

# IP カメラ連続観測と画像解析手法に基づく複数出水時の河川人工系ごみ輸送特性

八千代エンジニアリング(株) ○吉田拓司\*, 緒方陸、(株)日水コン 藤山朋樹、  
愛媛大学大学院 片岡智哉、東京理科大学 二瓶泰雄  
\* tk-yoshida@yachiyo-eng.co.jp

Anthropogenic Debris Flux under Multiple Floods using IP Camera and Image Analysis, by Takushi YOSHIDA, Riku OGATA (Yachiyo Eng. Co., Ltd.), Tomoki FUJIYAMA (Nihon Suido Consultants Co., Ltd.), Tomoya KATAOKA (Ehime Univ.), Yasuo NIHEI (Tokyo Univ. of Science)

## 1. はじめに

2019年G20大阪サミットでは「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」にて2050年までに海洋へのプラスチックごみ流入量をゼロとすることが表明された。海洋プラスチックごみの多くは陸域由来とされ、河川のプラスチック汚染や輸送量の知見を増やす必要がある。著者らは、研究事例が少ない河川におけるプラスチック調査をいち早く開始しており、本稿で紹介する5mm以上のマクロプラスチック(以下、MacP)を含む川ごみ輸送量調査については、水面と浮遊する川ごみの色差により川ごみ全体を判定する画像解析法(River Image Analysis for Debris Transport, RIAD)を開発した<sup>1)</sup>。RIADは川ごみ全体を精度よく検出でき汎用性も大幅に増したが、川ごみの種類検出は検討されておらず、今後の課題となった。

本研究では、RIADによるプラごみ検出の前段階として、IPカメラによる連続的な河川水表面撮影とRIAD高度化による人工系ごみ輸送量観測システムの構築を行う。ここでは、RIADにより、川ごみ全体から自然系・人工系ごみを判別するため、RIADで得られる色差情報を精査する。また、三重県四日市市天白川とその排水路の2地点においてIPカメラを用いた連続観測を実施した。撮影データをRIADで解析し、延べ34の出水データを用いて人工系ごみ輸送特性を明らかにする。なお、本論文は吉田ら<sup>2)</sup>の結果を要約したものである。

## 2. 研究方法

本研究で用いる川ごみ輸送量観測システムの全体像を図-1に示す。本システムでは、IPカメラによる河川水表面の自動・連続撮影とRIADによる人工系・自然系ごみの検出・輸送量の算定、から構成される。現地ではIPカメラと超音波式水位計、太陽光パネル等を設置し、一定時間間隔で水位計測と静止画撮影を行い、一定水位を超えると動画撮影も行う。得られた動画データより、RIADを用いて画像解析を行い、解析対象の画像に対し、色差を用いて水面・自然系ごみ・人工系ごみの三種類に分類(3値化)する。その後、2つのフレーム間における川ごみ全体の移動量を求め、河川断面を通過する人工系・自然系ごみ輸送量を算定する。算定方法の詳細についてはKataoka and Nihei<sup>1)</sup>を参照されたい。

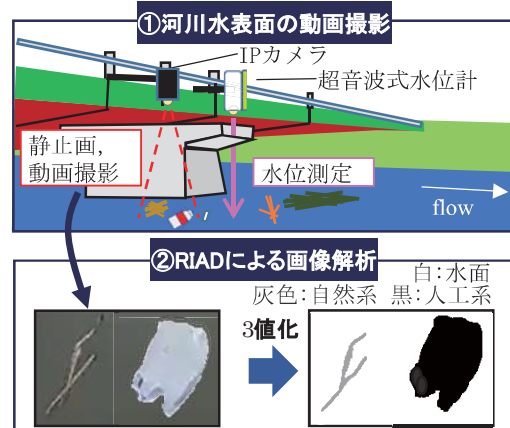


図-1 河川の人工系ごみ輸送量観測システムの全体像

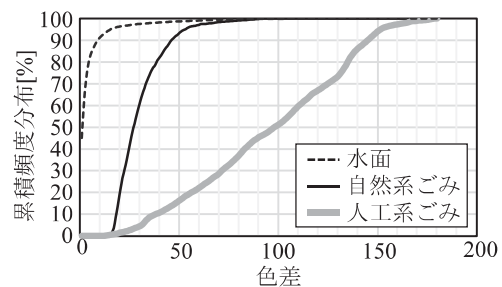
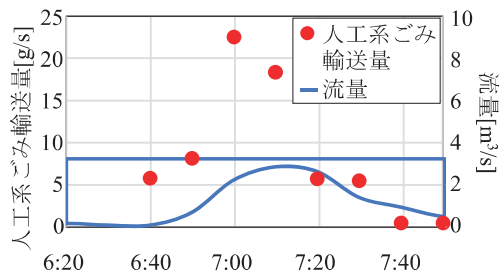


図-2 水面・自然系・人工系ごみの色差の累積分布

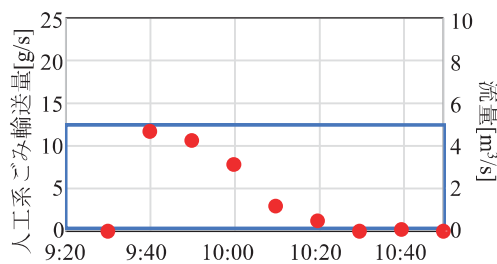
## 3. 結果と考察

### (1) 人工系・自然系ごみ判定するための色差閾値

天白川と排水路の画像から、自然系・人工系ごみをそれぞれ18, 40サンプル抽出し、目視にて確認したごみに含まれる色差の値を求めた。人工系・自然系ごみと水面に関する色差の累積分布を図-2に示す。水面・自然系・人工系ごみの色差は、各々0~133, 16~90, 13~179の範囲で分布しており、これらの色差分布は明確な差があった。人工系ごみと自然系ごみを分ける色差の閾値については、人工系ごみの見落とし率と自然系ごみの誤認識率の和が最小となる値は約50であったことから、50を閾値として解析を実施した。



(a) 2020/2/16



(b) 2020/9/1

図-3 出水時・排水路の人工系ごみ輸送量の時間変化

(2) 出水時の人工系ごみ輸送量の時間変動特性

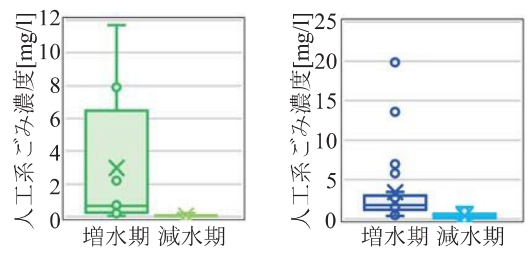
出水時・排水路における人工系ごみ輸送量の時間変動特性を図-3に示す。ここでは、2020/2/16と2020/9/1の出水イベント時を例示している。これより、両イベント共に、流量ピーク前の増水期に人工系ごみ輸送量のピークが現れ、典型的なファーストフラッシュ現象が見られた。また、ファーストフラッシュ後では、人工系ごみ輸送量は顕著に減少している。

(3) 増水期と減水期の人工系ごみ濃度の特徴

各出水イベントにおける増水期と減水期の人工系ごみ濃度の平均値に関する箱ひげ図を図-4に示す。両地点共に増水期の方が減水期より大きいことが確認された。また、増水期はばらつきが多く、このばらつきの要因を調べるために、各出水イベントにおける増水期の平均人工系ごみ濃度  $C_r$  と先行降雨指標 API の相関図を図-5に示す。図より、API が小さいほど平均人工系ごみ濃度  $C_r$  が増加する傾向が見られた。

(4) 人工系ごみ年間輸送量の算定

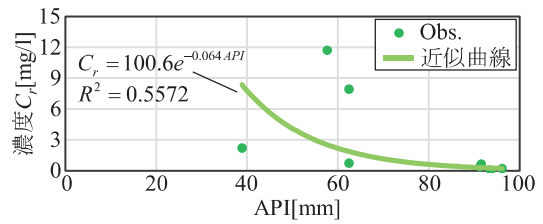
API を用いて、天白川と排水路における 2019 年の人工系ごみ年間輸送量を算定した結果、天白川では 13.2[ton/yr]、排水路では 8.40[ton/yr]であり、天白川の方がやや多かった。自然系ごみ含めた全体に対する人工系ごみの割合は、天白川・排水路でそれぞれ 23.0%、33.1%と排水路の方が高い傾向が見られた。集水域の市街化率は排水路 (98%) > 天白川 (49%) となり、市街率の高い排水路の方が自然系よりも人



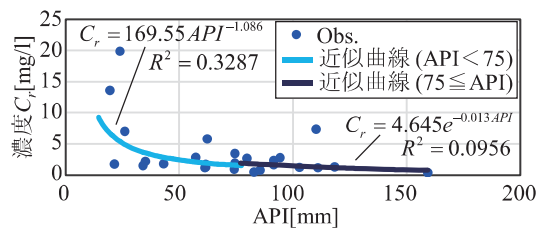
(a) 天白川

(b) 排水路

図-4 増水・減水期における人工系ごみ濃度の箱ひげ図



(a) 天白川



(b) 排水路

図-5 増水期における人工系ごみ濃度と API の相関図

工系ごみの発生・流出が大きいものと考えられる。

4. 結論

本研究により得られた主な知見は、以下の通りである。

- 1) 色差を用いることにより、河川水表面における人工系ごみと自然系ごみ、水面の判別が一定の精度で可能であり、RIAD の人工系ごみ輸送量モニタリング手法として適用性が確認された。
- 2) 本観測システムを用いて天白川と排水路における長期間の人工系ごみ輸送量の自動連続観測を行い、延べ 34 の出水イベントの観測結果を得た。これより、人工系ごみ輸送量は増水期の方が減水期より顕著に大きく、この増水期の人工系ごみ濃度の平均値は先行降雨指標 API と密接に関係している。

参考文献

- 1) Kataoka, T., Nihei, Y., 2020. Quantification of floating riverine macro-debris transport using an image processing approach. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-020-59201-1
- 2) 吉田拓司, 藤山朋樹, 片岡智哉, 緒方陸, 二瓶泰雄, 2021. IPカメラ連続観測と画像解析手法に基づく複数出水時の河川人工系ごみ輸送特性の比較. 土木学会論文誌B1 (水工学) (投稿中).