

生物圏科学  
Biosphere Sci.  
52 : 71–86 (2013)

## 広島湾とその周辺海域におけるアマモの生態的特性とその多様性

吉田吾郎<sup>1)\*</sup>・谷本照己<sup>2)</sup>・相田 聡<sup>3)</sup>・梶田 淳<sup>4)</sup>・水谷 浩<sup>4)</sup>・大本茂之<sup>5)</sup>  
斉藤憲治<sup>6)</sup>・森口朗彦<sup>7)</sup>・堀 正和<sup>1)</sup>・浜口昌巳<sup>1)</sup>・寺脇利信<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所, 〒739-0452 広島県廿日市市丸石2-17-5

<sup>2)</sup>(独)産業技術総合研究所, 〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-11-32

<sup>3)</sup>広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター, 〒737-1207 広島県呉市音戸町波多見6-21-1

<sup>4)</sup>水圏リサーチ株式会社, 〒730-0052 広島県広島市中区千田町3-11-7-703

<sup>5)</sup>株式会社エイト日本技術開発, 〒700-0087 岡山県岡山市北区津島京町3-1-21

<sup>6)</sup>(独)水産総合研究センター中央水産研究所, 〒236-0004 神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4

<sup>7)</sup>(独)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

**要 旨** 広島湾および周辺海域の5カ所の生育地のアマモ *Zostera marina* の生態的特性を2004年の繁茂期に調査した。調査場所は広島湾奥部の阿品 (St.1), 同湾中部の大黒神島 (St.2), 同湾口部の屋代島 (St.3), 柳井湾奥部の伊保庄 (St.4), および同湾外部に位置する平郡島 (St.5) である。アマモの分布水深は生育地により異なり, St.1, St.2では海底でのアオサ類等の堆積により, 分布下限水深は1-2m (C.D.L. 基準) までである一方, 他の生育地では4-6m まで分布した。アマモの平均現存量は120-180g DWm<sup>2</sup>の範囲にあったが, アマモの株のサイズと密度は生育地により異なっていた。平均株密度は生育地により88-278 shoots m<sup>2</sup>の範囲であり, St.3および St.5では特に浅所で小型の株が密生した。これらの群落では, 総現存量に占める地下部現存量の割合が相対的に大きかった。一方, 湾奥部に位置する St.1と St.4では, アマモの株は大型である一方生育密度は低かった。群落内の底質の粒度組成の相違から, 波浪流動等の物理的環境が生育地間で異なることが示唆され, それぞれの場所のアマモの生態的特性はその影響を受けていると考えられた。

**キーワード** : アマモ, 海草, 株密度, 現存量, 地域個体群

## 緒 言

海産顕花植物のアマモが形成するアマモ場は, 沿岸域の生物生産と物質循環を支えており, 重要な生態学的役割を果たしている。しかし, アマモ場が形成される静穏な水深の浅い砂泥域は埋め立ての適地でもあり, 我が国では沿岸域の開発にともなう多くのアマモ場が失われてきた。近年, アマモ場の回復について社会的な関心が高まり, 各地で漁業者や市民団体等多様な主体によるアマモ場の再生活動が活発化している (水産庁・マリノフォーラム21, 2007)。

アマモ場の再生には, 他の生育地で採取した株の移植や種子の散布をとまなう場合も多い。しかし, アマモやホンダワラ類等の藻場を構成する植物は, 遺伝的に多様な地域集団を含むことが近年の研究により明らかになりつつある (Reush *et al.*, 2000; 上井ら, 2005)。したがって, 再生活動にとまなう地域間の移植により遺伝的攪乱を生じ, これらの種が元来保有していた地域的な特性が失われる可能性が懸念されている。

このような背景のもと, 平成16年から3年間「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」が水産庁により実施され, 我が国沿岸のアマモの地理的分布の現状と, 地域個体群における遺伝的多様性の把握が試みられた。同事業において, 筆者らは瀬戸内海の広島湾およびその周辺海域のアマモ場で, 遺伝子解析のためのアマモ草体採集を実施した。その際に, 並行して各所のアマモの形態や群落構造の特徴などの生

態的特性を調査し、上記の海域内におけるそれらの多様性を明らかにした。本報告は、その結果をとりまとめたものである。

高度経済成長時代に著しくアマモ場を失った瀬戸内海では、その再生が他海域にもまして重要なテーマとなっている（寺脇ら、2005）。瀬戸内海では、その水産上の重要性から、アマモ場の蛸集稚魚群集などに関する生態学的調査が古くから行われてきた（菊池、1982）。また、比較的多くのアマモ場の造成事例があり、そのいくつかは成功を取めている一方（e.g., Morita, 2000；大本ら、2005）で、アマモの天然群落に関する基礎的な情報については必ずしも十分ではない。本報告は、瀬戸内海の中でも最もアマモ場の消失が著しかった広島湾およびその周辺海域におけるアマモ場の現状の記録として意義があるものと考えられる。

## 材料と方法

### 調査地および環境観測

調査を実施したのは、広島湾奥部の阿品地先（広島県廿日市市；St.1）、同湾中央部の大黒神島黒山鼻地先（広島県江田島市；St.2）、同湾口部の屋代島厨子ヶ鼻地先（山口県大島郡周防大島町；St.3）、広島湾から伊予灘へ通じる水道部である柳井湾の奥部の伊保庄地先（山口県柳井市；St.4）、および柳井湾外に位置する平郡島の神名地先（山口県柳井市；St.5）の5カ所である（Fig. 1, Table 1）。St.4とSt.5については、海域区分では伊予灘に属している。

アマモの繁茂期に相当する2004年5月25日（St.3）、27日（St.2）および28日（St.1）、また同年7月1日（St.4）および2日（St.5）に調査を実施した。調査実施日に、それぞれの場所のアマモ場の沖側で、水温・塩分をSTD計（AST-1000M、アレック電子社製）により、また水中の光環境を光量子計（LI-1400、LI-COR社製）により観測した。

### アマモの分布把握と調査測線の設定

漁業者からの聞き取り等により、アマモの分布が事前に確認されている海岸前面の幅数百 m 程度の範囲において、音響測深機を搭載した小型船舶で岸沖方向の航行を繰り返しながら、音響測深機の記録紙に映し

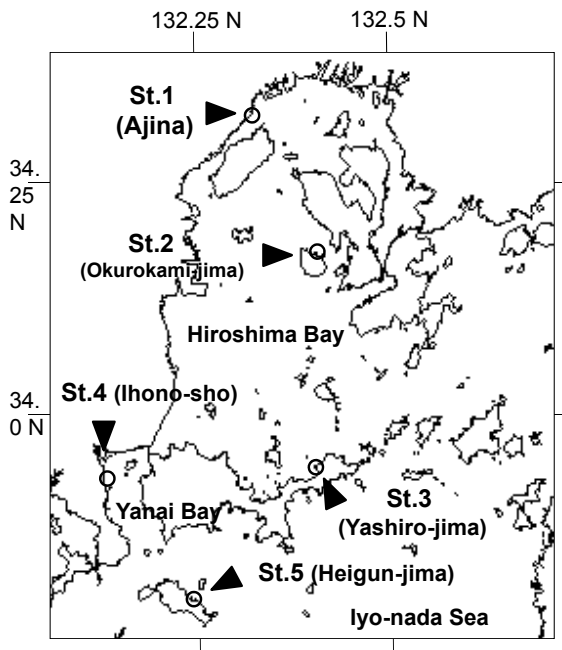


Fig. 1. Research site locations of *Zostera marina* populations in this study.

Table 1. Survey stations and date of survey in this study

St. No.	Location	<i>Zostera</i> area surveyed (m <sup>2</sup> )	Date of Survey
St.1	Ajina, Hatsukaichi, Hiroshima	6,200	28th May 2004
St.2	Kuroyama, Okurokami-jima, Hiroshima	2,800	27th May 2004
St.3	Zushi, Yashiro-jima, Yamaguchi	6,200	25th May 2004
St.4	Ihono-sho, Yanai, Yamaguchi	29,700	1st July 2004
St.5	Kona, Heigun-jima, Yamaguchi	5,700	2nd July 2004

出される草体の影からアマモの分布場所を推定した。同時に船舶の位置を DGPS (AG124, トリンブル社) で記録した。

それぞれの調査範囲で、測深機の反応記録からアマモが最も繁茂していると判断された場所に錘付きのパイを投入し、さらに同パイ (以下、グリッド用パイと記載する) もしくはその近傍を通るように岸沖方向の調査測線を設定した。調査測線上においては、測深機で確認されたアマモ草体の影の有無から群落の上限および下限を判断し、それぞれの位置にパイを投入した。

#### 調査測線における観察とアマモの株密度、現存量等の把握

SCUBA により、調査測線上にて水深によるアマモ被度の変化を概観した後、測線上の上限、下限のパイ間の距離を4等分し、上限からパイ間距離の1/4, 1/2, 3/4の位置で50cm 方形枠を2枠ずつ設置し、枠内のアマモを地下部から全て採集した。本稿では、以後この3点について、それぞれ S (Shallow) 点, M (Middle) 点, D (Deep) 点と表記する。

枠取りしたアマモ草体について、株密度 (栄養株と生殖株の総計) と生殖株の割合を求めた後、それぞれの株を地上部と地下部に切り分けた。株における地上部と地下部の境界は、成長点付近に突起状に確認できる最も新しい根の発出部位とみなした。切り分けた後の、葉鞘と葉身を地上部、地下茎と根を地下部とした。これらを60℃下で48時間乾燥し、重量を求めた。

#### アマモの形態的特性の把握

5つの調査地におけるアマモの形態的特性の把握と比較を行った。各調査地のアマモ場内において、グリッド用パイを中心として縦 (岸沖方向) 15-18m, 横 (岸に平行) 20m の格子状グリッドを設定し、グリッド内で縦3m, 横5m の間隔を置いてアマモ草体を採集した。なお、同手法は、水産庁「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」におけるアマモの遺伝集団解析において、1つの群落から栄養繁殖によるクローンを重複採集しないために推奨された手法 (独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所, 2005) に準拠した。

草体採集にあたっては、各格子の交点に最も近いアマモの生殖株およびその地下茎を、節間 (internode) で先端から10番目にあたる部分まで掘り起こして、さらにその10節間から分岐している栄養株があれば全てその地下茎とともに採集した。これらを '個体' とみなし、個体ごとにファスナー付きビニール袋に収納して持ち帰った。St.2, St.4, St.5については30個体, St.3については35個体を採集したが、St.1についてはアマモ場内にアオサが堆積し、地下茎の掘り起こしが困難で、20個体の採集にとどまった。

持ち帰った各個体について、生殖株の全長 (①), 1節間の平均長 (②), 節間の平均長径 (③; 2, 5, 8番目の節間の平均), 分岐している全ての栄養株の地上部全長 (④), 同栄養株の葉鞘直上の最大葉幅 (⑤) を測定した (Fig. 2)。また、各個体の栄養繁殖の状況を把握するため、各個体の10節間から分岐した分枝数 (⑥; 一次分枝数), さらにそれらの分枝から生じた全ての栄養株の数 (⑦) を計数した (Fig. 2)。

#### アマモ場内の底質環境

調査測線上のアマモ場上限, S 点, M 点, D 点, 下限において、表層から10cm 分までの底質を、直径4cm のコアで3本分採集した。それぞれのコア採集物について、酸揮発性硫化物濃度 (AVS), 強熱減量 (IL) および粒度を測定した。AVS については検知管法 (ヘドロテック S 用検知管, No.201H, ガステック社) によって、また強熱減量については乾燥させた底質試料を550℃で6時間燃焼して測定した。粒度については、20~30g の底質試料をふるい振とう機にかけ、Wentworth の粒径区分 (茂木, 1971) にしたがって、レキ (4000μm<), 細レキ (2000~4000μm), 極粗砂 (1000~2000μm), 粗砂 (500~1000μm), 中砂 (250~500μm),

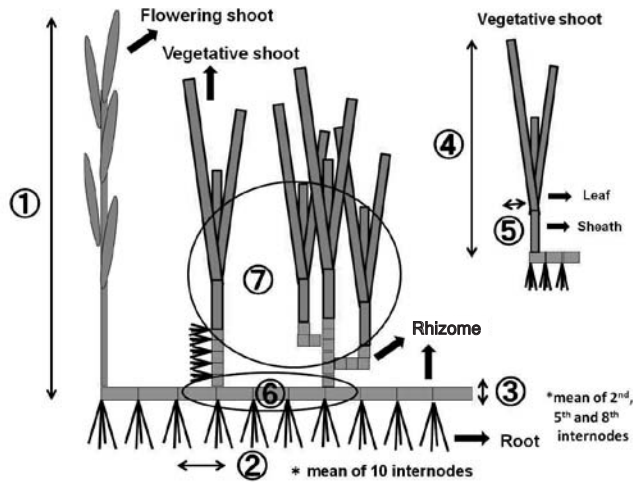


Fig. 2. Morphology and measured or counted parts of sampled *Zostera marina* 'individual' in a grid-sampling (subscribed protocol by Tohoku Regional Fisheries Research Institute(2005)) for a DNA analysis. ①: Length of flowering shoot; ②: mean length of an internode of main rhizome (mean of 10 internodes); ③: mean diameter of an internode (mean of 2nd, 5th and 8th internodes); ④: length of all vegetative shoots (originated from main rhizome); ⑤: maximum leaf width of vegetative shoots; ⑥: number of 'first branches' from main rhizome; ⑦: number of all vegetative shoots originated from one main rhizome.

細砂 (125~250 $\mu$ m), 極細砂 (63~125 $\mu$ m), 泥 (<63 $\mu$ m) のように区分した。

#### 統計的検定

生殖株や栄養株の全長、栄養株の葉幅や地下茎の節間の長さ等アマモの形態的特性については、5カ所の調査地間で平均値の差について統計的検定を行った。パートレットの検定によりデータの等分散性が保証された場合はパラメトリックな一元配置の分散分析法 (One-way ANOVA) を、等分散性が棄却された場合についてはクルスカル-ウォリス検定 (Kruskal-Wallis test) を適用した。

## 結 果

#### 各調査地におけるアマモ場の概要

5カ所の調査地におけるアマモ場は水深0~6m (C.D.L. 基準。以下同) の範囲に形成され、その調査測線上の岸沖幅は25~150m程度であった (Fig. 3, 4)。

St.1のアマモ場は、住宅地が造成された埋立地と競艇場の人工護岸の間に残存する幅300m程度の自然砂浜の前面に形成されていた (Fig. 3)。調査測線上におけるアマモ場の岸沖方向の幅は約50mで、その水深帯は0~1mであり、アマモ場内の海底勾配は緩やかであった (Fig. 4)。アマモの平均的な被度は80%であったが、アマモ場内には浮遊性のアオサ類の堆積 (Fig. 5A) が最大10cmの厚さで認められた。

St.2のアマモ場 (Fig. 5B) は、島北岸の黒山鼻西側の横幅500m程度の入江に形成されていた (Fig. 3)。アマモの生育する水深帯は0~2mであり、測線上におけるアマモ場の岸沖幅は約25m程度、平均的な被度は60%であった (Fig. 4)。

St.3のアマモ場は、島北岸の厨子ヶ鼻に隣接した和田漁港の防波堤外側にある小さな砂浜の前面に形成されていた (Fig. 3)。アマモ場の水深帯は0~4m、測線上の岸沖幅は約80mであった (Fig. 4)。アマモの平均的な被度は水深2mまで60%、それ以深で40%、下限付近では20%であり、アマモの分布下限から海底は急勾配となっていた。

St.4のアマモ場 (Fig. 5C) は、前方に屋代島を望む自然砂浜の前面に広範囲に広がっていた (Fig. 3)。ア

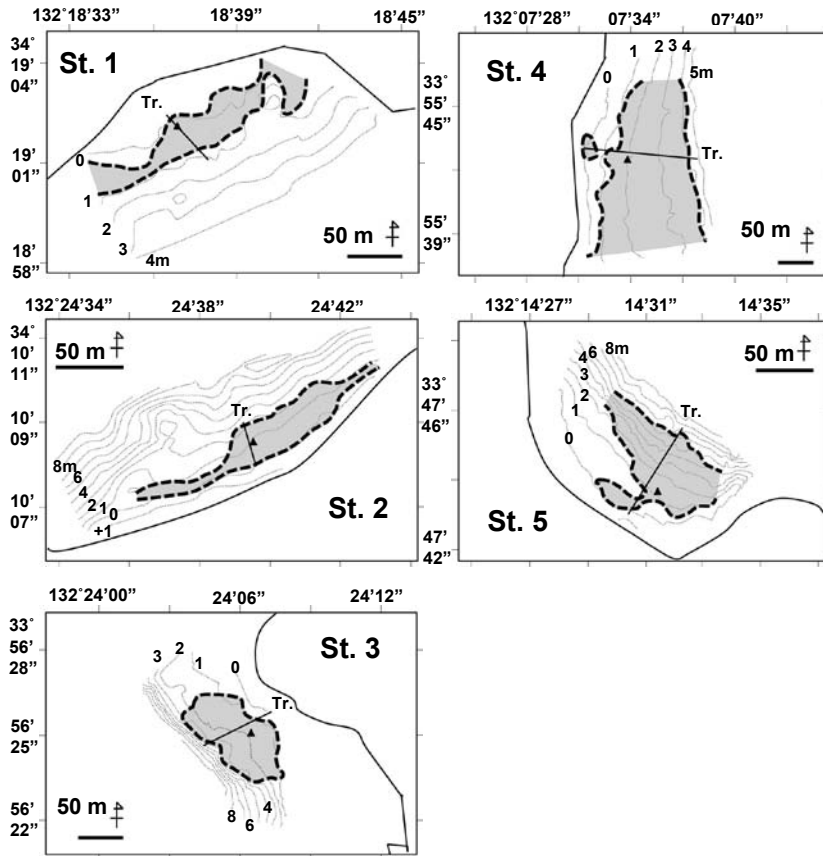


Fig. 3. Topography and distribution of 5 *Zostera* populations (St.1-St.5) surveyed by a sonar in this study. A line through a bed (Tr.) indicates a transect set for a SCUBA observation. Black triangle (▲) is a center for grid-sampling of *Z. marina* individuals for a DNA analysis.

アマモの分布水深は0~4m, 測線における岸沖幅は約150m, 被度は50~70%であった (Fig. 4)。

St.5のアマモ場 (Fig. 5D) は, 前方に掛津島を望む北側に開けた小さい入江に形成されていた (Fig. 3)。入江の浜はこぶし大から人頭大のレキで形成されたレキ浜であり, アマモ場の上限付近はレキと砂が混じった底質であった。アマモの分布水深は0~6m, 岸沖幅は約80m, 平均的な被度は50~70%であり, アマモ場の中央部には無植生の大きな空隙地が見られた (Fig. 4)。

Table 2に各地における調査日の水温, 塩分, 水中光観測により算出した海水の消散係数を示す。各場所とも水温躍層が形成されつつあったが, 表層水温はおおむね21~22℃であった。St.1については塩分躍層が形成され, 淡水の流入が示唆された。また, 消散係数はともに湾奥部に位置する St.1と St.4で0.4を越える相対的に高い数値が得られた。

**各調査地における株密度と現存量**

各調査地におけるアマモ株密度 (栄養株および生殖株の合計) を Fig. 6に, また生殖株 (Fig. 5E) の割合を Fig. 7に示した。

株密度には調査地間で明瞭な違いが見られた (Fig.6)。また St.3および St.5においては, 株密度は浅所 (S点) で高く, 深所 (M, D点) で相対的に低い傾向があった。St.3と St.5の平均株密度はそれぞれ278, 249株 m<sup>2</sup>であったが, 最も水深の浅いS点では高く (それぞれ424, 368株 m<sup>2</sup>), M点, D点ではいずれも200株 m<sup>2</sup>前後であった。平均株密度は, St.3と St.5で278, 249株 m<sup>2</sup>であった (Fig. 6)。一方, 広島湾中央部の

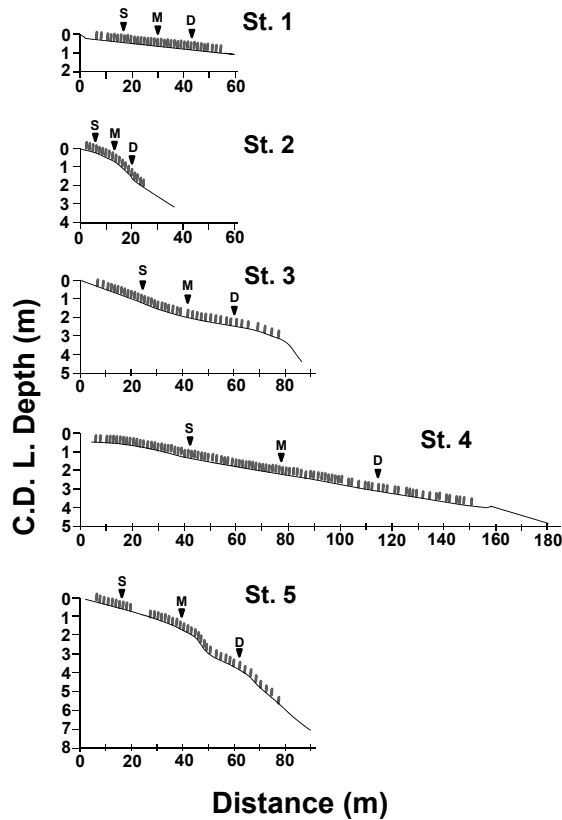


Fig. 4. Topography and distribution (vertical sections) of 5 *Zostera* populations on a transect (Tr.) in Fig. 3. S, M and D indicate points of quadrat sampling of *Z. marina*. Point S (Shallow), M (Medium) and D (Deep) is located at 25%, 50% and 75% in a distance between upper and lower limits of *Zostera* distribution, respectively.

Table 2. Environmental measurements at the dates of survey

St. No.	Depth range(m) of measurement	Range in Water temp. (°C)	Range in salinity (PSU)	Extinction coefficient
St.1	0-10	15.8-21.7	24.7-32.7	0.41
St.2	0-10	16.7-21.8	31.2-33.0	0.29
St.3	0-5	17.6-22.0	30.2-31.8	0.24
St.4	0-4	20.6-21.8	31.8-32.4	0.46
St.5	0-4	19.8-20.8	32.9-33.0	0.33

St.2では、3点の株密度の範囲と平均は226~244および235株  $m^{-2}$ であり、水深による違いは不明瞭であった。ともに湾奥部に位置する St.1, St.4における、水深の異なる S, M, D 点の株密度の範囲と平均は、それぞれ96~130および111株  $m^{-2}$ , 68~100および88株  $m^{-2}$ であった (Fig. 6)。

生殖株の割合 (Fig.7) については、調査地間で明瞭な傾向は必ずしも認められなかった。平均は、St.1で14.1%、St.3で11.1%であったが、他の調査地ではいずれも5~6%程度であった。St.4と St.5では水深の異なる3点間の差異が比較的大きく、範囲はそれぞれ2.3~11.8%、2.5~9.1%であり、深所ほど生殖株の割合が増加する傾向があった (Fig. 7)。

Fig. 8にそれぞれの調査地における、アマモの地上部、地下部 (Fig. 5F) および総現存量、また現存量に

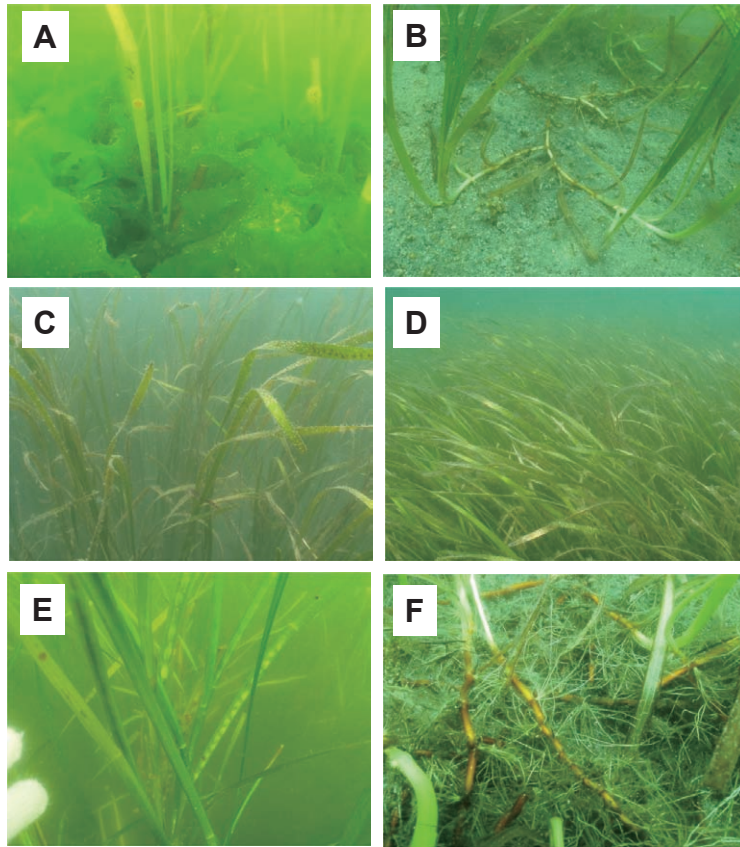


Fig. 5. A-F. Photos of *Z. marina* beds surveyed in this study. A: *Zostera* bed at St. 1 where propagation of *Ulva* spp. was observed; B: *Zostera* bed at St. 2, branching rhizomes (photographed after surface sediment was removed); C: *Zostera* bed at St. 4; D: *Zostera* bed at St. 5; E: a flowering shoot at St. 1; F: below-ground parts (rhizomes and roots) of *Z. marina* at St. 3.

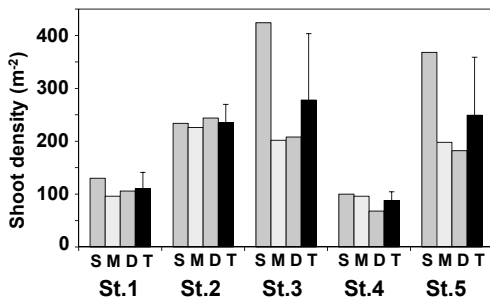


Fig. 6. Shoot density of 5 *Zostera* populations in a luxury season of 2004 in this study. Each bar of S, M and D indicates a mean of two 0.25 m<sup>2</sup> quadrats sampled at each point along a line transect (see Fig. 4). Bar of T is a mean of all quadrats.

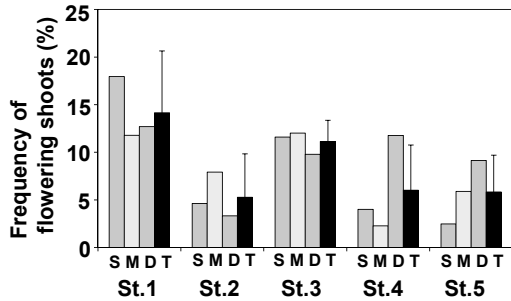


Fig. 7. Frequency of flowering-shoots in all shoots (vegetative and flowering) of 5 *Zostera* populations in a luxury season of 2004 in this study. Each bar of S, M and D indicates a mean of two 0.25 m<sup>2</sup> quadrats sampled at each point along a line transect (see Fig. 4). Bar of T is a mean of all quadrats.

おける地上部・地下部の比率を示した。

各調査地における水深の異なる3点の地上部現存量の範囲（および平均）は、St.1：92.3-112.1(99.6)g DWm<sup>-2</sup>、St.2：121.9-157.1(143.7)g DWm<sup>-2</sup>、St.3：79.7-195.1(133.3)g DWm<sup>-2</sup>、St.4：110.3-191.6(137.9)g DWm<sup>-2</sup>、St.5：81.0-186.8(129.4)g DWm<sup>-2</sup>であった。St.3、St.4、St.5では水深により比較的大きな差が見られたが、どの水深で現存量が多いかは、調査地により異なっていた（Fig. 8）。同じく地下部現存量の範囲（および平均）は、St.1：22.0-24.3(23.4)g DWm<sup>-2</sup>、St.2：28.4-49.8(40.6)g DWm<sup>-2</sup>、St.3：29.4-111.4(59.6)g DWm<sup>-2</sup>、St.4：12.6-32.9(20.4)g DWm<sup>-2</sup>、St.5：23.9-40.4(34.6)g DWm<sup>-2</sup>であった。広島湾では湾口部のSt.3において、St.1等に比較し非常に高い地下部現存量が観察され、特に浅所（S点）で顕著であった（Fig. 8）。さらに地上部と地下部を合わせた総現存量（および平均）では、St.1：114.3-136.3(123.0)g DWm<sup>-2</sup>、St.2：150.3-202.0(184.4)g DWm<sup>-2</sup>、St.3：109.1-306.5(192.9)g DWm<sup>-2</sup>、St.4：124.3-224.5(158.2)g DWm<sup>-2</sup>、St.5：121.4-210.7(163.9)g DWm<sup>-2</sup>であった。St.3をはじめ、St.4、St.5でも水深間で総現存量の差は大きかったが、平均現存量ではSt.1を除いておおむね160-190 g DWm<sup>-2</sup>であった（Fig. 8）。

総現存量に占める地上部と地下部の割合においても、調査地間で明瞭な違いがみられた。St.4では水深の異なる3点における地下部の比率の範囲（および平均）が、10.1-14.6(12.9)%と他の調査地に比較して小さかった。一方、St.3では、23.3-36.3(30.9)%、と非常に大きく、特にS点で極めて大きかった。同様にSt.5においても、S点の地下部比率は33.3%と大きかったが、D点では11.3%であり、水深による差が大きかった（Fig. 8）。

#### 各調査地におけるアマモの形態的特徴

アマモ生殖株・栄養株の全長、栄養株の葉幅、地下茎の1節間の長さ、およびその長径には調査地間で明瞭な違いがあり、いずれの部位の平均値にも統計的な有意差(One-way ANOVA, p<0.01)がみとめられた（Table 3）。

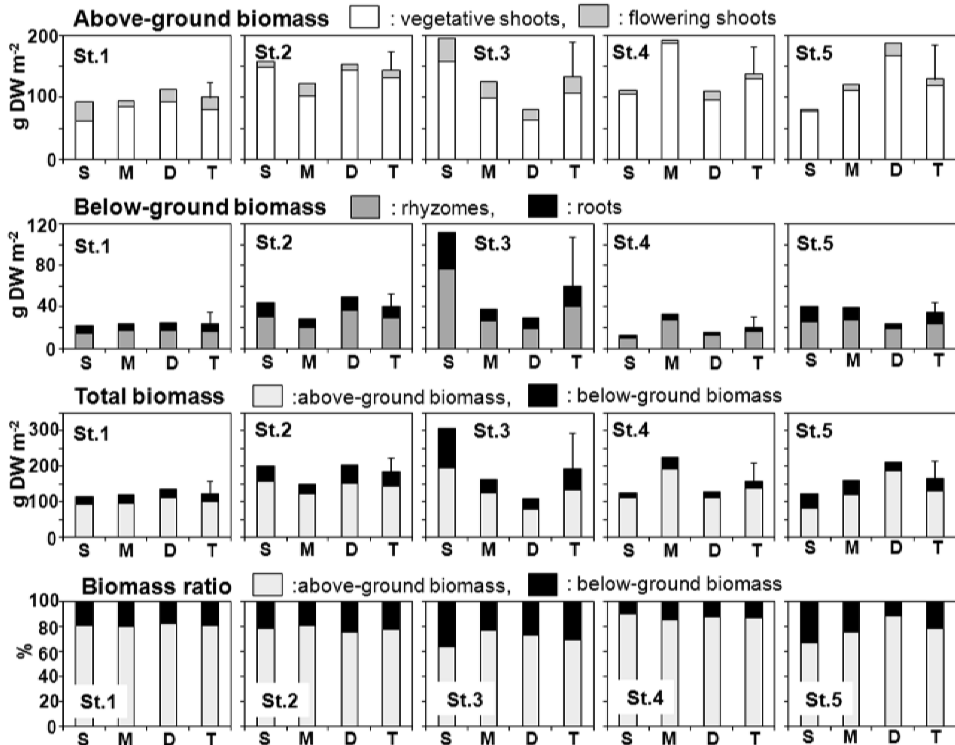


Fig. 8. Above-ground, below-ground and total biomass of 5 *Zostera* populations in a luxuriant season of 2004 in this study. Proportion of above- and below-ground biomass to total biomass is also shown. Each bar of S, M and D indicates a mean of two 0.25 m<sup>2</sup> quadrats sampled at each point along a line transect (see Fig. 4). Bar of T is a mean of all quadrats.



広島湾内の3カ所 (St.1, St.2, St.3) では、湾奥から湾口の調査地へ向かうほど、アマモのどの部位のサイズも小さくなり草体が小型化する傾向がみられた。同様に、柳井湾奥に近い St.4 と湾外の St.5 についても、湾奥側の St.4 のアマモはどの部位のサイズも大きく、湾外島嶼部の St.5 のアマモは全体的に小型であった。例として栄養株の全長をあげると、広島湾奥部の St.1 の平均全長が108.9cm であるのに対し、湾口部の St.3 では50.0cm であり、同じく St.4 の137.0cm に対し、St.5 では60.6cm と小型であった (Table 3)。

Fig. 9 に採集した生殖株とともに掘り出した10節間の間で見られる分枝数 (一次分枝)、および同分枝に生じた栄養株の総数の頻度を示した。個体あたりの一次分枝数、栄養株の総数とも各調査地の平均値の間に有意な差 (Kruskal-Wallis test;  $p < 0.01$ ) がみとめられた。

一次分枝の数は、St.1, St.3, St.5 については平均1.5-1.7であり、10節間の間に一度も分枝していない個体もみられた。一方、St.2, St.4 の平均的分枝数はこれらより大きく、特に St.4 の分枝数のモードは3であり、頻繁に分枝している個体が多かった。分枝から生じた栄養株の総数についても、St.1, St.3, St.5 については平均1.6-1.9株であり、St.2 と St.4 では、それぞれ3.1株、3.8株であった。栄養株総数の頻度分布においても、St.1, St.3, St.5 のアマモが1株もしくは2株に分布中心を持つのに対し、St.2 と St.4 ではより多くの栄養株を持つ個体が増加し、階級分布の中心は不明瞭であった。St.2 では最大で13株、St.4 では同じく9株の栄養株を生じた個体がみられた (Fig. 9)。

**アマモ場内の底質環境**

各調査地のアマモ場の上限、S 点、M 点、D 点、下限で採集した底質の酸揮発性硫化物濃度 (AVS) を Table 4 に、強熱減量 (IL) を Table 5 に、粒度組成を Fig. 10 に示す。

AVS については、St.2 の上限で  $0.26 \text{ mg g sediment}^{-1}$  を示した以外は、全て  $0.04 \sim 0.15 \text{ mg g sediment}^{-1}$  の範囲であり、調査地間および採集点間で明瞭な傾向はみとめられなかった (Table 4)。IL 値については、広島湾内の3調査地 (St.1, 2, 3) については、St.2 の上限で高く、St.3 の上限で低かった以外は、それぞれのアマモ場内では水深の違いによる明瞭な差異は見られなかった。St.4 と St.5 については水深が深い採集点ほど IL 値が大きく増加し、特に下限付近では St.4 で7.86%、St.5 で5.54% と高かった (Table 5)。

Table 3. Mean size of each part of *Z. marina* individuals of the 5 populations. Measured part is shown in Fig. 4 and were measured for 20-35 plants which were sampled by a grid-sampling method in a prescribed protocol in Tohoku Regional Fisheries Research Institute(2005). Asterisks indicate significant difference ( $p < 0.01$ ) among populations detected by oneway-ANOVA

St. No.	Length of flowering shoot (cm)**	Length of a internode (cm)**	Diameter of a internode (mm)**	Length of vegetative shoot (cm)**	Maximum width of leaves (mm)**
St.1	129.4 ± 12.8	1.92 ± 0.53	3.8 ± 0.7	108.9 ± 28.4	7.3 ± 1.2
St.2	96.4 ± 15.4	1.79 ± 0.60	3.6 ± 0.6	75.8 ± 19.8	6.4 ± 1.2
St.3	72.5 ± 9.5	1.47 ± 0.57	3.4 ± 0.5	50.0 ± 11.6	5.3 ± 1.0
St.4	144.0 ± 23.0	1.69 ± 0.58	4.7 ± 0.8	137.0 ± 31.0	9.8 ± 1.4
St.5	65.8 ± 12.7	1.23 ± 0.38	3.1 ± 0.5	60.6 ± 18.3	5.4 ± 0.9

Table 4. Amount of acid volatile sulphide (AVS) in sediment of 5 *Zostera* beds. Sediment were sampled at upper-limit, the Points of S, M, L and lower-limit of *Zostera* distribution in the transect (see Fig. 4). Unit: mg g-1 dry sediment

St. No.	Upper L.	S	M	D	Lower L.
St.1	0.12	0.11	0.08	0.07	0.08
St.2	0.26	0.05	0.05	0.08	0.06
St.3	-	0.14	0.15	0.07	0.10
St.4	0.11	0.09	0.07	0.13	0.07
St.5	0.09	0.09	0.04	0.07	0.04

Table 5. Ignition loss (IL; %) in the sediment of the 5 *Zostera* beds. Sampling points at each bed are the same as ones in Table 4

St. No.	Upper L.	S	M	D	Lower L.
St.1	1.37	1.28	1.35	1.30	1.27
St.2	3.08	1.88	1.64	2.05	1.56
St.3	0.52	2.21	2.07	2.00	2.51
St.4	2.48	1.53	2.10	3.74	7.86
St.5	2.23	2.29	2.52	3.29	5.54

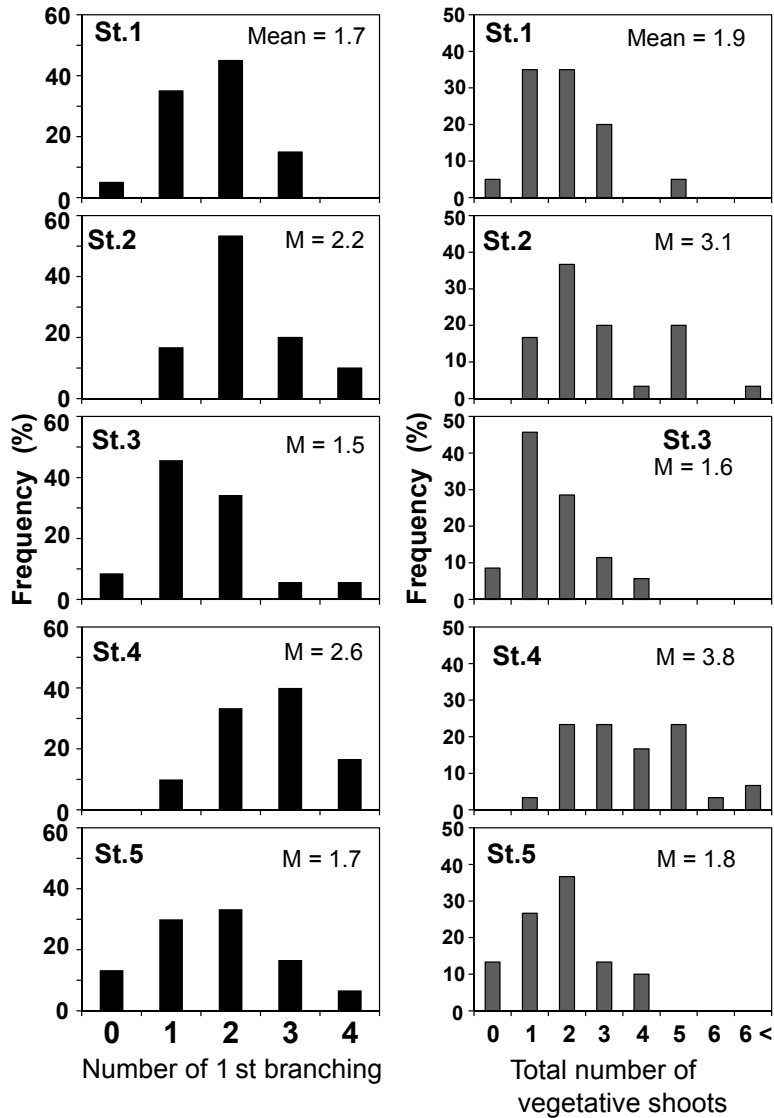


Fig. 9. Frequency in number of 1st branching (left) and total number of vegetative shoots (right) originated from a main rhizome (with 10 internodes, see Fig. 2) of *Zostera marina* individuals sampled by a grid-sampling in this study.

アマモ場内の粒度組成については調査地間で明瞭な差異がみとめられた。すなわち、St.1、St.2およびSt.4では、細レキから泥に至るまで全ての粒径区分がほぼ偏り無く含まれ、粒径の主成分が不明瞭であるのに対し、St.3、St.5のアマモ場内では中砂・細砂でほぼ70~80%を占めた。同一調査地内においては、St.1、St.2でそれぞれ上限から下限の間で粒度組成に明瞭な差異が認められなかったのに対し、St.3では上限でレキ・細レキの区分が、またSt.4、St.5では下限で極細砂・泥の区分が増加するなど、水深の異なる採集点間で大きな違いがみられた (Fig.10)。

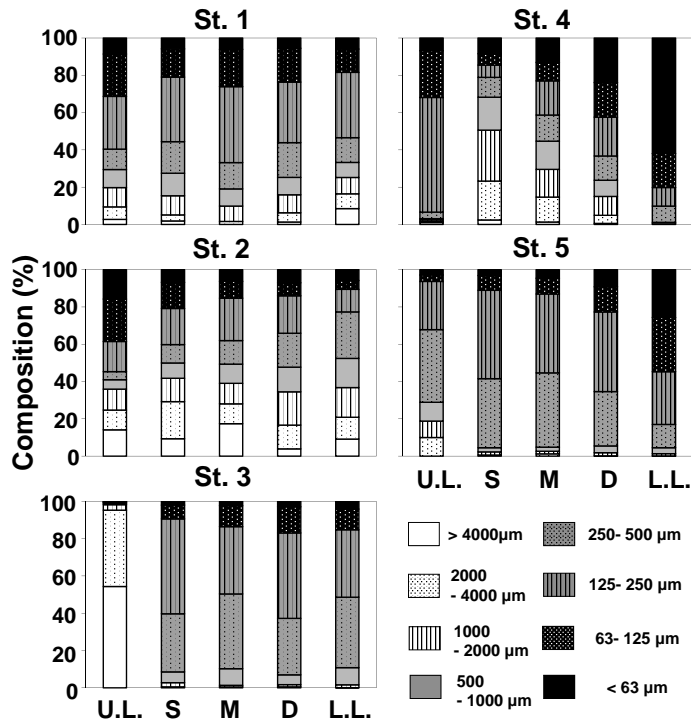


Fig. 10. Grain-size composition of the sediment of 5 *Zostera* beds in this study. Sediments were sampled at S, M, D points (see Fig. 4), a upper (U.L.) -and lower limit (L.L.) of *Zostera* distribution on a transect.

### 考 察

静穏な砂泥海底に形成されるアマモ場は瀬戸内海沿岸の景観の象徴であり、また古くから水産資源を育成する場や実際の漁場としてその重要性が認識されていた。しかし、1960年以前に瀬戸内海全体で23,000haであったアマモ場は、その後10年あまりで激減した。その要因として、埋立・干拓による直接的な喪失に加え、透明度の悪化や藻場内での底引き網などの過度の操業もあげられている（内海区水産研究所資源部, 1967；南西海区水産研究所, 1974）。

本調査を実施した広島湾は、1960年代におけるアマモ場の減少が瀬戸内海でも最も著しかった海域である。広島湾奥部の本州側にあたる広島県西部沿岸（現・廿日市市～広島市～呉市）には1960年以前にアマモ場が広く分布していた。しかし、埋立と人工海岸化により、同域のアマモ場は1960年代にはほぼ完全に消失した（内海区水産研究所資源部, 1967）。本調査地である St.1（廿日市市阿品）のアマモ場は、広島湾奥部の本土側沿岸に一定の面積で残存する最後のアマモ場である。

また、St.4の位置する山口県柳井市の沿岸では、1966年時には柳井湾奥部から室津半島に沿って濃密なアマモ場が存在していた。しかし、1971年時には室津半島沿岸のアマモ場は広域にわたり消失しており（南西海区水産研究所, 1974）、また柳井湾奥部のアマモ場も1980年代に火力発電所の建設にともなう埋立により消失した。

一方、本州側に比較し、本調査海域の島嶼部の1960年代のアマモ場の変動は比較的小さいとされている（内海区水産研究所資源部, 1967）。St.2のある大黒神島北岸、St.3のある屋代島北岸、St.5の平郡島では、いずれも今回調査した場所も含めて1971年時にアマモ場の存在が記録されている（南西海区水産研究所, 1974）。しかし、当時の状況を知る漁業者によれば、これらの島嶼部でもその後大幅にアマモ場の衰退・縮小が進んだという。屋代島北岸では1990年前後に実施された第4回自然環境保全基礎調査において計40ha

のアマモ場が記録され、本報告の St.3の位置する厨子ヶ浦でもホンダワラ類やアオサ・アオノリ類と混生の形をとりながら6haのアマモ場が存在した(環境庁自然保護局・財団法人懐中公園センター, 1994)。しかし、同地においては1990年代後半以降、冬季風浪等による攪乱によりアマモ場は徐々に衰退し(森口・高木, 2005)、本報告の St.3のアマモ場は、現在同地の一面に残存しているものである。

このように、本調査における調査地のアマモ場は、それぞれ程度の差異は異なるものの、いずれも周辺のアマモ場が衰退・消失していった過程で何らかの要因により局所的に残存し、維持されてきたものと考えられる。

瀬戸内海において、アマモ場の回復は沿岸環境と漁業の再生において重要な課題と位置付けられており(吉田ら, 2010)、これまでも移植、播種を含め様々な造成技術の開発がなされてきた(水産庁・マリノフォーラム21, 2007)。アマモの地域間移動については本報冒頭でも述べたように個体群の遺伝的特性への配慮が必要となるが、今回の調査により、生態的な特性においても比較的近傍に生育しているアマモの間で多様性が見られることが明らかになった。

今回、調査した調査地ではアマモの下限水深に大きな違いがあった。アマモ分布の下限を決める最も重要な要因としてまず光環境があげられる(玉置ら, 2002; 高橋ら, 2005)。広島湾奥部の St.1では下限水深が1mと最も浅かった。観測した消散係数に見られるように、河川流入等の多い湾奥部では海水の濁度が相対的に高いが、同じく湾奥部の St.4では水深4mまでアマモが分布しており、St.1の下限水深は水中の光環境では説明できない。

St.1のアマモ場内では緑藻アオサ類の増殖が見られたが、同地ではアマモ下限以深の海底においても最大30cmを越えるアオサ類の堆積が見られている(Uchimura *et al.*, 2004)。また本調査時には観察できなかったが、St.2においても同様にアマモの下限以深にフクロノリをはじめとする小型海藻類が大量に滞留しているのが観察されている。これら海藻類の大量増殖もしくは漂着・滞留により、同所的に生育するアマモの成長や種子からの再生産は大きく影響を受ける(杉本ら, 2006)。静穏な内湾的環境にある St.1, St.2では、このような海藻類の増殖と海底での滞留が起りやすく、アマモの下限は水中の光環境から予測されるよりも浅い水深に制限されていると思われる。

一方、これらの海藻の堆積が見られない St.3, St.4, St.5では下限は4-6mであった。アマモの下限の光量はおおむね対海面の18-24%とされている(向井, 1982)。調査日当日のみのデータであるため、本調査で観測した海水の消散係数からは必ずしも判断できないが、上記の調査地ではアマモの下限はほぼ到達光量により決定されていると思われる。

分布水深以外にも、本調査で草体のサイズや株密度などの特性には、調査地間で明瞭な差異があった。すなわち、St.1や St.4のアマモは草体が大きい株密度は相対的に少なく、一方 St.3や St.5のアマモ場では特に浅所で小型の草体が密生する傾向があった。このようなアマモの生態的特性の違いは、内湾奥部あるいは湾口・湾外の島嶼部という、それぞれのアマモ場が立地する場所の特徴的な環境条件を反映しているものと推察される。

このような近接した生育地間で見られるアマモの生態的特性の相違は、他海域でも報告されている。本州太平洋側中部の小田和湾では、湾外から湾奥に向けて同様に生育するアマモの密度の減少やそれに並行した葉長・葉幅の増加がみられている(Aioi, 1980)。これらのアマモ場間では底質にも相違が見られ、湾奥のアマモ場の底質は泥質である一方、湾外のアマモ場の底質は淘汰度の高い砂質であった。底質の粒度組成の違いは、その中に保持される栄養塩量に影響し、栄養塩に富む泥質の底質に生育するアマモは大きく成長する一方で、粒径の大きい砂質の底質では栄養塩が失われやすく、草体が小型化するという報告がなされている(Orth, 1977)。本調査においても、湾奥部と湾口・外部の調査地では小田和湾に類似したアマモの特性と生育環境の違いがみられた。しかし、広島湾、柳井湾とも湾奥部の調査地の底質は泥分だけでなく比較的粒径の大きい粒子も含むこと、また調査地間の現存量に大きな違いがみられないことから、調査地間のアマモのサイズの違い等を底質中の栄養塩濃度の違いで説明することは本調査の結果のみでは難しい。

一方、紀伊半島・田辺湾のコアマモについても、湾の内域と外域での生育地で底質中の泥分や有機物量に違いがみられ、それにとまって栄養株の全長や密度、地上部・地下部現存量の比率の違いがみられている(上出ら, 2009)。このような生育地の底質の違いはそれぞれの場所の海水流動と密接に関連することから、コアマモの生態的特性の違いは流動環境に対する適応型であると考察されている。すなわち、底質の泥分量の小さい環境では一般的に波浪などによる海水流動が大きい、そのような場所ではコアマモ群落は小型の

株が密生することにより安定的に維持されているという（上出ら，2009）。

今回の調査地である広島湾周辺では、年間を通じて北寄りの風が卓越し、特に秋から冬にかけて前面に広く海面が開けた北向きの海岸では風浪の影響を受けることが多い（高谷ら，2005）。風浪のアマモ場への影響が報告されている屋代島の St.3、また平郡島の北岸に位置する St.5 では、湾奥部に比較し風浪による物理的攪乱の頻度や程度が相対的に大きいものと推測される。St.3 と St.5 における中砂・細砂を中心とした淘汰度の高い底質は、波浪流動による篩作用を頻繁に受けていることを示している。このような場所ではアマモは小型化し、特に浅所では密生して、相対的に地下部を発達させることにより、安定的に群落を維持している可能性がある。

生殖株の地下茎における分枝についても調査地間で明瞭な相違が見られ、St.1、St.3 および St.5 では分枝数は少ない一方で St.2 と St.4 で多くの分枝が見られた。熱帯域のウミヒルモ *Halophila ovalis* では、草体が密な群落中央部よりも、縁辺部やジュゴンの採食を受けた場所（dugong trail）で活発な分枝が見られている（Nakaoka and Aioi, 1999）。本調査においても、St.1 については前述のように堆積したアオサ類、また St.3 と St.5 では高い株密度が、それぞれの場所で分枝回数が相対的に少ない要因となっている可能性があるが、分枝による栄養繁殖はアマモの群落維持に重要であり、今後その要因を検討する必要がある。

前出の水産庁による「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」では、本報の調査地を含む日本全国137点のアマモが採集され、マイクロサテライト遺伝子座の解析からアマモの地域個体群間の遺伝的分化が調べられた。その結果、集団分化の指標となる各調査地のペアワイズ Fst 値の平均は0.294であり、ブナ (0.180) やミズナラ (0.083) 等、既知の陸上植物における同値に比べ大きかった（水産庁・マリノフォーラム21, 2007）。また、地理的に近い集団間でもほとんどの場合遺伝的分化がみとめられた。本報の St.2（大黒神島）と St.3（屋代島）間の Fst 値は0.080で、他の地域集団間に比較し相対的に頻繁な遺伝的交流があると判断された（水産庁・マリノフォーラム21, 2007）が、サクラソウの例では同様の判断がなされ集団間移植を可とする Fst 値は0.05以下であることから、広島湾内のアマモでも一定の分化は起こっているものと考えられる。

鹿児島湾では種子を分散する1年生アマモにおいても個体群間で大きな遺伝的分化がみとめられている（島袋ら，2012）。広島湾と鹿児島湾では、沿岸域の開発によりアマモの生育適地が激減し、個々の個体群が小さなスケールで分断されてきたことで共通している。したがって、個体群間でみられる遺伝的分化の全てについて無条件に保全対象とするよりも、その分化が生じた過程をふまえた上で播種・移植などの人為的な遺伝的交流の可否を論ずる視点が必要であろう。また、今回見られた生態的特性の多様性が、遺伝的変異に基づくものかあるいは環境可塑性によるものか不明であるが、その特性が環境に対する適応型であるならば、前述の例とは逆に、生育地間の株の移植等についてはより慎重に検討すべきだろう。

本調査を実施した5月下旬から7月上旬にかけては、瀬戸内海のアマモの繁茂期にあたり、現存量も年間ではほぼ最大になる（藤原ら，2009）。本調査で得られた平均現存量は St.1 で120g DWm<sup>2</sup>程度、他の調査地ではおおむね160-190g DWm<sup>2</sup>であった。世界各地の海草類の現存量・生産量に関する既往値をレビューした Duarte and Chiscano (1999) の報告によると、これら文献値による世界のアマモの季節的な最大現存量の平均は地上部298.4g DWm<sup>2</sup>、地下部149.7g DWm<sup>2</sup>であり、本調査における広島湾における繁茂期の現存量はそれに比べるとかなり少ない。また、我が国においてもアマモの季節的な最大現存量は地域により大きく変異する（Nakaoka and Aioi, 2001）が、北海道・野付湾では地上部だけで250-550g DWm<sup>2</sup>（水島，1985）、東北・万石浦では最大1014g DWm<sup>2</sup>（向井，1982）、舞鶴湾では地上部だけで678g DWm<sup>2</sup>（道家ら，2000）、伊勢湾では地上部345.7g DWm<sup>2</sup>、地下部92.7g DWm<sup>2</sup>（阿部ら，2004）と、我が国主要な内湾域に比較しても本調査地における現存量は小さい。さらに瀬戸内海においても、東部海域の小豆島では繁茂期に地上部・地下部を合わせ528.8g DWm<sup>2</sup>の現存量が得られている（藤原ら，2009）。一方、本報の St.4 近傍の柳井湾奥では、1980年代初頭に182g DWm<sup>2</sup>と本報の現存量と同等の値が得られている（川端ら，1990）が、St.1 の広島県廿日市市阿品では、1999年繁茂期に1.5kg WWm<sup>2</sup>（乾重量換算で210g DWm<sup>2</sup>程度）、2000年には6.1kg WWm<sup>2</sup>（同870g DWm<sup>2</sup>程度）が報告されている（寺脇ら，2002）。したがって、現存量の多寡を論じる場合、海域の特性だけでなく経年的な変化についても把握する必要があるだろう。

水産生物を育成するアマモ場の役割については、主には餌料供給の観点から評価を試みる調査研究が多

かった(菊池, 1982)。近年, アマモ場がその立体的構造により稚魚の逃避場として実際に機能することが定量的に評価され(Shoji *et al.*, 2007), 肉食魚による捕食を免れるための学習の場としての機能を有することも示唆された(小路, 2009)。また, 熱帯域の海草群落では, 群落構造の違いがそこに生息する魚類相にも影響を与えること等が明らかになった(Hori *et al.*, 2009)。本調査でみられたアマモ場の群落構造や底質環境, およびそれらに深く関与すると思われる海水流動など物理環境の違いは, アマモ場の葉間・葉上, また底質中に生息する動物群にも影響を与えている可能性がある。アマモの特性の多様性に応じてアマモ場の生物育成の機能にも違いがみられるのかは非常に興味深い研究課題であり, アマモ場再生施策にも加えるべき新たな視点であろうと思われる。

## 謝 辞

本調査を実施するにあたり, 御協力いただいた大野町漁業協同組合(広島県), 地御前漁業協同組合(広島県), 沖漁業協同組合(広島県), 阿多田島漁業協同組合(広島県), 東和町漁業協同組合(現・山口県漁業協同組合東和町支店), 柳井市漁業協同組合(現・山口県漁業協同組合柳井市支店), 平郡漁業協同組合(現・山口県漁業協同組合平郡支店)の関係者の皆様に感謝いたします。また, 現地アマモ場の過去の状況について情報をいただきました川端豊喜博士(中国電力(株)エネルギー研究所), 海底の底質について御教示いただいた梶原直人氏(瀬戸内海区水産研究所), 現地潜水調査に御協力いただいた三浦俊一氏(現・水園リサーチ株式会社), 膨大な量のアマモサンプルを処理いただいた新村陽子氏(現・海洋プランニング株式会社), 奥新美鈴氏, 中曾恭子氏にも感謝申し上げます。本調査は, 水産庁委託「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」(平成16~18年度)の一環として実施されました。関係者の皆様方に御礼申し上げます。

## 引用文献

- 阿部真比古・橋本奈央子・倉島 彰・前川行幸. 2004. 三重県松名瀬沿岸におけるアマモ群落の構造と季節変化. *日本水産学会誌*. **70**: 523-529.
- Aioi, K., 1980. Seasonal change in the standing crop of eelgrass (*Zostera marina* L.) in Odawa Bay, central Japan. *Aquatic Botany*, **8**: 343-354.
- 独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所 他. 2005. 水産庁委託 生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業 アマモ類の遺伝的多様性の解析調査 平成16年度報告書. 独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所, 仙台: pp.116.
- 道家章生・井谷匡志・葭谷 護. 2000. 舞鶴湾におけるアマモ群落の特徴-I 密度, 現存量, 草丈組成の季節変化. *京都府立海洋センター研究報告*. **22**: 22-28.
- Duarte, C. M., Chiscano, C. L., 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquatic Botany*, **65**: 159-174.
- 藤原宗弘・山賀賢一・香川哲・末永慶寛. 2009. 瀬戸内海東部の香川県小豆島沿岸における海草の分布とアマモの季節変化. *香川県水産試験場研究報告*. **10**: 9-15.
- Hori, M., Suzuki, T., Monthum, Y., Srisombat, T., Tanaka, Y., Nakaoka, M., Mukai, H., 2009. High seagrass diversity and canopy-height increase associated fish diversity and abundance. *Marine Biology*, **156**: 1447-1458.
- 環境庁自然保護局・財団法人海中公園センター. 1994. 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書 第2巻 藻場(環境庁自然保護局・財団法人海中公園センター編), 東京: pp.400.
- 川端豊喜・長谷川恒孝・富田伸明. 1990. 柳井湾におけるアマモの生長様式とアマモ場造成試験. *沿岸海洋研究ノート*. **27**: 146-156.
- 菊池泰二. 1982. 第2部 アマモ場の魚類群集・動物にとっての藻場の機能. 「海草藻場(特にアマモ場)と水産生物について」(社団法人日本水産資源保護協会編), 東京: pp.49-105.
- 水島敏博. 1985. 野付湾のアマモ現存量と生産量の季節変化. *北海道立水産試験場研究報告*. **27**: 111-118.
- 茂木昭夫. 1971. 第II編 汀線と碎波帯. 「海洋科学基礎講座7 浅海地質学」(大森昌衛・茂木昭夫・星野通平著) 東海大学出版会, 東京: pp.109-252.

- 森口朗彦・高木儀昌. 2005. 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). *水産工学研究所技報*. **27**: 43-60.
- Morita, K., 2000. Restoration of eelgrass bed. *Environmental Science*, **7**: 159-164.
- 向井 宏. 1982. 第1部 アマモ (*Zostera marina* L.) の生態と生理. 「海草藻場 (特にアマモ場) と水産生物について」(社団法人日本水産資源保護協会編), 東京: pp.1-48.
- 内海区水産研究所資源部. 1967. 瀬戸内海域における藻場の現状「瀬戸内海域における藻場の現状」(瀬戸内海水産開発協議会編), 神戸: pp.21-38.
- Nakaoka, M., Aioi, K., 1999. Growth of seagrass *Halophila ovalis* at dugong trails compared to existing within-patch variation in a Thailand intertidal flat. *Marine Ecology Progress Series*, **184**: 97-103.
- Nakaoka, M., Aioi, K., 2001. Ecology of seagrasses *Zostera* spp. (Zosteraceae) in Japanese waters: A review. *Otsuchi Marine Science*, **26**: 7-22.
- 南西海区水産研究所. 1974. 瀬戸内海の藻場—昭和46年の現状—. 水産庁南西海区水産研究所, 広島県佐伯郡: pp.39.
- 大本茂之・鳥井正也・三浦俊一・真鍋康司・西村和雄. 2005. 岡山県日生町地先の造成アマモ場の拡大. *水産工学*. **42**: 75-78.
- Orth, R. J., 1977. Effect of nutrient enrichment on growth of the eelgrass *Zostera marina* in the Chesapeake Bay, Virginia, USA. *Marine Biology*, **44**: 187-194.
- Reusch, T. B. H., Stam, W. T., Olsen, J. L., 2000. A microsatellite-based estimation of clonal diversity and population subdivision in *Zostera marina*, a marine flowering plant. *Molecular Ecology*, **9**: 127-140.
- 鳥袋寛盛・堀 正和・吉満 敏・徳永茂光・猪狩忠光・佐々木謙介・仲岡雅裕・川根昌子・吉田吾郎・浜口昌巳. 2012. 鹿児島湾に生育する一年生アマモ局所個体群間の遺伝的分化. *日本水産学会誌*. **78**: 204-211.
- Shoji, J., Sakiyama, K., Hori, M., Yoshida G., Hamaguchi, M., 2007. Seagrass habitat reduces vulnerability of red sea bream *Pagrus major* juveniles to piscivorous fish predator. *Fisheries Science*, **73**: 1281-1285.
- 小路 淳. 2009. 藻場とさかな—魚類生産学入門—. 成山堂書店, 東京.
- 杉本憲司・平岡喜代典・太田誠二・新村陽子・寺脇利信・岡田光正. 2006. アオサ類の堆積によるアマモ場への影響. *水環境学会誌*. **29**: 269-273.
- 水産庁・マリノフォーラム21. 2007. アマモ類の自然再生ガイドライン. 水産庁, 東京.
- 高橋 暁・湯浅一郎・村上和男・星加 章. 2005. 瀬戸内海の家砂採取周辺海域における透明度の変化と藻場分布の関係. *沿岸海洋研究*. **42**: 151-159.
- 高谷知恵子・齋藤 博・玉置 仁・森口朗彦・吉田吾郎・寺脇利信. 2005. 広島湾における風環境の特徴. *水産工学*. **41**: 271-274.
- 玉置 仁・西嶋 渉・富永春江・寺脇利信・岩瀬晃盛・岡田光正. 2002. 海水の透明度変化がアマモ場面積の消長に及ぼす影響—広島県沿岸域におけるケーススタディー—. *水環境学会誌*. **25**: 151-156.
- 寺脇利信・島谷 学・森口朗彦. 2005. 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.
- 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**: 25-32.
- Uchimura, M., Yoshida, G., Hiraoka, M., Komatsu, T., Arai, S., Terawaki, T., 2004. Ecological studies of green tide, *Ulva* spp. (Chlorophyta) in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea. *Japanese Journal of Phycoogy*, **52** (Supplement): 17-22.
- 上出貴士・吉田吾郎・山内 信・高橋芳明・井関和夫. 2011. 和歌山県田辺湾内ノ浦におけるコアマモの現存量と形態の変化に対する環境要因の影響. *水産増殖*. **59**: 29-40.
- 上井進也・子亀一弘・吉田吾郎・川井浩史・鯉坂哲朗. 2005. アカモク・シダモク種群における集団間の遺伝的多様性について. *月刊海洋*. **37**: 466-470.
- 吉田吾郎・堀 正和・崎山一孝・浜口昌巳・梶田 淳・西村和雄・小路 淳. 2010. 瀬戸内海の各灘における藻場・干潟分布特性と主要魚種漁獲量との関係. *水産工学*. **47**: 19-29.

## Ecological traits and their diversities of five *Zostera marina* populations in and around Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea, Japan

Goro Yoshida<sup>1)</sup>, Terumi Tanimoto<sup>2)</sup>, Satoshi Aida<sup>3)</sup>, Atsushi Kajita<sup>4)</sup>,  
Hiroshi Mizutani<sup>4)</sup>, Shigeyuki Omoto<sup>5)</sup>, Kenji Saito<sup>6)</sup>, Akihiko Moriguchi<sup>7)</sup>, Masakazu Hori<sup>1)</sup>,  
Masami Hamaguchi<sup>1)</sup> and Toshinobu Terawaki<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea,  
Fisheries Research Agency, Hatsukaichi, Hiroshima 739-0452, Japan

<sup>2)</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology,  
Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-0046, Japan

<sup>3)</sup> Fisheries & Marine Technology Center, Hiroshima Prefectural Technology Research Institute,  
Kure, Hiroshima 737-1207, Japan

<sup>4)</sup> Aquatic Research Inc., Hiroshima, Hiroshima 730-0052, Japan

<sup>5)</sup> Eight-Japan Engineering Consultants Inc., Okayama, Okayama 700-0087, Japan

<sup>6)</sup> National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency,  
Yokohama, Kanagawa 236-0004, Japan

<sup>7)</sup> National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency,  
Kamisu, Ibaraki 314-0408, Japan

**Abstract** Ecological traits of five *Zostera marina* populations in and around Hiroshima Bay were investigated in a luxuriant season of 2004. Study sites were located at the most inner (Ajina; St.1), center (O-kurokami-jima; St. 2) and near the mouth area (northern coast of Yahiro-jima; St. 3) of Hiroshima Bay, and at the inner area (Ihono-sho; St. 4) and the outside (Heigun-jima; St.5) of Yanai Bay which is the strait adjacent to Hiroshima Bay. The distribution depth (C.D.L.) was different among the populations. The lower depth of *Zostera* distribution was limited to 1-2 m at St.1 and 2 by algal-mat of *Ulva* spp. and other macroalgae, though it was 4-6 m at St. 3-5. Mean biomass was ranged in 120-180g DWm<sup>-2</sup>, but shoot size and density was different among the populations. Mean density ranged between 88-278 shoots m<sup>-2</sup>, and the populations at St.3 and 5 exhibited higher densities with smaller shoots especially in shallow stands of the two population. These stands also exhibited higher proportion of below-ground biomass to total biomass. On the contrary, populations in inner areas (St. 1 and 4) exhibited lower density with larger shoots. Physical conditions such as water motion induced by waves were different among the habitats which were shown in grain size compositions of the sediments, and this could affect the ecological traits of each *Z. marina* population.

**Key words:** biomass, density, local population, seagrass, *Zostera marina*