

将来的な気候変動を考慮した土壌侵食の解析手法の検討 Study of soil erosion analysis method considering future climate change

○町田 元* 大澤 和敏** 松井 宏之**
○Gen MACHIDA*, Kazutoshi OSAWA**, Hiroyuki MATSUI**

1. 背景と目的

現在、気候変動によって日本全国の短時間強雨の発生頻度や豪雨時の降水量が将来的に増大すると予測¹⁾され、農地等での土壌侵食の深刻化が憂慮されている。土壌や流域の環境維持のためには、気候変動を考慮した土壌侵食の解析手法が必要である。Trotochaudら²⁾は MarkSim DSSAT Weather Generator³⁾を用いて将来の気象統計値を作成し、土壌侵食予測モデルである Water Erosion Prediction Project (WEPP)⁴⁾に入力する手法を示した。しかし、国内での適用性は検証されていない。本研究では、国内の気候変動を考慮した土壌侵食の解析手法の検討のため、MarkSim と国内の気象予測データを用いて気象統計値の作成を行い、WEPPに入力し土砂流出量の計算を行った。

2. 方法

対象地は土壌侵食が深刻な地域である沖縄県の名護市とした。WEPPに入力する仮想気象データは、CLImate GENerator (CLIGEN)⁴⁾という気象データ生成ソフトによって、表-1に示すような月別の気象統計値から、時間要素を含んだ日別のデータにダウンスケールして作成される。

本研究では Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)が提供する MarkSim の出力データ(表-2)を気象予測データとし、Trotochaudらによって提供された Excel プログラムを用いて気象統計値を作成した。さらに、農研機構の提供する農環研シナリオ 2017(表-2)を用い、現況および将来気象としてそれぞれ 20 年分の出力データを用いて気象統計値を作成した。各データに収録されていない項目に関しては、現地の気象観測所の過去 15~50 年間の統計値を用いた。

これら統計値から CLIGEN の仮想気象データを作成し、WEPP を用いて沖縄県の裸地圃場(斜面長 50m, 傾斜 3%, 国頭マージ土壌)の条件で 100 年間の平均土砂流出量を計算した。仮想気象データは、環境省、気象庁(2015)の将来的な気候変動の予測(表-3)と比較することで評価した。

表-1 必要な統計値と各データの収録項目

| 項目 | MarkSim | 農環研シナリオ 2017 |
|---------------|---------|--------------|
| 降雨日の降水量(偏差含む) | ○ | ○ |
| 降雨→降雨の確率 | ○ | ○ |
| 無降雨→降雨の確率 | ○ | ○ |
| 日最高・最低気温 | ○ | ○ |
| 日射量 | ○ | ○ |
| 30分最大降雨強度 | - | - |
| 露点温度 | - | ○ |
| 降雨ピーク発生時刻 | - | - |
| 風向 | - | - |
| 風速 | - | ○ |

表-2 使用した将来予測データと評価に用いた既往の予測

| 項目 | MarkSim | 農環研シナリオ 2017 | 環境省,気象庁 (2015) |
|-------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
| 対象地域 | 沖縄県名護市 | | 沖縄地方 |
| 温暖化シナリオ | RCP8.5 | | |
| 気象モデル | MRI-CGCM3.2H | MRI-CGCM3.2H+ MRI-NHRCM20 | |
| モデル出力回数1回(乱数50回)分 | 1回分 | 9回分 | |
| 計算メッシュ | 200*300 km ² +DS | 30 km ² +DS | 20 km ² |
| 時間解像度 | 月⇒日データ | 日⇒日データ | - |
| 計算年(現況) | 2013 | 2006-2025 | 1984-2004 |
| 計算年(将来) | 2099 | 2080-2100 | 2080-2100 |

*宇都宮大学大学院地域創成科学研究科 (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: WEPP, 地球温暖化, 気象予測

3. 結果と考察

観測所の実際の統計値および2種類の気象予測データから作成した仮想気象データと、それを用いたWEPPの土砂流出量の計算結果を図-1~5に示す。図-1に示す2つの気象予測データの平均日最高気温では、表-3に示された気候変動に伴う3℃程度の気温上昇がみられた。図-2に示す結果で、現況の予測は実際の気象と比較して土砂流出量が少ない。これは、気象モデルで計算される降水量が実際よりも少なく(図-3)、日毎のばらつきも小さい(図-5)ためである。

MarkSimを用いた予測では、現況と比較して年間降水量が増大したにも関わらず、将来の土砂流出量が減少した。これは年間降雨日数の増加(図-4)と日降水量のばらつきの減少(図-5)が要因である。いずれも、表-3に示された将来的な降雨現象の極端化と相反する変化であり、MarkSimを用いたTrotochaudらの手法は、国内の気候変動を適切に表現できない可能性がある。

農環研シナリオ2017を用いた予測では、土砂流出量が将来的に増大した。これは、降水量の著しい増大(図-5)が要因である。しかし既往の研究では、年間降水量は年ごとの不確実性を考慮しても将来的な変化に有意な傾向は認められていない(表-3)。よって、これはデータセット作成時のダウンスケールで生じた誤差であり、計算された土砂流出量の変化は過大評価されている。しかし、降雨日数の減少(図-4)や日降水量のばらつきの増大(図-5)からは、将来的な降雨の極端化が一定程度表現されていることが示唆された。

4. 結論及び今後の課題

MarkSimを用いたTrotochaudらの手法は、国内の気候変動を適切に表現できない可能性が示唆された。また、農環研シナリオ2017を用いた手法は将来的な降雨の極端化を考慮可能である。しかし、実際の適用には降水量などの誤差を補正する必要があると考える。

表-3 2100年までの気候変動予測(沖縄地方)

| | |
|--------|---------------------------|
| 年最高気温 | 3.2(℃) 上昇 |
| 年間降水量 | 有意な傾向は確認されず |
| 降雨日数 | 9.7日(約8%) 減少 |
| 大雨の降水量 | 上位5%の降雨イベントの降水量が平均で約25%増大 |

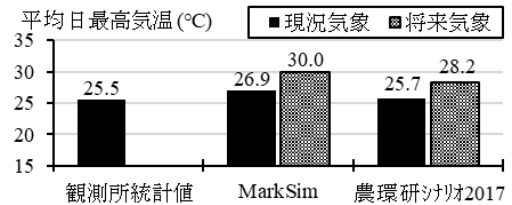


図-1 仮想気象データの平均日最高気温

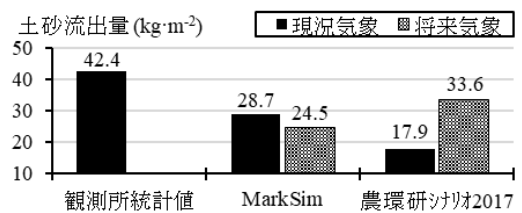


図-2 計算された土砂流出量

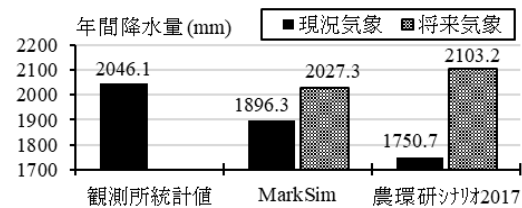


図-3 仮想気象データの年間降水量

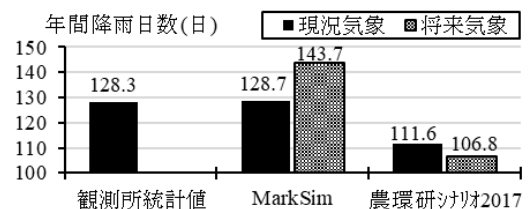


図-4 仮想気象データの年間降雨日数

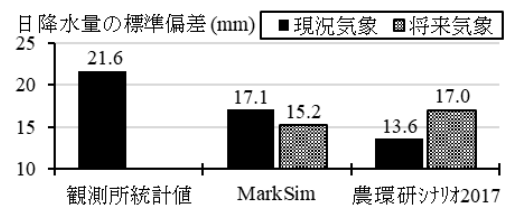


図-5 仮想気象データの日降水量の標準偏差

引用文献 1) 環境省, 気象庁: 21世紀における日本の気候 -不確実性評価を含む予測計算-, 2015. 2) Joseph Trotochaud, Dennis C. Flanagan, Bernard A. Engel: A SIMPLE TECHNIQUE FOR OBTAINING FUTURE CLIMATE DATA INPUTS FOR NATURAL RESOURCE MODELS, Applied Engineering in Agriculture. 32(3): 371-381, 2016. 3) Jones, P. G. and Thornton, P. K.: Generating downscaled weather data from a suite of climate models for agricultural modelling applications. Agric. Systems. 114, 2013. 4) USDA ARS: USDA-Water Erosion Prediction Project Hillslope Profile and Watershed Model Documentation, NSERL Report #10, 1995. 本研究は農研機構メッシュ農業気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)を利用した。