

人工海藻によるウニの移動・摂餌制御に関する 実験的研究

EXPERIMENTAL STUDY ON CONTROL OF SEA URCHIN
MOVEMENT AND FEEDING BY
OSCILLATORY ARTIFICIAL ALGAE

山下 俊彦¹ ・ 中川 将志²

・ 坪田 幸雄³

Toshihiko YAMASHITA, Masashi NAKAGAWA,
and Yukio TSUBOTA

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 feeding of algae by sea urchins is an important factor affecting the formation of coralline flats. Recent investigations have shown that communities of algae form in coralline flats by removing sea urchins. The purpose of this study is to clarify the control mechanism of movement and feeding behavior of sea urchins *Strongylocentrotus nudus* by a oscillation of artificial algae due to wave action. It's found that sea urchins cannot climb up an artificial algae and feed fixed algae on it when the artificial algae sway an angle of more than twenty degrees.

Key word: Coralline flats, sea urchin, artificial algae

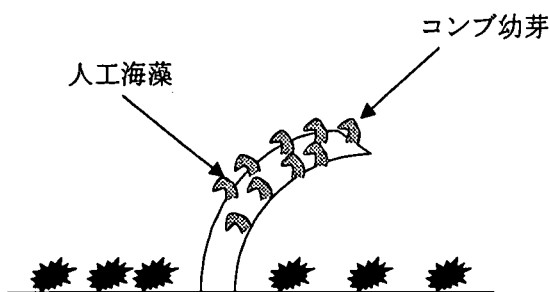
1. はじめに

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が重要であることが明らかにされている¹⁾。磯焼け地帯において、海藻群落を形成するためには、海藻の幼芽期等にウニの侵入・摂餌を防止する必要がある。ウニの侵入を直接防止する方法としては、刺し網フェンス、空気フェンス、電流フェンス等が開発されている。一方、流速増加によるウニの侵入・摂餌制御構造物として、海底面をかさ上げする囲礁等がある。これらの方法は、

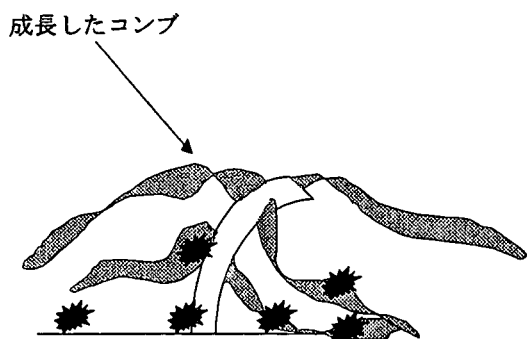
その効果と費用対効果の面でいくつかの問題が指摘されているのが現状である。

そこで著者らは、波動によって振動する人工海藻の揺動効果に着目し、冬期から春期に、角の多い人工海藻上に効率的にコンブ胞子を着底させその幼芽期はウニの摂餌から守り(図-1(a))、春期から夏期に、コンブは成長し藻場が形成され、成長したコンブは海底面に倒れウニの摂餌による磯(人工海藻)掃除が行われ(図-1(b))、1年でこのようなサイクルを繰り返すことによって、藻場の創出とウニの飼育が両立するような方法について検討する。

また、浮泥や細砂が着底基質上にたまり易い場所で



(a) 揺動人工海藻によるコンブ胞子の着生促進とウニの摂餌からの幼芽保護 (冬期～春期)



(b) 成長したコンブとコンブを摂餌するウニ (夏期)

図-1 揺動人工海藻による藻場の創出とウニの飼育の概略図

も、揺動人工海藻はほぼ鉛直に立つため人工海藻上には泥等がたまらず、コンブ胞子を人工海藻上に効率的に着底することができるという利点もあるため、様々な海域での利用が可能と考えられる。

本研究では、揺動人工海藻のウニの挙動への基礎的知見を得るため、ウニの揺動人工海藻への這い上がりに対する流速振幅、人工海藻の揺動角、人工海藻の幅と厚さ、幼芽着生高さ、水温の効果を実験的に明らかにする。

2. 実験方法

実験には、図-2に示す耐海水任意波形振動流装置を用いた。図-3に実験観測断面を示す。幅0.3m、高さ0.4m、長さ10mの観測部を網で長さ2mの2部に区切り、それぞれの区域の中央に人工海藻を設置し、殻径約40mmのキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* を10個体ずつ投入した。人工海藻としては、板厚 $d=0.3\text{mm}$ と 0.5mm 、高さ30cm、幅 $b=3\text{cm}$ と7cmの合成樹脂版を用いた。

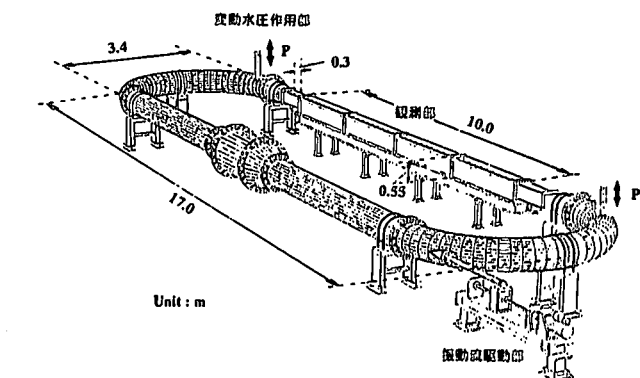


図-2 耐海水任意波形振動流装置

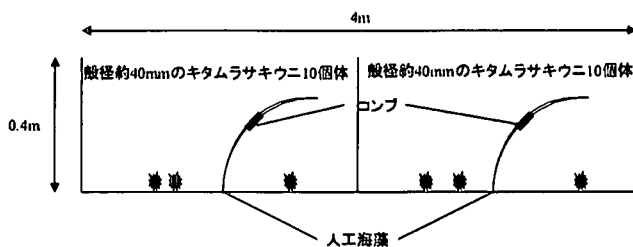


図-3 実験観測断面

ntrotus nudus を10個体ずつ投入した。人工海藻としては、板厚 $d=0.3\text{mm}$ と 0.5mm 、高さ30cm、幅 $b=3\text{cm}$ と7cmの合成樹脂版を用いた。

揺動している人工海藻へのウニの這い上がりを調べるために、人工海藻には幼芽のかわりにコンブを図-3の様に固定し、ウニがコンブを摂餌しようとして人工海藻に這い上がるようにした。コンブの大きさは高さ方向が5cmで、幅は人工海藻と同じとし、人工海藻の両面に、底面からコンブの下端までの高さ h が5, 10, 15, 20cmになるように取り付けた。コンブとして、身の固い乾燥利尻コンブを水戻しして使用した。

流動条件は、周期を7秒で一定とし、流速振幅を0cm/s, 5cm/s, 10cm/s, 15cm/sの4種類に変化させ、各々の振動流を6時間作用させた。また、温度変化によるウニの挙動の変化を調べるため、水温 t は7℃, 10℃, 15℃で行なった。

3. 結果及び考察

図-4に、比較のため行った静水中（流速 $U=0\text{cm/s}$ ）

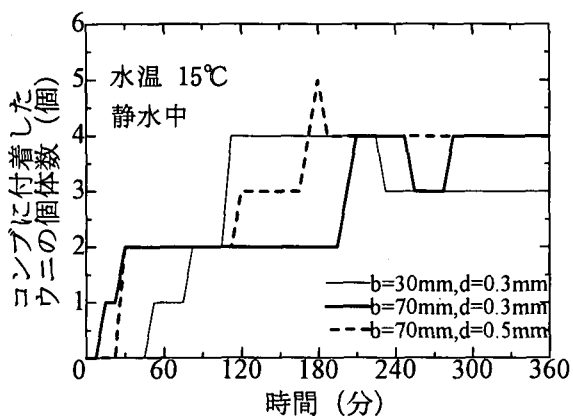


図-4 コンブに付着したウニの個体数の時間変化

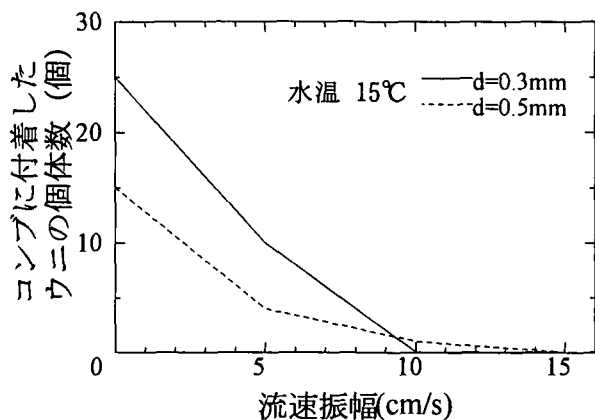


図-6 流速、板厚の影響

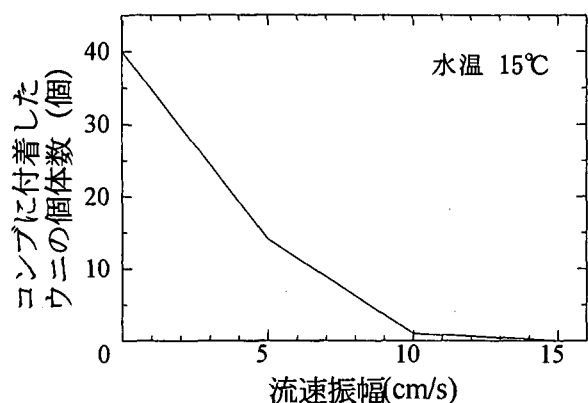


図-5 流速による影響

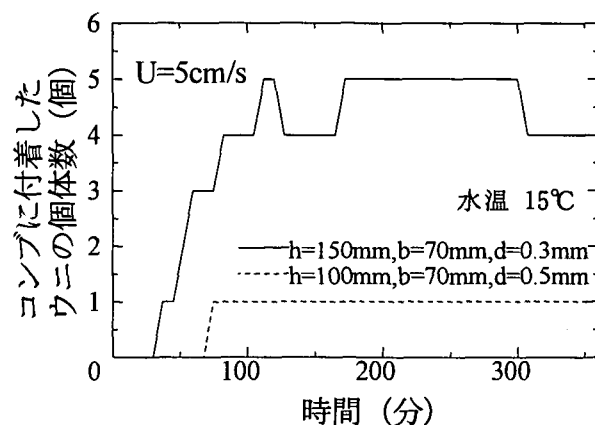


図-7 コンブに付着するウニの個体数の時間変化

s) の場合のコンブに付着するウニの個体数の時間変化の一例を示す。図-4は水温15℃では $h=5\text{cm}$ の場合である。条件によりコンブに付着したウニの個体数の変化は異なるが、全体的には1時間以内にコンブに付着するウニが現れはじめ、3時間後にはほぼ一定の個数のウニがコンブに付着していることがわかる。

図-5に水温15℃で揺動人工海藻をよじ登り、コンブに付着した個体数を示す。この図は、流速について着目し、人工海藻の幅、板厚、取り付けたコンブの位置などの全条件を合計したものである。ウニは人工海藻の根元から管足を付けて登ろうとするが、流速が大きくなるにつれて、人工海藻の揺動角(図-8参照)が増加するため、管足を付着している基質の角度が変化するのをウニは嫌がり、人工海藻をよじ登るウニは10cm/sではほとんどなく、15cm/sでは全くないことがわかった。

川俣ら(1994)²⁾の研究によると、水温10℃でキタムラサキウニは、コンブを流速20cm/sまでは静水

中と同量摂餌でき、流速40cm/sでは、摂餌量はほぼゼロとなることが報告されている。今回用いた揺動人工海藻では、ウニの活動が10℃よりも活発な水温15℃でも、ウニは10cm/sで人工海藻をよじ登りコンブを摂餌したものはほとんどないことから、少なくともウニのコンブ摂餌限界流速を40cm/sから10cm/s程度に小さくできたと考えられる。また、流速振幅10cm/sのときの人工海藻の揺動角で、コンブの幼芽をウニの摂餌から守ることができると考えられる。

図-6に板厚 d の影響、図-7にコンブに付着するウニの個体数の時間変化を示す。板厚が小さい $d=0.3\text{mm}$ の方が大きく揺動するが、図-6をみると板厚の小さい方に、多くのウニが付着していることがわかる。これは人工海藻の板厚が0.3mmと薄い場合に、ウニが1匹付くと人工海藻が倒され、ウニによって人工海藻が床に押さえつけられるため揺動しなくなり、図-7からわかるようにコンブに付着

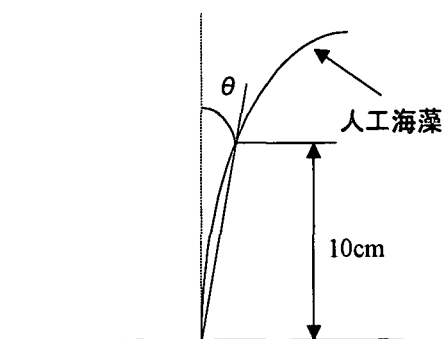


図-8 揺動角

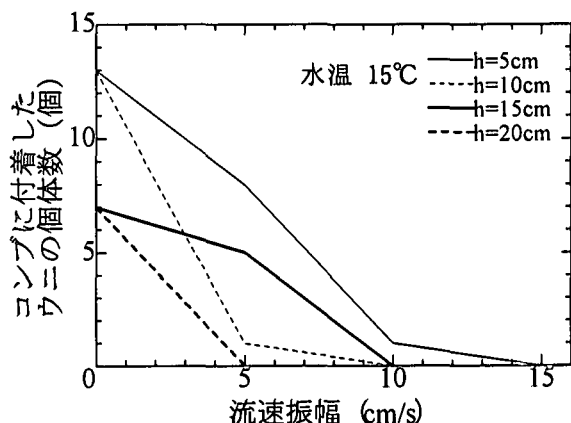


図-10 流速、コンブの高さの影響

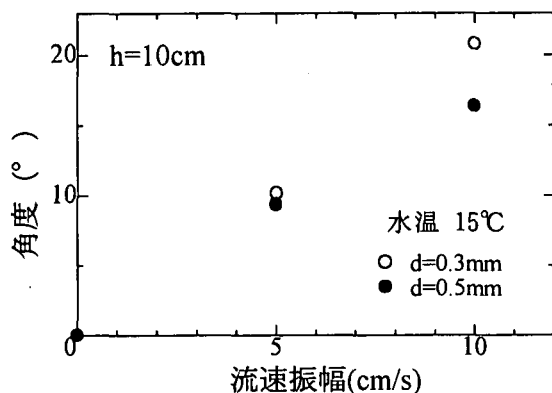


図-9 流速による揺動角の変化

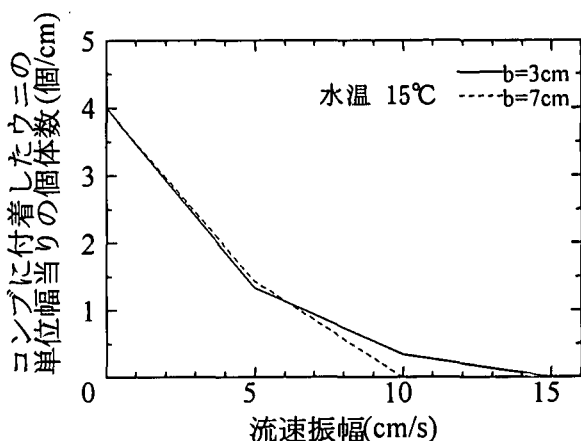


図-11 単位幅当りの影響

できるウニの個体数が急激に増加するためと考えられる。

図-8に揺動角のとり方を示す。人工海藻の揺動角は鉛直からの角度とし、本研究では今回使用したウニが管足をのばせる位置を考慮して高さ10cmの場所での角度とした。

図-9に流速による揺動角の変化を示す。流速振幅が大きくなるにつれて、板厚 $d=0.3\text{mm}$ の人工海藻の方が、 $d=0.5\text{mm}$ と比べて、揺動角が大きくなることがわかる。図-6より、流速振幅 10cm/s の時、板厚 $d=0.5\text{mm}$ でウニはほとんど人工海藻に登れなくなり、 $d=0.3\text{mm}$ では全く登れないことから、ウニの這い上がり限界揺動角は約 20° であることがわかる。

図-10にコンブに付着したウニの個体数への流速、コンブの高さ h の影響を示す。これは高さ以外の人工海藻の幅と板厚の条件を合計したものである。コンブの高さが高いほどコンブに付着するウニの個体数が減

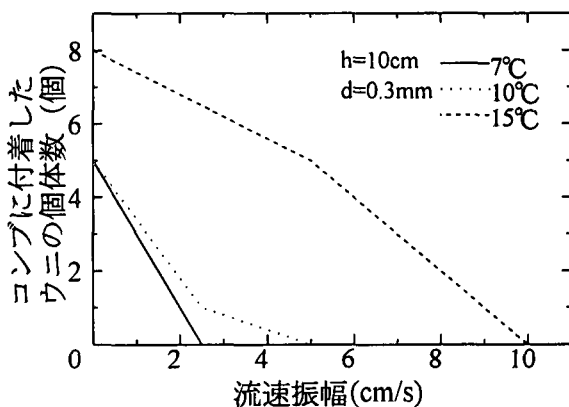


図-12 温度変化にともなうウニの付着状況の変化

少することがわかる。これは、コンブの高さが高いほど、ウニがコンブののこの元を感知しづらいためと思われるが、今回は実験時間が6時間と短いため、今

後、より長時間の実験を行ない、検証する必要がある。

図-11はウニの付着状況への人工海藻の幅bの影響を示したものである。幅b=3cmとb=7cmでウニの単位幅当りの付着状況の差はほとんどなく、今回の実験の範囲では人工海藻の幅の影響は小さいと考えられる。

図-12にウニの付着状況への水温の影響を示す。実験はコンブの高さ10cm、人工海藻の厚さ0.3mmで行なった。流速が大きくなり、人工海藻の揺動角が大きくなるにつれて、付着するウニの個体数が減少するという傾向は同じだが、温度が低くなると、ウニの活性が低くなるため、人工海藻に付着できるウニの個数は低温の場合、小さい流速であっても少なくなること明らかにした。

4. 結論

①キタムラサキウニは人工海藻の根元から管足を付けて登ろうとするが、管足を付着している基質の角度が変化するのをウニは嫌がり、人工海藻の揺動角が約20°以上ではウニはよじ登れないことがわかった。

②揺動人工海藻により、ウニのコンブ摂餌限界流速を40cm/sから10cm/s程度まで小さくできることがわかった。

③板厚が薄い方が人工海藻の振動角が少し大きくなるが、一匹のウニがコンブに付く際に人工海藻を倒してしまうので、その後、他のウニがコンブに付きやすくなることがわかった。

④コンブの高さが高いほどウニがコンブののこの元を感知しづらいため、コンブに付着するウニの個体数が減少することがわかった。

⑤単位幅当りのウニの付着個数はほぼ同じで、今回の実験の範囲では人工海藻の幅の影響は小さいと考えられる。

⑥水温15℃から7℃の範囲では、低温になるほどウニの活性が低くなるため、小さい流速振幅すなわち小さい人工海藻の揺動角で、人工海藻によじ登れるウニの個体数を減少できることを定量的に明らかにした(図-12)。

最後に、この研究の着想は北海道立中央水産試験場水産工学室桑原久実博士との情報交換から生まれたものであり、ここに記し謝意を表する。

5. 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.