

河床変動の観点で捉えた河原を支える仕組みの復元

－多摩川永田地区を事例として－

RESTORATION OF THE FLUVIAL SYSTEM OF GRAVEL BAR AS A PART OF ECOSYSTEM

服部 敦¹・瀬崎智之²・伊藤政彦³・末次忠司⁴

Atsushi HATTORI, Tomoyuki SEZAKI, Masahiko ITO and Tadashi SUETSUGI

¹正会員 工修 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室 主任研究官 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

²正会員 工修 国土交通省 国土技術政策総合研究所 企画部企画課 建設専門官 (同上)

³正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室 交流研究員 (同上)

⁴正会員 工博 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室 室長 (同上)

On the Nagata District of the Tama River, restoration began in 2001, and vegetated flood channel has been excavated and gravels have been supplied on the riverbed at the location downstream from ground sill (or upstream end of the Nagata District). One of the goals of this restoration is the recovery of gravel bars with the system of geomorphic changes caused by floods that the gravel bars as habitats are sustained. As a result of the field survey and simulation of riverbed deformation, a basic idea and method for the recovery of the fluvial system as a part of ecosystem were proposed. The idea and method are unique in using a parameter that can represent the condition of the key function of ecosystem.

Keywords: restoration, ecosystem, fluvial system, sustainability, gravel bar, vegetation, the Tama River

1. はじめに

ある特定の生物種や生物群集、そして生物の生息に良好な場の状況のように、目で観察できるモノを対象とした保全だけでなく、それらのモノが機能し、相互に作用を及ぼす仕組みに支えられて生物の持続的生息を可能とするシステムとして概念的に認知できる河川環境(または河川の生態系)を対象とした保全を行っていくことが求められている¹⁾。では具体的にどう保全するかとなると、モノに比べて概念は複雑になりがちなのである。これは概念的思考において陥りやすい誤りと思われるが、例えば人との関わりが稀薄なシステムのように現実と乖離したり、価値や良否などの主観(ただし現実即ちしたシステムを考える上で歴史的社会的な事情から考慮すべきものを除く)が入りこみ過ぎたりで、観念的思考にすり替わってしまうことである。観念にならず実践的に概念としてシステムを考え抜き、そのあるべき姿や保全の目標、具体的手法を論ずることが重要であろう。そのような思考や議論のための基盤とすべき知見の一つとして、工学はその専門の立場からシステムを構成するさまざまな仕組みや機能を抽出して科学的に分析・記述すること、それも一般人にとってもシステムとその作用をあたかも目に見えるモノのように鮮明に理解できるようにすることが必要と考えている。

以上のような考えに基づいて本研究は、河原が樹林地に変わって激減した多摩川永田地区で現在実施されている修復について、河原(単なる場としてでなく、そこに展開されている生態系をも含めた総称として用いる)が形成・維持される仕組みを軸に据えて改めて考察し直したものである(修復立案時の検討については島谷ほか²⁾参照のこと)。そ

の要点は、仕組みの定性的解釈にとどまらず、修復への応用においてキーとなる仕組みの機能状況を量的に指標化(表示)し、その指標を活用して目標設定から管理まで行うための基本的考え方を提案することにある。

2. 永田地区の河床低下に伴う河原縮小の概要

永田地区は、写真-1に示す多摩川51.7～53.3km区間であり、近年、左岸堤防に沿うように低水路が固定されている河床勾配1/330、河床材料の平均粒径35mm、90%粒径100mm、平均年最大流量620m³/s(調布橋観測所:59.5km地点)の礫床河道区間である。堤間幅の2/3～3/4を占める高水敷は、細砂を主体とする表層土によって礫面が覆い隠され、その上に草(オギ、オオブタクサなど)や樹木(大部分がハリエンジュ)が繁茂している。しかし、約60年前には全域が河原であり、その後少なくとも約20年前までは河原の様相を呈していたことが確認されている³⁾。現在、河原は低水路内に僅かに残るのみとなっている。この河原の減少に伴って河原を生息場とする生物が激減し、カワラノギクやカワラバタは絶滅が危惧されている。さらに高水敷は低水路とは生物群集が異なり、その生息を支える物質循環も異質であることが指摘されている⁴⁾。このような状況を考慮して、写真-1に示すように2001年より礫の敷設供給、2002年に高水敷掘削による拡幅によって、高水敷に変わった場所を河原に復元するための修復が行われている⁵⁾。

3. システムを軸に据えた修復の基本的考え方

本研究では、河道に対する人為的かつ物理的な要因(例えば横断構造物の設置、掘削)と直接的な因果関係がある

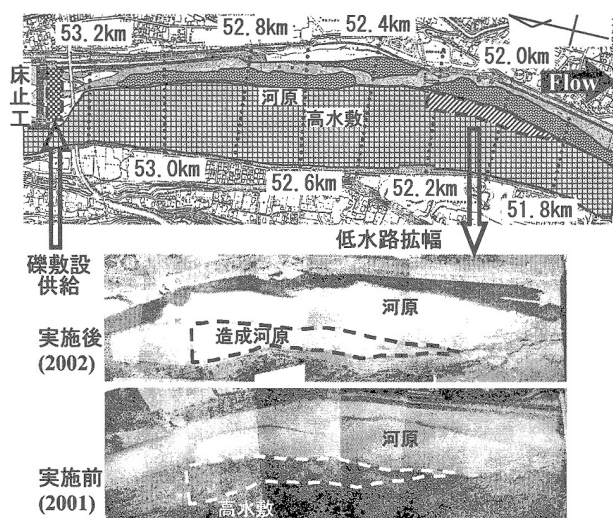


写真-1 多摩川永田地区の修復実施状況

自然環境の変質を対象として、既往の知見¹⁾を参考にして以下のような切り口で修復を考えることとした。

- ①生物の生息する場(またはある特定の生物種)のみの保全・復元に留まらず、生物の生息と場の形成・維持を支える仕組み(エコシステム)を理解することに努め、仕組み自体も保全・復元する(エコシステム・レストレーション)。
- ②広く流域まで見渡して、主要因-インパクト-の作用の仕方とその結果として生じた変質-レスポンス-の過程と機構に着目して、具体的な修復案を考え得るまで仕組みの理解を深める(インパクト-レスポンスを考慮した修復)。
- ③修復実施後もモニタリングを行い、修復という新たなインパクトに対するレスポンスから仕組みの理解をさらに深めて適宜、修復手法の改善や実施手順の調整を行う(アダプティブ・マネジメント)。ただし、“適宜”が“場当たりの”にならないように留意し、そのための予防として常に仕組みについて理解したことを軸に据えてマネジメントしなければならない。

①の考え方によると、仕組みが機能している状況が、生物や生息場(1.において「モノ」と総称した)を観察することによって捉えられる状況(種類、数量、分布など)と同等に、保全・復元の対象とされる。この合理性は、例えば河川環境が損なわれているのに、放流や播種によって生物が維持されている状況を思い浮かべれば理解しやすい。したがって、両者それぞれに復元目標を設定することになる。以下では前者をシステム目標、後者をランドスケープ目標と呼ぶこととする。次に、これらの目標を満たす河道状況を設定することになる(4. (2), (3)参照)。

さらにこの考え方を実践するにあたって、本研究では「システムとその作用をあたかも目に見えるモノのように鮮明に理解」するための手助けとして、復元のキーとなる仕組みを抽出し、その仕組みについて機能状況を表す(または評価できる)量的指標を用いることを提案する(4. (1)参照)。②の「理解を深める」ことで到達すべき最低限のレベルがこの指標化である。また、③のマネジメントにおいて「軸に据えて」おくのもこの指標であり、システム目標とモニタリングの結果をこの指標によって表し、それらの

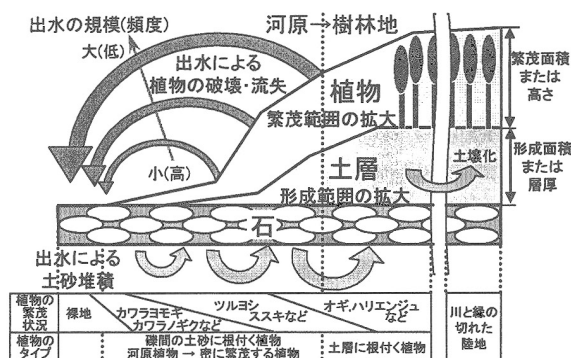


図-1 出水に関わる河原の仕組み

ズレとして復元状況を評価して、修復を行うこととする(4. (3)参照)。

4. 河原の仕組みとそれに基づく修復

(1) 復元のキーとなる河原の形成・維持の仕組み

河原は、図-1に示すように出水と関わりのある仕組みのもとで、礫間に詰まっている土砂(以下、マトリクスと呼ぶ)に根付く植物が繁茂と流失・裸地化をあるサイクルで繰り返す場である。名称に“カワラ”が付く植物のように、マトリクスの保湿性が低い場所に発芽・生長できる植物(以下、河原植物と呼ぶ)は、裸地化した河原に再繁茂して疎らながらも群落を形成することに優れている²⁾。それに対して、密に繁茂する植物(例えばツルヨシ)は、上記の点ではやや劣るものの、出水による破壊に対する耐力が河原植物より優れている。瀬崎ほか³⁾は、破壊過程を明らかにするとともに、各過程の発生外力を50%粒径に対する無次元掃流力を用いて評価している。ツルヨシでは、倒伏→礫の群落内進入に伴う流向に沿って伸びる楔状裸地域の形成→礫の衝突による根元近傍での茎の切断→茎を失った根株の流失(裸地化)、という破壊過程を経る。最終過程まで残った根株は最大粒径規模の礫に覆い被さるようにして根茎を伸長しているため、その流失によって完全に裸地化する外力は、最大粒径の限界掃流力($\tau_* = 0.10 \sim 0.12$)とほぼ等しくなることを示している。それに比べて根茎が地中浅くにしかならないカワラノギクなど河原植物は、限界掃流力($\tau_* = 0.06$)程度で流失して裸地化する。さらに密に繁茂する植物の群落内には出水時に濁水中の土砂が沈降・堆積しやすく(ただし茎が切断されるまで)、それが土層を形成すると、土層に根付く植物(例えばオギ、ハリエンジュ)に遷移するようになる³⁾。河原植物より流失しにくく、土砂堆積に伴って拡大するこれらの群落によって、河原植物の生長が阻害されて個体数が減少する。個体数が少なくなり過ぎると出水後の再繁茂が困難になり絶滅が危惧される状態になるが、そこまで減少するより先に裸地化するという程良いサイクルを保つように仕組みが機能していれば、河原は再形成・維持される。

李ほか³⁾は、永田地区に土層に根付く植物が安定的に繁茂し続けている理由として、低水路の河床から2～4mも高くなった高水敷上で植物の破壊・裸地化が生じにくくなったことを挙げている。永田地区のようにハリエンジュ

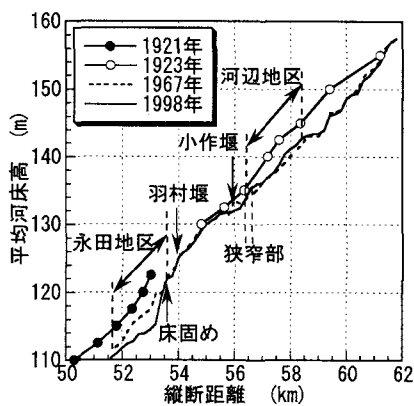


図-2 1920年代以降の河床縦断形の変化

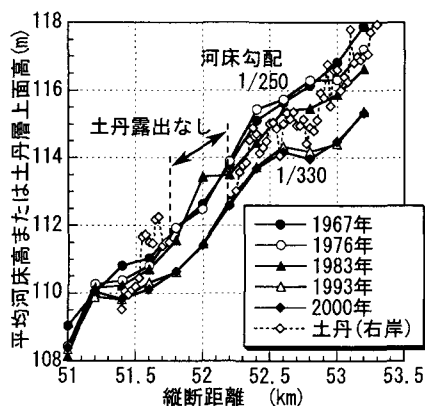


図-3 永田地区の河床縦断形の変化

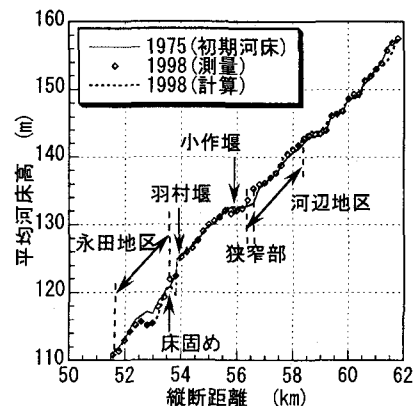


図-4 河床変動の計算値と実測値の比較

が流れ方向に連続的に伸びる一塊の群落を形成すると、パッチ状の小群落群に比較して破壊されにくくなること⁷⁾、さらに仮に部分的にハリエンジュが倒伏しても、根茎から直ちに再萌芽し、2～3年程度で群落が再形成されること^{8,9)}も上記の妥当性を裏付けている。

以上より河原の仕組みに基づく、修復においては高水敷となった範囲で、植物の破壊発生頻度を回復することがキーとなると考えられる。その量的指標として本研究では、掃流力によって破壊の発生が判別できると仮定し、流量ごとに河原に作用する掃流力とその生起確率を算定することから得られる掃流力の生起確率を用いることとする。なお、破壊の発生頻度がある程度回復されてくると、図-1に示した破壊と再繁茂～群落拡大の相互作用の重要性が高まり、そのため群落拡大に関わる土砂堆積もキーに追加する必要があると予想される。これについては今後の課題とし、本研究ではとりあえず破壊のみをキーとして以下の議論を進める。

(2) 河床低下の発生機構と2つの目標を満たす河道状況

(1)に示したように、当面のシステム目標は植物の破壊発生頻度を回復することとした。また、ランドスケープ目標を考えるにあたっては、例えばカワラノギクが繁茂する河原がまだ広く残っていた1970年代までの永田地区の河道状況⁹⁾(例えば河原の面積、植物の種類と群落の被度や分布など)が参考になる。そこで、修復実施前までの河床低下の発生機構を整理し、これに基づいてこれらの目標を満たす河道状況の設定を試みる。

永田地区から直轄上流端までの低水路平均河床高の縦断形の経年変化を図-2に示す。なお、1920年代の河床縦断形は、地形図(縮尺1/25,000)の等高線から読みとったものである。砂利採取は、1920年代(関東大震災後)以降から盛んに行われ、1967年に全面禁止された¹⁰⁾。この期間に永田地区と河辺地区で河床が著しく掘り下げられたようであり¹¹⁾、著しい河床低下が認められる。なお、1920年代に採取された河床材料の粒度分布¹¹⁾は、現在とほぼ同じである。1967年以降では、出水に起因する河床変動が生じており、永田地区では高水敷化をもたらした河床低下が生じたが、河辺地区では逆に上昇している。これらの状況から、狭窄部によるせき上げを受ける河辺地区を掘り下げたため礫が堆積

するようになり、その分だけそれより下流への礫の流送量が減少し、そのため堰や床固めの直下流に位置する永田地区で河床低下するようになったと推定される。ところで永田地区では、難浸食性の脆弱な岩盤(以下、土丹と呼ぶ)が低水路河岸の一部を除き連続的に露出している。この土丹は、掘り下げによって既に沖積礫層が僅かになっていたため、図-3の平均河床縦断形の経年変化に示すように、1967年以降の河床低下の進行に伴って河岸に露出してきた。そのため低水路幅が縮小し、その後ほとんど拡がらなかったため、図-3に示したように明確な緩勾配化の見られる著しい河床低下を引き起こしたと推定される。

これらの推定の妥当性を一次元河床変動計算によって確認する。本計算では芦田・道上による混合粒径の掃流砂量式を用いており、永田地区のほぼ全域で河床材料が移動する $100\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量を1975～1998年に渡って全て時系列で与え、流量に応じて増加する一定の関係(流砂量式より設定)で礫を上流端から供給した。なお、この礫供給量 Q_{bin} は再現性が最も高くなるように試行錯誤を繰り返して調整を行い、最終的に $11,700\text{ m}^3/\text{年}$ (24年間の平均値)と設定した。以上の条件で計算を実施したところ、図-4に示すように河辺地区での堆積(実測値 $6,500\text{ m}^3/\text{年}$ に対して計算値 $6,700\text{ m}^3/\text{年}$)と永田地区の河床低下(同じく $5,600\text{ m}^3/\text{年}$ に対して $5,160\text{ m}^3/\text{年}$)を良好に再現できた(以上の値は全て実質体積、以降も同様)。また上記の供給量および侵食・堆積量より、羽村堰を越えて永田地区へ供給される量 Q_{Nagata} が Q_{bin} の概ね半分となっていると推定される。

これらの結果は、ランドスケープ目標を満たすように思われる1960～70年代であっても、仕組みが機能しなくなる原因となった掘り下げが既に完了しており、 Q_{Nagata} が半減しているため、システム目標とできるような河道状況ではないことを示唆する。さらに遡って1920年代のような河床形状に戻すことも、その形状が現状と大きく異なることに起因する諸問題(例えば埋め戻しに用いる河床材料、小作堰での取水や治水安全性に与える影響など)の観点から非現実的である。つまり過去の河道状況のなかからシステム目標を満たすものを選定できないので、現状の河道形状をベースとして新たな河道状況を考案、設定しなければならない(これについては修復手法とともに(3),b)で検討する)。修復目標の設定において、河道の人為的攪乱が認め

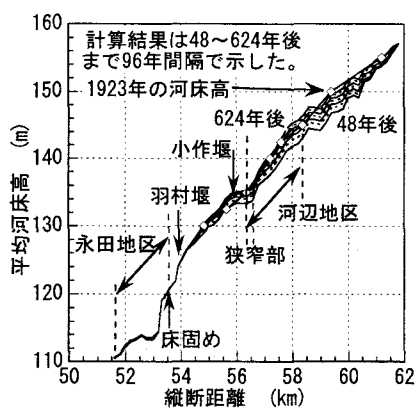


図-5 今後の河床変動の予測結果

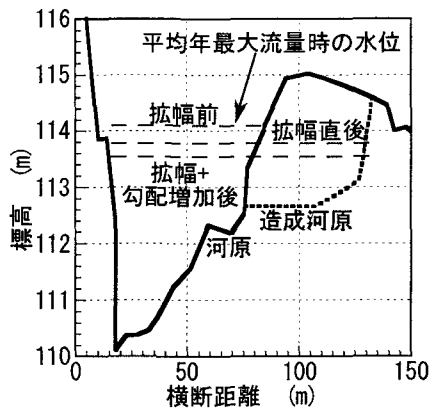


図-7 低水路拡幅状況と拡幅・礫供給による掃流力の生起確率分布の変化

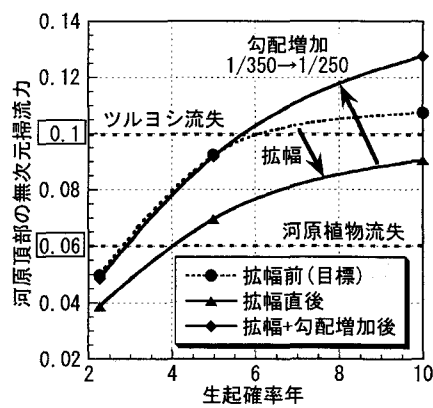


図-6 永田地区への礫供給量の経時変化

られるものの、その程度があまり大きくないと予想されている高度成長期(1950年代)以前の河道状況を参考にすることが提案されている⁹⁾が、本事例はシステムの復元を軸に据え、実現性のある河道状況が設定できない場合があることを示すものである。その場合、年代や過去の河道状況にとらわれず、まずシステム目標を満たす河道状況を、例えば上記のような河床変動の観点から検討し、ついでランドスケープ目標も満たす河道状況として設定すべきであると思われる。

(3) 低水路拡幅および礫敷設供給による修復

a) 今後の河床変動の予測結果

既に砂利採取が禁止されているので、このまま手を加えず放置しても半減している Q_{Nagata} の回復に伴って永田地区でいずれ河床低下が治まり、上昇に転ずることがあるか？システム目標を満たす新たな河道状況を検討する手始めとして、上記の疑問、すなわち河床低下原因となっている礫供給量の不足と低水路幅の縮小が、今後の河床変動に及ぼす影響の大きさについて整理する。

(2)に概要を示した河床変動計算によって、 Q_{bin} を上記の設定値と同一と仮定して、24年間の出水が繰り返し発生するというシナリオでもって、将来の河床縦断形状を予測した結果を図-5に、同じく Q_{Nagata}/Q_{bin} の経時変化を図-6に示す。河辺地区とその上流では河床が上昇し続け、それに伴って Q_{Nagata} が増加すること、さらに Q_{Nagata}/Q_{bin} が90%程度となった年では、1920年代と河床縦断形がほぼ一致する結果が得られた。これらの結果は、1920年代の河床縦断形状

がまだ人為的攪乱が小さく動的平衡に近い状態であったと考えられるならば、近年24年間の河床変動から設定した Q_{bin} が概ね妥当な値であること、および掘り下げたことによって動的平衡状態を大きく逸脱した礫の堆積しやすい河床形状に変えられたことを裏付けるものである。そして永田地区では、 Q_{Nagata} が80%以上まで回復するのに100年程度を要するうえ、そこまで回復しても低水路が現状と同じく狭いままであれば、ほとんど河床上昇しない結果となった。現地においてもなお河床低下の進行傾向が見られること(図-3参照)も考慮すると、河床低下から上昇に転ずる可能性は極めて低いと推察される。

b) 修復による仕組みの機能回復

低水路が形成されてから現在まで、土丹が露出している右岸側の河岸はほとんど侵食されていない。つまりa)での推察から、1967年以降に見られた河床低下～高水敷化のプロセスを逆行するようにして、河床が上昇→高水敷上のハリエンジュ群落が生息→河原が復元ということは期待できない。したがって、修復として第一に高水敷を掘削し、低水路幅を広げるとともに、水路内に残っている河原の面積を拡大することを行わなければならない。しかし、掘削によって新たに造成した河原(以下、造成河原と呼ぶ)では、造成後しばらくは以下に示すように河原の仕組みが機能しないので、それをできるだけ早期に機能させるために礫敷設による供給量増加を行う必要がある。これらを実施している写真-1の状況が、システム目標を満たす河道状況の具体例であると判断されよう。

4. (1)において選定した指標である掃流力の生起確率を用いると、拡幅と礫敷設供給による河原復元は52.0km地点を例として図-7のように説明できる。

①修復実施前の河原頂部における掃流力とその生起確率年の関係を●プロットで示す。この河原にはカワラノギクをはじめとする河原植物やツルヨシが繁茂していたが、2000～2001年の相次ぐ出水によって破壊された⁶⁾。これらの経緯よりこの河原は仕組みが健全に機能していると考え、●プロットを機能回復の目標とする。

②拡幅のみを行うと、河積の増加のため掃流力が▲プロットのように低下する。これは河原上の植物群落が破壊されにくくなったことを意味し、仕組みが機能しにくくなったと予想される。具体的にはツルヨシ流失の生起確率年が約

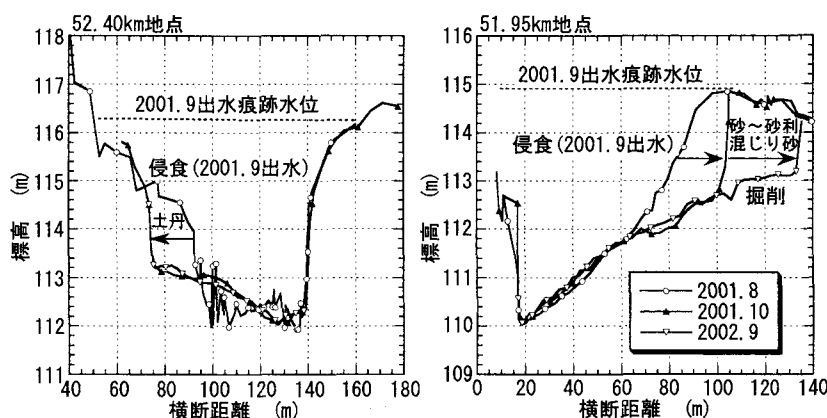


図-8 河岸侵食および高水敷掘削による低水路拡幅

6年から10年以上に、つまり発生頻度が概ね半減したことに対応して、ツルヨシ群落が拡大すると思われる。同時に、掃流力が低下したことに伴って礫が堆積して河床が上昇する。その際、拡幅により増加した動的安定河床勾配に近づくように河床勾配が急になる¹²⁾。

③河床勾配の増加に伴って掃流力が再び増加する。河床形状を拡幅直後と同一と仮定して、勾配が1/350から1970年代と同じ1/250まで増加した場合、◆プロットのように目標である●プロットと重なる分布となる。このような状態になったとき、河原頂部とほぼ等しい標高である造成河原も含めて植物の破壊発生頻度が回復するので、仕組みが機能する河原が拡大できたことになる。動的安定河床勾配を大きくし、上記の河床勾配に早期に達するようにするために、礫敷設による供給量増大を行う。

今回、図-7に示した掃流力 τ は、定常等流を仮定して求めた水深 h を用いて、 $\tau = \omega h i$ (ω :水の単位体積重量、 i :河床勾配)として算定した概算値である。したがって図-7は、河原の平面的な機能状況の差異を考慮できておらず、その点において大まかに機能状況を表す程度のものに過ぎない。ここでは、その改善については今後の課題として、河原の仕組みとその機能状況が、図-7のように指標化およびグラフ化することで視覚的にもはっきり理解できることに焦点を当てたい。例えば、拡幅と礫敷設供給の設計にあたっては、目標値とした●プロットと設計値である◆プロットが一致するようにすればよい。また、モニタリングにおいては、拡幅後の仕組みの機能状況を表す▲プロットと●プロットとのズレの大きさから復元の程度を評価でき、客観性を確保できるとされる。これらの初歩的試みとして図-7を捉えてもらいたい。

5. 修復実施後の河床変動と今後の修復の進め方

(1) 礫敷設供給と拡幅の概要

礫敷設供給は、土丹の露出した床固め直下流の河床上に出水期前までに礫を敷設し、これが出水時の流れで削られ、運搬されるというように行われている。2001年には1,800 m^3 、2002年には4,400 m^3 の礫敷設供給がなされた。供給に用いた礫は、小作堰(可動堰:1978年竣工:位置は図-2参照)の湛水池に堆積したものである。その粒度分布は永

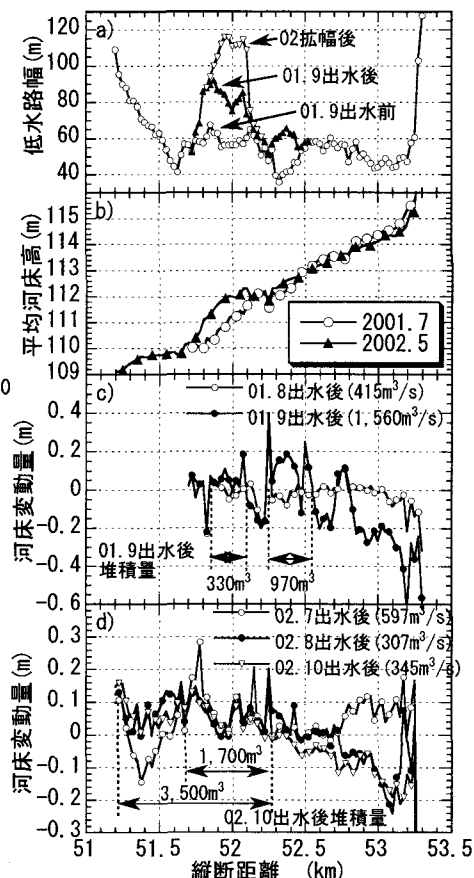


図-9 修復実施後の河床変動

田地区とほぼ同じである。

高水敷掘削による拡幅の実施前に、2001年9月出水(ピーク流量は1967年以降でも4番目と特に大きくはないが、1,000 m^3/s 以上の流量の継続時間が約45時間と長いのが特徴)によって、土丹が露出していない右岸側河岸(図-3参照:51.7~52.1km)と左岸側から突出した高さの小さい河岸(52.3~52.5km)が侵食されて、それら2区間の代表的な河道横断形状を示す図-8に見られるように低水路が拡幅した。高水敷掘削による拡幅は、右岸側の河岸侵食区間をさらに拡げるように実施された。これらの拡幅によって経年的に変化した低水路幅の縦断分布を図-9a)に示す。なお、図-8に併記したように、侵食された河岸の主構成材料は河床材料と異なるので、河床変動に伴う侵食・堆積量の収支計算には考慮しなくて良い。

(2) 河床変動の測定結果

敷設した礫が供給され、かつ有意な河床変動が生じるピーク流量200 m^3/s 以上の出水後にGPS(測定精度:鉛直約3cm、平面約2cm)を用いて、縦断方向に約25m、横断方向に2~3mの間隔で横断測量を実施した。その測定結果から求めた礫床部の平均河床高の縦断分布を図-9b)に示す。高水敷掘削区間で2002年に河床高が著しく高くなっているが、これは平均河床高の算定対象とする礫床部に標高の高い造成河原が新たに加わったためである。このような理由で平均河床高が変わる影響を除いて礫の堆積・侵食による河床変動量のみを調べるために、2001, 2002年とに分けて各年の第1回測量の平均河床高を基準として河床変動量を求め

た結果を図-9c), d)に示す。なお、河岸侵食が生じた2001年9月出水後の平均河床高は出水前の礫床部幅での平均河床高として算定している。

修復実施前には河床が低下し続けていたが(図-3参照)、拡幅した区間で上昇するようになった。拡幅区間での礫堆積量は2カ年で3,000m³であり、これは同2カ年の礫敷設供給量(6,200m³)の約5割に相当する。また2002年では拡幅区間より下流においても河床上昇が生じており、この区間も含めた礫堆積量は今年の礫敷設供給量の約8割に相当する。2002年は平均年最大流量に満たない小出水のみであったが、そのような小出水では低水路内のみを流下すること、および低水路幅が広くなるほど礫の移動限界以下となる時間帯が増えることを考慮すると、下流に向かって低水路幅が広がるこの区間は、礫が供給過多になると河床上昇が生じやすく、そのため拡幅しなくても有意な上昇が生じたと推察される。以上のように、拡幅区間での堆積量をより増加させる工夫が今後必要と思われるが、4.(3)に示した修復の狙いどおりに河床が着実に上昇していることが明らかとなった。さらに礫の供給によって上記のように小出水でも顕著な河床上昇が生じたことは、より大量の礫供給を続ければ、図-7に示した掃流力回復が比較的速やかに行えることを期待させるものである。

(3) 今後の修復の進め方

この修復では、礫敷設供給量と拡幅規模(掘り広げる幅と区間長)のバランスが重要である。拡幅規模を大きくするほど、掃流力の発生頻度が回復する河床高まで上昇させるのに必要な礫堆積量が増える。そのため、回復に費やす期間が長くなり、植物も長期間流失しにくいままとなるので、密な植物の繁茂→土層の形成→樹林地へ戻る(図-1参照)というように、河原が拡大できない懸念が高まる。それだけでなく、4.(2)で述べた河辺地区のように下流への礫供給量を減少させ、より激しい河床低下を引き起こすという悪影響も懸念される。現在実施中の修復では、(2)で述べたようにこれらの懸念から免れている。現在の拡幅区間で河原が概ね復元された場合、上記の懸念される現象が防止できる適度な拡幅規模で段階的に拡幅していくことで、河原を拡大していくのが今後の修復の進め方となる。その際、出水の発生回数と規模によって、掃流力の発生頻度が目標値まで回復するのに要する時間が異なるであろう。したがって、図-7に示したように目標と現状とのズレを常々モニタリングして、次の拡幅のタイミングを捉えるというアダプティブ・マネジメントを行わなければならない。

6. おわりに

システムに着目した保全・復元の基本的考え方と実施上の留意事項について示し、特に図-7に示したような指標化が重要かつ実践的であることを論じた。しかしながら著者の知識不足のため、システム目標には河川工学、ランドスケープ目標には生態学という割り振りになったが、両目標ともそのように限定するものでない。様々な専門の立場

から目標を設定し、図-7のように視覚的にも理解しやすい指標化を行うことが望まれる。

河原の仕組みを保全・復元するという点で抜本的である永田地区の修復であるが、それに要する時間は総延長が2kmに満たない永田地区のみでも数十年オーダーになると予想される。したがって、このような修復は、河川環境を現時点より悪化させないための河川管理、つまりエコシステム・メンテナンスと捉えるほうが適切かとも思われる。このような性質の修復をどのように評価し、継続していくかが、今後の最大の課題の一つではないかと考えている。

謝辞:国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所には定期横断測量、流量、礫敷設供給に関わる現地観測データを提供していただくとともに、現地調査の実施に便宜を図っていただいた。また、一次元河床変動計算は(財)リバーフロント整備センターと共同で実施した。ここに記して深甚の謝意を表します。本研究は、河川生態学術研究会多摩川研究グループの調査研究の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 石橋良啓・池内幸司・尾澤卓思:良好な河川環境の保全・復元に向けて、河川技術論文集, 第7巻, pp. 7-12, 2001.
- 2) 島谷幸宏・高野匡裕:多摩川永田地区における学術研究と河道修復(順応的管理の実践と課題), 河川技術論文集, 第7巻, pp. 381-386, 2001.
- 3) 李 参熙・藤田光一・山本晃一:礫床河道における安定植生域拡大のシナリオ-多摩川上流部を対象にした事例分析より-, 水工学論文集, 第43巻, pp. 977-982, 1999.
- 4) 上田眞吾・高 春心:安定同位体比から見た物質循環, 多摩川の総合研究-永田地区を中心として-, 河川生態学術研究会多摩川研究グループ, (財)リバーフロント整備センター, pp. 755-758, 2000.
- 5) 渡辺 敏・藤田光一・塚原隆夫:安定した砂礫州における草本植生発達の有無を分ける要因, 水工学論文集, 第42巻, pp. 439-444, 1998.
- 6) 瀬崎智之・服部 敦・近藤和仁・徳田 真・藤田光一・吉田昌樹:礫州上草本植生の流失機構に関する現地調査と考察, 水工学論文集, 第44巻, pp. 825-830, 2000.
- 7) 服部 敦・瀬崎智之・吉田昌樹:礫床河道におけるハリエンジュ群落の出水による破壊機構と倒伏発生予測の試み, 河川技術論文集, 第7巻, pp. 321-326, 2001.
- 8) 服部 敦・瀬崎智之ほか:植物群落の変化(出水によるハリエンジュの倒伏・流失とその後の再萌芽), 千曲川の総合研究-鼠橋地区を中心として-, 河川生態学術研究会千曲川研究グループ, (財)リバーフロント整備センター, pp. 587-635, 2001.
- 9) 清水拒彦・小葉竹重機・岡田理志:ハリエンジュによる動的河道内樹林化について, 水工学論文集, 第45巻, pp. 1099-1104, 2001.
- 10) 皆川朋子・島谷幸宏:多摩川永田地区及び千曲川鼠橋地区における河原率にみる洪水による破壊・再生, 第4回研究発表会講演集, 応用生態工学研究会, pp. 13-16, 2000.
- 11) 高田 昭:多摩川産砂利及砂に関する調査, 土木試験所報告, 第9号, 内務省土木試験所, pp. 71-92, 1927.
- 12) 山本晃一:沖積河川学, 山海堂, pp. 314-321, 1994.

(2003. 4. 11受付)