

|         |  |
|---------|--|
| 氏名(本籍)  | <sup>わた</sup> 渡 <sup>なべ</sup> 邊 <sup>たつ</sup> 達 <sup>や</sup> 也 (栃木県)   |
| 学位の種類   | 博士(理学)   |
| 学位記番号   | 博乙第2624号   |
| 学位授与年月日 | 平成25年1月31日   |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第2項該当   |
| 審査研究科   | 生命環境科学研究科  |
| 学位論文題目  | <b>Dynamics and Variability of Patterned Ground at a Continuous Permafrost Site, Central Spitsbergen</b><br>(スピッツベルゲン島中央部、連続永久凍土帯における構造土の動態と多様性) |
| 主査      | 筑波大学教授 理学博士 松岡憲知   |
| 副査      | 筑波大学准教授 博士(理学) 池田敦   |
| 副査      | 筑波大学講師 博士(理学) 関口智寛   |
| 副査      | 筑波大学講師 博士(理学) 八反地剛   |

### 論文の内容の要旨

北極圏ツンドラ地帯の地表面には、同一気候条件内の狭い範囲に多様な構造土がみられるが、この多様性を制約する土質条件や環境条件はよくわかっていない。これは、構造土の動態や地温・水分条件を現地ですべてに観測した事例が極めて少ないためである。本研究では、北極圏スピッツベルゲン島の沖積扇状地において、4種類の構造土(マッドボイル、マッドボイルと小型多角形土の複合型、ハンモック、アイスウェッジポリゴン)を対象に、土質分析やデータロガーを使用した通年観測など様々な調査手法を適用し、(1)構造土の多様性を制約する土質・環境条件、(2)各構造土の動態を調べた。

主成分分析の結果、構造土の分布は、主に表層土の粒径、水分条件、積雪の影響による冬季地温条件の違いによって制約されることが判明した。マッドボイルと複合型構造土は表層が粘土質河成堆積物からなる排水性の良い区域、ハンモックは地下水位が高く、排水性の悪い区域に分布する。アイスウェッジポリゴンは風成土が厚く堆積し、かつ積雪が薄く地盤が急冷されやすい区域に分布する。

データロガーによる通年自動観測によると、年周期性の凍上・沈下で地表面が鉛直方向に変位し、マッドボイルでは植生を欠く中央部と植生で覆われた縁辺部との間で不等凍上が見られる。凍土試料の断面では、マッドボイル中央部表層に連続的なアイスレンズが認められることから、細粒物含有量が高い中央部では毛管作用による不凍水移動が不等凍上を促進していると考えられる。中央部と縁辺部での植被や積雪深の違いによる断熱効果の差も凍結進行の時間差や地温勾配を生じ、中央部でのアイスレンズ形成を助長している。複合型構造土でも、無植被の中央部と植生で覆われた縁辺部の高まり(リム)との間で不等凍上が見られたが、リムでは地盤が急冷されやすいにも関わらず中央部で凍上量が大きいことから、不等凍上の原因は中央部と縁辺部での粒度組成の違いであるといえる。ハンモックでは大きな凍上を観測されたものの、中央のマウンド部と縁辺部との間で不等凍上は見られず、むしろ融解期に不等沈下が発生した。ハンモックでは、マウンド内部が植物の根や遺骸で構成されており、アイスレンズの成長には適さないため、ツンドラ湿地特有の植物根の抵抗力が、マウンドの形成・維持に関与しているといえる。

複合型構造土とアイスウェッジポリゴンの周縁部における水平変位観測により、年周期性のクラックの拡大・収縮が認められた。複合型構造土のリムは凍上・沈下に同調して、初冬に収縮し、初夏に拡大したが、アイスウェッジポリゴンのリムでは真逆の動きがみられた。複合型構造土では、周縁のリムが不等凍上・沈下に伴う水平方向への圧縮・伸張の繰り返しで形成された可能性が示唆される。これまで、小型多角形土は乾燥または冷却による収縮で形成されると考えられてきたが、本観測結果は異なる形成プロセスを示唆する。

本研究では、ツンドラ永久凍土帯での構造土の局所的な多様性は、表層土の粒径、水分条件、積雪深の違いによるものであり、それらの違いによって卓越する周氷河プロセスが変化することが明らかになった。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

従来、構造土の形成条件に関する研究は標高や緯度に伴う変化（気候条件との関連）に主眼が置かれており、同一気候条件下での形成条件を詳細に検討した研究、とくに構造土の変位の現地観測に基づいて議論した研究はなかった。渡邊氏は、永久凍土帯にある北極圏スピッツベルゲン島のスバルバル大学に外部大学院生として籍を置き、現地に長期に滞在して、構造土研究ではこれまで世界にない詳しい現地調査・観測を実施した。単一の扇状地上にエリアを分けて分布する4種類の構造土を対象として、内部構造、土質条件、水文条件に関する各種分析、ボーリングによる凍土試料の構造分析、3年間にわたる垂直・水平変位と地温・土壌水分・積雪深の連続観測を行い、それらのデータを総合して各構造土の形成条件を考察した。その結果、主として表層土の粒径、水文条件、積雪深の組み合わせにより地形変化の様式が変わり、構造土のタイプが決まることを解明した。従来にない詳細な調査・観測結果に基づく研究成果は、周氷河地形および永久凍土研究に新知見を加えるもので、高く評価される。

平成24年11月16日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。