

潮汐位相平均手法を用いた潮間帯干潟の底質輸送構造

熊本大学 学生員 ○坂西由弘 穴井広和 正会員 山田文彦 外村隆臣, 長崎大学 正会員 多田彰秀

1. はじめに

内湾域に存在する潮間帯干潟は、沿岸防災および水産資源の保護を考える上で重要な領域である。しかし、今後予想される地球温暖化による海面上昇や気候の変化が、底質輸送構造や干潟地形さらには生態系へ及ぼす影響の評価に関する研究は途上段階にあるため、観測データ、解析手法の充実が求められている。そこで、本研究では、水没干出を繰り返す潮間帯干潟において、時間平均・潮汐位相平均を用いて一潮汐間の平均的時系列変動と底質輸送フラックスを算定し、潮間帯干潟上の岸沖方向 2 地点での底質輸送構造を検討した。

2. 現地観測

現地観測の対象地は、有明海中央部東側に流入する白川の河口右岸に位置する潮間帯干潟である。堤防から約 1,040m 地点において、2004 年 7 月から水位・流速・濁度・塩分の定点連続観測を継続しており、現在までに 948 潮汐分の時系列データを取得している。また、2005 年 10 月より、堤防から約 400m 地点においても同様の観測を開始した。なお、観測場所・観測機器・観測方法等の詳細については Yamada and Kobayashi (2004)¹⁾、中道ら(2005)²⁾に詳しい。

3. 時間平均と潮汐位相平均

観測場所である白川河口周辺の潮間帯干潟においては、潮汐・波浪・河川流入の影響によって様々な時間スケールの物理現象が共在するだけでなく、計測機器が潮汐に伴う水没干出を繰り返すことで不連続データとなるため、通常有効とされるスペクトル解析や潮汐調和分解の適用が困難である。そこで、坂西ら(2006)³⁾が提案した時間平均・潮汐位相平均を用いた解析手法を適用した。

観測では、水位(h)・岸沖流速(u)、沿岸流速(v)は 2Hz で連続計測、濁度(C)・塩分(S)は 10 分バーストで 1Hz で 20 秒間計測しているので、実測値を(1)式のように 20 秒間平均値($\bar{h}, \bar{u}, \bar{v}, \bar{C}, \bar{S}$)と変動値(h_w, u_w, v_w)に分離し、平均値は潮汐成分、変動値の標準偏差($\sigma_h, \sigma_u, \sigma_v$)が波浪成分に起因すると仮定する。

$$\begin{cases} h = \bar{h} + h_w, & u = \bar{u} + u_w, & v = \bar{v} + v_w \\ \bar{h}_w = 0, \bar{u}_w = 0, \bar{v}_w = 0 \end{cases} \quad (1)$$

以上のようにして分離した時系列の位相を、一潮汐の水没時間を無次元化した時間軸上に 3 次スプライン補間を用

いて重ねあわせ、図-1 の白線で示すような位相平均を求める。一潮汐毎の位相の変動は、等時間面での値の変動量を標準偏差と位相平均の和および差として表現する。

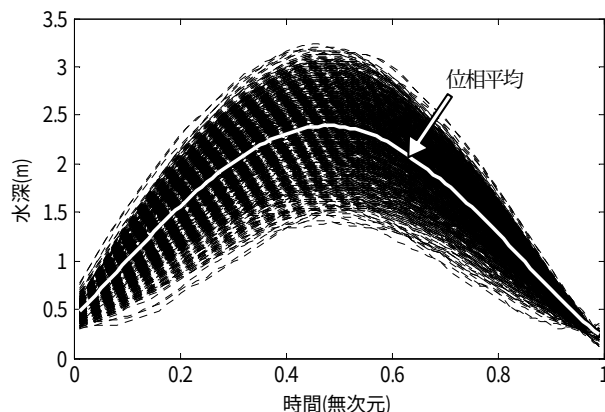


図-1 各潮汐の水深変化の重ね合わせと位相平均

4. 位相平均を用いた底質輸送構造の解析

前述の手法を流速・濁度・塩分・波浪成分・浮遊底質量および海水・底質の各輸送ラックスに適用した。データ解析の結果、平均的な水没時間は、堤防から 1040m 地点で約 7.9 時間、400m 地点で約 5.8 時間であり、水没時間の標準偏差は平均値の 10%以下であることから大潮や小潮の影響は水没時間よりも水位の上昇速度や流速場・濁度場などに影響を与えると考えられる。坂西ら(2006)³⁾は海水輸送フラックスにおいては波浪成分に比較して潮汐成分が支配的であることを示したが、濁度変動の要因として、底面からの巻上りと移流の効果については不明であった。そこで、浮遊底質量(hC)について位相平均を求めた(図-2)。1 潮汐間に約 2.5m の水深変化を伴う潮間帯にも関わらず、浮遊底質量は一潮汐間でゆるやかな変動を示していることから、濁度変動については移流成分が卓越するものと考えられる。

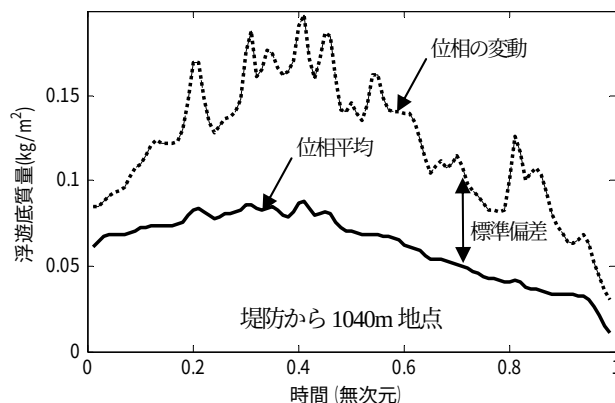


図-2 浮遊底質量 (hC) の潮汐位相平均

図3, 4は岸沖方向2点の底質輸送フラックス ϕ の潮汐位相平均を表している。底質輸送フラックスとは、(2)式であらわされる通り単位時間あたりに輸送される浮遊底質量を意味し、水深・流速・濁度の積で表される。

$$\phi(t) = \int_{-h}^{\eta} u(t) \cdot C(t) dz \approx uCh \quad (2)$$

図より、底質輸送フラックスの位相平均の一潮汐間の時間変化は緩やかであるが、濁度の変動の影響を受け位相の変動は大きくなる。しかしながら、平均的に存在する底質の輸送構造は位相平均を求めることで把握することが可能となる。その結果、岸沖方向での底質輸送状況は沖向きの方向が卓越していることがわかった。さらに沿岸方向では南向きの底質輸送が卓越していることが明らかになった。

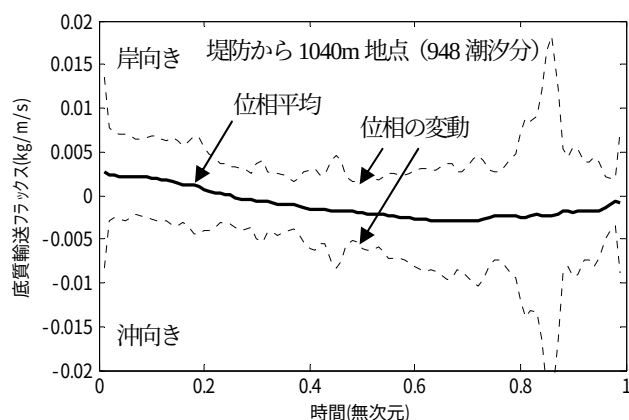


図-3 岸沖方向底質輸送フラックスの潮汐位相平均
(堤防より1040m地点)

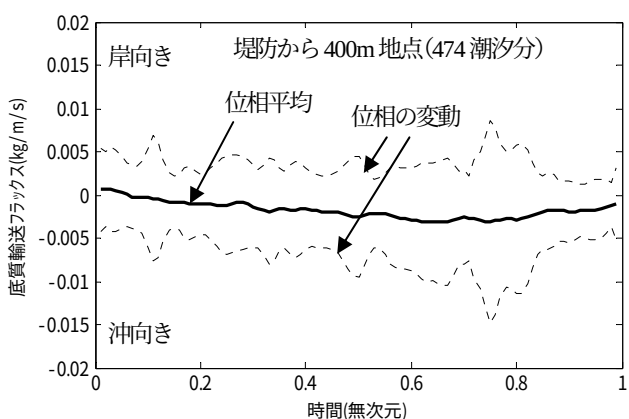


図-4 岸沖方向底質輸送フラックスの潮汐位相平均
(堤防より400m地点)

次に、岸沖方向2点の底質輸送フラックスを比較すると、堤防から400m地点の方が1040m地点よりも沖向きの底質輸送の傾向が見られることが分かった。これは、無次元の時間軸上で比較しているため、実際の底質輸送量を算定する場合は水没時間を考慮する必要がある。

最後に、岸沖・沿岸方向をまとめた平均的な底質輸送フラックスの時空間変化を調べるために、2地点の底質輸送フラックスの大きさと方向の時間変化をベクトルで表示し、地形図に重ねた(図-5)。図より上潮時には、等深線にはほぼ垂直に岸側に向かう底質輸送が存在し、満潮に向かって、時計回りに回転しながら白川の滞筋に沿うように変化する。その後、下潮に向かって再び等深線に垂直な沖向きの底質輸送となることが分かった。つまり、憩流により潮汐流が小さくなる満潮時においても有意な底質輸送が存在しており、この原因としては、堤防による戻り流れの影響などが考えられるが、現状ではその詳細は不明であり、今後、数値計算により検討を行う予定である。

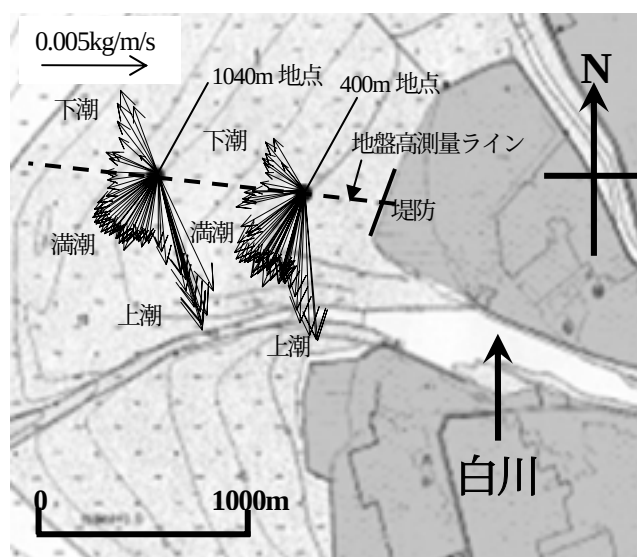


図-5 底質輸送フラックスの時空間変化

5. おわりに

潮位差の大きい潮間帯干潟において、1年以上に渡る水位、流速、濁度の連続観測を実施し、筆者らが提案した潮汐位相平均手法を用いてデータ解析を行った結果、一潮汐間における平均的な流動・濁度変動が解析可能となり、底質輸送フラックスの時空間変動を検討した。今後は、岸沖方向2点の計測を継続することにより、底質輸送フラックスの勾配と底質輸送プロセスや地形変動との関係を検討するとともに、数値解析を用いて潮間帯上の流動特性や底質輸送特性についても検討を行なう予定である。

参考文献

- 1) Yamada, F. and N. Kobayashi (2004): J. of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, Vol.130, pp. 119-126.
- 2) 中道ら (2005): 海岸工学論文集, 第52巻, pp.526~530.
- 3) 坂西ら(2006): 平成17年度西部支部講演概要集II-33