

硬盤層がリーチング水の浸透と除塩に及ぼす影響 —ウズベキスタン共和国シルダリア州の事例—

A case study on the effect of leaching infiltration and salt removal by hard soil layer in Uzbekistan

○大森 圭祐* 奥田 幸夫*

Keisuke OMORI, Yukio OKUDA

1. はじめに

ウズベキスタン共和国シルダリア州の塩類集積圃場には、大型トラクター走行による踏圧の影響により表層 20 cm 程度の作土層直下に硬盤が形成されているのが一般的である。現地では、土壌中の塩類を下方へ押し下げる目的で冬季にリーチングが行われているが、硬盤層が不透水層としてリーチング水の浸透に影響を与え、除塩効果が得られていない可能性がある。この硬盤層を破碎することで作土層の塩類を効率的に溶脱除去できると考えられたため、硬盤層の有無それぞれの条件で不攪乱土壌コアサンプルを用いた溶脱実験を室内で行い、リーチング水の浸透量、塩類の溶脱状況、溶脱水の化学性を測定し、硬盤層がリーチングに及ぼす影響を考察した。

2. 実験方法

不攪乱土壌は、シルダリア州に位置するヤングバット水利組合（北緯 40 度 29 分，東経 68 度 39 分）の圃場から塩類集積地を選択し 2015 年 9 月 21～22 日に採取した。土壌採取前に雑草等を除去した後、リーチング前の状態をなるべく再現できるよう深さ約 20 cm まで耕起した。硬盤層無については、深さ約 40 cm までを耕起し硬盤層を破碎した。不攪乱土壌の採取には、先端をノコギリ刃に加工した内径 19.7 cm，厚さ 1.0 mm，高さ 100 cm のステンレス製円筒の上部にハンドルを固定できる器具を開発し、円筒を人力で回転またはハンマーで打ち込みながら深さ 80 cm まで挿入した。採取した不攪乱土壌の下端は 75 μm ナイロンメッシュを敷き、粒径 5～10 mm の砂利を 3 cm 充填し、ステンレス製パンチ板を加工した支持台（厚み 3 cm）を設置した（土壌カラム）。土壌カラムはロート付きのステンレス製ベース管に設置し、土壌カラムの底から出る浸透水を採水容器で受ける構造とした。土中高さ 74 cm の土壌カラムを硬盤層有無で各 3 本ずつ準備した。硬盤層有無それぞれの土壌カラム各 1 本に、誘電式土壌水分センサー（5TE, Decagon 社製）を地表面から 15, 30, 45, 60 cm の 4 深度に地表面と平行に埋設した。5TE はデータロガー（Em50, Decagon 社製）に接続し、リーチング水の投入後 1 週間は 5 分間隔で、その後は 1 時間間隔で深さごとの土壌水分、電気伝導度（EC）を記録した。5TE の校正は、Decagon 社ホームページに掲載されている方法を参考に行い、Rhoades らのモデル(1976)から、体積含水率（ θ ）—土壌の見かけ EC（ECa）—土壌溶液 EC（ECw）の関係を導いた。

不攪乱土壌採取地点で硬盤層有無それぞれに土壌硬度（山中式）を測定した。また、実験開始前の土壌分析用として、地表面から 5, 15, 30, 45, 60, 80 cm の 6 深度から攪乱土壌と 100 cm³ 円筒サンプラーにより不攪乱土壌試料を採取した。攪乱土壌は全溶解固形物（TDS）の分析に、不攪乱土壌は飽和透水試験（変水位法）の測定にそれぞれ供した。実験に使用するリーチング水は、土壌採取場所近傍の灌漑用水路から採取した。リーチング水量については、塩害中度の場合の基準水量 3,000 m³ ha⁻¹（シルダリア州現地政府資料）を引用し、水深 300 mm に設定した。実験期間中は土壌カラム表面を蓋で覆い蒸発を防いだ。

* 国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences

キーワード：リーチング，除塩，硬盤層

3. 結果と考察

Table.1 に溶脱試験開始前の土壌カラム内の TDS 量と試験開始 24 日経過後の採水量, 溶脱された TDS 量を示す. 土壌カラム内の TDS 量は, 土壌採取した各層位のカラム容積 (cm³) に乾土 1 cm³ に占める TDS 割合 (%) と乾燥密度 (g cm⁻³) を乗じ, 各層位で求めた TDS 量 (g) を加算して求め

た. 浸透水の TDS 量は, 浸透水量 (L) に浸透水中の TDS 測定値 (g L⁻¹) を乗じて求めた. 深さ 30 cm の土壌硬度は硬盤層有無でそれぞれ 24.3 mm, 8.0 mm, 飽和透水係数 (水温 15°C 補正) はそれぞれ 1.9×10⁻⁶ cm s⁻¹, 4.4×10⁻⁵ cm s⁻¹ となり, 硬盤層が破碎されていることを確認した.

試験開始 24 日経過時におけるリーチング溶脱実験の結果, 給水量 300 mm に対し浸透水量は硬盤層有で 98.7 mm (32.7%), 硬盤層無で 223.5 mm (74.1%) であった. 硬盤層無の場合, 試験開始 19 日以降採水量に変化はなく溶脱は終了していた. 一方, 硬盤層有の場合, リーチング水は土壌カラム内に 110 mm 程度の湛水が残っている状態で試験開始 72 日後に溶脱が終了した. 硬盤層無の土壌カラムから溶脱された TDS の割合は 35.4% となり, 硬盤層を破碎した場合でも給水量 300 mm での除塩効果は限定的と言える.

Fig.1 に 5TE を使用した溶脱過程における土壌 ECe (飽和抽出法の EC) の変化を示す. ECe は Rhoades らのモデルから計算した ECw に (θ/飽和 θ) を乗じて求めた. 試験開始前, 15 cm 深の ECe は硬盤層有無それぞれ 10 dS m⁻¹ 程度であったが, 10 分後にリーチング水が 15 cm 深に到達した後, 50 dS m⁻¹ まで上昇した. リーチングにより表層から 15 cm 深までに含まれる塩類が溶解した影響と考えられる. 作土層以深については, 硬盤層有の場合, 30 cm 深にある硬盤層を境に下層土 ECe の低下は緩慢で 72 日後に硬盤層有と同程度に EC 値は低下した. 硬盤層無の場合, カラム内の塩類はリーチングの下方浸透に伴い速やかに排除される結果になった.

4. まとめ

本実験により, 硬盤層を破碎するとリーチング水は速やかに下方浸透し除塩されるが, その効果は 35% 程度である. 一方, 硬盤層が形成されていてもリーチング水は 72 日後に全て浸透し除塩される. しかし, 実際の圃場ではリーチングによる湛水期間は 10~14 日程と言われており, 本実験結果のように長期間要さないことから, リーチング水は硬盤層より浅い層位までを除塩し水平方向へ流出, あるいは部分的に透水性の良い場所を選択して下方浸透していると考えられた.

Table.1 溶脱実験における浸透水量および TDS 収支
Result of infiltrated water and TDS balance in leaching experiment

	Initial soil column		Infiltrated water after 24days	
	Input (mm)	TDS (g)	Output (mm), <%>	TDS (g), <%>
With hard layer	300.0	515.4±4.1	98.7±16.7 <32.7>	83.7±14.7 <16.2>
Without hard layer	300.0	508.2±6.9	223.5±6.1 <74.1>	179.7±7.9 <35.4>

< >内数値は投入量 300 mm に対する浸透水量および溶脱 TDS の割合
土壌カラム内の TDS にはリーチング水の TDS 10.3 g を含む

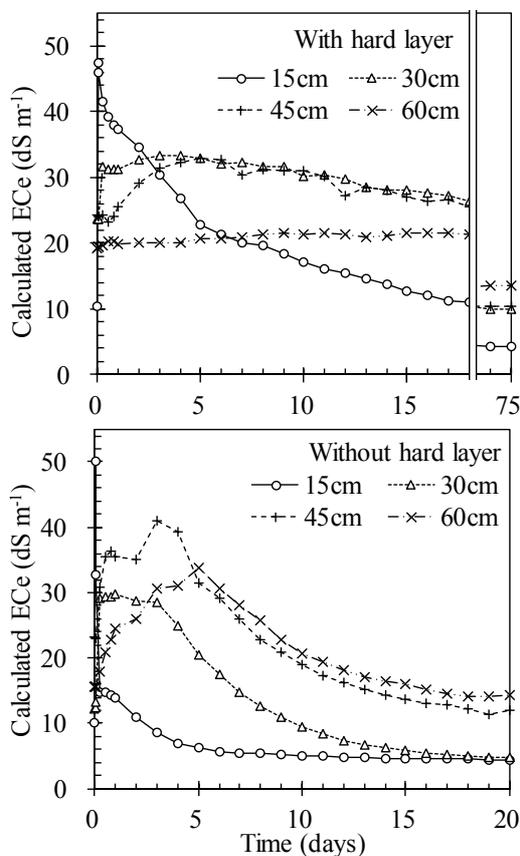


Fig.1 5TE による溶脱過程での土壌 ECe の変化
ECe variety using 5TE sensor during leaching process