

瀬戸内海西部における基面の高さ別のホンダワラ植生の観察

寺脇利信・吉田吾郎・吉川浩二・有馬郷司

Observations on *Sargassum* Vegetation in Relation to Substratum Height above the Sea Bottom in the Western Seto Inland Sea

Toshinobu Terawaki, Goro Yoshida, Kohji Yoshikawa and Satoshi Arima

The large brown algal taxon, *Sargassum* occurs on the rocky shore in shallow depths and forms submarine forests along the coastal areas of Kyushu and Honshu. Submarine forests are one of the most important elements in shallow marine ecosystems and fisheries. But submarine forests have drastically decreased due to reclamation and/or water pollution. Thus how to conserve and to regenerate the *Sargassum* bed system is of great concern in Japan.

In this study, *Sargassum* vegetation was investigated on the rocky shore of Tohwa-cho, Yamaguchi Prefecture, western Seto Inland Sea in relation to the substratum height at different depths to clarify the effects of physical factors such as wave and sand action on the vegetation. Quadrat investigations by SCUBA diving were carried out at 2, 4 and 6m depths on rock bottom areas, 4 times in 1994-1995. Vegetation was also surveyed on concrete blocks set on the sand bottom at 4m depth.

Myagropsis myagroides, *Sargassum macrocarpum* and *S. micracanthum*(perennial species) were dominant on rocky substrata that stood more than 0.2m above the rock bottom covered with thin sand. *S. horneri* and *S. fulvellum*(annual species) were dominant on rocky substrata that stood less than 0.2m above the rock bottom covered with thin sand at 2 and 4m depths. Both perennial and annual species were observed on concrete blocks up to 0.3m level above the sand bottom. This indicates that the lower part of rocky substrata are perturbed by wave and sand action preventing a stable vegetation climax in shallow depths.

It is suggested that *Sargassum* vegetation for artificial submarine forest formation on sand bottoms can be controlled by setting artificial substrata taking into account factors of depth and the height of substrata above the bottom.

Key words: *Sargassum* vegetation, substratum height, wave and sand action, submarine forest formation

藻場は浅海域の大型海藻類を中心にして形成され、藻場生態系として沿岸生態系を構成する要素(菊池 1973)であり、水産上の有用種を含む海洋生物の再生産にとって重要な環境を提供している(徳田他 1983)。しかし、これら藻場については、沿岸埋め立てにより消失が続いている(磯部 1994)のみならず、水質の汚濁など

の影響による衰退が報じられた(南西水研 1974)ことから、その保全と造成の必要性が強く認識された(南西水研 1979)。

今日では、藻場を拡大・維持するための技術は、水産業を含めた多様な海域利用の可能性を探る(土木学会 1991)に当たり、資源開発の際の事業の目的に合わせた海藻植生に調整する等

の環境技術としての重要性も増してきている(寺脇他 1995)。特に最近では、港湾に係わる防波堤や消波ブロックなどの海岸構造物における海藻類の着生状況の把握と波浪条件との関係が解析され(Ozasa *et al.* 1995), それらの知見を生かし生態系に配慮した漁港施設の整備計画などでも藻場の形成可能面積についての検討が取り上げられるようになった(高木他 1995)。

九州東シナ海から本州日本海及び瀬戸内海の沿岸の岩礁域には、主に大型褐藻ホンダワラ類によって形成されるホンダワラ藻場(ガラモ場とも称される)が分布している。世界的には亜熱帯から温帯の沿岸海域を中心に藻場を形成するホンダワラ類については、近年、東南アジア地域においても、水産資源の増殖のための事業の際に、ホンダワラ類の藻場の造成を含めた海底環境の整備が重視され始めている(SEAFDEC 1990)。

これらホンダワラ類に関して、近年、タマハキモク *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt 及びアカモク *S. horneri* (Turner) C. Agardh の生活史を室内培養で完結させる技術(Uchida *et al.* 1991 及び Uchida 1993) を活用した、初期生長に及ぼす日長などの環境要因の影響が明らかにされた(吉田他 1995)。

一方、砂底に接する岩礁域の下部においては、砂の影響の及ばない岩面に比べてガラモ場及びアラメ・カジメ場における海藻群落の組成や構造が異なることが指摘されている(今野 1984)。ここで、吉川(1985, 1986及び1987)が継続中のホンダワラ藻場造成の海域実験は、砂底に新しい着生基質としてコンクリートブロック等を設置して進められているものの、結果の比較検討の際の対照として重要な、近接する自然の岩礁域における藻場構成種の生育状況に関し、中村・宮後(1982)が把握したような船上目視観察及び枠取り採集による概況以外には、微地形に対応させた詳細は今後の追求課題として残されている。

本研究は、人為的な管理をなるべく必要としない藻場の造成方法(Hasegawa *et al.* 1995; 寺脇他 1995)を活用した、海藻植生の調整技術の開発に資することを目的として、自然の岩礁

域において、砂の影響が及んでいると考えられる岩礁域の下部での基面の高さ別の、特にホンダワラ類を中心とした植生(以後ホンダワラ植生と記する)の観察によって、主に一年生と多年生のホンダワラ類の分布の特徴を明らかにしようとする。

材料と方法

瀬戸内海西部に位置する屋代島(山口県大島郡)東和町松が鼻地先の岩礁域において、1994年9月1日、11月30日、1995年2月27日及び5月8日の4回、スキューバ潜水により、北方向に沖出した調査測線に沿い、水深2、4および6mの海底を調査した(Fig.1)。岩礁域の中でも、特に砂の作用の影響が及んでいると考えられる基面での局所的なホンダワラ植生を把握するため、各水深の傾斜の緩やかな測点において、岩面または砂面からの比高別に1000cm² (25cm×40cm)の方形枠を用い、底質の特徴及び枠内に生育していた直立海藻の種類を記録した。さらに、水深4mでは、岩礁域に近接する砂底に1983年に設置されて後、人為的な管理を施していないことが確認されている建材ブロックについても同様に調査した。

調査地の岩礁域の微細地形の表記については西村(1972)及び南西水研(1979)に、海藻の種類名に関しては吉田他(1995)に従った。

結 果

底質の特徴

この地点の基本的な地質は花崗岩(木橋・西村 1984)で、松が鼻の岩礁域の突端部が水中に没した潜岬(Spur)が水深6mまで伸びて砂底に接していた。

水深2mでは、砂泥が最大の厚さ2cmに被覆した岩面上に長径20cmほどまでの大礫(Cobble)が集積していた。水深4mでは、砂泥が最大の厚さ5cmに被覆した岩面上に長径50cmほどまでの巨礫(boulder)が集積していた。水深6mでは、砂泥が10cm以上の砂底から、岩盤(Rock)の露頭がみられ、礫は集積していなかった(Fig.2)。

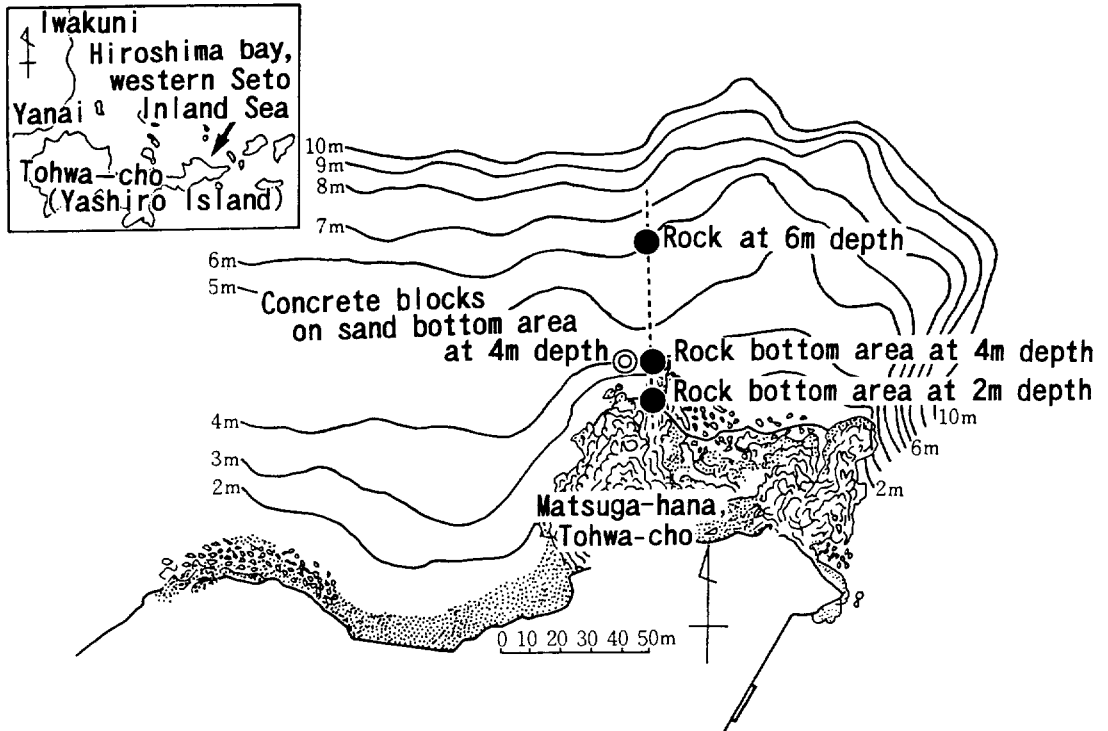


Fig.1. Map of the investigation site indicating the bottom topography at Matsuga-hana, Tohwa-cho, western Seto Inland Sea.

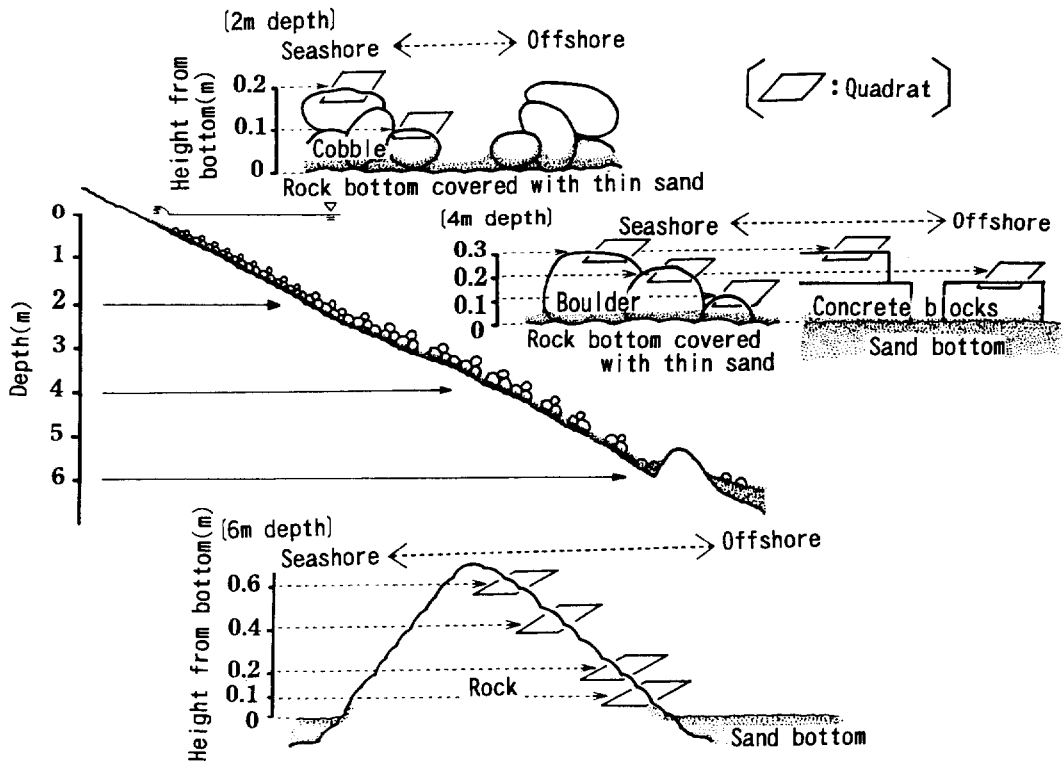


Fig.2. Schematic characters of sea bottom at the survey spots.

出現した種類

方形枠内に出現した直立海藻類は、緑藻2種、褐藻15種、紅藻4種の合計21種で、各水深とも大きな差異はみられなかった (Table 1)。

この地点はホンダワラ藻場が形成されている岩礁域であることから、ジョロモク *Myagropsis myagroides* (Mertens ex Turner) Fensholt, トゲモク *S. micracanthum* (Kützinger) Endlicher 及びノコギリモク *S. macrocarpum* C. Agardh 等のホンダワラ類8種類、その他の大型種としてワカメ *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar 及びクロメ *Ecklonia kurome* Okamura が出現し、大型褐藻類だけで10種と、出現した種類数の半数を占めた。

なお、この地点に隣接する周辺の砂底においては、大型海草アマモ *Zostera marina* Linnaeus は出現しなかった。

基面の高さ別のホンダワラ植生

調査した各水深において、砂の作用が及んでいると考えられる、砂が薄く被覆した岩面または砂面からの比高の低い基面での、周年の大半にわたる期間での基本的な海藻植生を把握する目的で、調査測点ごとに、4回の調査機会に対して3回以上出現した種を Table 2 に列記した。一年生と多年生のホンダワラ類、ワカメ及びクロメのみである。

比高0.2m以上の基面では、調査した全ての水深区において、多年生ホンダワラ類のジョロモクがみられた。また、比高0.2m以上の基面では、ジョロモク以外にも、水深2及び4mでトゲモクが、水深6mでノコギリモクがみられた。

これに対して、水深2mおよび4mの比高0.1mという、小型直立海藻の緑藻ミル *Codium fragile* (Suringar) Hariot や紅藻マクサ *Gelidium elegans* Kützinger なども多く出現する、水深が浅く比高の低い基面においては、一年生ホンダワラ類のアカモクおよびホンダワラ *S. fulvellum* (Turner) C. Agardh が主にみられた。なお、この特徴は、水深2mでは比高0.2mまでの基面でみられたが、水深4mでは比高0.1mのみとなり、水深6mではみられなかった。

一方、水深4mの砂底に設置された建材ブロックでは、比高0.2mでも、更に0.3mでも、多年生

のノコギリモクやトゲモクとともに、一年生ホンダワラ類のアカモク及びホンダワラがみられ、同水深の4mにおける潜岬の基面上と比較して、ホンダワラ植生が一年生主体へと変化する傾向がみられた (Fig.3)。

考 察

立地環境条件の概要

この地点の潜岬の基面上では、調査した中で最も波浪の影響を受けやすい水深2mにおいても、物理的攪乱の少ない環境に生育するジョロモク (今野 1984) 及びクロメ (新井 1988)、更に、水深4mでも物理的攪乱の少ない環境に生育するノコギリモク (今野 1984) がみられる。一方、隣接する砂底には、大型海草アマモの生育は認められていない。

以上のことと、この地点が広島湾の湾口部における主に北に面した海岸線の一部で、北方向からの波浪を遮る島嶼がみられないことを考え併せると、主に冬季の北方中心の季節風で生じる波によって、アマモが生育不可能な程度に砂泥の移動や砂面高の変動が生じる (丸山他 1988) ため、アマモの分布が認められないが、ホンダワラ類などの大型褐藻にとっては適度に静穏であると解釈され、この地点の岩礁域はホンダワラ藻場として比較的安定した好適な立地環境と言えよう。

海藻植生の調整技術への応用展開方向

この地点でも、福岡県津屋崎 (Yoshida *et al.* 1963)、千葉県小湊 (今野 1984) および京都府丹後半島 (今野・中嶋 1980) などと同様に、水深によりホンダワラ植生が変化した。さらに、この地点では、水深と基面の比高の微妙な組み合わせの違いにより、局所的な一年生主体へのホンダワラ植生の変化も確認された。

この原因としては、到達光量が海藻分布の主要な制限要因とならない当調査地での水深範囲においては、浅所で比高が低い基面ほど、おもに、波浪及び潮汐流などによって生じる砂泥の作用による生育への影響が大きく、ホンダワラ類にとっての生育環境条件が不安定化する (今野 1984) ことが考えられる。すなわち、波浪、

Table 1. Algal species that appeared in the quadrats at each depth.

Species	[2m depth]			
	〈On cobble on rock bottom〉			
	1994		1995	
	1 Sep.	30 Nov.	27 Feb.	8 May
<i>Ulva pertusa</i>			○	
<i>Codium fragile</i>	○			
<i>Colpomenia sinuosa</i>				○
<i>Padina arborescens</i>				○
<i>Undaria pinnatifida</i>			○	○
<i>Ecklonia kurome</i>		○	○	
<i>Myagropsis myagroides</i>	○	○	○	○
<i>Sargssum fulvellum</i>	○		○	○
<i>S. horneri</i>	○	○	○	○
<i>S. micracanthum</i>		○	○	○
<i>Gelidium elegans</i>		○		○
<i>Amphiroa zonata</i>	○			
<i>Plocamium leptophyllum</i>		○		
Species	[4m depth]			
	〈On boulder on rock bottom〉		〈On concrete block on sand bottom〉	
	1994		1995	
	1 Sep.	30 Nov.	27 Feb.	8 May
<i>Codium fragile</i>	○			
<i>Colpomenia sinuosa</i>			○	
<i>Cutleria multifida</i>				○
<i>Dictyopteris prolifera</i>			○	
<i>Dictyota dichotoma</i>				○
<i>Padina arborescens</i>		○		○
<i>Undaria pinnatifida</i>			○	○
<i>Ecklonia kurome</i>		○	○	○
<i>Myagropsis myagroides</i>	○	○	○	○
<i>Sargassum fulvellum</i>	○		○	○
<i>S. horneri</i>	○		○	○
<i>S. macrocarpum</i>				○
<i>S. micracanthum</i>	○	○	○	○
<i>S. pilutiferum</i>				○
<i>S. siliquastrum</i>	○		○	○
<i>S. yendoi</i>				○
<i>Gelidium elegans</i>				○
<i>Plocamium leptophyllum</i>		○		○
Species	[6m depth]			
	〈On rock〉			
	1994		1995	
	1 Sep.	30 Nov.	27 Feb.	8 May
<i>Codium fragile</i>			○	
<i>Cutleria multifida</i>				○
<i>Dictyopteris prolifera</i>			○	○
<i>Dictyota dichotoma</i>				○
<i>Ecklonia kurome</i>	○	○	○	○
<i>Myagropsis myagroides</i>	○	○	○	○
<i>Sargssum fulvellum</i>			○	○
<i>S. horneri</i>			○	○
<i>S. macrocarpum</i>	○	○	○	○
<i>S. micracanthum</i>			○	○
<i>S. siliquastrum</i>			○	○
<i>Amphiroa zonata</i>				○
<i>Callophyllis japonica</i>				○

Table 2. Vertical distribution of algal species in relation to substratum height above the sea bottom at various depths. (Species observed at least on 3 of 4 surveys)

Depth (m)	Substratum character	Substratum diameter	Substratum height	Species (Perennial or Annual)	Substratum character	Substratum diameter	Substratum height	Species (Perennial or Annual)
2	Cobble	0.1~0.2m	0.2m	<i>M. myagroides</i> (P)				<i>S. micracanthum</i> (P)
				<i>S. horneri</i> (A)				
			0.1m	<i>S. fulvellum</i> (A)				
				<i>S. horneri</i> (A)				
4	Boulder	0.4~0.5m	0.3m	<i>M. myagroides</i> (P)	concrete block	0.4m	0.3m	<i>S. macrocarpum</i> (P)
								<i>S. micracanthum</i> (P)
								<i>S. fulvellum</i> (A)
								<i>S. horneri</i> (A)
			0.2m	<i>M. myagroides</i> (P)			0.2m	<i>E. karome</i> (P)
				<i>S. micracanthum</i> (P)				<i>S. fulvellum</i> (A)
				<i>S. siliquastrum</i> (P)				<i>S. horneri</i> (A)
			0.1m	<i>E. karome</i> (P)				
				<i>S. fulvellum</i> (A)				
				<i>S. horneri</i> (A)				
6	Rock	1m<	0.6m	<i>M. myagroides</i> (P)				
				<i>S. macrocarpum</i> (P)				
			0.4m	<i>M. myagroides</i> (P)				
				<i>S. macrocarpum</i> (P)				
			0.2m	<i>M. myagroides</i> (P)				
				<i>S. macrocarpum</i> (P)				
				<i>E. karome</i> (P)				
0.1m	<i>E. karome</i> (P)							

潮汐流などによって舞上げられた砂泥が藻体に衝突したり、また、藻体を被覆したりするなど、物理的な環境の攪乱が生じやすいため、静穏な環境で優占する多年生ホンダワラ類の生育にとって不利となり、一年生のアカモクおよびホンダワラが入植する機会が増え（新井 1988）、海藻遷移の初期相が繰り返されやすくなる。また、水深が6mと深くなると、これとは逆に物理的な環境の攪乱が比較的しにくくなるので、ノコギリモクなどの多年生ホンダワラ類が優占しやすくなる。

これに対して、砂底に設置された建材ブロックでは、比高0.1mの調査にとって好適な基面が得られなかったが、比高0.3mまで一年生のアカ

モクおよびホンダワラが周年の大半にわたってみられたことが潜岬の基面上と大きく異なる特徴であった。この原因としては、砂底に設置された建材ブロックでは、潜岬における比高の低い基面よりも周辺にある豊富な砂泥の作用により、多年生ホンダワラ類の生育が制限されるレベルの物理的な環境の攪乱（新井 1988）が生じている可能性が挙げられる。

なお、この海域の一角の水深5mの砂底に、実験のために3及び5月に設置された高さ0.5mの藻礁（コンクリートブロック）で、周辺の天然群落から供給された受精卵に由来すると考えられるホンダワラ植生は、藻体重量の変化の面から、優占種が初年度の一年生のアカモクから、

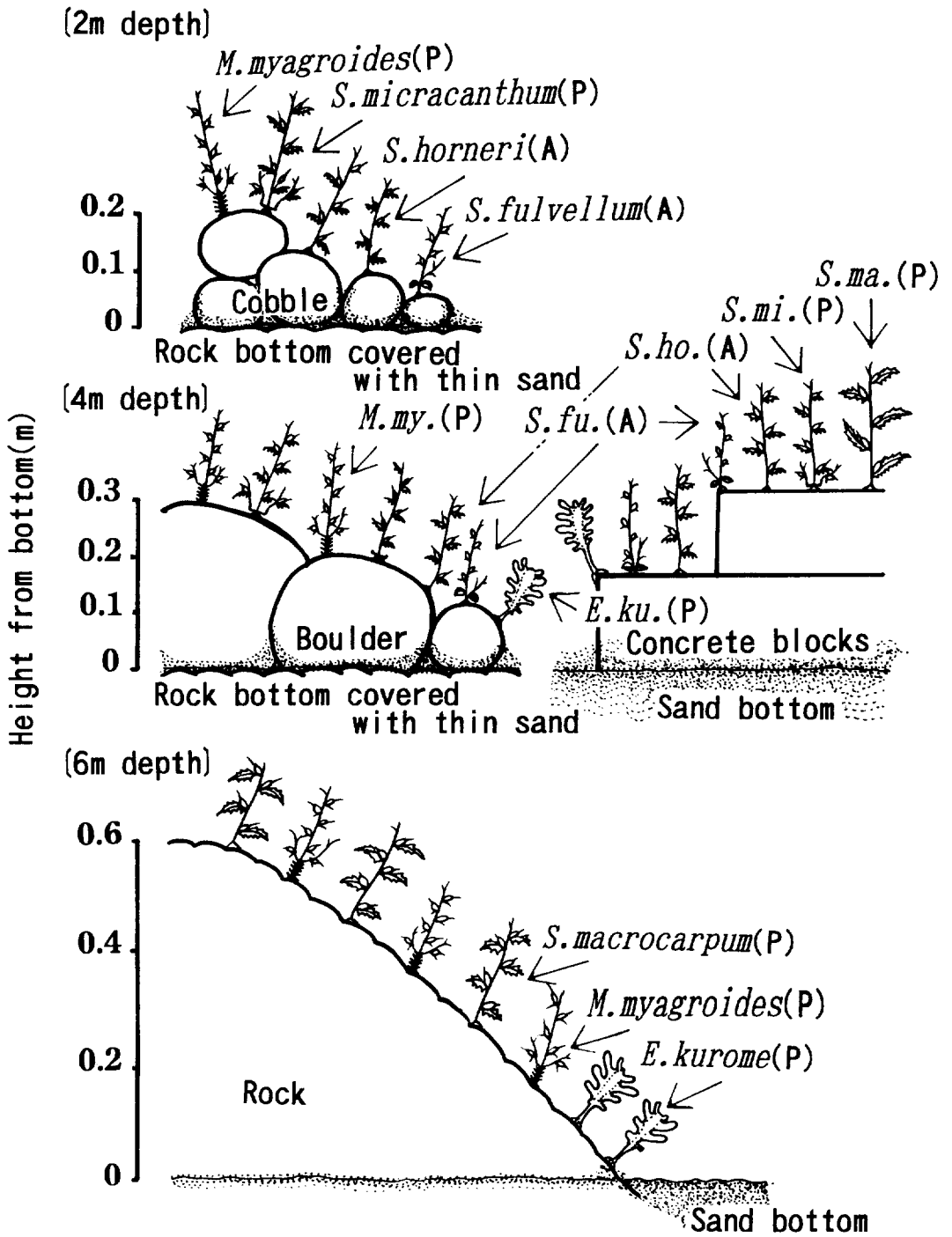


Fig.3. Schematic views of the *Sargassum* vegetation in relation to substratum height above the sea bottom.

2年後にはトゲモク等の多年生種へ変化し、アカモクがみられなくなった(月館 1989)。このことから、この海域の水深4mから5mの砂底では、砂面からの比高0.3mから0.5mの間で、物理的な環境の攪乱が質量ともに急激に変化する可能性が示唆される。

以上のことから、砂底における藻場造成の事業の際、生育基盤の設置水深および基面の比高を多様化させることを中心とした、人為的な管理をなるべく必要としない、海藻植生の調整技術の可能性を探るうえで、様々な物理的環境条件下にあると考えられる既設置の藻礁(月館 1989)についての、その後の海藻遷移を含めた経過の把握・検討が重要となる。

今後の課題

この地点においてノコギリモクと同定した藻体には、本種だけでなく、形態的にやや異なる試料も含まれていた。しかし、本報告の段階では、それらを本種と区別するだけの決定的な情報を整理していないため、ノコギリモクに含めて表記した。この問題と、大きな形態的変異を含むものの、その研究が着手されたばかりのクロメの生態(筒井・大野 1992)の多様性の問題とについて、今後、生理・生態および形態学的な知見を収集し、関心を寄せている各研究機関との協力のもとに、分類学的な検討にも資する情報として蓄積していく考えである。

また、海中では透視可能な範囲が狭いため広い範囲のパノラマ的な写真撮影が困難であり、今後、水質汚濁の進んだ海域における研究においては、さらにその条件が劣化する恐れも大きい。研究結果の理解を専門家に限らず促すため、写真やグラフなどに加え、模式図や更に三次元CG(コンピュータ上の立体画像)などによる処理と表示(De Vaugelas and Meinesz, 1995)などの立体的な表現手段の普及も重要と考える。

謝 辞

ホンダワラ類の種の検索に関する有益な議論をいただいた(株)海藻研究所の新井章吾氏、並びに、本稿の作成にあたり重要なお教示をいただいた北海道大学大学院理学研究科教授吉田忠生

博士に厚くお礼申しあげる。また、調査現地の確保にご協力いただいた山口県大島郡東和町漁業協同組合に感謝する。なお、本研究の一部は、当所資源増殖部が平成6年度に実施した科学技術庁重点基礎研究課題として実施した。

要 約

基面の高さ別のホンダワラ植生を明らかにし、人為的な管理をなるべく必要としない海藻植生の調整技術の開発に資することを目的として行った。

瀬戸内海西部に位置する屋代島(山口県大島郡)東和町松が鼻地先において、1994年9月1日、11月30日、1995年2月27日および5月8日4回、スキューバ潜水により、水深2、4及び6mの傾斜の緩やかな、砂が薄く被覆した岩面または砂面からの比高別に、1000cm²(25cm×40cm)の方形枠を用い、底質の特徴及び枠内に生育していた直立海藻を記録した。水深4mでは、砂底に設置されていた建材ブロックについても同様に調査した。

潜岬の岩面上では、比高が0.2m以上の基面では多年生のジョロモク、ノコギリモク及びトゲモクがみられた。一年生のアカモク及びホンダワラは主に比高0.2m以下に主にみられた。これに対し、水深4mの砂底に設置されていた建材ブロックでは、比高0.3mまで周年の大半にわたって一年生ホンダワラ類がみられた。このことから、砂底上の建材ブロック等の基質では、潜岬の岩面上におけるよりも、砂の作用の影響による物理的な環境の攪乱が生じやすく、海藻遷移の初期相が繰り返されやすい傾向がうかがわれる。

以上のことから、砂底における藻場造成にあたり、生育基盤の設置水深および基面の比高を多様化させることを中心とした、海藻植生の調整技術の可能性が示唆される。

文 献

- 新井章吾, 1988: 磯根生物と住み場環境の安定性. 海洋科学, **20**, 355-362.
- De Vaugelas, J. & A. Meinesz, 1995: Survey of artificial reef's encrusting flora and fauna colonisation through use of image synthesis 3D models. *Proceedings of ECOSET'95 (International conference on ecological system enhancement technology for aquatic environment)*, 424-428.
- Hasegawa, H. Y. Kawasaki and T. Terawaki, 1995: Study on new method for kelp foundation creation. *Proceedings of ECOSET'95 (International conference on ecological system enhancement technology for aquatic environment)*, 481-486.
- 磯部雅彦, 1994: 日本の海岸の現状と問題点. 海岸の環境創造—ウオーターフロント学入門—, 1-8, 朝倉書店, 東京.
- 木橋秀峰・西村祐二郎, 1984: 周防大島, 地学のガイド—山口県の地質とそのおいたち—, 地学のガイドシリーズ15, コロナ社, 東京, 130-135.
- 菊池泰二, 1973: 藻場生態系. 海洋生態学, 海洋学講座 9, 東京大学出版会, 東京, 23-36.
- 今野敏徳・中嶋 泰, 1980: 丹後半島五色浜周辺(京都府網野町海中公園候補地)の海藻植生について. 海中公園センター報告, **69**, 23-52.
- 今野敏徳, 1984: 漸深帯海藻群落の構造と群落形成に関する実験的研究. 北海道大学学位論文. pp. 390.
- 丸山康樹・五十嵐由雄・石川雄介・川崎保夫, 1988: 電源立地点の藻場造成技術の開発 第8報 アマモ場造成適地の砂地盤安定度の推定手法. 電中研研報, U87069, pp. 24.
- 中村達夫・宮後富博, 1982: アカモク・ヤツマタモクの群落生態. 有用海藻群落, 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究(マリンランディング計画)プログレスレポート, 昭和56年度, 南西海区水産研究所, 45-60.
- 南西海区水産研究所, 1974: 瀬戸内海の藻場—昭和46年の現状. pp. 36.
- 南西海区水産研究所, 1979: 沿岸海域藻場調査 瀬戸内海関係海域藻場分布調査報告—藻場の分布—. pp. 419.
- 西村三郎, 1974: 海浜域における生物群集の構造と維持. 海の生態学—生態学研究シリーズ3, 築地書院, 東京, 204-295.
- Ozasa, H., K. Nakase, A. Watanuki and H. Yamamoto, 1995: Structure accommodation to marine organisms. *Proceedings of ECOSET'95 (International conference on ecological system enhancement technology for aquatic environment)*, 406-411.
- Southeast Asian Fisheries Development Center, 1990: Technical manual for resource enhancement, pp. 120.
- 高木伸雄・福屋正嗣・木田英之, 1995: 生態系環境に配慮した漁港施設の整備計画について(浜田漁港瀬戸ヶ島防波堤の事例). *Proceedings of ECOSET'95 (International conference on ecological system enhancement technology for aquatic environment)*, 418-423.
- 月館潤一, 1989: 海中造林による魚介類・藻類の資源増大を目指して—西日本: ホンダワラ海中林の造成と利用—. 海洋牧場(マリンランディング計画), 農林水産技術会議事務局, 恒星社厚生閣, 東京, 359-406.
- 筒井 功・大野正夫, 1992: 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化. 藻類, **40**, 39-46.
- 寺脇利信・新井章吾・川崎保夫, 1995: 藻場の分布の制限要因を考慮した造成方法. 水産工学, **32**, 131-140.
- 徳田 廣・大野正夫・小河久朗, 1987: 海藻資源養殖学. 水産養殖学講座 10, 緑書房, pp. 354.
- Uchida, T., K. Yoshikawa, A. Arai and S. Arai, 1991: Life-cycle and its control of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) in batch cultures. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 2249-2253.
- Uchida, T., 1993: The life cycle of *Sargassum horneri* (Phaeophyta) in laboratory culture. *J. Phycol.* **29**, 231-235.
- 吉田吾郎・有馬郷司・内田卓志, 1995: 褐藻アカモクの初期生長に及ぼす日長, 照度, 水温の影響. 南西水研研報, **28**, 21-32.
- Yoshida, T., T. Sawada, and M. Higaki, 1963: *Sargassum* vegetation growing in the sea around Tsuyazaki, north Kyushu, Japan. *Pacific Science*, **17**, 135-144.
- 吉田忠生・吉永一男・中嶋 泰, 1995: 日本産海藻目録(1995年改訂版). 藻類, **43**, 115-171.
- 吉川浩二, 1985: ホンダワラ藻場造成に関する研究—I, ヤツマタモク親藻移植による藻場造成, 南西水研研報, (18), 15-23.
- 吉川浩二, 1986: ホンダワラ藻場造成に関する研究—

II, 人工採苗した幼体の移植と成熟親藻投入によるホンダワラ類の生長, 南西水研研報, (20), 137-146.

吉川浩二, 1987: ホンダワラ藻場造成に関する研究一

III, 幼胚集積法によるヤツマタモク群落の形成, 南西水研研報, (21), 25-35.