

【報 文】

## 瀬戸内海の局所的で小規模な多年的に維持される アマモ群落における堆積物組成の観察

梶 田 淳<sup>1\*</sup>・新 井 章 吾<sup>2</sup>・相 田 聡<sup>3</sup>・谷 本 照 巳<sup>4</sup>  
森 口 朗 彦<sup>5</sup>・新 村 陽 子<sup>6</sup>・寺 脇 利 信<sup>5</sup>

### Observations of Sediment Composition in Local, Limited and Perennial Eelgrass *Zostera marina* Colonies along the Coast of Seto Inland Sea, Japan.

Atsushi KAJITA<sup>1\*</sup>, Shogo ARAI<sup>2</sup>, Satoshi AIDA<sup>3</sup>,  
Terumi TANIMOTO<sup>4</sup>, Akihiko MORIGUCHI<sup>5</sup>,  
Yoko NIIMURA<sup>6</sup> and Toshinobu TERAWAKI<sup>5</sup>

#### Abstract

Sediment compositions were clarified in local, limited and perennial eelgrass *Zostera marina* colonies along the coast of Seto Inland Sea, by comparison of the sediment compositions of the sandy bottom between colony and adjacent bare ground. In colonies, it was observed not only 1cm over of thickness in sandy layer above rhizome of *Z. marina* plants, but also a pebble and oyster shell layer below the sandy layer. On the other hand, in bare ground, there was no pebble and oyster shell layer or the sandy layer above rhizome was very thin. This forms useful data for the development measures for the design of artificial tidal flats and sandy shallow bottom areas containing the restoration ground for sea grass beds. Necessity of suitable sediment composition was recognized in thickness of sandy layer above the rhizome, and arrangement of a pebble and/or oyster shell layer below rhizome of the eelgrass plants.

#### 1. はじめに

漁業は海洋生態系を構成する生物を利用する産業である。干潟・藻場を含む沿岸域の自然環境を保全すること

は、水産資源の持続的な利用の観点から、きわめて重要である。近年、我が国各地の沿岸で藻場の衰退が起こり、漁業生産上大きな影響を及ぼしている。藻場の衰退の要因は、ウニ・魚類等の過剰な食圧、海域汚濁に伴う浮泥

2007年8月6日受付, 2007年12月11日受理

キーワード: アマモ, 群落, 砂泥底, 瀬戸内海, 堆積物組成

Key words: colonies, sandy bottom, sediment composition, Seto Inland Sea, *Zostera marina*

<sup>1</sup> Aquatic Research Inc. Senda, 3-11-7, Naka, Hiroshima 730-0052, Japan (水圏リサーチ株 〒730-0052 広島県広島市中区千田町3-11-7)

<sup>2</sup> Algae Research, Minatozaka 3-9-4, Shingu, Kasuya, Fukuoka 811-0114, Japan (株海藻研究所 〒811-0114 福岡県粕屋郡新宮町湊坂3-9-4)

<sup>3</sup> Hiroshima Prefectural Fisheries and Marine Technology Center, Hatami 6-21-1, Ondo, Kure, Hiroshima 737-1207 (広島県立水産海洋技術センター 〒737-1207 広島県呉市音戸町波多見6丁目21-1)

<sup>4</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Chugoku, Hiro, 2-2-2, Suehiro, Kure, Hiroshima 737-0197 (独立行政法人産業技術総合研究所中国センター 〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2)

<sup>5</sup> National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency, Hasaki, Kamisu, Ibaraki 314-0408, Japan (独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所 〒314-0408 茨城県神栖市波崎7620-7)

<sup>6</sup> National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Maruishi, 2-17-5, Hatsuka-ichi, Hiroshima 739-0452, Japan (独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区分水産研究所 〒739-0452 広島県廿日市市丸石2-17-5)

\* Tel: 082-240-0844, Fax: 082-240-0844, kajita@suiken-research.jp

の堆積、砂泥移動に伴う砂面変動による海草・藻体の被覆・流失などが挙げられる<sup>1)</sup>。

近年に出版された藻場の機能と回復に関する各種のレビュー・ガイドラインなどを総合すると、潮間帯から始まる勾配の緩やかな砂泥海底の造成によって、過去に失われたアマモの好適な生育基盤を回復させることが重要視されている<sup>2),3)</sup>。また、湾口部などの外海に面し波浪の影響を強く受ける場所では、底質中の礫およびアマモ自らの古く枯死した地下茎などに根束が絡んでいることが多く、アマモは根掛かりの強まったアンカー的な部分に支えられ<sup>4)</sup>、多年的に維持される核となる株密度の高い小パッチを形成する<sup>5)</sup>。

以上のことなどから、アマモの生育に必要な条件としての底質の特性を把握の上では、大規模で安定したアマモ場におけるよりも、小規模で不安定と見られる局所的で多年的に維持されるアマモ群落とそれに近接する砂泥域の比較から、条件の相違を明らかにすることが重要になってくると考えられる。

そこで、本研究では、局所的で小規模ながら多年的に維持されているアマモ群落の内外における砂泥底の堆積物組成の特徴を把握し、アマモ場の形成と関係深い堆積物組成の条件の解明から、アマモ生育基盤の造成技術の高度化に資する。

## 2. 方 法

### 1) 広島県音戸町波多見大浦崎地先

大浦崎地先は、倉橋島の北西に位置する奥の内湾に面する海岸であり、海面が南に開け波浪の影響を強く受けるため底質は粗礫が多く、特に一部では岩盤が露出している (Fig.1)。

2003年8月19日、スクーバ潜水し、ライントランセクト法により水深1~2mの同一水深帯に長さ15mのラインを設定した。設定したラインについて、相観<sup>6)</sup>によるアマモ生育状況の区分ごとにアマモの被度、海底表面からアマモ地下茎 (第3節付近) までの深さ (以下、地下

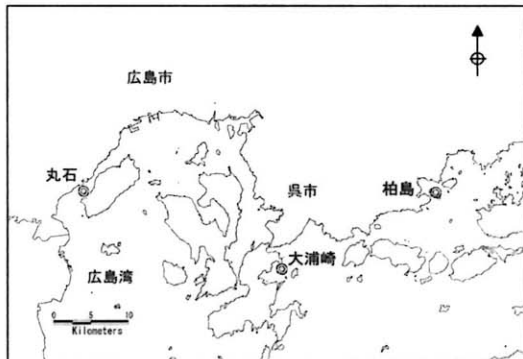


Fig.1 The study area along the coast of Seto inland sea, Japan

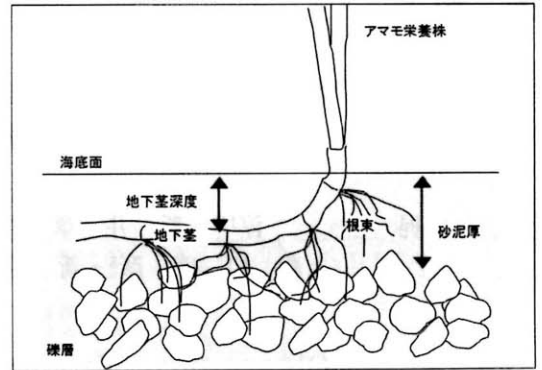


Fig.2 Pattern diagrams of measurement place

茎深度と称す)、および、そこでの海底表面からアマモ地下茎より下層の礫層までの砂泥層について、砂泥を掘削後、周辺海底面を基準としてメジャーを用いて砂泥厚を目視測定した (Fig.2)。

なお、調査に際しては潜水目視観察にかかる底質区分は地盤工学会基準<sup>7)</sup>に従ったが、岩石質の分類<sup>8)</sup>に関しては、cobbleを大礫、boulderを巨礫と称した。

### 2) 広島県三津口湾柏島地先

柏島地先は、三津口湾の入り口に位置する周囲を島に囲まれた静穏な場所で、底質はシルト質であり、特に調査地点では底質にカキ殻が混在している (Fig.1)。

2004年11月2日、スクーバ潜水し、ベルトトランセクト法により水深1~2mのアマモの生育域と非生育域を含む長さ3mのラインを設定した。設定したラインにおいて、50cm方形枠ごとにアマモの株数、アマモの地下茎深度 (第3節付近) とそこでの砂泥厚を、スケールを用いて測定した (Fig.2)。

### 3) 広島県廿日市市丸石地先

丸石地先は、底質はシルト質であるが、大野瀬戸西岸に位置することから波浪と潮汐流による外力の影響を受け、調査地点では一部で砂、礫およびカキ殻が混在している (Fig.1)。

2004年1月14日、スクーバ潜水し、丸石埋立地の護岸石積みマウンド東面の水深1mのアマモパッチ状群落および近接する海底において、アマモの密度および砂泥厚を測定した (Fig.2)。さらに、群落内および近接する海底において、それぞれ深さ30cmの柱状採泥を行った。採泥した試料について、粒度をフルイ法によって分析した。

## 3. 結 果

### 1) 広島県音戸町波多見大浦崎地先

底質は、主に中礫~粗礫であり、大礫および巨礫が散見された。アマモは、外観では堆積物組成が区別できない近接する海底において、砂泥厚が1.5cm以下の範囲ではほとんど生育しなかった (Fig.3)。なお、砂泥厚が

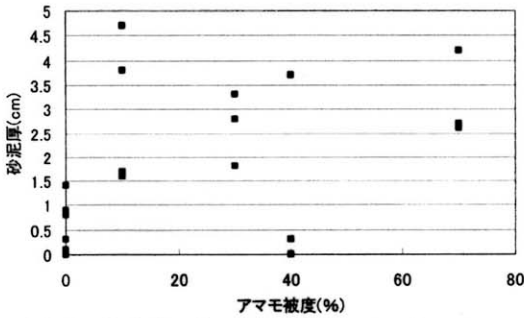


Fig.3 Relation between Coverage of *Zostera marina* and thickness of sandy layer off Oura-saki, Kure City

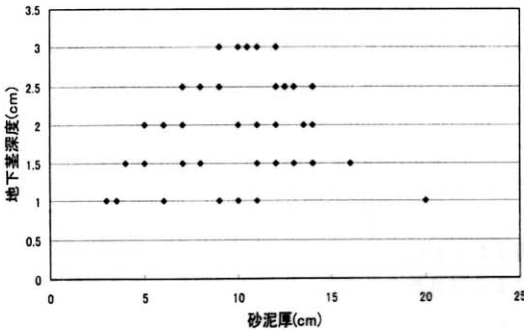


Fig.4 Relation between thickness of sandy layer and rhizome depth of *Zostera marina* in Mitsukuchi bay, Kure City

1cmに満たなくても海底の表面で礫が砂泥層に混在するような範囲では、アマモは海底表面の礫間の砂泥に地下茎がはまり込む状態で生育し、アマモ被度が40%に達する場合も確認された。

2) 広島県三津口湾柏島地先

アマモは、外観では堆積物組成が区別できない近接する海底において、砂泥厚が3cmから15cm以下の範囲で、地下茎深度は1cmから3cmの範囲にあった (Fig.4)。

3) 広島県廿日市市丸石地先

群落内は、海底表面の外観は砂質であるものの、堆積物組成は表層が中央粒径0.50mm (中砂)、10cm以深は、1.99mm (粗砂) となり、20cm以深では、カキ殻が混入した中礫および粗礫であった。群落内では、砂泥厚は平均15cmであり、砂泥厚10cm以深では粗砂にカキ殻が混入していた。

群落外は、海底表面の外観ではシルトで、堆積物組成は表層が中央粒径0.19mm (細砂)、10cm以深でも0.19mm (細砂) であり、20cm以深では0.11mm (細砂) であった。群落外では中礫や粗礫やカキ殻は認められなかった (Fig.5)。

4. 考 察

本調査において実施した、局所的で小規模ながら多年的に維持されているアマモ群落では、1cm以上の地下茎深度、および砂泥層に続く礫層やカキ殻層があることが確認された。これらの群落については、磯焼けの発生した岩礁底において藻場の成立を制限する要因の条件が局所的に緩和されることにより出現して藻場再生の核となることが期待される「核藻場」<sup>9)</sup> と、景観ならびに存在価値が類似することから、本考察中では「核藻場」と称する。一方、核藻場に近接するがアマモの生育しない海底では、アマモの支持基盤となる礫層やカキ殻層が存在しないか、存在しても砂泥層の厚さが1.5cm以下であっ

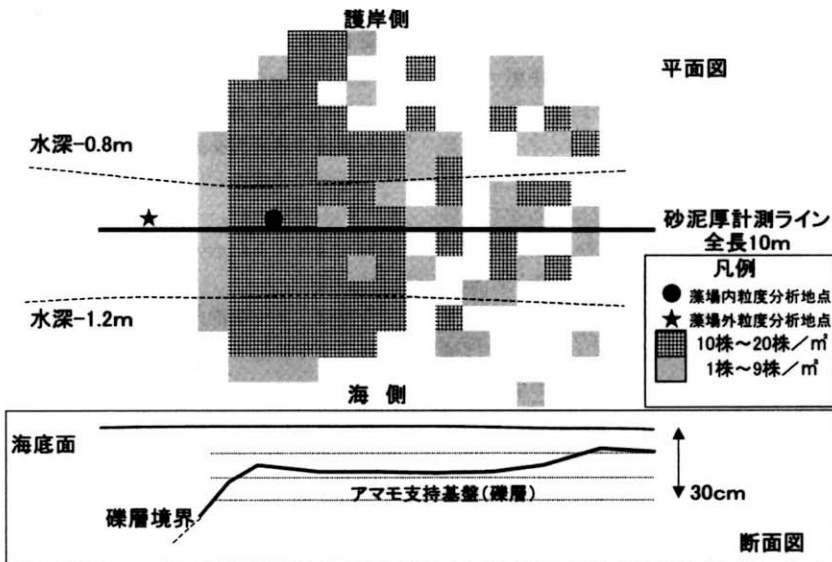


Fig.5 Distribution pattern of *Zostera marina* and sandy layer thickness off Maruishi, Hatsukaichi City

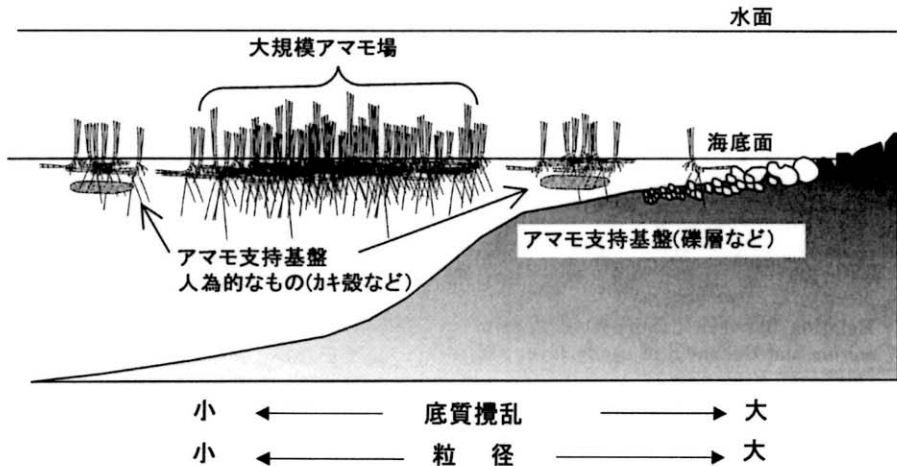


Fig.6 Schematic illustration of sediment compositions in local, limited and perennial eelgrass *Zostera marina* colonies

た。

観察地点別には、大浦崎地先では、礫層が海底表面まで露出している場所ではアマモが生育しなかった。丸石地先の核藻場では、表面から10cm以深でカキ殻層の混入、20cm以深で粗礫層が確認され、群落外では砂泥表面から粗礫層までの砂泥層の厚さが徐々に大きくなるという環境勾配が認められた。柏島地先では、海底表面にカキ殻層が露出した場所の直近ではアマモが生育せず、表面に砂泥が3cm以上堆積している場所でのみ、核藻場が確認された。

これら3地点の核藻場では、それぞれ砂泥層の下層に礫層などがみられた。3地点の中では、大浦崎地先では底質が礫質であり最も波浪の影響を受け、丸石では大浦崎と柏島地先の両者の中間的な流動環境を有し、柏島地先では底質がシルト質で最も波浪の影響の少ない場所であると考えられる。今後、これら3地点について、アマモ生育条件の観点から、波浪・流動環境の観測データ等を整備した上で比較検討する必要がある。

主に本研究による観察情報に基づいて、アマモが生育する環境条件として波浪・流動環境に伴う底質攪乱に焦点を置き、底質条件とアマモの生育を重ね合わせて考察する (Fig.6)。Fig.6において、右端部の立地環境では、底質攪乱が大きいため堆泥も少なく、岩盤が海底に露出し、表面に堆積する砂層も薄いため、アマモの草体を支持する地下茎と根束の発達が乏しく、アマモの生育は極めて困難な範囲と位置づけた。次に、Fig.6の中央部には底質攪乱の程度および底質の粒径とも好適な大規模アマモ群落の成立する立地環境があると想定した。また、Fig.6の左端部の立地環境では、底質攪乱および底質の粒径とも小さく、アマモ葉上への過剰な堆泥の影響<sup>10)</sup>に加え、底質中に礫・カキ殻層等の支持基盤がみられない範囲では、比較的小さな波浪・流動の影響によっても

アマモが流失することで、アマモが生育しにくいと考えられる。

ここで、本研究によって述べている「核藻場」の立地環境はFig.6の中央部に配置した大規模アマモ群落の成立する好適な立地環境と比較して、左右端の不適な立地環境に向かう縁辺部に相当すると考えられる。これらの堆積物組成を示すアマモ支持基盤については、自然の波浪・流動条件の結果として形成された事例もあろうし、一方、盛んなカキ養殖漁業から発生した落下カキ殻層がアマモの生育支持基盤となっている複数事例を検証することにより、アマモの生育可能な堆積物組成の人為的な制御に向けての重要な参考事例となると考えられる。これらの現象は、徳島県鳴門地先<sup>11)</sup>、山口県岩国地先<sup>12)</sup>、佐渡島・真野湾<sup>13)</sup>、岡山県日生<sup>14)</sup>などの内海・内湾域における、海底の底質内でアンカーとして作用する基物の存在または土壌硬度の大きさなどの観点からの既存知見を支持すると考えられる。近年の瀬戸内海域におけるアマモ場造成の事例では、対象海域におけるアマモの生育を制限する要因を把握し、その条件の緩和手段として、人工干潟の造成などに伴う生育基盤の高上げ、生育下限域でのみの高上げ、そして、砂泥移動を緩和し根の支持基盤を強化するためのマットの敷設やアマモの移植が伴っている<sup>15)</sup>。

今後は、アマモ群落縁辺の局所的に環境条件が厳しい場合、アマモ地下茎の下層に礫層などがあり、かつ、地下茎の上層に充分な覆砂が維持される条件を、アマモの生育に適した堆積物組成の観点から、さらなるアマモ場再生のための生育基盤設計の高度化<sup>16)</sup>に資するべく、定量的に把握する予定である。

## 5. おわりに

人工干潟等の潮間帯から始まる勾配の緩やかな砂泥海

底の造成による自然環境の回復に際し、堆積物の組成を考慮した砂層内構造の多様性の確保が重要である。今後、堆積物の組成を考慮した砂層内構造の多様性の確保については、自然模倣による再現を目指すことが望ましい。具体的には、人工構造物等を用いた対象域における適度に静穏な波浪・流動環境への制御により、アマモ場の自然成立に好適な海底条件への変化を促す技術の開発が必要と考えられる。

## 6. 要 約

瀬戸内海の3地点においてスクーバ潜水し、多年的に維持される局所的で小規模なアマモ群落および近接するがアマモの生育しない海底の堆積物組成を観察した。アマモ群落ではアマモ地下茎深度1cm以上が維持される砂泥層が存在し、かつ、アマモ地下茎の下層に砂泥層に続く礫層やカキ殻層があった。一方、局所的で小規模なアマモ群落に近接するがアマモの生育しない海底では、アマモの支持基盤となる礫層やカキ殻層が存在しないか、存在しても砂泥層厚が極めて薄かった。

以上のことなどから、アマモ群落縁辺部等の局地的に環境条件の厳しい範囲において、多年的に維持しうるアマモ群落の砂泥層内部の堆積物組成として、アマモ地下茎の下層に礫層などがあり、かつ、地下茎深度1cm以上が維持される条件を満たすという、設計高度化の方向性が見いだされた。

## 謝 辞

本稿の取りまとめに際し有益なご教示をいただいた(独)瀬戸内海区水産研究所主任研究員の吉田吾郎博士に心より感謝する。なお、本研究の一部は水産庁事業「平成17年度川上から川下に至る豊かで多様性のある海づくり委託事業」により行った。

## 参 考 文 献

- 1) 寺脇利信・新井章吾・川崎保夫：藻場の分布の制限要因を考慮した造成方法. 水産工学, 32 : 145-154, 1995.
- 2) 水産庁中央水産研究所：藻場の機能. 水産業関係試験研究推進会議 資源増殖部会「テーマ別研究のレビュー」Ser.4, pp.1-110, 1997.
- 3) マリノフォーラム21：アマモ場造成技術指針. pp.1-78, 2001.
- 4) Den Hartog, C. : The seagrasses of the world. Amsterdam, North Holland Publication Co. pp.1-275, 1970.
- 5) Short, F. T. : The seagrass, *Zostera marina* L. : Plant morphology and bed structure in relation to sediment ammonium in Izembek Lagoon, Alaska. Aquatic Botany, 16 : 149-161, 1983.
- 6) 新井章吾：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, 1997.
- 7) 地盤工学会：土質試験の方法と解説. 丸善出版東京, 2000.
- 8) 南西海区水産研究所：沿岸海域藻場調査. p.419, 1979.
- 9) 田中敏博：南日本における磯焼けと藻場回復. 水産工学, 43 : 47-52, 2006.
- 10) 玉置 仁・西嶋 渉・新井章吾・寺脇利信・岡田光正：アマモ生育に及ぼす葉上堆積浮泥の影響. 水環境学会誌, 22 : 663-667, 1999.
- 11) 團 昭紀・森口朗彦・三橋公夫・寺脇利信：鳴門地先におけるアマモ場と底質および波浪との関係. 水産工学, 34 : 299-304, 1999.
- 12) 平岡喜代典・高橋和徳・中原敏雄・寺脇利信・岡田光正：移植実験によるアマモの生育制限要因の検討. 環境科学会誌, 13 : 391-396, 2000.
- 13) 寺脇利信・新井章吾：藻場の景観模式図 10. 新潟県佐渡島・真野湾二見地先. 藻類, 50 : 89-91, 2002.
- 14) マリノフォーラム21：平成12年度浅海域緑化技術の開発に関する報告書. pp.34-38, 2001.
- 15) 寺脇利信・島谷 学・森口朗彦：瀬戸内海におけるアマモ場造成の実践事例. 水産工学, 42 : 151-157, 2005.
- 16) 岡山県：東備地区広域漁場整備事業アマモ場造成技術検討会報告書. 2007.

1) 寺脇利信・新井章吾・川崎保夫：藻場の分布の制