

AIを用いた河川プラスチックごみの 定量モニタリング

○安達智哉，懸樋洸大，中谷祐介（大阪大学大学院工学研究科）

背景と目的

海洋プラスチックごみ汚染は世界的な環境問題であり，SDGsのターゲットの一つとしてもその大幅削減が掲げられている．我が国でも2019年に「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」が策定され，海洋ごみに対する取り組みが推進されている．

海洋ごみの多くは都市河川を経由して流出していることが知られているが，河川プラスチックごみのモニタリング手法が未だ確立されていないため，その発生・流出機構や動態には不明な点が多く残されている．そのため，定量的かつ連続的な観測手法の開発が求められている．

本研究では，ダミー画像手法を用いて定点カメラ画像から河川浮遊ごみを連続検出する，深層学習モデルを構築した．

さらに，開発手法を用いて，大阪府恩智川を例に浮遊ごみの流出特性を解析するとともに，降水量と先行晴天日数から浮遊ごみ個数を推定する式を構築し，年間のプラスチックごみ輸送量を推定した．



図1 河道のプラスチックごみ

手法

対象河川は大阪府恩智川とした．流況監視目的に河岸に設置された定点カメラで撮影された画像を解析に用いた．撮影間隔は1minである．解析対象期間は2021年6月～11月とし，日中のデータのみを用いた．

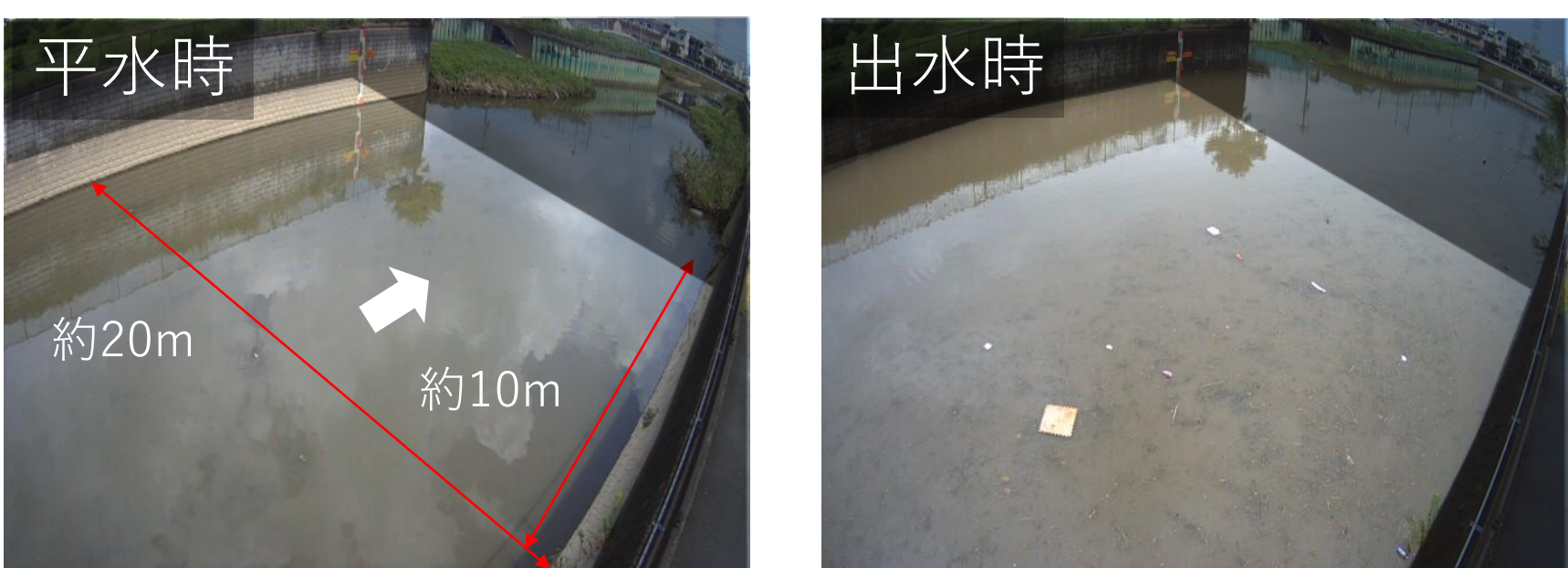


図2 定点カメラ画像



図3 対象領域と観測地点

使用した深層学習モデルU-Netは，画像をピクセル単位で分類する特徴を持ち，画像内のプラスチックごみ部分をラベリングして出力する．

深層学習の適用には，浮遊ごみ部分をラベリングした大量の学習用データが必要となる．そのため，ダミー画像を作成し，ラベリング画像作成にかかる労力を削減した．

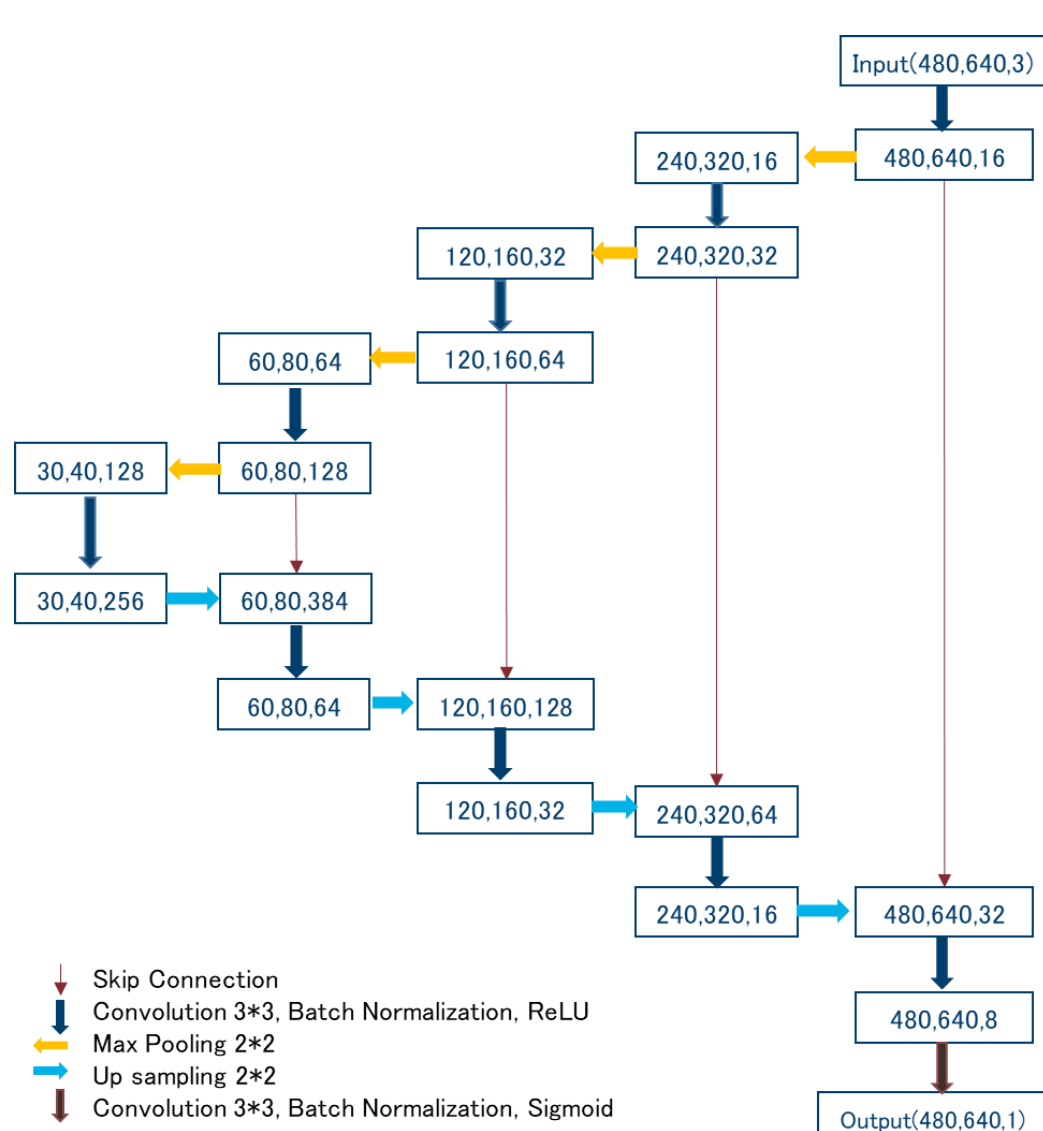


図4 用いたU-Netの構造

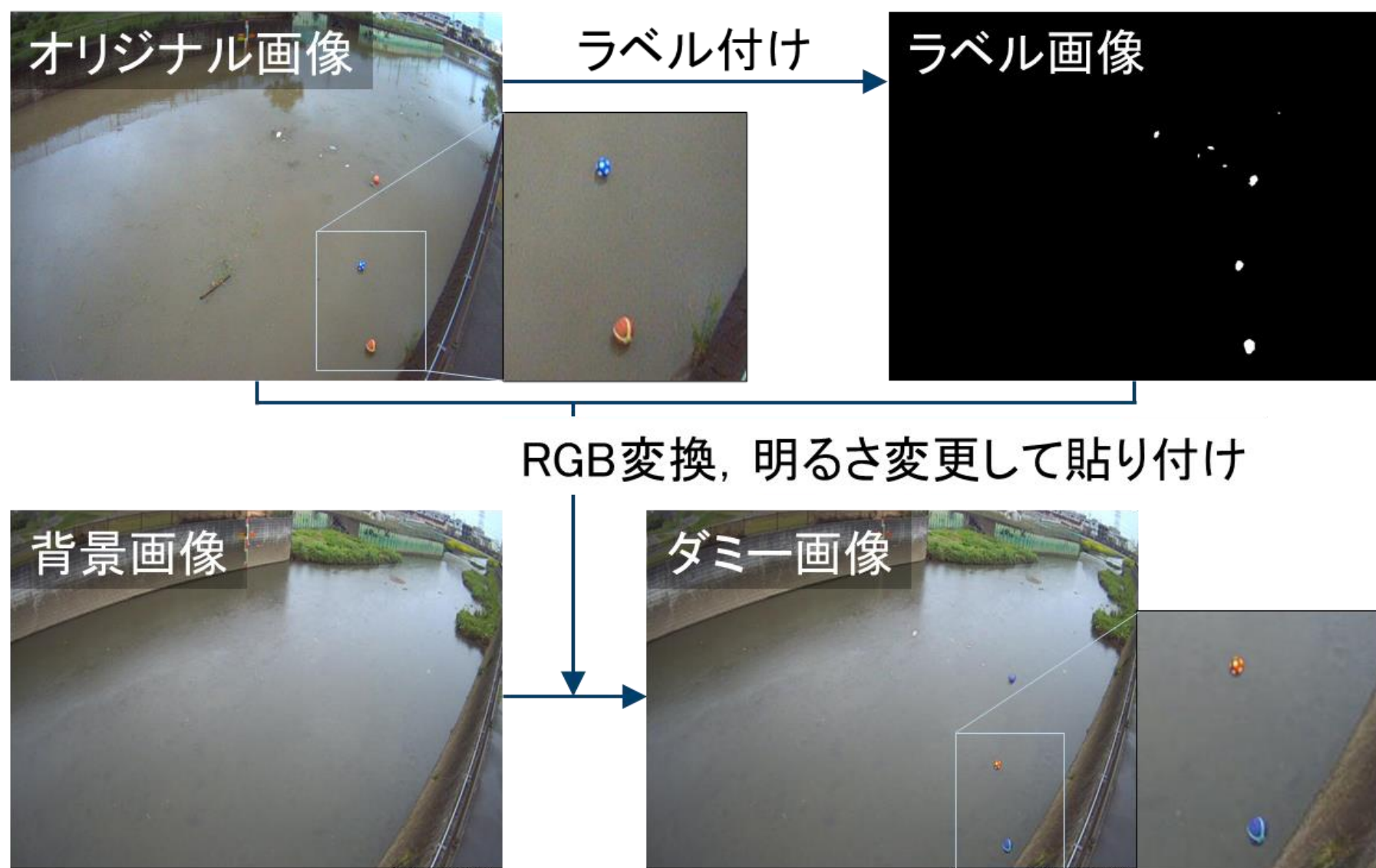


図5 ダミー画像の作成手法

結論

- 深層学習を用いた汎用的な河川浮遊ごみ検出モデルを構築し，有用性を示した．
- 降水量から浮遊ごみ輸送量を予測する式を構築し，恩智川における年間浮遊ごみ輸送量を推定した．
- 今後，複数地点に本モデルを適用し，海域に流入するプラスチックごみの総量や収支の解明に取り組む予定である．

謝辞

本研究は，大阪大学と大阪府の包括連携協定に基づいて実施したものであり，大阪府環境農林水産部環境管理室環境保全課の方々には調査協力やデータ提供のご高配を賜った．ここに感謝の意を表します．この研究は，公益財団法人河川財団の河川基金の助成を受けています．

結果と考察



図6 入力画像と出力画像の比較

		実 際(目視)	
		ごみあり	ごみなし
AI 予 測	ごみあり	True Positive (TP)	False Positive (FP) (誤検出)
	ごみなし	False Negative (FN) (見逃し)	True Negative (TN)

図7 混同行列

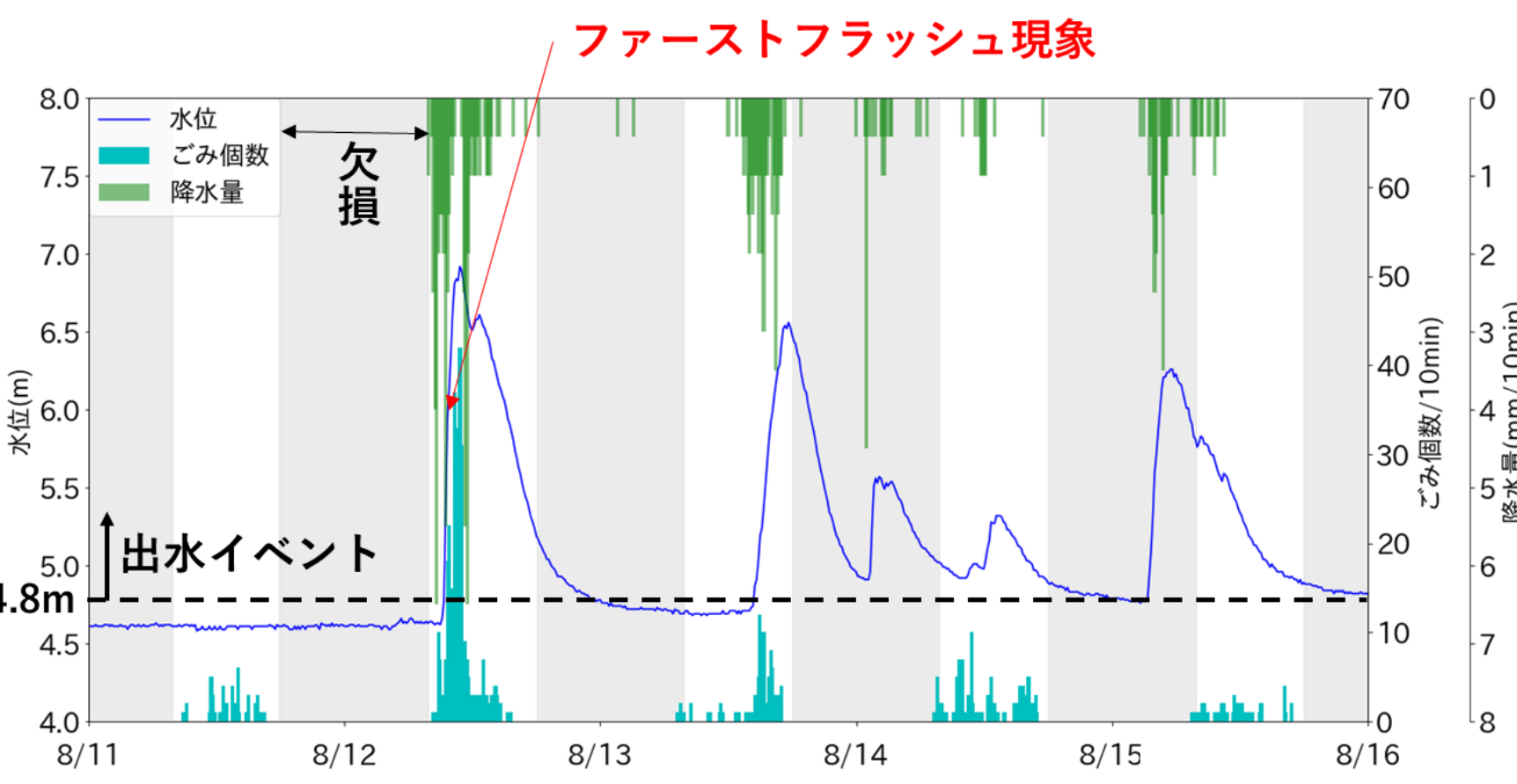


図8 河川水位，降水量，浮遊ごみ個数の時系列（2021年8月11日～15日）

適合率，再現率，F値はそれぞれ0.95，0.68，0.79といずれも比較的高い値を示し，浮遊ごみを良好に検出可能であった．

増水初期の浮遊ごみ個数のピーク（ファーストフラッシュ現象）

が確認できた．

次に，本モデルを用いて年間浮遊ごみ輸送量の推定を行った．出水イベントが発生した日（水位がO.P.+4.86mを上回った場合）を「出水日」とした．先行晴天日数が長いほど河岸により多くのごみが漂着する．このことを踏まえて，降水量 P ，先行晴天日数 T ，複数日の目視計測により得られた平水時の浮遊ごみ個数（40.8個/day）から流出する浮遊ごみ量を推定する式（ $R^2=0.93$ ）を構築し，推定式を用いて出水日と平水日の年間流出ごみ個数を算定した．

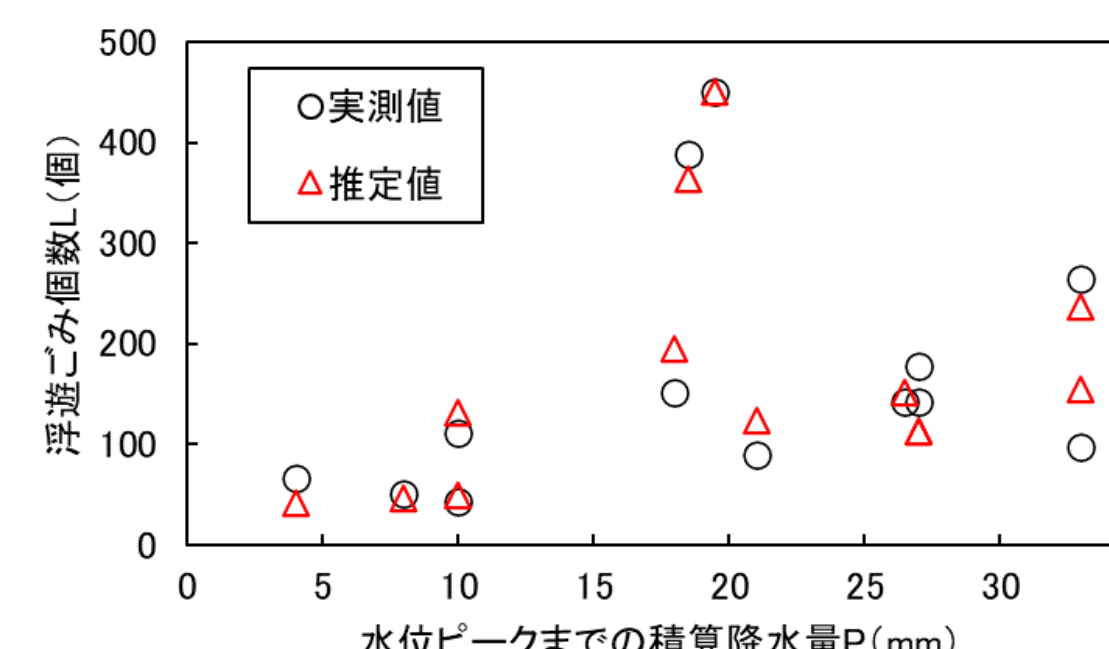


図9 出水日の P と L の関係



図10 推定式の各項の考え方

$$L = \underbrace{0.05P^{2.21}}_{①} + \underbrace{41.6T \times f(H_{max})}_{②} + \underbrace{40.8}_{③}$$

$$f(H_{max}) = \begin{cases} 0, & H_{max} - 4.86 < 0 \\ 1, & H_{max} - 4.86 \geq 0 \end{cases}$$

- ① 降水量の大きさに依存して流出
- ② 出水日に必ず流出
- ③ 天候によらず常時流出

表1 流出する浮遊ごみ個数

	年間流出ごみ個数
出水日	1.80×10^4 個/year
平水日	1.20×10^4 個/year

恩智川に設置されたオイルフェンス（図10）で捕捉された浮遊ごみの回収記録によると，人工系ごみの約75%がプラスチック類であった．これより，年間プラスチックごみ流出個数は 2.23×10^4 個/yearと算出された．

また，プラスチック類に関するごみの容量/個数比と重量/個数比の中央値は，それぞれ0.464L/個，0.043kg/個であった．これらを用いて1年間に流出したプラスチック類の総容量と総重量を算定した．その結果，容量は 1.04×10^4 L/year，重量は 9.61×10^2 kg/yearと推定された．

表1より，出水時に6割，平水時に4割の浮遊ごみが流出していたことから，**平水時と出水時両方の対策が重要**と考えられた．

平水時の対策：オイルフェンスなどの回収装置を設置する．

出水時の対策：河川敷の清掃活動を出水前に重点的に実施する．
出水時の浮遊ごみ回収技術を開発する．