

河川から沿岸へのフラックス

東京理科大学

二瓶 泰雄



海ゴミ



- 堆積したゴミの処理代
- 船舶の運航, 漁業活動の障害
- 水環境や生態系への影響

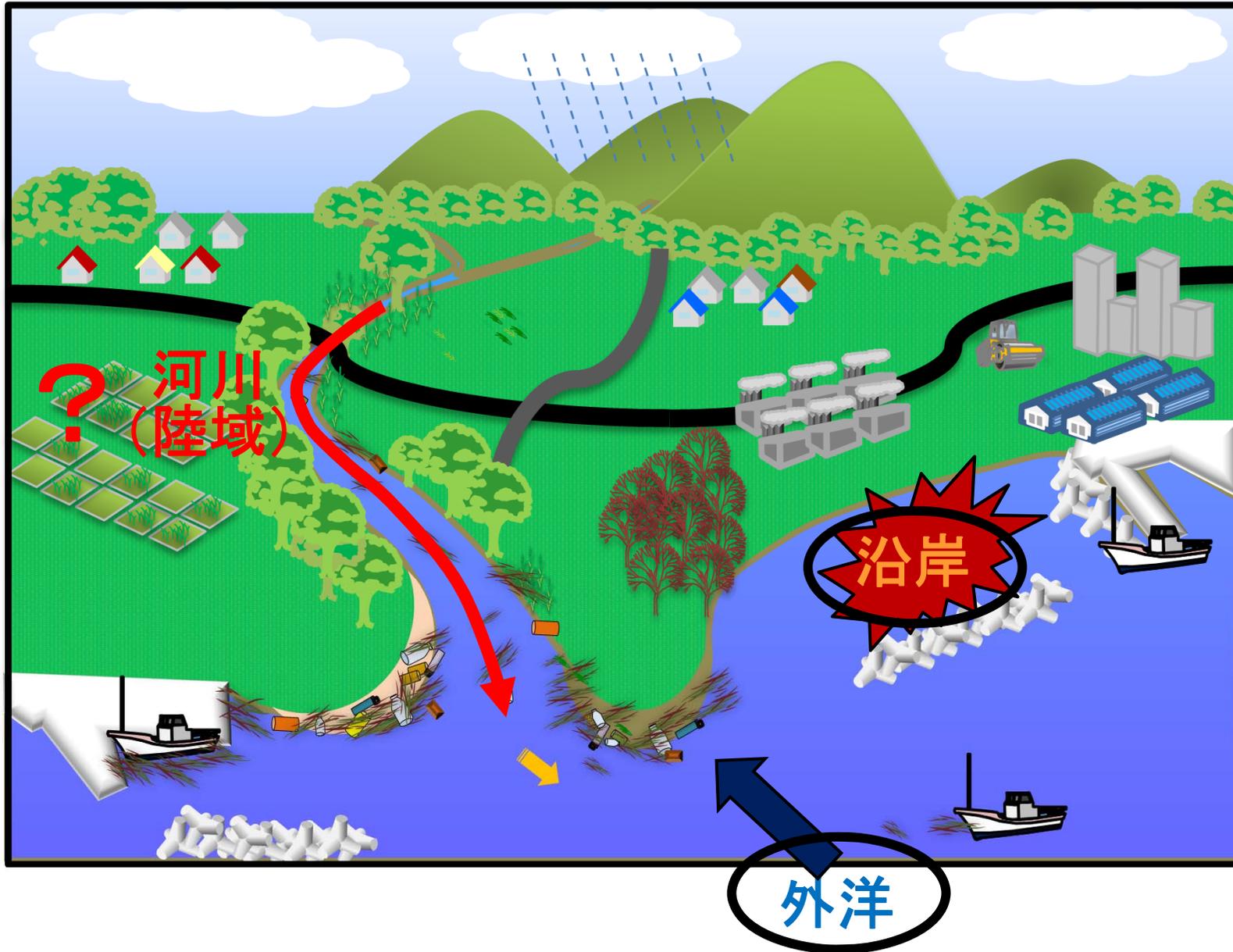
川ゴミ

～台風0709号後の多摩川～

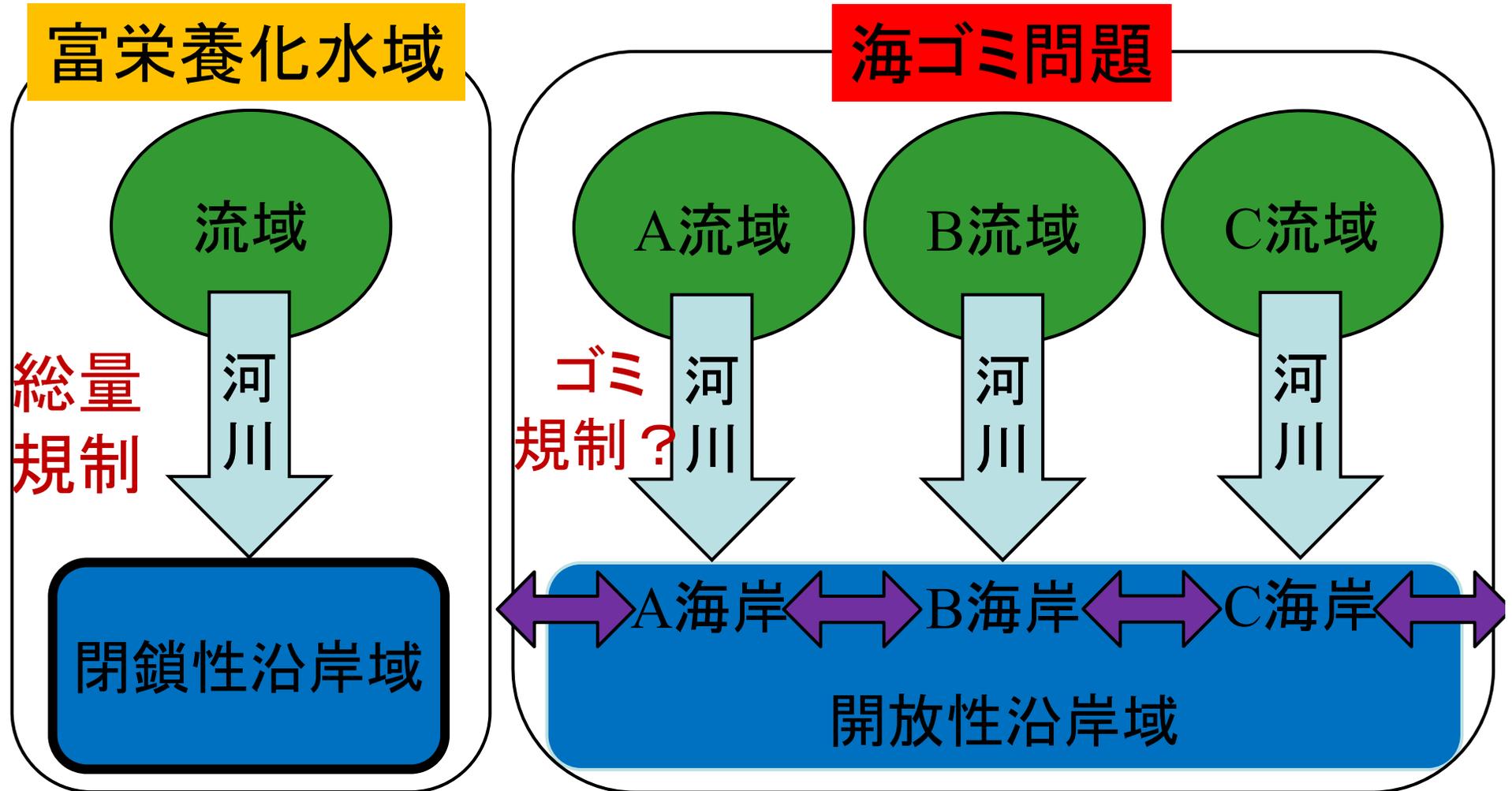


- ・ 河川内にも多量の漂着ゴミ
- ・ 出水後の大幅増加

海ゴミの起源は？



陸域を含む海・川ゴミ管理の必要性



陸域・河川から沿岸域へのゴミ流入フラックス
は未知である！

目 的

河川におけるゴミの発生・輸送・
流下過程を明らかにする。

1) 輸送過程：直接採取とビデオモニタリングに基づいて
漂流ゴミ輸送量を把握する。

2) 流下過程：GPSフロートを用いた漂流ゴミのラグラン
ジュ観測

3) 発生過程：植生の流出条件・流出量の推定

1) ~ 3) は主に江戸川での観測結果

4) 山形県・最上川での川ゴミ調査：河川漂流ゴミの自動連
続モニタリング手法の開発の試みと流木フロート調査

本研究の共同研究者

☆東京理科大学 水理研学生

卒業生：若月宣人，白川明宏，尾ノ井龍仁，守田千里，加茂川優紀，前川俊明，
高橋俊輔，中村将

現役生：堀田琢哉，船本優月，川崎貴志

☆国総研

日向博文，片岡智哉

☆NPO パートナー
シップオフィス

金子 博，大谷 明

(敬称略)



1) 輸送過程：直接採取とビデオモニタリングに基づいて漂流ゴミ輸送量を把握する。

2) 流下過程：GPSフロートを用いた漂流ゴミのラグランジュ観測

3) 発生過程：植生の流出条件・流出量の推定

1) ~ 3) は主に江戸川での観測結果

4) 山形県・最上川での川ゴミ調査：河川漂流ゴミの自動連続モニタリング手法の開発の試みと流木フロート調査

漂流ゴミ輸送量モニタリング手法：①直接採取

①漂流ゴミを採取

- ・採取ゴミの質量を計測
- ・単位幅ゴミ輸送量を算出



ゴミ採取(江戸川2009/8/12)

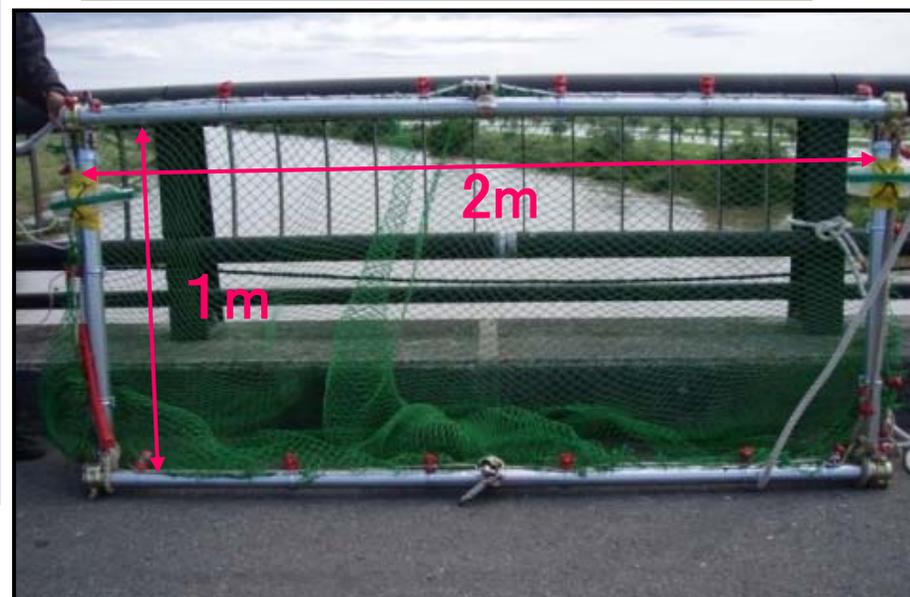
観測地点

江戸川・野田橋
(河口から約39km地点)

観測期間

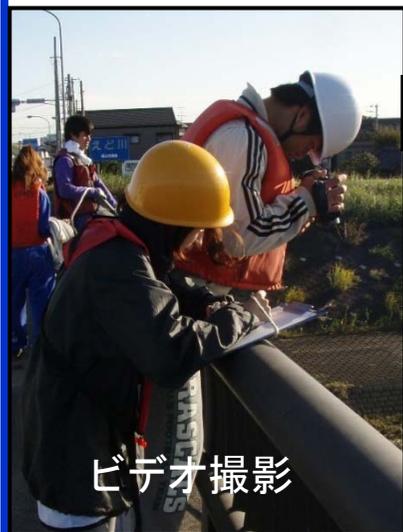
2009/8/10～8/12(台風0909号)
2009/10/8～9(台風0918号)

※高水敷がわずかに冠水する程度の
中小規模出水



漂流ゴミ輸送量モニタリング手法：②ビデオ撮影

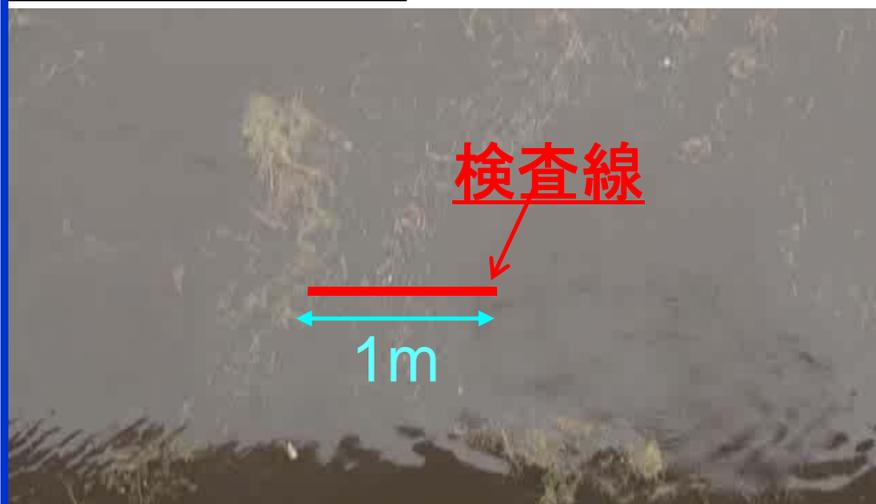
②ビデオ撮影



映像を静止画像に変換

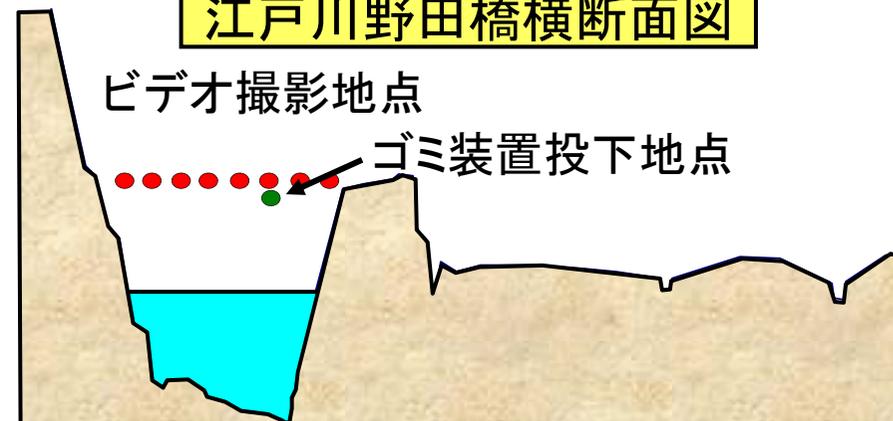
検査線を設定

検査線上のゴミ割合 D_f を計測



画像解析

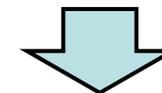
江戸川野田橋横断面図



ゴミ割合 D_f と直接採取結果の相関関係を把握



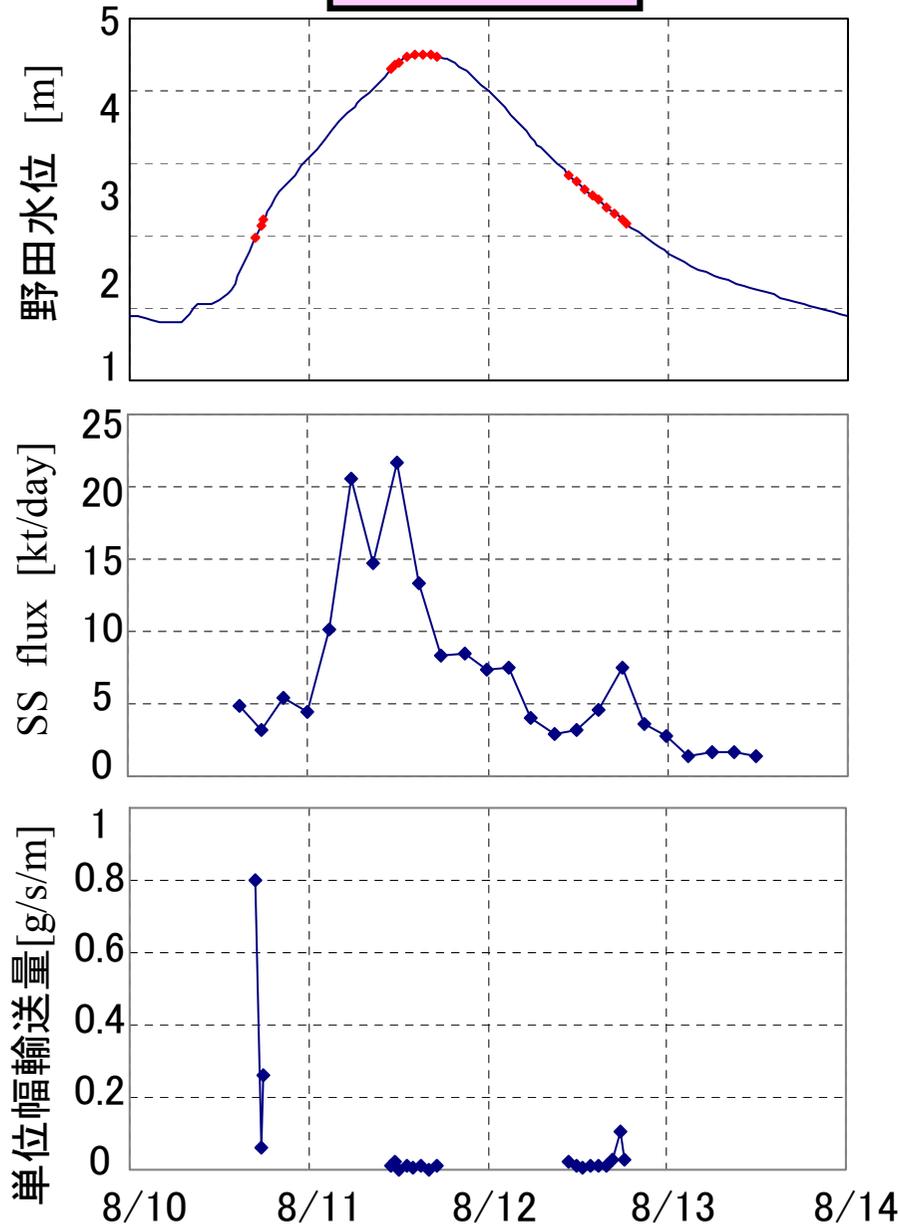
ビデオデータより、浮遊ゴミ輸送量の横断分布の把握



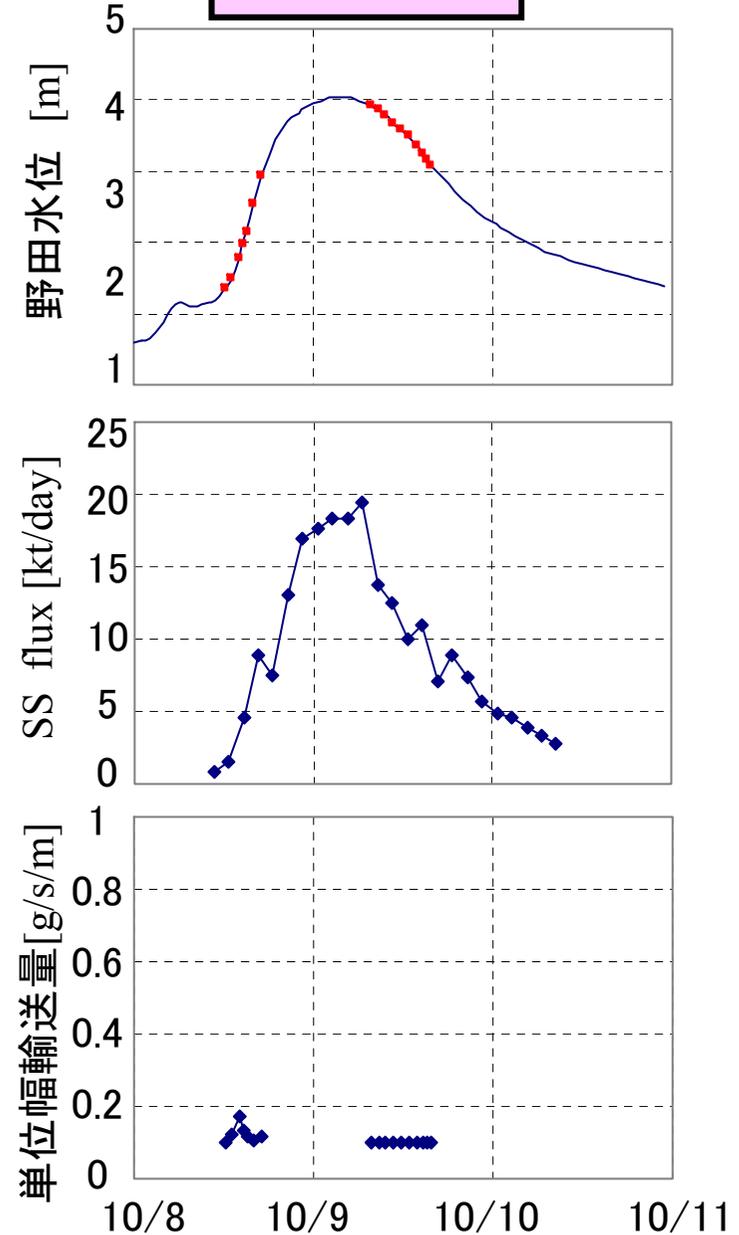
横断面全体の総浮遊ゴミ輸送量の算出

結果①：単位幅ゴニ輸送量の時間変化（1）

台風0909号



台風0918号

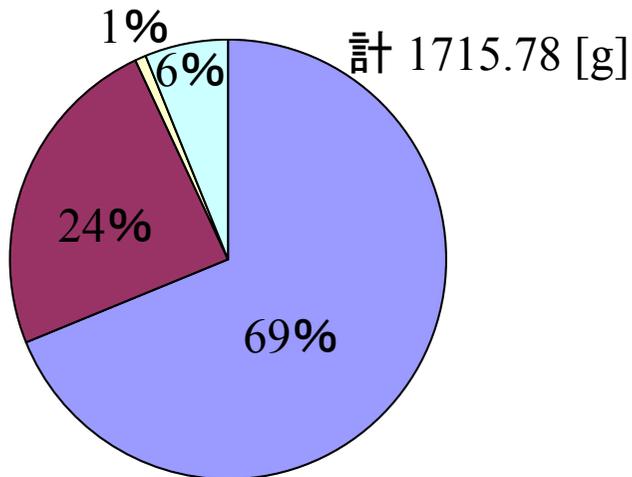


結果②：採取された浮遊ゴミの種類

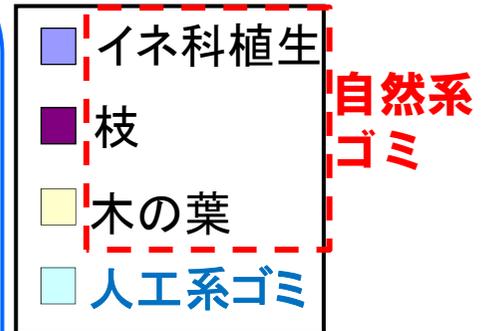
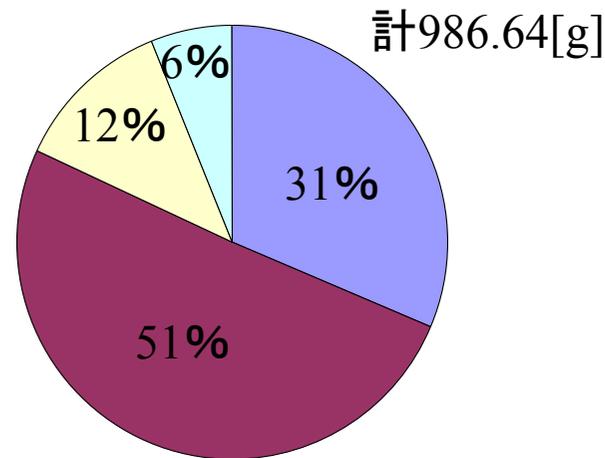
イネ科の植生, 枝, 木の葉, **人工系ゴミ**の4種類に分別(乾燥質量)

自然系ゴミ

台風9号(8/10~8/12)



台風18号(10/8~9)



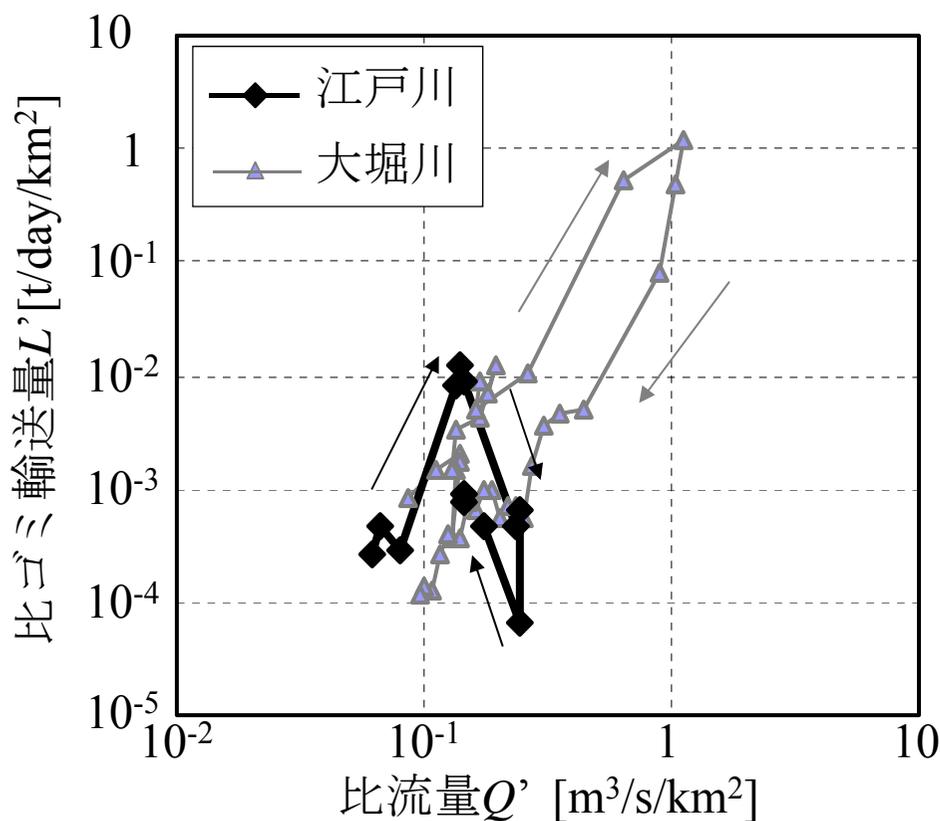
**自然系ゴミ：
全体の94%**

結果③：比浮遊ゴミ輸送量 L' と比流量 Q' の関係

江戸川の L - Q 関係を中小河川(大堀川)と比較

観測サイト	流域面積[km^2]
江戸川(野田橋)	2223.5
大堀川(木崎橋)	20.1

→ L と Q を流域面積で除して比浮遊ゴミ輸送量 L' と流量 Q' を算出



大堀川

流量と共にゴミ輸送量が増加

→ 大規模出水時の L' - Q' 式

江戸川

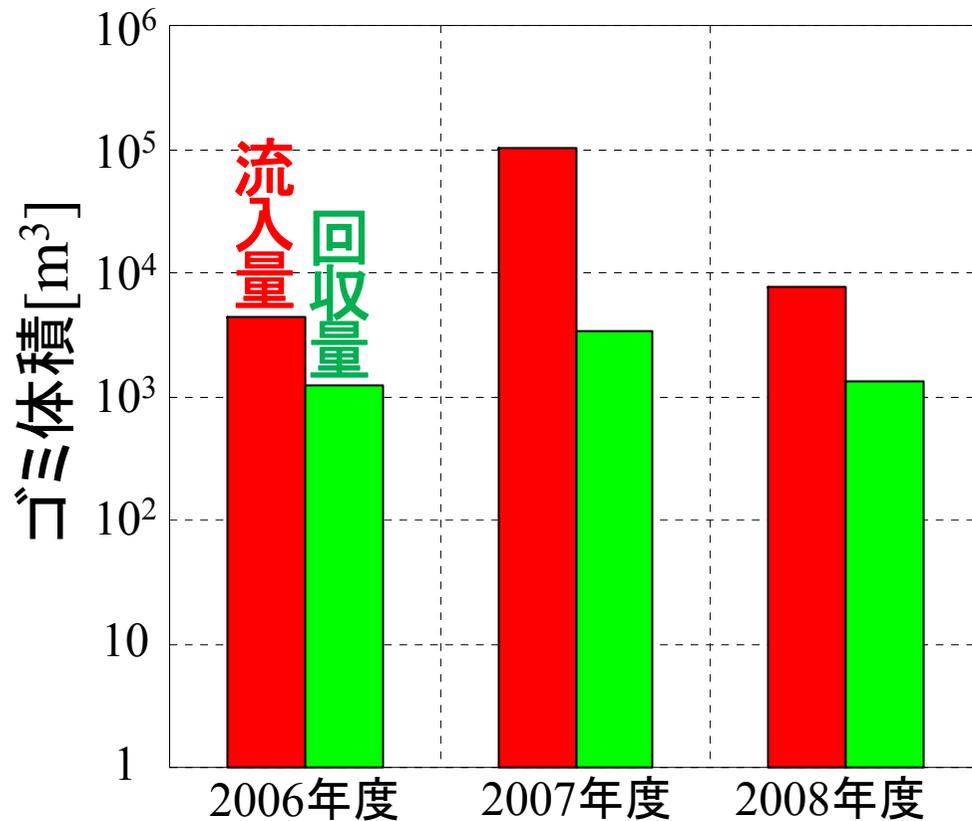
高水敷が冠水する程度の流量で L' はピーク

→ 中小規模出水時の L' - Q' 式

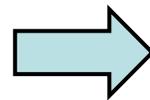
江戸川・荒川・多摩川
におけるゴミ輸送量算出

結果④：大河川経由のゴミ流入量の経年変化

～江戸川・荒川・多摩川経由のゴミ流入量の総和と
各港湾区域でのゴミ回収量の比較～

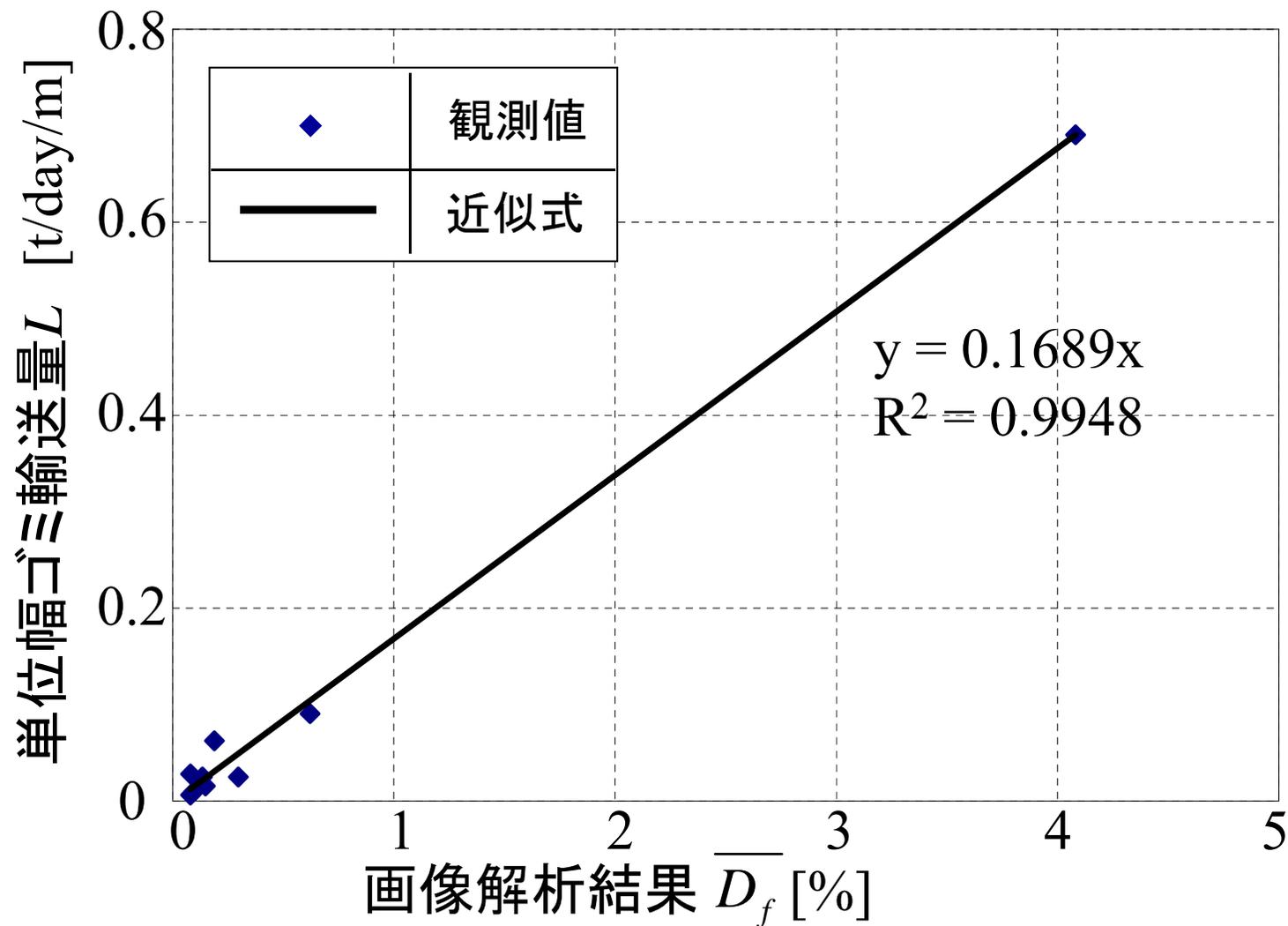


ゴミ流入量 > 回収量
(特に2007年)



**流入した浮遊ゴミの一部は
海岸や海底に堆積するか
外洋に流出**

結果⑤:ビデオ画像解析結果(1) 目視



ビデオ画像解析により、浮遊ゴミ輸送量の算定が可能

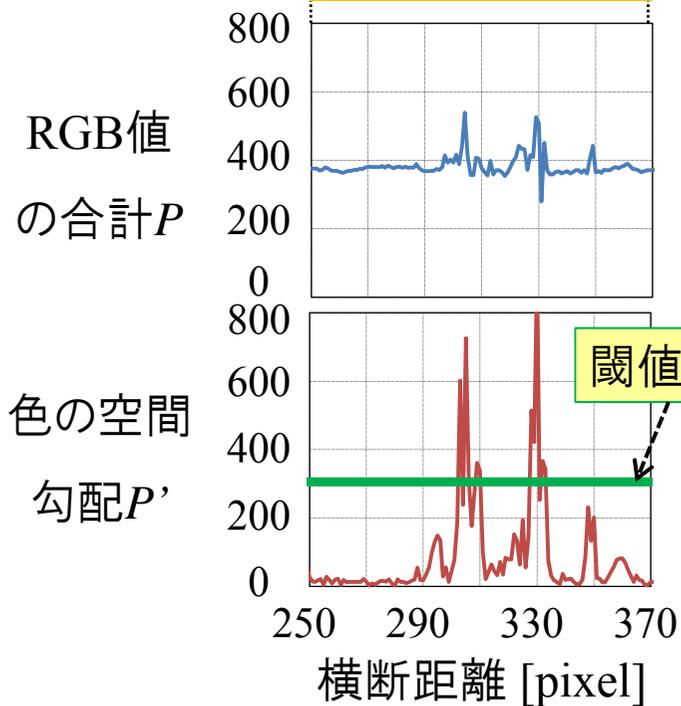
結果⑤:ビデオ画像解析結果(2) 画像解析

ゴミ採取
画像例

ゴミ採取装置

Flow ↑

検査線



$P'_{th} = 300$ を上回る画素と
従来法解析結果の比較

検査線

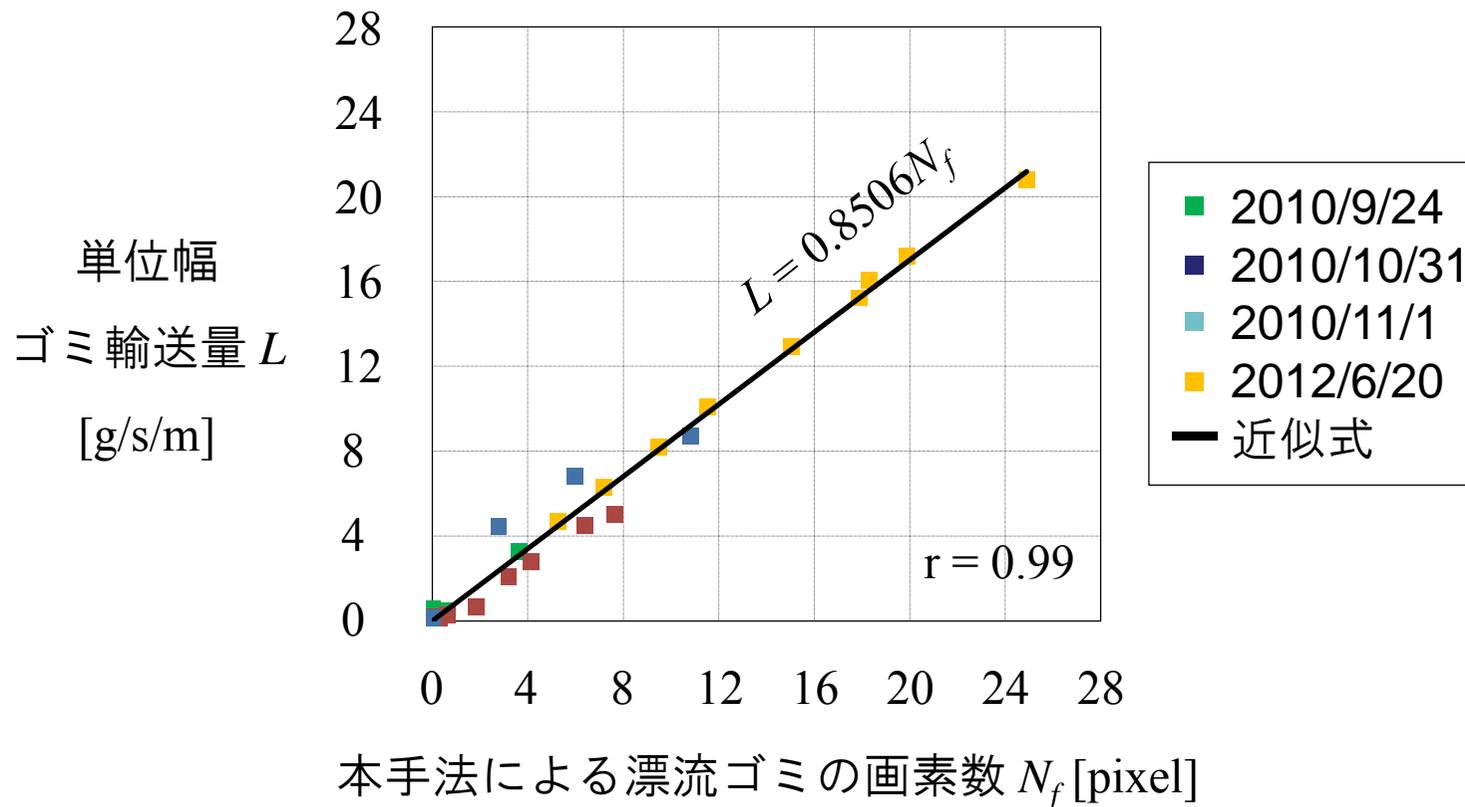
本手法
従来法



➡ 両手法共に、ほぼ同様の位置にゴミを検出！

本手法は従来法と同じ精度で
漂流ゴミを判別し得る。

結果⑤:ビデオ画像解析結果(2) 画像解析



➡ ゴミの単位幅輸送量に関する本手法の精度は良好！

得られた近似式を用いて、ゴミ判別画素数 N_f から単位幅輸送量 L を算出する。

1) 輸送過程：直接採取とビデオモニタリングに基づいて漂流ゴミ輸送量を把握する。

2) 流下過程：GPSフロートを用いた漂流ゴミのラグランジュ観測

3) 発生過程：植生の流出条件・流出量の推定

1) ~ 3) は主に江戸川での観測結果

4) 山形県・最上川での川ゴミ調査：河川漂流ゴミの自動連続モニタリング手法の開発の試みと流木フロート調査

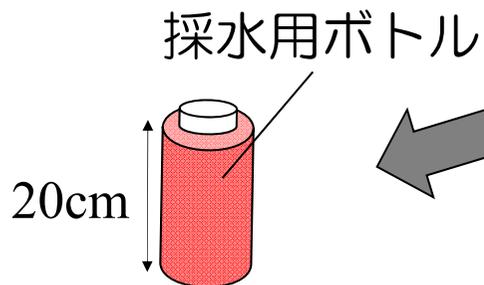
携帯電話搭載型フロートの概要

必要条件

- 安価でフロートの製作が可能
- 漂流中のフロート位置を適切に記録
- 出水後に確実にフロートを回収できる

基本構成

人工系フロート

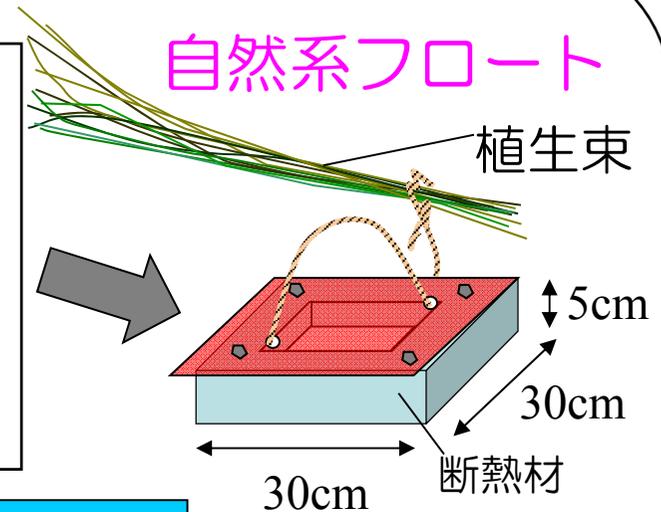


携帯電話
GPS付



小型GPS

自然系フロート



携帯電話

- ・測位精度: 5m以下
- ・放流フロートの回収用

小型GPS

- ・移動軌跡を自動記録
- ・電池寿命12時間程度

現地観測の概要

観測サイト



野田橋上より
人工系・自然系
フロートを投下

観測の流れ



放流

漂着

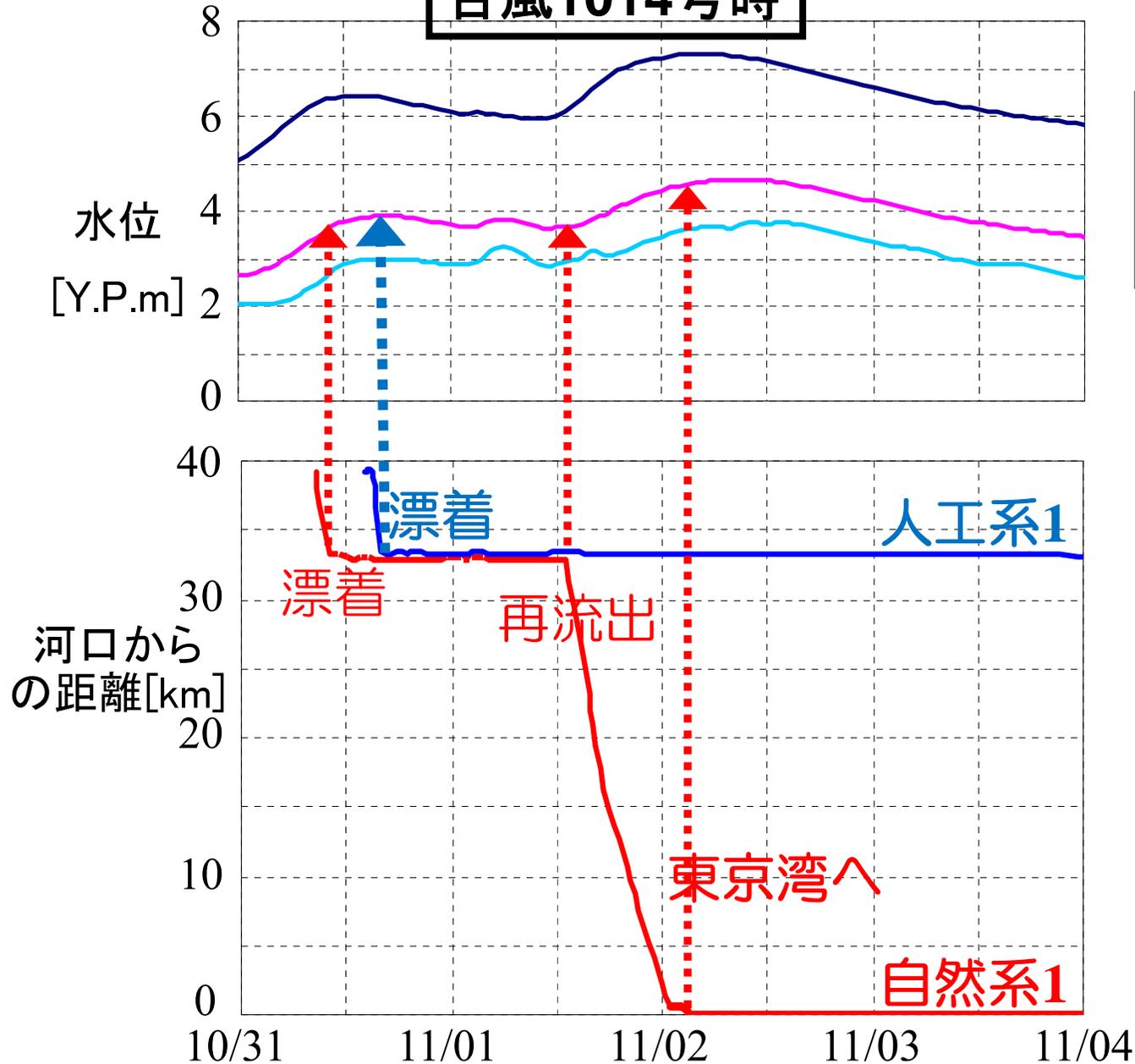
回収

観測日程（放流時期）

平常時 2010.08.11
出水時 2010.09.24(台風1012号)
:増水期・ピーク期・減水期
2010.10.31(台風1014号)
:増水期からピーク期に4回

出水時における漂流ゴミの流下特性

台風1014号時



移動距離

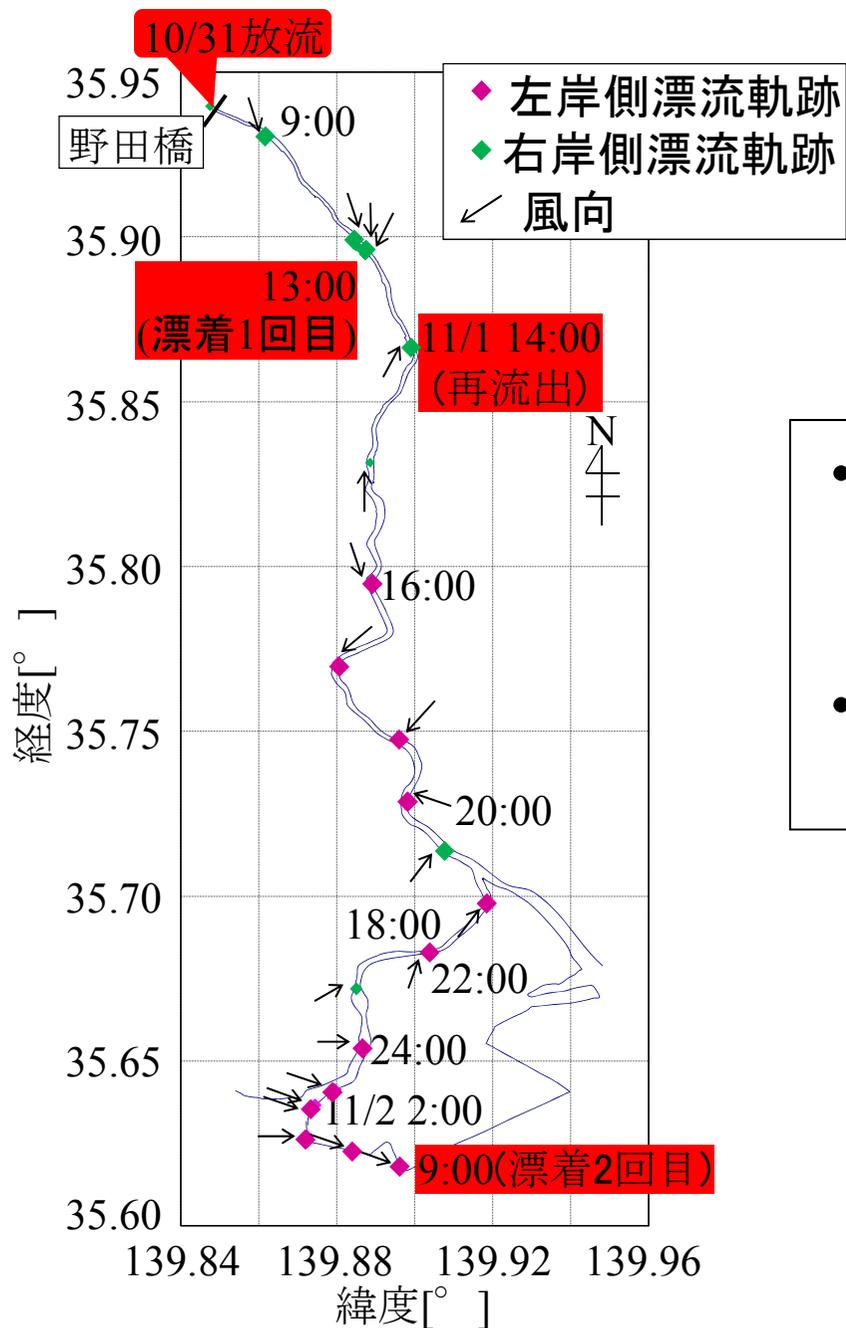
自然系 > 人工系

漂着時期

増水期や水位ピーク期に多い

漂流ゴミの輸送経路

～東京湾まで流出したフロートの輸送経路（台風1014号）～

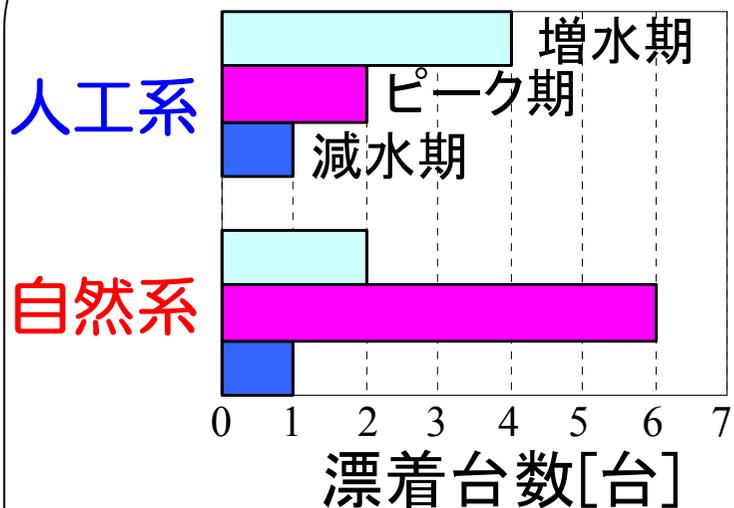


漂流軌跡

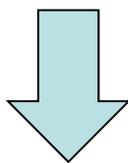
- 湾曲部では外岸側と内岸側に存在
- 風下側に吹き寄せられている

漂流ゴミの漂着時期

出水時の漂着時期

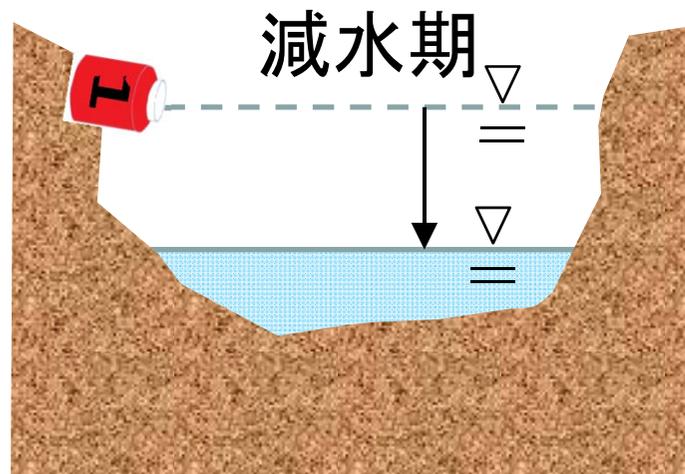
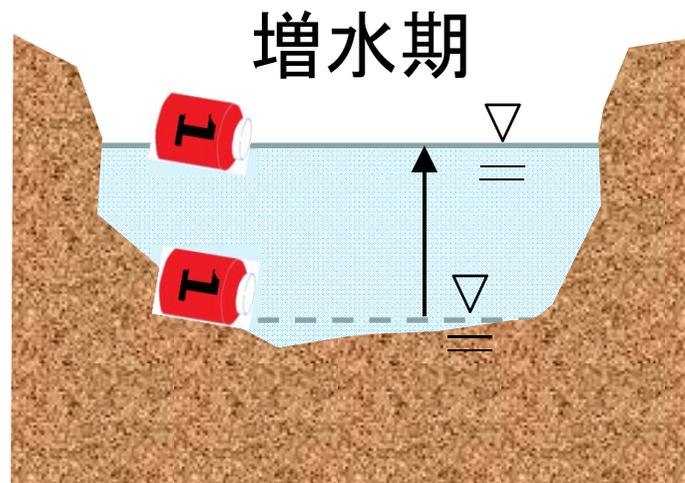


人工系 増水期
自然系 ピーク期

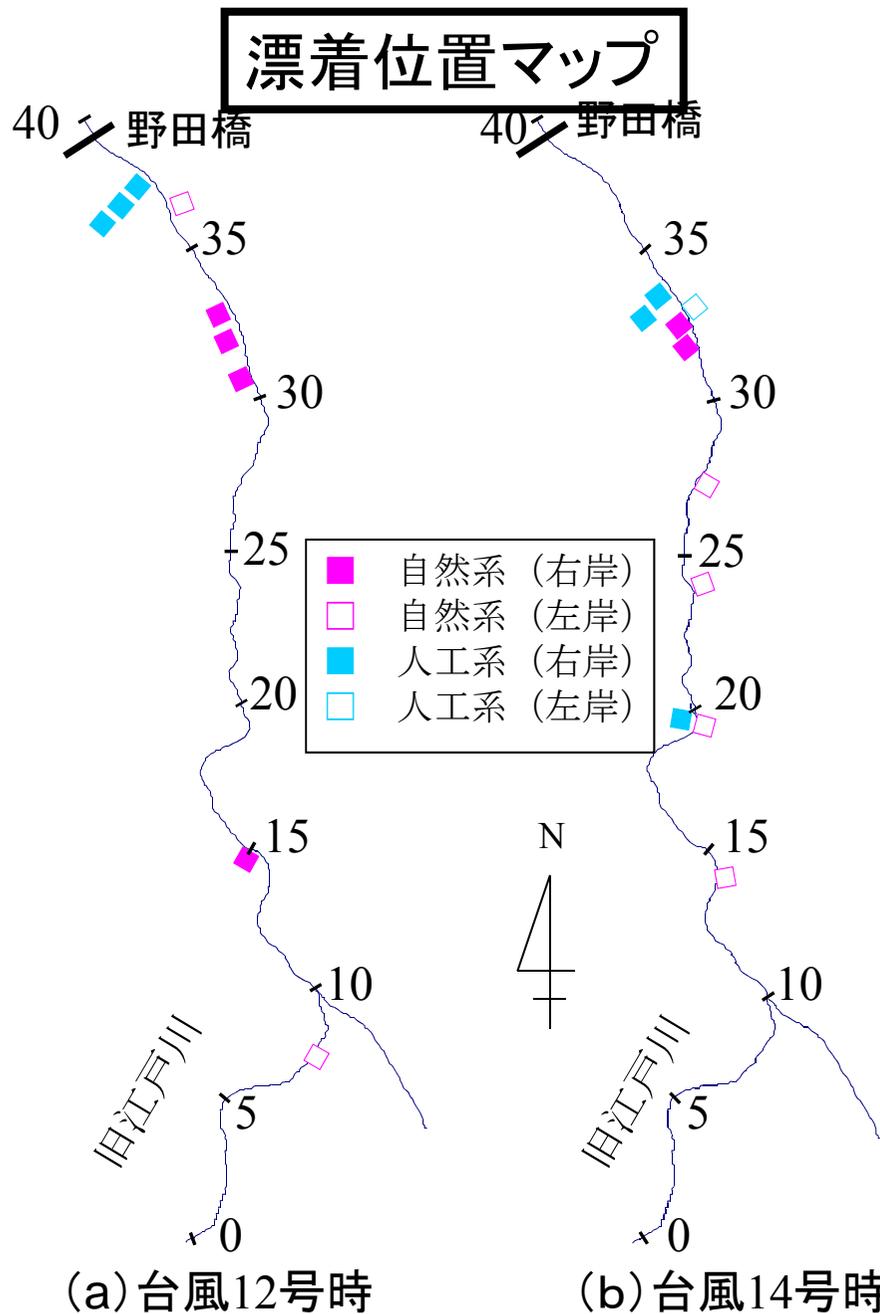


自然系の移動距離が長い！

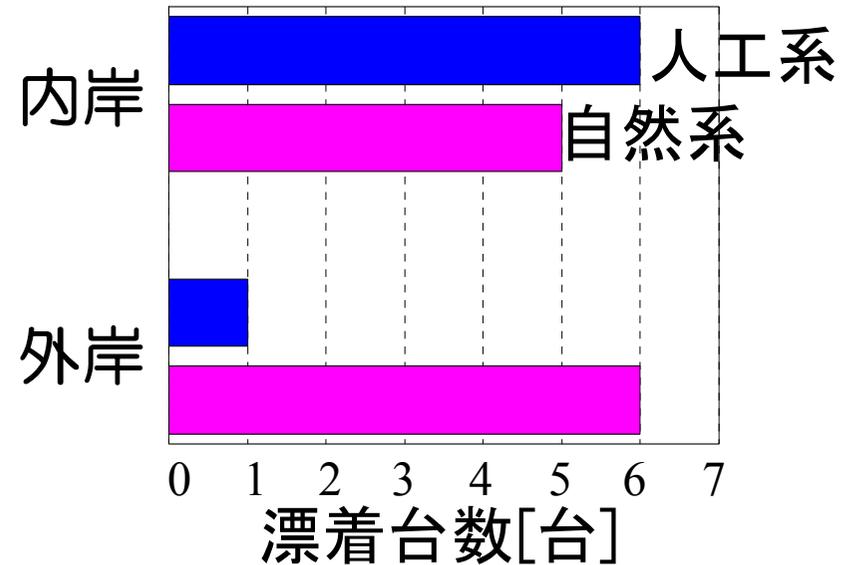
漂着の様子



ゴミの漂着位置 (1)



河道平面形と漂着位置の関係



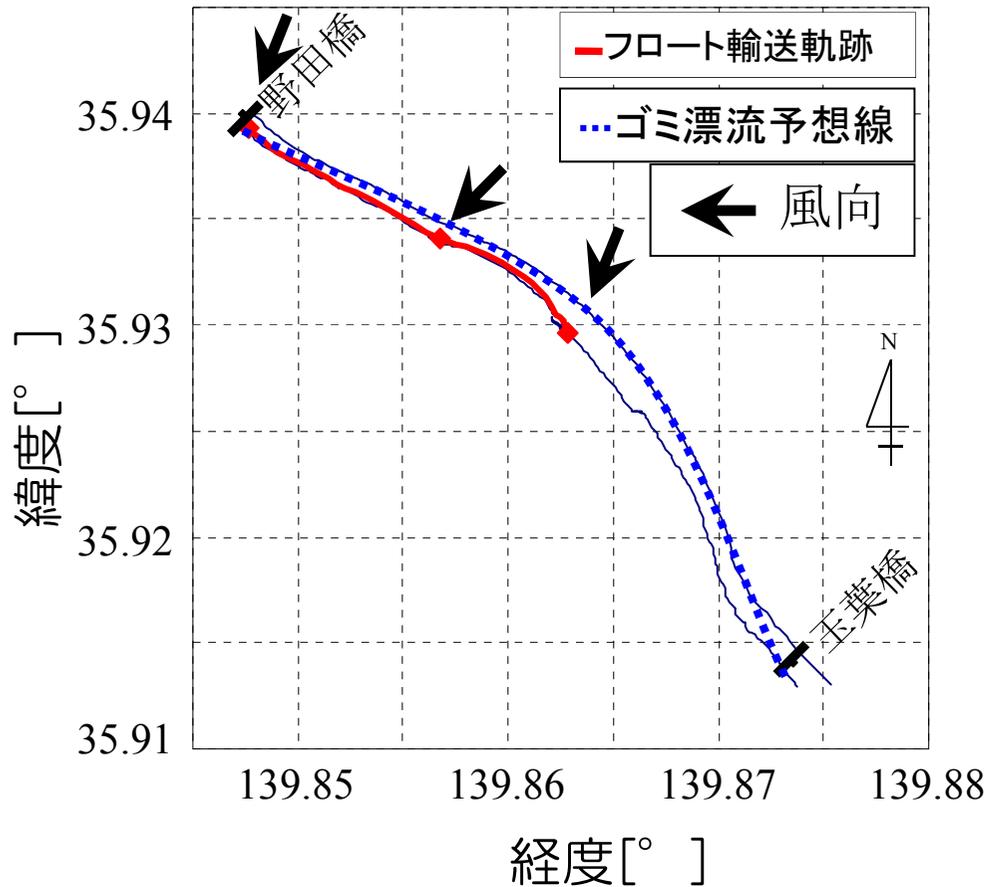
人工系 → 内岸側に漂着

自然系 → 内岸・外岸に半分ずつ漂着

一般的な二次流構造とは異なる？

ゴミの漂着位置（2）

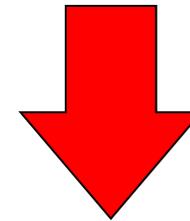
フロートの輸送軌跡例



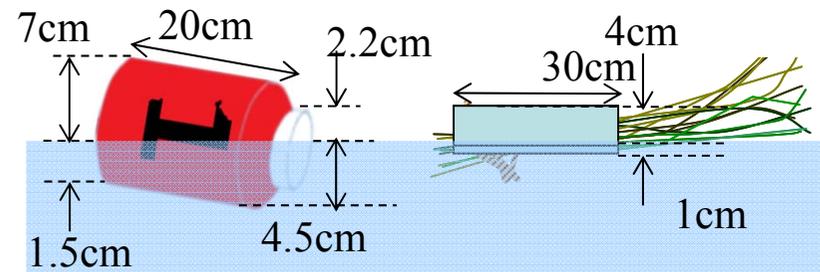
漂着・通過位置は概ね風下

+

一般的な二次流構造とは、異なる



風の影響による空気抵抗大



1) 輸送過程：直接採取とビデオモニタリングに基づいて漂流ゴミ輸送量を把握する。

2) 流下過程：GPSフロートを用いた漂流ゴミのラグランジュ観測

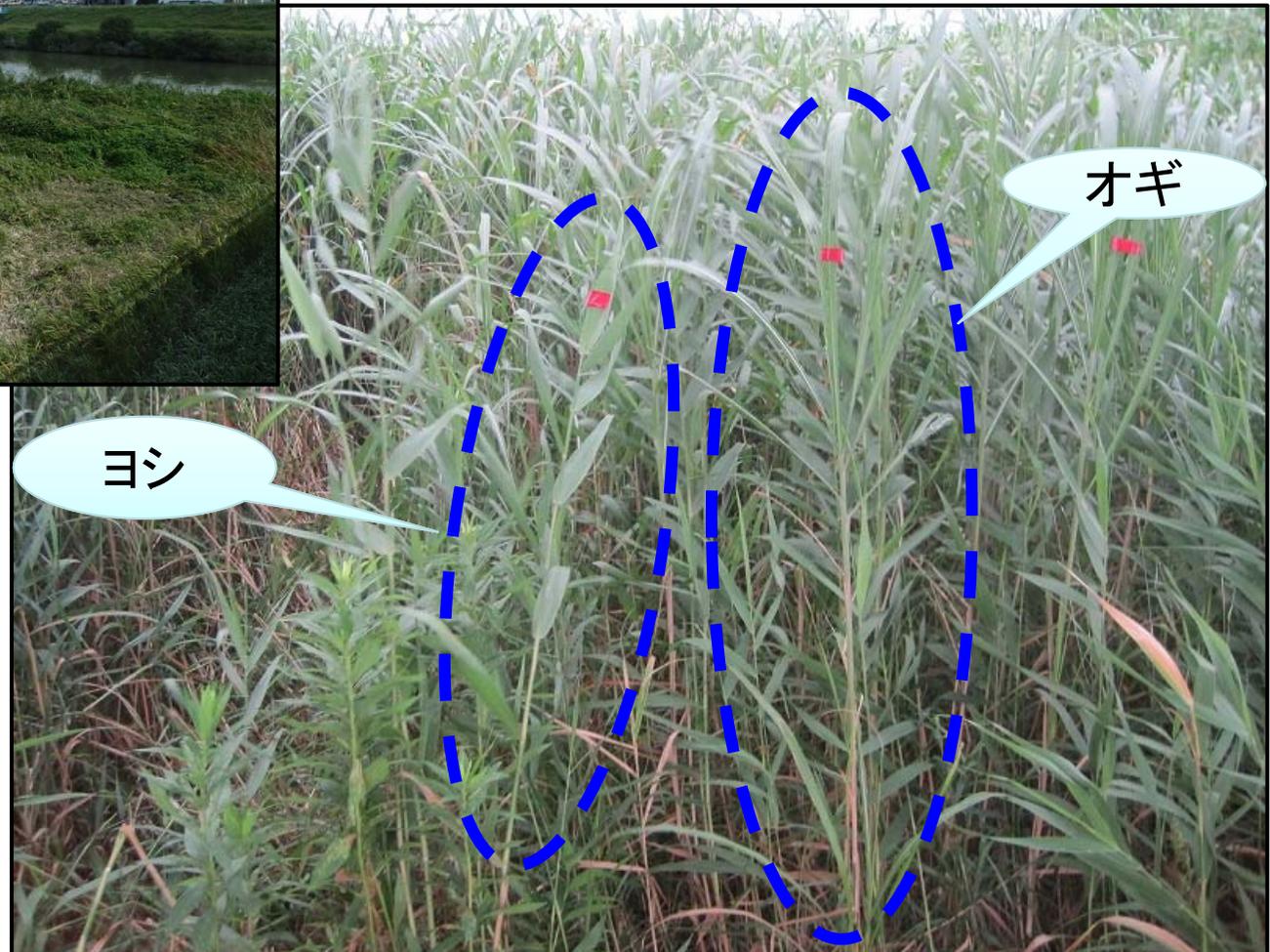
3) 発生過程：植生の流出条件・流出量の推定

1) ~ 3) は主に江戸川での観測結果

4) 山形県・最上川での川ゴミ調査：河川漂流ゴミの自動連続モニタリング手法の開発の試みと流木フロート調査

対象とする草本類植生

対象サイトの高水敷で、優占種として群生している『オギ, ヨシ』



出水前後における植生の様子

出水前

2011/8/31撮影



出水後

2011/9/15撮影



出水中

2011/9/22撮影



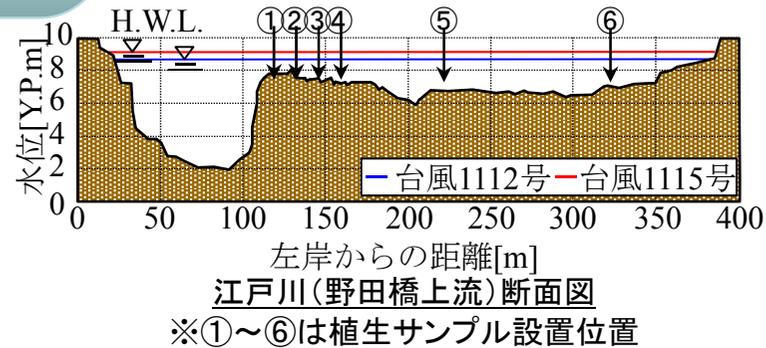
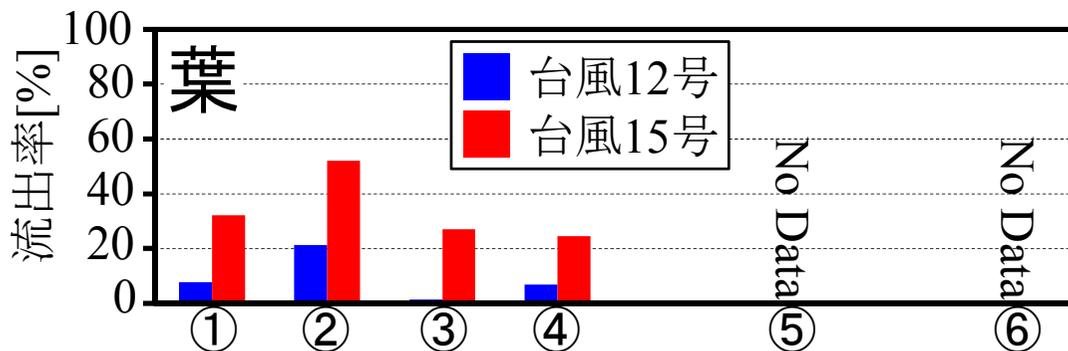
出水後

2011/9/28撮影



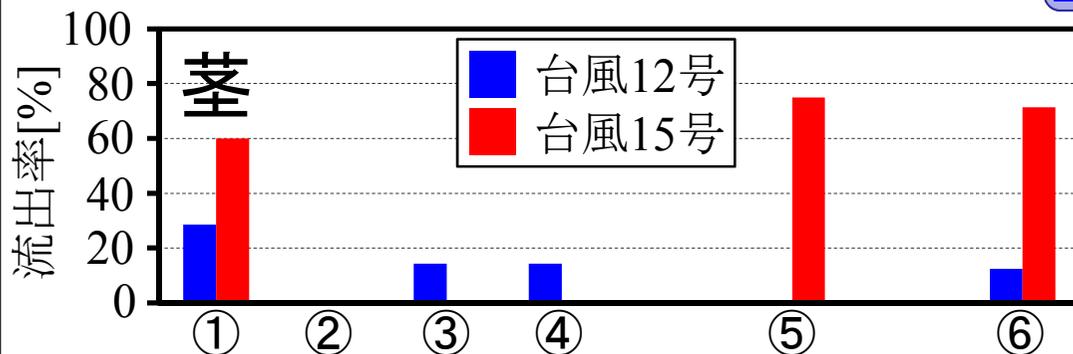
観測結果① 出水前後の葉と茎の流出状況

葉と茎の流出率



植生サンプル設置位置

『葉, 茎』の流出率は
台風12号 < 台風15号

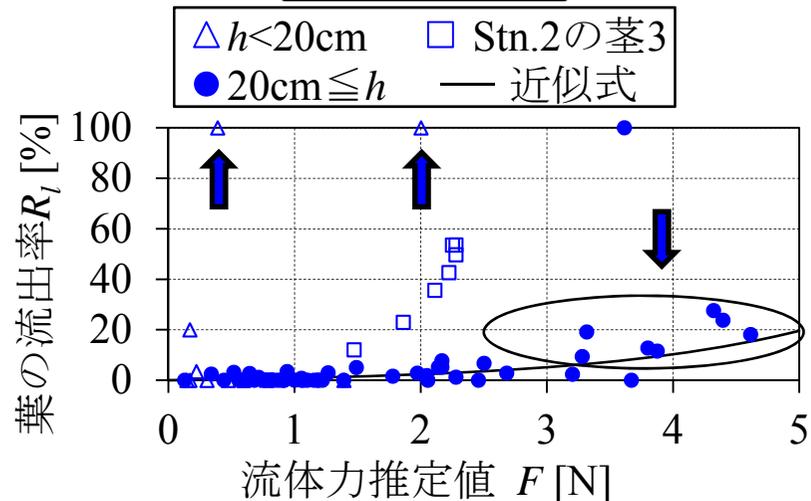


植生サンプル設置位置

『茎』の流出率は地点⑤及び⑥で
卓越している！

観測結果② 葉流出

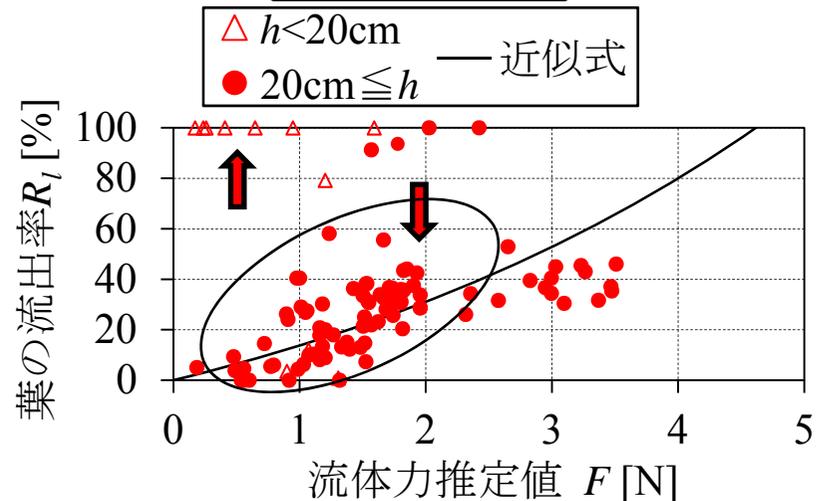
1112号・葉



葉流出モデル式

$$R_l = e^{0.605F} \quad (r = 0.74)$$

1115号・葉



葉流出モデル式

$$R_l = 55e^{0.2243F} - 55 \quad (r = 0.54)$$

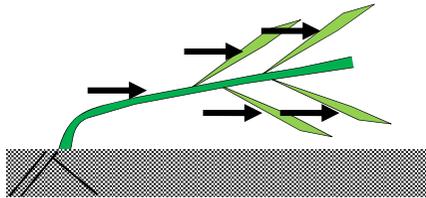
— 葉の鉛直位置 $h < 20\text{cm}$
流出率100%が多数存在する
→ 底面付近の掃流砂の影響

• 台風12号と15号の結果を比べると
同じ流体力に対して
台風15号の方が葉流出率は高い

観測結果③ 茎流出

茎に作用する流体力推定値 F

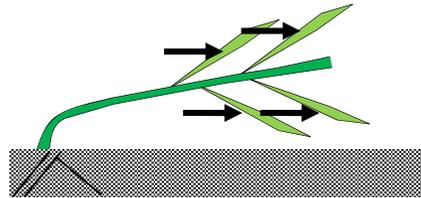
茎に作用する
流体力推定値 F



植生模式図

=

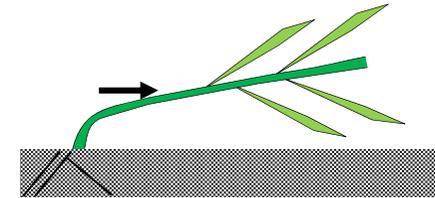
葉(全部)に
作用する流体力



植生模式図

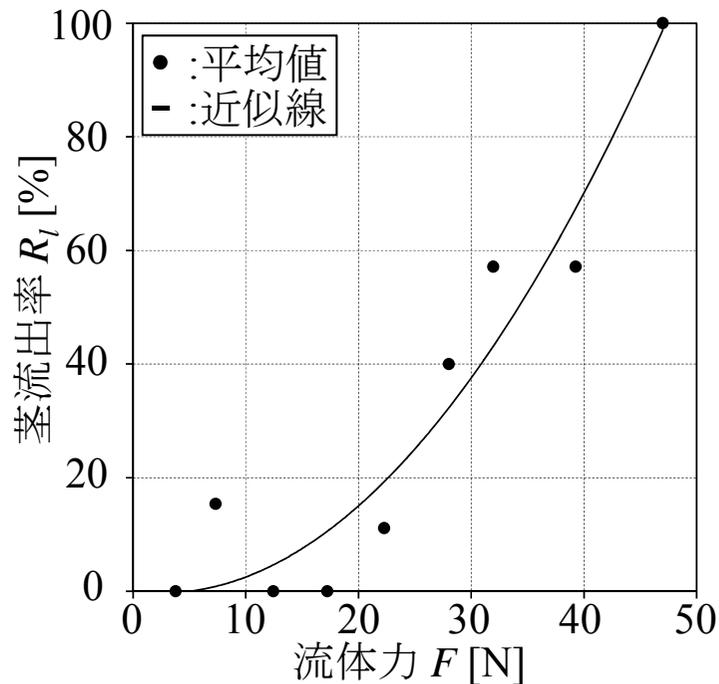
+

茎にそのものに
作用する流体力



植生模式図

流体力5[N]ごとに茎流出を出した場合



流体力 F と茎流出率 R_l に相関性あり

“茎流出モデル式”の提案
 $R_l = 0.0501F^2 - 0.2493F$ ($r = 0.960$)

茎の流出率を
概ね良好な精度で推定可能!

1) 輸送過程：直接採取とビデオモニタリングに基づいて漂流ゴミ輸送量を把握する。

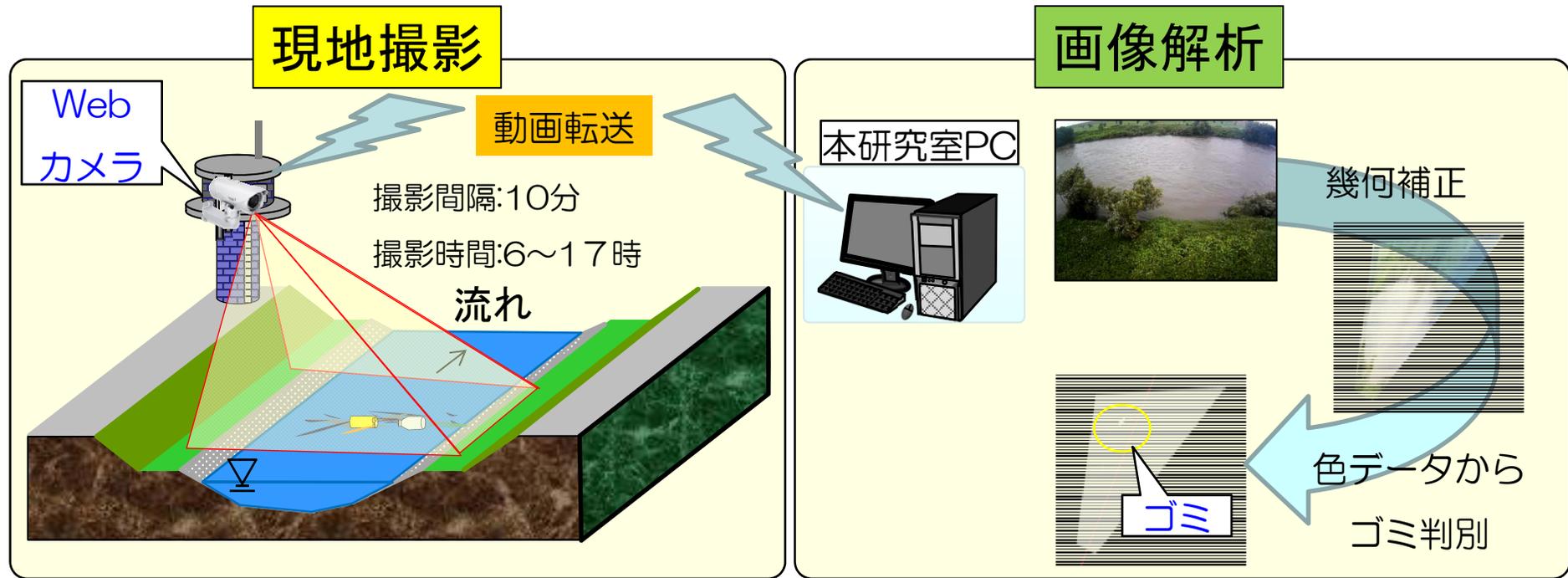
2) 流下過程：GPSフロートを用いた漂流ゴミのラグランジュ観測

3) 発生過程：植生の流出条件・流出量の推定

1) ~ 3) は主に江戸川での観測結果

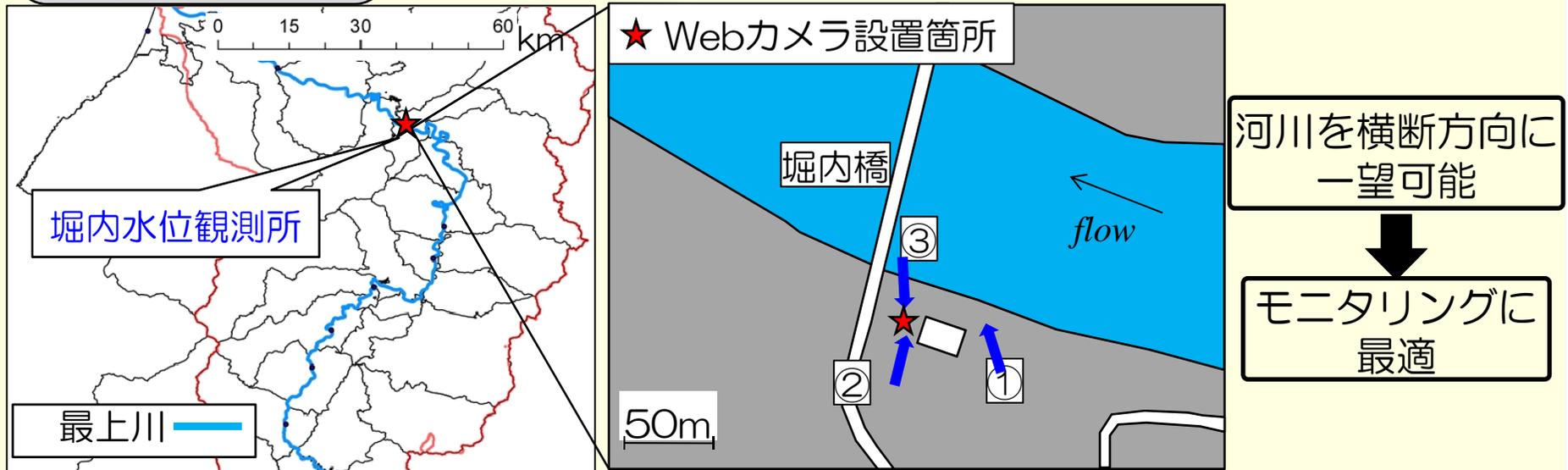
4) 山形県・最上川での川ゴミ調査：河川漂流ゴミの自動連続モニタリング手法の開発の試みと流木フロート調査

河川漂流ゴミ輸送量の自動・連続モニタリング手法



観測サイト：最上川・堀内水位観測所

観測サイト地図



現地の様子

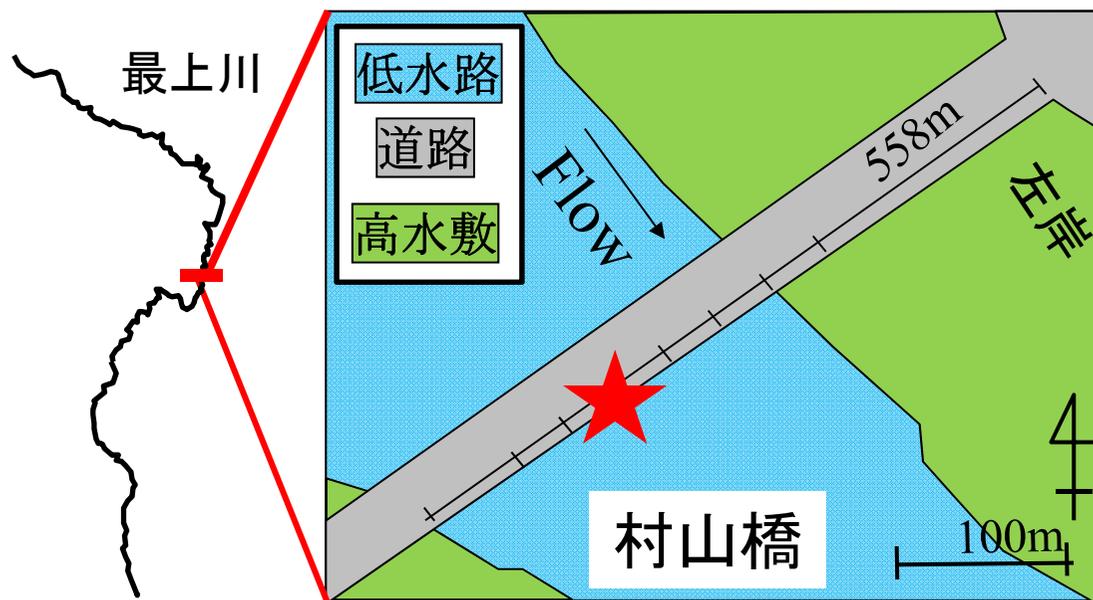


- 設置期間：2013/10/23-12/10
- 低水路を流れる漂流ゴミが捉えられるように横断方向を撮影

最上川フロート調査

2013/11/12 雨(最上川. 村山橋)

投下フロート(人工系, 流木)

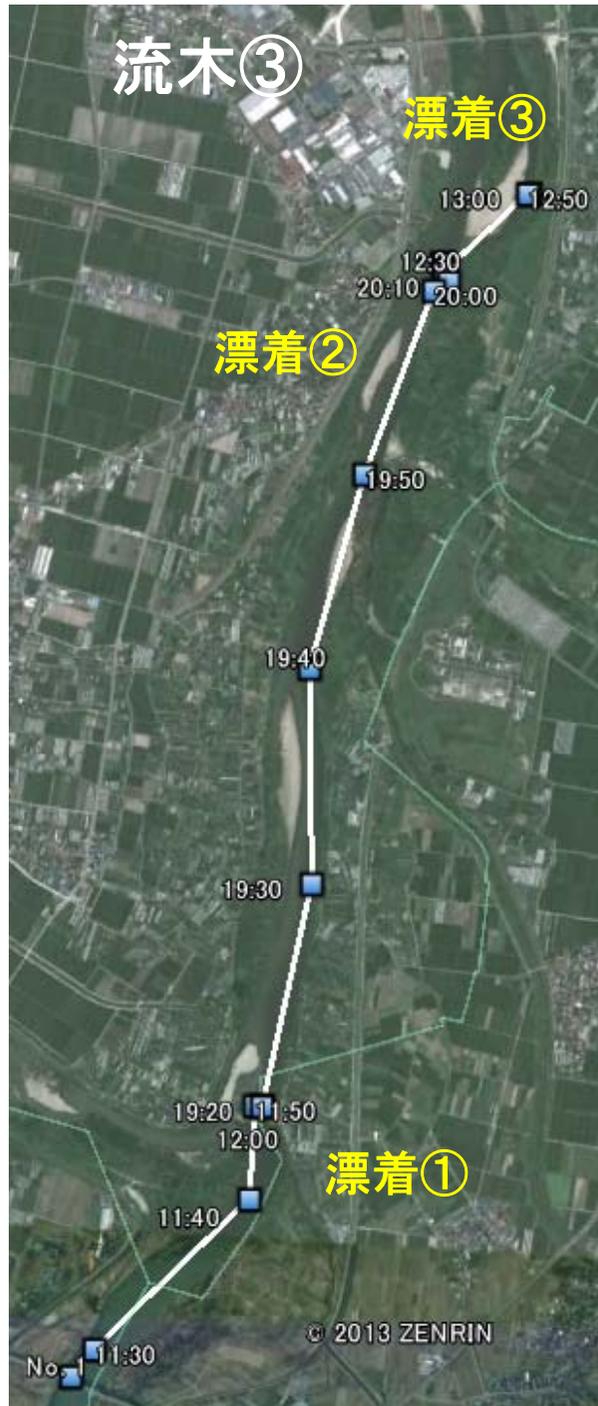


フロート投下の様子



投下されたフロートの様子





最上川700m調査(回収)



まとめ

1) 輸送過程：漂流ゴミは，増水期に集中的に輸送されている。ゴミの種類としては，自然系ゴミが全体の94%を占め，その大部分が河道内に自生する植生であり，人工系ゴミは非常に少なかった。

2) 流下過程：移動距離としては自然系>人工系となった。漂着時期は増水期や水位ピーク期に集中した。漂着位置：内岸・外岸はあまり関係無く，風下側に集中した。

3) 発生過程：流体力と葉・茎流出率に関するモデル式を提示できた。

4) 最上川調査：河川漂流ゴミ輸送量に関する自動連続モニタリング手法の開発に取り組んでいる。