

水田からの浮遊土砂流出の発生要因と流出量推定式に関する考察 Determinants and Estimating Equations of Suspended Sediment Runoff from Paddy Fields

○須永吉昭* 橋本拓也**,¹ 日吉正樹**,² 松井宏之**

Yoshiaki SUNAGA, Takuya HASHIMOTO, Masaki HIYOSHI, Hiroyuki MATSUI

1. 背景・目的

水田は土壌保全的な土地利用と考えられている一方、連続観測の結果から、水田からの土壌流出が指摘されている（谷山（2002）、松井ら（2013））。このため、水質保全の観点から、水田での浮遊土砂の発生要因の解明、土砂収支の観測データの蓄積、土壌流出量の予測が必要である。現地観測結果から土壌流出量を算出する際に使う濁度と懸濁物質濃度（以下、SS）の関係式（以下、濁度-SS式）は人為的な影響がある攪乱期（代かき・田植え期）と、それ以外の時期（以下、非攪乱期）で変化する可能性がある。また、土壌流出量の予測に使われるL-Q式は、濃度が流量の関数になるため、代かき期への適用性について検討の余地がある。よって、本研究では水田での浮遊土砂の発生要因、濁度-SS式の時期的な変化、L-Q式の攪乱期への適用性について検討することを目的とする。

2. 検討方法

2.1 試験水田の概要 宇都宮大学内に、短辺100 cm、長辺500 cmの試験水田を2筆（試験水田A、B）、短辺、長辺共に100 cmの試験水田を1筆（試験水田C）造成した。灌漑水の浸透抑制および畦畔での侵食防止のために、田面底部および畦畔にビニールシートを敷設した。灌漑は一定流量で行い、排水は水尻に取り付けた幅4 cmの落水口から三角堰を取り付けたボックスに落水させた。土壌は黒ボク土であり、土壌の団粒を破壊するために代かきを人力で数回行った。

2.2 風速、風向に着目した浮遊土砂の発生要因の検討 試験水田Aにおいて代かきを行い、翌日まで静置した。実験当日、通水1時間経過後、ブロワーを用いて水面に送風を開始し、一定時間経過時（1、3、5、10分）に採水した。風速2条件（強・弱）、風向2条件（追い風・向かい風）、水深2条件（深・浅）を設定し、計8回実験を行った。

2.3 濁度-SS式の時期的な変化の検討 試験水田Cにおいて、攪乱期を想定し代かきを行い、終了後に通水を開始した。30分経過後、スプリンクラーで人工降雨（6 mm/30 min）を降らせ、5分間隔で30分間、濁度の観測と採水を行った。一週間通水を継続し、非攪乱期として、代かきを除いて同様の実験を行った。

2.4 L-Q式の代かき期への適用性の検討 試験水田Cにおいて代かきを行い、終了後に通水を開始した。流量が安定した後、1分間隔で10分間採水し、その後は5分間隔で20分間採水した。

2.5 測定・算出方法 流量（ml/s）は三角堰のH-Q曲線から算出した。落水口で採水したサンプルのSS（mg/l）は吸引濾過法（保留粒子径0.6 μm）で測定した。粒径分布はレーザ

* 宇都宮大学大学院農学研究科 (Grad. Sch. of Agri., Utsunomiya Univ.)

**宇都宮大学農学部 (Col. of Agri., Utsunomiya Univ.)

1 現 栃木県栃木土木事務所, 2 現 日化エンジニアリング株式会社

キーワード：浮遊土砂、濁度-SS式、L-Q式

回折式粒子径分布測定装置（島津製作所，SALD3100）を用いて測定した。濁度は透過式濁度計（オプテックス，TC-3000）をボックス内に設置して観測した。

3. 実験結果と考察

3.1 浮遊土砂の発生要因 風速，風向に着目した実験の結果を Fig.1, 2 に示す。水口側から送風した場合の流出水の SS が高い結果になった。水尻に向けて送風するため，水尻付近で波による侵食や掃流による浮遊土砂が発生し，高濃度のまま流出したことが原因と考えられる。一方，水尻側から送風した場合は，浮遊土砂が発生しても，流出までに沈降，希釈が起こり，SS が低くなったと考えられる。なお，送風なしでの SS はゼロであった。この他，流量の大小，田面の凹凸の有無，畦畔侵食の有無に着目して実験を行ったが，浮遊土砂の流出はほとんど確認されなかった。

3.2 濁度-SS 式の時期的な変化 代かき期と普通期の濁度-SS 式を Fig.3 に，SS が最大時の粒径別負荷量を Fig.4 にそれぞれ示す。代かき期の濁度-SS 式の傾きは，普通期よりも大きくなった。粒径別負荷量を求めると，粒径が小さい土壌の流出量はあまり変わらない一方，粒径の大きい土壌の流出量は代かき期に大きくなった。このことが濁度-SS 式に影響を与えていると考えられる。

3.3 L-Q 式の代かき期への適用性 流出水の SS の時期的変化を Fig.5 に示す。流量は一定であるが，巻き上げられた土壌が沈降・流出することにより，SS が変動している。よって攪乱期の影響により L-Q 式の精度が低下する。

4. 今後の課題

実際の水田において風が浮遊土砂の発生にどの程度影響するか調べることで，代かきが濁度-SS 式の時期的変化と L-Q 式に与える影響についての対策を考えていきたい。

引用文献

谷山一郎（2002）：環境負荷を予測する，博友社
 松井宏之，須永吉昭（2013）：石垣島・水田地帯からの浮遊土砂流出量の長期観測および L-Q 式の適用，水工学論文集 57

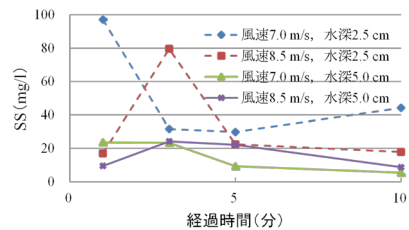


Fig.1 水口側から送風したときの流出水の SS outflow under the condition of tailwind

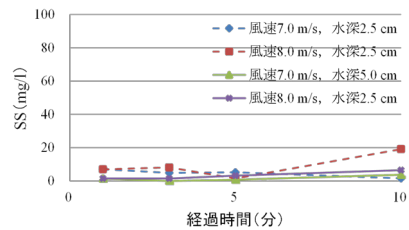


Fig.2 水尻側から送風した場合の流出水の SS outflow under the condition of headwind

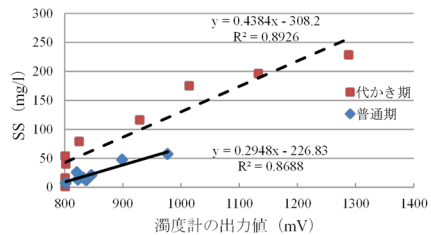


Fig.3 攪乱期と非攪乱期の濁度-SS 式 Turbidity-ss equation in puddling and transplanting period and the other period

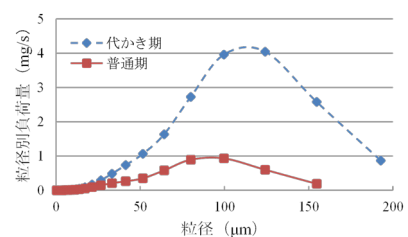


Fig.4 SS 最大時の粒径別負荷量 Fractional load of the maximum SS

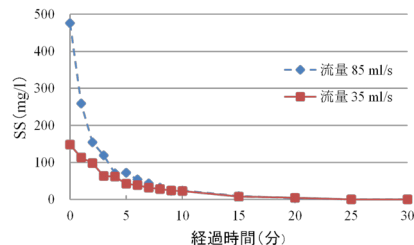


Fig.5 SS の経時変化 Temporal change of SS outflow