

報告年月日	2005 年 2 月 17 日
報告者氏名	徳本 家康
職種 (○で囲む)	研究員 ORA
所属 (RA のみ)	連合農学 研究科 生物環境科学 専攻 (岩手大学配属 2004 年度入学)
担当 (指導) 教員氏名	登尾 浩助
申請研究テーマ (50 字以内)	寒冷土壌における熱エネルギーと物質輸送について
採用によって得られた 成果 具体的に記すこと。 (今年度の申請をふまえて、何が解決され、何が問題として残ったか、予想していなかった結果など) 各項目の長さを適宜調整し、全体で2ページに収まるように記すこと。 図表を入れても構わない。	<p>研究背景</p> <p>植物の活動は外界の環境因子（放射エネルギー、水分、溶質濃度、温度、ガス）により著しく影響を受けるため、植物の生育は植物と環境との相互面から理解することが重要である。特に寒冷地では冬季における凍結土壌層の発達に伴って土壌の透水性が低下し、土中の貯留量の減少から農作物の干ばつが起こる。そのため、凍結土壌下の水分移動を把握することは必要である。しかし、野外の土壌中の水分・溶質移動の経時的測定は難しく、寒冷地の凍結土壌下の物質移動に関する研究例は少ないのが現状である。また凍結土壌層の発達によって大気と土壌は分断されるため、地表面の熱移動は土中の物質輸送に著しく影響すると思われる。</p> <p>土中の水分移動の予測には土中の圧力測定が不可欠である。しかし、寒冷地の野外观測では圧力測定媒体である水が凍るため、測定が困難である。そのため、寒冷地用圧力測定装置の開発が必要である。また土中の水分・溶質移動の測定には、1980年代からTDR法が広く用いられている。TDR法は、電磁波の伝播速度を利用して土壌の誘電率から水分量を電磁波の減衰から電気伝導度を同時に測定可能である。さらに近年では、センサーの測定部位の改良によって土中の熱的性質（熱伝導率、熱拡散係数、熱体積容量）の測定も同時に可能なサーモ TDR プローブが開発された（図 1）。原理はヒーターに与えた熱パルスを両端の熱電対によって温度変化を測定する熱パルス法である。しかし、サーモ TDR プローブの作成は非常に難しいため、現在、まだ普及していない。</p> <p>目的</p> <p>本研究では寒冷地の圃場を対象に、凍結土壌下の水分・溶質・熱移動を連続測定するため、寒冷地用圧力測定装置とサーモ TDR プローブの作成を行う。また自作したセンサーを用いて、地表面の熱収支測定を併せることによって熱移動に伴う水分・溶質移動の実態を把握する。そして実測値をもとに、熱エネルギー収支から凍結土壌下の物質輸送のメカニズムを考察する。</p> <p>研究方法</p> <p>試験地は岩手県滝沢村に位置する横田牧場の家畜ふん尿連用牧草地（2 ha）である。土中の水分・溶質移動を測定は、作成したサーモ TDR プローブと圧力測定装置を用いて行った。サーモ TDR プローブと圧力測定装置は、各センサーを土の深さ 5、15、30、45cm に不攪乱の状態に埋設して土中の水分量、電気伝導度、マトリックポテンシャルを 30 分毎に自動計測した。地表面の熱収支の測定はボーエン比法による微気象学的方法を用いた。地表面の熱収支式は次式で表わされる。</p>

$$R_n = H + LE + G$$

ここで、 R_n は正味放射量 (W/m^2)、 H は顕熱輸送量 (W/m^2)、 LE は潜熱輸送量 (W/m^2)、 G は地中熱流量 (W/m^2) である。これらはボーエン比法によって 30 分毎に測定した。さらにボーエン法に加えて、積雪深と地表面温度のモニタリングを行った。

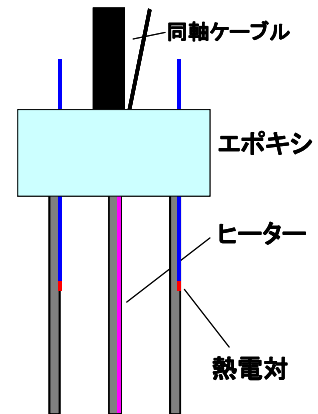


図1. サーマ TDR プローブの概要図

成果と考察

野外におけるサーモ TDR プローブを用いた水分量、電気伝導度の計測では、12月中旬から1月まで土中の水分貯留量の減少が観察された。これは冬季における降水量の低下や凍結土層の発達によって地表面からの水分供給がなくなるのに対して、土中からは重力による排水が起こるためと考えられる。図2に土中の圧力の経時変化を示す。

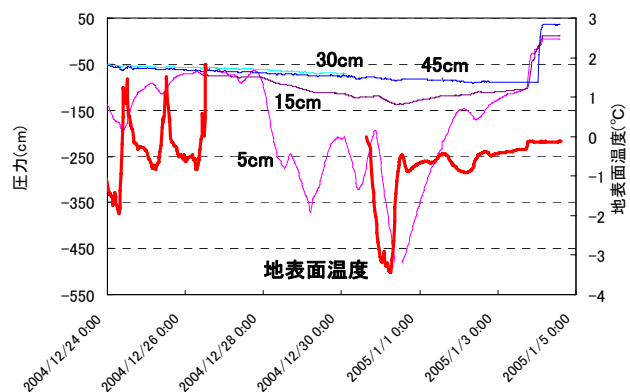


図2. 土中の圧力の経時変化と地表面温度の関係

土中の圧力は、12月から1月にかけて徐々に小さくなることから、サーモ TDR プローブの観測と同様に水分量は減少する傾向がある。一方、図2に併記した地表面温度と圧力の関係では、地表面の温度の低下に伴って表層 5 cm の圧力も低下している。これは温度の低い地表面への熱移動によって水分移動が生じており、凍結土層の発達と考えられる。そのため、土壌の凍結現象は土壌の乾燥現象と良く似ていると思われる。また凍土の成長過程は、凍結土壌下の水分量や土壌構造および冷却速度によって変化すると推測される。今後は熱収支のデータも解析して、土中の温度勾配だけでなく熱輸送の視点から水分移動を引き続き検討する予定である。

発表論文など

平成16年度農業土木学会土壌物理研究部会研究集会シンポジウム講演要旨

学会発表など

平成16年度農業土木学会土壌物理研究部会研究集会 シンポジウム講演
廃棄物技術開発事業推進室検討会