

人手と藻場の生物多様性*

谷本 照己**・新井 章吾†

Human Interaction and Biodiversity in Eelgrass Beds

Terumi Tanimoto and Shogo Arai

アマモ場周辺における生物の生息状況を定量的に明らかにするため、三津口湾のアマモ場において底生生物、葉上動物および刺し網による捕獲生物の個体数と種類数を調べた。堆積物中とアマモ葉上のマクロベントスおよび魚類とギガロベントスはアマモ場内よりアマモの生え際において個体数と種類数が多い。人手によりアマモを刈り取ってアマモの生え際の面積を増やすことにより、藻場全体の生物量や個体密度を大きくすることができる推察される。

In order to understand the relation between biodiversity and eelgrass beds, the number of species and individuals of macrobenthos, megalobenthos and fish were measured in eelgrass beds in Mitsukuchi Bay. Macrofauna on eelgrass leaves and sediments, and megalobenthos and fish at the edges of eelgrass beds were more prevalent than within the eelgrass bed. It is considered that human interaction to increase areas at the edge of eelgrass beds may increase biodiversity in eelgrass beds.

キーワード：アマモ藻場、生物多様性、魚介類、マクロベントス、里海

1. はじめに

多様な生物が生息する藻場は、沿岸域における生物生産や物質循環に重要な役割を担っている。陸域より流入し、藻場にトラップされた有機物質は底生生物により分解を受け、栄養物質は海草・藻類や葉上の付着微細藻類の生育に利用される（野村ほか, 1998¹⁾; 小河, 1988²⁾。栄養塩を吸収して成長した海草・藻類のうち、食用となる海藻類は水産物として収穫され、海草のアマモは化学肥料が普及する1950年代までは日本沿岸各地で採取されて、農地の有機肥料として利用されていた（平塚ほか, 2003³⁾）。また、藻場は魚介類の産卵場、孵化した幼稚仔魚の摂餌、生育場として利用され（小河, 1988²⁾; 寺脇ほか, 1997⁴⁾），食物連鎖という循環を通して成長した魚介類は人間や鳥などに捕獲され、陸域へ運ばれる。藻場は陸域から海域に入った物質が再び陸域へと循環する場として機能し、漁業生産や水質浄化に寄与していた。しかしながら、瀬戸内海では埋め立てや沿岸域開発により広大な面積の藻場が消失したため藻場が有していた機能が衰退し、このことが水質汚濁や生物生産が低下した

ことの要因の1つとして指摘されている（柳, 2006⁵⁾）。

広島県安浦町三津口湾では、現在においても年間を通して160~200 haの大規模なアマモ場が現存することを知られている（谷本・星加, 2003⁶⁾）。しかしながら、潜水による目視観察によれば、必ずしも広大な藻場全体に生物が一様に生息、利用している訳ではなく、アマモの生え際などの一部に数多く生息していることが確認されている（Horinouchi, 2009⁷⁾; 新井, 未発表）。現存する藻場の生物多様性や生物生産を高めるため、藻場周辺における生物の生息状況を定量的に明らかにし、生物が藻場全体を利用しやすい形態を検討する必要がある。本報告では、三津口湾のアマモ場の内部と周辺における生物の生息状況について検討した結果を報告する。

2. 方 法

三津口湾のアマモ場を対象に、藻場の周辺と藻場内における堆積物中とアマモ葉上の底生生物および刺し網により魚介類の生息状況の調査を行った。谷本・星加（2003）⁶⁾が超音波計測法により計測した三津口湾におけるアマモ分布をFig. 1に影域で示した。アマモは湾の奥部から西部の日ノ浦にかけて分布し、季節により変化は認められるものの年間を通して160~200 haの面積で分布する。本研究では、アマモ場の中央部あたりに位置し周辺をアマモで囲まれた場所をアマモ場内、アマモが生えていない場所をアマモ場の外およびアマモ繁茂域と

* 2010年5月31日受領、2010年7月26日受理

** 産業技術総合研究所地質情報研究部門

† 海藻研究所

連絡先：谷本照己、産業技術総合研究所中国センター

〒739-0046 東広島市鏡山3丁目11番32号

E-mail: terumi-tanimoto@aist.go.jp

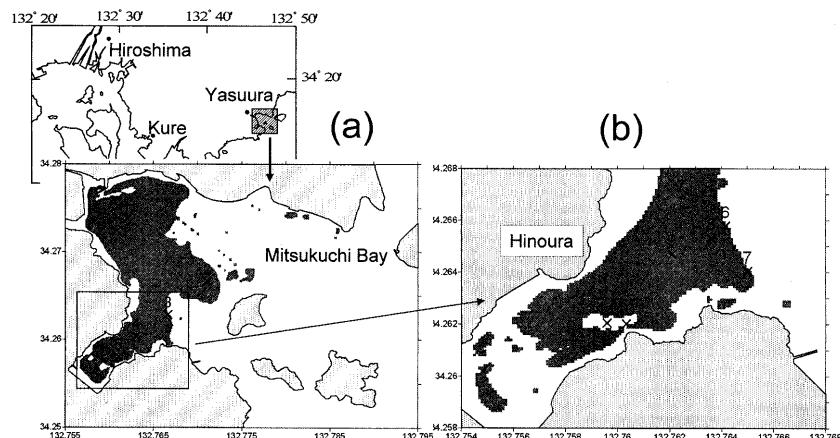


Fig. 1 Horizontal distribution of eelgrass beds (shaded area) and sampling stations in Mitsukuchi Bay.

アマモが生えていない場所の境界部をアマモの生え際とした。堆積物中の底生生物調査では、アマモ分布範囲に基づいて2003年9月2日にFig. 1 (a)に示すアマモ場内 (Stn. 1, 4 および 5) とアマモの生え際 (Stn. 2 と 3)においてエクマン・バージ採泥器 (採取面 15×15 cm)により、深さ約10 cmまでの堆積物を採取した。堆積物試料を船上で1 mmメッシュのフルイを用いてふるい、フルイ上の残差物を10%ホルマリン溶液で固定後、底生生物 (マクロベントス) の分析試料とした。葉上底生生物測定用のアマモは、2004年2月4日にアマモ場内のStn. 5と生え際のStn. 3 (Fig. 1 (a))において海中で静かにアマモ株をビニール袋で包み、海水と共にアマモ地上部を採取した。なお、Stn. 3ではアマモ2株、Stn. 5では3株を採取した。船上においてビニール袋内のアマモの葉をブラシで軽くこすって葉上付着物を剥離させた後、アマモ株を取り出した。ビニール袋内の海水を1 mmメッシュのフルイを用いて濾過し、フルイ上の残差物を10%ホルマリン溶液で固定後、葉上マクロベントスの分析試料とした。なお、ビニール袋より取り出したアマモ株の葉の長さ、幅および葉数を計数した。魚介類調査では三津口湾日ノ浦を対象とし、2009年8月26日と11月27日にFig. 1 (b)に示すアマモ場内 (Stn. 8 と 9) と生え際 (Stn. 6, 7 および 10) および11月の調査では藻場の外にあたる測点 (Stn. 11)において、高さ1 m、長さ50 m、目合い3 cmの刺し網を設置した。刺し網設置1日経過後、刺し網に捕獲された魚介類などの生物種と個体数を計測した。

3. 結 果

3.1 底 生 物

三津口湾における堆積物の中央粒径値 ($Md\phi$: $\Phi = -$

$\log D / \log 2$, D は粒径 mm) はほぼ全域にわたって6.2 ~ 7.3であって、測定地点の堆積物は全て同じ細シルトに属する (谷本・星加, 2003⁶⁾)。エクマン・バージ採泥器の採取面 (水平 15×15 cm, 面積 0.0225 m²), 深さ10 cmの堆積物内におけるマクロベントスの種類数と個体数をそれぞれFig. 2 (a)と(b)に示した。Table 1に出現優占種を示した。全ての測点で種類数、個体数共に多いのは環形動物門と軟体動物門に属する生物であって、優占種は環形動物門では多毛綱の *Lumbrineris longifolia* と *Platynereis bicanaliculata*, 軟体動物門では二枚貝綱の *Musculista senhousia* と *Theora fragilis* であった (Table 1)。三津口湾奥部のStn. 1と2では節足動物門の生息数が少ないので対し、湾口部にあたる日ノ浦のStn. 3, 4 および 5 では、節足動物門の生物が多く認められ、優占種は甲殻綱の *Nebalia japanensis*, *Dexaminidae*, *Lysianassidae* および *Caprella sp.* であった。アマモの生え際にあるStn. 2と3におけるマクロベントスの全種類数は26と51種、全個体数は129と241個体であるのに対し、藻場内では全種類数は17~24種、全個体数は49~96個体であり、種類数と個体数共にアマモ場内と比較してアマモの生え際で2倍程度多い傾向であった。

3.2 アマモ葉上動物

Fig. 3 (a)と(b)にStn. 3 (生え際) と 5 (藻場内) におけるアマモ葉上マクロベントスの種類数と個体数を示した。Table 2は出現優占種を示す。なお、Stn. 3と5において採取したアマモ株の全葉数はそれぞれ7と12枚であり、葉の長さと幅の大きさは両測点でほぼ同じであったことから、個体数は葉1枚あたりの数に換算して示した。Stn. 3と5における全種類数は14と12種であって大きく変わらないのに対し、アマモ葉1枚あたりの全個体数はStn. 3で約65個体、Stn. 5で約10個体であり、藻場

人手と藻場の生物多様性

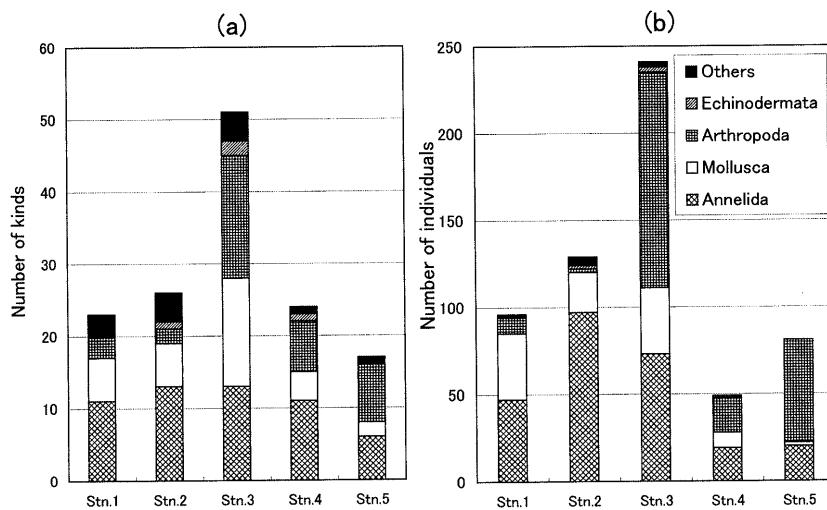


Fig. 2 Number of types (a) and density (ind.·0.0225 m⁻²) (b) of macrobenthos in sediments in Mitsukuchi Bay. Macrofauna were sampled at the edges (Stn. 2 and 3) and within (Stn. 1, 4 and 5) eelgrass beds in September 2003.

Table 1 Density (ind.·0.0225 m⁻²) of dominant species of macrobenthos in sediment in Mitsukuchi Bay. Macrofauna were sampled at the edges (Stn. 2 and 3) and within (Stn. 1, 4 and 5) eelgrass beds in September 2003.

	Species	Stn. 1	Stn. 2	Stn. 3	Stn. 4	Stn. 5
Annelida	<i>Lumbrineris longifolia</i>	18	81	41	3	
	<i>Platynereis bicanaliculata</i>			8	6	10
	<i>Tharyx sp.</i>	13			1	
	<i>Branchiomma cingulata</i>	1			2	6
	<i>Amaeana sp.</i>	4	3	8		
	<i>Marginellidae</i>			4	2	
	<i>Nassariidae</i>	1	1		3	
	<i>Petrasma pusilla</i>		2	5		
	<i>Musculista senhousia</i>	13		1		
	<i>Theora fragilis</i>	20	17	13		
Mollusca	<i>OSTRACODA</i>	6				
	<i>Nebalia japonensis</i>			58	8	7
	<i>Ampithoe sp.</i>		5		5	
	<i>Grandidierella japonica</i>			5	1	4
	<i>Dexaminiidae</i>			6	2	19
	<i>Lysianassidae</i>	1	18	2		
	<i>Phoxocephalidae</i>		5			
	<i>Pontogeneia sp.</i>		1	5		5
	<i>Caprella sp.</i>			4		19
	<i>Ophiophragmus sp.</i>			2		
Echinodermata	<i>Tenmopleurus toreumaticus</i>		2			

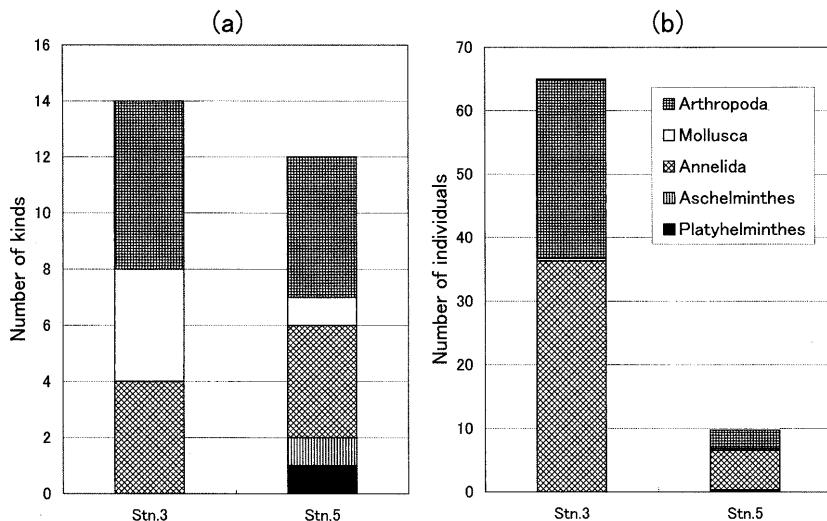


Fig. 3 Number of types (a) and average values of individuals (b) of macrobenthos on eelgrass leaves in Mitsukuchi Bay. Macrofauna were sampled at the edge (Stn. 3) and within (Stn. 5) eelgrass beds in February 2004.

Table 2 Species of macrobenthos on eelgrass leaves in Mitsukuchi Bay. Macrofauna were sampled at the edge (Stn. 3) and within (Stn. 5) eelgrass beds in February 2004.

	Species	average values of individual (ind. · leaf ⁻¹)	
		Stn. 3	Stn. 5
Platyhelminthes	<i>Polyclada</i>	0.2	0.2
Aschelminthes	<i>NEMATODA</i>	0.2	0.2
Annelida	<i>Hesionidae</i>	4.9	1.0
	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	1.1	0.2
	<i>Autolytinae</i>		0.1
	<i>Exogoninae</i>	30.1	5.0
	<i>Terebellidae</i>	0.1	
Mollusca	<i>Cantharidus japonicus</i>		0.3
	<i>Eratoidae</i>	0.1	
	<i>Nudibranchia</i>	0.1	
	<i>Musculus sp.</i>	0.1	
Arthropoda	<i>Harpacticidae</i>	2.7	0.2
	<i>Leptochelia sp.</i>	18.3	1.2
	<i>Ampithoe sp.</i>		0.2
	<i>Aoroides sp.</i>	6.1	1.3
	<i>Paradexamine sp.</i>	0.9	0.2
	<i>Ischyroceridae</i>	0.1	
	<i>Caprella sp.</i>	0.1	

内に対してアマモの生え際で個体数が約6倍大きい。両測点で個体数が大きく異なるのは環形動物門、多毛綱の *Exogoninae* と節足動物門、甲殻綱の *Leptochelia sp.* であり (Table 2), これらのマクロベントスが生え際で多い傾向であった。

3.3 刺し網に捕獲された生物

2009年8月における刺し網により捕獲された生物の種類数と個体数を Fig. 4 (a) と (b) に示した。刺し網捕獲生物では, *Pagrus major*, *Sebastes inermis* など魚類が最も多く捕獲された他, 種類数と個体数は少ないが *As-*

tropecten polyacanthus や *Stichopus japonicus* などの生物も捕獲された (Table 3)。そこでここでは、捕獲された生物を魚類と魚類以外をメガロベントスとして示した。Fig. 4によれば、アマモ場内では、メガロベントスの生息数が少ない傾向である。アマモの生え際にあたる Stn. 6, 7 および 10 の 3 地点における魚類にメガロベントスを加えた平均種類数と個体数はそれぞれ 10 種と 21.3 個体であるのに対し、アマモ場内の Stn. 8 と 9 の 2 地点における平均種類数と個体数は 4 種と 7.5 個体であった。アマモ場内における魚介類は種類数、個体数ともにアマモ

人手と藻場の生物多様性

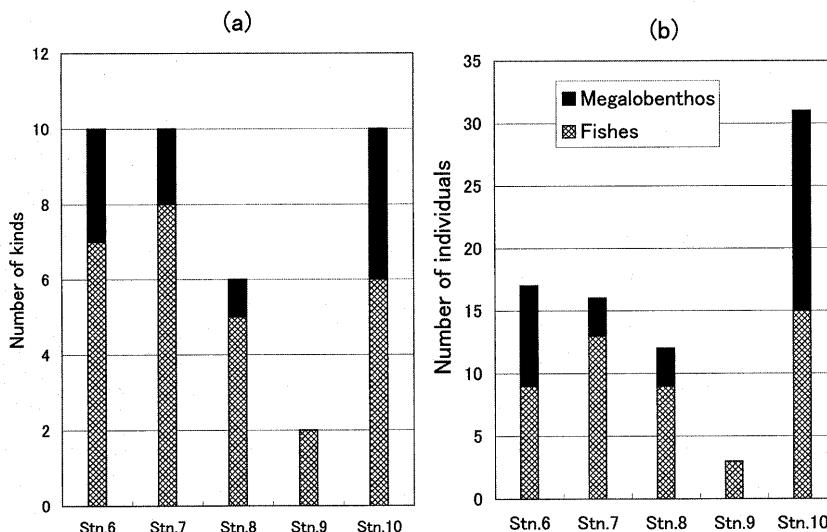


Fig. 4 Number of types (a) and individuals (b) of fish and megalobenthos caught by gillnet in Mitsukuchi Bay. Fish and megalobenthos were collected at the edges (Stn. 6, 7 and 10) and within (Stn. 8 and 9) eelgrass beds in August 2009.

Table 3 Species of fish and megalobenthos caught by gillnet in Mitsukuchi Bay. Fish and megalobenthos were collected at the edges (Stn. 6, 7 and 10) and within (Stn. 8 and 9) eelgrass beds in August 2009.

	Species	Stn. 6	Stn. 7	Number of individuals		
				Stn. 8	Stn. 9	Stn. 10
Fish	<i>Takifugu niphobles</i>			2	2	
	<i>Ditrema temmincki</i>		1			
	<i>Clupanodon punctatus</i>	1	1	3		
	<i>Sebastes inermis</i>	3	4	1		1
	<i>Pagrus major</i>	1	1			
	<i>Inimicus japonicus</i>		1		1	
	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1	3	1		
	<i>Platycephalus indicus</i>		1			2
	<i>Octopus minor</i>	1				
	<i>Sepia esculenta</i>	1				
Megalobenthos	<i>Scomber japonicus</i>				1	
	<i>Sillago japonica</i>				2	
	<i>Engraulis japonica</i>				1	
	<i>Triakis scyllia</i>			2		
	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	1	1			
	<i>Charybdis japonica</i>	5	2	3	13	1
	<i>Oratosquilla oratoria</i>					
	<i>Stichopus japonicus</i>		1			1
	<i>Astropecten polyacanthus</i>					
	<i>Stichopus japonicus</i>	2				1
	<i>Rapana venosa</i>	1				

の生え際より 1/2 以下である。また、アマモの生え際にあたる Stn. 6 と 7 から藻場内の Stn. 8, さらに Stn. 9 へと藻場の奥部へ向かうほど種類数と個体数が少なくなる傾向が認められた。

Fig. 5 と Table 4 に2009年11月における刺し網の結果を示した。Stn. 11では他の測点の2倍の長さの刺し網を使用したので、網の長さ50 m 毎に2分割して示した。11月では、9月と比較して魚種の数はほぼ同じであるのに対し、個体数は2倍程度に増加した。また、藻場内においてもメガロベントスが認められるようになった。11月では、アマモの生え際にあたる Stn. 6 と 7 における魚類にメガロベントスを加えた平均種類数は12.5種、平均

個体数は31.5個体であるのに対し、藻場内の Stn. 8 と 9 における平均種類数は10種、平均個体数は19個体および藻場外にあたる Stn. 11における平均種類数は4.5種、平均個体数は6.5個体であった。藻場内とアマモの生え際ににおける比較では、8月における結果と比較して差は小さいが種類数、個体数ともにアマモの生え際において多い傾向で、藻場外において最も少なかった。8月と11月ともに藻場の生え際において魚介類などの生物が多数生息していることが定量的に明らかになった。

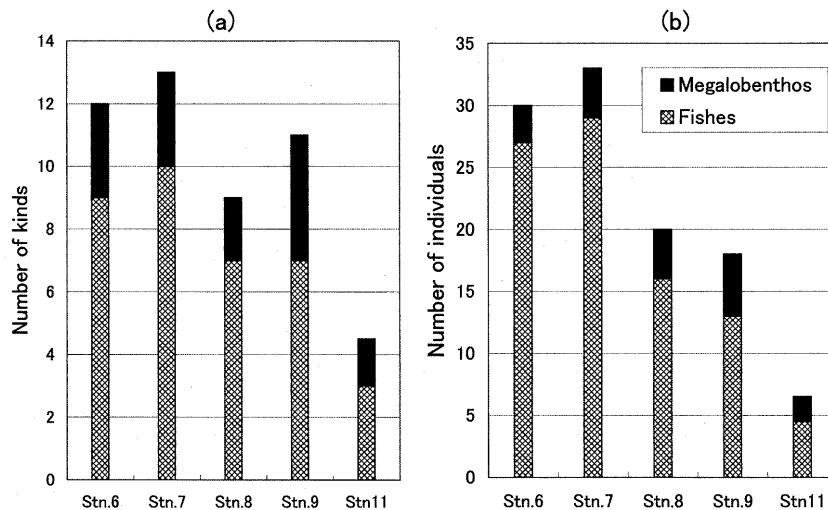


Fig. 5 Number of types (a) and individuals (b) of fish and megalobenthos caught by gillnet in Mitsukuchi Bay. Fish and megalobenthos were collected at the edges (Stn. 6 and 7), within (Stn. 8 and 9) and outside (Stn. 11) eelgrass beds in November 2009.

Table 4 Species of fish and megalobenthos caught by gillnet in Mitsukuchi Bay. Fish and megalobenthos were collected at the edges (Stn. 6 and 7), within (Stn. 8 and 9) and outside (Stn. 11) eelgrass beds in November 2009.

	Species	Number of individuals					
		Stn. 6	Stn. 7	Stn. 8	Stn. 9	Stn. 11-1	Stn. 11-2
Fish	<i>Takifugu niphobles</i>	6	2	2	3		
	<i>Ditrema temmincki</i>	4	11		1		
	<i>Clupanodon punctatus</i>	3	5	6	3	3	2
	<i>Sebastes inermis</i>	3			1		
	<i>Pagrus major</i>	2	2	2			
	<i>Trachurus japonicus</i>	4	1				
	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>		3			1	
	<i>Strongylura anastomella</i>		1				
	<i>Inimicus japonicus</i>		1	1	1		1
	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	2	2				
	<i>Platycephalus indicus</i>		1	2			
	<i>Mugil cephalus</i>			1			
	<i>Lateolabrax japonicus</i>			2	3		
	<i>Kareius bicoloratus</i>	2			1		
	<i>Paralichthys olivaceus</i>					1	1
	<i>Saurida sp.</i>						
	<i>Hexagrammos otakii</i>	1					
	<i>Sepia esculenta</i>	1	1		1		
Megalobenthos	<i>Octopus minor</i>				1		
	<i>Portunus trituberculatus</i>					1	
	<i>Charybdis japonica</i>	1	1	3	1	1	
	<i>Rapana venosa</i>						2
	<i>Astropecten polyacanthus</i>	1	2	1	2		

4. 考 察

堆積物中とアマモ葉上の底生生物および魚介類などの生物はアマモ場内よりアマモの生え際に於いて種類数と生息数が大きいこと、およびアマモが全く生えていない場所では魚介類などの生物の生息数が少ないと定量的に明らかにされた。アマモの生え際に於いて生物の生息数が大きいことの要因として、アマモが密生する藻場内と比較して生え際では海中光量が大きいため動物の餌となるアマモ葉上藻類の生育が良いことや潮流による流動変化を受けること（谷本ほか、2005⁸⁾）および魚類に必要な遊泳空間が広いことなどが推察される。しかしな

がら、今回の観測では魚介類調査、底生生物調査およびアマモ葉上動物調査はそれぞれ違った時期に実施されたため生物の生息状況を関連づけて解析できないことから、アマモの生え際に於いて生物の生息数が多いことははっきりとした要因は不明である。また、生物種数と生息密度の季節変動を明らかにすることも残された課題の一つである。今後、アマモ葉上藻類を含めた生物と海中光量などの同時観測を実施し、アマモの生え際で魚介類などの生物生息数が多いことの要因を明らかにすることが重要であると考える。

今回の調査結果によれば、アマモがある場と無い場が

人手と藻場の生物多様性

混在するアマモの生え際に多数の生物が生息していることは間違いなさそうである。このことから、生物が藻場全体を利用しやすい構造として、人手によりアマモを適度に抜き取って藻場内に裸地を作成することにより、アマモの生え際の面積を増やすことが有効な手段の1つとして挙げられる（堀之内，2005⁹⁾）。過去に、アマモは肥料として採取されていた。この行為は藻場内に裸地を作成することにつながり、藻場に蝦介類にとって多様な住み場空間が形成されていた可能性がある。全く違う目的で行われていた行為が、沿岸域の漁業生産にとって良好な環境をもたらしていたとも推察される。今後、現場のアマモ場内に大きさの異なる裸地を作成し、魚介類の蝦介効果や適正な裸地の大きさを検証する予定である。

5. おわりに

底生生物、アマモ葉上動物および魚介類などの生物は、アマモ場内よりアマモの生え際に於いて生息数が大きいこと、およびアマモが全く生えていない場所では魚介類の生息は少ないと定量的に明らかにされた。生物が藻場全体を利用しやすい構造として、人手によりアマモを適度に抜き取って藻場内に裸地空間を作成してアマモの生え際の面積を増やすことが有効な手段の1つであると推察される。里山のように人間が適切に手を加えることにより、藻場全体で生物多様性が高く、有用魚介類の生産性の高い“里海”作りを目指す実証実験を行う予定である。なお、本研究は独立行政法人科学技術研究機構・社会技術研究開発事業「科学技術と社会の相互作用」による「海域環境再生（里海創生）社会システムの構築」の研究の一環として行われた。

参考文献

- 1) 野村宗弘・佐々衛・千葉信男・佐々木久雄・谷口和也・須藤隆一（1998）：内湾の水質浄化における海藻の役割。日本沿岸域学会論文集, **10**, 125-136.
- 2) 小河久朗（1988）：藻場、河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー。p. 161-172, 栗原康編, 東海大学出版会, 東京。
- 3) 平塚純一・山室真澄・石飛裕（2003）：アマモ場利用法の再発見から見直される沿岸海草藻場の機能と修復・創生。土木学会誌, **88**, 79-82.

- 4) 寺脇利信・吉川浩二・高木儀昌（1997）：アマモ場の機能。水産庁中央水産研究所編, 82-110.
- 5) 柳哲雄（2006）：里海論、恒星社厚生閣、東京, 100pp.
- 6) 谷本照己・星加章（2003）：超音波による藻場分布の計測。超音波 TECHNO, **15**, 24-27.
- 7) Horinouchi, M.(2009) : Horizontal gradient in fish assemblage structures in and around a seagrass habitat : some implications for seagrass habitat conservation. Ichthyological Research, **56**, 109-125.
- 8) 谷本照己・星加章・埜口英昭・小山田久美・寺脇利信（2005）：三津口湾における人工アマモ場基盤材実験。第4回海環境と生物および沿岸環境修復技術に関するシンポジウム発表論文集, **4**, 47-52.
- 9) 堀之内正博（2005）：アマモ場の構造は稚魚の個体密度や分布パターンにどのような影響をおよぼすか。海洋と生物, **27**, 350-355.

質疑応答

問：魚、葉上生物とともにアマモ場の中より縁辺部でバイオマスが大きいが、魚類のアクセスのしやすさ以外にどのようなメカニズムが考えられるか。

（京都大学、山下 洋）

答：アマモ場の中と切れ目では海中光量や流動が違うであろうが、どのような要因で切れ目に生物が多いのかは不明である。今後、アマモの葉上付着藻類の違いなど、生物の集まるメカニズムについて検討したい。

問：里海検証実験の設計に物理環境を考える必要があるですか。必要がなければ、何を考えなければならないか。

（愛媛大学 CMES、郭 新宇）

答：アマモを抜き取れば物理環境も変わってくるであろうが、現在のところではアマモを抜き取ること、その効果しか考えていない。

問：里山や森林管理の場合と同様に、アマモ場もかつて肥料活用のために適当に刈り取られていた箇所の方が藻場が維持して残存したという知見、経験則のようなものは無いか。

（国立環境研究所、牧 秀明）

答：アマモが肥料として刈り取られていたのはずいぶん過去のことでのことで、刈り取ったことの藻場への影響、効果に関わる情報は持っていない。