

膨潤性粘土スラリーの液性限界に及ぼす間隙溶液の影響について

Effect of pore solution on liquid limit of swelling clay slurry

百目木敏行* 山本俊彦** 藤井克己*** 藤崎浩幸***

Domeki Toshiyuki, Yamamoto Toshihiko, Fujii Katsumi, Fujisaki Hiroyuki

1. はじめに

モンモリロナイトは、直径 200 ~ 300nm、厚さ 1nm、比重約 2.5 の無定型な薄片状で、水に分散させると、極めて大きな吸水膨張性を示す粘土鉱物である。特に、その液性限界付近の力学的性質は間隙溶液イオンの種類と濃度に依存し変化するとされており、実験的な検討が求められている。液性限界を求める方法として、多くの国で規格、基準化されているものがキャサグランデ法である。ただし、最近では、より正確で原理が明確であるとされているフォールコーン法を併用している国もある。この 2 試験を比較検討することも本研究の目的である。

2. 試料と実験方法

Na 型モンモリロナイト

モンモリロナイトに純水と 0.01N、0.03N、0.1N、0.3N の NaCl 溶液を加えて、3.0% ~ 11.5% の各固相率の試料を作成した。これを 1 日飽和膨潤させた後、1 時間ごとに 3 回、液性限界試験(キャサグランデ法とフォールコーン法)を行った。

Ca 型モンモリロナイト

半透膜チューブに粘土試料を入れ、1 週間、純水で飽和膨潤させた後外液に 0.03、0.05、0.1、0.3、1N の CaCl₂ 溶液を加え、イオン交換させた。さらに、純水で 10 回以上繰り返し洗浄したものを Ca 型モンモリロナイト試料とし、Na 型モンモリロナイトと同様に、その液性限界を 2 種類の液性限界試験(キャサグランデ法とフォールコーン法)により求めた。

キャサグランデ法

JIS 法に基づき落下回数 25 回における含水比が液性限界となる。ここでは、含水比に代えて固相率の値で比較した。

フォールコーン法

頂角 60° 重量 61.2g のコーンの先端を試料表面に接し、落下させた時の貫入量を測定し、これが 10mm に対応する固相率を求めた。

3. 実験結果と考察

Na 型、Ca 型モンモリロナイトの各間隙溶液濃度におけるキャサグランデ法の落下回数を Fig.1 に、フォールコーン法の貫入量を Fig.2 に示す。Fig.1 において、Na 型の 0.003N ~ 0.1N まではほぼ同じ傾向の直線群が得られた。Ca 型では、0.03N ~ 0.05N では Na 型とほぼ同じ直線に収束した。これは、この濃度では十分に Ca 型にイオン交換できていないことを意味していると考えられる。0.1N ~ 1N では Na 型に比べ傾きが小さく、固相率の範囲もはるかに大きくなっている。

また、Fig.2 において Na 型 0.003N ~ 0.1N まではほぼ同じ曲線に収束した。溶液濃度の影響は、あまり見られない。一方、0.3N では全く異なる値を示した。Ca 型では 0.03N ~ 0.05N では Na 型 0.003N ~ 0.1N とほぼ同様の結果となった。また Na 型試料に限れば液性限界に対応する固相率がキャサグランデ法よりもフォールコーン法の固相率が高く出ている。よってここではフォールコーンの貫入量を 13.4mm とすると、両試験がほどよく対応することが示された。ただし、Ca 型ではこ

* 岩手大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Iwate University

** 青森県十和田市役所 Towada City Hall, Aomori Prefecture

*** 岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University

れは当てはまらない。

Figs.1,2により求められた液性限界における固相率を Fig. 3に示す。Na型0.3Nは0.1N以下の濃度に比べ極端に高くなっている。Ca型モンモリロナイトにおいては0.03N~0.05NではNa型とほぼ等しく、0.1N~1Nでは10%以上と一層高くなっている。液性限界は、試料が液性を失い、一定程度のせん断強度を有する塑性体へ移行する限界状態とされ、これは一般に間隙溶液のイオンの種類と濃度に依存し変化するとされている。Na型の0.003N~0.1Nでは、6%前後、0.3Nでは11%と急増している。0.3Nでの急増は嵯峨、石川ら(2001)による流動特性の研究でも指摘されているところである。Ca型での0.05Nでは6%前後、0.1Nでは20%前後と急増している。これは0.1N以上では交換されたCaイオンが吸着され、非可逆的な粒子構造の変化が生じていることを示している。Ca型の0.05Nと0.1Nの間の急激な状態変化を粒子間に作用する力と生成される粒子構造により、定量的に検討することが求められている。

引用文献

嵯峨美由紀, 石川奈緒ら :
農土論集, 212, 23~30(2001)

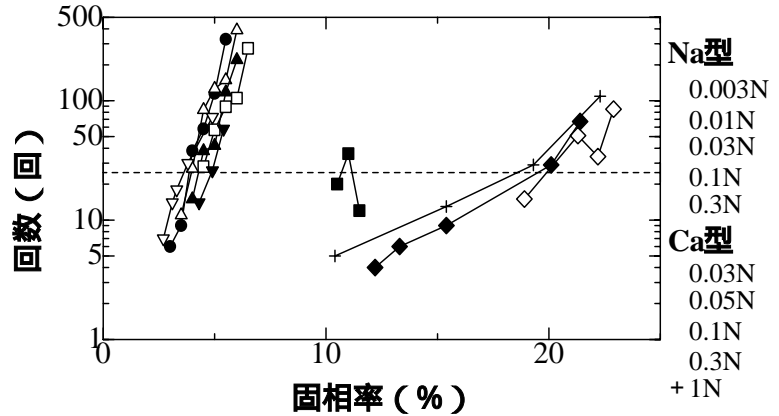


Fig. 1 液性限界試験 (キャサグランデ法) の落下回数
Na型とCa型モンモリロナイト

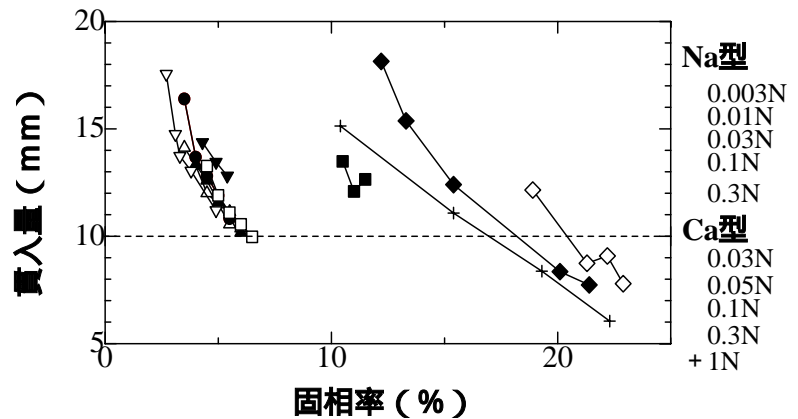


Fig. 2 液性限界試験 (フォールコーン法) の貫入量
Na型とCa型モンモリロナイト

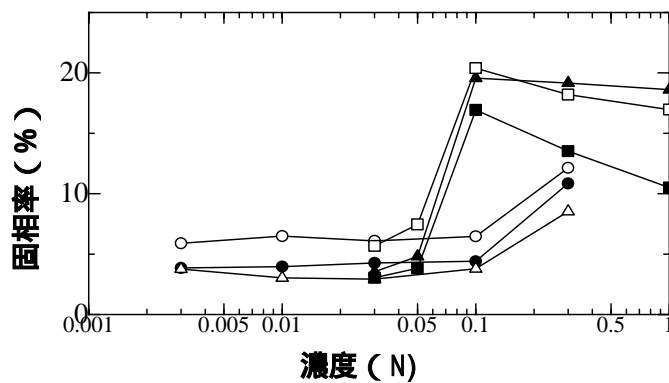


Fig.3 各液性限界試験法に対応したの固相率の値
Na型とCa型モンモリロナイト

Na型
 キャサグランデ法
 フォールコーン法 (10mm)
 フォールコーン法 (15mm)
 Ca型
 キャサグランデ法
 フォールコーン法 (10mm)
 フォールコーン法 (15mm)