

圧密収縮を受けた泥炭土の熱特性に関する研究

Thermal properties for peaty soils under variable saturation: Effects of moisture content and volume shrinkage

プロジェクト代表者：濱本昌一郎（理工学研究科・助教）

Toshiko KOMATSU（Graduate School of Science and Engineering, Professor）

1. 本研究の目的

本研究では、国内湿地から採取した泥炭土試料を用いて、試料の有機物分解度、水分条件、排水や载荷に伴う圧密収縮現象が泥炭土の熱特性（熱伝導度・熱容量）に及ぼす影響について調べることを目的とする。本年度に予定した研究項目について以下のような結果が得られた。

2. 研究成果

2.1 泥炭土の熱特性

本研究の試料採取サイトは北海道美唄市の美唄湿原である。美唄湿原内から有機物分解度の異なる泥炭土不攪乱試料を異なる深さ毎に採取した。得られた不攪乱試料は、水で飽和させた後、異なる吸引圧で排水させた。各吸引圧段階の試料を用いて、熱特性を測定した。本研究では、熱特性として熱伝導度と熱容量に注目し、Decagon 社製 KD-2 Pro を用いて測定した。

土壌中の熱伝導現象は、固相（土粒子）、液相（水）、気相（気体）を介して生じることが知られている。一般的に、固相を通じた熱伝導が土壌中の熱移動現象において支配的である。したがって、土壌の熱特性、特に熱伝導度は水分量の増加とともに急激に増加し、湿潤状態ではその増加率は低減することが知られている。しかし、図 1 に示すように、泥炭土の熱特性は水分量の増加とともにほぼ線形的に増加することが分かった。これは、泥炭土の主要な構成物質である有機物の熱伝導度が水の熱伝導度よりも低く、泥炭土の熱特性は水分状態のみに強く依存しているためと考えられる。また、図 1(b)に示すように、石英などの鉱物が主成分である砂試料と比較して、有機物が主成分の泥炭土の熱容量は低いことが分かる。水分量の増加に伴う熱特性の増加率

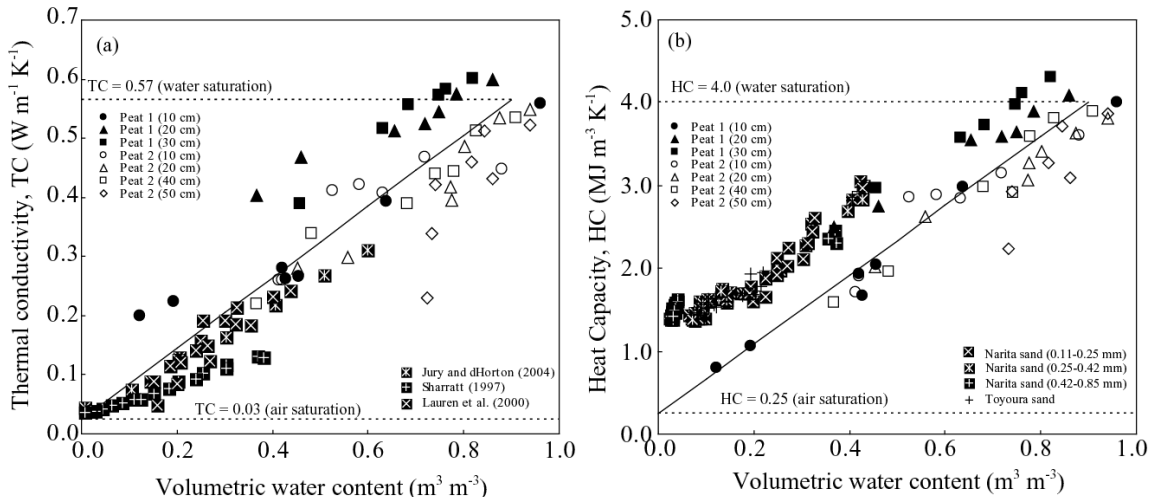


図 1 北海道美唄湿原内・周辺から採取した泥炭土の(a) 熱伝導度(TC)の水分依存性, (b) 熱容量(HC)の水分依存性

は、概ね水の熱伝導度 ($0.6 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) と熱容量 ($4.2 \text{ MJ m}^{-3} \text{ K}^{-1}$) と等しいことから、泥炭土内の水で満たされた間隙ネットワークは比較的連結性が高く、熱伝導に寄与していることが示唆された。また、Peat 1 深さ 20 cm, 30 cm 試料は、深さ 10 cm 試料よりも同水分量条件で高い熱伝導度と熱容量を示したことから、試料の有機物分解度が熱特性に影響を与えることが考えられた。

2.2 泥炭土の収縮が熱特性に与える影響

上述したように泥炭土の熱特性は、水分量の増加とともにほぼ直線的に増加した。しかし、体積収縮が見られた乾燥領域と見られなかった湿潤領域での水分量増加に伴う熱特性増加率を比較したところ (図 2), 表 1 に示すように、乾燥領域では、湿潤領域に比べ低い増加率が得られた。このことから、乾燥領域では水分量の低下とともに体積収縮が試料の固相率を増加させ、熱特性を増加させる要因となっていることが示唆された。また、得られた結果から、体積収縮による固相率変化を考慮した泥炭土の熱特性を予測するための混合モデルを提案した。既存の泥炭土を用いた熱特性測定値に対してモデルを適応したところ、良い適合性が得られた。今後は、泥炭土の収縮モデルの構築と、収縮モデルに加え、泥炭土中有機物の質や分解度を考慮したより正確な熱特性予測モデルの構築が必要であると考えられる。

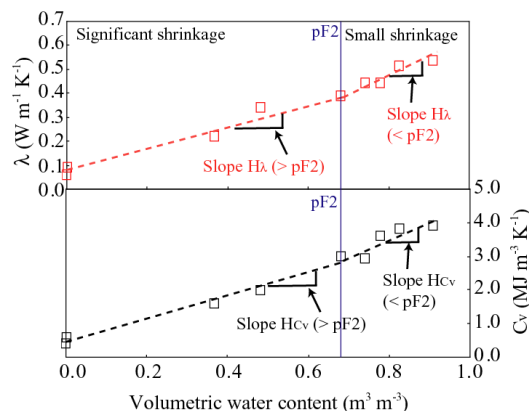


図 2 泥炭土の収縮が熱伝導度及ばず影響に関する概念図

表 1 乾燥および湿潤領域における熱伝導度・熱容量増加率

		Thermal conductivity Slope H_λ		Heat capacity Slope H_{c_v}	
		< pF 2	> pF 2	< pF 2	> pF 2
Peat 1	10 cm	0.57	0.49	4.3	3.5
	20 cm	0.53	0.59	3.7	3.9
Peat 2	10 cm	0.13	0.45	2.2	3.0
	20 cm	0.71	0.39	3.8	3.4
	40 cm	0.65	0.50	4.7	3.2
	50 cm	0.52	0.35	4.4	2.3

3. 業績リスト

3.1 論文・紀要

- ①D.M.S.H. Dissanayaka, S. Hamamoto, K. Kawamoto, T. Komatsu, and P. Moldrup. Thermal properties for peaty soils under variable saturation: Effects of the liquid phase impedance factor and volume shrinkage. Vadose Zone Journal, (投稿準備中)
- ②Hamamoto, S., S. Dissanayaka, K. Kawamoto, and T. Komatsu. Effects of moisture content and shrinkage on soil-thermal properties for peat soils. Proceedings of the International Conference on Sustainable Built Environments (ICSBE), Special Session: Natural systems to control “Water Resources Pollution” and “Water Hazards,” 53-57, ISBN 978-955-589-149-3, 2010.
- ③Hamamoto, S., P. Moldrup, K. Kawamoto, and T. Komatsu. Excluded-volume expansion of Archie's law for gas and solute diffusivities and electrical and thermal conductivities in variably-saturated porous media. Water Resour. Res. 46, W06514, doi:10.1029/2009WR008424, 2010.
- ④Dissanayaka, S., S. Hamamoto, K. Kawamoto, T. Komatsu, and P. Moldrup. Effects of moisture content and shrinkage on thermal properties for Hokkaido peaty soils. Proceedings of the 1st International Conference and Exploratory Workshop on Soil Architecture and Physico-Chemical Functions (CESAR), 69-72, 2010.