

下方浸透促進による地表からの放射性降下物削減の試み

Radioactive fallout removal from surface soils by enhancing vertical transport.

森 也寸志¹・宮本珠未¹・稲生栄子²・登尾浩助³・末継 淳¹

¹岡山大学・²宮城県農業・園芸総合研究所・³明治大学

要旨(Abstract)

排水不良地では、表面流発生やクラスト形成、また近年増加傾向にある強雨によって表層土壌が失われる劣化プロセスにさらされる可能性が高い。本研究では、東日本大震災の過程で放射性物質の降下があった排水不良の果樹園において、下方浸透促進技術を使って放射性物質を根群域下に移動させ、廃棄土壌を発生させずに地表における放射線量を減ずることを試みた。カラム実験では放射性物質が下方に移動し、かつ排水からは未検出という初期の知見を得た。

キーワード：放射性物質，浸透，マクロポア

Key words: radioactive fallout, infiltration, macropore

1. はじめに

東日本大震災の地震と津波に続いて起こった福島第一原子力発電所の事故によって、福島をはじめとして複数の地域に放射性物質が降下した。主な物質は放射性セシウム Cs137 で、除染のために、農学的手法としては、表土はぎ、天地返しに効果が有ると認められている。しかし、平地以外の森林、果樹園などの傾斜地、狭大な土地では実施が難しい。また、現在実施されている技術は廃棄土壌の発生が著しく、その扱いが二次的な社会問題にすらなっている。

人工マクロポア（図-1）という自然の間隙構造を模した技術を使うと、浸透性が悪く有機物量の少ない土壌でも下方浸透が促進され、一部の土地では土壌の有機物が増加し、植生の回復が見られた。この技術を応用して、可動性の放射性物質を根群域下に導入できれば、地面の中で粘土鉱物に強固に吸着し、廃棄土を伴わずに土壌深部に放射性物質を留められる可能性があり、有効な技術になる。本研究では排水不良の果樹園において、人工マクロポアを土壌中に作成し、下方浸透を促して排水改善を行い、土壌環境の修復を試みると共に、表層土壌における放射線量の低減を試みた。

2. 調査と実験の方法

排水不良の問題があり、かつ放射性物質の降下の影響を受けた宮城県南部の果樹園（柿）で 2012 年 5 月に現場調査を行った。土壌水分計（米国 Stevens 社）を用いて土壌水分、電気伝導度と土壌温度の測定を行い、環境放射線モニタ（Horiba, Radi PA-1100）を用いて、表層土壌の放射線量（ γ 線の線量当量率）も測定した。併せて、人工マクロポアを 1m 間隔で 5 本設置し、下方浸透促進による土壌環境の改善を試みた。肥料である硫酸アンモニウム（硫安）は、セシウムイオンを交換・溶脱させる可能性があるため、人工マクロポアの有無、硫安の有無が表層土壌の放射線量の低減に与える効果をそれぞれ検証した（合計 4 処理）。

同年 9 月には長さ 30cm の土壌カラムを採取

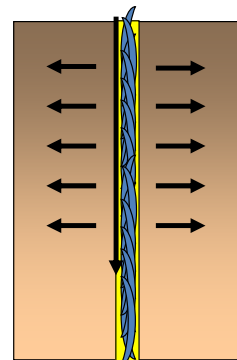


図-1 人工マクロポア

し、人工マクロポアを用いて、下方浸透促進による土壤環境改善の室内実験を行った。(4 処理5 反復, 計 20 本). 灌水は週 2 回, 1 回 50 ml, 計 400 ml を 1 ヶ月間浸透させた. なお人工マクロポア底部にはゼオライトを埋設し, 物質質量としては微量であるセシウムを吸着できるようにした. 実験後, 土壤カラムを土壤表面から 2, 5, 5, 5, 5, 5, 3 cm に切断し, 専用の容器に詰め, 放射線量の測定を行った.

3. 結果と考察

透水係数は $2.51 \times 10^{-6} - 3.02 \times 10^{-5} \text{ cm s}^{-1}$ の値を示し, 調査地が排水不良地であり, 透水性改善が必要であることがわかった. 現地で人工マクロポア設置の効果を 4 ヶ月後に調査すると, わずかながら放射線量の低下が観察された. 置換が期待された硫安区での放射線量の低下は判断できず, さらなる実験の検討と経過観察の必要性があると考えられた.

室内におけるカラム実験では排水不良のため湛水が見られるものがあつたが, 人工マクロポア設置区では湛水が見られず, 雨水の下方浸透が促されていた. 人工マクロポアは下方浸透を促進し, 排水不良地の土壤環境を改善できる可能性がある. なお, 排水からは放射線は検出されなかつた.

浸透実験の結果 (図-2) を見ると, 表層から 1 層目が最も高く, 2 層, 3 層の順に低くなつていくことがわかる. セシウムは, 土壤に吸着すると溶出しにくくなり, 土壤表層に留まつて動かないと一般に言われているが, この実験によって移動しやすい放射性物質が一定割合で存在することがわかつた. 土壤表層に有機物も多く, 緩く結合した状態のセシウムがこの移動に寄与していると考えられた. 人工マクロポアが有る方が, より下方に放射性物質を移動させることがわかつた. また, 地中に導入された後はおそらく直後に土壤に吸着するため排水からは検出されなかつたと考えられた.

放射性物質は降下直後, すぐに土壤に吸着し

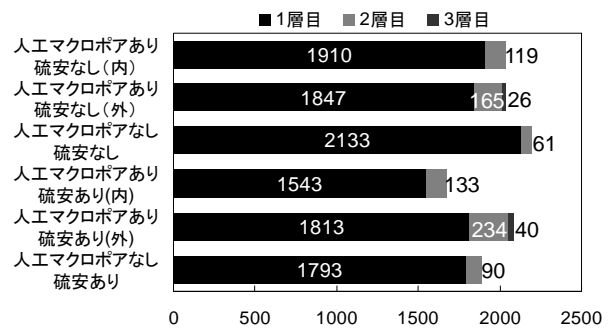


図-2 下方浸透促進後の放射能(Bq/kg)

たわけではなく, しばらくは交換されやすい形で, 可溶性塩類などのイオン性物質と共に移動しやすい状態であつたと考えられる. 人工マクロポアを利用し下方浸透を促進することで, 土壤表面から放射性物質を土壤下方へ遠ざけることが可能で, 放射線量低減技術としても有効であると考えられた. 逆に, 一度有機物に吸着した放射性物質でも, 有機物の分解過程において可動性となり降雨などと共に移動する可能性があるとも推測された. 今後は下方浸透にあわせて根群域をバイパスさせること, また, 硫安ではなく, カリウムを利用することで植物への吸収抑制を視野に入れた技術開発が必要だと考えられた.

4. おわりに

人工マクロポアを用いた放射線量低減技術は, 一般に行われている除染技術と比べ, 廃土処理が必要ないこと, 大型機械が必要ないこと, 不定形の場所や森林などの斜面にも適用できること, 安価で容易に作成できることなどの利点がある. 今回の実験では排水から放射性物質は観察されず初期の成果を見せたが, 今後は植物の吸収抑制も含めた技術としての開発がさらに必要だと考える.

謝辞

本研究の成果の一部は, 最先端・次世代研究開発支援プログラム (JSPS) から発展的に得られたものである. また, 農家の方や現地関係者には調査に対して多大なるご配慮をいただいた. 感謝する次第である.