

B-41 榎野川流域における微細土粒子の流出に関する研究

○小川 淳史^{1*}・浮田 正夫²・関根 雅彦³・今井 剛⁴・樋口 隆哉⁵

¹ 山口大学理工研究科環境共生系専攻 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

² 山口大学工学部社会建設工学科 名誉教授 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

³ 山口大学工学部社会建設工学科 教授 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

⁴ 山口大学工学部循環環境工学科 教授 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

⁵ 山口大学工学部社会建設工学科 助教 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

e004hd@civil.yamaguchi-u.ac.jp

1. 研究背景及び目的

現在、榎野川流域では生活雑排水、森林の荒廃、大規模な公共工事、農業排水などの影響により環境が悪化している。それに伴い河口干潟の環境悪化も進行し、アサリやアマモなどの干潟生物が減少の一途をたどっている。干潟生物減少の原因にはさまざまなものがあるが、特に治山、治水による砂の供給減や、農地、工事現場などから流出する微細土粒子流出による干潟底質の細泥化が注目されている。

そこで、本研究では、榎野川流域における微細土粒子の流出特性から、その発生起源について考察し、実測調査及び流量シミュレーションによって微細土粒子の負荷量を予測した。

2. 河川流域からの土粒子流出特性

2.1 降雨時濁水調査

河川に流入する微細土粒子の起源を知ることが、効果的に濁水対策をするために重要である。そこで濁りが大量に流出すると考えられる2006年4月から8月の降雨時に榎野川の上流から下流にかけてSS量と粒度分布を把握するために調査を行った。2006年の各ポイントにおける4~40回の平均モード径を図1に示す。九田川、八方原、中川橋などの農業排水では降雨時にかなりの濁り水が流れており、モー

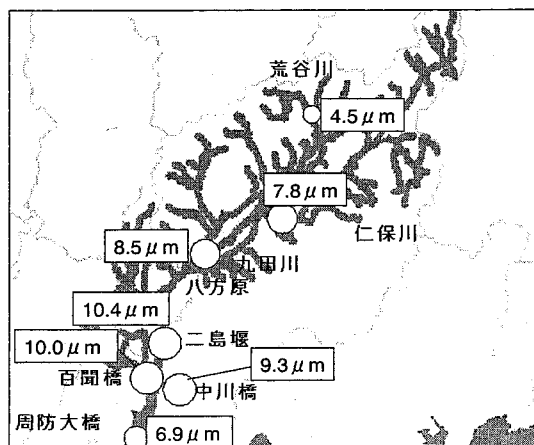


図1 2006年の各地点におけるモード径

ド径が7~10 μmとなった。下流域の二島用水堰、百聞橋では10 μm前後の粒径のものが流れており、最下流部の周防大橋に至った時にはモード径が10 μm以下になることがわかった。

このことより、榎野川流域の水田などから流出した粒径10 μm以下の粒子は河川を流下する途中で沈むことがなく干潟域まで達することがわかった。また、代掻き時期の水田から流出する濁りは河川の濁りに大きく影響を与えていると考えられる。

2.2 水田の代掻きの影響

5月から6月にかけて水田では代掻きが行われ、このとき大量の土粒子が流出すると考えられる。この代掻き時期に発生する濁りの影響を把握するために、榎野川上流から下流の7カ所の水田（A~G）において農地土壌を採取し、蒸留水と混ぜ、代掻き時に発生する濁りを再現し、30分静置後に中層から採水し粒度分布を測定した。図2に代掻き後30分静置後における中央粒径を示す。7地点の濁り水の中央粒径が10 μm以下であり、下流の水田ほど粒径が小さくなる傾向を示し、代掻き時に発生する濁りは河川中の微細分と関係があると考えられる。

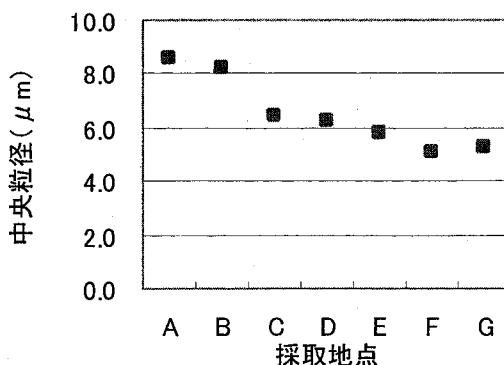


図2 30分後の代掻き水の中央粒径

2.3 河口部に到達した $10\mu\text{m}$ 以下の粒子の挙動

農地などから流出した $10\mu\text{m}$ 以下の粒子が干潟域まで到達し海水と接触したときの挙動を把握するために次のように実験を行った。 $10\mu\text{m}$ 以下の土粒子のみで構成された濁水を海水と混ぜ、沈降筒を用いて吸光度の経時変化を淡水と混ぜ合わせた場合と比較した。結果は、図3より、明らかに微細土粒子の沈降速度は淡水中より海水中の方が速いことがわかる。また、図4の海水と混ぜ合わせた濁水の沈降筒の底に堆積した粒子の粒度分布と図5の2006年7月に調査分析を行った榎野川河口部底質の粒度分布を比較したところ、沈降筒の底に堆積した粒度分布のモード径が $8.2\mu\text{m}$ 、榎野川河口部底質の粒度分布のモード径が $9.4\mu\text{m}$ となり近い値となった。このことより、榎野川を流れてきた微細土粒子が海水に接

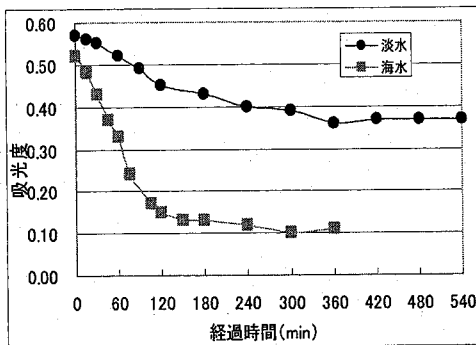


図3 沈降筒中の吸光度

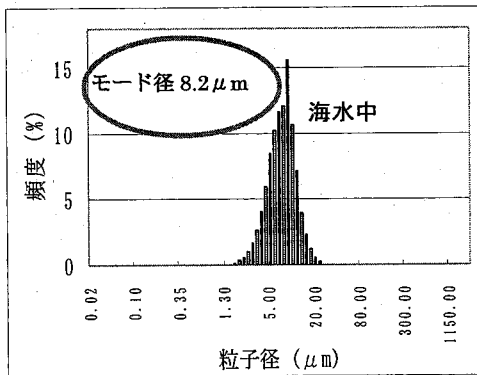


図4 沈降筒の底の堆積物の粒度分布

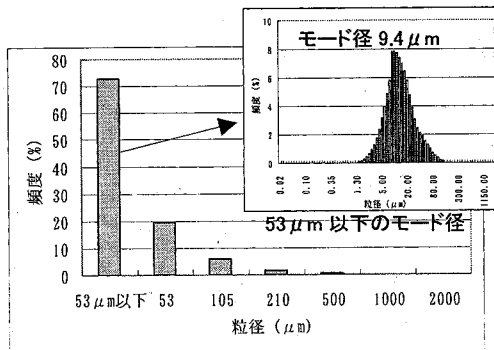


図5 河口部底質粒度分布

触することにより凝集沈殿し河口部に多く堆積することが示唆された。

3. 干潟域へ流入する微細土粒子負荷量の算定

3.1 タンクモデルを用いた榎野川の流量予測

河川を経由して河口部へ流出する微細土粒子の負荷量予測には、まず、河川流量の予測が必要である。本研究では、流量予測に時々刻々の流量算出、地下浸透、時間遅れ、蒸発が表現でき、流出計算の適合性も良いタンクモデルを用いた。模式図を図6に示す。このモデルは側面、底面に流出孔を持つタンクを3つ上段よりタンクA、B、Cと設け、降雨は最上段のタンクAに注入される。各タンクの側面、底面の流出孔から外部に流出し、一部は底面の浸透孔を通して一段下のタンクへ移動する。各タンクの側面の流出孔からの和が河川流量の推定値となる。榎野川の流量予測タンクモデルの係数を求めるにあたり、降雨時濁水調査時に測定した二島用水堰における水位流量のデータから実測値に合うようにモデルのパラメータを決定した(表-1)。2004年から2006年の3年間で1時間区切りで計算した結果を図7、図8、図9に示す。相関はそれぞれ、0.817、0.859、0.945となり、計算値が実測値を再現できている。このことより、微細土粒子の負荷量の算出にはこの計算流量を用いるものとする。

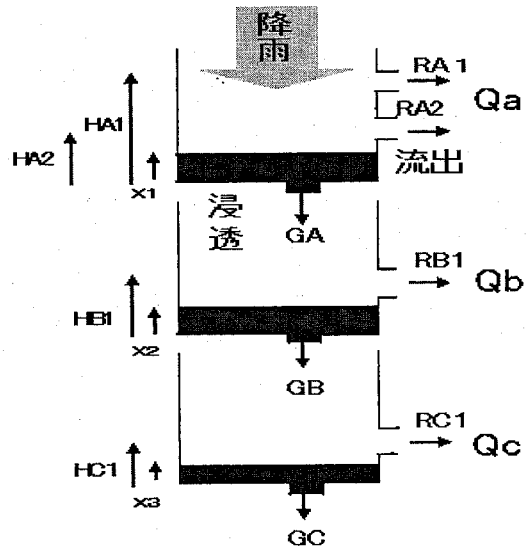


図6 タンクモデル模式図

表-1 タンクモデル パラメータ

タンク	流出孔				浸透孔	
	孔の高さ(mm)	流出率/hour		浸透率/hour		
A	HA 1	50	RA 1	0.025	GA	0.01
	HA 2	10	RA 2	0.02		
B	HB 1	40	RB 1	0.01	GB	0.001
C	HC 1	100	RC 1	0.0025	GC	0
蒸発(mm/day)					2	

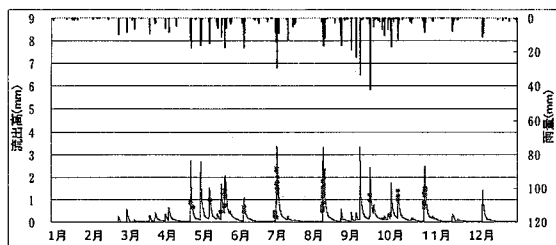


図-7 流量予測結果 (2004)

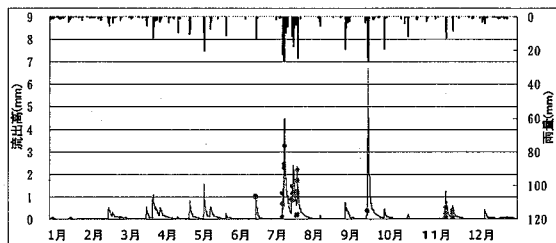


図-8 流量予測結果 (2005)

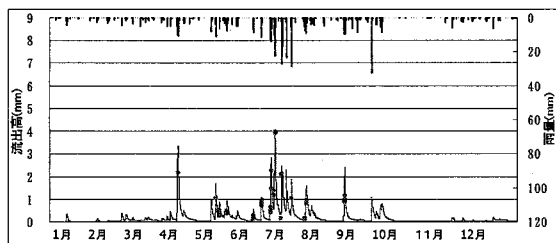


図-9 流量予測結果 (2006)

3.2 流量と土粒子負荷量の関係

2004年から2006年の降雨時濁水調査によって得られた二島用水堰における流量とSS負荷量の関係を図10に、流量と10 μm 以下のSS負荷量の関係を図11に示す。その相関はそれぞれ $R=0.91$ 、 0.91 となり高い相関が得られた。よって、図中に示す回帰式を用い年間SS負荷量の算定を行った。その結果、

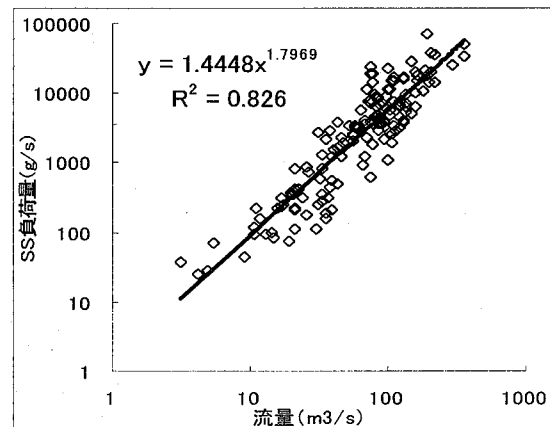


図10 流量とSSと負荷量の関係

年間SS負荷量は約2.2万t、そのうち粒径10 μm 以下の年間SS負荷量は約9000tにも及ぶと試算され、その割合は山口湾に流入するSS全体の約4割を占めた。また、算出によって得られた9000tの10 μm 以下のSSが山口湾干潟域に均一に堆積したと仮定すると、年間約2mm堆積したと計算された。この結果より、榎野川流域から流出した微細土粒子が山口湾干潟域における細泥化の進行に大きく関わっていると考えられる。

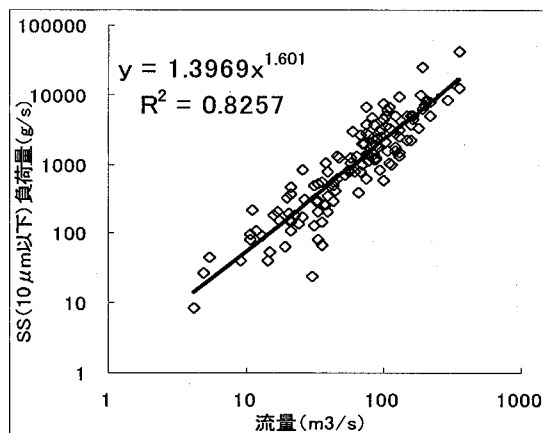


図11 流量と10 μm 以下のSS負荷量の関係

4. 結論

河川の濁りの発生源の一つとして農業排水が挙げられ、特に代掻き時期は濁りの流出を抑える対策が必要であると考えられる。また、榎野川を流下する微細土粒子は感潮部に至ると、凝集効果により沈殿し干潟細泥化を進行させる原因になることが示唆された。その濁りの主成分は粒径10 μm 以下の粒子であり、その流出量は年間約9000tにのぼると算定された。これが干潟域に均等に堆積すると仮定すると、年間約2mm堆積すると算定され干潟底質の細泥化を進行させる原因であると考えられる。

5. 今後の課題

今回は農業排水から出る濁水に注目して研究を進めたが、農地だけでなく、森林、市街地、裸地なども考慮した調査と採水データの収集を行い、土地利用別のSS発生量を定量的に求め、干潟域への影響の把握とその対策を考える。

また、榎野川流域の昔と今では、土地利用が大幅に変化している可能性があるため、過去と現在の土地利用の変化を調査し、SSの流出量の経年変化を求めることにより、干潟への影響を考察する。