河川技術論文集,第18巻,2012年6月

下流域の砂河川内岸部における河道掘削とモニタリングについて

River channel excavation and monitoring on the inner bank of a sand river in its lower reaches

岩崎征弘[1]・森伊佐男[2]・平田真二[3]
Yukihiro IWASAKI and Isao MORI and Shinji HIRATA

[1]非会員　国土交通省九州地方整備局宮崎河川国道事務所　（〒880-8523 宮崎県宮崎市大工二丁目39）
[2]非会員　株式会社エコー（〒110-0014 東京都台東区北上野２丁目6番4号）
[3]非会員　株式会社エコー（〒110-0014 東京都台東区北上野２丁目6番4号）

In recent years, there have been many cases of river channel excavation mainly at sandbars and flood channels as a measure for improvement in the downflow capability of a river. In the Oyodo River, river channel excavation has been carried out since 2005, while the Special and Urgent Project for Heavy Disaster Measures of the Oyodo River has been implemented. Given that river channel excavation as a means of improving its downflow capability has a direct impact on the growing environment of living organisms which live in the river, it is essential to carry out construction work based on the idea of nature-oriented river management.

This report provides case examples of investigation and examination of responses of river channels and animals/plants to the impact of flood channel excavation on a sweep of sand river in its lower reaches where there are outcrops of soft rocks. Its aim is to contribute to establishing a direction for future river channel excavation.

Key Words : *River channel excavation, downflow capability, vegetation management, nature-oriented river management, special and urgent projects for heavy disaster measures*

１．はじめに

近年，河川の流下能力向上に資する対策として，砂州や高水敷を中心とした河道掘削の事例が多く見られる.大淀川では平成17年度から,大淀川激甚対策特別緊急事業（以降，激特事業と記述）を実施する中で河道掘削を行ってきた.流下能力向上対策としての河道掘削は直接的に河川内に生息生育する生物の生息生育環境に影響を及ぼすことから,多自然川づくりの思想のもと工事を行うことは必要不可欠である.

本報は,軟岩が露頭した下流域の砂河川湾曲部における高水敷掘削というインパクトに対する，河道と動植物の応答について調査検討した事例を報告し,今後の河道掘削のあり方に資することを目的とするものである.

２．事業背景と調査地点

(1) 掘削の背景

調査地点は，図-1，図-2に示すとおり大淀川河口より4k～6k付近である．大淀川は，平成17年9月の台風14号により，記録的な豪雨に見舞われ，計画高水位を上回る洪水により多くの家屋，田畑が被害を受けた．この洪水被害を受け，激特事業が申請・採択され，平成21年度までの5ヶ年で大規模な河川改修を行った．調査地点である大淀川4k～6kも，平成19年3月に当該事業の一環として，洪水時の水位低下を目的として左岸側高水敷の掘削を行ったものである.

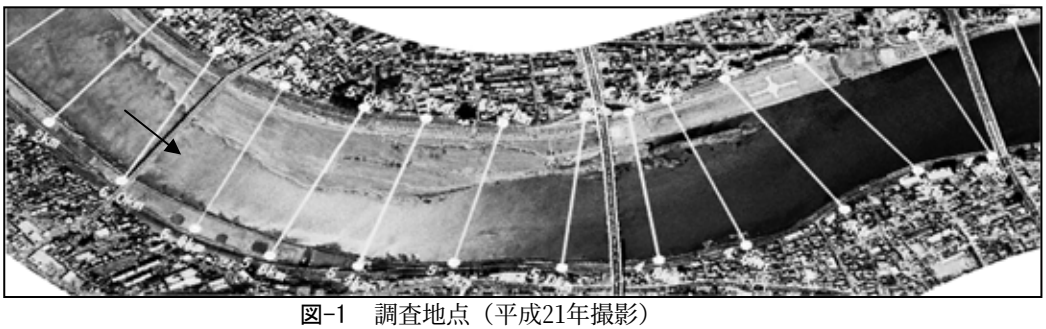

図-1　調査地点（平成21年撮影）

図-2　調査地点の状況（左：工事実施前，右：工事実施後）

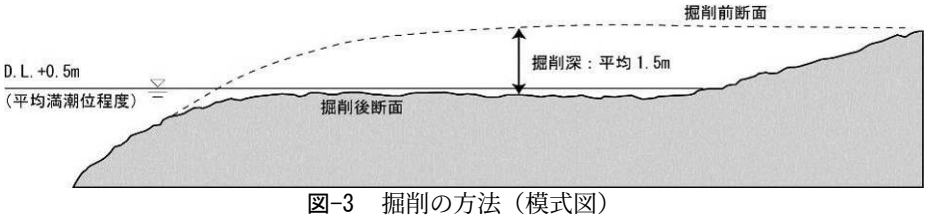

図-3　掘削の方法（模式図）

(2) 掘削の方法

調査地点の工事前の状況は，堤防側は芝生広場，広場と水際の間は，寄州上にツルヨシ群落やオギ群落が広がる単調な草地であった．

掘削は，図-3に示すとおり，流下能力確保の観点から高水敷(以降，寄州と記述)を1.5m掘り下げた．その際の留意点は以下の通りである．

・既存のワンドを保全すること
・掘削面に微小な凸凹をつけ，平坦に仕上げない
・掘削面を平均満潮位より若干掘り下げること

この掘削により，当該地区では約18万m^3の掘削量となった．

３．調査内容

(1) 調査地の基本特性（地形・水理・水文的情報）

当該箇所は，図-4に示すように戦争直後の昭和22年（第2次改修以前）では，下流域全域が砂州形成領域であり，河道湾曲に沿って交互砂州が発達し，豊富な土砂供給が窺える．植生はあまり認められず，裸地状であり，活発な土砂動態の様相を呈する．

その後，昭和37年時は，ほぼ現在と同じ位置に規模が小さく左岸寄州が存在し，それが徐々に拡大すると共に，植生が繁茂した状態となり，今回の激特事業にて，上記，図-3に示すように平成19年に河道掘削にてリセットされた．

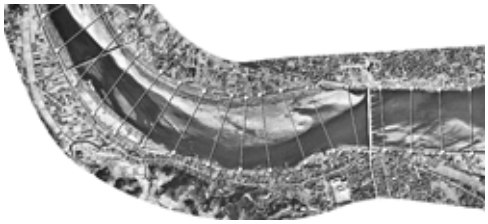

図-4　昭和22年空中写真（米軍撮影）

また，昭和38年からの出水の状況は図-5に示す通りであり，平成17年9月の出水が既往最大流量9,470m^3/sが発生している．

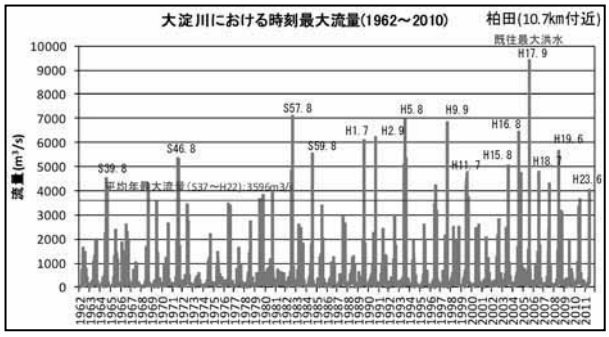

図-5　出水の発生状況

次に当該箇所の堆積に影響する流心線の動向は図-6の通りである．流心が固定化され，左岸側が常に水裏となり土砂の堆積傾向，一方右岸側の水衝部は侵食傾向になることが明瞭である．

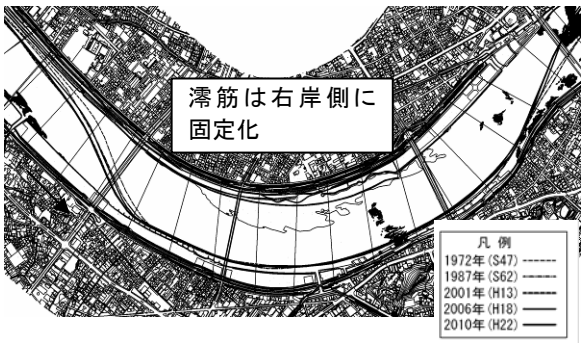

図-6　流心線の挙動

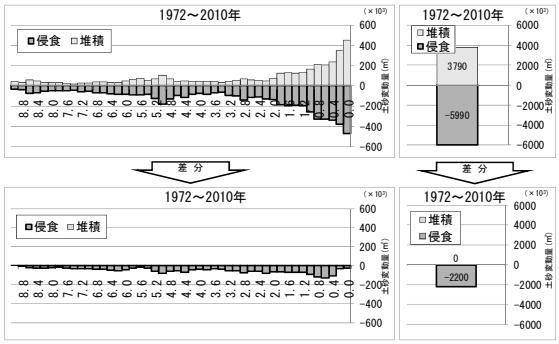

図-7　長期的な土砂収支

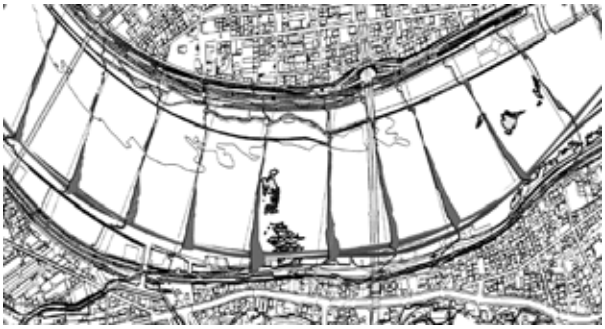

図-8　各距離程での侵食・堆積状況

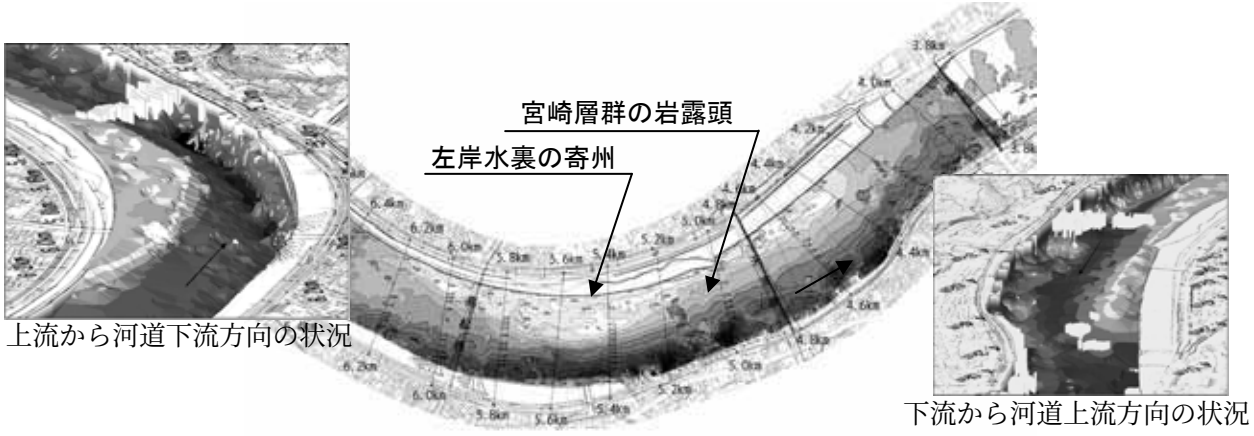

図-9　河道コンター状況

こうした状況から,該箇所の土砂収支を巨視的に分析したものが,上記図-7である．昭和47年から平成22年までの38年間では,当該箇所を含め縦断的侵食傾向であることが分かる．また,図-8に昭和47年と平成22年の横断重ね図を平面に追記したものである．これより右岸側水衝部は大きく洗掘侵食される一方で,左岸側の寄州は堆積傾向であることが,明瞭に把握される．なお,平成23年7月時の当該箇所の河道コンターを図-9に示す.

(2) 掘削後からの侵食・堆積の現状

激特事業後の左岸寄洲に生じた洪水時の外力として,流量を図-10に示す．結果,激特事業による寄州掘り下げ後に,平均年最大流量3,600㎥/sを越える出水を5回経験している．なお,左岸寄州の現地盤高はT.P+1.0mであり,平常時の潮汐では冠水せず概ね1,000㎥/sで冠水する．なお,平成23年9月の台風15号では,2.5mの冠水深であった.

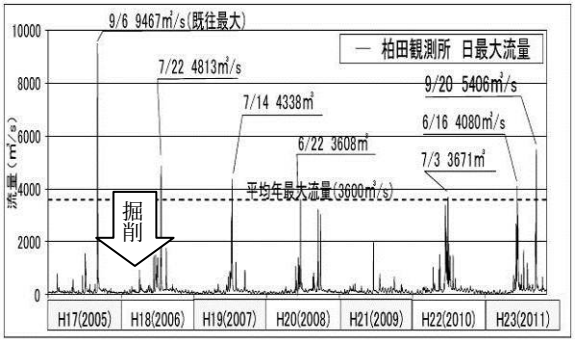

図-10　激特事業後の出水流量

植生と侵食・堆積傾向との関連性把握から,平成23年7月に図-11に示すように,寄州上に14本のリングセンサーを設置し,その挙動を把握することとした．結果,寄州上流端は激しく侵食され,その後洪水末期に堆積していることが確認される．横断方向では,水際部での侵食・堆積が大きい.

また,寄州中央部の縦断的な溝状部も攪乱を受け,5.4Kでは溝状部からの落とし込みによる攪乱も見受けられる．さらに,寄州の頂部は侵食・堆積量が少なく,植生による土砂トラップも見られない.

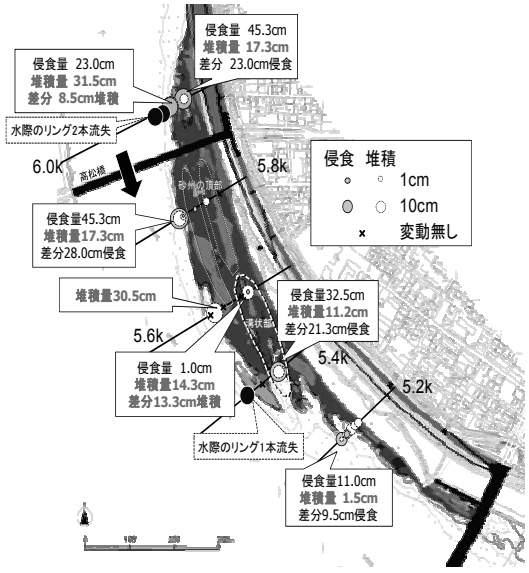

図-11　リングセンターによる侵食・堆積状況

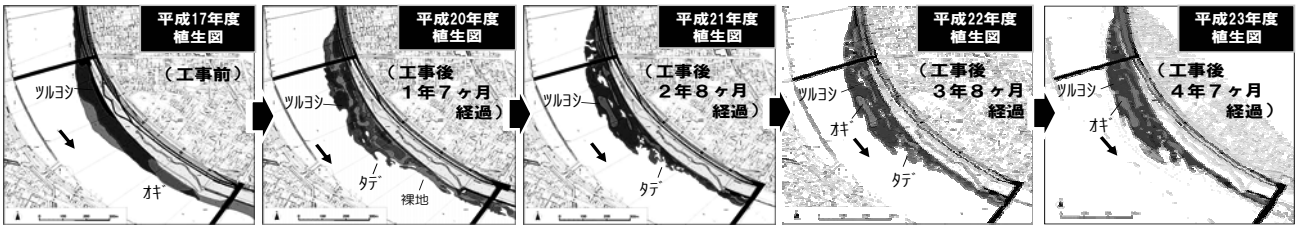

図-12　左岸寄州上の植生の遷移と現状

(3) 植生遷移の現状と変遷

激特事業前の平成17年,激特事業19年3月以降の植生状況を図-12に示す.激特事業前は,ツルヨシ群落が大半を占め,下流にオギ群落が一部に生育する非常に単調な植生状況を示した.この状態で,激特事業により概ね1.5m程寄州を掘り下げたことで,新たに裸地が形成された.掘削後1年目は先駆植物としてタデ類と一部ツルヨシ群落が侵入したが,その後の安定化とともに,ツルヨシが優占種となる一方,微高地にオギ群落が拡大しつつある.

これら植生の群落面積の変化として,図-13に植生構成比を示す. この図から分かることは,激特事業による掘削後,自然裸地にタデ類とツルヨシが同時に侵入し,競争していることが分かる. 但しタデ類は,裸地部分に拡大するが,ほぼ1年でツルヨシに駆逐されている.

さらに,植生が拡大し裸地部分は殆ど消滅する. タデ類の生育エリアもツルヨシへと置き換わる. そして,掘削後に土砂が堆積するエリアには,オギが侵入し,徐々に拡大しつつある.

これらを総括すると,当地区では掘削前のツルヨシに回帰するのではなく,ツルヨシとオギの混生群落になる可能性が高い. 水際部や溝状部など撹乱を受けやすい場所では,裸地が長期的に形成されるため,タデ類や希少種のタコノアシ群落が細々と残ると推定される. なお,撹乱の要因として,ワンド等複雑な地形が影響していると考えられる.

なお,激特事業により寄州を1.5m掘り下げたことで,当該エリアの底面摩擦力が落ちたところに,小規模ではあるが,過去に見られなかったジャヤナギ,アカメヤナギ,ナンキンハゼなどの樹木が広範囲に点在・生育するようになった.

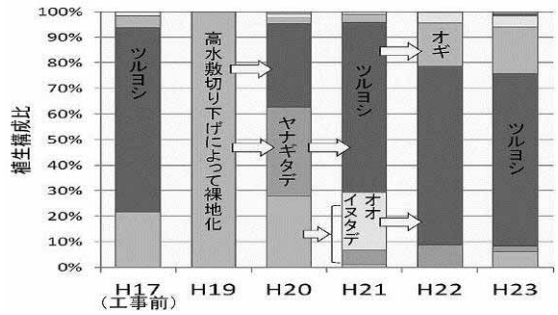

図-13　寄州上の植生の変遷構成比

(4) 植生と攪乱の関係

ここでは,a)植生の生育基盤と粒径,b)植生の根の深度と根毛量,c)植生と地下水の関係について考察する.

a) 植生の生育基盤と粒径

出水前の植生生育基盤と粒径は図-14に示すように,ツルヨシ,オギ,アレチハナガサ,タデ類の生育地の代表粒径が,概ね粗砂から細礫のレンジにあり,表土から20cmと50cmの深さの違いもあまり無い. この後の3ヶ月では,平成23年9月の出水後の堆積土砂を含んだ状態でも,出水前と同様に粗砂から細礫のレンジは変わらないが,細粒土砂が堆積している箇所が増加した.

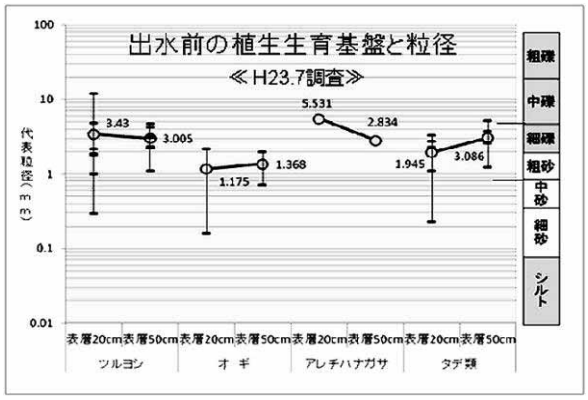

図-14　植生の生育基盤と粒径

b) 植生の根の深度と根毛量

図-15に植生のツルヨシ,オギ等の調査地点とその根系の深度を示す.また,図-16に現地で試掘した情報として,地下水と植物の根の深度を模式図で表現したものを示す.

結果,寄州中央の谷線から堤防側は,堤内地から流れてきている地下水位が高く,根系は地下水より上に形成されている. また,谷線より低水路側は比較的粗い土砂で構成され,根系も深く発達している.但し,当該寄州では,土壌が薄く十分な根が発達していないなどと考えられる.

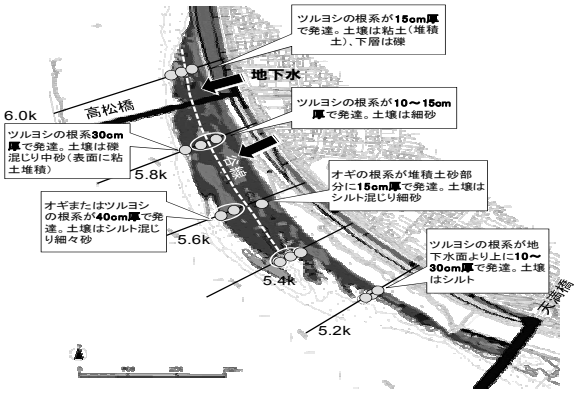

図-15　植生の地点別深度（7月）

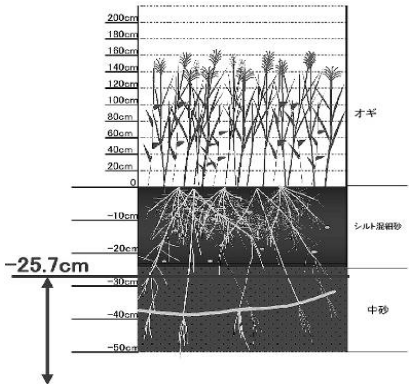

図-16　植生の発達状況

さらに地点別の表層5cmにおける平均根毛量を夏と秋に計測した結果が,図-17である.

結果，ツルヨシのような根毛量の密度が高い植物は、流水の流速低減効果により土壌の耐侵食力が大きい[1)]．一方、水際のタデ類は根が浅く根毛量も少なく,出水時に破壊を受け易い．ツルヨシは侵食堆積いずれの場所にも分布し,オギは表面付近の根毛量は多くなく,根系は深い場所で横方向に地下茎を発達させる．そのため,表層の土壌保持力は小さく,出水時は侵食作用を受けるが、出水末期の流速低減時に,土砂をトラップするため,全体として堆積傾向が強いと考えられる.

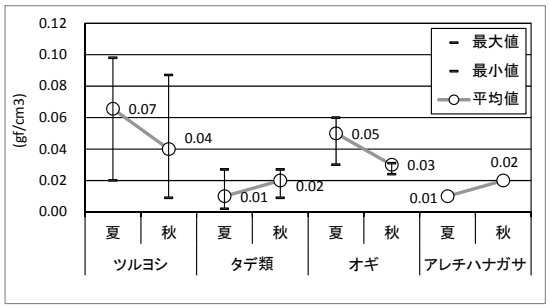

図-17　優占種による表層根毛量の存在範囲

(5) 植生と地形変化の関係

ここでは,a)植生と地形変化の関係,b)植生と侵食・堆積の関係,c)植生と地盤高の関係について考察する.

a) 植生と地形変化の関係

植生と地盤高の関係は,平成18年度の測量から平成23年度までの5ヶ年分の横断測量を重ね,その上に平成23年度の植生を加筆したものが図-18である．ここでは、5.4k、5.6ｋの2断面を示す．タコノアシは安定的な水際に分布し,ヤナギタデは侵食が激しい箇所に生育し,オギは堆積傾向の箇所に分布していることが明瞭に分かる.

b) 植生と侵食・堆積の関係

植生図と面的な地形変化（侵食・堆積）について分析した結果,オギ群落は,比較的堆積傾向の箇所に分布している．オギは追加細粒土砂層厚が厚いことで知られる[2)].

c) 植生と地盤高の関係

植物群落と生育標高の関係では,オギはT.P+0.7～1,5mの寄州の比較的高い位置に限って生育する.ツルヨシは水際から寄州の頂部まで様々な比高に対応して生育している．ヤナギタデは水際部のT.P+1.0m以下の低い位置に生育している.

以上から,寄州の水際部は多様な植生が生育するが,寄州中央は土砂が堆積し,オギやツルヨシが優占種になりやすいことが分かる.

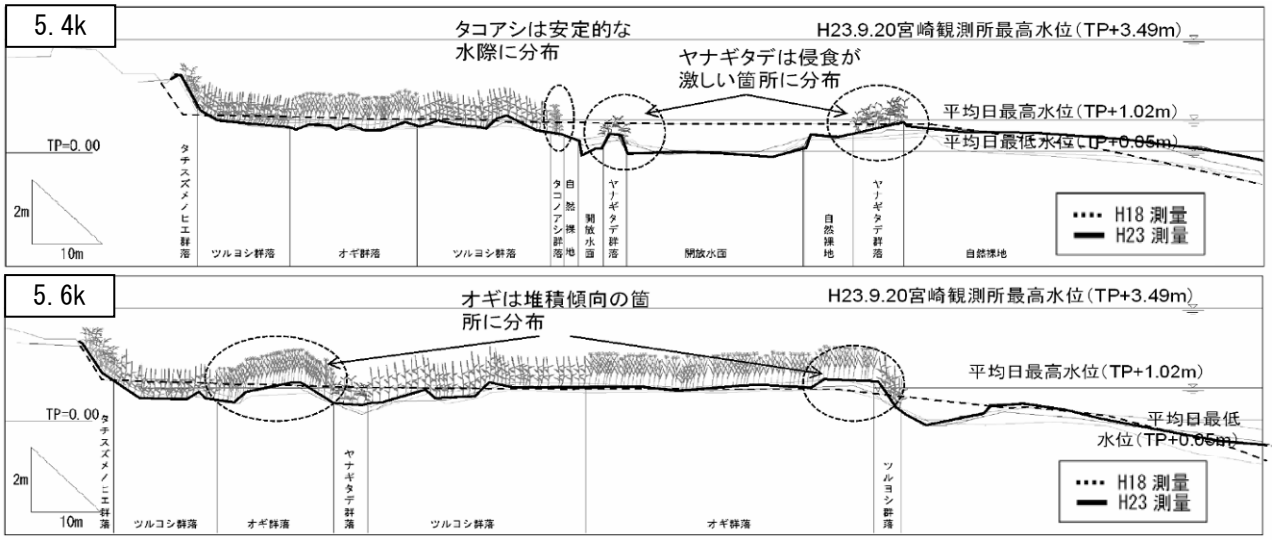

図-18　植生断面図と地形変化（侵食・堆積）

(6) 植物群落と剪断応力の関係

既往の研究成果で,無次元掃流力がツルヨシは0.1,オギは0.08,ススキは0.12,根系の浅い植物や河原系植物は0.06で流失することが示されている[3)4)].一方,同じ植物でも生育する粒径が均一では無く,当該寄洲上下流でも異なっており,均一で無い河床材料で植物の流失を判断することが難しい.そこで,前述の無次元掃流力0.06の代表粒径は37㎜[3)]であり,その際の剪断応力が36N/㎡である事に着目し,河原系植物の流失を剪断力で判断する.図-19に整備計画流量時の剪断応力を示す.結果,寄州上のツルヨシ以外のタデ類などの植生は整備計画流量では流失することが分かる.今後,モニタリングし破壊形態との適合性を精査予定である.

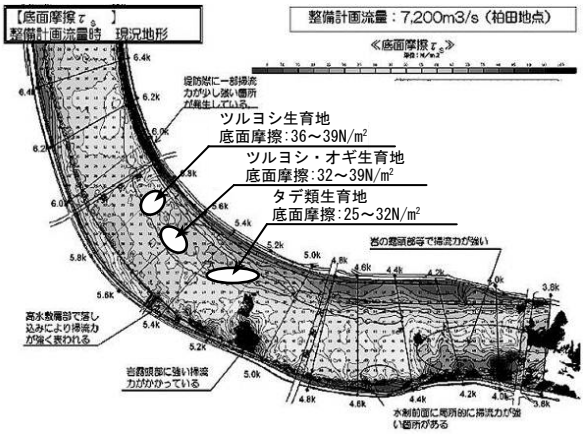

図-19　整備計画流量時の底面剪断力

(7) ワンド等好適環境、多様性への寄与

激特事業の掘削は,ワンドや入り組みを残したことで,水際部にはウナギ,アシシロハゼ,タケノコカワニナなどの重要な魚介類や,ワンド周辺では,サギ類やカモ類の摂餌・休息の場,ツルヨシ群落ではオオヨシキリが選択的に繁殖しており,多様な環境が維持されている.

4．まとめと考察

本報では,紙面の関係で割愛したが,当該箇所では,水衝部側軟岩露頭部では土砂が堆積せず河道中央の河床部で堆積,内岸側の寄州部では若干の侵食か平衡状態にある．水衝部最深部での侵食と水裏寄州部の堆積は相関せず．こうした状況下で,以下のことが明瞭となった.

①寄州の植生は,掘削後初期には漂着種子により,一斉に発芽・生育する.その際,タデ類などの一年草が優占した.

②また,流水の外力が強い箇所ではツルヨシが勢力を拡大する.

③しかし,恒常的に土砂が堆積する箇所では,水分条件が乾燥的になり,掘削4年後の現在は水際部にはタデ類に限定され,大半が多年草のツルヨシ・オギに遷移した.

④撹乱と植生の関係では,水際の侵食・堆積が激しい箇所に根が浅く根毛量も少ないタデ類が分布し,ツルヨシは侵食堆積いずれの場所にも分布する．オギは堆積傾向の範囲に分布した.

⑤今後の植生遷移予測は,オギ群落が徐々に土砂をトラップ・微高地化し,オギに適した土壌基盤を構築し,草丈が低いツルヨシを駆逐することが推定される.

⑥結果,復元される植生は,改修前のツルヨシ群落から変化することが示唆される.

⑦また,寄州にはジャヤナギ等が侵入・成長し始めた樹林化が,河積阻害を起こし,再度水衝部の洗掘を誘発する可能性が示唆される.

⑧底面の剪断応力に着目し河原系植物の流失状況を判断した．今後,破壊形態との適合性を精査予定である.

⑨存置した入り組みの複雑な水際環境は,人の干渉も少なく,多くの動物の生息場や希少植物種の生育場に利用され,ワンドの存置は生物生息環境の多様性に寄与している事を確認した.

以上のように,一気に河道を掘削すると,同時に様々な種子や根系が漂着し,リセットした裸地から植生遷移が始まる．当該箇所では,様々な植物の種子から遷移が始まったと考えられ,初期は成長が早い一年草が優占し,その後,根系が発達し出水による破壊を受けづらいツルヨシやオギが侵入して優占種となり,さらに樹木に遷移して行くことが想定される.

従前の植生状況を復元するのであれば,表土を仮置きし,それらを施工直後に被覆するなどの措置を行う．また,寄州の樹林化を抑制するためには,樹木の種が発芽できなくするために,上記同様に従前の草本群落の表土からの植物で光合成が出来なくさせるか,適切な伐採管理を行う事が必要である．なお,寄州を掘り下げることで,流速を低減し流水の外力を小さくすることが,樹木の侵入を許す原因にもなるので注意を要するものと考える.

参考文献

1)宇多高明・望月達也・藤田光一:洪水流を受けた時の多自然型河道防御工・粘性土・植生の挙動－流水に対する安定性・耐侵食性を判断するために－,土木研究所資料,第 3489 号,1997.1

2)榎本真二・服部敦・瀬崎智之・伊藤政彦・末次忠司・藤田光一:礫床河川に繁茂する植生の洪水攪乱に対する応答, 遷移および群落拡大の特性, 河川技術論文集, 第 10 巻,2004

3)多摩川の総合研究　平成18年3月　河川生態学術研究会

4)応用生態工学　9(1),47-62,2006 多摩川永田地区における河道修復事業実施後の生物群集と物理基盤の変化　海野修司・齋田紀行・伊勢勉・末次忠司・福島雅紀・佐藤孝治・藤本真宗

(2012.4.5受付)