

耳取川，滝沢川における SS，TN，TP の流出特性とその制御に関する研究 Runoff properties and control of SS, TN and TP in the Mimitori and Takizawa rivers

○似内美貴*，山田健太*，阿部勉*，小林幹佳*

○Miki NITANAI, Kenta YAMADA, Tsutomu ABE, Motoyoshi KOBAYASHI

1. はじめに

水田からの濁水流出は，富栄養化や濁りの原因となり，また，土壌や栄養塩の流亡などの問題を引き起こす．岩手県でも代かき時に河川の濁りがみられるが，筆者らの知る限り，その実態は報告されていない．本研究では，岩手県内を流れる耳取川，滝沢川における代かき濁水や降雨による水質への影響を調査する．加えて，濁水中の懸濁粒子の除去を目的として，水田土壌の懸濁粒子の荷電（ ζ 電位）特性，凝集沈降特性，凝集沈降した堆積物の巻き上げ特性を実験により検討する．

2. 調査

調査対象地は北上川水系の耳取川，滝沢川である．耳取川流域では森林の割合が多く，滝沢川では水田の割合が多い．調査の実施期間は2009年4月下旬から10月上旬までである．両河川とも代かき・田植え期はほぼ毎日，それ以外の期間は通常2週間に1回，水質調査を行い，およそ月に1回流量観測を行った．河川水の表層水を採取して実験室に持ち帰り，水質分析を行った．分析項目はSS，TN，TPである．

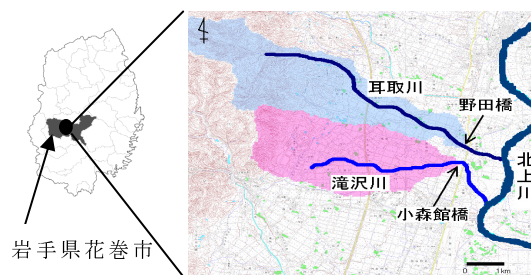


Fig.1 調査対象地の概要

3. 実験

実験試料として，調査地である岩手県花巻市の水田土を採取し風乾後 75 μ m ふりいを通した土壌粒子を使用した．この土壌粒子を純水に懸濁させ，10g/L の懸濁液を準備した．塩溶液として CaCl₂ 溶液と NaCl 溶液，pH 調整剤として HCl ， NaOH 溶液を準備した．

(1) ζ 電位の測定 円柱ビンに土壌懸濁液，塩溶液，純水，pH 調整液の順に合計 4ml，懸濁粒子濃度 5g/L になるように注入し，懸濁液を作成した．超音波分散機に 10 分間かけフロックを破壊後，20 $^{\circ}$ C の恒温水槽中で 2 時間静置した．その後，上澄みの ζ 電位を ZetaSizer Nano-ZS により測定し，pH を確認した．

(2) 凝集沈降実験 塩の濃度と種類，pH を系統的に変化させた懸濁液を ζ 電位と同様に作成後，2 時間静置し，凝集沈降の様子を目視で観察した．同時に，上澄みの透過率を分光光度計により測定し，pH を測定した．実験は各 3 回繰り返す，平均値を使用した．

(3) 巻き上げ実験 ビーカー内で土壌懸濁液と塩溶液を混合し試料を作成した．試料を 20 $^{\circ}$ C の恒温水槽中で 2~24 時間静置し，その後，上澄み部を攪拌した．実験は 2 分おきに攪拌回転数を 5rpm ずつ上昇させて行った．水路実験での結果と比較するため，砂の移動実験を行い，岩垣の式から攪拌回転数 (rpm) と限界掃流力 (Pa) の関係を求めた．

* 岩手大学農学部

* Faculty of Agriculture, Iwate University

キーワード：代かき，SS，ゼータ電位，pH，凝集

Key words : Puddling, Suspended Solids, Zeta potential, pH, Flocculation

4. 調査結果と考察

降雨量と SS の日変化を Fig.2 に示す. 図より, 4 月下旬から 5 月上旬までの間, 耳取川, 滝沢川の両河川において, 無降雨にも関わらず, SS 濃度が増加していることがわ

かる. これは代かき濁水の影響によるものと考えられる. また, SS, TN, TP 濃度の値は, 滝沢川の方が耳取川と比べて高いことがわかった. これは, 滝沢川流域は水田の割合が高く, 代かき濁水の影響を受けやすいためと考えられる. 一方, 耳取川流域は森林の割合が高く, 森林からの流出水の希釈効果があるためと考えられる.

また, SS と TP には高い正の相関がみられた (Fig.3). このことは栄養塩流出の制御には SS の制御が有効であることを示唆している.

5. 実験結果と考察

Fig.4 に水田土壌粒子の ζ 電位の結果を示す. 図より, pH が低いほど ζ 電位の絶対値は低いことがわかる. これは, マイナスの電荷を帯びた土壌粒子表面に, H⁺ が吸着し電気的に中和するためと考えられる. また, 塩溶液の価数が高いほど ζ 電位の絶対値が低い. これは, 価数が高いほど帯電表面周りの電気二重層が効果的に圧縮されたためと考えられる.

凝集沈降実験の結果 (Fig.5(a), (b)) より, 懸濁液の pH が低く塩濃度が高いほど上澄みの透過率が高く, 凝集していることが分かる. また, 塩溶液の価数が高いほど透過率は高くなる. 以上より対象土壌の凝集分散挙動は定性的に古典的な DLVO 理論に従うことがわかる.

巻き上げ実験から限界掃流力は, NaCl でも CaCl₂ でも約 0.2Pa であった. この値は大坪ら (1983) が表した湖沼の自然の底泥の値と似ている. また, 巻き上げの特徴は, 大坪らの第一底泥グループと似た挙動を示した.

最後に, 水稻育成の適正 pH が 5.5~6.5 という事実と, 凝集沈降実験において透過率 70% でほぼ透明にできることを考慮すると, 土壌懸濁液に CaCl₂ 濃度を 2mM 以上で添加すれば, 2 時間後には懸濁液から懸濁粒子を沈降させることが可能といえる.

[参考文献] 赤江(1992)土壌の物理性, 64, 37. 大坪(1983)公害研研究報告, 42.

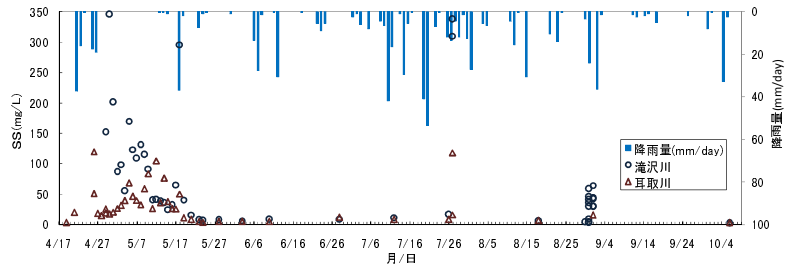


Fig.2 降雨量と SS の日変化

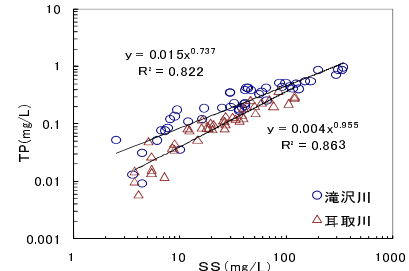


Fig.3 SS と TP の関係

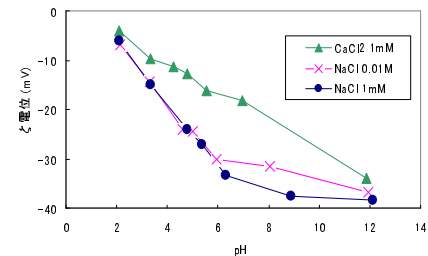


Fig.4 pH と ζ 電位の関係

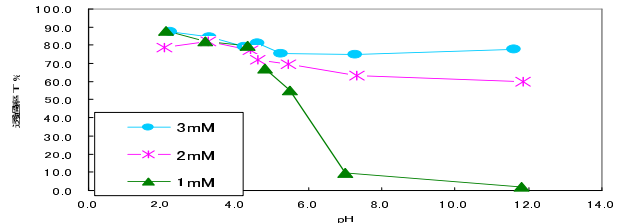


Fig.5(a) pH と透過率の関係 (CaCl₂ 添加)

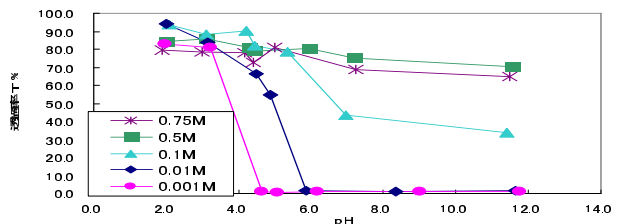


Fig.5(b) pH と透過率の関係 (NaCl 添加)