

土砂投入が付着藻類に及ぼす影響 — 多摩川永田地区を事例に —

EFFECTS OF SUSPENDED SEDIMENT ON THE PERIPHYTIC ALGAE IN THE NAGATA AREA OF THE TAMA RIVER

皆川朋子¹・福嶋 悟²・天野邦彦³

Tomoko MINAGAWA, Satoshi FUKUSHIMA, and Kunihiko AMANO

¹正会員 工修 (独) 土木研究所 水循環研究グループ 河川生態チーム 自然共生研究センター
(〒501-6021 岐阜県羽島郡川島町笠田町官有地無番地)

²理博 横浜市環境科学研究所 基礎研究部門 (〒235-0012 横浜市磯子区滝頭 1-2-15)

³正会員 工博 (独) 土木研究所 水循環研究グループ河川生態チーム 上席研究員 (〒305-8516 つくば市南原 1 番地 6)

The artificial sediment supply have been carried out for restoring the gravel bars on Nagata area in the Tama Rive from 2001. The effects of the sediment supply to periphytic algae was studied.

The algal biomass at non-influenced reach (upstream site of sediment supply) and influenced reach (downstream sites of sediment supply) was compared. The algal biomass was low on influenced reach during a period of sediment supply. The algal biomass on the lower part exposed to sand scouring was clearly less than on the higher part from river bed. After the long-term flood, the algal biomass on the influenced reach was as much as those on the non-influence reach.

Key Words : *sediment supply, periphytic algae, flow regime, restoration, the Tama River*

1. はじめに

多摩川 51.7~53.2km 区間 (以下, 永田地区とする) では, 高水敷における細粒土砂の堆積と樹林化, 低水路の河床低下によって生じている治水・環境上の課題を改善するため, 2001 年より河原の再生事業が実施されている。本事業は, 河床低下に対する対策と河原の再生, 及び多摩川において絶滅の危機にあるカワラノギクの保全を目的に¹⁾, 一部エリアを対象としたハリエンジュ等の樹林の伐採・伐根, 堆積土砂の除去による高水敷の切り下げ, 低水路の拡幅等による礫河原の造成が行われた。そして, 河原が継続的に維持できる, すなわち, かつて有していた河原が成立しうるしくみの機能を早期に回復させるため, 土砂投入が実施されている²⁾。

ところで土砂管理については, 平成 10 年 7 月に河川審議会総合土砂管理小委員会から「流砂系の総合的な土砂管理にむけて」の報告において源頭部から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の必要性が提言され, その重要性が認識されている。天竜川や相模川等, いくつかの河川においては懇談会や委員会が設置され検討されている。この対策として現在, 主にダム貯水池における適切な排砂システムの検討や, 諫止された土砂を下流へと運搬, 設置し, 土砂の連続性を保とうとする措置 (以下, 土砂投入とする) が検討されている。特に後者は, 早急かつ継続的な対策として今後多く実施されていくものと考えられる。多摩川永田地区での土砂投入も, 土砂流送や流況が構造物等により制御されたこと等により失われた河道のシステムを修復す

る事例の一つとして位置づけられる。

これまで土砂投入は, ダム下流区間の河床低下, 河床材料の粗粒化, これに伴い変質した生物の生育・生息環境の改善等を目的に, 阿賀川河口ダムでは 1991~1996 年³⁾, 矢作川阿摺ダム及び越戸ダムでは 1995~1997 年⁴⁾, 荒川水系二瀬ダムでは 1998, 2002 年, 阿武隈川水系大滝根川三春ダムでは 1999, 2001 年⁵⁾, 天竜川秋葉ダムでは 1999~2001, 長島ダムでは 2000, 2001, 荒川水系浦山川浦山ダムでは 2000 年⁶⁾に実施されている。しかし, 試験的・実験的段階にあり, 土砂投入とハビタットや生物との応答関係について明らかにされている事例は少なく, 効果の把握が困難なこと, 砂の堆積等新たな課題が生じたこと等により中止されている事例もある。今後, 土砂投入を河道の修復技術として位置づけていくためには, 事例研究や実験等により, 土砂投入がハビタット, 生物, 生態系へ与える影響を解明し, 知見を集積していくことが必要であると考えられる。

そこで本研究では, 土砂投入が及ぼすハビタット, 生物への影響を整理した上で, 多摩川永田地区を対象に, ここでは特に付着藻類に着目し, その影響について明らかにすることを目的とする。

2. 土砂投入が及ぼすハビタット, 生物への影響

投入された土砂は, 流れによって下流へと流下し, ハビタット, 生物, 生態系に影響を及ぼす。ここでは, まず, ハビタットや生物への影響に限定しこれまでの知見を整理してみる。

表-1 流送土砂量の減少や流量制御に起因し生じている主な課題と土砂投入の影響

空間スケール	主な課題	土砂投入によるハビタット、生物への影響と河川管理上の課題 ^{注)}	既往事例におけるねらいや効果
【Segment】 勾配などが同一の区間	A：土砂供給量の減少→横断構造物下流から生じる河床の低下→時間経過に伴う河床勾配の緩勾配化→掃流力の減少	○河床上昇による掃流力の増加 ○河床低下の改善 ◆堆積土砂厚の不均一化（たとえば淵が埋まる） △恒常的な土砂投入の必要性	・多摩川永田地区においては、河原のしくみの機能を早期に回復させるため、河床勾配を大きくし、掃流力を高めることを目的に実施された ²⁾
	【Reach】 1リーチ～数リーチ	B：土砂供給量の減少→河道横断形状の変化→B/hの変化→複列河道から単列河道への変化や砂州形態の変化→これに伴う瀬・淵構造の変化	○砂州形態の変化とこれに伴うハビタットの修復と生物の回復 △回復までの時間 △砂州の不安定化による治水上の課題
【Habitat】 瀬・淵構造、河原、河岸植生、河畔林など	A+B+攪乱規模・頻度の減少→植生遷移の進行、細粒土砂の捕捉促進？ 樹林化の進行	○水際域の掃流力の増大や冠水頻度の増加→河原の形成・維持、植生の変化	・多摩川永田地区では、造成河原の維持を目的としている ²⁾
	B→瀬、淵構造の変化（水深・流速分布の変化、構成材料の変化）、河床材料の変化→魚類群集や底生動物群集の変化	○瀬・淵の水深・流速分布の回復、これらを構成する河床材料の更新→ハビタットの機能回復、生物の回復	・荒川水系浦山ダム下流の事例では、ウグイの産卵場となる洗い瀬の維持形成に寄与した ⁹⁾
【Micro Habitat】 底質、河床材料、河床間隙など	土砂供給量の減少→河床材料の粗粒化（アーマー化）？ 底生動物群集や魚類群集の変化	○底質の粒度組成の修復？ 底生動物群集、魚類群集の回復 ◆土砂の堆積によって浮き石面積が低下した場合、底生動物、魚類への影響	・阿賀川河口ダム下流の事例では、砂利の堆積が見られ ¹⁾ 、岩の間には砂がつくようになり、魚が増えたとされたが、その後、土砂がたまりすぎて水流が悪くなった ¹⁾
	攪乱規模・頻度の低下？ 河床の安定化→底生動物群集の遷移の進行と多様性の低下、瀬の産卵床としての機能低下	○攪乱による河床材料の移動・更新→ハビタットの機能回復、生物群集構造を遷移の初期段階に戻す	・阿武隈川水系三春ダム下流の1995年に実施された事例では、投入量が少なく、河床低下や河床材料の粗粒化防止等に対する効果は小さかった ²⁾
	攪乱規模・頻度の低下？ 河床の安定化→付着藻類の剥離・更新頻度の減少？ 活性の低下、糸状緑藻の繁茂？ 魚類や底生動物の餌資源としての質・量の変化→魚類群集や底生動物群集への影響	○付着藻類の群集構造を遷移の初期段階に戻す ○藻類の剥離・更新、活性化、餌資源としての質の向上 ◆流下した土砂のうち比較的粒径の細かい砂等が河床に堆積した場合？ 生産量の低下、底生動物や魚類への影響 ◆投入土砂に細かい粒径のシルト等が多く含まれ濁水が発生した場合？ 付着藻類の光合成阻害、魚類の餌資源としての質の低下	・矢作川阿摺ダム及び越戸ダム下流の事例では、土砂投入量が少ないことから、亜極相以上遷移を逆行させることにつながらなかった ⁴⁾
	攪乱規模・頻度の低下→河床間隙の透水性の低下→河床間隙生物や魚類の産卵床への影響	○河床間隙の透水性の回復→ハビタットの機能回復→生物の回復	

注) ○；課題に対する改善効果、◆；○以外に予測されるハビタット、生物への影響、△；新たに生じる可能性のある河川管理上の課題を示す。

ハビタット、生物への影響把握においては、空間スケールによって、捉えられる現象や対象となる生物は異なること、また、上位の空間スケールで生じた現象は下位の空間スケールに影響を及ぼすことから、様々な空間で生じている現象を捉え、さらにそれらを総合的に捉えることが必要であると考えられる。そこで、表-1には、Frissell *et al.*の河川環境の階層性⁷⁾を参考に、Segment～Reach, Habitat, Micro Habitatに区分し、各スケールにおいて生じている主な課題、課題に対する改善効果、これ以外に予想されるハビタット、生物への影響、新たに生じる可能性のある河川管理上の課題、既往の土砂投入事例について整理した。なお、これらの把握においては、河道の応答や生物への影響は短期的な影響のみでなく、時間的な遅れを伴うこと、個々のハビタットや生物は、形成・修復の時間や消長時間が異なるため、把握すべき時間スケールは異なること等を考慮する必要がある。また、土砂投入による影響は、投入土砂量や粒度組成、流況（規模、頻度、継続時間等）、投入時期などにより異なる。今後、これらを考慮した土砂投入の影響の把握や、投入方法の検討が必要になるものと考えられる。

以上を考慮して、本研究で対象とする付着藻類への影響について整理する。投入された土砂は、出水時の流れで運搬される。このため、出水の規模は、付着藻類への影響を規定する大きな要因であり、出水の規模によって、Segment

～Reachスケールで生じる河床の変動や河床材料の移動を伴うケースと、河床材料の移動を伴わないケースで影響は区分できる⁸⁾。そして、その影響は土砂投入がない場合と比較すると、攪乱作用は助長され、河床の変動量や流砂による作用もより大きくなるものと考えられる。なお、流砂の付着藻類への作用については、Powerら⁹⁾は、摩擦によって現存量に影響を及ぼすことを指摘している。また、北村ら¹⁰⁾、山本ら¹¹⁾の砂礫を用いた藻類除去の実験結果からも、それらに効果的に作用することが指摘されている。このような流砂の作用は、出水時のみでなく平常時においても、河床に堆積した土砂のうち、例えば砂などが掃流砂となり得る場においては、影響を及ぼすことが予想される。なお、付着藻類は、他の生物と比較し、増殖速度も大きく、遷移が短期間で生じるため、その影響も速やかに現れ、また回復も早いものと考えられる。

2. 方法

(1) 対象地区と土砂投入の概要

永田地区（51.7～53.2km）を図-1に示す。永田地区の河床勾配は1/310、川幅約300m、低水路幅約30m、平均年最大流量は約600m³/sである。また、河床材料は平均粒径35mm、90%粒径100mmである²⁾。上流には小河内ダム、白丸ダム、小作堰、羽村堰があり、特に本地区

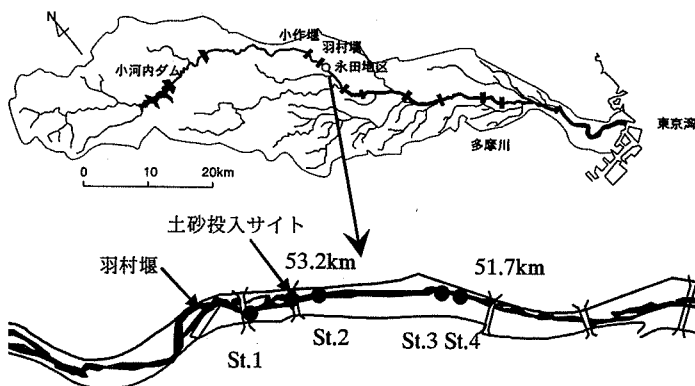


図-1 対象地区と調査地点



写真-1 投入された土砂 (2003.4.7撮影)

の流量は、約0.5km上流の羽村堰(取水堰)からの放流量に規定され、洪水時を除き一定流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ が流下している。

土砂投入は、約2km上流の小作堰に堆積した土砂を出水期前までに本区間最上流端に運搬・設置し、これが出水時の流れで削られ、運搬されることを期待し実施された²⁾。投入された土砂量は、2000年11月～2001年1月に $1,800\text{m}^3$ 、2001年10月～2002年3月に $4,400\text{m}^3$ である。いずれも夏期までには全量が流出している。2002年10月までの調査結果によると、投入した土砂の約8割が低水路拡幅区間とその下流に堆積し、河床上昇が生じその効果が報告されている²⁾。その後、2002年12月～2003年3月に $8,650\text{m}^3$ の土砂が再度投入された(写真-1)。なお、投入された土砂の粒度組成は、本区間の河床材料の粒度とほぼ等しいとされる²⁾。

(2)調査方法

土砂供給サイト上流側を非影響区、下流側を影響区として調査地点を設置し、付着藻類及び流下土砂量等を比較することにより付着藻類への影響を把握した。

調査地点は、投入土砂の上流側地点 St.1 と、下流側地点 St.2, St.3, St.4 を選定した(図-1)。なお、調査地点は、藻類現存量には水理量に関与する¹²⁾ことから、平瀬で水深、流速がほぼ同様の地点とした。この他、栄養塩類、日射量、水温も増殖に関与するが¹³⁾、本区間には流入河川がないこと、日射を遮る河畔林等はないこと、調査地点間が近い(St.1 から St.4 はおよそ 2km)ことから、地点間に違いはなくそれらの影響はないものと考えた。また、流砂量やその粒径は、河床面からの高さで異なるため、これにより付着藻類への影響が異なることが予想されたことから、St.4 では、他の地点で採取した河床材料よりも粒径が大きく、河床からの石上面までの高さが高いものを選定した。

調査期間は、出水期を含む 2003 年 6 月 3 日～11 月 4 日とした。調査内容は、付着藻類の採取、流砂のトラップ、水深、流速、水温、水質の測定である。調査は出水期中の 2003 年 6 月～9 月は、増水で水域に入れない日を除きほぼ週 1 回の頻度で実施し、流量が安定し一定となった 10 月以降は、11 月 4 日に実施した(計 17 回)。流速の測定は、電磁流速計(KENEK LP2100, LPT400-08P)

を用い、安定した 3 つ以上のデータを取得した。水温、pH、電気伝導度(EC)は、水質計(HORIBAU-21)を用いて測定した。また、St.1 と St.3 では月 1 回の頻度で採水し、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の分析を行った。

付着藻類の採取は、各地点を代表している石を 3 つ選定し、河床から石上面までの高さを測定した後、取りあげ、それぞれ石の上面に $5\times 10\text{cm}$ のコドラートを設置し、歯ブラシでこすり取り、試料とした。また、採取した石の長径及び短径について測定した。採取した試料は、分析室に持ち帰り、乾燥重量、クロロフィル a、フェオフィチン a を測定した。乾燥重量は、ガラス繊維濾紙(whatman GF/C, $\phi 47\text{mm}$)で濾過し、濾紙を 105°C で 2 時間乾燥させて求めた。クロロフィル a 及びフェオフィチン a は、ガラス繊維濾紙(whatman GF/C, $\phi 47\text{mm}$)上に補集した懸濁物から 90%アセトンで色素を抽出し、Lorenzen (1967)の方法で算出した。藻類については、原則として St.1, St.3, St.4 における奇数回目の調査日に採取した試料を対象に、各地点で採取した 3 試料を光学顕微鏡下でそれぞれ観察し、群集構造について評価した。

流砂トラップは、調査期間がアユの解禁期間と重なっていたため、調査の実施が困難であったことから 2003 年 9 月 2 日及び 11 月 4 日の 2 回のみ実施した。流砂量等を河床からの高さ別に把握できるよう、開口部高さ $10\text{cm}\times$ 幅 30cm のフレームに、長さ 90cm 、網目 $225\mu\text{m}$ のネットを取り付けた装置を河床から鉛直方向に 2 段重ねて設置し(河床面～ 10cm :下層、 $10\text{cm}\sim 20\text{cm}$:上層)、約 5 時間経過後、これを取りあげトラップされた流砂等を採取した。なお、St.4 については河床面の凹凸が他の地点に比べて大きく設置が困難であったことから行わなかった。採取した流砂等には、有機物が含まれていたため、蒸留水で希釈し、硫酸 10ml と過マンガン酸カリウム 10ml を添加して有機物を分解し、 100°C で 30 分煮沸後放冷し、水酸化ナトリウムで中和し除去した後、ふるいを用いて粒度分析を行った。

投入された土砂の流出状況や河床の状況については、調査時に目視により観察し記録した。また、各地点の河床の変動については、国土交通省京浜河川事務所が実施した 2002 年 3 月及び 2004 年 2 月の縦断測量結果と服部らの 2002 年の河床変動量測定結果²⁾からその傾向を推測した。

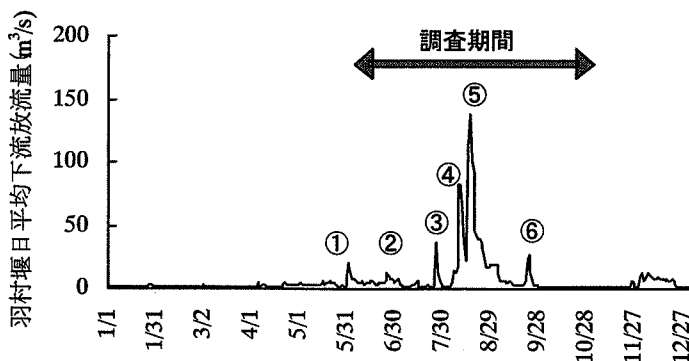


図-2 対象地区の流量 (2003)

4. 結果

(1) 諸条件

図-2に対象区間の流量(羽村堰下流日平均放流量, 東京都水道局)を示した。本地区の流量は, 1月~5月まではほぼ $2\text{m}^3/\text{s}$ の一定流量が流下していた。調査期間は, 流量が変動する期間を含み, ①6月1日($20\text{m}^3/\text{s}$), ②6月25日($13\text{m}^3/\text{s}$), ③7月26日($36\text{m}^3/\text{s}$)に小規模な出水が, また, 8月6日~9月5日までは比較的規模が大きい出水④8月10日($83\text{m}^3/\text{s}$), ⑤8月16日($138\text{m}^3/\text{s}$)を含む長期継続した増水が生じた。その後, ⑥9月21日($79\text{m}^3/\text{s}$)の出水以降は, 再び $2\text{m}^3/\text{s}$ の一定流量となった。なお, 出水④, 出水⑤は, 調布橋観測所(59.5km)の時間平均流量では, それぞれ $124\text{m}^3/\text{s}$, $216\text{m}^3/\text{s}$ がピーク値として観測されており, 図-2に示した日平均流量より実際のピーク流量は高い。また, 8月の長期継続した増水は, 羽村堰における投げ渡し堰の修復までの期間や小河内ダムからの発電放流等の降雨以外の要因が関与して長期化したものである。

表-2に調査期間中の水温, 電気伝導度, pH, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ を平均値と標準偏差で示した。水質は, 調査期間中, 大きな変動はなくほぼ安定していた。

表-3に各地点の水深, 流速, 石のサイズ, 河床からの石上面までの高さを示した。各地点の水深は約30~40cm, 流速は約100cm/sであった。また, 付着藻類を採取した河床材料の粒径と河床からの高さは, St.1~St.3では長径約19~20cm, 短径約12~15cm, 高さ約4cm, St.4では長径24cm, 短径18cm, 高さ12cmであった。

(2) 土砂投入サイトからの流出状況

土砂投入サイトからの流出状況については, 調査を開始した直後の6月10日は, 土砂投入直後の4月7日(写真-1)と比較すると流路沿いの土砂が既に流出していた。その後, 出水④後8月12日には約2/3量が, 出水⑤後の8月26日にはほぼ全量が流出した。なお, ヒアリングから出水④以前においても3~4割が流出していることが確認された。また, 河床の状況については, 6月には平瀬においては砂が数cm~10cm程度堆積している区間が顕著にみられたが, 8月以降においてはそれらが減少している傾向がみられ, 流況との関連が示唆された。

表-2 調査期間の水温, 水質

項目	平均値±標準偏差
水温(°C)	19.1±1.6
EC($\mu\text{m}/\text{cm}$)	109.9±11.3
pH	8.1±0.3
$\text{PO}_4\text{-P}$ (mg/l)	0.007±0.001
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)	0.014±0.009
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	0.692±0.063

表-3 調査地点の水深, 流速及び採取した河床材料の粒径と河床からの高さ

	St.1	St.2	St.3	St.4
流速(cm/s)	101	104	107	104
水深(cm)	34	30	32	40
粒径 長径(cm)	20	19	19	24
短径(cm)	15	13	13	18
石の高さ(cm)	4	4	4	12

(3) 付着藻類の動向

①現存量(Chl.a量)の推移

図-3に各地点のクロロフィルa量(藻類の現存量を示す, 以下Chl.aとする)の推移を流量とともに示した。

調査開始から出水④⑤を含む長期継続した増水後までの間, Chl.a量の推移は, 非影響区のSt.1と影響区のSt.2, St.3では大きく異なった傾向を示した。St.1では約 $100\text{mg}/\text{m}^2$ まで増加したのに対し, St.2とSt.3では, 継続して低い値を推移していた。一方, 影響区のSt.4は, St.1と類似した傾向を示した。出水④⑤を含む長期継続した増水後には各地点においてChl.a量が減少し(8月26日), これ以降, 各地点でChl.a量は増加し, 類似した傾向を示すようになり, 11月4日には調査期間中最大値を示した。

②出現種の動向

藻類群集については, 各地点で *Chmaesiphon minutus*, *Homoeothrix janthina*, *Achnanthydium pyrenaicum*が多く出現していた。このような種類が多い構造は, 我が国の河川で広く出現するが, *Achnanthydium pyrenaicum*は近年になって多く出現するようになった種類である。また, Chl.a量が大きく減少した8月の増水直後には, St.2で *Navicula* spp.が出現する等, この8月の増水前後で藻類群集は異なる傾向がみられた。

③藻類活性

藻類活性を示す指標となるクロロフィルa/(クロロフィルa+フェオフィチン)¹⁴⁾については, 調査期間中において大きな変動はみられず, 各地点とも同様に推移していた。図-4に各地点における全データの平均値及び標準偏差を示す。各地点とも8~9割が活きた細胞で構成され, 各地点間に有意な差異は認められなかった。

(4) 流砂量と粒径

図-5に各地点の1時間当たりにトラップされた流砂量を, 図-6には9月2日にトラップした土砂の粒径別重量割合を示した。なお, 調査日の流量は, 9月2日は $18.6\text{m}^3/\text{s}$, 11月4日は $2.1\text{m}^3/\text{s}$ であった。

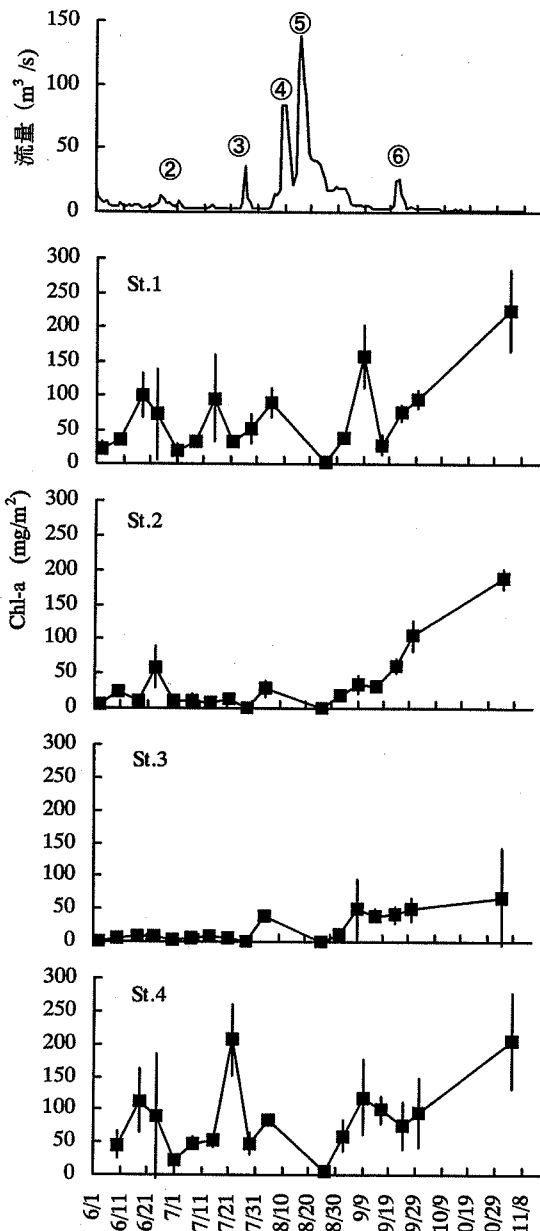


図-3 各地点の Chl.a 量の推移と流況
(プロットは平均値, エラバーは標準偏差を示す)

流砂量は、増水時の9月2日と平常時の流量の11月4日では大きく異なり、9月2日の方が多かった。これは水理量の違いが関与している他、河床に堆積している砂の量の違いが関与している可能性も示唆された。また、地点別では St.1 よりも St.2, St.3 の方が多く、上層より下層の方が多傾向があった。粒径については、各地点とも細砂 (0.42~0.072mm) と粗砂 (2~0.42mm) が大半を占め、下層の方が上層よりも粒径が大きい傾向がみられた。

(5) 河床の変動傾向

図-7に2002年3月と2004年3月に実施された縦断測量結果を示した。なお、2002年の51.6~51.8kmの縦断形は、低水路平均河床の算出範囲に標高の高い造成された河原が含まれていたためであり、ここでは参考としないこととした。各調査地点における河床の変動状況を見ると、St.1では河床がほとんど変動していないことがわかる。一方、St.2は土砂投入サイト下流で、河床変動が

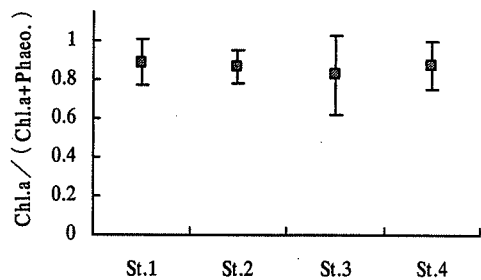


図-4 各地点の藻類活性
(プロットは平均値, エラバーは標準偏差を示す)

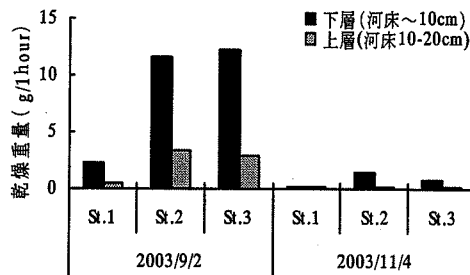


図-5 流砂量重量 (1時間あたり)

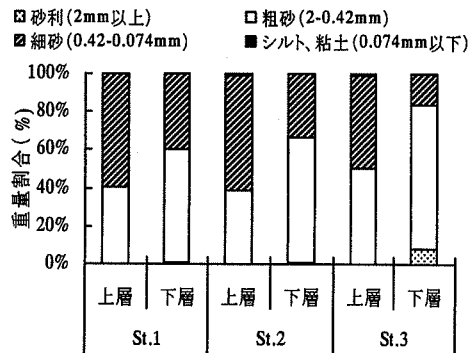


図-6 流砂の粒径別重量割合

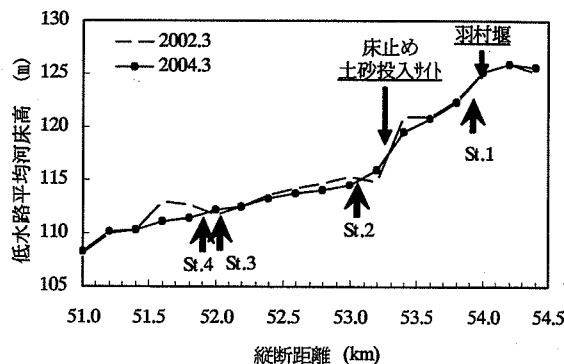


図-7 河床縦断形の変化

顕著に生じている区間に位置し、この傾向は服部らの結果²⁾からもよみとれた。なお、St.2の河床の変動は、調査時に目視でも観察できるものであった。St.3, St.4は、図-7からは読みとりができなかったため、服部らの結果²⁾からみると、2002年には明瞭な河床変動は生じておらず、2002年よりも出水規模が小さかった2003年においても同様の傾向であるものと推測された。

5. 考察

影響区 St.2, St.3 の現存量は、非影響区 St.1 や影響区 St.4 と異なり、調査開始から 8 月の長期継続した増水後までの間、現存量の低い状態が継続した。しかし、この増水以降は、各地点ともに増加し、類似した推移の傾向を示した。また、この 8 月の増水後には土砂供給サイトの土砂が全量流出していたことを考えあわせると、調査開始から 8 月までの St.2, St.3 の付着藻類群集に土砂投入による影響が生じていたことが示唆される。そこで、その要因について、2 で述べた河床の変動や河床材料の移動、流砂の影響を考慮し考察する。

St.2 は、4 で示したように河床変動が著しい区間である。投入した礫が供給され、かつ有意な河床変動が生じるのは $200\text{m}^3/\text{s}$ 以上の出水である²⁾ が、出水⑤以外の出水②出水③のピーク流量はこれを超えるものではなかったが、土砂の流出は生じていたことを考え合わせると、St.2 における現存量の継続した低い値の推移は、河床の変動による河床材料の移動が支配的な要因として関与していたものと推察される。

St.3 においては、St.2 でみられた顕著な河床の変動は生じていないと推測した。しかし河床変動は生じていなくても、河床材料の移動は、河床面に作用する。例えば、 $100\text{m}^3/\text{s}$ における移動限界粒径を、無次元掃流力 $\tau_* = 0.06$ 、河床勾配 $i = 1/300$ 、水深 $h = 2.0\text{m}$ として算出すると、 6.7cm が得られる。これらは今回採取した粒径の河床材料は移動しないが、この粒径以下の河床材料は移動し、付着藻類に作用する。しかしこの作用は、非影響区の St.1 においても同様に生じると考えられるが、St.1 では出水③後において Chl.a の減少は顕著に生じておらず、支配的な要因としては考えにくい。また、一定流量及び増水時の流砂量は、St.2 や St.3 の方が St.1 よりも多く、これらはある一定の摩擦力を超えると、物理的に付着藻類を剥離させうる。しかし、物理的な摩擦作用のみならず、土砂は付着藻類膜に堆積したり、また、周辺の底質等の変化が付着藻類群集に影響を及ぼす可能性も考えられる。どのような現象が生じていたかは今後の課題としたい。

次に、影響区の St.4 の現存量は、影響区の St.2 や St.3 とは異なり、むしろ非影響区の St.1 と同じ動向を示し、土砂投入の影響はみられなかった。この要因として、St.4 で採取した河床材料の粒径は他の地点よりも大きいためより動きにくいこと、図-6, 7 に示したように、河床からの位置が高いほど、流砂の作用を受けにくいことが考えられる。このことは、投入土砂の影響は空間的に異なり、付着藻類の現存量に空間的なばらつきを生じさせることに寄与するかもしれない。

ここでは土砂投入が付着藻類へ及ぼす影響について示したが、この影響が、他に生物にどのような影響をもたらすか、また、様々な空間スケールでハビタットや生物に与える影響を把握し、生態系への影響を総合的に評価した上で、評価することが必要である。なお、その評価においては、対象とする河川がどのような河川像を目標としているかを明らかにすることが重要である。

6. まとめと今後の課題

本研究では、土砂投入がハビタット、生物へ及ぼす影響を整理した。また、土砂投入が実施されている多摩川永田地区を対象に、付着藻類へ影響を明らかにするため、2003 年 6 月～11 月に土砂投入サイトの上流を非影響区と下流側を影響区として調査を行った。その結果、土砂投入サイトに土砂が残留している期間は、非影響区と影響区で現存量は異なり、影響区では現存量が低い状態が継続することが示された。この要因として、土砂投入によって攪乱作用が高まり、河床の変動が助長されたこと、流砂量が増加したことが示唆された。また、影響区であっても河床材料の粒径によっては影響がほとんどなく、空間的に影響は異なることが示された。

今回は付着藻類へ影響について着目したが、課題は残る。今後、これらの課題を解明し、さらにハビタットの変化を捉えながら、底生動物群集や魚類群集へ影響についても整理し、河道の修復技術としての土砂投入のあり方を検討するための知見を得ていきたいと考えている。なお、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。

引用・参考文献

- 1) 島谷幸宏：多摩川永田地区の河道修復：応用生態工学 5(2), pp233-240, 2003.
- 2) 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 Vol.9, pp.85-90, 2003.
- 3) 島谷幸宏・皆川朋子：日本の扇状地河川の現状と自然環境保全の事例, 河川に自然復元に関する国際シンポジウム論文集, pp.191-196, 1998.
- 4) 田中蕃：砂利投入による河床構造回復の試みとその効果, 矢作川研究 No.1, pp175-202, 1997.
- 5) 浅見和弘・齋藤大・三浦義征：ダム下流の河床低下・河床構成材料の粗粒化防止策—三春ダムにおける土砂投入実験例—, 応用地質技術年報 20, pp147-155, 2000.
- 6) 梶野健・浅見和弘・中島一彦・杉尾俊治・林貞行・高橋陽一：浦田ダム下流に投入した土砂がウグイの産卵にもたらす効果について—ダム下流河川における土砂投入の効果—, 応用生態工学 Vol.6 No.1, 2003.
- 7) Frissell, C.A., Liss, W. J., Warm, C. E. and Hurler, M.D.: A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing stream in a watershed context, Environment Management 10, pp199-214, 1986.
- 8) 皆川朋子・清水高男・島谷幸宏：流量変動による生物への影響に関する実験的検討, 河川技術に関する論文集 Vol.6, 2000
- 9) Power, M. E., and A. J. Stewart : Disturbance and recovery of an algal assemblage following flooding in an Oklahoma stream, American Midland Natural Naturalist 117, pp333-345, 1987.
- 10) 北村忠紀・加藤万貴・田代喬・辻本哲郎：砂利投入による付着藻類カワシオグサの剥離除去に関する実験研究,
- 11) 山本亮介・松梨史郎・下垣 久：移動粒子を伴う流れの付着藻類剥離効果, 水工学論文集 Vol.47, pp1069-1074, 2003.
- 12) Peterson, C. G.: Influence of flow regime on development and desiccation response of lotic diatom communities, Ecology, 68 pp.946-954, 1987.
- 13) 有賀祐勝：水界植物群落の物質生産 II—植物プランクトン—(生態学講座 8), 共立出版, 1973.
- 14) 渡辺泰徳：光合成研究法, 共立出版株式会社, p137.

(2004. 4. 7 受付)