

岩礁域と砂浜域中の岩の海藻比較による海藻繁茂への漂砂の影響

山下俊彦*・高橋和寛**・田畑真一***・斉藤二郎****

1. はじめに

北海道の南西日本海沿岸では磯焼け現象が深刻な問題となっている。磯焼け現象に関しては多くの研究がなされ、その持続要因としてウニの摂餌圧と海藻着底基質の更新性が重要であることが明らかにされている。著者ら(1997, 1998)は、北海道日本海沿岸の磯焼け地帯で周辺に砂礫がある海域で海藻群落が形成されている場合があることを報告している。この砂礫はウニの移動・摂餌制限と漂砂摩耗による新たな着底基質の露出等への効果が考えられる(山下ら, 1999)。また、最近浅海砂浜域の漁場造成として、砂浜域にコンクリート製藻礁等を設置し、海藻繁茂とウニの飼育が考えられている(瀬戸ら, 1997)。その際にも、岩礁性生物ウニ・海藻への漂砂効果を把握しておく必要がある。

そこで本研究では、隣接した3海域(岩礁域、一部に砂のある岩礁域、砂浜域中の岩(暗礁))における海藻とウニ・底質・地形の現地調査を実施し、各海域での海藻分布特性を明らかにする。次に、波動流速、シールズ数等の物理環境条件を考慮して、3海域の海藻分布特性等と比較検討することにより、海藻繁茂への物理環境、特に漂砂の影響を明らかにする。

2. 調査海域及び調査方法

2.1 現地調査

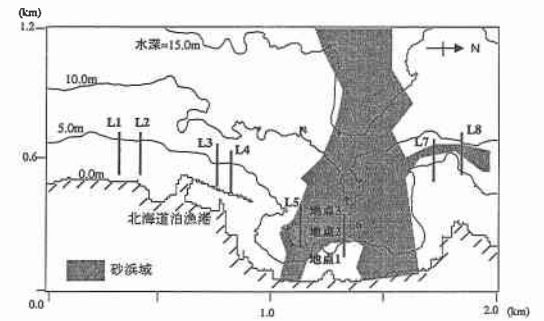
図一に示す北海道江差泊漁港周辺海域において、8側線と3地点の広域生物調査を行った。ラインL1~4は岩礁域、L5, 6は深いところに砂のある岩礁域、L7, 8は一部に砂のある岩礁域、地点1~3は砂浜域中の岩(暗礁)(それぞれの水深は順に3.5m, 5.5m, 6.5m)である。ライン調査は1999年6月に1側線を離岸距離200mとし、25m間隔の9地点で0.25m²の生物採取調査を行い、また、地点1~3の暗礁では1999年6月、9月、12月、2000年3月に9m²の詳細な生物調査を行った。調査項目としては、海藻、ウニの現存量と底質・地形特性

* 正 会 員 工 博 北海道大学大学院助教授 工学研究科
 ** 学生会員 北海道大学大学院工学研究科
 *** 正 会 員 パブリックコンサルタント(株)
 **** 正 会 員 (株)エコニクス

である。海藻現存量としては採取調査で得られたデータと、調査と同時に水中カメラで撮影した写真と、水中ビデオカメラで撮影した画像を参考に、各地点周辺の10m²程度の平均的な海藻の現存量を調べ、0.25m²での海藻現存量として求めたものである。また、海藻の現存量については100g/0.25m²以上のものについてのみ取り扱った。

2.2 物理環境条件

沖波条件としては、調査海域より約70km北北西にある瀬棚港で1983~95年に観測された過去13年間の波浪データを基に、表一に示す泊漁港周辺海域での月平均波と年1/20最大波を求めた。また、それぞれの沖波条件に対する各水深ごとの波動流速と、この海域で最も多く見られる底質粒径d=0.4mmの砂のシールズ数を求め、海藻分布特性と比較検討をした。



図一 調査海域

表一 沖波条件

月	沖波波高 (m)	沖波周期 (s)
1	1.40	6.3
2	1.24	6.1
3	0.98	5.6
4	0.76	5.1
5	0.56	4.8
6	0.37	4.3
7	0.37	4.6
8	0.41	4.7
9	0.60	5.1
10	1.01	5.8
11	1.32	6.2
12	1.45	6.5
1/20 最大波	2.83	8.2

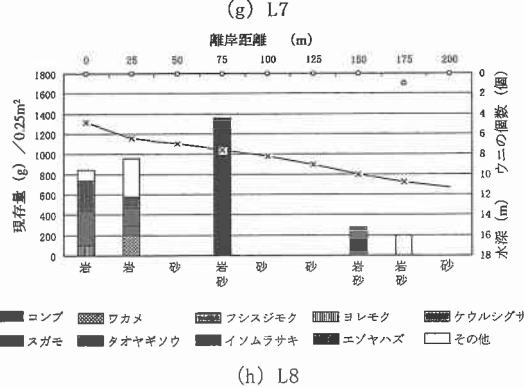
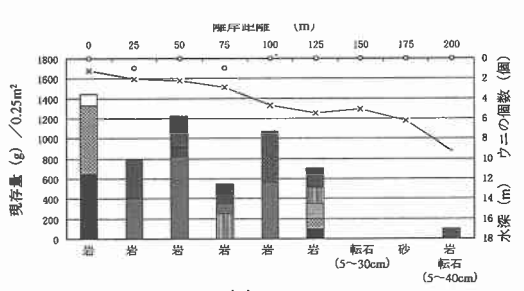
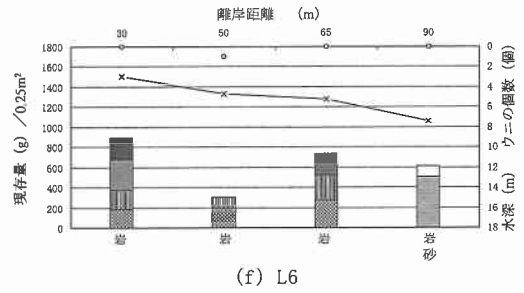
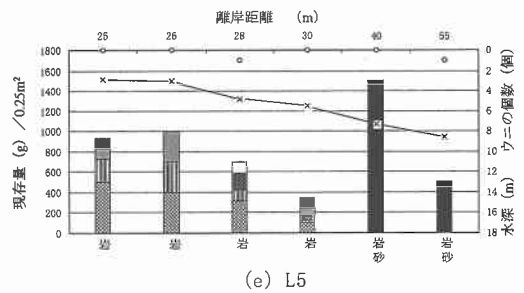
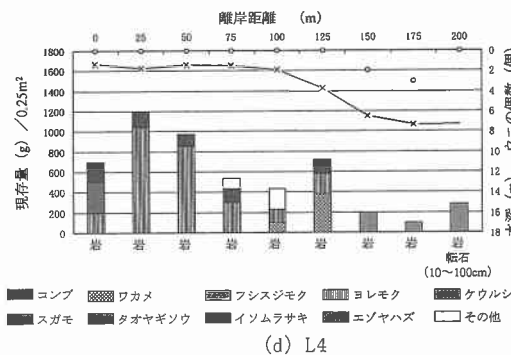
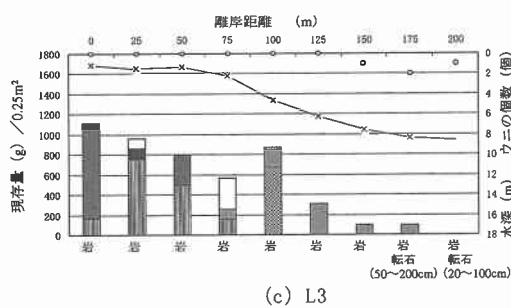
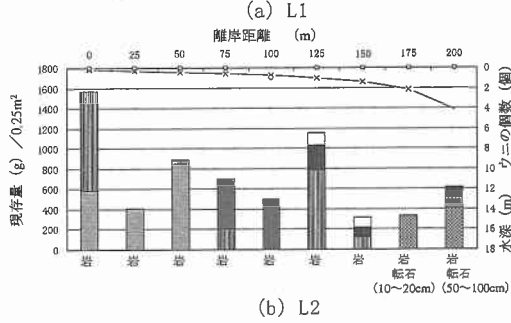
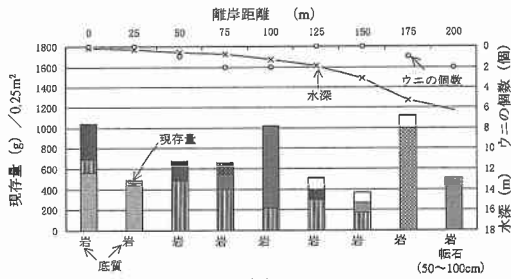


図-2 岸沖方向の側線に沿った調査結果

3. 主要な結果

3.1 ライン調査結果

図-2(a)~(h)にライン調査結果として、海藻現存量、ウニの個数、水深、底質を示す。図中でL5, 6が他の側線との離岸距離の取り方が違っているのは、L5, 6は砂の多い岩礁域であり、海藻のある海域を集中的に調査したために、このような取り方となっている。

a) ウニの現存量

周辺は磯焼け海域であるが、今回調査を行った側線の中では、L1~4の離岸距離175 m以遠での岩礁に磯焼け海域特有の無節サングモの付着が見られた他は、はっきりとした磯焼けとはなっていない。その理由としては、磯焼け現象の持続要因の一つとして植食動物による海藻の摂餌が明らかにされているが、この海域はウニが少ないため、ウニによる海藻摂餌の影響が少ないと考えられ

る。この海域でウニが少ない理由としては、L1~4などの岩礁域は水深1m程度の平磯から急に深くなる地形であり、夏期に平磯の水温が上昇しウニの生息には厳しいということ、平磯から急に深くなっているためにこの地形が天然のウニ侵入防止フェンスの役割を果たしているためと思われる。また、砂浜域中では砂によるウニの移動・摂餌制限効果のためウニが砂を嫌い、侵入してこないために少ないものと考えられる。

b) 海藻の現存量と分布特性

どの側線においても、砂のない岩礁域では水深の浅いところでは多くの種類の海藻が繁茂し現存量が多いのに対して、水深の深いところでは単一の海藻が生息し現存量が少ない傾向が見られる。また、水深が急に深くなり波の影響が強いと思われるところでは、丈の短い海藻が多く繁茂し、長い海藻は少ない。

8側線で各海藻の生息海域の分布特性をまとめると、

i) スガモ (多年生海藻)

水深1~3mで平磯上の比較的波が静穏な岩礁域で岩礁上に砂などが少し留まっている海域に生息。

ii) ワカメ (1年生海藻)

平磯から急勾配になるような比較的波動流速の強い水深3~5mの岩礁域に生息。

iii) ケウルシグサ (1年生海藻)

波動流速の小さい水深5m以深で、砂のない静穏な岩礁域に生息。

iv) ホソメコンブ (1年生海藻)

平磯から急勾配になるような波動流速の強い水深2~3mの岩礁域、図中には載せていないが波打ち際の消波ブロック及び周辺に砂のある波動流速の小さい水深6~9mの岩礁域に生息。

v) フシシジモク (多年生海藻)

水深2m以浅の波の静穏な岩礁域と周辺に砂のある波動流速の小さい水深6~9mの岩礁域に生息。

vi) ヨレモク (多年生海藻)

波動流速によらず水深5m以浅の周辺に砂のない岩礁域で、平磯から急勾配になるような波動流速の強いところでは丈の短いものが生息。

vii) イソムラサキ

波動流速によらず水深5m以浅の周辺に砂のない岩礁域に生息。

ix) その他の海藻としては、タオヤギソウ、エゾヤハズ、また平磯から急勾配となる境目の波動流速の強いところに、丈が短い石灰質のピリヒバ等が生息している。

このように、それぞれの海藻の生息海域の分布特性が水深、波動流速、砂の有無等の物理環境により、特徴的にあらわれていることがわかる。

3.2 暗礁調査結果

図-3に暗礁として地点1~3での海藻の現存量(1999年6月)と図-4(a), (b)に地点1, 地点3の海藻着生状況(1999年6月)を示す。水深3~7mで周辺に砂のある暗礁では、ウニが少なくウニの摂餌圧が弱いため

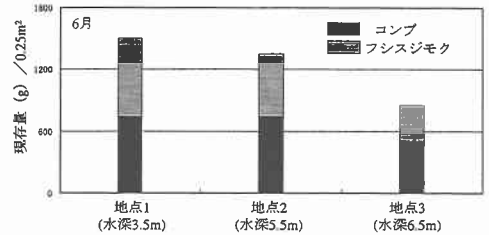
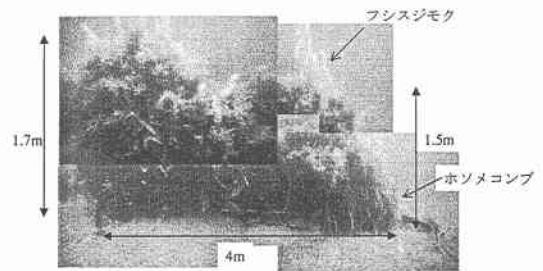
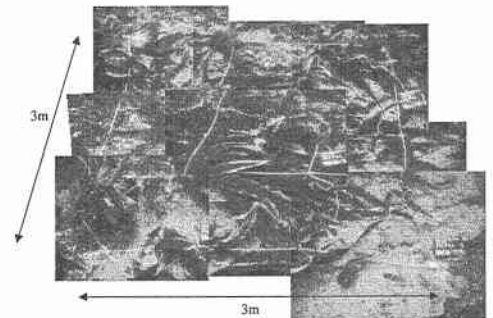


図-3 暗礁調査結果



(a) 地点1 (6月)



(b) 地点3 (6月)



(c) 砂との境界付近 (地点3, 9月)

図-4 海藻着生状況

海藻は繁茂しやすい。図-4(a)に示した海底から突き出した岩礁(地点1, 水深3.5 m)では、海底面から0.2 m程度は漂砂摩耗で岩肌が露出し、0.2~0.5 mの下部には小型のホソメコンブ(1年コンブ)、上部には大型のホソメコンブ(2年コンブ)が生息し、0.5 m以上で多年生海藻のフシスジモクが生息しているというように、海底面からの高さごとに海藻の種類が変わっている。このことから、暗礁での海藻分布には漂砂の影響が関係していることがわかる。図-4(b)に示した平坦な岩礁(暗礁の高さは最大で砂面から0.8 m)(地点3, 水深6.5 m)では大型のホソメコンブ(2年コンブ)が主体に着生している。岩の傾斜は緩やかで、砂質底との境界部が明確ではなく、冠砂あるいは漂砂の影響を常に受けていると考えられる範囲(砂との境界面から7~10 mの範囲)は、漂砂摩耗により海藻の着生はまったく見られない。しかし、高さ0.3 m程度の尾根状に突き出た岩礁頂部付近の漂砂の影響の少ない部分では、コンブの生育が可能であることを示している。周辺が砂によって囲まれている暗礁では、他の海藻と比べて付着器が大きく、基質への固着力が強いフシスジモクとホソメコンブの2種類の海藻等が多く見られ、この2種はライン調査でも同様な傾向が見られるが、他の海藻にはこのような砂のある環境は不向きであることが多い。例えば、砂の無い岩礁域の水深5~9 mでは波動流速が小さいためウニの摂餌圧が強く、身体中に硫酸成分を持ちウニが摂餌しないケウルシグサが繁茂しているが、周辺に砂のある岩礁では生息していない。これはケウルシグサが漂砂に弱く摩耗されることで剥ぎ取られている可能性があると考えられる。図-4(c)に砂との境界付近の海藻着生状況(地点3, 水深6.5 m, 9月)を示す。砂による摩耗のため岩肌が露出している部分がはっきりと見られる。岩礁上には付着器近くのごく短いフシスジモクの基底部(上部は秋期に枯死流出し、冬期波浪に耐える)が残っていることが確認できる。図中には示していないが、2000年3月の調査では、ホソメコンブの新たな幼芽の着生が多くの地点で砂質底上0.2~0.5 m程度の範囲で確認できた。

3.3 漂砂効果

図-5(a)~(d)に一例として、3月、6月、9月、12月の波動流速とシールズ数の水深変化を示す。6月、12月は月平均波がそれぞれ最小、最大となっている。6月では水深4 m以浅、9月では水深6 m以浅、3月、12月では水深10 mでもシールズ数が0.05を超え砂は移動していることがわかる。特に3月での水深4 m以浅と12月での水深7 m以浅では、シールズ数が0.5を超え、シートフロー状態の強い砂移動が発生している。山下ら(1999)の研究によると、底質粒径 $d=0.3$ mmの砂の場合、流速振幅1.5 m/s程度の振動流により、シートフ

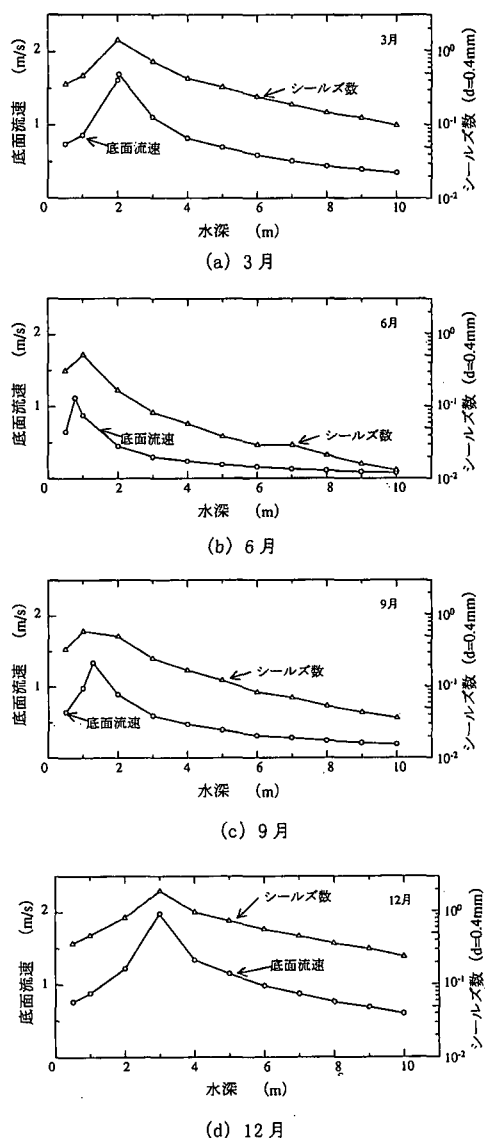


図-5 底面流速とシールズ数

ロー状の強い砂移動が発生し、浮遊砂により2時間振動流を作用させるとコンクリート塊に付着させた海藻の摩耗が確認できることから、この海域の砂質底近傍では砂による基質面の摩耗が発生しているものと考えられる。また、1999年11月末~2000年1月末に行われた現地調査では、地点1~3近くの砂浜域で海底砂面変動が0.5 m程度発生している。この海底面変動も基質面を覆うことにより、着生海藻を死滅させ海藻分布に影響を及ぼすので考慮する必要がある。

岩礁性生物への漂砂の影響をまとめると、

a) ウニは底質粒径 $d=0.3$ mmの海域では、山下ら(1999)の研究によると、流速振幅20 cm/sが移動限界流

速となり、摂餌も困難になることから、砂のある開放性海域では、ウニは移動・摂餌が制限されるため、ウニの個体数は少ない。

b) 開放性海域でも水深5~9 mでは波動流速は小さく、砂のない岩礁域ではウニの摂餌圧が強く、身体中に硫酸成分を持ちウニが摂餌しないケウルシグサが繁茂するが、周辺に砂のある岩礁では漂砂に弱いケウルシグサは生息できない。

c) 水深3~9 mで周辺に砂のある岩礁では、ウニが少なく、ウニの摂餌が弱いと海藻は繁茂しやすく、底面から0.5 m以上の高さのところでは、漂砂による基質更新が少ないため多年草化し、漂砂に強いフシシジモクが繁茂し、海底面から0.2~0.5 m程度の範囲では、漂砂による適度な基質更新が行われるため、1年生海藻のホソメコンブの生息を可能にし、海底面から0.2 m程度までの範囲では漂砂摩耗により海藻が剥ぎ取られ岩肌が露出する。

d) 周辺の砂の影響で水深5~9 mの深い水深帯に生息しているホソメコンブは、ウニが少なくウニの摂餌圧が低いこと、水深が深いと波動流速が小さくコンブが流出しないこと、水深が深いと光が弱く成長が遅いこと等の理由で2年コンブになることがある。

4. ま と め

本研究で得られた主要な結果を次に示す。

a) 砂のない岩礁域では、水深が深く波動流速が弱くなると、ウニの摂餌圧が強くなるため、摂餌に強いケウルシグサや無節サンゴモのみの海域となるが、砂のある

砂浜域中の岩などでは、漂砂効果によりウニが少なく、海藻が繁茂しやすいことがわかった。

b) それぞれの海藻の生息海域の分布特性が水深、波動流速、砂の有無等の物理環境により、特徴的に表れていることがわかった。

c) 海藻への直接的な漂砂効果としては、海藻の剥ぎ取りによる岩肌の露出というマイナスの影響と、1年生海藻の繁茂を可能にする適度な着底基質の更新というプラスの影響があることを具体的に明らかにした。

d) 岩礁性生物海藻・ウニへの漂砂効果は、対象とする海域の底質特性、底面流速、海底面からの岩の高さ等の暗礁形状、海底砂面変動により異なるので、今後、経年変化や他の海域を現地調査し、漂砂効果を定量化していく必要がある。

最後に、この研究は(社)マリノフォーラム21の「岩礁性藻場造成技術の開発」の研究の一貫として行われたものであることを付記する。

参 考 文 献

- 桑原久実・赤池章一・林 久哲・山下俊彦 (1997): 磯焼け地帯における海藻群落の生息要因に関する研究, 海岸工学論文集, Vol. 44, pp. 1181-1185.
- 桑原久実・川畑勝嗣・山下俊彦 (1998): 航空写真による北海道南西部磯焼け海域の海藻分布特性, 海岸工学論文集, Vol. 45, pp. 1106-1110.
- 瀬戸雅文・水野武司・山田俊郎・梨本勝昭 (1997): 縦スリット型藻礁の水理特性に関する研究, 海岸工学論文集, Vol. 44, pp. 971-975.
- 山下俊彦・高橋和寛・近藤正隆・峰 寛明・桑原久実・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, Vol. 46, pp. 1141-1145.