

琉球大学学術リポジトリ

土の比表面積と 2.3 の性質について(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宮城, 調勝, Miyagi, Norikatsu メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4492

土の比表面積と 2.3 の性質について

宮 城 調 勝*

Norikatsu MIYAGI: Relationship between specific surface and several characters of soil.

I はじめに

土の諸性質を調べる上で土中における水の挙動が問題になるが、これには土の空ゲキの大きさや分布、形状等が重要な要素を成しており、それらはまた土を構成している土粒子の形状や大きさに関係がある。

土粒子の形状や大きさの分布を表わすのに土の単位体積当りの表面積すなわち比表面積がよく用いられるが、細粒子を多く含む粘土のような場合、その測定方法は種々あるが真の値かどうかはつきりしない。

ここでは、ガス吸着法と粒径加積曲線から比表面積を求めるとともに、ガス吸着法による値と土の液性限界、塑性限界値および圧縮指数等の関係を調べてみた。

II 実 験

1. 比表面積の測定

比表面積はガス吸着法および顕微鏡を併用した粒度分布法によって測定した。

ガス吸着法による比表面積の測定は、土粒子の表面に断面既知の分子を吸着させ、その吸着分子1個のしめる面積 a とその単分子層吸着量 V_m から $S_o = aNV_m$ (N :アボガドロ数) によって求められる。また V_m は Brunaver. Emmett. Teller によって誘導された BET 等温吸着式から求めることができる(3)。

粒度分布法による比表面積の算出は、あらかじめ顕微鏡で土粒子の形状を調べた上で一般に行なわれる比重計法によって土の粒径加積曲線をえがき、その曲線を n 個に細分してそれぞれの区分の平均粒径とその分布量を求めて算出してみた(5)。なおこの場合、粒径加積曲線におけるコロイド分のところは曲線をできるだけしぜんに延長して横軸との交点を求め、その延長線は直線変化するものと仮定した。

2. 粒度分析試験及び液性限界値、塑性限界値の測定

粒度分析試験では、J I S に規定されている過酸化水素水処理を省略し、分散剤としてトリポリリン酸ナトリウム粉末 $1g$ を使用して10分間煮沸を行ない、カク拌機で1分間カク拌後温度が常温に戻るのを待ってただちに比重計による測定を開始した。

液性限界及び塑性限界値の測定は J I S に準じた(2)。

* 琉球大学農学部

** 琉球大学農学部学術報告 18:120~126 (1971)

3. 試料

実験に使用した土は約20種でガス吸着法による比表面積が8~60 m^2/g の範囲にあった。またそれとは別に、比表面積が大きく異なる2種の土を1:3, 1:1, 3:1の重量比で混合した試料も数組使用した。

試料は2,3種を除いて他は全部分類上粘土に属して、試料調整の際各々の風乾試料は0.42 mm フルイを通過するように細かくつぶして使用したが、実際に0.42 mm 以上の粒子をもつ試料はわずかであり、その量もほとんど無視できる程度であった。

III 結果及び考察

Fig 1は粒度分析試験を行なった試料の中の1部をあげてある。試料No. 4, 5, 7, 10は比重計により24時間までで測定を打切ったものであり、No.18, 21は50日間測定を続けた結果である。

一般に土を分類する場合比重計により24時間ぐらいまで測定し、その結果から砂、シルト、粘土の含有量を求めてFig 2のように三角座標における位置で分類しているが、粘土分とは0.00E mm 粒径以下を総括して称している。

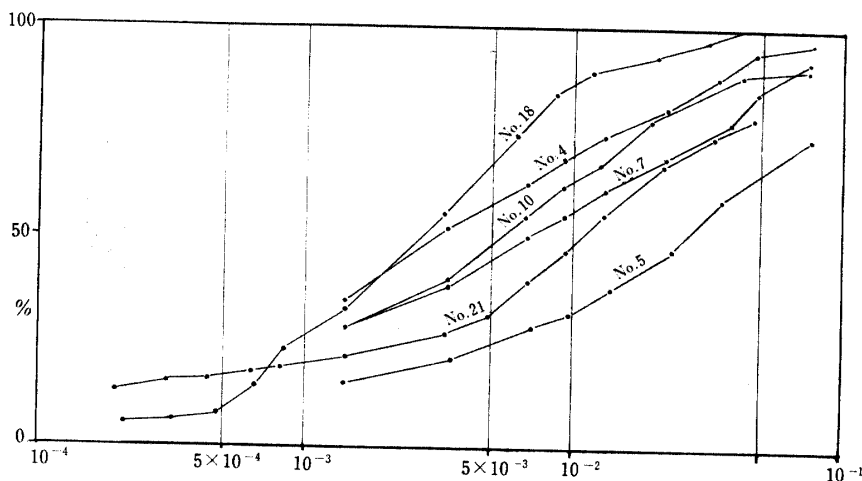


Fig. 1. Grain size accumulation curve.

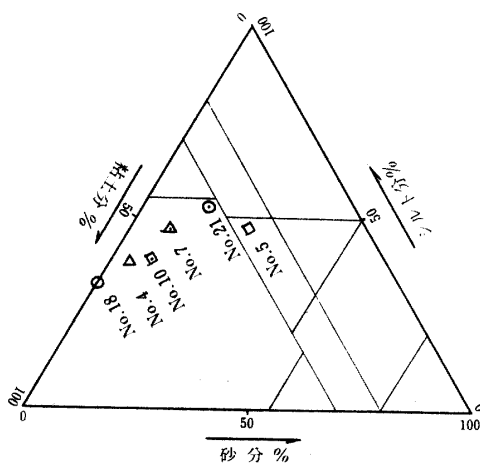


Fig. 2. Classification in the equitriangle chart.

粘土粒子を比較的多く含む試料は比表面積もそれだけ大きいように思われるが、ガス吸着法で測定した結果と比較すると必ずしもそうではなく、Fig 1, 2の試料ではNo. 4, No. 7が約 $35\text{m}^2/\text{g}$ で最も大きく、No. 5, No. 10が約 $26\text{m}^2/\text{g}$ 、No. 18, No. 21が $20\text{m}^2/\text{g}$ となっており、比表面積と粘土粒子の含有量がこれらの試料では無関係になっている。このことは粒度分布曲線から比表面積を求める場合にも分るように、粘土の比表面積のほぼ90%までがコロイド分によって占められるためであろう。すなわち粒度曲線が、 10^{-3}mm へと緩いこう配で長く続く曲線で表わされる試料ほど比表面積が大きくなり、 10^{-3}mm 以上の部分がほとんど無視できるからである。

懸濁液の比重を比重計で測定する場合、 10^{-3}mm の粒径を測定するのに2日要するが、もし1年かかって粒子が沈降しえない試料としても 10^{-4}mm までしか測定できないことになり、測定が実用上不可能である。また実際にここで取扱った試料については粒度曲線が 10^{-4}mm 以下に延長されることが予想され、例えばNo. 5については、実測点のこう配から推定して横軸との交点が $5 \times 10^{-5}\text{mm}$ とすると、 10^{-3}mm 以下の平均径が $2.6 \times 10^{-4}\text{mm}$ で比表面積が $4\text{m}^2/\text{g}$ となる。単一粒子の平面上への投影像から二軸平均径が短軸径の球径の1.5倍とすると比表面積がほぼ2倍となり、No. 5の場合、ガス吸着法による比表面積に比べて約 $\frac{1}{2}$ 程度となる。しかし実際には、各々の曲線を推定によりどこまで延長するかという事は非常にむづかしい。例えばNo. 18は50日間測定したものであるが、24時間以後のこう配が予想外に降下していて、それ以後のこう配はこれだけの測点ではどうなるかわからない。またコロイドは常にブラウン運動を行なっているといわれ、長時間の測定ともなればストークスの法則の適用範囲も問題になってくるであろう(4)。

ガス吸着法によって求まる土の比表面積は土粒子内部の空洞や亀裂等の内部表面積をも含んでいて、真の比表面積よりも大きな値を示すことが予想される。一般の粉体については各種の比表面積測定法のうち顕微鏡法による方が最も真の値に近い値を示すともいわれるが(1)、粘土のような細粒子を扱う場合には、比表面積の90%をも占める微粒子のひん度分布がはっきりつかめないのが問題である。

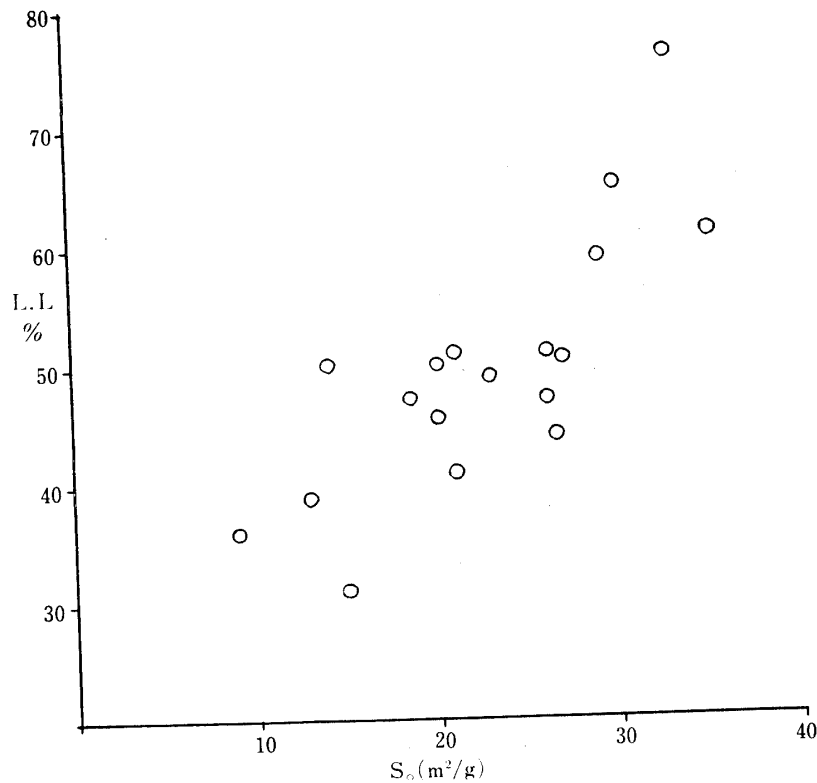


Fig. 3. Relationship between specific surface (S_o) and lipid limit (L.L.).

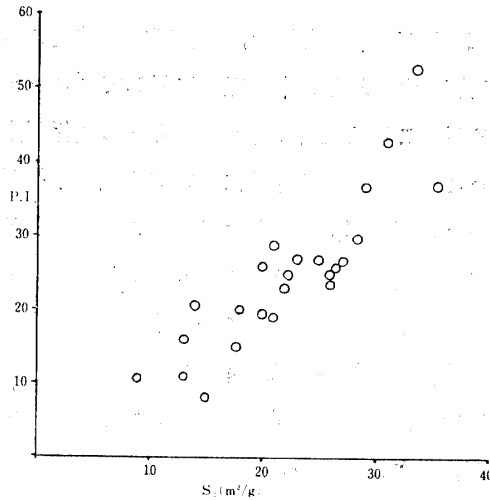


Fig. 4. Relationship between specific surface (S_o) and plastic index (P.I.) .

Fig 3, Fig 4 にはガス吸着法による土の比表面積と液性限界, 塑性指数との関係を示してある。図によると両方とも比例的関係があるように思われるが, 特に塑性指数の方が液性限界よりも関係が強いように思われる。

土の液性限界の場合, 比表面積との関係が直線で表わされるとすれば, 土粒子の表面に附着している水膜の厚さが一定ということになるが, Fig 3 のように実際にはデータにかなりの巾がある。これは粘土成分の違いから生じたものと思われる。またここでは土の比表面積が $9 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上の土を扱ったので $9 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下の関係は示されていないが, 比表面積が 0 のときは当然液性限界塑性限界も 0 であり座標原点を通ることになるが, 原点付近でも直線的関係にあるのかどうかはこの実験ではわからない。

比表面積の異なる二種の試料を適当に混合した場合の液性限界と比表面積の関係は, Fig 5 に示してあるように二種の試料を結ぶ線に沿って分布しているが, 混合した試料の違いによってその傾向も異なっている。

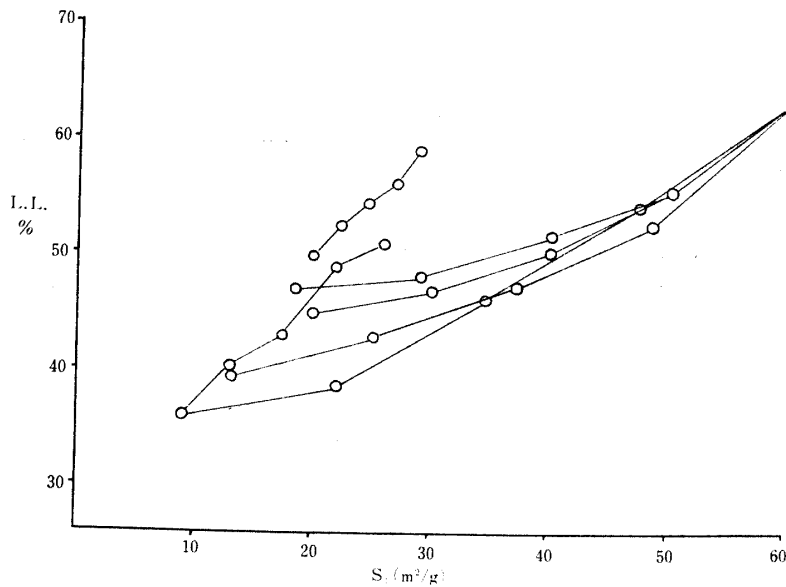


Fig. 5. Relationship between specific surface (S_o) and liquid limit (L.L.) .

Fig 6 は乱した試料の圧密における圧縮指数 C_c を、最終圧密荷重（この実験では 12.6 kg/cm^2 ）のときの間ゲキ率を比表面積で除した値、すなわち動水半径 m に対してプロットしてある。図によると両者の関係は直線的傾向を示しているが、これは圧密荷重～間ゲキ比の関係が土の比表面積なる物理量の影響を受けることを示すものと思われる。 m はある意味においては土粒子相互の間隔を表わす要素であり、この m が圧密荷重と土の支持力との平衡関係に関与する 1 つの要素であるかも知れない。

二種の乱さない試料について、過去に受けた荷重の方向とそれに直角方向の二方向に試料を切り取り、圧密試験を行なった結果から圧縮指数と動水半径 m の関係を Fig 7 に示してある。この図によると、荷重軸に平行方向、すなわち鉛直方向の圧縮指数は Fig 6 の乱された試料の場合と同様な傾向を示しているが、水平方向の試料の場合には、鉛直方向の試料とは逆の傾きを示している。データが少ないためにはっきりしたことはいえないが、乱さない試料の鉛直方向と水平方向ではある程度変わった傾向を示すことがあるのかも知れない。

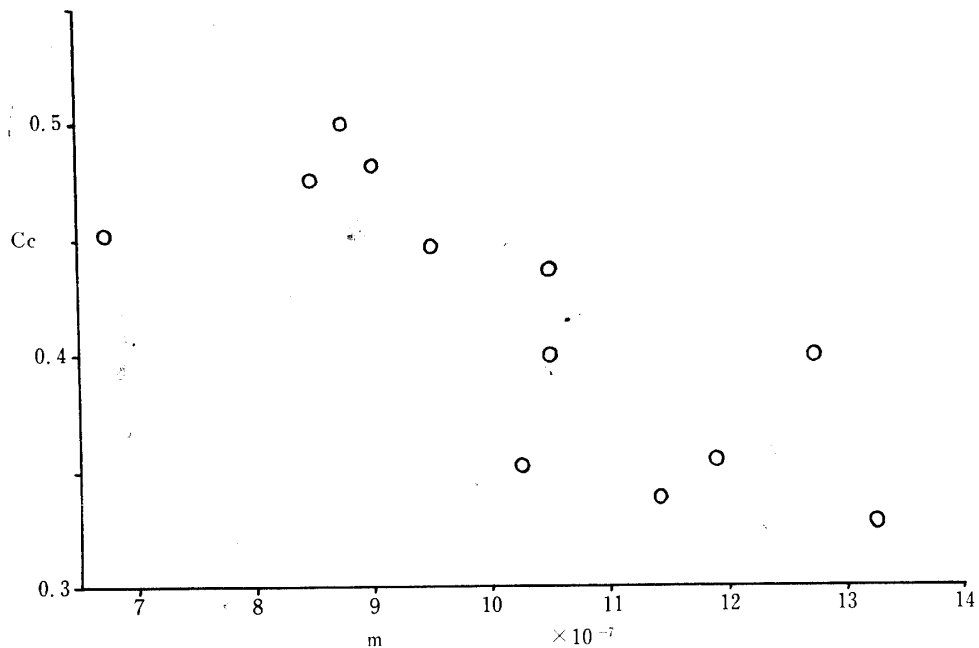


Fig. 6. Relationship between compression index (C_c) and hydraulic radius (m) using specific surface (S_o).

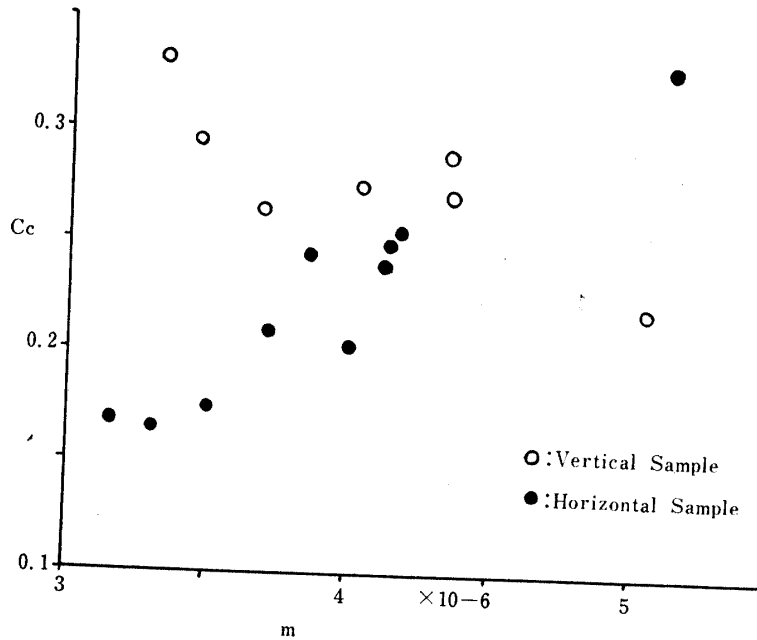


Fig. 7. Relationship of undisturbed sample between compression index (C_c) and hydraulic radius (m).

IV 結 論

粒度分布曲線から粘土の比表面積を計算する場合は、土の比表面積の90%ぐらいまでが $10^{-3}mm$ 以下の微粒子によって占められるため、 $0.005mm$ 以下の粘土分の含有量だけでは比表面積の大小はわからないように思われる。また微粒子の粒径分布は、比重計法による場合短期間に測定できないし、推定することも非常にむづかしい。

土の比表面積と液性限界及び塑性指数との間には直線的関係があるように思われたが、塑性限界の場合はその関連性が見出せなかった。これは塑性限界の測定がむづかしいためにわずかの相対的差異が明確に出なかったためであろう。土の比表面積と液性限界との間に直線的傾向があるとすれば、液性限界の場合の土粒子の表面に附着する水層の厚さが、大まかではあるがほぼ一定値を示すことになる。

動水半径はある意味においては土粒子相互の間隔を表わす要素であるが、この動水半径と土の圧縮指数の間に関連性があることは、動水半径が圧密荷重と土の支持力との平衡関係に関与する1つの要素であるように思われる。

参 考 文 献

- 1) 荒川正文, 水渡英二 1958 空気透過法による粉体の平均粒度自動測定装置材料試験 56 : 27~31
- 2) 土質工学会, 土質試験法
- 3) 近藤武, 宮城調勝, 1970 土の透水係数に関する一考察 (I) 三重大学農学部学術報告 39 : 103~116
- 4) L.D.Baver 1948 Soil Physics (Second Edition)
- 5) 水渡英二 1938 粉体の粒度測定技術, 日本機械学会誌 67 : 18~26

Summary

1. The specific surface area of soil is often used as a factor to show its grain shapes and grain size distribution. Specific surface of clay obtained from grain size distribution depends on how fine particles is contained in the soil, rather than how much of particles below $5 \times 10^{-3} \text{mm}$ in diameter is contained, since almost 90 percent of the surface area is occupied by colloidal particles. On the other hand, the higher values of surface areas may be expected by gas adsorption method, since gas molecules can penetrate into blind surface cracks of particles.

2. Relation between specific surface by gas adsorption method and liquid limit or plastic index approximately become linear, though the distribution has a width more or less on a correlation diagram. It indicates that the thickness of water layer around particles is generally constant.

3. Relation between hydraulic radius and compression index in consolidation test approximately become linear. It seems that surface areas is one of the factors related to equilibrium between compression load and bearing capacity of soils.