



REPORT  
OF  
MARINE ECOLOGY RESEARCH INSTITUTE

# 海洋生物環境研究所研究報告

No. 98101

## 北海道南西部沿岸の磯焼け海域に形成される ホソメコンブ群落（予報）

平成 10 年 3 月

March, 1998



# 北海道南西部沿岸の磯焼け海域に形成される ホソメコンブ群落（予報）

道津光生・野村浩貴・太田雅隆・斎藤二郎

## Aspects of the Kelp “*Laminaria religosa* Miyabe” Bed Formation on the Coralline Flats in Southwestern Hokkaido(Preliminary report)

Kousei Dotsu, Hirotaka Nomura, Masataka Ohta and Jiro Saito<sup>1</sup>

Dotsu,K.,H.Nomura,M.Ohta and J.Saito(1998).Aspects of the kelp “*Laminaria religosa* Miyabe” bed formation on the coralline flats in southwestern Hokkaido (Preliminary report).  
*Rep.Mar.Ecol.Res.Inst.*,No.98101:1-16.

**Abstract :** A preliminary survey was conducted for the studies to determine the factors that affect kelp bed formation on the coralline flats in southwestern Hokkaido. The aims of the survey were, (1) to select kelp bed and barren stations for future studies, and (2) to recognize the outline of environmental conditions and community structures of each station. At Sakazuki area, kelp beds were observed on (a) places swell up like “mound”, (b) boulder zone, (c) isolated rocks on sand flat. We selected S-1 on “mound” and S-2 on “boulder” at Sakazuki as kelp bed stations, and S-3 at Sakazuki and T-1 at Tomari as barren stations. The densities of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* and the small turban *Homalopoma amussitatum* in kelp beds (S-1 and S-2) were much lower than at barren stations(T-1 and S-3). The gonad index of the sea urchins, *S.nudus* and *S.intermedius* at Sakazuki (S-1～S-3) were significantly higher than at Tomari(T-1), but differences between three stations at Sakazuki were comparatively low. With those results, we excluded S-3 as a barren station because the sea urchin gonad at S-3 was rich in spite of absence of the kelp, and also excluded S-2 as a kelp station because the topographical feature of the seabed was changed by the hard water movement during the winter. We finally selected S-1 as a representative station of kelp bed and T-1 as a barren station for future studies.

**Keywords :** Coralline flat, Kelp bed, *Laminaria religosa*, *Strongylocentrotus nudus*

<sup>1</sup>株式会社エコニクス (〒004-0015 北海道札幌市下野幌 1-2-14)

ECONIXE Co., Ltd., Shimonopporo 1-2-14, Sapporo, Hokkaido 004-0015, Japan

道津光生・野村浩貴・太田雅隆・齊藤二郎(1998). 北海道南西部沿岸の磯焼け海域に形成されるホソメコンブ群落(予報). 海生研報告, No.98101:1-16.

**要約:** 磯焼けが進行した北海道南西部沿岸の中においても、積丹西岸の盃海域の一部にみられるように、ホソメコンブ群落が形成される場所が存在する。この群落形成要因を探るための調査の事前調査として、調査区候補地点の選定を行い、選定された各候補地点において海域の環境と生物相の概要を把握した。その結果を基に、今後、長期間円滑に調査を実施できるよう、これらの候補地点の中から最終的な調査地点を決定した。調査はコンブ群落が存在する盃海域と磯焼け海域である泊海域で実施した。盃海域において確認したホソメコンブ群落は、(a)周囲よりマウンド状に高くなった岩盤、(b)転石帶、(c)砂地によって周囲から隔離された岩の上に形成されていた。盃海域におけるコンブ群落内の調査候補地点として、マウンド上のS-1、転石帶のS-2、磯焼け場の地点として、盃海域のS-3、泊海域のT-1を選定した。これらの地点は盃川および堀株川に近く、河川水由来の淡水の影響を受けているものと考えられた。またコンブ群落内地点のキタムラサキウニの出現個体数は、磯焼け場の地点と比較してかなり低い値となっていた。また、コンブ群落内のエゾサンショウガイの密度も磯焼け場よりもかなり低くなっていた。ウニ類の生殖巣指数の比較を行った結果、盃海域のS-1～S-3の生殖巣指数は、泊海域のT-1のものよりも明らかに高く、盃海域内の地点間の差は小さかった。S-3は磯焼け地点にもかかわらず、ウニの身入りが良好であったこと、S-2はその後の時化によって海底地形が変化したことから、今後調査を継続する代表地点として不適であると判断した。よって、コンブ群落地点の代表としてS-1を、磯焼け地点の代表としてT-1を選定し、それぞれの調査枠近傍の環境条件や枠内の群集構造の変化、ウニとコンブとの関係等について今後詳細な調査を継続することとした。

**キーワード:** 磯焼け、コンブ群落、ホソメコンブ、キタムラサキウニ

## 目 次

I. まえがき .....	3	2. 海底地形 .....	6
II. 方法 .....	3	3. 生物相 .....	8
1. ホソメコンブ群落の探索 .....	3	4. ウニ類の生殖巣指数 .....	11
2. 候補地点の選定 .....	5	IV. 考察 .....	12
3. 生物調査 .....	5	引用文献 .....	14
III. 結果 .....	5	付表 .....	15
1. 水温・塩分 .....	5		

## 図 表 目 次

第1図 調査海域 .....	4
第2図 水温・塩分の鉛直分布測定結果 .....	5
第3図 盃海域におけるホソメコンブ群落の形成場所の模式図 .....	6
第4図 調査候補地点のモザイク写真 .....	7
第1表 各調査候補地点の環境および生物条件の比較 .....	9
第2表 各地点近傍で採集したウニ類の生殖巣指数 .....	11
第3表 地点間におけるウニ類の生殖巣指数の差の有意性の検討 .....	11
付表1 各候補地点に出現した海藻の被度または個体数 .....	15
付表2 各候補地点に出現した動物の被度または個体数 .....	16

## I. まえがき

北海道の南西部沿岸は、エゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense* 等の無節サンゴモが優占する、いわゆる「磯焼け」海域となっている。しかし、このような海域においても、部分的にホソメコンブ *Laminaria religiosa* の群落が成立している場が存在する。このようなコンブ群落が成立する場の生物的、非生物的環境条件を周囲の磯焼け場と比較することは、磯焼け現象の解明のために有効な手段の一つである。

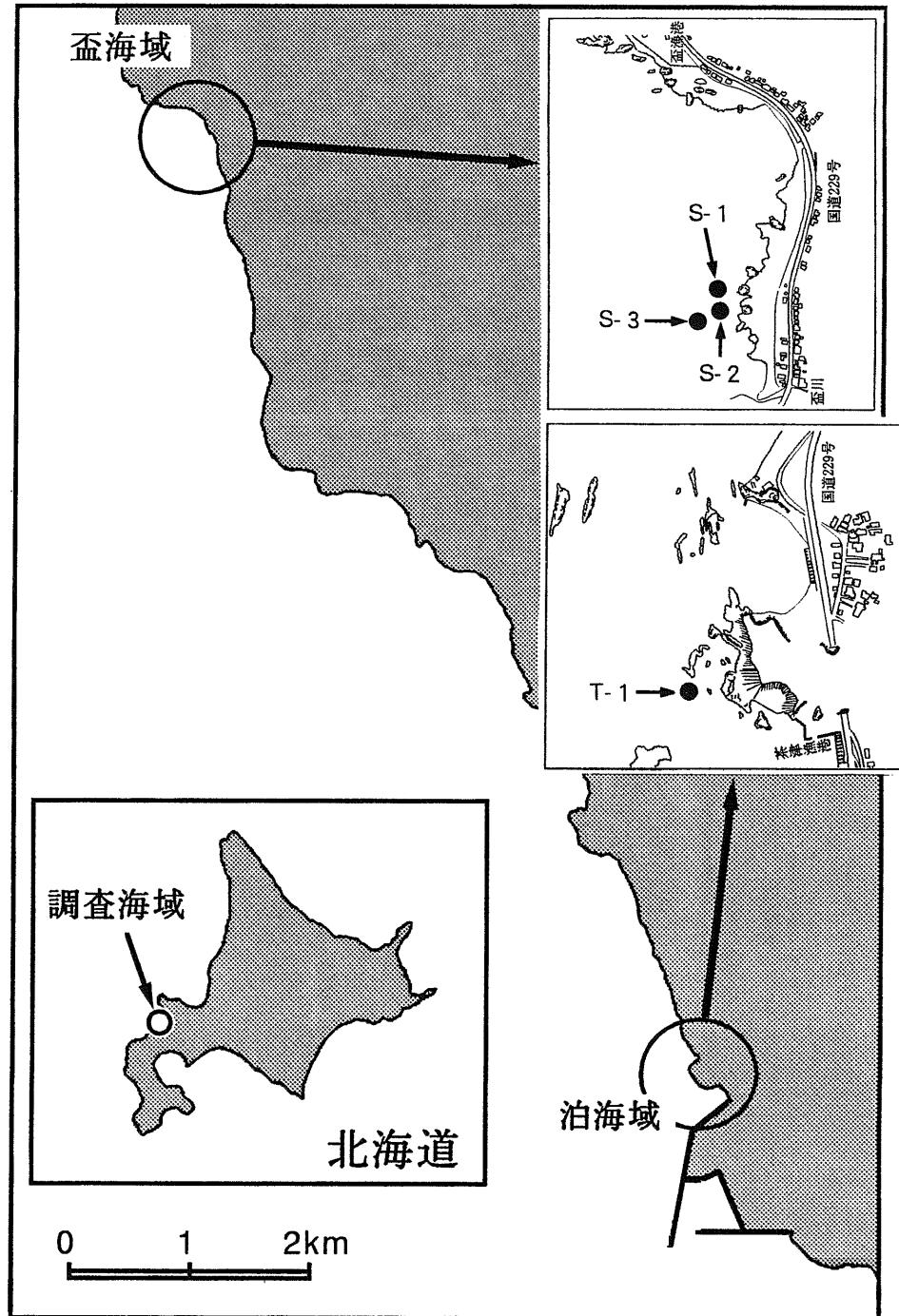
著者らは、磯焼けの進行した北海道南西部沿岸の中で、積丹西岸の盃漁業協同組合管内の前面海域に、ホソメコンブ群落が形成されているという情報を得て、この海域におけるホソメコンブ群落の形成要因を探るために、海域の環境・生物条件を近傍の磯焼け場と比較しながらモニタリングを行うこととした。そこで、今後この調査を実施していくために、ホソメコンブ群落の場所を探査し、調査区地点（コンブ群落地点と磯焼け地点）の選定を行った。各候補地点において海域の環境と生物相の概要を調べ、その結果を基に、長期間円滑にモニタリングを実施するための調査地点を最終的に決定した。

本研究は通商産業省資源エネルギー庁委託“大規模発電所取放水影響調査－海域環境調和発電所実証調査”の一環として実施されたものである。報告にあたり、本稿に対して有益なご批判とご助言をいただいた、北海道大学水産学部教授 中尾繁博士に心からお礼申しあげる。現場調査でご協力いただいた北海道電力株式会社、泊漁業協同組合、盃漁業協同組合の各位に深謝する。

## II. 方 法

### 1. ホソメコンブ群落の探索

磯焼けの深刻な泊地先、およびホソメコンブの群落の成立している場所があるとの情報を得ていた盃地先の浅海域（第1図）において、1993年8月23～28日にかけてホソメコンブ群落の有無の確認、および海底地形の概要の把握を目的として潜水による目視観察を行った。



第1図 調査海域

## 2. 候補地点の選定

上記探索結果をもとに、同年10月2～8日にホソメコンブ群落の2地点（盃海域のS-1, S-2）と磯焼け場2地点（コンブ群落地点に隣接する盃海域のS-3および泊海域のT-1）の合計4地点を候補地点として選定し、水温・塩分の鉛直分布を測定するとともに、 $5 \times 5\text{ m}$ の調査枠の中に、1m毎に格子状に区切ったロープを設置し、観察の目安とした。

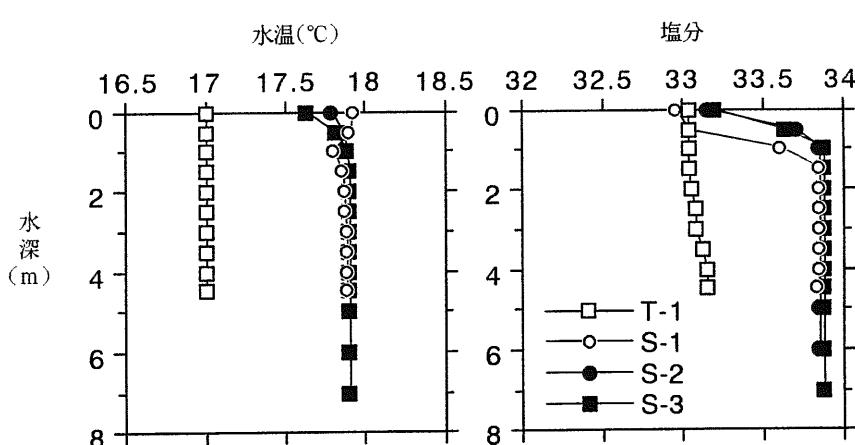
## 3. 生物調査

選定された各候補地点において、 $5 \times 5\text{ m}$ の調査枠内に出現した動植物の個体数、または被度を測定した。また、各地点の近傍より17～20個体のウニ類を無作為に採取し、生殖巣指数の比較を行った。

## III. 結 果

### 1. 水温・塩分

水温・塩分の鉛直分布を第2図に示した。泊海域のT-1における水温は表層から下層まで一定の値を示した。盃海域のS-1～S-3では、表層付近でやや変動がみられたが、水深1.5m以深では一定となり、地点間の差もみられなかった。



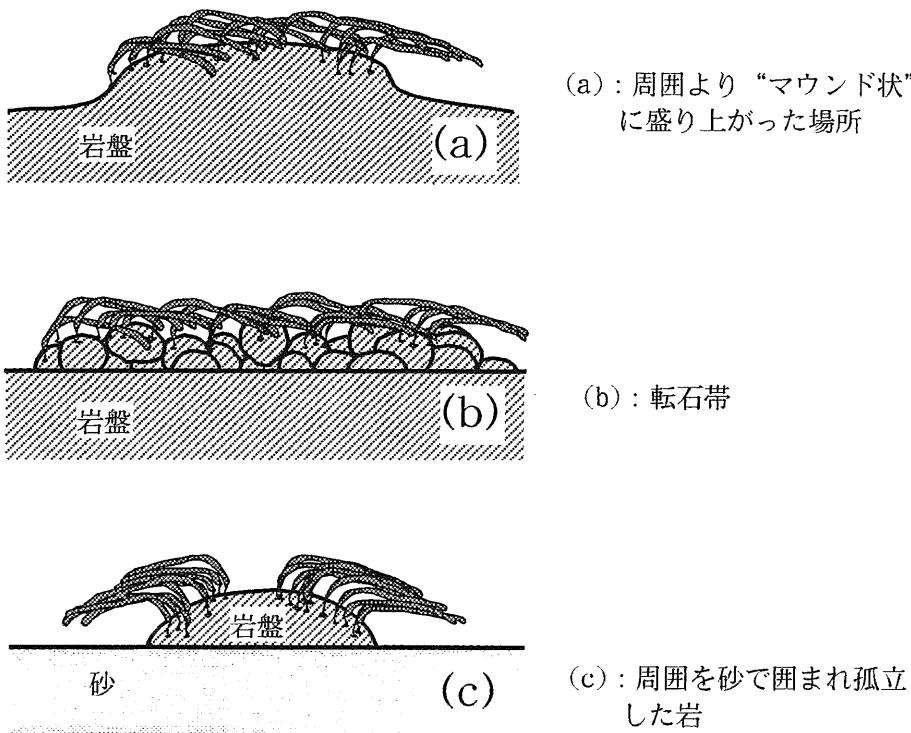
第2図 水温・塩分の鉛直分布測定結果

(測定日はS-1, S-2:10月3日:10月4日, T-1:10月7日)

T-1 における塩分は、水温と同様に表層から下層まで、33.0～33.2の範囲でほぼ一定であった。S-1～S-3 の塩分は共通に表層で低く、水深1.5 m付近に顕著な躍層がみられ、それ以深では33.9とT-1 よりも高くなっていた。

## 2. 海底地形

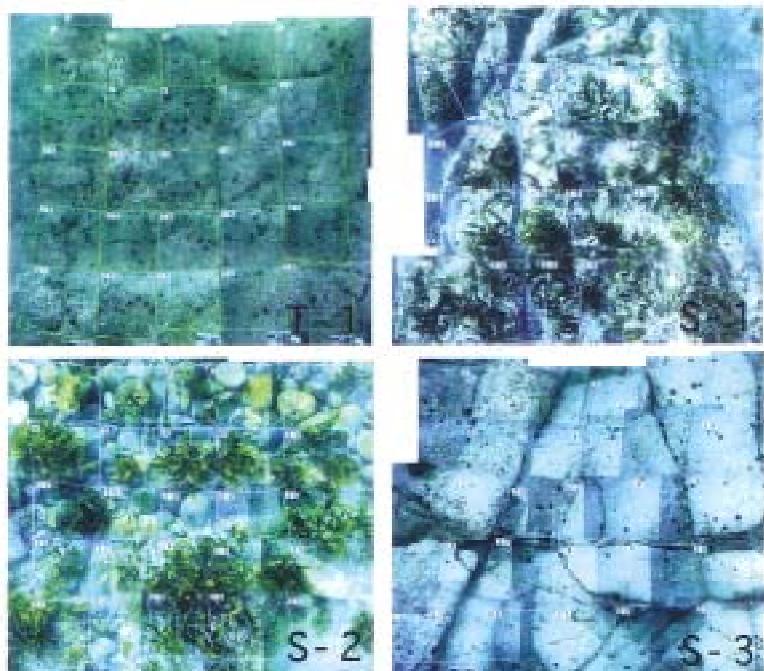
8月に実施した潜水観察の結果、盃海域においてホソメコンブ群落の存在を確認した。コンブ群落は、(a) 岩盤で周囲よりマウンド状に高くなった場所、(b) 転石帶、(c) 砂地によって周囲から隔離された岩にそれぞれ形成されていた（第3図）。



第3図 盃海域におけるホソメコンブ群落の形成場所の模式図

このうち、(c) については、 $5 \times 5$  mの調査面積を確保できる場所が見つからなかったこと、また、冬季の時化による砂の移動によって場所の消滅の可能性が

あることが考えられたため、候補地点から除外した。ホソメコンブ群落の地点として、(a) の S-1 と(b) の S-2 を候補地点として選定し、磯焼け場に S-3 と T-1 を選定した。それぞれの候補地点のモザイク写真を第 4 図に、また、地形概要を以下に示した。



第 4 図 調査候補地点のモザイク写真

- T-1 : 沖海域の磯焼け地点で海底は岩盤で構成される  
S-1 : 盆海域のコンブ群落地点で周囲よりやや高くなつた一枚岩よりなる  
S-2 : 盆海域のコンブ群落地点で転石と岩盤で構成される  
S-3 : 盆海域の磯焼け地点で海底は岩盤より構成される

### 1) ホソメコンブ群落地点

#### (1) S-1

コンブ群落の代表として盆海域に設定した地点で、盆港港南側に位置し、水深は 3.9 ~ 5.0 m であった。海底は調査枠 (5 × 5 m) よりもやや大きい 1 枚岩よりなつており、周囲より高くなつていた。

(2) S - 2

S-2 は S-1 と同様にコンブ群落の代表として選定した地点で, S-1 のやや南東の水深 5.5 ~ 5.8 m の範囲であった。海底は岩盤と転石より構成されていた。

2 ) 磯焼け地点

(1) S - 3

盆地域の磯焼け域として選定した地点で, S-2 よりやや沖側に位置し, 水深は 4.6 ~ 5.2 m であった。海底は岩盤で構成されているが, 表面には深い凹凸や溝, 穴等がみられ, 大きな岩がいくつも重なりあった様相を示していた。

(2) T - 1

本地点は磯焼け域の代表として泊海域に設定した地点で, 調査枠内の水深は 4.6 ~ 5.2 m の範囲であった。底質は岩盤で構成されており, 表面には凹凸, 斜面, 大小の溝や穴が所々にみられた。

### 3. 生物相

各調査候補地点に出現した海藻の被度, または個体数を付表 1 に, 動物の被度または個体数を付表 2 に示すとともに, 各地点の生物相の概要を環境条件とともに第 1 表に整理した。

1 ) ホソメコンブ群落地点

(1) S - 1

海藻は 12 種が確認された。平均被度が最も高かったのはエゾイシゴロモを主体とした無節サンゴモで 78%, 次がイソガワラ属の一種 *Ralfsia sp.* で 14% を示した。本地点では, ホソメコンブ 1,187 個体 (1 m<sup>2</sup>あたり平均 48 個体) が確認され, 被度では平均約 4 % を示した。その他, フシスジモク *Sargassum confusum*, ピリヒバ *Corallina pilulifera* が比較的多くみられた。

動物は 24 種が確認され, 藻食動物ではコシダカガンガラ *Omphalius rusticus* (181 個体), エゾサンショウガイ *Homalopoma amussitatum* (162 個体) が多くみられたが, エゾサンショウガイの密度は, 他の地点よりもかなり低かった。キタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* は, 30 個体と磯焼け地点に比較してかなり少ない傾向を示し, エゾバフンウニ *S. intermedius* は 22 個体と 4 地点の中で最も多く出現した。また, エゾアワビ *Haliotis discus hannai* も 53 個体と最も多く出現した。

第1表 各調査候補地点の環境および生物条件の比較

	ホソメコンブ群落地点		磯焼け地点	
	S-1	S-2	S-3	T-1
河川水の影響	有り	有り	有り	有り(少)
地形	岩盤	岩盤+転石	岩盤	岩盤
ホソメコンブ	有り	有り	無し	無し
無節サンゴモ類	多(78%)	少(5%)	多(100%)	多(93%)
イソガワラ属	多(14%)	多(13%)	少(1%)	少(1%)
海藻出現種数	12	7	7	4
エゾバフンウニ	多(22)	多(16)	多(18)	少(1)
キタムラサキウニ	少(30)	少(3)	多(175)	多(412)
エゾバフンウニG.I.*	高(13.6)	高(17.0)	高(16.2)	低(3.9)
キタムラサキウニG.I.*	高(7.3)	高(9.6)	高(8.5)	低(2.5)
エゾサンショウガイ	少(162)	中(487)	多(907)	多(1201)
エゾアワビ	多(53)	多(30)	少(9)	少(4)
動物出現種数	24	15	21	21

注1) 多、少および高、低は地点間の相対的な比較結果を示したもの

注2) \*は生殖巣指数

## (2) S-2

海藻は7種が確認された。平均被度が最も高かったのは、イソガワラ属の一  
種で、13%を示した。ホソメコンブはS-1よりも多く1,808個体(1m<sup>2</sup>あたり72  
個体)が確認され、被度でも6%と第2位を示した。無節サンゴモの被度は全地  
点中で最も低く、5%であった。その他、フシスジモクが比較的多くみられた。

動物は15種が確認された。優占種はエゾサンショウガイであったが、487個体  
とS-1に次いで少なかった。その他の藻食動物としては、コシダカガングラ(90  
個体)、エゾアワビ(30個体)、エゾバフンウニ(16個体)が多く、磯焼け地点で多くみ  
られたキタムラサキウニはわずかに3個体出現したのみであった。

## 2) 磯焼け地点

### (1) S-3

海藻は7種が確認された。無節サンゴモが全域を覆い(被度100%), その上にイソガワラ属の一種やイソキリ *Bossiella cretacea* がわずかに出現した。

動物は21種が確認された。優占種はエゾサンショウガイ(907個体)で, その他, キタムラサキウニ, イトマキヒトデ *Asterina pectinifera*, コシダカガンガラが多くみられた。キタムラサキウニは175個体と近隣のコンブ群落のS-1, S-2よりもかなり多く出現した。エゾバフンウニは18個体が観察された。

### (2) T-1

出現海藻の4種類のうち, 優占種は無節サンゴモで, 平均被度は93%を示した。他の出現海藻としては, イソガワラ属の一種, イソキリがともに1%, キブリイトグサ *Polysiphonia japonica* が1%未満で, ホソメコンブはみられなかった。動物は21種が確認された。優占種は藻食性のエゾサンショウガイで, 1,201個体が確認された。また, 本地点では, キタムラサキウニが412個体と4調査地点中最も多くみられた。エゾバフンウニは1個体確認されたのみであった。その他, 比較的多くみられたものとしては, イトマキヒトデ, ユキノカサガイ *Acmaea pallida*, ニシキエビスガイ *Tristichotrochus multiliratus*, イソギンチャク目が挙げられた。

## 3) 生物相の比較

ホソメコンブ群落地点と磯焼け域地点の海藻植生を比較すると, コンブ以外の海藻も群落地点の方が多い傾向にあった。一般に磯焼け海域の優占種として知られるエゾイシゴロモを主体とした無節サンゴモの被度は, 本調査でも磯焼け地点で多い傾向を示したが, コンブ群落地点では, 被度の高い場合(78%, S-1)と低い場合(5%, S-2)があった。一方, 無節サンゴモと同様に岩盤上に密着して生育する褐藻のイソガワラ属の一種は, コンブ群落地点で多く(S-1で14%, S-2で13%), 磯焼け地点では1%(T-1, S-3)と少ない傾向を示した。

藻食動物で最も多くみられたのはエゾサンショウガイで, 磯焼け地点で多く, 群落地点で少ない傾向を示した。キタムラサキウニは, 磯焼け地点で多かったのに対し(T-1で412個体, S-3で175個体), 群落地点では少なかった(S-1で30個体, S-2で3個体)。

エゾバフンウニの分布密度は磯焼け地点と群落地点の間で違いは明らかでな

いが、泊海域と比較して盃海域に多い傾向がみられた。ウニ類と同様に重要水産生物であるエゾアワビは、磯焼け地点では少なかったのに対し(T-1で4個体、S-3で9個体)、群落地点では多数みられ(S-1で53個体、S-2で30個体)、キタムラサキウニと逆の傾向を示した。

#### 4. ウニ類の生殖巣指数

各候補地点近傍で採集したウニ類の生殖巣指数を第2表に示した。生殖巣指数の平均値は、エゾバフンウニ、キタムラサキウニとともにS-2 > S-3 > S-1 > T-1となっていた。

第2表 各地点近傍で採集したウニ類の生殖巣指数

調査区	エゾバフンウニ			キタムラサキウニ		
	個体数	平均	(標準偏差)	個体数	平均	(標準偏差)
S-1	17	13.55	(4.31)	20	7.34	(3.03)
S-2	20	16.98	(3.76)	20	9.60	(1.76)
S-3	20	16.19	(4.57)	20	8.52	(1.99)
T-1	20	3.90	(1.92)	20	2.46	(1.32)

Mann-Whitney の U 検定によって、各調査区間における生殖巣指数の差に関する有意性の検定を行った結果(第3表)、両種ともに、泊海域のT-1は全ての地点との間で有意な差が認められた。一方、盃海域の中では、S-1とS-2の間でのみ有意差が認められた。

第3表 地点間におけるウニ類の生殖巣指数の差の有意性の検討  
(Mann-WhitneyのU検定)

	エゾバフンウニ				キタムラサキウニ			
	S-1	S-2	S-3	T-1	S-1	S-2	S-3	T-1
S-1	-	s	ns	s	-	s	ns	s
S-2	-	-	ns	s	-	-	ns	s
S-3	-	-	-	s	-	-	-	s
T-1	-	-	-	-	-	-	-	-

s : 有意差あり ( $P < 0.05$ )      ns : 有意差なし

## V. 考 察

水温・塩分の測定の結果、盃海域では顕著な躍層がみられた。一方、泊海域のT-1では水温・塩分ともに鉛直的にはほぼ一定であったが、塩分値は盃海域の下層に比べてかなり低い値を示した。泊海域の近傍には堀株川、盃海域の近傍には盃川が存在することから、両海域とともにこれらの河川水由来の淡水の影響を受けているものと考えられた。

潜水による目視観察の結果、盃海域においてホソメコンブ群落の形成が確認され、コンブ群落は、(a) 岩盤で周囲よりマウンド状に高くなった場所、(b) 転石帶、(c) 砂地によって周囲から隔離された岩に形成されていることが明らかとなつた。

(a)については、周囲より高くなることによって、光条件や波浪条件が、ウニとコンブとの関係の中でコンブの繁茂にとってより好適な条件となったことによつて、コンブ場の形成がなされたものと考えることができる。川嶋ら(1970)は、どのような形の藻礁ブロックにおいても、上面のみにコンブが着生する傾向があり、この原因を、ブロック表面の微潮流や光の強さなどが強く影響をあたえるのではないかと推察している。また、Neushul (1972)は、海底の凹部よりも凸部に、平坦な地形よりも起伏に富んだ場所にコンブ群落が形成されやすいことを指摘している。(b)については、波浪による基質(転石)の反転は、ウニの生息には不適であるとともに、反転の頻度が適切な範囲であれば、無節サンゴモ等に覆われていない裏面が露出することになって、ホソメコンブの新規加入に好適に働くことになると考えられる。また、(c)については、周囲の砂によって場が隔離され、ウニの侵入が防止されることにより、コンブ群落の形成が促されたものと考えられる。

これらの場所の生物条件の共通点は、ウニの密度が低い状態で保たれていることが挙げられる。このことは、ウニの摂食が、コンブ群落形成に強くかかわっていることを推察させる。事実、磯焼け海域に多数生息するウニを除去することによって海藻類の繁茂が促進されることは、様々な観察や実験的研究によって実証されてきている(Breen and Mann, 1976; Bernstein et al., 1981; Chapman, 1981; Cowen et al., 1982; Dean et al., 1984; Benedetti-Cecchi and

Cinelli, 1995; 吾妻ら, 1997).

今回の調査においてコンブ群落の調査候補地点として選定したS-1は(a)に,S-2は(b)に相当し, キタムラサキウニの出現個体数は, 磯焼け域のT-1, S-3と比較してかなり低い値となっていた。

ウニ類以外の藻食動物では, エゾサンショウガイの密度が磯焼け地点とコンブ群落地点の間で大きく異なっていた。本種の大きさを考慮すると, 成長したコンブ胞子体に重大な影響をおよぼすとは考えにくいが, 顕微鏡世代の配偶体から幼胞子体に対する影響については, 浅野ら(1990)がマコンブを用いた実験によって, その摂食圧の重要性を指摘している。

それぞれの候補地点におけるエゾバフンウニとキタムラサキウニの生殖巣指数の比較を行った結果, 盥海域のS-1～S-3から採取した個体の生殖巣指数は, 泊海域のT-1より採取した個体のものよりも明らかに高く, 盥海域内での地点間の差は小さかった。このことから, 生殖巣指数の差は, 飼となるコンブの量に強く影響されると思われる。盥海域の磯焼け地点(S-3)の生殖巣指数が高い理由は, 隣接するコンブ群落へのウニ自身の移動もしくは, コンブの寄り藻により餌料の供給が満たされているためと考えられる。

今後の調査を進めるにあたり, 上記調査結果を検討するとともに, 1996年6月に再度潜水観察した。その結果, 転石のS-2は, 冬季の時化によって, 海底地形が大きく変化しており, 5×5 mの観察枠のロープを固定するプレートにも損傷がみられた。そのため, 今後長期間にわたる連続観察には不適当と考えられた。また, 盥海域の磯焼け地点S-3は, ウニの生殖巣重量がコンブ群落のそれと遜色がなかったことから, ウニの身入りが確保されているこの地点を磯焼け地点の代表として取り上げるには不適と判断し, 除外することとした。よって, 今後は, コンブ群落域の代表地点としてS-1を, 磯焼け域の代表地点としてT-1を選定し, それぞれの環境条件や枠内の群集構造の変化, ウニとコンブとの関係等について詳細な調査を継続することとした。

## 引 用 文 献

- 吾妻行雄・松山恵二・中多章文・川井唯史・西川信良(1997). 北海道日本海沿岸のサンゴモ平原におけるウニ除去後の海藻群落の遷移. 日水誌, 63(5):672-680.
- 浅野昌充・菊地省吾・川村知彦(1990). コンブ類繁茂に対する小型植食巻貝の影響. 東北水研報, 52:65-71.
- Benedetti-Cecchi,L.and Cinelli,F.(1995).Habitat heterogeneity, sea urchin grazing and the distribution of algae in littoral rock pools on the west coast of Italy (western Mediterranean). *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 126(1-3):203-212.
- Bernstein,B.B.,Williams,B.E.and Mann,K.H.(1981). The role of behavioral responses to predators in modifying urchins' (*Strongylocentrotus droebachiensis*) destructive grazing and seasonal foraging patterns. *Mar.Biol.*, 63(1):39-49.
- Breen,P.A.and Mann,K.H.(1976). Destructive grazing of kelp by sea urchins in eastern Canada. *J. Fish.Res.Board.Can.*, 33(6):1278-1283.
- Chapman,A.R.O.(1981).Stability of sea urchin dominated barren grounds following destructive grazing of kelp in St.Margaret's Bay,eastern Canada. *Mar.Biol.*, 62(4):307-311.
- Cowen,R.K.,Agegian,C.R.and Foster,M.S.(1982).The maintenance of community structure in a central California giant kelp forest. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.*, 64(2):189-201.
- Dean,T.A.,Schroeter S.C.and Dixon,J.D.(1984).Effects of grazing by two species of sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *Lytechinus anamesus*) on recruitment and survival of two species of kelp (*Macrocystis pyrifera* and *Pterygophora californica*). *Mar.Biol.*,78(3):301-313.
- 川嶋昭二・佐々木茂(1970). コンクリートブロックによるコンブ礁造成調査（砂利または岩盤地帯に適するブロックの形状試験調査・浜中地先）. 昭和44年度漁場改良造成事業大型魚礁設置事業効果調査報告書, 北海道:67-89.
- Neushul,M.(1972).Functional interpretation of benthic marine algal morphology, pp.47-73.  
*In:Abbott,I.A.and M.Kurogi(eds.), Contribution to the systematics of benthic marine algae of the northern Pacific.Jpn.Soc.Phycol.*

付表1 各候補地点に出現した海藻の被度または個体数 (5×5m)

種名	水深(m)	コンブ群落地点		磯焼け地點		被度 または 個体数
		S-1	S-2	S-3	T-1	
		4.3	5.6	4.8	4.8	
イソガワラ 属の一種 <i>Ralfsia</i> sp.		14	13	1	1	%
ホソメコンブ <i>Laminaria religosa</i>		4	6	—	—	%
〃		1,187	1,808	—	—	本
エゾヤハズ <i>Dityopteris divaricata</i>		R	R	R	—	%
アミジグサ <i>Dictyota dichotoma</i>		—	—	R	—	%
フシスジモク <i>Sargassum confusum</i>		1	1	—	—	%
イソキリ <i>Bossiella cretacea</i>		R	—	R	R	%
ピリヒバ <i>Corallina pilulifera</i>		1	—	R	—	%
無節サンゴモ類 Crustose coralline		78	5	100	93	%
エゴノリ <i>Campylaephora hypnaeoides</i>		R	R	—	—	%
サエダ <i>Microcladia elegans</i>		R	—	—	—	%
キブリイトグサ <i>Polysiphonia japonica</i>		R	R	R	R	%
イソムラサキ <i>Sympyocladia latiuscula</i>		R	—	—	—	%
スガモ <i>Phyllospadix iwatensis</i>		R	—	—	—	%

注1) 個体数は25枠の合計

注2) 被度は1枠内においてRを1%として計算した場合の25枠の平均値 (= a)

その結果 (a &lt; 1%) となった場合は平均被度はRで表示

(a ≥ 1%) となった場合は平均被度はその値を整数(%)で表示

注3) 水深は平均水深(m)

付表2 各候補地点に出現した動物の被度または個体数 (5×5m)

種名	水深(m)	コンブ群落地点		磯焼け地点		被度 または 個体数
		S-1	S-2	S-3	T-1	
		4.3	5.6	4.8	4.8	
石灰海綿綱 CALCAREA		R	—	R	R	%
イソギンチャク 目 Actinaria	32	—	39	50		個
エラコ <i>Pseudopotamilla occelata</i>	—	—	R	—		%
カンザシゴカイ科 Serpulidae	7	—	R	R		%
ウズマキゴカイ <i>Janua(D.)foraminosa</i>	2	—	R	—		%
ハコダテヒザラガイ <i>Ischnochiton(I.)hakodatensis</i>	3	—	8	2		個
エゾヤスリヒザラガイ <i>Lepidozoa(G.)albrechti</i>	1	—	25	—		個
ヒメケハダヒザラガイ <i>Acanthochiton rubrolineatus</i>	—	—	—	17		個
エゾアワビ <i>Haliotis discus hannah</i>	53	30	9	4		個
ヨメガカサガイ <i>Cellana toreuma</i>	—	2	4	1		個
ユキノカサガイ <i>Acmaea(N.)pallida</i>	14	—	12	56		個
カモガイ <i>Collisella dorsuosa</i>	—	—	—	4		個
ニシキエビスガイ <i>Tristichotrochus multiliratus</i>	13	2	5	24		個
コシダカガングラ <i>Omphalius rusticus</i>	181	90	68	12		個
ヒラガングラ <i>O.rusticus forma colliculus</i>	9	4	5	7		個
ヤマザンショウガイ <i>Homalopoma sangareense</i>	2	—	—	—		個
エゾサンショウガイ <i>H.amussitatum</i>	162	487	907	1,201		個
チヂミボラ <i>Nucella heyseana</i>	1	—	—	—		個
コウダカマツムシガイ <i>Mitrella tenuis</i>	9	6	26	17		個
エゾイソニナ <i>Searlesia fuscolabiata</i>	1	1	—	—		個
イガイ <i>Mytilus coruscus</i>	1	—	—	—		個
テナガホンヤドカリ <i>Pagurus middendorffii</i>	—	1	1	1		個
ヨツハモガニ <i>Pugettia quadridens</i>	4	2	—	—		個
コイチョウガニ <i>Cancer amphioetus</i>	—	1	—	1		個
イトマキヒトデ <i>Asterina pectinifera</i>	61	12	86	123		個
エゾヒトデ <i>Aphelasterias japonica</i>	3	3	5	8		個
エゾバフンウニ <i>Strongylocentrotus intermedius</i>	22	16	18	1		個
キタムラサキウニ <i>S.nudus</i>	30	3	175	412		個
エボヤ <i>Styela clava</i>	4	—	—	—		個
スチエラ科 Styelidae	—	—	—	1		個
マボヤ <i>Halocynthia roretzi</i>	1	—	13	—		個

注1) 個体数は25枠の合計

注2) 被度は1枠内においてRを1%として計算した場合の25枠の平均値 (= a)

その結果 (a &lt; 1%) となった場合は平均被度はRで表示

(a ≥ 1%) となった場合は平均被度はその値を整数(%)で表示

注3) 水深は平均水深 (m)