

■受領No.1358

河川流域と沿岸域を含めた干潟の広域土砂動態の解明と 地域社会再生の一環としての干潟保全対策の検討

代表研究者

鵜崎 賢一

群馬大学大学院理工学府環境創生部門 准教授



1. 研究目的

干潟の土砂動態や侵食・堆積機構については未解明な点が多い。その原因は、広域的視点と河川からの土砂供給量の精確な算定手法の欠落にある。本研究では、大分県中津干潟を対象として、高精度なRTK-GPSとADCPを用いた広域測量と、申請者らが開発している「実測データと簡易モデルを用いた河川からの土砂供給量算定モデル：gRSM」による山国川からの土砂供給量の高精度な算定、また申請者らが開発している「潮汐と風波を考慮した泥と砂による広域土砂動態・地形変化モデル：WDM-POM」を用いた公共事業の影響評価と干潟の保全対策の立案を目的とし、その検討や実施を、地元の大学やNPOとの共同研究や地域シンポジウムを通じて行なうことで、地域のシンボルとしての干潟の保全活動を、地域社会再生の一環として行うことを目的としている。

大分県中津干潟は、20年程前からアサリを中心とした漁獲量の激減に見舞われ、地元住民や漁師は、時期を同じくした耶馬溪ダムや平成大堰の建設、中津港の拡張事業のために干潟が侵食・泥質化したことによる影響ではないかと危惧している。国土交通省も経年的な深淺測量を行っているが、その結果から近年は堆積傾向であり、泥質化傾向にもないとしている。しかしながら、このデータは2011年の多雨、12年の九州北部水害までのものであり、その2年の堆積傾向の影響が強いため、そ

れから近年は堆積傾向と結論付けるのは尚早な判断である。従って、公共事業の影響よりも、侵食・泥質化実態が明らかになったとは言えないのが現状であり、本研究では、まず、そうした実態解明を行いながら、干潟の侵食・堆積機構を解明する。また、そうした知見をもとに環境アセスメントを行ない、その結果をいかしながら地元住民とともに干潟の保全活動を行うことで地域社会再生を進めることを目的としている。

2. 研究内容

2.1 観測概要

現地観測は、九州大学と日本文理大学、鹿児島大学と群馬大学との共同で行われた。観測領域は、山国川河口左岸の吉富漁港西端から中津港までの沿岸約8.0km、岸沖約3.5kmとし、RTK-GPSとADCPによるM9 (Xylem Japan社製) を用いて、沿岸部は小型ボートでM9を曳航し、沖合部は漁船に設置して測深と水位計測を行った。沿岸部では、岸沖1.0kmの測線を沿岸方向に500m間隔で14本、沖合部では沿岸約8.0kmの測線を岸沖方向に500m間隔で4本設定した。各測線における地盤高を、GMTを用いて約50mメッシュの空間データに補間した。観測は出水期前後の春と秋に行い、春と秋の差分から半期の、春と春あるいは秋と秋の差分から年間の侵食・堆積量を算定した。また、観測領域内の9点において、測深観測の干出時に表

層および柱状採泥を行ない、採泥試料についてレーザー粒度分布計LA-960(HORIBA社製)を用いて粒度分析を行った。河川については、国土交通省九州地方整備局山国川河川事務所より流量データと濁度データをご提供頂き、浮遊砂についてはLQ式を立てて算定した。掃流砂については、流量データから掃流力を計算し、M9による掃流力の算定値で補正した上で芦田・道上式を用いて算定し、改めてM9による掃流砂の算定値で検証した。これは、申請者が開発している「実測データと簡易モデルによる河川の土砂供給量算定モデル：gRSM」によるものである。

本研究は、テスト観測を含めて既に7年目であり、本研究による侵食・堆積データとそれ以前の国土交通省の経年的な深淺測量データとを接続して、長期的な侵食・堆積傾向の検討を行った。また、全期間を対象としてgRSMによって山国川からの土砂供給量を算定し、干潟の侵食堆積量と土砂収支を見積もった。

2.2 観測結果ならびに考察

2.2.1 侵食・堆積実態

2000年から2019年までの長期の侵食・堆積データについては、**明瞭な侵食・堆積傾向は認められなかった**。但し、**多雨あるいは水害による出水によって大きく堆積し、それ以外の年は若干侵食という傾向が認められた**。近年では、侵食・堆積の量が大きくなる傾向も認められた。

2.2.2 泥質化実態

採泥試料の粒度分析結果については、**2017年7月に九州北部豪雨水害があったため、その年の秋に9測点中4点で明瞭な泥質化が認められた**。しかしながら、**2018年春には冬季風浪によって泥質化は解消された**。2018年夏も比較的多雨であり、この年は2点で細砂化が認められた。17年と18年で顕著な相違は降雨強度であり、**40mm/h以上の大きな降雨強度の降雨があると、山腹から泥が流出し、干**

潟が泥質化することが示唆された。山国川上流の耶馬溪アメダスのデータでは、降雨強度が経年的に上昇傾向であり、このことは、今後干潟は泥質化傾向にあることを示唆している。また、翌年の春までに泥質化が解消される傾向にはあるが、県農林水産指導センターの調査結果では、秋に生存していた1mmクラスの成貝が春に出現しないこと、また、本研究において、すべて泥が堆積していると仮定した場合の波浪計算にもとづく侵食量予測と慶野ら¹⁾によるアサリの潜砂行動による疲弊死の実験データから、**アサリは冬季風浪で80%程度の体力を失うことが示された**ことから、**実は、夏から春までの泥質化はアサリにとって甚大な疲弊を招くことが示唆された**。このことから、アサリの斃死の要因はいくつか検討されているが、その中で泥質化対策は一定の効果があることが見込まれ、事実、県農林水産指導センターの取り組みでは、底質対策によって直接散布よりも30%生存率が向上することがわかっている。

2.2.3 山国川と中津干潟の土砂収支と多変量解析による回帰式

山国川からの土砂供給量と中津干潟の侵食・堆積量を用い、東側境界からの土砂流出量を中津港の浚渫量、沖側境界からの流出入量を沿岸流が強い領域であることから0と仮定し、西側境界からの沿岸流入土砂量を算定した。その結果、経年的な平均値として年間40万 m^3/yr の土砂流入があり、中津干潟の土砂は山国川からの土砂供給と共に、沿岸方向の土砂流入も無視できないことが推察された。但し、gRSMによる河川の土砂供給量の算定値が未だ検証不足であり、その精度に大きく依存するため、gRSMの精度検証が今後の課題である。また、侵食・堆積量： ΔV 、苅田港における有義波高： $H_{1/3}$ 、耶馬溪アメダスの降雨量： r とし、多変量解析から式(1)の回帰式を得た。

$$\Delta V = 5.51 \times 10^3 r - 1.11 \times 10^7 H_{1/3} + 2.46 \times 10^6 \quad (1)$$

この式から、降雨量は堆積に、有義波高は侵食

に寄与することがわかり、これらのデータを用いれば将来的な侵食・堆積量： ΔV の予測も可能となった。

2.3 計算概要

干潟への影響が懸念される公共事業の環境アセスメントや将来的な干潟の地形変化予測ならびに保全対策の検討のために、申請者らが開発している「潮汐と風波を考慮した泥と砂による広域土砂動態・地形変化モデル：WDM-POM」を用いて、周防灘と中津干潟の流動場と広域土砂動態・地形変化の計算を行った。現段階では、潮流・海浜流場の再現計算についての報告となる。

モデルは、POMをベースとして、波浪場をエネルギー平衡方程式、海浜流場をラジエーション・ストレス・モデル、泥の輸送を移流拡散方程式、砂の輸送をBailardモデル、地形変化を土砂収支式で算定し、河川からの土砂流入境界条件としてgRSMを取り込んでいる。数値計算は、周防灘を対象とした大領域計算：Run 1と、中津干潟を対象とした小領域計算：Run 2を行った。Run 1では、徳山と別府、関門における実測潮位を、Run 2においてはRun 1の計算潮位を境界条件とし、沖側境界において苅田港の冬季有義波高・有義波周期を与えた。

2.4 計算結果ならびに考察

Run 1においては、既往研究でも示唆されているように、冬季の大潮時の計算結果で反時計回りの潮汐残差流が形成された。これにより、南岸の**中津干潟周辺では東向きの恒流が存在すること**になる。また、Run 2においては、北西風による入射波が引き起こす海浜流も重なり、東向きの強い流れ場が形成された。現段階では冬季の計算であるため、河川流入量は小さい値となっているが、今後、夏季の計算も行い、年間の地形変化量を算定するとともに、将来的な地形変化予測や公共事業の環境アセスメント、また干潟の保全対策の検討を行

っていく予定である。

2.5 結論

現地観測ならびに数値計算を行い、山国川と中津干潟の広域土砂動態と地形変化を調べ、とくに侵食・泥質化実態について検討を行った。その結果、長期的に見て明瞭な侵食あるいは堆積傾向とは言えないが、近年、変動幅が大きくなっていることがわかった。また、水害があると泥質化し、それ以外の出水では細砂化するが、泥質化は春には解消される。しかしながら、1mmクラスのアサリにとっては冬季風浪による露出と潜砂行動によって大きなダメージを被ることが示唆された。多変量解析から、干潟の侵食堆積量の回帰式を得た。数値計算によって、周防灘の反時計回りの潮汐残差流と、中津干潟周辺では冬季に残差流に加えての東向きの海浜流が卓越することが示された。今後、環境アセスメントに繋がる土砂動態・地形変化計算を行っていく。

3. 発表 (研究成果の発表)

国内外の学会誌、学会講演会等における発表を5件程度記載。

記載内容：氏名、題目、誌名、巻、号、頁（年次）、学会名（場所、年次）

鶴崎賢一・川嶋将央・小森崇弘、河川流域と沿岸域を含めた干潟の広域土砂動態とその侵食堆積機構の解明、日本流体力学会年会2019発表概要集、USB、日本流体力学会年会（電通大、2019）
河川と沿岸域を含めた干潟の広域土砂動態と泥質化・侵食実態の解明、土木学会論文集B3（海洋開発）、CDROM、海洋開発シンポジウム（網走、2020）
河川流域と沿岸域を含む干潟の広域土砂動態と侵食・泥質化実態の解明、九州・山口地区海岸工学者の集い2019発表概要集、Web掲載、九州・山口地区海岸工学者の集い2019（佐賀、2019）