

鳥取マサ土の表面流出に及ぼす降水の pH と電解質の影響 (Effect of pH and Electrolyte on Runoff of Tottori Masa soil)

山田健太¹・小林幹佳²・藤巻晴行³

¹筑波大学大学院 生命環境科学研究科・²筑波大学 生命環境系・³鳥取大学 乾燥地研究センター

要旨(Abstract)：本研究では、小型人工降雨装置を作成し、降水の pH、電解質の種類が土壌表面からの流出水の発生に及ぼす影響について検討した。実験から、表面流出の発生は酸性で抑制され、アルカリ性で促進されることが明らかとなった。これは土粒子の ζ 電位の大きさに対応していた。また、土粒子間の静電的反発力のない急速凝集領域にある 1M NaCl、1mM CaCl₂ の降水実験の結果、Ca 降水の方が表面流出発生の抑制効果があった。

テーマ：土壌侵食抑制 Soil erosion reduction

キーワード：(1)土壌コロイド (2)クラスト (3)ゼータ電位 (4)凝集・分散

Key words：(1)Soil colloid (2)Crust (3)Zeta potential (4)Flocculation and Dispersion

1. はじめに

畑地や造成直後の裸地面では、降雨やスプリンクラー灌漑の際に、土壌表層にクラストとよばれる下層より密で透水性の低い層が形成される。クラストは雨滴の衝撃により細粒化された土粒子が浸潤水と共に土壌下方へ流れる際、土壌間隙内で目詰まりを起こすことで形成される。クラスト形成により発生する地表面流出水は、畑地からの栄養塩類流亡や、水食・洪水の原因となっている。

土粒子の分散抑制による土壌侵食の低減に向けて、Agassi ら¹⁾は降雨の電解質濃度を変化させた降雨実験を行い、電解質濃度が高いほど表面流出発生の抑制効果があることを明らかにした。しかし、土粒子の凝集分散に関する土壌コロイドの界面化学特性の評価までは実施されていない。本研究では、降水の pH、電解質の種類を変化させて降雨実験を行い、表面流出の発生過程と土壌コロイド粒子の界面化学特性の関係性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験の種類・方法

(1) 実験試料：土壌試料には鳥取マサ土を用い、電解質には 1 価塩の NaCl、2 価塩の CaCl₂、pH 調整剤には HCl、NaOH を使用した。

(2) 実験方法：土壌コロイドの荷電特性を把握

するために、75 μ m 篩通過土粒子の電気泳動移動度の測定を行った。まず、土壌懸濁液の濃度が 5g/L になるように、電解質の濃度、種類、pH を系統的に変化させ懸濁液を作成した。懸濁液作成後、超音波分散機で 10 分間分散させ、20°C の恒温水槽に 2 時間静置後、懸濁液の pH と土粒子の電気泳動移動度を測定した。

降水実験に用いる降水溶液の条件を決めるために、凝集沈降実験を行った。75 μ m 篩通過土粒子を用い、電気泳動移動度測定と同様の手順で土壌懸濁液を作成後、懸濁液上澄み水の透過率、pH を測定した。

降水実験は、内径 4.1cm のカラムに 2mm 篩通過マサ土を乾燥密度 1.25g/cm³ になるように詰め、降水溶液で毛管飽和した後、高さ 2.3m から電解質の種類、pH を変化させた降水を滴下し、発生する表面流出量の時間変化を測定した(Fig.1)。

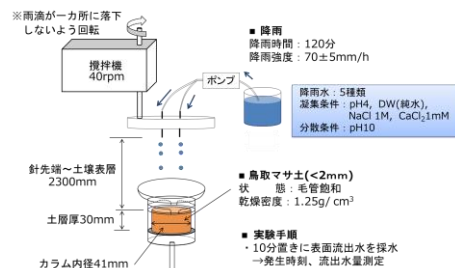


Fig.1 人工降雨装置概略図

3. 結果と考察

Fig.2 にζ 電位と pH の関係を示す。ζ 電位は、得られた電気泳動移動度の値からスモルコフスキーの式により算出した。測定結果から、鳥取マサ土のζ 電位は負の値を示し、負電荷を持つことがわかる。ζ 電位の絶対値は、酸性側で 0 に近づき、アルカリ側で大きくなるのが明らかとなった。また、濃度が同じにも関わらず、対イオンの価数の高い Ca の方がζ 電位の絶対値の値は 0 に近いことが明らかとなった。

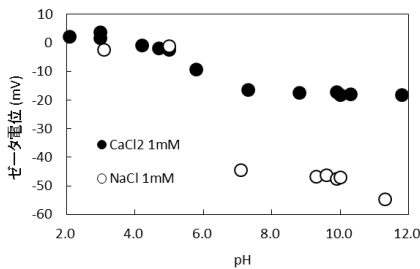


Fig.2 鳥取マサ土のζ 電位と pH の関係

Fig.3 に、凝集沈降実験で得られた上澄み水の透過率と pH の関係を示す。純水の透過率を 100% として測定したため、透過率が高いほど凝集沈降が促進されていることを表す。実験結果から、pH が低く、塩濃度が高く、対イオンの価数が高いほど、透過率が高く、凝集が促進されていることがわかる。また、1M NaCl、1mM CaCl₂ では pH によらず透過率は一定である。これは、この濃度では土粒子間に静電的反発力の働かない急速凝集領域にあることを示している。

Fig.4 に降水溶液を変化させ降水実験を行ったときの、表面流出量と降水時間の関係を示す。pH の影響として、凝集条件(純水(pH6-7)、pH4)より分散条件(pH10)の方が表面流出の発生は早く、最終流出速度も高いことが明らかとなった。NaCl 1M と CaCl₂ 1mM はどちらも急速凝集領域であるにも関わらず、Ca より Na の方が表面流出の発生は早く、最終流出速度は高くなることが明らかとなった。Kobayashi²⁾によると、Ca 溶液で形成された土壌フロックの強度は、Na 溶液で形成されたフ

ロックの強度より約 2.5 倍高いという報告がある。このことから、Ca フロックより Na フロックの方が雨滴の衝撃により分散しやすく、クラストが早く形成され、表面流出の発生が早くなったと考えられる。

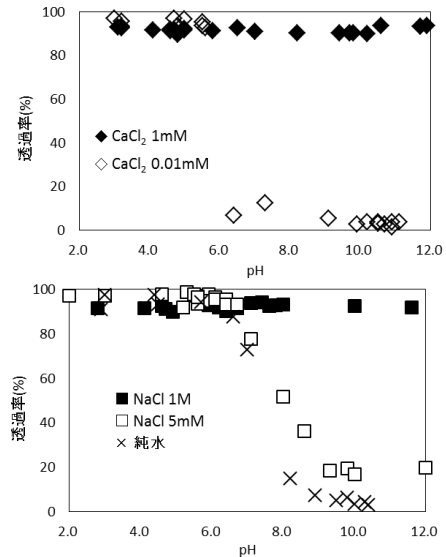


Fig.3 電解質濃度を変化させたときの透過率と pH の関係 (上)CaCl₂ (下)NaCl、純水

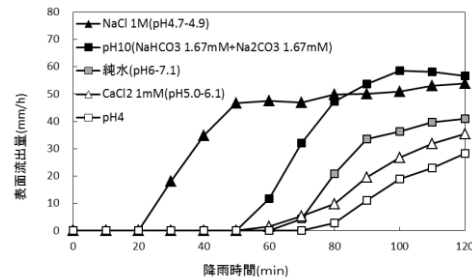


Fig.4 降水溶液を変化させたときの表面流出量と流出時間の関係

4. まとめ

電気泳動移動度測定、凝集沈降実験から、pH が低く、塩濃度が高く、対イオンの価数が高いほど、凝集が促進されることが明らかとなった。また、鳥取マサ土の凝集分散挙動は古典的 DLVO 理論に従うことが明らかとなった。

pH、塩溶液の種類を変化させ降水実験を行った。表面流出の発生は酸性で抑制され、アルカリ性で促進されることが明らかとなった。また、Na より Ca の方が表面流出の抑制効果があった。これは、フロック強度の影響によるものと推察される。

参考文献

- 1)M. Agasshi *et al*, Soil Sci. Am. J. (1981) 45:848-851
- 2)M. Kobayashi, Water Research 39 (2005) 3273-3278