

1 [IV-＊]

2 沿岸海流

3 [英] coastal ocean current

4 海流は、風や大気熱によって海洋中の圧
5 力が変化しそれによって駆動される水平方向の
6 海の流れである。潮汐によって駆動され1日以
7 下の短い周期で変動する潮流とは一般に区別さ
8 れ、一定の幅で同じ方向に流れていることが多
9 い。海流は、地球自転と成層の影響がともに効
10 果的な時空間スケールで生ずる地球流体力学的
11 な現象である。通常、コリオリ項を含む静水圧
12 およびブシネスク近似の非圧縮性粘性流体の運
13 動方程式と、水温および塩分の輸送方程式を同
14 時に解くことによって海流の数値シミュレーシ
15 ョンが行われる。

16 A. 海洋中規模変動のシミュレーション

17 海流変動に含まれる様々な時空間スケール
18 の変動のうち、数10日周期、数10km規模の、
19 海洋中規模渦と海流の相互作用による海流変動
20 や同様の時空間スケールをもつ海流自体の不安
21 定による蛇行等、いわゆる海洋中規模変動
22 (ocean mesoscale variations) は、沿岸の海
23 況に大きな影響を及ぼしている。過去20年間
24 において急速に発展した人工衛星観測網の全地
25 球規模での観測により、現代では海流中規模
26 変動を精度よく観測することが可能になってい
27 る。同時に、観測データをもとに海流の初期値
28 を推定し(データ同化)、中規模変動を表現可
29 能な10km程度の水平格子解像度をもつ数値モ
30 デルを用いて、中規模変動の時間スケールであ
31 る1-2ヶ月先まで初期値の時間発展を計算する
32 数値海流予測技術、すなわち「海中天気予報」
33 が確立した。

34 B. 中規模以下変動のシミュレーション

35 近年、計算機の発達により計算の水平解像
36 度を大幅に向上させることが可能となり、
37 1km以下の水平解像度で海洋中規模変動をシ
38 ミュレーションすることがさかんに行われるよ
39 うになった。従来は表現できなかった、数日周
40 期、数km規模以下の時空間スケールをもつ、
41 いわゆる中規模以下変動(sub mesoscale
42 variations)の振る舞いが注目されている。中
43 規模以下変動は、海流や中規模渦が形成されて
44 いる境界付近(前線)で活発に生じている。数
45 100mの鉛直スケールをもつ中規模変動に対し、
46 中規模以下変動の鉛直スケールは数m-数10m
47 であり、中規模以下変動は、中規模現象と同様
48 に地球自転と成層の効果が同時に支配的となる
49 地球流体力学現象である。こうした時空間スケ

50 ールは、従来、沿岸にごく近い海域で個別にシ
51 ミュレーションされてきた河川水や発電所の温
52 排水と同じスケールであり、今や外洋起源と沿
53 岸起源の現象を継ぎ目なく同時にシミュレーシ
54 ョンし、その相互作用を解析することが可能に
55 なっているといえる。

56 C. 沿岸海流のモデリング

57 沿岸海域は水深が浅く熱容量が小さいので、
58 外洋に比べて海上風、加熱冷却、降水蒸発、河
59 川水流出等、外力への応答時間が短くなり、か
60 つ潮汐や波浪等、短周期で変動する外力が重要
61 になってくる。より高精度な外力を入力するた
62 め、大気、波浪、潮汐モデルと海流モデルとを
63 結合させてシミュレーションする手法も用いら
64 れ始めている。それとともに、従来、比較的単
65 純にモデル化されることが多かった風応力の定
66 式化が波浪による海表面の変化を反映するよう
67 になる等、結合過程が詳細にモデル化されるよ
68 うになっている。また、海洋現象のモデル化に
69 おいて最も困難とされている乱流混合過程につ
70 いても、波浪、潮汐、大気モデルとの結合を前
71 提とした新しいモデル化が提案されている。

72 沿岸海流をシミュレーションするための汎用
73 数値モデルとして、1980年代に開発された、
74 海底地形に沿うシグマ座標系の Princeton
75 Ocean Model (POM) が従来よく用いられてき
76 た。外洋影響を入れつつ沿岸域を詳細に解くた
77 めに、粗格子領域内部に細格子領域をはめ込む
78 入れ子手法(nesting)が使われることが多い。
79 最近になって、同様なシグマ座標系モデルであ
80 るが、波浪、潮汐、大気、生態系モデルとの結
81 合やデータ同化等の付加機能にすぐれる
82 Regional Ocean Modeling System (ROMS) や、
83 非構造格子の採用によって入れ子手法を使わな
84 くとも複雑な沿岸地形を効率的に表現できる
85 Finite Volume Coastal Ocean Model
86 (FVCOM) がよく用いられるようになってい
87 る。乱流混合過程については、成層影響を考慮
88 しつつ、乱流エネルギーとその散逸ないしは乱
89 流スケールを解く二方程式系モデルが従来よく
90 使われてきたが、最近ではラージエディシミュ
91 レーションモデルにより、ラングミュア循環等、
92 沿岸海域の詳細な物理過程を直接表現すること
93 によって乱流混合過程をより詳細にモデル化す
94 る試みがなされている。

95 参考文献

96 [1] J. C. McWilliams: Targeted coastal
97 circulation phenomena in diagnostic analyses
98 and forecasts, Dynamics of Atmospheres and
99 Oceans, **48**, 1-3, 3 (2009)