

コンパクト MRI による多孔質媒質中の微視的な水分分布の把握 Application of a 0.2Tesla compact MRI for the visualization of microscopic water distribution in porous media

○ 黒田清一郎^{*}・奥山武彦^{*}・中里裕臣^{*}・宇津澤慎^{**}・拝師智之^{**}

Seiichiro KURODA, Takehiko OKUYAMA, Hiroomi NAKAZAT, O Shin UTSUZAWA and Tomoyuki HAISHI

1. はじめに

MRI (核磁気共鳴イメージング) は、軟 X 線撮像法や X 線 CT、中性子イメージング等とともに、土等の多孔質媒質の微視的な構造の撮像技術として利用されている。特に MRI は、放射線を用いない、水分そのものの空間分布を把握できる、等の特徴を有する。多くの研究事例は高額で大型な医療用 MRI を用いて行われてきた。一方で MRI の非医療目的の適用については、小型で比較的廉価で、特定の目的に特化させた専用 MRI の開発が行われ、生物分野や工学分野に活用され始めており¹⁾、近年では土等への適用も行われている²⁾。本報ではそのようなコンパクト MRI について、土等の多孔質媒質中の微視的構造の解明や水分分布の定量的評価への適用性の検証を目的として、コンパクト MRI をガラスビーズ-水飽和試料へ適用した結果について述べる。^{*}

2. 方法

MRIシステムとしては永久磁石磁気回路(静磁場強度0.2T, ギャップ25cm, 筑波大学所有)を用いたコンパクトMRIを用いた (Photo. 1)。なお磁気回路は本実験のために縦置きとした。高周波コイルについては、10cm径のコアサンプルが入るようボア内径を113mmとし、撮像中に試料を部分的に視認できるよう観測窓を設けた。また上記システムの静磁場0.2Tに対する共鳴周波数8.516MHzにチューニング、50Ωにマッチングされている。このようなMRI システムを用いてTable.1に示したような設定条件で撮像を行った。試料は内径100mm のアクリル円筒にガラスビーズを充填し、10mM 硫酸銅溶液 (緩和時間短縮のため) で飽和させた。

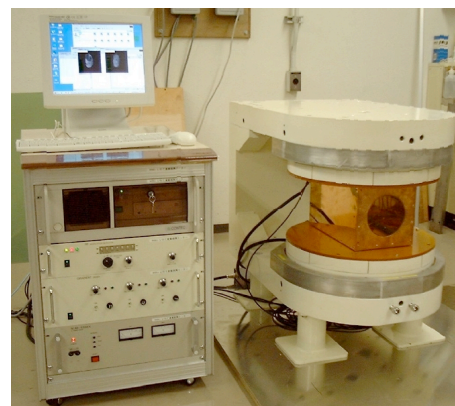


Photo1: Compact MRI System
(計測に用いた MRI システム)

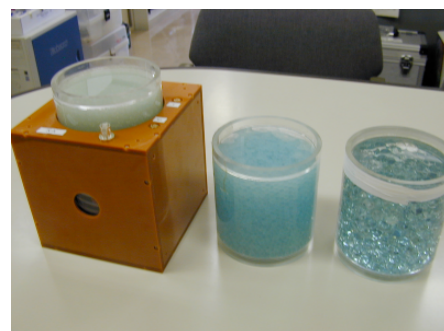
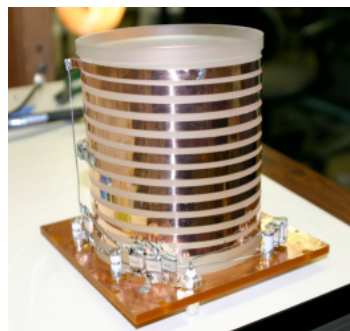


Photo 2 : A RF coil and samples for imaging
コア用高周波コイルとガラスビーズサンプル

* (独) 農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering,

** (株) エム・アール・テクノロジー MRTechnology MRI, 核磁気共鳴イメージング, 土の可視化

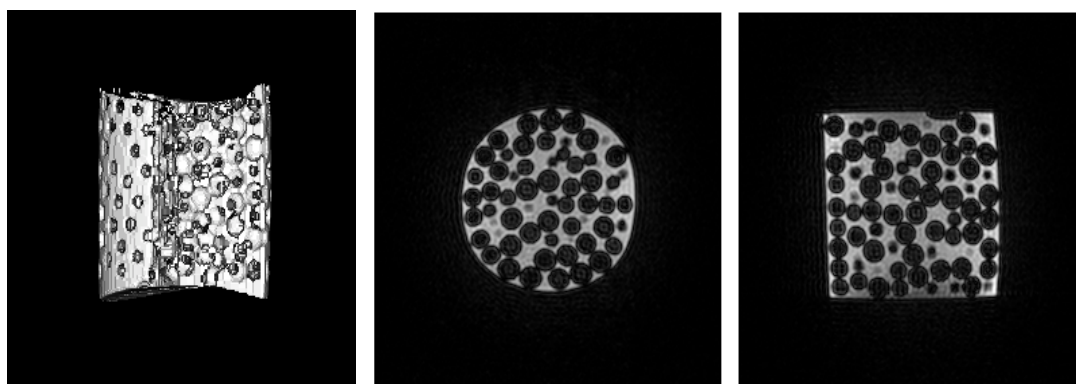
Table 1: Condition of Samples and Imaging parameters 対象サンプルと撮像の条件

Sample condition	Condition of Imaging				
	Voxel size	Voxel Number	TR/TE ¹⁾	NEX ²⁾	Imaging Time(min)
12mm (11.0~13.0mm)	1.6mm ³	128 ³	100ms/20ms	1	27.3
5mm (4.70~5.61mm)	0.54mm ³	256 ³	100ms/24ms	1	109
0.6mm (0.50~0.71mm)	0.27x0.54 ² mm	512*256 ²	100ms/32ms	2	218

1) TR: Repetition Time, TE : Echo Time 2)NEX: Number of Excitation 信号積算回数

3. 結果

撮像結果を Fig.1 に示す。画像で白く示した部分が液相に相当する。5mm,12mm のサンプルについては微視的な水分分布を明瞭に把握することができた。これらの結果を元に空間分解能、体積含水率の推定精度等について定量的な検討を行う。また撮像時間と精度等の関係を明らかにし、水・物質移動に関する実験への適用性について検討する。

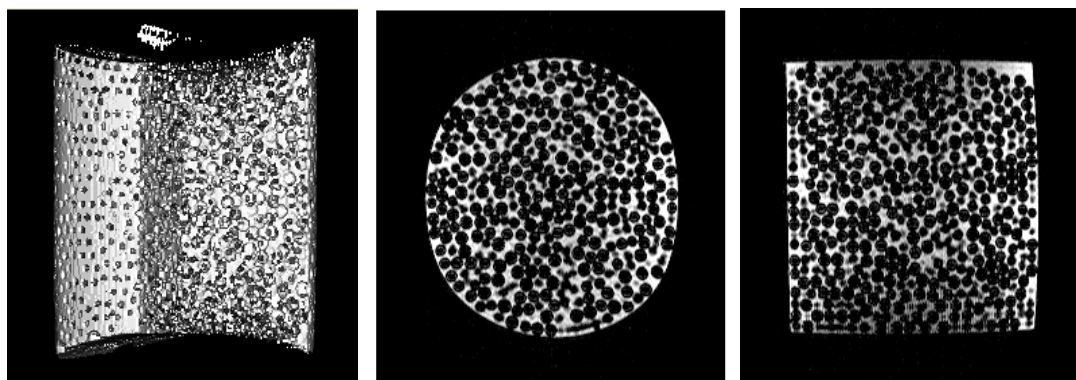


3D image

Horizontal section

Vertical section

Diameter of glass beads: about 12mm



3D Image

Horizontal section

Vertical section

Diameter of glass beads: about 5mm

Fig.1 : Results of Imaging for Glass beads-CuSO₄ solution system by compact MRI
(White part shows the part of liquid phase)

ガラスビーズ-硫酸銅水溶液飽和系サンプルの MRI 撮像結果 (白い部分が液相を表す)

4. 参考文献

- 1) 巨瀬勝美・坪師智之・松田善正,コンパクト MRI,ぶんせき No7,366-371 (2002) .
- 2) K.Nagashima et al.: 44th ENC Proceedings p. 210 (2003)