



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	細粒土砂汚染とは何か？ 河川管理に求められることは？ : 研究者から現場へ
Author(s)	山田, 浩之
Description	公益社団法人 日本河川協会 雑誌「河川」2007年3月号(通巻 728号) pp. 81-83
Citation	河川, 63(3), 81-83
Issue Date	2007-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/68456
Type	journal article
File Information	Kasen2007_03.pdf



細粒土砂汚染とは何か？ 河川管理に求められることは？

What is sediment pollution? What is required for river management?



やま だ ひろ ゆき
山田浩之*
Hiroyuki Yamada (Ph.D)

1. はじめに

セディメントポリューション(sediment pollution: 私は細粒土砂汚染と訳しています。)という言葉に耳にしたことはあるでしょうか。今回は、細粒土砂汚染が河川生物のひとつである付着藻類にもたらす影響を示したYamada & Nakamura (2002)¹⁾の研究論文を中心に、その汚染の実態とそれの防ぎ方を水理量と関連づけて検討した例について紹介します。また、その汚染を防ぐための流域・河川管理の在り方について提案したいと思います。

2. 細粒土砂汚染とは何か？

20世紀後半の大規模な開発事業にともなう流域の土地利用の改変などによって、流域から生産される細粒土砂(粒径およそ2mm以下の土砂)が大幅に増え、それが河川や海域に流出・堆積することによって生態系・水環境の変化・悪化が生じるという報告が多くあります。そうした汚染が“sediment pollution”と呼ばれており、欧米では1950年代という早い時期から早急に解決しなければならない課題として認識されています²⁾。国内でも最近になって海域や湿原への流出によってサンゴ礁・湿原生態系が破壊されることが明るみになったことから、この汚染に対する認識が高ま

りつつあります。これを背景として、生産源が特定しやすい場所では、沈砂池の設置や河畔林の整備などの応急措置が施されるようになりました。しかし、根本的な解決には至っていないというのが現状です。そうした状況を打開するためには、流域を視点とした細粒土砂の生産・流出・堆積といった一連のプロセスとメカニズムを明らかにするとともに、汚染レベルを評価できるように生物への影響を定量的に明らかにすることが重要です。

3. 河川生物相に及ぼす影響

細粒土砂汚染が河川の生物に及ぼす影響は、土砂が浮遊した場合(浮遊砂)と堆積した場合の大きく2つに分けられます。前者の場合は、魚類や水生昆虫の呼吸器を詰まらせることによる呼吸の阻害、透視度の低下などによる摂食の阻害、水中の日射遮断による水生植物・藻類の光合成能力の低下、水生植物・藻類の磨耗、藻類の定着の阻害などが報告されています³⁾。後者の場合は、河床の砂礫の間隙を埋めること(目詰まり)によって河床内部に生息する魚類や水生昆虫の生息場および産卵に適した環境が悪化することが挙げられています⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

4. 付着藻類に及ぼす影響

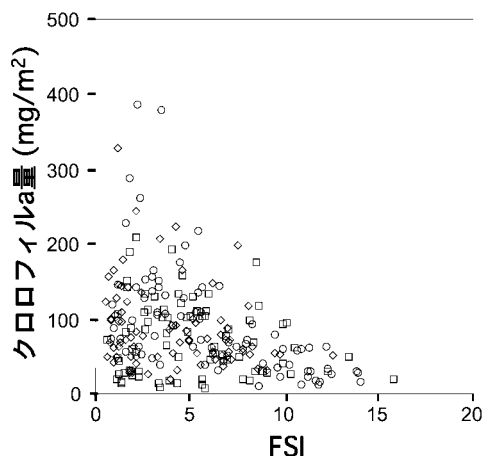
ここでは、私が細粒土砂の流出が顕著な北海道

* 北海道大学大学院農学研究院環境資源学部門農林環境情報学研究室助手
Assistant professor, Environment Informatics Lab., Division of Environmental Resources,
Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University

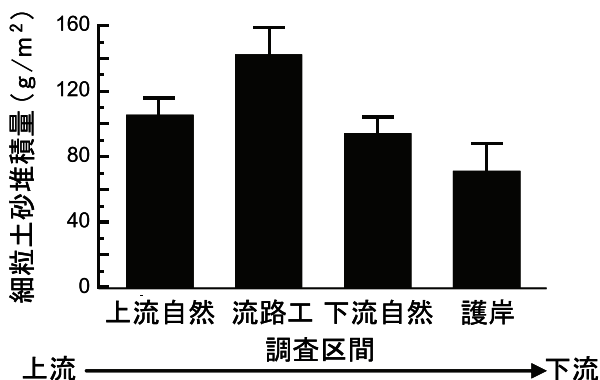
の河川で、細粒土砂の堆積が付着藻類にもたらす影響を調べた研究例を紹介したいと思います。この研究では、現地に設置されている流路工の影響を調べることも目的としています。

この河川は、上流の河川沿いに採石場があり、これより下流で浮遊した土砂により水が濁る様子が観察されています。また、この採石場より下流では、かつての土砂災害から土砂流出の際に流路を安定させることを目的とした流路工が設置されています。この河川の付着藻類はヒビミドロやカワシオグサといった糸状藻類（形態が糸状の藻類）が優占しており、河床はシルトや粘土といった細かい土砂で覆われているのが見られます。

このような河川で付着藻類のクロロフィルa量と細粒土砂の堆積量の多さを示すFSI (Fine Sediment Index¹)との関係を調べた結果、FSIの増加によってクロロフィルa量が低下し 図—1、付着藻類の死滅度を示すAI (Autotrophic Index²)が高くなることがわかりました。これらのことから、付着藻類を覆う細粒土砂の増加に



図—1 付着藻類のクロロフィルa量とFSI(細粒土砂の堆積量の多さを示す指数)の関係(参考文献1)に加筆修正)



図—2 調査区間における細粒土砂堆積量の冬季の平均値と標準誤差(参考文献1)を改変)

よって、付着藻類の光合成に必要な光量が低下し、結果的に付着藻類が死滅していると考えられました。

一方、細粒土砂の堆積量の流程変化に着目すると、生産源に近い上流から下流に向けて堆積量が減少する傾向が見られましたが、流路工区間で堆積量が非常に多いことが確認されました 図—2。流路工は河床を緩勾配化させ掃流力を小さくするように設計されています。この河川でも流路工区間は他区間と比べ河床勾配が非常に小さくなっています。このことから流路工の設置が細粒土砂の堆積を促し、結果的に付着藻類を死滅させやすくしていると考えられました。

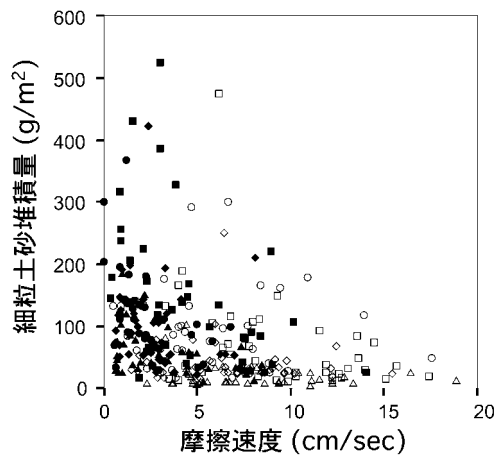
付着藻類は、魚類や底生動物の餌となるなど河川生態系の中で重要な役割を担っています。こうした藻類への影響を通じて河川生態系に対しても重大な問題をもたらすことが懸念されます。

4. 水理量と関連付けた堆積メカニズムの考察

粘土とシルトといった粒径の土砂は堆積しにくく、堆積してもその他の粒径の土砂と比べて量自体が無視できるほど少ないことから、その堆積プロセスやメカニズムを調べることが軽視されがちです。しかし、前述したように細粒土砂汚染の解決が問われてきた欧米諸国では、細粒土砂の堆積メカニズムの解明が重要視されており、それに関する研究が盛んに行われています。それらの研究のなかで、その堆積のメカニズムが土砂の質や粒径によって異なり、河床の間隙による捕捉などにも関係するため水理量と直接的に結びつけることが難しく、更なる研究が必要だと言われています。

ここでは、前述の河川で付着藻類の表面を覆っていた細粒土砂の堆積メカニズムについて、水理量と関連づけて統計的に調査解析した事例を紹介したいと思います。

前述の調査で得られた細粒土砂の堆積量と平水時の水理量との関係を検討した結果、流速や摩擦速度が小さいほど、堆積量が増加することがわかりました 図—3⁶⁾。これは、土粒子の沈降のためと考えられますが、ここで注目すべきことは、摩擦速度がシルト・粘土粒径の沈降速度（およそ2 cm/sec）を卓越しても堆積が確認されることです。このほか、付着藻類の多さ・大きさを示す有機物量（現存量）とともに堆積量が増加してい



図—3 細粒土砂堆積量と摩擦速度の関係
(参考文献6)より引用)

ることもわかりました。これらのことから、付着藻類を覆っていた細粒土砂の堆積は、土砂の沈降に加えて付着藻類による土砂の捕捉作用により生じていると考えられました。

先に細粒土砂の堆積量の増加が付着藻類の死滅をもたらしていることを述べましたが、これまでの結果から考察すると、付着藻類の保全のためには、できるだけ平水時の摩擦速度（流速）を大きくするような対策が必要と考えられます。

その対策の例としては、河床の急勾配化や平水時の河積断面を小さくする複断面の施工など、細粒土砂が河床に堆積し難い工法の適用が考えられます。今回紹介した河川では、河床間隙に細粒土砂が堆積してその間隙に生息する魚類密度が低下することも報告されています⁵⁾。その河川で実際に導流堤のような石積みを設置し平水時の河積断面を小さくするようにしたところ、魚類密度が増加したと報告されています⁷⁾。

5. 河川管理・技術への展開の前に

細粒土砂汚染を防ぐためには、摩擦速度を高める工夫が必要と述べましたが、ここで重要なのはそうした管理や工法を適用する以前に、水質汚濁の対策の場合と同様に生産・流出する細粒土砂自体の量を減らすことを優先して考えることです。それがなければ根本的な解決には至りません。

河川は流域という母体の生きものの一部で、河川環境を改善するには、流域全体の健全性を考慮しながらその悪化をもたらした原因を除去することを考える必要があると私は考えています。しばしば生態系あるいは生物相の保全には〇〇が重要

という結果・知見を踏まえて、先ほど述べたような局所的な管理や工法が施されることがありますが、そうしたことは生態系の保全として緊急性が高い場合だけに留めて、最終の手段として考えることを推奨します。その際には、できるかぎり生物学的現象と物理化学的現象を定量的に結びつけるなどの科学的な根拠を踏まえた上での対策（構造物の設置など）を施すのが望ましいと思います。

最近では、「流砂系の総合的な土砂管理」が検討されるようになりました。前述しましたように細粒土砂の流出・堆積プロセスやメカニズムや生物への影響がよくわからないことなど多くの課題が残されています。今後は、これらの課題を解決できる研究や細粒土砂汚染の影響を軽減できる実験的な生産源・流域・河川管理が展開されることを願っています。

今回は、研究結果をできるだけ簡単に説明するように努めたことから、詳細は省略しています。この研究についてより詳細に知りたい方は参考文献¹⁾か⁶⁾を参照ください。また、細粒土砂汚染全般に関して詳しく知りたい方は、下記までお問い合わせください。

Email : hiroyama@env.agr.hokudai.ac.jp

- 1) Fine Sediment Index : 細粒土砂堆積量と付着藻類の有機物量（強熱減量）の比
- 2) Autotrophic Index : 付着藻類の有機物量（強熱減量）とクロロフィルa量の比

【参考文献】

- 1) Yamada, H. and F. Nakamura (2002) Effect of fine sediment deposition and channel works on periphyton biomass in the Makomanai River, northern Japan. *River Research and Applications*, 18, 481-493.
- 2) Waters, T. F. (1995) *Sediment in streams. -Sources, Biological Effects, and Control-*. American Fisheries Society Monograph, 7, Maryland.
- 3) Wood, P. J. and P. D. Armitage (1997) Biological Effect of Fine Sediment in the Lotic Environment, *Environmental Management*, 21(2), 203-217.
- 4) 長坂晶子・中島美由紀・柳井清治・長坂有 (2000) 河床の砂礫構成が底生動物の生息環境に及ぼす影響 - 森林および畑地河川の比較 - . *応用生態工学*, 3 (2), 243 - 254 .
- 5) 渡辺恵三・中村太士・加村邦茂・土屋進・渡邊康玄・山田浩之 (2001) 河川改修が底生魚類の分布と生息環境に及ぼす影響 . *応用生態工学*, 4 (2), 133 - 146 .
- 6) 山田浩之 (2002) 細粒土砂堆積による河床構造および河川生物相の変化機構に関する研究 . 北海道大学博士論文, pp.136 .
- 7) 野上毅・渡邊康玄・中津川誠・土屋進・岩瀬晴夫・渡辺恵三・加村邦茂 (2001) 真駒内川における底生魚類生息環境の改善についての現地実験 . *河川技術論文集*, Vol. 7 .