

# 浮遊性土粒子による河川生物の生息場への影響

前橋工科大学大学院 ○学生会員 三崎貴弘 前橋工科大学 フェロー会員 土屋十國

## 1. はじめに

河川生態系の生産者である付着藻類は、光量によりその増殖速度に差異が生じる<sup>1)</sup>。河床に到達する光量は、濁水による透過の減少<sup>2)</sup>や河床礫に堆積した細粒土砂によっても阻害を受けると報告されている<sup>3)</sup>。細粒土砂が、河川生物の生息場に及ぼす影響については多くの研究事例<sup>4)</sup>があるが、研究の多くは土地利用との関係で論じられている。著者らの調査<sup>5)</sup>により、利根川の付着藻類の増殖を阻害している濁度の主成分である細粒土砂は、前橋市内で利根川に合流する水力発電所の放水路から発生していることが確認されている。以上のような背景から、本報では、この放水路が合流した後の利根川で発生する細粒土砂由来の浮遊性粒子が河川生物の生息場に及ぼす影響に着目して検討を行ったので、ここで報告する。

## 2. 研究の概要

放水路の集水域である群馬県北西部に位置する取水口上流部と放水路にある沈砂地<sup>6)</sup>を調査している。調査地点は、St.AからSt.Jを取水口とし、St.Kは沈砂地であり、調査地点の位置を図-1に示す。また、各調査地点の河床と沈砂地に存在する土砂をJIS規格の篩を用いて2mm以下に分級したものを細粒土砂とする。この細粒土砂に含まれる有機態炭素内の同位対比を量り、利根川の土砂由来の浮遊性粒子を放水路内で追跡する。一方、放水路の日特性及び合流後の利根川における細粒土砂が浮遊性粒子として観測される地点について調査を行い、河川生物の生息場に及ぼす影響について検証を行う。利根川における調査地点と放水路の概要<sup>6)</sup>を示した図を図-2に示す。図-2より、調査地点は、上流よりSt.1からSt.6及びSt.8からSt.10が利根川本川であり、St.7は主な利根川の流入河川である烏川とする。放水量に占める河川流量の算定には、前橋地点と八斗島地点に設置されている水位流量計のデータを使用する。

調査項目は、SSとVSS(Volatile Suspended Solid)であり、分析方法は河川水質試験法<sup>7)</sup>に準じ濾紙(Whatman GF/C 1.2 $\mu$ m)を用いて分析を行う。SS中に含まれるシルト等の無機分と藻類等の有機分の割合は、600℃で30分間燃焼させ、前後の濾紙重量の減少より有機物量を算出する。また、24時間観測には、A.SIGMA社製キッドサンプラーモデル900ポータブルタイプを用い、観測時間は12時より翌日の11時までの1時間毎に採水を行う。

一方、生物の生息場への細粒土砂が及ぼす影響について、底生動物と付着藻類及び藻類を摂食するアユにより評価を行う。群馬県では、利根川本川の底生動物は年1回秋季から冬季に採取されており、1979年から2004年までのデータを使用する<sup>8)</sup>。また、付着藻類は、著者らが2007年8月に利根川で増殖調査した結果<sup>9)</sup>を用いる。

## 3. 調査結果と考察

SSの追跡結果を図-3に、取水口と沈砂地の粒径分布を図-4に、SSの24時間観測結果を図-5に、前橋市より下流のSSの推移を示した表を表-1に、夏季の調査より河床礫の堆積物と有機物含有率の推移を図-6にそれぞれ示す。

図-3より、放水路は30.98 m<sup>3</sup>/sと-805.1‰・m<sup>3</sup>/s、放水路合流前の利根川は15.49 m<sup>3</sup>/sと-314.1‰・m<sup>3</sup>/sであり、放水路の水量は利根川と比べて2倍となっていた。また、放水路合流後の利根川におけるSSに含まれる有機態炭素の70%は放水路からであり、利根川

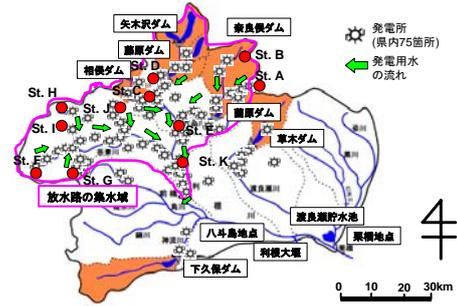


図-1 放水路の集水域<sup>6)</sup>

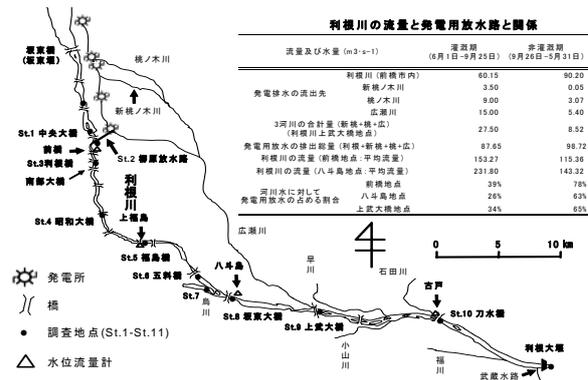


図-2 調査地点と放水路の概要<sup>6)</sup>

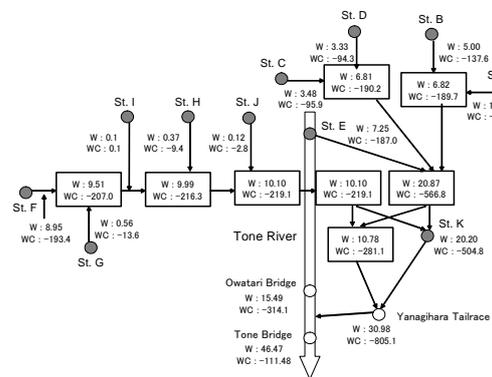


図-3 放水路の水量と有機態炭素同位体比の物質収支 (Wは水量(m<sup>3</sup>/s), WCは水量と有機態炭素同位体比(‰・m<sup>3</sup>/s)の積)

由来は27%である。一方、各調査地点別にSSの由来は、St.BとSt.E及びSt.Fでそれぞれ12%と16%及び17%と高い割合を占めている。導水管路網にはSt.AからSt.EとSt.FからSt.Jという2つの管路経路があり、調査時のSt.AからSt.Eでは20.87 m<sup>3</sup>/sと-566.8‰・m<sup>3</sup>/s、St.FからSt.Jは10.10 m<sup>3</sup>/sと-219.1‰・m<sup>3</sup>/sとなり、利根橋地点の49%と19%を占めている。この結果より、St.AからSt.E及びSt.Fが、放水路よりSSとして排出される94%の供給地となっている。一方、土砂の粒径分布を示した図-4に示す様に、St.AからSt.Jまでにおいて、2mm以下の粒径は土砂の重量に対して9%から39%となっている。しかしながら、導水管路網の流末に当る水力発電所沈砂地のSt.Kでは、2mm以下の粒径が98%を占めており、他の水力発電所にある沈砂地も2mm以下の土砂が中心となっていると考えられる。また、St.AからSt.E及びSt.Fの地点に共通していることは導水管路網

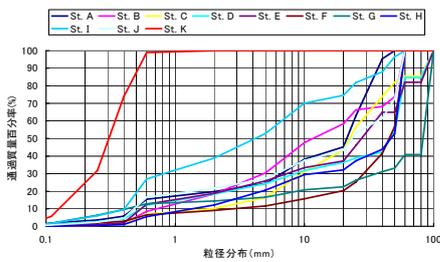


図-4 導水管取水口と沈砂地の粒径分布

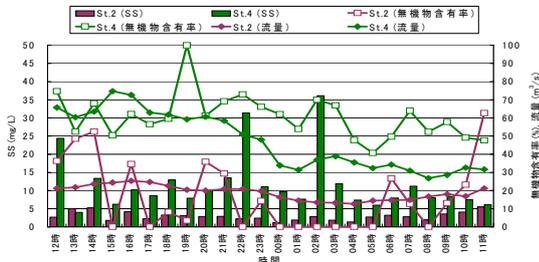


図-5 調査地点と発電概要

(調査日: St. 2, 2009年9月25日-26日, St. 4, 9月26日-27日)

表-1 放水路流入後のSSの推移(調査日: 2009年10月17日)

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
SS (mg/L)	1.2	6.1	3.4	3.8	3.7	3.7	1.4	1.9	1.8	0.8
無機態 (%)	6	57	43	42	35	36	0	0	21	0
有機態 (%)	94	43	57	58	65	64	100	100	79	100
水量 (m³/s)	23.17	20.27	43.44	43.44	43.44	43.44	61.36	104.79	106.01	185.69
河川流量に占める発電放水路の水量比率 (%)	0%	100%	47%	47%	47%	47%	0%	19%	20%	12%
ss-index			0.0	0.1	0.1	0.1		0.2		0.3

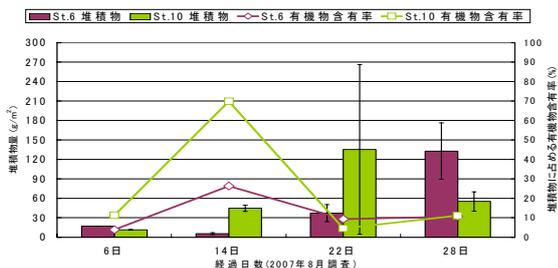


図-6 河床礫上に堆積する細粒土砂量と有機物の割合  
(調査日: 2007年8月2日-8月31日)

に占める水量として多く、細粒土砂の密度を分析すると2.3という特徴がある。さらに、放水路に近いSt. Kは他の調査地点と比べて土砂密度が2.1とさらに小さいことから、上記地点から混入する土砂の中でもより巻き上げられやすい土砂が堆積し、管路網の主な集水地点のため水量が多いという構造より、土砂由来のSSが発生しやすい条件が整っていると推察される。

図-5より、放水路が流入する前のSt.2では、SS濃度は5.0mg/L前後であるが、流入後のSt.4では4.0-36.1mg/L(日平均11.7mg/L)であり、SS濃度は上昇している。また、SSに占める無機物含有率は、流入前後により、平均16.7%から60.7%に上昇しており、放水から土砂由来の無機物を多く含んだSSが利根川に流れ込んでいる。さらに、表-1より、この放水路から排出されるSSはSt.3からSt.6の区間である約20km下流まで河川水に影響を及ぼしている。この後、利根川水系の主な河川である烏川(St.7)の合流により、St.10において無機物の割合は12%まで減少している。これは、河川流量に占める放水量の割合が、6月から9月までの灌漑期には前橋地点で39%、10月から5月までの非灌漑期には78%となり、烏川合流後の上武大橋ではそれぞれ34%と65%となっているためである。また、表

-1中のss-indexとは、底生動物の遊泳型(X軸)と弱いとされている固着型(Y軸)を分布させ、線形近似させた係数が0.5未満であると無機汚濁すなわち濁りや鉱山排水などによって生息場が汚濁の圧力を受けていることを示す<sup>10)</sup>。調査地点では、全て0.5未満であり、無機態SSの影響を受けている。また、烏川合流後には、0.0-0.1から0.2-0.3へと若干上昇し、SSの影響が減少している。この結果は、SSの下流への影響を調査した結果と同様であった。

図-4より、河床に堆積する物質は、2地点とも14日後に堆積物に占める有機物含有率が最大となっている。これは、利根川の付着藻類は約14日後に極相値に達するため、有機物量が最も多かつたためである<sup>5)</sup>。この後、有機物含有率が約10%に低下しており、河床に堆積するSSにより、付着藻類の生育が阻害されている。なお、2007年8月の流量は、St.8八斗島地点で130から150m³/sであり、調査期間には大きな洪水はなく、礫上の堆積物は無機物が主体であるSSの沈降と推察される。また、8月は群馬県内の利根川ではアユ釣りの季節であるが、付着藻類の調査中礫にはアユのハミ跡は観察されなかった。一般的に、アユは縄張りを作り摂食を繰り返すことによって、自ら有機物を多く含んだ餌環境を創ることが確認されている<sup>11)</sup>が、調査地点では有機物の割合が10%前後で推移し、無機物を多く含んでいる付着藻類はアユにとって良好な餌資源ではないといえる。これらの結果より、放水路から流入する細粒土砂が主体のSSは、河川の生息場に影響を与えていることが確認された。

#### 4. おわりに

利根川に流入するSSの調査とこのSSが河川生物の生息場に及ぼす影響について検討を行ってきた。放水路の取水口がある利根川の源流の細粒土砂がSSの要因であり、烏川による希釈効果が得られる20km下流の地点まで、SSは影響を及ぼしている。また、無機物の含有率が高い地点において、底生動物は濁りに弱い固着型に比べて強い遊泳型の種類が特に多いといえる。さらに、付着藻類は河床に堆積する無機物により、有機物の生産性が低く、アユの良好な餌とはなっていない。一方、改善策として、烏川流入後に無機物の含有率は低下しており、利根川源流域に存在するダムを活用し、河川流量を増加させる手法等を検証することが課題である。

#### <参考文献>

- 1) 沖野外輝夫: 河川の生態学, pp.13-39, 共立出版, 東京, 2005.
- 2) 津田松苗: 汚水生物学, pp.24-25, 北陸館, 東京, 1971.
- 3) Phinny, M.K.: Turbidity, sedimentation and photosynthesis. In Siltation: its sources and effects on the aquatic environment, fifth Symposium, Pacific Northwest, pp.4-12, United States Department of Health, Education and Welfare. United States Public Health Service. 1959.
- 4) 例えば, Richards, and C. Host, G.H.: Examining land use influence on stream habitats and macroinvertebrates, A GIS approach Water Resource in Bulletin, Vol.30, No.4, pp.729-737.
- 5) 三崎貴弘, 土屋十園: 河川的光環境と濁度が付着藻類の増殖に及ぼす影響, 土木学会環境システム研究, Vol. 36, pp.437-444, 2008.
- 6) 群馬県企業局: 群馬県の電気事業, 2009.
- 7) 建設省建設技術協議会水質連絡会, 財団法人河川環境管理財団編: 河川水質試験方法(案) 1997年版-試験方法編, 技報堂出版, pp.445-449, 1997.
- 8) 利根川上流流域下水道事業対策協議会下水道研究会: 下水道研究報告書, Vol. 1-19, 1981-1998.
- 9) 群馬県水産試験場: 群馬県水産試験場研究報告, Vol. 4-11, 1998-2005.
- 10) 森下郁子: 指標生物学-生物モニタリングの考え方, 山海堂, 1985.
- 11) 阿部信一郎: 河川付着珪藻とアユの生態学的相互関係, 海洋と生物, Vol. 28, No. 5, pp.495-500, 2006.