

# 北海道寿都町美谷海域の沿整施設における ホソメコンブ群落の形成機構

桑原久実\*・川井唯史\*\*

## 1. はじめに

北海道南西部日本海沿岸の磯焼け地帯は、平均8~30個体/m<sup>2</sup>以上と高密度に生息するキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* の摂食圧により、有用大型海藻の生育が阻害され無節サンゴモに覆われている(名畑ら, 1991, 1992)。このような海域のキタムラサキウニは、餌不足のため成長が遅く、生殖巣の増大も極めて低いことから漁業としてほとんど利用されていない。磯焼けを改善するため、海藻の附着基質を造成する目的で石材やブロックの投入が数多く行われている。施工直後は海藻繁茂が見られるものの、ウニの食圧を制御していないため、2~3年経つと元のサンゴモ平原に戻る場合が多く、確かな藻場造成手法の開発が待ち望まれている。

筆者らは、ウニにとって餌料価値の高い(名畑, 1999)大型1年生のホソメコンブ *Laminaria religiosa* に注目し、北海道忍路湾で研究を進めている。この結果、ホソメコンブの群落形成には、冬期、時化のためウニの食圧が低く幼芽が保護され、夏期、波が静穏のためウニの食圧が高く雑海藻を食べ尽くす(多年生海藻に遷移しない)ような環境が必要であることがわかった(桑原・川井, 1998, 1999)。磯焼け地帯でホソメコンブを造成をする場合、波浪、ウニの食圧および海藻が互いに密接に関係しているので、これらの関係を十分理解する必要のあることがわかる。

現在、ウニの食圧を制御する方法として、①ウニ侵入防止フェンスの利用、②ブロックの嵩上による流速の増大などを考えている。このうち①については、刺し網で製作したフェンス(北海道渡島西部水産技術普及指導所等が考案)を用いてウニ食圧を制御すると、ホソメコンブを主とする大型1年生海藻群落が形成することが明きかとなっている(川井ら, 1999)。②については、既存の沿整施設に注目し、本研究で検討することにした。

北海道寿都町美谷海域に設置した沿整施設は、毎年ホソメコンブ群落を形成するものと磯焼け状態になったものがある。本研究は、この沿整施設に注目し、現地調

査や数値モデルを用いて、波浪、ウニの食圧及び海藻の関係を解明し、海藻の生育に大きな違いが生じた原因を明らかにすることにある。

## 2. 現地調査

調査海域は、北海道寿都湾の湾口に位置する寿都町美谷海域の沿整施設である。沿整施設の概要を図-1に示す。これらの施設は、1982~1983年に施工されており、施工後15年程度経過している。岸から沖へ、順に、囲い礁、潜堤、囲い礁が1組となり、沿岸方向に4組設置されている。囲い礁は一边約30mの正方形で大割石(直径約90cm)の1層積みからなり、潜堤は天端水深がDL-0.7mで異形ブロック(8t)からなっている。1997年以降、毎年6月と11月に海藻の生育量とウニ類の分布量を採取採取と水中写真で調べた。また、1998年6月、(社)全国沿岸漁業振興開発協会により撮影された航空写真を用いて、施設周辺の海藻分布状況を調べた。

## 3. 数値モデル

ウニの摂食圧を評価する数値モデルは、既に桑原ら(1997)が提案したものを用いる。

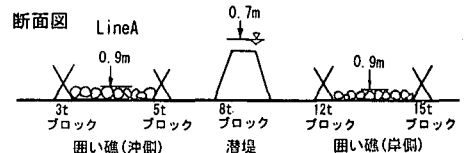
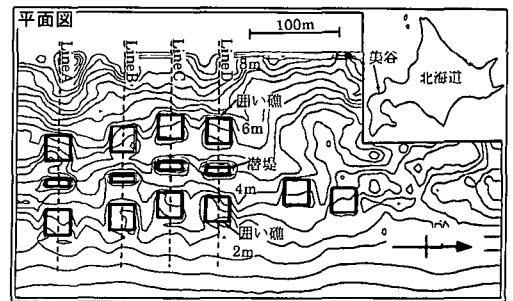


図-1 寿都町美谷海域における沿整施設の概要

\* 正会員 農博 北海道立中央水産試験場 水産工学室 生働工学科  
\*\* 農博 北海道立中央水産試験場 資源増殖部 増殖科

3.1 波浪場

砕波帯を含む平面的な波浪場を推定するために、次の様な非定常緩勾配方程式（渡辺・丸山，1984）を用いて数値計算を行った。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + c^2 \nabla \zeta + f_D Q = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{n} \nabla(nQ) = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $Q$ ：線流量ベクトル、 $\zeta$ ：水位、 $c$ ：波速ベクトル、 $n$ ：浅水度係数、 $f_D$ は砕波減衰定数である。砕波の

判定は、磯部ら（1986）により整理された流速波速比を用いている。

底面波浪流速は、波浪場の計算結果から次式のように算出される。

$$u = k\bar{Q} \sin(\sigma t + \varepsilon) / \sinh(kh) \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $u$ ：底面波浪流速ベクトル、 $\bar{Q}$ ： $Q$ の振幅、 $\varepsilon$ ：位相差、 $\sigma$ ： $2\pi/T$ 、 $k$ ： $2\pi/L$ である。

3.2 ウニ摂食圧

ウニが海藻を食べる際、波浪や流れなどの影響を強く

表-1 波浪特性

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
波高m	1.35	1.08	0.78	0.63	0.43	0.33	0.31	0.31	0.46	0.62	1.12	1.33
周期s	5.9	5.6	5.2	4.7	3.8	3.0	3.0	3.0	4.4	5.2	5.9	5.9
波高	WNW	WNW	W	W	W	W	W	W	W	WNW	WNW	NW

(1990年～1995年、石狩湾新港の波浪観測結果から得られた平均波である。)

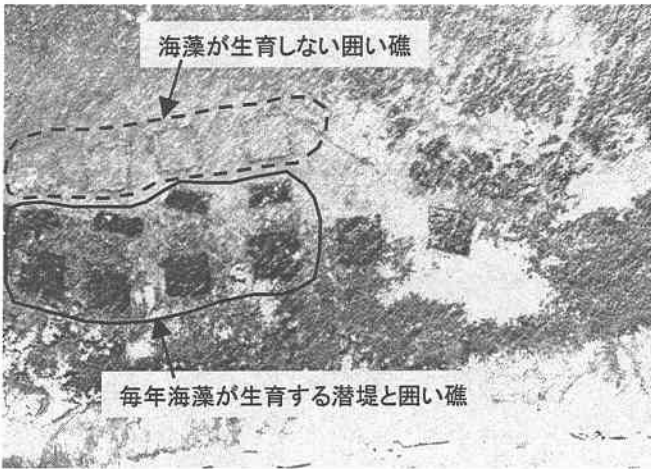


写真-1 航空写真による沿整施設の海藻分布状況（平成10年6月，全振協撮影）



写真-2 水中写真による沿整施設の海藻生育状況（平成10年6月，撮影）

受ける。ウニの摂食と流速の関係は、川俣 (1994) により求められている (水温は 15°C 一定)。ウニ食圧は、次式のように振動流中と静水中での摂食速度の比で表している。

$$F_u = 1 - \exp\left[-\exp\left(-\frac{u_{max} - 27.1}{4.27}\right)\right] \dots\dots (4)$$

ここに、 $F_u$  : ウニ摂食圧、 $u_{max}$  : 底面波浪最大流速 (cm/s) で  $u$  の振幅である。ウニ摂食圧は、流速が 20 cm/s 当たりまでは静水状態と変わらず 1.0 と高いが、それ以上の流速になると急に減少し、40 cm/s では 0.0 付近となり著しく低下する。

3.3 解析の条件

解析は、図-1にある 340 m × 570 m の領域を設定し、格子間隔を 5 m にした。潜堤や囲い礁は、海底地形を嵩上げて表した。

解析に用いた波浪特性は、表-1 のようである。これは、石狩湾新港沖で観測された 1990 年～1995 年のデータから各月での平均波を示している。波高は、冬期に大きい、夏期に小さくなり、日本海の波浪特性が表れている。

4. 結果および考察

4.1 現地調査

航空写真から見た沿整施設での海藻の分布状況を写真-1 に示す。岸側の囲い礁と潜堤は、毎年海藻が繁茂する施設で、このため黒っぽく見える。沖側の囲い礁は、磯焼け状態になった施設で、サンゴモに覆われ白っぽく見える。

水中写真から見た海藻の生育状況を写真-2 に示す。上から順に、沖側の囲い礁、潜堤、岸側の囲い礁である。岸側の囲い礁と潜堤は、ホソメコンブの群落が密に形成されているが、沖側の囲い礁には海藻の生育が全く見られずキタムラサキウニの多数分布が認められる。なお、これは Line D の結果であるが、Line A～C も同様な傾向が認められる。

これらの施設は非常に近くにあることから、水温、塩分及び栄養塩などの条件はほぼ同一であると考えられるが、岸の囲い礁、潜堤と沖の囲い礁で海藻の生育に大きな違いが生じていることがわかる。

4.2 数値モデル

a) 底面波浪流速ベクトル

波浪場の解析から底面波浪流速をベクトル表示したのが、図-2 である。年変化を偶数月で表している。

冬期は、北西からの高波浪が沿整施設に来襲し、流速が大きくなり、夏期は、波浪が静穏なため流速が非常に小さくなっている。施設上の流速は、海底に比較して、やや大きくなる傾向が認められる。

b) ウニの摂食圧

図-2 で得られた底面波浪流速を (4) 式に代入し、ウニ摂食圧の低い領域 (黒塗りは 0.1 以下) を求めたのが、図-3 である。

冬期、時化のため底面流速が大きく施設全域でウニ食圧は低くなっている。この逆に、夏期、波が静穏なため全域でウニ食圧は高くなっている。春や秋期では、岸側の囲い礁と潜堤のウニ食圧は、その周辺に比べて低く、施設の設置による効果が認められる。しかし、沖側の囲

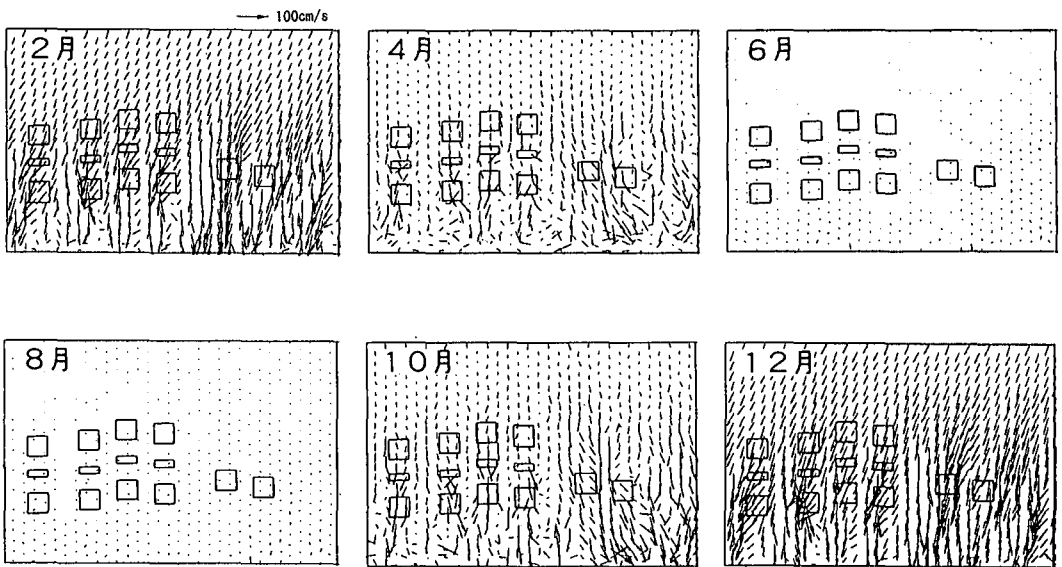


図-2 底面流速ベクトルの分布

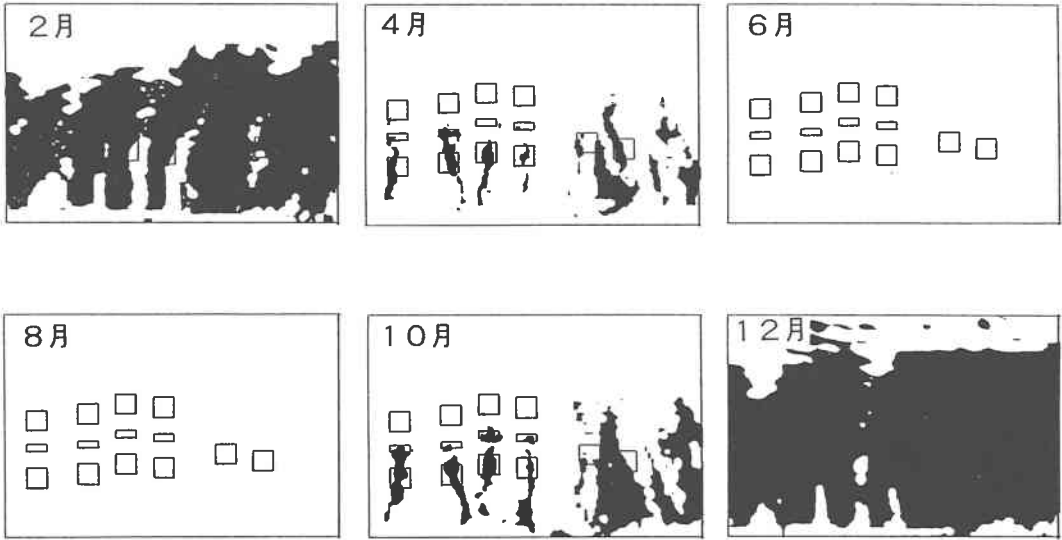


図-3 ウニ摂食が低い領域の分布 (黒塗りは、ウニ摂食圧 0.1 以下を示す。)

い礁は、ウニ食圧が高い状態にあることがわかる。

c) 沿整施設におけるウニ食圧の年変化

沿整施設でのウニ食圧の年変化を求めたのが図-4 である。

いずれの施設も、冬期は時化、夏期は静穏となる日本海の波浪特性を反映し、冬期はウニ食圧が小さく、夏期は大きくなっており同様な傾向が認められる。このようなウニ食圧の変化は、大型1年生海藻であるホソメコンブの生育条件であり、これらの施設は何れもこの条件を満たしていることがわかる。しかし、影をつけた3~5月のウニ食圧を見ると、沖側の囲い礁は、潜堤や岸側の囲い礁に比較して、2~3倍大きくなっていることがわかる。3~5月はホソメコンブの幼芽期にあたり、この時期のウニ食圧の大小が、その後の海藻群落形成に大きく影響しているものと考えられる。

5. おわりに

磯焼け海域における海藻群落の生育機構を解明するため、北海道寿都町美谷海域に設置された沿整施設に注目し、現地調査や数値モデルを用いて、波浪、ウニの食圧及び海藻の関係を検討した結果、次のことが明らかとなった。

1) 美谷海域の沿整施設(昭和57~58年施工)は、岸側の囲い礁と潜堤は毎年ホソメコンブ群落を形成するが、沖側の囲い礁は磯焼け状態にある。近くにありながら海藻の生育に大きな差が認められる。

2) 底面の波浪流速からウニの食圧を計算すると、沖側の囲い礁、潜堤および岸側の囲い礁は、何れも、冬期、ウニ食圧は低く、夏期、高くなっており、ホソメコンブ

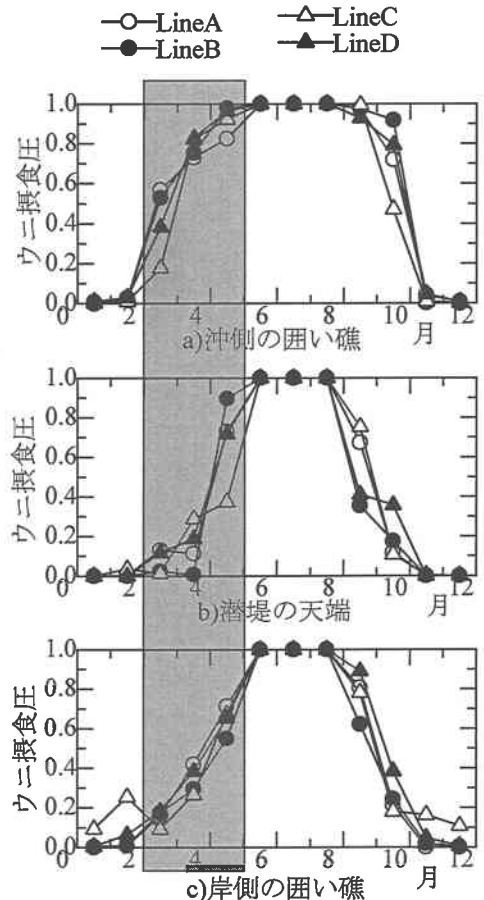


図-4 沿整施設におけるウニ食圧の年変化

の生育条件を満足している。

3) しかし、3月～5月のウニ食圧を見ると、沖側の囲い礁は、潜堤や岸側の囲い礁に比較して、2～3倍大きくなっている。3～5月はホソメコンブの幼芽期にあたり、この時期のウニ食圧の大小が、その後の海藻群落形成に大きく影響しているものと考えられる。

現在、藻場の造成方法は、付着基質の安定性に重点がおかれ、海藻の生育限界や食害動物との関係などほとんど未解明な状況にある。他の沿整施設についても同様な解析を実施し(桑原・金田, 1999), ウニ食圧の年変化と海藻の生育状況から磯焼け海域において毎年ホソメコンブ群落を形成させるための設計条件を求めたいと考えている。

**謝辞:** 本研究で用いた航空写真は、(社)全国沿岸漁業振興開発協会により撮影されたものである。また、調査は、北海道後志南部水産技術普及指導所らによって行われたものである。ここに、記して御礼申し上げる次第である。

#### 参 考 文 献

磯部雅彦 (1986): 放物型方程式を用いた不規則波の屈折・回折・

砕波変形の計算法, 第33回海岸工学講演会論文集, pp. 134-138.

川俣 茂 (1994): 磯根漁場造成における物理的攪乱の重要性, 31, 2, 水産工学, pp. 103-110.

川井唯史・金田友紀・桑原久実 (1999): 北海道南西部日本海の磯焼け地帯でホソメコンブが持続するための条件, 平成11年度日本水産工学会学術講演会論文要旨集, pp. 9-10.

桑原久実・赤池章一・林 哲久・山下俊彦 (1997): 磯焼け海域における海藻群落の生育機構に関する研究, 海岸工学論文集, 44巻, pp. 1181-1185.

桑原久実・金田友紀 (1999): 北海道磯焼け地帯における囲い礁による藻場の形成条件, 平成11年度日本水産工学会学術講演会論文要旨集, pp. 15-16.

桑原久実・川井唯史 (1998): 北海道忍路湾における波浪, ウニの摂食および海藻の関係, 海岸工学論文集, 第45巻, pp. 1071-1075.

桑原久実・川井唯史 (1999): 磯焼け地帯でホソメコンブを毎年造成するためには, 北水試だより, 第44号, pp. 7-12.

名畑進一 (1991): 北海道後志沿岸の海藻, 北水試研報, 36, pp. 19-38.

名畑進一・阿部英治・垣内政宏 (1992): 北海道南西部大成町の磯焼け, 北水試研報, 38, pp. 1-14.

名畑進一・干川 裕・酒井勇一・船岡輝幸・大堀忠志・今村琢磨 (1999): キタムラサキウニに対する数種海藻の餌料価値, 北海道立水産試験場研究報告 54, pp. 33-40.

渡辺 晃・丸山康樹 (1984): 屈折・回折・砕波減衰を含む波浪場の数値解析, 第31回海岸工学論文集, pp. 103-107.