

河岸植生再生に関する研究

研究第二部 次 長 関 克己

研究第二部 主任研究員 竹森 達夫

研究第二部 研 究 員 樋口 経太

1. はじめに

近年、わが国では河川の自然環境に対する関心が一層高まってきたことから、河川整備にあたっては治水安全度の確保に加えて、多自然型川づくり等による自然豊かな川づくり、景観に配慮した川づくり等が積極的に推進されてきている。しかし、これらの取り組みが進む一方で既設コンクリート護岸など主に治水機能を優先に考慮した工法に対し、景観や生物に対する配慮不足などが課題となっている

多自然型川づくりは生物の生息面からみた自然、人の利用から見た自然、景観から見た自然など様々な要求に対して、それらは相反するものも多いが、個々の河川或いは地域の特性に応じて、治水上の安全を確保した上で、これら多様な要求の調整をはかり、その場において最良の川づくりを目指すものである。

そこで本研究は、主に自然との調和の観点から、河川に望まれる一つの姿として河川の植生を取り出し、既設護岸の植生を再生させるための基本的考え方、そのために配慮しなければならない事項の抽出と分析、実際に植生再生を行う上での留意点を検討し取りまとめるものである。具体的には覆土等による法面の植生回復等治水上の安全度を確保しながら、護岸の植生再生を進めるための留意点等についてこれまでの研究成果等を調査・整理を行い、河道特性や河川環境に応じた既設護岸の植生再生工法の基本的考え方を提案することを目的とした。

2. 河川に関する基本事項

既設護岸に植生再生を行う際の基本事項として、護岸の定義付け及び分類、護岸の現況と課題について整理する。

2.1 護岸について

(1) 護岸の機能と種類

護岸は流水の作用から河岸または堤防を保護するための線状に設けられた構造物で治水上重要な構造物であるとともに、水際の形状を決定し、魚類の生息や河岸の植物の生育、昆虫類の生息などに関わっている。

堤防、護岸の本来の機能としては

- ① 流水の洗掘作用に対する法面保護機能
- ② 土留としての擁壁機能
- ③ 流水の浸透を防止または減少する遮水機能

が挙げられる。一方護岸の分類としては、目的、設置位置等により次のように分類できる。

高水護岸：堤防を流水その他の作用から保護すること目的とした護岸

低水護岸：河岸（水際線）を維持するために設置される構造物

根固め工：基礎工または法覆工を保護するために当該施設の全面に設置する構造物

また、それらの護岸の形式は、形状、構造、素材等により様々なタイプがある。

(2) 護岸の現況と課題

現状はコンクリート型の堅固な護岸等が主体であり、治水面からみれば役割を十分果たしているが、河川の多機能性を考慮すると、侵食防止のみの目的でなく他の機能も考慮する必要がある、次のような課題が挙げられる。

- ① 人間と川との係わり方
- ② 魚類の生息環境

③ 水際部の生物の生息環境

④ 河川の景観等

また、護岸は基本的に河岸の侵食を防止するためのものであるが、必ずしも治水上護岸が必要な区間だけ護岸が設置されているとは限らない。以上のように護岸は河川の多機能性を考慮して計画することが必要となってきた。

護岸に求められる機能をまとめると以下となる。

治水機能	治水安全度の確保 河岸の侵食防止 土留としての擁壁機能 流水の侵食防止機能
親水機能	川と人との係わりの向上、河川の利用 護岸は水域と陸域の接点 川と人間の係わり方を規定
生息生物保全機能	生息生物の保全。育成 河川は豊かな生き物の宝庫 生き物の生息に配慮した護岸
景 観	周辺との調和 川らしい風景 周辺と調和する護岸

本研究は河川の多機能性のうち植生の観点に着目して検討しているが、河辺の植生の意義として次のことが考えられる。

植生は生態系の主要な構成要因であり、生産者（植物連鎖の出発点）として多くの生物の命を支える役割を演じているが、河川生態系においてもまた同様である。さらに、植生は魚類や小動物にとって隠れる場所やすみかとしての機能を持ち、河岸の植生およびその形状の多様性が多様な生物の繁殖や成長の場となっている。

2.2 河川の場合と護岸

護岸の植生再生を検討する上で、基本となる河川に関する基本的事項の整理した。

(1) 河川の流れ

河川の基本的作用としては、侵食、運搬、堆積の3作用が主なもので、その作用の結果が河川地形を作っている。この河川的作用によって形づくられた地形の分類としては、一般に上流、中流、下流という区分や河床物質による区分があり河川の変化している。このように河川の流れは、その地形や河床材料によって様々に変化しているため、個々の河川、また同一河川でも場所毎にその特性が異なってくる。

① 土壌の河川への供給 → ② 土壌の堆積と移動

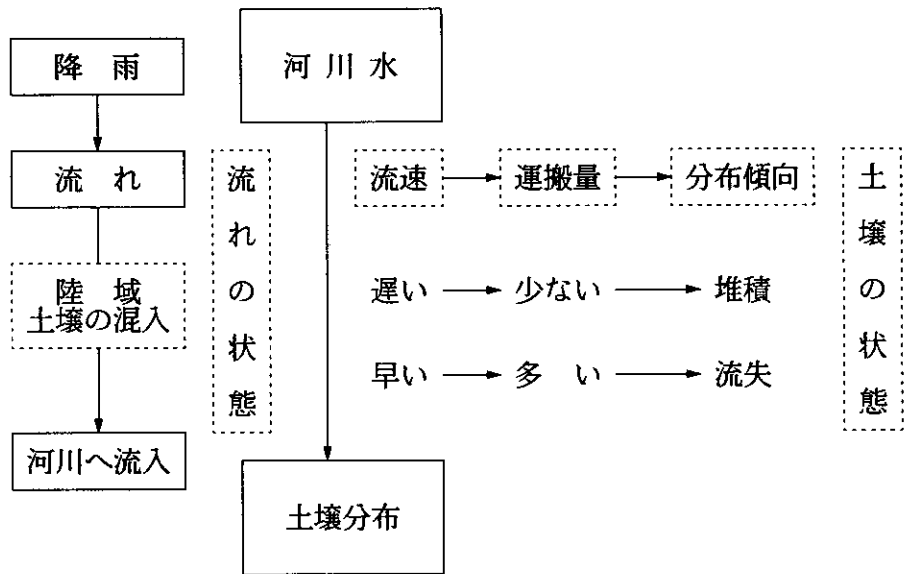


図-1 河川での土壌の変化

このため既設護岸の植生再生を検討するにあたっては、検討対象の河川の特徴を十分に把握しその河道に適した植生再生工法を考える必要がある。

(2) 河川の分類

河川の分類または河道特性の把握の一つの方法として、河道の縦断形と河床材料の分布から類似の特徴をもつセグメントに区分される。これによって、複雑な現象を呈する河道を少数の基本パターンに分類でき、外力の算定・設計条件決定が合理的に行われ、同一グループに分類された他河川の施工事例やその後の変化の状況の知見は設計対象河川の工法・工種決定の参考となる。¹⁾ (参考-1)

護岸は流水の作用によって形成される河川形態に伴い、河川が侵食される部分に必要となることから、侵食状況により分類することが可能であると思われるが、分類方法については今後検討が望まれる。

本研究は既設護岸の植生再生を検討するものであり、河岸の植生については次章で詳しく述べるが、植物の生育条件として「土」と「水」が必要である。特に河岸に「土」が維持できるかどうかは、これまで述べてきた河川の特性のセグメントや侵食の程度による分類に密接に関係しており、河岸に働く外力と河岸の耐力が重要であることから、河岸の侵食の程度による植生再生についての考え方を整理した。

○ 河岸侵食が激しい箇所（水衝部等）

洪水による外力が強く、基本的には河岸の土が付きにくい区間である。しかしながら、水制工の利用等、構造物による工夫を行えば、河岸に土を付けることも可能である。ただし、治水的には非常に重要な区間であるため、植生再生を行う意義が明確な箇所においては、十分に河川工学的、水理的な検討を行いながら植生再生の工夫を行う必要がある。

○ 河岸侵食の恐れが少ない箇所（水裏部等）

基本的に護岸が必要ない区間であるが、利用要請等により護岸が施工されている区間もある。このような区間については極力河川の営力を利用して河岸に土がつく工夫を行う。

3. 河川と植生に関する基本事項

河川にみられる植物は、流水の増減によって引き起こされる乾湿極端の厳しい自然条件に適応した種類で、出水によっては群落の存在を瞬時に消滅したりする。

このような種類で構成される河川の植生は、洪水などの流水の物理的な作用が繰り返されることにより、群落は破壊または足踏み状態となり冠水の頻度に応じた遷移段階の群落が帯状に存在している。

3.1 植生の生育を左右する主たる環境要因

植物の生育を左右する主たる環境要因としては、光、水、土壌、気温、風等がある。これらの環境要因が複雑に絡み合っ植物に作用する。

-
- ・光環境：光合成作用や花芽形成、茎の伸長・分岐などの形態変形に必要
 - ・水環境：土壌内の有効水分が重要であり、植物の生育に必要
 - ・土壌環境：植物の支持基盤、生育基板であり、植物の生育に必要
植物の生育に適した土壌の状態は以下である
 - ・腐植質に富み、膨軟であること。
 - ・透水、通気、排水性に富むこと。
 - ・窒素、リン酸、カリ等の必要成分を含むこと
 - ・土壌のpHが中性で、有害物質を含有しないこと。
 - ・その他：気温や風などは緑化技術の観点から考えると、緑化対象地域の地理的關係（気候区分等）において決定される要因であるため生育する植物の種類に制限を及ぼす要因と考えられる。
-

3.2 植物の生育場所として考慮すべき河川特性の整理

流水の影響によって形成された多様な立地環境を植物に提供していることから、流水の影響と植物の成育状況を整理する。

なお、河川に生育する種々の植物群落が生ずる条件（環境要素）の詳細は現在研究中であり徐々に解明されつつある。

(1) 流水と植生

河川の岸辺における植物の分布状況は、増水時の流水の水位に対応して頻繁に流水にさらされている水際部（低水護岸部）から数年冠水しない場所（高水護岸部）の中で次のような植物の生育が一般的にみられる。

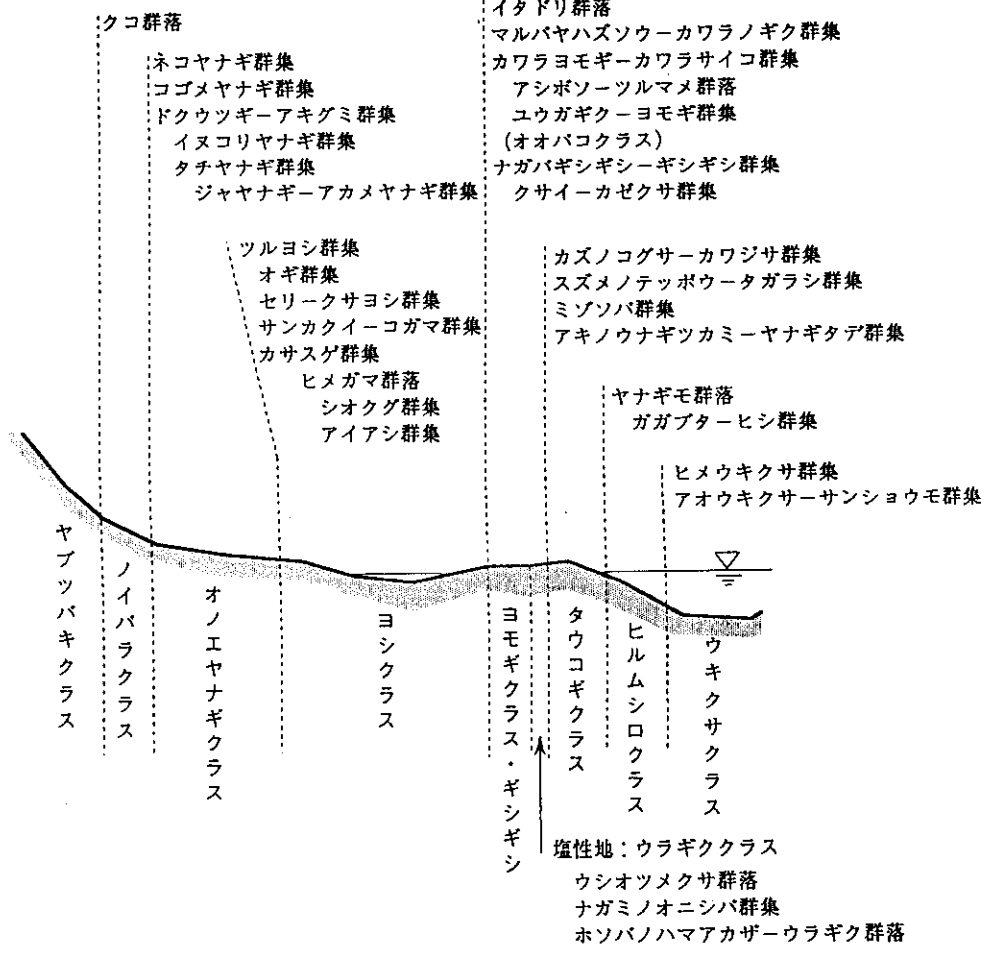
頻繁に流水にさらされる場所	→	1年生植物群落
年に数回冠水を受ける場所	→	多年生植物群落、低木群落
数年間冠水しない場所	→	高木群落

この流水にさらされる河辺に生息する植物群落の状況を横断的に整理したものが図-2である。この図は自然の河辺に生育する植物群落を調査整理し、主に冠水頻度の差に伴う環境差を植物群落の視点から整理したものである。

(2) 河川の分類と植生の関係

セグメント毎の環境特性を河川水辺の国勢調査より整理し、植物の例を表-1に纏めた。

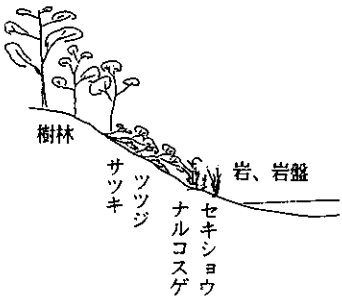
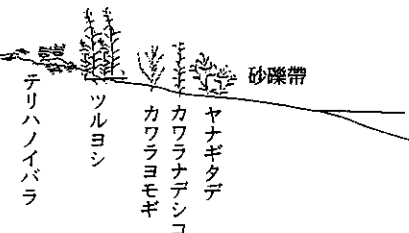
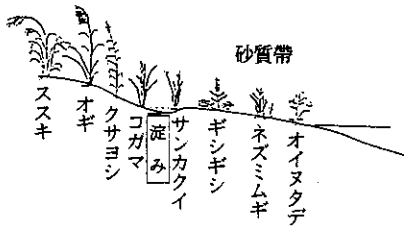
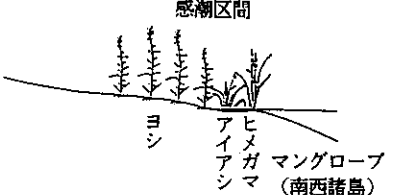
ゴマギーハンノキ群集



← 数年間冠水しない場所 ← 年に数回の冠水を受ける場所 ← 頻繁に流水にさらされる場所 →

図-2 河辺の代表的群落

表-1 河岸の特徴と植生の例

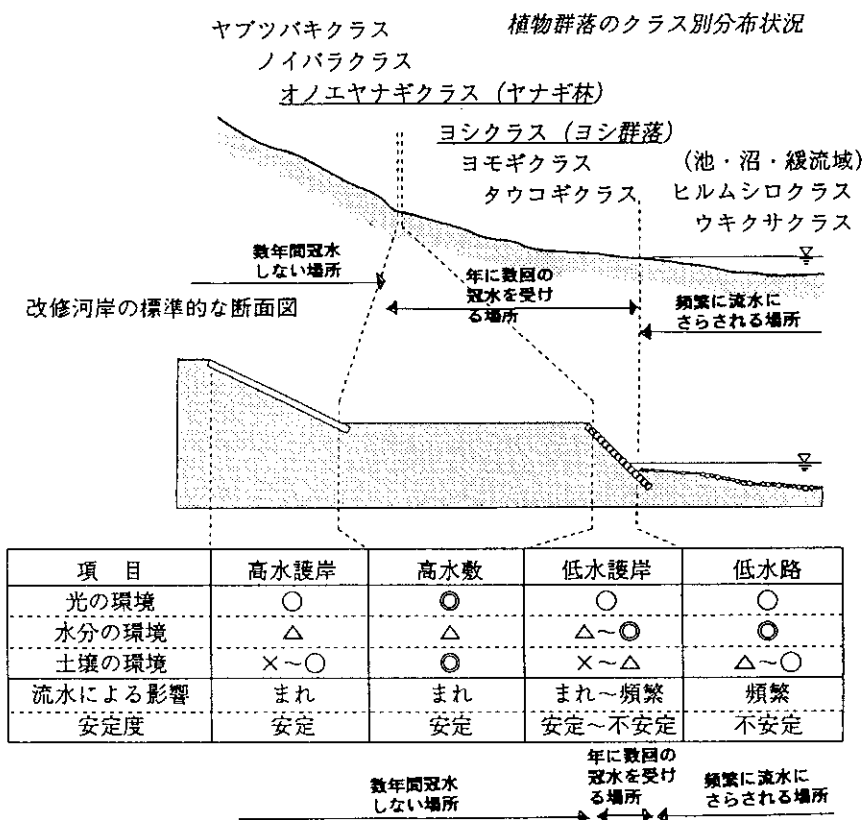
区分	河岸の特徴	植生の例
溪谷河川	山付け堤等が多い 護岸施工箇所は強固な構造が多い 洪水の外力が大 土壌条件：不安定 水位条件：不安定	
扇状地河川	滯筋不安定 河岸は侵食堆積を繰り返す 水制工等で外力軽減 土壌条件：不安定 (水制工等により土砂堆積) 水位条件：伏流水等が多い	
自然堤防帯 (移行帯) 河川	蛇行：水衝部、水湛部、 州の形成 堆積：高水敷、自然堤防 土壌条件：水衝部不安定 水裏部安定 (但し、蛇行特性による) 水位条件：比較的安定	
三角州河川	感潮区間 河岸は比較的安定 潮位の影響 土壌条件：安定 水位条件：安定	

3.3 改修河川における植物の生育環境

(1) 植生再生対象地における植物の生育環境

改修河岸における植物の生育に必要な光、水、土の3つの環境要因の状況を図-3に示す。

自然河岸のイメージ断面図
(中～下流域のイメージ)



下段に示した改修河岸と上段に示す自然河岸との対応をみると、自然河岸で広い面積を占めていたタウコギクラス～ヨシクラスの植生が立地する環境が低水護岸に圧縮されて、自然河岸には、存在しないと思われる広い高水敷が改修河岸で形成されている。

下表に示す×～◎印は、高水護岸から低水路までの各立地場所での植物にとっての必要な環境要因の状況を相対的に示すもので、×～△については、該当する環境についての対策が望まれることを示し、○～◎については、特定の植物による緑化を実施する場合に対策が必要と思われることを示す。

図-3 改修河岸における植物の生育環境

○ 光環境

河川域では開放的な環境から通常の中～下流域では特に問題でない。

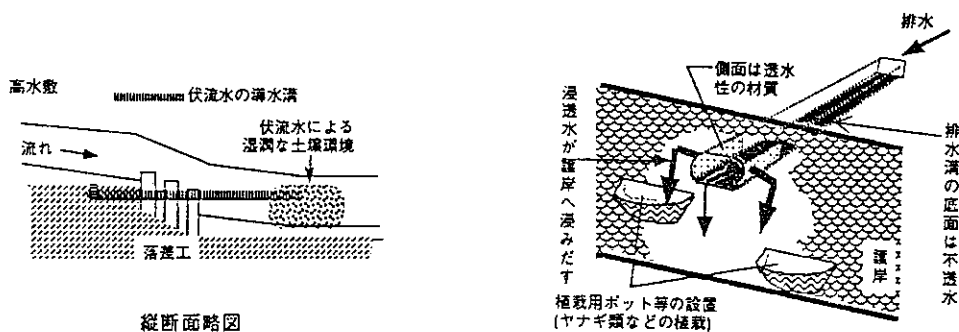
○ 水環境

植物にとって水環境は生存を規定する重要な要素である。

高水護岸～高水敷における水環境は、開放的な河川の平坦な高水敷では日中の水分蒸発量が大きいく、人為的な造成地であるため土壌の保水力も低いこと、水面との比高があることから恒常的に乾燥状態が予測される。

低水護岸では、流水の浸食作用に耐える素材・構造であるため、流水に接する場所を除くと植物が利用できる水分が乏しい環境である。そこで高水敷の植物への水の供給メカニズムについて今後十分な検討が必要である。また、河岸部の湧水、伏流水などの水循環は、微地形とあいまって河川の多様性を生む重要な要素であり、この保全・再生も重要な課題である。

以下に具体的な例を示す。



高水敷の水環境改善策

流入排水等を利用した護岸の湿潤化

図－4 水環境改善例

○ 土壌環境

流水に影響からみると、高水敷及び高水護岸での土壌環境は比較的

安定している。流水の影響を受ける低水路と低水護岸では、かなり不安定な土壌環境となっており。実際の護岸では連節ブロックの隙間や小段部分に堆積する程度となっている。

また、河川域での栄養分については河川の水質に左右されるが、植物の生育に必要な養分は源流部等を除いて十分に存在し、むしろ中～下流域では人為的付加により過剰な栄養分が水中のみならず堆積土砂に蓄積されていると考えられる。

河川域での植物にとって土壌環境を改善するためには、覆土などの一時的な土壌の確保と土壌の流失防止及び堆積の促進が必要であることから、護岸部分で土壌を安定的に堆積させることが大きな課題であり、多くの河川で様々な試みがなされている。

(2) 植生再生対象地における植物種の選定

改修河岸の各場所において最も適切な植物種を選定する手法として、冠水頻度の状況に着目しながら各場所において自然状態で生物がみられる植物種（潜在自然植生）の推定を行う。図－3の上段に示したものは、高水敷の冠水頻度を2～3年確立と設定して図－2に示した河辺の代表的な植物群落の配置をあてはめたものである。

4. 護岸の植生再生事例

既設護岸における植生再生を検討する上で、参考になるとと思われる植生再生の事例を調査し、現況に学ぶという視点から以下の事例について、調査・整理をし、植生再生を検討する際の良い参考とすることが望まれる。

- ・既設護岸が年月を経て植生再生している事例
- ・多自然型護岸の事例

5. 堤防護岸の植生再生

堤防護岸の植生再生の基本的考え方を整理した。

5.1 堤防護岸の植生再生の基本的考え方

- 堤防護岸部は数年間冠水しない場所で流水による影響は少なく、植生にとっては比較的安定した場所である。
 - 堤防の侵食に対する耐力の評価は現在鋭意進められているが、従前より堤防の法面の処理には張芝が一般的化しており、堤防の張芝に対する耐侵食性についてはある程度量的な評価ができる。^{2) 3) 4) 5)}
-

以上のことから堤防部に関しては覆土部の早期安定化も考慮して、まず芝による植生再生を行う。

芝の活着には、通常3年程度の期間が必要とされ、この間は除草、刈り込み、施肥等を行うことによって、芝の根層が一体となり、流水への耐侵食を発揮するようになる。芝の活着後（約3年後）は原則として管理を行わず、植生の遷移を通じてより自然性が高く植生的に安定した草原植生の成立へ導くよう考える。但し、堤体管理上、草本を中心とした植生を維持することが望ましい。

6. 水際護岸の植生再生

水際護岸の植生再生の基本的考え方を整理した。

6.1 水際護岸植生再生の基本的考え方

治水上有効な手段の一つであったコンクリート護岸等に、自然との調和、自然豊かな河川環境の創造の観点から、植生の再生を検討することから、既設の水際護岸に植生を再生するための基本的考え方を示す。

- 植生の再生を考えるにあたっては、河川の場に配慮する。
 - ・植生の再生は、河川特性を十分に考えなければならない。
 - ・本来、植生が生育しないような区間に植生を考えるべきでない。

- 植生の再生を考えるにあたっては、植生の生育環境に配慮する。
 - ・植生の生育環境の基本は水環境と土壌環境である。
 - ・場にあった植生を考える。
 - 植生の再生は他の生物の生息環境にも留意して行わなければならない。
 - ・植生は水辺の生物の生息環境の向上にも資するものである。
 - ・このため、他の生物の生息環境にも留意して検討することが必要である。
 - 植生の再生は良好な河川景観の形成、水辺の利用との調整等にも留意して行わなければならない。
 - ・景観や利用は植生の再生を行う際に留意する。
-

6.2 水際護岸植生再生後の維持管理

植生の再生によって繁茂した植物群落は、時間の経過とともに変化（成長、種類構成、枯死など）する。群落変化の原因は、徐々に明らかにされつつあるが、現状では不明な点が多い。再生した群落が目的とする植生と大きく異なったり、治水上問題となるような極端な群落が発生した場合は、当然であるが何らかの対策を実施する必要性が生じる。なお、再生した植生（群落）の変化には、ごく短期間に生じる変化と、長期にわたって生じるものに分けられる。

- 短絡的な変化に対する管理：初期成長の不良、枯死、欠損を補う。
 - 植物群落の形成を助ける作業
 - 長期的な変化に対する管理：植物群落の遷移に伴う群落の変化を制御する。
 - 望まし群落を維持する作業
-

7. おわりに

既設護岸の植生再生については、既設護岸上に植生再生を検討するものであるが、すべての既設護岸に植生を再生させようとするものでなく、その河川の特
性、自然の特性にあった植生を考えるものである。現在、多自然型川づくり
に対する研究は鋭意進められている段階であり、自然護岸の耐力等、植物の流
水に対する耐力について、定量的な解明がなされていないものも多くあるため、
本研究は現在の段階で得られる情報、今後検討が必要な事項を整理したもので
ある。今後さらに研究が進められ植生再生を考える上での一つの判断基準に資
するものと位置づける。

なお、河岸植生の再生検討の研究については学識経験者及び行政担当者から
なる委員会（委員長：名古屋女子大学・南川 幸客員教授）の委員各位から、
様々のご意見・御指導をいただき、ここに謝意を申し上げます。

〔参考文献〕

- 1) 山本晃一：河道特性論 土木研究所資料第2662号 1988年8月
- 2) 建設省技術研究会 河岸防御の設計手法に関する研究 建設省河川局治水課、
建設省土木研究所
- 3) 柿沼孝治，福岡捷二，江幡禎則：流水に対する野芝の侵食抵抗 土木学会第
48回年次学術講演会Ⅱ部 1993
- 4) 福岡捷二，藤田光一，加藤善明，森田克史：堤防法面の芝の耐侵食特性 土
木技術資料 vol. 29, No. 12, 1987
- 5) 福岡捷二，藤田光一：堤防の法面張芝の侵食限界 水工学論文集 第34巻
1990

参考-1 各セグメントとその特徴

(1級河川の場合)

	セグメント1	セグメント2	セグメント3
地形区分			
河床材料の平均値経 d_m	2 cm以上	3 cm~0.4mm	0.3mm以下
河岸物質	表層に砂、シルトが乗ることがあるが深く、河床材料と同一物質が占める。	下層は河床材料と同一、細砂、シルト、粘土の混合物	シルト・粘土
勾配	1/60~1/400	1/400~1/4000	1/5000~水平
蛇行程度	曲り少ない	蛇行が激しいが、川幅水深比が大きい所では8字蛇行又は島の発生	蛇行が大きいものもあるが無いものもある。
河岸侵食程度	非常に激しい	中、河床材料が大きい方が良く水路動く。	弱、ほとんど水路位置動かない
水路の平均深さ	0.5~3 m	1~5 m	4~6 m