

特定非営利活動法人有明海再生機構

有明海環境Q&A

Q7. 底質の変化及び懸濁物輸送

Q7-1.底質の泥化と潮流はどのような関係がありますか？

Q7-2.SS濃度とは何ですか？

Q7-3.近年における有明海での底質変化はどうなっていますか？

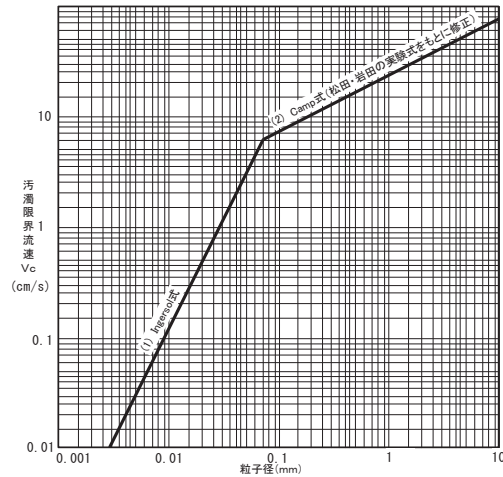
Q7-4.底質の変化に諫早湾内からの浮泥も関係していますか？

Q7：底質の変化及び懸濁物輸送

Q7-1：底質の泥化と潮流はどのような関係がありますか？

A7-1：一般に、潮流速が底質の泥化を進める傾向にあります。

潮流速が低下することにより、浮泥の移動限界に対応した流速を下回る海域が拡大し当該海域において底泥の移動量や巻き上げの減少が、堆積増加を生じさせ、底質の泥化を進めていると言われていています。有明海においても、概ね相対的に潮流の遅い海域（湾奥部の沿岸よりの海域、諫早湾内、熊本市沖等）において、底質の含泥率が高い傾向がみられます。



注：1) 上図の式は、次のとおりである。

(1) Ingersol 式
$$V_c = \frac{1}{1.2} V \sqrt{\frac{8}{f}}$$

ここで、 V は Stokes 式より次のとおりである。

Stokes 式
$$V = \frac{1}{18} \cdot \frac{g(\rho_s - \rho)}{\mu} \cdot d^2$$

(2) Camp 式（松田、岩田の実験式をもとに補正）
$$V_c = 1.86 \sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho}} g d$$

ここで、式中の記号は、次のとおりである。

V_c : 汚濁限界流速 (cm/s)	f : 摩擦抵抗係数 (=0.025)
g : 重力加速度 (980 cm/s ²)	ρ_s : 土粒子の比重 (=2.65)
ρ : 水の単位体積重量 (=1.024)	μ : 粘性係数 (15°C = 0.01145 poise)
d : 土粒子直径 (cm)	V : 沈降速度 (cm/s)

- 2) 上図の関係は、取扱い土砂の性状によっても変化するので、現地底質の存在状態、土質を把握しておく必要がある。
- 3) Ingersol 式の摩擦抵抗係数 f の値は、濁りを構成する微細土粒子が主対象となることから、 $f = 0.025$ とした。
- 4) 上図の関係は、沈殿堆積した粒子が再浮上する流速下では浮遊粒子の正味の沈降はないとの考え方に基づいて作成したものである。

ある粒子の粒径に対応する汚濁限界流速よりも大きい流れのもとでは、その粒子は沈降することなく浮遊し続けますが、汚濁限界流速が低くなれば、沈降せずに海底上を浮遊・流動する粒子の粒径も小さくなります。

浮泥

有明海は干潮時の広大な干潟が特徴です。その干潟は軟弱な泥層からなり、大きな干満差により泥が巻き上がり、移動することで、有明海は濁った状態に保たれます。この巻き上がり、移動する泥を浮泥といいます。

参考：佐賀大学有明海総合研究プロジェクト成果報告集 (2010)

恒星社厚生閣「有明海の生態系再生をめざして」(2007)

環境省有明海八代海総合調査評価委員会報告書 (2006)

潮流 Q6-1 参照

Q7-2：SS 濃度とは何ですか？

A7-2：懸濁物質 (Suspended Substance：SS) 濃度のことです。

水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、水域の清濁の程度を示す指標として、SS(mg/l) で表示されます。水が濁っているほど、SS 濃度は大きく、水中の透明度が高いほど、SS 濃度は小さくなります。底層の流速 (横軸) が 20cm/s を超えると顕著な SS 濃度 (縦軸) の増大がみられます。つまり、流速が増すと、泥や砂の巻き上げおこり、海水が濁り、底泥の移動量もふえることが予測されます。

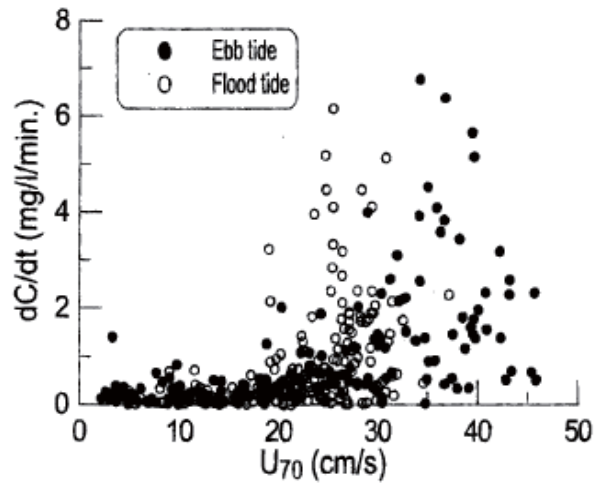


図 7-2.1 湾奥西部における底面付近での SS 濃度上昇率と流速の関係

出典：環境省有明海八代海総合調査評価委員会報告書 (2006)

Q7-3 近年における有明海での底質変化はどうなっていますか？

A7-3：平成 12 年 (2000 年) 年までは細粒化、近年は粗粒化の傾向にあります。

平成 12 年 (2000 年) 年までは、細粒化

昭和 31 年 (1956 年) と平成 13 年 (2001 年) の比較では、有明海の湾奥部の沿岸よりの海域、諫早湾内、福岡県域、熊本市沖等において、底質の泥化が進んでいたことがわかります。

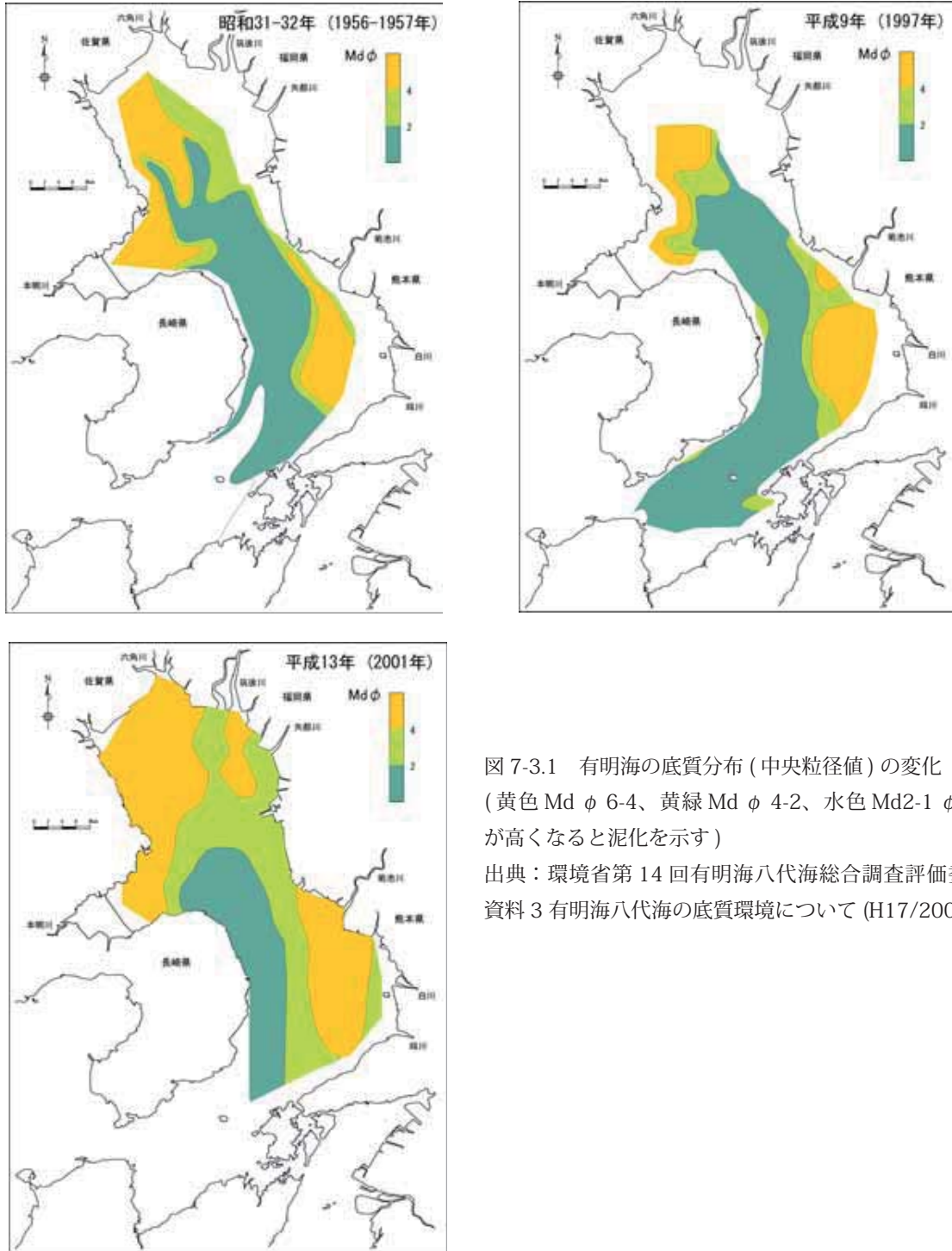
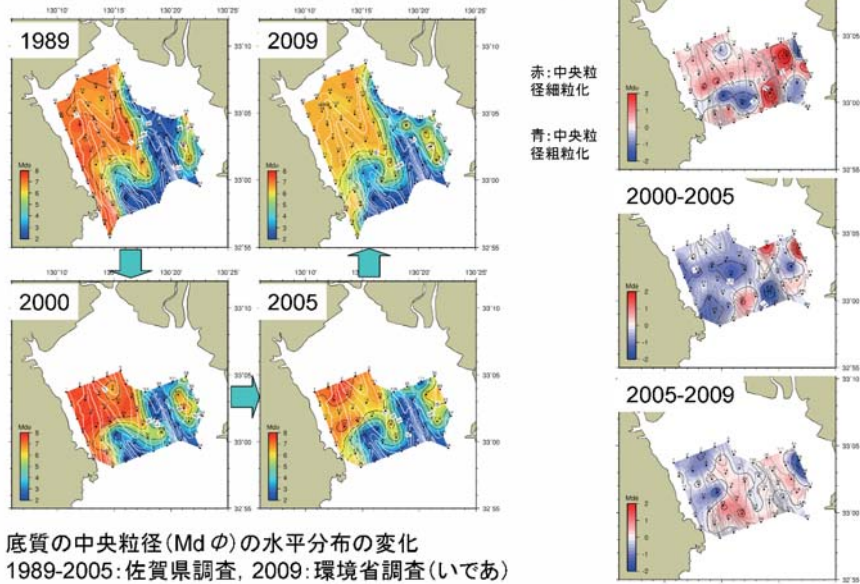


図 7-3.1 有明海の底質分布 (中央粒径値) の変化 (黄色 Md ϕ 6-4、黄緑 Md ϕ 4-2、水色 Md 2-1 ϕ 数値が高くなると泥化を示す)

出典：環境省第 14 回有明海八代海総合調査評価委員会資料 3 有明海八代海の底質環境について (H17/2005)

平成 12 年 (2000 年) 年以降は粗粒化傾向

平成21年度有明海・八代海再生フォローアップ調査報告書より



底質の中央粒径 (Md φ) の水平分布の変化
1989-2005: 佐賀県調査, 2009: 環境省調査 (いであ)

図 7-3.2 底質の中央粒径の水平分布の変化

平成21年度有明海・八代海再生フォローアップ調査報告書より

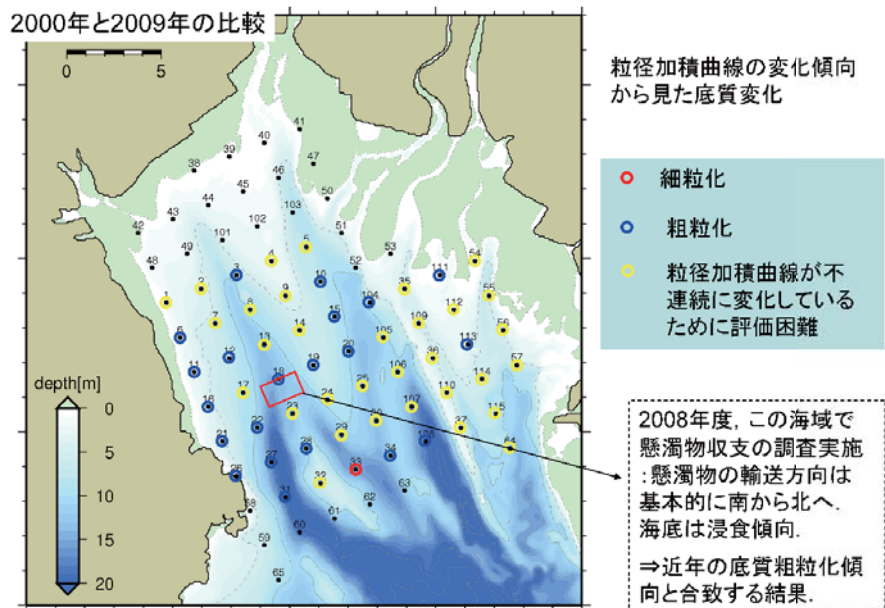


図 7-3.3 粒径加積曲線の変化傾向からみた底質変化

底質の構成成分

一般に、底質は、泥、砂、礫に分かれており、その中でさらに、粒径の大きさにより区分されます。大きさは中央粒径値 (Md φ) で表され、数値が大きいほど、泥化を示します。

例えば、礫は -1 φ より小さい値で表され、泥に区分される粘土は 10 ~ 8 φ、シルトは 8 ~ 4 φ であらわれます。

泥		砂				礫
粘土	シルト	極細粒砂	細粒砂	中粒砂	粗粒砂	極粗粒砂
10 ~ 8 φ	8 ~ 4 φ					礫・岩盤
						~ -1 φ
						-1 φ ~

参考：恒星社厚生閣「有明海の生態系再生をめざして」(2007)

環境省有明海八代海総合調査評価委員会報告書(2006)

Q7-4 底質の変化に諫早湾内からの浮泥も関係していますか？

A7-4：湾内の浮泥の湾外への移動が確認されているが、常に流出傾向にあるわけではないようです。

有明海は日本国内の42%に当たる263km²もの広大な干潟が干潮時には出現するといわれています。干潟は軟弱な泥層からなり、大きな干満差(最大6m)により巻き上がり、浮泥として移動することで、有明海は濁った状態を保ちます。

一般に、有明海湾奥部の海底では、残差流としてエスチュアリー循環が卓越しているため、台風時の突発的な沖向きの輸送以外、浮泥を含む懸濁物は、湾奥方向へ輸送される傾向が見られます。その中でも、島原半島沖および諫早湾内までを含めた、1潮汐間の流動と懸濁物濃度分布の変化調査によれば、諫早湾内で巻き上げられた底泥が湾外に流出し、その後塩田川沖海底水道に沿って有明海湾奥方向に輸送される様子が捉えられています。

こうした結果は、有明海湾奥南西部海域の底質変化に対して、諫早湾潮受堤防締め切りにともなった懸濁物輸送の変化が影響した可能性があることを示唆しています。ただし、その後行われた連続観測の結果、諫早湾の懸濁物輸送は常に流出傾向にあるのではなく、鉛直混合(上下の混合)した時期には、逆に諫早湾湾奥向きになっていることが分かっています。今後、数値モデルによる検討と共に、台風通過などのイベント時を含めて通年の連続観測が必要です。

残差流

潮流は往復運動するだけで、実質的に物質を運ぶ働きをするのは、上げ潮と下げ潮の差に相当する流れで、その流れを残差流と呼びます。

参考：佐賀大学有明海総合研究プロジェクト成果報告集(速水ら、2010)

恒星社厚生閣「有明海の生態系再生をめざして」(2007)

海の流れと生物：環境を大切にすることの意味(中田、2007)

エスチュアリー循環 Q5-8 潮汐 Q6-1 諫早湾潮受堤防締め切り Q9-1 参照