

硝酸性窒素の土壌への浸透メカニズムと地下水汚染

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

1. はじめに

日本や米国では硝酸性窒素に関する水質基準は10mg/ l 以下と決められている。1970 年代以降、世界的に食料生産の増加に伴って化学肥料使用量が増大してきたが、それとともに硝酸性窒素による土壌や地下水の汚染も広がってきた。佐賀県東松浦郡において40 ヲ所の井戸から水を採取した現場調査においても基準値を超える高い硝酸濃度が示された(図1)。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、硝酸性窒素汚染による土壌の物理的、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

表 1 試料の物理特性

試 料	密度 (g/cm ³)	含有率(%)		
		砂	シルト	粘土
ベントナイト	2.72	0.0	33.0	67.0
カオリナイト	2.61	0.0	66.0	34.0
有明粘土	2.60	0.4	47.6	51.0
神田土	2.60	58.0	25.0	17.0

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神田地域における畑の深さ 1mから採取した試料（以下神田土と呼ぶ）、有明粘土の4つの試料を用いた。これらの試料に水を容積比が試料：水＝1：5の割合で加えて混合し、遠心分離機を用いて水を分離する操作を繰り返して、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 NH₄NO₃ (1Mol) を添加し、これらの試料に再び水を加えて（試料：水＝1：5）混合、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った。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_f) を測定して、NH₄NO₃ 添加による物理的特性の変化について

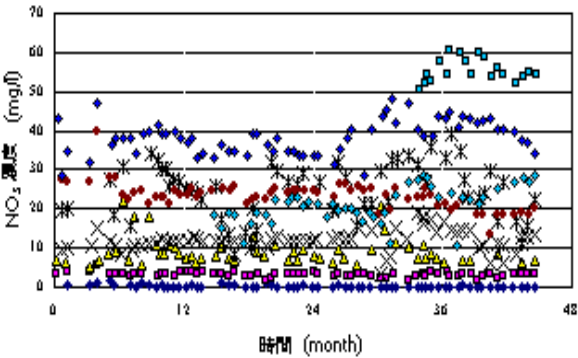


図 1 井戸水の NO₃ 濃度変化(佐賀県東松浦郡)

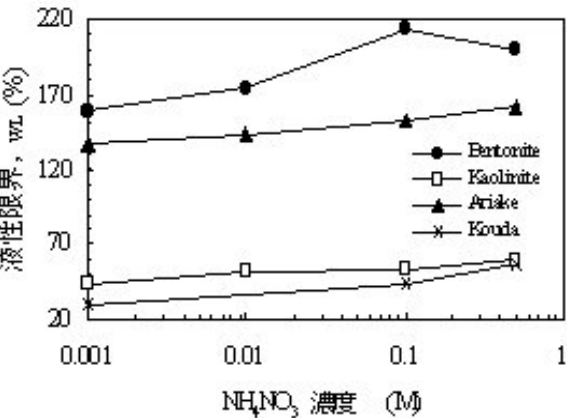


図 2 NH₄NO₃ 濃度変化と液性限界の関係

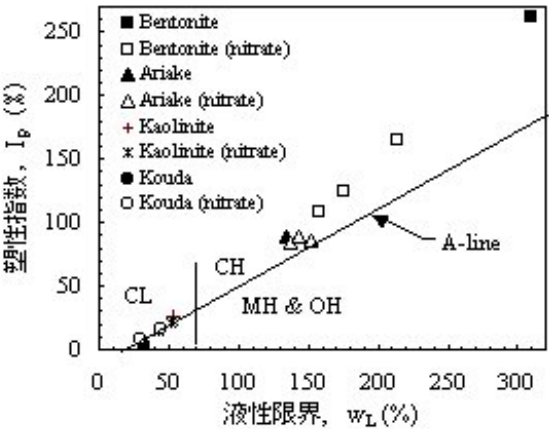


図 3 塑性図

キーワード；硝酸性窒素、地下水、コンシステンシー、透水性、間隙比 (佐賀市本庄町 1・0952-28-8585・0952-28-8190)

て調べた。また、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

表 1 は、今回の実験で用いた 4 つの試料の物理特性を示している。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。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。神田土に関しては、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 は神田土における間隙比と透水係数の関係を示している。 NH_4NO_3 濃度が増加することにより透水係数が大きくなる。

上述の結果の原因として、 NH_4NO_3 の作用によって土粒子構造の変化が考えられ、今後各試料に対する X 線回折試験および陽イオン交換容量 (CEC) 試験を行う。

4. まとめ

一部の畑土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確認された。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。(2) 一定荷重の下で硝酸濃度が増加すると間隙比が増加する。(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.

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

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

3) Kikuo Kumazawa (1999), Present State of Nitrate Pollution in Groundwater. 日本土壌肥科学雑誌 第 70 巻.

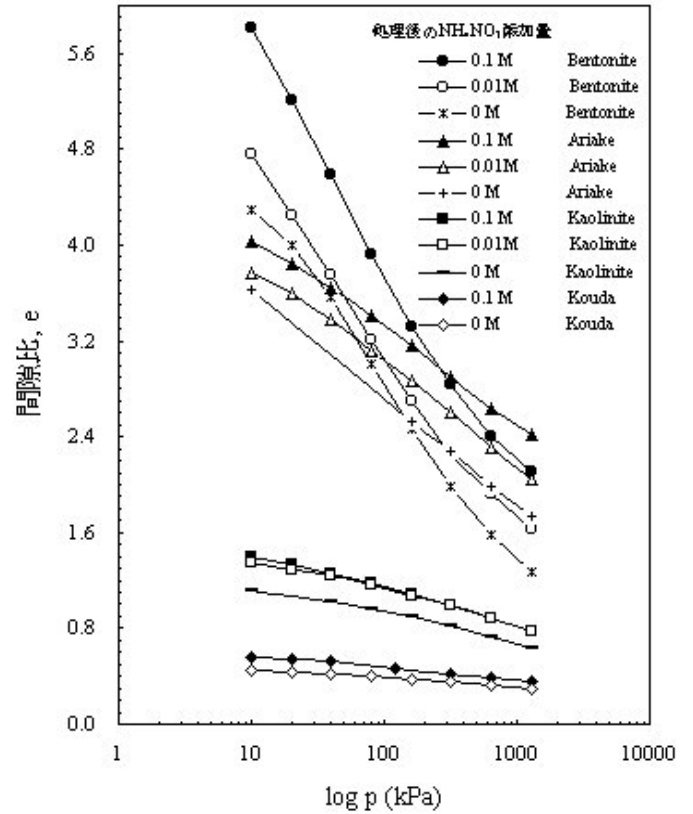


図 4 NH_4NO_3 処理した土の圧密曲線

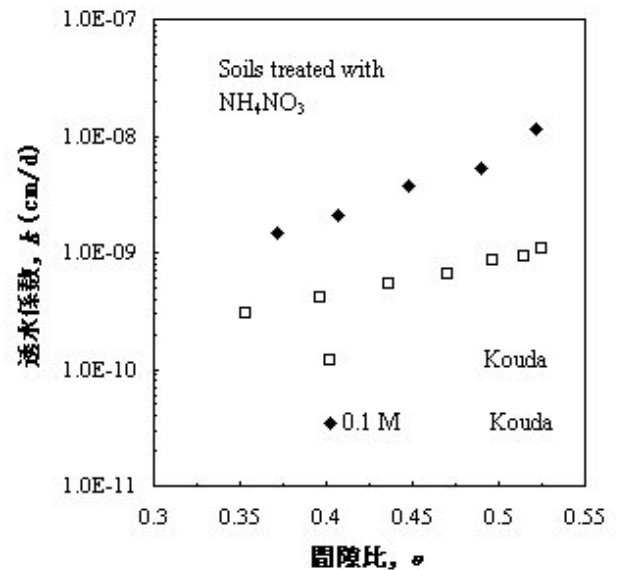


図 5 NH_4NO_3 処理した神田土の間隙比～透水係数関係