

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：12201  
 研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2010～2011  
 課題番号：22780217  
 研究課題名（和文）  
 水田灌漑システムにおける浮遊土砂の動態およびその保全策  
 研究課題名（英文）  
 Suspended sediment flow in paddy field irrigation systems and paddy field soil conservation  
 研究代表者  
 松井 宏之（MATSUI Hiroyuki）  
 宇都宮大学・農学部・准教授  
 研究者番号：30292577

研究成果の概要（和文）：本研究は、沖縄県石垣市および栃木県宇都宮市の水田群を対象として、水田における浮遊土砂収支を観測するとともに、その保全策について検討した。その結果、次のことを明らかにした。(1)石垣の水田では年間 5.0t/ha 以上の土壌が流亡している。(2)水田の浮遊土砂収支は上流集水域で発生した濁水がその下流で灌漑され、浮遊土砂が供給されることで均衡している可能性が高い。(3)水田での土壌流亡は水尻付近で発生している可能性が高い。

研究成果の概要（英文）：I observed the suspended sediment flow in paddy field irrigation system on Utsunomiya and Ishigaki Island and examined measures of paddy field soil conservation. The following facts were noted. (1) Amount of suspended sediment runoff was more than 5.0 t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> at paddy fields of Ishigaki. (2) The suspended sediment in paddy fields was assumed to be balanced on natural sediment transport system. (3) Resuspension on paddy field soil was assumed to occur around outlet.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 22 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
平成 23 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：流域工学

科研費の分科・細目：農業工学，農業土木学・農村計画学

キーワード：水田，土壌流亡，浮遊土砂，水管理，流砂系，土壌保全，粒径分布

1. 研究開始当初の背景

水田では、湛水栽培が行われているため雨滴侵食が生じないこと、および土壌面が平坦であることから、水田は土壌侵食防止機能をもつと考えられてきた。その上、水田内では灌漑水中の懸濁物質が沈降除去されることから、積極的な土壌侵食防止機能、いわば沈砂池的機能を期している既往の研究事例は少なくない。しかしながら、水田での土砂の流入、流出を連続的に観測し、その収支を示

した上で、土壌侵食防止機能を定量的に評価した研究事例はあまり多くない。

このように水田での SS の収支については、土壌侵食防止機能が期待されつつも、一方で流出源となっていることが指摘されており、観測にもとづく知見の蓄積が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、これまで継続的に観測を行っ

てきた、河川からの土砂供給を見込める栃木県宇都宮市と土砂供給が見込めない沖縄県石垣市の水田群を対象として、水田における土壌流亡の実態を観測する。また、河川→取水施設→用水路→水田→排水路→河川と繋がる水田灌漑システムにおける浮遊土砂の収支を評価する。さらに、水田における土壌流亡を軽減するための土壌保全策について検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1)水田への流入土砂量および水田からの流出土砂量は、水口部、水尻部での流量に浮遊土砂濃度を乗じることで求める。流量および浮遊土砂濃度を連続的に観測することにより、水田における土砂収支の定量化を行う。流量は堰や別途定める水位-流量曲線を用いて自記水位計で観測された水位を換算して求め、同様に浮遊土砂濃度も別途定める濁度-浮遊土砂濃度の関係式を用いて自記濁度計で観測された濁度から換算して求める。

石垣市(図1)では二期作を行っている水田が多いことから、現地調査は、一作に3回程度で、年6~7回行った。宇都宮市の水田(図2)については、灌漑期に限らず、非灌漑期においても降雨出水が発生する際に随時観測を行った。



図1 石垣市の対象水田群



図2 宇都宮市の対象水田群

(2)宇都宮市の水田では用水路および排水路、石垣市の水田では排水路中における浮遊土砂の収支について検討するため、適時堆積土砂の観測を行った。また、水田群を構成する全水田の水尻から排出された水を採水し、その合計値と対象水田群の排水路末端での浮遊土砂量を比較することで、排水路中の浮遊土砂の動態を推定した。

(3)対象とした2水田群における土砂流出量について検討するため、水田からの流出水に含まれる浮遊土砂の粒径分布の測定、沈降速度の比較による沈降のしやすさの比較、模型水田(図3)を用いた水田土壌の再懸濁のしやすさの比較・検討を行った。

沈降のしやすさは、75 $\mu$ mふるいを通した風乾試料1.0gをもとに均一な懸濁液を作成し、一定時間経過後の同一水深でのSS濃度を比較することにより、検討した。

再懸濁のしやすさは、50 $\mu$ mふるいを通した風乾試料100gを水田模型の流出部分に敷き、水中での攪拌・静置後に、流出部からの越流水に含まれるSS濃度を比較することで検討した。

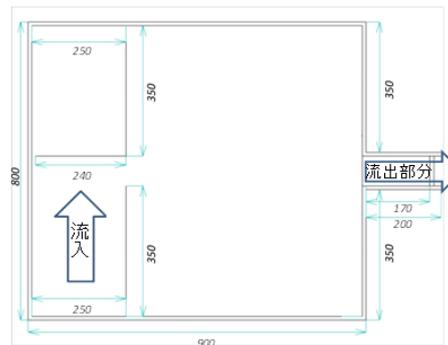


図3 水田模型

### 4. 研究成果

(1)2011年の石垣、宇都宮での観測結果をそれぞれ図4、図5に示す。なお、石垣の流入土砂量については、晴天時および雨天時ともに最大で1あるいは2mg/Lであったため、流入土砂がないものとして扱った。宇都宮では5月上旬にシロカキ・田植えが行われている。一方、石垣では全水田で12月から2月まで荒シロカキ、3月上旬に田植えが行われ、おおよそ半数の水田で二期作が行われ、7月下旬・8月上旬にシロカキ・田植えが行われている。このことを反映して、そうした時期にSS濃度(浮遊土砂濃度)の上昇が確認できる。

石垣の水田からの流出水の平均浮遊土砂濃度92.0mg/Lに対し、宇都宮では流入水の平均浮遊土砂濃度は20.2mg/L、流出水では39.3mg/Lであった。さらに、降雨時、無降雨時に分けたところ、石垣の流出水、宇都宮の流入水には大きな差はなく、石垣の流出水に

において、無降雨時と比較して降雨時に濃度が低下する傾向が確認された。また、濃度の変動性を検討したところ、石垣より宇都宮の方が大きくなる傾向が確認された。

浮遊土砂の差し引き土砂収支を求めると、石垣では  $7.0 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  の流出超過、宇都宮では  $0.7 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  の流入超過となった。次に、降雨の影響を検討したところ、石垣では降雨時、無降雨時ともに同程度の流出超過となった。一方、宇都宮では降雨時、無降雨時ともに流入超過となり、概ね 1 : 4 の割合となった。

図 5 の 8 月において流入土砂量が 1 日あたり  $404 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  が観測された日があった。灌漑期を通した収支  $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  に対して、その 6 割超をこの 1 日が貢献している。水田での土壌流出がゼロではないにも関わらず、水田が土壌保全的な土地利用として成立しているのは、こうした上流集水域からの浮遊土砂の供給が前提となっている可能性が高いと考えられる。

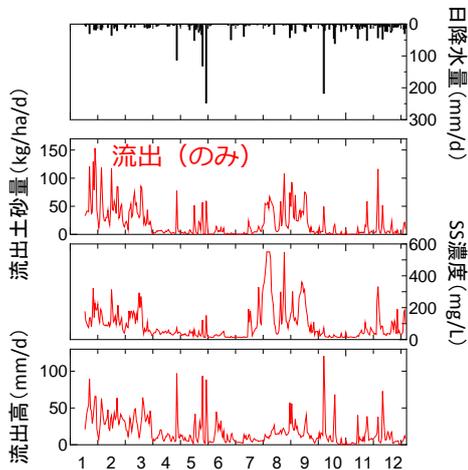


図 4 石垣での観測結果

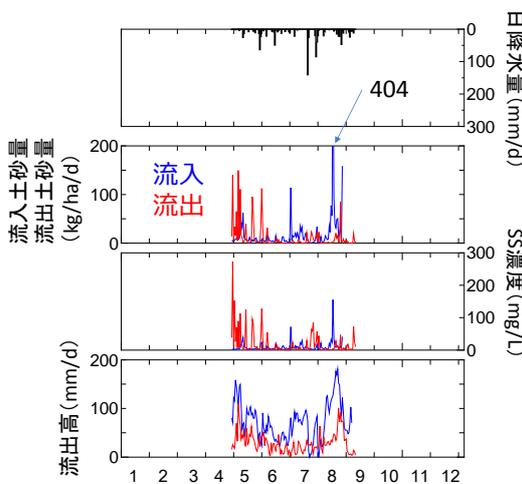


図 5 宇都宮での観測結果

濃度が高くなる時期について検討したところ、荒シロカキ、シロカキ、田植えが行われた日から 1 ヶ月程度は流出水中の SS 濃度が高くなる現象が継続することが両地区で確認された。今後はこの現象のメカニズムについて詳細に検討していく必要がある。

(2)全水田から排出された浮遊土砂量と対象地点末端での浮遊土砂量を比較したところ、無降雨時には水田から排出された浮遊土砂量の方が多く、排水路内で浮遊土砂の一部が堆積していることが確認された。長期的な観察からは、排水路だけでなく、用水路においても堆積した土砂が降雨出水時に掃流されていることが確認された。このことから、本研究での対象水田群では、非灌漑期の農地還元が難しいことが推察された。

(3)両地区排水路末端で採水したサンプルに含まれる粒径分布を比較したところ、宇都宮の有効粒径  $D_{50}=34.3 \mu\text{m}$  に対して、石垣では  $D_{50}=7.5 \mu\text{m}$  となり (図 6)、石垣の方が細粒画分の粒子が多く含まれていることがわかった。

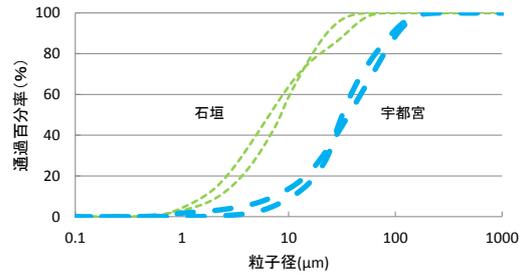


図 6 粒径分布の違い

(4)両地区の水田土壌の沈降のしやすさについて検討するため、沈降実験において 5, 10, 20, 30 分後に同一水深から採水し、両地区の水田土壌の違いについて比較した。その結果、両地区の水田土壌の沈降のしやすさに明確な差は見られなかった。

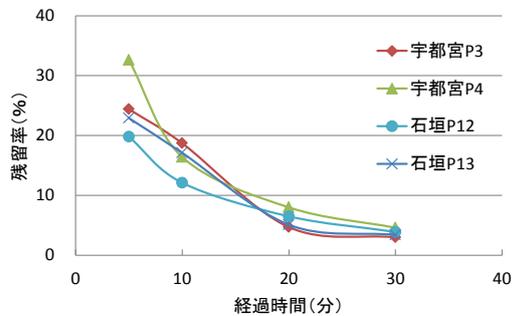


図 7 沈降のしやすさ

(5)両地区の水田土壌の再懸濁のしやすさについて検討するため、両地区の水田土壌を試料として、異なる流量（流速）条件で一定時間後のSS濃度を比較した。その結果、3つの流量条件において、石垣の水田土壌の方が高い濃度を示し、流出しやすい傾向にあることがわかった。また、水田土壌の設置場所を変えた実験の結果から、水田土壌の再懸濁は流速が早まる水尻付近で多く発生している可能性が高いことが示唆された。

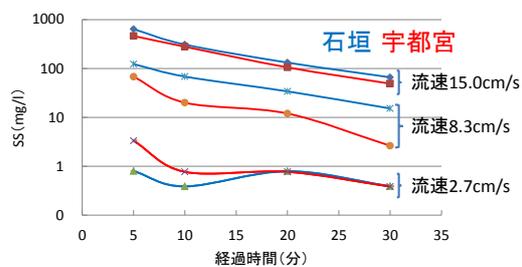


図 8 再懸濁のしやすさの実験結果

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

松井 宏之 (MATSUI Hiroyuki)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：30292577

### (2)研究分担者

なし