

硝酸性窒素による地盤汚染と土壌の工学的性質の変化

佐賀大学理工学部 学 ○善明 真玄
佐賀大学大学院 学 El-Shafei, A.
佐賀大学大学院 学 李 海勲
佐賀大学理工学部 正 三浦 哲彦

1. はじめに

窒素肥料の広範囲にわたる使用は、先進国はもちろん、発展途上国にまでも土壌や地下水の汚染を引き起こしている。佐賀県東松浦郡において、40 カ所の井戸から水を採取した現場調査においても高い硝酸濃度が示された。硝酸性窒素汚染により影響を受けた細粒土の物理的及び工学的挙動はまだよく知られていない。本研究では、カオリナイトとモンモリロナイト系粘土、および2つの自然土の硝酸性窒素汚染による物理的、工学的特性の変化について調査し、地盤汚染のメカニズムを解明するための基礎資料とする。

2. 実験試料および実験方法

実験試料として、代表的な粘土鉱物であるカオリナイトおよびベントナイト、高い硝酸性窒素の汚染が確認された佐賀県唐津市見借における畑の深さ 1mから採取した試料（以下 Soil M と呼ぶ）、有明粘土（福富）の4つの試料を用いた。これらの試料に水を体積あたり（試料：水＝1：5）で加えて混合し、遠心分離機を用いて水を分離する操作を3回繰り返し、土粒子表面に付着している他のイオンを取り除いた。次に、これらの試料に硝酸アンモニウム NH_4NO_3 （1Mole）を添加し、その後、これらの試料に再び水を体積あたり（試料：水＝1：5）で加えて混合し、分離することにより1つのイオンで同イオン化された試料を作る。これらの試料について液性限界（ w_L ）、塑性限界（ w_p ）、流動指数（ I_p ）を測定し、 NH_4NO_3 添加による物理的特性の変化について調べた。また、粘性度試験、圧密試験および透水試験を行い、実験試料の工学的特性の変化について検討した。

3. 実験結果および考察

図1は、今回の実験で用いた4つの試料の粒度分布を示している。図2は NH_4NO_3 濃度の違いによる液性限界の変化を示している。図より、 NH_4NO_3 濃度が増加するにつれて液性限界は増加することが確認できた。この原因として、 NH_4NO_3 イオン濃度が増加することにより、綿毛化が起り間隙比が増加したことが考えられる。図3は NH_4NO_3 処理の有無による液性限界と塑性指数の関係を示している。同図

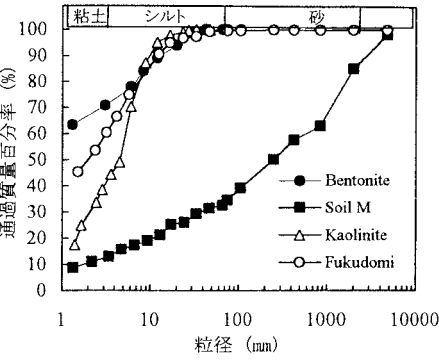


図1 粒径加積曲線

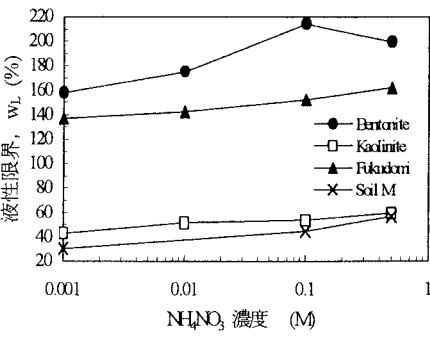


図2 NH_4NO_3 濃度変化と液性限界の関係

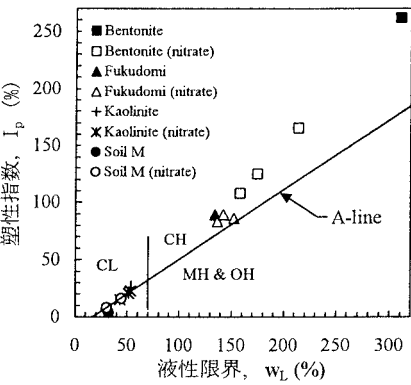


図3 塑性図

より、 NH_4NO_3 処理することにより 4 試料すべてにおいて塑性指数が減少することがわかる。

図 4 は NH_4NO_3 処理した試料の e - $\log p$ 曲線を示している。同図より、ベントナイトは他の 3 つの試料に比べて、大きな間隙比の減少が認められる。Soil M に関しては、砂分を多く含んでいるため圧縮性は小さい。有明粘土（福富）は、粘土鉱物にベントナイトおよびカオリナイトを含んでいるため図にみられるような e - $\log p$ 曲線を示した。また、有明粘土（福富）は高い圧縮圧力の下でベントナイトよりも高い間隙比を保つことが確認できた。すべての試料において NH_4NO_3 濃度が増加すると間隙比も増加し、一定荷重の下では、より高位の構造を維持することを示している。図 5 は液性限界と圧縮指数の関係を示している。低い液性限界領域では図中に示したスケンプトンの式に近く分布している。しかし、高い液性限界領域では直線式からずれる。

上述の結果は、 NH_4NO_3 の作用によって土の間隙比は大きくなり、その結果として透水係数が増大するため、硝酸性アンモニウムの土中への浸透は速められることを示唆している。

4. まとめ

畑土の一部は硝酸性窒素により高い濃度まで汚染されていることが報告されている。この現象を調べるために行った室内試験によって次のような知見を得た。

- (1) 硝酸濃度が増加するとカオリナイト、ベントナイト、有明粘土の液性限界は増加することがわかった。
- (2) 液性限界の増加の結果として綿毛化が生じ、間隙比の増加をもたらす。
- (3) このことは硝酸性窒素などの汚染物質の土壌への浸透を速めていると推察された。

【参考文献】

1) El-Shafei, A., Nagy, H., Miura, N. & Tanaka, A. (2000)

Potential impact of nitrate species migration on the subsurface environment of the Saga upland. *Int. Conf. On New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life Eco-Compatible Solution for Aquatic Environments*, July 3-7, Capri-Italy

2) Sridharan, A., Rao, S. M., & Murthy, N. S. (1986b).

Compressibility behavior of homoionized bentonites. *Geotechnique*. 36(4):551-564

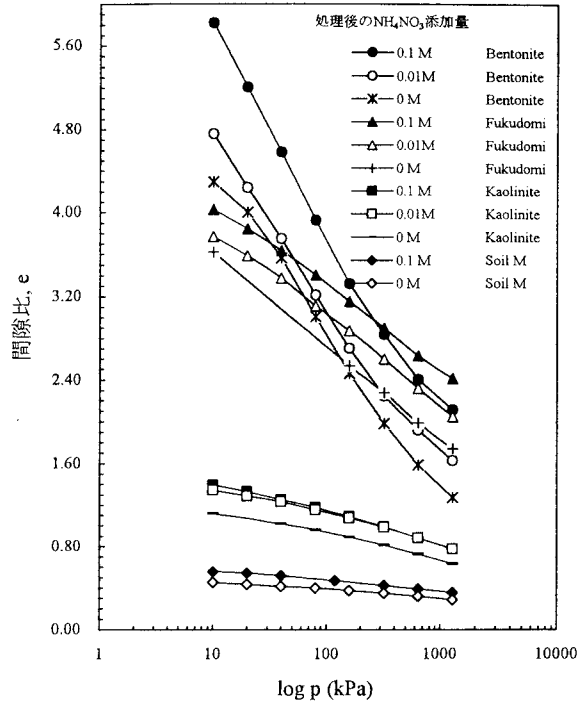


図 4 NH_4NO_3 処理した土の圧密曲線

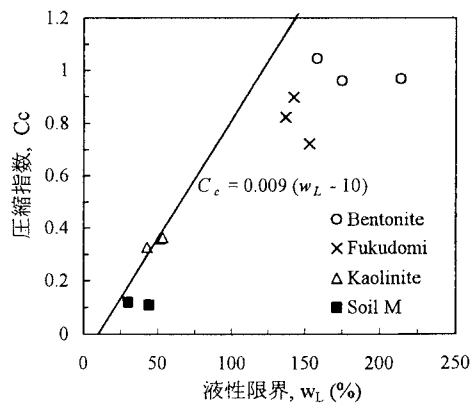


図 5 NH_4NO_3 処理した土の液性限界と圧縮指数の関係