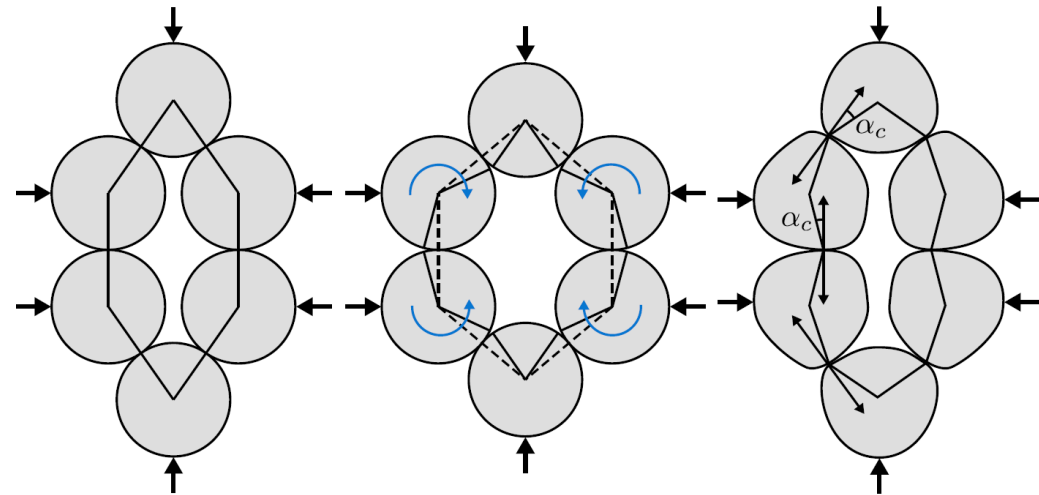
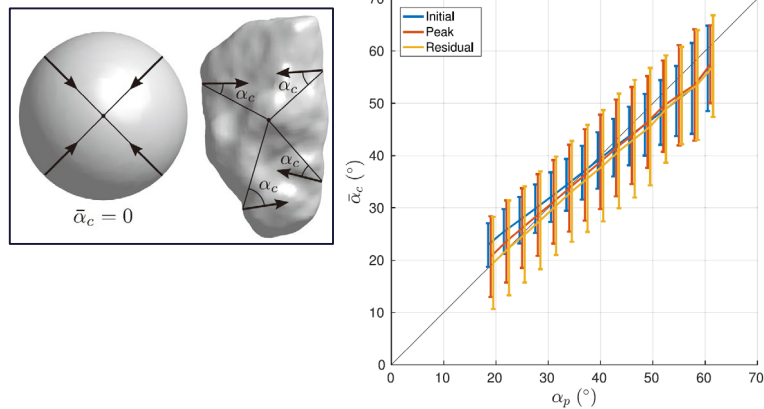
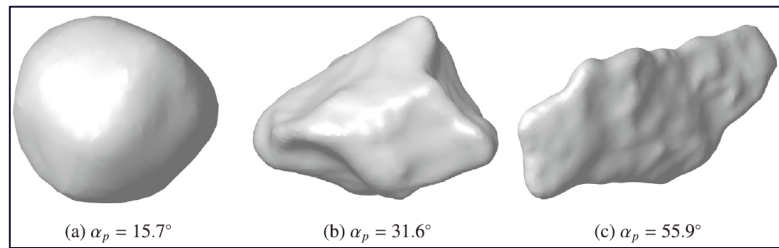


# 筑波大学 地盤研究室 年次研究成果報告2018

筑波大学 松島亘志

# 3次元粒状体の力学ベース粒子形状指標の提案

Matsushima and Chang, Granular Matter, 2011.において提案した, 2次元不規則粒子形状の力学ベース形状指標を, 3次元に拡張した. 個々の粒子形状情報のみから得られるパラメータである $\alpha_p$ と, 粒状体中の接点情報より得られる $\alpha_c$ の平均値がほぼ一致すること,  $\alpha_c$ がせん断を受ける粒状体中での粒子回転のばらつきを抑え, 接点でのモーメント抵抗によってせん断抵抗を増加させるメカニズムを示した.



上図のようなセル構造が上下に押しつぶされると, 粒子が球形の場合には歯車のような回転運動により変形するが, 不規則形状粒子の場合には, このような回転による変形が抑制される.

Kawamoto, R., Andrade, J., Matsushima, T. (2018). A 3-D mechanics-based particle shape index for granular materials. *Mechanics Research Communications*, 92, 67-73.

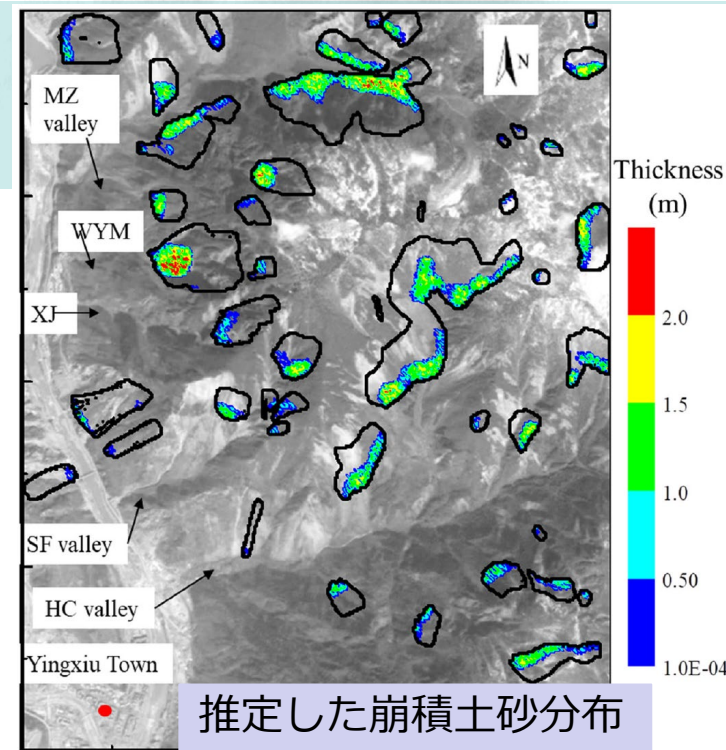
IF=1.640 (2017)

# 汶川地震後の土石流災害の解析

Zhang and Matsushima, Geomorphology 2018によって有効性を検証した土石流解析法を, 2010年汶川土石流災害に適用した. 同地方は, 2008年の汶川地震により多くの斜面崩壊が発生し, その時の土砂が谷底に堆積しており, それが2010年の長雨によって押し流されて土石流となった. その斜面崩壊による土砂堆積と, その後の土石流化を, 拡散方程式ベース侵食モデルを用いた数値解析によって再現した.

Zhang, N., Matsushima, T., Peng, N. (2018). Numerical investigation of post-seismic debris flows in the epicentral area of the Wenchuan earthquake, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, <https://doi.org/10.1007/s10064-018-1359-6>, 2018.

IF=1.825



汶川での土石流被害領域と解析結果の比較

# DEM解析による $\mu(I)$ レオロジーモデルの詳細検証

乾燥粒子流の構成モデルとしてPouliquenらによって提案された $\mu(I)$ レオロジーモデルの有効性を、2次元DEM解析によって詳細に検証した。特に、粒度分布や粒子間摩擦係数が変化した場合の、モデルパラメータ( $\phi_{max}$ ,  $\mu_s$ ,  $\mu_2$ )の変化を明らかにした。さらに、そのモデルをSPH法に適用して流動解析を行い、DEM結果と比較した。

Jiang, X., Matsushima, T. (2018). Dense Granular Free-Surface Flows: Comparison Between  $\mu(I)$ -Rheology and DEM Simulation, 土木学会論文集A2(応用力学), 74, 2, I\_393-I\_402.

Guo, S., Jiang, X., Matsushima, T. (2018) Dry granular flow dynamics: Comparison between DEM and SPH with  $\mu(I)$ -rheology model, Proceedings of IS Atlanta, in press.

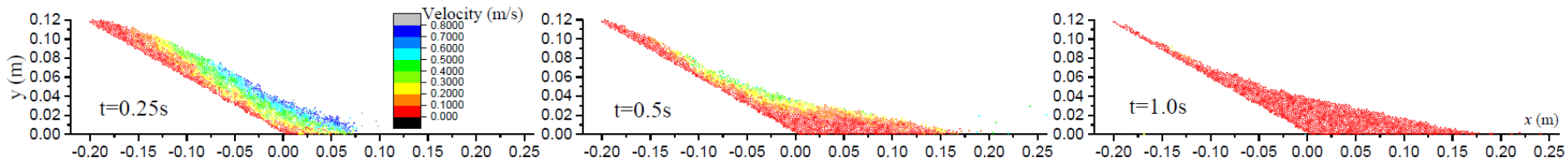
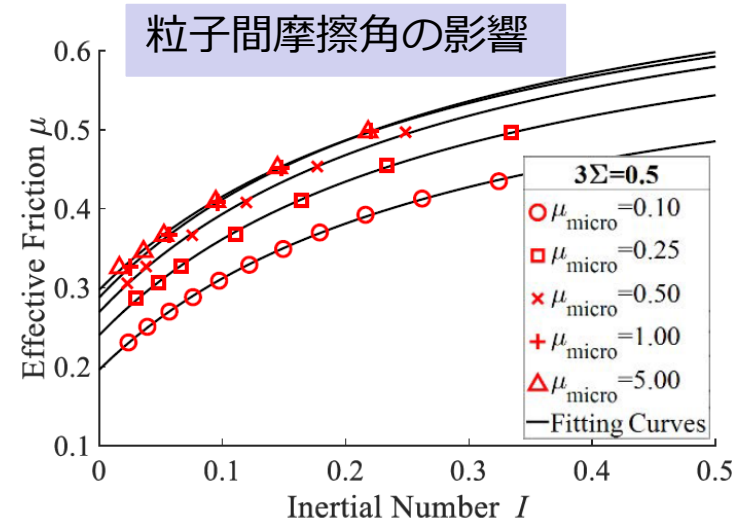
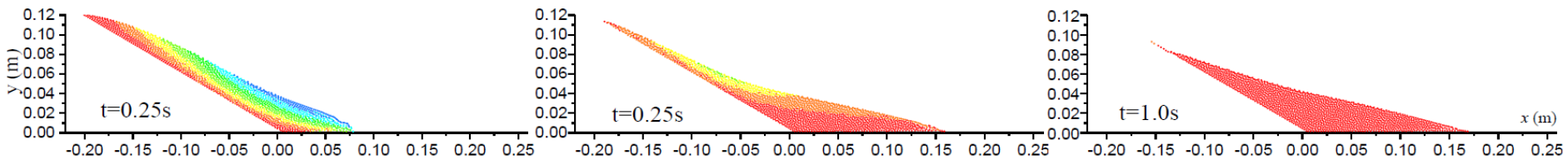


Figure 12. Velocity profile at different time in DEM (Case 3)



# 微粒子凝集実験および2次元DEM解析による凝集体形状特性の検討

本研究では、人工球形粒子および2種類の粘土の凝集実験および2次元個別要素法解析によって、粒子間引力と粒子間摩擦力の2つの微視的物性値が凝集体形状に及ぼす影響を明らかにした。

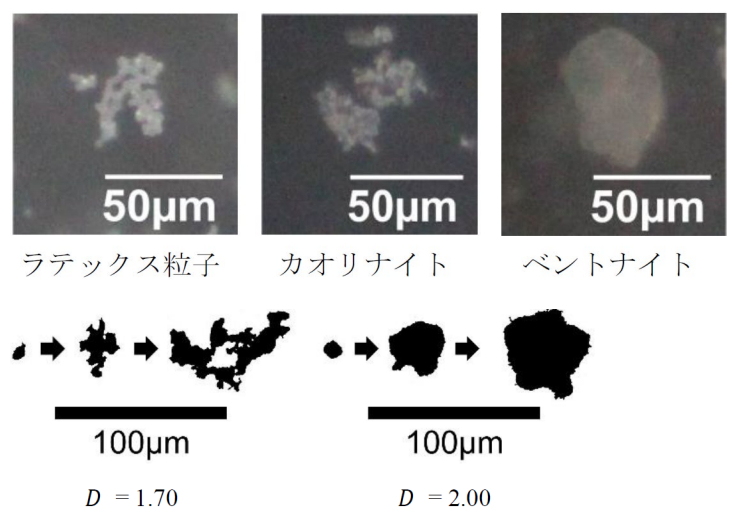


図-7 フラクタル次数Dと対応する成長過程の例

フラクタル次数Dは、凝集体が複雑な形状をしていると値が小さくなる。本研究ではアスペクト比(長軸短軸比)も調べたが、どのケースでも大きな差は見られなかった。

カオリナイトは凝集力が強いいため、通常状態では粒子が強い力で丸く固まり、Dは大きな値を取るが、分散剤を添加していくと徐々に複雑な凝集体形状に変化する。分散剤を添加しすぎると、凝集力が低下し、再びDが大きくなる。

DEM解析でも、凝集力が適度な大きさのとき、凝集体形状が最も複雑(Dが極小)になる。ただし、粒子間摩擦が大きいと、強い凝集力がかかってもDは上昇しにくい。

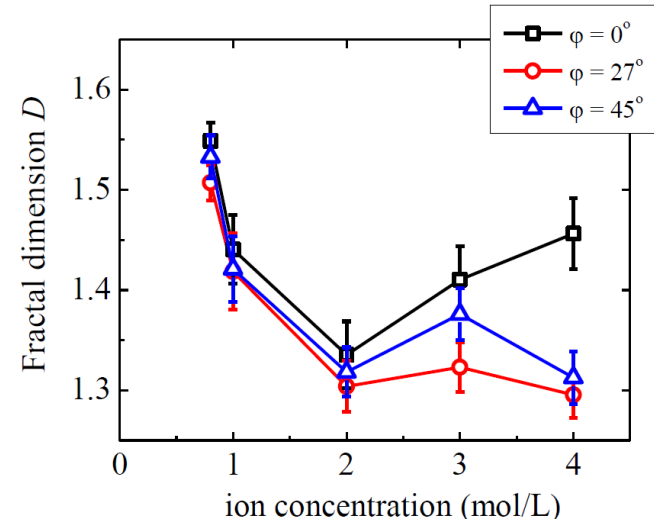
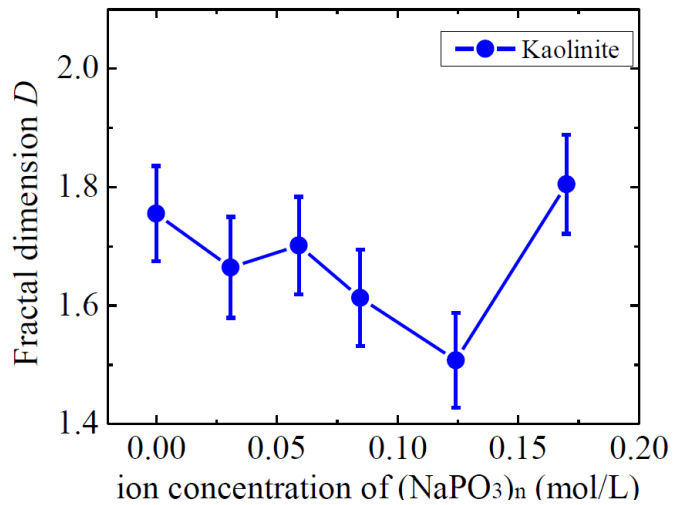


図-14(a) イオン濃度とDの関係 (ac=0.5(nm))

瀬口拓彦, 松島亘志 (2018) 人工球形粒子および粘土粒子の凝集体形状分析とDEM解析, 土木学会論文集A2(応用力学), 74, 2, I\_411-I\_420.