X 線 CT 法による実験土石流堆積物の三次元粒子配列の解析

Three-dimensional grain fabric analyses on experimental debris-flow deposits using X-ray microtomography

横川 美和[1]; 山村 亮介[1]; 土山 明[2]; 中野 司[3]; 上杉 健太朗[4]; 成瀬 元[5]; 藤川 沙也賀[5]; 増田 富士雄[5]; 遠藤 徳孝[2]

Miwa Yokokawa[1]; Ryosuke Yamamura[1]; Akira Tsuchiyama[2]; Tsukasa Nakano[3]; Kentaro Uesugi[4]; Hajime Naruse[5]; Sayaka Fujikawa[5]; Fujio Masuda[5]; Noritaka Endo[2]

[1] 大工大・情報; [2] 阪大・院理・宇宙地球; [3] 産総研 地球科学情報研究部門; [4] JASRI; [5] 京大・理・地球惑星

[1] Lab.Geoenviron.,Fac.Info.Sci.,OIT ; [2] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [3] Geological Survey of Japan/AIST; [4] JASRI; [5] Dept. Geol. and Mineral., Fac. Sci., Kyoto Univ.

堆積粒子の定向配列は，堆積時の流れの条件を示すインディケーターのひとつであり，古水理条件の復元に利用されている．砂粒子はサイズが小さいため，従来の方法では各粒子について長軸・中軸・短軸それぞれの長さや向きなどを測定することができなかった.定向配列からの古水理条件復元の精度を上げるためには定向配列形成のメカニズムの理解が欠かせないが,そのためには“真の”3 次元配列を測定する必要がある.そこで著者らは(財)高輝度光科学研究センター（SPring-8）の X 線マイクロトモグラフィー装置（SP-μCT；ビームライン BL20B2)を用いて堆積粒子の撮影を行い，三次元粒子配列の解析に取り組んでいる.

流れによって堆積した堆積物は三次元的には必ず互いに接点を持っている．各粒子の軸情報を得るためには，画像上で個々の粒子を識別する，すなわち接していても別の粒子であると認識させる必要がある．本研究では昨年度開発した砂質堆積物用の粒子識別プログラムを,土石流など泥サイズの粒子を多く含む堆積物にも適用できるように汎用化した．プログラムの流れは，(1)接点を持つ粒子の塊を画像上で削っていって各粒子を孤立させ，(2)それぞれの「核」を記録・ラベル付けした後，(3)膨張によって粒子を元の形に戻す，である．(2）の核判定条件を複数にすることにより，淘汰の悪い堆積物にも適用できるようになった.

解析に用いたのは，緩い傾斜を持つ実験水路に 50%径 0.11㎜ の砂および泥の混合物を流して発生させた土石流堆積物である．土石流は陸上から水中へと移動しながら堆積した．堆積後，粒子配列を乱さないようにゆっくりと水を抜いて乾燥させ，粘性の低いエポキシ系樹脂をしみ込ませて固結させた．固結させた堆積物を直径 2.0 ㎜の円柱形に抜き，撮影に用いた．SP-μCT でサンプルを回転させながら 20keV の X 線を照射して得られたデータから画像を再構成した．その結果，円柱状のサンプルを厚さ 3.14μm の間隔でスライスした画像約 1000 枚が得られた．空間分解能は約 7μm で，粒子を充分に識別し測定することができる.

これらの画像から個々に識別された粒子をそれぞれ楕円体近似し，３軸の長さと向きを求めた．土石流（水中）堆積物の粒子の長軸は，全体としては，土石流の流れる方向に平行で，傾きは水平に近い粒子と上流側に傾く粒子が卓越する．これを粒子の大きさで分けると，上流側に傾いているのは砂サイズの粒子で，それより細かい泥サイズの粒子の長軸は水平な分布が卓越していることがわかった．また，粒子の形状による配列の差異も見られ，三次元解析の有用性が示された.