

## デジタル画像解析法を用いた粒度分析に及ぼす 薄板状粒子の影響に関する検討

### Laminar particle effect on grain size analysis using digital imaging method

○木村 匠\*, 伊藤拓馬\*\*, 皆川秀紀\*  
Sho KIMURA, Takuma ITO, Hideki MINAGAWA

#### 1. はじめに

土質特性評価において、土の粒度分析は基本的で重要なものである。粒度分析手法は様々な提案がなされており、より簡易で高精度な手法が検討され続けている。最も一般的な手法としては、地盤工学会によって規定されている、ふるい-沈降分析法 (JIS A 1204) がある。この手法は土質工学分野で広く採用されている。また、近年、レーザ回折散乱法による粒度分析法が、地質学や堆積学分野で用いられている (例えば、伊藤・皆川, 2013; Ito et al., 2015)。さらに、最近では、デジタル画像による粒子径の分析法が提案されており、画像解析によって粒子形状を捉えることが可能となっている (Storti and Balsamo, 2010; 七山・古川, 2014; 木村ら, 2015)。画像解析法では比較的少ないサンプル量で粒子特性に関する多くの情報が得られることから、貴重な試料に対して非常に有用な手法として期待される。一方では、ふるい-沈降分析法とレーザ回折法との関係を比較検討した研究についてはこれまで多くなされているが (例えば、片山, 1997; Beuselinck et al., 1998; Paz-Ferreiro et al., 2010; 伊藤・公文, 2012)、デジタル画像解析法による粒度分析結果との比較に関する研究はほとんど見当たらない。また、雲母鉱物のような薄板状の粒子形状を成す粒子の影響に関しても、レーザ回折法を用いて検討した研究例はあるものの (例えば、Hayton et al., 2001)、デジタル画像解析法によるものはない。本研究では、珪砂と雲母鉱物の混合試料について、ふるい-沈降分析法、レーザ回折分析法およびデジタル画像解析法による粒度試験を行い、雲母鉱物が試験に及ぼす影響を調査した。

#### 2. 試料および試験方法

試料は東北珪砂 7 号および雲母鉱物を使用した。雲母鉱物は塊状の黒雲母を粉碎し、425 $\mu$ m フルイを通過させたものを用いた。雲母含有量を 0, 2, 10, 20 および 100% とした珪砂-雲母混合試料を作製し、粒度試験に供した。土粒子の密度試験はガス置換密度測定装置 (AccuPyc1340, マイクロメリティクス) により求めた。粒度試験は、ふるい-沈降分析法 (JIS1204) (地盤工学会, 2009)、レーザ回折散乱法 (マイクロトラック MT330EX II, 日機装) およびデジタル画像解析法 (モフォロギ G3, マルバーン) によった。

#### 3. 試験結果および考察

##### 3.1 土粒子の密度

**Fig. 1** に珪砂-雲母混合試料における土粒子の密度と雲母含有量との関係を示す。得られた土粒子の密度は、2.64~3.07g/cm<sup>3</sup>であった。土粒子の密度は雲母含有量の増加と共に

\*産総研メタンハイドレートプロジェクトユニット *Methane Hydrate Project Unit, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)*, \*\*産総研 (現・地球環境産業技術研究機構) *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) (now at RITE)*

キーワード: 土の分類, 雲母, デジタル画像解析

増加する傾向を示し、直線的な関係であった。なお、沈降分析法の計算においては、各試料で得られた土粒子の密度の値を用いた。

### 3.2 粒径加積曲線

Fig. 2 は、ふるい-沈降分析法、レーザ回折散乱法およびデジタル画像解析法により得られた粒径加積曲線である。いずれの分析手法においても、雲母含有量の増加によって、約 100 $\mu\text{m}$  以下の粒子が増加する傾向が見られた。一方で、ふるい-沈降分析法では、雲母 100% 試料の挙動が他の分析手法によった場合と大きく異なる様相が示された。約 100 $\mu\text{m}$  以下の粒子が著しく増加した。レーザ回折法およびデジタル画像解析法では、雲母含有量の増加によって、約 100 $\mu\text{m}$  以上の粒子が増加する曲線となり、粒度分布が広がった。ふるい-沈降分析法、レーザ回折法およびデジタル画像解析法のそれぞれでの中央粒径は、135.1~177.9 $\mu\text{m}$ 、205.1~278.9 $\mu\text{m}$  および 215.5~295.8 $\mu\text{m}$  が得られた (Fig. 2)。ふるい-沈降分析法による値が、他の 2 種類の分析法の結果と大きく異なり、薄板状粒子の影響が大きいように見受けられる。一方、レーザ回折法とデジタル画像解析法はほぼ同程度の中央粒径値が得られた。デジタル画像解析法やレーザ回折法では粒子の最大径を捉えることができるが、水中沈降分析法では薄板状粒子の粒子厚が結果に影響を及ぼすと考えられる。なお、本研究は経済産業省「メタンハイドレート開発促進事業・生産手法に関する研究開発」の一環として実施した。関係各位に謝意を表す。

### 引用文献

Beuselinck, L. et al. (1998): *Catena*, **32** (3-4), 193-208. Hayton, S. et al. (2001): *J. Sediment. Res.*, **71** (3), 507-509. Ito, T. et al. (2015): *Marine Petrol. Geo.*, **66** (2), 368-378. 伊藤, 皆川 (2013): 堆積学研究, **72** (1), 3-12. 伊藤, 公文 (2012): 堆積学研究, **71** (1), 3-13. 地盤工学会 (2009): 115-136. 片山 (1997): 堆積学研究, **46**, 23-30. 木村ら (2015): JpGU2015. 七山・古川 (2014): JpGU2014. Storti, F. and Balsamo, F. (2010): *J. Struct. Geol.*, **32**, 507-522. Paz-Ferreiro, J. et al. (2010): *Geoderma*, **160**, 47-56.

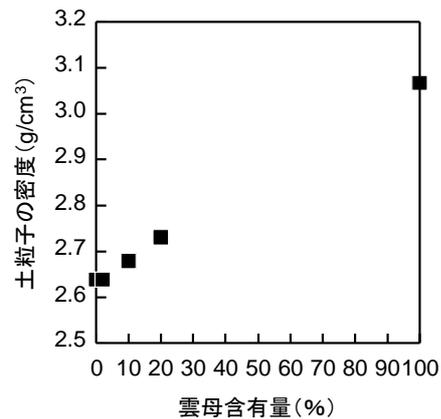


Fig. 1 土粒子の密度と雲母含有量との関係 Relationship between particle density and mica content in mixture samples of mica-silica sand mixture.

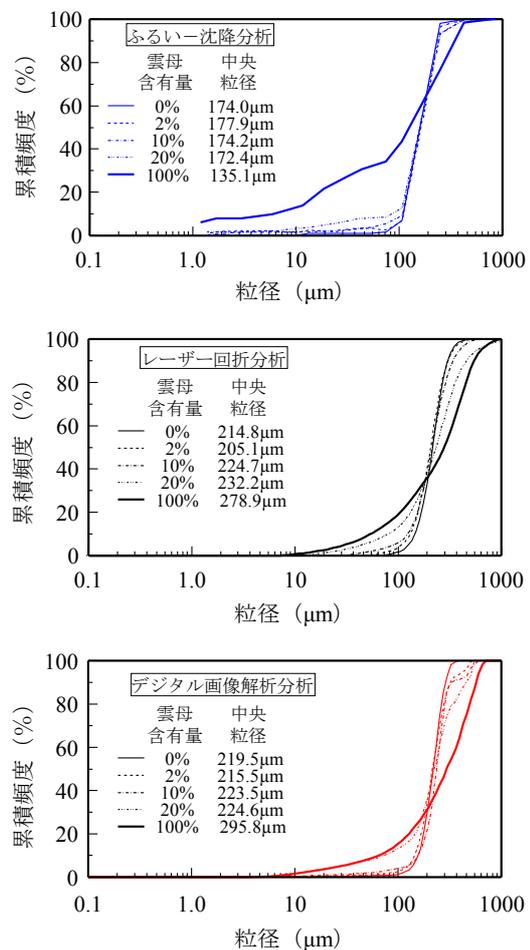


Fig. 2 各種分析手法により得られた粒径加積曲線 Cumulative frequency distribution curves of samples measured by the hydro-sieve, laser diffraction and digital imaging methods.