

# 博士論文審査要旨

令和2年1月20日

論文審査委員	主査	原 慶太郎
	副査	花田 真樹
	副査	富田 瑞樹
	副査	朴 鍾杰
	副査	夏原 由博

申請者

氏名（本籍）	ヒヤマ ヒデアキ	平山 英毅	（ 千葉県 ）
学籍番号	H17002		
学位（専攻分野の名称）	博士（総合情報学）		
学位授与の要件	学位規定第5条該当		
学位論文題目	津波被災景観域における連結性の定量的評価に関する研究		

本論文は、東日本大震災の被災景観域において、巨大津波とその後の復旧・復興事業によってもたらされた景観変化を衛星リモートセンシングの手法によって迅速・的確に把握し、景観の連結性（connectivity）に着目して景観構造の変化を定量的に評価し、さらに復興事業による緑地造成を想定し、連結性を高めるのに効果的な領域選出に関する新たな手法を案出し、これらを総合的に議論したものである。

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震とそれによって引き起こされた巨大津波は、東日本の太平洋沿岸の広範な地域に大きな景観変化をもたらした。この地震・津波による地域生態系への影響は、生態学的には数百年に一度の低頻度大規模攪乱と位置付けられるが、被災地ではその後の復旧・復興事業による新たな景観変化が続いている。津波は海岸林から平野部の屋敷林までを倒壊・流出させたが、この津波とその後の復旧・復興事業によってもたらされた過程を景観構造の変化としてとらえ、景観の連結性を指標として定量的に評価することは景観生態学的に意義深いことである。本研究では、津波などの大規模な自然災害を想定し、被災直後とそれに続く復興事業継期における被災景観域の土地被覆を迅速かつ的確に把握して森林域を抽出し、その連結性を評価する手法を検討した。連結性研究における高空間分解能衛星データをもちいた土地被覆解析や、急激な景観変化に伴う連結性評価に関しては、いくつかの解決すべき課題がある。まず、ピクセルベースの土地被覆分類手法における孤立ピクセル（周囲の土地被覆クラスとは異なる微細なピクセル）が多量に発生し連結性研究に用いるデータとしては不適であること。次に、津波などの急激かつ大規模な攪乱とその後の人為的影響下における連結性変化を研究した例はなく、本事象の解明に向けた連結性定量化手法を開発すること。そして、被災景観域における復興事業において連結性を効果的に高めるために、森林創出領域ごとの連結性の向上度の違いを空間明示的に示す新たな手法を開発すること。本研究では、この3つの課題を克服するため、まず、機械学習を応用した土地被覆分類手法を検討し、高精度かつ孤立ピクセルを大幅に低減させた土地被覆図を作成した。次に、津波による大規模攪乱とその後の人為的影響による森林分布変化に伴う連結性への影響を定量的に明らかにするための評価手法を検討した。最後に、連結性向上に効果的な森林パッチ創出領域を空間明示的に示す手法を開発したものである。

具体的には、まず、東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、甚大な被害を受けた宮城県太平洋側の一部地域を対象に、高分解能衛星である RapidEye 衛星により観測された画像を用いて土地被覆を分類した。機械学習分野で発展してきた多重分類器システム（Multiple classifier system: MCS）を解析に供し、従来の手

法と比べ、分類精度を維持しつつ、大幅に孤立ピクセルを低減させる効果があることを明らかにした。次に、森林分布の変化による連結性への影響を定量的に評価した。仙台市の被災地を対象に、震災前（2010年）、震災直後（2011年）、震災直後以降（2012年）、5年経過時点（2016年）の年次ごとの土地被覆図を作成し、さらに、土地被覆図の森林クラスを抽出することで、森林パッチ分布図を作成した。次に、森林パッチ分布図をもとに、パッチ間を接続する閾値（連結距離）を複数設定し森林パッチネットワークを構築することで、生物の移動経路を推定し可視化した。森林パッチネットワークの連結性を定量解析する上で多用されてきた連結性積算指数（Integral Index of Connectivity: IIC）に加え、クラス一致確率（Class Coincidence Probability: CCP）を用いることで、津波による急激な連結性低下と、その後のパッチ増減による森林パッチネットワークの分断状態の変化による連結性の変化を景観スケールで明らかにした。続いて、基準となる森林パッチ分布図（2016年）に対し森林パッチを無作為に発生させ、森林パッチ発生の前後で連結性がどの程度向上したのかを、IICとCCPを用いて解析した。この解析を反復し、それぞれの結果に空間的内挿処理を実施することで、連結性の向上度を示す空間分布図を作成した。分布図の作成により、対象とする連結距離ごとに、連結性向上効果の高低を空間明示的に示すことが可能となった。

本研究は、巨大津波の被災景観域という急激かつ大規模に攪乱を受けた特異な地域において、衛星リモートセンシングをもちいて森林パッチを迅速かつ的確に抽出する方法を確立し、当該景観域の連結性を定量的に解析する手法を定式化したものであり高く評価される。衛星リモートセンシングデータを用いた連結性研究において、孤立ピクセルの存在は定量的評価に大きく影響するが、多重分類器システムを適用することでこの課題を解決したこと、そして、短期間で大規模な景観変化が及んだ景観域において、複数の連結性指数を用いることで適切に連結性変化を解析したことは、本研究の独創的なところである。また、現況の分析的研究に留まりがちなこの種の研究において、連結性を高める緑地の創出箇所を空間明示的に定量的に示したことは、今後、同様な災害が起こる可能性が指摘されるわが国において実用的にも意義があるものである。このように本論文は、景観生態学の実務への応用に不可欠な解析手法に関する独創的な知見を打ち出している。

論文審査委員会は、申請者より提出された博士請求論文をもとにした博士論文審査及び最終試験（専攻学術試験及び外国語能力審査）を、令和2年1月20日に主査と副査全員の参加のもとで実施した結果、次のとおり判断する。

博士論文審査： A（優れた博士論文である）

最終試験： A（優れた研究が行われたと認められる）