

ウーザー・ツーボン川を対象とした土砂生産の空間解析的検証

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○日下部 裕貴
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 阿部 翼
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. 序論

近年、気候変動と人為的な土地改変による影響に伴い、流域における土砂生産量が変化すると予測されている¹⁾。この要因として、陸域での気温上昇による豪雨の頻発や設計基準を大幅に上回る大規模災害などが挙げられる。このプロセスを温帯湿潤気候である日本列島に置き換えた場合、現行の熱帯・亜熱帯地域で認められる気温、豪雨の環境場に遷移することで例えることもできる。そのため、熱帯・亜熱帯地域の環境場の現象を教師データとして捉え、土砂生産量の影響を把握し、将来の土砂管理を検討するアプローチも肝要である。また、熱帯・亜熱帯に含まれる国々は、概ね開発途上国である。そのため、土地利用開発も活発化しているため個々の開発によるインパクトを理解しやすいこと、解析自体が途上国支援につながるなどの効用を持つ。本研究は、熱帯、亜熱帯を対象に気候変動による土砂生産の影響を予測し、総合的な土砂管理計画の基盤になるデータを整備することを目的とする。

研究の対象地域には東南アジアのベトナム中部にあるウーザー・ツーボン川流域を対象とした(図1参照)。当該地域はベトナム中部に分布し、砂丘や潟湖が発達し、海岸周辺の市街地の立地によりビーチを生かした産業が振興されていた。しかし、近年の気候変動や掃流土砂の減少、沿岸漂砂の減少などにより海岸侵食の影響を大きく受け、ビーチ産業には衰退してしまった。開発途上国であるベトナムでは、人為的な土地改変によるダムや堰の建設を中心に多要因が複雑に関連付けられ、流砂系の土砂供給量が減少している²⁾。したがって、当地域は日本の土砂管理の将来像を検討する、もしくは、国際貢献を図る上で適切な地域である。

2. 研究方法、およびデータセット

解析方法、およびデータセットは以下の①～⑤に示すとおりである。

- ① 使用する衛星画像情報の整備や気象データの取得。土地利用、地形データ等の地域空間情報の取得した。(データセット整備)
- ② 複数時期の衛星画像から、正規化植生指数(NDVI)を用いて時間変化に応じた空間変化の抽出を行い、地形と植生被覆の時間変化を導出した。(衛星画像解析による土地改変分析)
- ③ 既往の最大値降水量と平年値データの関係性を基に現在から気候変動シナリオに応じた平年値気候メッシュを利用して空間分布情報に変更す

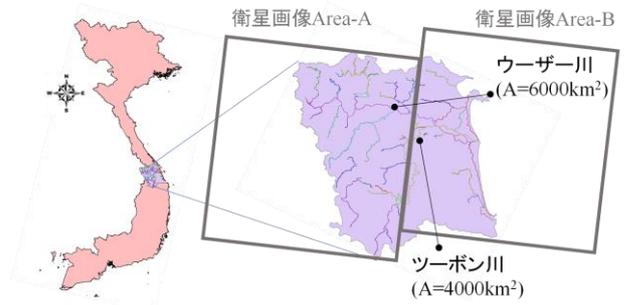


図1 研究対象領域図

表1 使用した気候モデルおよび開発機関

シナリオ	解析年、解析対象
現在気候・RCP2.6・RCP8.5	近未来気候(2031-2050年)・将来気候(2081-2100年)
気候モデル	
NorESM	ノルウェー: EarthClim 気候研究
MRI-CGCM	日本: 気象庁気象研究所
MIROC5	日本: 東京大学/国立環境研究所/JAMSTEC
IPSL	フランス: ピエール・シモン・ラプラス研究所
Hadgem-ao	イギリス: ハドレーセンター
GISS-E2	アメリカ: NASA 航空宇宙局ゴダード宇宙研究所
CCSM	アメリカ: 大気研究大学連合
BCC-CSM1	中国: 中国気象局北京気候センター

る。(既往最大降雨の空間分布)

- ④ 解析③で開発したデータ、および数値地理情報を利用しUSLE式より現在から将来の土砂生産の空間情報を算出する。(土砂生産量予測)
- ⑤ 解析①～④に基づくデータを整理し、土地被覆の空間情報と気候変動シナリオによる土砂生産の予測結果を検証する。(総合評価)

解析②では、衛星画像(画像:Landsat-4,5,8,解像度30m×30m,Cloud Cover0～20%,撮影年:2000～2020年)よりNDVIを求め、土地被覆変化を導出した。また、NDVIのみの評価では不確実性を持つため、土地被覆データ(JAXA高解像度土地利用被覆図ALOSより導出)と変動領域の比較を行い、土地被覆、土地改変の空間的特徴を導出した。

解析③では、NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)National weather Service (URL <https://www.weather.gov/wrh/Climate>)より取得されたベトナム国内の気象データを用いて既往最大降水量と平年値を抽出し、これらの関係性を近似線として式化した。また、求められた最大降水量を導出する近似式を基に、現在、および2050年、2100年期のRCP2.6, 8.5時の気候変動シナリ

オの平年値空間情報(1km×1km)を最大降水量の空間情報に示した。なお、気候変動に利用したモデルを表1に示す。解析ではこれらのモデルの平均値を利用している。

解析④では、解析③で求めた現在および気候変動シナリオの最大値降水量の空間情報と地形、土地被覆、表層土壌の地理情報を基に USLE 式(汎用土壌流亡予測式)を用いて土砂生産量を推測した。USLE 式を式(1)に示す。

$$A=R \cdot L \cdot S \cdot K \cdot C \cdot P \quad \dots (1)$$

ここで A:単位面積当たりの流亡土砂, R:降雨係数, L:斜面長係数, S:傾斜係数, K:土壌係数, C:作物係数,P:保全係数である。

3. 研究結果

3.1 衛星画像解析による土地改変分析

明瞭な土地被覆変化を捉えることのできる現在(2020年5月)と過去(2004)の NDVI 値の比較結果を図2に示す。NDVI 値の基準差分(基準:全体画像の平均値 - 3×標準変化)を超過した領域を a~l までの区域として抽出した。相対的に流域の南西側の領域で変化の面積が大きな傾向を示し、特に山間部に位置する領域 g,h で広域の土地被覆の変化が認められている。なお、土地利用情報と比較すると g,h は常緑広葉樹帯となる。常緑広葉樹のため植生変化が乏しいと予測されること、全体的な変化領域の規模も大きいことを考慮すれば、大規模な土地改変の影響も示唆される。また、領域 e,j,k,l は畑地として土地利用されているため、植物成長による誤差も推定され NDVI の変化幅が大きくなりえる可能性が推察される。

3.2 気候変動による土砂生産量予測

既往最大値降水量と気候シナリオに応じた土砂生産量分布図を将来的に予測したものを図3に示す。近未来気候では RCP2.6 の時に現在の土砂流出量に比べ 3.02m³/h,RCP8.5 の時に 2.5m³/h 増加する結果が得られた。また、将来気候では RCP2.6 の時に現在と比べ 4.65m³/h,RCP8.5 の時に 6.90m³/h 増加する結果が得られた。抜本的に将来にわたり降水量が増加しており、増加に比例して土砂流出量が増加する結果を得た。なお、降雨量換算にすれば 1mm 当たりで 330cm³/h 増加することが推計される。空間分布より特に土砂生産の増加が見込まれる領域は流域の南西部であり、g の地域と重複し、比例していることが確認された。衛星画像の土地被覆改変も示唆されているため、今後、降雨について良い土砂生産対策、もしくは海岸侵食を鑑みて生産を適度かつ円滑にうまく海岸まで到達させる管理方法を重点的に考える領域と思われる。その他,k,l の地域は生産活発な領域と活発でない領域が極端化する地域であり、畑地に属している。こうした生産の極端化する領域

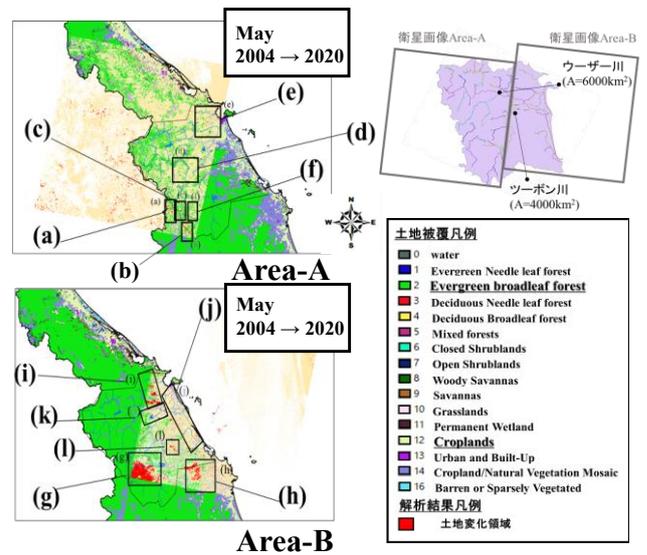


図2 NDVI 解析結果図

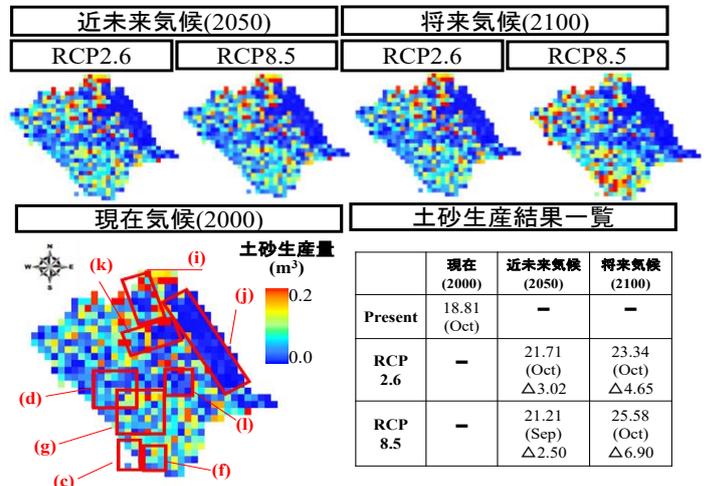


図3 現在・気候シナリオによる土砂生産量検討結果

の土砂管理の措置は、緻密な地形に留意することが必要であり、さらに緻密な分析を進めることが必要と推測される。

4. 考察と今後の課題

本研究ではヴァーザー・ツーボン川流域を対象とし、現在、気候変動に応じた海岸侵食の土砂生産の影響を検討した。結果として概ねの土砂生産の変動傾向、空間的な特徴を導出することができた。ただし、全貌を把握するためには、さらに緻密な空間に応じた分析や、土砂の動態としての評価も必要であり、更に追加解析を進めることが必要である。

謝辞: 本研究の一部は、科学研究費補助金(21K18785)の助成を受けたものである。ここに謝意を示す。

参考文献:

- 1) FABIABA MERCADO, N.Imaizumi AND S.Kawagoe : Evaluation on high mountain vegetation under the Glacier area, Tuni reserver in BOLIVIA, Proceedings 19th congress the APD/IAHR, DOI: <https://www.iahr.org/library/infor?pid=9841>, 2014
- 2) 松木洋忠: ベトナム中部クアダイ海岸の侵食対策, 河川, pp.57-62, 2016-4