

宮城県雄勝湾におけるワカメ，ウニの分布と流動環境との関係

玉置 仁¹・高橋寛行¹・深谷惇志¹・福田民治²・新井章吾³・村岡大祐⁴

¹ 石巻専修大学 (986-8580 宮城県石巻市南境新水戸1番地)

² 有限会社フクダ海洋企画 (986-2135 宮城県石巻市渡波字旭ヶ浦166)

³ 株式会社海中景観研究所 (685-0106 島根県隠岐郡隠岐の島町蛸木622-1)

⁴ 東北区水産研究所 (985-0001 宮城県塩釜市新浜町3-27-5)

Hitoshi Tamaki¹, Hiroyuki Takahashi¹, Atsushi Fukaya¹, Minji Fukuda², Syogo Arai³, Daisuke Muraoka⁴: The distributional patterns of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar and sea urchins related to water velocity condition in Ogatsu Bay, Miyagi Prefecture. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 53: 131-135, July 10, 2005

This study was designed to investigate the mechanism for the loss of *Undaria pinnatifida* bed in Ogatsu Bay, Miyagi Prefecture. At the outer areas of the bay with high water velocity, *U. pinnatifida* grew densely and sea urchins were scarce. In some outer areas with lower velocities, *U. pinnatifida* grew scarce where the density of sea urchin was high. In contrast, at the inner areas of the bay with calm water velocity conditions, *U. pinnatifida* bed disappeared, so call "Isogyake". These results suggested that high water velocities at the outer bay areas prevent the settlement and hard grazing of sea urchins. Disappearance of *U. pinnatifida* at the inner bay areas caused in part to high grazing pressure of sea urchins in calm water velocity condition, less than 4.1 cm sec⁻¹.

Key Index Words: *grazing*, *sea urchin*, *Undaria pinnatifida*, *water velocity*

¹ Ishinomaki Senshu University, 1 Shinmito, Minamisakai, Ishinomaki-shi, Miyagi, 986-8580 Japan,

² Fukuda Ocean Research, Ltd, 166 Asahigaura, Watanoha, Ishinomaki-shi, Miyagi, 986-2135 Japan

³ Aqua Scape Research Co., Ltd, 622-1 Takugi, Okinoshima, Oki, Shimane, 685-0106 Japan

⁴ Tohoku National Fisheries Research Institute, 3-27-5 Shinhamma-cho, Shiogama, Miyagi, 985-0001 Japan

宮城県沿岸域では、無節サンゴモの優占するサンゴモ平原が拡大し、大型海藻群落の見られない磯焼け地帯が広がっている。環境省(1997)によると、1978年から1991年にかけて消失した日本沿岸域の藻場のうち、その14.7%が磯焼けによるものと報告している。磯焼け地帯では、餌料となる藻場の不足により、そこに生育する生物種と量が減少するとともに、

ウニやアワビなどの植食動物の漁業生産にも多大な被害をもたらすことが報告されている(藤田 2002)。磯焼けの原因に関しては、水温等の海況の変化(藤田 2002)、栄養塩の欠乏(藤田 2001)、淡水の影響(藤田 2002)、植食動物であるウニ等の過度の摂食(川井ら 2002)などの諸説が挙げられている。しかしながら、これらの要因が複合的に作用すること

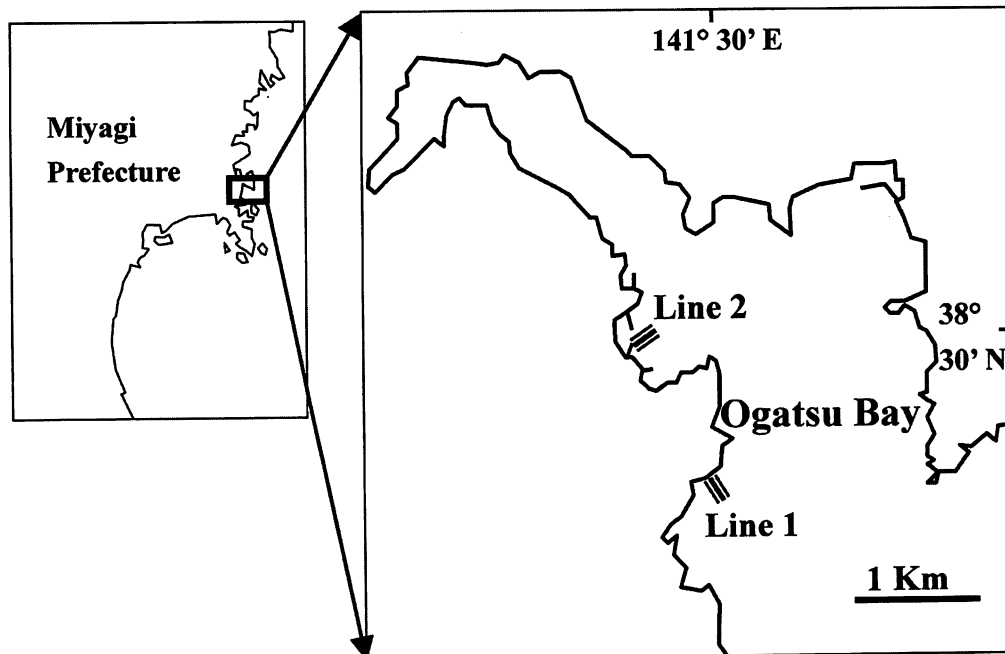


Fig. 1 Maps showing study area in Ogatsu Bay in Miyagi prefecture.

Table 1. Compositions of substratum, algal and seagrass flora and infauna along the Line 1 in 2003 (A) and 2004 (B).

(A)										
Distance from the shore (m)	0.0	0.5	7.7	12.7	15.1	22.0	30.0	40.6	47.5	50.0
Depth (D.I.m)	0.1	-0.2	-4.3	-5.7	-6.4	-8.3	-8.4	-9.4	-9.3	-10.2
Sediment composition (%)										
Rock	100	100	90		80	+	90	+		
Isolated rock				100			30	10	20	40
Boulder and cobble			10		10		60		60	60
Pebble						+	10	+	10	+
Sand						+			+	
Mud										
Coverage of algae and seagrass (%)										
<i>Hizikia fusiformis</i>	70									
<i>Calliarthron yessoense</i>	10	+								
<i>Sargassum horneri</i>		+								
<i>Grateloupia turururu</i>		10								
<i>Phyllospadix iwatensis</i>		10								
<i>Undaria pinnatifida</i>	50		10	70	+	30		20		
Crustose coralline algae	60	40	10	70	70	70	50	70	50	
<i>Cladophora sakaii</i>		+	+							
<i>Rhodomenia</i> sp.			+							
<i>Herpochondria elegans</i>			+							
Delesseriaceae						+				
<i>Dictyopteris prolifera</i>						+	+			
Corallinaceae						+			+	
<i>Codium latum</i>								+	10	
<i>Costaria costata</i>							+		+	
Ceramiceae							10		10	20
Number of infauna (ind.at each zone)										
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	0	8	63	8	46	74	22	44	7	
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	0	7	5	0	1	0	0	0	0	
<i>Nordotis discus hannai</i>	0	12	26	15	1	9	1	1	0	
(B)										
Distance from the shore (m)	0.0	3.4	12.0	12.5	13.7	25.5	37.6	50.0		
Depth (D.I.m)	+0.6	-1.9	-3.1	-3.0	-6.2	-7.4	-9.1	-9.2		
Sediment composition (%)										
Rock	100	100	0	0	80	0	+			
Isolated rock			100	100	20	60	10			
Boulder						30	+			
Cobble						10	30			
Pebble						10	+			
Sand						+	50			
Sediment deposition		30				+	+			
Coverage of algae and seagrass (%)										
<i>Hizikia fusiformis</i>		+								
<i>Calliarthron yessoense</i>		10								
<i>Serraticardia maxima</i>		10								
<i>Corallina pilulifera</i>		10								
Gigartinales		+								
<i>Codium fragile</i>		+								
<i>Phyllospadix iwatensis</i>		10								
<i>Undaria pinnatifida</i>	20	+	30	+						
Crustose coralline algae		+	10	50	70	10	20			
<i>Laurencia</i> sp.					+					
<i>Bossiella cretacea</i>					10	+	+			
<i>Congregatocarpus</i> sp.						+				
<i>Dictyopteris divaricata</i>						+				
<i>Neoholmesia japonica</i>						+	+			
Ceramiceae						+	+			
Number of infauna (ind.at each zone)										
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	0	87	0	53	107	127	76			
<i>Nordotis discus hannai</i>	n.d.	3	n.d.	5	4	8	1			

n.d.: data is not available.

もあり、その実態は各海域の地形、水質や流況等の海洋学的特性、生物の種組成、沿岸利用の歴史などによって異なると考えられている (藤田 2002)。

宮城県雄勝湾においても、近年、有用海藻であるワカメの群落減少し、それに伴い無節サンゴモの優占する磯焼けが確認されている。われわれは予備的な潜水調査により、多数のキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* が、磯焼け地帯において観察されていることに着目した。そこで本研究では、雄勝湾における磯焼け原因の明確化を目的とし、有用海藻種であるワカメの生育とウニの分布との関係を調査した。またウニの摂食行動が流動の変化に強く影響を受けること (川俣 1994) から、現場海域において、ウニとワカメの分布

に及ぼす流動の影響に関して検討を行ったので報告する。

材料と方法

雄勝湾は、周囲に平磯が形成されている岩礁性の湾であり、閉鎖性の高い湾奥部と沖波の影響を強く受ける湾口部により形成されている。調査地点として、過去に有用海藻のワカメ *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar の生育が観察されている宮城県雄勝湾湾口部の Line 1 (N:38° 29' 20.0", E:140° 29' 55.0") と湾奥部の Line 2 (N:38° 30' 0.76", E:141° 29' 34.3") を選定した (Fig. 1)。2003年、および2004年の9月に各調査地点において、岸から沖方向に向けて50 mのラインを設置し、相観に基づきライン上の生物

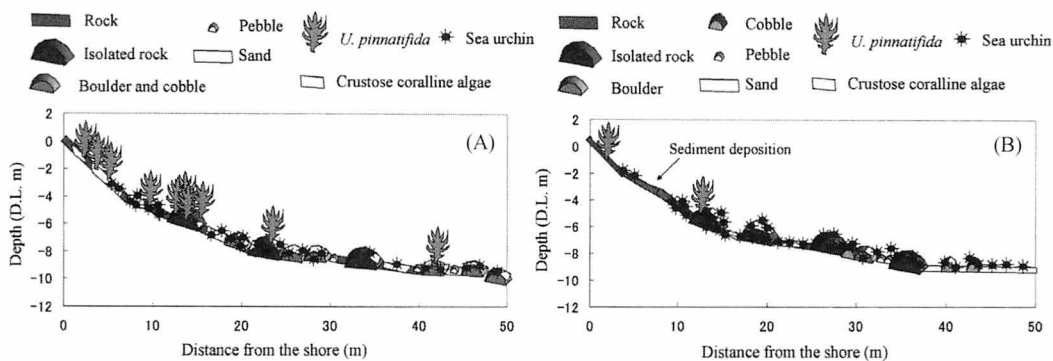


Fig. 2. Algal zonation diagrams along the Line 1 in 2003 (A) and 2004 (B).

相や底質の景観が変化する点で調査区域を分け(新井 1997), ラインを中心とする幅 1 m 内に出現した底質の組成, 海草藻類の被度, およびウニとエゾアワビの個体数を測定した。底質組成に関しては, 藤田ら (2003) に従い分類した。2004 年 9 月, ウニの分布に及ぼす流動環境の影響を明らかにするため, Line 1, および Line 2 周辺の任意に選定したワカメの生育区・非生育区において, 携帯式の防水流速計 (東京計測株式会社製プロペラ式流速カウンター, 株式会社 DIV 製ハウジング) による流速測定と 0.25 m² 方形枠内に出現したワカメの株数, ウニの個体数を調査した。流速の測定に際しては, 底質基盤上 5 cm の流速値から平均流速を求めた。なお, 流速測定時の雄勝湾沖の波高は 1 - 2 m であった。

結果と考察

Table 1 に湾口部の Line 1 における底質組成, および海草藻類の出現被度と底生動物の個体数を, Fig. 2 にワカメ, 無節サンゴモ, およびウニに関しての景観模式図を示した。Line 1 では, ウニ (主にキタムラサキウニ) の個体密度の少ない基盤上に有用海藻種であるワカメの他, ヒジキ *Hizikia fusiformis*, スガモ *Phyllospadix iwatensis* 等の海草藻類が主に繁茂していた (Table 1, Fig. 2)。2003 年, 2004 年の Line 1 上に出現したウニの個体数は 285 個体と 450 個体であり (Table 1), ワカメの生育が疎生などところでは, ウニによる摂食が観察された (Fig. 3)。ワカメの生育水深帯におい

ては, ウニの個体密度が 5 - 10 個体 m⁻² を境として, ワカメの被度は大きく異なる傾向を示した (Fig. 4)。ウニの密度が 5 - 10 個体 m⁻² を上回る地点におけるワカメの被度は, 2003 年では 30 % 以下, 2004 年では 5 % 以下と低い値を示した。以上のことから, 雄勝湾口部ではウニの摂食により, ワカメの生育が制限されている可能性が示唆された。

一方, 湾奥部の Line 2 においては, 1996 年ごろにはワカメの生育が観察されていたにもかかわらず, 2003 年と 2004 年ともに無節サンゴモの優占する磯焼け地帯となっていた (Table 2)。また他の海藻種として, ウニの摂食忌避物質を多く含んでいると報告されているフクリンアミジ *Dilophus okamurae* (谷口ら 1994) が観察された。両年の Line 2 上に出現したウニの個体数は 212 個体と 365 個体であり, Line 1 の 285 個体, 450 個体に比べて少なかった (Table 1, 2)。海藻へのウニの摂食は, ウニの個体数の増減に加えて, その場の流況により大きく変化する (川俣 1994) と考えられている。山下ら (1999) は, 流動の増加により, ウニの移動や海藻への摂食行動が制限されることを指摘している。そこで静穏な雄勝湾奥部では, 調査ライン上に出現したウニの個体数が湾口部に比べて少ないにもかかわらず, ウニの海藻群落への移動やその摂食行動が流動により制限されにくいため, ワカメ場がウニの摂食により消失したと仮説を立てた。両地点のワカメの生育区と非生育区におけるウニの個体密度と流速との関係を検討した結果, Line 1 のワカメの生育区内の底面平均流速は 13.1 cm sec⁻¹ から 19.3 cm sec⁻¹ の範囲にあり, これらの場所でのウニの分布は認められなかった (Fig. 5)。一方, Line 1 におけるワカメの非生育区内の底面平均流速は

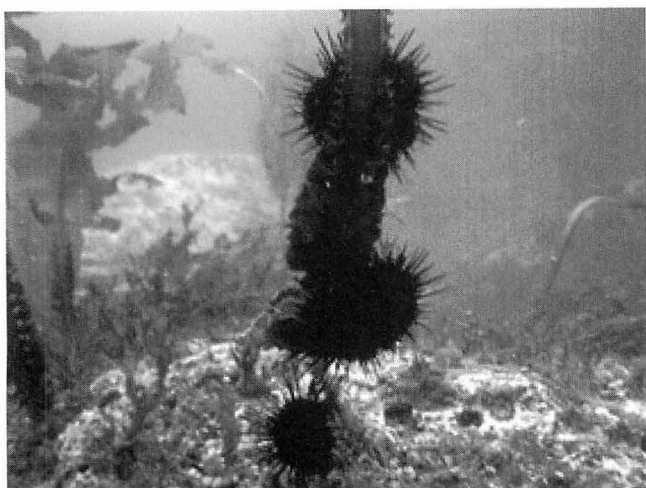


Fig. 3. Photograph showing the grazing of sea urchins to *U. pinnatifida*.

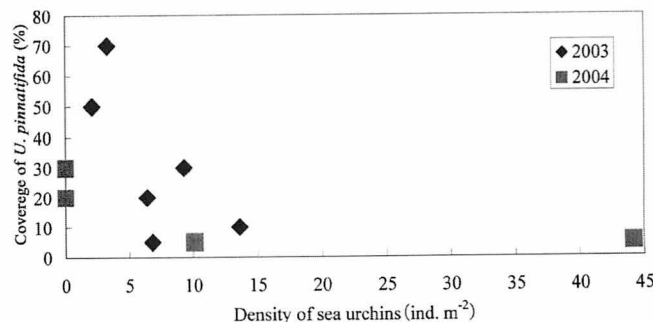
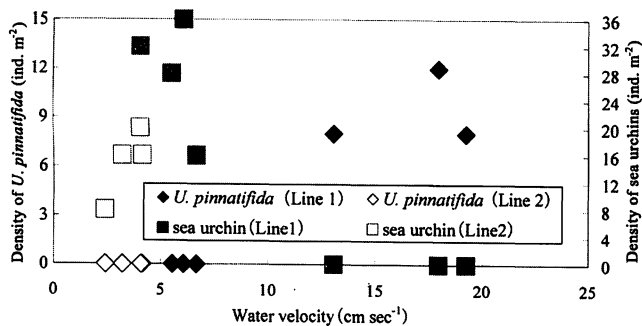


Fig. 4. The relationship between coverage of *U. pinnatifida* and density of sea urchins. Growing depth of *U. pinnatifida*: -0.2 ~ -9.3 D.L.m (2003), +0.6 ~ -6.2 D.L.m (2004)

Table 2. Compositions of substratum, algal and seagrass flora and infauna along the Line 2 in 2003 (A) and 2004 (B).

(A)								
Distance from the shore (m)	0.0	4.2	11.5	17.0	20.7	31.7	43.0	50.0
Depth (D.L.m)	0.3	-0.9	-1.4	-1.8	-2.5	-5.1	-9.3	-12.0
Sediment composition (%)								
Rock								
Isolated rock								
Boulder and cobble	100	10	10	100	+	+	+	
Pebble		90	90	+	90	90	30	
Sand					10	10	70	
Mud						+	+	
Coverage of algae and seagrass (%)								
Crustose coralline algae	50	40	10	80	10	70	10	
<i>Dilophus okamurae</i>		30	80		50			
<i>Lithophyllum okamurae</i>		+						
Corallinaceae			+					
<i>Grateloupia turuturu</i>		+	+					
<i>Laurencia</i> sp.						+	+	
Number of infauna (ind.at each zone)								
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	1	11	2	46	58	66	22	
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	1	1	0	1	3	0	0	
<i>Nordotis discus hamai</i>	0	2	0	0	0	1	0	
(B)								
Distance from the shore (m)	0.0	8.9	14.3	16.6	35.6	40.0	50.0	
Depth (D.L.m)	+1.6	-0.6	-2.0	-2.1	-7.9	-9.3	-11.7	
Sediment composition (%)								
Rock								
Isolated rock	+			+				
Boulder	100	+	10	80	30	70		
Cobble	+	20	10	10	10	10		
Pebble	+	70	40	+	+	+		
Sand	0	0	40	0	60	+		
Mud	0	0	0	0	10	+		
Coverage of algae and seagrass (%)								
Crustose coralline algae	10	80	10	90	10	70		
<i>Dilophus okamurae</i>				+				
<i>Laurencia</i> sp.		+		+	+			
<i>Bossiella cretacea</i>					+			
Diatom		+		+				
Number of infauna (ind.at each zone)								
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	8	56	44	156	28	73		
<i>Nordotis discus hamai</i>	0	1	0	2	0	0		

4.1 cm sec⁻¹から6.7 cm sec⁻¹であり, ウニの個体密度が16 - 36個体 m⁻²であった。ワカメ場が消失したLine 2の底面平均流速とウニの個体密度は2.4 - 4.1 cm sec⁻¹, 8 - 20個体 m⁻²であり, Line 1のワカメの非生育区と類似した流動環境であった (Fig. 5)。以上のことから, 雄勝湾口部ではウニの個体数が多いにもかかわらず, ウニの移動, および摂食行動を妨げる流動の強い地点があるため, そのような場所にワカメが残存していると推定された。一方, 湾奥部では流動の静穏化に伴い, ワカメ場へのウニの移動や摂食行動が容易となり, その結果, ワカメ場が消失したと推定された。また2003年のLine 1, およびLine 2に出現したエゾアワビの個体数は, 65個体と3個体であり, 主な餌料となるワカメの有無が, エゾアワビの生息数に影響を及ぼすことが示唆された

Fig. 5. Effects of water velocity on the density of *U. pinnatifida* and sea urchins.

(Table 1, 2)。

本研究では, 宮城県雄勝湾における磯焼けの原因の明確化を目的とし, 有用海藻種のワカメの生育とウニの分布との関係を検討した。雄勝湾口部においては, 海藻群落へのウニの移動や摂食行動を妨げる流動の強い地点で, 主にワカメの生育が認められた。一方, 湾奥部では, 流動の静穏化に伴い, ワカメ場へのウニの移動や摂食行動が容易となり, その結果, ウニの摂食によりワカメ場が消失したと推定された。以上のことから, 雄勝湾の磯焼けの一因として, ウニによる摂食が示唆された。

謝辞

本調査にご理解とご協力いただいた雄勝湾漁業協同組合に厚くお礼申し上げます。調査地点の確保にあたり, ご助言をいただいた石巻専修大学の高崎みつる教授に厚くお礼申し上げます。最後に本調査実施にあたり, ご協力いただいた株式会社海中景観研究所の斎賀守勝氏, 宮崎勤氏に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 新井章吾 1997. 海藻群落の相観に基づく層 (stratum) の認識と標本抽出. 月刊 海洋 29: 475-478.
川井唯史・金田友紀・新井章吾・桑原久実 2002. 磯焼け地帯におけるウニ侵入防止フェンスによるホソメコンブ群落の造成とキタム

- ラサキウニ生殖巣の発達. 水産工学 39 : 15-20.
- 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 31 : 103-110.
- 環境庁編 1997. 日本の干潟, 藻場, サンゴ礁の現状 第2巻 藻場. p. 11-19, 財団法人海中公園センター, 東京.
- 谷口和也・蔵多一哉・鈴木 稔 1994. 海藻のケミカルシグナル 生存戦略としての化学的防御. 化学と生物 32 : 434-442.
- 藤田大介 2001. 海洋深層水をかけ流した磯焼け地帯転石の植生回復. 海洋深層水研究 2 : 57-64.
- 藤田大介 2002. 磯焼けの現状. 水産工学 39 : 41-46.
- 藤田大介・新井章吾・村瀬昇・田中次郎・渡辺孝夫・小善圭一・松村航・長谷川和清・千村貴子・佐々木美貴・松井香里 2003. 氷見市蛇が島周辺のガラモ場の垂直分布, 生産構造および葉上動物相. 富山水産試験場研究報告 14 : 43-60.
- 山下俊彦・高橋和寛・近藤正隆・峰 寛明・桑原久実・坪田幸雄 1999. 岩礁性生物ウニ・海藻への漂砂の影響に関する実験的研究. 海岸工学論文集 46 : 1141-1145.

(Received 15 sept. 2004; Accepted 20 June 2005)

