

リアルタイム粒子追跡システムの ブイ放流実験による精度検証

西田 修三¹・太田 智也²・入江 政安³・岡田 輝久²・
野田 巖⁴・湯浅 楠勝⁴・宇城 真⁴・小野 健⁵

¹ 正会員 大阪大学教授 大学院工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-1)
E-mail: nishida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

² 学生会員 大阪大学 大学院工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-1)

³ 正会員 大阪大学准教授 大学院工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-1)
E-mail: irie@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁴ 国土交通省近畿地方整備局 神戸港湾空港技術調査事務所
(〒651-0082 神戸市中央区小野浜町 7-30)

⁵ 正会員 いであ株式会社 大阪支社環境調査・技術部 (〒559-8519 大阪市住之江区南港北 1-24-22)

筆者らは大阪湾における流動および浮遊ゴミの挙動予測を行うために、リアルタイム流況再現・予測システムを構築している。本研究では、現地において河口からのゴミ流出を想定したブイ放流実験を行い、再現予測計算の精度の検証を行った。検証に当たり、リアルタイムで取得している観測風から海上風を推定する手法の改良を行った。検証の結果、システムの出力する流速は、概ね現地調査の観測値の傾向を捉えることができた。ブイの漂流経路とシステムによる仮想粒子の軌跡を比較したところ、4ケースの追跡予測の中で最大6.3kmの差が見られた。追跡予測に用いている流速の最適な水深を検討するために、ブイの軌跡と比較した結果、計算結果の第1層流速および抵抗板の中心に相当する水深15cmの補間流速値を用いた場合、水表面流速より良い再現性を示した。

Key Words : ROMS, Osaka Bay, HF oceanic radar, real-time simulator, marine litter

1. はじめに

大阪湾や東京湾といった閉鎖性内湾において、出水時に河川から多く流入する流木、プラスチック製品といった浮遊ゴミは生物への悪影響、船舶の安全航行の阻害といった問題を引き起こす。国土交通省では、海洋環境整備船を用いて浮遊ゴミの回収作業を行っているが、天候や作業時間の制約が伴うため、回収効率の向上が求められている。これまでも沿岸域におけるゴミ問題に関する研究調査報告がなされてきた。磯部ら¹⁾は海岸の漂着ゴミのモニタリング技術や発生源の推定技術の開発を行い、片岡ら²⁾は東京湾におけるゴミの流入量の推定や流入起源の推定を行った。また、海洋レーダーによる表層流動の観測も行われており、浮遊ゴミの挙動予測に利用されてきた^{3)~6)}。さらに近年では、東京湾や大阪湾、伊勢湾のような閉鎖性内湾の沿岸域において、水質や流況のモニタリングシステムが整備されつつあり、観測データを海洋モデルに同化することで、より精度の高い流況水質

の再現も試みられてきた^{7),8)}。このような観測データの充実やモデルの精度向上も背景にあり、リアルタイムで浮遊ゴミの集積状況をより正確に推測することが可能になりつつある。筆者らは、海洋モデルROMS(Regional Ocean Modeling System)を用いてHFレーダーによる表層流速分布を同化しつつ、国土交通省や気象庁など複数機関の観測データを取り込みながら、リアルタイムで流況の再現と予測、さらに仮想粒子の追跡予測を行うシステムを開発している。本研究では、まず既往のシステムにおける風の入力条件の算出方法に改良を加え、その妥当性を検討した。次に現地において、ブイの放流実験を行い、改良したシステムの流動計算の検証および粒子追跡予測の精度検証を行った。また、ゴミの挙動予測に及ぼす表層シアの影響を把握するために、水深の異なる流速データを用いて粒子追跡計算を行い、ブイの漂流軌跡の再現精度への影響について解析を行った。

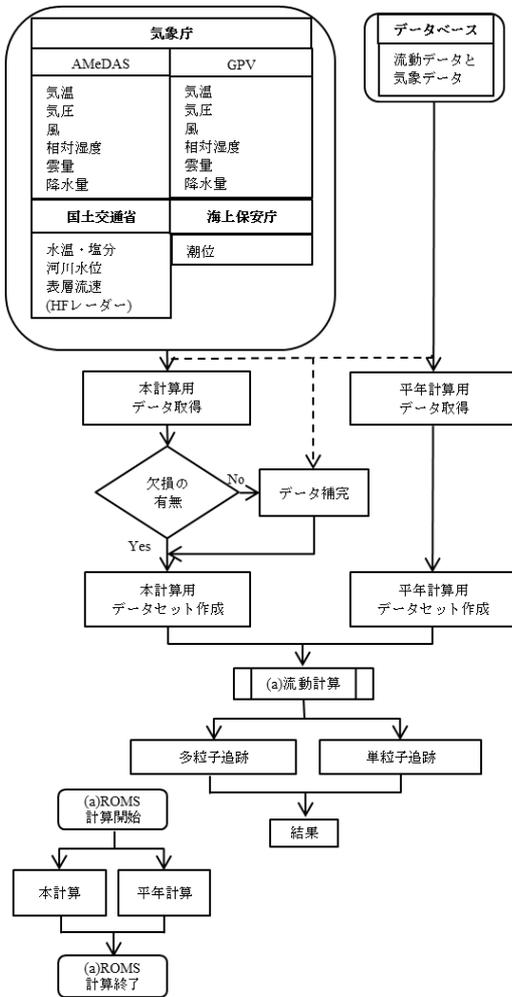


図-1 取得データと計算フロー

2. リアルタイム流況予測・粒子追跡システムの概要と改良

(1) リアルタイム予測システムの概要

a) 対象領域と使用モデルの概要

本研究の対象領域である大阪湾は南西から北東方向にかけて長軸をもつ楕円形の閉鎖性内湾であり、北東の湾奥部には一級河川の淀川や大和川が流入している。本研究で使用した流動モデル Regional Ocean Modeling System(ROMS)は自由水面底面適合座標系の静水圧3次元流動モデルである⁹⁾⁻¹¹⁾。本研究の対象領域である大阪湾においても、ROMSによる解析は多く行われている^{12),13)}。計算格子は東西方向86、南北方向73に分割し、格子の大きさは地形が複雑な湾奥で500m、湾中央から湾西部で1kmとしている。鉛直方向はs座標系(拡張型σ座標系)により層厚の異なる20層に分割している。

b) 計算フローと計算条件の概要

図-1にシステムの計算フローと取得データを示す。本システムは、複数機関の観測データの取得、3次元流動モデルによる流動計算、浮遊粒子追跡モデルによる粒子追跡計算、インターネット上への結果の出力の4段階

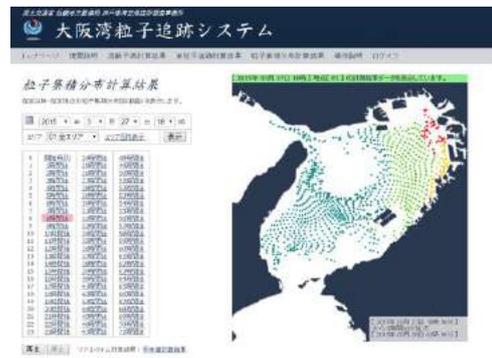


図-2 システムの公開例 (集積分布計算結果)

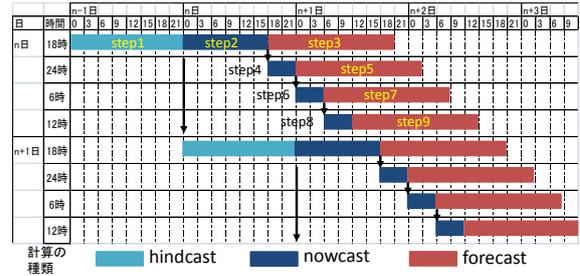


図-3 計算の種類と手順

表-1 各計算における条件設定

項目	hindcast	nowcast	forecast
気圧・気温・湿度・風・雨量	AMeDASの観測値		GPV予測値
雲量	地上気象観測値		GPV予測値
日射量	地上気象観測値		GPV予測値
水温・塩分	大阪湾水質定点観測値による補正值		直前の値を用いた推定値
潮位	観測値による補正值		天文潮位
河川流量	Dynamicwaveモデルによる計算値または年平均流量		一定値
同化用表面流速	大阪湾海洋短波レーダーによる観測値		同化なし

により構成されている。システムは最大現在から72時間先までの流動計算を実行し、単粒子追跡結果、図-2に示すように、多粒子追跡による粒子集積分布を出力する。粒子追跡方法は式(1)に従う。

$$Y^{t+\Delta t} = Y^t + v\Delta t + R\sqrt{2K_h\Delta t} \quad (1)$$

ここで、 v は流動計算結果の表層の流速値である。 v は計算格子間隔に得られるため、粒子位置の流速を周囲の格子の流速値から逆距離補間によって求め適用する。 Y^t は時間 t における粒子位置である。追跡時間間隔 Δt は10分とした。右辺第3項は拡散項であり、 R は平均0標準偏差1の乱数、 K_h は水平拡散係数である。本研究では単粒子追跡により精度検証を行うため、右辺第3項は無視した。システムの初期設定では、 v に第1層流速を用いており、潮汐と水深により流速出力水深が時空間的に変化することから、後述のように、ブイ放流実験においてその妥当性を検証する必要がある。図-3に計算の種類と手順、表-1に各計算の条件設定を示す。計算の種類は再現実計算である hindcast, nowcast, 予測計算である forecast の

3種類である。hindcastは各観測機関の確定値のみを用いる計算である。nowcastはリアルタイムで更新される観測値とGPV予測値を用いる計算である。forecastは主にGPV予測値を用いる計算である。各機関の観測データの更新間隔を考慮し、9つの計算ステップを設定している。気象庁のAMeDASの前日分の確定値が各日15時頃に公開されることから、hindcastは毎日18時(step1)に起動し、確定値を用いて前日分の再現計算を行う。nowcastは、hindcastの計算結果を初期値として、毎日0時(step4)、6時(step6)、12時(step8)、18時(step2)の4回計算を行う。forecastは、nowcastの計算結果を初期値として予測計算を行う。

計算条件を表-2に示す。河川流入は流量の大きい淀川については河口より約25km地点における枚方の水位から求めた流量を上流端条件としてdynamic waveモデルを用いて下流流量を求め、流入条件として与えた。その他の河川は年平均流量を与えている。風の外力条件は後述するが、大阪湾周辺の1時間ごとに更新される風速観測値をKriging補間して与えた。

(2) 海上風の算出方法の変更

ROMSによる流動計算では外力条件として風による海面境界条件を与える必要がある。海上風を予測する手法として、大気モデルを用いる方法の他、マスコンモデルを用いる手法¹⁴⁾や複数の風速観測値を補間して求める方法¹⁵⁾などがある。本システムはリアルタイムに計算を実行するため、計算負荷を抑える目的で後者の方法を選択しており、計算領域周辺の陸上での風速観測値に1.5~1.8程度の一定値の補正係数を乗じてKriging補間することにより海上風を推定していた。図-4に大阪湾周辺の風向・風速観測地点を示す。大阪湾では、湾奥部において海上の風況観測が充実しつつあり、陸上風速観測値と合わせて利用することが望ましい。双方のデータを用いて補間を行う場合、陸上風速観測値が海上風速観測値に比べて小さい傾向にあることや周辺の地形の影響を受けていることを考慮する必要がある。そこで今回の検討では、陸上の風速観測値から海上風を推定する際の補正係数を一定値でなく観測地点ごとに求めた。さらに年間の風向出現率が5%以下である風向の観測値を除いたうえで、計算領域全体へKriging補間を行った。以下に補正係数の算出方法を示す。まず式(2)に示す風ベクトル相関係数rを算出した。各陸上風観測地点と最も相関係数の大きい海上風観測地点との2013年1年間の平均風速比を基に各地点の補正係数を決定した。

$$r = (V_i \cdot V_j \cdot \cos(\theta)) / (\sum V_i \cdot V_j) \quad (2)$$

ここで、 V_i, V_j は*i, j*地点における1時間間隔の風速時系列データ、 θ は*i, j*地点における風速ベクトルのなす角である。

表-3に観測地点の風ベクトル相関係数を示す。阪南地

点ではすべての相関係数が0.5以下を示したため、海上風の計算ではこの観測データは用いないこととした。改良後の風場の妥当性を確認するために検証を行った。検証には関空MT局、淀川河口、大阪港波浪観測塔の3地点の海上風速観測値を用いた。

表-2 流動モデルの計算条件

格子数	東西方向86；南北方向73	
格子間隔	鉛直方向20	
コリオリパラメータ	沖側1km；湾奥側500m	
差分時間間隔	8.2606×10 ⁻⁵ rad	
開境界条件	潮位	実測潮位
	水温・塩分	付近の観測データから推定
河川流入条件	河川数	淀川・大和川を含む22河川
	淀川	Dynamicwaveモデルより算出
	その他	年平均流量
表面外力条件	風	大阪湾周辺の観測値のKriging補間
	気象	アメダスデータ(大阪)

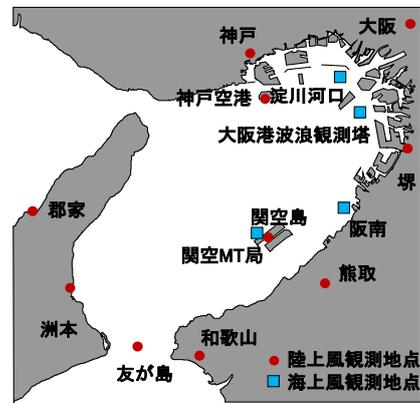


図-4 大阪湾における風速観測地点

表-3 大阪湾における主要風速観測地点の風ベクトル相関係数

堺	0.84																		
熊取	0.61	0.73																	
洲本	0.53	0.57	0.64																
神戸空港	0.78	0.81	0.64	0.62															
関空島	0.74	0.81	0.83	0.75	0.83														
友が島	0.43	0.51	0.67	0.82	0.60	0.76													
和歌山	0.61	0.68	0.72	0.66	0.66	0.80	0.77												
淀川河口	0.59	0.56	0.45	0.46	0.65	0.61	0.52	0.44											
大阪港	0.81	0.85	0.68	0.59	0.86	0.83	0.53	0.68	0.65										
関空MT	0.71	0.77	0.79	0.75	0.82	0.91	0.78	0.78	0.65	0.84									
阪南	0.32	0.38	0.44	0.34	0.38	0.46	0.41	0.36	0.40	0.38	0.47								
大阪																			
堺																			
熊取																			
洲本																			
神戸空港																			
関空島																			
友が島																			
和歌山																			
淀川河口																			
大阪港																			
関空MT																			

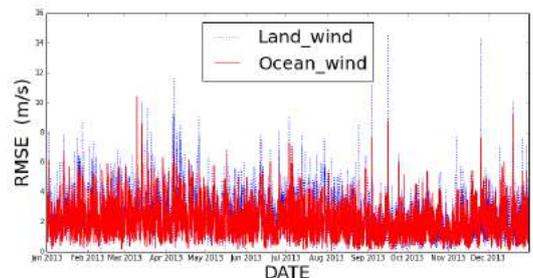


図-5 2013年1年間の海上風速観測地点における風速のRMSE時系列変化；青線は陸上での風速観測値のみを用いる方法、赤線は海上での風速観測値を加えて補正し補間する方法

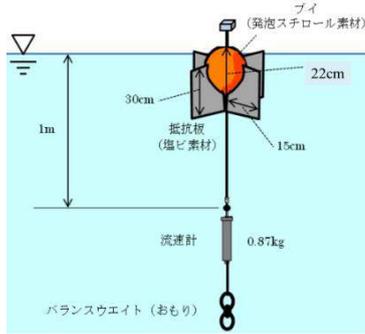


図-6 実験に用いたGPSブイの形状

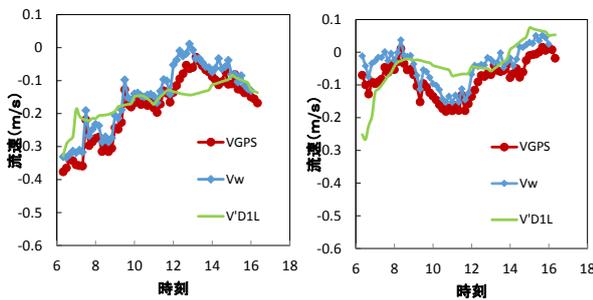


図-7 淀川河口より放出したブイの流速 v_{GPS} , v_w と v'_{D1L} の時系列変化(18日)

図-5に検証地点の観測値と大阪湾周辺の陸上風観測値のみを用いて算出した推定値の二乗平均平方根誤差RMSE(青線), および検証地点の観測値と検証地点を除外した12地点の観測値を用いて算出した新しい推定値とのRMSE(赤線)の時系列変化を示す。今回用いた海上風速観測値を考慮する手法の方が、概ねRMSEが低下する傾向が得られた。

3. ブイ追跡によるシステムの精度検証

(1) ブイ放流実験の概要

2013年の10月18日と10月27日にGPSブイの放流実験を行った。18日の観測時間中は降水がなく、15日の降雨の影響も少なく、河川流量は平水流量であった。また日中は北東風が連吹していた。27日は前日の出水の影響を受けて流量が多い状況であった。浮遊ゴミの多くは河川から流入するため、流量の大きい淀川と大和川の河口2地点を初期放流地点とし、両日ともに午前6時前後にブイを放流し、午後17時前後に回収した。放流実験に使用したGPSブイの形状を図-6に示す。ブイは直径205mm、長さ221mmの楕円体状の発泡スチロール製の浮体を有し、重量0.745kg、浮力5.3kgである。ブイには水表面から長さ30cm、幅15cmの抵抗板を取りつけた。

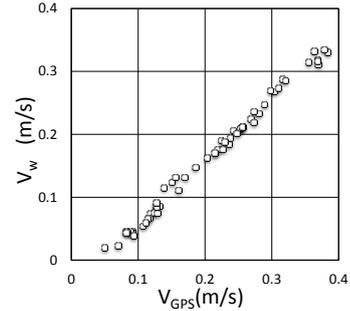


図-8 淀川河口より放流したブイの v_{GPS} と v_w の絶対値の比較(18日)

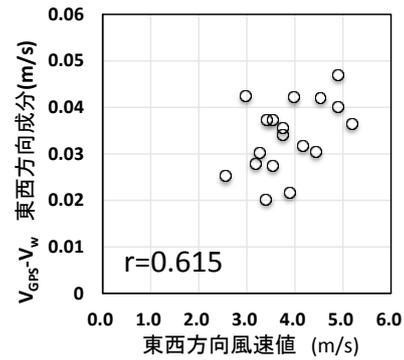


図-9 $v_{GPS}-v_w$ の東西方向成分と船上で観測した東西方向風速値の比較(18日)

ブイへ直接働く風の抗力を抑えるためにバランスウェイトを取り付け、水表面上に出る量の調整を図った。ブイに取り付けたGPSによって測定された10分毎の座標データから、ブイの移動速度 v_{GPS} を求めた。また、ブイ下部には電磁流速計を取り付け水深1mの相対速度を測定し、 v_{GPS} とベクトル合成して水深1m流速 v_w を求めた。また、監視船上で、約30分間隔でブイ近傍の風向・風速の測定も行った。

(2) 観測流速値とシステムの出力流速値の比較

図-7に18日淀川河口より放流したブイで測定された流速 v_{GPS} , v_w と同位置同時刻におけるシステムの第1層流速値 v'_{D1L} の経時変化をあわせて示す。 v'_{D1L} は現地流速 v_{GPS} , v_w の傾向を概ね捉えているものの、時間帯によっては10cm/s程度の差が生じていることが分かる。 v_w に比べて、 v_{GPS} の方がわずかに大きいものの、同様の変動傾向を示している。18日に淀川河口より放流したブイの v_{GPS} と v_w の絶対値の比較を図-8に示す。観測期間を通して v_{GPS} は v_w より3.0~5.0cm/s大きい値を示している。図-9に v_{GPS} と v_w の東西方向の流速差と船上にて測定した風速の東西方向成分の比較を示す。両者の相関係数は0.615を示し、相関が認められた。これらの結果より、 v_{GPS} と v_w の差にはブイの海上部分に波の影響や他の効果に加えて、

風応力による流速の鉛直シアの影響が含まれていることが推察される。

(3) 追跡結果の比較

現地観測により得られたブイの移動経路と第1層流速 v'_{D1L} を用いて算出された仮想粒子の追跡結果を比較した。図-10に18日、27日の観測ブイの軌跡と v'_{D1L} より算出された仮想粒子の追跡結果を示す。18日に淀川河口から放流されたブイの軌跡の差異は最終到達位置において約2.5kmを示した。大和川河口から放流されたブイに関しては追跡開始後数時間で軌跡に大きなずれが生じ、以降の追跡ではその差が拡大し続け最終到達位置においては約6.3kmの差が現れた。同様に27日に淀川河口および大和川から放流されたブイに関しては、最終到達位置の差異はそれぞれ2.7kmおよび1.7kmであった。

(4) 表層流速シアの検討

浮遊ゴミは一般に表層流速によって漂流すると考えられるが、どの水深の流速の影響を強く受けて漂流するかは浮遊ゴミの形状や重量、喫水深により異なる³⁾。本システムでは、粒子追跡計算に流動計算結果の第1層流速を用いている。その定義水深はs-座標系(拡張型σ座標系)を用いているため全水深に依存し、本研究の対象領域ではおよそ0.02cm~50cmの範囲で変化する。このようにブイの位置と潮時により第1層流速の定義水深が変化するため、第1層流速の適用が最適であるかの検討が必要である。ここでは、粒子追跡計算において3つの異なる水深の流速 v'_{D1L} , v'_{D0} , v'_{D15} を用いて軌跡の比較を行った。図-11に各流速の外挿・内挿方法を示す。流動計算より第1層流速 v'_{D1L} および第2層流速 v'_{D2L} が得られる。この2つの流速 v'_{D1L} , v'_{D2L} を用いて、水面まで外挿を行い水面流速 v'_{D0} を得る。また、内挿もしくは外挿により抵抗板の中心である水深15cm位置の流速 v'_{D15} を得る。

18日、27日の計4回の放流実験と追跡計算によって得られた最終到達位置の相対距離誤差 Δy , およびその観測ブイの移動距離 y_{GPS} に対する比 $\Delta y / y_{GPS}$ についてそれぞれ3つの流速を用いた結果を表-4に示す。 v'_{D0} を用いた場合は、 v'_{D1L} , v'_{D15} を用いた場合より大きな誤差を示した。今回の検証ケースでは、流速は外挿によって求めており、速度分布の影響を顕著に受けるため、シアが発達している場合にはその算定精度が大きく低下することが予想される。 v'_{D1L} と v'_{D15} を比較すると誤差に大きな差異は認められない。これは今回の追跡計算の領域では計算第1層の定義水深が7~14cmであり、水深15cm流速との差がほとんどなかったためと考えられる。今回のケースでは使用した形状のブイの挙動の再現に第1層流速を用いても再現精度にほとんど影響を及ぼさなかったが、第1層流速を用いることの妥当性を示すためには必要とされる精度も勘案しさらなる検討が必要と考えられる。

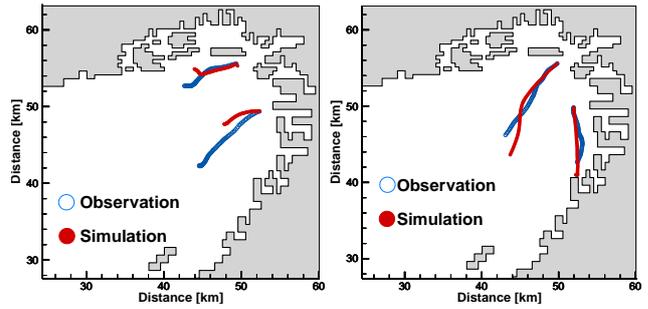


図-10 観測ブイの軌跡と v'_{D1L} による仮想粒子の追跡結果 (左: 18日 右: 27日)

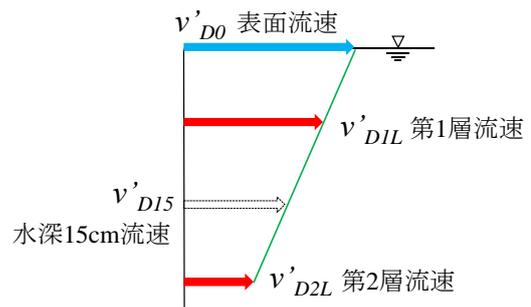


図-11 流速の内挿・外挿の概念図

表-4 前後到達位置の誤差 Δy , 移動距離 y_{GPS} に対する比 $\Delta y / y_{GPS}$

		Δy (km)			$\Delta y / y_{GPS}$ (km)		
		v'_{D0}	v'_{D1L}	v'_{D15}	v'_{D0}	v'_{D1L}	v'_{D15}
18日	淀川	2.4	2.5	2.6	32.5	34.9	35.6
	大和川	6.1	6.3	6.4	57.9	59.9	60.6
27日	淀川	5.1	2.7	1.9	44.5	23.2	16.6
	大和川	3.7	1.6	1.7	50.9	22.9	23.2
平均値		4.3	3.3	3.1	46.4	35.2	34.0

4. おわりに

本研究では、構築したリアルタイム流況予測・粒子追跡システムの外力条件の1つである海上風の入力データの改良を行った上で、現地でのブイ放流実験によりその精度の検証を行った。

海上風と陸上風の特徴を加味し補正処理を行った上で、計算に使用する風場を推定し、システムに利用した。改良後の風場の妥当性を検討するため、2013年を対象に3地点の風速観測値を基に二乗平方平均誤差(RMSE)により評価を行い、RMSEが低下したことが確認された。

粒子追跡システムの精度検証のためにGPSブイによる現地放流実験を行った結果、概ね現地調査の傾向が再現されたが、ブイの最終到達位置の誤差は1.7~6.3kmを

示し、依然として改善の余地は残されていた。

また、速度シアと風速には相関が確認され、表層部の鉛直シアの影響を把握するために水深の異なる流速計算値を用いて粒子追跡の検証を行った。その結果、外挿して算出される水表面流速を用いる場合に比べて、ブイの抵抗板の中心水深(15cm)の流速と第1層流速を用いた方が観測ブイの軌跡を良く再現することが分かった。今後、ブイの喫水や風波の作用等も検討し、より精度の高く、かつリアルタイムで運用する上での計算負荷を抑えた操作性の良いシステムの構築に向けて改良を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 磯部篤彦, 日向博文, 清野聡子, 馬込伸哉, 加古真一郎, 中島悦子, 小島あずさ, 金子博: 漂流・漂着ゴミと海洋学—海ゴミプロジェクトの成果と展開—, 沿岸海洋研究, 第49巻, 第2号 pp.139-151, 2012.
- 2) 片岡智哉, 日向博文: 漂流ゴミ流入量に対する逆推定手法の東京湾への適用性と推定結果の水平拡散係数依存性, 沿岸海洋研究, 第49巻, 第2号, pp.113-126, 2012.
- 3) 日向博文, 諸星一信, 金津伸好: HF レーダーによる漂流ゴミ回収効率化の試み, 沿岸海洋研究 第45巻, 第2号, pp.105-114, 2008.
- 4) 多田彰秀, 中村武弘, 竹之内健太, 染矢真作, 坂井伸一, 坪野考樹, 水沼道博: DBF 海洋レーダ観測に基づく諫早湾湾口部の表層流動特性について, 海岸工学論文集, 第54巻, pp.391-395, 2007.
- 5) 坂井伸一, 松山昌史, 坪野考樹, 森信人, 中辻啓二, 西田修三, 中池悦郎, 谷川陽祐: DBF レーダによる沖ノ瀬環流域の広域流動観測 海岸工学論文集 第51巻, pp.1416-1420, 2004.
- 6) 中辻啓二, 西田修三, 清水隆夫, 坂井伸一, 松山昌史, 坪野考樹, 森信人: 浮遊物の挙動予測に向けた海洋レーダーの適用性評価 海岸工学論文集 第51巻, pp.1436-1440, 2004.
- 7) 入江政安, 岡田輝久, 西田修三: 4次元変分法による流速鉛直分布のデータ同化, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.2, pp.I_506-I_510, 2013.
- 8) 入江政安, 藤井裕司, 岡田輝久, 西田修三: 海洋レーダーによって観測される表面流速の4次元変分法を用いたデータ同化, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.2, pp.I_501-I_505, 2013.
- 9) Shchepetkin, A. F., McWilliams, J. C.: A method for computing horizontal pressure-gradient force in an oceanic model with a nonaligned vertical coordinate. *Journal of Geophysical Research - Oceans*, 108(C3), 3090, 2003.
- 10) Shchepetkin, A. F., McWilliams, J. C.: The Regional Ocean Modeling System: A split-explicit, free-surface, topography following coordinates ocean model, *Ocean Modelling*, 9, pp.347-404, 2005.
- 11) Haidvogel, D.B., Arango, H., Budgell, W.P., Cornuelle, B.D., Curchitser, E., Di Lorenzo, E., Fennel, K., Geyer, W.R., Hermann, A.J., Lanerolle, L., Levin, J., McWilliams, J.C., Miller, A. J., Moore, A.M., Powell, T.M., Shchepetkin, A.F., Sherwood, C.R., Signell, R.P., Warner, J.C., Wilkin, J.: Regional Ocean Forecasting in Terrain-following Coordinates: Model Formulation and Skill Assessment, *Journal of Computational Physics*, Vol.227, pp.3595-3624, 2008.
- 12) 森信人, 佐地泰昭, 中尾正喜, 石川貴司, 重松孝昌, 矢持進: 数値シミュレーションを用いた大阪湾への都市廃熱放出の影響評価, 海岸工学論文集, 第55巻, pp.1346-1350, 2008.
- 13) 森信人, 佐地泰昭, 重松孝昌, 中尾正喜, 矢持進, 間瀬肇: 海洋モデルによる気象変動を考慮した大阪湾への都市廃熱放出の影響評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, pp.1296-1300, 2010.
- 14) 山口正隆, 渡辺健, 畑田佳男: 大阪湾における海上風の平面分布特性について, 海岸工学論文集, 1981
- 15) 柴木秀之, 後藤智明, 陸上地形の影響を考慮した内湾海上風の推算モデル, 海岸工学論文集, 第40巻, pp.166-170, 1993

ACCURACY VERIFICATION OF REAL-TIME FLOW AND PARTICLE TRACKING SIMULATOR BY BUOY EXPERIMENT

Shuzo NISHIDA, Tomoya OTA, Masayasu IRIE, Teruhisa OKADA
Iwao NODA, Kusakatsu YUASA, Makoto USHIRO and Takeshi ONO

We have been developing a real-time current simulation system in order to clarify drifting process of marine litters supplied from a backland and to facilitate their removal. In this study, GPS buoy experiments were carried out to verify the accuracy of the system. Estimation scheme of wind velocity components are modified for better reproducibility. The system outputs were mostly able to trace buoy drifting in terms of flow velocity. The distance between neutral particle and observation buoy was 6.3km at maximum in results of release of four buoys. Computed horizontal flow velocity in the first surface layer, which are used for prediction in our simulator, and at 15cm deep can be used to predict buoy drifting better than that interpolated at sea surface.