

荒川下流部におけるヨシ原再生の技術開発¹

—大きな干満差と航走波の厳しい条件の中で

Technological Development of Reed Rehabilitation along the Lower Ara River — Under the Severe Conditions Subjected to Large Range of Tide and Ship-Generated Waves

福岡捷二²・箕浦宏和³・岡本裕司⁴
Shoji FUKUOKA, Hirokazu MINOURA, Yuji OKAMOTO

1. はじめに

古来、ヨシ原は我が国の河川下流域の原風景といえる。我々日本人は夏になると葦簀を縁側に掛け涼をとったり、ヨシで編んだ漁具を用いた漁で食卓にのる魚を捕るなど、生活の中にヨシを利用してきた。またヨシ原は魚類の隠れ場や産卵場、鳥類の営巣場所や餌場、ネズミ類、昆虫類やカニ類が生息する等、多くの生物に生息の場を提供している。また散策にとっては重要な景観要素ともなる。しかし、このようなヨシ原も河川下流域の都市化に伴う河川改修などにより多くは失われてきた。このため、自然環境の保全・回復が叫ばれる今、河川下流域の自然環境を回復させるためにヨシ群落再生の技術を確立することは非常に重要なことと位置づけられる。

荒川下流部は、元来ヨシ原が多くみられる河川であるが、河川改修や高水敷の造成によって今日ではヨシ群落が減少しつつある状況になっている。福岡ら¹⁾は荒川の下流部に生育しているヨシ原が船舶のつくる航走波のエネルギーを著しく弱め、河岸を保護する機能が大きいことを現地調査で明らかにした。この調査によれば、波がヨシ原を8m透過すると波のエネルギーを(60~80%)損失させ、河岸に対する波の侵食はほぼゼロとみなしてよいことを示している。これはまた速やかに水面を静穏化させ、水面利用の上からもヨシ原は有効であることを意味している。ヨシ原を回復し、治水的にも環境的にも調和のとれた河川を創っていくことが荒川の重要な課題である。ヨシの育成については、他の河川、湖沼でも行われているが、荒川下流部では、「船舶の航走波による影響」「潮の干満による大きな水位変動の影響」および「両者の重なった影響」等から、ヨシ原の育成には多くの困難が伴う。このような条件の中で平成4年度から8年度まで現地に3種類(A、B、C)の試験施工施設をつくり、水際に連続してヨシ原を育成し植生河岸による水際環境の創造のための技術の開発を行ってきた。

2. 荒川におけるヨシの生育環境

荒川におけるヨシの生育環境を把握するため、荒川下流部のヨシ群落として代表的な西新井橋付近と笹目橋下流で土壌試抗調査および土壌分析を実施した。試抗調査の結果、表層2~5cmは粗砂が見られるところも

-
1. キーワード：河川，環境，植物，生態系，修復技術
 2. 広島大学教授 工学部第四類，地域環境工学講座
 3. 建設省荒川下流工事事務所事業計画課課長
 4. 建設環境研究所主査研究員

あるがその下層は多湿の粘土（表-1 参照）であった。また試料を分析したところ、強熱減量で6~10%の粘土・シルト分の富んだ土壌であった。

次にヨシの生育可能な限界水深を明らかにするために、平成5年度に造成した試験施工内のヨシの生育状況を測量した。その結果、施設内のヨシが生育する限界の標高は約A.P.+1.5mであり、朔望平均満潮位（A.P.+2.0m）時には水深約50cmになることがわかった（図-1 参照）。

また、荒川下流部全川のヨシ群落の分布概要を把握するため、秋ヶ瀬堰から河口までの区間を船上から観察した。その結果、ヨシ群落の水際部分が島状や株状になっているところが見られ、波浪によるヨシ群落の株化・崩落現象²⁾が確認された（写真-1 参照）。また通航船の減速が義務づけられている区間ではヨシが他の場所より低いところまで生育していることがみられた。このことから荒川では航走波がヨシに与える影響が大きいことがわかった。

表-1 ヨシ生育地の試抗調査結果

層位名	深さ	層界	土性	土色	構造		孔隙	コンシステン			湿り	根の分布
					種類	発達度		乾	湿	粘着性		
01	2cm	明瞭	粗砂	2.5Y4/4	無構造		少・微細	○	なし	なし	多湿	
A	60cm		粘土	5B2/1	無構造		少・微細	○	なし	なし	多湿	有

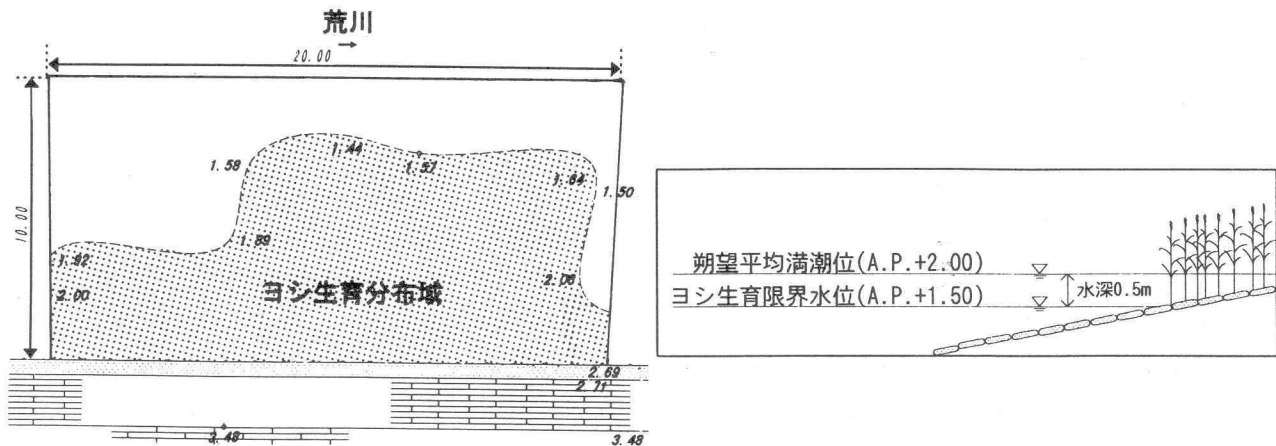


図-1 ヨシの生育限界水深



写真-1 水際ヨシ群落の株化・崩落現象

3. ヨシ植生河岸造成上の技術的課題

3.1 ヨシ移植方法

荒川下流部でのヨシの移植方法を検討するために、試験施工施設（A）を造成した。ヨシは栄養繁殖が主で、種子繁殖はほとんどみられない³⁾ことから、ヨシの移植方法としてはヨシ生育地の表土を撒き出す「ヨシ根土植え」、ヨシの地下茎を植える「地下茎移植」、株で植える「小株移植」、地上茎の挿し木による「茎挿し移植」の4つの方法を試みた。移植試験地は荒川27km付近右岸に設定した。

ヨシの生育状況の判定は2夏季を経過した18ヶ月後までの植生調査結果によった。調査結果は図-2に示すとおりで、地下茎移植でのヨシの生育本数は他の移植方法より劣るものの、ヨシ根土植え、小株移植、茎挿し移植は良好なヨシの生育状況であった。なお、地下茎移植の生育本数の少なさは移植した地下茎量がヨシ根土植えが1区画(400m²)当たり約800m、小株移植約500mに対し、地下茎移植が84mと約6~10倍の開きがあるためと考えられる。

次に各移植方法の施工性をみると、ヨシ群落を伐開し、30~40cm程度の表土（地中に地下茎が混在している）を掘削運搬し、ヨシ再生地に撒きだし栄養繁殖させるヨシ根土植えが機械を使って作業ができることから最も施工性が高く、一方小株移植、茎挿し移植、地下茎移植のいずれの工法も人力に頼ることから施工性で劣る。

以上の点で、ヨシ植生河岸造成に当たってはヨシの生育状況と施工性からヨシ根土植えが適当と考えた。

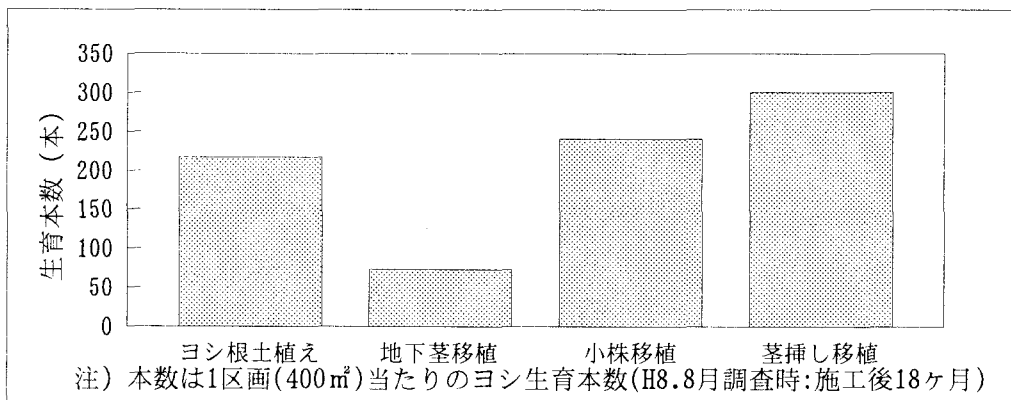


図-2 移植方法別のヨシの生育本数

3.2 移植ヨシ生育に対する航走波の影響

荒川下流部は大型タンカーを含めた多くの船舶が日常的に航行している。これら船舶のつくる航走波はヨシの生育基盤となる土壌を浸食し、ヨシ群落を衰退させることになる。ヨシ移植当初の未だ十分に活着していないヨシは地下茎の根付きも小さく、その点でも航走波の影響を特に受けやすいと思われる。

そこで、航走波がヨシ移植にどのように影響を与えるかを、荒川27km付近右岸に造成した試験施工施設（A, B）で先の調査¹⁾と同様な方法で調べた（写真-2参照）。なお、試験施工施設のヨシの移植はヨシ根土植えで行った。実験では①ヨシの移植直後でヨシが成長する前、②ヨシが十分に成長するまで波浪防止対策を施し、十分に地下茎が活着し、表土の捕捉力が高い状態、および③十分に成長したヨシ群落とミゾソバ等の止水性の植物の混生する場合の3ケースについて、それぞれ航走波に晒し、ヨシ群落の倒伏の程度を観察した。

ヨシの移植直後から航走波に晒した場合では、波浪防止対策を施さないで日常的に航走波に晒されると、ヨシの地下茎を含んだ表土の侵食、流出がみられ、半年間経過した夏になってもヨシはほとんど生育しなかった。

ヨシが十分に成長するまで波浪防止対策を施し、十分に地下茎が活着し、表土の捕捉力が高くなってから

波浪防止用の板柵を取り除いたケースでは、1年以上経過した後もヨシ群落は安定して生育していた（写真-3参照）。

以上のように、ヨシ群落は成長初期、土壌捕捉力も弱く航走波に晒されると消失しやすいが、十分に活着すると航走波に晒されても安定して成長することが確認された。なお、波浪防止対策工を施すに当たって内部を完全に遮断して止水化するとミゾソバ等の止水環境に生育する植物が見られるようになる。ミゾソバ等の止水性の植物の混生する場所では、波浪防止用板柵を撤去後すぐにミゾソバ等は倒伏し、撤去2ヶ月後には流出して消失した。このためヨシ群落の一部に欠損が生じた（図-3参照）。波浪防止対策工の設置にあたってはヨシ群落内を流水が流れるような工夫してヨシ群落が均一に生育するようにすることが必要である。

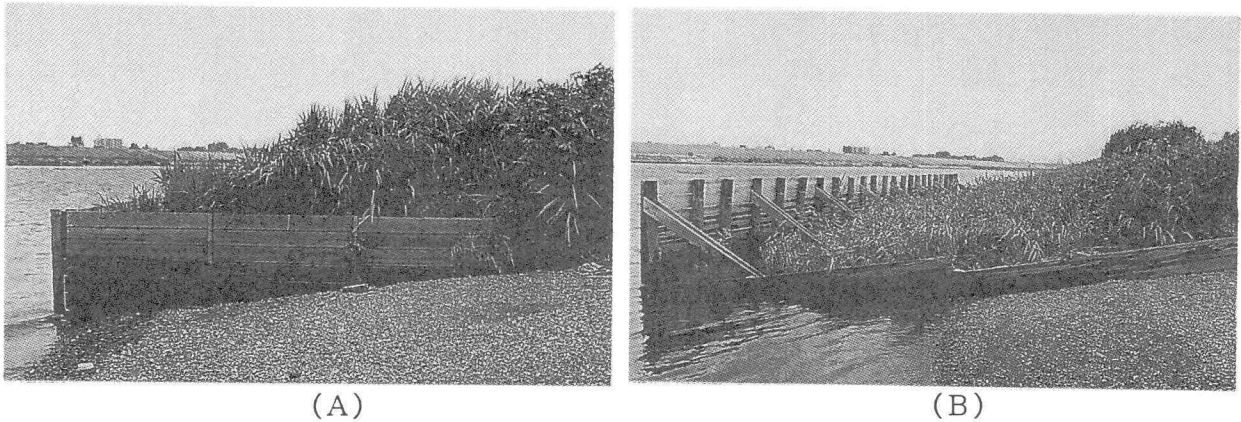


写真-2 試験施工施設



写真-3 ヨシが成長したところで波浪対策工を撤去したところ

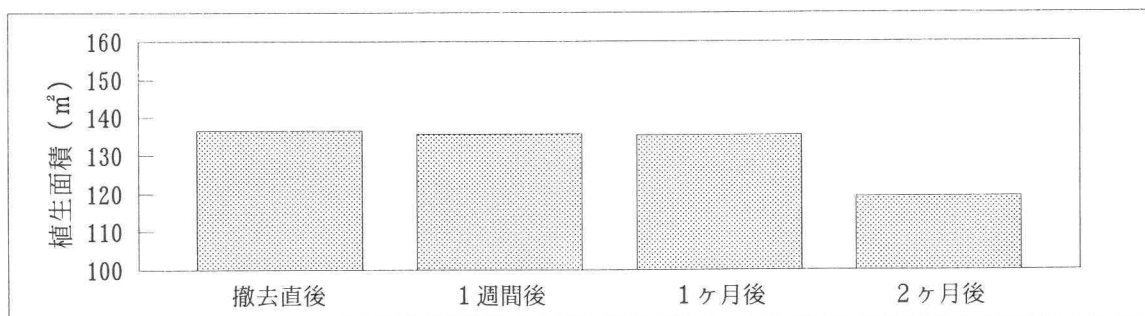


図-3 波浪対策工を撤去した後の植生面積の推移

3.3 移植用ヨシの供給方法

ヨシ植生河岸造成にあたっては、現在生育しているヨシ群落から地下茎を供給することとなる。この親となる群落の表土を移植用として掘削運搬すると、親群落が著しく傷つくこととなる。自然回復を目指して行うヨシ植生河岸の造成で、現存のヨシ群落を傷つけることのないよう、移植用のヨシ群落の表土は予めそれ専用のヤードで育成すべきと考えた。

ヨシ育成ヤードをどのように運用すべきかについて、試験ヤードを造成して調査を行った。荒川26km付近右岸の高水敷に設けた横10m縦60mの試験ヤードではその半分を通常どおりのヨシ群落の表土を撒きだし(ヨシ根土植え)、残りの半分を通常のヨシ群落の表土に同量の山土を混ぜ、地下茎の含有量を半分にしたものとした。また、乾燥地に生育する雑草を除くため、試験ヤードは水深約10cmが保たれるよう湛水させた。このため、試験ヤードの深さ約1mのところには保水を考慮して、粘土層を設けた(図-4参照)。一方ヨシの純群落が保てるよう部分的に雑草の抜根を行った。

造成6ヶ月後の植生調査では地下茎量の違いがヨシの生育量の違いとなって明瞭に現れたが、1年半経過した後はいずれの区画とも植被率100%のヨシ群落となった。この結果、1/2量の地下茎含有量でも2年程度寝かせることにより、十分にヨシ根土を供給できる群落になると考えられる。

ヤードの運用は使用したヨシ根土の補完をヤード内で賄うように考えると、図-5に示すように年間に造成する植生河岸の面積の6倍の面積のヤードが必要と考えられる。

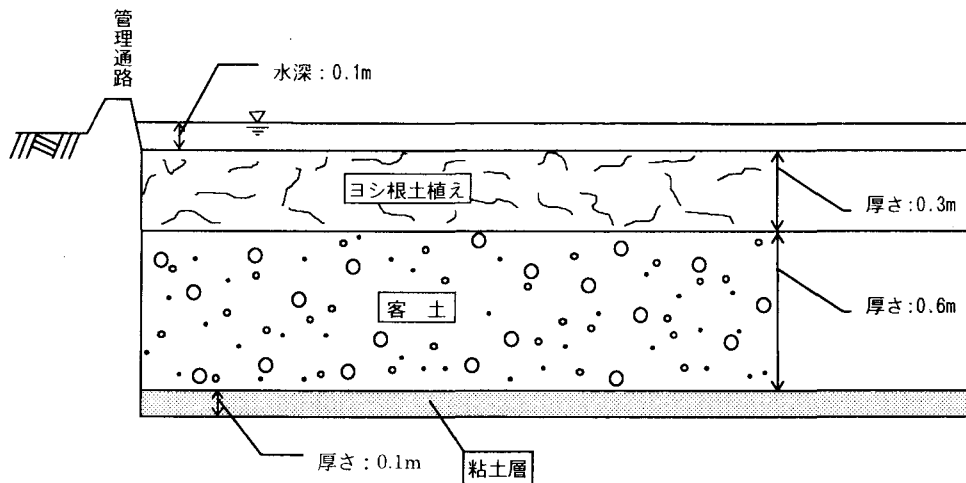
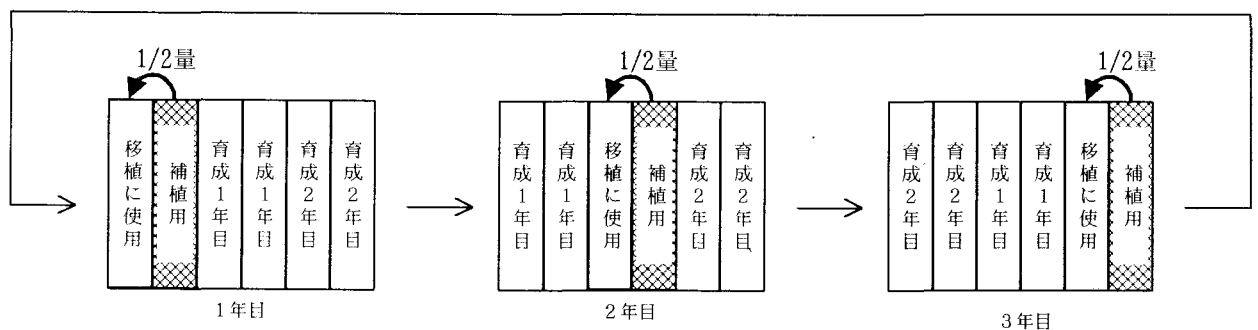


図-4 ヨシヤードの構造



- ①ヤードを6ブロックに分割し、そのうち1ブロックを移植に使用する。
- ②移植に使用したブロックには補植用ブロックからヨシ根土を1/2量補植する。
不足した土壌については山土を補填する。
- ③移植と補植に用いた2ブロックには、3年間のヨシ育成期間を設ける。
- ④3年後には再び①で用いたブロックを移植に使用する。

図-5 ヤードの運用

3. 4 植生河岸法面構造

荒川下流部の改修計画では3割勾配の護岸が計画されていることから、3割勾配でもヨシ植生河岸を安定させることが必要となる。そこで、荒川における3割勾配でのヨシ植生河岸の安定性を検討するために、平成8年3月、荒川27km付近右岸に試験施工施設(C)を設けた。

勾配を3割とすると、法面形状が斜面型では航走波等で法崩れの懸念があることから、法面形状は斜面型と階段型の2形式を検討対象とした。また波浪防止対策工では、前面板柵型と板柵分離型を検討対象とした。図-6(a)に示す前面板柵型は正面からの航走波を完全に遮断できるが、ヨシ群落の前面に高さ2.6mの板柵が出現することは景観が損なわれるという欠点がある。そこで、図-6(b)に示す高さ0.5mの板柵で波浪を防止する板柵分離型の植生河岸についても検討を行った。なお、板柵分離型は前面板柵型に比べ、波浪防止効果が小さいことから、法面形状は階段型とした。一方、前面板柵型は法面形状が斜面型である。試験結果は図-7に示すとおりで、平成8年夏の調査で階段型、斜面型いずれもヨシの生育が良好であることが確認された。

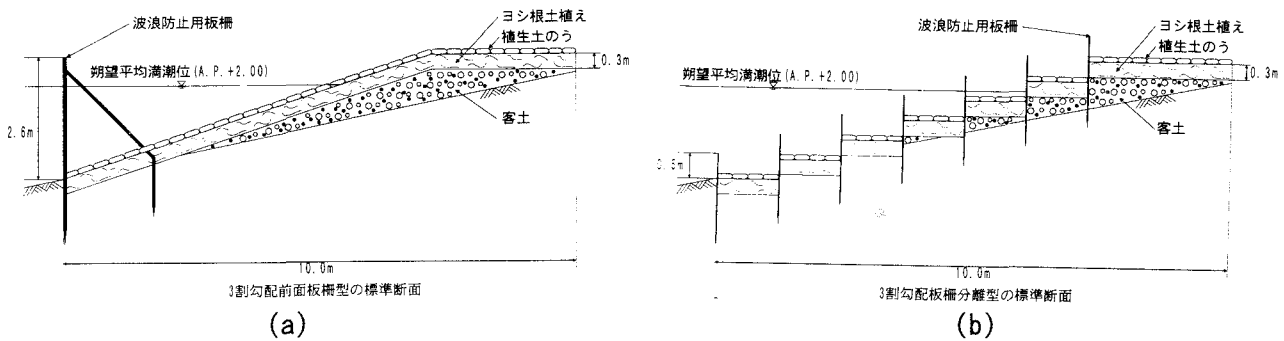


図-6 試験施工施設の形状

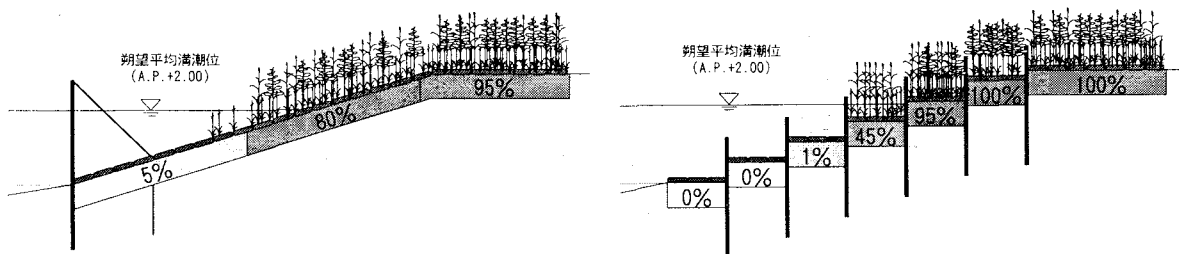


図-7 試験結果

4. 開発した技術を用いた多自然型護岸の造成

4. 1 構造と工法

荒川下流工事事務所では荒川鹿浜橋下流左岸に自然環境復元を目指した植生河岸とワンドの造成を計画した。そこで、荒川下流部でのヨシ植生河岸に関する今までの開発してきた技術を用いて、多自然型王子線護岸を造成した。王子線護岸の造成にあたって、自然環境の回復に重点を置くこととし、多自然型河岸の前面に設置する波浪防止対策は波浪は遮断するものの、魚類等の通過が可能なような透過性をもつ形状が必要と考えられた。具体的には、図-8に示したようなT字型板柵を2連(トンボロ)設置することとした。

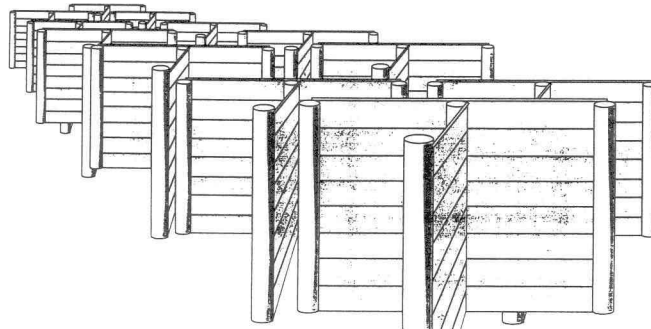


図-8 T字型板柵2連

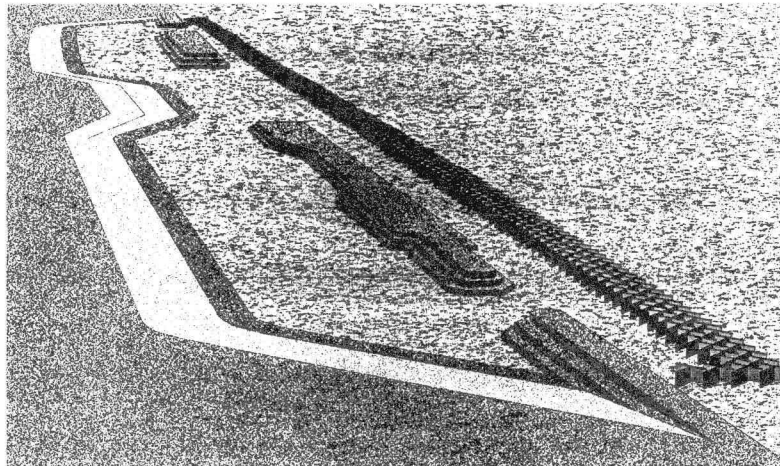


図-9 多自然型王子線護岸の形状

4. 2 生物回復状況

ヨシ植生河岸に関する技術を具体化した王子線護岸は平成8年6月に完成した。そこで、人工的につくられた植生河岸とワンドに生物がどのように回復するかについて、完成直後の6月～平成9年3月までモニタリング調査を実施した。調査項目は植物・哺乳類・両生類・爬虫類・鳥類・魚類・底生動物・陸上昆虫類とし、鳥類が年4回、その他の項目が年3回の調査を実施した。

調査の結果は表-1に示すとおりである。このうち植物ではレッドデータブック⁴⁾の危急種に選定されているカンエンガヤツリとキングヤツリや、鳥類ではレッドデータブック⁵⁾の希少種に選定されているチュウサギとコアジサシなども確認されている。

調査は工事完了間もないものではあったが、多くの生物の生息が確認された。今後も引き続き調査を継続し、自然復元の過程について把握することを試みるものである。

表-1 王子線護岸で確認された生物種

項目	確認種数	備考
植 物	16科63種	カンエンガヤツリ、キングヤツリ、ガマ、ヌマガヤツリ、サンカクイなど湿生地に生育する植物が確認された。
哺乳類	確認されず	—
両 生 類	2科2種	アマガエル、ウシガエルが確認された。
爬 虫 類	2科2種	ワンド内で遊泳するミシシippiaアカミミガメが確認された。
鳥 類	20科45種	コサギ、ダイサギなどのサギ類、コガモ、カルガモなどのカモ類の休息や採餌、コミズクの採餌などが観察された。
魚 類	4科8種	コイ、ゲンゴロウブナなどの淡水魚やスズキ、ボラなどの汽水・海水魚が確認された。
底生動物	2科2種	テナガエビとクロベンケイガニが確認された。
陸上昆虫類	45科80種	ヨツモンコミズギワゴミムシ、チビゲンゴロウなど水辺環境に生息する種が確認された。

5. おわりに

潮の干満による大きな水位変動や船舶の航走波による影響など、荒川下流部のヨシ原育成には大きな困難があった。そのため、平成4年度から平成8年度まで現地試験施工施設を造成し、ヨシの移植方法、波浪防止対策工、植生河岸法面構造、移植用ヨシの供給のそれぞれのテーマを検討した。以下に荒川下流部のヨシ原再生に関し開発した技術を整理する。

(1)ヨシの移植方法はヨシ生育地の表土を撒き出す「ヨシ根土植え」がヨシの生育状況と施工性を勘案して最も優れた方法と判断される。

(2)波浪防止対策工は、前面のみ板柵とする形状やT字に組んだ板柵を2列配置する構造(トンボロ)を提案した。前面板柵型はその構造からトンボロに比べ、安価にできることから、施工延長の長い場所で適当と考える。なお、ヨシ河岸前面を遮断することから、設置期間は魚類等のヨシ河岸の利用が期待できないという欠点をもつから、ヨシが十分活着した時点で撤去することが必要である。トンボロはやや費用は掛かるものの、透過性に優れていることから、魚類等のヨシ河岸への進出が容易で生物に優しい構造といえる。ヨシが活着してからもそのまま設置したままでも景観等を損ねるものではない。

(3)移植用ヨシの供給にあたって、供給元の親となるヨシ群落を傷つけないようヤードの造成が必要である。ヤード内を水深10cm程度に湛水させ、また定期的に抜根などの管理をすることにより2年程度で良好な移植用ヨシ群落が提供できると考えた。なお、ヤードの大きさは1年間で造成するヨシ植生河岸の6倍の面積が必要である。

(4)植生河岸法面構造は、荒川の改修計画断面である3割とし、斜面型と階段型の構造について現地検討を行った。いずれの構造についても良好なヨシの生育が確認された。波浪防止用の板柵を撤去した後もヨシの地下茎が表土を安定させることができるかについて観察を続ける必要がある。

最後に、ここで開発してきた技術で荒川鹿浜橋下流左岸に造成した王子線護岸では現在までで施工1年未満ということもあり、多くの生物の回復は確認されてはいるものの、回復過程は今その緒についているものと思われ、今後も引き続き自然復元状況についてモニタリングしていくことが必要と考えている。

参考文献

- 1)福岡捷二,渡邊昭英,新井田浩,佐藤健二:オギ,ヨシ等の河川保護機能の評価,土木学会論文集No.503/II-29, pp59-68,1994
- 2)桜井善雄:生態環境シンポジウム。(財)ダム水源地環境整備センター,1992
- 3)松浦茂樹,谷本光司,神庭治司:環境からみた植生湖岸とその評価,土木研究所資料,第2394号,pp43-44,1986
- 4)(財)日本自然保護協会,(財)世界自然保護基金日本委員会:我が国における保護上重要な植物種の現状,1989
- 5)環境庁:日本の絶滅のおそれのある野生生物ーレッドデータブックー,1991