

(様式第 13 号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 奥田 幸夫

題目: 中央アジア塩類集積灌漑農地における
カットドレーンを活用した浅層暗渠排水の適用性と効果に関する研究
(Studies on applicability and effect of shallow subsurface drainage with cut-drain for salinized
irrigated land in Central Asia)

本研究は、乾燥・半乾燥地域の灌漑農地の塩類集積対策として、日本で開発された「カットドレーン」を活用した浅層暗渠排水技術の適用性と効果を明らかにしたものである。カットドレーンは、トラクタで牽引する穿孔暗渠機を用いて、地表面下に迅速に連続した空洞を無資材で成形するものである。カットドレーンの乾燥・半乾燥地域での使用は初めてであり、塩類集積対策としての研究事例はない。

中央アジアの乾燥・半乾燥地域では灌漑開発に伴い農業の生産性が増加してきた。しかし、不適切な水管理が続けられた農地では、地下水位が上昇し、二次的塩類集積が生じている。本研究では、中央アジアのウズベキスタン国において、排水施設と塩類集積の現状を明らかにし、地下水流出が制限された圃場におけるリーチングの除塩効果改善対策として、カットドレーンを活用した低コスト浅層暗渠排水技術を提案した。カットドレーンについては乾燥土壌条件下における適用上の技術的課題と対策を示し、試験圃場において水・塩分収支分析、綿花収量調査により提案技術の効果を明らかにした。以下に本研究の概要を示す。

・ウズベキスタンの排水施設および塩類集積の現状

ウズベキスタンでは、塩類集積対策として、地下水位の上昇抑制を図ることを目的とした深い排水路、暗渠排水、垂直排水が整備され、塩類を除去するため圃場ではリーチングが実施されているが、灌漑農地の半数程度に塩類集積が見られる。同国シルダリア州の現地踏査および地下水・土壌データから、排水路には土砂の堆積が見られること、暗渠排水の排水口は水面下もしくは土砂に埋没した状態が見られること、垂直排水の稼働率が低いこと、地下水が十分制御されていないこと、土壌塩分濃度が高いままの圃場があることが確認された。排水施設やリーチングの効果が十分に得られていない可能性が示唆された。

地下水制御のためウズベキスタン政府は灌漑農地の改善事業を進めているが、十分な対応には至らず、対策事業を待つ圃場は依然多く見られる。ウズベキスタンが安定

した農業生産と作物多様化を推進していくには、これまでの事業に加え、事業実施が遅れた圃場や地下水流出が困難な圃場においても迅速・確実に除塩できる排水改良技術が必要と考えられた。

・低コスト浅層暗渠排水の課題と対策

除塩に有効な排水改良技術の一つとして、浅層暗渠排水があるが、一般的には吸水渠の敷設密度が高く、途上国ではコスト面や資材供給面で制約がある。このため筆者らは、吸水渠に近い機能を有するカットドレーンに着目し、これを暗渠網に組み入れることにより吸水渠の敷設密度を大幅に減らした低コスト浅層暗渠排水を提案した。

シルダリア州内の農家圃場において、カットドレーンを試行した結果、二つの問題点が明らかになった。一つは強い乾燥状態の土壌条件下において運転中に穿孔機が土壌表面に浮き上がることで、もう一つは施工後の灌漑・リーチングにより過剰な選択流が発生することである。このためカットドレーンの施工に適した土壌水分状態、過剰選択流の発生抑制手法に関する試験を行った。その結果、試験地域における施工に適した土壌水分状態の下限境界値として、地表面下0～40 cmで9～15%、40～60 cmで15～19%（塑性限界付近）、60～80 cmで21～23%が得られた。また、カットドレーンを施工する前に施工ラインの畝間に灌水することで過剰な選択流の発生が軽減されることを示した。

・低コスト浅層暗渠排水技術の効果

地下水流出が限定的な試験圃場に低コスト浅層暗渠排水を導入し、リーチング時の水・塩分の流入・流出観測、綿花収量調査を行った。その結果、観測期間内（70日間）において、圃場への流入量（降雨を含む）の約1/3が暗渠排水口から流出していた。塩分量は流入 3 t ha^{-1} に対して、流出 17 t ha^{-1} であった。排水路へ流出せず、圃場内分に残留している水・塩分量は、対照区と比較して70%程度まで減少していた。地表面下1 mまでの塩分濃度は減少傾向が見られたものの、バラツキが多く、対照区と有意差は見られなかった。一方、1 mより深い層や周辺圃場に移動したまま残留していると考えられる水・塩分量は対照区と比較して約1/3～1/4まで減少していた。また、綿花収量は対照区より20%程度の増加を示した（ $P<0.01$ ）。

以上、本研究では、乾燥・半乾燥地域の灌漑農地において、塩類集積圃場の排水性を改良する低コスト浅層暗渠排水技術を提案し、カットドレーンの技術的課題と対策、技術の効果を明らかにした。新たな排水改善対策として本技術を採用するに当たり、環境への配慮、費用対効果、普及体制、水・塩分収支の検討・精査などの課題も残されている。しかしながら、本技術は、地下水流出が制限された圃場においても、リーチング浸透水を確実に流出させ、残留塩分量を減少させる有効な対策の一つである。農家自らが実践可能な技術であり、本研究成果が塩類集積に悩む地域、農家の一助になることを期待する。