

北海道美谷周辺海域でのウニの食圧と藻場分布

Eating pressure of Sea Urchin and Seaweed distribution in the area of sea around biya in Hokkaido

北海道大学工学部 ○学生員 佐藤 旬 (Shun Sato)

寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水産土木チーム 研究員 佐藤 仁 (Zin Sato)

北海道大学大学院工学研究科 正員 山下俊彦 (Toshihiko Yamashita)

1. はじめに

北海道南西部日本海沿岸海域では、キタムラサキウニが高密度に分布し、海藻を摂餌することで海藻群落は長期にわたり枯死・衰退し、無節サンゴモが優先し、海底が焼けたように白く見えるいわゆる「磯焼け」地帯が多くなっている。

磯焼けが起こると藻場に依存して生活するエビやアワビ等の生物や魚類の漁獲が著しく減少し、ウニは餌量不足により実入りが悪くなる、またコンブ自体が水産有用種であるためコンブ漁の収入が減るなど、沿岸漁業に深刻な影響を与えており、磯焼け問題の解決は社会的な急務である。

磯焼けの原因には、温暖化による海水温の上昇や、海水中の栄養塩の不足などの環境要因も挙げられるが、これまでの研究から、その持続要因として特にウニの摂餌による食害の影響が重要であることが明らかにされている。ウニの摂餌活動は、流速や水温などの影響を受けることが知られているが、実際の海域では波浪・水温条件等が時空間変動することもあって海藻の鉛直分布特性の推測が定量的ではなく、藻場が長期間にわたり持続的に形成されていないという状況が多い。

そこで本研究では、実際の天然岩礁域において藻場を定量的に予測するために、ウニの摂餌圧に關係する波浪・水温特性からウニの累積摂餌量を求め、海藻の鉛直分布状況との関係を明らかにすることを目的とする。

2. 美谷周辺海域の地形および海藻分布

本研究の調査海域は北海道寿都郡寿都町（北緯 42° 東経 140°）美谷周辺海域とした。寿都湾の北東部には尻別川が位置しており、尻別川周辺海域は河川水の影響により透明度が悪く、海藻分布などの状況を把握しにくい。また、西部には弁慶湾が位置しており、寿都湾周辺海域の主な波である西～北西向きの波が遮断されるということから更に対象海域を後に示す図-1のSt1～8の水深約 50m までの範囲とした。また、この海域では海岸線が凸型をしていることから場所により波当たりが変化する。

同海域において海岸線の向きが異なるように 20 本の測線を選定し、峰・高橋ら(2000 年 7 月)によって調査が行われた。各測線の沖合方向は 100～200m で水深は 3～15m となっている。その際の調査の様子と海底のビデオ撮影により得られた海藻分布データを図-1 に示す。

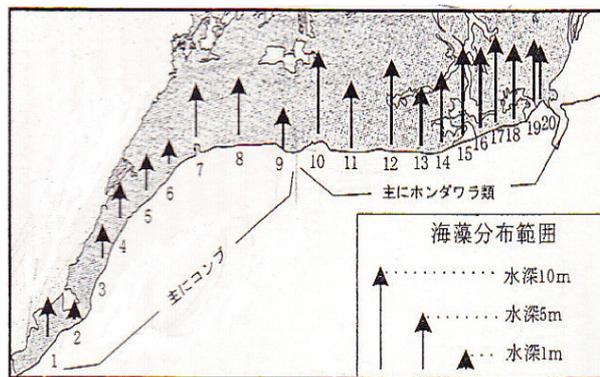


図-1 対象海域の海藻分布(2000年7月)

3. 波浪・水温特性

沖波条件を 1990-1999 年、瀬棚港波浪データの月別平均値より求めた。各月の波高、周期、波向きの平均値を表-1 に示す。日本海であるため、コンブの幼芽期にあたる冬場には波高 2.0m 程度と高く、夏場は 0.5m 程度と低くなっている。また波向きは主に西～北西向きであることがわかる。

表-1 1990-1999 波浪平均値

月	波高(m)	周期(s)	波向(°)	水温(°C)
1	1.96	6.6	300	5.4
2	1.68	6.3	300	5
3	1.38	5.9	290	5.4
4	1.02	5.5	280	8.2
5	0.73	5.2	280	11.6
6	0.47	5	280	13.1
7	0.48	5.2	270	16.8
8	0.52	5.2	280	20.2
9	0.77	5.5	290	21.1
10	1.32	6	290	18.9
11	1.78	6.4	290	13.1
12	1.96	6.6	300	8.9

4. 流動特性及び地形データ

表-1 の波浪データを基にブシネスク方程式による波浪変形計算を行い、対象海域の流動特性を調べた。一例として最も波高の高い 12 月の波高分布と最も波高の低い 6 月の波高分布を以下の図-2 に示す。特に西側では弁慶岬の影響を受け波高が低くなっていることがわかる。

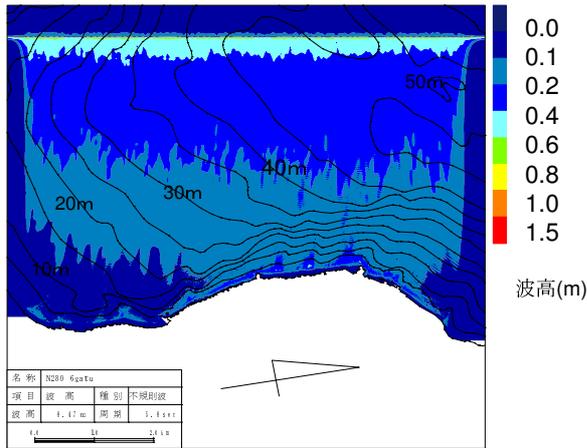
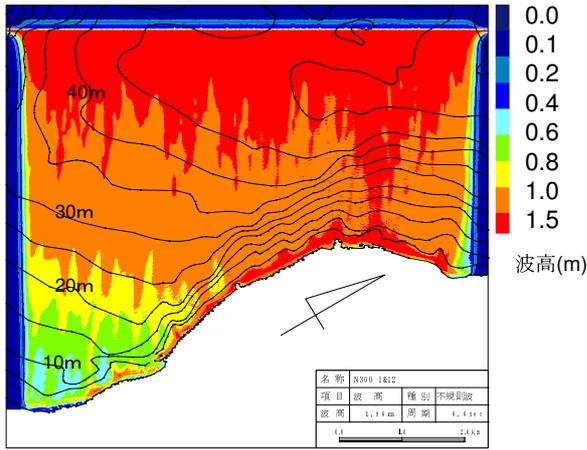


図-2 波高分布・地形データ (水深 5m 毎)
 (上: 12月 波高 1.96m 波向 N300 周期 6.6sec
 下: 6月 波高 0.47m 波向 N280 周期 5.5sec)

5. 底面軌道流速の算出

波浪データを基に St1~8 における水深 1m 毎の各月の底面軌道流速を求めた。算出には以下の微小振幅波理論を用いた。

$$u = \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cos 2\pi(h+z)/L}{\sin 2\pi h/L}$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(2\pi \frac{h}{L}\right)$$

$$z = -h$$

u: 底面軌道流速振幅(m/s), H: 波高(m)

T: 周期(sec), L: 波長(m), h: 水深(m)

一例として流速の大きい2月の水深と底面軌道流速の関係を図-3に、水深 4m における底面軌道流速の月別変化を図-4に示す。

底面軌道流速は水深の増加とともに小さくなり、水深 10m を越えると 0.5m/s 以下となることがわかる。また、特に St7 付近は地形が突出していることから波当たりが強く、流速は大きくなっている。(図-3)

年間を通して見ると、高波浪の冬期は流速 0.4m/s 以上になっていることが多く、逆に低波浪の夏季は 0.2m/s 以下になっていることが多い。(図-4)

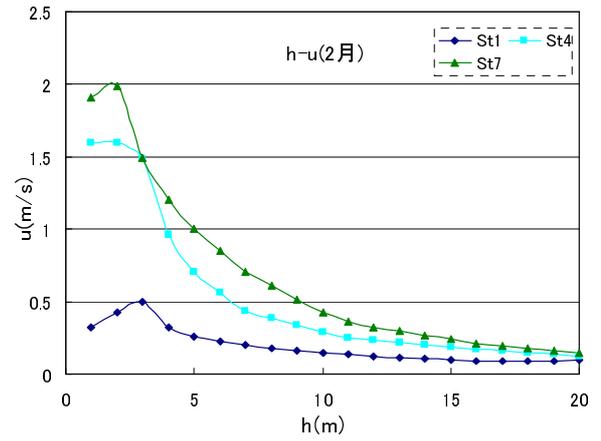


図-3 波高と底面軌道流速の関係(2月)

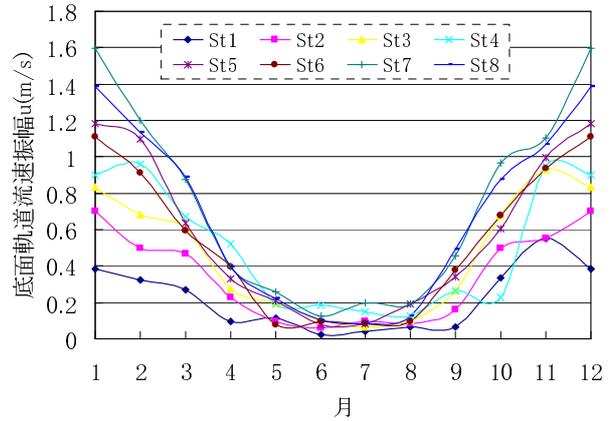


図-4 底面軌道流速の月別変化 (水深 4m)

6. ウニの摂餌圧

一般的にウニ類の摂餌は波浪や流況により変化することが知られている。そこで流速による摂餌量の変化と季節による変化を求め、両者からウニの摂餌圧の月別変化を求めた。

6.1 流速によるウニ摂餌量変化

計算には川俣 (1994) によって提案された以下の式を用いた。計算結果を図-5に示す。

$$\frac{F}{F_s} = 1 - \exp\left[-\exp\left(-\frac{u_{max} - 27.1}{4.27}\right)\right]$$

F: ウニの1個体の日間摂餌量(g/day/個)

F_s: 静水中におけるウニ1個体の日間摂餌量(g/day/個)

u_{max}: 底面軌道流速振幅(c m/s)

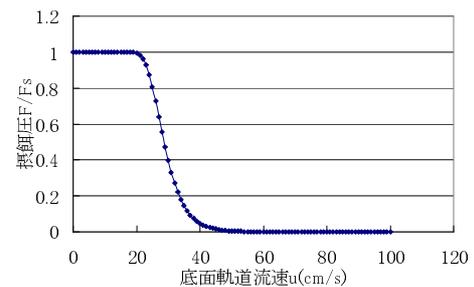


図-5 底面軌道流速と摂餌量の関係

図-5 より流速が大きくなるにつれ摂餌量は低下し、流速が 40cm/s を越えるとウニはほとんど摂餌活動を行わなくなることがわかる。

6.2 季節による摂餌量変化

川俣(1997) によって提案された以下の式を用い、ウニの殻径を 5cm として摂餌量の季節変化を求めた。水温による摂餌圧の変化を図-6 に示す。

$$F_s = 0.333 \theta (1 - \theta) \left[1 + 0.344 \sin \left(2\pi \frac{J - 48.5}{365} \right) \right] L^2$$

T: 水温(°C)

θ : $0.653(T - 0.63) / 27.36$

J: 1月1日からの経過日数

L: ウニの殻径(5cmとする)

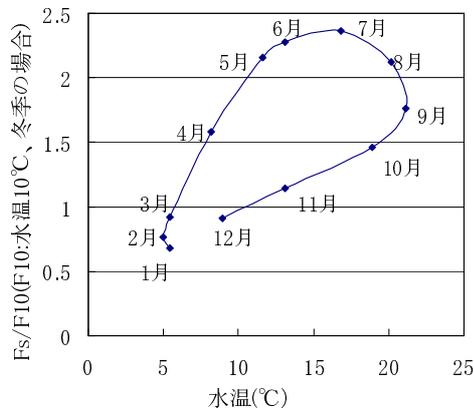


図-6 水温による摂餌量の月別変化

季節別に見ると、ウニの摂餌量は 6~7 月にピークを迎え、7 月以降では同水温でも摂餌圧が低下している。これはウニの産卵期が 7 月頃にあたるため産卵に向けて摂餌活動が活発になる為だと考えられる。(図-6)

6.3 摂餌圧の月別変化

流速による摂餌圧の変化 F/F_s と季節による摂餌圧の変化 F_s/F_{10} より摂餌圧 $F_e = F/F_s \cdot F_s/F_{10}$ として水深 1m 毎の月別変化を求めた。一例として St8 における水深 1~10m のウニの摂餌圧の月別変化を図-7 に示す。

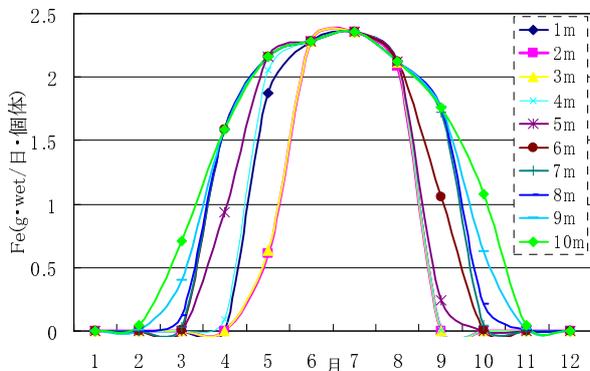


図-7 水深 1m 毎の摂餌圧の月別変化

高水温・低波高の夏期は F_e が大きくウニの摂餌活動が活発であることがわかる。逆に低水温・高波高の冬期

は F_e が小さくウニの摂餌活動が少ないことがわかる。

7. 海藻繁茂深度の推定

海藻繁茂深度の推定にあたって、ある期間内の摂餌圧の累積値を用いて評価するのが妥当と考え、図-7 の結果から特に海藻の成長期である 1~4 月の摂餌圧の累積値を求めその累積値がある一定の値を超えない水深ではウニの食害を受けずに海藻が繁茂するとし、各測線において累積摂餌圧がある値以下で最も深い水深を海藻繁茂限界深度として求めた。その結果、実測値と最もよく合う累計摂餌圧の値は 0.2 となった。各 St 毎の海藻繁茂限界水深の推定値と実測値を比較した結果を以下の図-8 に示す。

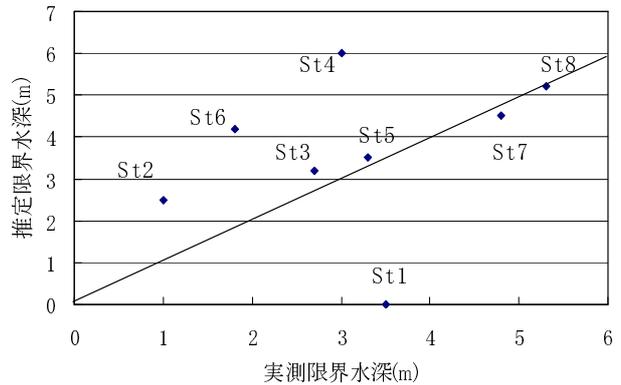


図-8 海藻繁茂限界深度の推定値と実測値

8. 考察

美谷周辺海域における波浪環境は弁慶岬の影響により西側は東側に比べて波高が低いことがわかった。St7 付近では特に波当たりが強く、海藻繁茂深度も大きかった。ウニの摂餌圧から海藻繁茂深度を推定した結果 St3,5,7,8 では実際の分布とよく対応したが、St1,4 ではばらつきが見られた。これは海藻データを 2000 年のものを使用したのに対し、波浪・水温データは過去 10 年間の平均値を用いたために誤差が生じたのではないかと考えられる。

今後は同年の海藻、波高データを用いて解析を行うと共に、海藻の生産量についての計算を行い、ウニの摂餌量に加え、先枯れ・流出量による影響を考慮した上で海藻の現存量の推定を行う。またウニの摂餌量には個体の空間分布量を新たに考慮する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 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
- 2) Kawamata, S. (1997): Modeling the feeding rate of sea urchin *Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz) on kelp, J. EXP. Mar. Biol. Ecol., 210, pp. 107-127
- 3) 峰寛明・高橋和寛・山下俊彦(2001): 海岸工学論文集, 第 48 卷(2001)土木学会 1171-1175