

中央大学大学院 学生員○板谷越朋樹
中央大学大学院 学生員 佐藤 武司

中央大学理工学部 正会員 志村 光一
中央大学理工学部 正会員 山田 正

1.はじめに 近年、都市域を流れる河川において清涼な水質環境や豊かな生態系の復元、親水性を考慮した低水路の整備といった多自然型川づくりが全国的に実施されている。しかしながら、河川改修後の河道の状態を調査すると、必ずしも期待通りの効果が表れているとはいえないことがわかる。例えば、水流による低水路護岸の洗掘が著しいことが挙げられる。多自然型工法と呼ばれる工法が生態系、河川環境、さらには河川の流況に及ぼす影響は定量評価が難しく、その手法は依然確立されていない現状にある。本研究の目的は多自然型工法と都市域特有の流出特性が河川に及ぼす影響を明らかにし、定量的に評価することである。

2.多自然型河川の概要 本研究で対象とした河川は横浜市栄区を流れる二級境川水系の二次支川いたち川(図-1)である。平成4年の改修工事で以前のコンクリート護岸上に低水路の設置とその蛇行化、及び多種の植物を植えるなどの河岸の多自然化が施された。河道内に巨石を置く、河床に玉石を敷くなどして流れに変化をつけ、生息する動植物の多様化を図っている。図-2に再整備後の河道横断面の一例を示す。いたち川の低水路にはヤシの繊維をネットで包んだロール状のもの(以下ヤシロールと呼ぶ)を岸にあて、水流による洗掘を防いでいる。岸にあてたヤシロールは木杭を打ち込んで固定している。

3.現地調査 著者らは再整備から約7年経過したいたち川の植生分布、低水路・河床・ヤシロールの現況を詳細に調べるために計7回の現地調査(1999/6~1999/11)を行った。

3.1 植生・低水路護岸の現状 低水路護岸は水流により洗掘を受け、最も状態の悪い箇所では横断方向に幅2~3(m)の盛土が全て削り取られ、コンクリート護岸が現れてしまっていた。植生に関してもよく根付いている箇所も見られるが、土ごと削り取られてしまっている箇所なども多く見られた。河床に敷かれた玉石は流されてしまっていた。

3.2 ヤシロールの残存状況 ヤシロールはネット内のヤシ繊維が吸い出されてしまい、ネットだけが残っている状態であった。表-1に植生及びヤシロールの残存状況を示す。St.1(新橋~海里橋区間)は区間内の河道が約500(m)の直線流路であるが低水路を人工的に蛇行させている。St.2(天神橋~日東橋区間)は河道が約500(m)の湾曲した流路になっている。表-1から植生・ヤシロールともにSt.1の方がSt.2に比べ残存状況は悪い。その原因として、St.1はSt.2に比べ下水処理水の流入があるため流量が多いこと、自然蛇行流路ではなく人工蛇行流路であることが考えられる。

4.水理学的検討及び考察 **4.1 河岸・河床洗掘の分類** 上記のそれぞれの洗掘を大きく分類すると次の4つが挙げられる。
1)人工構造物(巨石・水制杭など)の設置により流向・流速が変化することによる河岸・河床の洗掘。
2)低水路幅が下流に向かって狭くなり流速が大きくなることによる河岸・河床の洗掘。

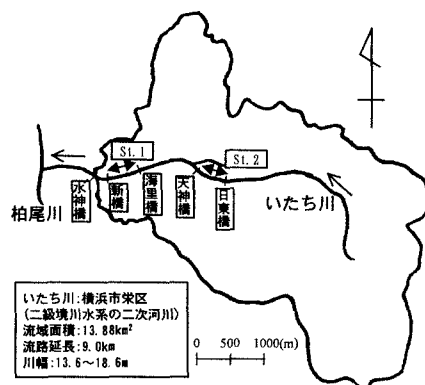


図-1 いたち川概略図

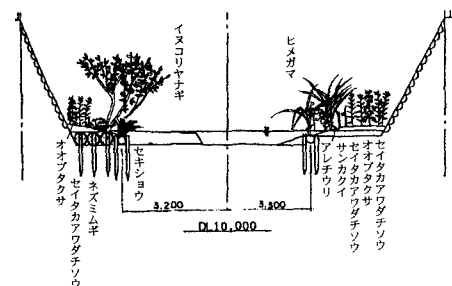


図-2 植生断面模式図

表-1 植生・ヤシロールの残存状況調査結果

St.1(新橋~海里橋区間)	ヤシ繊維あり	ヤシ繊維なし	計
植生あり	109.2 11.0%	248 25.0%	357.2 36.0%
植生なし	24.3 2.4%	612.5 61.5%	636.8 64.0%
計	133.5 13.4%	860.5 86.6%	994 100.0%

単位:m

St.2(天神橋~日東橋区間)	ヤシ繊維あり	ヤシ繊維なし	計
植生あり	297 29.7%	164.5 16.5%	461.5 46.2%
植生なし	309.5 31.0%	227.5 22.8%	537 53.8%
計	606.5 60.7%	392 39.3%	998.5 100.0%

キーワード: 多自然型工法、植生、都市河川、境界掃流力

連絡先: 中央大学理工学部土木工学科 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel.03-3817-1805 Fax.03-3817-1803

3)河道の湾曲による河岸水衝部の洗掘。4)自然蛇行流路と整備後の蛇行流路の不一致による兩岸の洗掘。4.2 掃流力の計算 川幅が水深に対して十分に広く勾配が緩いとき、河床面に働くせん断力 τ_0 は水の重力の流下方向成分と河床の摩擦力のつり合いから(1)式で表される¹⁾。直径 $d(\text{cm})$ の石を動かす限界掃流力 τ_c は Shields 関数の概略値を 0.05 として(2)式で表される。河床に働くせん断力 τ_0 が限界掃流力 τ_c より大きくなるとき石が動き出す。図-3 は流量 Q と動き出す石の直径 d の関係を示したものである。図-3 より、いたち川の計画高水流量(2.5 年確率) $\{=90(\text{m}^3/\text{s})\}$ の時の水流により直径約 10(cm)の石が動くことがわかる。この結果から河床に敷く玉石の直径 d は 10(cm)以上のものを用いるのが妥当である。4.3 流出計算 これらの現象を水理学的に検討するために今回の調査範囲の最下流に位置する水神橋地点において流速観測を行った。水神橋には固定型的水位計が設置されており、水位を常時観測している。図-4 は水神橋地点における水深-流量曲線である。流速 v は Manning の式を用いて水深から換算した。Manning の粗度係数 n は水神橋地点の河床断面から逆算して求めた。水面勾配 I は測定が困難だったため、河床勾配から I を推定し $I=1/400, 1/500$ を与えて算定した。図-4 より、いたち川の計画高水流量が流れる時、水深は約 2.5(m)となる。低水時の水深が約 0.3(m)であるから高水時には水位が 2(m)ほど上昇する。図-5、図-6 は水神橋地点におけるハイレート・ハイドログラフを示したものである。図-5、図-6 より総降雨量がほぼ等しい場合でもピーク流量の値は降雨形態によって大きく異なることがわかる。都市域では山地流域に比べて少量の降雨に対する流量の応答が早い。また川幅の狭いいたち川では、水深が 50(cm)以上に上昇するような降雨が春・夏の植生の成長期に平均して月に約 5 回と頻繁にもたらされることがわかっている。雨が降り出すと急激に水位が上昇し、低水路護岸に根付いた植物の多くが水に浸かり、水流により薙ぎ倒される。このような頻繁に起こる水流の変動に耐え得る植物は数少なく、動植物の多様化を目指すいたち川としては重要な課題である。

5.まとめ 1)いたち川における河床・低水路護岸の洗掘を大きく 4 つに分類することができた。2)掃流力の計算からいたち川の河床に定着する玉石の直径は約 10(cm)以上が妥当であることがわかった。3)水位変動の激しいいたち川(水神橋付近・St.1・St.2)においては動植物の多様化は困難である。

謝辞:本研究を遂行するにあたり、横浜市下水道局より貴重なデータを提供して頂いた。ここに記して深甚なる謝意を表す。参考文献:1)吉川秀夫著:河川工学

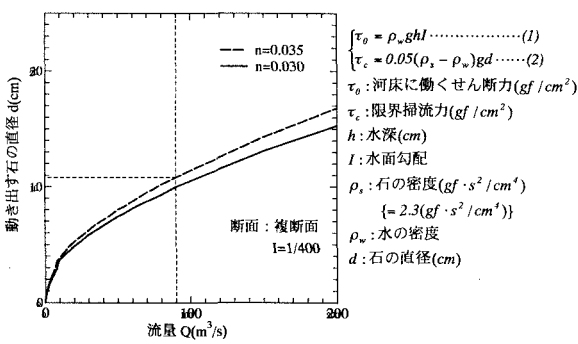


図-3 動き出す石の直径と流量の関係
(計画高水流量で直径約 10cm の石が動く)

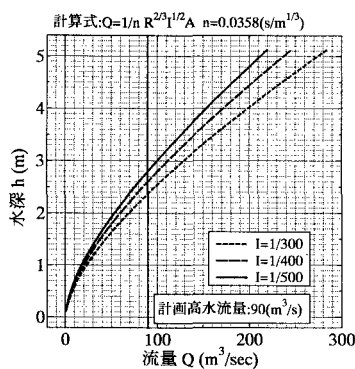


図-4 水神橋地点における水深-流量曲線
(計画高水流量のとき水深が約 2.5m に上昇する。低水時の水深は約 0.3m である。)

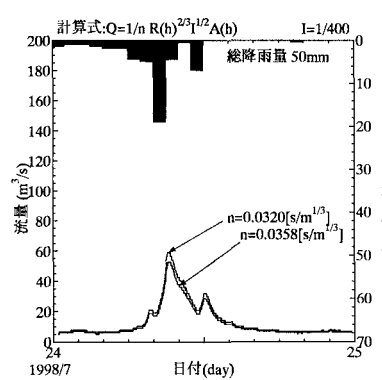


図-5 水神橋地点における
ハイレート・ハイドログラフ
(少量の降雨に対しても流量の応答が非常に敏感である。総降雨量が等しい場合でもピーク流量によって大きく異なる。ピーク流量後降雨がなくなると短時間で流量が減少する。)

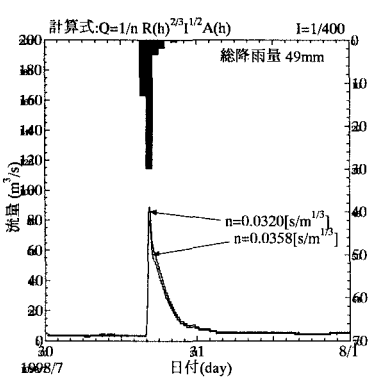


図-6 水神橋地点における
ハイレート・ハイドログラフ
(少量の降雨に対しても流量の応答が非常に敏感である。総降雨量が等しい場合でもピーク流量によって大きく異なる。ピーク流量後降雨がなくなると短時間で流量が減少する。)