

乾燥地の点滴灌漑農地における水消費と塩類集積の実態

-メキシコ・BCS州カリサル地区の事例-

水利用学分野 兵頭正浩

キーワード：水消費、塩類集積、アルカリ・塩性土壌

1. はじめに

本研究ではメキシコカリフォルニア半島の南端に位置する南バハカリフォルニア州カリサル村の点滴灌漑農地における水消費と塩類集積の実態についてフィールド調査を中心に解明を行った。実験はメキシコ北西部生物学研究センター（CIBNOR、以下 CIB）の実験圃場とその近くの農家圃場において行った。年間の最高気温の平均は約 30℃、最低気温の平均は約 18℃である。年間降水量は 200mm 以下でありその約 70% は 7～10 月に集中する。したがって農業を行うためには灌漑が不可欠である。しかしながら乾燥地での灌漑は非常に敏感に地域環境に影響を及ぼすため、灌漑方法を誤れば農地に環境負荷を増加させることになる。

2. 対象地区および実験方法

(1) CIB 実験圃場におけるウチワサボテンの水消費調査

この圃場は CIB の管理下にあるため畝の成形、灌水日時、除草などの圃場管理は比較的行き届いていた。土質は砂質土であった。インタークレート試験以外の一連の調査は 2003 年 9 月～11 月に実施した。

- ①インタークレート試験…実験圃場の造成に先がけて、平均的な 2 箇所ですべて 2001 年 8 月に実施した。
- ②根群調査…実験圃場で栽培されているウチワサボテンの根を注意深く掘り起こして調査を行った。
- ③土壌水分調査…ウチワサボテン栽培試験区の中で 3 つの畝を選定し、各畝の中央部において土壌水分の定点観測を行った。観測点にはプロファイルプローブのケーシングを設置し 10cm 深、20cm 深、30cm 深、40cm 深の測定をした。土壌表面の土壌水分については、WET センサーを用いて観測した。
- ④テンシオメーター…プロファイルプローブのケーシング埋設点の両側 1 m のところにそれぞれ 1 セットずつ設置した。1 セットは長短 2 本のテンシオメーターで構成し、短い方は根の活動が最も旺盛な深さに、長い方はそこから 30cm 深いところにそれぞれ設置することとした。設置深は短い方を 20cm 深、長い方を 50cm 深とした。短い方で根群域の水分張力状況を測定し、長い方で根群域下方の水分張力状況を測定した。すなわち、前者で根群域の水分状態を、後方で過剰灌漑の有無を評価した。

(2) 農家圃場における塩類集積調査

塩害が発生している農家のトウガラシ圃場において、2002 年 12 月に実施した。この農家は、営農意欲は高いものの、資金面と健康面で問題を抱えていたこともあり、圃場管理に難点が見られた。この農家の圃場では、点滴灌漑を行い、除草も比較的適正に行っていたが、圃場均平度は低く灌水管理も十分とは言えなかった。土質は粘質土であった。

- ①インタークレート試験…シリンダーの設置箇所はトウガラシ栽培区のほぼ中央部 1 箇所において試験を行った。
- ②塩類集積圃場で土壌間隙水の EC 値(EC_p)とトウガラシ生育状況の関係を調べた。
- ③WET センサーによる土壌水分及び EC 値調査…塩害のひどい低位部を選定し、測定を行った。畝(点滴チューブ)を中心とし、両側に幅 80cm、深さ 50cm の断面をとり、各 10cm の格子点上で土壌水分、EC 値を計測し、土壌サンプリングも同時に行った。
- ④pH、EC、イオン分析…サンプリング土壌に対し 1:5 水浸出法による抽出液を用いて分析を行った。

3. 実験結果と考察

(1) CIB 実験圃場におけるウチワサボテンの水消費

- ①インタークレート試験：砂質土であるためベーシックインタークレート到達時間は 30～50 分要し、浸入速度は 38.5mm/h となった。
- ②根系：ウチワサボテンの根は多数のひげ根からなる「ひげ根型」で、根のほとんどは表面から 15cm 深位の所を四方八方に伸長していることが分かった。それ以深での根の存在はせいぜい 20cm 深までであった。根は灌水

チューブ側だけでなく、反対側の畝間（間隔 3.25m）方向にも伸長していた。また、根の活動範囲と密接な関係がある土壌硬度は、10cm 深までは 161~255kPa であるのに対し、20cm 以深は 369~493kPa と急激に高くなっていた。このことが根群域を浅くしている可能性もある。

③土壌水分消費量：2003 年 9~11 月まで土壌水分の継続観測の結果、有効土層(10~40cm 深)の水分消費割合は第 1 層から順に第 4 層まで 46%、27%、17%、10%となり、平均日消費水量は 2.51mm となった。灌水日と灌水日翌日の土壌水分、土壌水分張力を比較したところ灌水量の 30%程度が横方向に移動し四方に伸長する根系に有効に使われていると考えられる。なお圃場全体に、平均 4.41mm の灌水が行われていた。

④土壌水分張力：一般に土壌の水分張力が 20cm 深では 10~25kPa の範囲に、50cm 深では約 10kPa になるように、灌漑の管理を行うのが望ましい。2003 年 9 月~11 月の観測の結果、20cm 深では 5.8~19.6 kPa であった。灌漑は毎週火曜日に行っており、灌水後 10kPa を下回るが灌水日翌日からは常に 10~25kPa の範囲にあった。50cm 深では 12.0 ~20.3kPa と少し高い範囲にあったが 20~30cm 深に形成されつつある硬盤の存在に起因すると考えられる。

(2)農家圃場における塩類集積

①インタークレート：低い浸入速度と短時間でのベーシックインタークレートへの到達（5~10 分、20.81 mm/h）に特徴があり、下方への浸透が極めて少なく、横方向への浸透割合が大きいことが示唆される。

②EC_pとトウガラシの草丈の関係は、はっきりした相関は出なかったものの、負の相関が見られる。

③塩類集積は圃場の起伏状況に大きく関係し、断面調査を行ったような低位部では特に顕著であった。

④塩類集積土層の pH、EC、イオン濃度の分布：図 1 に示すように中央部分の EC 値が低く、周辺および下方に向かって楕円形状に高くなっている。これはエミッタからの灌漑水が塩類を周辺および下方に溶脱しているためである。鉛直方向 10cm、水平方向±50cm 付近の値が高いのは横方向に押しやられた塩類がこの周辺で集積し、かつ土壌面蒸発によって上向きに移動したためである。圃場で WET センサーを用いて実際に測った値とサンプリング土壌からの抽出液を用いて計測器で測った値では後者のほうが大きくなるが、ほぼ同じ傾向を示した。SAR 値は、20~30cm 深で高い値を示しており、この層にナトリウム質化が進み硬盤が形成されていることが分かった(図 2)。このことは断面調査からも確認された。図 3 に示すように、pH 値はすべて 8.0 を超えており、アルカリ性土壌である。中央部分の値が高いのは、灌水中に多くの炭酸イオンを含んでいるためである（遠藤、2003）。

4.おわりに

実験圃場においては、この方式で灌漑を続けていけば農地に環境負荷を増加させる可能性が大きいと考えられる。現在灌水を週 1 回 60mm/3h 行っているが、砂質土で保水能力が低いこともあり、週 2 回 30mm/3h に切り替えるのが望ましいと考えられる。また、ウチワサボテンの根は四方に幅広く伸長しているため、灌水をスプリンクラー方式にすることも有効と考える。

農家圃場で発生している塩類集積はかなりひどく、重度のアルカリ-塩性土壌であるため、何らかの修復対策が必要である。まず、整地均平作業を精度よく行うこと、灌漑管理を適正に行うことが重要である。さらにこの問題を根本的に解決するためには、形成されている硬盤を耕起・破碎し、硫酸カルシウムを土壌に混入して土壌改良を行ったのち、リーチングを行う等の大がかりな処理が必要と考えられる。

参考文献 遠藤常嘉：沙漠を緑に~乾燥地における農業開発援助の最前線から~、pp. 21~23

北村義信：平成 14 年度活動報告書、pp. 23~27

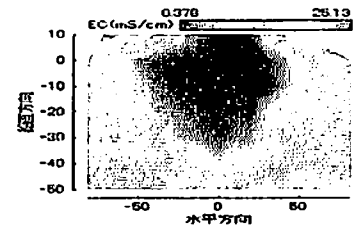


図 1 EC の分布

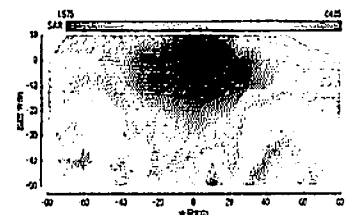


図 2 SAR の分布

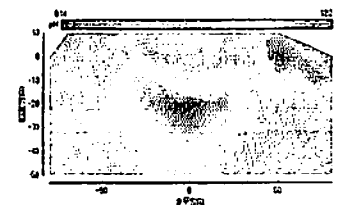


図 3 pH の分布