



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The effect of the extreme wet event on the larch forest ecosystem in northeastern Siberia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	NOGOVITCYN, ALEKSANDR
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15260号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89343
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	NOGOVITCYN_ALEKSANDR_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学） 氏 名 NOGOVITCYN ALEKSANDR

審査委員 主査 教 授 山本 正伸
副査 教 授 力石 嘉人
副査 准教授 山下 洋平
副査 名誉教授 杉本 敦子（北海道大学）
副査 教 授 大手 信人（京都大学大学院情報学研究科）

学 位 論 文 題 名

The effect of the extreme wet event on the larch forest ecosystem in northeastern Siberia
(北東シベリアのカラマツ林生態系に及ぼす湿潤イベントの影響)

極端な湿潤イベントは将来的により頻繁に強力になることが予想され、とくに北極域で頻繁になると考えられる。北東シベリアのタイガ林は永久凍土上の乾燥気候帯にあるが、2007年に極端な湿潤イベントが発生し生態系が変化した。この研究の目的は、2007年に発生した湿潤イベントによりカラマツ林の状態が時間的および空間的にどのように変化したかを明らかにすることである。

観測はロシア・ヤクーツ近くのスパスカヤパッド実験林において観測を行った。2018年にトランセクト（60 m × 510 m）を設置し、その中に34のプロット（30 m × 30 m）を設定した。各プロットは、現地における視覚的および写真によって4つの森林タイプに分類した。一つめは典型的なカラマツ林（TF）で湿潤イベントの直接的な影響は見えない。他の3つのタイプは湿潤イベントの影響を受けた森林で、ダメージの小さい方から、再生しつつある森林1（RF-1）、再生しつつある森林2（RF-2）、そして被害の大きかった森林（DF）で、DFでは全ての樹木が枯れた。また、植生の豊かさを示すNDVI（正規化差植生指数）を人工衛星のデータ（30mの空間解像度のLandsat画像）を用いて計算し、野外観測データと比較した。

NDVI値の空間分布は、6月の値は各森林タイプごとに大きな差がみられ、TFで高く、次にRF-1, RF-2、そして被害の大きかったDFで低かった。夏のどの時期でもTFは高く、DFが最も低く、カラマツ高木密度がNDVIに影響していると考えられる。2018年には8月初めに最大値が観測された。各森林タイプの差が最も大きい6月のNDVIとカラマツ高木のC/N比と $\delta^{13}\text{C}$ 値を比較すると、RFのカラマツはC/N比が小さく、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が高かった。このことは、湿潤イベントで高木の数が減ってしまった場所では、日当たりがよく、樹木間の窒素をめぐる競争が緩や

かになることで1本のカラマツが利用できる窒素量が増えたと考えられる。

次に、1999年から2019年のNDVIの夏の最大値を計算し、気象および森林環境を示す野外観測データと比較した。TFとDFのNDVIを比較すると、2007年の湿潤イベントの前には差がなく、トランセクト内の森林は全て典型的なカラマツ林（TF）であると考えられる。一方、湿潤イベント後には、とくにRF2とDFのNDVIが低下し差は大きくなった。

この地域の典型的な乾燥したカラマツ林であるTFのNDVIと森林環境を示す土壌水分、C/N, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{15}\text{C}$ 値の観測値と比較した。TFのNDVIは、湿潤イベント前にはその年の6月および前年の夏の土壌水分と正の相関が見られ、利用できる土壌水分が大きい時に葉の生産が高いと考えられる。すなわち、前年夏の土壌水分が多いと、冬芽（葉芽）の成長がよくなり、翌年の葉の数が多くなると考えられ、また冬季間に蓄えられる炭素量も多くなる。加えて、その年の6月の土壌水分が多いとの葉が長く延びることでNDVIが高くなったと思われる。一方、湿潤イベント後は、NDVIとその年の6月および前年の夏の土壌水分と負の相関となった。乾燥した地域帯であるにも関わらず、湿潤イベント後は、湿潤な環境によって葉の生産が減り、NDVIが低くなったと考えられる。TFのNDVIと葉のC/N比は、湿潤イベント前には負の相関が見られた。適度な土壌水分量では、土壌水分が高い時に土壌無機態窒素の生成が大きく、その結果、カラマツの葉の生産が大きくなると思われる。TFのNDVIと葉のC/N比の負の相関は、湿潤イベント後、2008年から2018年も続き、葉の生産にとって窒素が重要な因子であることを示している。TFのNDVIと葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、湿潤イベント前は正の相関が見られたが、イベント後は $\delta^{15}\text{N}$ 値が低下し相関は見られなかった。土壌窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、表層付近の土壌中では低く、深部では高い値になっている。湿潤イベント前は、土壌水分量が高いときに $\delta^{15}\text{N}$ 値の高い土壌窒素を多く利用し、また湿潤イベント後は、深部の根が損傷を受けた可能性があると考えられる。TFのNDVIと葉の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、2007年以前は、統計的には有意ではないものの負の相関が見られ、土壌水分を反映していると思われる。一方湿潤イベント後は、相関は見られなかった。しかしながら、前年8月の土壌水分とは、湿潤イベントの前後ともに負の相関が見られ、光合成プロセスが土壌水分に依存していることを示していた。

上記の結果は、湿潤イベント前後でTFのNDVIと土壌水分の相関が正から負へと変化し、イベント後は乾燥気候帯であるにもかかわらず湿潤な環境でカラマツ葉の生産量が低下したことを示している。このことは、湿潤な環境で土壌無機態窒素の生産量が低下したためであると考えられる。

審査委員一同はこれらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。