

河川を流下する濁水を利用した水田への客土の検討

Study of dressing to the paddy fields using turbid water flowing in the river

○ 佐藤 泰一郎**, 山口 純平*, 竹内 恒揮**

SATO Taiichiro**, YAMAGUCHI Jyunpei*, TAKEUCHI Kohki**,

1. はじめに

水田耕作期間中の代かきや大雨により発生する“水田濁水”は、排水路を通じて河川に流入し下流域への環境負荷が問題になっている。また、水田濁水が流出することによって、作土の肥沃度の低下による生産性の影響が懸念される(佐藤ら 2011)。一方、荒廃した森林では、豪雨により土砂崩れが頻発し濁水がダム湖に長期滞留し流下する“河川濁水”が河川生態系に悪影響を与える問題がある。

本研究は、高知県の物部川流域に調査地を設け、稲作期間中に発生水田濁水の流出の調査、作土流出量の推定を行った。また、モデル実験を行い、河川を流下する濁水を水田に流入させたときの客土量の試算をして、濁水による客土効果について検討した。

2. 作土流出量の調査

調査対象地は、高知県香美市小田島地区(以下、小田島地区)と、高知大学農学部実験圃場(以下、農学部圃場)とした。どちらの調査地も、物部川から取水した水が用水路を流下し、水田を通過して排水路へと流れ、再び物部川に流入する。

調査期間は、代掻き・田植え期、安定期、大雨期の3つに分類して行った。代掻き・田植え期の調査は、田起こし後の水入れから田植え終了までの、排水路の流量、SS濃度が増加するときに行った。安定期の調査は、田植え後から入梅までの、1週間以上無降雨日が続く、用水路および排水路の流量、SS濃度が一定になる

ときに行った。大雨期の調査は、梅雨末期の大雨を対象とし、流量、SS濃度が増加する、降雨中および降雨後に行った。調査結果を Fig.1 に示す。

代掻き・田植え期の作土流出は、最大で農学部圃場で約 $16 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ が流出した。安定期では水田からの濁水が流出せず、用水路を流下する濁水の SS 成分が貯留され、最大で小田島地区(2005)で約 $1 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ になった。大雨期の作土流出は、1回の降雨において、降雨中に約 $8 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ の作土が流出し、降雨後の2日間で約 $0.3 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ が貯留した。

以上の結果から、本調査における稲作期間中の作土流出量は、全体で約 $23 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ であることを推定した。

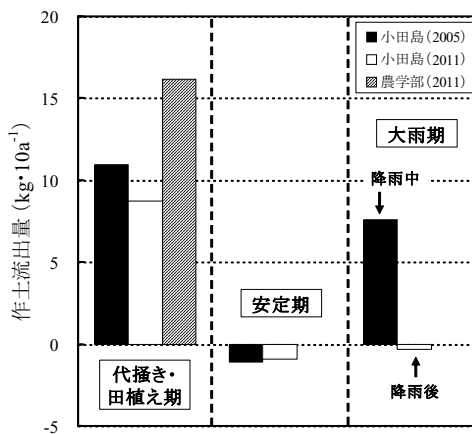


Fig.1 稲作期間中の作土流出

*高知大学大学院農学専攻, Graduate School of Agriculture, Kochi University, **高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, キーワード: 土層改良, 濁水, 水田, 作土流出, 客土

3. 客土量の試算

河川を流下する濁水を水田に濁水を流入させた場合、濁水中の粒子は、鉛直および水平方向に移動する (Fig.2). このとき、流入した粒子は、*Stoke's* 則による沈降、土壌の透水性による浸透、植生による付着の、3つの効果により貯留されることが期待される。そこで、この貯留量を水田への客土量 (E) とすると、沈降による粒子の堆積量 E_S , 浸透による粒子の堆積量 E_P , 植生への粒子の付着量を E_A となり、式(1)になる。

$$E = E_S \left(\frac{VH}{L} \right) + E_P \left(\frac{VH}{L} \right) + E_A (VP) \quad (1)$$

ここで、 V は流速、 H は湛水深、 P は植生被覆率である。沈降は粒子自身の液体中での移動、浸透は土壌中の鉛直下向きの浸透流に依存する移動、植生による付着は沈降および浸透によって土粒子が土壌表面へと移動する過程で、植生により粒子が捉えられることである。

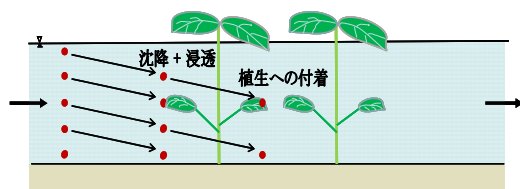


Fig.2 水田内を流下する濁水中の土粒子の移動を考慮した二次元モデル

客土量を試算するモデル実験では、水温は一定、溶液は希薄、粒子は球形、流れは層流を仮定した。また、粒子が水田内を流下中に、湛水深の半分以上の水深まで沈下した場合、その粒子は水田内に貯留されるものとした。さらに、植生への付着による客土量 E_A は、濁水濃度、植生被覆率、掛流し時間にそれぞれ比例するものとした。試算の条件は、水田内の長さ 70m, 幅 14m, 湛水深 0.1m, 流速 $4.0 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$, 濁水中の粒子の粒径 $6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$, 土壌の浸透速度

$10 \text{ mm} \cdot \text{day}^{-1}$ と設定した結果を Table 1 に示す。

客土量は、植生被覆率 5%, 濃度 $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ の濁水を 24 時間掛流し続けた場合、約 $9 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ となった。これは、作土流出量 $23 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ のおよそ 4 割が補えることを示唆する。また、主な客土効果は沈降効果であり、植生被覆率が 25% 以下のとき、沈降効果は客土量全体の 5 割以上になり、付着効果は植生被覆率が 15% 以上になると、浸透効果より大きくなった。

このことから、河川を流下する濁水を利用した客土では、植生被覆率が 15% 以上ならばそのまま、15% 未満ならば一度耕して土壌の目詰まりを解消させ、浸透量を増加させてから濁水を流入させるのが効果的であると考えられる。

Table 1 客土量試算

	植生被覆率 (%)	効果割合 (%)			客土量 ($\text{kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$)
		沈降	浸透	付着	
$100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 24 hr 掛流し	5	69.7	22.6	7.7	8.87
	10	64.8	20.9	14.3	9.55
	15	60.4	19.5	20.0	10.23
	20	56.7	18.3	25.0	10.91
	25	53.3	17.2	29.4	11.60
$500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 12 hr 掛流し	5	69.7	22.6	7.7	22.17
	10	64.8	20.9	14.3	23.87
	15	60.4	19.5	20.0	25.58
	20	56.7	18.3	25.0	27.29
	25	53.3	17.2	29.4	28.99

4. おわりに

水田からの作土流出は、代掻き・田植え期が最も多く、物部川下流域の調査地では稲作期間中に約 $23 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ 程度が流出した。河川を流下する濁水を水田に導入させる場合、濃度 $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ を 24 時間程度で、流出した作土の約 4 割以上を補うことが可能である。

したがって、農閑期の降雨後における、水田内の雑草、稲株および稲藁の被覆面積に応じた耕耘の有無により、河川を流下する濁水を利用した客土効果が期待できる。

引用文献

佐藤, 山口(2011), 水田表層土に分布するレキがイネ生産に与える影響, 土壤物理学会大会講演要旨集, 78-79.