

B-15 有明海泥質干潟における懸濁物質輸送の 季節変動特性

○古谷 貴洋^{1*}・山本 浩一¹・速水 祐一²・濱田 孝治²・吉野 健児²

¹山口大学大学院理工学研究科（〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1）

²佐賀大学低平地沿岸海域研究センター（〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地）

* E-mail: p032vf@yamaguchi-u.ac.jp

1. はじめに

有明海に広がる泥質干潟はムツゴロウなど貴重な生物の生息場として機能しているほか、冬季になると一面にのりひびが立ち、海苔漁業の舞台となる。泥質干潟はシルトや粘土粒子の懸濁物質が長年にわたって海底に堆積した結果である。底質の再懸濁は潮流や波浪により海底面に作用するせん断力により起こり底泥は浮遊砂あるいは懸濁物質となる。懸濁物質として潮流により輸送されて別の場所へ移動し、ある条件のときに沈降して底泥となる。しかしながら、長期的な堆積特性については長期的なデータ取得の例がほとんどないため、明らかになっていない。そこで、本研究では有明海の干潟において長期的なデータ取得を行い、長期的なSSの輸送特性について考察した。

2. 研究方法

図-1 に研究対象水域・底泥の季節変動特性を捉えるために佐賀県白石町沖に測点を設定した。このうちA～Dの区間は干出することのある干潟部、D～Gは干出することのない浅海域である。冬季には地点C～Fの区間は海苔漁場となる。2007年8月～2008年7月まで毎月一回測点A～Gの各点でエクマンバージ採泥器により採泥を行った。

このうち測点Dおよび測点Fの2点には濁度計、超音波流向流速計を設置した。これらの観測は2007年8月1日～2008年7月31日まで行った。本研究では、測点Dおよび測点Fの海底に超音波ドップラー流速プロファイラー（Nortek社製 Aquadopp）および濁度計（アレック電子製 ATU3-8M, ATU5-8M）を埋設した。超音波ドップラー流速プロファイラーの層厚は0.5m、データ取得間隔は10分とした。

超音波流速計(ADCP)の反射音響強度は(1)式によって懸濁物質濃度に変換した。

$$EL = -20 \log r - 2\alpha + 10k \log C + 10 \log(\nu \nu T/2) + A \quad (1)$$

ここで EL : 反射音響強度 (dB), r : ADCPからの測定層中心までの距離 (m), α : 減衰係数 (dB/m), C : 懸濁物質濃度 (g/m^3), ψ : 音波のビーム幅 (sr), ν : 音速 (m/s), T : パルス長 (s), k, A は定数である。超音波流速計の反射音響強度から鉛直方向のSS濃度が算出できるから、鉛直方向に積算した岸方向（方位334°）のSSフラックスを(2)式で算出した。

$$J_s = \sum_{k=1}^n C(k) U(k) \Delta h \quad (2)$$

ここで $SSFs$: 岸方向SSフラックス (g/m/s), $C(k)$: 層 k におけるSS濃度, $U(k)$: 層 k における岸方向流速, Δh : 層厚, n : 層数である。干潟上への降雨による懸濁物質の輸送への影響を明らかにするため、干潟有効雨量を考えた。A点における標高は0 mであり、D点における標高が3 mである。この地点での年間最低潮位が3mであることから、均一な勾配と仮定するとA-D間の干出率 b を計算することができる。干出率 b はF点の超音波流速計で取得した潮位 H (m) から算出し、(4)式のように干潟有効降雨 R_E (mm) を計算した。

$$\begin{aligned} b &= 0 & (H > 0 \text{ m}) \\ b &= -H/3 & (H \leq 0 \text{ m}) \end{aligned} \quad (3)$$

$$R_E = bR \quad (4)$$

底泥については、ベーンせん断試験と粘度計によるせん断試験を併用してせん断強度を求めた。エクマンバージ採泥器で採泥後容器に入れて横倒ししてせん断試験を行った。

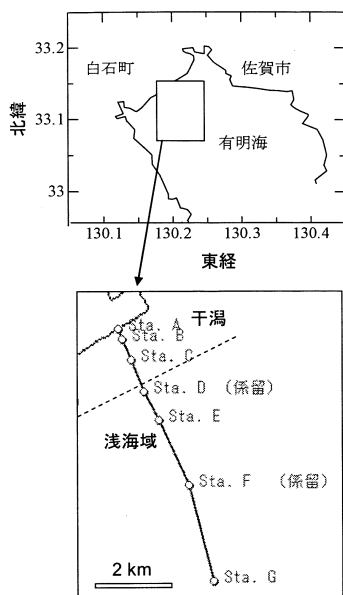


図-1 研究対象水域および観測地点

3. 研究結果

(1) 年間を通じたSSフラックスの傾向

D 地点, F 地点ともに年間を通じて岸側に輸送される傾向にあった(図-2)。F 地点においては 2007 年 12 月以降に岸側に輸送される SS が増加し, 遅れて 2008 年 2 月ごろ D 地点における岸方向の SS フラックスが急増した。D 地点においては 3 月以降徐々に岸側に輸送される SS が減少し, 2008 年 6 月には沖向きに流出するようになった。

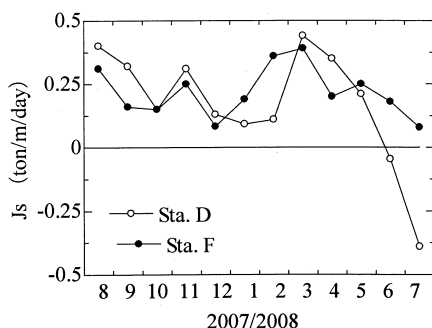


図-2 地点 D, F における日平均岸向き SS フラックスの変動

(2) 年間を通じた底泥のせん断強度の変動

乾燥密度が低いか, またはペーンせん断強度が比較的低い底泥は圧密が進んでおらず堆積して間もない軟泥で

あることを示していると考えられる。図-3上に最も岸側のA地点における乾燥密度を示した。9月から10月にかけて一気に堆積が進んだ状況を示しているほか, 11月から4月にかけて徐々にせん断強度の低い底泥が厚くなっているのがわかる。ところが, 5月には急激にせん断強度の低い底泥は厚みを減少させた。一方で浅海域のE地点(図-3下)においては, 8月においては厚く軟泥が堆積していたものの, 9月から12月まで非常に剪断強度が高くなり, 12月に一気にせん断強度が下がったため堆積が進んだようにみえた。その後5月まで継続的にせん断強度が増したが, 6月から7月にかけて軟泥の堆積が進んだ。

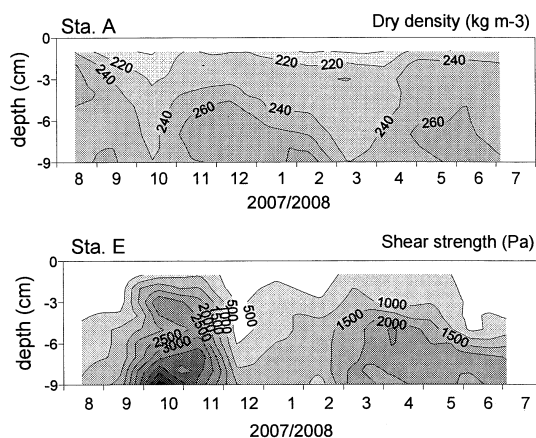


図-3 地点 A における底泥の乾燥密度の鉛直分布(上)と地点 E におけるせん断強度の鉛直分布(下)

4. 考察

(1) SSの輸送から計算された堆積フラックスと底泥のせん断強度の関係

地点 D における SS フラックスを, A~D の区間長 1775m で除し, 地点 F と地点 D の SS フラックスの差分を D~F の各区間長 2695m で除して各区間の単位面積あたり堆積量を推定した(図-4)。

区間 A~D (干潟部) については, 堆積量の傾向は地点 D における SS フラックスの傾向と同じであり, 2007 年 8 月~2008 年 2 月は増減はあるものの堆積傾向にある。2008 年 3 月に突然堆積フラックスが大きくなるが, 底泥の乾燥密度をみても 2008 年 3 月に突然軟泥の厚さが増大している。このことから 2008 年 3 月の軟泥の厚さが増大したのは沖合から輸送されてきた SS の堆積によるものであるといえる。一方, 2008 年 5 月~7 月は D 地点から沖側に SS が輸送されており, SS の堆積フラックスは負を示した。これに対応して A 地点では軟泥が無く

なり乾燥密度が高くなる傾向にあった。

区間 D～F（浅海域）については 2007 年 8 月～12 月、F 地点から岸側に輸送された SS よりも D 地点から岸側に輸送された SS のほうが多く、SS の収支からみて侵食傾向にあったが、2008 年 1 月は F 地点から岸側に輸送された SS が D 地点から岸側に輸送された SS を上まわり、SS はこの区間で堆積傾向にあった。この時期がちょうど海苔養殖が活発に行われる時期であることから、地点 D 付近（海苔網内）では沖合から輸送された懸濁物質が海苔網内で堆積していると考えられる。E 地点の底泥についてはこのとき軟泥が堆積していた。

2008 年 6 月～8 月にかけては D 地点から沖向きに流出した SS が区間 D～F に堆積する傾向にあったが、これに対応して E 地点では軟泥の堆積が起きている。干潟部から侵食されて流出した懸濁物質が干潟縁辺部（E 地点付近）に堆積したと考えられる。

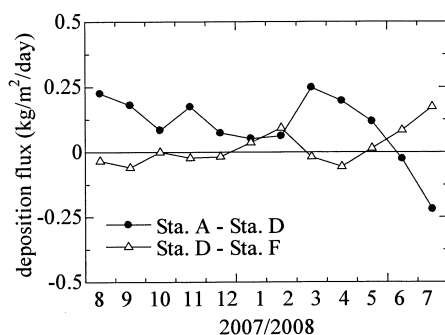


図-4 区間 A-D（干潟域、一部ノリ漁場）および区間 D-F（浅海域、ノリ漁場内）における SS の日平均堆積フラックスの変動

(2)SSの輸送におよぼす降雨の影響

以上から、SS の堆積傾向が軟泥の堆積状態と整合していることがわかった。干潟ではほとんど常に沖合から懸濁物質が輸送されて堆積していたが、例外的に夏季には懸濁物質が干潟から沖合へ輸送されている。特に 5 月～7 月は沖向きのフラックスが観測されており、降雨（図-5）の影響が考えられた。縦軸に日最大潮位差、横軸に干潟有効雨量をとると（図-6）、降雨のない状態では日最大潮位差が大きければ大きいほど岸向きに輸送されるが、干潟有効雨量が多ければ沖側に輸送される傾向が生じることがわかる。このことから、5 月～7 月に岸側から沖側に輸送されているのは降雨の影響であると考えられ、干潟上での降雨による侵食が浅海域での軟泥の堆積を生じることがわかる。

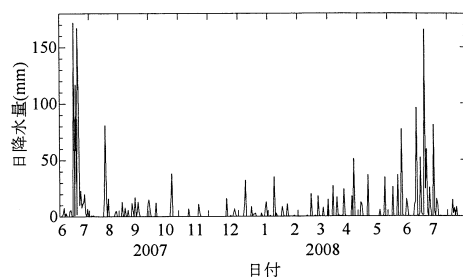


図-5 AMeDAS 佐賀県白石町観測地点における日雨量

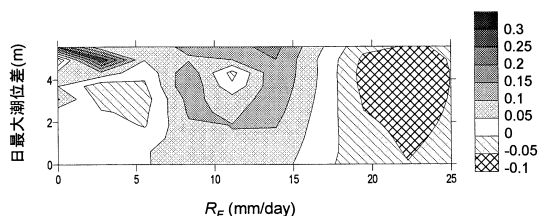


図-6 D 地点での日平均岸向き SS フラックスにおよぼす干潟有効雨量 R_E と日最大潮位差

5. まとめ

本研究では有明海の泥質干潟～浅海域について一年を通じた係留観測から得られた SS フラックスと軟泥の堆積状況が整合していることを示した。干潟域では、8 月～翌 5 月にかけて岸側に SS が輸送されており、この期間は常に堆積傾向となる。特に 12 月～2 月にかけてのり網が張られる時期に沖合から輸送されてきた SS の海苔網内への堆積が進む。5 月～7 月にかけては干潟から降雨によって侵食されて発生した SS が干潟縁辺部へ堆積する傾向にあることも明らかになった。海苔網を貼り込むことによって、長期的には干潟縁辺部に懸濁物質をトラップしやすくなっているといえるであろう。

謝辞

本観測は有明海再生機構の委託事業平成 19 年度および平成 20 年度「干潟・浅海域における物質の循環調査に関する研究」（代表：速水祐一）により実施されたものである。観測にあたっては国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究室から濁度計を、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所から超音波流速プロファイラーを貸与していただいた。また、現地調査にあたってはいで株式会社九州支店に多大な協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。