

## 東京湾の水質予測に与える干潟の影響

Numerical experiments on the effect of mudflat on water quality in Tokyo bay

北見工業大学大学院 ○学生員 木下 直貴 (Naoki Kishita)  
 北見工業大学 正員 中山 恵介 (Keisuke Nakayama)  
 首都大学東京 正員 新谷 哲也 (Tetsuya Shintani)

## 1. はじめに

東京湾は周辺に膨大な人口集積を抱えている閉鎖性内湾である。強い日射、淡水の流入による成層の発達に伴い、鉛直方向の物質輸送が抑制され、底泥が酸素を消費するため底層付近に貧酸素水塊が発生する。また、後背地や臨海部での開発、生活排水などによる栄養塩等の負荷が大きく、湾中央、湾奥底層に有機物が堆積することにより貧酸素水塊が発生し易い。そのため、風などの外力が働くとその大きさに応じて貧酸素水塊が水面付近まで輸送され、湾内の生態系に多大な影響を与える。したがって、貧酸素水塊の発生・輸送・消費過程を理解することは、東京湾の生態系保全のために必要不可欠である<sup>1)</sup>。

著者らは、これまで東京湾の水質予測をオブジェクト指向型環境流体モデル“Fantom3D”を用いて行ってきた<sup>2)</sup>。過去の研究において使用された Fantom3D は、水面変動の干出と冠水を考慮した計算を行うことが出来なかった。つまり、水表面セル厚の変化で潮位変動を表現しており、水際線の移動等の干潟の効果を再現出来ていなかった。

本研究では、東京湾の大規模な盤洲干潟・小櫃川河口干潟に着目し、干潟の有無が東京湾の流動と水質に与える影響を干出・冠水計算が可能な Fantom3D を用いて把握することを目的とする。

## 2. 計算条件

本研究では、以下に示す a~f の計算条件を基本とし、東京湾の海底地形のみを変化させた。具体的には干潟を考慮した地形を利用した計算(case1)と干潟を考慮していない地形を利用した計算(case2)を行った。

## a. 解析対象領域

解析対象領域は、房総半島と三浦半島に囲まれた湾沿岸部の剣崎と洲崎を結ぶ線以北の東西 46.5km、南北 73km の範囲である。最深部の深さは、剣崎と洲崎を結ぶ線付近で水深 100m とした(図-1)。

## b. 東京湾の地形とメッシュサイズ

解析対象領域を並列化のために4つにDomain分割し、それぞれを連結させて領域を設定した。各Domainの水平方向のメッシュサイズは、幅1000m×1000m、メッシュ数22×30個とした。また、鉛直メッシュ数は90個とし、水面付近のセル厚さを0.5m、底層を3.0mと底層になるにつれて粗くなるように構成した。

## c. 計算期間

計算期間は2003年5月1日から3ヶ月間行った。

## d. 気象条件

気象条件は相対温度、日射量、風向き、風速、気温、気圧、雨量を東京の AMeDAS 観測所における観測値か

ら1時間間隔で与えた。

## e. 河川流量

東京湾への流入河川として、鶴見川、多摩川、荒川、江戸川の4つを考慮し、設定流量を既定流量として、降雨強度から推定した流量を加え、出水の影響を設定した。また、降雨強度は考慮した4つの河川流域の平均値を用いた。河川流量の推定は線形の貯留関数モデルを用いて行い、それぞれに1時間間隔の河川流入量を与えた。

## f. 乱流モデル

過去の研究より、Large Eddy Simulation(以下 LES)と Mellor-Yamada level2.5 を鉛直方向の乱流モデルとして利用することで、東京湾の再現性の検証を行ったものが存在し、LES を利用した場合に同等の再現性が得られたことが報告されている<sup>3)</sup>。そのため、本研究においても乱流モデルに LES を利用した。

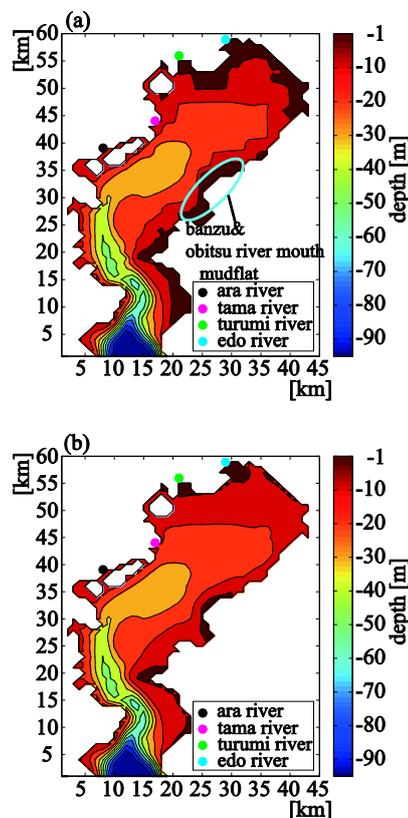


図-1 東京湾地形及び解析対象領域。(a)干潟を考慮した地形(case1), (b)干潟を考慮していない地形

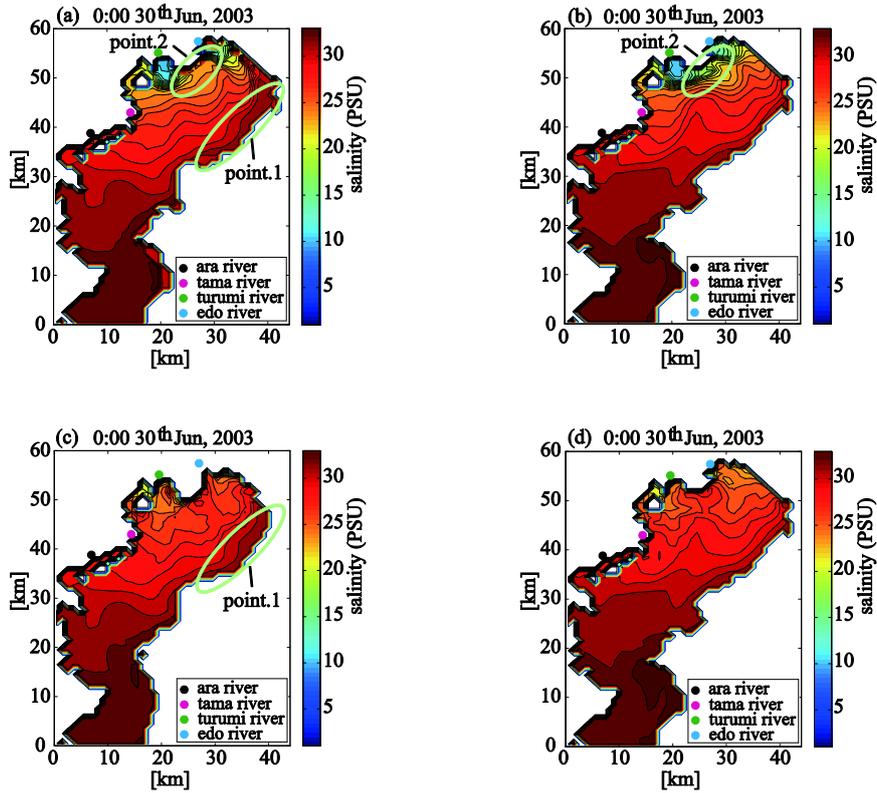


図-2 塩分濃度の水平分布. (a)表層(case1), (b)表層(case2), (c)水深 6m(case1), (d)水深 6m(case2).

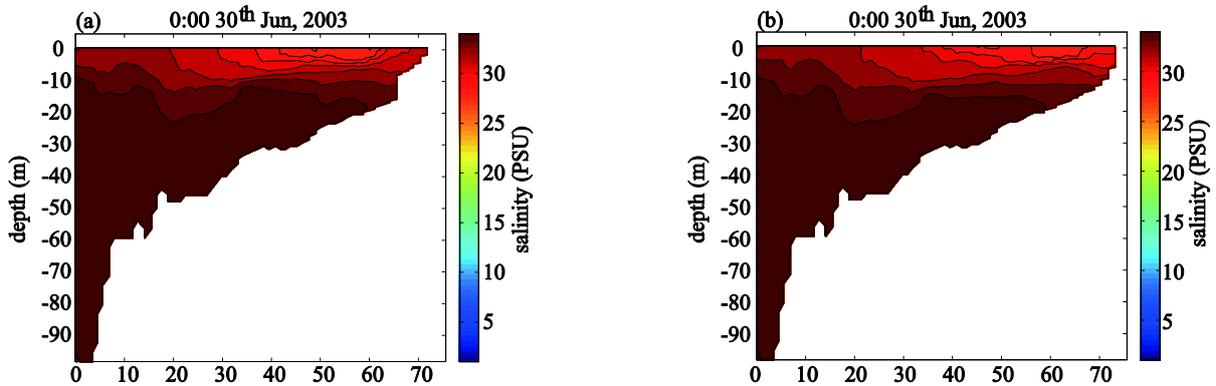


図-3 塩分濃度の鉛直分布. (a)case1, (b)case2.

f. 地形データ

過去の地形データと日本海洋データセンター(JODC)が提供している 500m メッシュ水深データを利用し<sup>4)</sup>, 干潟を考慮した地形と考慮しない地形を作成した. JODC による水深データは海洋情報部をはじめとした各種海洋調査機関によって得られたデータであるため正確性が高いと思われる. 過去に水面変動の干出と冠水を考慮した計算を行うことが出来なかったことにより, 過去の地形データは干潟部分の水深を深くしているため干潟を考慮していない地形となっている. そのため干潟を考慮しない地形には過去の地形データを利用した. また,

盤洲干潟・小櫃川河口干潟部分は実際の干潟範囲と見比べて水深を 0m に設定し, 湾奥と干潟付近では JODC によるデータを, それ以外は過去の地形データを使用した. これらの組み合わせにより干潟を考慮した地形とした(図-1).

3. Fantom3D による解析結果の検討

地形の違いによる変化が顕著に出ている日時における塩分濃度の水平分布を図-2, 東京湾の滞筋での塩分濃度の鉛直分布を図-3, 水深 6m での流速の水平分布を図-4 に示す. また, 最高潮位, 最低潮位, 平均潮位に

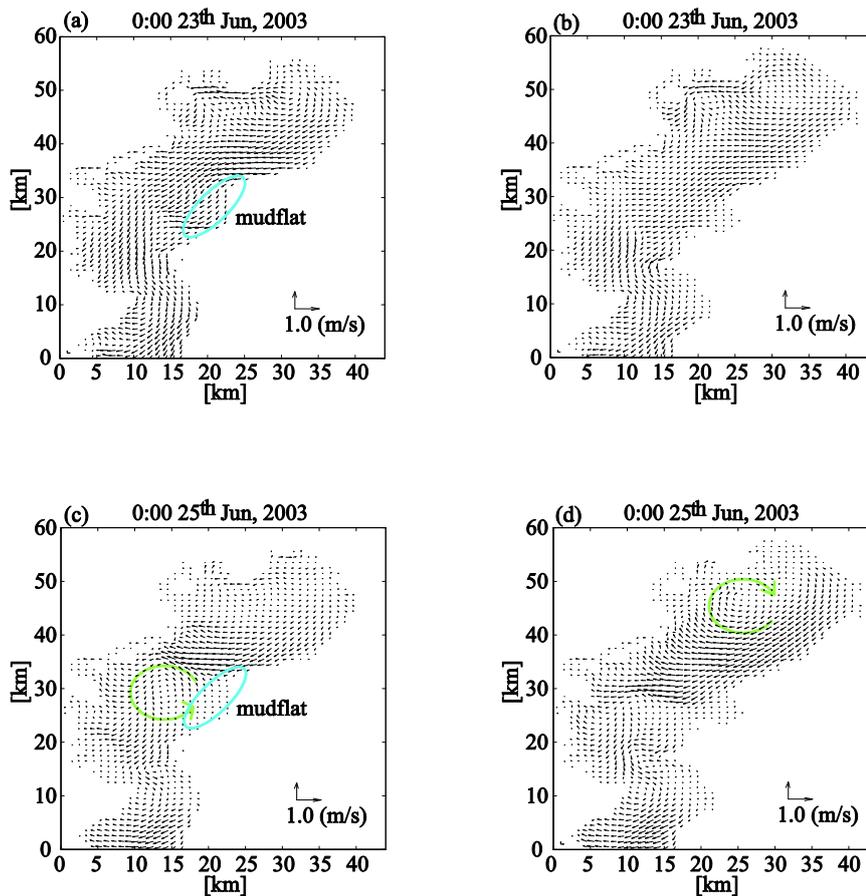


図-4 水平流速分布. (a)case1, (b)case2, (c)case1, (d)case2.

おける水深 6m での流速の水平分布を図-5 に示す.

(1) 塩分濃度分布

まず、塩分分布を見ると case1 (図-2(a), (c)) では表層において等濃度線の間隔が広く、干潟を考慮しない case2 (図-2(b), (d)) に比べて淡水が薄く広がっている。その結果、水深 6m では若干塩分が高く淡水の影響が少なくなっている。これは、図-1 を見て分かる通り、鶴見川・江戸川流入位置付近の水深が浅くなっているため、case2 では底層へ流れていく淡水が case1 では表層において薄く広く淡水が広がると考えられる。また、図-2(a), (c)において表層・水深 6m 共に湾奥(point.1)への淡水の影響が減少している。これについてまず、図-2(a), (b)の point.2 に着目する。(b)では淡水の水平混合が大きいことから、鶴見川の淡水が北へ多く流入し、南へ流れる江戸川からの淡水と相まって、淡水の東への影響が大きくなる。よって湾奥まで淡水の影響が行き渡っていると考えられる。一方、(a)では淡水の水平混合が小さいことから、鶴見川からの淡水が南に多く流入し、北への影響が少ない。したがって、江戸川の淡水と相まることによる影響が小さくなり、湾奥に淡水の影響が行き渡らないと考えられる。鶴見川の淡水の影響が case1,2 で異なる理由としてまず、図-1 と図-2 を照らし合わせると case1 の point.1, 2 共に水深が浅いため、淡水が浅い部分へ移流拡散しにくいのではないかと考え

られる。なぜ淡水が浅い部分へ移流拡散しにくいのかは検証が必要である。これらのことから case1 では表層・水深 6m 共に湾奥への淡水の影響が減少していると考えられる。これに関連して、図-3 より淡水の影響が湾奥から湾口方向にシフトしていることが分かる。これは湾奥に広がらなかった淡水が南に流れるためだと考えられる。

(2) 水平流速分布

図-4(a), (c)から干潟周辺では大きな流速が発生し、その影響から風応力が渦度を持つことにより発生する水平循環の発生位置が南下していることが分かる。大きな流速が発生することについては、干潟による地形幅減少の影響によると考えられる。また、(a)では干潟付近においても大きな流速が発生しているが、(c)では流速が小さい部分がある。湾奥からの流速が大きい場合は干潟付近の流速と湾奥からの流速の大きさの差が小さい。しかし、湾奥からの流速が小さい場合は干潟付近の流速と湾奥からの流速の大きさの差が大きくなることにより、干潟付近で湾奥からの流れが西方向への急激な流れに変化する。そのため、西方向への流速が発生した部分の南側では流速が小さくなる。したがって湾奥の流速が小さい場合、干潟付近において流速が小さくなる部分が発生すると考えられる。

次に、平均潮位時と最高潮位・最低潮位時の流速分布

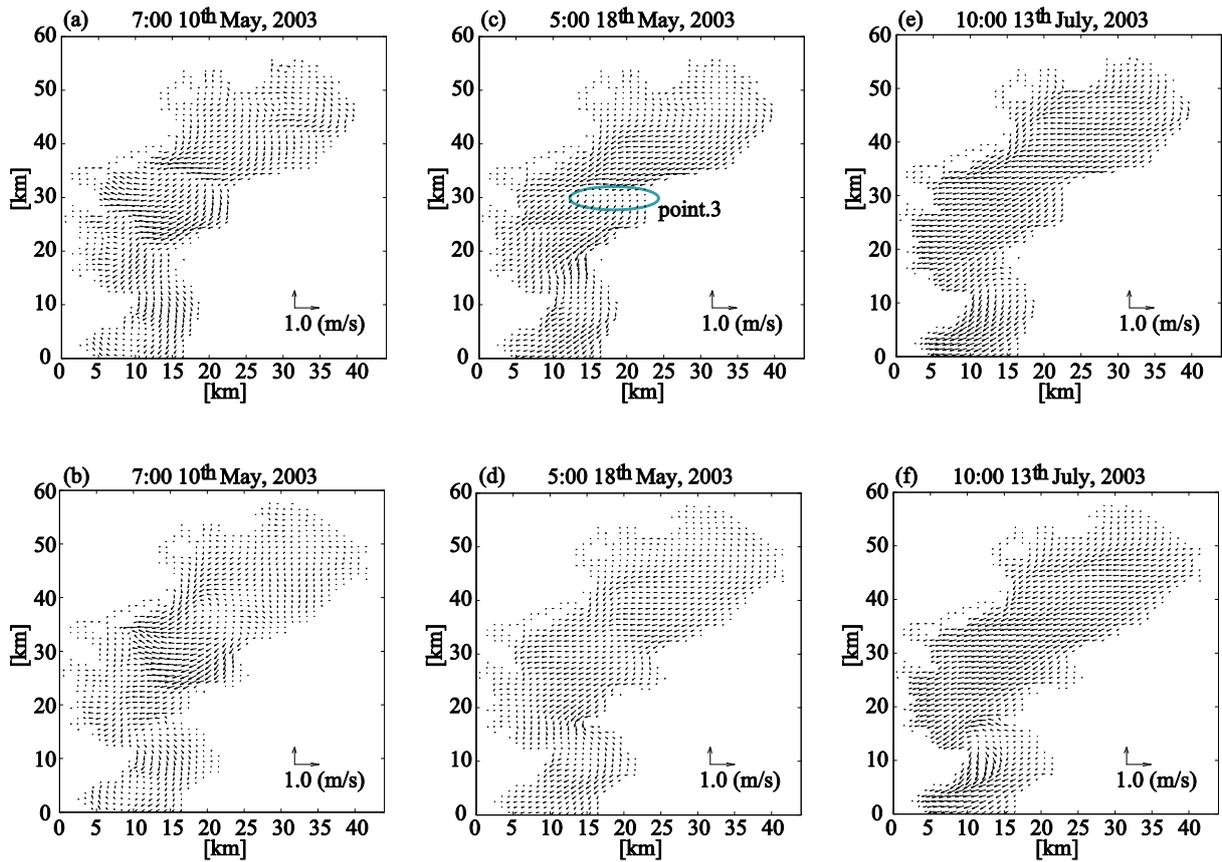


図-5 水平流速分布. (a)平均潮位時(case1), (b) 平均潮位時(case2), (c) 最高潮位時(case1), (d) 最高潮位時(case2), (e) 最低潮位時(case1), (f)最低潮位時(case2).

を比較し、干潟が潮流に与える影響を考える。図-4(a), (b)の潮位は-4.065m, (c), (d)の潮位は-3.975m である。図-5 において、(a), (b)の潮位は最高潮位-3.685m, (c), (d)の潮位は平均潮位-4.422m に最も近い-4.415m, (e), (f)の潮位は最低潮位-5.435m となっている。まず、潮位に伴う case1 と case2 での違いに着目する。図-5(a), (b)から平均潮位時では干潟付近の流速に変化が見られる。同図(c), (d)からは、最高潮位時では平均潮位時よりも干潟付近の流速がさらに大きく異なっている。しかし、同図(e), (f)から最低潮位時では、干潟部分で干出が見られるものの、全体的に大きな流速の変化は見られなかった。これにより、case1 では潮位が平均潮位よりも高い場合、case2 に比べて干潟付近の流速が大きくなると考えられる。次に、干潟を考慮した場合において潮位の変化による流速分布の違いに着目する。同図(a), (b)から、最高潮位時では平均潮位時に比べて干潟付近の流速に大きな変化は見られないが、干潟付近において平均潮位時に比べ流速が小さくなっている部分(point.3)がある。また同図(a), (c)より、最低潮位時では平均潮位時に比べ、全体的に流速が安定している。したがって干潟を考慮した場合、潮位が平均潮位よりも高くなるに連れて point.1 の流速が小さくなり、潮位が平均潮位よりも低くなるにつれて全体的に流速が安定していくと考えられる。なぜこのようになるのかは検証が必要である。

#### 4.結論

本研究では、干潟の有無に伴う東京湾の水質変化予測を目的とし、それに関する検討を行った。以下に本研究で得られた結論を示す。

- (1) 冠水・干出を考慮した数値計算では、考慮しない場合に比べて表層と湾口側への淡水の影響が大きくなった。
- (2) 干潟を考慮すると、干潟周辺で流速が大きくなるだけでなく、全体の流速分布が干潟を考慮しない場合と比べて大きく異なる結果が得られた。

#### 参考文献：

- 1) Wolanski.(Ed.) : The Environment in Asia Pacific Harbors, Springer, 515pp., 2005.
- 2) 木下直貴, 中山恵介, 新谷哲也, 丸谷靖幸 : 東京湾の生態系モデル開発に向けたパーシャルセルの適用, 平成 23 年度土木学会北海道支部論文報告集, 第 68 号, B-59, 2012.
- 3) 片山幸明, 中山恵介, 新谷哲也 : 東京湾におけるオブジェクト指向型環境流体モデルの適用, 平成 21 年度土木学会北海道支部論文報告集, 第 66 号, B-42, 2010.
- 4) 日本海洋データセンター : [http://www.jodc.go.jp/index\\_j.html](http://www.jodc.go.jp/index_j.html)