

(続紙 1)

京都大学	博士（地球環境学）	氏名	Cristino Lalica Tiburan, Jr.
論文題目	A GEOSPATIAL-BASED VULNERABILITY ASSESSMENT APPROACH OF PHILIPPINE WATERSHEDS （フィリピンの集水域に対する地理空間学に基づく脆弱性評価手法）		
（論文内容の要旨）			
地球温暖化に伴う諸問題に対してカーボンシンク（炭素吸収源）としての熱帯林の重要性が認識されているなか、フィリピンでは、近年、大型台風、洪水、地滑り等の自然災害が頻発し、豊かな森林を抱える集水域の適切な管理が求められており、こうした災害に対する脆弱性評価が一つの重要な研究課題となっている。 本論文の目的は、フィリピンにおける集水域を単位とした自然災害に対する脆弱性を評価する地理空間学的モデルを開発し、集水域（河川流域）管理や自然災害対策に資する科学的かつ実用的なツールを提示することにある。本モデルは、集水域単位の災害に対する脆弱性を表す尺度と考えられる計21の指標で構成され、各種統計データや現地調査で得られた実測データを変数として地理情報システムを用いて処理され、集水域単位の脆弱性が総合的に評価されるものである。その有用性についてマニラ市近在の二つの河川流域にそれぞれ適用して実証的に論じている。 本論文は以下の6章より構成されている。 第1章は序論であり、近年の地球温暖化と気候変動に関する研究を俯瞰し、フィリピンにおける集水域の地球温暖化に対する脆弱性の課題を整理し、本論文の研究背景・目的と全体構成を示している。過去40年間の気候の統計データから、フィリピンでは日中気温の上昇、降水量増加が地域的に観測されており、かつ大型の台風襲来による甚大な被害が近年発生していることを示し、一方で、気候変動に由来しない要因として、土地利用・土地被覆変化を取りあげ、中でも森林伐採に起因する地滑り災害が頻発していることを示し、集水域単位での適切な管理を行うことの重要性を指摘している。 第2章では、本論文の研究課題に関するキーワードである脆弱性（vulnerability）についての定義を網羅的な文献レビューを踏まえて、気候変動に対する脆弱性研究についてその系譜と課題について整理している。脆弱性が研究分野によって様々な意味で定義され使用されている状況を近年の学術論文を挙げてとりまとめ、本論文での脆弱性の位置づけを明確にしている。その上で、適切な脆弱性評価のためには、災害リスク度、災害受容度、災害適合度の三つの要素に分けて考慮する必要があることを示し、また、本研究で開発された脆弱性評価モデルの基本ツールである地理情報システム（Geographical Information System, GIS）の特長について既往研究から整理し、GeoREVIEWモデルがGISに依拠する必然性を説いている。 第3章では、集水域単位の災害に対する脆弱性を評価する地理空間学的モデルとしてGeoREVIEW（Geospatial-based Regional Environmental Vulnerability Index for Ecosystem and Watersheds）モデルを提示し、上述の脆弱性の3要素およびこれらを構成する21変数について説明している。気候条件、生物多様性、バイオマス等の自然条件に関する変数に加え、人口密度、開発状況等の社会条件に関する変数を含めて幅広く選択し、それぞれの変数は、必要に応じて、分布検定に基づく正規化を行い、脆弱性を評価する上で必要な閾値の設定方法に			

について提示している。さらに、森林における生物多様性の喪失、地滑り、洪水、干ばつ、の四つのフィリピンでの代表的な災害や社会損失に関連する指標を選択して、各災害等の脆弱性をそれぞれ定量化する方法を提示している。また、対象とする集水域全体の脆弱性を得点化する評価指標を提示し、その理論とこれらを導き出す具体的な理論式を示している。

第4章では、GeoREVIEWモデルを適用するマニラ近郊のカーボンシンクとして重要な存在として位置づけられているマッキンリ保護林地域 (Mt. Makiling Forest Reserve) およびラ・メサ流域 (La Mesa Watershed) の二つの集水域を選定し、GISを用いて作成した詳細な地形図を提示すると共に、過去30年間の月別平均気温と降水量を時系列で示し、両地域の基本的諸元について整理している。

第5章では、二つの対象地域に、GeoREVIEWモデルを適用した結果を示している。また、得られた脆弱性評価のうち、対象地域全体の評価を行うだけでなく、具体的な政策上の対策を行う上での利便性を考慮して、主要な自然災害ごとの得点化を行って、定量的な情報を提供している。マッキンリ保護林地域では、地滑りや生物多様性の喪失に対する脆弱性が高く、干ばつに対する脆弱性が低いことが明らかになった。ラ・メサ流域でも、干ばつに対する脆弱性は比較的低く、地滑りや生物多様性の喪失に対する脆弱性の高さが明らかになったが、マッキンリ保護林地域に比較して脆弱性が全体に高く、こうした災害に対する対策の必要性について注意を喚起している。さらには、実際に過去に発生した自然災害の被害マップとGeoREVIEWモデルの結果を比較し、脆弱性が高いと評価された地点において実際に被害が発生していたことを地図上で示し、モデルの妥当性を実証的に検証している。最後に、正規化植生指数 (NDVI) と得られた脆弱性評価得点を用いて、将来の自然災害に対する備えを必要とする優先地域を判別する方法を提案し、それぞれの河川流域において空間上に提示している。

第6章では、本論文で得られた成果をまとめると共に、GeoREVIEWモデルの課題と今後の発展性に言及し、フィリピンにおける気候変動への対応として、本モデルにより集水域の脆弱性について定期的に評価することを提案し、結論としている。

気候変動に伴う地球環境の様々な問題は、IPCCをはじめとする種々の研究機関等の報告にみられるように、世界各地で具体的な問題が顕在化してきていることから、その対策を講じることが焦眉の急となっている。フィリピンでは、近年、火山の噴火、大型台風の襲来による地滑りや河川の氾濫・湛水など、自然災害が相次いで発生し、集水域（河川流域）に対する災害防止の研究が重要課題の一つとなってきた。本論文は、気候変動に伴う温暖化、台風や集中豪雨の頻発化等に対して、フィリピンの集水域がどの程度脆弱であるか、あるいは逆に防災力やレジリエンスがあるかについて空間的に評価するモデルを開発し、首都マニラ近くにある緑地保全上重要な二つの集水域に適用してその有用性を示したものであり、得られた主な研究成果は以下の通りである。

第一に、フィリピンにおける集水域の自然災害に対する脆弱性を評価するモデルとして、GeoREVIEW (Geospatial-based Regional Environmental Vulnerability Index for Ecosystem and Watersheds) を開発した。モデルでは、脆弱性評価のための3要素（災害リスク度、災害受容度、災害適合度）を設定し、各要素を構成する変数について既往研究成果を基に丹念に抽出・整理し、統計的検定を踏まえてそれぞれ七つの正規化変数に変換した後、それらの線形和によって表すという精緻な構造をとっている。

第二に、GeoREVIEWモデルでは、地理情報システム（GIS）を利用して各変数および3要素の脆弱性尺度を地図上に表わすことが可能であり、集水域のどの場所、どの変数・要素に課題があるかが空間的に明確に示される。加えて、それぞれの評価得点を重ね合わせのプロセスを経て最終的な脆弱性総合点（Overall Vulnerability Point）を導くことができるため、政策立案者にとっても実用的、有用かつ優れた評価ツールを提供している。

第三に、フィリピン・マニラ市近在の二つの研究対象地域に対してGeoREVIEWモデルを適用するに当たり、各種気象、統計データを広く収集するとともに、植生分類や土壌特性等について精力的に現地調査を行った。これによって、一定の高い精度を保ったモデル変数値による分析を行うことができ、実践的研究としても優れた成果を示した。

第四に、研究対象地域での評価結果を近年の台風被害と照合し、脆弱性総合点との高い相関を示して、GeoREVIEWモデルの有効性・有用性を確認している。

第五に、本論文で提案したGeoREVIEWモデルによる分析結果を利用して、今後のフィリピンの土地管理、自然環境管理等に役立てるための方法と手順を提示し、GeoREVIEWモデルを計画現場や政策面で利用するための方向性を示した。

以上のように、本論文は、フィリピンにおける集水域の自然災害に対する脆弱性を評価する地理空間学モデルを提示してその有用性を示したものであり、地域資源計画論、景観生態学、地球環境学に寄与するところが大きい。また、GIS利用を基本としたGeoREVIEWモデルを開発し、災害に対する脆弱性評価手法を具体的に示した点で、地球環境問題の実践的解決を目指した研究論文としても大いに意義あるものである。

よって、本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年2月8日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

論文内容の要旨及び審査の結果の要旨は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降