

岩礁海岸における物理環境条件と生態系に関する一考察

Relationship between Physical Environment and Ecosystem in Rocky Shores

伊東 公人*・谷野 賢二**・明田 定満***・川井 唯史****・吾妻 行雄****

Kimihito Ito, Kenji Yano, Sadamitsu Akeda, Tadasi Kawai and Yukio Agatsuma

To investigate the influence of changes in physical environments, including waves and currents, on the ecosystem of rocky shores, ecological research was conducted at three points on rocky shores, each of which had different wave conditions. It was found that differences in sea urchin population and seaweed volume corresponded to differences in wave conditions at each point. The diversity of phytal fauna at each point corresponded to differences in the volume of seaweed.

Key words : rocky shores, sea waves, sea urchin, seaweed

1. はじめに

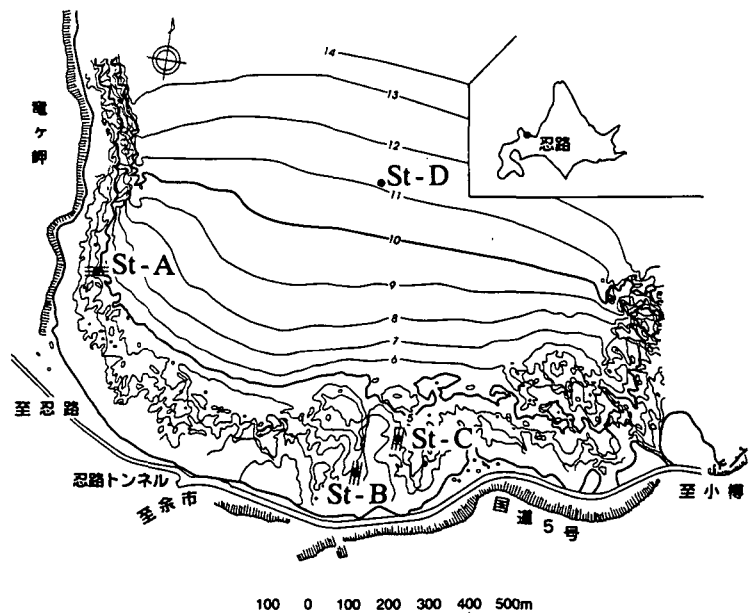
沿岸域は、水域、陸域における社会経済活動の接点としてその影響が複合し、自然環境や生態系の変遷として顕在化する場所である。沿岸構造物を建設することにより、岩礁性生物にとって新たな生息場が出現する反面、流況の変化や波当たりの増大といった物理的な環境変化の影響も免れない。環境変化に対する生態系の変化を明らかにしようとした場合、適切な指標種の選定が大切である。物理環境と生態系の関係では、波浪条件に対応した藻食動物のキタムラサキウニと海藻の棲み分け（たとえば、川俣ら、1994）や流速と摂餌・索餌行動の関係（谷野ら、1994）が知られている。また、磯焼け地帯の北海道日本海側では、ウニの摂餌圧を除去することにより、海藻群落の再生が可能である（北海道、1994）。これらの事実はキタムラサキウニと海藻の空間的（特に平面的）な分布構造が波浪・流れ環境に影響されることを示唆するものである。さらに、海藻群落の存在は、葉上動物の多様性と豊富さにつながる。このため、物理環境の変化が底生生物や海藻等の生態系に及ぼす影響について解明することは沿岸開発等を行う上できわめて重要である。本報告では、忍路海岸を対象として物理環境に対する生物指標としてウニと海藻に着目し、波浪・流況条件の違いがウニと海藻群落の平面的な分布特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 忍路海岸の物理環境

2-1 地形と調査地点

調査対象とした忍路海岸は北海道の日本海に面した石狩湾に位置する。海岸地形は図一1に示すように浅い入り江状となっており、西側の竜ヶ岬の影響により波当たりが異なる。国道5号の前面海岸は、複雑な地形をした岩礁が水深4～6 m程度まで幅広く分布している。また、竜ヶ岬は汀線付近から水深5～10 mまでは海底勾配が急であり、それ以深では単調で緩やかな海底である。忍路トンネル前面は弓状に湾曲した砂浜海岸となっている。周辺に流入河川が無く、生物分布への影響は無いものと考えられる。

生物調査地点は事前踏査により、波当たりのそれぞれ異なる3地点、St-A、B、



図一1 忍路海岸の地形と波浪・流況調査位置図

* 北海道開発局 開発土木研究所 水産土木研究室（〒062 札幌市豊平区平岸1条3丁目）
 ** 正会員 工博 北海道開発局 開発土木研究所 水産土木研究室
 *** 正会員 北海道開発局 開発土木研究所 港湾研究室
 **** 北海道立中央水産試験場 資源増殖部

Cを選定した。調査位置は前出図-1に示されている。

2-2 底質分布

国道5号の前面海岸は、汀線付近にコンクリート直立護岸または消波ブロックで被覆された護岸があり、沖に向かって複雑な地形をした岩盤が続き、水深4～6m以深は砂質となる。一部の岩盤上に転石や砂に覆われた部分がある。竜ヶ岬の底質は、汀線付近は岩盤と礫に代表され、沖に向かってすぐに岩盤が出現し水深6m程度で砂となる。各地点別の底質の編組比率を図-2に示す。St-Aでは岩盤が多く、St-Bでは岩盤と玉石がそれぞれ同程度の比率が存在している。また、St-Cでは岩盤が最も多く編組比率は75%である。

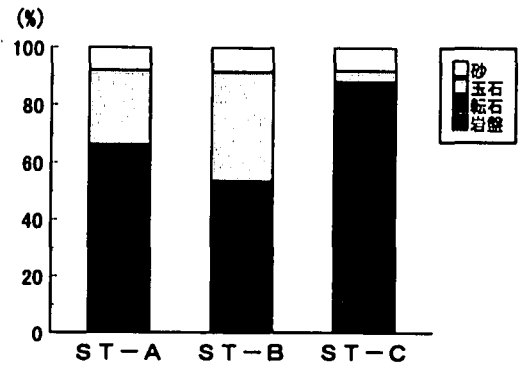


図-2 各地点別の底質の編組比率

2-3 波浪と水質環境

波浪流況観測はSt-A、B、Cを代表する位置と沖合のSt-Dで行った。以後、それぞれの生物調査地点とそれに対応する流況観測地点を同じ記号、St-A、B、Cと呼ぶこととする。波浪流況は、比較的静穏な夏期の平成6年5月31日～平成6年7月3日および激浪が来襲する冬期の平成7年2月28日～平成7年4月11日に実施した。流況はSt-A、B、Cにおいて2時間毎（St-Aは90分毎）に1分間（0.5秒間隔で測定）観測した。波浪は、St-A、B、Cにおいて、4時間毎に25分間（0.5秒間隔で測定）観測した。なお、St-Dでは波浪及び流況を2時間毎に20分間（0.5秒間隔で測定）観測した。

表-1に夏期および冬期の観測期間中の波高の最大値、流速の最大値を整理した。なお、流速は1分間のスカラー流速の平均値である。夏期の最大波浪は、6月18日St-Dで観測されたH_{1/3}=2.5mである。このとき、St-AではH_{1/3}=1.2m、St-CではH_{1/3}=1.3mであった。なお、流速の最大値は波高記録と同様に6月18日に観測され、St-A、Bはそれぞれ64cm/sec、67cm/sec、St-Cは35cm/secであった。夏期はSt-Bが最も流れが強くSt-Cが最も流れが弱い結果となった。

表-1 波浪・流況観測結果

(a) 夏期調査

	St-A	St-B	St-C	St-D	観測日
H _{max}	1.7m	—	2.0m	4.5m	6/18
H _{1/3}	1.2m	—	1.3m	2.5m	
V _{max}	64 cm/sec	67 cm/sec	35 cm/sec	—	

(b) 冬期調査

	St-A	St-B	St-C	St-D	観測日
H _{max}	1.1m	—	2.7m	6.2m	3/22
H _{1/3}	0.7m	—	1.3m	3.7m	
V _{max}	34 cm/sec	89 cm/sec	(欠測)	—	

冬期の観測期間中の最大波浪は、3月22日にSt-Dで観測されたH_{1/3}=3.7mである。このとき、St-AではH_{1/3}=0.7m、St-CではH_{1/3}=1.3mであった。なお、流速の最大値は波高記録と同様に3月22日に観測され、St-A、Bでは、絶対流速はそれぞれ34cm/sec、89cm/secであった。冬期は、St-Bで最も流れが強くSt-Aで最も流れが弱い結果となった。なお、静穏時の流速はほぼ数cm/secであり、夏期と同程度であった。

また、エネルギー平衡方程式により波浪場の解析を行い各地点間の波当たりの差について検討した。計算結果を図-3に示す。解析は忍路海岸の地形および観測結果から、周期8sec、波向きはNNW、N、NNE、NEの4方位について各地点の波高比を計算した。なお、計算メッシュは50m間隔なので近接したSt-BとSt-Cの波高比の相対的な関係については正確に表現できない。そこで、場所の離れたSt-AとSt-Cの2地点について波高分布の計算結果を比較すると、波向きにより波高比の差に変動はあるが、現地観測結果から得られた各地点間の波高分布の傾向とほぼ一致していた。こ

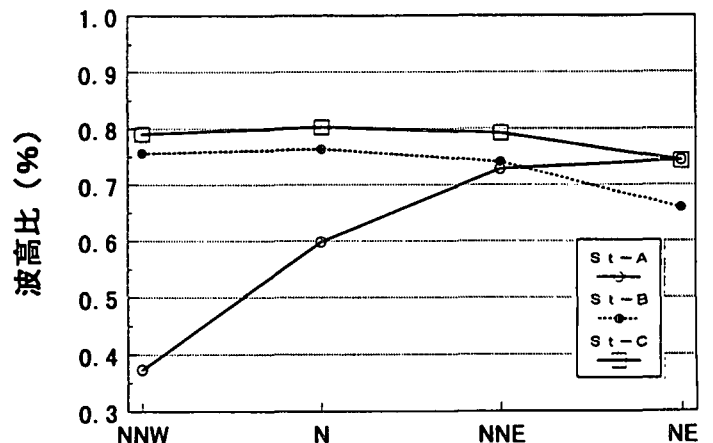


図-3 波浪場の解析結果

のことから各地点間の波高分布の傾向は、来襲波浪の卓越波向き等によって変動はあるものの、およそ $St-B > St-C \geq St-A$ の関係にあると考えられる。

海藻群落の形成には冬期間の水温が影響する（松山、1991）。波浪流況観測と同時に水温及び塩分観測を行った結果、各調査地点間には、水温、塩分の差は見みられなかった。このことから忍路海岸では調査地点間の局所的な海藻群落の分布の差と水温・塩分とは直接関係がないとみなすことができる。

3. 生物出現特性

3-1 生物採取方法

生物調査は、海藻の現存量が最大となる5月、海藻の枯死流出する7月、海藻の発芽時期の12月～1月に行った。各地点毎に海岸線に垂直方向に10 m間隔で3測線設置し、各測線毎に7測点で生物の枠取り採取を行った。1 m²の動植物を徒手採取した後、枠内の1/4 m²の動植物をエアースンプラーにより採取を行った。エアースンプラーは、大量の気泡をパイプの上方から放出させることにより、パイプの下方に負圧を発生させ小型の動植物を吸入採取するものである。以下では、底質条件の影響をできるだけ少なくするため、底質を岩盤のみの場合に限って議論する。

3-2 キタムラサキと海藻の出現特性

図-4は各地点毎のキタムラサキウニの個体数の季節変化を示したものである。植食動物であるキタムラサキウニの季節毎の平均個体数は $St-A$ 、 B 、 C でそれぞれ12.1～14.7個/m²、1～1.8個/m²、7.7～9.6個/m²となっており、各時期を通じて、 $St-A$ 、 C では海藻群落を維持する限界とみられている3～4個/m²（沢田ら、1981）をはるかに上回っている。地点毎のウニ個体数の差はそれぞれの地点の波・流れの強さの差に対応していると推測され、流れが他の2地点に比べて強い $St-B$ ではキタムラサキウニの個体数が少ない。

図-5は各地点毎の海藻現存量の季節変化を示したものである。海藻は全体的に海藻繁茂期である5月、7月に出現量が多く、枯死流出後の冬になると減少する傾向がみられた。 $St-A$ では5月、7月、12月のいずれも他の地点よりも出現量が少なく、採取地点間における標準偏差もの小さい。 $St-B$ 、 C では5月、7月は採取地点間の標準偏差も大きく、 $St-A$ よりも出現量が多かった。海藻の出現種類数は5月が最も多く、 $St-B$ が年間を通じて最も多く出現した。5月では、 $St-A$ 、 B 、 C で褐藻植物が優占していた。7月は $St-A$ 、 C で紅藻植物が優占していた。12月も7月と同じく $St-A$ 、 B 、 C で紅藻植物が優占していた。また、各地点の海藻の現存量を比較すると、 $St-B > St-C > St-A$ となる。

図-6は各地点のキタムラサキウニ1個体当り重量の季節変化を示したものである。各地点のキタムラサキウニ1個体当たりの重量を比較すると、 $St-B > St-C > St-A$ であり、各地点の海藻の現存量の差に対応している。こうしたことから、各地点の海藻現存量の差は波浪・流況条件に対応したウニの個体数とそれによる摂餌圧の差によるものと推測される。

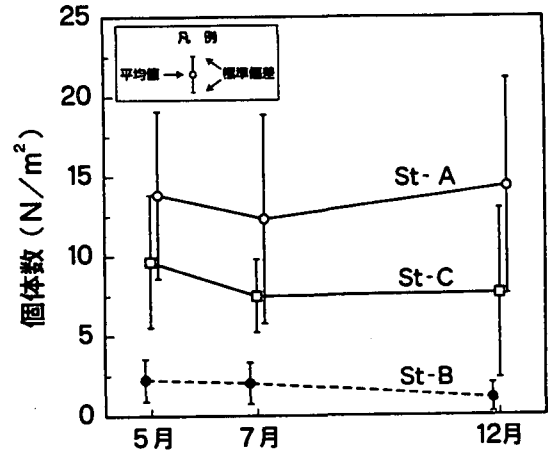


図-4 各地点毎のキタムラサキウニ個体数の推移

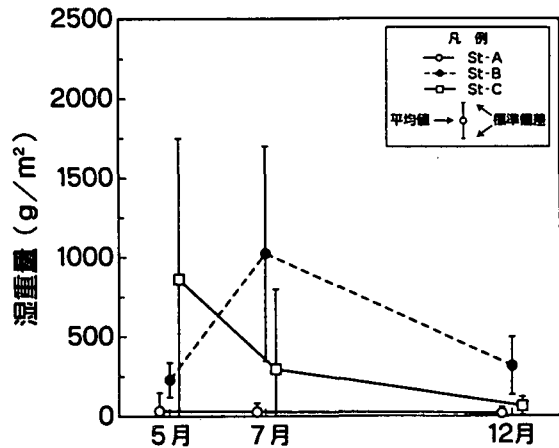


図-5 各地点毎の海藻現存量

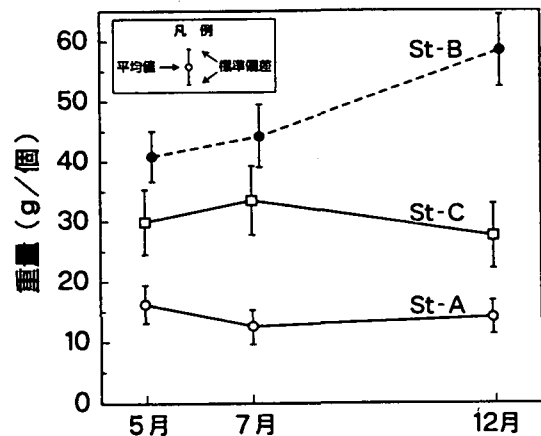


図-6 各地点毎のキタムラサキウニ重量の推移

3-3 小型動物出現特性

地点別の小型動物の出現結果を図-7に示す。出現種類数は春期から冬期にかけてSt-A、Cでは減少しているが、St-Bでは季節を問わずほぼ一定に推移し減少はみられなかった。優占種は5月はSt-A、B、Cでリソツボ科の一種が優占し、7月はSt-B、Cで軟体動物腹足綱が優占した。12月はSt-A、B、Cでリソツボ科の一種が優先した。一方、出現個体数はSt-A、Cともに低い値で季節を問わずほぼ一定に推移しており標準偏差も小さくなっている。また、St-Bでは、5月から7月にかけて個体数が他の地点と比べて多くなっていた。出現した上位優占種5種はいずれも海藻と密接した生活を行う葉上動物であることから、St-Bで小型動物の個体数が他の地点と比べて多いのは、海藻の現存量が多い為だといえる。

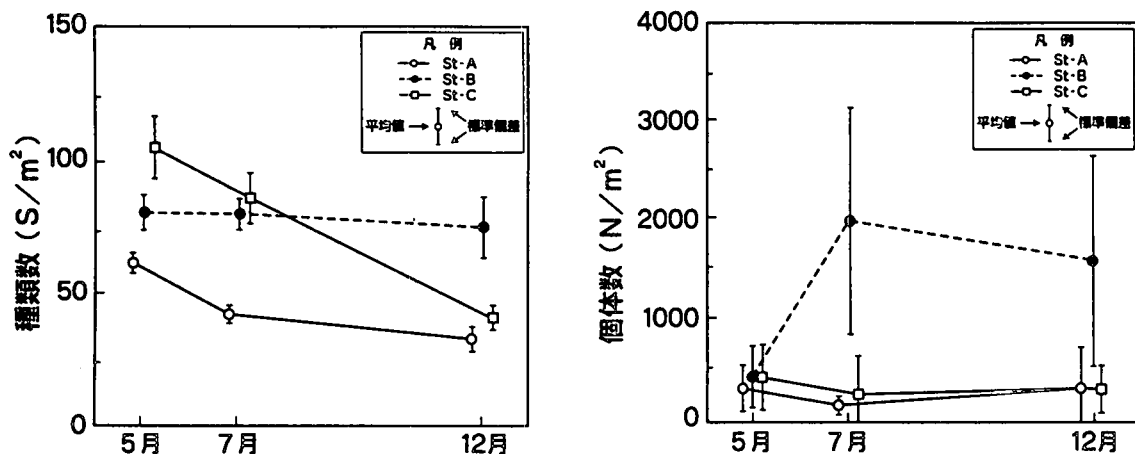


図-7 小型動物の地点別出現種類数および個体数

4. まとめ

物理環境の変化が底生生物や海藻などの生態系に及ぼす影響について解明する手はじめとして、物理環境変化に対する生物指標としてウニと海藻に着目し、波浪・流況条件の違いとウニ及び海藻群落の平面的な分布特性について忍路海岸を対象に検討を行った。結果は以下に示す通りである。

- ①波浪流況観測と波浪場のシミュレーションを行った結果、各地点間の波高分布の傾向は両者ともほぼ一致しており、各地点の波・流れの強さはおよそ $St-B > St-C \geq St-A$ であると推測される。
- ②各地点間のウニ個体数の差は場の波・流れの強さの差に対応しており、ウニ個体数はSt-B、C、Aの順で増加している。
- ③各地点間の海藻の現存量の差は場のウニ個体数の差に対応しており、海藻の現存量はSt-B、C、Aの順で減少している。
- ④小型動物の出現特性をみると、出現した上位優占種はいずれも海藻と密接した生活を行う葉上動物であり、海藻の現存量が多いSt-Bで小型動物の個体数が他の地点と比べて多い。

参考文献

- 川俣茂・足立久美子・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.
- 北海道(1994): 海域特性総合利用開発調査報告書(磯焼けグループ)、67p..
- 沢田満・三木文興・足助光久(1981): コンブ藻場、水産学シリーズ38 藻場・海中林、恒星社恒星閣、pp.130-141.
- 松山恵二(1991): 北海道の磯焼け対策、育てる漁業 No.217、(社)北海道栽培漁業振興公社、12p.
- 谷野賢治・明田定満・佐藤仁・松山恵二・吾妻行雄・中田章文(1994): ウニ摂餌活動に及ぼす物理環境要因について、テクノオーシャン'94国際シンポジウム論文集 Vol.1、pp.195-198.