

砂の熱伝導率に対する有機物量の影響について

Effect of organic matter content on thermal conductivity of sand

望月 秀俊, 小岩崎 真

MOCHIZUKI Hidetoshi, KOIWASAKI Makoto

はじめに

圃場の熱環境は、作物の生育に大きな影響を与える要因の一つである。特に、作物の出芽期などでは、この影響は大きい。圃場内の熱移動は、土壌の熱伝導率に支配されるため、圃場内の熱環境を解析するには、土壌の熱伝導率を正確に把握する必要がある。土壌の熱伝導率についてのこれまでの研究は、土壌の水分量や温度の影響に関するものが多く、有機物の影響についての研究は少ない。一般に、「有機物量の多い土壌」が「良い土壌」と呼ばれることを考えると、有機物が土壌の熱伝導率に与える影響を明らかにする必要がある。そこで、本研究では、有機物量が砂の熱伝導率に与える影響を明らかにすることを目的とした。

実験

本研究では、モデル土壌とモデル有機物に、鳥取砂丘砂と 80 で 24 時間乾燥させた園芸用ピートモス(Fig. 1)を用いた。熱伝導率の測定には、Decagon社製熱特性測定器KD2 を用いた。測定は 20 に設定した恒温チャンバー内で行った。土壌の乾燥密度は、手で充填できる乾燥密度を前もって測定しておき、混合率 0% の場合は 1.50Mg/m^3 、混合率 50% では 0.45Mg/m^3 、混合率 100% では 0.22Mg/m^3 とした。土壌の体積含水率は 8, 16, 24% とした。有機物混合率は、質量ベースで 0, 50, 100% とした。測定は 3 回行い、平均値を測定値とした。



Fig. 1 乾燥させた園芸用ピートモス
Dried peat moss

本研究では、土壌水分量を体積含水率で表現することとした。こうすることで、測定サンプルの乾燥密度が変化しても、測定サンプル中の水分量を一定に保つことが可能であり、有機物混合率の影響を評価しやすいからである。

結果と考察

有機物混合率と土壌の熱伝導率の関係を Fig. 2 に示した。横軸は有機物混合率%、縦軸は熱伝導率 W/mK である。

体積含水率が一定の条件では、その多少に関わらず、混合率が 50% まで上昇すると、熱伝導率は劇的に低下し、混合率 100% での熱伝導率とほとんど差がなくなるほど、低下した。山崎ら(2002)は、サロベツ原野の高位泥炭から腐食質部分を取り除いた土壌改良剤と豊浦砂を供試土として、同様の測定を行っている。山崎らによると、絶乾状態では、土壌の熱伝導率は有機物混合率の影響を受けないが、飽和状態では

有機物含有量(有機物混合率)の増加に伴って、熱伝導率は低下する傾向が見られたとしている。Nidal and Reeder(2000)と山崎らは、混合率5-30%の条件で測定を行っており、熱伝導率が指数関数的に低下し、有機物の熱伝導率に漸近することを示している。本研究の結果も同様の傾向を示す可能性が示唆された。有機物混入による熱伝導率変化のメカニズムを明らかにするためには、三相分布等の土壌の物性値を併せて観察する必要があることが示唆された。

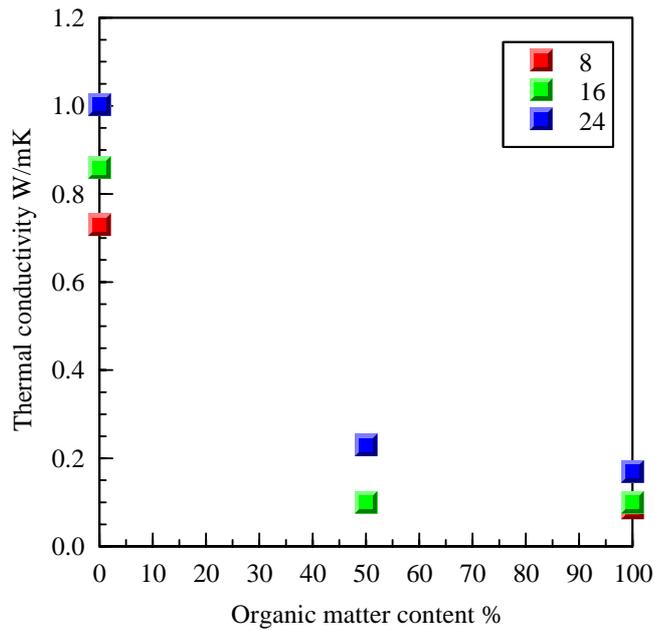


Fig. 2 有機物混合率と熱伝導率の関係

また、山崎らの測定結果によ

Relationship of thermal conductivity and organic matter content

れば、有機物の熱伝導率は 0.35W/mK(絶乾)から 0.50W/mK(飽和)までの値を示しており、de Vries (1963)は、土壌構成物の有機物の熱伝導率を 0.25W/mKとしている。また、Ispiryanら(1988)のモデル式を使うと、絶乾状態の草炭の熱伝導率は、乾燥密度によって異なるが、0.3-0.5W/mKと予測される。一方、本研究の結果(0.09-0.10W/mK)と比べて、全体に大きな値を示しているといえるが、これが有機物の起源(植物種など)の違いによるものか、乾燥密度によるものなのか、といった原因の究明には、さらなる研究が必要である。

まとめ

有機物量が砂の熱伝導率に与える影響を明らかにするため、鳥取砂丘砂と園芸用ピートモスを用いて、3種類の体積含水率のもと、熱伝導率を実測した。その結果、測定を行った体積含水率の範囲では、鳥取砂丘砂の熱伝導率は、有機物混合率の上昇に伴って著しく低下し、有機物自身の熱伝導率に漸近することがわかった。また、有機物を含む土壌の熱伝導率の変化のメカニズムを明らかにするためには、三相分布などの土壌の物性値を同時に測定する必要があることが示された。さらに、有機物の熱伝導率も、その起源や乾燥密度、水分量によって変化することが示唆された。

参考文献

- Ispiryan R.A., V.A. Zhuravlev and A.V. Klingher, (1988), 8th International Peat Congress, sec. 4, 36-38
- Nidal H. Abu-Hamdeh and Randall C. Reeder (2000), Soil Thermal Conductivity: Effects of Density, Moisture, Salt Concentration and Organic Matter, *Soil Sci. Soc. Am. J.* **64**, Jury-August, 1285-1290
- de Vries D.A. (1963), Thermal properties of soils, Ed. W.R. van Wijk, Physics of Plant Environment, 210-235
- 山崎祐樹・土谷富士夫・辻修・宗岡寿美 (2002), 土壌の有機物含有量が熱伝導率に及ぼす影響, 農業土木学会北海道支部研究発表会講演要旨集, 26-27