

Selection of Best Management Practices for Sustainable Control of Soil Erosion in a Reservoir Watershed: Evaluation of Water Conservation Measures based on Environmental and Economic Effectiveness

著者	MTIBAA Slim
発行年	2018
その他のタイトル	貯水池流域における土壌侵食の持続可能な制御のための最適管理施業の選択法：環境と経済性の効果に立脚した水保全手法の評価
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2017
報告番号	12102甲第8589号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00152664

氏名	Slim Mtibaa		
学位の種類	博 士 (農 学)		
学位記番号	博 甲 第 8 5 8 9 号		
学位授与年月日	平成 3 0 年 3 月 2 3 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Selection of Best Management Practices for Sustainable Control of Soil Erosion in a Reservoir Watershed: Evaluation of Water Conservation Measures based on Environmental and Economic Effectiveness (貯水池流域における土壌侵食の持続可能な制御のための最適管理施業の選択法: 環境と経済性の効果に立脚した水保全手法の評価)		
主査	筑波大学教授	工学博士	宮本 邦明
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	奈佐原 顕郎
副査	筑波大学助教	博士 (農学)	山川 陽祐
副査	宮崎大学教授	博士 (工学)	入江 光輝
副査	東京大学准教授	博士 (農学)	堀田 紀文

論 文 の 要 旨

土壌侵食は農地の生産力低下や貯水池の堆砂に伴う水資源量の減少などを通し、持続的な発展を目指す多くの国で、社会経済および環境保全の観点から重要な問題となっている。本論文では、農業国でありその気候から土壌侵食の影響が特に大きいチュニジア共和国のJoumine流域を対象に、持続可能な流域管理手法の開発を目的として、SWAT (Soil and Water Assessment Tool) モデルを用いた土壌侵食量の空間分布の推定を行い、最適管理施業 (BMPs: Best Management Practices) の概念に基づいて経済指標を併用して施業評価を行い実効性の検証を行なっている。

著者はまず第一章において、土壌侵食と土砂流出に関わる問題を整理したうえで、研究の目的とその重要性を整理している。続いて第二章では、土壌侵食モデルに関するレビューを行ったうえで、BMPの概念を導入した侵食抑制を取り扱う既往研究を示した。第三章では、チュニジア共和国における農業生産と土壌侵食の問題、土砂流出が水資源確保に及ぼす影響について概観したうえで、水土保持と流域管理に関わる政策や事業、取り組みについて整理した。

第四章では、SWATモデルの入力データとなる土地被覆データの作成を行っている。土地被覆は、NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) の値とその季節変動を植物フェノロジーと対応させ分類する手法を新たに開発して行っている。ランダムサンプリングによる実際の土地利用との比較検証を行い、本研究で提示した土地被覆分類の的中率は86%と従来手法と比較して高いことを示している。

第五章では、SWATモデルを対象地に適用した。土地被覆データのほか、現地調査および文献調査の結果から得られたパラメーターを与え、感度分析を経たうえでSWATモデルによる計算を行い、計算結果と現地観測データとの比較を行っている。比較の対象とする現地観測データとしては、流域末端の貯水池における流量データと堆砂データ等が用いられている。結果として、変動幅が大きいにも関わらず、計算結果が1991~2012年の長期間の実測データを良好に再現することを示した。

第六章ではSWATモデルに各種土砂管理施業の条件を与え各施業の土壌侵食抑制効果を検討したうえで費用便益分析を行っている。管理施業としては、buffer stripの設置や、土地利用転換などの個別の施業とそれらの組み合わせからなる合計14の施業シナリオ（BMPsシナリオ）を作成している。また、組み合わせる場合の施業の空間的配置については、前章の結果から、特に土砂流出への寄与が大きい区域（CSA：Critical Source Area）があらかじめ得られており、効率的な配置の検討を可能としている。費用便益分析は、各BMPシナリオに要する費用（初期投資、維持費）と土壌侵食抑制による便益（農家収入増、施肥の減少）との比較を通して実施している。また、別途、貯水池の排砂に要する費用との比較も行なわれている。結果として、土壌侵食抑制はいくつかのBMPsシナリオで高い効果が得られ、それらのうち費用便益分析から経済性も両立したシナリオがBMPとして提案されている。具体的には、CSAの勾配に応じて、勾配20%以上の斜面では、小麦からオリーブへの土地利用転換、勾配10～20%の農地では等高線に沿ったCounter ridge（畝立て）、5～10%の農地では等高線に沿った植栽（Grass strip cropping）、これらに加えて、溪岸沿いの幅5mの区間は完全な緩衝帯（buffer strips）として農地としては利用しないというシナリオが最も効果的であるとしている。

以上の章を総括したうえで、本研究の結果の限界、および今後の農地管理と最適施業のあり方に関する提言が本研究の結論として第七章に示された。

審 査 の 要 旨

本論文は、世界で最も広く用いられる土壌侵食モデルの一つであるSWATに費用便益分析を組み合わせることで、貯水池流域の農地管理のための効率的なBMPの検討を可能にした。SWATに必要な土地被覆情報を得るため新たに提案している、NDVIの季節変化と植物フェノロジーを組み合わせた解析手法は、既往の手法より高い精度が得られており、学術的に高く評価される。これらの解析手法の精度向上に加えて、現地観測データによるSWATの再現性の検証等の基礎的な解析精度を向上させたうえで、各種施業の条件をSWATに適用することにより、適切に組み合わせた具体的な施業シナリオを提示し、チュニジアの社会条件を踏まえた上で費用便益分析を行うことにより包括的な解決策としてBMPの提案を行った点で高い独創性と、信頼性と実効性を有した研究であると評価される。特に、BMPの根拠にSWATから得られた施業の効果に加えて、経済性指標を取り入れた点には顕著な新規性があり、政策決定ツールとしての土壌侵食モデルの今後の利用促進を可能にすると考えられる。以上から、本論文は高い学術的価値を有し、博士論文としてふさわしい内容と判断される。

平成30年1月19日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。