氏名	張 新民
学位の種類	博　士（理学）
学位記番号	博　甲　第　９０３２　号
学位授与年月日	平成　３１年　３月　２５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	Spatiotemporal Changes in Ecosystem Services Values in Dongguan, China: Implications for Urban Sustainability （中国東莞市における生態系サービス価値の時空間変化： 都市の持続性に対する影響に着目して）

主査	筑波大学教授	理学博士	村山 祐司
副査	筑波大学教授	Ph.D.	呉羽 正昭
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	堤　純
副査	筑波大学講師	博士（理学）	森本 健弘

論　文　の　要　旨

本論文は、急成長する中国の東莞市を対象に、土地利用の推移にもとづく生態系サービスの変化を明らかにするとともに、シナリオ分析を用いて将来における生態系サービスおよびその価値を予測し、持続的発展に資する都市政策を提言しようと試みた研究である。東莞市の人口は、1994 年には 295 万であったが、2015 年には 825 万に急増している。東莞市では、経済成長に伴う人口増加が周辺地域において農用地や緑地、空地など非都市的土地利用の減少を引き起こしており、生態系サービスや居住環境の維持が行政における喫緊の課題に浮上している。

著者は、第 1 章で研究背景、従来の研究、研究枠組、研究目的を記述し、第 2 章で対象地域の概観、分析資料、東莞市の人口成長および経済成長を概説した。第 3 章では 1994 年、2005 年、2015 年の 3 年次を取り上げ、約 20 年にわたる都市化の空間プロセスとそのメカニズムを究明した。具体的には、衛星画像の Landsat データに SVM 法（Support Vector Machine）を適用して土地利用の分類（市街地・森林・農地・草地・荒地・水域の 6 種目）を行い、構成比の変動過程を空間的に考察した。市街地の面積は、1994 年には全域の 9.77%にすぎなかったが、2005 年には 31.38%、そして 2015 年には 48.72%に増加した。一方、農地は、1994 年には全体の 60.38%を占めたが、2005 年には 32.67%に、そして 2015 年には 28.38%に減少した。都市化は 1994 年から 2005 年にかけて著しく、2005 年から 2015 年にかけてはその勢いは減速したことが判明した。土地利用の変化は、両期間とも農地から市街地への転換が最大であり、荒地から市街地への転換がそれに続くことが明らかになった。

つぎに、著者はニューラルネットワークにもとづくマルコフ型 CA モデルを構築し、将来の土地利用（2030 年）の推定を試みた（第４章）。都市化の原動力としてモデルに組み込まれた指標は、標高、傾斜、都市中心地、成長センター、道路、人口密度の 6 変数であった。その際、著者は２つのケースを仮定してシナリオ分析を行った。すなわち、(1) 過去から現在までの土地利用の変化が将来も継続する場合（SS）、(2)環境保全を重視し、農地の転用を抑制する場合（EPS）。いずれのシナリオでも都市化は進み、2030 年には市街地の面積は 50%を超えることが明らかになった。その一方、農地および森林は減少が著しいことがわかった。減少率は農地および森林とも EPS の方が SS より低い。草地と荒地については、SS の方が EPS より残存面積は大きい。

以上の分析結果を踏まえ、著者は東莞市における生態系サービスの変化（1994 年〜2015 年）を解明するとともに、将来の生態系サービス（2030 年）が SS と EPS とでどのような差異が生じるのかを探った（第５章)。いずれのシナリオでも、東莞市全体でみると生態系サービスの価値は低下するが、EPS の方が SS より減り方は緩慢であり、EPS を指向すると環境保全施策の効果が現れることが明らかになった。さらに、著者は生態系サービスの価値を種目ごとに推定する手法を独自に構築し、東莞市に適用した結果、5 種目のなかで「農地」については、EPS シナリオに沿えば生態系サービスの価値を低下させず、将来もその価値を維持できることをみいだした。

最後に著者は、2030 年に予想される生態系サービスとその貨幣価値の地域的分布に焦点をあて、ホットスポット分析を用いて分布パターンとその地域差をもたらす要因について論じた（第 6 章)。生態系サービス価値を人口で除した H-ESV、および新しい都市域における生態系サービス価値の減少を全域のそれで除した U-ESV という２つの指標を考案し、SS と EPS とで将来の生態系サービス価値がいかに異なるかをシミュレーション分析により解明した。第７章（結論）では、都市政策的観点から、土地利用の規制を強化しながら、バランスのとれた持続的発展を成し遂げるための効果的な方策について論じた。

審　査　の　要　旨

先進国では、生態系サービスに対する関心が高く、都市をターゲットにした研究が数多く行われているが、途上国では都市を対象にした生態系サービスの実証研究はきわめて少ない。途上国で研究が進まない理由として、生態系サービスの価値を測定するための指標が得にくく、定量的な解析が困難なことがあげられる。中国の都市においては、生態系サービスに関するミクロな実証分析は緒についたばかりで、研究蓄積がまだ乏しい。関連するデータも未整備である。この状況下において、中国の東莞市を対象に関連データを系統的に収集するとともに空間情報技術を用いて新規の地理データを作り出し、生態系サービスとその変化を実証的に解明した本論文は、オリジナリティに富む研究として評価できる。とくに、地理情報システムとリモートセンシングを組み合わせて、精緻な土地利用の将来予測を行うとともに、シナリオ分析を駆使して 2030 年における生態系サービスとその貨幣価値を導きだした点は注目される。シミュレーション分析によって生態系サービスの相対的価値を維持・向上させる方策を検討し、説得力のある論を展開したことも本論文の独自性を高めている。

今後、中国の大都市を対象とする生態系サービス研究が活発化することが予想されるが、本論文はそれらの先駆けの研究として、注目を集めるに違いない。とくに、生態系サービスの価値を客観的に測定する２つの指標（H-ESV および U-ESV）を考案し、実証研究に応用したことは特筆される。本論文は地理学の発展に寄与し、国際的にも通用する斬新な研究に位置づけられる。

平成31年１月31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（理学）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。