

GeoWEPPを用いた石垣島の土地利用変化を考慮した土砂流出量の広域評価 Application of GeoWEPP for regional scale estimation of sediment runoff considering land use changes in Ishigaki island

○中谷 祐哉*, 大澤 和敏**, 松井 宏之**

○Yuya NAKATANI*, Kazutoshi OSAWA**, and Hiroyuki MATSUI**

1. 研究背景および目的

沖縄県石垣島では、農地からの赤土流出が河川や海域の生態系、観光産業、水産業に悪影響を与え、深刻な問題となっている¹⁾。大澤ら²⁾は 2010 年に土壤侵食モデルである GeoWEPP (Geo-spatial interface for the Water Erosion Prediction Project)³⁾を用いて土砂流出量の広域評価を行い、対策優先流域を示した。しかし、甘しょの需要の増加⁴⁾や耕作放棄地の増加⁵⁾など、土地利用の変化に伴い土砂流出量も変化していると考えられる。そこで本研究では、GeoWEPP を用いて土砂流出量の広域評価を行い、土地利用の変化が土壤侵食に与える影響を定量的に予測した。また、前述した土地利用の変化の一つとして挙げられる甘しょの栽培やさとうきびとの輪作条件における侵食量の解析を行い、モデルの適用性を向上させた。

2. 研究方法

【甘しょ栽培に対する侵食量解析】WEPP⁶⁾は、気象、地形、土壌、圃場の管理作業やその日程などを入力することで、土砂流出過程を日別で解析することが可能な土壤侵食モデルである。本研究では、WEPP を用いて石垣島の甘しょの栽培条件で土壤侵食の解析を行った。営農管理データには甘しょ栽培ごよみ⁷⁾に従い甘しょの春、夏、秋植えの 3 種の作型の作業日程を入力した。その他の条件は石垣島を想定し、地形条件には斜面長 100 m、傾斜 3 %、気象条件には気象観測所の統計値から作成したデータ、土壌条件には島尻マージの物理性データを入力した。

【GeoWEPP を用いた土砂流出量の広域評価】GeoWEPP は、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、侵食量や土砂流出量などを解析するためのインターフェースである。本研究では、既往研究²⁾において石垣島の総土砂流出量の約 85 %を占めると推定された 5 河川の流域を対象として、GeoWEPP を用いて土壤侵食量の解析を行った。このとき、土地利用は、沖縄県が 2006 年と 2016 年に作成したデータを用いた⁸⁾。気象は石垣島の気象観測所の統計値から作成したデータ、土壌図は 2006 年に沖縄県が作成したデータ、営農管理方法は栽培指針などを参考にして慣行的な作型の作業日程を入力した。

3. 結果と考察

【甘しょ栽培に対する侵食量解析】土壤侵食量を Fig. 1 に示す。甘しょ栽培は、単作では大きい侵食量だが、さとうきび夏植えと輪作を行うことで、侵食量が甘しょ単作と比較して減少することが示された。これは、甘しょの被覆による雨滴侵食の緩和や耕

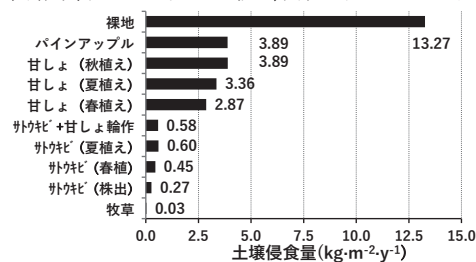


Fig. 1 各土地利用条件ごとの土壌侵食量

* 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科 (Graduate school of regional development and creativity, Utsunomiya university)

** 宇都宮大学農学部 (School of agriculture, Utsunomiya university)

キーワード：土壤侵食，数値解析，農地保全，GIS

起による透水性の向上が影響している。

【土砂流出量の広域評価】5河川の総土砂流出量は、2006年の土地利用から2016年の土地利用で62%減少した(Table 1)。これは、農地面積や栽培形態の変化によると考えられる。総土砂流出量の最も多かった宮良川流域の侵食量分布をFig. 2、各土地利用に対する侵食量をTable 2に示す。石垣島のさとうきびの作型ごとの作付け面積は夏植えが減少し、春植え・株出しは増加したことに対応して、さとうきび圃場全体における単位面積あたりの侵食量は、2006年の土地利用における59.9 t/ha/yから2016年の土地利用の36.0 t/ha/yに減少した。パイナップルは比較的急な斜面の圃場を中心に栽培面積が減少し、総量と単位面積あたりの侵食量がともに大きく減少した。これらの圃場は受食性の低い森林地域などに変化しており、流域全体でパイナップル圃場由来の侵食量は約90%減少した。

ここで、宮良川流域を対象として、2016年の土地利用の全てのさとうきび夏植え圃場において、休閑期に甘しょの栽培を行うと仮定し、輪作による土壌侵食への影響を解析した。さとうきび夏植え圃場における侵食量は流域全体で1,414 t/y減少(-5.7%)した。一方、流域からの土砂流出量は、10,675 t/yから10,749 t/yとほぼ変化はなかった。これらの結果より、甘しょをさとうきびの輪作として栽培することによって、圃場における侵食量を減少させ、流域からの土砂流出量の過度の増大を防ぐことが可能と示された。

4. 結論

GeoWEPPを用いて土砂流出の顕著な5河川の総土砂流出量を解析した結果、さとうきびの栽培形態の変化やパイナップルの土地利用形態の変化によって2006年から2016年で土砂流出量は62.3%の減少が推定された。また、甘しょ栽培に伴う侵食量の解析の結果、甘しょは単作ではなく、さとうきびとの輪作体系で栽培することで、甘しょ及びさとうきび(夏植え)単作に比べ侵食を抑制でき、農地保全や流域保全に有効であると示された。

引用文献

- 1) 沖縄県：平成30年度版環境白書，2019。
- 2) 大澤和敏，横尾真矢，赤松良久，飯泉佳子：GeoWEPPを利用した石垣島における土壌侵食・土砂流出量の広域評価，平成22年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，578-579，2010。
- 3) Renschler, C.S.: Designing geo-spatial interfaces to scale process models: The GeoWEPP approach. Hydrological Processes 17, 1005-1017, 2003.
- 4) 大見のり子：沖縄県におけるカンショ試験研究のあゆみ，特産種苗，No.6，21-25，2010。
- 5) 石垣市：石垣市土地保全・利活用計画平成25年8月(令和2年9月更新版)，2020。
- 6) USDA ARS: USDA-Water Erosion Prediction Project Hillslope Profile and Watershed Model Documentation, NSERL Report No.10, 1995.
- 7) 沖縄県農林水産部：甘しょ栽培ごよみ，<https://www.vill.yomitan.okinawa.jp/beni-imo/09_date/pdf/print.pdf>，(2021年4月6日確認)。
- 8) 沖縄県：土地利用現況図，<<http://gis.pref.okinawa.jp/OpenData/>> (2021年4月6日確認)。

Table 1 石垣島の主要5河川の土砂流出量

	土砂流出量 (t/y)		土砂流出量 (t/y) 2016年 土地利用
	2006年 土地利用	2016年 土地利用	
轟川	15,289	5,379	(-65%)
名蔵川	6,964	2,510	(-64%)
石垣新川	7,996	2,709	(-66%)
磯部川	3,473	1,412	(-59%)
宮良川	26,637	10,675	(-60%)
合計	60,357	22,685	(-62%)

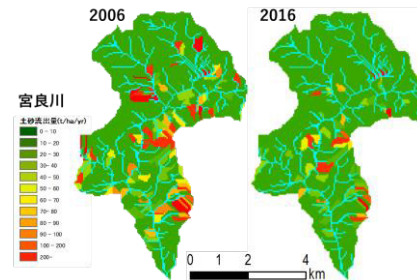


Fig. 2 2006年と2016年の宮良川の侵食量分布

Table 2 宮良川流域の土地利用と土壌侵食量

	2006年の土地利用		2016年の土地利用	
	面積 (ha)	土壌侵食量 (t/y)	面積 (ha)	土壌侵食量 (t/y)
裸地	36.5	6,865	188.1	18.0
森林	1,397.8	642	0.5	1,775.3
牧草地	592	496	0.8	507.3
さとうきび 春植・株出	5.0	30	5.9	145.3
さとうきび 夏植	511.0	30,895	60.5	359.0
パイナップル	328.8	27,293	83.0	59.5
合計	2,871	66,221	23.1	2,864

	面積 (ha)	土壌侵食量 (t/y)	単位面積あたり (t/ha/y)
裸地	188.1	18.0	0.09
森林	0.5	1,775.3	3,550.6
牧草地	0.8	507.3	634.1
さとうきび 春植・株出	5.9	145.3	24.6
さとうきび 夏植	60.5	359.0	5.9
パイナップル	83.0	59.5	0.7
合計	23.1	2,864	123.9