

HF レーダー観測結果を用いた東京湾における漂流ゴミの輸送経路・流入期間の推定

東京都市大学 学生会員 ○森谷 拓実
東京都市大学 フェロー 村上 和男

1. はじめに

東京湾をはじめ様々な海域において、海面の漂流ゴミは船舶航行の妨げ、沿岸環境の悪化をもたらす原因の一つであり、効率の良い早期回収が課題である。

東京湾では国土交通省関東地方整備局の「べいくりん」を始め、多くのゴミ回収作業船により年間平均 $8,500\text{m}^3$ (2004～2008)¹⁾ の漂流ゴミの回収が行われている。湾内の漂流ゴミの輸送特性として、

- ・多くが河川起源であり、出水時に輸送量が卓越する²⁾。
- ・海面の収束部に集積され易い³⁾。

と報告されている。また、収束部の把握には表層流(深度約 0.5m までの流れ)の観測が重要である。つまり、広範囲かつ常時表層流況の観測が可能である海洋短波レーダー(HFR: High Frequency Rader)の利用が有効であると考えられる。

そこで、本研究の目的は東京湾における HFR の観測結果から漂流ゴミの輸送経路・流入期間を推定し、漂流ゴミ回収に役立てることである。

2. 使用データ

本研究では 2006 年 4 月～2007 年 12 月までの 1 時間毎の時系列表層流況データ⁴⁾ と「べいくりん」の漂流ゴミ回収記録を用いて分析を行う。図 2 に 2006 年の東京湾における HFR の設置箇所(▲)とその流れの解析地点(●)を示す。

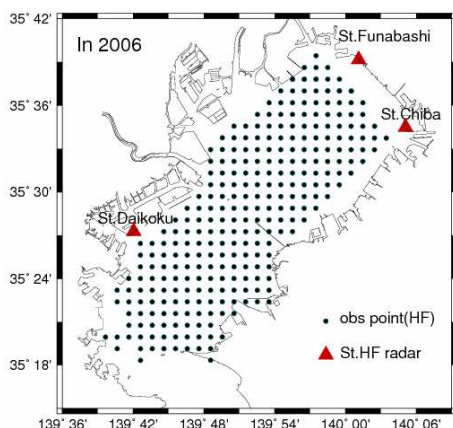


図 1: 2006 年 HFR の観測範囲

▲: HFR の設置箇所, ●: 流れの解析地点

キーワード 海洋レーダー, 漂流ゴミ, 移流拡散

河川出水時を考慮し、回収記録は 1～3 日前に降雨が確認された、2006 年 8 月 10～11 日、9 月 27～29 日、10 月 4～6 日、2007 年 4 月 23～25 日、5 月 28～31 日、6 月 1 日の計 16 日間の記録を用いる。また、この 16 日間に回収された漂流ゴミの内、延べ回収量の 8 割以上を占めるのが「葦・草」、「木片」、「竹」、「木材」である。これらのゴミは風圧流の影響が小さいことが特徴である⁵⁾。

3. 計算モデル

海面上など流速分布を持つ流速場では、輸送に加えて拡散が生じるため、漂流ゴミの輸送は移流拡散現象である。よって漂流ゴミの輸送は式 1a, 1b で表せる。

$$x_{t+1} = x_t + a_1 vel_{xt} \Delta t + a_2 w_{xt} \Delta t + a_3 l_{xt} \quad \text{式 1a}$$

$$y_{t+1} = y_t + a_1 vel_{yt} \Delta t + a_2 w_{yt} \Delta t + a_3 l_{yt} \quad \text{式 1b}$$

式 1a において、 x_{t+1} は輸送後地点の東西方向距離[m], x_t は基点からの東西方向距離[m], vel_{xt} は HFR 観測データから算出した輸送地点の東西方向推定流速[m/s], w_{xt} は東西方向推定風速 [m/s], l_{xt} はランダムウォークにより決定される拡散の東西方向成分[m], a_1, a_2, a_3 は各要素の係数であり、 $a_1=1, a_2=0, a_3=0.02$ を用いた。回収されたゴミの種類の割合から風圧流の影響は無しとした。HFR 観測データの整理の関係から Δt は 3600[s] である。同様に式 1b は南北方向成分を表す。

拡散の不確定性に着目し、モンテカルロ法を用いて解析を行う。プログラミング上で東京湾内の任意の HFR 観測点(流入河川の河口付近など)から仮想ゴミを放流し、漂流ゴミの移流拡散現象を再現する。計算結果とゴミ回収記録との整合性を検証することにより、湾内の漂流ゴミの輸送経路・流入期間を推定する。

4. 解析手法

放流された仮想ゴミには、放流日時から毎時観測された表層流観測データが与えられるため、同一地点からの放流でも、放流日時が異なれば輸送経路も変化する。

そこで、東京湾内の各主要流入河川(多摩川、隅田川、荒川、江戸川、鶴見川)から漂流ゴミが流入したと仮定し、

河川毎に放流日時を変化させて計算する。そして、回収作業時の回収エリアに、仮想ゴミが漂流する放流期間を流入河川毎に計算し、推定流入期間とした。計算条件を表 1 に示す。

5. 計算結果と考察

輸送結果の一例を図 2、結果のまとめを表 2 に示す。図 2 は江戸川から 8 月 9 日 8 時に放流した仮想ゴミの輸送結果であり、2006 年 8 月 10 日に回収された漂流ゴミの推定輸送経路である。図 2 より仮想ゴミが回収エリアに漂流していることがわかる。ここでは示さないが、表 2 の回収日: 8 月 10 日における、多摩川からの推定流入期間内である 8 月 10 日の 7 時に放流した仮想ゴミも、回収エリアへの漂流が確認されている。同様に、他の河川・回収日においても流入期間が算定できた。

表 2 より、推定流入河川数が多い回収日は、回収量も多い。流入期間に差はあるが、同じ回収エリアに異なる流入源からの漂流ゴミが集積したということである。これは海面に収束部が発達していたから³⁾だと推測でき、故に回収量も多かったと考えられる。逆に推定流入河川数が少ない日は回収量も少ないことが分かった。

また、2007 年 6 月 1 日の結果では、推定流入河川数は少ないが、江戸川の推定流入期間が 31 時間であり、他の流入期間と比べて長期的だった。よって、収束部が連続して発達していたから³⁾、流入河川数が少なくても回収量が多かったと考えられる。

6. まとめ

流入源を主要流入河川と仮定し、各ゴミ回収日に回収されたゴミの流入期間を推定することができた。回収量の多少と推定流入河川数・流入期間の関係から、実際の回収記録との整合性も概ね良好だった。

表 1: 計算条件

設定項目	設定値
ゴミ回収日時	2006.8.10, 2006.10.5, 2007.6.1
放流河川	多摩川, 隅田川, 荒川, 江戸川, 鶴見川
仮想ゴミ放流数	1000[個]

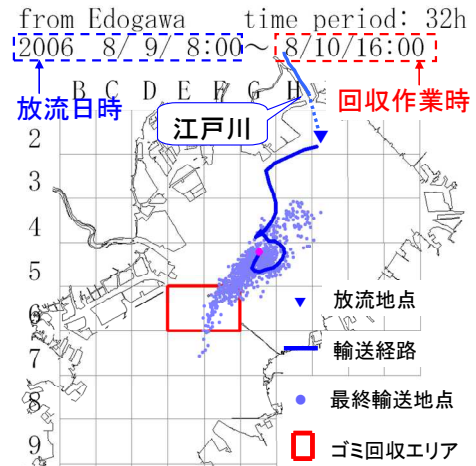


図 2: 仮想ゴミ輸送計算の例

(回収日: 2006 年 8 月 10 日, 放流河川: 江戸川,
放流日時: 2006 年 8 月 9 日 8 時)
▼: 放流地点, —: 輸送経路, ●: 最終輸送地点
□: ゴミ回収エリア

表 2: 各回収日における推定流入河川とその推定流入期間

		推定流入期間																
		多摩川		隅田川		荒川		江戸川		鶴見川								
回収日	回収量(m ³)	月	日	時	期間	月	日	時	期間	月	日	時	期間	月	日	時	期間	
2006.8.10	20.91	8	10	1	5h	8	9	20	2h	8	9	17	1h	8	9	7	1h	
				∫						∫					∫			
		8	10	6		8	9	22		8	9	18		8	9	8		
2006.10.5	2.83									10	3	6	7h	10	4	7	12h	
												∫						
										10	3	13		10	4	19		
2007.6.1	10.12									5	29	15	5h	5	29	15	31h	
												∫						
										5	29	20		5	30	22		

※表の斜線部は、流入河川から仮想ゴミを放流したが、回収エリアへの漂流が確認されなかったことを意味する。

参考文献

1. 戀塚貴: ゴミのない美しい海を目指して —漂流・漂着ゴミの現状と対策—, 国土技術政策総合研究所講演会講演集, 第 614 号, pp.99-118, 2010
2. 二瓶泰雄, 若月宣人: 洪水時河川における浮遊ゴミ輸送量計測の試み, 土木学会論文集 B, Vol.66, No.1, pp.19-24, 2010
3. 小澤裕介, 阿久津匠一, 村上和男: 海洋短波レーダ一による潮流測点と表層流の海上風による影響の平面分布特性, 海洋開発論文集第 27 巻, 2011
4. 東京湾環境情報センター: <http://www.tbeic.go.jp/> 2012/1/19 アクセス
5. 片岡智哉, 日向博文: 東京湾における推定ゴミ流入量の水平拡散係数に対する依存性, p.2, 国土技術政策総合研究所研究資料, 第 627 号, 2011