

## 浚渫跡地での埋め戻しによるアマモ場の回復

杉本 憲 司\* 平岡 喜代典\* 谷田 和 夫\*\*  
 寺脇 利 信\*\*\* 岡田 光 正†

### Restoration of Eelgrass (*Zostera marina* L.) Beds by Filling up Borrow Pits with Natural Sediment

Kenji SUGIMOTO\*, Kiyonori HIRAOKA\*, Kazuo TANIDA\*\*,  
 Toshinobu TERAWAKI\*\*\* and Mitsumasa OKADA†

\* Hiroshima Environment and Health Association, 9-1 Hirosekitamchi Naka-ku, Hiroshima 730-8631, Japan

\*\* Chugoku-Shikoku Defense Bureau, Ministry of Defense, 6-30 Kamihattayobori, Naka-ku, Hiroshima 730-0012, Japan

\*\*\* National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency, 7620-7 Hasaki, Kamisu, Ibaraki 314-0408, Japan

† Graduate school of Engineering, Hiroshima University, 1-4-1 Kagamiyama, Higashihiroshima 739-8527, Japan

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate the restoration of eelgrass (*Zostera marina* L.) beds by filling up borrow pits along the coast of Iwakuni, in the Seto Inland Sea, Japan. We constructed an eelgrass habitat at the edge of previously constructed borrow pits in eelgrass beds by filling up the pits with natural sediment. We monitored sand movement, underwater irradiance and eelgrass shoot density in the constructed and natural habitats. Sand movement in the constructed habitat was from -8 cm to 9 cm, which is slightly different from that in the natural habitat. The averaged underwater irradiance in the constructed habitat was more than 3 mol photons·m<sup>-2</sup>·day<sup>-1</sup>, which was the amount necessary for eelgrass. Eelgrass disappeared after typhoon occurrences in 2004-2006, whereas seedlings of eelgrass have continuously appeared in the constructed and natural habitats every winter. These results suggest that the restoration of eelgrass habitats by filling up borrow pits is a useful technique for eelgrass bed restoration.

**Key words :** *Zostera marina*, restoration, zostera bed, typhoon, disturbance

#### 1. はじめに

アマモ場は、高い一次生産性を示す場所であるとともに、多様な生物を育む場所である。また有用魚介類の生育場所や産卵・育成の場として知られる<sup>1-3)</sup>。ところが、アマモなどの海草の生育地は、20世紀に入って埋立や水質汚濁などにより世界各地で衰退している<sup>4,5)</sup>。瀬戸内海では、1960年には23,600haのアマモ場が分布していたが、1980年には6409haと1/4近くにまで減少した<sup>6)</sup>。そのため、各地でアマモ場の回復事業が行われてきた<sup>7)</sup>。しかしながら、人工アマモ場については、期待されたほどの成果が得られていない事業も多く<sup>7,8)</sup>、成功したとされる事業についても、長期にわたってモニタリングした事例は少ない<sup>9)</sup>。これまで、アマモ場の再生は、移植や播種によって行われてきたが、これらの手法は光条件や砂面変動など生育適地の存在を前提としている。生育に適した環境であれば、アマモの生育は可能であるが、十分な種子供給がない場所では、台風などによって消失すると、アマモの回復が不可能となる<sup>7)</sup>。アマモ場の再生においては、台風などの自然撓乱<sup>10-13)</sup>によ

ってアマモが一時的に消失しても、天然アマモ場と同様、播種や移植を行わなくても自然に回復(以下、自律的に回復)する能力を有していることが重要である。

山口県岩国市地先には、戦前に浚渫された窪地がアマモ場の中や隣接地に3 ha以上残っている。こうした窪地は、埋め戻しによって元の状態に戻すことにより、生育適地の回復がしやすいだけでなく<sup>14)</sup>、周囲からの種子供給も期待できる。前報<sup>15)</sup>で、アオサの増加によって消失したアマモが、自律的に回復することを示したが、周辺の天然アマモ場も含めてアマモは完全に消失しなかった。また、毎年の自然撓乱によって繰り返し消失したアマモが自律的に回復するかは分かっていない。

そこで、浚渫跡地での埋め戻しによって自律的に回復するアマモ場の自然再生を目的として、岩国市地先にある浚渫跡地の一部を埋め戻し、砂面変動、アマモの生育状況等をモニタリングし、天然アマモ場との比較によって浚渫跡地での埋戻しによるアマモ場形成の可能性について検討を行った。

\* (財)広島県環境保健協会 〒730-8631 広島市中区広瀬北町9-1

\*\* 防衛省中国四国防衛局 〒730-0012 広島市中区上八丁堀6-30

\*\*\* (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

† 広島大学大学院工学研究科 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1

2. 方 法

2.1 研究対象水域

研究対象水域は、広島島の西部海域に位置する山口県岩国市地先の海域である (Fig.1)。浚渫跡地の面積は約2ha、水深はおおむねD.L.-1~-3mである。2000年6月に浚渫跡地の沖側を地盤高D.L.-1m程度まで嵩上げし、埋め戻し試験地を造成した(以下、造成生育地)。埋め戻し材料としては、埋立計画地内のアマモが生育していた場所の底質が用いられた。面積は約600m<sup>2</sup>であり、この中に2m×2mのコドラートを10箇所設定し、四隅に鉄筋杭(直径1cm;長さ1.5m;鉄製)を差し込んだ。また、周辺には天然アマモ場が近接しており、1999年9月の台風18号の襲来によって消失したアマモの生育地(以下、天然生育地)にも同様なコドラートを5箇所設置した(Fig.1)。水深は、D.L.-0.7~-0.8m程度である。なお、前報<sup>15)</sup>のとおり、これらのコドラートのうち、造成生育地では8コドラート、天然生育地では4コドラートに移植と播種を行った。また、アマモの出現範囲と出現頻度を調べるために、2004年10月に造成生育地に17コドラート×3ライン(B,C,D)の56コドラート、天然生育地に17コドラート×1ライン(A)の17コドラートを追加した。なお、コドラートは消波ブロックから3mほど離れた地点から設置した。

2.2 砂面変動と水中光量の変化

砂面変動の観測には、光電式砂面計(三洋測器社製,SPM7型)を用い、造成生育地と天然生育地にそれぞれ設置し10分間隔で連続観測を行った。水中光量の測定については、ワイパー付き光量子計(三洋測器社製,MPQ-1)を用い、受光部の高さが海底から約30cmの位置となるように固定し10分間隔で観測した。

2.3 アマモのモニタリング

コドラート内においてアマモの株密度をおおむね2ヶ月

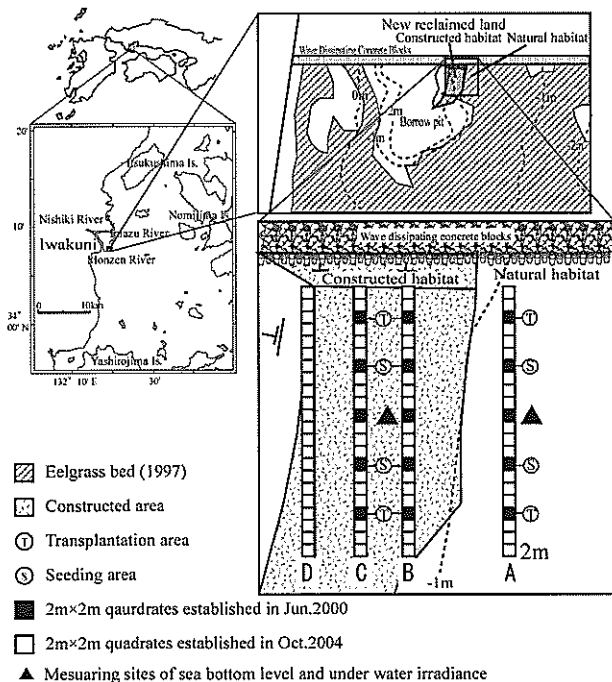


Fig.1 Map of study location on the coast of Iwakuni, Yamaguchi Prefecture. Small squares indicate 2m×2m quadrates.

に1回の頻度でモニタリングした。アマモは、栄養株の分枝と種子による繁殖によってアマモ場を形成する。特に、種子による繁殖は、新たな生育地でのアマモ場形成に重要である。そこで、株数の計数に際しては、栄養株と実生株を区別して数えた。実生株については、草丈が10cm以下、葉幅が2mm以下、葉の枚数が2枚以下のものと定義して数えた。

3. 結果と考察

3.1 造成生育地と天然生育地における砂面変動と水中光量の比較

砂面変動と水中光量は、アマモの分布の上限と下限を制限する最も重要な要因である<sup>16,17)</sup>。Fig.2に造成生育地と天然生育地での砂面変動を示す。観測期間中の砂面変動は、開始日の砂面を0cmとすると造成生育地で-8cm~9cm、天然生育地で-8cm~7cmであり、ほぼ同様な変化を示した。台風襲来時の砂面変動についても、前日の砂面との比較で見ると、造成生育地と天然生育地のいずれもほぼ10cm前後の短期変動を示した。

Fig.3は造成生育地と天然生育地での海底水中光量である。水中光量は、水深の浅い天然生育地で高くなる傾向にあった。1日の平均水中光量は、それぞれ4.1mol·photons·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>、5.1mol·photons·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>であり、いずれもアマモの生育に必要なとされる3mol·photons·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup><sup>18)</sup>を上回っていた。

このように、造成生育地の砂面変動は天然生育地と大きな差はなかった。また、水中光量は天然生育地よりもやや低かったが、アマモの生育が可能な光条件にあったと考えられる。

3.2 アマモ生育状況と台風の影響

Fig.4は、2000年6月に設置した造成生育地と天然生育地

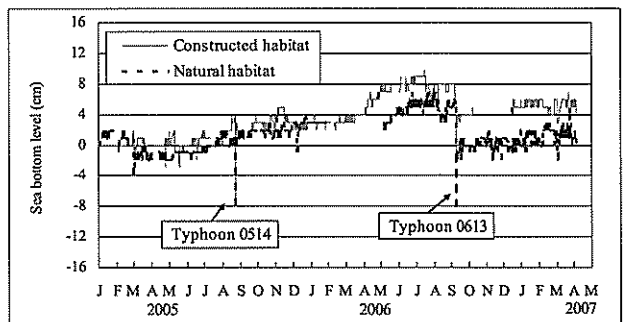


Fig.2 Changes in sea bottom level at constructed and natural habitats.

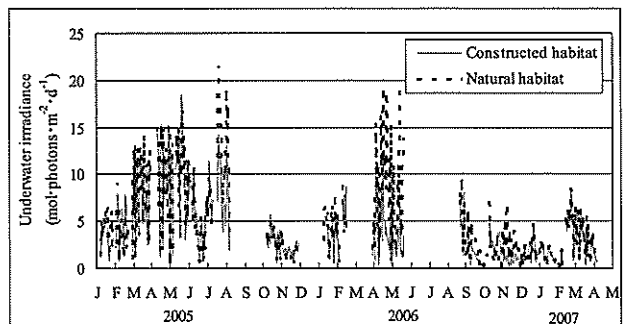


Fig.3 Changes in underwater irradiance at constructed and natural habitats.



た。2006年9月の台風0613襲来後、12月には再び消失し、2007年3月には造成生育地(D)のみでアマモが出現した。

このように、造成生育地では、アマモが台風により消失しても繰り返し出現し、天然アマモ場と同様な自立的に回復力をもつと判断された。

### 3.3 台風の襲来とアマモの実生株密度の変化

アマモは、栄養株の地下茎の生長・分枝による無性生殖と、花枝と呼ばれる生殖株からの種子による有性生殖とがある。アマモの新たな生育地への分布拡大や消失後の回復は、花枝からの種子散布に依存する。種子から生育した株は、1年生のアマモを除くと、その年には種子を産出しない。岩国市地先のアマモは、多年生のアマモであり、種子の散布は春～初夏にかけて行われる。花枝からの種子の散布範囲は、おおむね数m以内とされるが、花枝ごと流失すると流れによっては遠方へと運ばれる<sup>19)</sup>。

Fig.7は2004年～2007年の2月における実生株密度の変化を示したものである。台風0418襲来前の2004年2月には、造成生育地、天然生育地ともに平均で約6株・m<sup>2</sup>を数えた。台風0418襲来後の2005年2月においても、造成生育地で約6株・m<sup>2</sup>、天然生育地で約4.8株・m<sup>2</sup>と、これ以前と大きな差はなかった。これは、台風0418襲来前に既に種子が散布されていたことによるものであり、両生育地への種子の供給量は、2003年、2004年ともに大きな差がなかったと推察される。2005年9月の台風0514の襲来によって、アマモは消失し(Fig.4)、2006年2月には実生は1株・m<sup>2</sup>以下と著しい減少を示した。台風0613襲来後の2007年2月には、実生株は出現しなかった。

近隣の大野町産アマモについては、種子から発芽した株は、その年には花枝を形成せず、発芽後2年目から毎年花枝を形成することが水槽試験で観察されている<sup>20)</sup>。2年連続の台風による周辺アマモ場の衰退は、花枝の形成率の低下を招き、種子供給量の減少によって実生株の出現も少なくなったと考えられる。造成生育地では、天然アマモ場と同様、台風襲来のために実生株が減少しているが、アマモは繰り返し出現している。これは、浚渫跡地での埋め戻しが、自立的に回復するアマモ場再生に有効な手法であることを示している。

### 4. ま と め

周囲からの種子供給が期待できる岩国市地先の浚渫跡

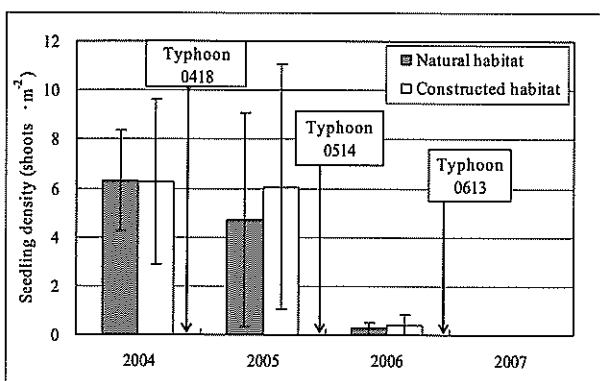


Fig.7 Seedling density at constructed and natural habitats in February 2004-2007. Data are means ± S.D..

地において、埋め戻しによるアマモ場の自然再生の可能性を検討するため、浚渫跡地の一部を埋め戻し、砂面変動、アマモの生育状況等のモニタリングを行った。その結果、得られた結論は以下のとおりであった。

1) 観測期間中の砂面変動は、造成生育地で-8cm~9cm、天然生育地で-8cm~7cmと、両生育地は比較的似かよった変化を示した。台風襲来時においても、いずれの生育地もほぼ10cm前後の短期変動を示した。造成生育地での水中光量は、アマモの生育が可能な3 mol·photons·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>以上であった。

2) 造成生育地では、アマモが2004~2006年の台風襲来のために消失したが、その後、繰り返し出現した。ただし、毎年、株密度と出現率が低下した。

3) 造成生育地では、天然アマモ場と同様、自立的に回復する能力をもつが、台風襲来のために実生株が減少した。

4) 浚渫跡地での埋め戻しが、自立的に回復するアマモ場再生に有効な手法である。

### 謝 辞

本研究の実施にあたり、ご助言を頂いた広島大学名誉教授吉國洋博士、(財)港湾空間高度化環境研究センター細川恭史博士、元防衛施設技術協会理事長熊谷悟郎先生にお礼申し上げます。

(原稿受付 2007年6月25日)

(原稿受理 2008年2月25日)

### 参 考 文 献

- 1) Kikuchi, T. (1980) Faunal relationships in temperate seagrass beds. In : Phillips, R.C. and McRoy, C.P. (Editors), *Holland book of Seagrass Biology, An Ecosystem Perspective*. Garland STPM Press, New York and London, pp. 153-172.
- 2) Pollard, D.A. (1984) A review of ecological studies on seagrass - fish communities, with particular reference to recent studies in Australia, *Aquatic Botany* 18, 3-42.
- 3) Orth, R.J., Heck, K.L.H., Jr. and Montfrans, J.V. (1984) Faunal communities in seagrass beds: A review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships, *Estuaries* 7, 4A, 339-350.
- 4) Walker, D.I. and McComb, A.J. (1992) Seagrass degradation in Australian coastal waters, Australia, *Marine Pollution Bulletin* 25, 191-195.
- 5) Short, F.T. and Wyllie-Echeverria, S. (1996) Natural and human-induced disturbance of eelgrass, *Environment Conservation* 23, 17-27.
- 6) 寺脇利信 (1999) 藻場の変化, 瀬戸内海, 19, 8-12.
- 7) 平岡喜代典, 杉本憲司, 三浦仁志, 寺脇利信, 岡田光正 (2006) アマモ場再生事例と実証試験に基づくアマモ場再生の検討, 環境科学会誌, 19(3), 241-248.
- 8) Fonseca, M.S., W.J. Kenworthy and G.W. Thayer (1998) Guidelines for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent waters, NOAA, 222pp.
- 9) 藤原宗弘, 山賀賢一, 吉田吾郎, 寺脇利信 (2006) 離岸堤背後域での播種アマモの長期変動, 水産工学, 43(2), pp.173-177.
- 10) 平岡喜代典, 後藤義雄, 寺脇利信, 岡田光正 (2001) 自然的要因によるアマモ場の消滅 - 氾濫河川からの浮泥供給による消滅事例の解析 -, 水環境学会誌, 24(3), pp.153-158.
- 11) Poiner, I.R., Walker, R.I. and Coles, R.G. (1989) Regional

- udies-seagrasses of tropical Australia, *Biology of Seagrasses, A Treatise on the Biology of Sea-grasses with Special Reference to the Australian Region*, 279-303.
- 12) Preen, A.R., Long, W.J.L. and Coles, R.G. (1995) Flood and cyclone related loss, and partial recovery, of more than 1000 km<sup>2</sup> of seagrass in Hervey Bay, Queensland, Australia, *Aquatic Botany*, **52**, 3-17.
- 13) Short, F.T., Ibeling, B.W. and Hartog, C.D. (1988) Comparison of a current eelgrass disease to the wasting disease in the 1930s, *Aquatic Botany*, **30**, 295-304.
- 14) Bradshaw, A.D. (1990) The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystem. In W.R. Joran III, M.E. Gilpin and J.D. Aber (eds.), *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecology Research*, Cambridge University Press, Cambridge, England, pp.53-74.
- 15) 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**(5), pp.269-273.
- 16) 丸山康樹, 五十嵐由雄, 石川雄介 (1987) アマモ場適地選定手法, *海岸工学論文集*, **34**, pp.227-231.
- 17) Duarte, C.M. (1991) Seagrass depth limits, *Aquatic Botany*, **40**, 363-377.
- 18) 平岡喜代典, 杉本憲司, 太田誠二, 寺脇利信, 岡田光正 (2005) 葉上浮泥による光量低下と砂面変動がアマモ場の分布に及ぼす影響—広島湾でのケーススタディー—, *水環境学会誌*, **28**(4), pp.257-262.
- 19) Orth, R.J., Luckenbach, M.L. and Moore, K.A. (1994) Seed dispersal in a marine macrophyte: Implications for colonization restoration, *Ecology*, **75**, 1922-1939.
- 20) 寺脇利信, 吉田吾郎, 三浦正治, 岸田智穂, 玉置仁 (2003) 容積2トン野外水槽でのアマモおよびアカモクの生長と成熟, *藻類*, **51**, 1, 71.