



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The effects of disturbance legacies on the long-term forest recovery after natural disturbances : Field-based and simulation evaluations focusing on windthrow and shallow landslides [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	堀田, 亘
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16102号
Issue Date	2024-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93575
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	HOTTA_Wataru_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博 士（農学） 氏名 堀 田 亘

審査担当者	主 査	教 授	森 本 淳 子
	副 査	特任教授	澁 谷 正 人
	副 査	特任教授	山 田 孝
	副 査	名誉教授	中 村 太 士

学 位 論 文 題 名

The effects of disturbance legacies on the long-term forest recovery after natural disturbances:
Field-based and simulation evaluations focusing on windthrow and shallow landslides
（自然撓乱後の長期的な森林回復に撓乱レガシーが与える影響の解明
—風倒と斜面崩壊に着目した実測およびシミュレーション評価—）

本論文は英文 203 頁、図 41、表 11 からなり、参考論文が 2 編付されている。

自然撓乱は森林生態系の一時的な破壊を通じ、生態系サービスに影響を与える。日本では、暴風による風倒や集中豪雨による表層崩壊が主要な自然撓乱要因である。気候変動に伴うこれらの自然撓乱の頻度・規模の増大が予測されているため、撓乱後の速やかな森林回復を実現するための対応策が必要である。自然撓乱後に残存する前生稚樹や枯死木、土壌などは撓乱レガシーと呼ばれ、撓乱後の森林回復の起点となる。撓乱レガシーの量や種類に影響する要因として撓乱タイプ（風倒・表層崩壊）と撓乱後の対応（倒木搬出や掻き起こし）がある。しかし、各撓乱レガシーが森林回復に果たす役割の解明やそれらを踏まえた撓乱後の森林管理策の検討は不十分である。本研究では風倒後と表層崩壊後の森林回復に果たす撓乱レガシーの役割を実測とシミュレーションにより評価し、撓乱レガシーを活用した森林管理の可能性について議論した。

まず、風倒後の倒木搬出が森林の炭素蓄積に及ぼす長期的影響を評価した。北海道東大雪地域において、1954 年洞爺丸台風で被害がなかった老齢林、風倒後倒木を残置した林分、風倒後倒木を搬出した林分を対象に調査を行った。倒木残置林分では風倒直後に針葉樹の前生稚樹が多く生残したため、針葉樹主体の森林が形成された。一方、倒木搬出林分では前生稚樹の破壊によって空いたニッチにパイオニア種の広葉樹が侵入し急速に成長したため、生立木炭素蓄積に占める広葉樹割合が大きくなった。最も腐朽の進行した枯死木の炭素蓄積は倒木残置林分で搬出林分よりも有意に大きく、洞爺丸台風由来の風倒木が現存していることが示唆された。さらに、針葉樹が優占する倒木残置林分では難分解性の針葉樹リター供給や風倒木の分解による炭素供給が多いため堆積有機物層の炭素蓄積が大きくなった。

倒木搬出による枯死木の減少は、倒木上更新をする樹種の長期的な減少を招く可能性がある。そこで、森林景観モデル LANDIS-II に倒木上更新を実装し、北海道の針広混交林におい

て風倒後管理が樹種構成と地上部バイオマス回復に及ぼす長期的な影響と、風倒頻度が増加した際のそれらの影響を評価した。倒木残置、倒木搬出、倒木搬出+掻き起こしのシナリオで将来予測を行った。風倒を一度受けた林分では、掻き起こしによって前生稚樹やササが破壊されたため、地上部バイオマス回復が鈍化し、パイオニア種であるカンバ類の優占林となった。風倒を50年間隔で二度受けた林分では、倒木搬出シナリオで、二度目の風倒後に地上部バイオマス回復が鈍化し、エゾマツとアカエゾマツが激減した。一度目の風倒後の倒木搬出の影響で、定着に枯死木を必要とするエゾマツとアカエゾマツが定着できなかったためだと考えられた。

日本では表層崩壊も重要な自然攪乱要因である。表層崩壊後には攪乱レガシーが斜面上に不均質に分布する。そこで、表層崩壊後の森林生態系の長期的変化の、斜面上の位置による違いを評価した。生立木地上部バイオマスの増加は、攪乱レガシーが豊富で斜度が小さく表層土壌が安定している斜面下部ほど速かった。下層植生量の時系列変化は斜面上の位置によって異なり、攪乱レガシー量とその後の林冠閉鎖時期の違いによって決定された。枯死木量の時系列変化も斜面上の位置によって異なり、攪乱レガシー量の違いと森林発達過程での新たな枯死木供給によって決定された。これらの斜面上の位置による違いは土壌へのリター供給に影響を与え、表層土壌の炭素・窒素量の回復速度を決定した。生立木種構成では湿潤な環境の斜面下部ほど耐乾性の低い樹種が優占した。

続いて、2018年北海道胆振東部地震で大規模な斜面崩壊が発生した北海道厚真町における表層崩壊後100年間の森林回復を予測するために、前述の実測データを基に表層崩壊後の森林回復を再現できるようにLANDIS-IIを改良・調整・検証し、将来予測を行った。攪乱レガシーが多い斜面では地上部バイオマス回復が速く、耐陰性の高い樹種の優占林が形成されやすいことが示唆された。攪乱レガシーが少ない斜面では森林回復に果たす新規定着個体の役割が大きいため、斜度の増加に伴い地上部バイオマス回復が遅れた。

以上から、攪乱後の速やかな自然林回復に向けた、攪乱地の位置、攪乱レガシーの状況、地域の森林タイプを考慮した攪乱後管理の決定を提案した。人里から遠い奥地において、攪乱レガシーが多く残る風倒地や表層崩壊地の斜面下部でのレガシー残置を推奨した。また、倒木上更新をする樹種が優占する地域では、それらの持続的な更新のためにレガシー残置が必要だと考えられた。本成果は攪乱レガシーの生態学的役割に基づき自然攪乱後の森林管理を提言したもので、学術・応用面から高く評価される。

よって、審査員一同は、堀田亘が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。