius rusticus* (after 4 months).

Lithothamnion japonicum) の突起間 (Fig. 12 ~ 13) および転石に着生していた小型紅藻の基部 (Fig. 14) から出現した。

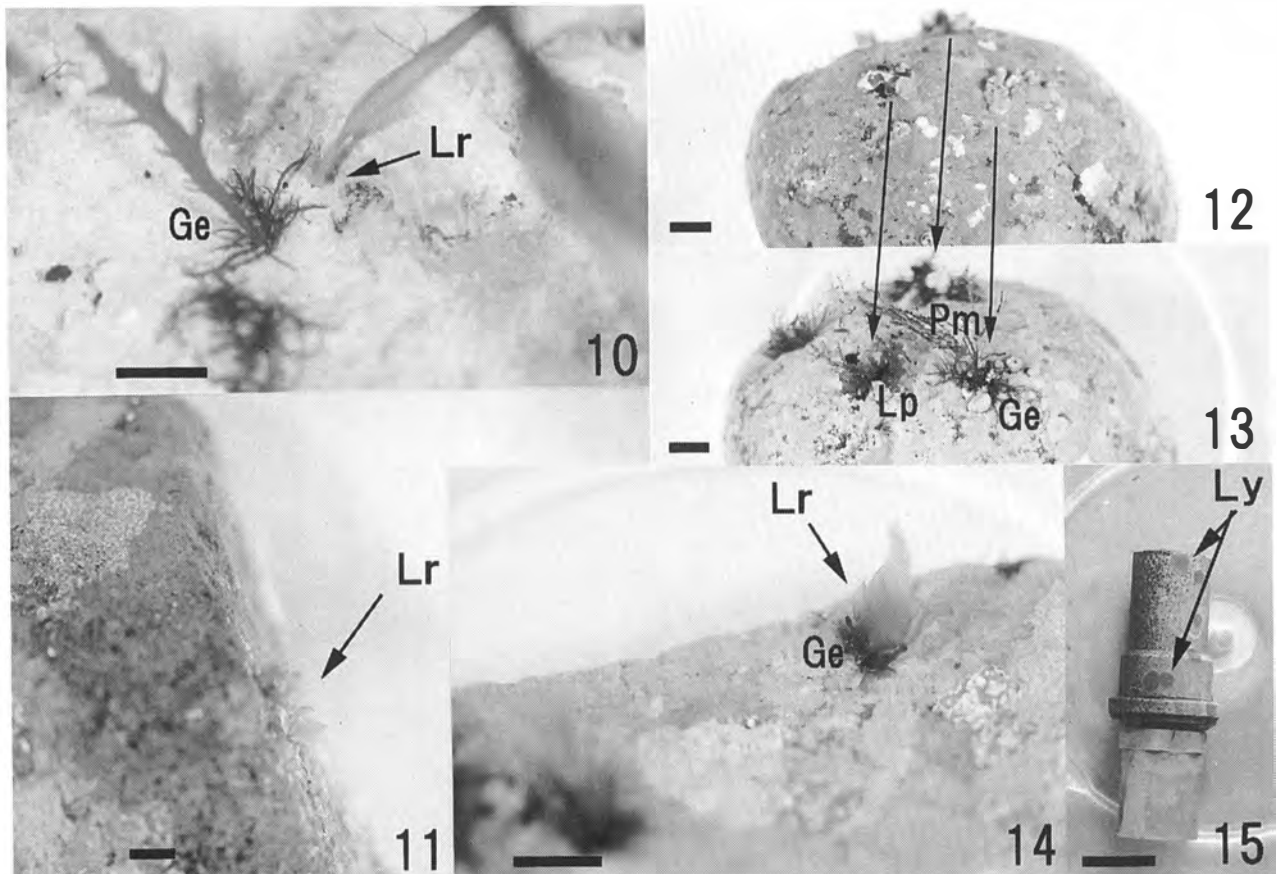
エゾイシゴロモについては、1 ヶ月後以降、表面がコシダカガンガラにきれいに舐め削られており、ホソメコンブは4カ月経過した後も全く出現しなかった (Fig. 5d-f)。なお、小型巻貝区では、水槽の排水管 (水槽内に突き出た部分) の裏側でエゾイシゴロモの発芽体を少なくとも10個体確認することが出来た (Fig. 15)。

なお、2001年3月以降、対照区、小型巻貝区ともに、転石上のホソメコンブの繁茂が著しくなり、水槽内に収まらなくなったため、別のFRP水槽 (2.5トン) に移して培養 (水温3℃の深層水原水をかけ流し、小型巻貝は添加せず) を続けたところ、2001年12月にはいずれのホソメコンブも全長1mを超え、対照区の各転石では7~23本 (平均

14本)、小型巻貝区の各転石では43~75本 (平均58本) を数えることが出来た。12月にホソメコンブが繁茂した転石の写真は藤田 (2002) に示したので、ここでは省いた。

2. 深所 (水深7m) から採集した転石

実験開始時の様子を Fig. 16 に示した。実験の経過は先の2実験と同様で、1カ月後 (1月)、対照区では付着珪藻が水槽の内壁面や転石を密に被ったが、小型巻貝区ではコシダカガンガラのグレージングによって珪藻が除去され、内壁面や転石の表面はきれいに保たれていた。しかし、その後、両区ともホソメコンブほかの海藻が出現し始め、4カ月後 (3月) の実験終了時には、対照区でホソメコンブ、ケウルシグサ、ボウアオノリ *Enteromorpha intestinalis* およびコザネモ (Fig. 17)、小型巻貝区では、ホソメコンブ、ワカメ、スジメ *Costaria*



Figs. 10-15 Marine algal refuges and recruits of *Lithophyllum yessoense* in snail-treatment. Bars = 1 cm Ge: *Gelidium elegans*; Lp: *Laurencia pinnatifida*; Lr: *Laminaria religiosa*; Pm: *Polysiphonia morrowii*.

Fig. 10 Interspaces between NCA crusts where *Laminaria religiosa* and *Gelidium elegans* grew after 2 months.

Fig. 11 Backside of a cobble where juveniles of *L. religiosa* grew after 4 months.

Fig. 12 Protuberant NCA *Lithophyllum okamurae* allowing the growth of rudimental thalli of *Gelidium elegans* (at the beginning).

Fig. 13 Juveniles of *G. elegans* growing from the rudimental thalli shown in Fig. 12 after 2 months.

Fig. 14 Small tufts of *G. elegans* in which *L. religiosa* grew after 2 months.

Fig. 15 Recruits of *L. yessoense* appeared on the backside of a drainage pipe protruded inside the snail aquarium after 4 months (See Fig. 16 for the reference of location).

costata, ケウルシグサ, カヤモノリ *Scytosiphon lomentaria*, ボウアオノリが出現した (Fig. 18). ホソメコンブの生育が認められた転石は、対照区では3個のうち1個、小型巻貝区では3個のうち2個であったが、すべての転石に何らかの海藻の生育が認められた。なお、小型巻貝区のコシダカガンガラの貝殻から生えた海藻はダルスだけであった。

考 察

先の実験 (藤田, 2001) と今回報告した2実験により、北海道南西岸の磯焼け地帯で採集した合計18個の転石および合計30個体の小型巻貝の殻から、ホソメコンブやワカメを含む22種の海藻

(Table 1) の生育を確認した。採集地の大成町沿岸 (海岸線延長29 km) では漸深帯上部～潮間帯 (波浪の影響下にあり、静穏時以外はキムラサキウニが近寄らない水深帯) を中心に128種の海藻が生育し、キムラサキウニが高密度に分布する漸深帯下部 (概ね水深2 m以深) の海藻植生は貧弱である (藤田, 1989, 1996)。一連の実験で、合計1 m² にも満たない磯焼け海底の基質 (実験に用いた転石の表面積を200 cm² × 3個 × 3回、貝殻上面の表面積を7 cm² × 10個体 × 3回としても約0.57 m²) から町沿岸生育種の17%に相当する種類数の海藻が潜在的植生として確認されたことになる。特に、浅所 (水深3 m, 岩盤・転石地帯) の転石や貝

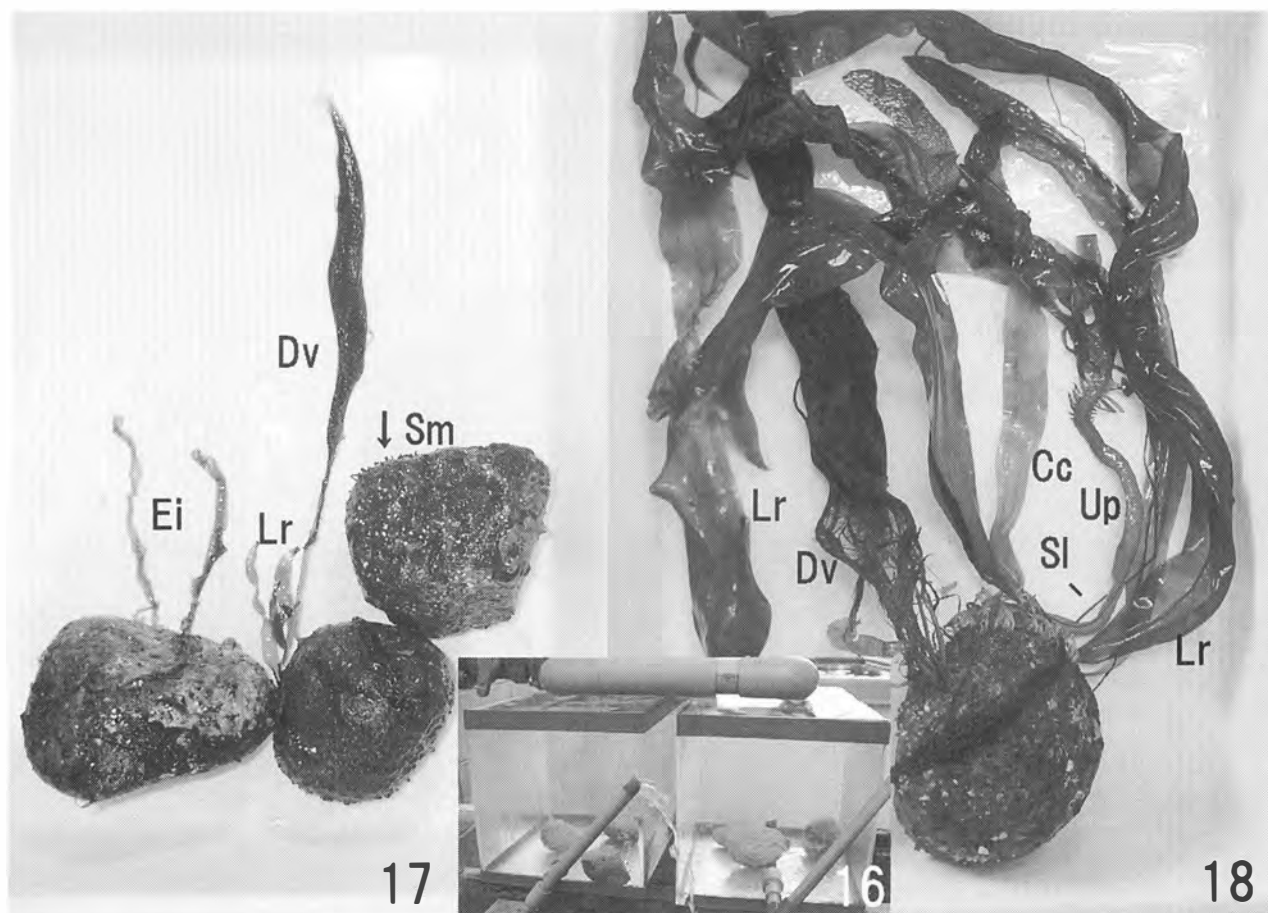


Fig. 16-18 Algal recovery on coralline-covered cobbles collected from deeper barren bottoms (7 m in depth, boundary between hard and soft substrata). Cc: *Costaria costata*; Dv: *Desmarestia viridis*; Ei: *Enteromorpha intestinalis*; Lr: *Laminaria religiosa*; Sl: *Scytosiphon lomentaria*; Sm: *Symphyocladia marchantioides*; Up: *Undaria pinnatifida*.

Fig. 16 Initial states of experimental aquaria (left: control, right: snail treatment).

Fig. 17 Algal recovery on cobbles in control aquarium (after 4 months).

Fig. 18 Algal recovery on a cobble in snail aquarium (after 4 months).

だけでなく、深所（岩盤と砂地との境界、水深 7 m）の転石からもホソメコンブなどの海藻が生えたことから、この沿岸の磯焼け地帯ではウニや貝のグレージングを免れた海藻の潜在的植生が広く分布していると考えられる。

前報（藤田，2001）では、貝の殻の表面、転石の裏側、無節サンゴモの藻体間（僅かに露出した岩面）あるいは無節サンゴモ突起間の間隙（無節サンゴモの藻体上）から種々の海藻が繁茂したことから、これらの領域が海藻の発芽体（潜在的植生）をウニや貝などのグレージングから守る避難領域（refuge）となっていると指摘した。今回、ホソメコンブ遊走子播種実験によってこれらの避難領域の有効性が確かめられたほか、マクサの匍匐糸やハネソゾの微小発芽体など、他の海藻の基部も避難領域とし

て機能することが新たに判明した。これまでに明らかとなった海藻の避難領域をまとめて Fig. 19 に示した。転石の場合は、岩盤と異なり、裏面も海藻の着生基質となりうるため、海藻の微小期発芽体の避難領域となる部分が多く、潜在的植生が残存しやすいと推察される。実際の海底では、転石の裏側はヒザラガイ類などの植食動物が生活していたり（藤田，1989，1997）、砂に埋没したりしているため、全面的に避難領域として機能するわけではないが、例えば隣接する石や岩盤と接して植食動物が入りこめない狭小の隙間となった場合に有効になる。これまでの転石と海藻植生に関する研究では、海水流動に対する安定性（Littler & Littler, 1984）に関心が払われているが、今後は今回示したような海藻の避難領域という観点からも注目すべきであろう。

Table 1 Macroalgae appeared on cobbles or shells of a snail *Ompharius rusticus* in the deep-sea water running aquarium experiments.

Species	Snail treatment		Control aquarium
	Cobbles	Shells of snails	Cobbles
Green algae			
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	○●	○	●
<i>Cladophora opaca</i>		○	
Brown algae			
<i>Ectocarpus siliculosus</i>		○	
<i>Ralfsia verrucosa</i>	○*◎*	○	(○)
<i>Colpomenia sinuosa</i>	◎		
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	●		
<i>Desmarestia viridis</i>	○◎●		●
<i>Costaria costata</i>	●		
<i>Laminaria religiosa</i>	○◎●	○	◎●
<i>Undaria pinnatifida</i>	●		
Red algae			
<i>Stylonema alsidii</i>	○		
<i>Audouinella</i> sp.	○		
<i>Palmaria malmata</i>		○○	
<i>Dumontia simplex</i>		◎	
<i>Gelidium elegans</i>	○*◎*	○*◎*	(○*)
<i>Chondrus</i> sp.		○	(○)
<i>Antithamnion densum</i>	○		
<i>Ceramium cimbrium</i>	○		
<i>Ceramium kondoii</i>			(○)
<i>Laurencia pinnatifida</i>	◎*		
<i>Polysiphonia morrowii</i>	◎		
<i>Symphyocladia marchantioides</i>	○*◎*		(○*)●*

○ : Species which appeared during the experiment (using materials collected at a depth of 3 m in June) in Fujita (2001) ; ◎ : species which appeared during the experiment (using materials collected at a depth of 3 m in November; *L. religiosa* zoospores were added) in the present study ; ● : species which appeared in the experiment (using materials collected at a depth of 7 m in November) in the present study. * Visible by naked eye at the beginning of culture. () : Erect thalli appeared after introducing snails in the seventh month (Fujita 2001).

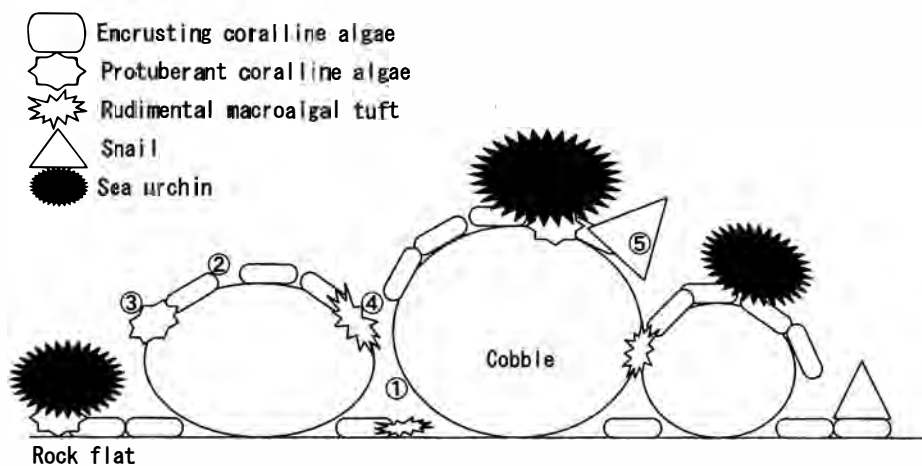


Fig. 19 A schema showing the positions of marine algal refuges (①–⑤) in a barren ground, which were revealed in Fujita (2001) and the present study.

①: undersides of cobbles, ②: interspaces between NCA crusts, ③: interspaces between protuberances of NCA, ④: bases of rudimental macroalgal tufts, ⑤: surface of snail shells.

ところで、磯焼け地帯の海底を被う無節サンゴモのうち、突起を持つ種類（例：ヒライボやミヤベオコシ）と表面が平滑な種類（例：エゾイシゴロモ）ではコンブの着生基質としての適性が全く異なるこ

とが明らかとなった。これらの無節サンゴモはいずれも摂餌刺激物質を含み、忌避作用を示さないために表面が小型巻貝によって摂餌される（Fujita *et al.*, 1992）が、突起をもつ種類では突起間の凹み

が海藻の微小発芽体の避難領域となりコンブなどの海藻を擁するのに対し、表面が平滑な種類の場合には避難領域が存在せず、正置ら（1981）が確認しているようにコンブなどの遊走子が表面に着生しても、実際の海底では今回の実験で示されたように貝（やウニなどの植食動物）によって嘗め尽くされてしまうと考えられる。

なお、付着珪藻の繁茂がコンブなどの海藻の生育を妨げることは前報でも指摘した（藤田，2001）が、今回、エゾイシゴロモから放出された孢子やその発芽体もマット状の付着珪藻に捕捉されることが新たに判明した。栄養塩が十分にあれば、磯焼けの表徴的な存在である無節サンゴモがイソイワタケに置き換わり転石が褐色となる（藤田，2001）のに加え、無節サンゴモの加入（孢子の分散）も抑制される可能性が高い。

一連の実験（藤田，2001，本研究）により、ウニが存在せず、栄養塩とコンブの遊走子が十分に存在する条件が整えば無節サンゴモが被った転石の上にもコンブが十分に生えることは明らかで、磯焼け海域におけるコンブ群落の形成にはウニの除去（吾妻，1997，1999）や栄養条件の改善（施肥）とともに母藻の投入（遊走子の供給）が有効である。栄養塩に富む海洋深層水は磯焼け地帯における藻場造成の手法として期待されているが、施肥の目的で沿岸に直接放水する場合は莫大な量の放水が必要となり、放水後に波浪等の影響により急速に栄養塩が希釈されるので、放水前の陸上での有効活用が望まれる（藤田，2002）。著者ら（松村・藤田，2002）は、切り取ったコンブの葉片に海洋深層水（加温）をかけ流すだけで成熟を誘導できることを明らかにしており、陸上での有効活用ではこのような方法を応用した母藻の大量生産が考えられる。同時に、磯焼け地帯においても、テングサのような小型海藻や突起を有する無節サンゴモがコンブ発芽体の避難領域として機能することから考えると、これらの多年生小型種も含めた複数種の海藻を増やして群落全体の維持を図る方策についても検討を進める必要がある。

謝 辞

実験材料の採集にあたり、ひやま漁業協同組合貝取潤支所と大成町立水産種苗センターの皆様にはご理解とご協力を賜った。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

文 献

- 吾妻行雄（1997）：キタムラサキウニの個体群動態に関する生態学的研究。道水試報，51，1-66。
- 吾妻行雄（1999）：北海道日本海沿岸における藻場修復。84-97 頁，磯焼けの機構と藻場修復，谷口和也編，恒星社厚生閣，東京。
- 藤田大介（1989）：北海道大成町の磯焼け地帯の海藻の分布。南紀生物 31，109-114。
- 藤田大介（1996）：磯焼け。51-86 頁，21 世紀の海藻資源—生態機構と利用の可能性—。大野正夫編，緑書房，東京。
- 藤田大介（1997）：無節石灰藻と有用海藻との競合関係の解明。農林水産技術会議事務局研究成果，317，34-48。
- 藤田大介（2001）：海洋深層水をかけ流した磯焼け地帯転石の植生回復。海洋深層水研究，2，57-64。
- 藤田大介（2002）：海洋深層水と磯焼け研究。海苔と海藻，64，27-32。
- Fujita, D. (1998): Strongylocentrotid sea urchin dominated barren grounds on the Sea of Japan coast of northern Japan. In Mooi, R. and Telford, M. (eds.) Echinoderms: San Francisco. A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 659-664.
- Fujita, D., Y. Iwase and K. Sakata (1992): Coralline algae contain feeding-stimulant glycerolipids for marine gastropods. Bull. Toyama Pref. Fish. Exp. Stn., 3, 1-6.
- Littler, M. M. and D. S. Littler (1984): Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-inter-tidal systems. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 74, 13-34.
- 正置富太郎・藤田大介・秋岡英承（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。北大水産彙報，32，349-356。
- 松村航・藤田大介（2002）：海洋深層水培養コンブの介生生長に基づく自給型アワビ養殖の提案。海洋深層水研究，3，53-63。
- Noro, T., T. Masaki and H. Akioka (1983): Sublittoral distribution and reproductive periodicity of crustose coralline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales) in southern Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 34, 1-10。

（2003. 4. 10 受付，2003. 5. 28 受理）