

## 河口干潟上の潮汐流動特性と底質輸送プロセスに関する基礎的研究

熊本大学 学生員○中道 誠 正会員 山田文彦, 外村隆臣

## 1. はじめに

地球温暖化による海面上昇が懸念されている<sup>1), 2)</sup>。そのため、長期的な海面上昇に伴う干潟地形変化を精度良く予測することは、我国の沿岸管理上、極めて重要な検討課題である。

本研究は、干潟上の波浪と潮汐による流動場の時空間分布特性を把握し、基本的な底質輸送プロセスを解明することを目的としており、水位と流速の変動を現地で観測し、岸沖方向の平均流速場の理論解との比較などを行った。

## 2. 現地観測

2000年12月から約1ヶ月間隔で地盤高測量<sup>3), 4)</sup>を継続して行っている熊本県白川河口域干潟の左岸観測線上において、岸から800mの地点で2003年7月14日～16日にかけて水位・流速を10Hz間隔で計測した(KYOWA DL-2型, 図-1)。

図-2は計測開始から最初の1潮汐間の潮位、岸沖・沿岸方向の流速の時系列を示しており、流速計が干出したデータを除いた移動平均値も白抜きで重ねて表示している。a)図には、本観測点から約4km沖側に位置する熊本港観測タワーで計測された実測潮位を重ねて示しているが、両者に位相差は見られず、岸側の潮位は最大で60cm沖側より高いことがわかる。これは潮位が岸沖方向に約7000分の1の勾配をもつことを示すが、地盤の平均勾配約800分の1と比較すると1オーダー程小さい。また、b), c)図より、本観測場所では、沿岸方向に比べ岸沖方向の流速が卓越しているのがわかる。

## 3. 流動場・波動場の時空間分布特性

現地観測結果より、Friedrichsら<sup>5)</sup>と同様に、潮位は岸沖方向に一定とし、沿岸方向の流速は無視できると仮定すると、岸沖方向の平均流速は連続の式のみを用いて、(1)式のように導出される<sup>4)</sup>。

$$U_T(x,t) = \frac{1}{h} \cdot \frac{d\eta(t)}{dt} \cdot [x - x_f(t)] \quad \text{for } \eta(t) < c$$

$$U_T(x,t) = \frac{1}{h} \cdot \frac{d\eta(t)}{dt} \cdot x \quad \text{for } \eta(t) \geq c$$
(1)

ここで、図-1に示すように、 $x$ 軸は堤防を原点に

沖向きを正とし、 $t$ は時間、 $U_T$ は水深方向に平均した岸沖方向の潮流速(m/s)、 $\eta$ は潮位(m; T.P.)、 $h$ は水深(m)、 $x_f$ は堤防から測った汀線位置(m)、 $c$ は $x=0$ での地盤高(m; T.P.)を示す。

また、浅水変形を考慮した波の底面軌道流速は微小振幅波理論より求めた。なお、入射波の波高と周期は観測タワーにおいて観測された過去3年間の有義波高と有義波周期の平均から、それぞれ0.2m、3.0秒とした。

図-3は図-2(a)に示した実測潮位を入射境界で与えた場合の800m地点における潮流速の理論解と実測値を比較したものである。図中の太線は、流速計が水没している期間を示す。これより、上潮・下潮時の水深が浅い時に流速は大きく、定量的に理論解は実測値を良く表現している。しかし、連続の式のみで流速を決定したため、ピークの位置は若干ずれており、位相差が存在しているが、本理論解は第一次近似解として十分な精度を有していると考えられる。

図-4は計算により求めた800m地点の潮流速と波の底面軌道流速を比較したものである。潮流速に比べて底面軌道流速は、上・下潮時に最大で1.5倍ほど大きな値を示すことがわかる。山田ら<sup>3)</sup>は、月単位の観測結果より、干潟の季節変動は平均潮位の年周期変動と相関性が高いことを示したが、そのメカニズムについては触れていない。図-4の結果は、底質輸送プロセスに関して、数時間～日スケールでは、潮汐よりも波浪の影響が卓越することを示しており、波浪が干潟においても底質の巻き上げりに重要な役割を果たしていることを示唆している。このため、干潟の底質輸送プロセスを考える上で、潮汐と波浪両方の影響を考慮する必要がある<sup>6), 7)</sup>。

図-5は計算で求めた潮流速の岸向・沖向流速最大値の岸沖分布である。Friedrichsら<sup>5)</sup>は砂浜における平衡断面の概念<sup>8)</sup>を干潟に適用する際、平衡断面上では、最大せん断応力が岸沖方向に一樣に分布すると仮定した。つまり、流速分布が岸沖方向に一樣であると仮定しているが、今回の計算では、岸沖

方向の流速の最大値は岸側に向かって大きくなる傾向があり, Friedrichs ら<sup>5)</sup>の仮定した流速分布とは異なっている。また, 全観測期間で得られた平均断面を用いた計算でも, 同様の傾向を示した。

#### 4. まとめ

河口干潟上で水位と流速の時間変動を観測し, 岸沖方向に潮位が一定で変化すると仮定して導出した岸沖平均流速の理論解を実測値と比較した。

その結果, 底質輸送プロセスを考える上では, 波浪と潮汐両方の影響が重要であることがわかった。今後は, 岸沖方向の観測点数を増やして, 濁度についても観測を行い, 底質輸送プロセスを詳細に調べるとともに, 移流を考慮したより詳細な数値モデルを開発していく予定である。

#### <参考文献>

- 1) ASCE Task Committee. (1992).  
J. Hydrlic Engrg., ASCE, 118 (1), 1-10.
- 2) Barnett, T. P. (1984).  
J. Geophys. Res., 89(C5), 7980-7988.
- 3) 山田文彦, 小林信久, 柿木哲哉 (2003).  
海岸工学論文集, 第 50 巻, pp.551-555.
- 4) Yamada, F. and N. Kobayashi. (2003).  
Res. Rep. No. CACR-03-02, Univ. of Delaware, Del, 192p.
- 5) Friedrichs, C. T., and Aubry, D. G. (1996).  
Mixing in estuaries and coastal seas, Am. Geophys. Union, 405-429.
- 6) Lee, S.-C., and Mehta, A. J. (1997).  
J. Hydrlic Engrg., ASCE, 123 (4), 351-361.
- 7) Kirby, R. (2000).  
Cont. Shelf Res., 20, 1061-1077.
- 8) Bruun, P. (1962).  
J. Wtrwy., Harbors Div., ASCE, 88, 117-130.

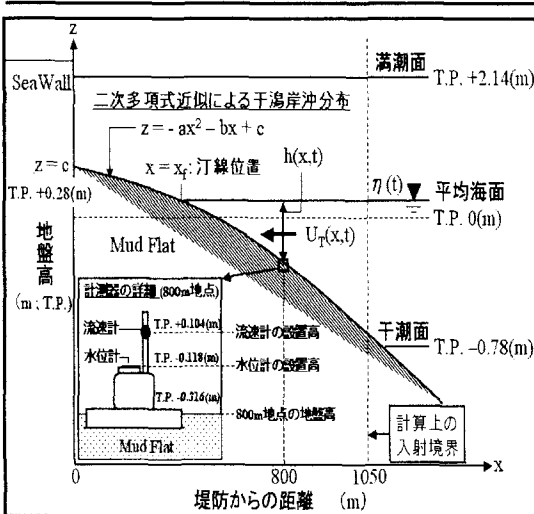


図-1 観測場所・手法の概要と計算模式図

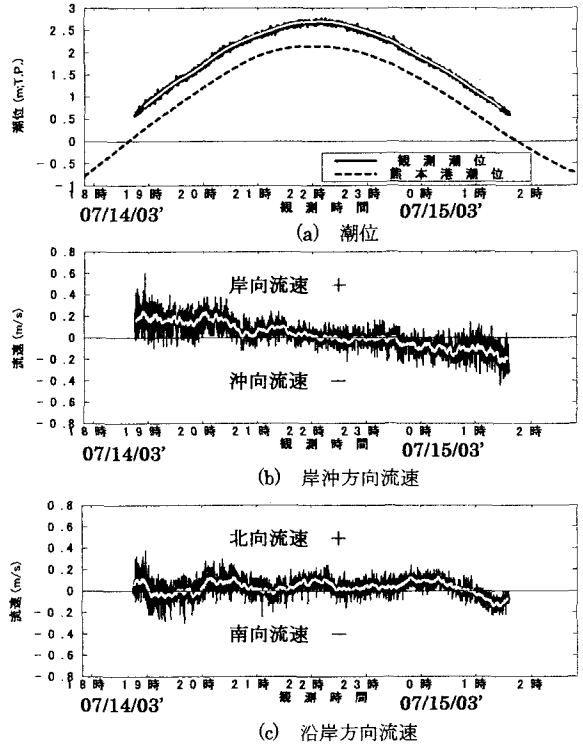


図-2 現地観測結果

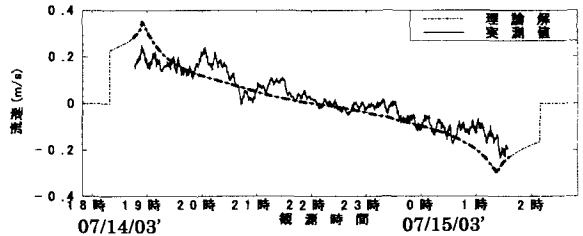


図-3 800m地点の潮流速の理論解と実測値の比較

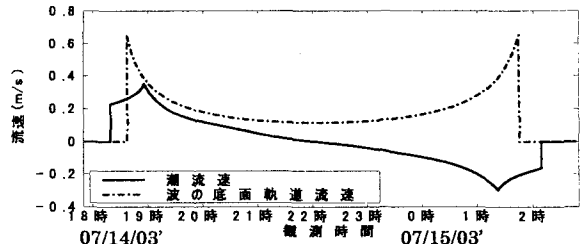


図-4 800m地点の潮流速と波の底面軌道流速の比較

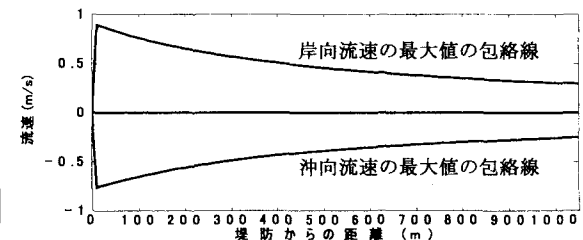


図-5 潮流速の岸・冲向流速の最大値の岸沖分布