

洪水時における河川経由の自然系ゴミ輸送量に関する基礎的検討

東京理科大学 正会員 ○二瓶泰雄

東京都 非会員 若月宜人

1. 序論

近年の沿岸環境問題としてクローズアップされている大量の漂着ゴミに関しては、外来起源に加えて陸域起源のゴミが注目されている¹⁾。特に大規模出水後には、流木や木片等が河川や周辺沿岸域に大量に漂着し、多額の費用を要すると共に、水環境や生態系への影響が懸念されている。しかしながら、洪水時に著しく増加する河川経由の流木や木片、植生（自然系）及び廃棄物（人工系）の浮遊ゴミ輸送量の実態は全く把握されておらず、またそのモニタリング手法すら存在しない。そのため海域での漂流ゴミシミュレーション²⁾では、最も重要な河川でのゴミ流入条件の設定は極めて曖昧である。本研究では自然系ゴミに着目し、洪水時における自然系ゴミ輸送量の実態を把握し、そのモニタリング手法の基本的な枠組みを構築する。ここでは千葉県・大堀川において洪水時のゴミ輸送量調査を実施し、①洪水時の自然系ゴミの質量・有機物・N・P 輸送量の把握、②ゴミ輸送量と流量の関係、③ビデオ解析による浮遊ゴミ輸送量モニタリング手法の構築と検証を行う。

2. 研究方法

(1) 現地観測及び分析方法

現地観測では手賀沼へ流入する大堀川・木崎橋（河口より 1.4km）を対象サイトとした。ここでは総雨量 32.5mm、時間最大雨量 10mm の降雨が観測された洪水イベント（2008/11/28 1～16 時）にて観測を行った。観測内容としては、①実態把握のための自然系ゴミ採取と、②モニタリング手法構築を目的としたビデオ撮影、という 2 つである。自然系ゴミを回収するために、**図 1** に示す鉄枠（1m 四方）に網目間隔 2.5cm のネットを装着した装置を作成し、その装置を橋上から河川に一定時間投入し、装置に捕獲された自然系ゴミの量を分析することでゴミ輸送量を把握する。回収されたゴミはすべて植生である（**図 2**）。その種類には河川内外で生育する植生があり、河川内ではセンダングサやセイタカアワダチソウ、セイバンモロコシ、ケヤキの葉、河川外ではイチョウ、シラカシ、クヌギの葉が見られた。分析項目は湿重量、乾燥質量、強熱減量 IL, N, P 含有量である。ゴミ捕獲装置の投入時間は低水時には 5 分間であるが、ゴミの量が多い出水時には 1～5 分間とした。

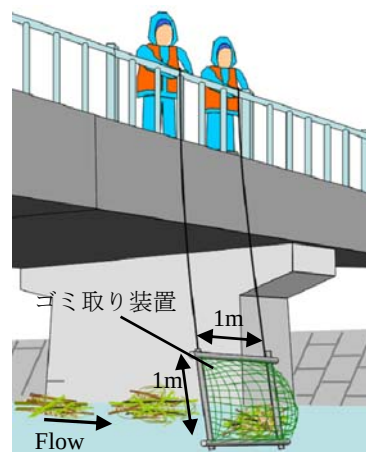


図 1 自然系ゴミ採取の様子



図 2 回収された自然系ゴミ

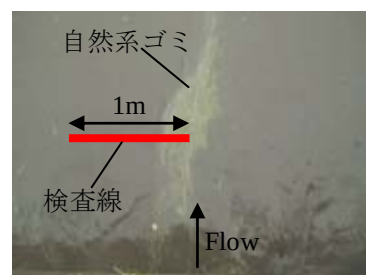
(2) ゴミ輸送量モニタリング手法の概要

ビデオ撮影によるゴミ輸送量モニタリング手法として、橋上より河川水面をほぼ垂直に撮影し、その中の検査線（長さ 1m）を通過する浮遊ゴミを算出する。各画像（**図 3**）にて検査線内を占めるゴミの割合 D_f を目視で判定し、そのゴミが次の対象画像の時刻までに検査線を通過することを確認して、ゴミの占める割合をゴミ輸送量と見なす。これを対象時間（50 秒間）にわたり実施し、その平均値 $\overline{D_f}$ を求める。上記の観測では、デジタルビデオカメラ（HDR-HC3, SONY 製）を用いてゴミ捕獲観測直後に水面を撮影した。画像解析の時間間隔としては、低水時には 5 秒、出水時には 1 秒とする。

3. 結果および考察

(1) 洪水時のゴミの質量・有機物・N・P 輸送特性

洪水時における浮遊ゴミの乾燥質量と有機物量、窒素 N, リン P の輸送量の時系列変化を**図 4** に示す。ここでは、流量や強熱減量、N・P 含有量の結果も合わせて示している。なお、乾燥質量に関しては全てのゴミサンプルについて分析したが、強熱減量や N・P 含有量は流量変化の大きい時には適宜サンプルを間引いて分析を行っている。この洪水時には 6-9 時の間に流量が

図 3 ビデオ画像の一例
(11/28 7 時 55 分)

キーワード：漂着ゴミ、洪水、植生、河川、L-Q 式

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4031）FAX：04-7123-9766

大きく増減し、最大流量 ($=23\text{m}^3/\text{s}$) は平常時 ($=1\text{m}^3/\text{s}$) より 1 オーダー大きい。ゴミの乾燥質量フラックスは、観測期間中の最低値は $2 \times 10^{-3} \text{g/s/m}$ 、ピーク時は $1.6 \times 10 \text{g/s/m}$ となり、質量フラックスは洪水水中に約 4 オーダーも増加した。次に、有機物指標である強熱減量は 65~75% を推移し、そのピークは流量ピークより早い増水期に現れた。また、有機物輸送量は概ね乾燥質量輸送量と同様に变化している。さらに、N・P 含有量は強熱減量よりも洪水水中の変化が大きく、その最小値と最大値は、N 含有量では $13 \rightarrow 32 \text{mg/g}$ (2.5 倍)、P 含有量では最小 $1.2 \rightarrow$ 最大 6.5mg/g (5.4 倍) となる。これを反映して N・P 輸送量のピーク値は最小値よりも 4, 5 オーダー大きく、それは乾燥質量よりも大きい。また、流量が増加する前 ($Q < 5 \text{m}^3/\text{s}$) には N・P 含有量の低いイチョウ、ケヤキ等の葉が多いが、ピーク時には含有量が高いセンダングサ等の河川内の植生が多く見られた。

(2) 流量とゴミ輸送量の関係

このような洪水時におけるゴミの乾燥質量フラックスと流量の関係をみると、ゴミの乾燥質量フラックスのピークは増水期に現れ、かつ、増水期の質量フラックスは減水期よりも 1, 2 オーダーも大きい (図 5)。この洪水中のループは、一般的な SS 等のヒステリシスよりも大きく、自然系ゴミの場合には顕著な非定常性が存在する。これらの結果より、増水期において水位が増加し、高水敷に繁茂もしくは枯死した植生が流亡しはじめ、急激に自然系ゴミ輸送量が増大し、その後、減水期には、高水敷上の植生の一部は既に流出して存在しないことが考えられる。また、植生流亡の外力となる底面せん断力が増水期よりも小さいので、増水期よりも減水期の方が自然系ゴミ輸送量は著しく小さくなるものと考えられる。

(3) ビデオモニタリング手法の計測精度

本ゴミ輸送量モニタリング手法の妥当性を検証するために自然系ゴミの乾燥質量輸送量とビデオ画像解析に基づくゴミ輸送量の平均値 $\overline{D_f}$ の相関図を図 6 に示す。これより、両者は概ね良好な相関性があり ($R^2=0.99$)、本手法の妥当性が検証され、本手法により簡便に自然系ゴミ輸送量計測を精度よく行うことが可能であることが示された。

参考文献: 1) 藤枝, 小島: 廃棄物学会誌, Vol.17, No.2, pp.117-124, 2006, 2) 橋本, 谷本, 星加, 高杉: 海岸工学論文集, Vol.55, No.1, pp.401-405, 2008.

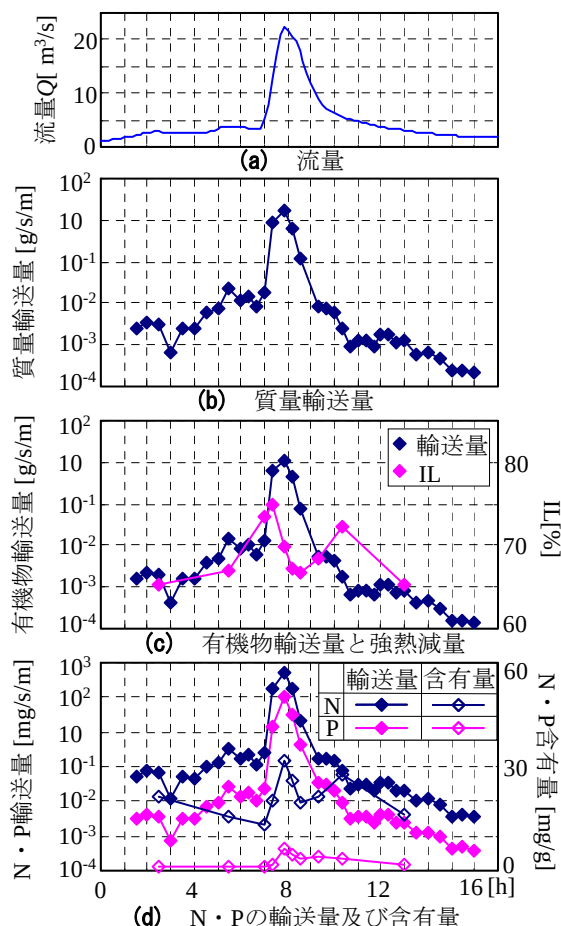


図 4 2008/11/28 の洪水時における流量、ゴミの乾燥質量・有機物・N、P 輸送量 (各輸送量は全て単位幅あたりの量を示す)

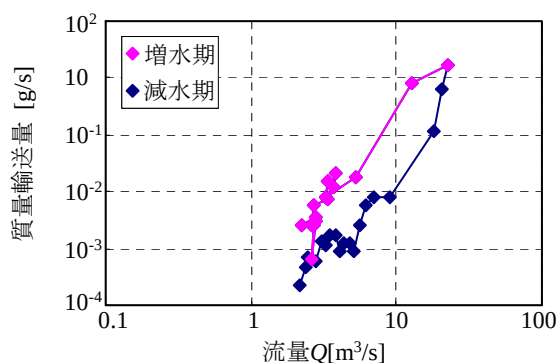


図 5 ゴミの単位幅質量輸送量と流量の関係

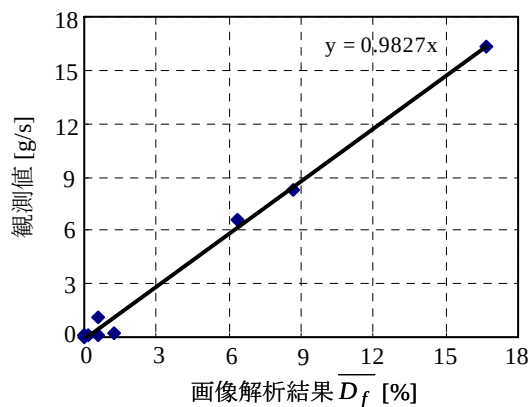


図 6 ゴミの単位幅質量輸送量の観測値と画像解析結果の比較