

雨滴侵食に対するポリイオン複合体の抑制効果

Prevention Effect of Polyion Complex as a Soil Amendment against Raindrop Erosion

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

土壌表層に高分子電解質複合体(IPC)溶液を散布し、降雨シミュレータを用いて侵食実験を行った。その結果、PIC 溶液の散布量の増加に伴い、表面流出水と流亡土の発生量が劇的に低下することが明らかとなった。表層に形成された IPC ゲルが土粒子間の結合剤として作用し土壌の構造を安定化させたため、侵食量が低減したと推察された。

キーワード：高分子電解質複合体、コロイド、土壌侵食、クラスト、土壌構造安定化

Key words: inter-polyelectrolyte complex, soil colloid, soil erosion, crust, soil stabilization

1. はじめに

水食による耕作地の作土層の流亡は、土壌の保持する有機物、肥料、農薬を圃場外へ移動させ、耕作地の作物生産力の低下を招くとともに、下流域や周辺地域の環境を悪化させる。土壌資源の保全および持続的な利用や汚染物質の移動抑制を図る上で、水食の抑制対策が求められている。IPC による表土の固化技術は、放射性物質の風による飛散防止、汚染土の除去技術として提案されており、その効果はチェルノブイリ原発事故の現場で実証され、高く評価されている¹⁾²⁾。また、水路を用いた実験によって、IPC が表面流による侵食に対する抑制効果を示すことが報告されている³⁾。水食の発生は雨滴の衝撃力や表面流のせん断力による土壌の剥離を発端とする。雨滴の運動エネルギーは表面流の運動エネルギーに比べて非常に大きい⁴⁾。しかしながら、これまで雨滴侵食に対する IPC の抑制効果は検討されていない。そこで本研究では侵食抑制剤として IPC 溶液を用いた侵食実験を行い、雨滴侵食に対する IPC の抑制効果を明らかにすることを目的とした。

2. 試料と方法

(1) 土壌試料

水食による土壌侵食が懸念されている鳥取マサ土を用いた。マサ土は花崗岩が風化されて生成された土壌のため、砂分の比率が高く、雨水や表面流による水食を受けやすい。マサ土の土壌物理性として、土性、土粒子密度、飽和透水係数を測定した。土性は、比重計法により測定した粒度分布から国際土壌学会分類法を用いて砂壤土に分類した。土粒子密度は 2.63 g/cm^3 、飽和透水係数は $1.14 \times 10^3 \text{ mm/h}$ であった。

(2) 高分子電解質複合体 (IPC) 溶液

IPC 溶液の調製は、熊沢ら¹⁾の合成 IPC 溶液の調整法を参考にした。ポリアニオンとしてポリアクリル酸 (分子量約 150,000、以下 PAA)、ポリカチオンにはポリジアリルジメチルアンモニウムクロリド (分子量 400,000~500,000、以下 PDADMAC)、電解質溶液に硝酸カリウム (KNO_3)、pH 調整剤として水酸化カリウム (KOH) を用いた。これらを混合して、PDADMAC 1wt%、PAA 0.435 wt%、0.5 M KNO_3 、0.06 M KOH の IPC 溶液を作成した。NaCl や KNO_3 などを加えた適切な塩濃度の水溶液中では、ポリカチオンとポリアニオンの引力的な静電相互作用が遮蔽され、両者が均一に溶解した透明な溶液が形成される。この溶液に水を加えるなどして塩濃度を低下させると、

IPC 溶液の平衡状態は変化しゲル状態へと変化させることができる。この IPC ゲルは土粒子間の結合剤として働く。

(3) 降雨実験

降雨実験の概略図を図 1 に示す。土槽は乾燥密度が 1.25 g/cm^3 になるように 2 mm で篩分けたマサ土を 2 cm ずつ撒きだし詰めて作成した。作成した土槽を毛管飽和させた後、表層へ IPC 溶液を散布した。溶液の散布は、 0 、 1 、 3 L/m^2 の 3 条件とした。散布後、傾斜角 10° の傾斜台に静置して雨滴を与えた。人工降雨装置は鳥取大学乾燥地研究センター内に設置されている降雨シミュレーターを用いた。降雨時間を 2 時間、降雨強度を 70 mm/h に設定した。この降雨強度は鳥取マサ土の飽和透水係数に比べて非常に小さいため、土壌構造が変化しなければ、表面流出は発生しないと考えられる。実験中に発生する表面流出水を降雨 10 分毎に採水し、実験終了後、採水した表面流出の水量および表面流出水に含まれる流亡土量を測定した。

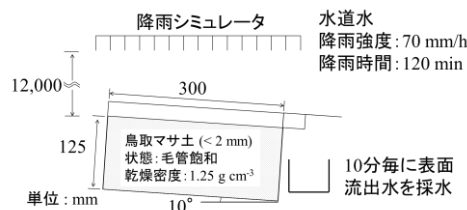


図 1 降雨実験の概略図

3. 結果と考察

図 2 は実験中に発生する表面流出水の積算量を示す。降雨 2 時間後の表面流出水の積算量は、IPC 溶液“散布無し”のとき約 78 mm 、“ 1 L/m^2 ”では約 58 mm 、“ 3 L/m^2 ”では 1 mm であった。図 2 から IPC 溶液の散布量の増加に伴い、表面流出水の積算量は減少することが明らかとなった。図 3 は土壌表面の面積あたりに発生した流亡土の積算量を示す。降雨 2 時間後の流亡土の積算量は、“散布無し”のとき約 80 g/m^2 、“ 1 L/m^2 ”では 32 g/m^2 、“ 3 L/m^2 ”では僅か 5 g/m^2 であった。流亡土量は IPC 溶液の散布量の増加に伴い減少することが明らかとなった。

図 2、3 の結果より、表層へ散布した IPC 溶液の塩濃度が降雨により低下し、土壌表層に IPC ゲルが形成されたと考えられる。すなわち、IPC ゲルが土粒子間の結合剤として作用し、土粒子の分散を抑制し、クラストの形成を遅延させたと考えられる。また土粒子の剥離を抑制する効果が顕著に表れることが明らかとなった。

5. まとめ

雨滴侵食に対する IPC の抑制効果を検討するために、降雨シミュレーターを用いて侵食実験を行った。その結果、IPC 溶液の散布量の増加に伴って、表面流出水および流亡土の発生量が低下することが明らかとなった。これは IPC が土粒子間の結合剤として作用することで、土壌構造を安定化させたため、土粒子の剥離を抑制したと推察される。

参考文献

- 1) 熊沢紀之, 小沢達也, V. G. Sergeev, V. B. Rogacheva, A.B. Zezin(2002): チェルノブイリ原子力発電所事故の化学処理法の東海村への適用. 茨城大学地域総合研究所年報, 東海村臨界事故と地域社会, pp. 69-75.
- 2) A. B. Zezin, 熊沢紀之(1999): チェルノブイリ原子力発電所の化学処理放射能汚染拡大を防ぐためにロシアの化学者はどう対処したのか, 現代化学, pp. 30-38.
- 3) I.A.E.A.(2004): The Long Term Stabilization of Uranium Mill Tailings, pp. 265-279.
- 4) 宮崎毅, 長谷川周一, 粕淵辰明(2005): 土壌物理学, pp. 113-125.

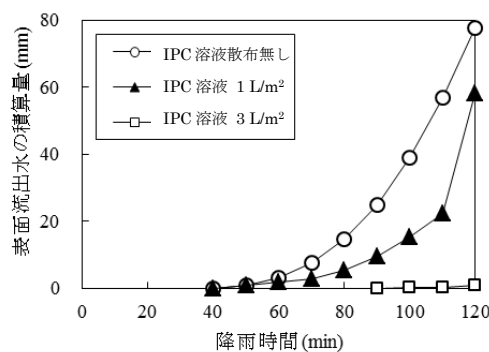


図 2 表面流出水の積算量と降雨時間の関係

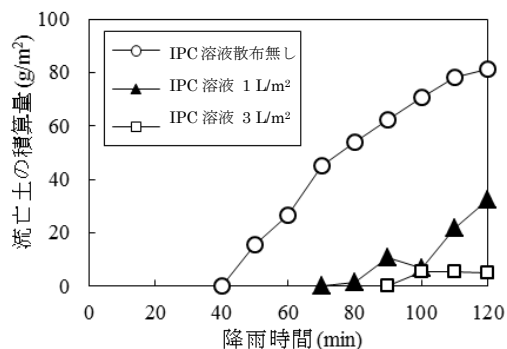


図 3 流亡土の積算量と降雨時間の関係