

石垣島轟川流域における土地利用や営農形態の変化に伴う土砂動態の変化 Sediment dynamics due to land use and agricultural management changes in Todoroki River watershed, Ishigaki Island, Japan

○大澤 和敏*, 中谷 祐哉**, 松井 宏之*, 安西 俊彦***, 菊地 哲郎****

○Kazutoshi Osawa*, Yuya Nakatani**, Hiroyuki Matsui*, Toshihiko Anzai***, Tetsuro Kikuchi****

1. 背景と目的

沖縄県を含む南西諸島地域では、降雨に伴う土壌侵食が発生し、土砂が河川や海域に流出する赤土等流出が問題となっている。赤土等流出はサンゴを含む水域の生態系や沖縄県の主要産業である観光産業などに影響を与えている¹⁾。そこで本研究では、石垣島轟川流域で土砂流出の現地観測を行い、既存の観測値や GeoWEPP(Geo-spatial interface for the Water Erosion Prediction Project)による解析値とともに比較を行うことで、土地利用や営農形態の変化が土砂流出に与える影響を明らかにすることを目的とした。また、轟川流域からの流入土砂量とその河口の微細土砂の堆積量の応答関係を明らかにし、陸域からの流入土砂量の変化が海域の堆砂に与える影響を評価することを目指す。

2. 研究方法

【研究対象地と観測方法】石垣島轟川流域における農地面積を **Table 1** に示す。流域面積は 1028.7 ha の農地主体の流域であるが、2002 年から 2021 年で農地の内訳変化があり、牧草地・牧場は増加傾向、パイナップル畑、さとうきび畑は減少傾向にあった。さとうきびの作型別面積割合は夏植えが減少、株出が増加傾向にあった。轟川流域では、過去にも土砂流出の現地観測が行われており²⁾、2021-2022 年に同地点で観測した。また、轟川沿岸域における微細土砂の堆積指標の SPSS (Suspended Particles in Sea Sediment)は既存の報告にある値を用いた³⁾。

【GeoWEPP を用いた土砂動態の解析】GeoWEPP⁴⁾は、土壌侵食モデルである WEPP と GIS を組み合わせた広域的な土砂流出解析モデルである。数値標高モデル (DEM), 土壌図, 土地利用図の GIS データを WEPP の入力データに変換し、土壌侵食量や土砂流出量を解析する。設定した土地利用のシナリオを **Table 2** に示す。

Table 1 轟川流域における農地面積
Area of farmland in Todoroki River watershed

年	農地面積 (ha) (%)	農地面積の内訳	
		作物	面積 (ha) (%)
2002 年	866.0 (84.2%)	さとうきび畑	500.4 (48.6%) *
		作型別作付面積割合:	
		夏植え	78.5%, 春植え 7.9%, 株出 13.7%
		パイナップル畑	71.5 (6.9%)
2016 年	814.7 (76.7%)	牧草地・牧場	157.0 (15.3%)
		その他	137.2 (13.3%)
		さとうきび畑	379.1 (36.8%)
		作型別作付面積割合:	
2021 年	683.6 (66.4%)	夏植え	63.7%, 春植え 8.5%, 株出 27.8%
		パイナップル畑	29.0 (2.8%)
		牧草地・牧場	290.3 (28.2%)
		その他	91.1 (8.9%)
2021 年	683.6 (66.4%)	さとうきび畑	372.8 (36.2%)
		作付面積割合:	
		夏植え	60.3%, 春植え 5.5%, 株出 34.2%
		パイナップル畑	31.5 (2.9%)

*各土地利用の%表記は流域面積に対する割合を示す。

Table 2 土砂動態解析のシナリオ
Scenarios for the sediment dynamics analysis

年	シナリオ
2002 年	2002 年の土地利用図と下記のさとうきび作型土地利用
2016 年	2016 年の土地利用図と下記のさとうきび作型土地利用
2021 年	2016 年の土地利用図と下記のさとうきび作型土地利用
Case-A	さとうきび夏植 44.5%, 春植 5.5%, 株出 50.0%
Case-B	さとうきび夏植 0%, 春植 33.3%, 株出 66.7%
Case-C	さとうきび夏植 50ha を牧草地に変化
Case-D	さとうきび夏植 100ha を牧草地に変化
Case-E	パイナップル畑にマルチを行った場合

* 宇都宮大学 農学部 (School of Agriculture, Utsunomiya University)

** NTC コンサルタンツ株式会社 (NTC Consultants Inc.)

*** 国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点 (Tropical Agriculture Research Front, JIRCAS)

**** 国際農林水産業研究センター 生産環境・畜産領域 (Crop, Livestock and Environment Division, JIRCAS)

キーワード: 流域環境保全, 農地保全, 土壌侵食, GepWEPP, SPSS, 沖縄

3. 結果および考察

【土砂流出量の変化】約 20 ヶ月の観測期間の総降水量は 3291 mm，総土砂流出量は 1397 t であり，土砂流出量は過去の観測値より著しく小さかった．流量と土砂流出量の関係を Fig. 1 に示す．観測期間別の近似曲線の傾きは，経年的に減少傾向にあり，2021-2022 年は最小であった．

【土砂流出の減少要因】轟川流域の土地利用と GeoWEPP を用いた解析による土壌侵食量を Table 3 に示す．さとうきび夏植えがさとうきび春植え・株出しに置き換わり，土壌侵食量が 1006 t/y 減少した．また，パインアップルは面積が 49.5 ha 減少し，流域の土砂流出の減少に寄与した．さらに，さとうきびやパインアップル畑等が牧草地・牧場に置き換わったことで，土壌侵食量は 7275 t/y 減少した．

【沿岸域の微細土砂堆積量の影響評価】轟川河口への流入土砂量とその翌年の海岸寄りの SPSS には，相関関係が見られた．この関係を用いた解析結果を Table 4 に示す．2002 年から 2021 年，Case-A, B のようにさとうきび株出しが増加することで SPSS 30kg/m³（生き生きとしたサンゴ礁生態系の上限）を下回る回数が増加した．また，Case-D のようにさとうきび夏植え 100 ha を牧草地に置き換えることで SPSS が 50 kg/m³（人為的な赤土汚染があると判断できる下限）を上回る回数が Case-A~E の中でも少なくなった．よって，沿岸域の微細土砂堆積量を減少させるには，さとうきび株出しや牧草地の増加が効果的であると評価できた．

4. 結論

轟川流域では，2002 年から 2022 年の期間中，土地利用や営農形態の変化によって土砂流出量は減少傾向にあった．また，沿岸域における流入土砂量と堆積量の関係を用いて，河口海域における微細土砂の堆積量の変化を推定・評価することができた．

引用文献

- 1) 沖縄県：平成 30 年度版環境白書，2019.
- 2) 大澤 和敏，木村 賢：沖縄地方での農地および流域における土砂・有機炭素流亡，平成 25 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，470-471，2013.
- 3) NPO 法人なつばな：赤土堆積調査，<<http://natsupana.com/whatwedo/chosa/suii/>>，(2023 年 4 月 2 日確認)
- 4) Renschler, C.S. : Designing geo-spatial interfaces to scale process models: The GeoWEPP approach. Hydrological Processes, 17, 1005-1017, 2003.

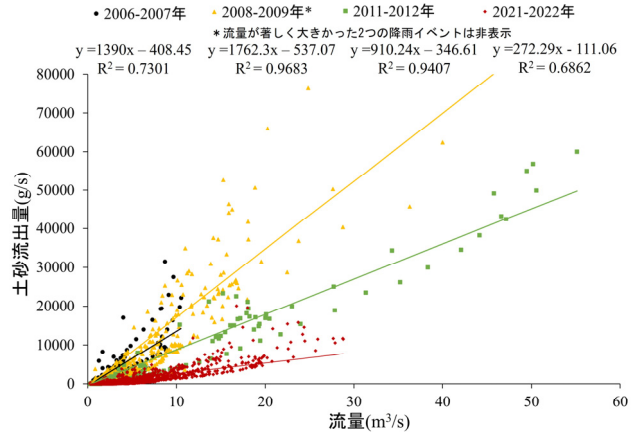


Fig.1 轟川流域の流量と土砂流出量の関係
Relationship of sediment yield and water discharge

Table 3 GeoWEPP による土壌侵食量の解析結果
Amount of soil erosion calculated by GeoWEPP

土地利用	2002 年土地利用		2016 年土地利用		面積の増減 (ha)
	面積 (ha)	土壌侵食量 (t/y)	面積 (ha)	土壌侵食量 (t/y)	
さとうきび夏植	380.5	22,411	240.3	13,368	-140.3
さとうきび春植・株出	104.8	1,687	134.3	2,901	29.5
牧草地・牧場	162.0	130	310.5	248	148.5
パインアップル	81.5	17,539	32.0	3,267	-49.5
樹木	90.8	109	109.5	120	18.8
その他	202.3	121	195.3	137	-7.0

Table 4 土砂動態のシナリオ解析結果
Estimated SPSS from calculated sediment yield

土地利用	100 年間の平均土砂流出量 (t/y)	算出した SPSS (kg/m ³)	100 年間で SPSS 30kg/m ³ を下回る回数	100 年間で SPSS 50kg/m ³ を上回る回数
2002 年	16182.4	63.3	7	53
2016 年	6901.4	40.1	25	23
2021 年	6424.4	38.9	27	20
Case-A	6169.3	38.3	29	15
Case-B	3631.0	31.9	61	8
Case-C	6132.9	38.2	29	16
Case-D	5298.1	36.1	35	7
Case-E	6733.9	39.7	25	22