

水質が黄土の臨界凝集濃度に与える影響

Effect of water quality on critical coagulation concentration of Yellow loess

○西村 拓*、鈴木光雄**
○ Taku Nishimura*, M. Suzuki**

1. はじめに

乾燥地、半乾燥地は、降水量は乏しいが、日射量に恵まれており、水資源が確保され、適切に灌漑を行うことができれば食料の増産が期待できる。乾燥地においては、地下水を灌漑水として使用することが多い。多くの場合、地下水には、塩類が含まれる。たとえば、中国甘肅省武威市では、浅層地下水で 1.7dS m^{-1} 、50m 程度の深い地下水で 0.6dS m^{-1} の電解質が検出された。このような水を用いた灌漑は、塩類を農耕地に投入し、塩類集積のリクスを増すと考えられる(野口、2005、Kumar et al. 2006)。

近年、太陽光発電を動力源とした逆浸透膜や電気透析による水質改善プラントの導入が乾燥地を中心に検討されている(Kurokawa et al. 2007)。除塩した水は、植物の生長に適しているが、他方、水質の変化が土中の粘土の分散・凝集特性を変えることがある(西村、取出 2003)。粘土画分の分散に伴う間隙の目詰まりは、透水性の低下(Frenkel et al., 1978)や土壌浸食(Lado et al., 1978)を促進する原因となる。

本研究では、黄土を対象に灌漑水の水質の変化が粘土画分の分散・凝集に与える影響を明らかにすることを目的に、粘土鉱物の同定、と懸濁液の分散凝集試験をおこなった。

2. 材料・方法

試料 供試土には、中国甘肅省武威市北部の畑の深さ 10~50cm の土を用いた。土粒子密度が 2.696g cm^{-3} 、土性は Sandy Loam であった。また、比較のために、カオリン(関東化学)も分散凝集実験に使用した。

X 線回折 粘土懸濁液を分取し、MgCl または

KCl 溶液で洗浄し、Mg もしくは K イオンで飽和する。Mg 飽和試料はそのままスライドグラスに滴下乾燥させ、一部はそのまま、他方はグリセリンを滴下した後に X 線回折にかける。K 飽和試料は、同様にスライドグラスに付着させた後に、常温、 350°C 加熱後、 550°C 加熱後に X 線回折を行う。

分散凝集試験 黄土の粘土画分を沈降法で採取し、懸濁液の粘土濃度調節(5g/L)後に、電解質濃度・pH・SAR を予め調整した溶液と混合する。懸濁液中の粘土画分を各溶液で数回洗浄した後に、超音波分散器で懸濁させた粘土懸濁液 20 ml を試験管内で 3 時間沈降させる。水面から 4cm の位置で上澄み液を採取し、分光光度計(波長 700nm)で透過度を測定する。透過度から粘土濃度を算出し、粘土残存量が 20% となる電解質濃度を臨界凝集濃度(CCC)と決める。

3. 結果と考察

X 線回折

粘土鉱物の同定のために X 線回折を行った。武威の粘土鉱物はカオリナイトが主で、イライト、

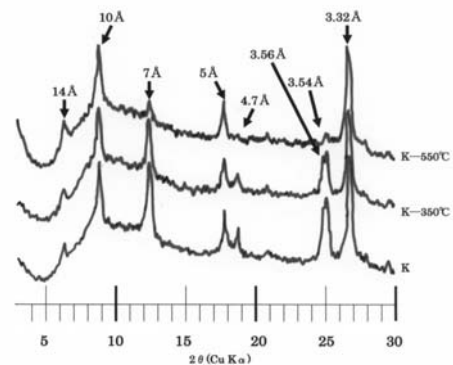


Fig.1 X ray diffraction pattern of K treated Yellow loess clay.

*: 東京大学大学院農学生命科学研究科(University of Tokyo)、**: 東京農工大学大学院農学教育部 (Tokyo University of Agriculture and Technology)

キーワード: 分散凝集、炭酸カルシウム、SAR

クロライトが随伴することがわかった(Fig.1)。

黄土粘土懸濁液の分散凝集

Fig.2,3 に懸濁させる溶液の SAR、pH を変化させたときのカオリンと黄土粘土の臨界凝集濃度 (CCC) の変化を示した。黄土粘土は、カオリナイトが主体ではあるが、イライト、クロライトなどの随伴粘土鉱物や黄色を示す酸化物(鉄など)の影響で CCC の値が低くなったものと考えられる。

カオリンは、pH が高くなるにつれて、CCC が増大したが、黄土粘土懸濁液では、溶液の pH を変えても CCC があまり変化しなかった。カオリンは、溶液の pH を変えると、懸濁液の pH もそれに追従して変化した。しかし、黄土粘土は、懸濁させる溶液の pH を変えて、5 回洗浄した後も、静置して凝集を観察した後の懸濁液 pH が 9~10 でほぼ一定の値になった。pH が常に一定になってしまうことが、Fig.3 で溶液 pH を変化させても CCC が変わらなかった理由であると考えられる。

黄土粘土懸濁液の pH が 9~10 で安定していたことから、土に緩衝的な物質が含まれており、これが黄土粘土の分散・凝集に影響を与えていると考え、懸濁液上澄み液中の元素濃度を原子吸光分光計で測定した。その結果、黄土粘土 100 mg に 20ml の蒸留水を加え遠心分離した上澄み液中に、0.017 mMc L⁻¹ の Ca を検出した。さらに、塩酸処理で全ての Ca を溶解すると、黄土粘土は 0.26 mMc/g-soil 程度の Ca を含んでいた。溶解の様子や pH を上昇させることから、この Ca は炭酸 Ca 態であると考えられる。

SAR=∞の溶液と混合した場合、CCC は 2.1~2.9mmolc L⁻¹であった(Fig.3)。この時、固相から溶出した0.017 mMc L⁻¹のCaが存在すると、懸濁液としては、SAR=23~30 程度になる。すなわち、蒸留水や SAR=∞の溶液を黄土に加えても、炭酸Caの溶解平衡によって、Caイオンが液相に放出され、著しい分散が起きないようにする機構があると考えられる。また、逆に、この炭酸Caが全て溶脱するまで灌漑を継続した場合には、現場土壌の分散凝集特性や土壌構造の安定性が変化すると予想される。

4. まとめ

中国甘粛省武威市で採取したカオリナイト、イライト、クロライトを粘土として含む黄土粘土懸濁液の分散凝集特性を調べた。その結果、土中の

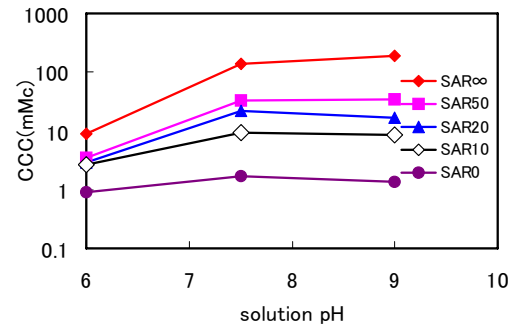


Fig.2 Effect of SAR and pH of mixing solution on CCC of pure Kaolinite suspension.

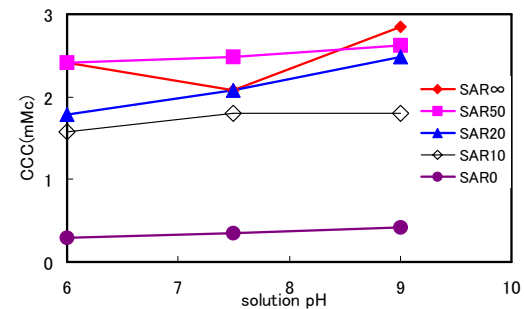


Fig.3 Effect of SAR and pH of mixing solution on CCC of Yellow loess clay suspension.

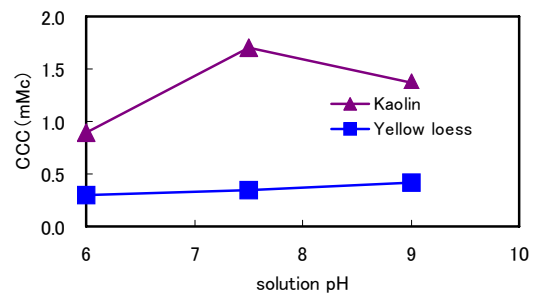


Fig.4 Response of Na-clay suspension of pure Kallinite and Yellow loess clay under variable pH.

炭酸CaによるpH緩衝能ならびにCaイオン溶出が分散凝集特性に影響していることがわかった。

参考文献 Frenkel et al.(1979)Soil Sci. Soc. Am. J.42: 32-39.Kumar et al. J. of Arid Land Studies, 15(4), pp.499-503, (2006) Kurokawa et al. (2006) Energy from the desert. Earthscan. Lado et al.(1991) Soil Sci. Soc. Am. J.42: 32-39.西村、取出(2003) 第7章 土のコロイド現象、学界出版センター野口拓馬 (2005) 乾燥地における持続的な灌漑農業の確立のための水・塩動態の検討.東京農工大学修士論文.

謝辞: 本研究の実施にあたり、東京農工大学の加藤誠教授、鈴木創三教授、田中治夫准教授他の皆様に多くの助力を頂いた。ここに記して感謝する。