

油汚染土壌の比誘電率について

Dielectric constant of oil-polluted soil

小岩崎 真*, 望月 秀俊*, 須甲 武志**

KOIWASAKI Makoto*, MOCHIZUKI Hidetoshi*, SUKO Takeshi**

はじめに

土壌汚染は、地球規模の環境課題であり、わが国でも多くの研究者・企業が、盛んにこの問題に取り組んでいる。(地盤工学会, 2004a, b) 土壌の汚染源は、重金属や油類、PCB 等有害化学物質など多岐に渡るが、本報告では、対象を油汚染土壌に絞った。何故なら、土壌の油汚染は、石油類のタンク等の存在する世界中の国々での問題であるからである。これまでの、土壌汚染に関する研究は汚染土壌の浄化法に関するものが多く、土壌の汚染度等の評価法については、研究が少ないのが現状である。

望月ら(2004)や小岩崎ら(2004)は、油汚染土壌の熱伝導率と汚染度(油混合率)の関係を明らかにしている。この結果と併せて、測定が正確かつ簡便な汚染土壌の物性値を測定することで、“現場で”“簡便”かつ“正確”に予測できる可能性があることを視野に入れ、本研究では、汚染土壌の比誘電率と汚染度(油混合率)の関係を明らかにすることを目的とした。

実験

モデル土壌として鳥取砂丘砂(乾燥密度 1.60Mg/m^3)を、モデル汚染物質として菜種油を供試した。比誘電率の測定にはDelta T 社製W.E.T Sensor(Fig. 1a)をHH2 水分量計に接続して用いた。(Fig. 1b)

汚染土壌は一般的に水と油の混合状態であるため、水のみ未汚染土壌(油混合率 0%)、水と油を体積ベースで 50:50 になるように混合した混合土壌(混合率 50%)、油のみの汚染土壌(混合率 100%)を調製した。調製した試料を円筒プラスチック容器に所定の乾燥密度で 800cc 充填し、20 に設定した恒温チャンバー内に 1 日静置後、比誘電率を測定した。サンプルの液相率は 0.08, 0.16, $0.24\text{ cm}^3/\text{cm}^3$ に設定した。

結果と考察

Figure 2 に油混合率と比誘電率の関係を示した。液相率にかかわらず、比誘電率は油混合率の上昇に伴って直線的に低下した。また、液相率の高い試料ほど、この低下は大きく、液相率 $0.24\text{ cm}^3/\text{cm}^3$ の試料で 70%、0.08

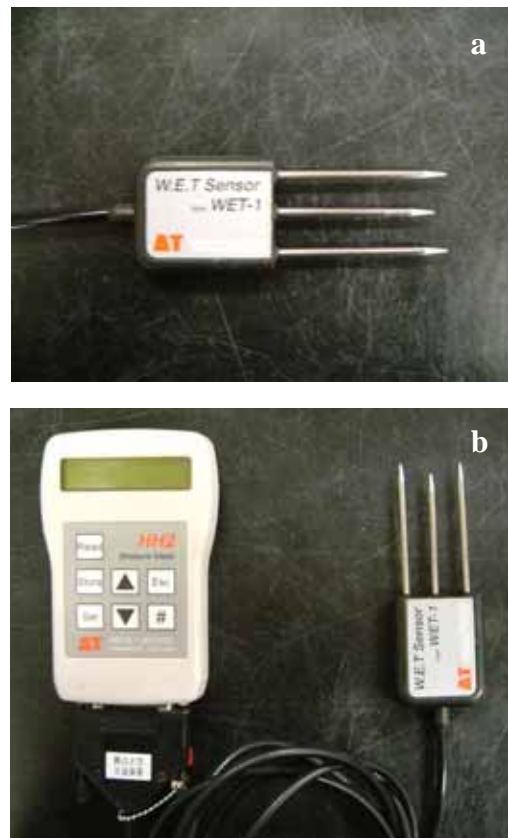


Fig. 1 W.E.T Sensor a と HH2 b
W.E.T Sensor, a, and HH2 b

cm³/cm³で36%低下した。

同一土壌内(未汚染土壌、混合土壌、汚染土壌)では、どの土壌でも、液相率が高いほど、高い比誘電率を示した。また、未汚染土壌では、比誘電率の上昇率が最も高く(160%)、汚染土壌ではわずかに(20%)上昇したにすぎなかった。

土壌構成要素の比誘電率を Table 1 に示した。水の比誘電率が他の要素に比べて、著しく高い。一般に、土壌の比誘電率は、構成要素の体積割合とその比誘電率の平方根との積の総和の自乗で決定される。(Roth et al., 1990) すなわち、汚染土壌の場合、水の占める体積が多いほど、高い比誘電率を示すことになる。本研究の測定結果もこれを支持し、油汚染土壌にもこの理論が適用できることが示された。

また、汚染土壌の比誘電率が水分量(体積ベース)と油分量(同)の関数で表されれば、小岩崎ら(2004)や望月ら(2004)らの汚染土壌の熱伝導率を予測する式と連立することで、汚染土壌の汚染度を現場で簡便かつ正確に予測する方法を構築できる可能性を示すことができた。

まとめ

汚染土壌の比誘電率を実測し、比誘電率と油混合率や液相率との関係を明らかにした。また、これまでの土壌の比誘電率に関する理論が汚染土壌にも適用できることを明らかにした。また、汚染土壌の比誘電率を予測するモデル式を構築し、望月ら(2004)や小岩崎ら(2004)の式と連立することで、汚染土壌の汚染度を現場で簡便かつ正確に予測する方法を構築できる可能性を示された。

参考文献

- 地盤工学会(2004a) 小特集土壌汚染とその対策, 土と基礎, 52(9), 1-24
- 地盤工学会(2004b) 小特集土壌汚染とその対策, 土と基礎, 52(10), 1-20
- 小岩崎ら(2004) 油汚染土壌の熱伝導率のモデル化, 第46回土壌物理学学会シンポジウム講演要旨集, 46-47
- 国立天文台編(2002) 誘電体, 理科年表, 427-428
- 日本化学会編(2001) 誘電率, 化学便覧基礎編 改訂版, 498-499
- 望月ら(2004) 油汚染土壌の熱伝導率について, 農業土木学会大会講演要旨集, 272-273
- Roth et al.(1990) Calibration of time domain reflectometry for water content measurement using composite dielectric approach, *Water Resour. Res.*, 26, 2267-2273

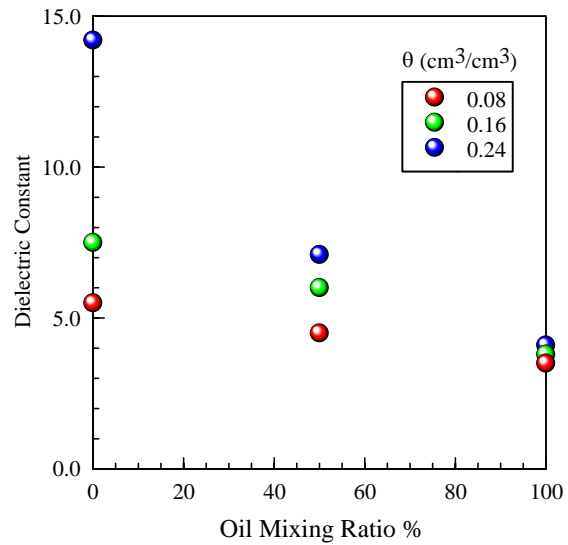


Fig. 2 油混合率と非誘電率の関係

Dielectric constant as a function of oil mixing ratio

Table 1 土壌構成要素の比誘電率

Dielectric constants of soil constituents		
	比誘電率	温度()
砂(乾燥) ¹⁾	2.5	20
水 ²⁾	80.1	20
油(オレイン酸) ²⁾	2.46	20
空気(乾燥) ¹⁾	1	20

1) 理科年表(2002), 2) 化学便覧(2001)