



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on permafrost and ground surface conditions at the Taiga-Tundra boundary in the Indigirka River lowland, northeastern Siberia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	鷹野, 真也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	乙第7092号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78595
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Shinya_TAKANO_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 鷹野 真也

審査委員	主査	教 授	杉本 敦子
	副査	教 授	山本 正伸
	副査	助 教	入野 智久
	副査	教 授	蟹江 俊仁(北海道大学大学院・工学研究院)

学 位 論 文 題 名

Study on permafrost and ground surface conditions at the Taiga-Tundra boundary
in the Indigirka River lowland, northeastern Siberia

(北東シベリアインディギルカ河川低地タイガ-ツンドラ境界における永久凍土と地表面
状態に関する研究)

北極域の凍土と植生・微地形や積雪といった地表面状態の間には相互作用があると考えられる。本研究では、北東シベリアインディギルカ河川低地チョクルダ(70°37'N, 147°53'E)周辺域において、①凍土中の地下氷と植生・微地形の関係性、及び凍土の凍結環境の調査(2011、2012年夏期)と②積雪の空間変動の調査(2014、2015年4月)を行った。また、水の安定同位体組成($\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 、 d-excess)を用いて地下氷の起源や凍結速度、積雪の昇華・再分配過程を推定した。

タイガ-ツンドラ境界域では、カラマツの生育するエリア(以下、**tree mound**と呼ぶ)では微地形的に比高が高く表層土壌水分が低かった。ここには表層凍土中に高い含水率(**gravimetric water content**)の層が多く観測された。一方、比高が低く土壌水分が高い湿地植生のエリア(以下、**wet area**と呼ぶ)では1m深までの含水率は低かった。このことから**tree mounds**の比高は凍上によって形成され、その比高による土壌水分の差が植生の組成を決定したと考えられる。また**tree mounds**の高含水率の層で水同位体比の大きな変動($\delta^{18}\text{O} = -25.7 \sim -21.8\text{‰}$)が見られた。これらの δD - $\delta^{18}\text{O}$ プロット上での回帰直線の傾きが6.9を示したことから、凍結時に平衡同位体分別が起こったことが示唆された。すなわち、土壌が凍結する際、水分が**freezing front**に向かって移動する十分な時間のある遅い凍結が起こった。その結果、土壌中で氷部分が分離して凍結する現象(**ice segregation**)が起こり、厚いアイスレンズを形成したと

考えられる。これに対してwet areasでは、深さごとの同位体比の変動が小さく ($\delta^{18}\text{O} = -22.4 \sim -20.4\text{‰}$) 低含氷率 (約130%) であったことから、ice segregationが起こる十分な時間がない速い凍結が起こったと考えられる。

Tree moundsの凍結速度がwet areasよりも遅いのは、地下への熱伝導を左右する土壌水分や積雪の違いによると考えられる。本研究域の積雪パラメータと地表の植生の間には対応関係が見られた。積雪深はカラマツやヤナギなどの比較的背の高い低木が生育する場所で最も深く (2014年が69 cm、2015年が60 cm)、積雪密度は河川や湖の上で最も大きい値 (2014年が0.277 g/cm³、2015年が0.227 g/cm³) を示した。また積雪水量はカラマツや低木の植生で最も多く (2014年が135 mm、2015年が113 mm)、湿地植生のエリアで最も少なかった (2014年が84 mm、2015年が66 mm)。この植生との明瞭な対応関係から植生マップを用いて地域スケール($\approx 100 \text{ km}^2$)の平均積雪水量を見積もると、2014年は111 mm (2015年は86 mm) という結果を得た。

本研究域において、凍土と地表面状態の間に相互作用があることが示された。今後予測される温暖化や降雪量増加は、地温上昇 (凍土融解) を促し微地形・植生の変化 (湛水や湿地化) を引き起こすと考えられる。またタイガーツンドラ境界域において近年報告されている低木の増加は、地域スケールでの積雪分布に大きく寄与するため、冬期の地温低下を妨げ得る。将来の気候変動は地下氷の凍結環境に重大な影響を及ぼし、地表面状態が変化することで更に相互に作用すると考えられる。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また申請者が研究者として十分な知識や技術と熱意をもつと判断し、北海道大学博士 (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。