

佐賀県藤津郡太良町に形成された潮汐蛇行の形状・流況特性

京都大学防災研究所 竹林洋史

1. はじめに イタリアのベニスなどのように、海域に近い低平地には潮位変動に起因した流砂によって蛇行流路が形成される。このような蛇行流路は潮汐蛇行流路と呼ばれ、その形成機構については、現地調査や線形不安定解析により多くの研究が実施された(例えば)。また、潮位変動によるガリの形成については、数値シミュレーションによる研究も実施されているが、潮汐蛇行流路の形成、発達過程や発達した潮汐蛇行流路の流況特性や流砂特性に関する知見は不足しており、潮汐蛇行流路を水路実験や数値シミュレーションによって再現するに至っていない。本研究では、佐賀県藤津郡太良町に形成された潮汐蛇行流路について現地調査と潮汐流の数値シミュレーションを実施し、潮汐蛇行流路の形状・流況特性および流砂特性について検討する。

2. 調査河川の概要 図1に調査対象流路の場所と上空から撮影した流路の様子を示す。対象流路は、有明海に面した佐賀県藤津郡太良町の漁港内に形成されている。漁港には、西の多良岳から(図1の写真上から)小規模な河川が流れ込んでいるが、平時は河川に表面流は存在しない。対象地点は潮位変動の幅が広く、大潮の時は4m程度となる。漁港内には非常に多くのムツゴロウが生息しており、有明海内でもっとも生息密度が高いと言われている。河床材料の粒径は、0.1mm以下の細粒土砂で構成されている。なお、対象地点はラムサール条約によって指定されている干潟に含まれていない領域である。

3. 調査方法 現地調査は、定期的に干潮時にドローンによって流路形状の写真測量を実施するとともに、10分に1回の時間間隔でインターバルカメラによって漁港の様子を撮影した。また、圧力式水位計によって、水深の連続観測を実施した。さらに、蛇行の一部を人工的に短絡させ、その後の流路変動特性について検討を実施した。

4. 調査結果 図1に示すように、流路幅50cm程度の蛇行角の比較的小さい蛇行流路(本川)が存在し、その流路に小規模な流路(支川)が複数流入していることがわかる。支川の蛇行角は本川よりも大きい。また、支川の流路にはさらに小規模な流路が横流入しており、フラクタル状の流路網を形成している。図2に潮位の時間変化を示す。対象地点は潮位変動幅が大きいため、潮位が低い時間帯は蛇行形成領域よりもかなり沖まで干潟が露出して流路の中には浸透流起源の表面流のみが存在し、-1.2m程度の水位で保たれている。

図3に蛇行の一部を人工的に短絡させた場合の流路形状の変化を示す。短絡によって三日月湖となった流路の大部分は土砂で埋没したが、下流側の流路は蛇行波長が短く、蛇行角が大きい小規模の流路となっていることがわかる。また、短絡した流路の湾曲の曲率は時間とともに大きくなり、短絡した場所の上下流の約1波長区間で流路の位置が大きく変化している。なお、この領域は、2018年10月から2019年4月の連続観測で流路形状の変化がほとんど見られなかった領域である。つまり、河道の短絡のような大きな変化が発生すると、一ヶ月程度の

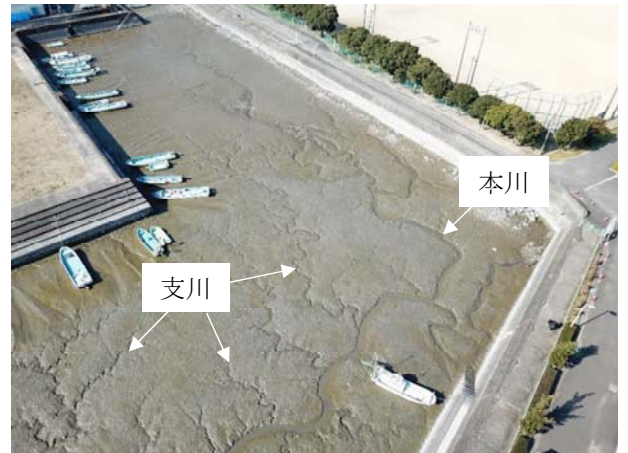


図1 調査対象流路の場所と上空から撮影した流路

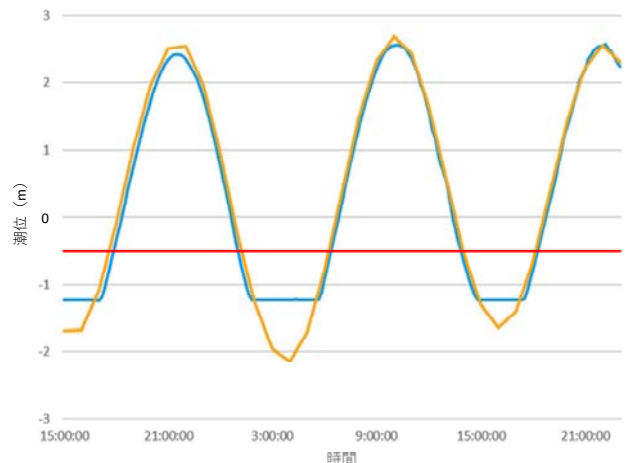


図2 実測潮位(青)と気象庁による沖の潮位(黄)

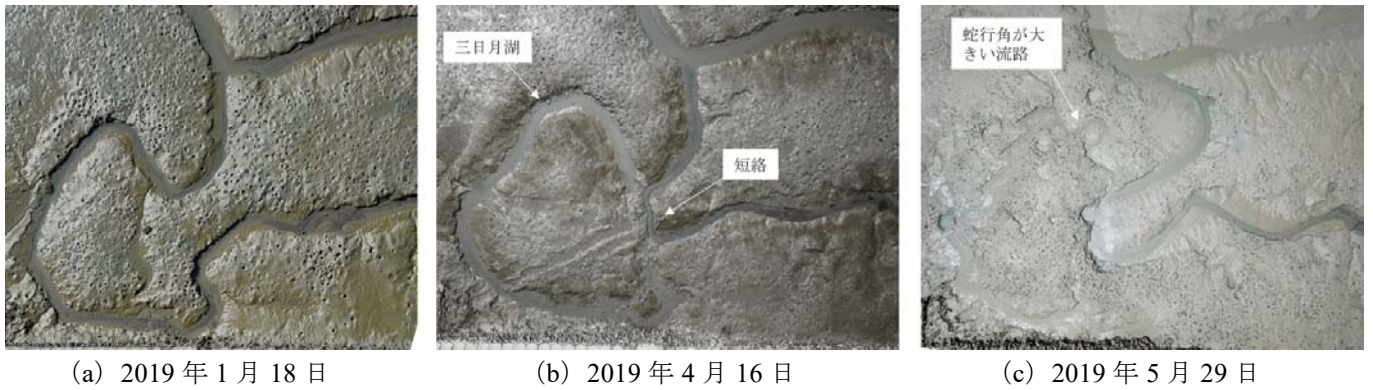


図3 蛇行短絡による流路変動

短時間でも流路が大きく変化することがわかる。

5. 数値解析の概要 数値解析では、図4に示す本川の2波長程度の蛇行区間を対象に流況の解析を実施した。解析に用いた基礎方程式は、竹林らによる飽和浸透流を考慮した平面二次元流れの浅水方程式³⁾である。下流端には実測した潮位から対象地点の潮位に換算した値を与えた。潮位低下時は上流端の水面勾配に対応した流量を上流端に与え、潮位上昇時は下流端の水面勾配に対応した負の流量を下流端に与える。

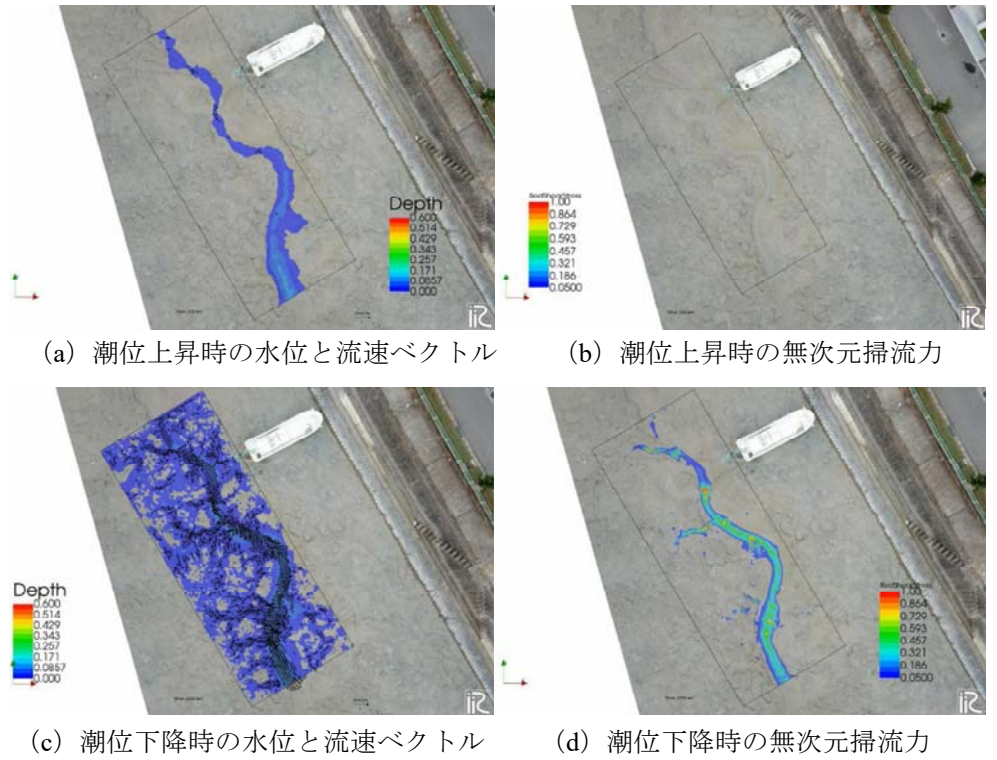


図4 潮位上昇時と下降時の流況の違い

6. 解析結果 図4に潮位上昇時と下降時の水位、流速ベクトル、無次元せん断力の時空間的な変化を示す。なお、流速については5cm/s、無次元せん断力については0.05以上の値のみを表示している。潮位上昇時は流路内で水深は大きな値を示すが、流速が小さく、無次元掃流力は0.05となる時間帯は無かった。一方、潮位下降時は、潮位の高い時間帯は流速が遅いため無次元掃流力が0.05以上とならず、流砂は発生しない結果となったが、潮位が低下するに従い、支川の水が本川に集まるとともに水面勾配が大きくなるため、流速が大きくなり無次元掃流力が大きな値を示した。つまり、太良町の漁港に形成された潮汐蛇行は、流路周辺の水は24時間動いているにもかかわらず、流砂が発生して地形が変動するのは潮位低下時の僅か数時間であり、潮位上昇時の流れは蛇行流路の形成には寄与していないことが明らかとなった。これは、潮位変動による往復流によって蛇行形状の発達を議論している線形安定解析の結果とは大きく異なっている。

謝辞 本研究の現地調査の実施においては、太良町社会福祉協議会及び太良町漁業協同組合にご協力頂いた。ここに記して感謝いたします。

参考文献 1) Seminara, G. & Tubino, M.: J. Fluid Mech. 440, 49–74, 2001., 2) 岩崎ら：水工学論文集, 第53巻, pp.745-750, 2009., 3) 竹林ら：水工学論文集, 第47巻, pp.631-636, 2003.