

河川における漂流ゴミ輸送量に関するビデオ連続モニタリング

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科
東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻

学生員 ○前川 俊明
正会員 二瓶 泰雄
学生員 尾ノ井龍仁

1. 序論

我が国の海岸では海外から流出した漂着ゴミが問題視されるとともに、我が国起源の漂着ゴミが米・ミッドウェーに漂着していることも確認されており、我が国は漂着ゴミ問題の被害者でもあるし、加害者になっている。これらの漂着・漂流ゴミの起源の大部分は陸域であると言われて久しいが、陸域から沿岸域へのゴミ流入量のモニタリング事例は、皆無である。河川を流下するゴミの実態を解明するために、ゴミ輸送量が集中する出水時の大河川（江戸川）を対象として漂流ゴミの直接採取と橋上からのビデオ横断調査を行い、出水時における漂流ゴミ輸送特性を把握するとともに¹⁾、ゴミ輸送量評価法の高精度化を行っている²⁾。これらの方法では出水時にわざわざ現地河川まで出向かなければならないが、今後、モニタリング事例を増やすには、何らかの形で漂流ゴミ輸送量の連続モニタリング手法の確立が必要不可欠である。本研究では、河川水表面を連続的にビデオ撮影することにより、河川における漂流ゴミ輸送量の連続計測に対するビデオ連続モニタリング手法の適用性を検証することを試みる。具体的には、出水時の江戸川・野田橋付近において、デジタルビデオカメラを用いて横断面全体及び局所領域の撮影をある一定時間間隔で実施し、その画像より移動している漂流ゴミの判別を行い、その結果と別途橋上から行われたゴミ輸送量調査結果²⁾を比較し、このビデオ連続モニタリング手法によるゴミ輸送量計測の精度や適用範囲について検証する。

2. 研究方法

(1) **ビデオ連続モニタリング手法の概要**：河川の漂流ゴミの自動連続モニタリングを無人で可能にするために、ハードウェアとして市販のデジタルビデオカメラとインターバル撮影用機器を用いる。

図1に示すように、堤防上などの高い所にデジタルビデオ（DV）カメラ（HDR-XR550V, SONY（株）製）を設置し、横断面の大部分を撮影する。DVカメラの電力消費を抑え、撮影画像容量を抑制するために、DVカメラを定期的に一定時間起動させるインターバル撮影用機器（INTERVAL TIMER II, 研究室創造製）を接続する。これにより、1週間以上にわたり一定間隔でのビデオ撮影が可能となり、電源は市販のカーバッテリー等で十分である。DVカメラにより撮影された動画からある一定時間間隔毎（ここでは5秒）の静止画を保存し、画像解析ソフト（Adobe Photoshop 5.5）により読み込み、図2に示すように、ある横断面に検査線を引く。この検査線を通過する漂流ゴミを判別し、その輪郭部分内の画素数を数える（同図中下側部分）。この「ゴミ」画素数を1～5分間に対して求め、各画像のゴミ画素数を平均し、それを静止画像の時間間隔（=5秒）で除して検査線を通過する漂流ゴミ輸送量 N_f を算出する。なお、撮影された元画像は歪んでいるため、本来射影変換等により歪補正が必要となるが、本研究ではこの補正を行っていない。そのため、本研究の画像解析結果自体は別の観測地点には適用できないが、本ビデオモニタリング手法により漂流ゴミがどの程度追跡できるか検討でき、今後の課題とする。また、横断面全体の撮影に加えて、同じ横断面内の右岸と左岸の局所領域の撮影も同期して実施している。

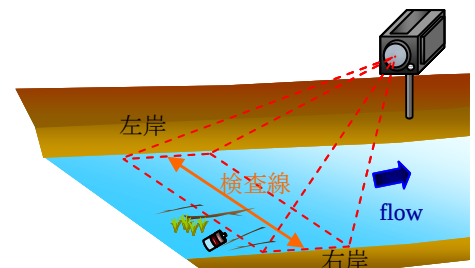


図1 本ビデオ連続モニタリング手法の概要

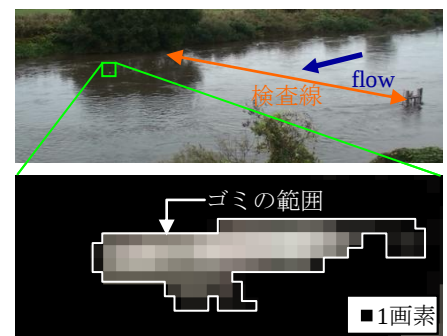


図2 静止画からのゴミ判別結果の一例（江戸川野田橋，2010/10/31 8:30）

(2) **現地観測の概要**：本手法の機器を江戸川・野田橋に設置し、台風1012号、1014号に伴う出水時に撮影した。ここでのビデオ観測では30分インターバルで5分間の撮影を行う。また野田橋上においてごみの直

キーワード：漂流ゴミ，画像解析，連続モニタリング，ゴミ輸送量

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

接採取と横断面内のビデオ移動撮影を行ってゴミ輸送量の実測値 L_{obs} を計測しているの²⁾、本手法の結果 N_f と比較する。

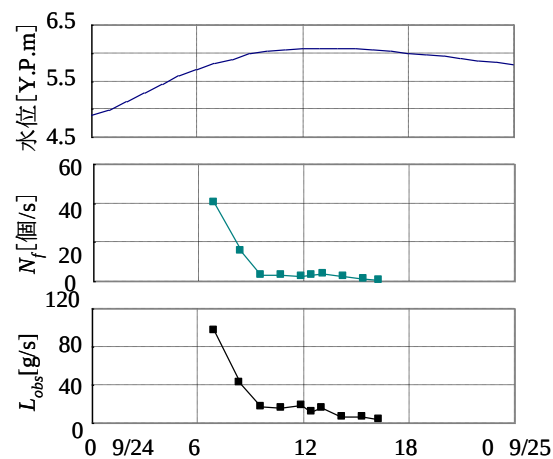
3. 結果および考察

(1) 出水時におけるゴミ輸送量の時間変化：2つの出水時におけるゴミ輸送量として、本手法の推定結果 N_f と実測値 L_{obs} の時間変化を図3に表示する。ここでは、野田橋の水位も合わせて表示している。まず、台風1012号出水時を見ると、ゴミ輸送量の実測値 L_{obs} は観測を始めた増水期初期にピークを迎え、水位ピークに向けて減少している。一方、本手法による推定値 N_f は、実測値と同様な時間変化傾向を見せており、本手法によりゴミ輸送量の変化の様子が概ね捉えられていることが分かる。次に、二山の洪水ピークがある台風1014号出水では、一山目のピークを迎える10/31では、増水期初期にピークとなる様子が実測値 L_{obs} や本推定値 N_f に見られ、台風1012号出水と同様な結果となっていることが分かる。それに対して、二山目の洪水では、その水位変化が大きいがゆえにゴミ輸送量の実測値 L_{obs} も一山目よりも増加しているが、本手法の推定値 N_f は逆に一山目の値よりも小さくなっている。このように、ゴミ輸送量の実測値と推定値の相関関係は単純には一意になっていない可能性があり、撮影日による条件の違いを抽出する必要がある。

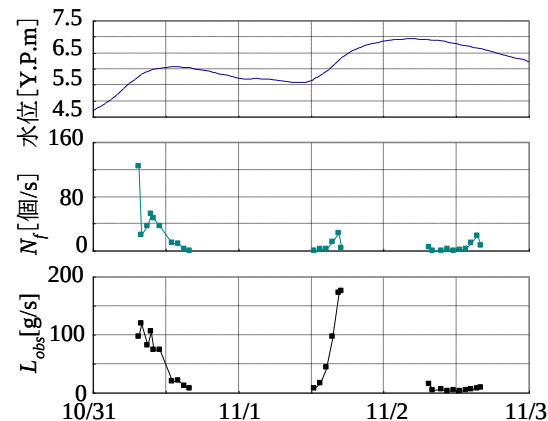
(2) 本手法の推定精度：本手法によるゴミ輸送量計測の精度を調べるために、上述した出水時データに基づいてゴミ輸送量の実測値 L_{obs} と本手法による推定結果 N_f の相関図を図4に示す。ここでは、全データの結果とそれへの近似直線も示す。これより、近似式の相関係数 r は0.51と低く、データのばらつきも目立つ。そこで、撮影条件が本手法の推定精度に及ぼす影響を見るために、検査線右岸側における午前中と夕方の撮影画像を図5に示す。ここでは、ゴミ輸送量が顕著であった台風1014号時における局所撮影したものである。これより、午前中の撮影画像では水面の反射が小さく、細かい漂流ゴミや枝を確認できるが、撮影方向の関係で逆光となる夕方では水面での反射域が大きく、比較的大きなサイズのゴミしか判別できない。そのため、撮影時間により漂流ゴミの判別状況が異なってしまった。そこで、図4の相関関係から夕方(15時以降)のデータを除いた近似直線を求めた結果、相関係数 r は0.86となり、大幅に精度向上した。これより、撮影時間帯を考慮すれば、本手法のゴミ輸送量計測精度は概ね良好であることが示された。

参考文献：1) 二瓶ら：土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.66, pp.1171-1175, 2010

2) 尾ノ井，二瓶：，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，2011 (投稿中)



(a) 台風1012号



(b) 台風1014号

図3 出水時の水位とゴミ輸送量の時間変化 (本手法の推定値 N_f と実測値 L_{obs} を表示)

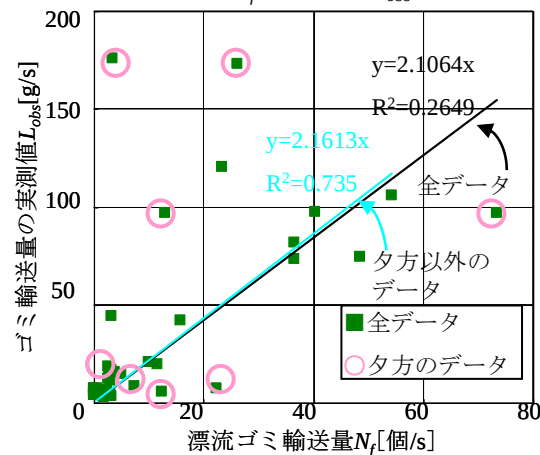


図4 ゴミ輸送量の実測値 L_{obs} と本手法による推定値 N_f の相関図



(a) 10/31 10:30 (b) 11/1 16:30

図5 時間帯による撮影画像の違い (台風1014号)