

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 サハ フワネスワー プラサド
SAH BHUWNESHWAR PRASAD

本論文は、地球規模環境問題の一つである砂漠化の進行メカニズムとその予防対策を議論する上で極めて重要な問題である土壌劣化に着目し、これをもたらす一番の原因である土壌浸食の推定を、国土という空間的に広い範囲を対象として行うための合理的かつ実用的な分析の枠組みを提示している。

本論文の成果として評価し得る点は以下のようにまとめられる。

(1) 本論文では、土壌浸食の推定に関する既存研究をレビューし、発展途上国における国土レベルの空間規模を対象とした土壌浸食量の推定を行う上での課題について整理している。そして、土壌劣化が特に顕著な発展途上国において全国土レベルで土壌浸食量を推定するためには、モデル構造が簡単であるという特徴を持ち、必要となるデータが比較的少なく良いという利点を持つ USLE (Universal Soil Loss Equation) が最も適したモデルの一つであると指摘している。しかしながら、その適用に際しては、通常整備されている統計データだけでは不十分であり、モデルに即してより詳細なデータが必要となる。そこで本論文では、これらの点を詳細に検討した上で、USLE に基づき発展途上国を対象とした国土レベルの土壌浸食量を推定するための枠組みを構築し、その実用化を支援するために GIS を核としたシステムを構築している。

(2) USLE の適用に際しては、特に土地被覆と降雨量に関するデータの精度が浸食量の推定精度に大きな影響を及ぼす。本論文では、まず前者に関し、リモート・センシングによるデータを用いることによりこれを効率良く行うことが可能である点に着目し、NOAA の AVHRR に基づく NDVI 値を使用した最尤法による分類方法を採用している。熱帯におけるリモート・センシング・データを用いた土地被覆分類上の留意点としては、雨季や乾季の存在により、同一地点においても 1 年を通じてデータの値が大きく変動するという点があげられる。そこで本論文では、各月ごとにトレーニング・データを用意するという方法を提示している。ところが、発展途上国においては、最尤法を用いて土地被覆分類を行うために必要な信頼できるトレーニング・データの取得が困難な状況が少なくない。そこで、過去の小縮尺土地被覆図や現地での情報等により、ある程度現況

の土地被覆が予想可能な地点のデータからトレーニング・データの候補となるデータを選び、各月ごとに NDVI 値に基づくクラスター分析を行って土地被覆と対応させ、トレーニング・データを作成するという方法を提案している。

(3) USLE の適用に際して、土地被覆とともに土壌浸食量の推定精度に大きな影響を及ぼす降雨量の推定に関しては、本論文では、地上において雨量計が設置されている地点の観測データをもとにして統計的な精度を議論しながらデータの補間（内挿）を行い得る方法として Kriging を採用している。すなわち、観測データをもとに分析の対象とする地域全体のトレンドを推定すると同時に、トレンド成分と観測値との乖離である残差を対象地域全体において内挿し、それらの和として任意地点の降雨量を推定している。その際、地形データを除けば、国土の任意の地点で得られ、かつ、降雨と密接に関わる変数を得ることは非常に難しいということが問題となるが、本論文では、植生に関する情報を付加するために NOAA の NDVI 値をトレンド・モデルの説明変数の候補とすることを提案している。

(4) 構築した枠組みの有効性を検証するため、タイ全土を対象とした実証分析を行い、その結果について詳細な考察を行っている。

まず、12 ヶ月分の NOAA データを用いて土地被覆分類を行った結果に関しては、NDVI の値は特に雨季においてはその変動が大きいことを確認している。その上で、本論文において提示した方法によるトレーニング・データの抽出方法は、推定精度を向上させるという点において有効に機能し得ることを確認している。

一方、降雨の内挿結果については、降雨の推定に用いる変数のほとんどは、GIS やこれとリンクした DEM (Digital Elevation Model) を用いることにより効率的に加工することができ、特に国土レベルの広範囲な地域を対象とした大規模データを扱う場合には、その効果が極めて大きいことを確認している。さらに、トレンド・モデルの説明変数に NDVI 値を加えることにより、モデルの精度が大幅に向上することを確認しており、降雨推定の研究においてリモート・センシングによるデータを有効に活用し得る可能性を示している。

最後に、降雨量と土地被覆に関する推定結果並びに GIS を用いて用意した地形データ等を入力として、USLE モデルを適用してタイ全土における土壌浸食量を推定し、およそ 14.5 t/ha/year という数値を得ている。ここで得た数値は、河川流域ごとのデータから推定される土壌浸食量と比較されており、妥当な結果と判断し得る。また、本論文で

は、より細かな地域ごとの土壌浸食の値を推定した結果、地域によって非常に大きな差があることも確認している。

以上本論文により、広域を対象とした土壌浸食量の推定モデルとして USLE に着目し、必要なデータ入手に関し多くの困難を抱える発展途上国においてこれを適用するための分析の枠組みが示され、GIS を核としたシステムを構築した上でタイ全土を対象とした土壌浸食量の適用により、提示した枠組みが実用性の観点から妥当なものであることが示された。本論文の成果は、特に、人為的に植生を破壊したり表層土壌を攪乱したりすることによって生じる加速浸食が顕著なアジアの発展途上国において、土壌浸食の防止策の検討に貢献し得るものと期待される。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。