

(様式第 1 3 号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 大西純也

題目: 乾燥地の塩類化農地における畝間灌漑の改良による節水と除塩に関する研究
(Studies on water-saving and removal of accumulated salt by improvement of furrow irrigation in salt affected farmland in dry land)

世界人口が増加の一途を辿るなか、生産性の高い灌漑農業は世界の食料安全保障に大きく貢献しており、今後も重要な役割を担うものと考えられる。しかし、安定かつ高い農業生産のために灌漑が必須である乾燥・半乾燥地域では、不適切な水管理を要因とした塩類集積による土壌劣化が進行しており、農業生産に悪影響を及ぼしている。特に、灌漑・排水設備や水管理が不十分な開発途上地域での被害が大きく、その対策が急務となっている。

二次的塩類集積の要因は、灌漑水からの塩分流入と過剰灌漑や排水不良に伴う地下水位の上昇である。したがって、塩類集積の軽減には節水と排水改良が有効である。スプリンクラ灌漑および点滴灌漑による節水や排水路の造成および暗渠の埋設による排水改良は有効な対策であるが、綿密な設計や初期投資、そして、導入後の維持管理費が必要となるため、開発途上地域の農家による導入が困難である。

そこで、本研究では、開発途上地域の農家が営農活動の一環として持続的に取り組める対策であることを念頭に、新たな資金や大幅な労力の増加を伴わない技術の検討に焦点を当てることとした。研究対象地域は、二次的塩類集積が顕著な中央アジアのウズベキスタン共和国とし、現地で広く用いられている畝間灌漑を改良することによる低コストの「節水」および「除塩」を、現地の圃場にて検討した。

畝間への間断的な給水によって節水効果を得るサージフロー (Surge Flow) 灌漑法 (SF法) の利点を活かしつつ、極めて簡素化した「簡易 SF 法」を考案した。簡易 SF 法は、通常の畝間灌漑を 1 日間隔で 2 回に分けるものであり、その節水効果を圃場試験にて検証した。その結果、畝間への流入量が標準的な 0.45 Ls^{-1} と 1.70 Ls^{-1} である場合、事前通水 (SF-1) によって、畝間の浸透性低下と平滑化が生じ、畝間 100 m への通水で 11 - 19 %、畝間 50 m への通水で 22 % の節水効果を得ることができた。一方、畝間への流入量が 5.00 Ls^{-1} と多量であるとき、乾燥状態の畝間であっても、短時間で畝末端に到達することから、簡易 SF 法による節水効果が得られなかった。しかし、流入量が 5.00 Ls^{-1} であっても、事前通水 (SF-1) による畝間の浸透性の低下は生じているものと考えられ、灌漑時間中の浸透水量の推定では、浸透水量が慣行法 (Control) と比べ 21 % 削減された。

畝間ひとつおきに通水する隔畝間灌漑 (SFI) による節水効果と綿花収量への影響を圃場試験にて検証した。また、通水する畝間を入れ替えずに固定する固定隔畝間灌漑 (FSFI) が畝内の土壌塩分に及ぼす影響も検証した。その結果、先行研究と同様に SFI の適用によって、綿花収量の大きな減少を伴わずに 43 - 53 % の節水効果を得た。また、FSFI の適用により、畝内の土壌塩分は畝側面の表層に移動することを確認した。

さらなる節水を図るため、簡易 SF 法と SFI とを組み合わせることによる相乗効果を圃場試験で検証した。その結果、SFI で 51 %、簡易 SF 法で 17 %、SFI と簡易 SF 法で 57 % の節水効果が得られた。しかし、SFI では大きな節水効果が得られるが、必要用水量が給水されない可能性がある。浸透水量の推定では、浸透水量が Control よりも SFI の方が大きくなったが、SFI と簡易 SF の組み合わせでは、事前通水による畝間浸透の抑制が有効に作用しており、慣行法と比べ浸透水量が 3.6 % 削減された。

以上から、簡易 SF 法および SFI は灌漑・排水施設や水管理体制が不十分な開発途上地域においても、現状の畝間灌漑に安価で容易に適用できるため、節水への取り組みの第一歩として有効な手法になり得ると考えられる。また、圃場の均平化と組み合わせることで、さらなる節水も期待できる。なお、簡易 SF 法は畝間の不陸による影響を強く受けるため、簡易 SF 法による十分な節水効果を得るには、均一な畝間の造成や水足前進速度を最適化する流入量の調整が必要である。簡易 SF 法と SFI の普及に向けた課題として、「給水の開始・停止」、「畝間の開閉」といった新たな作業が生じることである。

FSFI によって畝側面の表層に移動した塩分を、乾燥地域の大きな蒸発散位を利用して塩分を除去する「Dehydration 法」で取り除くことができれば、効率的な除塩技術となり得る。このことから、Dehydration 法による除塩性能を室内試験にて評価し、圃場試験にて「Dehydration 法と FSFI」による除塩効果を検証した。その結果、Dehydration 法による除塩率は、黒い木綿布 (D-b) で 22 % (20 - 25 %)、白いユニチカ製のспанレース不織布 (D-w) で 17 % (15 - 20 %) となり、高い除塩性能を示した。また、捕集布は、乾燥後にマルチ効果を示した。一方、黒い木綿布を用いた圃場試験では、Dehydration 法と FSFI とを組み合わせた 3 反復の試験を行ったが、捕集布の塩分濃度は、第 2 回灌漑後の 1 反復のみ上昇した。このときの除塩率は 6.4 % に留まり、室内試験の 22 % よりもかなり低い結果となった。その要因として、捕集布と土壌との密着性が確保できていなかったことなどが考えられる。

本研究で得られた成果の最大化を図り、ウズベキスタンにおける社会実装の実現に向けた取り組みを検討するため、生産現場に近い研究開発および普及体制を構築しているインドのパンジャブ農業大学 (PAU) の組織体制を分析した。PAU の研究開発では、専門的・総合的な評価に加え生産現場からのフィードバックが繰り返されており、絶えず研究者が生産現場を意識する仕組みとなっていた。普及体制では、農業技術情報サービスの一元化による速やかな情報共有と生産現場での実演等を通じた的確な課題抽出が実践されており、社会実装を加速させる仕組みが構築されていた。このことから、研究開発を生産現場に近づけるには「速やかな情報共有」、「的確な課題抽出」および「継続的な対話・交流」が重要と考えられる。ウズベキスタンにおいても、フェルメルに密接な組織とタシケントの研究機関が連携し、継続的な対話と交流が維持できる体制が構築できれば、社会実装の実現に大きく寄与すると思われる。