

航走波を受ける感潮河川低水護岸への ヨシ植栽実験について

REED PLANTATION TEST IN THE RIVER SHORE
UNDER THE INFLUENCE OF TIDE AND SHIP WAVE

望月美知秋¹・後藤克史²・安住欣哉³

Michiaki MOCHIZUKI, Katsushi GOTO, Kinya AZUMI

¹国土交通省 関東地方整備局 企画部 技術管理課 (〒330-9724 埼玉県大宮市北袋町 1-21-2)

²正会員 工修 株式会社大本組 技術本部 (〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-17-3)

³繊維土木開発株式会社 (〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-2-16)

Field test of Reed plantation used the plantation bags was conducted in the river shore under the influence of tide and ship wave. The size of plantation bag was 100cm long × 50cm wide × 30cm thick. Soil and reed subterranean stems were packed in the bags and these were covered with the protecting sheet against erosion. After being laid on the major bed for a while, these were moved to the waterside of the shore. The application of this plantation method was estimated whether new germination of reed which had been shifted away the waterside was found or not. We had laid the bags on the major bed from August to May. This germination was expected in the next spring after the rest period.

As a result, it was confirmed that the reed plantation had been shifted away the waterside 40cm in depth at high tide grew up well, and new seeds were germinated in the March of two years later.

Key Words : ship wave, tidal wave, river shore, reed, plantation bag

1. はじめに

近年、「多自然型川づくり」を基本とする河川整備事業が全国各地で取り組まれている。

多自然型川づくりは、必要とされる治水機能を確保しつつ、自然環境をできるだけ改変しないよう配慮し、良好な河川環境の保全・復元を目指す川づくりである。また、良好な河川環境が人為的な影響を受けて大きく改変された場所においては、もとの状態にできるだけ近づくよう努めることも重要となっている。ただし、整備対象となる場所の河道特性、地域特性は様々であり、当然ながら「多自然型川づくり」の取り組みも一律一様ではない。

著者らは、このような取り組みの一環として、航走波と干満の影響を受ける低水護岸に対し、箱形袋体によるヨシ植栽の現地実験を行った。

一般に、植栽直後の植物は根付きが不安定であり、波浪等の影響を受ける環境下では良好な植生が期待できない。箱型袋体によるヨシ植栽は、水際に直接ヨシを植栽

するのではなく、まず箱型の袋体にヨシを移植し、波浪の影響を受けない河川敷等でヨシが根付くまで仮置・養生した後、袋体ごと水際に設置する方法である。

本稿では、この方法における仮置・養生から水際設置後にかけての約1年半観察したヨシ生育状況の変化ならびにその適用性について報告する。

2. 実験の概要

実験の対象とした荒川下流部は、干満差2mの感潮域であり、その河岸は油運搬船や水上バスの航行に伴う航走波(波高50cm程度)を頻繁に受けている(写真-1参照)。

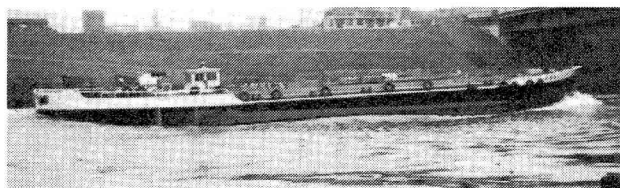


写真-1 航行船舶

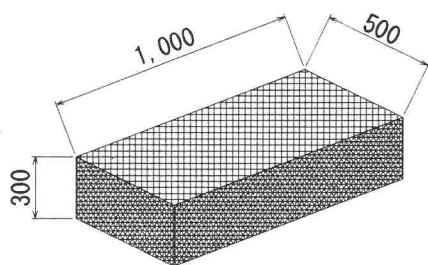


図-1 袋体の形状

表-1 袋体の比較ケース

ケース	袋体No.	化成肥料
A	①	添加
	②	
無対策	③	無添加
B	④	
C	⑤	添加
	⑥	
D	⑦	添加
	⑧	

このため、袋体上面にいくつかの侵食対策を講じ、それぞれについてヨシの植生状況を比較することとした。

(1) 袋体の構成

実験に使用した袋体の形状を図-1に示す。

袋体の側面および底面は、内側に吸出し防止シート（透水係数 $3.5 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ ）、外側にポリエチレンネット（目合い4mm）の2重構造になっている。蓋となる上面はヨシの発芽を阻害しないように目合い15mm程度のポリエチレンネットとした。

(2) 侵食対策の比較ケース

侵食対策として以下の4ケースを比較した。

A：ポリエステル製すだれ状吸出し防止シート

B：ヤシ繊維マット（ $t=10\text{mm}$ ）

C：低アルカリ表層固化処理

D：ポリエチレンネット（目合い4mm）

ここで、ケースAは、幅1mm程度のポリエステル繊維がすだれ状に編まれたもので、ヨシの発芽を阻害することはない。ケースCは、ヨシの発芽が阻害されるおそれはあるものの、表層部（5cm程度）の土壌を軟固化させることで土壌流出を抑制する。また、ケースA、CおよびDについては化成肥料（N:P:K=8:8:8）を1袋体（300kg）当たり100g添加した。この施肥効果を確認するため、ケースBについては無添加とした。

表-1に比較ケースの一覧を示す。

表-1のケース欄にある「無対策」（袋体No.③）は、高水敷に存置させるもので、侵食対策がヨシの発芽に与える影響を評価するための基準とした。

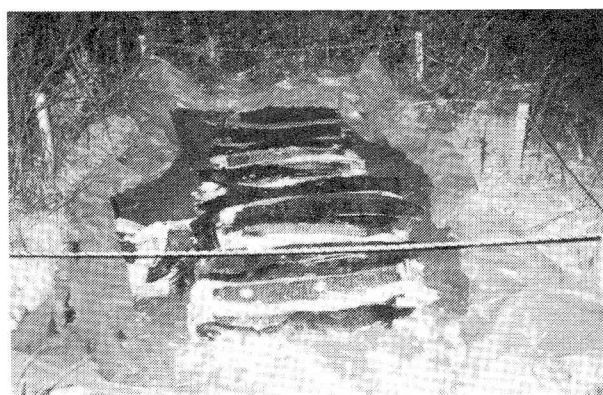


写真-2 植生袋体の仮置・養生状況

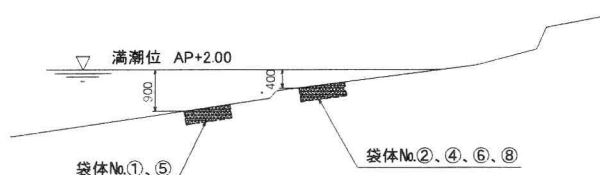


図-2 植生袋体の水際設置位置

(3) 実験要領

袋体へのヨシ移植は地下茎植えとし、土壌と地下茎は河川敷に自生するヨシ原から採取した。地下茎は長さ50cm程度で切断し、1袋体に5本ずつ深さ10cm程度のところに敷きならべた。

土壌ならびに地下茎の充填後、表面に侵食対策用の吸出し防止シート等を敷設し、目合い15mm程度のポリエチレンネットで閉塞した。なお、ケースDについては目合い4mmのポリエチレンネットを蓋として閉塞した。

仮置・養生は、高水敷に設けた深さ40cm程度のくぼ地にビニルシートを敷き、その上に袋体を配置して周囲を埋め戻した。袋体をくぼ地に仮置したのは、増水時における袋体の流出を回避するためである。また、当時は日平均気温が30℃近くにまで達していたため概ね3日に1回散水した。袋体の設置面に敷設したビニルシートは養生地における保水性を高めるためである。

仮置・養生開始後、概ね2週間に1回の割合でヨシの植生状況を観察した。観察内容は、袋体別に本数と1本ずつの高さを計測した。

水際への移設時期は、袋体の地下茎から再生したヨシの生育状況に応じて判断した。客観性に欠けるところではあるが、高さや茎の太さが自生ヨシに対して極端に劣らないこと、また、水際設置後の満潮時でも地上茎の一部が気中に出る高さにまで成長していることの2点を一応の目安とした。

設置位置は、図-2のとおり2ヶ所に分けて比較した。

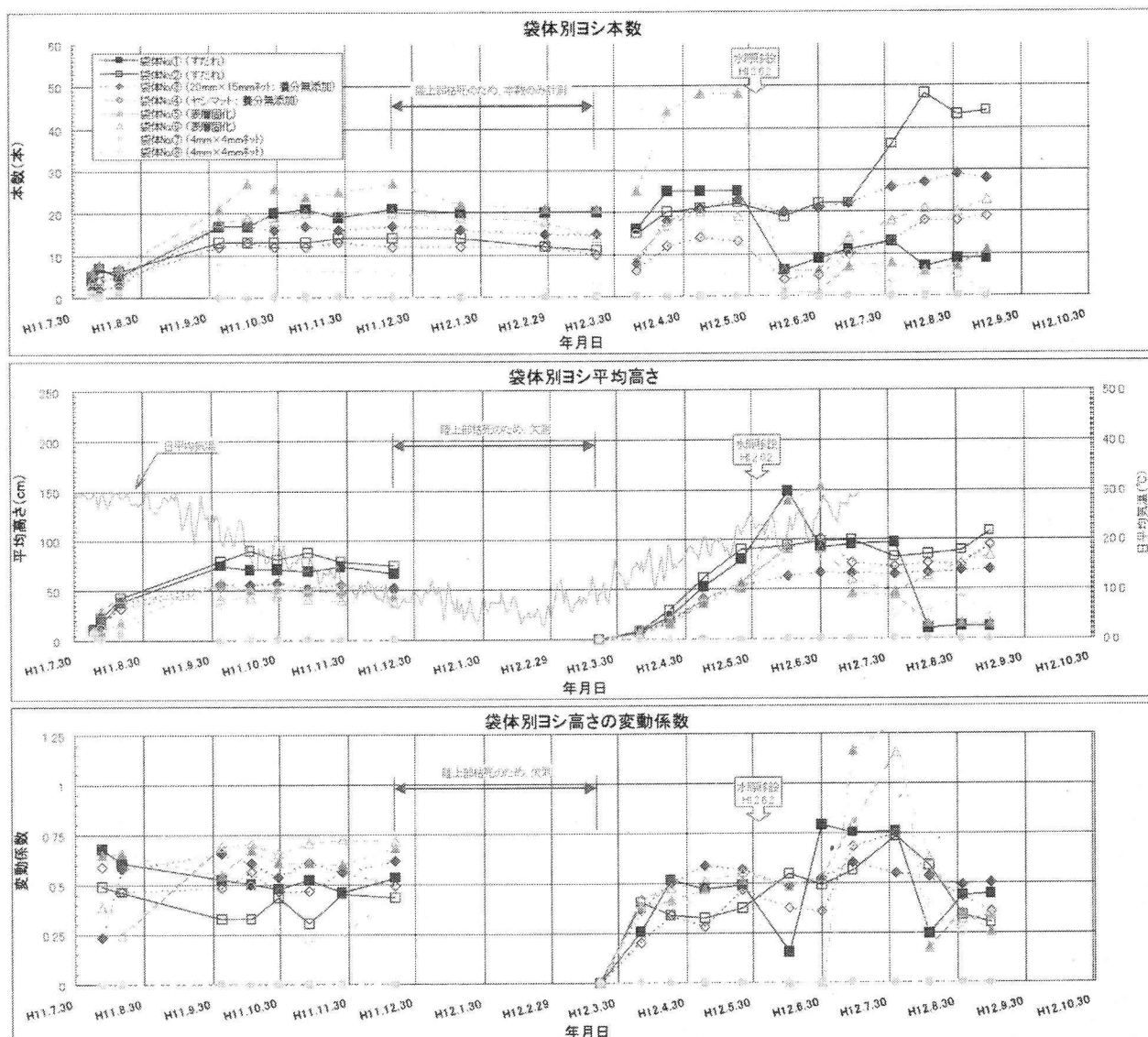


図-3 ヨシ植生の経時変化

3. ヨシ植生の経時変化

平成 11 年 7 月 30 日、8 個の袋体に土壌と地下茎を充填し、高水敷に仮置・養生して実験を開始した。

図-3 は、袋体別に計測した本数、平均高さおよび高さの変動係数についてそれぞれの経時変化を示している。

開始後 1 週間で再生ヨシ（一次再生）が発芽し、2 ヶ月後の 10 月初めには平均高さ 70cm 程度にまで成長した。ただし、いずれの袋体もまばらで茎が細いなど全体的に袋体のヨシ植生は貧弱に見受けられた（写真-3 参照）。そこで、植生袋体の水際移設は見送り、翌春の再生ヨシ（二次再生）を待つこととした。

なお、ケース D の袋体（袋体 No. ⑦、⑧）は、上面が目合い 4mm の比較的硬いポリエチレンネットで覆われているため、芽が貫通できず、発芽してもネットの内側で折れ曲がり枯れてしまうものが多かった。このうち、袋体 No. ⑦の地上茎は 10 月以降確認できなくなった。



写真-3 一次再生ヨシの植生状況（H11/10/4）

いずれの袋体も一次再生のヨシ本数および高さは 10 月以降変化がなく、地上部の成長は止まっている。また、高さの変動係数は発芽時から 50% 程度とほぼ一定になっている。

一方、同じ 10 月初め頃、自生ヨシの高さは 2m を越え、

表-2 水際移設前における袋体別植生状況 (H12/5/25)

設置箇所	袋体 No.	本数 (本)	平均 高さ (cm)	標準 偏差 (cm)	満潮位 未達本数 (本)	侵食対策
満潮時水深 90cm	①	25	79.8	39.3	14	すだれ
	⑤	48	51.4	26.4	44	表層固化
満潮時水深 40cm	②	22	89.6	34.0	2	すだれ
	④	13	55.8	25.9	3	ヤシマット
	⑥	19	56.4	31.4	4	表層固化
	⑧	16	55.1	24.8	4	4mm マグネ

注) 標準偏差：袋体別ヨシ高さの標準偏差

注) 満潮位未達本数：満潮時に水没するヨシ本数

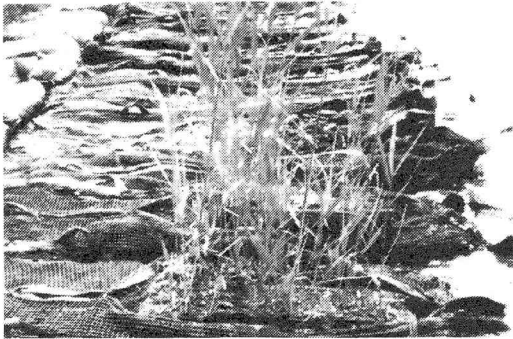


写真-4 移設直後の状態 (満潮時水深90cm)

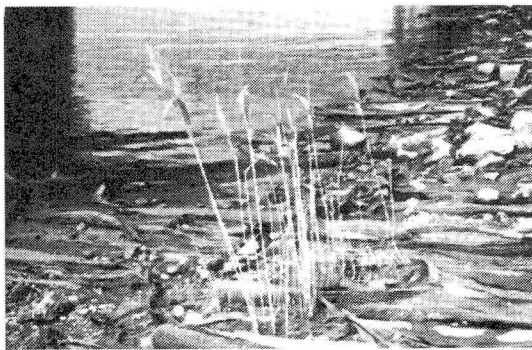


写真-5 移設後5日目の状態 (満潮時水深90cm)

既に出穂が始まっていた。

結果的に全ての袋体における一次再生ヨシは、出穂することなく 10 月中頃から地上茎の変色が始まり、12 月初め、ほぼ完全に地上茎が枯死して越冬期に入った。なお、化成肥料を添加した袋体と無添加の袋体でその植生に有意な差が認められず、今回の施肥効果については確認できなかった。

平成 12 年 4 月 9 日、再生ヨシ (二次再生) の発生を確認し、1 ヶ月後の 5 月初め、本数は全体平均で前年の約 1.4 倍に増加していた。

5 月末には平均高さがほぼ前年の最終平均高さに達し、さらに伸びる傾向が認められた。また、まばらではあったものの自生ヨシに対して茎の太さや高さに遜色なかった。そこで、これらの袋体のうち侵食防止が無対策の袋体 No.③および二次再生ヨシが発生しなかった袋体 No.⑦を除く 6 個の袋体を 6 月 2 日に水際へ移設した。

設置場所は、勾配 1 : 5 の低水護岸法面とし、満潮時

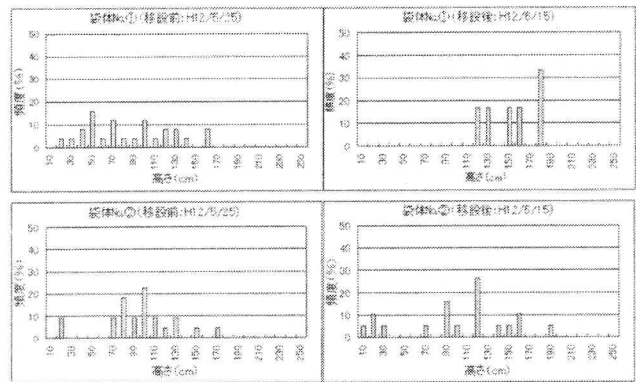


図-4 移設前と移設後におけるヨシ高の頻度分布

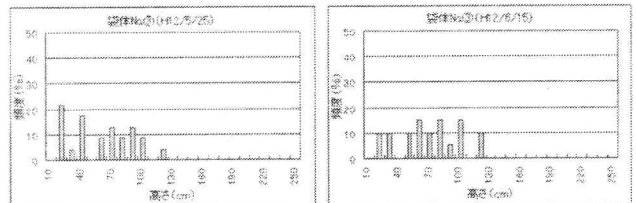


図-5 高水敷におけるヨシ高の頻度分布

の水深が 90cm になる箇所と 40cm になる箇所の 2 箇所に分けた。

水深 90cm の箇所には、6 個の袋体のうち比較的良好な植生を呈していた袋体 No.①と茎は細いが最も本数が多い袋体 No.⑤の 2 個を配置した。水深 40cm の箇所には、袋体 No.②、④、⑥および⑧の 4 個を配置した。水際へ移設する直前の各袋体別植生状況を表-2 に示す。

移設後 5 日目の時点で満潮時に浸水する部分の葉がほとんど消失した。航走波や流木などのローリングが主な原因と思われる (写真-4、写真-5 参照)。

高さが満潮位面より低い地上茎は、折れるかまたは全ての葉を失い枯死状態となった。これらのヨシは生育本数として計上しなかったため、いずれの袋体においても本数が減少し、結果として平均高さは一時的に増加した。

図-4 に移設前と移設後におけるヨシ高の頻度分布を示す。上段は満潮時水深 90cm に配置した袋体 No.①の場合を示しており、移設後、高さ 120cm 以上の地上茎に淘汰された状況がわかる。一方、下段の満潮時水深 40cm に配置した袋体 No.②は、袋体 No.①と異なり、まばらになった感はあるが全体的に移設前の植生をほぼ維持している。

図-5 は高水敷に存置した袋体 No.③における同時期のヨシ高さ頻度分布である。水際移設という劇的な環境の変化がないため、低いヨシからしだいに高いヨシへと連続的に推移していく様子が現れている。

移設後 1 ヶ月経ったあたりで高さの変動係数にばらつきが見られる。これは、枯死したと思われる地上茎の中途から出芽したり、土壌面からの新たな発芽が繰り返されたためである。ただし、満潮時水深 90cm に配置した袋体においてこれらが成長することはなく、満潮時水深 40cm に配置した袋体に対する植生の違いもはっきりしてきた。この違いが現れた一つの要因として袋体表面の

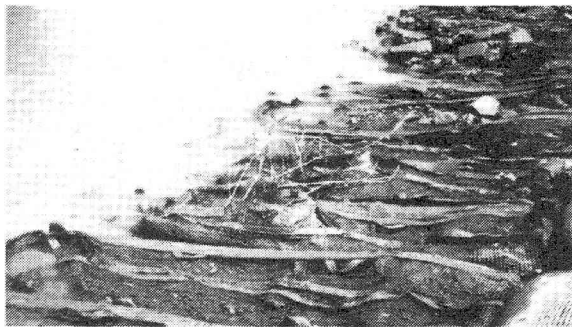


写真-6 二次再生ヨシの壊滅 (満潮時水深 90cm)



写真-7 二次再生ヨシの出穂 (満潮時水深 40cm)

堆積土砂に繁茂した雑草（オオアレチノギク等）が挙げられる。今回の袋体は、仮置・養生している間に高水敷が冠水する増水を1回受けており、数 cm の厚さで浮泥が袋体表面に堆積していた。水際へ移設後、満潮時水深 90cm に配置した袋体表面の堆積土砂は流失し、満潮時水深 40cm に配置した袋体ではそのまま残った。この堆積土砂の中に含まれていた雑草の種子が発芽、繁茂し、結果的にヨシが受ける航走波などの影響を低減したものと思われる。

侵食対策については、満潮時水深 90cm に配置した2個の袋体のうち、すだれ状吸出し防止シートを敷設した袋体No.①の方が表層を固化処理した袋体No.⑤に比べると土壌の減少量が少なく、対策の一方法として期待できる。

移設後 2.5 ヶ月経った8月中頃、満潮時水深 90cm に配置した袋体No.①および⑤の二次再生ヨシは地上茎が根元から折れ、ほぼ壊滅した（写真-6 参照）。

移設後 3.5 ヶ月経った9月中頃、満潮時水深 40cm に配置した4個の袋体の地上茎に出穂を確認した（写真-7 参照）。この時の各袋体における植生状況を表-3 に示す。

その後、地上茎は枯死して休眠期に入り、明るる本年3月、満潮時水深 40cm に配置した袋体から高さ 10cm 程度の発芽を確認した。

4. 考察と今後の課題

今回の実験結果から、航走波と干満の影響を受ける河

表-3 出穂時における袋体別植生状況 (H12/9/14)

設置箇所	袋体 No.	本数 (本)	平均 高さ (cm)	標準 偏差 (cm)	満潮位 未達本数 (本)	侵食対策
満潮時水深 90cm	①	9	12.8	5.7	9	すだれ
	⑤	11	15.2	3.9	11	表層固化
満潮時水深 40cm	②	44	108.0	32.4	1	すだれ
	④	19	94.6	33.7	1	ヤシマット
	⑥	23	84.6	28.6	2	表層固化
	⑧	1	24.0	—	1	4mm マジユ

注) 標準偏差: 袋体別ヨシ高さの標準偏差

注) 満潮位未達本数: 満潮時に水没するヨシ本数

川水際における袋体を使用したヨシ植栽について、概ね以下のように考察できる。

(1) 適切な植栽時期と仮置・養生によるヨシの活力回復

今回、一次再生ヨシが出穂しなかったことについては、実験開始の時期が7月 30 日と遅かったことが大きな理由として考えられる。[地下茎植え]による植栽の適期は3月から5月頃といわれており、袋体への植栽時期を適切に計画することが肝要と思われる。

また、「地下茎植え」による成果は芳しくないようである¹⁾という報告もあり、対策案の1つとしては「茎植え」への変更が考えられる。

結果的に、一次再生ヨシに比べて二次再生ヨシは本数、高さともに増加しており、少なからず養生の効果はあったものと判断できる。

なお、陸地に生えているヨシ（陸生ヨシ）と水際に生えているヨシ（水生ヨシ）ではそれぞれ根のおかれていた環境が異なり、根の性質も異なる。陸生ヨシを浸水環境下におくと、ヨシの成長力は一次的に低下するが、根に活力があればやがて水生ヨシに変異する。このことから、高水敷で仮置・養生する際、湿润状態にして浸水環境に馴染ませておくことも水際移設後の良好な生育に有効と思われる。

(2) 目合いが細かく、目ズレしやすい侵食防止策

結果的に今回の実験ではポリエステル製すだれ状吸出し防止シートと低アルカリ表層固化処理の2ケースの侵食対策を比較するに留まった。満潮時水深 90cm の環境下においては両者ともに袋体内の土壌が吸い出されていたが、すだれ状シートの方が土壌の減少量は少ない。表層を固化処理した袋体は、移設時には既に固化部が崩れており、常に吸出しを受けている状態であった。

目合い 4mm のポリエチレンネットで被覆したケースでは、この目合いを突き破る芽もあったが、やはり目ズレしない硬い材質のため、突き破れずに枯れてしまう芽がほとんどであった。

これらから、目合いは細かいが目ズレしやすく、さらには劣化・消失しにくい材質による被覆が、ヨシの発芽を阻害しない侵食対策として有効と思われる。

(3) 満潮時水深 40cm 程度以浅の袋体設置

実際の河岸においては満潮時の水深が1 m程度のところにまでヨシが生育している。ただし、このような状態は、ヨシが長年月かけてその環境に馴染んだ結果と言える。そのような環境へ唐突に植栽しても植物は環境の変化に対応できず、結果として枯れてしまうおそれがある。今回は約1年の養生期間を要したが、勾配1:5の護岸法面において満潮時水深 40cm に設置した袋体のヨシは休眠期を経て新たに再生した。換言すると、航走波や干満の影響を受ける環境下でヨシを移植した場合、満潮時水深 40cm 程度が生育範囲の限界である可能性もある。この生育範囲を拡大するには、波除柵などによる波浪対策とともに勾配や土質などの植栽地整備が必要¹⁾になる。

(4) 今後の課題

袋体を使用したヨシ植栽方法の開発目的は、水際におけるヨシの早期再生と波除柵など付帯工の省略である。しかしながら、現時点では養生におよそ1年を要すること、植生は維持しているもののまばらな状態であることなど、実用化に向けてまだ改善の余地がある。

また、袋体を構成するネットなどの合成繊維は人工物として半永久的に残存する。仮に、ヨシの生育が不良に終わった場合、結果としてこれらの人工物が景観を損ねることにもなりかねない。

今後は、養生期間の短縮、ヨシの密生化さらには袋体を構成するネットの分解等に資する方策を考えていきたい。

5. おわりに

ヨシは、日本が「豊葦原瑞穂国」と呼ばれたように日本の原生種であり、鳥類や水棲昆虫のなどの生息場として、さらには水質の浄化機能や河岸侵食に対する抑止効果などその有用性が認められている。

今回の袋体を使用したヨシ植栽方法は、水辺におけるヨシ原造成のための一要素技術に過ぎない。しかしながら、人為的な影響を受けて大きく改変された場所において、もとの状態にできるだけ近づけることを目的とする有望な技術の一つではあると考える。

謝辞：今回の実験にあたり、実験フィールドを提供していただいた国土交通省荒川下流工事事務所ならびに岩淵出張所の関係各位に感謝いたします。また、ご多忙の折、ヨシの生態に関して様々なご助言をいただいた岡山大学環境理工学部環境管理工学科の沖陽子教授ならびに独立行政法人農業環境技術研究所生物環境安全部植生研究グループ化学生態ユニットの藤井義晴研究リーダーに深謝いたします。

参考文献

- 1) 桜井善雄：自然環境復元の技術，(杉山恵一・進士五十八編)，朝倉書店，pp.104-118，1995。

(2001. 4. 16 受付)