

筑紫 二郎 (九州大学生物環境調節センター)

メキシコ合衆国カリフォルニア半島中央部に位置する小さな町ゲレネグロで、「メキシコ砂漠地域農業開発計画」が国際協力事業団とメキシコとの間で進められている。筆者は平成7年4月から7月までプロジェクトに参加する機会を得た。本稿では現地滞在中に行った仕事の概要について述べる。

当地は、気候が冷涼で、年降水量が約80mmと極めて少ない。土壌は、細かい砂質土で比較的保水性が高い。灌漑水は地下水に頼っていて、塩分が含まれてはいるものの、農業用水としてはそれほど悪いものでない。試験圃場はドリップ灌漑施設が完備されていて、日本人専門家、カウンターパート、作業員で管理されている。筆者は灌漑の専門家として研究・指導に当たった。

ドリップ灌漑において、適正な灌水量を決定するのは難しい。一般に、灌水量は作物からの蒸散量、または作物に利用される土壌中の有効水分量から求められている。ドリップ灌漑では、水は作物の根元に点滴で供給されるため、地表の湿潤面はもちろん、地中の湿潤範囲は非常に限定される。作物根の分布はその限られた範囲内に存在することになる。このような状況において、作物からの蒸散量を推定するのは極めて難しい。灌漑の技術指針によると、ドリップ灌漑の灌水量の算定には従来の畑地灌漑における算定法を援用し、土壌中の有効水分量を求めて補正すればよいとしている。しかし、灌水量によって根の分布が異なること、ドリップ灌漑は少量頻繁に行うため灌水後の土壌水分が圃場用水量に達しているかどうか定かでないこと、によって灌水量の元となる有効水分量の算定は難しい。

そこで、プロジェクトでは、簡便に面積当たりの平均日蒸散量を2mmと規定し、それから算出した灌水量を種々の作物栽培に適用していた。この灌水量はいずれの作物においても十分な量であった。このことは、反面、過剰灌水の可能性を孕んでいる。過剰灌水は水資源の損失ばかりでなく、灌漑水に含まれる塩分によって土壌に塩分集積を招く可能性がある。

研究任務の一つとしてドリップ灌漑の灌水量をさらに節水することを目的とした。すなわち、ファジィ理論を用いて、灌水量を決定し、栽培試験をすることによって、節水の可能性を調べた。

ファジィ理論はあいまい理論である。土壌水分状態の把握から灌水量を決定するが、作物の生育にとって土壌水分自体あいまいな情報である。植物にとっての適切な水分状態は知り得ないので、測定された水分値が高いか低いかは人の判断によって異なる。また、測定された水分値と前回の測定値とから水分量の変化量(増えているか減っているか)が得られる。この水分変化量も人によって評価が異なるので、あいまいなものである。これら2つの変数から灌水量を導くためにファジィ推論を行った。それには、次の2つの規則を用い

た。(a) 土壌水分が高いと灌水量を減らし、低いと増やす、(b) 土壌水分変化量が正ならば減らし、負ならば増やす。これら2つの規則は誰もが考える判断である。

土壌水分の測定にはTDR法を用いた。プローブは2本の金属棒からなり、地表から土壌中に挿入した深さまでの平均体積水分量が測定できる。(図1)この水分計の測定可能範囲は風乾から飽和までであり、その精度は標準誤差0.013である。キャベツ栽培の場合、根群深さは約20cm程度であったので、プローブの挿入深さを20cmとした。

ファジィ推論のための準備として、各入力変数及び出力となる灌水量に対してメンバーシップ関数を定義しておく。メンバーシップ関数とはあいまいな表現値に対する度合いを表す関数である。また、各入力の表現

に対する出力(灌水量)の表現をルールに決めておき、具体的な出力値を計算する。つまり、2つの変数測定値から、いくつかの組み合わせが出来、各組毎に出力値(灌水量)が得られる。それらの重み付き平均が求める灌水量となる。

栽培試験には、メロンを用いた。長さ50mの6本のラインに60cm間隔で苗を植えた。6本のラインのうち1本は標準区、他の5本は条件の異なる処理区である。施肥は1週間毎に、薬剤散布は適宜行った。これらの区の節水効果を調べるため、収量調査を行った。収穫された果実の1個当たりの平均重量を比較すると、過度の節水の場合収量は劣ったが、ファジィ制御に基づいた適度な節水の場合、収量に影響はなかった。このことによって、ドリップ灌漑においてはファジィ制御によって、灌水量の節約が有効に行えることが明らかになった。

本試験地はプロジェクトを開始して以来5年が経過し、この間灌漑によって塩分集積とアルカリ土壌化が進行してきている。現在、土壌のpHが高く8から9程度ある。それによって窒素の活性菌の増殖が阻害されアンモニアが分解されないため、肥料が植物に有効に利用されない。pHを下げる目的で硫酸の投下も考えられているが、農地を保全し、農業を継続していくためには、節水の面からもアルカリ化を軽減させる必要がある。つまり、灌水量の節約は灌漑水中の塩分投下を抑制させ、アルカリ化を鈍化させるのに役立つ。このような観点から本研究で行った節水手法は乾燥地の持続的農業に貢献できるものと信ずる。

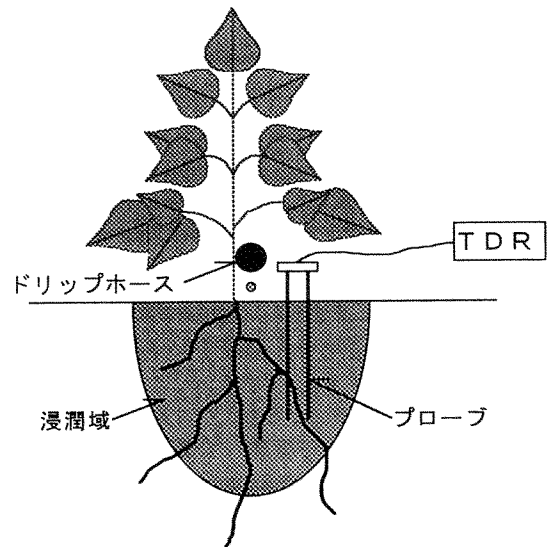


図1 実験説明図