

氏名	Pok Sophak		
学位の種類	博 士 (学術)		
学位記番号	博 甲 第 8 5 7 8 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	Impervious Surface Cover Change in the Lower Mekong Region from Daytime and Nighttime Satellite Data (2001-2012) (昼夜衛星画像を用いたメコン川下流域における不浸透面被覆の経年変化 (2001-2012))		
主査	筑波大学准教授	博士 (地球環境学)	松下 文経
副査	筑波大学准教授	博士 (理学)	加藤 弘亮
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	村山 祐司
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	奈佐原 顕郎

論 文 の 要 旨

審査対象論文で著者は、流域の開発・都市化に伴う流域機能の劣化に関する問題に、流域における不浸透面 (Impervious Surface Area, ISA) の増加という観点から、検討を加えている。近年、都市部における急速な人口増加は、住宅、学校、病院、商業用地、道路、駐車場などのインフラ整備に大きな需要をもたらし、その結果として、地球の表面では水が浸透できない人工地表面、すなわちISAが拡大していくこととなる。ISAのような人工地表面は、植生や裸地のような自然の土地被覆を改変して造られるため、ISAの増加は流域の生態特性や水文特性、熱伝導特性などに大きな影響を及ぼしていることが従来の研究によって報告されている。従って、流域の土地被覆に占めるISAの割合 (ISA率) は流域機能の健全性を評価するための重要な指標であると認められつつある。一方、人工衛星が地球表面に関する情報を広域且つ定期的に観測しているため、衛星リモートセンシングは流域の土地被覆変化のモニタリングに最適な技術であると考えられる。しかしながら、衛星データによるISAの推定には裸地などのような非植生土地被覆による影響の除去が未解決の課題である。そこで、本論文で著者は、メコン川下流域の4つの国、すなわち、タイ、ベトナム、カンボジア、ラオスを研究対象とし、昼夜衛星画像の特徴に着目することによって、ISA推定ための新たな手法とその手法の有用性を考察している。

本論文で著者は、まず衛星データによるISAを推定するための新たな手法の開発を行っている。この新手法は主に4つのステップからなる。第1ステップとして、著者はTMA法 (Temporal Mixture Analysis) を用いて、16日合成のMODIS-NDVI時系列データから非植生土地被覆の割合 (すなわち、土地被覆に占めるISAと裸地の比率) のマップを生成している。第2ステップとして、著

者は、元の夜光データ（すなわち、DMSP-OLS衛星データ）にある2つの問題点（すなわち、飽和問題とブルーミング効果）を克服するためにEANTLI（Enhanced-vegetation-index-Adjusted NightTime Light Index）夜光指数マップの作成を行っている。第3ステップとして、著者は、上述の2つマップの統計的分析に基づいて、ISA率とEANTLI夜光指数との間の関係式を導出し、この関係式を用いてISA率の予備的なマップを作成している。最後のステップとして、著者は、「ISAが非植生の土地被覆に含まれる」という事実を利用し、予備的なISA率マップおよび非植生土地被覆の割合マップからより小さい値を選択することによって最終的なISA率マップを得ている。Google Earth画像により検証した結果、著者が開発した方法は従来手法（TMA法、RMSE=0.263）と比べて、より高い精度（RMSE=0.111）でISA率を推定することができたと述べられている。

次に、本論文で著者は、上述の新手法を12年間のMODIS-NDVI/EVIおよびDMSP-OLS夜光データに適用し、研究対象地域における2001年から2012年までのISA率の年次分布図を作成している。作成した12年間のISA率分布図に基づいて定量的に解析した結果、研究対象地域全体でISA増加の傾向が見られ（ $R^2=0.76$ ）、2001年のISAは29,398km²（研究対象地域面積の1.7%）に対して、2012年のISAは47,635km²となり（研究対象地域面積の2.8%）、研究期間中に大規模な都市拡大が起こったことを示している。また、先行研究による提案された流域機能の評価基準を研究対象地域の各流域に当てはめた結果、2001年に、「人類活動によるストレスを受けている流域（ISA率1-10%）」という第1段階に分類された流域の数は280個（33.1%）、「人類活動による悪影響が見られる流域（ISA率11-25%）」という第2段階に分類された流域の数は40個（4.7%）、「人類活動による機能が劣化している流域（ISA率26%以上）」という第3段階に分類された流域の数は3個（0.4%）、であったが、2012年に、それぞれ372個（43.9%、第1段階）、57個（6.7%、第2段階）、7個（0.8%、第3段階）までに増加したと述べている。

以上の結果をもとに本論文で著者は、流域機能の劣化傾向を止めるために、流域内ISAの増加を抑制するための適切な措置を講ずることが緊急な課題である、と結論づけている。

審 査 の 要 旨

本論文は、昼夜の衛星画像を用いて、地球表面に占める不浸透面の割合を広範囲で精度良く推定する新手法を提案し、流域機能変化の評価に適用したものである。こうした手法は湖沼、河川、沿岸域の流域管理にあたって、定量性のある指標（ISA率）を簡易かつ精度良く推定できるため、極めて有用と考えられる。また、そうした流域情報の取得が難しい国々への本手法の適用が持続可能な流域管理に大きく貢献することが期待される。

平成30年1月29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（学術）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。