

北海道の磯焼け帯におけるホソメコンブ分布特性への 物理環境の影響

峰 寛明*・高橋和寛**・山下俊彦***

1. はじめに

北海道日本海沿岸では、エゾイシゴロモなどの無節サングモが優占するサングモ平原の面積が拡大し、藻場を形成するホソメコンブなどの大型海藻がみられないいわゆる『磯焼け』現象が深刻な問題となっている。

磯焼けといわれる海域では、全てが無節サングモに覆われているわけではなく、水深の浅いところではコンブが繁茂し、ある水深帯からはコンブが消失し無節サングモが優占し、同時にキタムラサキウニの個体数が非常に多くなるパターンが一般的である。

道津ら (1999) は、ある海域が結果的にホソメコンブ群落になるか、サングモ平原になるかは、ホソメコンブの成長とキタムラサキウニ摂餌圧のバランスからその物理、生物環境がどちらに有利にはたらくかによって決定されているのではないかと考えている。

物理環境、特に波浪環境とホソメコンブとの関係についてはキタムラサキウニの摂餌圧が大きく関与しており、川俣ら (1994) は流速振幅の増大に伴い、ウニ摂餌圧量が低下する事を明らかにしている、桑原ら (1997, 1999) は海底面の流速振幅の季節的な変動に伴いウニ摂餌圧が変化し、海藻群落の形成の一要因となることを明らかにしている。

山下ら (1999) は、振動流下における実験により、波浪に伴う漂砂がキタムラサキウニの摂餌行動や、海藻の着生基質に影響を与えていることを報告している。しかしながら、実際の広域の海域でホソメコンブの鉛直分布特性が波浪・底質といった物理環境によってどの程度説明できるかを把握した例は少ない。

本研究では、沖合いに砂浜域のある天然岩礁域におけ

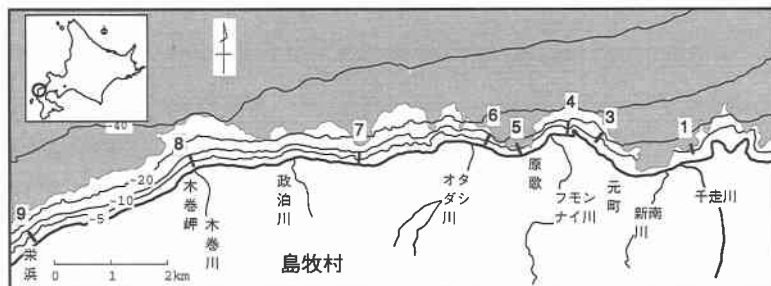


図-1 調査海域および調査測線
(数字は測線番号を示す)

るホソメコンブ鉛直分布の広域的特性と、ウニ摂餌圧に影響を及ぼすと考えられる波浪・底質環境を中心とした物理環境との関係を明らかにすることを目的とした。

2. 方 法

(1) 現地調査

ホソメコンブの連続的な分布傾向を把握するために、天然海域におけるビデオカメラによる海底面の連続撮影調査を行った。

調査は1999年7月13日に北海道島牧郡島牧村の沿岸域において行われた。調査海域は沿岸方向に約10 kmの範囲で、その概要を図-1に示す。

波浪環境の違いをみるため、調査海域に海岸線方向の異なる8測線を選定し、ホソメコンブと無節サングモの鉛直的な分布域と波浪環境の関係が把握できるように設定した。各測線の沖合い方向は160 mで、水深約3 m~10 mとなっている。

各測線について船上から海底のビデオ撮影を行い、海藻の着生状況、底質、海底地形等を整理した。

また、現地調査の際に、地元の組合員の方にホソメコンブの分布状況等についての聞き取りも行った。

(2) 数値計算

調査海域は、岩礁域が複雑に入り組んだ海底地形を有しているため、波の屈折・回折・反射を扱える渡辺・丸山 (1984) による非定常緩勾配方程式を用いて、調査海

* (株)エコニクス
** 学生会員 北海道大学大学院工学研究科
*** 正会員 工博 北海道大学大学院助教 工学研究科

表-1 沖波と水温

月	波高 (m)	周期 (秒)	波向き (度)	水温 (°C)
1	1.90	6.5	310	5.4
2	1.68	6.3	310	5.0
3	1.31	5.8	300	5.4
4	1.00	5.3	290	8.2
5	0.71	5.0	280	11.6
6	0.45	4.5	290	13.1
7	0.45	4.8	280	16.8
8	0.51	4.9	280	20.2
9	0.78	5.3	290	21.1
10	1.35	6.0	290	18.9
11	1.79	6.4	290	13.1
12	1.97	6.6	300	8.9

域における月毎の平面波浪場の計算を行った。

沖波条件は瀬棚港における過去 10 年間の月別平均値より求めた。水温は 10 年間の養殖場水温(寿都と瀬棚の各月の中旬の平均)を用いた。各月の計算条件を表-1 に示す。

計算で得られた波高は、微小振幅波理論により底面軌道流速に変換し、桑原ら(1997)によって提案されたウニ摂餌圧を求め、測線 1, 5 については砂礫との関係を調べるために、シールズ数を求めた。

3. 結果および考察

(1) ホソメコンブ分布状況

図-2 に各測線毎に水深とホソメコンブ等の海藻とキタムラサキウニの分布状況を示した。ホソメコンブ被度は静止画像におけるホソメコンブの投影面積で、見た目の被度を表している。

調査を行ったのが 7 月とホソメコンブの盛期からは若干遅れていることもあり、分布量は全般的に少ない。

木巻岬を境にして、西側の測線(8, 9)、特に木巻岬先端近くの測線 8 で多く東側の測線(3, 4, 6)で少ないことがわかる。現地での聞き取りでも、最もコンブの多いのは木巻岬周辺、ついでその西側の海域であり、今回の現地調査結果と概ね一致している。

いずれの測線もホソメコンブの分布は浅所で多く、およそ水深 5 m 以深ではその分布がみられない。それと同時に広範囲に渡って分布する無節サンゴモの優占度が顕在化する。このホソメコンブ群落の下限水深は、光、流れといった物理環境によってホソメコンブ自体の成長が制限される場合と、キタムラサキウニに代表される植食動物による場合などが考えられる。

ここではこの水深帯をホソメコンブ限界水深と称しておく。図-3 は、ホソメコンブ限界水深を測線毎にまとめたものである。

ホソメコンブ限界水深は浅いところでは水深 2 m、深いところでは 7 m にまで至っており、調査測線によってかなり差があることがわかる。図をよく見ると、この水深帯は水深 6~7 m である測線(5, 7)と、2~5 m である測線に大きく区別できることがわかる。

測線 5, 7 以外では、ホソメコンブとキタムラサキウニが排他的に存在し、ウニの存在がホソメコンブの分布に影響していることが考えられる。

測線 5, 7 では、測線上でのキタムラサキウニの分布自体が少なく、ホソメコンブとの関係は不明確である。

調査海域東端の測線 1 は砂浜海岸の沖合いにあり、測線上には砂浜域の中に孤立した暗礁がみられただけであつたため、特殊なケースとしてここには示していない。

波浪計算によって得られた平面場における波高分布を各測線における底面軌道流速振幅に変換した。

図-4 には水深 4 m における底面軌道流速振幅を示し

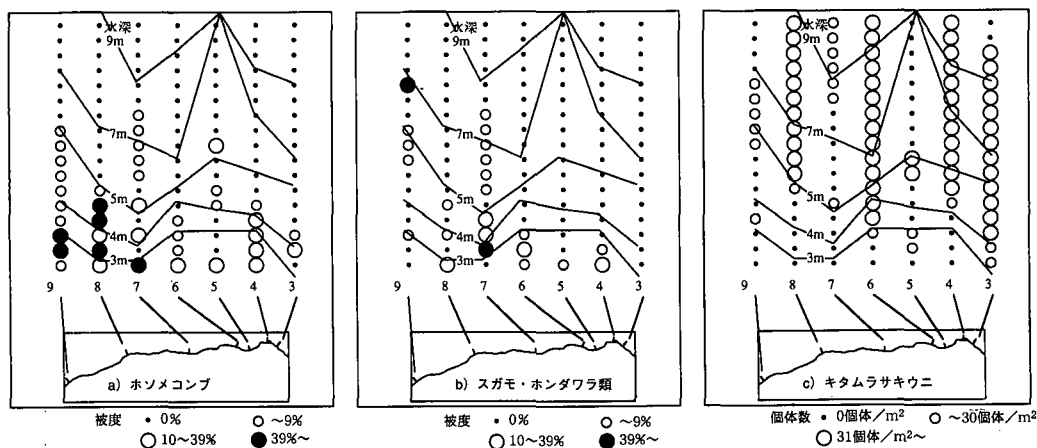


図-2 海藻・ウニの分布状況

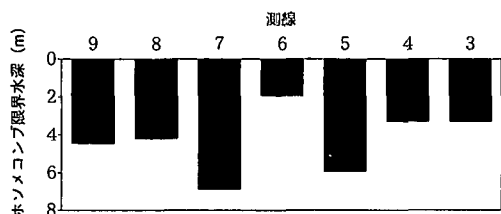


図-3 ホソメコンブ限界水深

た。11月から3月にかけては西向きの波浪が卓越し、冬季に高波浪となる日本海の特徴を示し、流速振幅はいずれの測線も0.5 m/sを超えている。3月から8月にかけては沖波波高の低下に伴い、各測線における流速振幅も低下し、8月では0.1 m/s程度となっている。

測線による違いをみてみると、どの季節も測線5、6のあたりで流速振幅は小さくなっている。これは、測線5、6は内側に彎曲した場所に位置しており、地形による波の遮蔽、屈折、回折の影響を受けているためと思われる。

図-5には、4月における水深と底面軌道流速との関係を測線別に示した。どの測線も水深の浅いところでは流速振幅は1 m/s近くまで達しており、水深が深くなるにつれ小さくなり、水深6 m以深では、0.2 m/s程度となる。

川俣ら(1994)の実験結果によると、キタムラサキウニの摂餌圧は流速振幅が0.2 m/sから0.4 m/sの間で急激に落ちるため、この範囲の流速振幅となる水深をみると、測線によって差がみられる。

例えば海岸線が北西方向に開いた測線9では、流速振幅0.4 m/s以上となるのは水深7 m以浅であるが、北東方向に開いた測線6では水深2~4 m程度となる。この季節における沖波の入射方向は北西方向であり、同じ水深帯であっても海底面における波浪に伴う流動の大きさは海岸線の方向の影響を強く受けている。

(2) ウニ摂餌圧の変化

ウニの摂餌圧は、春季における波浪流速の低下と水温の上昇に伴い大きく増加するが、定式化されたものとして、桑原ら(1997, 1999)の式を使用する。ウニ摂餌圧は静水時、水温10°Cにおけるキタムラサキウニの摂餌速度に対する比である。本調査海域においても、同様の傾向を示し、この時期は波浪環境、水温ともにウニの摂餌にとっては良い環境へ移行する時期でもある。

各測線における1ヵ月毎の摂餌圧を1日単位で補間して2月から6月までの累積値の推移を図-6に示した。

冬から春にかけて、流速振幅の低下と水温上昇に伴い摂餌圧は急激に高くなって累積されていく。その度合いは水深が深い沖合いの点程早い。測線によっても異なり、

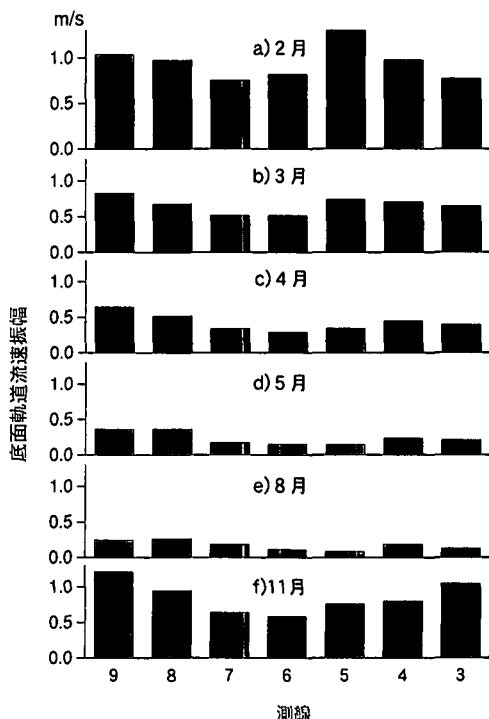


図-4 水深4 mにおける底面軌道流速振幅

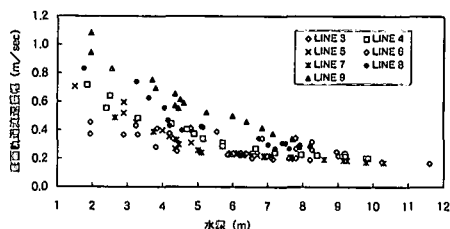


図-5 水深と底面軌道流速振幅(4月)

流速振幅と同様、概ね東側の測線程早く、西側の測線で遅い。

このことは、摂餌圧の進行が遅い程摂餌尽くされる前にコンブが十分に成長でき、コンブ群落として残ることができることを示していると考えられる。

調査海域の中でホソメコンブ限界水深が中間的な測線8では、ホソメコンブ限界水深となる4.2 mでは、4月中旬までの累積摂餌圧は1.0となる。

これを基準として、他の測線について4月中旬までの累積摂餌圧が1.0となる水深を推定ホソメコンブ限界水深とした。図-6には測線上のホソメコンブ限界水深に相当する位置を実測値とともに示している。図-7には各測線のホソメコンブ限界水深の推定値と実測値の関係を示した。

推定値は測線8を基準とした相対的なものであり、推

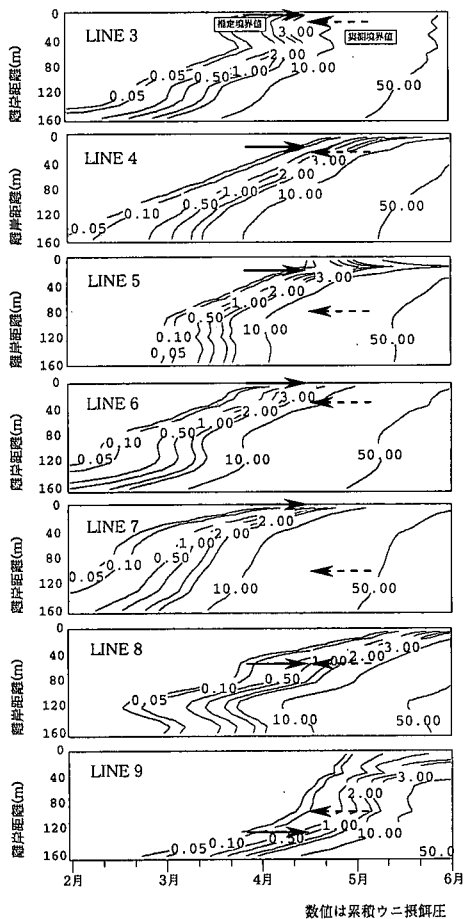


図-6 ウニ摂餌圧の累積

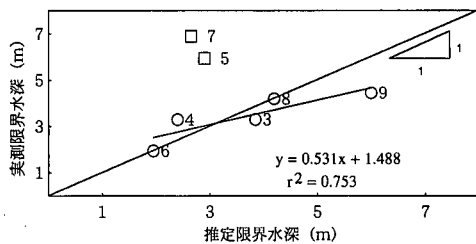
定値と実測値の比率は1:1とはなっておらず十分とは言えないが、キタムラサキウニの分布が少ない測線5, 7を除いた測線については決定係数は0.7と対応は比較的良い。調査海域の7測線のうち5測線はホソメコンブの分布がウニの摂餌圧による制限を受けており、およその分布範囲が推定できると考えられる。

(3) 底質との関係

調査海域の多くがウニの摂餌圧によってホソメコンブの分布が推定できるのに対し、測線5, 7では推定したホソメコンブ限界水深よりも深く、水深6~7mまでホソメコンブが分布していた。図-8には測線1, 5の砂底付近における海藻類の分布状況を示した。

砂浜海岸の沖合いに位置する測線1では、水深約5mの砂浜域の中に孤立するように暗礁が存在しており、ここでは水深5m付近の暗礁と砂底の境界付近に1年性海藻のホソメコンブが、それよりやや上方に多年性海藻のスガモ、ホンダワラ等が分布していた。

測線5では砂底付近の水深6~7m付近の岩盤上にホソメコンブが局所的に分布し、そのすぐ岸側にはキタム



回帰直線は測線5, 7を除いた点

図-7 ホソメコンブ限界水深の推定値と実測値

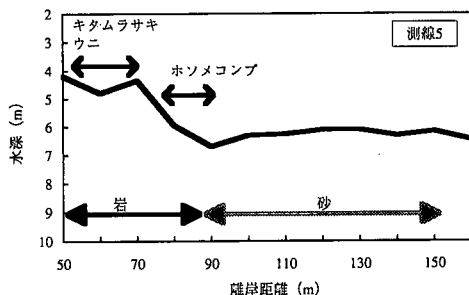
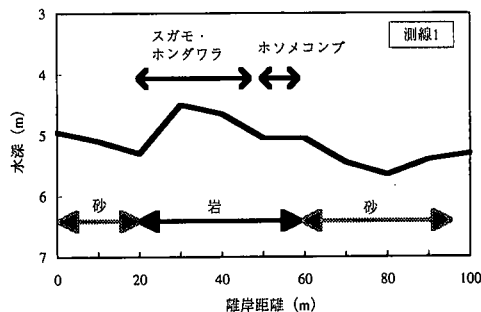


図-8 砂底近傍の海藻着生状況

ラサキウニがみられた。

キタムラサキウニは、底質粒径 $d=0.3\text{ mm}$ の程度の砂礫があるような場所では、流速振幅 $U=0.15\text{ m/s}$ までは固定床から砂床へは100%移動できるが、 $U=0.2\text{ m/s}$ では移動確率は70%、 $U=0.25\text{ m/s}$ では40%と移動、摂餌行動が著しく制限される(山下ら, 1999)。

最も穏やかな6月について、規則波の浅水変形計算により、砂底付近の底面軌道流速と、底質粒径 $d=0.3\text{ mm}$ としたときのシールズ数を求めると、砂底付近のシールズ数は0.05以下と比較的安定しているものの、底面軌道流速振幅は0.1~0.2 m/sとキタムラサキウニが長い距離を移動する事を想定した場合、やや困難な状況にあると言える。

このため、周囲を砂礫で囲まれた測線1では、他の地域からのキタムラサキウニの侵入が困難なため、スガモ・ホンダワラ、ホソメコンブ等の海藻が着生でき、他

からキタムラサキウニが侵入できる測線5ではホソメコンブは砂礫のごく近傍のみににおいて着生できたものと思われる。

4. ま と め

本研究で得られた主な結論は以下の通りである。

(1) 北海道島牧村沿岸におけるホソメコンブの分布は浅い水深帯に限られ、ある水深帯から無節サンゴモが優占する。その水深帯は測線によって異なり、7月では浅いところでは2m、深いところでは7m程度であった。

(2) キタムラサキウニの分布する場所では、ホソメコンブの分布域は海岸線の向きの違いにより、春季の底面軌道流速振幅の大小によく対応している。調査海域内の7測線のうち5測線は底面軌道流速振幅および水温から求めたウニ摂餌圧を冬季から春季に累積することによりおよそその分布範囲が推定できることがわかった。

(3) キタムラサキウニの摂餌行動が砂礫によって制限されるような場所では、ホソメコンブはさらに深い水深でも生息することができることがわかった。

謝辞：現地調査に際し、多大な御協力と有益な情報を頂いた島牧村漁業協同組合の方々に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 川俣 茂・足立久実子・山本正昭 (1994): キタムラサキウニに及ぼす波浪の影響, 平成6年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp. 85-88.
- 桑原久美・赤池章一・林 久哲・山下俊彦 (1997): 磯焼け帯における海藻群落の生育要因に関する研究, 海岸工学論文集, 第44巻, pp. 1181-1185.
- 桑原久美・川井唯史 (1999): 北海道美谷海域の沿壁施設におけるホソメコンブ群落の形成条件・平成11年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp. 13-14.
- 道津光生・野村浩貴・太田雅隆・岩倉祐二 (1999): 北海道南西部の磯焼け帯におけるホソメコンブ群落の形成要因について, 日本水産学会誌, 65 (2), pp. 216-222.
- 山下俊彦・高橋和寛・近藤正隆・峰 寛明・桑原久美・坪田幸雄 (1999): 岩礁性生物ウニ・海藻への漂砂の影響に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第46巻, pp. 1141-1145.
- 渡辺 晃・丸山康樹 (1984): 屈折・回折・碎波減衰を含む波浪場の数値解析, 第31回海岸工学講演会論文集, pp. 103-107.