

海ごみの漂流予測シミュレーション

香川県環境森林部環境管理課

調査目的

海ごみ対策を効率的かつ効果的に実施していくためには、海ごみの発生から漂着・沈積に至るまでの動態を明らかにすることが重要です。そこで、香川県内の河川を通じて海域に流出したごみの漂流予測シミュレーションモデルを構築し、海ごみが漂着・沈積しやすい場所や移動経路に関する予測計算を実施しました。

計算方法

シミュレーションの計算条件は、表-1に示すとおりです。条件設定後、非圧縮性粘性流体に関するナビエーストックスの運動方程式と流体の連続式を基本とする二次元多層レベルモデル(一般的に潮流計算に用いられる)により、香川県全域を含む周辺海域の潮流の再現計算を行いました。その結果を用いて、河川から海域に流出したごみが、潮流に運ばれて海岸に漂着、または海底に沈積するまでの経路を予測するモデル(オイラー法による粒子追跡モデル)を設定し、2011年9月2日～5日にかけて河川から流出したごみの30日後までの移動経路を予測しました。

(オイラー法による粒子追跡モデル)

ある時刻 t に、位置 (X_t) に存在したごみの、 Δt 時間後の位置 (X_{t+1}) を計算する方法。

$$X_{t+1} = X_t + v \cdot \Delta t + W_s \cdot \Delta t$$

Δt : 時間(s)

X : ごみの位置(x座標, y座標, z座標)

v : 潮流の流速(cm/s)

W_s : ごみの海底への沈降速度(cm/s)

→沈降速度は、事前に採取・測定した海底堆積ごみの密度(1.146g/cm³)より、Stokesの式を用いて算定

表-1 計算条件

項目	内容及び設定値	備考
地形条件	海底地形図(播磨灘北部、播磨灘南部、播磨灘北西部、備讃瀬戸東部、備讃瀬戸西部、燧灘東部)を基に作成した。	
格子幅	広域範囲: 300m 狭域範囲: 100m	
鉛直分割	1層目: 0~2m 2層目: 2~4m 3層目: 4~8m 4層目: 8~14m 5層目: 14m~	
水平粘性係数	1.0×10^4	リチャードソンの4/3乗則を参考に再現性を考慮して設定した。 「沿岸海洋学: 恒星社厚生閣、1989」より水平滑動粘性係数は、 $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ 程度の範囲で変化する。
内部摩擦係数	0.0013	「港湾技研資料 No.495」を参考に設定した。
海底摩擦係数	0.0026	「港湾施設設計指針: 運輸省港湾局」より一般的な値を設定した。
対象潮汐	M ₂ 、S ₂ 、K ₁ 、O ₁ 分潮を対象とした。	
潮汐境界条件	「日本沿岸潮汐調和定数表: 海上保安庁、平成4年」より調和定数を参考に設定。(地点: 広畑、北泊、鞆、新居浜)	
流入河川	粒子追跡計算対象となる25河川を設定 流量は国土交通省水文水質データベースの流量観測値および各河川における水位観測局の観測水位を基にH-Q式を用いて算出した。	
計算期間	30日間	出水時を含む2011年9月1日～9月30日とした。
タイムステップ	20(s)	CFL条件を満たす値を設定

計算範囲

数値シミュレーションは、広域（香川県全域を含む海域）と狭域（H25年度に海底堆積ごみ調査等を実施した鴨庄湾を含む海域）の2パターンで計算を行いました。

計算範囲は、図-1に示すとおりであり、広域計算では計算範囲を300m×300mのメッシュ（格子）に区分して計算を行った。狭域計算では、計算範囲を100m×100mのメッシュ（格子）に区分して計算を行いました。

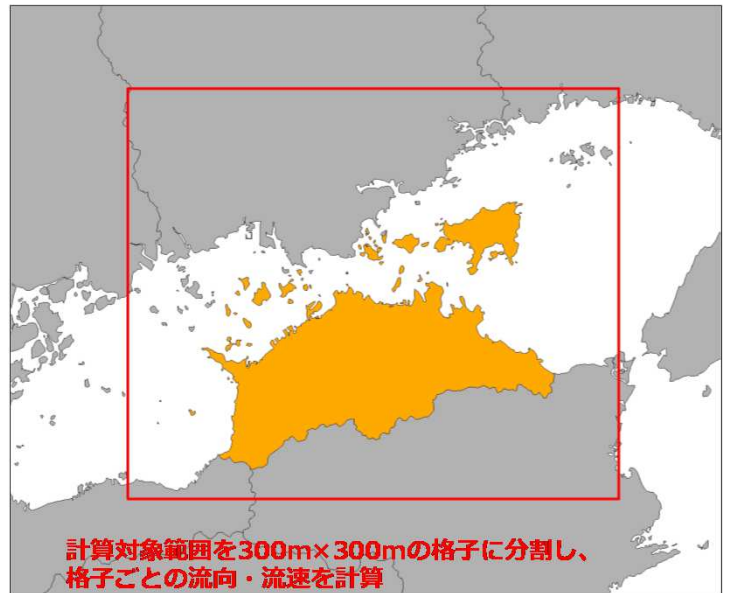


図-1 計算対象範囲

計算ケース

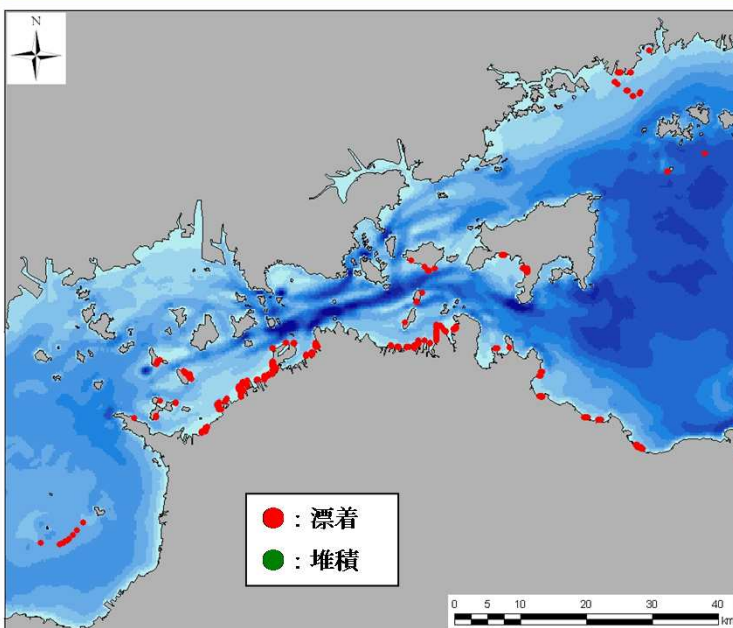
ごみの移動予測における予測ケースは、表-2に示す通りとしました。香川県内の河川からの流入ごみを対象としました。

表-2 予測計算ケースの一覧表

ケース名	対象ゴミと移動過程	計算対象
ケース①	漂流ごみのみを考慮(比重が小さく、ごみが沈まないと仮定)	広域計算範囲
ケース②	漂流ごみと堆積ごみの両方を考慮(比重がやや大きく、ごみが漂流しながら徐々に沈降・堆積すると仮定)	広域計算範囲

計算結果

ケース①: 漂流ごみ(沈まない)のみ



ごみの漂着場所の分布図

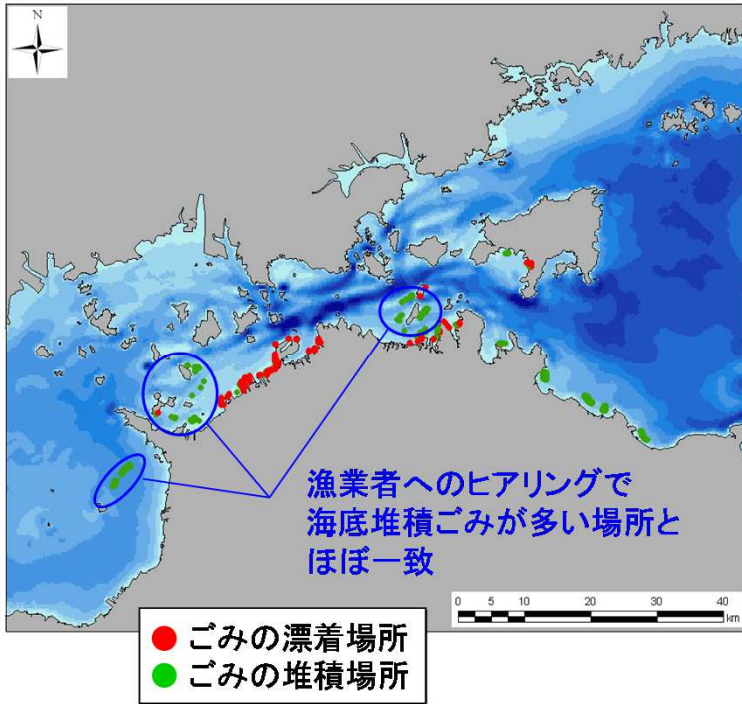
○一部は岡山県側、愛媛県側に漂着するが、ほとんどは県内に漂着する。

○沖合いの流れが速いところの河川では、流れに乗って沖合いの島など遠方に漂着する。

○沖合の流れが遅いところの河川では、河口付近に漂着する。

○多度津町～観音寺市にかけての県西部では、県内で発生した浮遊ごみの漂着が少ない。

ケース②: やや比重が重いごみ



ごみの漂着、堆積場所の分布図

○ほとんどは県内に漂着または堆積する。

○沖合いの流れが速いところの河川では、流れに乗って沖合いの島の付近に堆積する。

○沖合の流れが遅いところの河川では、河口付近に漂着または堆積する。

○全体的に、水深5～20m程度の比較的浅い場所にごみが堆積する傾向が見られた。

シミュレーションの結果をまとめると、図-2に示すとおりであり、漂流ごみが河口部付近に漂着しやすい河川も多いものの、河川によっては潮流によって大きく移動する傾向もみられました。

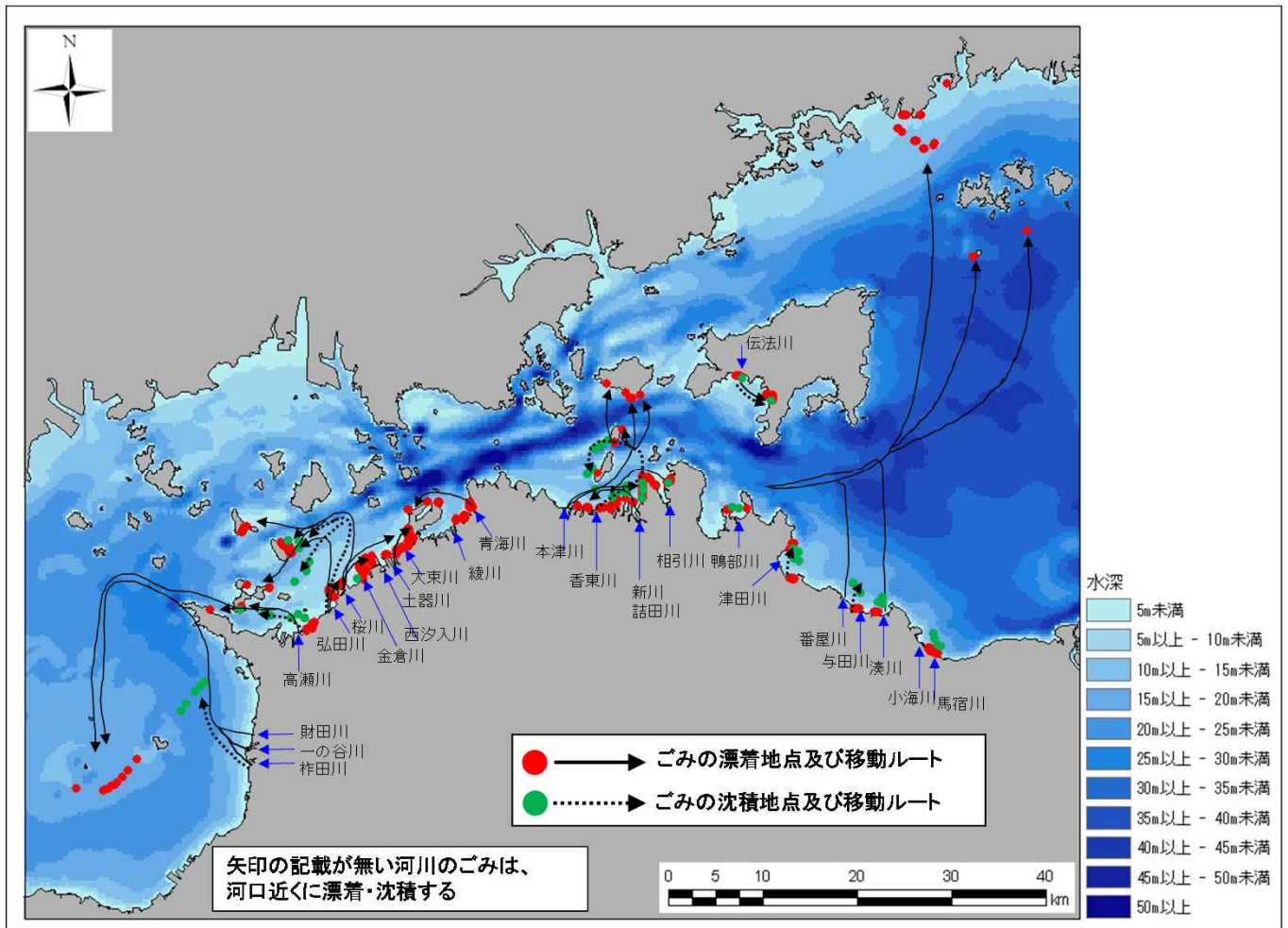


図-2 漂流ごみの移動ルート