

南シナ海における河川起源マイクロプラスチック粒子の3次元広域海洋輸送について

松下 晃生¹・内山 雄介²・高浦 育¹・小裕 大地³

¹学生会員 神戸大学 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: kou.9757.ars@gmail.com

²正会員 神戸大学教授 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

³正会員 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
(〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1)

重要な地球環境問題の一つである海洋マイクロプラスチック汚染の実態解明に向けて、南シナ海を対象とした高解像度3次元海洋流動再解析値を用いて大河川から供給されるマイクロプラスチック粒子を模したLagrange中立粒子の3次元追跡実験を行った。粒子の移流分散特性とその形成機構を検討し、河川起源粒子の大半は南シナ海に長期間残留すること、分散パターンにはモンスーンに伴う季節差が大きいこと、エクマン輸送による沿岸沈降の影響を受けて大陸縁辺部の陸棚斜面を下降して深海汚染が顕在化している可能性などの幾つかの重要な知見を得た。

Key words: river-derived microplastics, Lagrangian particle tracking, ROMS, South China Sea

1. はじめに

近年、海洋マイクロプラスチック汚染の問題は重要な地球環境問題の一つとして広く認識されつつある¹⁾。プラスチック片が劣化・微細化して直径5 mm以下となったマイクロプラスチック粒子は海洋中を漂流し、海洋生物による誤食などを通じて生態系に大きな影響を与える可能性が指摘されている。すでに全世界の表層から深層の海洋においてマイクロプラスチックの存在が確認されているが、その形成過程や輸送過程、海洋表層からの消失過程²⁾などに関しては未解明な部分が多い。特に、海洋深層がマイクロプラスチックの主要な堆積場となっているという報告もあり³⁾、疎らな観測を補うためにも海洋モデリング技術を用いた海洋表層から深層までを含めたマイクロプラスチック輸送過程の解明が急務である⁴⁾。

全世界のプラスチックゴミの海洋への主要な排出源は河川であり、その総量は年間約200万トンと推計されている⁵⁾。人口密度が高く、廃棄物処理施設が未発達な地域を集水域とする河川ではプラスチックゴミの排出量が多く、特にアジア地域における排出量は全世界の約67%にも達する。中でも南シナ海に河口を持つ大河川の幾つかは世界の河川の中でもトップ20以内の排出量を有するが⁶⁾、北太平洋などと比較すると南シナ海での研究事例はかなり少ない⁷⁾。最近の現地観測によって南シナ海の広範囲でマイクロプラスチック汚染が進行している可能性が示されており^{8,9)}、南シナ海の大河川から排出され

たマイクロプラスチックの海洋での3次元輸送・分散過程を把握することは、南シナ海だけではなくその接続海域である東シナ海や日本近海におけるマイクロプラスチック汚染を評価する際にも重要となる。そこで本研究では、南シナ海に河口を持つ主要4河川の河口付近を放出源とした3次元Lagrange中立粒子を1年間にわたって放出し、南シナ海におけるマイクロプラスチックの3次元輸送過程を詳細にモデル内で再現し、季節変動特性や地形的な特徴を踏まえた中長期の広域的な輸送パターンの存在とその形成メカニズムを考察した。

2. 研究方法

(1) ダウンスケーリング3次元海洋モデル

本研究では、水平解像度5 kmのHYCOM-ROMSダウンスケーリング海洋流動モデル¹⁰⁾による3次元流速(10日毎)を用いて解析を行った(計算領域は図-1、計算条件は表-1を参照)。HYCOM-ROMSダウンスケーリングモデルは、水平解像度1/12度の3D-Varデータ同化全球海洋再解析値HYCOM+NCODA GOFS 3.0 GLBu 0.08 expt. 90.6-91.2 (<https://hycom.org> 参照)による日平均出力の3次元流速、塩分・水温、水位を時空間的に内挿して側方境界条件・初期条件とし、領域海洋循環モデルROMS(水平解像度5 km、鉛直40層)へone-way offlineネスティングしたものである。ROMSの海上風にはGPV-GSM(6時間毎解析値)、海面での熱・放射・淡水フラックスにはNOAA-COADS月平均気候値、河川流量には月平均気候

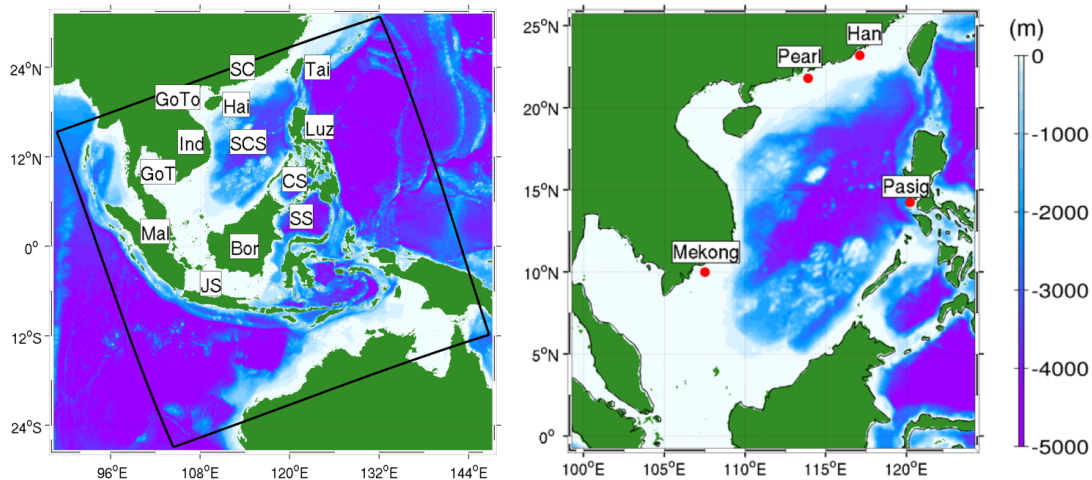


図-1 左図：南シナ海を中心とした研究対象海域および水深（カラー，m），黒枠はROMS計算領域，右図：南シナ海周辺の拡大図。記号は主要な海域（SCS：南シナ海，CS：セレベス海，SS：スールー海，JS：ジャワ海，GoT：タイランド湾，トンキン湾：GoTo）と地名（SC：中国南部（華南），Hai：海南島（中国），Phi：フィリピン，Vic：ベトナム，Mal：マレー半島，Kal：カリマンタン島）。右図中の赤丸は南シナ海主要4河川の河口付近に設定した粒子の放流源であり，Pearl：珠江（中国），Han：韓江（中国），Pasig：パシッグ川（フィリピン），Mekong：メコン川（ベトナム）。

表-1 HYCOM-ROMS南シナ海モデルの計算条件

計算期間	2011年1月16日–2015年12月31日
格子数	1024×1024×鉛直40層
水平解像度	約5km（Oblique Mercator 投影法）
時間解像度	180s（baroclinic モード）
側方境界条件	HYCOM+NCODA（1日平均値）
海上風	気象庁 GVP-GSM（6時間値）
海面フラックス	NOAA-COADS（月平均気候値）
海表面温度・塩分	HYCOM-SST, SSS（20日平均値）
河川流量	Daiら（2009）による月平均気候値
海底地形	SRTM30 Plus データ
調和定数（潮汐）	TPXO 7.0 による主要 10 分潮

値を用い，潮汐には全球調和定数TPXO 7.0による主要10分潮を与えた。その他のモデリングの詳細については既報^{6,7)}を参照されたい。本モデルは，人工衛星データ等との比較を通じて，総観規模や中規模現象における再現精度は十分に高いことを確認済みである^{6,7)}。

(2) 粒子追跡モデル

このHYCOM-ROMS再解析による3次元流速を用いて3次元Lagrange中立粒子追跡⁸⁾を実施した。マイクロプラスチックは元来は正の浮力を有するが，劣化の過程で生物付着によって負の浮力を獲得すると言われ，鉛直挙動に関して不明な部分がありにも大きい。本研究では不確実性を排除し，最もシンプルな条件で解析するべく，粒子の浮力は考慮しないこととした。粒子の放流源はプラスチック排出量の多い主要4河川（珠江・韓江（中国），パシッグ川（フィリピン），メコン川（ベトナム））の河口域とした³⁾。粒子の初期位置は，表層粒子を仮定して水深0.5 mとし，さらに近傍場初期拡散を考慮して河口域に半径25 kmの円形パッチを定義してその中に等間

隔で配置した。2012年1月1日から12月31日までの1年間，各放流源から12時間ごとに粒子を放出し，放出後は少なくとも3年後までの粒子位置を追跡した。各放流源から放出する粒子の総数はそれぞれ約50,000個である。

粒子の位置，速度は初期位置 \mathbf{a} ，移流時間 τ の関数として表現され， n 番目の粒子の位置は次式で表される。

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \mathbf{X}_n(\tau, \mathbf{a}) = \mathbf{U}_n(\tau, \mathbf{a}) \quad (1)$$

$\mathbf{U}_n(\tau, \mathbf{a})$ は n 番目の粒子のLagrange流速である。粒子の速度は粒子位置におけるEuler流速を用いて次式で表す。

$$\mathbf{U}_n(\tau, \mathbf{a}) = \mathbf{u}[\mathbf{X}_n(\tau, \mathbf{a}), t_n + \tau] \quad (2)$$

$\mathbf{u}(\mathbf{x}, t)$ は任意の位置 \mathbf{x} ，時間 t におけるEuler流速であり， t_n は n 番目のLagrange粒子の放出時間を示す。これらの2式を用いて計算期間最後の2015年12月31日，あるいは粒子が計算領域外に出るまで粒子の追跡を行った。また，本研究では広域的なマイクロプラスチック輸送過程に焦点を当てるためビーチング（海岸への漂着による移動停止）は無視し，不確実性を排除するためにrandom walkによる粒子の擬似拡散も考慮しないこととした。

3. 粒子追跡計算結果

(1) 3次元Lagrange中立粒子追跡

Lagrange 中立粒子追跡の結果の一例として，2012年の1年間にわたって放出した粒子の2013年末における粒子の水平位置を示す（図-2）。全ての放流源から放出された粒子は，南シナ海中央部の広範囲に分散しつつも，ある程度の塊として輸送される。水深200 m以浅の大陸棚（図-1参照）と沖合海域では粒子分布特性が明確に異なり，より多くの粒子が沖合に滞留している。また，パシッグ川から放出した粒子はスールー海に多く分布し，メ

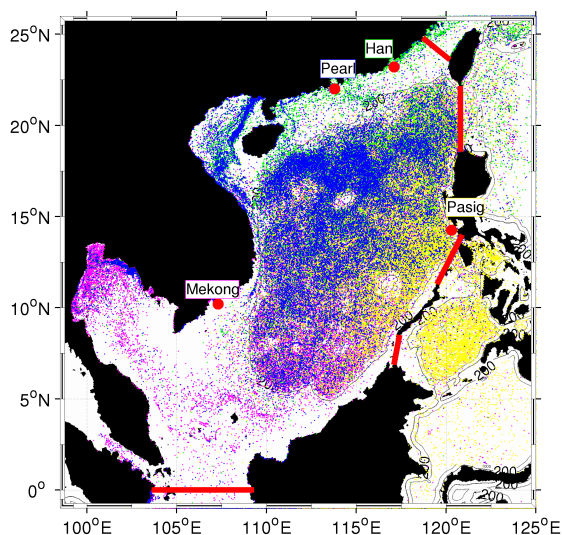


図2 南シナ海の領域設定(赤線:南シナ海境界)と2013年末における粒子の水平位置。青、緑、黄、紫はそれぞれ珠江、韓江、パシッグ川、メコン川の河口を放流源とするマイクロプラスチック粒子を表す。

コン川から放出した粒子はタイランド湾奥、珠江と韓江から放出した粒子は中国華南沿岸の大陸棚やトンキン湾といった浅海域にも輸送された様子が確認できる。

(2) 南シナ海に残留する粒子

図2に示す赤線の内側の海域を南シナ海と定義し、移流時間に対する南シナ海に残留した粒子の割合(残留率と呼称)を求めた(図3)。いずれの河川から放出された粒子も、移流時間が1年以上経過しても南シナ海への残留率が非常に大きいことが分かる。メコン川、珠江、パシッグ川から放出した粒子はそれぞれ移流時間が1,000日を経過しても7割から8割を超える粒子が、韓江から放出した粒子に関しても半数以上が南シナ海に残留する結果となった。したがって、南シナ海の大河川から流出したマイクロプラスチックは、その大半が南シナ海内に残留し、南シナ海におけるマイクロプラスチック汚染に対して継続して寄与している可能性が高い。

4. マイクロプラスチックの輸送特性

(1) Lagrangian PDF

Lagrange 中立粒子追跡結果を用いて、南シナ海におけるマイクロプラスチックの輸送過程をより定量的に解析するため、以下のようにLagrangian PDF⁸⁾を算出した。

$$f'_x(\xi; \tau, \mathbf{a}) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \delta(\mathbf{X}_n(\tau, \mathbf{a}) - \xi) \quad (3)$$

ここに、 N : 粒子の総数、 δ : デイラックのデルタ関数、 τ : 移流時間、 ξ : \mathbf{X}_n に対する標本空間である。すなわちLagrangian PDFとは、移流時間 τ に対して与えられる粒子の変位に関する確率密度関数である。さらに次式を用いて離散的なPDFを半径 R ($=25\text{km}$)の円形パッチに

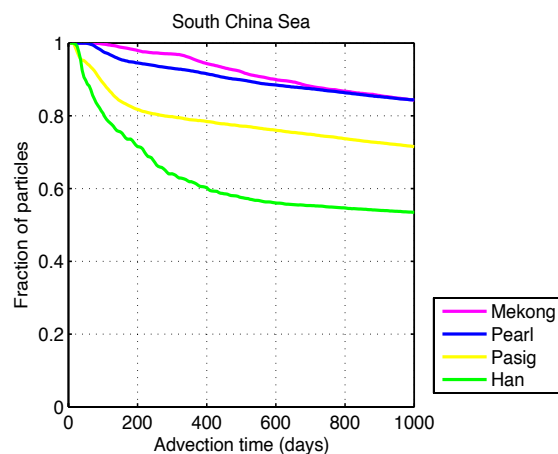


図3 主要4河川ごとの移流時間(横軸)と南シナ海に残留する粒子の割合(縦軸、残留率)。

対する空間平均Lagrangian PDFに変換する。

$$f'_x(\xi; \tau, \mathbf{a}) \approx \frac{1}{\pi R^2} \int_{|r| \leq R} f'_x(\xi; \tau, \mathbf{a} + \mathbf{r}) d\mathbf{r} \quad (4)$$

最後に、上式(4)の f'_x に対して等方ガウシアン空間フィルタ G を施して平滑化する。

$$f_x(\xi; \tau, \mathbf{a}) \approx \int_{-\infty}^{\infty} G(\mathbf{x} - \xi) f'_x(\xi; \tau, \mathbf{a}) d\mathbf{x} \quad (5)$$

以下では、この平滑化されたLagrangian PDF f_x を用いてマイクロプラスチックの輸送特性を考察する。

(2) 季節変動

南シナ海の平均流動場は、海域内の大陸側で発達するアジアモンスーンの影響を強く受ける⁹⁾。特に中国からインドシナ半島沿岸では、南西風卓越期(4~9月ごろ)には北東方向、北東風卓越期(10~3月ごろ)には南西方向の流れが発達し、南シナ海全体の流れ場、ひいては粒子輸送にも少なからぬ影響を及ぼすことが予見される。

そこでまず、4月~6月(春季)、10月~12月(秋季)の各3ヶ月間に放流した全粒子の移流時間60日後におけるLagrangian PDFの空間分布を示す(図4)。一見して粒子の分散特性には強い季節性が存在することが確認できる。これは季節風であるアジアモンスーンの影響を反映したものであり、中国・インドシナ沿岸におけるマイクロプラスチックは、南西風卓越期(春夏)には北東方向、北東風卓越期(秋冬)では南西方向への輸送が強化されている。

春季に放出された粒子は南西風による移流効果によって北東方向への輸送傾向が強く現れる(図4左)。メコン川・パシッグ川から放出した粒子は南シナ海中央部へ輸送され、特にメコン川起源粒子は河口域や陸棚域を離れて広域に薄く分布している。珠江・韓江からの粒子は中国沿岸部および台湾海峡を經由して東シナ海方面へ輸送される傾向にあるが、大陸棚上での流速が比較的緩慢

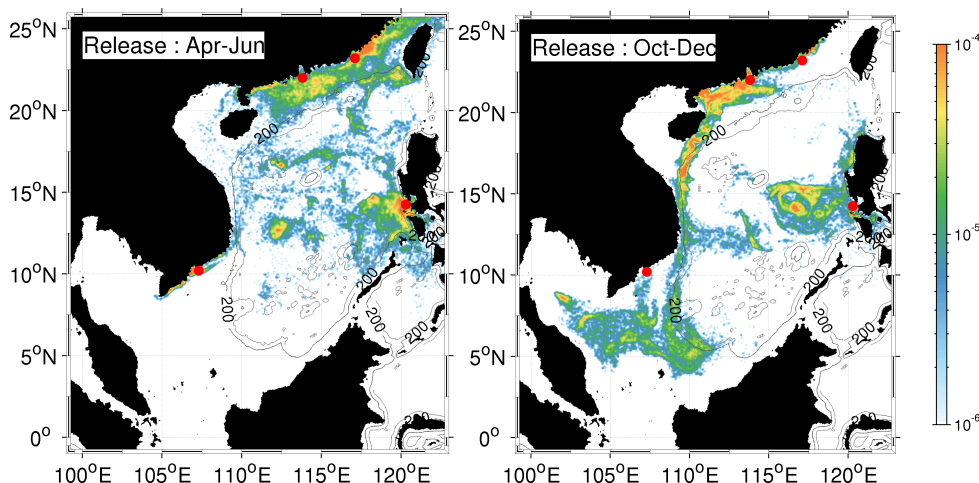


図4 移流時間 60 日後における主要 4 河川からの Lagrangian PDF (全水深鉛直積分値) 合計値の水平空間分布(カラー). 粒子の放出期間は(左図)4-6 月, (右図)10-12 月, 赤丸は放出源を表す. コンターは水深 200m, 1,000m, 3,000m の等深線.

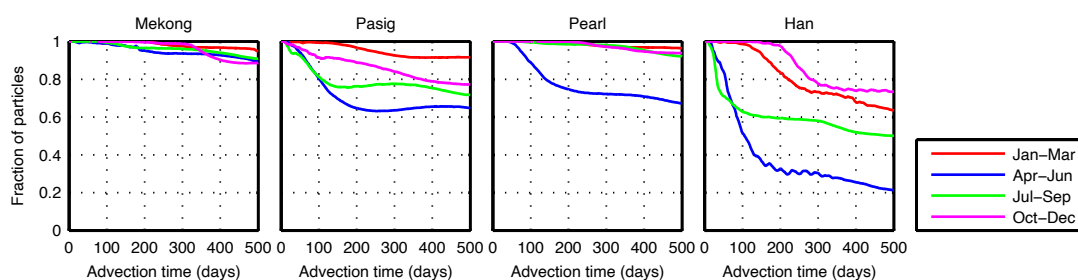


図5 主要 4 河川ごとの移流時間(横軸)と南シナ海に残留する粒子の割合(縦軸, 残留率). カラーは粒子放流時期ごとの時系列を表しており, 冬(1-3 月, 赤), 春(4-6 月, 青), 夏(7-9 月, 緑), 秋(10-12 月, マゼンタ)である.

であるため, 多くの粒子が沿岸域にとどまっている.

一方, 秋季は春季よりも粒子がそれほど水平的に分散せず, まとまって一方向へと輸送される傾向が顕著である(図4 右). 珠江・韓江・メコン川起源の粒子はあまり分散されずに, 概ね水深 200~1,000m の陸棚斜面に沿って南西方向へ輸送されている. 珠江・韓江からの粒子は海南島を超えてインドシナ半島東岸に達したものも多い. メコン川起源の粒子は珠江・韓江粒子よりも水平分散距離が長く, 南シナ海南部の陸棚斜面を超えてタイランド湾内に広範囲に分布している. なお, 図4 は主要 4 河川からの Lagrangian PDF 合計値であるが, 各河川ごとに求めた Lagrangian PDF から上記の傾向を確認している.

パシッグ川起源粒子は春季・秋季ともに南シナ海中央部に輸送されるが, 秋季のほうが南西方向の輸送が卓越して PDF 値の大きな暖色系ピークが西側に偏り, より南シナ海中央部への遠距離輸送が生じている. この季節差は海上風に伴うエクマン輸送によって説明される. すなわち, 南西風(春季)に伴い東向きに発達するエクマン輸送によって, 表層水と粒子群はフィリピン沿岸に押し付けられるが, 逆に北東風時(秋季)は西向きエクマン輸送が強化されるため, 粒子はより離岸して南シナ海中央部方向への輸送が強化されるものと解釈される.

(3) 季節ごとの南シナ海残留率

3. (2)と同様に図2のように検査線を設定し, 河川起源マイクロプラスチック粒子の南シナ海への残留率の季節差を定量的に評価する. ここでは粒子の放出期間を冬季(1~3 月), 春季(4~6 月), 夏期(7~9 月), 秋季(10~12 月)に分け, 各季節に放出した全粒子の南シナ海への残留率を移流時間の関数として求めた(図5).

メコン川から放出した粒子は, 季節による輸送方向の差とそれに起因する残留率の違いはあるものの, 移流時間が 500 日以上にわたって全ての季節で 9 割近い粒子が南シナ海に残留する. パシッグ川の残留率はそれよりもやや低く, 春夏により低下する傾向があるものの, 全ての季節で 6 割以上の粒子が南シナ海に残留する. なお, 図2, 4 から, パシッグ川から南シナ海外に輸送される粒子の多くはスルー海に流出すると考えられる. 珠江, 韓江起源粒子の残留率にはメコン川起源粒子と同様に明瞭な季節差が見られ, 南西風卓越期の春季には北東方向への沿岸輸送が強化されて台湾海峡を経由した系外への流出が顕著となり, 南シナ海への残留率が大きく低下している. この傾向は領域最北部に河口を有する韓江起源粒子により顕著に見られる. 珠江起源粒子は, 春季放出の場合は移流時間 500 日後でも南シナ海に 6 割強残留するのに対して, 韓江起源粒子は 2 割(春季)から 5 割(夏季)ほどしか残留しない. 一方, 北東風卓越期

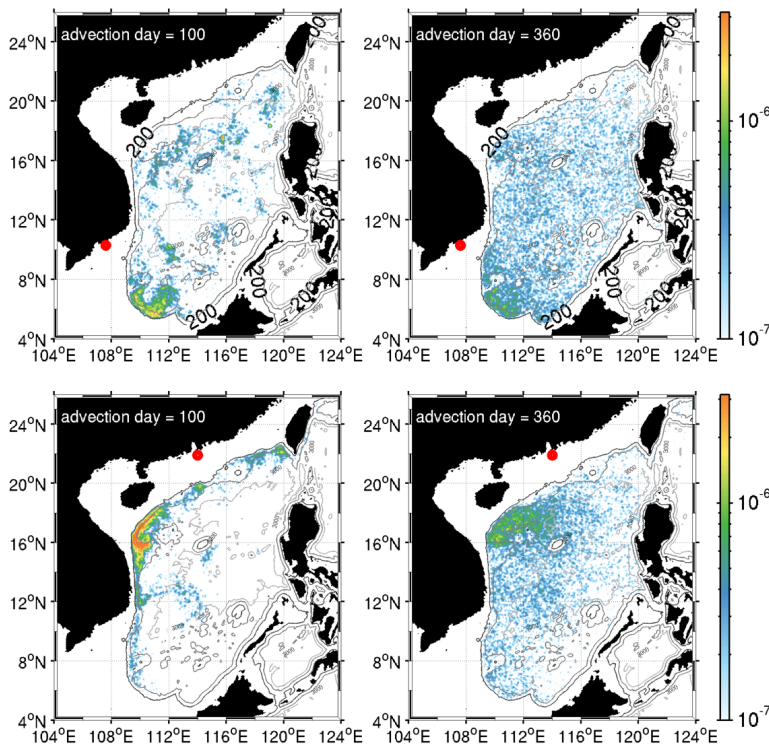


図-6 水深帯 200-1000 m における Lagrangian PDF 鉛直積分値の空間分布(カラー)。(上)メコン川, (下)珠江から 2012 年 1 年間放流した結果。(左)移流時間 100 日後, (右)360 日後。赤丸はそれぞれの放流源, 黒コンター線は 200m, 1000m, 3000m 等深線。

間である秋冬季では珠江, 韓江起源粒子の残留率は高く, 南シナ海に 7 割程度以上残留する結果となった。

以上のように, 放流河川や季節によって粒子挙動は大きく異なるが, 全体的に主要 4 河川起源のマイクロプラスチック粒子の多くは南シナ海に残留する傾向が強い。系外に流出するケースでは移流時間約半年程度までに残留率が大きく低下するが, 残留率が高いケースでは半年周期で残留率が変動する場合があるものの, 概して流出初期の系外流出の割合が低いという特徴がある。つまり, 河川から流出してから数カ月間の沿岸域での流動が残留率に対して大きな影響を与えているものと考察される。

(4) 海洋深層へのマイクロプラスチック輸送

南シナ海中国華南沿岸部の大陸棚斜面(水深約 200 m)では, 採取した全ての魚類の体内からマイクロプラスチックが検出されたことが報告されている⁴⁾。このことは海洋垂表層より深い水深帯でマイクロプラスチック汚染が深刻化している可能性を示唆している。そこでマイクロプラスチック粒子の 3 次元的な挙動と深海への移行過程を評価するために, Lagrangian PDF をいくつかの水深帯ごとの鉛直積分値として求め, 解析を実施した。

図-6 は 2012 年の 1 年間にわたってメコン川および珠江から放出した全粒子のうち, 移流時間 100 日および 360 日後に水深 200m から 1,000m に存在する粒子の Lagrangian PDF 鉛直積分値の空間分布を示している。まず, 移流時

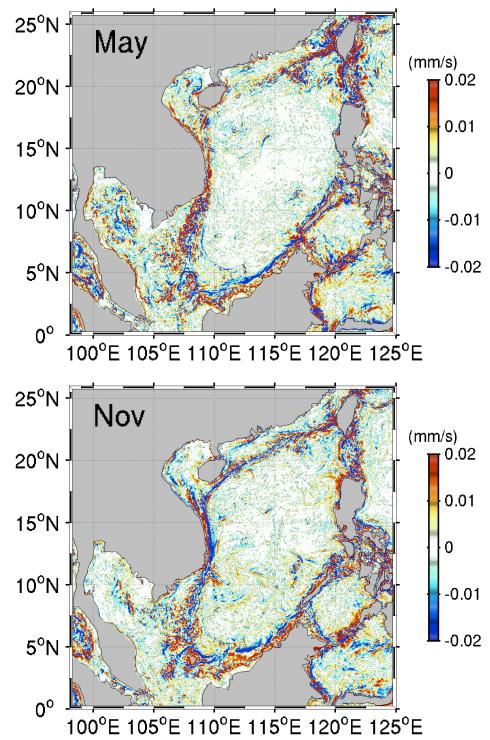


図-7 水深 10m における月別鉛直流速分布(2012-2013 年平均値)。(上)5 月 (下)11 月。赤系色は上昇流, 青系色は下降流を表す。

間 100 日後においては, メコン川起源粒子(図-6 左上)は南シナ海陸棚斜面の南縁海域に, 珠江起源粒子(図-6 左下)は中国・海南島南部からインドシナ半島東部にかけて集積していることが分かる。いずれの河川起源粒子も, 移流時間 360 日後には 100 日後における Lagrangian PDF ピーク位置を保持したまま南シナ海の中層以下の深層に広く輸送・分散される(図-6 右)。粒子放流直後に陸棚斜面付近に集積するパターンは秋季における全層 Lagrangian PDF 分布(図-4 右)と対応しており, 長期的に南シナ海中央部に広く分布する傾向は 2013 年末の粒子位置分布(図-2)と整合している。

このような水平輸送および深海部への移行過程の発生機構を理解するために, 水深 10m における月別平均鉛直流速を求めた(図-7)。全体的に見ると陸棚斜面近傍(水深 200~1,000 m)およびルソン海峡などの海峡部において鉛直流速が強化されており, 特に 11 月(秋季)に中国・海南島付近からインドシナ半島東岸にかけての陸棚斜面に沿って下降流が広範に発達している(図-7 下)。秋季は北東からの季節風に伴って南西向きの沿岸流が強化されるが, 同時に海上風に伴うエクマン輸送によって表層水は北西(大陸)方向へ輸送され, 大陸棚斜面に押し付けられて沿岸沈降を生じ, 沖向き底層流が陸棚斜面を下降することを示している。一方で, 5 月(春季)の鉛直流速分布(図-7 上)には 11 月のような下降流は不明瞭であり, ほぼゼロ(中国・海南島沿岸)か,

弱い上昇流（インドシナ半島沿岸）が生じている。これは春季の南西風に伴うエクマン輸送によって表層水が南東（沖合）方向に輸送されるため、沿岸湧昇による表層への輸送が卓越することを示している。

河口部において海洋表層に供給された粒子は、季節風によって水平輸送されるとともに、秋冬季の沿岸沈降によって中国からインドシナ半島にかけての陸棚斜面を下降しながら深海部へと移行し、弱い深層平均流によって輸送されて南シナ海深層部に広域的に徐々に分散するものと解釈される。この傾向は秋冬季に放出された粒子により顕著に見られるものと推察される。つまり、珠江・漢江起源粒子は秋季モンスーンによって沿岸部を南下しながら海南島沖などで深層へ輸送され、メコン川起源粒子は沖合へと移流分散しながらインドシナ半島沖で速やかに沈降していく。南シナ海は浅い大陸棚に囲まれたすり鉢状の海底地形を有しており（図-1）、一旦深層へと移行した粒子は容易には表出できない構造になっている。そのため、中層以下の深海域において河川起源マイクロプラスチックが広く分布している可能性が高く、そのことが生物調査結果⁴⁾に反映されたものと考えられる。

5. おわりに

HYCOM-ROMS 再解析値を用いた Lagrange 中立粒子追跡を行い、南シナ海における河川起源のマイクロプラスチック粒子の3次元海洋輸送を解析した。水平輸送方向にはモンスーンの影響による強い季節性が見られ、春季は北東方向、秋季は南西方向への輸送が卓越した。同時にエクマン輸送に伴う沿岸沈降によって、特に大陸棚斜面において深海部への輸送が強化されることが示された。一度沈降したマイクロプラスチック粒子の大半は南シナ海のすり鉢状の海底地形による制約を受けるため、南シナ海内の中層以下に大量に残留することが確認された。したがって、河川起源粒子は南シナ海深層の広範囲に達し、観測が困難な深海にまで深刻なマイクロプラスチック汚染が進んでいる可能性が示された。

なお、マイクロプラスチック粒子の浮力や、生物付着などに伴う沈降過程を考慮した場合は、水平移流距離や最終分布形状に少なからぬ違いが生じると予想される。しかしながら、現時点ではマイクロプラスチック粒子挙動を記述する合理的で画一的なモデルは存在せず、今後の研究の進展が待たれる。

謝辞：本研究は科学研究費（18H03798, 19H00782）の援助を受けた。

参考文献

- 1) Isobe, A., Iwasaki, S., Uchida, K. and Tokai, T.: Abundance of non-conservative microplastics in the upper ocean from 1957 to 2066, *Nature Communications*, Vol. 10, Article number 417, 2019.
- 2) Woodall, L.C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G.L.J., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A.D., Narayanawamy, B.E. and Thompson, R.C.: The deep sea is a sink for microplastic debris, *R. Soc. open sci.*, 1: 140317, 2014.
- 3) Lebreton, L.C.M., van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A. and Reisser, J.: River plastic emissions to the world's oceans, *Nature Communications*, Vol. 8, Article number: 15611, 2017.
- 4) Zhu, L., Wang, H., Chen, B., Sun, X., Qu, K. and Xia, B.: Microplastic ingestion in deep-sea fish from the South China Sea, *Science of the Total Environment*, Vol. 677, pp. 493-501, 2019.
- 5) Cai, M., He, H., Liu, M., Li, S., Tang, G., Wang, W., Huang, P., Wei, G., Lin, Y., Chen, B., Hu, J. and Cen, Z.: Lost but can't be neglected: Huge quantities of small microplastics hide in the South China Sea, *Science of the Total Environment*, Vol. 633, pp. 1206-1216, 2018.
- 6) 内山雄介, 千郷直斗, 黒澤賢太: HYCOM-ROMSダウンスケーリング海洋流動モデルの開発と南シナ海周辺海域への応用, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vol. 74, No. 2, pp. 1_625-1_630, 2018.
- 7) Uchiyama, Y., Sengo, N., Kurosawa, K. and Nakayama, A.: Development of a coupled HYCOM-ROMS downscaling ocean modeling system and its application to the South China Sea, *Proc. 13th International Conference on Hydrodynamics (ICHHD2018)*, pp. 358-363, 2018.
- 8) Uchiyama, Y., Odani, S., Kashima, M., Kamidaira, Y. and Mitarai, S.: Influences of the Kuroshio on interisland remote connectivity of corals across the Nansei Archipelago in the East China Sea, *J. Geophys. Res. Oceans*, Vol. 123, Issue 12, pp. 9245-9265, 2018.

(Received March 16, 2020)

(Accepted July 27, 2020)

THREE-DIMENSIONAL BASIN-SCALE OCEANIC TRANSPORT OF RIVER-DERIVED MICROPLASTICS IN THE SOUTH CHINA SEA

Kosei MATSUSHITA, Yusuke UCHIYAMA, Naru TAKAURA and Taichi KOSAKO

Towards in-depth understanding of oceanic microplastic contamination as one of the key global environmental problems, we conducted a 3D tracking of neutrally-buoyant Lagrangian particles that mimics major river-derived oceanic microplastics using a high-resolution 3D oceanic reanalysis product for the South China Sea. Analyses on transport and dispersal processes of the microplastics and their underlying mechanisms provided us several crucial insights such that a majority of the river-derived microplastics remain in the South China Sea for years, seasonal variability is evident in the advection-dispersal patterns caused by the monsoon, and downward microplastic transport along the continental shelf breaks due to offshore Ekman subduction may lead to severe microplastic contamination in the deep ocean.