

東京湾の埋立てにともなう潮汐・潮流の変化について

防衛大学校 学生会員 ○ポーンチャイ・ソイシー

防衛大学校 正会員 八木 宏

1. 目的

総量規制を中心とした流入負荷削減対策の効果もあり、東京湾のCODや栄養塩濃度は、近年、減少傾向であると報告されている。一方で、赤潮、青潮、貧酸素水塊の発生は、CODや栄養塩濃度ほど改善が見られず、今後の変化が注目されている。東京湾の水質変化については、これまで流入負荷量を与える影響を中心に検討が行われてきたが、水質環境のベースとなる流動構造の変化、特に大規模な埋立てによる地形変化が流動に与えた影響については十分理解されているとは言えない。そこで本研究では、東京湾の大規模埋立てが流動に与えた影響を把握するために、埋立てに伴う潮汐及び潮流の変化の特徴とその仕組みについて検討を行った。

2. 東京湾の潮汐変化の長期変化傾向

東京湾の潮汐の長期変化は、宇野木ら¹⁾、小泉ら²⁾、田井ら³⁾によって検討されているが、解析期間や解析方法に差異があるため結果の傾向に違いも見られる。そこで本研究では、できるだけ長期間（1957～2020年の64年間）の潮位観測記録に対して、同一の解析方法（T-Tide, R. Pawlowicz et al., 2000）を用いて調和解析を行い長期変化の傾向把握を試みた。対象としたのは、東京（湾奥）、布良（湾口外縁）の2か所の気象庁観測点である。調和解析は、90日ごとに主要8分潮に分解し、それを1年間で平均することで各年の調和係数とした。なお、90日間に15日間以上の欠測がある場合はその90日間の結果は解析から除外した。

図-1は、最も卓越するM2分潮の振幅の経年変化である。布良（湾口外縁）には大きな変化は見られないが、東京（湾奥）は1960～1985年にかけて振幅が減少し、それ以降は変化が少ない。このような経年的な潮汐振幅の変化の傾向は、1960～1980年

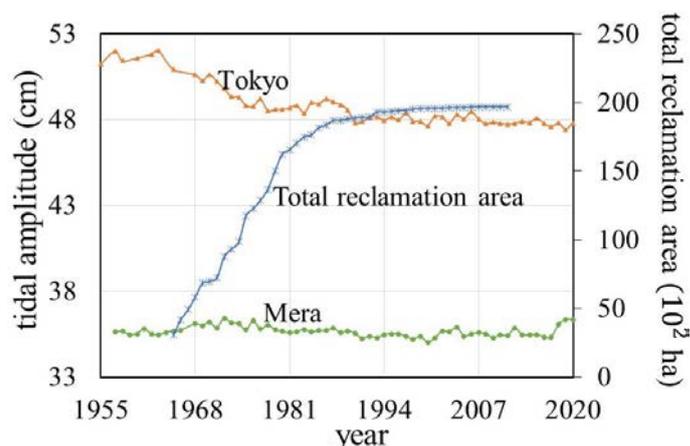


図1 M2分潮の振幅と埋立て面積（積算）の経年変化

代に急増する東京湾の埋立て面積（積算値を青線で図中に表示）とよく対応しており、東京湾の大規模な埋立てと潮汐振幅減少の関係性の深さが窺える。振幅増幅率（湾口部と湾奥部の潮汐振幅の比）は、1965年には1.43であったものが2011年には1.37まで減少している（表1）。

3. 潮流計算による大規模埋め立ての影響把握

(1) 方法

大規模埋立てによる東京湾内の潮流の変化を把握するために、大規模な埋立てが行われる前（1893年）と後（2006年）の地形を対象とした潮流計算を行い両者の比較を試みた。潮流計算には、臨海部の複雑な地形を反映可能な非構造格子型沿岸海洋モデルFVCOMを用いた。東京湾の地形は、大規模埋立て前は明治26年発行海図90号により、大規模埋立て後は海底地形デジタルデータM7001等に基づき地形データを作成した。計算領域は、南側に相模湾を広く含む東京湾～相模湾海域であり、計算領域南端（相模湾海域）の開境界に、東京湾湾口部に近い布良の潮位振幅（観測値）が再現されるような潮位（M2分潮のみ、振幅34.2cm）を与え、同じ潮汐

を外海境界に与えたときの大規模埋立て前後の潮汐・潮流場の相違を調べた。

(2) 計算結果

表 1 に、潮流計算から求めた布良と東京の潮汐振幅 (M2 分潮) と振幅増幅率を示す。この結果から、潮流計算からも大規模埋立ての前後で湾奥部の潮汐振幅及び振幅増幅率が減少したことが確認できる。簡単な数値実験 (初期水位を与え、その後の海面の自由振動を計算) により湾の固有周期を求めると、大規模埋立て前後で 6.5 時間から 5.93 時間に減少しており (表 1 参照)、大規模埋立てによって東京湾の固有周期が 0.57 時間低下し、潮汐周期と湾の固有周期の差異が広がったことが振幅増幅率減少の原因と考えられる。

図 2, 図 3 に、潮流計算結果から算出した表層流速の RMS 値 (二乗平方根) 及び潮汐残差流の空間分布を示す。表層流速 RMS 値は、狭窄部である観音崎～富津を中心に湾口周辺海域で大きな値を示しており、それに対応するように観音崎、富津岬周辺では潮汐残差流が発達している。大規模埋立て前後で比較すると、埋立て後には表層の流速 RMS 値、残差流ともに低下している (観音崎～富津周辺海域の最大値で前者が 20% 程度、後者が 10% 程度減少)。これは、大規模な埋立てによる潮汐増幅率の低下が観音崎～富津を中心とした湾口に近い海域の潮流速を低下させ、それに伴い観音崎、富津岬周辺の潮汐残差流が減少ことを示している。

4. 結論

(1) 1957～2020 年の潮位観測記録から、東京湾では臨海部の埋立てが急増した 1960～1980 年代に湾奥部の潮汐振幅 (M2 分潮) が減少し、潮汐増幅率が 1.43 から 1.37、まで減少したことを示した。

(2) 潮流計算から東京湾の大規模埋立てにより潮汐振幅や振幅増幅率が低下することが確認され、これは東京湾の固有周期が 0.5 時間程度短くなったことが原因と推定された。

(3) 大規模埋立てによる潮汐振幅増の低下が、観音崎～富津周辺の湾口に近い海域の潮流速や潮汐残差流を低下させたことを潮流計算から示した。

表 1 調和解析及び潮流計算の結果 (M2 分潮の振幅及び振幅増幅率)

Year	潮位観測値 (気象庁)		潮流計算結果 (FVCOM)	
	1965	2006	1893	2006
振幅・東京 (cm)	50.95	48.49	51.78	48.22
振幅・布良 (cm)	35.7	35.52	35.58	35.52
振幅増幅率	1.427	1.365	1.455	1.358
固有周期 (hr)			6.5	5.93

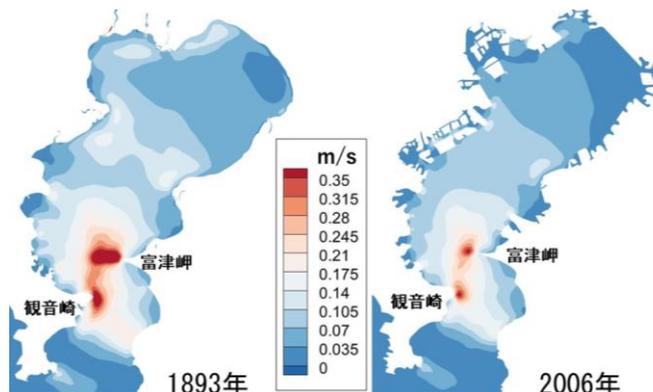


図 2 大規模埋立て前後の表層流速の RMS 値の空間分布

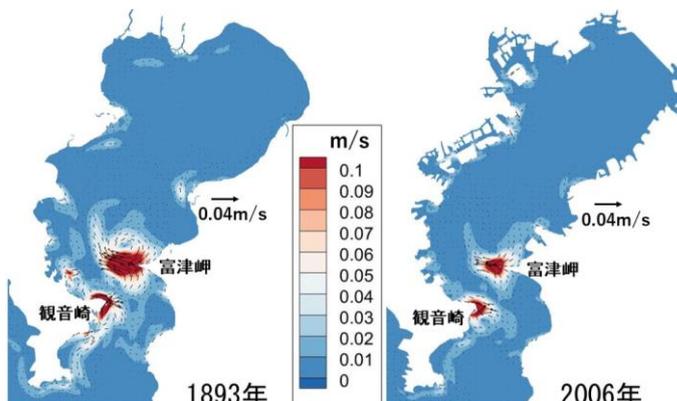


図 3 大規模埋立て前後の表層潮汐残差流の空間分布

参考文献

- 1) 宇野木早苗：埋め立てに伴う潮汐潮流の減少とそれが物質分布に及ぼす影響，海の研究 vol.7, No.1, pp.1-9, 1998.
- 2) 小泉俊昌, 青木祐平, 村上和夫：湾面積の減少による閉鎖性水域の潮汐の調和定数の変化，土木学会第 60 回年次学術講演会第二部門, pp.393-394, 2005.
- 3) 田井明, 斎田倫範, 矢野真一郎, 小松利光：潮汐振幅の全球的な長期変化，ながれ, Vol.29, pp.427-431, 2010.