

## 山口県大島郡東和町逗子ヶ浜地先アマモ場の変遷 (2001~2003年)

森口朗彦\*・高木儀昌\*

### The transition of eelgrass-bed off Zushi-ga-hama, Towa-cho, Oshima-gun, Yamaguchi (2001~2003)

Akihiko MORIGUCHI\* and Norimasa TAKAGI\*

**Abstract** In open coastal sea area in which turbulence by ocean waves constitutes severe conditions for growth of eelgrass, eelgrass grows densely and maintains its own vegetation by stabilizing the sandy substrate. The larger the scale of vegetation, the more effective is this function, but on the other hand, in forming eelgrass beds, it is more effective to allow eelgrass to form in small patchy beds interspersed with bare areas as much as possible. In order to obtain the basic data for formulating this kind of efficient eelgrass bed formation plan, the authors are conducting field observation surveys. The target site is an extremely small-scale eelgrass bed formed like a remote island in the sea, and the prosperity and decay of the eelgrass bed has been observed and surveyed several times a year for the last three years and nearly every month in 2003. In addition, a wave environment that exerts a great influence over the prosperity and decay of eelgrass was observed at that spot.

**Key words:** eelgrass bed, small colonies, seasonal variations

著者は波浪による攪乱がアマモの生育に厳しい条件となる比較的開放性の立地環境下でのアマモ場造成手法の開発に取り組んでいる(團ら, 1998, 和泉ら, 2002)。このような海域での天然アマモは, 土壌中に点在する礫・貝殻等の集積物を核として根付き(平岡ら, 2000), 自らが密生することにより底質を安定化させ, 群落を維持しているものと考えている(森口ら, 1999)。

人為的なアマモ場造成を行うに際し, 大規模なものを一カ所に集中するのではなく, 規模の小さい群落を散在させる方が, 対象海域の環境の多様性という観点や事業実施の効率性の観点からも有効であると考えられる。このような小規模な群落を散在させる方式のアマモ場造成計画を策定する上で不可欠な情報として, アマモ群落の維持・拡大が可能な最小の規模, およびその消長の要因を把握し, 実現に向けて対象海域で制御すべき環境因子を明らかにする必要がある。その基礎

情報を得るため, 山口県大島郡東和町(2004年10月より周防大島町として合併)逗子ヶ浜地先において離れ島上に形成されたアマモ場の消長と波浪環境の観察・計測調査を行っている。その一部については整理し報告しているが(森口ら, 2004a; 森口ら, 2004b), それらに記載しなかった生データに近い情報, 特に季節折々の状況写真などは, 他分野の研究者各位には, 我々工学系のものとはまた違った考察の材料となる貴重なデータである考え, 本報を記すこととした。調査は現在も継続しているが, 本報では本格的に調査を開始した2001年7月から2003年までの結果を掲載した。

#### 方 法

##### 1 対象海域の特徴

調査対象とした山口県大島郡東和町逗子ヶ浜地先海域は, 山口県南東部, 周防大島の東端に位置する

( Fig. 1 )。海岸は北北西方向に開いており、広島湾を挟んで対岸が厳島神社のある宮島である。この間の吹送距離は約40kmで、内海にしては比較的長い。沖合3～5 kmには柱島、浮島等が散在するが、主方向から±12.5°の範囲に遮蔽物はない( Fig. 2 )。

調査対象としたアマモ場は、逗子ヶ浜と呼ばれる長さ約600mの砂浜海岸の西端部地先の水深約5～8 mの範囲に、汀線方向40m×岸沖方向20m程度の大きさの群落を形成している。同海岸の東端部付近には、以前これより規模の大きいアマモ場が形成されており、波浪観測等の調査を行っていた(森口ら, 1999)。このときの、波浪観測は1997年12月12日から翌年1月29日の冬期風浪時に行っているが、その結果によると最大波高はアマモが生育する限界とされる値(日本水産資源保護協会, 1992)に近い0.9mであった。その後、このアマモ場は1999年から2000年にかけて突如として消失し、その後回復の兆しはない( Fig. 3 )。その原因としては、消失時のデータがないので言明はできないが、激しい波浪の作用による可能性が高いと考えている。

ここでアマモ場を形成するのは多年生アマモである。アマモは海産性顕花植物であり、稲の仲間とされている。アマモの生殖・成長の年間サイクルに関しては、国内では川崎ら(1988)によって詳細に示された( Fig. 4 )。これによると、生殖過程には種子で増殖する有性生殖過程と、地下茎が水平方向に成長・分枝して生育範囲を拡大していく無性生殖過程があり、有性生殖過程においては初夏季に花枝を形成して種子を持ち、その後種子の形で夏・秋季を熟成・休眠、冬季に出芽・成長を始め、無性生殖過程においても冬季から地下茎の分枝が始まり拡大・成長が夏季まで続き、夏季から初秋季に最盛期をむかえ、その後衰退期に入る。

広島湾奥部においても、おおむね、同様の消長が報告されている(玉置ら, 2001)。すなわち主に有性生殖を行い、夏期に形成された場が冬期にはほぼ消失し種子の形で年を越すものを単年生アマモ、有性生殖も行うが単年生アマモよりも種子の形成は少なく、主に無性生殖により場の維持拡大を図り、季節的な盛衰は有

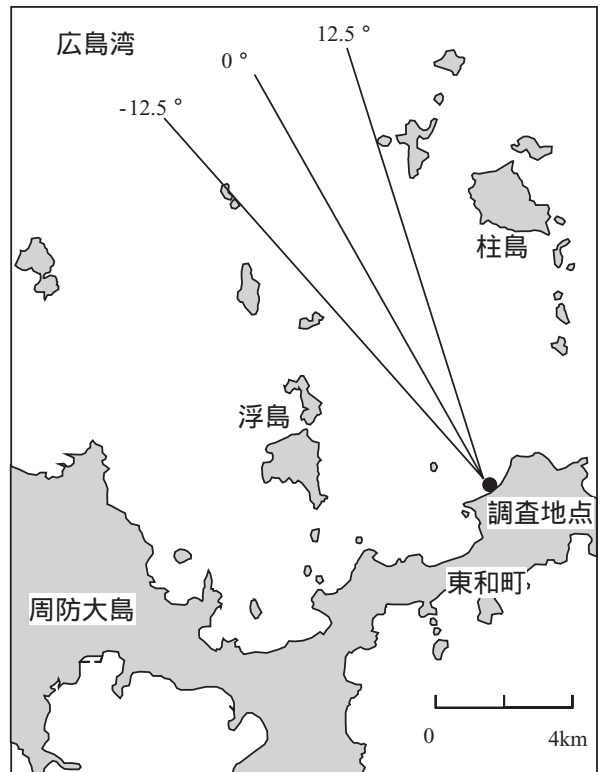


Fig. 2 調査対象地点地形図



Fig. 1 調査対象地点位置図

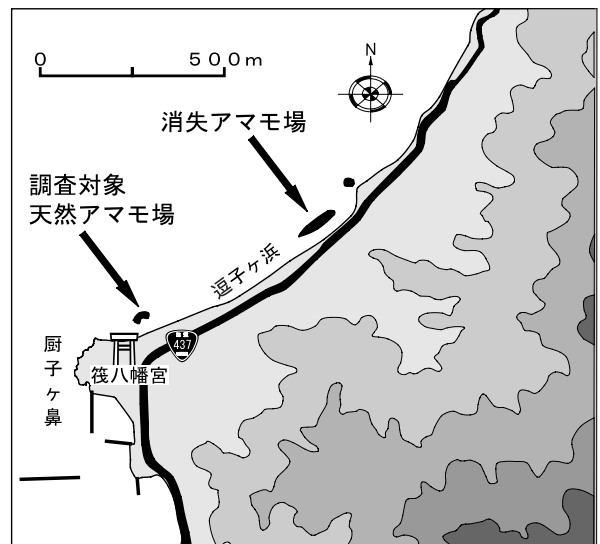


Fig. 3 調査対象アマモ場位置図

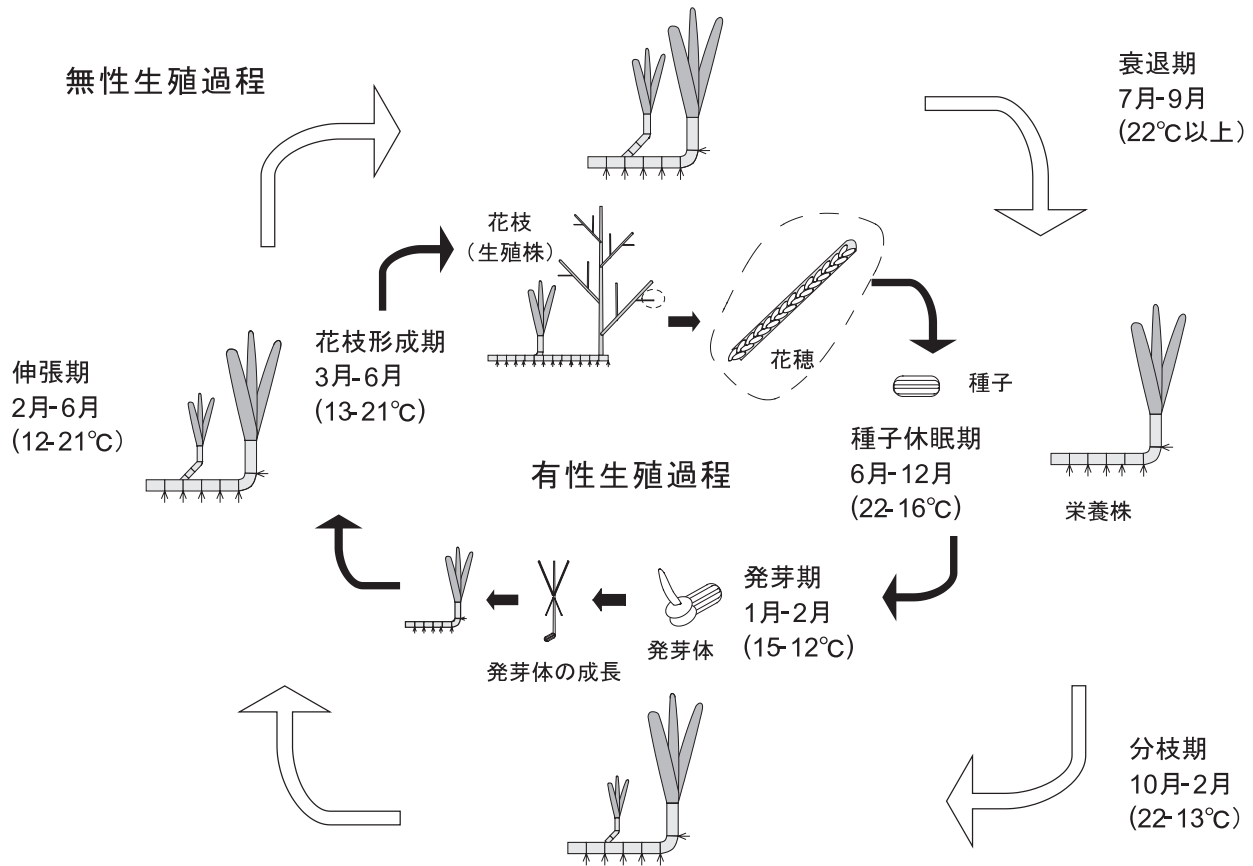


Fig. 4 アマモ生活史の一例 (川崎ら, 1988)

るもののほぼ一年を通して場を形成するものを多年生アマモと称している。アマモが単年生となるか多年生となるかについては、遺伝子レベルでの解析は現在行われているとの情報もあるが、一般にその分布は海域の閉鎖性の度合いによる環境の違いによるようである。以前、瀬戸内海で閉鎖性の異なるアマモ場数地点で底質を採取し、その組成と生育するアマモの植生について若干の検討を行ったことがあるが (森口ら, 2004c), 対象4地点のうち、単年生アマモの生育地はもっとも閉鎖性の高い岡山県和気郡日生町鹿久居島米子湾内のみであり、東和町逗子ヶ浜を含む他の3地点はすべて多年生アマモが生育している。

2 調査観測方法

当該アマモ場の消長を把握するアマモ生育状況調査については、用船にて現場海域に移動しスキューバ潜水により行った。まず、対象のアマモ場の中心を横切り、かつ、汀線方向にほぼ平行な測線を設け、測線5m間隔でアマモ場外縁までの鉛直方向距離をメジャーにより測定し、アマモ場全体の形状を描いた。株密度及び葉長は各観測毎に5点程度において、50cm x

50cmの枠内に生育するアマモの株数を計数し、そのうち平均的なアマモについて海底露出部から先端までの長さを測定した。また、当該アマモ場は株密度の粗密の境界が明瞭に現れることから、目視によりその境界線を記録した。Table 1 に調査実施状況を示すが、表中の 印をつけた年月のうち1日をアマモの生育状況調査にあてた。

Table 1 調査実施状況

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000												
2001	→											
2002												
2003												
2004	→											

注) 上段 印: アマモ場生息状況調査実施月  
下段矢印: 波高観測実施期間

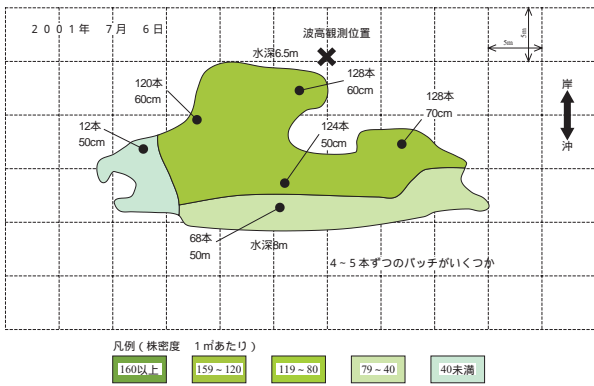


Fig. 5.1 アマモ生育状況調査結果 (2001年7月6日)

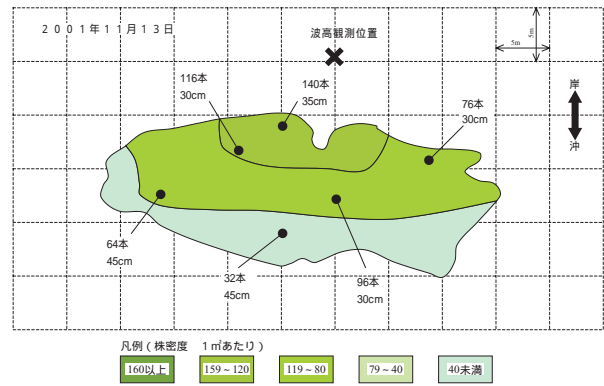


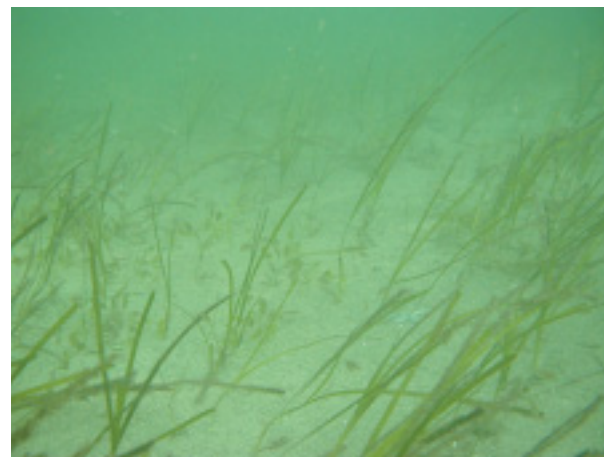
Fig. 5.2 アマモ生育状況調査結果 (2001年11月13日)



Photo. 1.1 アマモ場の状況 (2001年7月6日)



Photo. 1.2 アマモ場の状況 (2001年11月13日)



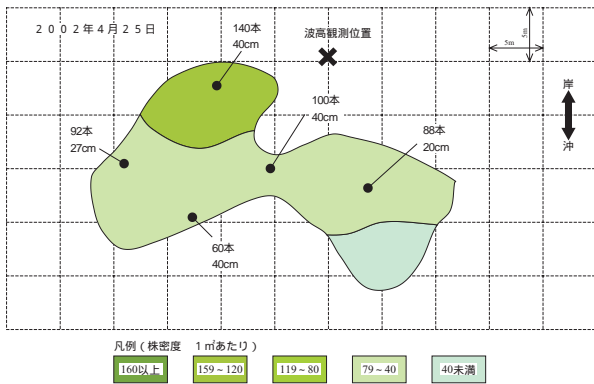


Fig. 5.3 アマモ生育状況調査結果（2002年4月25日）

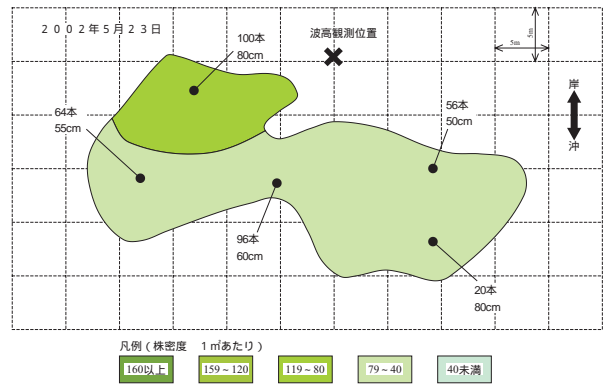


Fig. 5.4 アマモ生育状況調査結果（2002年5月23日）



Photo. 1.3 アマモ場の状況（2002年4月25日）



Photo. 1.4 アマモ場の状況（2002年5月23日）



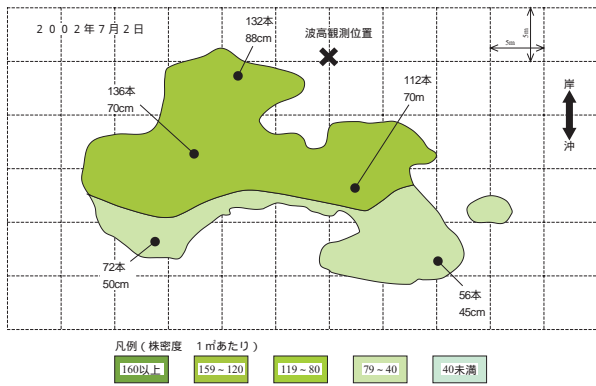


Fig. 5.5 アマモ生育状況調査結果 (2002年7月2日)

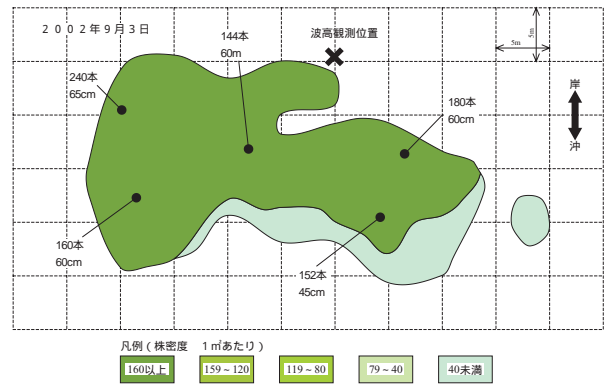


Fig. 5.6 アマモ生育状況調査結果 (2002年9月3日)

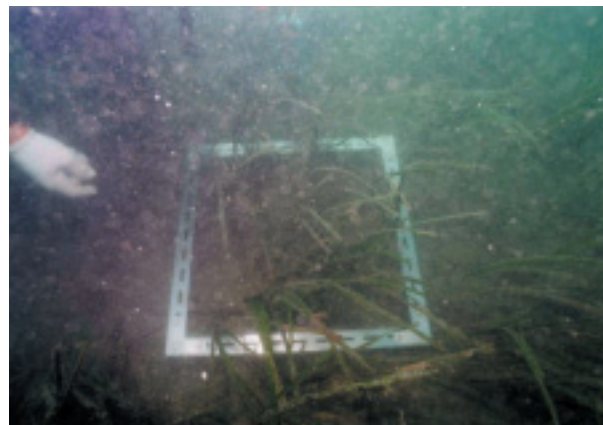


Photo. 1.5 アマモ場の状況 (2002年7月2日)

Photo. 1.6 アマモ場の状況 (2002年9月3日)

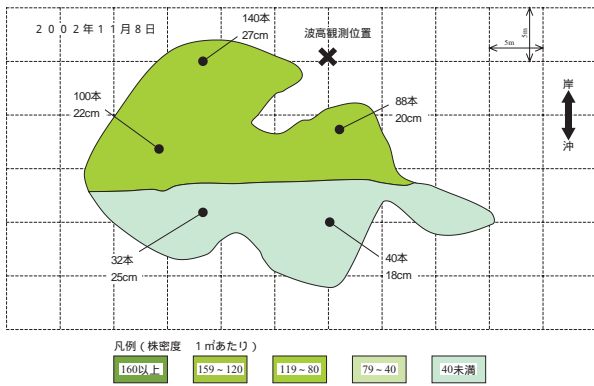


Fig. 5.7 アマモ生育状況調査結果（2002年11月8日）

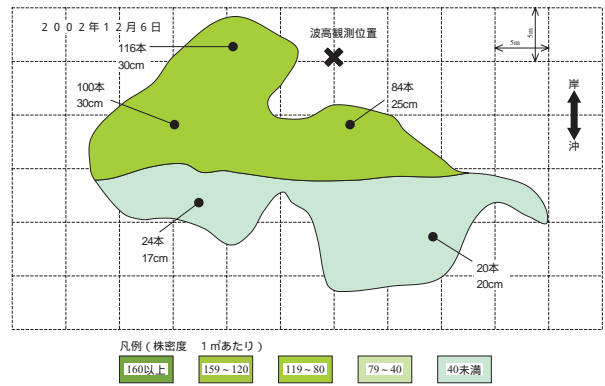


Fig. 5.8 アマモ生育状況調査結果（2002年12月6日）

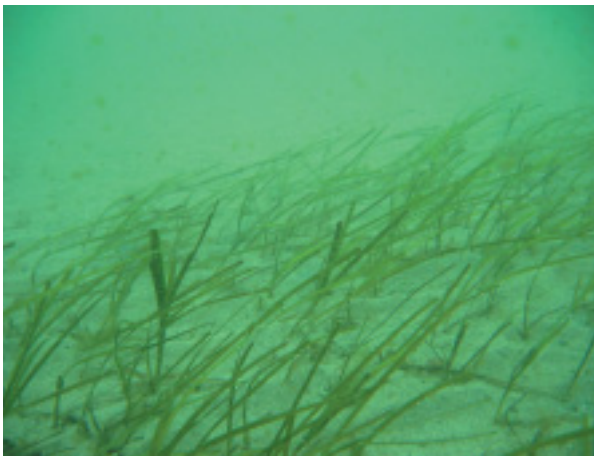


Photo. 1.7 アマモ場の状況（2002年11月8日）



Photo. 1.8 アマモ場の状況（2002年12月6日）

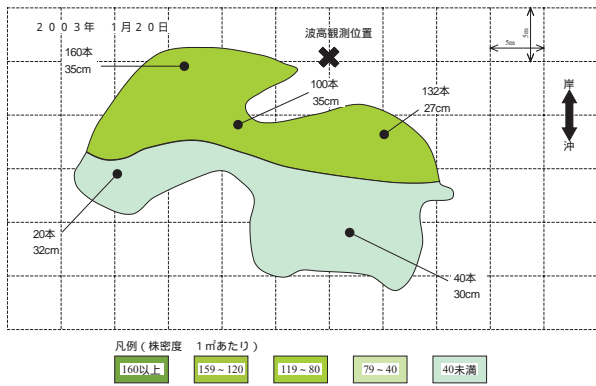


Fig. 5.9 アマモ生育状況調査結果 (2003年 1月20日)

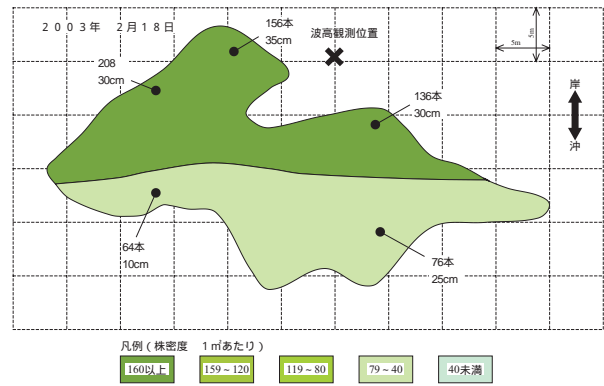


Fig. 5.10 アマモ生育状況調査結果 (2003年 2月18日)

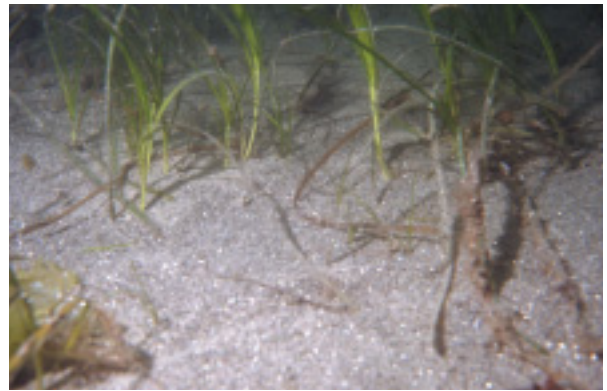
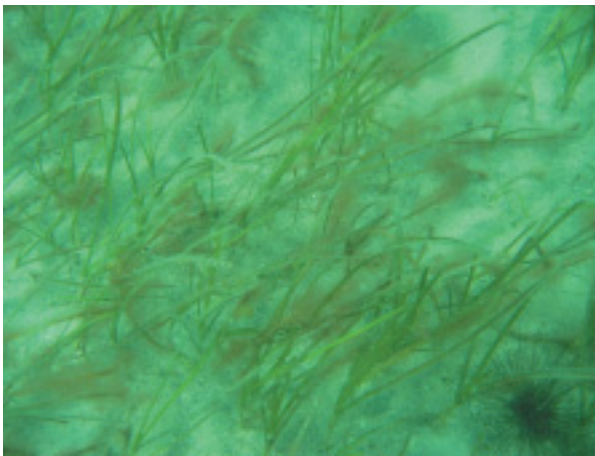


Photo. 1.9 アマモ場の状況 (2003年 1月20日)

Photo. 1.10 アマモ場の状況 (2003年 2月18日)



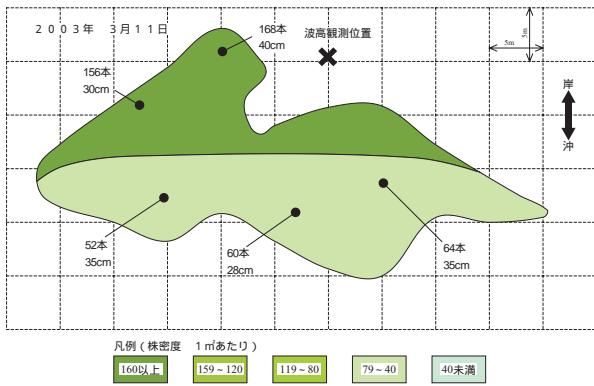


Fig. 5.11 アマモ生育状況調査結果 (2003年3月11日)

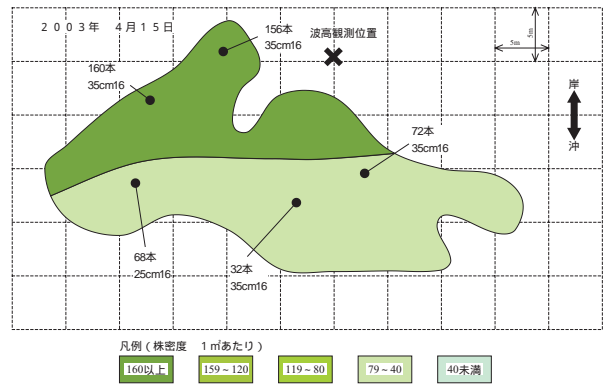


Fig. 5.12 アマモ生育状況調査結果 (2003年4月15日)



Photo. 1.11 アマモ場の状況 (2003年3月11日)



Photo. 1.12 アマモ場の状況 (2003年4月15日)



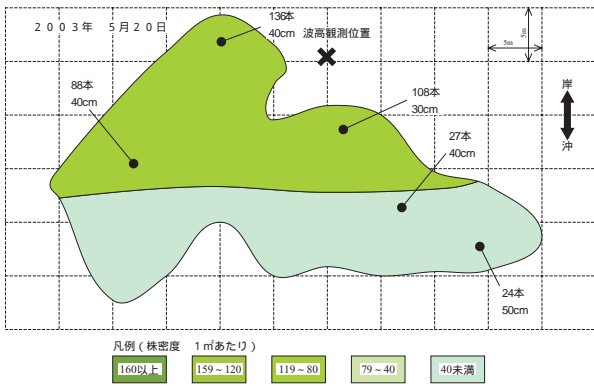


Fig. 5.13 アマモ生育状況調査結果 (2003年5月20日)

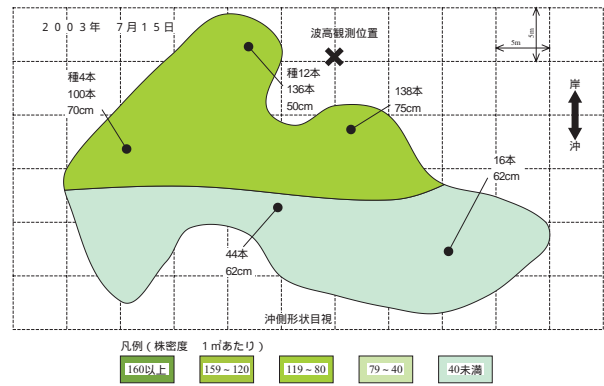


Fig. 5.14 アマモ生育状況調査結果 (2003年7月15日)

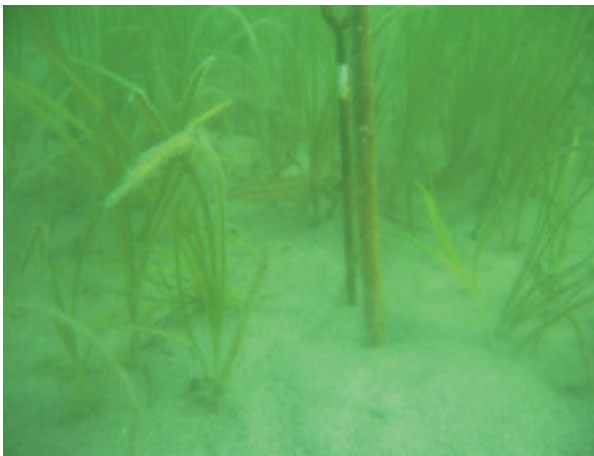


Photo. 1.13 アマモ場の状況 (2003年5月20日)



Photo. 1.14 アマモ場の状況 (2003年7月15日)



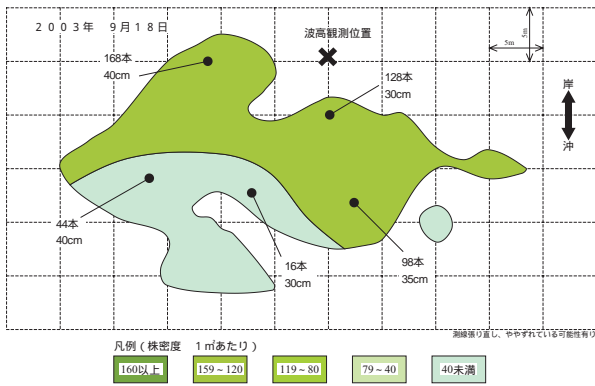


Fig. 5.15 アマモ生育状況調査結果 (2003年9月18日)

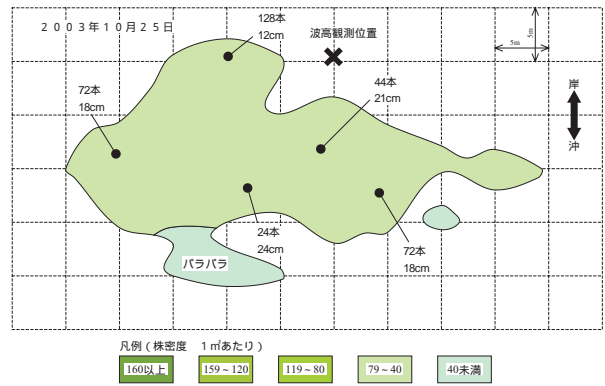


Fig. 5.16 アマモ生育状況調査結果 (2003年10月25日)

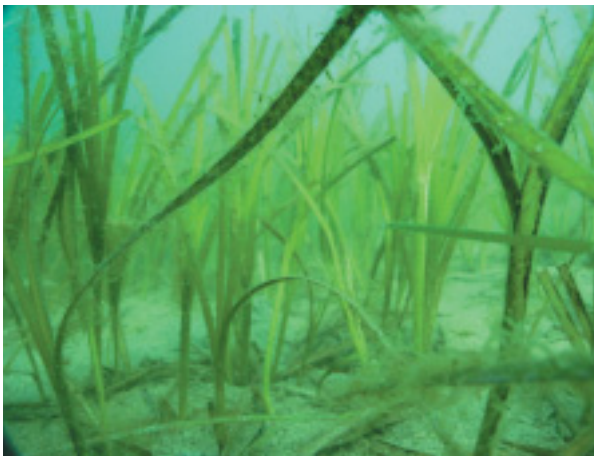


Photo. 1.15 アマモ場の状況 (2003年9月18日)



Photo. 1.16 アマモ場の状況 (2003年10月25日)



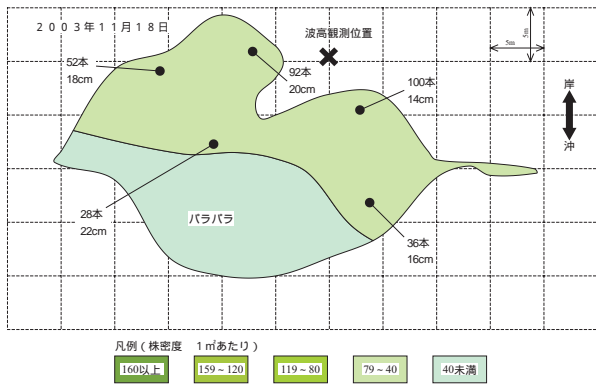


Fig. 5.17 アマモ生育状況調査結果 (2003年11月18日)

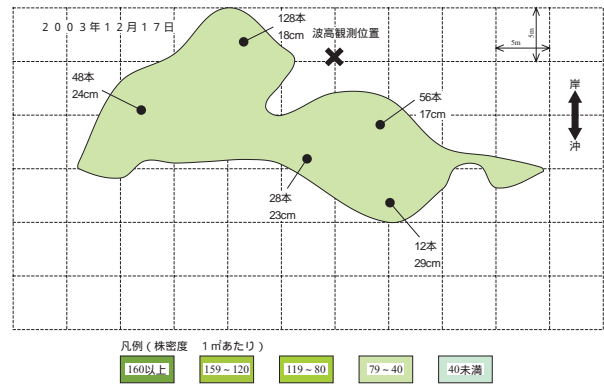


Fig. 5.18 アマモ生育状況調査結果 (2003年12月17日)



Photo. 1.17 アマモ場の状況 (2003年11月18日)

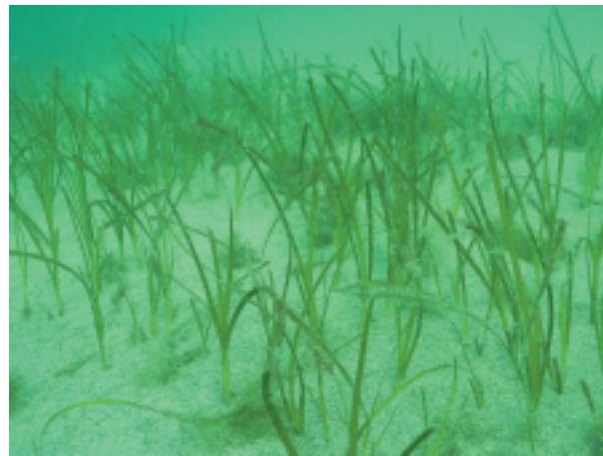
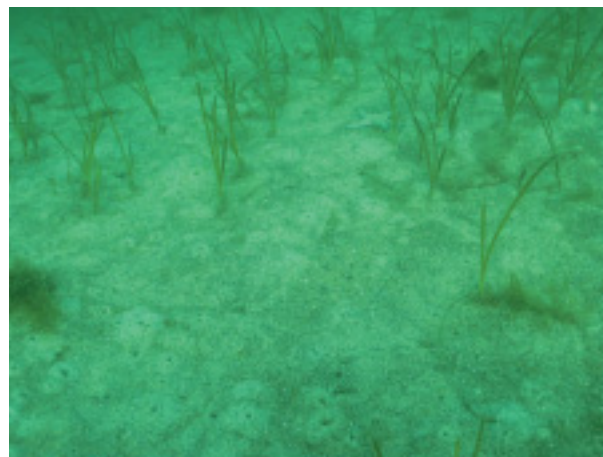


Photo. 1.18 アマモ場の状況 (2003年12月17日)



波高観測は、アマモ場内で波浪条件のもっとも厳しい岸側端で行った。実施状況はTable 1中の矢印で示している。第1期観測は2000年11月17日から2001年1月22日までで使用機器としては協和商工社製DL-2型を、第2期観測は、2002年12月6日から2003年5月21日まででアイオーテック社製WH-102型を、第3期観測はアレック電子社製Compact-WHを用いている。当該地点は内海であり、周期が小さく時間変動が大きいことが予想されることから、観測は1時間毎とした。なお、第1期使用機器は超音波による観測を併用できるが、他の2機が水圧式であるため、データの整合性を考慮し、水圧による計測データのみを採用した。

## 結 果

### 1 観測日毎のアマモ場の状況

アマモ生育状況についての結果をFig.5.1~Fig.5.18, 各調査日毎の状況写真の一例をPhoto.1.1~Photo.1.18に示した。

### 2 アマモ場形状の変遷

計測したアマモ場面積及び平均葉長を株密度段階別

にTable 2に示した。また、Fig. 6には全計測結果についてアマモ場の外縁形を重ね書きした。これらより、当該アマモ場は面積的に大きく変動しており、位置的には岸沖方向に大きく拡大・縮小していることがわかる。また、外縁は変動はしつつも常にアマモが生育している核のような部分が、側線付近を中心にやや弧を描くような形で存在している。

アマモ場面積の推移をFig. 7に示した。図中、実線は各年7月、点線は11月のアマモ場面積を比較しているが、両線ともに右上がりを示し、経年的に当該アマモ場は拡大傾向にあったことがわかる。

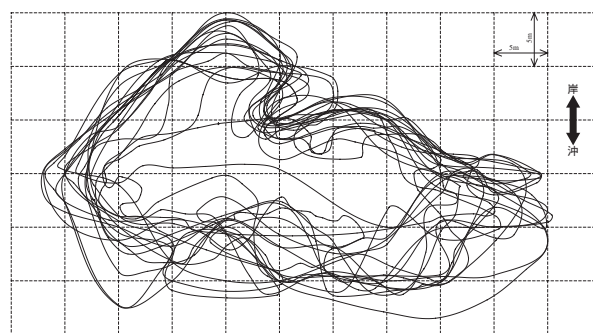


Fig. 6 アマモ場形状の変遷

Table 2 アマモ場面積及び平均葉長一覧

年 月	面積 (株密度段階別・m <sup>2</sup> )						平均葉長 (cm)				
	160以上	159~120	119~80	79~40	40未満	合計	160以上	159~120	119~80	79~40	40未満
2001 7		206		86	32	324		60		50	50
2001 11		60	185		135	380		32	35		45
2002 4		72	244		42	358		40	32		
2002 5		0	106	371	0	477			80	61	
2002 7		279		140	0	419		72		48	
2002 9	441				96	537	60				
2002 11			261		200	461			23		22
2002 12			273		241	514			28		19
2003 1		217			217	434		32			31
2003 2	264			259	0	523		32		23	
2003 3	202			315	0	517		35		33	
2003 4	204			321	0	525		35		32	
2003 5			333		312	645			37		45
2003 7		323			350	673		65			62
2003 9		306			167	473		36			30
2003 10				428	45	473				19	19
2003 11				308	215	523				18	18

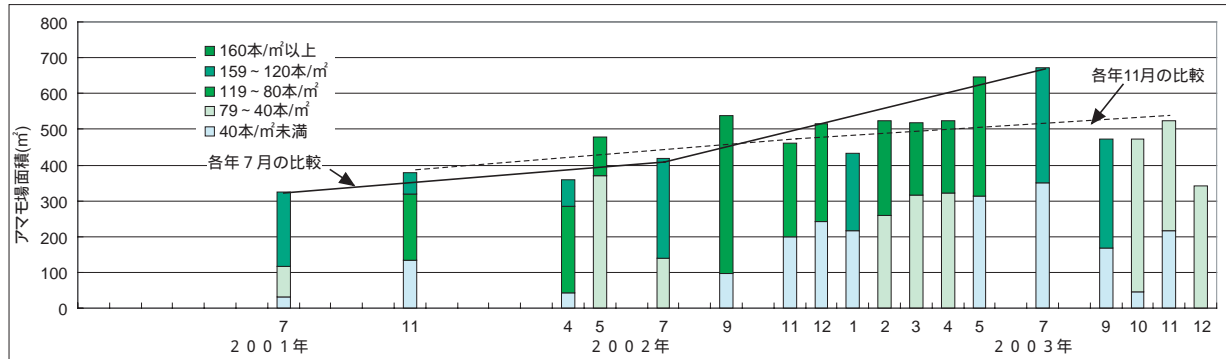


Fig. 7 アマモ場面積の推移

### 3 波浪観測結果

各観測日の毎正午の有義波高・周期及び各月の最大有義波高・周期とその発生日時をTable 3に示した。全観測期間中の最大波高は2000年12月25日10時に発生した1.15mである。

#### 考 察

#### 1 アマモ場消長特性

Fig. 4より季節的な変動を見ると、おおむね夏期から秋期に1回、冬期に1回減少し、その他の時期は拡大あるいは維持されている傾向がある。これは台風来襲期及び冬期風浪期に波高が増大するという瀬戸内海北向き海岸の波浪出現の特徴と一致している。

#### 2 経年的消長と波浪環境

Table 3に示した全観測期間中の最大波高は、前述の1997年に近隣の消失アマモ場で行った観測結果(森口ら, 1999)よりも大きくなっている。この消失アマモ場においても今回の観測と平行して波浪観測を行った結果、あるいは地形的な特徴からも明らかなように、両地点で波浪の出現特性にそれほど大きな乖離は認められない。従って、今回の観測時に大きな波浪が発生したのは単純に確率的なものであると言えよう。

冬期は、有性生殖過程では出芽・幼生期で、無性生殖過程では地下茎分枝期の初期から盛期初めにあたり、経年的な消長にはこの時期に受けるストレスが大きく影響することが推察されている(島谷ら, 2003)。そこで、対象のアマモ場について、2000年12月から2001年1月と、2002年12月から2003年1月について、波高0.5m以上の階層別超過波高発生延べ時間を比較した(Fig. 8)。その結果、すべての波高階層で2000年冬季の方が発生時間が大きく、2002年には波浪環境が穏やかになっており、これがアマモ場が経年的に面積

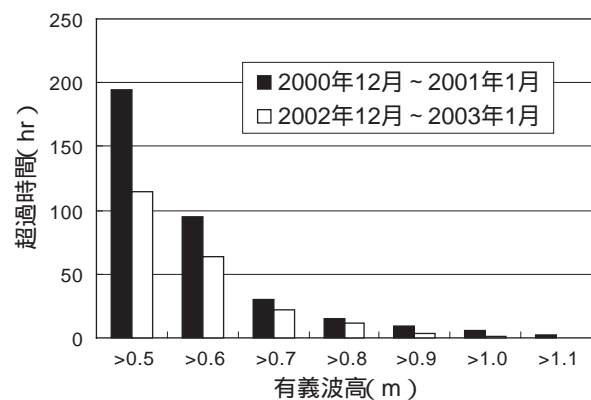


Fig. 8 2000年冬季及び2002年冬季の波浪発生状況の比較

を拡大していくことに有利に作用したと考えられる。

なお、アマモ場の形成や分布特性が波浪環境に影響されることは様々な海域での調査結果が報告されており、それらと比較すると、対象のアマモ場での冬季の波浪環境は、太平洋岸(島谷ら, 2003)や四国南岸(團ら, 1998; 森口ら, 1999)に比べて穏やかである。従って、今回の観測結果のような波浪環境はアマモ場面積の拡大・縮小という穏やかな消長の原因となるものの、完全に消失するなどの劇的な消長に関してはさらに再現確率の小さな激しい波浪が要因となるものと考えている。

#### 3 季節的消長と波浪環境

アマモ場の計測調査と波浪観測を平行して実施できた2002年12月～2003年5月(第2期波浪観測期)及び2003年9月～12月(第3期波浪観測期)における全有義波高とその間のアマモ場面積の推移をFig. 9に対比して示した。第2期観測期間において2002年12月(アマモ場調査日)から翌年1月に面積が縮小し、その後回復・維持されているが、その際面積縮小期と観測



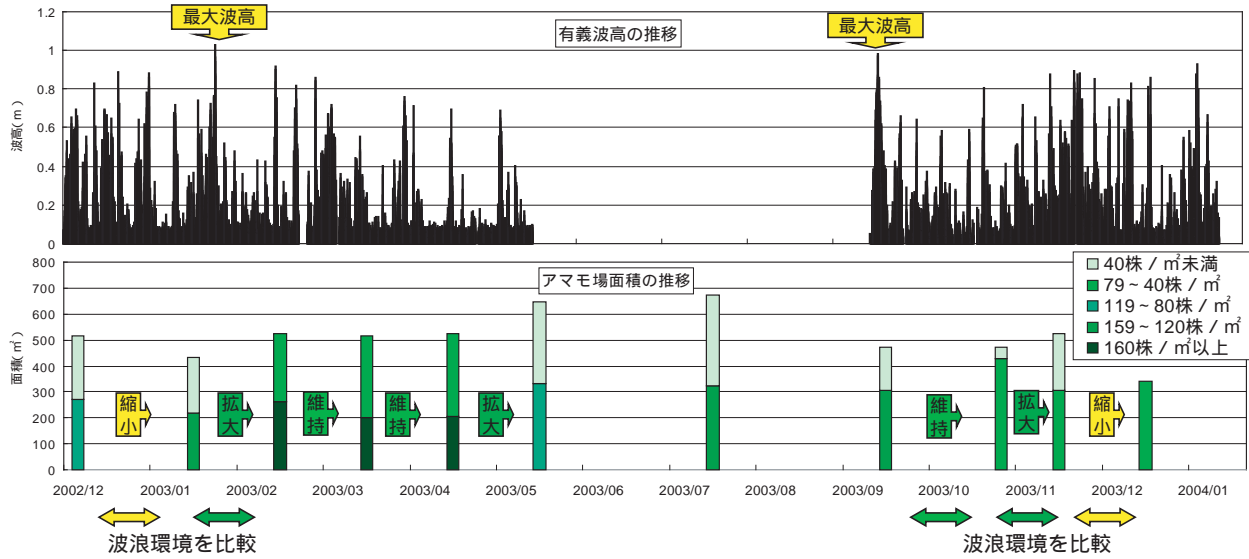


Fig. 9 有義波高とアマモ場面積の推移の対比

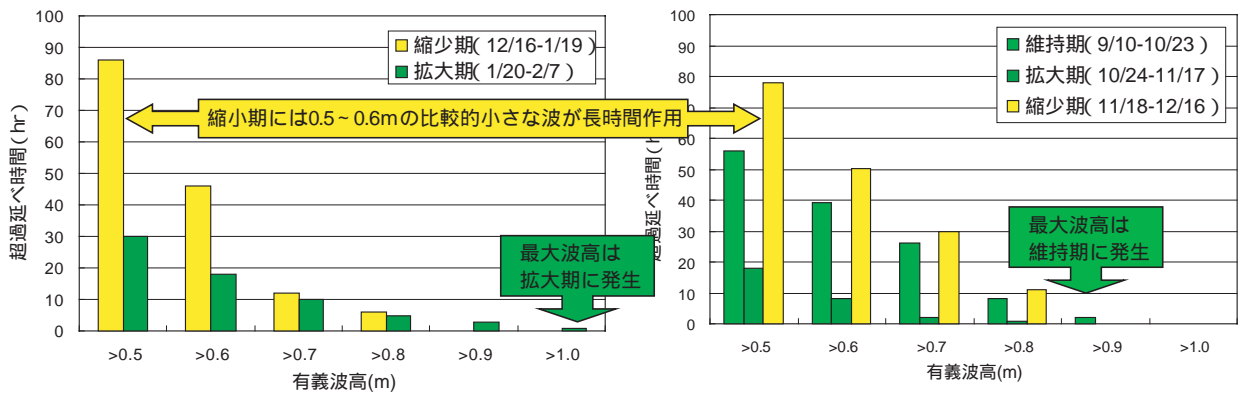


Fig. 10 アマモ場面積変化状況に対する波浪発生状況の比較

期間内の最大波高発生期は一致しておらず、1月から2月の間に最大波高が観測されたにも関わらずアマモ場面積は拡大していた。また、第3期観測期間においても2003年9月から続いていた拡大傾向が12月に著しく縮小へ転じた際にも、最大波高は発生していない。これは、大きな波高がアマモ場面積の縮小を引き起こすという一般的な感覚とは異なる現象である。

この間の波浪発生状況を詳細に考察するため、前節同様、波高0.5m以上の階層別超過波高発生延べ時間を求めた (Fig.10)。図より、第2期観測期間 (図左) および第3期観測期間 (図右) とともに、図中黄色色で示した面積縮小期において比較的低い波高が長時間作用していることがわかる。特に第2期観測期では波高0.6m未満の発生時間の差異が著しい。これらのことから、高谷ら (2003) も広島湾の藻場の分布に関して示

唆しているように、アマモ場の季節的消長に対して、瞬間的な大波高に加えて、比較的小さな波の長期間の作用による関与の可能性もあると考える。

### おわりに

今後の課題として、2つの解明すべき現象がある。一つはこのアマモ場がどのような環境条件によりここに離れ島状に形成あるいは残存しているのか、もう一つは比較的小さな波浪が長期間作用することによりアマモ場面積が減少する際に、具体的にどのような現象が生じているのかについてである。

第1については、海底地形によるものと推察している。この地点は過去に海砂が採取され、アマモ場付近はややえぐられたような海底地形をしており、これが



波・流れ等の物理環境をアマモの生育により方向に制御しているものと考えている。これからの調査の方向の一つとして、多点での波浪・流動観測及び数値計算により物理環境の面的な分布と時系列と海底地形とを詳細に把握し、アマモ場の消長と対比することで、アマモ場形成の要因の定量的な把握を行いたい。なお、これら地形と物理環境及びアマモ場の形成要因等の関連の調査検討を進める中で、海域に地形的・環境的多様性を添加し岩礫性・砂泥性両方の一体的整備により沿岸域の生産力を回復する手法として、新しい概念に基づく構造物を考案し、こちらは沿岸漁場整備のための施設開発の観点から研究を進めているところである。この構造物を「人工暗礁」と命名した。

第2について、今までの観察調査によって把握されている面積減少の過程として、アマモの葉長が極端に短くなると地下茎が黒く腐食したようになって死滅してしまう現象が確認されている。この葉長が極端に短くなる要因については、今のところ二つの仮説をもっている。一つは、小さいながらも長時間の波が作用することでアマモ草体が長期間振動し、その振動の支点近くの茎部があたかも金属疲労のような現象により折れてしまうというもの。この現象については、間欠駆動式水中ビデオカメラ（森口ら、2001）を用いたアマモ場観察により、比較的小さな波浪時にアマモが根本近くから切れて浮遊した状況を確認した。今ひとつは、波が小さい時期の方が食害を受けやすいためという仮説である。当該海域においてアイゴがアマモを採食している事実は寺脇ら（2002）により明らかにされている。加えて近隣のコアアマモ場内において間欠駆動式水中ビデオカメラによりアイゴがコアアマモ場内に潜るような行動をとることが観察され、さらに野田ら（2004）により指摘されているようにアイゴの藻類の採食においては脱落量がかなり大きいことを考え合わせると、アイゴは振動している部分を噛ることが苦手であり、動きの少ない茎部分を採食していることは容易に推察できる。従って、波浪が大きい時期はアマモ草体の振動する動きも大きいため食害を受け難く、波浪が小さくなると動きが小さくなり食害を受ける確率が高くなるようなこともあるのではないかと考えている。一旦草体がある程度短くなってしまうと、流体抵抗を受ける部分が小さくなるので振動は抑えられ、再度の採食は容易になる。科学的な考察ではないが、今後の検討のヒントくらいにはなるかと思う。

最後に、当該海域を管轄する東和町漁協及び岩国市漁協、特に東和町漁協所属で用船をお願いしている伊藤和宏船長にはアマモ場や生育生物に関する多様な情報や研究の方向性の示唆等を頂いている。また瀬戸内

海区水産研究所の寺脇室長及び吉田吾郎主任研究官には、調査の実施に支援頂くとともに、本報を取りまとめるにあたって多くの有益なご教示を頂いた。ここに記して謝意を表す。

なお、本研究は水産総合研究センター一般研究課題「アラメ及びアマモ群落の消長に及ぼす流動と人工構造物の影響の解明」及び水産基盤整備調査並びに農林水産バイオリサイクル研究に関する基礎調査として実施した。

## 参考文献

- 團 昭紀，森口朗彦，三橋公夫，寺脇利信，1998：鳴門地先におけるアマモ場と底質及び波浪との関係，水産工学，Vo.34，pp.299-304.
- 川崎保夫，飯塚貞二，後藤 弘，寺脇利信，渡辺康憲，菊池弘太郎，1988：アマモ場造成手法に関する研究，電力中央研究所報告，U14，pp.1-231.
- 和泉安洋，広沢 晃，團 昭紀，森口朗彦，寺脇利信，2002：底質安定化マットによる4年間のアマモの生長と成熟．水産工学，39，pp.139-143.
- 平岡喜代典，高橋和徳，中原敏雄，寺脇利信，岡田光正，2000：移植実験によるアマモの生育制限要因の検討．環境科学，13，pp.391-396.
- 日本水産資源保護協会，1992；アマモ類，環境が海藻類に及ぼす影響を判断するための「判断基準」と「事例」，pp.38～47.
- 野田幹雄，安倍大地，小林孝平：アイゴの補食によるコンブ目大型褐藻類の脱落と群れの際すの影響，平成16年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，pp.133～134，2004
- 森口朗彦，高木儀昌，2001：水産生物調査のための小型で安価なビデオカメラ間欠駆動装置の開発，水産工学研究所技報，第23号，pp.9～19.
- 森口朗彦，高木儀昌，仲宗根琢磨，吉川浩二，團 昭紀，和泉安洋：分布特性の異なる2つのアマモ場における物理環境現地観測，水産工学研究所技報，No.21，pp.1-12，1999.
- 森口朗彦，高木儀昌，寺脇利信，2004a：離れ島状に形成されたアマモ場の経年変化及び季節消長，日本藻類学会大28回大会公開シンポジウム要旨，pp.50.
- 森口朗彦，高木儀昌，寺脇利信，2004b：離れ島状に形成されたアマモ場の消長と波浪環境，海洋開発論文集，Vol.20，pp.971～976
- 森口朗彦，高木儀昌，寺脇利信，小見山秀樹，團昭紀，棚田教生，2004c：アマモの植生と底質組成，平

- 成16年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，  
pp.115～116
- 島谷学，河本武，中瀬浩太，月舘真理雄，2003：アマ  
モ実生株の生残条件に関する研究．海岸工学論文  
集，50，pp.1096-1100.
- 高谷智恵子，齊藤 博，玉置 仁，森口朗彦，吉田吾  
郎，寺脇利信，2003：広島湾地先における風浪環  
境の特徴，日本水産工学会学術講演会論文集，  
pp.151-152.
- 玉置 仁，寺脇利信，吉田吾郎，岡田光正：アマモの  
天然群落と移植群落における季節消長の比較．藻  
類，49，pp.195-197，2001.
- 寺脇利信，玉置仁，西村真樹，吉川浩二，吉田吾郎，  
2002：広島湾におけるアマモ草体中の炭素および  
窒素総量．水産総合研究センター研究報告，4，  
pp.25-32.