

土壌の粒度分析法における粒子濃度の影響

The Influence of Particle Concentration on Grading Curve Resulting from Soil Grain Size Analysis

片岡 幸大*・○中村 貴彦**・駒村 正治**

KATAOKA Kouta*・○NAKAMURA Takahiko**・KOMAMURA Masaharu**

1. はじめに

土壌の粒度分析法には一般的に比重計法とピペット法の2種類がある。これら2法はストークス則を適用して粒径を求めるという点で共通しているが、試験結果には違いが存在することが経験的に知られていた。しかしながらこの違いについては明確にされてこなかった。本研究では、比重計法とピペット法の測定結果における違いについて、供試土壌濃度の違いに着目して検討を行うことを目的とした。

2. 方法

2.1. 粒度分析過程のシミュレーション

ストークス則が適用できる剛体球粒子からなるモデル土壌を使用した。土粒子密度は一定、時間 $t = 0$ で均一な粒子濃度分布を仮定し、壁面効果や粒子同士の相互作用・流体力学的相互作用は考慮していない。シミュレーションによる粒径加積曲線の求め方は次の通りである。

比重計法において時間 t 経過後の加積通過率 P_t は次式で得られる¹⁾。

$$P_t = \frac{100}{m_s/V} \cdot \frac{\rho_s}{\rho_s - \rho_w} \cdot \rho_w (r - 1) \quad (1)$$

ここで、 m_s ：供試(風乾)土壌質量、 V ：懸濁液体積、 r ：懸濁液の比重である。これより、 t における懸濁液密度 ρ_{At} は、

$$\rho_{At} = \frac{m_s \times \frac{P_t}{100} + \left[V - \frac{m_s \times \frac{P_t}{100}}{\rho_s} \right] \times \rho_w}{V} \quad (2)$$

となる。シミュレーションでは、①全懸濁粒子が t 後に沈降する距離を、② t 後に沈降管底に到達した粒子は除外し、懸濁粒子質量割合 P_t を (Fig-1(a))、③(2)式を用いて懸濁液密度 ρ_{At} を、④ ρ_{At} から比重計有効沈降深さ L_t を、⑤ストークスの沈降速度式より粒径 d_t を求め、⑥ $t = 24$ 時間まで計算する。

ピペット法では、任意の(0.2mm 以下)粒径 d_t を決め、水面から 5cm 深さでの懸濁液 10mL 中の粒子濃度と、 d_t 粒子より小さい粒子濃度を引いて加積通過率を求める (Fig-1(b))。

上記2法を用いて、供試土壌濃度の影響をみるために、供試粒子質量を変えてシミュレーションを行った。

2.2. 粒度試験

比重計法、ピペット法は文献 1) に準じて実施した。ただしピペット法では、加積曲線を描くために通常よりも採取回数を増やした。供試土壌は神奈川県厚木市の水田作土(褐色低地土、PI=27)であり、分散剤にはヘキサメタリン酸ソーダを使用した。供試質量は Table-1 に示す通り変更して比

* 元東京農業大学大学院農学研究科 (現、(株)広島環境研究所)

** 東京農業大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

キーワード： 粒度分析, 粒径加積曲線, ストークス則, 粒子濃度

較実験を行った。懸濁液体積は比重計法で 1L、ピペット法では 0.5L であり、比較のために濃度 [g/L] でも表示した。なお供試土壌の風乾時含水比は 4 ～ 6 % であった。

3. 結果および考察

設定条件のもとで、ピペット法のシミュレーションではモデル土壌をうまく再現できた。比重計法では若干のずれが生じている。この原因については検討中であるが、比重計のつり合う位置の濃度(全体は不均一)から全体を推定していることによると考えている。供試粒子濃度の影響は、ピペット法ではまったく見られなかった。比重計法ではほんのわずかだが違いが生じた。

粒度試験結果(一部を Fig-3 に、3 連以上の平均値)より、比重計法、ピペット法ともに粒子濃度の増加につれて、より小さい領域で P_i を小さく見積もってしまうことが明らかとなった。シミュレーションでは濃度の影響はないか、または小さいので、粒度試験ではストークス則の適用と流体力学的相互作用、粒子間相互作用によりこの現象が生じていると考えた。

Fig-3 に示すとおり、供試土壌濃度をほぼ同じ (60g/L) にすると、比重計法、ピペット法ともにほぼ同様な結果となることが明らかとなった。

4. おわりに

比重計法とピペット法では粒子濃度の影響を同じにすることで、粒径加積曲線の違いが減少することが明らかとなった。

ピペット法の難点は懸濁液を採取する時間を求めるのが難しいことであり、比重計法は粒度に依存する不均一な懸濁液密度から粒径を求めていることである。

参考文献

- 1) 農業土木学会：土の理工学性実験ガイド

Table-1. Applied Mass of Soil

	供試質量[g]				
	(濃度[g/L])				
比重計法	10 (10)	30 (30)	65 (65)	100 (100)	130 (130)
ピペット法	10 (20)	20 (40)	30 (60)	-	-

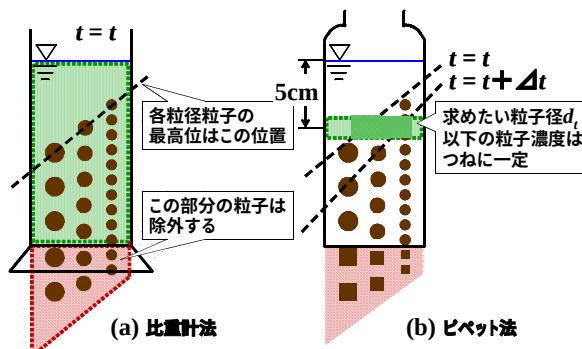


Fig-1. Image of Particle Settling

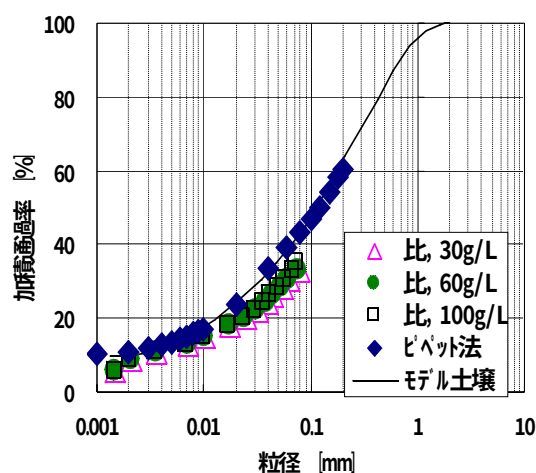


Fig-2. Simulated Grading Curves

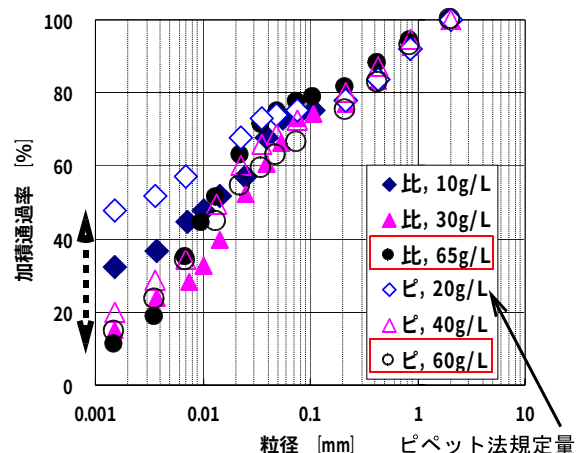


Fig-3. Grading Curve with Various Particle Concentration