

沿岸部の埋立てが東京湾の潮汐・潮流の長期変化に与える影響

防衛大学校 学生会員 ○ソイシー・ポーンチャイ
 元防衛大学校 非会員 中村 雄大
 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が与える影響を中心に検討されてきたが、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、沿岸部の埋立てが東京湾の潮汐・潮流の長期変化に与えた影響を把握するために、潮位観測結果の長期間解析および過去から現在までの東京湾地形に対する潮流計算を行った。

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、対象期間や解析方法に差異があり、結果の傾向に違いも見られる、そこで本研究では、長期間（1965～2017年の53年間）の潮位観測記録に対して、同一の解析方法（T-Tide, R. Pawlolicz et al., 2000）を用いた調和解析を行い、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、その結果を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解析から除外した。

図-1は、最も卓越するM2分潮の振幅変化を表示したものである。布良（湾口外縁）の振幅は、ほぼ変化がなく安定していた。しかし、東京（湾奥）は1965～1985年にかけて振幅が減少し、それ以降は変化が少ない。また、布良と東京の振幅比から算出される東京湾の潮汐振幅増幅率は、1965年から2017年までの期

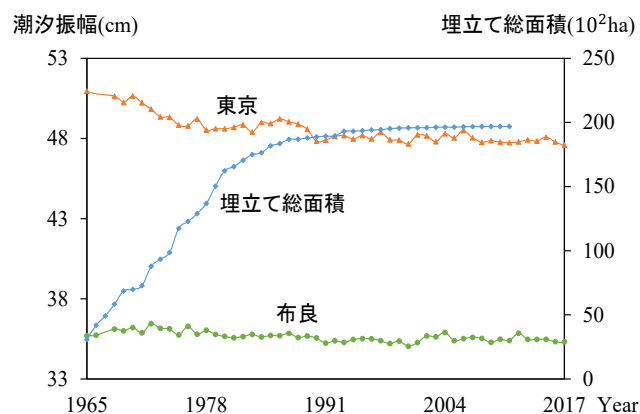


図-1 M2分潮の振幅と埋立て総面積の経年変化

間で、1.43から1.35まで減少した。このような潮汐振幅の変化の傾向は、1960～1980年代に急増する東京湾の埋立て面積（図-1青線）とよく対応しており、東京湾の大規模な埋立てにより潮汐振幅が減少したとする既往の研究を支持する結果となった。

3. 潮流計算による大規模埋立ての影響把握

(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、過去から現在までの6つの時期（1927, 1956, 1969, 1975, 1984, 2004年）の海底地形を海図に基づいて作成し、それぞれに対して潮流計算を行って流況を比較した。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。計算領域は、南側に相模湾を広く含む東京湾～相模湾海域に設定し、計算領域南端（相模湾海域）の開境界に、M2分潮（周期12.42時間）の潮位振幅35.45cm（布良の気象庁による調和定数に相当）を与え、過去から現在までの地形に対するM2潮流場を再現した。さらに、湾水振動の固有周期を把握するために、各時期の東京湾地形に対して、初期水位のみを与え、その後の水面の自由振動を計測する数値実験も併せて実施した。

キーワード 東京湾, 埋立て, 潮汐, 潮流, 潮汐残差流

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL. 046-841-3810 E-mail : em59044@nda.ac.jp

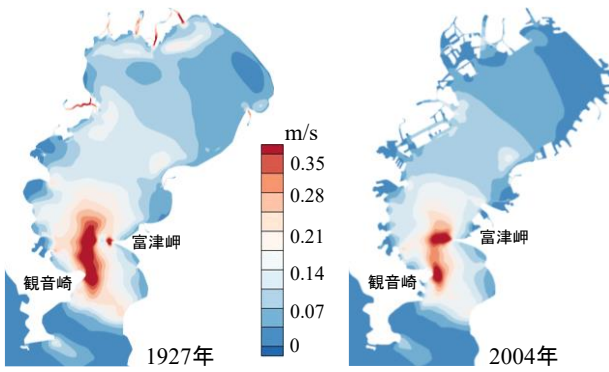


図-2 表層流速のRMS値の空間分布

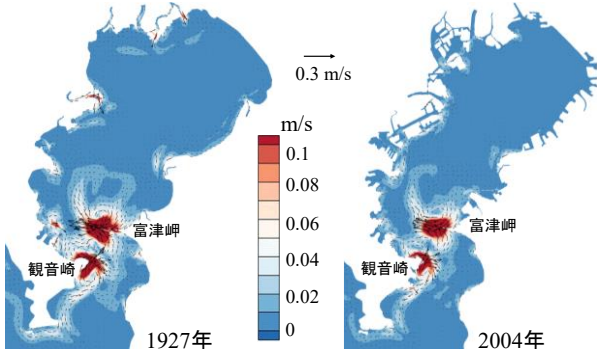


図-3 表層潮汐残差流の空間分布

(2)計算結果

大規模埋立て前後を比較するために、1927年と2004年の潮流計算結果から算出した表層流速のRMS値(二乗平方根)および表層潮汐残差流の空間分布を示す(図-2, 3)。表層流速のRMS値は、狭窄部である観音崎～富津岬を中心に湾口周辺海域で大きな値を示し、それに応じて観音崎、富津岬周辺では潮汐残差流が発達している。1927年と2004年で比較すると、2004年には表層流速のRMS値、残差流ともに低下した。観音崎～富津岬周辺海域の最大値は、表層流速のRMS値が15%程度、表層潮汐残差流が19%程度減少となった。

図-4は、6つの時期の東京湾地形の潮流計算結果から、潮汐振幅増幅率の変化を示したものであるが、埋立てが急増する1960～1980年代に潮汐振幅増幅率が大きく減少している。図中には、数値実験によって得られた固有周期(橙色)も併せて表示しており、潮汐振幅増幅率とともに固有周期も減少している。以上の結果は、大規模な埋立てにより東京湾の固有周期が減少(40分程度)することで、東京湾の潮汐・潮流が減少したことを示している。さらに、固有周期減少の原因を探るために、1927～1975年の4つの時期の地形に対し、平均水深を2004年と同程度(17m)となる

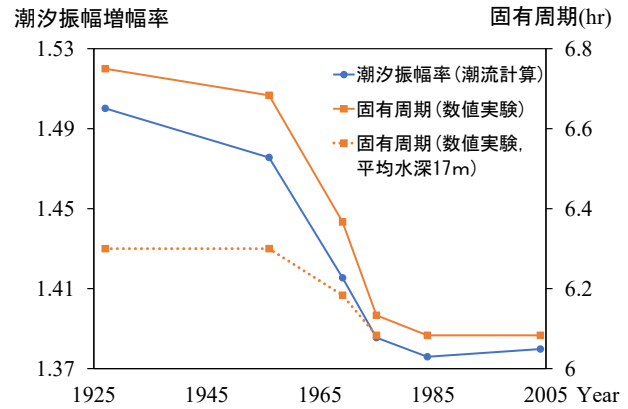


図-4 M2分潮の潮汐振幅(東京)と数値実験から求めた東京湾の固有振動

ように深くした仮想地形に対する固有周期を算出し、図-4に表示している(橙色点線)。この場合、固有周期の過去と現在の差は13分程度であり、実地形の40分程度よりも小さい。このことは、大規模埋立てによる東京湾の固有周期の変化は平面的な地形変化よりも平均水深変化の影響が大きいことを示している。

4. 結論

(1) 1965～2017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1.35まで減少することを示した。

(2) 数値モデルで再現した1927年と2004年における潮流場の比較により、観音崎～富津岬周辺海域の潮流流速RMS値や潮汐残差流の減少を示した。

(3) 1927年から2004年までの6つの時期の潮流計算から1960～1980年代の東京湾の潮汐増幅率の大きな減少は、大規模埋立てにより東京湾の固有周期が40分程度短くなったことが原因と推定された。

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.