

地震液状化で変形したコアのCT画像のマルチフラクタル解析

Multifractal analysis of X-ray CT images of liquefied boring cores with seismically-induced deformation structures

*中島 善人¹、小松原 純子¹*Yoshito Nakashima¹, Junko Komatsubara¹

1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

地球惑星科学では、変形・混合をこうむって不均一なパターンを呈する試料の画像について、その変形・混合の程度を定量化したいケースがある。たとえば、図1は、地震液状化によって未固結堆積物中の葉理が伝統工芸の墨流し模様[1]のように変形したものを含む、さまざまな変形・混合の度合いをしめすボーリングコアのX線CT画像である。この3画像の変形・混合の程度は見た目では明らかに異なるが、それを定量化できる的確な手法はあるのだろうか？

常套的な画像解析法であるフーリエスペクトル解析は、周期構造・規則構造の抽出には役立つが、不均一に変形した画像の定量には必ずしも向いていない。いっぽうマルチフラクタルスペクトル解析は、不均一に混ざった構造・不規則に変形した構造の解析が得意である。そこで、地震液状化で葉理が不規則に変形したボーリングコアのCT画像を題材として、マルチフラクタルスペクトル解析を行った(図1)。図1に限らず、さまざまな変形・混合の程度を持つCT画像の $f(\alpha)$ スペクトルを計算した(α はリプシッツ・ヘルダー指数)。さらに、地層の流動・変形シミュレーションも並行しておこなった結果、 $f(\alpha)$ スペクトルの極大値付近のスペクトルの開度(広がり具合)という視点で見れば、不規則で不均一な地層の変形・混合の程度を定量化できることがわかった[2](より具体的に言えば、未変形状態ではスペクトルの開度が中くらい→変形が少し進むと開度が大きくなる→変形がかなり進んで均質化すると開度はかなり狭くなる、という順で変遷することがわかった)。

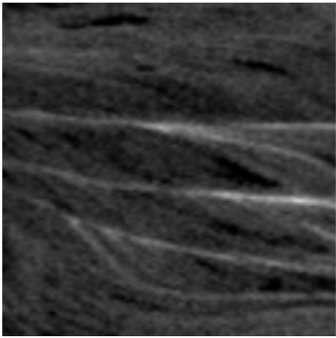
References:

[1] Terada, Torahiko et al., (1934) Experimental studies on colloid nature of Chinese black ink. Part I, Sci. Pap. Inst. Phys. Chem. Res. 23(482) 173-184.

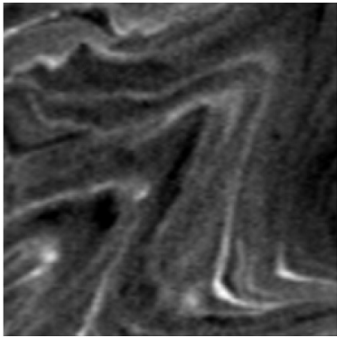
[2] Nakashima, Yoshito and Komatsubara, Junko (2018) MULTIFRACTAL ANALYSIS OF SEISMICALLY INDUCED SOFT-SEDIMENT DEFORMATION STRUCTURES IMAGED BY X-RAY COMPUTED TOMOGRAPHY. Fractals, vol. 26, article ID 1850018 (open access at <https://doi.org/10.1142/S0218348X18500184>).

キーワード：液状化、マルチフラクタル、未固結堆積物の変形、X線CT

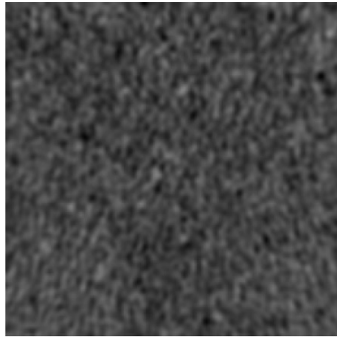
Keywords: liquefaction, multifractal, soft-sediment deformation, X-ray CT



undeformed



deformed



heavily deformed
(manually
homogenized)

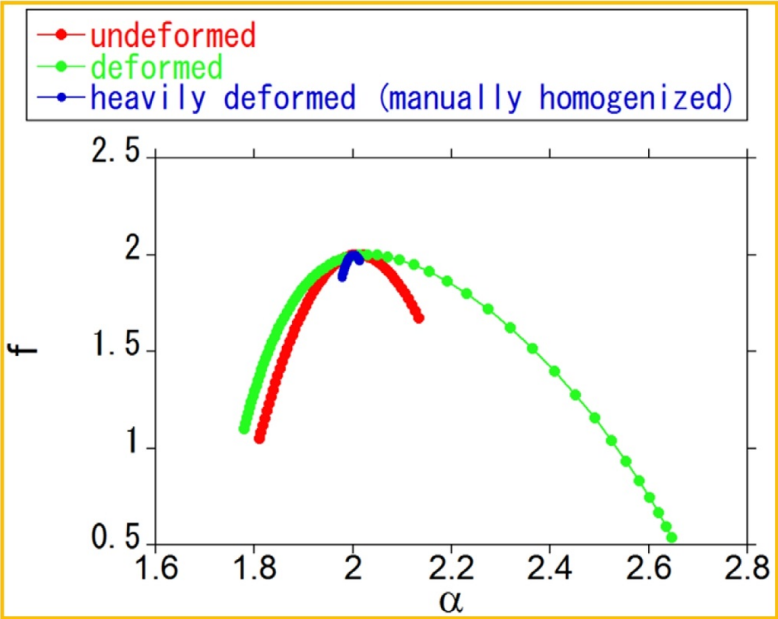


Fig. 1
Two-dimensional X-ray CT
images of sediments with
various degrees of
deformation. The edge
length of each image is
about 5cm. The
corresponding $f(\alpha)$ spectra
are also shown (Nakashima
& Komatsubara, 2018).