

乾燥過程における粘土の軟X線画像テクスチャ解析法の検討

Texture Analysis of Clay Aggregate in a Drying Process by Soft X-ray Imaging

山崎龍太郎*, 橋本雄介*, 土田ひとみ**, 成岡 市***

Ryu-taro YAMAZAKI, Yuhsuke HASHIMOTO, Hitomi TSUCHIDA and Hajime NARIOKA

1. はじめに

従来, 土壌構造は定性的な指標で行われることが多く, 単にマクロな意味での粒子配列を意味していた. しかし近年, 著しく発達した軟 X 線撮影技術などによる土壌構造の分析技術の導入によりミクロな視点からの土の構造に関する研究も可能となった. 例えば, 成岡(2002)や柏木ら(1998)は画像処理から固相構造に関する研究や, そのための装置開発(成岡ら, 1999)などが報告されている.

本報では, 水分調整を行った2種類の粘土(ベントナイト, カオリナイト)を軟 X 線撮影し, それを画像処理することによって粒径分布, 粒状性, 粗密分布, 乾燥密度などの土壌固相構造の測定および解析に関する基礎的要件の検討を行った.

2. 材料および方法

(1)材料: 材料には, 粘土(ベントナイト, カオリナイト)を供した. 水分状態は, 液性限界以上(LL)および風乾状態とした.

(2)方法: 直流型軟 X 線発生装置(DCTS-7003; SOFTEX 社)を用いてポリスチレン容器(^W31.0mm × ^H59.8mm × ^D11.5mm)によく練り返した粘土試料ペーストを初期層厚約3~4mmで入れ, 単純撮影を行い, 自動現像機(HI-RHEIN; NIX 社)によるフィルム現像を行った. 撮影条件は, FFD=500mm(試料は水平置き), 管電圧 40kV, 管電流 1.0mA, 照射時間 30s, フィルム FR(FUJI; 背面に鉛箔)であった. 造影剤は使用しなかった. デジタル画像の変換入力には一般のスキャナ(CanoScan D1230U/D2400U; Canon 社)を用い, 画像解析には PhotoShop 5.5, KyPlot2.0, Vix2.0, Excel 2000 などの市販のソフトウェアおよび Visual Basic 6.0 での試作プログラムを用いた.

3. 結果と考察

本報では, 撮影後の軟 X 線フィルムをスキャンした原画像を均一に縮小し, さらに任意部分を 200pix × 200pix (1pix = 0.035mm)で切り出して用いた. ここでの 1pix はフィルムにおける 0.085mm と一致していた. 切り出し画像から任意方向の線分における RGB 値を抜き取り, それを一次元の走査線として空間強度分布, セミバリオグラム, 高速フーリエ変換(FFT スペクトル)を算出し, 画像との関連性について検討した. 代表的な結果を Figs.1-4 に示した. Figs.1-4 中の画像における白線は解析に用いた走査線である.

空間強度分布では, 容器内壁に接している部分の値が高くなっている. 逆に亀裂(供試粘土の端辺)部分では下がっている. これは, 乾燥が容器壁面側から内側に向かって進行する時, 粘土基質の収縮が容器内壁側から内側に向かって起こっていることを示している. しかし, 水分は湿潤側から乾燥側へ移動するため, 基質の収縮方向とは逆である. つまり, 「強度分布が下がる方向」= 「画像濃度が高くなる方向(基質厚が薄くなる方向)」= 「基質収縮方向」= 「水の進行方向と逆」と考えられ, 「画像強度分布が下がる方向と逆」= 「水分移動の方向」のプロセスが考えられた.

セミバリオグラムでは, ベントナイトがカオリナイトよりも第一ピークの出る距離が短い値に分布した. 高速フーリエ変換(FFT スペクトル)でも同様にベントナイト基質の不均一性を示している.

4. おわりに

以上の解析手法によって, 膨潤性粘土, 非膨潤性粘土の2種類の粘土の乾燥過程に伴う固相の挙動, 亀裂発生メカニズムについ

て、さらに追究する必要がある。今後は、造影剤(NaCl 溶液)を添加し、NaCl を使用したトレーサー法によって粘土内の水分移動、粘土

の収縮過程、亀裂・気泡・塩の結晶位置関係などから亀裂発生過程の解析を進めたい。

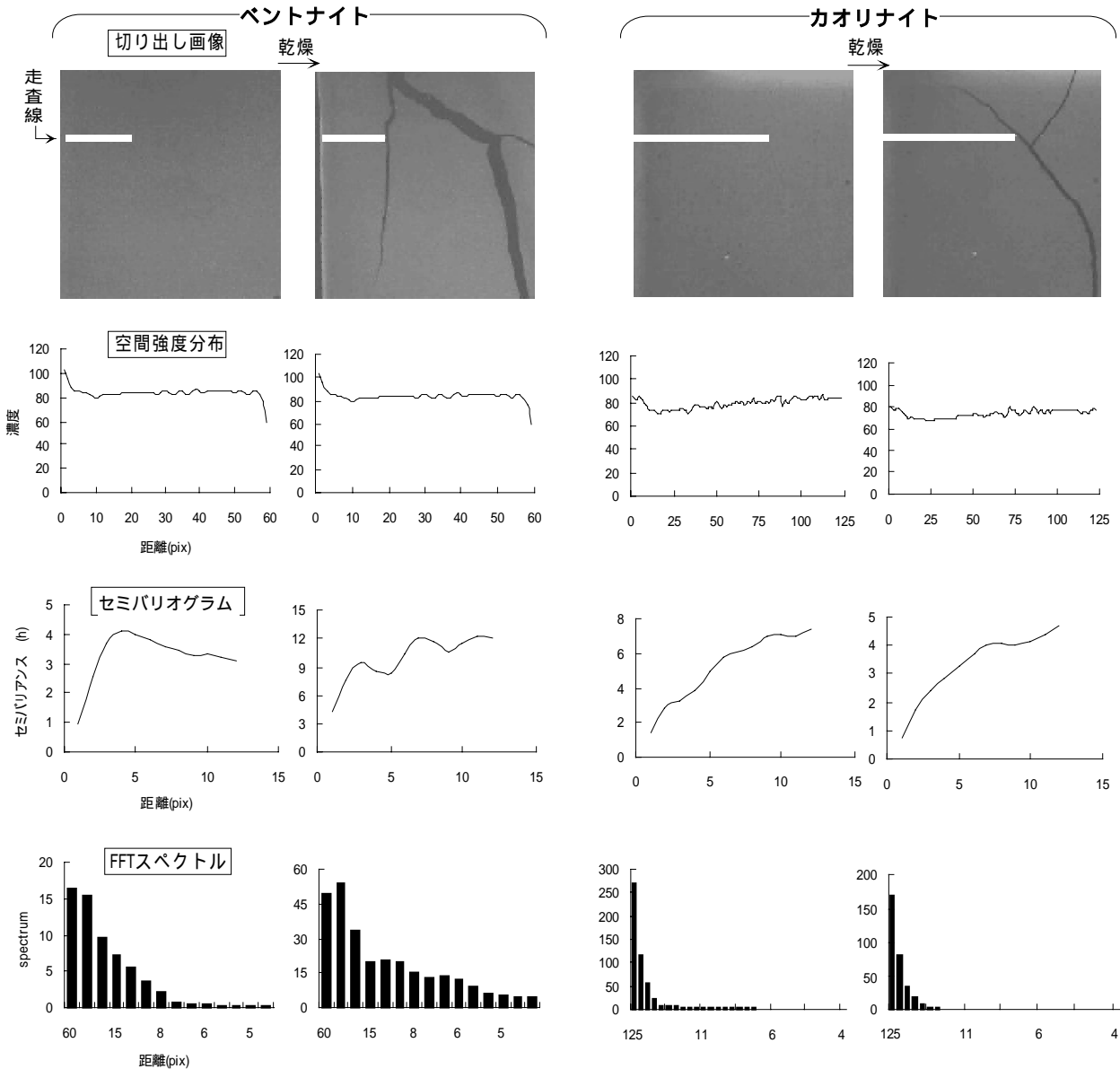


Fig1 液性限界以上(LL)

Fig2 風乾状態

Fig3 液性限界以上(LL)

Fig4 風乾状態

引用・参考文献

柏木ら(1998) : H10 農土講要, pp.81-87 , 成岡(2002) : H14 農土講要, pp.296-297 , 成岡(2002) : H14 土肥講要, p.1 , 成岡ら(1999) : H11 農土講要, pp.722-723

*岡山大学大学院自然科学研究科(The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University) ,

**岡山大学環境理工学部(Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University) ,

***三重大学生物資源学部(Faculty of Bioresources, Mie University)

キーワード: 粘土, 軟 X 線画像, 水分動態, テクスチャ解析, 亀裂(clay ,soft X-ray imaging ,moisture movement , texture analysis, crack/fissure)