

X線CT画像のビームハードニング偽像を抑制できるタングステン系造影剤の提案 Use of sodium polytungstate as an X-ray contrast agent to reduce beam hardening in hydrogeological experiments

中島 善人^{1*}
NAKASHIMA, Yoshito^{1*}

¹産総研
¹AIST

X線 computed tomography (CT) は、試料を非破壊でイメージングできるので (中島・中野, 2013)、室内実験のモニタリングツールとして地球科学で汎用されている。たとえば CO₂ 地中貯留や石油 EOR に関する室内実験では、コア試料の相対浸透率曲線の横軸 (流体置換率) や残留油 (あるいは残留ガス) 飽和度の高精度計測を目的として、多孔質なコア試料内部の複雑なダルシー流れを X線 CT を用いて可視化している。その際、高濃度のヨウ素造影剤を流体にドープするのが一般的であるが、ヨウ素を使うとビームハードニング偽像 (多色性 X線が原因で、均一試料にもかかわらず試料表面から内部に行くほど画像が暗くなる現象) が強くなり、定量的な CT 画像解析が困難になる危険がある。さまざまな造影剤を想定した CT 画像計算機シミュレーション研究 (Nakashima and Nakano, 2012; Nakashima and Nakano, 2014) は、ヨウ素より K 吸収端のエネルギーが大きい造影剤が優秀 (ビームハードニングを抑制するという意味で) であることを示唆している。そこで、今研究では、タングステンを含む造影剤 (ポリタングステン酸ナトリウム、Na₆H₂W₁₂O₄₀) を実験的に試してみた (Nakashima, 2013)。内径 56mm のプラスチック円筒容器に粒径約 200 ミクロンの豊浦標準砂を空隙率 39vol.% で充填し、その空隙をヨウ素系 (KI 9.16 wt%) とタングステン系 (Na₆H₂W₁₂O₄₀ 8.80 wt.%) の 2 種類の造影剤を含む水溶液で満たし、医療用 CT で二次元スライスを撮影した (加速電圧 130kV, 5mm slice thickness, ビームハードニング補正処理なし)。結果は、図 1 のとおり、タングステン系造影剤の方がビームハードニングを抑制していることが確認できた。ポリタングステン酸ナトリウムは、ヨウ素同様に重元素が陰イオンである (粘土鉱物表面に吸着されない) うえに、重元素化合物には珍しく比較的化学的に安定で人体に無害であり、重液としてすでに商品化されているので、ヨウ素よりビームハードニング偽像を抑制できる造影剤として今後期待できる。

謝辞:

医療用 CT 実験は、高知大学海洋コア総合研究センター共同利用研究 (13B034) のもとで海洋研究開発機構の協力により実施された。

参考文献:

- Nakashima, Y. and Nakano, T. (2012) *Analytical Sciences*, 28, 1133-1138. <http://dx.doi.org/10.2116/analsci.28.1133>
Nakashima, Y. (2013) *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 61, 347-351. <http://dx.doi.org/10.2478/johh-2013-0043>
中島善人・中野 司 (2013) *GSJ 地質ニュース*, vol.2, No.3, 86-90. https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_cn_vol2.no3.86-90.pdf
Nakashima, Y. and Nakano, T. (2014) *Journal of X-Ray Science and Technology*, 22, 91-103. <http://dx.doi.org/10.3233/XST-130411>

キーワード: ビームハードニング, X線CT, 造影剤, ダルシー流, 相対浸透率, 多相流

Keywords: beam hardening, contrast agent, Darcy flow, porous media, multi-phase flow, relative permeability

HRE31-P01

会場:3 階ポスター会場

時間:5 月 2 日 16:15-17:30

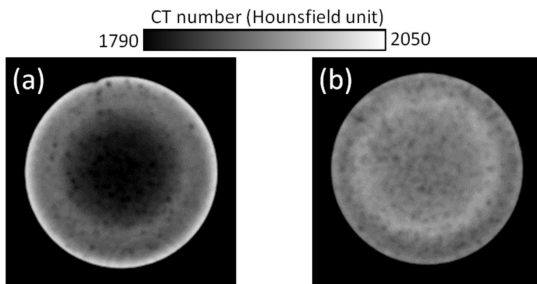


Fig. 1. Two-dimensional CT slices of homogeneous sand pack samples (diameter, 56 mm) saturated with a heavy-element-bearing fluid. Each image dimension is 210^2 voxels = 66^2 mm². The image for KI 9.16 wt.% (a) shows marked beam hardening compared with Na₆H₂W₁₂O₄₀ 8.80 wt.% (b). Numerous dark spots are small bubbles.