HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Evaluating the impacts of disturbance scale, management history, and stochastic effects on succession by remote sensing and field surveys [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Végh, Lea
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第14601号
Issue Date	2021-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/82398
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Lea_Vegh_review.pdf, 審査の要旨



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏　名　ヴェグ　レア (Végh Lea)

審査委員　主査　教　授　露崎　史朗
副査　教　授　大原　雅
副査　教　授　相場　慎一郎
副査　准教授　工藤　岳

学 位 論 文 題 名

Evaluating the impacts of disturbance scale, management history, and stochastic effects on succession by remote sensing and field surveys

（リモートセンシングおよび野外調査による撹乱規模、管理履歴、確率事象が遷移に与える影響の評価）

自然攪乱および人為撹乱は、植生遷移に大きく影響するが、複数の大規模攪乱が組み合わさることにより起こる遷移機構の解明は、広域かつ長期の観測が必要であるため困難であった。すなわち、火山噴火や露天採掘などにより植被が完全に除去された地域では、一次遷移が見られるが、極相に達するには数10年から数百年を要し、その間には、台風や火災などの予測困難な撹乱が、遷移速度と方向を大きく変化させる。大規模かつ長期にわたる一次遷移において、これらの撹乱が、遷移特性に与える影響を明らかにすることは、植物群集の発達機構を解明し、生態系の保全と復元を図る上で重要な課題である。

本研究の第一の目的は、一次遷移の軌跡を、撹乱規模、人為履歴、確率事象の影響と共に検出することである。そのために、北海道南西部に位置する有珠山において1910年に噴火した四十三山、1977-78年に噴火した大有珠山頂部、2000年に噴火した金毘羅火口群において、リモートセンシング(RS)と野外観測を組み合わせ、長期間の植物群集動態の定量化を試みた。本学位論文は4章からなる。1, 2章では、景観スケールでのRSと野外測定の対比を扱った。特に、これまでRSはピクセル単位での解析が主であったが、隣接するピクセル間での反射率の変化を利用し、植物および植生のパッチ抽出を可能とすることで、植生パッチ動態を解析した。RSでは、植物群集の種組成検出や非生物的環境要因の検出は困難であるが、これに本手法を応用し長期変化も解析した。RSによるこれらの解析には、解像度などの障壁は多かったが、まず、これを野外測定の結果と比較し、RSによる種組成・非生物要因の定量化の有効性を検証した。

第1章では、有珠山において大規模噴火を行った山頂部と、相対的に小規模噴火であった金比羅火口群を対象に、RSデータを使用し植生パッチの発達過程を解析した。その結果、植生パッチは噴火直後から、傾斜の大きな斜面に残存し再生していた。すなわち、噴火直後に噴火堆積物が侵食等により除去され、残存個体が地表面に現れることが、植生パッチの再生と成長に大きく関与していることが示された。一方、金比

羅火口群では、傾斜に関係なく植生パッチの成長は速く、噴火規模が植生パッチの回復に重要であることも示された。RSにより植生パッチ動態を解析した本手法は、これまで試みられていない新たな手法であり、「画像クロシークエンス」と呼ぶことを提案した。

第2章では、RSにより求めたスペクトル多様性と野外測定により求めた植物群集多様性の関係について、四十三山および山頂部において、衛星データの複数の画像解像度と抽出範囲を用いて解析した。植物群集多様性は、野外調査をもとに、林冠多様性および、林床植生を含めた森林多様性を用いた。多様性指数は、多様性指数を包括した多様性式(真の多様性指数)において$q = 0, 1, 2$となる指数を用いた。解析の結果、いずれの真の多様性指数を用いても林冠多様性は、解像度3 mを用いたスペクトル多様性と高い相関を示すことが明らかとなった。また、この結果は、主成分分析第1軸得点を組み合わせるとより測定精度が増した。

第3章では、四十三山および山頂部において、森林遷移に対する人為干渉としての造林の影響を、造林樹種の違いに着目し、2015年から2019年にかけて方形区法により調査した。この間、2016年に大型台風による多数の風倒木の発生が見られた。これらの結果をもとに、種組成・種の豊富さ・多様性を求めた。林冠多様性は、山頂部よりも四十三山の方が高かったが、森林多様性は低かった。種の豊富さと多様性は、天然林の方が人工林よりも高かったが、その差は小さかった。人工林では、主に草本植物の在来種の侵入定着が少なかった。これらのことは、森林形態は、台風のような確率事象よりも遷移系列に影響していることを示していた。

第 4 章では、土壌栄養、温度、光などの非生物的要因に対する種間競争が、森林発達過程における種多様性に与える影響を調べた。これに加えて、遷移過程での種組成変化への埋土種子の影響を温室で種子撒き出し実験により調べた。窒素やリンなどの土壌化学特性は、森林型、人為強度間で大きな差はなかった。しかし、窒素固定能を有するケヤマハンノキ林では、窒素含量が他の森林より極めて高く、この点は、天然林でも人工林でも同様であった。山頂部の造林地では、高い埋土種子集団中の種子密度、多様性、類似度を示した。森林型間で、温度に大きな差はなかったが、照度は山頂部の森林で高かった。よって、窒素固定木本種と光環境は、森林発達パターンを多様化させ、土壌化学特性や温度よりも種組成と遷移に大きく影響していた。

本研究で初めて試みられた画像クロシークエンスとスペクトラル多様性は、様々な森林において、比較的大面積での解析に適用可能であることが明らかとなった。これらの手法を用いて、RS により野外実測が困難な大規模撹乱跡地や過去の履歴が不明瞭な地域においても、遷移系列とその機構が解明できる展望を得ることができた。さらに、本手法は、様々なスケールでの地域間比較にも適用可能である。

申請者は、長期にわたり精力的に野外調査に携わり、膨大な野外・衛星画像データの解析を丹念に行い、画像クロシークエンスとスペクトラル多様性という新しい手法を考案した。また、これらをもとに遷移機構の解明を行った。これらの解析の有効性を、噴火、台風、造林という3つの攪乱を組み合わせて実証し、本解析を行うことで、これまで得られていない遷移系列に関する新知見を見出した。審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと判定した。