

ウニの摂餌への漂砂の影響に関する 実験的研究

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECTS OF DRIFT SAND ON THE CONSUMPTION OF ALGAE BY SEA URCHIN

山下 俊彦¹ ・ 高橋 和寛² ・ 金子 寛次³

・ 峰 寛明⁴ ・ 坪田 幸雄⁵

Toshihiko YAMASHITA, Kazuhiro TAKAHASHI, Hirotsugu KANEKO,
Hiroaki MINE, Yukio TUBOTA

¹正会員 工博 北海道大学大学院助教授 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

²学生会員 工学 北海道大学大学院 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

³正会員 工修 北海道 (〒060-8588 札幌市中央区北3条西7丁目)

⁴水学 (株) エコニクス (〒004-0015 札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目2番14号)

⁵正会員 工修 北海道開発局 開発土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

Communities of algae have disappeared from the shallow waters along the Japan Sea coastline in southwest Hokkaido. A large number of studies have been made on coralline flats, it has been shown that the consumption of algae by sea urchins is an important factor affecting the formation of coralline flats, and is closely related to the physical environment of coastal areas. Recent investigations have shown that algae communities have formed at the region surrounded by sand and gravel in coralline flats. The effects of drift sand on the consumption of algae by sea urchin are experimentally studied. The smaller sand diameter is, and the larger fluid velocity is, the harder sea urchin moves to algae due to drift sand. Therefore consumption of algae by sea urchin decreases under these conditions. *Strongylocentrotus intermedius* dislikes drift sand more than *Strongylocentrotus nudus*, so consumption of algae by *Strongylocentrotus intermedius* decreases.

Key word: Coralline flats, sea urchin, consumption of algae, drift sand

1. 研究目的

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が重要であることが明らかにされている¹⁾。ウニの摂餌への流速の影響は、川俣(1994)²⁾により明らかにされている。著者ら(1997、1998)^{3、4)}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、海藻繁茂(着底基質の露出等)への効果とウニの摂餌圧等への効果が考えられる。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)⁵⁾。この際にも、ウニの摂餌等への漂砂効果を調

べておく必要がある。

そこで本研究では、耐海水振動流装置を用いて、砂床上及び固定床上でのウニの移動状況と摂餌量を調べ、ウニの摂餌への漂砂の効果を明らかにする。

2. 研究内容

実験には、殻径約50mmのキタムラサキウニと殻径約30mmのエゾバフンウニを用いた。また底質として粒径 $d=0.15\text{mm}$ 、 1.2mm (水温 15°C の時のみ)の砂と、比較のために固定床の3種類を用いた。水温は 10°C と 15°C で行った。実験は図-1のような耐海水任意波形振動流装置を用いて行った。幅 0.3m 、高さ 0.3m 、長さ 5m の観測部を網で長さ 1m の3部に区切り、砂層厚は 1cm とし、図-2に示すように、第1区域にはエゾバフンウニ

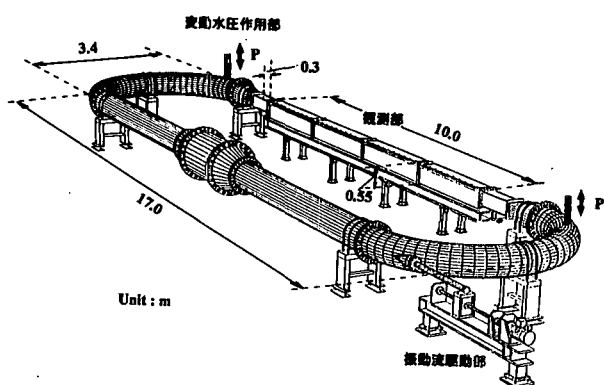


図-1 耐海水任意波形振動流装置

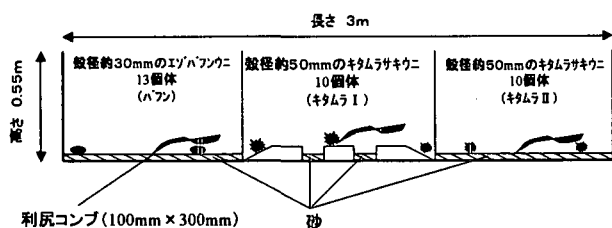


図-2 実験状況

を13個体（バフンと略称）、第2区域には砂上を通過せずに側壁からコンブへ移動できるようにアクリル板（最大厚2cm）を1部分敷き、そこにキタムラサキウニを10個体（キタムラ I）、第3区域にはキタムラサキウニを10個体（キタムラ II）投入した。それぞれの区域の中央に、100mm×300mmの利尻コンブの片端を底面に固定した。周期 $T=7$ 秒、流速振幅 $U=5\text{cm/s}$ 、 20cm/s の振動流（川俣²⁾の研究によるとキタムラサキウニでは流速 20cm/s 以下で摂餌速度は一定）を水温 15°C の時には9時間、水温 10°C の時には18時間作用させ、ウニの摂餌量として、実験前と終了後のコンブの減少重量からウニ全体での摂餌量と、ウニ1個体当たりの摂餌速度を求めた。今回の実験では、コンブとして身のかたい乾燥利尻コンブを水戻して使用した。水戻しの際、コンブの重量が増加するため、30分後、9時間後、24時間後、46時間後のコンブ重量を測り、図-3のようにその増加割合から実験終了時のコンブ重量を予測し、その予測重量と実際に実験で使った終了時のコンブ重量との差を、ウニの摂餌量として求めた。ウニの摂餌実験はコンブ水戻し後48時間から水温 15°C の時には9時間、水温 10°C の時には18時間行った。

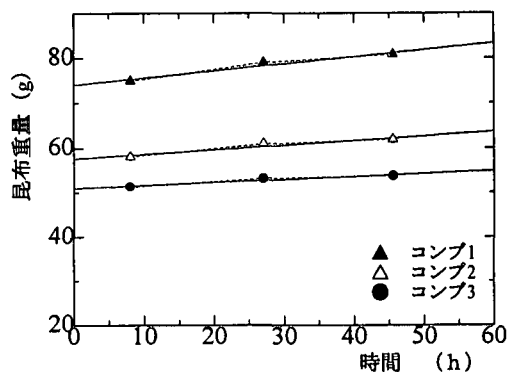
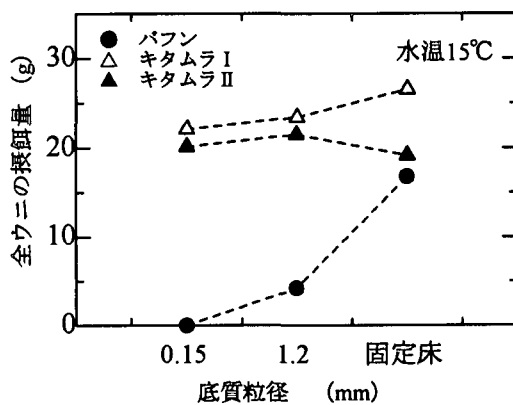
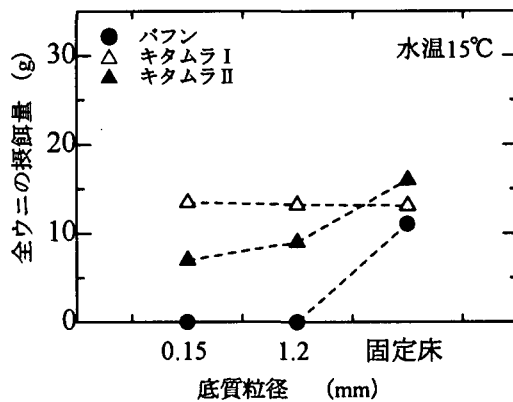


図-3 昆布の重量の時間変化



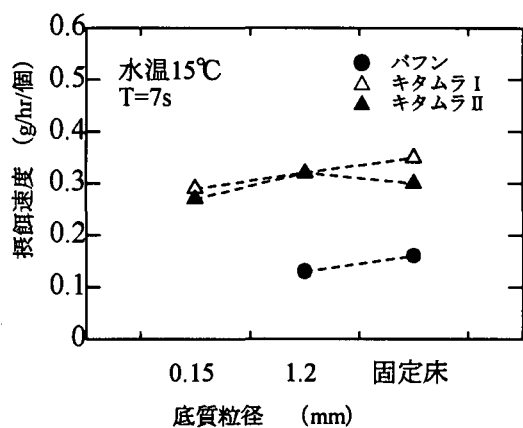
(a) $U=5\text{cm/s}$



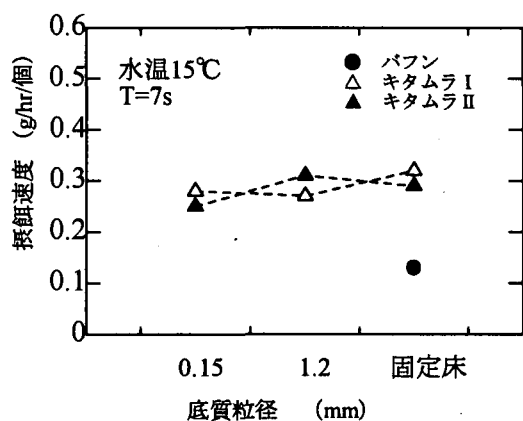
(b) $U=20\text{cm/s}$

図-4 全体の摂餌量（水温 15°C ）

また、ウニの移動状況として実験1時間前、実験開始時（実験開始時までは流速ゼロである）、30分後、1時間後、2時間後、3時間後、5時間後、7時間後、9時間後、水温 10°C の時には18時間後にもそれぞれコンブに付いているウニの個数を調べた。水温が 10°C の時には、 15°C の時よりもウニの活性が低いために、実験時間を長くしている。



(a) $U=5\text{cm/s}$



(b) $U=20\text{cm/s}$

図-5 1個体当たりの摂餌速度 (水温 15°C)

3. 主要な結論

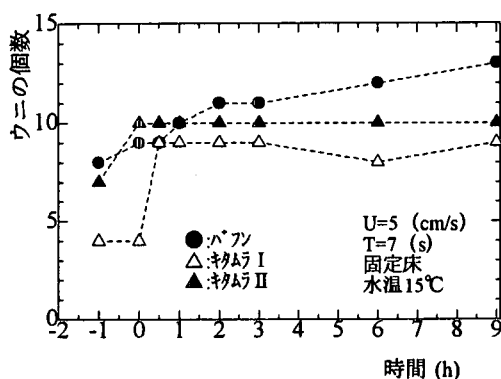
図-4に水温 15°Cでのウニ全体の摂餌量を示す。エゾバフンウニの方が底質と流速の影響を受けて摂餌量に大きな違いが見られ、流速が大きくなるほど、また底質粒径が細くなるほど摂餌量が減少している。エゾバフンウニの底質粒径 $d=0.15\text{mm}$ での流速 $U=5$ 、 20cm/s の時と、底質粒径 $d=1.2\text{mm}$ での流速 $U=20\text{cm/s}$ の時にはコンブにウニが付いていないために0となっている。キタムラサキウニ I では、流速 $U=5\text{cm/s}$ と $U=20\text{cm/s}$ を比べると流速の増大に伴って摂餌量が約半分程度に減っているが、同じ流速間での底質による違いはあまり見られない。キタムラサキウニ II に関しては、流速 $U=5\text{cm/s}$ の時にはどの底質でもほぼ同じ値だが、流速 $U=20\text{cm/s}$ の時には底質粒径が細くなるほど摂餌量が減少している。

次に、図-5に水温 15°Cでのコンブに付いているウニ 1個体当たりの摂餌速度を示す。流速 $U=5\text{cm/s}$ の時

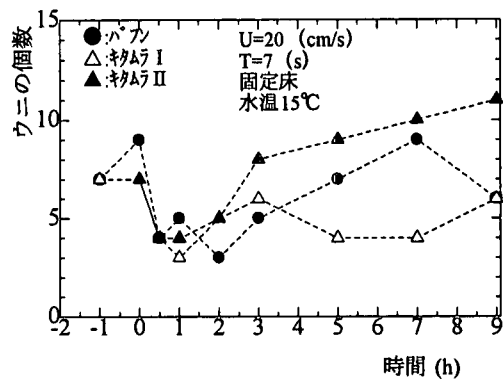
による差は見られるが、エゾバフンウニ、キタムラサキウニ I、IIともに底質によらず、ほぼ同じ値を示している。流速 $U=20\text{cm/s}$ の時にも底質による大きな違いは見られない。 $U=5\text{cm/s}$ で $d=0.15\text{mm}$ 、 $U=20\text{cm/s}$ で $d=0.15\text{mm}$ と $d=1.2\text{mm}$ はウニがコンブに付けなかったのでデータが得られていない。以上より、ウニがコンブに付くことが出来さえすれば同じ速度で摂餌が出来ることから、今回行った底質、流速条件では、コンブに付いたウニの摂餌行動自体に対しては砂礫が影響していないことが分かる。

図-6に水温 15°Cの時のコンブに付いているウニの個数の時間変化を示す。コンブ、ウニをセットしてから実験開始まで水入れ等の準備のため約1時間かかるため、静水状態のこの時間帯のウニの個数も調べた。(a)に示す固定床で流速 $U=5\text{cm/s}$ の時には、どのウニに関しても実験前からコンブに付いていたウニは流速を作用させてからもそのままコンブに付き、実験前にコンブに付いていなかったウニも、流速には関係なくコンブに付いて来ているが、(b)の固定床で流速 $U=20\text{cm/s}$ の時を見ると、実験前にコンブに付いていたウニが流速を受けることによって、一旦離れることが分かる。しかし時間の経過に伴い流速に慣れることで、再びコンブにウニが戻ってきていることが3種類すべてのウニで見られる。

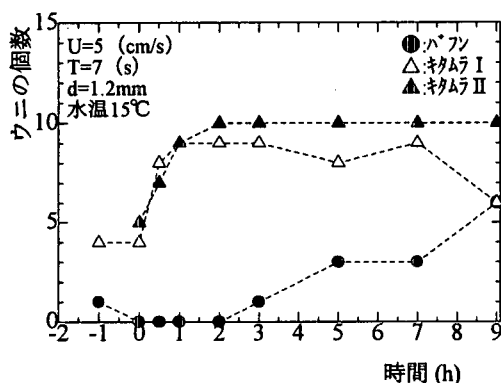
次に (c)の底質粒径 $d=1.2\text{mm}$ で流速 $U=5\text{cm/s}$ の時



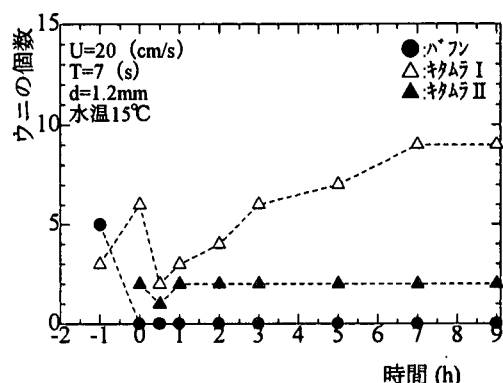
(a) $U=5\text{cm/s}$ (固定床)



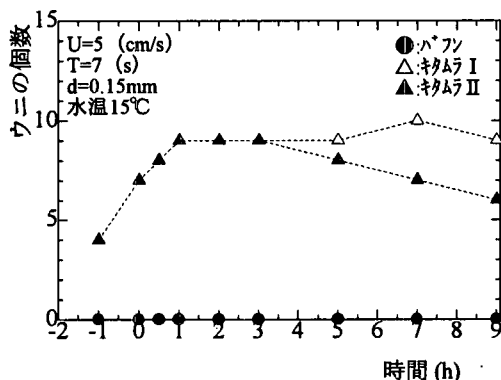
(b) $U=20\text{cm/s}$ (固定床)



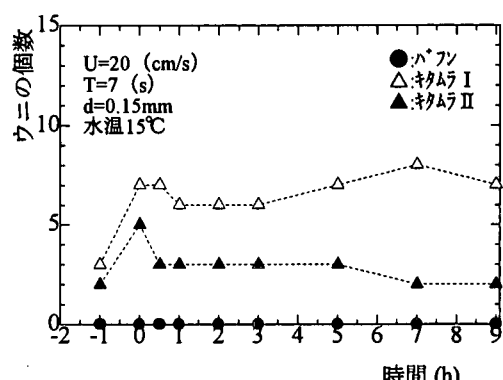
(c) $U=5\text{cm/s}$ ($d=1.2\text{mm}$)



(d) $U=20\text{cm/s}$ ($d=1.2\text{mm}$)



(e) $U=5\text{cm/s}$ ($d=0.15\text{mm}$)



(f) $U=20\text{cm/s}$ ($d=0.15\text{mm}$)

図-6 コンプに付いているウニの個数の時間変化(水温 15°C)

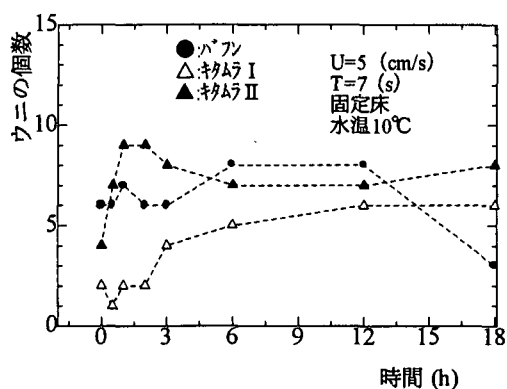
く、キタムラサキウニIIでも砂床上での移動が困難になったものと考えられる。

(e) のように底質粒径 $d=0.15\text{mm}$ で流速 $U=5\text{cm/s}$ となると、キタムラサキウニでは他の粒径と同様にコンプに付くことが出来るが、エゾパフンウニは今回の実験時間内では最後までコンプに付くことはなかった。(f) の底質粒径 $d=0.15\text{mm}$ で流速 $U=20\text{cm/s}$ となると、エゾパフンウニは流速 $U=5\text{cm/s}$ の時と同じように今回の実験時間内でのコンプへの付着は見られなかった。またこの粒径でも砂上を通らずにコンプに付くことの出来るキタムラ I と、砂上を通らなければコンプに付くことの出来ないキタムラ II では、底質粒径 $d=1.2\text{mm}$

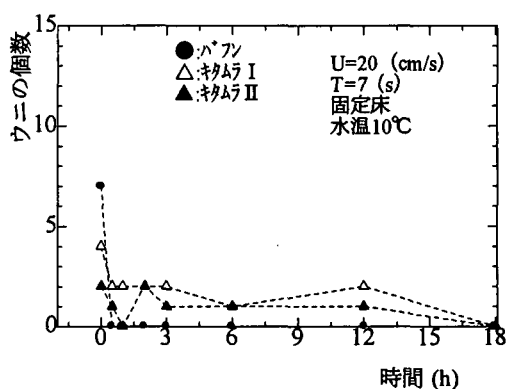
の時と同様に、流速を受けて一旦離れてから再びコンプへの戻りの有無に違いが見られる。

図-7に水温 10°C の時のコンプに付いているウニの個数の時間変化を示す。水温 15°C の時と比べて、水温 10°C の時には全体的にウニの活性が低いため、固定床より底質粒径 $d=0.15\text{mm}$ の方が、また流速が大きい方がコンプに付くウニの個数が少なくなるという傾向が顕著に見られる。そのために全体での摂餌量が、水温 15°C の時と比べると、明らかに減っている。

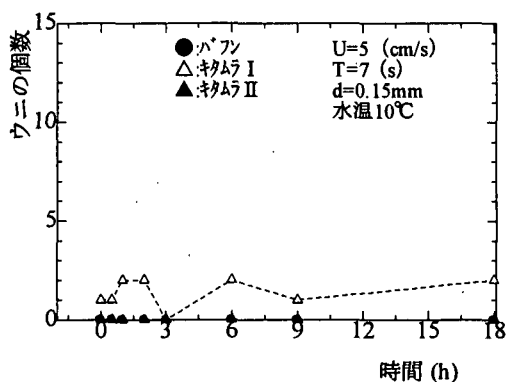
以上より、ウニの全体の摂餌量というのは、ウニはコンプに付くことが出来れば同じように摂餌が出来ることから、今回の流速、底質条件では、コンプに付



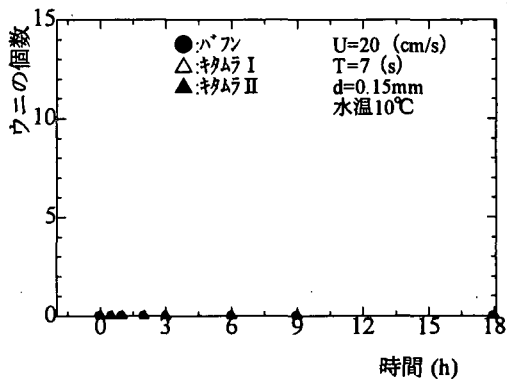
(a) $U=5\text{cm/s}$ (固定床)



(b) $U=20\text{cm/s}$ (固定床)



(c) $U=5\text{cm/s}$ ($d=0.15\text{mm}$)



(f) $U=20\text{cm/s}$ ($d=0.15\text{mm}$)

図-7 コンブに付いているウニの個数の時間変化(水温 10°C)

くことが出来るかどうかで決定され、そのコンブに付くウニの個数というのは、底質が細くなるほど、また流速が大きくなるほど少なくなることが分かった。また、キタムラサキウニよりもエゾバフンウニの方が砂による影響が大きいことが分かった。水温 10°C と 15°C では 10°C の時のほうがウニの活性が低いため、コンブに付くウニの個数が減り、1個体当たりの摂餌速度も小さく、その結果全体の摂餌量も少なくなることが分かった。

山下ら(1999)⁶⁾はコンブのない状態でのウニの固定床から砂床への移動限界流速(水温 15°C)を調べ、キタムラサキウニでは $d=1.2\text{mm}$ と 0.3mm で流速 20cm/s (その底質上での移動できる限界流速程度)以上になると固定床から砂床へ移動できなくなるウニが増加し、エゾバフンウニでは、 $d=0.3\text{mm}$ では静水中でも砂床上におらず、 $d=1.2\text{mm}$ では 5cm/s から砂床へ移動できなくなるウニが増加することを報告している。この結果は今回のウニの移動状況とほぼ一致しており、ウニの摂餌に対しても、ウニの固定床から砂床への移動制限

への砂礫の効果が重要であることが分かった。

参考文献

- 1) 北海道(1994): 海域特性総合利用技術開発調査報告書(磯焼けグループ)、pp. 68.
- 2) 川俣茂(1994): 磯根漁場造成における物理的攪乱の重要性、水産工学、vol. 32、2、pp. 103-110.
- 3) 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育要因に関する研究、海岸工学論文集、Vol. 44、pp. 1181-1185.
- 4) 桑原久実・川端勝嗣・山下俊彦(1998): 航空写真による北海道南西海域における海藻の分布特性、海岸工学論文集、Vol. 45、pp. 1106-1110.
- 5) 瀬戸雅文・水野武司・山田俊郎・梨元勝昭(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.
- 6) 山下俊彦・近藤正隆・高橋和寛・桑原久実(1999): ウニの挙動への砂礫の影響に関する実験的研究、平成11年度日本水産工学会講演論文集

(1999. 4. 19受付)