

AI画像解析技術を搭載した 新たな河川浮遊プラスチックごみ輸送量計測システムPRIMOS による推計手法

Estimation Approach with PRIMOS:
A New System for Measuring Riverine Floating Plastic Waste Transport Using AI Image Analysis

2025年12月12日
JEAS第21回技術交流会

八千代エンジニアリング(株) ◎後藤 早苗, 佐々木健司, 青木大輔
愛媛大学大学院理工学研究科 片岡智哉

◎ : 発表者

- 1.はじめに : なぜ河川浮遊ごみ量の推計が必要か
- 2.解析方法 : ごみ輸送量計測システムPRIMOSの仕組み
- 3.解析結果 : 愛知県岡崎市での事例
- 4.結論 : まとめと今後の展望

1. はじめに 環境へのプラスチック流出実態の把握の必要性

背景

- 海洋プラスチックごみ問題は、地球規模で深刻化する環境問題の一つ
- その多くは陸域由来とされており、**約80%が河川を經由して海洋に流出**しているとされている

現状の課題

- 深刻な社会課題である海プラ問題について、**海洋への流出実態がわかっていない**
 - ▶ 流出抑制のための**対策を検討することができない**
- 効果の**定量的評価が難しい**
 - ▶ 発生・流出抑制対策の**効果が見えない**

解決策

陸域から流出するプラスチックごみ量と品目の定量化を目的として

河川表面のプラスチックごみの量を把握し、**AIによりごみの種類を自動で検出・分類**する川ごみモニタリングシステムを開発



PRIMOS (プリモス)

※商標登録申請中

Plastic Runoff Identification,
Monitoring & Observation System

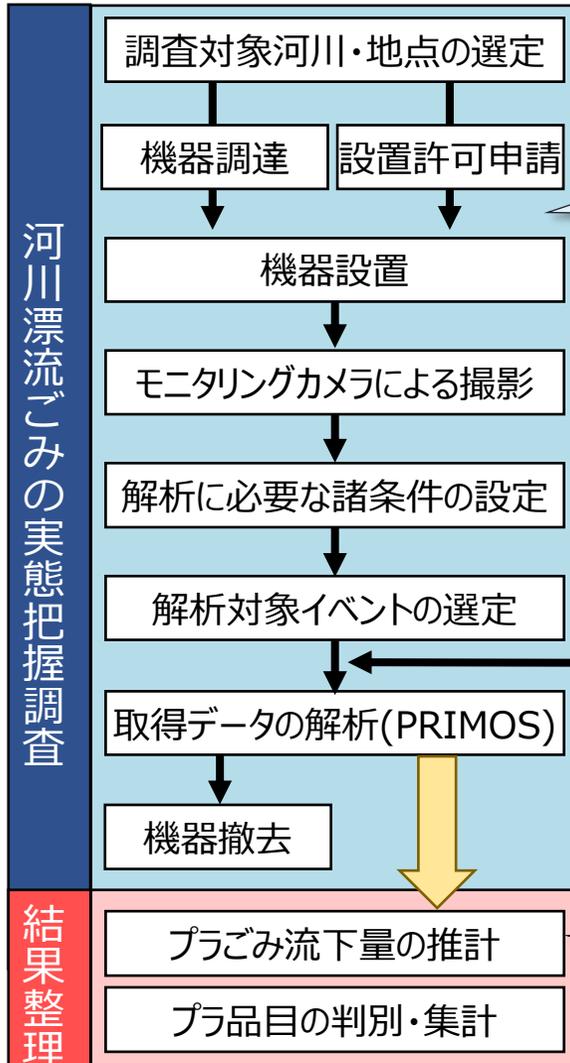
河川に流入・浮遊するプラスチックごみをAI等で特定・計測し、その動態をモニタリングするための総合的な観測フレームワーク



2.解析方法

2-1 調査手法

調査の流れ



- 一定期間、河川の橋の欄干にインターバルカメラを設置し、河川水表面を垂直に連続撮影した動画データと河川水位測定値を取得する。
- 動画撮影：
 - ・通常は1時間のインターバルで3分間撮影
 - ・任意の水位の閾値を超えた場合は10分間のインターバルで1分間撮影
 水位観測：10分毎
- 出水時の河川水位のピーク前からピーク後にごみが流下しやすいことから、効果的にデータを取得できるよう複数回の出水を記録する。
- 画像解析により、単位時間 Δt の間に移動したごみの面積から、時間あたりのプラスチックごみ面積輸送量(m^2/s)を算定
- プラスチックごみ面積輸送量(m^2/s)を、散乱ごみ実態調査結果からプラごみ輸送量(g/s)に換算
- 河川流量(m^3/s)とプラスチックごみ面積輸送量(m^2/s)との相関式L-Q式を求め、当該河川の流量に応じた流下量を推計
- AIにより河川を流下するプラスチック品目を判別し、品目ごとの数量を集計

河川敷の散乱ごみ調査

回収したごみの
面積・重量を把握

画像から取得したプラごみ輸送量(m^2/s)を輸送重量(g/s)に換算する原単位を算出

2.解析方法 2-1 調査手法

モニタリング地点の選定・カメラの設置

モニタリング地点選定のポイント

- ① 感潮域以外で、可能な限り下流
- ② 川面を真上から撮影するのに適した欄干等がある橋梁またはその他構造物
- ③ 表流水が確認出来る
- ④ 植生が繁茂していない
- ⑤ 河川の横断方向の流速が出来るだけ均一な河川
- ⑥ 河道内にアプローチできる
- ⑦ 欄干から水面までの距離が5~6m未満
- ⑧ 安全に設置・撤去・モニタリングが可能な場所

※出典：瀬戸内海へのプラスチックごみ流入実態調査マニュアルを参照し作成

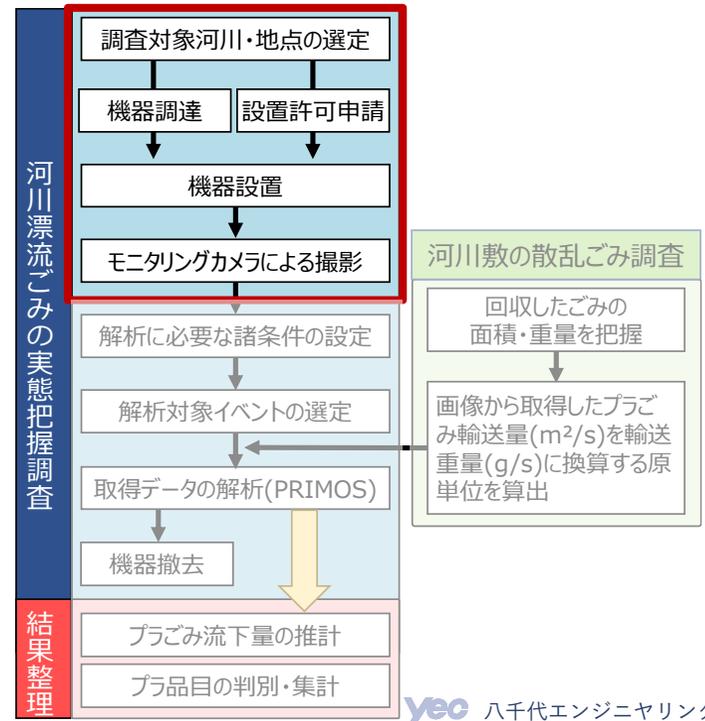
可能であれば、流量または水位観測地点に近い場所が望ましい

動画撮影 平水時：1時間に1回×1分間撮影
 出水時：任意の水位の閾値を超えた場合は10分間に1回×1分間撮影

水位観測 10分に1回



図1 調査の流れと機器設置例



2.解析方法 2-2 PRIMOSを用いた解析手法の概要

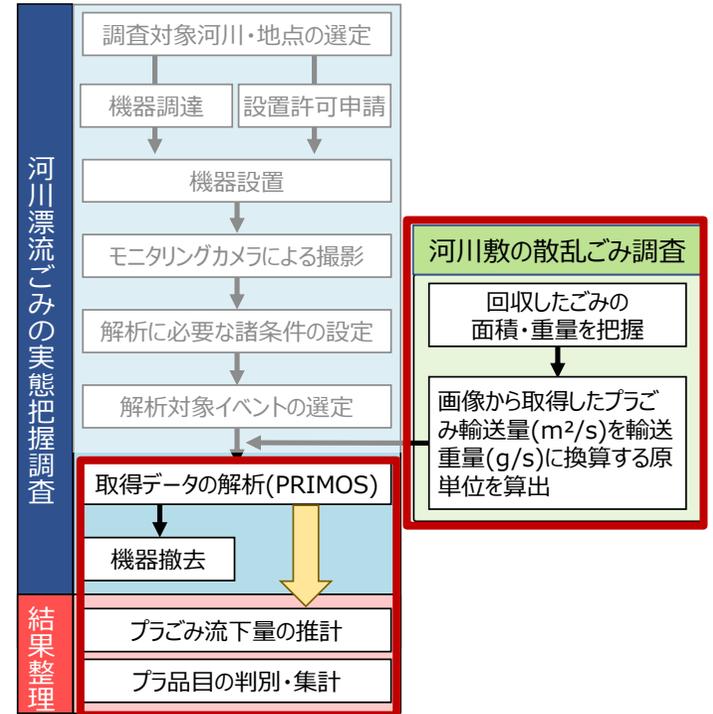
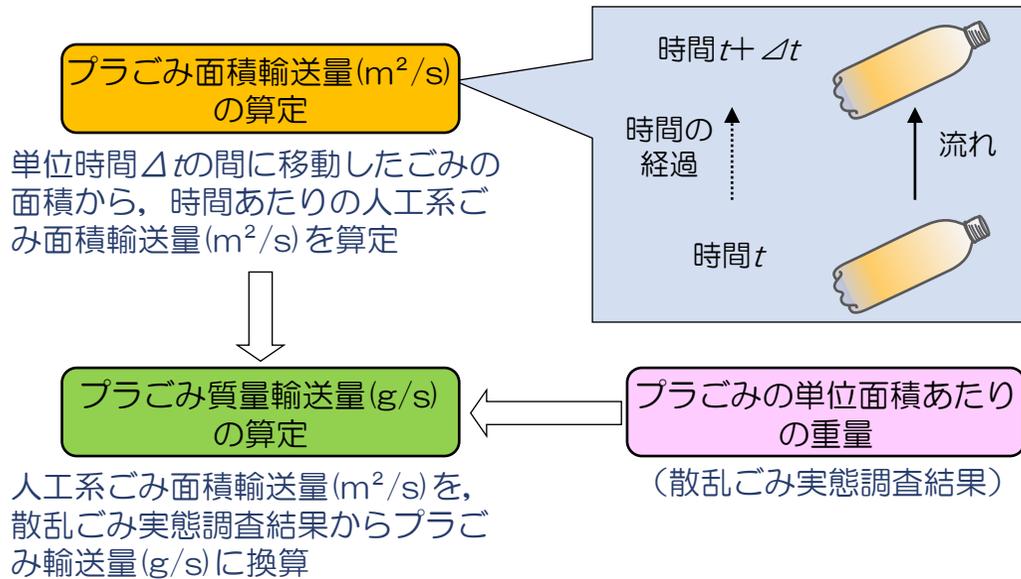
PRIMOSでの検出

- 河川の流速を検出
- 4種類のプラスチックの流出量と流出個数を検出



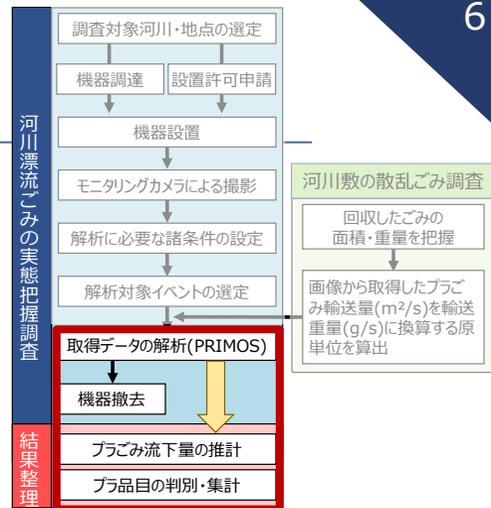
ごみ輸送量推計

- 取得した動画データから、河川の水表面流速を検出
- ごみの面積と移動時間から面積輸送量[m²/s]を算定
- 実態調査等で得られた「プラスチックごみの重量と面積の関係」から、面積輸送量[m²/s]を質量輸送量[g/s]へ変換



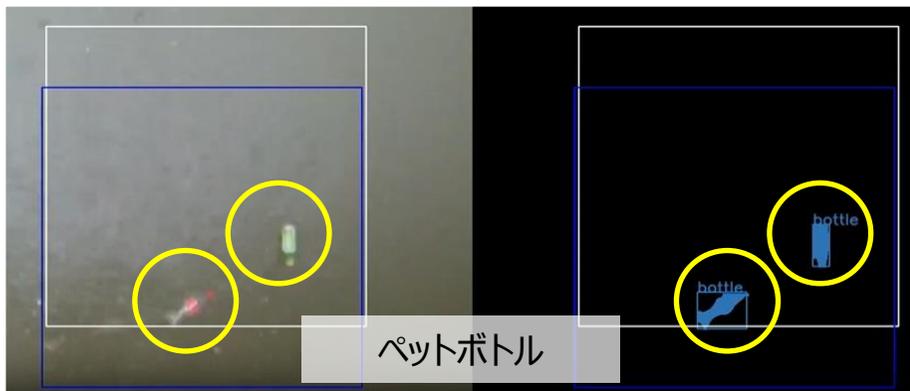
プラスチックごみの種類と品目ごとの数量の判別

- 物体検出, セグメンテーション, 画像分類など, 複数のタスクに対応するYOLOv8 Instance Segmentationにより, プラスチックごみの種類と品目ごとの数量を判別
- 多様な河川を流れるプラスチックごみを機械学習により学習させており, ペットボトル, レジ袋, 食品容器, その他プラスチックの4種類に識別



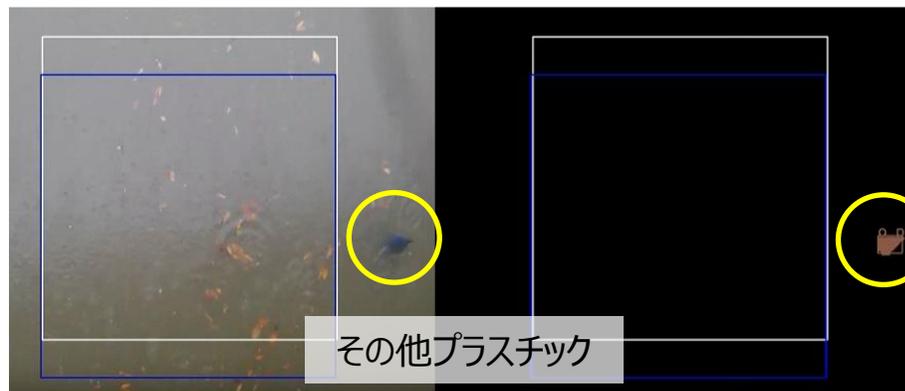
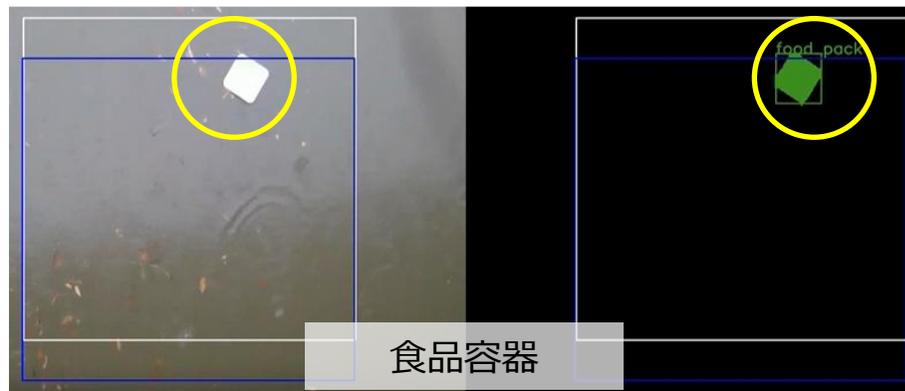
左側：オリジナル画像

右側：解析画像

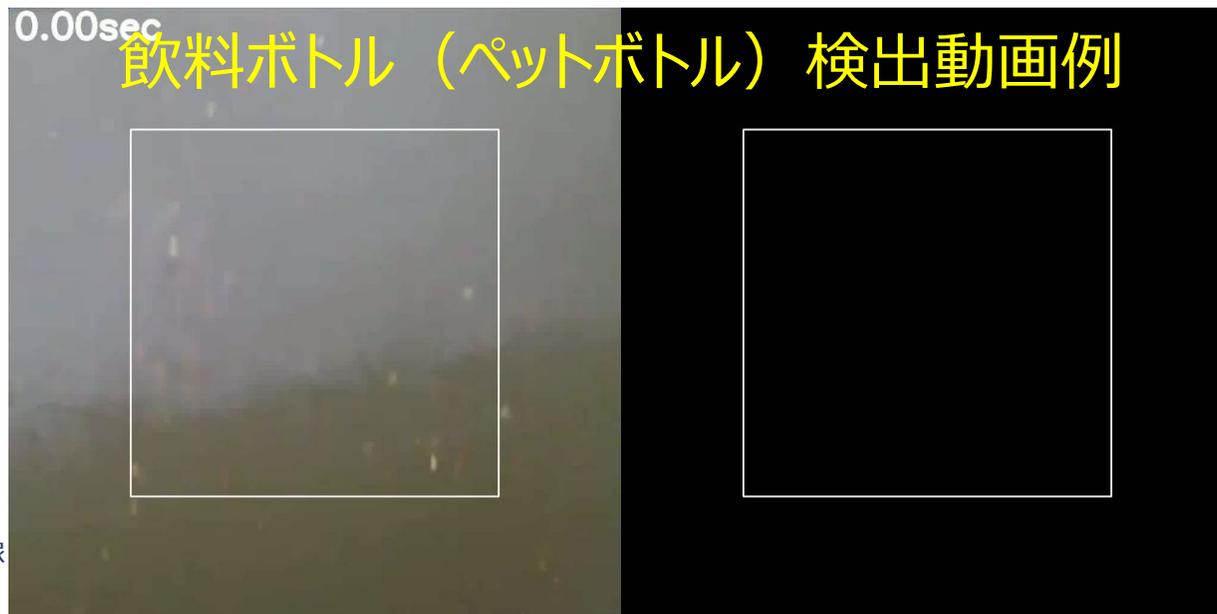


左側：オリジナル画像

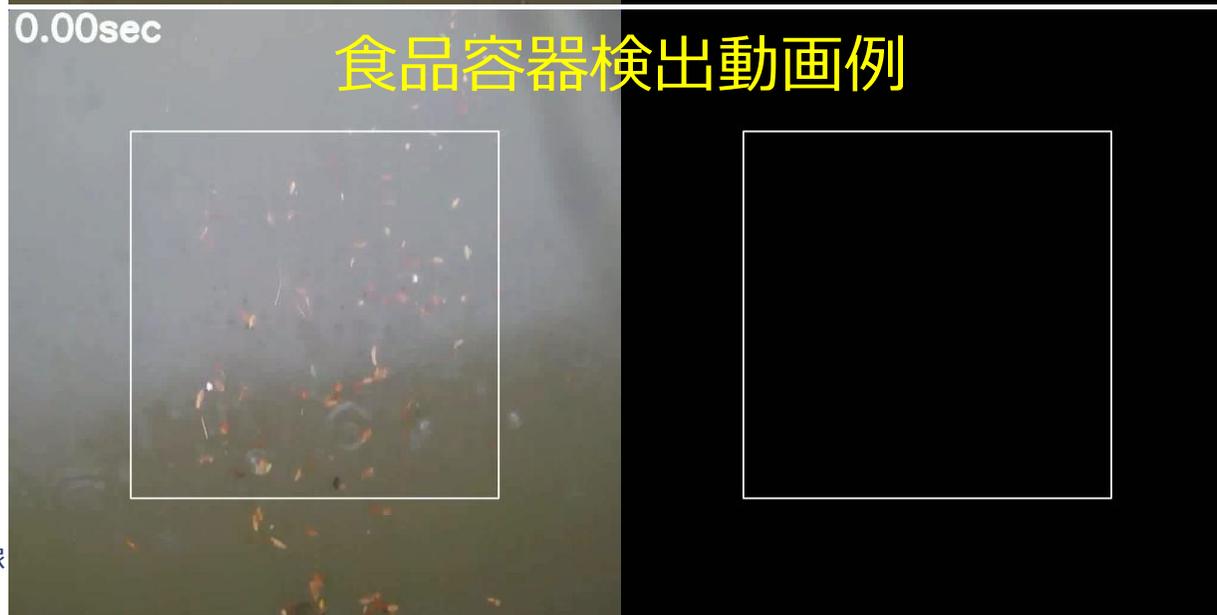
右側：解析画像



2.解析方法 2-2 PRIMOSを用いた解析手法の概要



左側：オリジナル画像
右側：解析画像



左側：オリジナル画像
右側：解析画像

5秒間

5秒間

3.解析結果

3-1 解析対象

調査対象地点

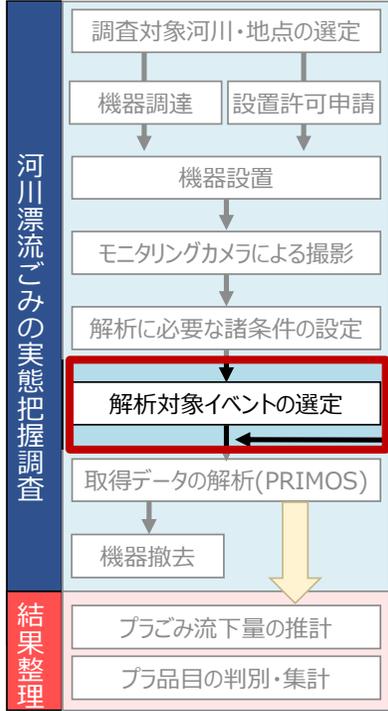
- ・**地 点** : 愛知県岡崎市の一級河川 伊賀川, 坂谷橋
- ・**期 間** : 2024年8月~11月
- ・**解析対象** : 降雨による水位上昇があった11回の出水イベントから, 6時~20時の動画を解析



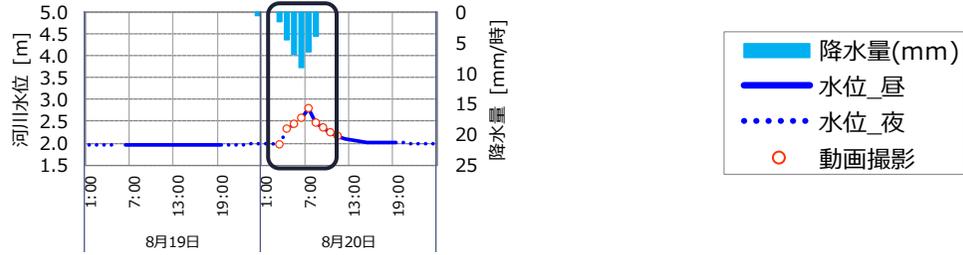
対象地点

3.解析結果 3-1 解析対象

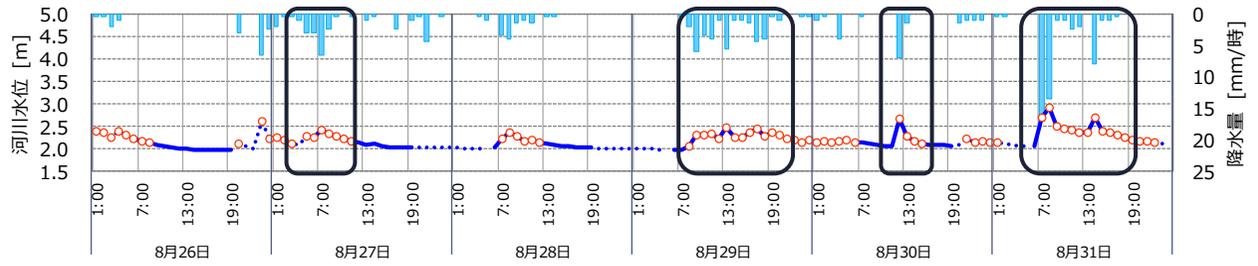
11回の出水イベント



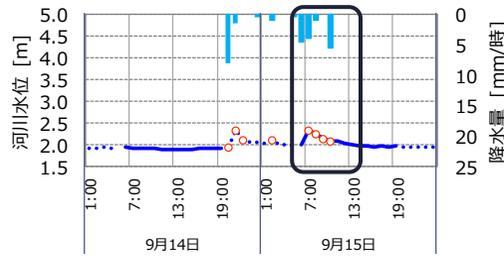
2024/8/19-2024/8/20



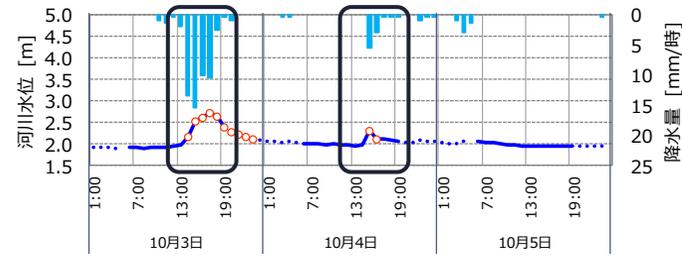
2024/8/26-2024/8/31



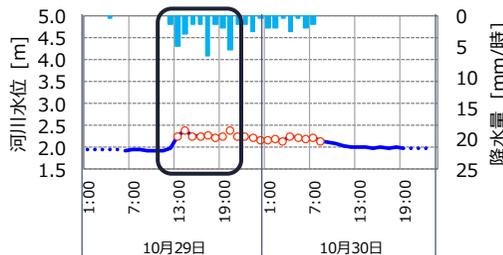
2024/9/14-2024/9/15



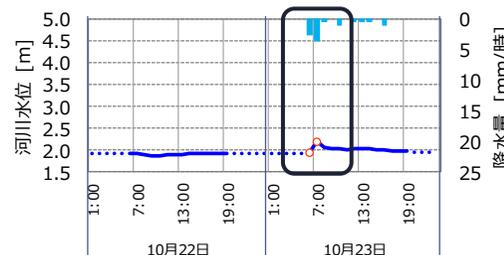
2024/10/3-2024/10/5



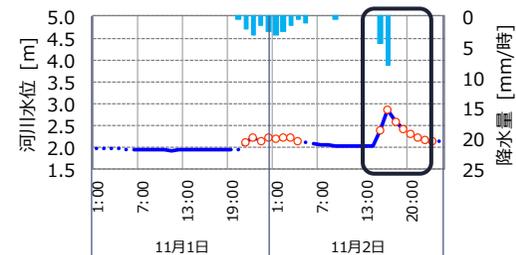
2024/10/29-2024/10/30



2024/10/22-2024/10/23



2024/11/1-2024/11/2

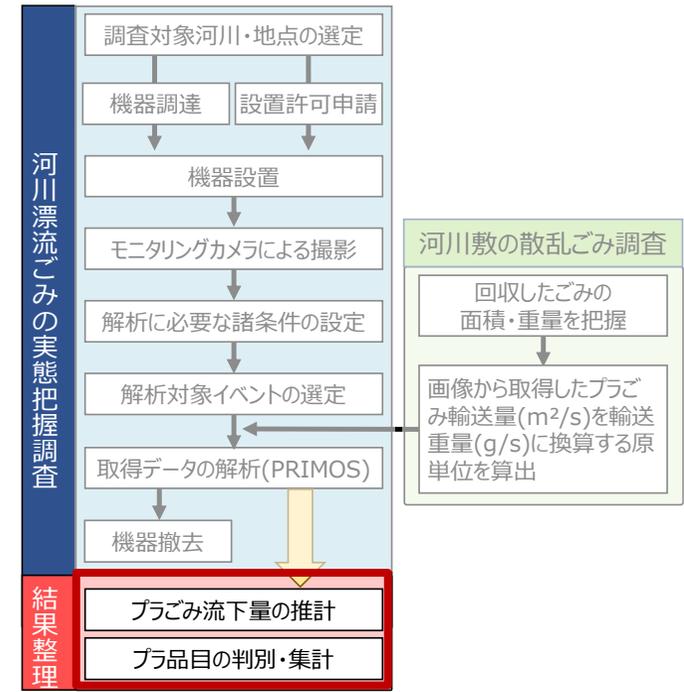
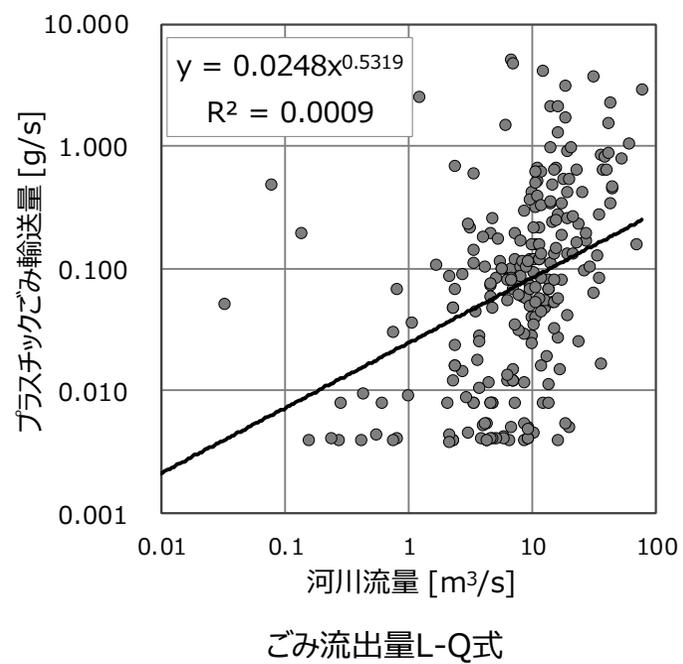


3.解析結果 3-2 解析結果①

環境省や多くの有識者によりプラごみ流出量推計手法が検討されている中で紹介されている手法の1つ

プラスチックごみ輸送量の算定

- 汚濁負荷量（物質フラックス）Lと流量Qとの関係については、L-Q式 ($L=aQ^b$, a, b: 係数) による経験式で示す。
- 河川を流下するプラスチックごみについてもごみの輸送量と河川流量の関係で示すことが可能。



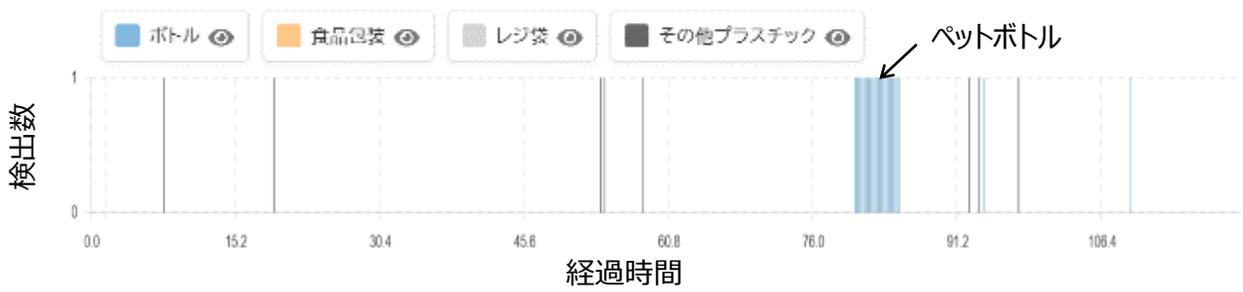
- ・**関係性** : ごみの輸送量と河川流量には関係がある
- ・**ばらつき** : 輸送量と流量の相関は低い（決定係数 $R^2=0.0009$ ）
- ・**原因** : 流量ピーク前の増水期にごみ輸送量のピークが現れる「フラッシュ現象」により、同じ河川流量においても質量輸送量[g/s]に大きな差異が生じている

より多くのデータを蓄積し、土地利用や流域人口等も踏まえて、ごみの流出対策の前後で比較することで**対策効果を定量化する手法の1つとして有効**

3.解析結果 3-2 解析結果②

プラスチックごみの判別例

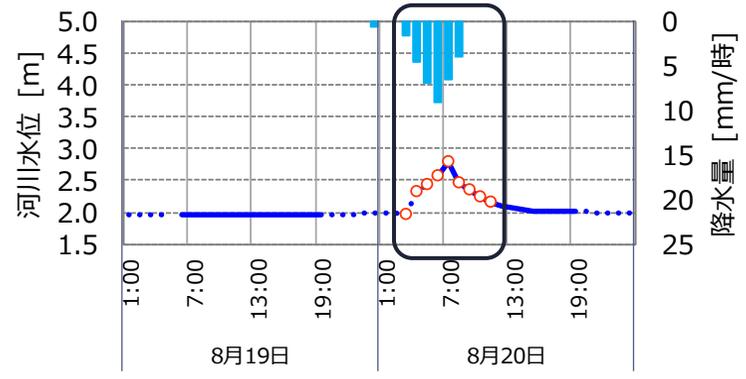
- ・自動検出：PRIMOSは、動画から流下するペットボトルを高精度で検出
- ・応用：ごみの流出状況や種類別の時間変化を詳細に把握可能



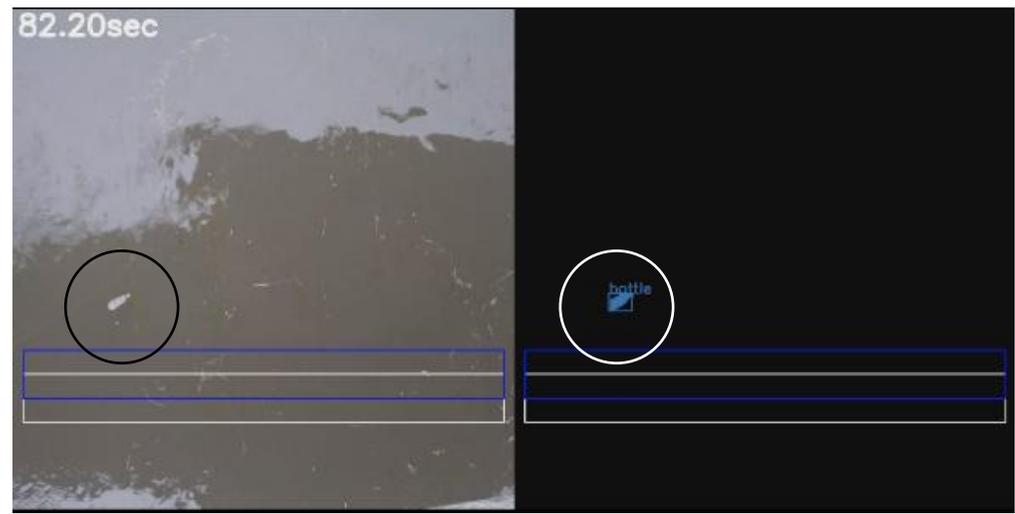
PRIMOSの解析結果(システム画面)

8月20日の未明から5時間で33mmの降雨が発生した際の出水イベント

2024/8/19-2024/8/20



降雨および河川水位の経時変化



撮影動画とペットボトル検出状況

4. 結論

4-1 カメラと画像解析技術の活用によるメリット

データの連続性

連続撮影のため、数回の調査では見逃されがちな季節的変化や突発的現象(多様なごみの種類、河川水位や流量の急な変化など)、経時変化も捉えることが可能。

データの客観性

観察者のスキルに依存せず統一した基準に基づいてデータを収集、分析できるため客観性が向上

データの信頼性

画像データにより、データの分析精度の向上、一元管理、記録の永続性が確保でき、より正確な状況把握が可能

調査の自動化・効率化

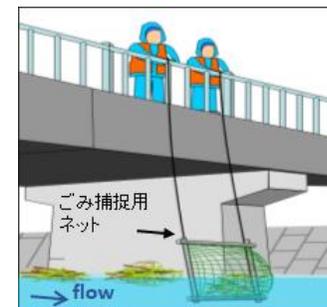
人による調査と比べて時間と労力、コストを大幅に削減可能

調査の安全確保

ごみが多く流下する出水時調査の安全を確保



PRIMOSによるモニタリング方法



従来のモニタリング方法

4. 結論

4-2 今後の展望

- 陸域で発生し、海域へ流出するプラスチック等の散乱ごみの発生抑制対策の立案には、現状把握と対策の効果の定量評価が望ましい。
- 定量化することで河川を流下するごみの回収・処分計画も明確になり、部門間での情報共有や連携を図ることも可能となる。
- PRIMOSを活用し、今後の海洋プラスチックごみ削減に向けた陸域の散乱ごみの発生抑制対策促進の一助になることを期待する。

観測・解析結果の実践的活用方法(例)

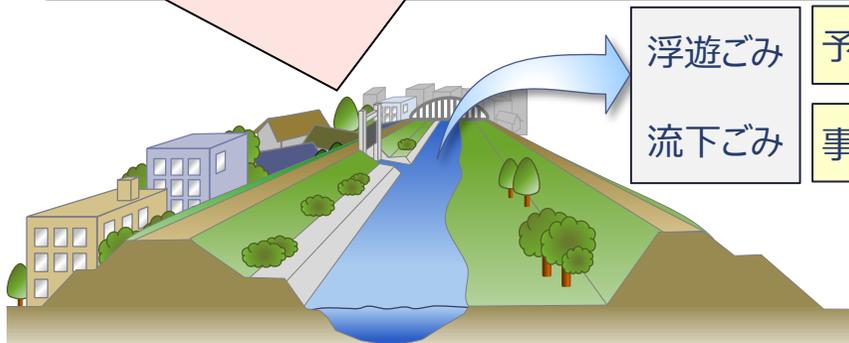
推計の精度の妥当性や納得感はまだ未知数ではあるが...

- ごみの散乱, ポイ捨て対策
- リサイクルの推進
- 行動変容の推進, 環境学習
- 条例の施行等の対策の実施 など

散乱ごみ発生抑制対策

環境分野 (廃棄物・水質等環境保全)

土木分野 (河川管理者)



予防保全

事後対策

ごみの内訳を知りたい

量を把握したい

プラ品目の把握

PRIMOS

自然系・人工系
ごみ量の把握

河川の維持管理として
流下するごみを回収・処分

- 治水・利水など流水の管理
- 河川の多様な機能を維持するための河川環境の整備・保全 (生物の生息・生育空間, 水質, 景観, 親水性など)

ご清聴ありがとうございました



YACHIYO
Engineering