

氏名	大森 圭祐		
学位の種類	博 士 (農 学)		
学位記番号	博 甲 第 8 5 8 0 号		
学位授与年月日	平成 3 0 年 3 月 2 3 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	アジア乾燥地灌漑農地における塩類土壌の特徴と塩類動態に関する研究		
主査	筑波大学 教授	農学博士	足立 泰久
副査	筑波大学 教授	博士 (農学)	石井 敦
副査	筑波大学 准教授	博士 (農学)	小林 幹佳
副査	筑波大学 助教	博士 (農学)	山下 祐司

論 文 の 要 旨

灌漑に伴う土壌の劣化についてその実態を把握し対策を講じていくことは、乾燥地における農地の開発、保全の基盤となる技術的な基本課題である。しかし、そのデータベースは十分でなく関連する情報を整理していく必要がある。特にアジア乾燥地は灌漑整備が十分でなく、今後も新たな灌漑プロジェクトが実施されるので、その必要性は高い。本研究は、このような状況を踏まえ、同じアジアの中にあっても農地工学的に異なる 2 つの事例、即ち比較的に開発の歴史が短く砂質土壌で所によっては著しい塩類化による放棄が見られる中国新疆ウイグル自治区北部地域（以下 A 地区）と灌漑開発に比較的に長い歴史を持ち優良な農地を含むウズベキスタン国シルダリア州内の灌漑農地（以下 B 地区））をとりあげ、灌漑や地下水位上昇に伴う土壌塩類化過程の要因とその対策について解析し、提言したものである。

著者は、まず、第 1、2 章において、両地域の共通課題として、可能蒸発散量が降雨量を大きく上回り、塩分を含む地下水位の上昇によって生じる乾燥地特有の過剰な灌漑開発が塩類化に発展していることを指摘した。しかし、より詳細には A 地区は、近年遊牧民の定住化対策により灌漑面積が急増し、引き続き開発されるのでこれ以上の塩類土壌面積の拡大を防ぐことが急務であること、一方、B 地区は限られた面積の農地を維持するために慣行的に行われているリーチングによる土壌塩類化の助長が深刻であり、質的改善が必要であることなど固有な問題の特徴が明らかにされた。このような観点から、乾燥地灌漑農地における土壌塩類化の背景には普遍的な側面と、個別的側面の両者から、多角的な検討が必要であることが明らかにされた。

第 3 章では、A 地区の灌漑農地における塩類土壌の特徴と塩類集積メカニズムを検討した。現地塩類土壌は、主に塩性ソーダ質土壌に分類され、地表面に析出している塩の大半は溶解度の高い Na 塩であることが確認された。現地では、灌漑が開始される 5 月上旬からの気温上昇に伴い、地表面における蒸発散が盛んになるため、地表面から深さ 1 m 未満の地下水に含まれる塩類が下層から地表近傍へ移動し、蒸発の程度に応じて濃縮あるいは析出する一方、溶解度が相対的に低い硫酸あるいは炭酸 Ca 塩は地表面付近の土壌溶液の中で初期に沈殿し始めるという 2 つの機構があることが確認された。

第4章から第6章では、B地区における事例を分析し、その対策を検討した。まず、地表水（灌漑用水および排水）、地下水に含まれる塩類の構成と分類を、化学平衡プログラムである Visual MINTEQ を用いて推定した。同地区は、灌漑開発の歴史あるいは経緯の違いによりオールド・ゾーンとニュー・ゾーンに区分され、地下水溶液組成は、オールド・ゾーンとニュー・ゾーンで異なる。即ちオールド・ゾーンはCa塩とMg塩が卓越し、ニュー・ゾーンではNa塩で占められている。この理由はオールド・ゾーンでは溶解度の高いNa塩などが明渠排水路を経て地区外へ排出されているが、ニュー・ゾーンでは暗渠排水路の管内部に土砂が堆積している状態であり、排水機能は低く排水路へ排出されないためでありNa塩は浅層地下水に浸透し、低位部地域へ集まっていることが推測された。

第5章では、前章の結果に基づいて地区内の2つの灌漑農地に焦点を絞り、塩類土壌の特徴とリーチング期における土壌水分と土壌塩分の動態を分析した。現地塩類土壌は、主に塩性土壌に分類され、土壌には難溶性塩である炭酸Caや硫酸Caが集積していることが示された。さらに表層20cm程度の作土層直下に硬盤が形成されていることが確認された。現地では、土壌中の塩類を下方移動させ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を抑制し、除塩効果を低下させている可能性が示された。硬盤を破碎し作土層の塩類移動を促進することで、農地周囲に整備されている明渠排水路へ排出する対策が有効と推察された。

この推察を踏まえ、第6章では不攪乱土壌コアサンプルを用いた塩類土壌の溶脱および蒸発実験を行った。リーチング水の浸透を抑制していると考えられた硬盤層を破碎、未破碎それぞれの条件で直径20cm、土中高74cmの不攪乱土壌コアサンプルを用い塩類動態の実験を溶脱過程と塩類集積過程についてそれぞれ行った。現場でのリーチング湛水期間とほぼ同じにあたる実験開始24日後において、慣行法と同じ給水量300mmに対し、浸出水量は硬盤層未破碎で98.7mm、硬盤層破碎で223.6mm、供試体から洗脱された塩分量はそれぞれ84.3g、182.1gとなり、硬盤破碎によるリーチング水の浸透改善と除塩効果を確認した。しかし、実験終了後の硬盤層を破碎した供試体の飽和透水係数は30～60cm深で著しく低下し、硬盤層未破碎と同じ状態に戻った。透水係数からみた硬盤層の形成は、トラクターの踏圧だけでなく、リーチングによっても生じる可能性が示された。

第7章では、両研究対象地ともに塩類化防止には排水対策が重要であることを唱えた。A地区では、地表面に析出している溶解度の高いNa塩を蒸発量が低下する10月頃にリーチングを行い、溶脱された塩類を整備された排水路へ排除すること、また、排水路機能を維持するための運営体制の整備を提言した。一方、B地区では、リーチング前に硬盤層が形成されている深さ40cmまでを破碎し、かつ浅層暗渠排水の整備により既存の明渠排水路へ排除する対策が効果的と判断した。

審 査 の 要 旨

灌漑に伴う塩類化の実態を捉え対策を講じることは乾燥地農業の開発と持続的展開における基盤において技術的な基本課題である。特にアジアは灌漑施設の整備率が低くその課題を克服していく必要性が高い。本研究において著者は、地域的特徴の異なる2つの灌漑プロジェクトの事例を対象に塩類化の現状調査とその対策についてケーススタディーを展開した。論文はその前半において2つの事例における塩類化の共通性、後半にそれぞれの個別性を明らかにしている。特に2つ目の事例において、農地内の硬盤層に着目した塩類の移動の調査と解析を行いその機能を明らかにした。特に、その点に着目して行われた不攪乱土壌コアサンプルを用いた硬盤層を有する場合の塩類土壌の溶脱実験は、本研究が初めてであり得られた成果により、適切な対策を行うことによって、増加傾向にある地区内の土壌塩類化面積が軽減できる可能性は高く、今後の展開に大きく期待することができる道筋を見出した意義は大きい。

平成30年1月24日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。