

海洋短波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

海域の漂流ゴミ等は船舶航行の妨げや沿岸環境の悪化をもたらす原因の一つである。したがって効率の良い早期回収が課題であり、そのためには漂流ゴミの流入源や流入時期、輸送経路の把握が重要である。漂流ゴミ等の輸送は表層流(深度約0.5mまでの流れ)により決定されるので、表層流を広範囲かつ常時観測が可能である海洋短波レーダー(High Frequency Rader, 以下HFレーダー)の利用が有効であると考えられる。

東京湾では国土交通省により、HFレーダーによる湾内の表層流況の観測が行われている。また、同省の清掃兼油回収船「べいくりん」を始め、多くのゴミ回収作業船により漂流ゴミの回収が行われている。これら湾内の漂流ゴミの輸送特性として、

- ・河川起源が多く、出水時に輸送量が卓越する¹⁾、
 - ・海面の収束部に集積され易い²⁾、
- と報告されている。

本研究では漂流ゴミの集積位置を予測するような、漂流ゴミ回収を早期化・効率化する回収支援システムの高度化を最終的な目的としている。その基礎的な研究として、東京湾におけるHFレーダーの観測結果から漂流ゴミの輸送経路・流入期間の推定を行い、漂流ゴミ回収記録との比較・検討を行った。

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³⁾と漂流ゴミ回収船「べいくりん」の回収記録を用いて分析を行う。図-1に2006年の東京湾におけるHFレーダーの設置箇所とその流れの解析地点を、表-1に用いた漂流ゴミ回収日を示す。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、計16日間の記録を用いた。この16日間に回収された漂流ゴミの種類別割合を調べた結果、「葦・草」、「木材・木片」、「竹」、「海草」、「ビニール類」が全回収量の93.2%を占めていた。これらは水面上へ露出する部分が小さく、風による影響が小さいゴミである⁴⁾。

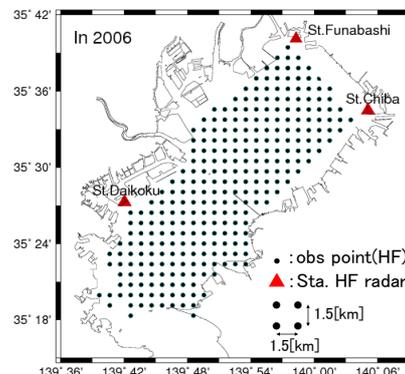


図-1 2006年 HFレーダーの観測範囲

表-1 研究対象の回収日

回収日	2006	8.10～11, 9.27～29, 10.4～6
	2007	4.23～25, 5.28～6.1

3. 分析方法

(1)計算モデル

漂流ゴミの輸送を、流れによる作用、風による作用、拡散の3つからなる移流拡散現象として式(1a)、(1b)で表した。

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

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

式(1a)において、 x_t は基点からの東西方向距離[m]、 vel_{xt} はHFレーダー観測データを用いて算出した東西方向推定流速[m/s]、 w_{xt} は東西方向風速[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 はパラメーターである。それぞれの値は、漂流ゴミは表送流により運ばれるので $a_1=1$ 、回収された漂流ゴミの種類割合から風圧流の影響は無しとしたので $a_2=0$ 、 a_3 は複数回の計算より得た最適値(=0.02)を用いた。HFレーダー観測データは1時間毎であるため Δt は3600[s]である。同様に式(1b)は南北方向成分を表す。

計算上で仮想ゴミ(質量がゼロの粒子)を用いて漂流ゴミの輸送を算定した。拡散状況はランダムウォークの不確定性に着目し、モンテカルロ法を用いた。なお、流入源は湾内に流入する主要流入河川(多摩川、隅田川、

キーワード 海洋レーダー、漂流ゴミ、移流拡散、東京湾

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 東京都市大学 TEL: 03-5707-0104 E-mail: g1281718@tcu.ac.jp

荒川, 江戸川, 鶴見川)とし, それぞれの河口付近の HF レーダー観測点から放流した.

(2)流入期間の推定方法

計算上で, 湾内に仮想ゴミを放流し, 放流日時から 1 時間毎のタイムステップで輸送計算をする. 仮想ゴミの流れによる輸送は, 放流日時における HF レーダー観測流速から与えて計算する. したがって同一の放流地点でも, 放流日時が異なれば用いる HF レーダー観測流速が異なるので, 計算結果も異なる. そこで, 放流日時を変化させて仮想ゴミの輸送計算を行い, 輸送経路と漂流分布を算出する. そして「べいくりん」の漂流ゴミ回収作業時の回収エリアに, 仮想ゴミが漂流する放流日時の期間を推定流入期間とした.

4. 計算結果と考察

計算結果の一例として, 漂流ゴミ回収日:2006 年 8 月 10 日の分析結果について記す. 表-2 に, 漂流ゴミ回収日:2006 年 8 月 10 日に回収された漂流ゴミの, 流入河川とその流入期間の推定結果を示す. 表中の斜線部は, 放流日時を変化させて流入河川から仮想ゴミを放流したが, 回収エリアへ漂流が確認されなかったため, その河川からの流入は無しとしたことを意味する. 表-2 より, この回収日には 3 つの河川から複数の期間にわたって輸送された漂流ゴミが回収され, その回収量が多いことが分かる. また図-2 に, 推定に用いた仮想ゴミの輸送経路図の一部を示す. 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.

東京湾内の漂流ゴミは表層流の収束部に集積され易い²⁾との報告から, 分析結果の比較・検討のために, 漂流ゴミ回収作業時における海面の収束・発散計算を行った. 図-3 は回収日:2006 年 8 月 10 日 13 時(回収作業時)の海面収束・発散の強さの度合いを, HF レーダー観測結果を用いて平面図化した図であり, 赤色が強い収束を, 青色が強い発散を表している. 図-3 より, 本研究では回収作業時の回収エリアにおける収束部の発達は確認できなかった. 収束部の規模, 及び位置は時間的に変動しており, 収束部へのごみの集積との関連は今後の検討課題としたい.

5. 結論

漂流ゴミ回収船「べいくりん」により回収された漂流ゴミの輸送経路・流入期間が推定でき, HF レーダーの表層流況データによる漂流ゴミの輸送経路の予測及び予測結果の漂流ゴミ回収への利用の可能性が示唆された.

表-2 推定流入河川とその推定流入期間

(回収日:2006 年 8 月 10 日)

回収日	回収量(m ³)	推定流入期間						
		多摩川		隅田川		荒川		
2006/8/10	20.91	8/7 9:00	4h	斜線部	8/7 9:00	9h		
		8/7 13:00			8/7 18:00			
		8/10 1:00	5h		8/9 20:00	2h	8/9 17:00	2h
		8/10 6:00			8/9 22:00		8/9 19:00	

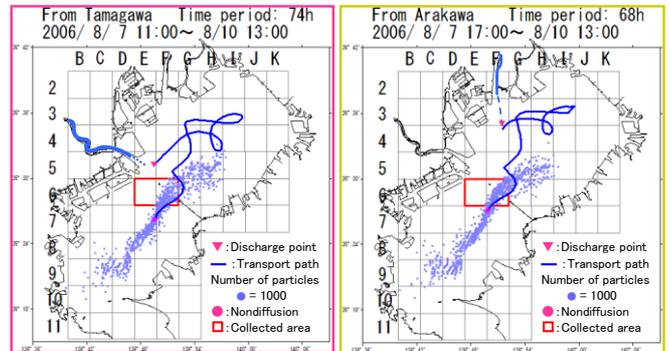


図-3 推定流入河川毎の仮想ゴミ輸送経路

(回収日:2006年8月10日)

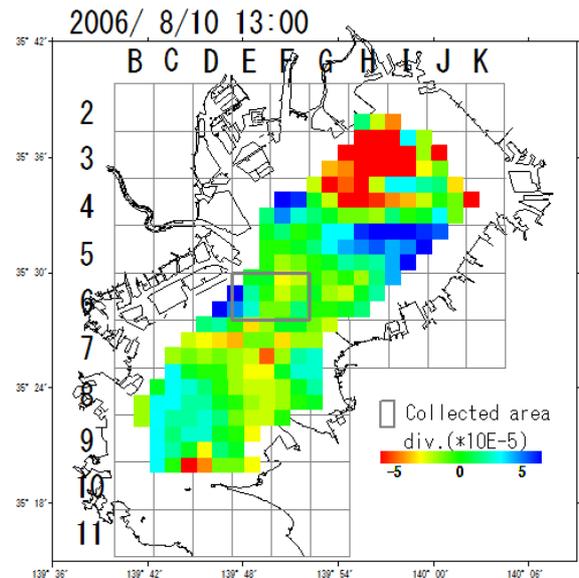


図-2 収束部平面分布図(2006 年 8 月 10 日 13 時)

参考文献

- 1) 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.
- 2) 小澤裕介, 阿久津匠市, 村上和男:海洋短波レーダー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.
- 3) 東京湾環境情報センター: <http://www.theic.go.jp/> (最終アクセス日:2012.03.29)
- 4) 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, pp.1-17, 2011