

湖岸の植生復元技術の研究開発

自生する水生植物の育苗と生育調査

寺井学 山本縁 小宮英孝
中本道良 宮岡修二 黒岩正夫

(広島支店児島湖底泥処理JV) (本社土木技術本部環境技術第二部) (本社土木技術本部環境技術第二部)

Research on Methods of Revegetation on Lake Shore

Cultivation and Planting of the Regional Reeds and Investigation after Planting

Manabu Terai Yukari Yamamoto Hidetaka Komiya
Michiyoshi Nakamoto Shuji Miyaoka Masao Kuroiwa

Abstract

In case of conservation, regional endemic species must be used for revegetation to preserve local heredity resources. To ensure successful revegetation, it is better to use big plants with good growth. The shore of Kojima Lake has been reclaimed for mitigation. We provided about 2000 reeds by raising small sprouts from Kojima Lake, developed a revegetation method on the waterfront. In Kojima Lake, the water level is changed every day. A suitable water depth for growth of aquatic plants such as reeds was previously not known. The depth-sounding position suitable for reed was clarified by this investigation.

概要

自然環境の復元・再生を目的とした工事では、地域の遺伝資源の攪乱をまねかないために自生種を植栽する必要がある。また、植栽を成功させるためには、よく生育した大きな植物体を用いた方がよい。児島湖で行った湖岸の自然環境復元工事では、工事で用いる約2,000株のヨシ等の水生植物について、自生種の繁殖可能な小さな部位を採取し、現場内ヤードで十分育成した後に移植を行い、自生種を用いた大規模水辺植生の早期復元技術を開発した。また当該地は水位が管理され変動する条件にあり、ヨシ等の水生植物の生育に適した水深位置が不明であった。移植後の生育調査を行い、ヨシ等の生育に適した水深位置が明らかになった。

1. はじめに

ヨシ(*Phragmites australis*),マコモ(*Zizania latifolia*),ヒメガマ(*Typha angustifolia*)に代表される水生植物群落は、かつて日本の水辺のいたるところで見ることができた。近年、河川・湖沼の護岸工事によって、その生育地は激減し、現在、自然環境の復元のため、全国各地で水辺を造成し水生植物を植栽する試みが行われている。

ヨシは、地下茎による繁殖力が高く、水位変動に対する適応性にすぐれ、生長量も大きいことから、特によく植栽に用いられる。しかし、大規模なヨシ群落の早期復元に関する技術的な知見は少ない¹⁾²⁾。

本稿では、大規模な水辺の環境復元工事に適用可能な、ヨシ等の自生種を用いた水辺植生の早期復元技術について報告する。

2. 試験工事

2.1 経緯

岡山県の児島湖では、農業用水の水質改善を目的とした底泥浚渫処理工事が、国営総合農地防災事業 児島湖沿岸地区として1995(平成7)年度より進められており、浚渫された底泥をフィルタープレスで脱水処理することにより発生する脱水ケーキの有効利用先として緩傾斜の護岸(「干潟」と呼称)を造成するという自然環境に配慮した計画があった。

干潟は、脱水ケーキを撒き出した後、覆砂を行い、水生植物を植栽する計画であった。しかし、覆砂に適した植物種の選定、移植方法、および植栽後の定着などについて不明であった。また、基礎地盤が軟弱であり、脱水ケーキを利用した干潟造成の実施例がなく、波浪の影響による覆砂の長期安定性なども不明であった。

そこで2002年4月より、干潟造成の試験工事を行った。

2.2 試験干潟の形状

造成する試験干潟は、児島湖の北東部の角に浚渫処理工事で造成した土捨場の前面に位置し、形状は、波の入射角及び常時水没する面積等から、幅60m、沖出し100m、地盤高はAP+0.3～+1.3mの範囲、勾配1/100のゆるやかな傾斜である。なお施工時の仕上がり高は、沈下量を見込んだ余盛りを含みAP+0.5～+1.7m、勾配は1/100～1.5/100である。ここでAPとは飽浦(あくら)量水標のことで、東京湾中等潮位(T.P.)より1.333m低位にある。

埋立材料には、浚渫処理で発生した脱水ケーキ(9,830m³)を利用した。ただし脱水ケーキからの栄養塩再溶出の抑制および施工性から、脱水ケーキ上に厚さ50cmの覆砂(4,255m³)が計画され(Fig. 1)、試験干潟の縁辺部は仮設的に砕石(1,090m³)で被覆された。

なお児島湖は、防災と農業用水確保のため管理水位が定められ、水位が6～10月の灌漑期はAP+0.8m、11～5月の非灌漑期はAP+0.5mを超えると退潮時に樋門より放水されている。

2.3 植栽計画

2.3.1 植物種の選定

人工干潟の植栽は、早期に水辺の植物群落を形成させるために、児島湖に自生する大型の抽水植物(根は水底にあり葉や茎の一部または大部分が水面上に出ている水生植物)のヨシ、マコモ、ヒメガマ(Table 1)を選定した。また、それぞれの生育分布特性(Table 2)と干潟の地盤高の関係から、ヨシを主たる植栽種とした。

2.3.2 自生種の利用

植栽する植物は、地域の遺伝資源を攪乱しないために自生種の必要がある。また、早期に水辺群落を形成させるためには、移植後の活着率を高めることが重要であり、十分に生育し養分を蓄えた植物体が必要になる。しかし安易に自生地から大量の植物を採取し移植することは、採取の労力が大きいだけでなく、自生地の環境を損なってしまう自然環境上好ましくない。

そこで、自生するヨシ、マコモ、ヒメガマの繁殖可能な小さな部位を採取し、現場内ヤードで十分育成させた後に移植を行うことになった。

2.3.3 植栽配置

現地は、樋門からの放水により水位が変動する。また、植栽を行った地盤は脱水ケーキの上に50cmの覆砂を行い、水はけがよく貧栄養な状態である。造成した緩傾斜の護岸のどの位置がヨシ等の水生植物の生育適地であるかを明らかにする必要があった。

解決方法として湖岸の傾斜に沿った縦断方向の長さ70mにわたってヨシ等を連続的に植栽し、移植後の生育調査を行った。

全体の植栽配置をFig. 2に示す。前述の湖岸縦断方向の連続的な植栽は、B3,C3,D3である。そのほか植栽方法と植栽密度の比較を行うために、横断方向に、A:ヨシ地下茎入り土のう、B1:ヨシポット苗、B2:ヨシ育成苗、C1:



Photo 1 現場位置図
Site Area

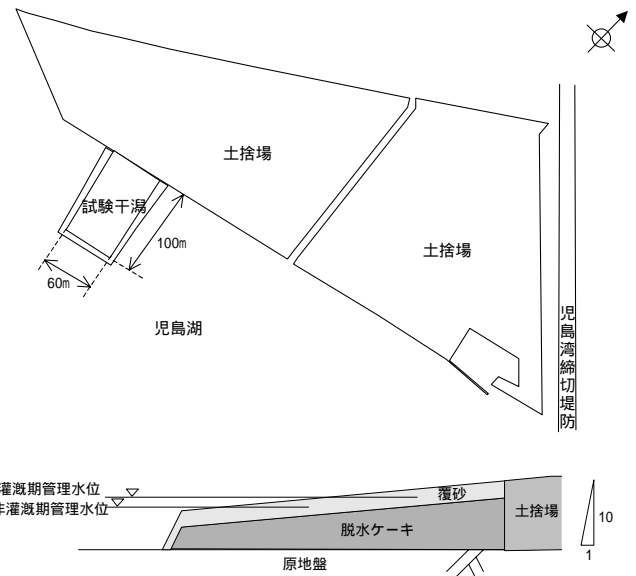


Fig. 1 護岸(試験干潟)形状
Form of the Reclaimed Shore

Table 1 児島湖の主な水生植物³⁾
Aquatic Plants in the Kojima Lake

	抽水植物		浮葉植物	浮遊植物	沈水植物		
	ヨシ・マコモ	ヒメガマ	ヒシ	トチガミ	赤アオイ	リンドウ類	サハモ
1994年 (単位 ha)	7.55	1.06	11.35	1.72	28.27	17.01	6.78

Table 2 抽水植物の生育分布特性^{4) 5) 6)}
Features of Emergent Plants' Distribution

抽水植物の生育分布の特徴	文献
ため池の群落分布調査から 生育限界深度 ヨシ 水深約60cm、マコモ 水深約80cm	浜島(1979)
垂直分布による水草の特徴 抽水植物 千葉県印旛沼などでは岸から湖心に向かってヨシ・マコモ・ヒメガマ・コウホネの順にすみわけがはっきりみられる	大滝(1974)
池沼の植物群落 水辺から池沼の中心にむかって、ヨシ群落、ヨシ・マコモ群落、マコモ群落(ヒメガマ、フトイを含む)の順にならんでいる	奥富(1977)

マコモポット苗, C2:マコモ育成苗, D1:ヒメガマポット苗, D2:ヒメガマ育成苗の植栽を行った。ヨシ地下茎入り土のうは、脱水ケーキをヨシの地下茎とともに土のう袋に入れて移植する方法で、ポット苗は自生種を直径10.5cmのポット苗に仕立てたものである。

また、岡山大学により23種の植物を用いた植栽試験も並行して行われた。

3. 自生種育苗技術の開発

3.1 ヨシの繁殖方法

自生種を移植用に育成させるためには、まず自生種の採取・増殖方法が必要である。ヨシの繁殖方法についてまとめると、

- 1) 種子利用
- 2) 地下茎植え
- 3) 大株植え
- 4) 茎植え
- 5) 株分け
- 6) 浸漬法

の6つの方法に整理された (Fig. 3)。^{7),8),9),10)}

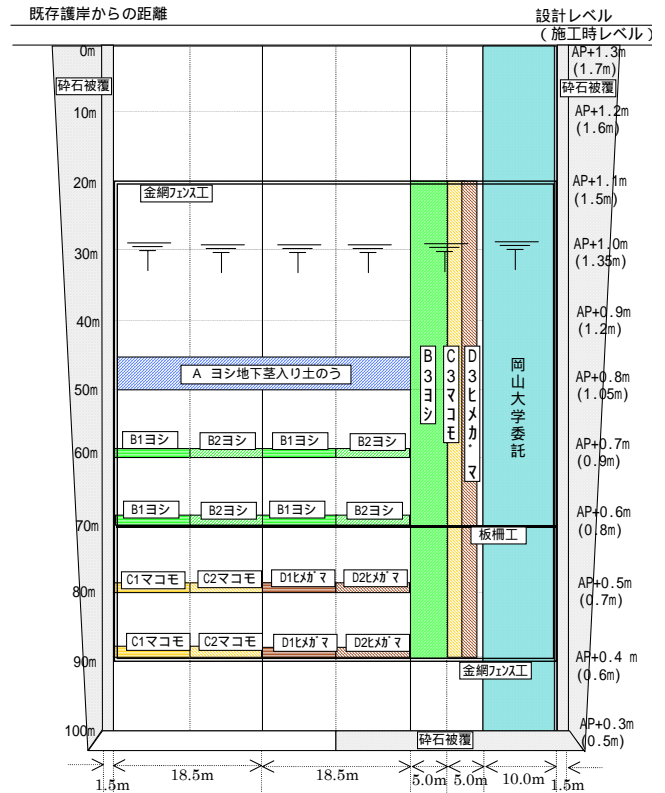
これらの繁殖方法について、移植用のヨシを大量に調達し育苗するためには次の項目が課題である。

- 適期：施工時期の制約が少なく単年度で行えること
- 採取労力：自生種の採取に労力がかからないこと
- 生産数：大量に苗が生産可能であること
- 生長量：育苗中に十分生長すること

繁殖方法と各課題の評価を Table 3 にまとめた。結果、茎植え、株分け、浸漬法の3つ繁殖方法によりヨシの育苗を行った。

3.2 マコモとヒメガマの繁殖方法

マコモとヒメガマの繁殖方法は、春に地下茎や前年の株から出てきた新芽を利用する「株分け」が一般的であ



植栽方法	位置	面積	植栽密度	数量
A ヨシ地下茎入り土のう	横 45-50m	185㎡ (37×5)	2袋 / ㎡	370
B1 ヨシポット苗	横 60m	37㎡	4株 / ㎡	148
B2 ヨシ育成苗	横 70m	4×9.25㎡	2株 / ㎡	74
B3 ヨシ育成苗	縦 20-70m	350㎡ (70×5)	4株 / ㎡	1400
C1 マコモポット苗	横 80m	18.5㎡	4株 / ㎡	74
C2 マコモ育成苗	横 90m	2×9.25㎡	2株 / ㎡	37
C3 マコモ育成苗	縦 20-70m	140㎡ (70×2)	2株 / ㎡	280
D1 ヒメガマポット苗	横 80m	18.5㎡	4株 / ㎡	74
D2 ヒメガマ育成苗	横 90m	2×9.25㎡	2株 / ㎡	37
D3 ヒメガマ育成苗	縦 20-70m	140㎡ (70×2)	2株 / ㎡	280

Fig. 2 植栽配置図
Design of Plantation

Table 3 ヨシ育苗のための繁殖方法まとめ
Evaluation of Breeding Methods for Reed Raising

	適期	採取労力	生産数	生長量	総合判定
種子	11月採取	×		×	×
地下茎植え	3月	×			×
大株移植	3~5月	×	×		×
茎植え	5月				
株分け	3~5月				
浸漬法	7月				

特にすぐれている すぐれている 普通 ×劣っている

工事に使用するヨシは、茎植え、株分けにより数量を確保し、浸漬法は淡水環境保全財団の特許方法であるので方法の確認のみ試験を行った。

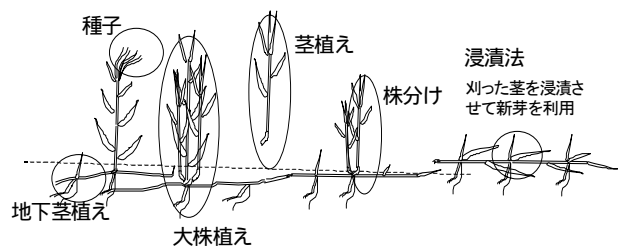


Fig. 3 ヨシの繁殖方法
Breeding Methods for Reed Raising

り,マコモとヒメガマは,株分けによって育苗を行った。

3.3 育苗用施設

育苗用の苗床は,1つの大きさが3.0m×5.0m×深さ30cmで,袋状に加工した防水シートで築造した。苗床には,植物の生育基盤として,脱水ケーキを厚さ20cm程度投入し,ほぐして再泥化させた。児島湖の水をいったん水槽(1.2m×2.4m×1.2m,容量約3t)に貯め,自然流下で配水するようにし,約5cmの水深を維持するようにした(Fig.4)。3つの苗床を直列に並べ,オーバーフロー水は,次の苗床へ流れるようにした。これを5つ並列にし,合計15ヶ設けた。

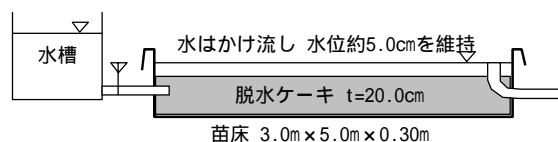


Fig. 4 育苗床断面模式図
Cultivation Bed

3.4 育苗・移植試験

2002年5月~12月の間,効率的な育苗・移植方法の開発のために次の調査を行った。

1) ヨシ繁殖方法の比較

各繁殖方法を苗の生育により比較

浸漬法の新芽発生率調査

2) 育苗の効率化

再株分けの可能性を調査

増苗率の実績調査

ヨシ,マコモ,ヒメガマの生育形態調査

3) 移植作業時の留意点

3.5 結果と考察

3.5.1 ヨシの繁殖方法

どの方法も苗床へ植え付け後の活着は100%であった。ヨシの3つの繁殖方法と苗の生育についてFig.5(調査数は各10個体)に示す。5月末から行ったヨシの茎植え,株分けは,10月には十分に生育したヨシ苗が得られた。7月から開始した浸漬法も10月には移植可能な苗が得られた。ただし,茎植えや株分けの苗よりも大きさは劣った。

2001年に行った浸漬法の予備試験の結果から,当初は浸漬法によるヨシの短期大量育苗を期待していた。ところが茎1本当たり5ヶ以上新芽が発生する茎がある反面,新芽が発生しない茎もあり,全体では茎1本当たり2.43ヶの新芽発生率であった。

結果,採取地のヨシ群落の状態と育苗着手の時期を考慮して,茎植え法,株分け法,浸漬法を組み合わせる短期間にヨシの繁殖を効率的に行えることが分かった。

3.5.2 育苗中の生育調査

試験的に育苗中の苗を株分けして苗床に植え付けたところ,7月いっぱいまでは,再株分けによって苗を増やし10月には移植可能な苗にできることが分かった。育苗期間中に株分けを行うことによって,自生地から採取する数量を減らすことが可能である。

育苗期間中の増苗率をTable4に示す。育苗用苗床への植え付け本数から,育苗後,移植用に掘り取った苗株数の増苗率実績は1.5~2.7の範囲であった。植付け時の本数を少なくし,育苗中の再株分けを効率よく行った場合,

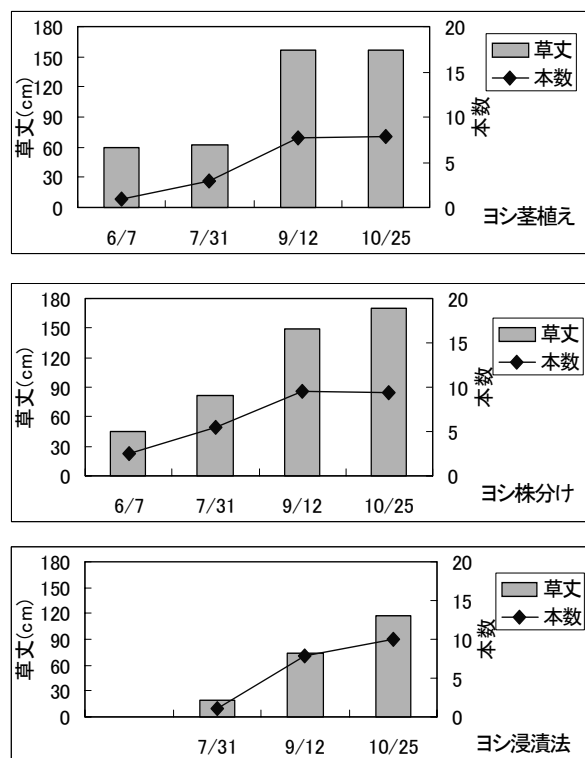


Fig. 5 ヨシ繁殖方法と苗の生育
Reeds Growth by Breeding Methods

Table 4 育苗中の増苗率実績
Results of Multiplication Rate under Raising

	植付け時本数 (A)	育苗後の苗株数 (B)	増苗率 (B)/(A)
ヨシ	14本/m ²	21株/m ²	1.5
マコモ	9本/m ²	18株/m ²	2.0
ヒメガマ	9本/m ²	25株/m ²	2.7

増苗率は3.0~5.0程度にできると考えられる。

ヨシ,マコモ,ヒメガマの生育形態について Fig.6に示す。ヨシは植付け位置で分けつし本数を10本程度に増やすほか,地下茎によって2~3ヶ所新たに株を増やした。マコモは植付け位置で分けつし本数を10数本~20本に増やし大きな株に叢生した。マコモは当年生の地下茎から芽をだすことはほとんどなかった。ヒメガマは,植付け位置で2,3本分けつし,地下茎から4,5ヶ所新たに株を増やした。

これらの生育形態の特徴から,移植時に掘り取りやす

い苗に仕立てるためにマコモは育苗期間中の再株分けを実施すべきこと、ヒメガマの苗床への植え付け本数は少なくてよいことが分かった。

3.5.3 移植作業

移植作業は2002年12月、次の手順で効率的に行うことができた。

- 1) あらかじめ苗床の水位を落とし乾地化させる。
- 2) 地上部を40cm程度残して刈り取る。
- 3) 苗を20cm×20cm×12cmのブロック状に用土（脱水ケーキ）ごと切り出す。
- 4) 生分解性の袋に入れて運搬する。
- 5) 植穴を掘り、生分解性の袋ごと移植する。

3.6 発芽試験

育苗試験では、工期の制約から種子の利用は行わなかった。種子の利用は、生長に時間がかかる反面、採取が容易で大量増殖が可能である。そこで、ヨシ、マコモ、ヒメガマ種子の発芽試験を2003年5月に行った。種子は2002年11月、育苗中の個体から採取したもので、試験開始まで冷蔵庫で保管した。試験は25一定、40日で終了した。結果は、ヨシの発芽率は39%、ヒメガマは13%、マコモは0%であった。ヨシとヒメガマは種子利用の可能性が示された。マコモの発芽には冷水浸漬処理が必要という報告があり¹¹⁾、マコモの種子利用は難しいことが分かった。

3.7 まとめ

防水シートで築造した苗床に脱水ケーキをほぐし入れ、絶えず水をかけ流した状態で、ヨシ、マコモ、ヒメガマを株分け等により育苗し、5月からの半年間で十分に生育した移植用の苗を生産する自生種の育苗技術を開発した。

必要数の2~3割の繁殖可能な小さな自生種の部位が採取できれば、ヨシ、マコモ、ヒメガマの地下茎伸長と新芽発生の生育形態の特徴を考慮して、育苗期間中に再度株分けを行うなどの効率的な増殖を行い、数量を確保できる。また、1年半以上の育苗期間が見込める場合は、ヨシとヒメガマは種子利用も可能である。

4. 移植後の生育調査

4.1 児島湖の水位変動

2003年の児島湖水位の日平均、旬平均の変化をFig. 7に示す。2003年1月~8月のデータは樋門中央管理所、9月~12月は試験干潟近傍での自記式水位計（miniTROLL In-Situ Inc.）の測定による。なお午前9時~翌午前8時59分までの平均値を1日のデータとした。

4.2 生育調査

2003年4月~9月の毎月、移植した植物の生育調査を行った。湖岸の縦断方向の長さ70mに連続的に植栽を行っ

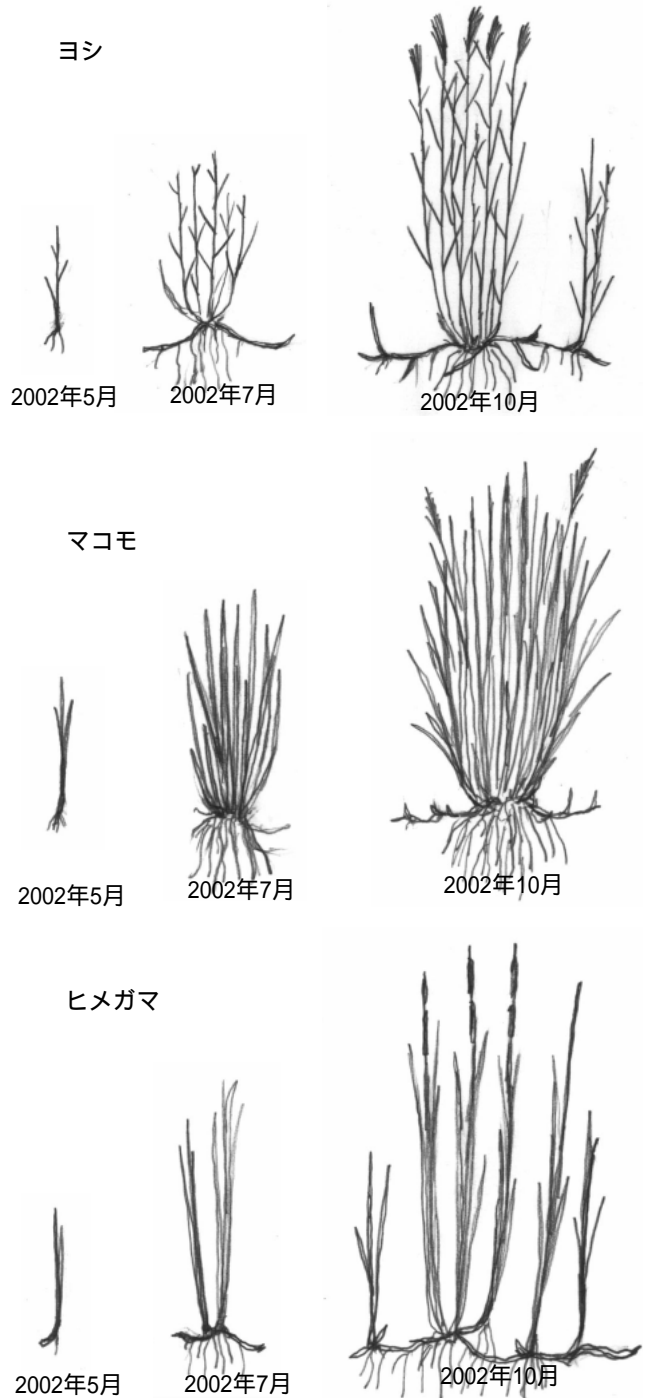


Fig. 6 水生植物の生育形態
Growth Situation of Aquatic Plants

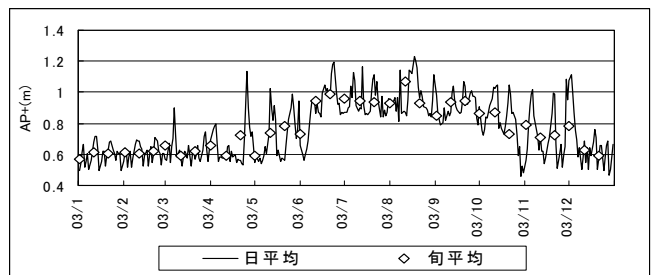


Fig. 7 児島湖の水位変化
Water Level of the Kojima Lake

た場所では25m地点～85m地点の5m間隔13地点,1地点につきヨシ8株,マコモ,ヒメガマは各2株の草丈,本数(マコモについては,本数の代わりに株直径)を計測した。横断方向の植栽場所でも,同様の調査を行った。

4.3 結果

移植した自生種苗の活着率は,ほぼ100%であった。縦断報告の生育調査の結果をFig. 8～10に示す。

ヨシは,55m～65m地点にかけて生育がよく,この地点は夏季の平均水位付近であり,地盤高はA P+0.85～1.00mであった。マコモは,70m地点以遠の生育がよく,生育のよかった地盤高はA P+0.60～0.80mであった。ヒメガマは,75m地点以遠の生育がよく,生育のよかった地盤高はA P+0.60～0.70mであった。

調査地点の地盤高と植栽適地の関係をFig. 11に示す。児島湖におけるヨシ等の生育に適した水深位置が明らかになった。

また,横断方向の植栽場所の調査結果から,ヨシ4株/m²,マコモとヒメガマは2株/m²の植栽密度の妥当性が示された。

5. おわりに

自生するヨシ等を現場で育苗することによって大規模な水生植物群落を早期に復元する技術を開発した。本稿が類似の水辺植生復元事業の参考になれば幸いである。

謝辞

本研究開発は,国営農地防災事業 児島湖沿岸地区で計画された人工干潟にかかる試験工事の一部として実施されたものであり,中国四国農政局 山陽東部土地改良建設事務所(現 児島湖沿岸農地防災事業所),岡山大学 環境理工学部 足立教授,同 沖教授,及び児島湖底泥処理共同企業体工事事務所等,関係各位のご配慮とご協力に謝意を表します。

参考文献

- 1) 田中周平,ヨシの生育影響要因と植栽条件に関する研究,立命館大学大学院 博士論文 170p. (2002)
- 2) 吉良竜夫,ヨシの生態おぼえがき,琵琶湖研究所報告 9 (1991)
- 3) 農村環境整備センター,平成8年度児島湖沿岸農地防災事業干潟造成工計画検討委託業務報告書,児島湖の水生物 pp.15-16 (1997)
- 4) 浜島繁隆,池沼植物の生態と観察,ニューサイエンス社, p.48 (1979)

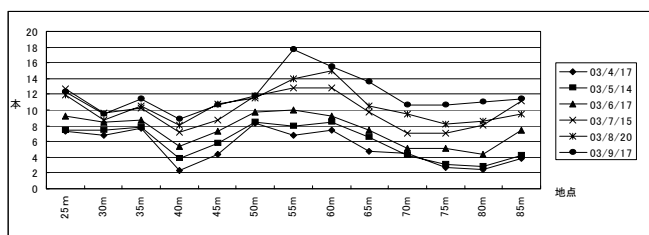


Fig. 8 ヨシの生育結果 本数
Number of Stem *Phragmites australis*

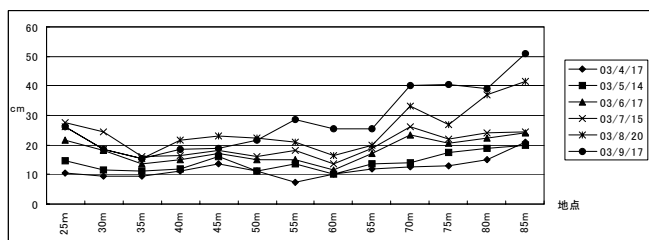


Fig. 9 マコモの生育結果 株直径
Diameter of Stock *Zizania latifolia*

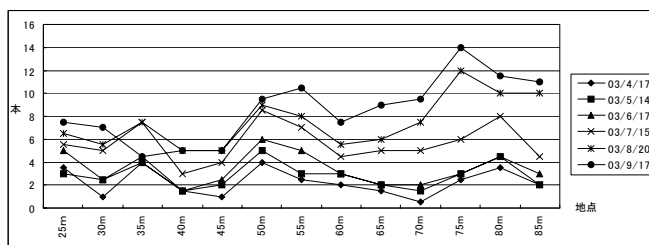


Fig. 10 ヒメガマの生育結果 本数
Number of Shoot *Typha angustifolia*

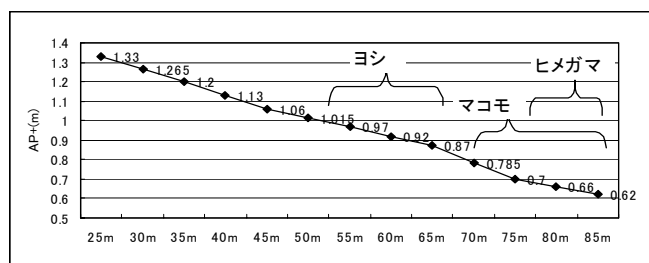


Fig. 11 調査地点の地盤高と植栽適地
Level and Suitable Zone of Aquatic Plants

- 5) 大滝末男,水草の観察と研究,ニューサイエンス社, pp.7-9 (1974)
- 6) 奥富清,池や沼の植生,日本の植生,学習研究社, pp.60-61 (1977)
- 7) 桜井善雄,抽水植物の植栽方法,最先端の緑化技術,ソフトサイエンス社, pp.205-207 (1989)
- 8) 桜井善雄,ヨシ群落の復元,続水辺の環境学,新日本出版社, pp.49-58 (1994)
- 9) 淡海環境保全財団ヨシの増苗方法,特許 第2637932号 (1997)
- 10) 内田泰三・丸山純孝,ヨシの幼苗生産に関する新たな試み,日本緑化工学会誌 24(2) (1998)
- 11) 入山義久・寶示戸貞雄・高山光男,水湿地植物マコモの採種発芽育苗方法に関する研究,日本緑化工学会誌 27(1) (2001)