

横断構造物が河川地形に及ぼす影響と そこに見られる治水・環境両面の特性

THE CHARACTERISTICS OF RIVER MORPHOLOGY INFLUENCED
BY RIVER CROSSING STRUCTURES FROM VIEWPOINT OF
FLOOD CONTROL AND ENVIRONMENT RESTORATION

知花武佳¹ 山下貴美子² 工藤美紀男³ 柳澤亘⁴
Takeyoshi CHIBANA, Kimiko YAMASHITA,
Mikio KUDO, and Wataru YANAGISAWA

¹正会員 東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 講師 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

²非会員 東京大学 工学部社会基盤学科 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

³正会員 前国土交通省京浜河川事務所調査課 (〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-18-1)

⁴正会員 前国土交通省京浜河川事務所河川環境課 (〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-18-1)

E-mail:chibana@hydra.t.u-tokyo.ac.jp

This study aims to understand the characteristics of river morphology on alluvial plain from viewpoint of flood control and environmental restoration. Firstly, middle reach of the Tama River was divided into several sub-segments based on the landscape pattern. Consequently, the boundaries of sub-segments corresponded to the location of weirs. Secondly, the damage by the flood in 2007 was investigated in each sub-segment. In each sub-segment, the upper reach had the compound cross-sectional shape that made stream concentrate in low flow channel and damaged the embankment. On the other hand, the lower reach had flat cross-sectional shape that was not damaged. In the middle reach, however, the flood plain was damaged by overflowing of high current. The upper reach that has compound channel and is densely forested now had supported high diversity of ecosystem in the old days. In this paper, it was pointed out that the loss of cobbles and boulders due to gravel mining made the riverbed slope in low flow channel milder than before and caused the ecosystem degradation.

Key Words : *Alluvial fan, Compound channel, River-crossing structure, Sub-segment*

1. 背景と目的

平成 19 年 8 月 29 日に発生した台風 9 号により、多摩川の石原水位観測所上流の流域平均 2 日雨量は 373mm/2 日となり、概ね 40 年に 1 度の豪雨となった。この雨により多摩川の石原水位観測所においては、計画高水位を上回る最高水位 6.02m (戦後第 2 位の高さ) を記録した。

この出水に伴い、多摩川の扇状地区間では、低水護岸の欠損、高水護岸の法覆工の流出、堰上流の護床工の浮き上がりなどの被災が見られた¹⁾。しかし、これらの被災形態は地域ごとに一定の特徴が見られ、局所的な構造物の状態や流況だけではなく、より広域の地形特性と流況が影響しているように見受けられた。

一方、この多摩川中流域では、かつてその環境の豊かさ故に、生態系保持空間 (通称⑧空間) に設定されたはずの区域を中心に、複断面化と高水敷の樹林化が進行し、ハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia* L.) が優占していると

いう問題も生じている。そこで、樹林化の進んだ高水敷の一部において、樹林を伐採し、高水敷を切り下げ、堰下流で土砂供給を行うという自然再生事業が実施されつつあり²⁾、高水敷に裸地が形成されるなどの効果が見られているものの、複断面化が進行した領域における、低水路と高水敷の段差の解消は容易ではなく、さらに効果的な方法を検討する必要がある。

このような複断面化が生じたメカニズムとしては、洪水後に若干の段差が付いた部分に植生が侵入し、植生が侵入した領域における流水阻害と、それ以外の部分への流水の集中が複断面化をもたらす、高水敷と低水路の段差がほぼ一様についたためであると説明されている³⁾。この効果があることは間違いないが、多摩川の扇状地区間における地形を縦断的に踏査すると、その比高差は場所によって異なっており、必ずしも一定ではないことに気付く。また、場所によっては樹林が繁茂していても複断面化していないことがある一方で、他河川では必ずしも樹林が繁茂しておらずとも、滞筋が固定化し河原と水

みちの段差が大きくなっていることも多い。すなわち、樹林の効果は二次的なもののようにも見受けられる。

いずれにせよ、低水路と高水敷に高低差が生じる原因としては、砂利採取により低下した堰上流河道が礫を捕捉している可能性が指摘されており⁴⁾、それ故に堰下流で土砂が供給されているが、上述したとおりその回復が遅いことや、堰の場所によって複断面化の度合いが異なっていることなどから、単に土砂が止まるという効果に加え、ここでも、広域の地形特性と流況を考慮した考察を再度行う必要があるようにも見受けられる。

そこで本研究では、これら治水、環境両面の特性を生む多摩川の扇状地全域の地形特性について考察し、それらが生じるメカニズムを検討することを目的とする。

2. 多摩川扇状地区間の地形特性とその縦断分布

(1) 扇状地区間のサブセグメント区分

多摩川扇状地区間全域の踏査に加え、空中写真と縦断面形を参照し、扇状地区間（セグメント 1）を、特徴の類似した複数の区間（サブセグメント）に分類する。山本ら⁵⁾は、青梅（61.8km）～宿河原堰付近（22.4km）をセグメント 1 とし、サブセグメント 1-1 を青梅（61.8km）～秋川合流部・昭和用水堰（47.8km）、サブセグメント 1-2 を秋川合流部・昭和用水堰（47.8km）～浅川合流部（37.0km）、サブセグメント 1-3 を浅川合流部（37.0km）～宿河原堰（22.4km）としている（図-1 参照）。一方、空中写真を見れば、①青梅（61.8km）～羽村堰（53.8km）、②羽村堰（53.8km）～秋川合流部・昭和用水堰（47.8km）、③秋川合流部・昭和用水堰（47.8km）～中央本線多摩川橋梁のやや上流（42km）、④中央本線多摩川橋梁の上流（42km）～宿河原堰付近（22.4km）の四区間で地形特性が大きく異なっていた。①は河岸段丘が発達し、大きな蛇行の内岸に礫河原が見られる区間、②は樹林化した片側の高水敷と細長い交互砂州が形成された狭い低水路からなる区間、③は樹林化した両側の高水敷と、狭い低水路で基盤岩（土丹）が露出し礫河原があまり見られない区間、④は堤防幅一杯に

大きな交互又は複列砂州が見られる区間である。

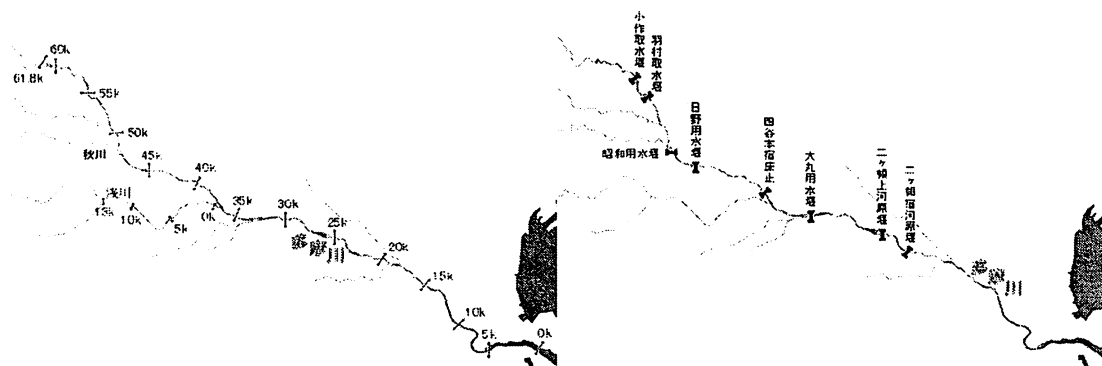
山本ら⁵⁾は主に主要な河川の合流部で区分しているのに対し、上述した区分は現在の地形で区分したものであるが、おおよそ一致している。そこで、扇状地全域の踏査結果をも踏まえ、①を対象外とし、②羽村堰（53.8km）～昭和用水堰（47.8km）の 6km を区間 1、③と④の境界 42km は山本ら⁵⁾の 1-2 と 1-3 の境界 37km とややずれているが、両者の間に位置する四谷本宿床止め（38.2km）までの 9.6km を区間 2、さらに上述した④をさらに二つに分け、大丸用水堰（32.4km）までの 5.8km を区間 3、最後に宿河原堰（22.4km）までの 10km を区間 4 として、それぞれの特徴をまとめていく。ここで、区間 2 内の日野用水堰、区間 4 内の上河原堰を除き、これらの範囲に設置された取水堰がすべてサブセグメントの境界である（図-1 参照）。なお、それぞれの取水堰がおおよそ現在の姿になったのは、上流から羽村堰が大正 12 年、昭和用水堰が昭和 30 年、日野用水堰が昭和 37 年（平成 18 年改築）、旧四谷本宿堰が昭和 42 年（平成 16 年に床止め化）、大丸堰が昭和 34 年、上河原堰が昭和 20 年（昭和 46 年改築）、宿河原堰が昭和 24 年（平成 11 年可動堰化）である。

(2) 区間 1（羽村堰～昭和用水堰）の特徴

本区間は、河床低下に伴い河道が複断面化しており、樹林化した片側の高水敷と狭い低水路に細長い交互砂州が見られる区間である。ただし、上流側に行くほど低水路幅は狭く、交互砂州も曖昧になり、高水敷と低水路の比高差は大きくなる。一方、下流端の昭和用水堰直上流では、河床がむしろ上昇気味であり、高水敷と低水路の比高差も小さく、砂州の発達も顕著になる。すなわち、本区間に見られる地形タイプを、上流から「片側複断面—交互砂州曖昧型」→「片側複断面—交互砂州発達型」とまとめることができる（図-2 参照）。

(3) 区間 2（昭和用水堰～四谷本宿床止め）の特徴

本区間の最上流部では特に河床低下が進行しており、左右岸に発達した高水敷と河床に土丹が露出した低水路から成り立っている。すなわち、低水路幅は昭和用水堰



a) 多摩川 国交省直轄区間の距離標
b) 多摩川中流域に存在する取水堰
図-1 多摩川の距離表と取水堰の位置（国土交通省京浜河川事務所ホームページから引用一部加筆）

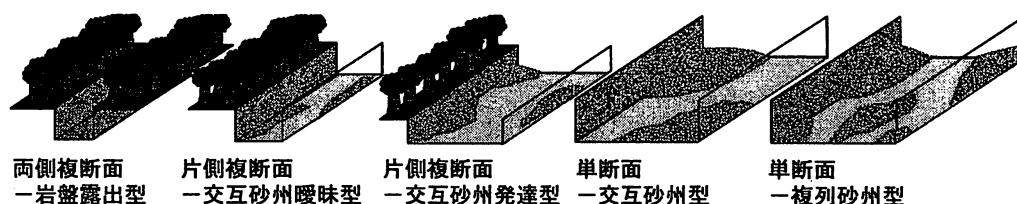


図-2 多摩川扇状地区間で見られる景観のパターンわけ（複断面が両側か片側かは今回検討対象外とした）

の下流で急に狭くなり、「両側複断面—岩盤露出型」がしばらく続く。しかし、多摩大橋（44.0km）を過ぎると流れが片側に寄ると共に徐々に交互砂州ができはじめ、「片側複断面—交互砂州曖昧型」を経て、JR 中央本線下流（41.0km）からは「片側複断面—交互砂州発達型」に変化する。ただし、この「片側複断面」はかつての交互砂州の名残であり、左右交互に高水敷が見られる点で区間 1 とは異なる。さらに、下流へ行くと左右交互に見られた高水敷の比高差が小さくなり、一部に樹林が見られるものの川幅一杯に形成された「単断面—交互砂州型」へと変化する。高水敷との比高差が下流に向かって減少する様子は区間 1 と同様である。なお、この間に存在する日野用水堰は、サブセグメントの境界としなかったことからわかる通り顕著な影響が見られない。すなわち本区間は、「両側複断面—岩盤露出型」→「片側複断面—交互砂州曖昧型」→「片側複断面—交互砂州発達型」→「単断面—交互砂州型」となる（図-2 参照）。

（4） 区間 3（四谷本宿床止め～大丸用水堰）の特徴

四谷本宿床止めを過ぎると、再び高水敷と低水路との段差が大きくなるが、区間 1 や 2 に比べればやや短い範囲である。ここは、「片側複断面—交互砂州発達型」と見なせる。その後、浅川が 37.0km 地点で合流した後は「単断面—複列砂州型」になる。これは、区間 2 の下流部で「片側複断面—交互砂州発達型」から「単断面—交互砂州型」になった変化と類似している。すなわち、「片側複断面—交互砂州発達型」→「単断面—複列砂州型」である（図-2 参照）。

（5） 区間 4（大丸用水堰～宿河原堰）の特徴

大丸用水堰の直下では、再び高水敷との段差が増大するが、1km 程度の間に「片側複断面—交互砂州曖昧型」と「片側複断面—交互砂州発達型」を形成した後、すぐに「単断面—交互砂州型」へと変化する。上河原堰（26.0km）～宿河原堰（22.4km）では「単断面—複列砂州型」へと変化している。すなわち、「片側複断面—交互砂州曖昧-発達型」→「単断面—交互砂州型」→「単断面—複列砂州型」である（図-2 参照）。

（6） 全区間に共通する特徴

これまでまとめてきた通り、図-2 に示す「両側複断面—岩盤露出型」→「片側複断面—交互砂州曖昧型」→「片側複断面—交互砂州発達型」→「単断面—交互砂州型」

型」→「単断面—複列砂州型」という順番の中で、その一部の配列が堰と堰の間に形成され、それが繰り返し現れている。また、河床低下の顕著な上流ほど、図-2 の配列の後半が欠如し、河床低下が顕著でない下流ほど、前半が欠如することになる。なお、岩盤露出型の所だけ両側となっているが、両側複断面になるか片側複断面になるかは、かつての砂利採取の状況や堰と主流線の位置関係などによっても影響を受けるものと考えており、本研究では取り扱わない。

3. 地形特性と台風 9 号による被災状況の関係

区間 1 において、「片側複断面—交互砂州曖昧型」領域は、台風 9 号の増水時においても高水敷上の水深はそれほど大きくならず、樹木の完全な倒壊は稀であったが、高水敷の端の一部が浸食され、水際の本木類が倒壊したり、低水路内で極めて高速の流速が発生することで低水護岸の一部が被災したりした。しかしながら、下流端近くの「片側高水敷—交互砂州発達型」領域では、高水敷の公園に洪水流が乗り上げ、大半が浸食されている。なお、被害ではないが、昭和用水堰上流に堆積し砂州を発達させていた土砂が少し減少し、昭和用水堰下流に堆積が見られたのも特徴的であった。

区間 2 においては、「単断面—交互砂州型」へと変化するあたり（JR 中央本線上流、42.0km 付近）までは、区間 1 上流と同じ状況であり、高水敷に大きな変化は見られなかった。また、両側複断面で低水護岸も見られなため、大きな被災はなかった。特徴的な変化としては、上述した昭和用水堰上流の土砂が移動し、出水前よりも基盤岩の上に礫の堆積が目立った点が挙げられる。しかし、「片側複断面—交互砂州発達型」から「単断面—交互砂州型」へ移行する 42.0km 付近では洪水時の高水敷上の流速が 2.0m/s 以上になったと見積もられている¹⁾。結果として、四谷本宿堰上流では樹林や草本の流出も多く、低水護岸を少し前面に出すことで形成された高水敷の布団籠がロール状に巻き上がってしまった¹⁾。

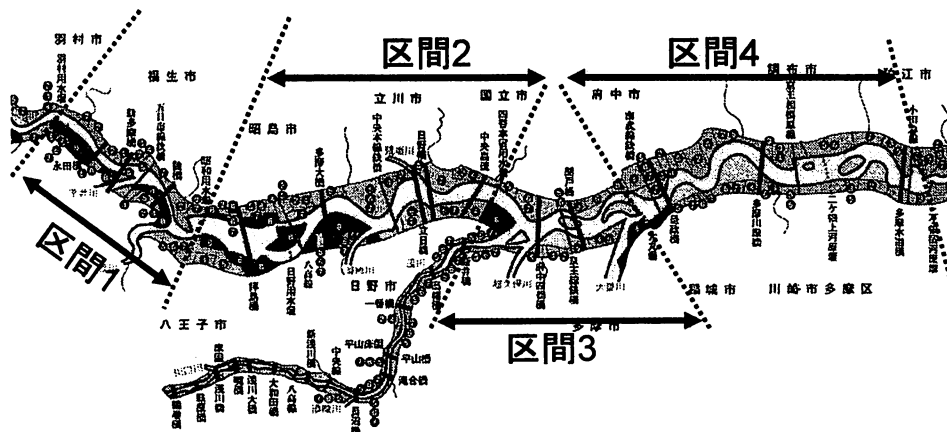
区間 3 において、四谷本宿床止めの下流側では、再び複断面化しており、高水敷への乗り上げはあまり見られず、低水路内で高い流速が発生し高水敷の端が浸食を受けたが、その下流の「単断面—複列砂州型」の領域では高水敷上の流速が 2.0m/s を上回り、樹林や草本の流出も多く一部河岸浸食も受けている。

区間4においても、大丸用水堰の直下の複断面化領域において、低水路内で高流速が発生し一部低水護岸の被災が見られた。また、堰直下の砂州が洪水前に比してやや発達していることから、ここでも堰上流の土砂が減少し下流で少し増加したと考えられる。堰上流側の高水敷ではあまり目立った被害が見られなかったが、ここでも上河原堰(26.2km)の上流では低水路と高水敷の段差は小さく、高水敷で2.0m/sを上回る流速が見られ、一部被災が見られた。また、ここでも上河原堰(26.2km)、宿河原堰(22.4km)共に、上流側に堆積していた土砂が減少し、下流側でやや増加した。

4. 生態系保持空間の現状と 30 年間の地形変化

この⑧空間の特徴として、ほとんどが堰直下の高水敷に設定されていることが図-3からもわかる。特に、低水路と高水敷の比高差が大きい複断面領域が続く区間1と2が多く、区間3は堰直下のみ、区間4には設定されていない。これらは、現在洪水流の影響を受けにくく樹林化が進行している領域と合致する。すなわち、昭和53年頃に豊かな生態系が見られた高水敷を中心にハリエンジュに代表される樹林化が進行した。これらのことから、昭和53年当時に堰直下では、すでに複断面化が生じていたものの、まだ段差は小さく、洪水時に水が乗り上げることで、水みち跡が湿地を形成するなど、多様な植生を育てていたことがわかる。なお、こうした高水敷に洪水が影響するのは上述した二回の洪水であるが、河床低下が進行した後の平成19年洪水の影響は小さい。すなわち、高水敷の地形変化はさほどない。一方、図-3を見れば、区間3の下流側や区間4では、河道両端の高水敷が利用目的の空間に設定されており、水域沿いの陸地は設定対象とはなっていないことから、当時高水敷ではなかった点が区間1や2と異なる。実際に横断面図を経年的に調べると、いずれの堰も直下では当時からある程度の段差が生じており、その後高水敷の高さは部分的には上昇しつつも大きな変化はなく、低水路の高さが徐々に低下している。一方、堰直上流では、複断面化は生じずむしろ低水路河床高は上昇傾向にあることも多い。また、区間1や2は堰直下における高水敷と低水路の比高差は大きいが、区間3や4では小さい。

2章でまとめた各区間の地形特性によって、洪水時には3章で示したような各区間特有の被災パターンが見られたが、昭和53年当時にも4章で示したようにある程度類似する地形特性が見られつつも、その程度が異なることがわかった。そこで、2章でまとめた各区間の地形特性が生じるメカニズムについて検討する。



樹林化は高水敷の流速を抑え、低水路に流れを集中させるため、複断面化を助長していることに間違いはないが、生態系保持空間の設定時点では樹林化はしておらずとも堰直下に高水敷が形成されていたことや、他の河川でも堰の直下では河原と水みちの段差が付いていることが多いことを考慮すると、堰の存在そのものが、先に堰直下の複断面化をもたらした結果高水敷に樹林が侵入し、複断面化を助長した可能性が高い。そして、この堰によって複断面化が生じた理由の一つは、かつての砂利採取に伴い河床が低下し、上流から流れてきた土砂が堰直上流で低下した河床を埋め戻しているため、堰の下流側で土砂が不足し河床低下が生じると説明されている⁴⁾。実際、堰上流で河床上昇、堰下流で河床低下が生じているので、この説明も間違いはないはずである。

しかし、これらの説明だけでは、なぜ区間 3、4 の堰直下では、高水敷と低水路の比高差が小さく、区間 1、2 で大きいのかについては、十分に答えることができない。かつて砂利採取が行われたのは、青梅より下流であるため⁶⁾、むしろ区間 1 の方が他の区間に比べ砂利採取の影響は少なく、その上流 56.0km 地点に小作堰があることを考慮しても、その下流の羽村堰では堰高以上に土砂が堆積しつつある。また、砂利の生産の多い秋川⁷⁾は区間 1 と 2 の境界で合流する。しかし、区間 3 や 4 の堰下流では確かに河床低下し比高差が大きくなりつつあるものの、区間 1 や 2 ほど顕著な樹林化には至っておらず、堰下流の典型的な河相である。すなわち、堰により土砂の流下は多少妨げられているが、川幅全域に渡って、当該区間に代表的な粒径 30mm 程度の砂利⁵⁾が移動していると考えられる。

一方、区間 1 や 2 の現河床に存在するのは、平均 35mm、90%粒径で 100mm 程度の礫径⁵⁾であり、同程度の粒径の土砂を羽村堰直下流から供給しているわけであるが、そもそも現存する粒径が上流区間の河床材料として妥当か否かについて今一度検討してみる。下流区間の勾配は例えば区間 4 でおよそ 1/500~1/600 であるが、これに比して上流区間はそもそもの河床勾配がかなり急であり、例えば区間 1 では 1/250~1/300 であるため、これに対応する礫径はある程度大きなものでないと安定しないはずである。実際、多摩川において大石がなくなったとの指摘は多くの漁業関係者からなされている⁷⁾。しかし、一般に、砂利採取で持ち出されるのは、13cm~2mm の砂利であり⁶⁾、現河床に存在する粒径と大差なく⁴⁾、大石は庭石に用いられる程度でほとんど河床に残されたとも言われている。ただし、砂利を採取する際に大石の存在は邪魔であるため、これをすべて川の脇に出してしまい、かつてかみ合っていた大石の礫構造が変わり、その後大石が無くなったという地元の漁業関係者の指摘もある。このように大石が河床から持ち出された場合に、河床が安定しなくなるという現象は、福岡ら⁸⁾によっても指摘されている。さらに、戦前にかなり

の砂利は取り尽くされていたにも関わらず、戦争及び戦後の需要増加に伴い、碎石機を用いての大石の活用が 1950 年以降増加したとの記録もある⁶⁾。その結果、取り尽くされたとされる粒径の砂利に関しては、堰の上下流で多少分布に偏りがでているものの、それらが安定できる河床勾配の区間、すなわち区間 3 の中流から区間 4 においては河道内で豊富に見られ、全体的に移動しているように見受けられる。一方、区間 1 や 2 の勾配で安定できる大石は上述した理由で減少し、砂利に比して山地から流下してくるにも時間を要するため、河床材料の粒径がかつてよりも細粒化し、低水路河床が安定せず、粒径に応じた緩い河床勾配に変化した可能性もある。

この大礫減少説に基づき、堰には含まれた区間での地形特性の形成について仮説を立てる。これまでは、区間上流から流入する土砂輸送量に注目することが多かったのに対し、区間下流端の堰天端から現存する礫径に該当する河床勾配を上流に延長していき、区間上流端の堰高のどの辺りに達するかという逆向きの考え方をする。これは、後述するとおり、低水路内の河床が静的平衡、すなわちもはや低水路河床勾配は上流からの流下土砂量にほとんど影響を受けていないという仮説に基づいている。

まず、大洪水時には上流から流れてきた礫が川幅一杯に動くが、そのような水位の高いときは堰の落差の影響も小さく掃流力も大きいため、動的平衡勾配に近い勾配で土砂が川幅一杯に移動する。もちろん、現在も河床上昇低下は生じており、厳密には平衡勾配ではない上、すでに高水敷は樹林化しており、土砂は動かない。一方の低水路は、洪水中にどれだけ土砂が流下していても、洪水の減水期や小出水時には礫が堰上流に集積しやすく、堰下流では礫が持ち出されやすいため、小出水を繰り返すにつれ河床勾配が徐々に静的平衡勾配に近づくと考えられる。今回、台風 9 号という大洪水で初めて、堰下流の低水路に土砂が増加したことは前述したが、これも数度の小出水で徐々に減少するはずである。すなわち、堰がある以上、低水路の河床勾配は、土砂の流下量よりも粒径によってほとんど決まってしまうと考えられる。実際、区間内における高水敷と低水路の段差は上流側の堰に近づくほど大きいことからわかる通り、高水敷上の河床勾配は低水路に比して急勾配である。しかし、急勾配ではあっても高水敷の礫径は低水路の礫径と比してさほど大きくないことも、動的であると考えられる理由である。また、低水路の河岸満杯流量はほぼ平均年最大流量に一致するというのは多くの河川に共通する特徴であるため⁹⁾、比高差の大きな堰間上流部では、幅が狭く深い低水路が形成され、下流部では、幅が広く浅い低水路になる。すなわち、図-4 右の様な形状となる。

ここまで述べてきた地形は、砂利採取の行われた多摩川のみならず、横断構造物の設置された河川ではごく一般的に見られる土砂の堆積形態である。多摩川においても、砂利採取が禁止された後、昭和 49 年の出水を経

てこの典型的な形状が生じた段階で、⑧空間の設定がなされたと考えられる。この時、上述した大礫の減少に伴い、扇状地上流区間では大礫に対応していた低水路河床勾配が大きく緩化し、高水敷の河床勾配との格差がつき、それ故に⑧空間の対象となり得たが、出水を経るたびに低水路河床勾配が静的平衡勾配に近づき、段差が徐々に広がってきたと考えられる。

このような仮説が正しいとした上で、段差を解消する方策として、高水敷の比高を下げる方法と、低水路の河床をあげる方法の二種類について考える。前者には、高水敷上の動的平衡勾配を下げる必要がある、これには大洪水の時だけ大量の土砂が動くのではなく、小出水でも高水敷上の土砂が移動する必要がある。このためには、樹林の伐採に加え上流側の堰高を下げ、大洪水時だけ多量の土砂が来ることを避けるのが有効だろう。実際、四谷本宿の堰を床止めに変更し、直下流の高水敷がやや低下しているようにも見受けられる。一方、後者には、河床全体に大礫の割合を増やすことが望ましいが、局所的にでも大礫を投入するか低落差工を設置するかして、低水路河床高を上昇させる必要がある。もちろん、土砂供給や固定堰の可動堰化に伴う土砂輸送量の増加で動的平衡勾配に近づける方法も必要ではあるが、現河床勾配に比して細粒の土砂の割合が多ければ大量の土砂が必要となる上、最終的には砂利の河相となる。また下流端で土砂が十分に流下させられないと、河床上昇が生じることに注意が必要であり、流下する土砂の量だけでなく粒径についても、うまく調節していくことが今後は必要である。しかし、部分的な低水路幅の拡張と土砂供給では、現在の流況が維持される限りもとの形状に戻るおそれがあると考えられる。今後、上記仮説の検証と共に、対策も引き続き検討していく必要がある。

6. まとめ

本研究では以下の点についてまとめた。

- ・堰で挟まれた区間では、上流ほど複断面化が進行し、下流ほど川幅一杯に砂州が形成されやすい。
- ・堰直下の複断面化が進行したところでは低水護岸の被災が目立ち、複断面化が解消され始める辺りの高水敷の法覆い工はめくれあがるという被災パターンが見られた。
- ・堰直下の特に複断面化が進行している領域がかつて最も生態系の状態が良好だとして⑧空間に指定されていた。これは、そもそも堰直下では高水敷と低水路の比高差が生じており、その後大きく開いたことに因るものである。
- ・高水敷の勾配は粒径の割に急勾配で安定できるが、低水路の勾配は河床材料の粒径相応になるため、河床材料の細粒化が、堰直下で高水敷と低水路の比高差を付ける。
- ・低水路の流下能力はおおよそ平均年最大流量に該当するため、深く掘れ下がった堰直下の低水路幅は狭く、堰

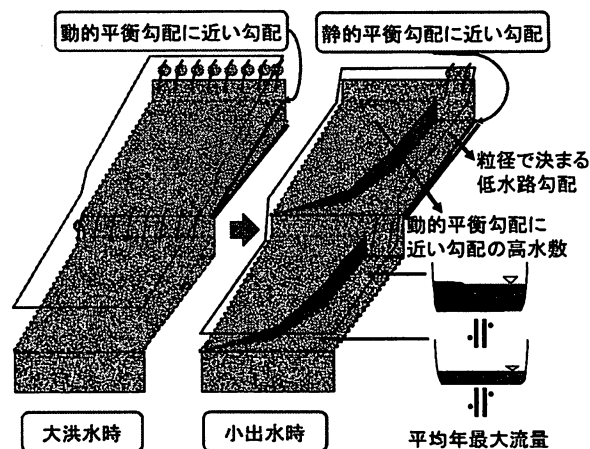


図4 堰で挟まれた区間に生じる複断面化の仮説

直上の幅は広くなる。

謝辞：本研究は、河川環境管理財団の河川整備基金助成による補助を受けて行われた¹⁾。また、河川生態学術研究会の研究の一環として行われた研究活動を通して関係者各位との議論に基づく考察も行っている。さらに、秋川漁業協同組合の宮崎征一郎氏には大石の無くなった原因についての御意見を賜ると共に、日頃から研究活動に御協力頂いている。ここに記して全ての関係者に謝意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会水工学委員会平成 19 年台風 9 号出水調査団：平成 19 年台風 9 号出水の調査と今後の河川維持管理のあり方に関する調査研究，河川整備基金助成事業報告書，2007。
- 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，pp381-386，2001。
- 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，pp977-982，1999。
- 4) 服部敦・瀬崎智之・伊藤政彦・末次忠司：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—，河川技術論文集，第 9 巻，pp85-90，2003。
- 5) 山本晃一・藤田光一・望月達也・塚原隆夫・李参熙・渡辺敏：河道特性，多摩川の総合研究—永田地区を中心として—，（財）リバーフロント整備センター，pp133-173，2000。
- 6) 多摩川誌編集委員会：多摩川誌，pp970-1012，山海堂，1986。
- 7) 田中倫之・知花武佳・辻本哲郎：秋川における瀬—淵の変質パターンの解明—漁業関係者の認識を通して—，河川技術論文集，第 9 巻，pp427-432，2003。
- 8) 福岡捷二：石礫河川の移動床水理の諸問題と解決への道筋，水工学に関する夏期研修会講義集 A コース，第 44 回，pp1 - pp25，2008。
- 9) 山本晃一：沖積河川学，山海堂，1994。

(2009. 4. 9 受付)