

氏名	さかぐちよしひで 坂口義英
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	甲第396号
学位授与年月日	平成17年 9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	塩水灌漑下における砂質土壌中の塩分管理に関する研究 (Salinity Management in a Sandy Soil under Saline Water Irrigation)
学位論文審査委員	(主査) 山本太平 (副査) 井上光弘 早川誠而 竹山光一 北村義信

## 学位論文の内容の要旨

世界の人口は現在約60億人であるが2030年には33%増の81億人に達すると見込まれており、食糧増産が緊急の課題とされている。食料の増産のためには農地の拡大が必要であり、従来利用されてこなかった乾燥地における農地の開拓が必要である。乾燥地では主に灌漑による作物栽培が主となるが、この灌漑水には降雨と異なり塩類が含まれるため、農地へは灌漑の度に多量の塩類が運ばれる。土壌溶液濃度の上昇に伴う減収を防止するため、リーチングをおこない作物根群域の土壌溶液濃度を管理する必要がある。本研究では乾燥地の灌漑農地における適切なリーチング計画の確立を目的とした。本研究で得られた結果は次の通りである。

1. 土壌溶液が高い塩分濃度を示す土壌において体積含水率 $q$ と土壌溶液の電気伝導度 $EC_{sw}$ を精度良く測定できる水分および塩分センサの校正式を検討し、測定精度の評価を試みた。①土壌溶液の塩分濃度 $C_{sw}$ が水分センサの出力値に及ぼす影響について検討した。この結果、水分センサの出力値は $C_{sw}$ の上昇に伴い増大した。②実験係数が一定値を示す水分センサの校正式(=水分一定式)は $C_{sw}$ が $15\sim 30\text{gL}^{-1}$ なる比較的高い濃度を示す場合において $q$ を精度良く測定することができた。水分一定式と塩分センサの校正式(=塩分実験式)より算出された $C_{sw}$ は実測の $C_{sw}$ が $15\sim 30\text{gL}^{-1}$ を示す場合において実測値に比較的良好一致した。③水分実験式と塩分実験式の実験係数を逐次変化させて $q$ および $C_{sw}$ を同時に求める試算式について検討した。試算式によって測定された $q$ および $C_{sw}$ は実測値によく一致し、試算式の有用性が示された。

2. 砂丘砂を充填した秤量型ライシメータにソルガム(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)を供試して塩水灌漑

を行い、ライシメータ土層中の水収支について検討した。塩水灌漑実験は実験開始時における土層の平均塩分濃度比  $C'/C_{iw}$  すなわち初期塩分濃度比がゼロの場合および 1 の場合について行った。実験区は初期塩分濃度比がゼロの場合では 3 区 (A1, A2, A3 区), 初期塩分濃度比が 1 の場合では 2 区 (B1, B2 区) 設けた。両塩水灌漑実験より次のような結果が得られた。①蒸発散量  $ET$  は日射量の多い生育初期および最盛期において多くなり、日射量の少ない生育後期にて少なくなった。②排水量  $D$  は灌漑水量  $I$  の増加に伴い増大した。③灌水、蒸発散および排水に伴うライシメータ土層中の水分貯留量  $W$  の増減は  $I$  の多い実験区ほど大きくなった。④ソルガム根群域の  $q$  は生育後期が最盛期よりも湿潤となった。

3. 上述の 2. に示す塩水灌漑実験における塩収支について検討した。次のような結果が得られた。①初期塩分濃度比がゼロの場合、土層中の塩分貯留量  $S$ ,  $C'/C_{iw}$  は A1~A3 区のいずれの実験区においても灌水回数が増加とともに増加した。また  $S$ ,  $C'/C_{iw}$  は灌漑水量  $I$  の多い実験区ほど高くなる傾向が見られた。初期塩分濃度比がゼロに近似するような農地では  $I$  の増大によって作物根群域の塩分濃度  $CA_{ve}$  を管理するリーチング計画が提案された。②初期塩分濃度比が 1 の場合、 $S$  および  $C_{sw}/C_{iw}$  は  $LF$  の低い実験区 (B1 区) では初期塩分濃度比がゼロの場合と同様の結果が得られた。一方、リーチングが促進された実験 (B2 区) の  $S$  および  $C_{sw}/C_{iw}$  は  $LF$  の増大によって低下し、 $LF$  の抑制によって増加した。初期塩分濃度比が 1 に近似するような農地では、作物収量の低下が生じる塩分濃度を検討し、 $LF$  の増減によって  $CA_{ve}$  の管理を行うリーチング計画が提案された。

これらの結果、本研究において提案された校正式は高い塩分濃度を示す砂質土壌中の  $q$  および  $C_{sw}$  の測定に有用であること明らかとなった。また  $LF$  は  $S$  および  $C'/C_{iw}$  を左右する大きな要因であることが明らかとなった。今後の研究課題として  $q$  および  $C_{sw}$  の測定値から最適な  $LF$  を検討することがあげられる。

## 論文審査の結果の要旨

乾燥地の灌漑農業、特に砂質農地では灌漑水によって発生した集積塩類を降雨や灌漑水によってリーチングする土壌中の塩分管理が重要になる。塩分管理には水分量と塩分量を正確にモニタリングすること、効率的なリーチング計画を適用すること等が必要である。砂質土壌では土壌の透水性が高いため塩類のリーチング効果が高い反面、有効水分量が小さいので水分や塩分のストレスを受けやすい特性を有する。本研究では、水分と塩分センサーの新しい校正式について検証すると同時に、砂丘砂を充填した大型の秤量型ライシメータにソルガム (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) を供試して塩水灌漑実験を行い、適切なリーチング計画の検討を試みたものである。

本研究の成果は次の 3 つの部分から構成される。

1. ADR 水分センサーと 4 極塩分センサーを用いて、土壌溶液が高い塩分濃度を示す土壌において体積含水率  $\theta$  と土壌溶液の塩分濃度  $C_{sw}$  を精度良く測定できるセンサの校正式について検討し、測定精度の評価を試みた。この結果、試算法によって測定された  $\theta$  および  $C_{sw}$  は実測値によく一致し、その有用性を明らかにすることができた。

2. ソルガムの灌漑開始時において、ライシメータ土層の初期塩分濃度がゼロの場合と灌漑水濃度を示す場合について、土層中の水収支項(水分貯留量, 蒸発散量, 排水量)の増減量を検討した。この結果, 初期塩分濃度の相違による各水収支項の特徴は明確ではなかったが, 灌漑期間にわたって各水収支項の変化をきめ細かく正確にモニタリングできることが明らかになった。

3. 次にソルガムの生育時期別における土層中の塩収支項(塩分投入量, 排出量, 貯留量, 塩分濃度比等)及び水分・塩分センサーによる深さ別土壌塩類濃度について検討した。初期塩分濃度がゼロの場合, 土層中の塩分貯留量と塩類濃度は灌水回数, 即ち灌漑水量に伴って増加した。この結果, リーチングによって灌水前の塩分濃度がゼロに近似する農地の塩分管理は, 塩分濃度が灌漑水濃度に達する前後においてリーチング計画が異なることが提案された。一方, 初期塩分濃度が灌漑水濃度を示す場合, 塩分貯留量と塩類濃度はリーチング必要水量によって大きく影響し, 必要水量の増加に伴ってリーチングが促進された。初期塩分濃度が灌漑水濃度に近似するような農地の塩分管理では, 予め作物収量と塩分濃度の関係を検討し, きめ細かなリーチング計画の必要性が提案された。

本研究では, 塩水灌漑とリーチング計画に必要な水分量と塩分量のモニタリングについて新しい測定手法を提案すると同時に, 乾燥地の砂質農地を対象にしてリーチング計画の検討を行い, 基礎的要因をいくつか明らかにしている。これらは, 乾燥地の灌漑農業に伴う塩類問題を解決する意義を有するものであり, 学位論文として十分な価値があるものと判定する。