

下方浸透促進による地表の放射性物質削減と根群域回避の試み

Enhancing Radioactive Fallout Removal from the Surface Soils by using Artificial Macropore Transport System.

森 也寸志¹・佐藤直樹¹・宮本珠未¹・稲生栄子²・登尾浩助³

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)

東日本大震災の際には原子力発電所の事故により東北地方を含む複数の県に放射性物質が降下した。表土はぎや天地返しは放射性物質の除去に有効とされるが、比較的広い低平地にしか適用できず、傾斜地や森林などは手つかずの状態である。本研究では、下方浸透促進に効果のあった人工マクロポアを使って表層に集積する放射性物質を下方移動させ、固定させることを試みた。さらに、根群域での吸収を防止するために根群域をバイパスする浸透の技術構築を行った。

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、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、森林、果樹園などの傾斜地、狭矮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を伴い、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 中央）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、可動態の放射性物質を根群域下に誘導できれば、地中で粘土鉱物に強固に吸着し、廃棄土を伴わずに土壌中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。本研究では果樹園で人工マクロポアを土壌中に作成し、表層土壌における放射線量の低減を試みた。さらに根群域を回避するために表面被覆型の人工マクロポア（図-1 右）を考案し、室内実験によってその効果を評価した。

2. 調査と実験の方法

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）。翌年9月には長さ30cmの土壌カラムを採取し、土壌表面から2, 3, 5, 5, 5, 5, 5 cmに切断し、放射線量の測定を行った。

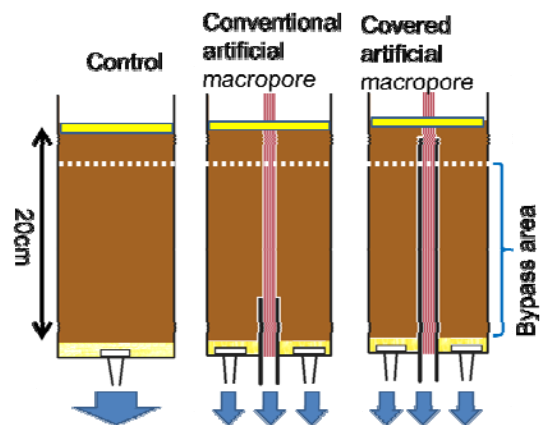


図-1 人工マクロポアによる室内実験
(中央は圃場で用いた従来型マクロポア)

上記野外実験では放射性物質は土壤鉍物に固定される可能性が高いが、浸透中に植物によって吸収される可能性がある。そこで図-1 右側に示す表面被覆型人工マクロポアという構造を新たに考え、移動のマーカースとしてカリウムを使い、根群域をバイパスさせる効果を評価した。養分・汚染物質など土壤表層の物質は出水時に流亡する可能性が高いため、25mmh⁻¹の降雨を1時間ずつ週2回、合計100mmを土壤カラムに降らせ、排水量と排水に含まれるカリウム量を計測した。

3. 結果と考察

野外実験： 放射性物質のほとんどは表層に集積しているが、このうち有機物に吸着し土壤の鉍物に固定されず、交換態のままと考えられる放射性セシウムは表層の蓄積の20%を占めるとされており、植物に吸収されやすく、また雨水によって洗い流されやすい。人工マクロポア技術によって下方浸透を促し、表層蓄積率の変化という指標で評価すると、表-1に示すように、約10%の変化が見られ、可動性の約半分を鉍物の多い土壤深部に誘導・固定することが出来たと判断された。昨年報告した同様の室内実験では排水から放射性物質の検出は見られず、農作物からの吸収を軽減する技術として大きな成果が得られていると判断した。

室内実験： 今回新たに考案した表面被覆型人工マクロポア導入の効果を図-2に示した。対照区では全ての排水が土壤全体から排水されるのに対し、マクロポア区では多くの排水がマクロポアを通じて排水されていることがわかる。初期の成果では、従来型でも表面被覆型でも同様の効果が見られることがわかった。

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、大型機械や廃土処理が必要ないこと、不定形の場合や傾斜地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

表-1 下方浸透促進後の放射線量の表層集積率*の変化 (野外実験)

	M w/o Nutrient	M w/ Nutrient	X w/ Nutrient	X w/o Nutrient
Average	85.92	86.88	98.20	94.19
Standard deviation	12.08	6.12	1.28	2.89

$$* \text{ Surface accumulation} = \frac{0-5\text{cm radioactivity}}{\text{total radioactivity}}$$

**M:マクロポア区, X:無処理区.

***Nutrient: 硫酸アンモニウムを施用.

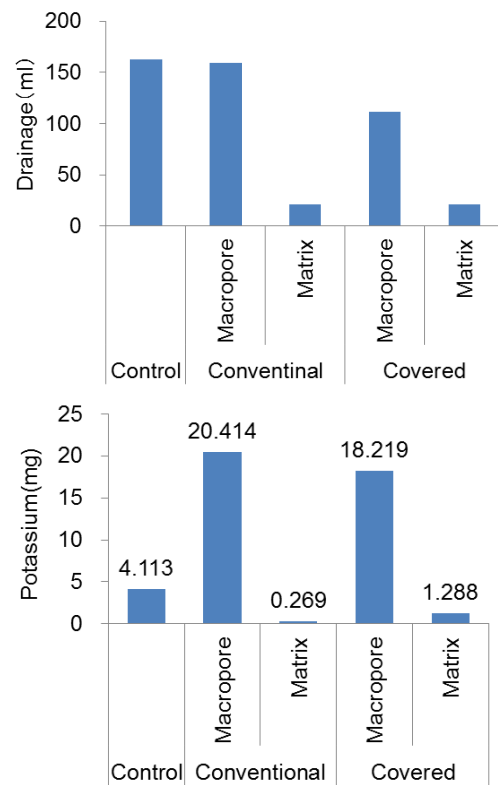


図-2 表面被覆型人工マクロポアによる根群域のバイパス効果 (室内実験)
上部 (排水量) 下部 (カリウム量)

は可動性の放射性物質の約半分を表層から減ずることができた。また、表面被覆型人工マクロポアは固定のために移動させた放射性物質であっても根群域を回避できる可能性があり、実際の圃場で現在検証実験中である。

謝辞

本研究の成果の一部は、日本学術振興会「最先端・次世代研究開発支援プログラム」(GS021)、科学研究費補助金(挑戦的萌芽26550067)の補助を受けて行われた。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。