

融解過程における土の水分量・熱伝導率・電気伝導度の同時測定

502110 大森陽介 (土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 地球温暖化によって、凍土地帯が減少している。食糧増産の見地から、融解した凍土地帯の活用が期待される。寒冷地の活用においては、土壌水分や土の熱的性質、溶質濃度のモニタリングが重要である。そこで本研究では、測定が容易で安価なサーモ TDR センサー作成し、融解過程における土の水分量・熱伝導率・電気伝導度(EC)の同時測定を行った。

原理 土に挿入した金属プローブに電磁波を与えると、その伝播時間から土の比誘電率 ϵ_r が求められる。水の ϵ_r は土粒子や空気に比べ非常に高いので、 ϵ_r 測定により土の体積含水率 θ を推定できる(TDR法)。TDR法では電磁波の減衰からECも測定できる。一方、土に挿した線熱源に熱パルスを与えると、地温解析により土の熱伝導率 λ を推定できる(熱パルス法)。そこで、本研究では TDR 法と熱パルス法を同時に測定できるセンサー(サーモ TDR)を作成した。

試料と方法 異なる含水率に調整した鳥取砂丘砂と藤森シルトを、容積 160cm^3 のセルに一定の固相率で充填した。セルを恒温水槽に沈め、試料を -20°C から 30°C まで段階的に昇温した。サーモ TDR を用いて各温度における土の比誘電率と温度変化、EC を測定した。

結果と考察 図1に各温度の試料の体積含水率 θ を示す。図中の θ_i は試料の初期含水率を表す。 0°C 以上においては、サーモ TDR で測定した θ は炉乾法で測定した θ_i と等しくなった(± 0.017)。 0°C 以下においては、 θ は地温と共に低下した。これは、試料中の氷量の増加(不凍水量の減少)を示している。 θ_i が小さいほど不凍水量は減少した。また、シルトの不凍水量は砂より多いことが明らかになった。

図2に各温度の試料の熱伝導率 λ を示す。 0°C 以上においては、 λ は一定の値を示した(± 0.04)。 $0 \sim -3^\circ\text{C}$ では、凍結潜熱により λ は見かけ上、急激に上昇した。 -3°C 以下では、 λ は地温の低下と共に上昇した。これは氷量が増えるほど土の熱拡散係数が大きくなるためである。同じ土性では、 θ_i が大きいものほど λ は増加した。また、 θ_i が等しければ砂の λ はシルトよりも大きく、 0°C 以下では砂のほうがシルトに比べ λ の増加量が大きくなった。

おわりに 本研究によりサーモ TDR を用いれば $-20 \sim 30^\circ\text{C}$ の土の θ 、 λ 、EC が精度よくモニター出来ることがわかった。また、不凍水量と λ 、EC の θ_i 依存性と土質依存性が明らかになった。今後の圃場への適用が期待できる。

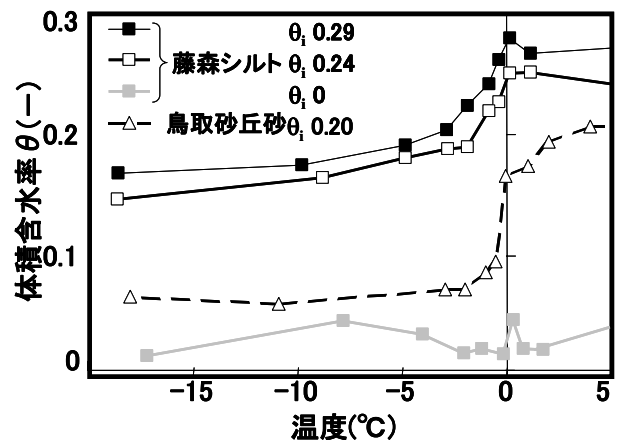


図1各温度の体積含水率

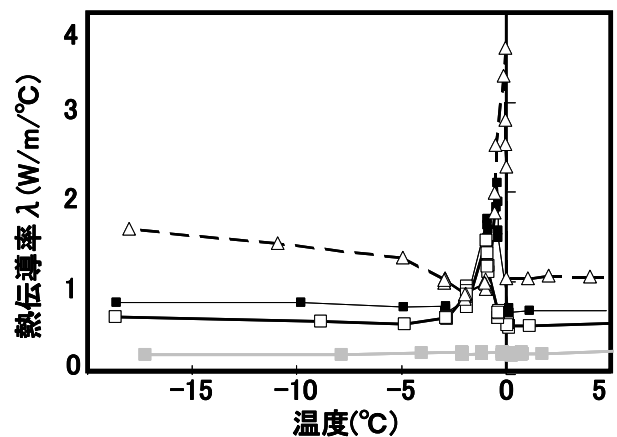


図2各温度の熱伝導率