

点滴灌漑システムにおける土壌水分計の設置位置について

A study on soil moisture sensor placement under automatic drip irrigation system

○竹内真一 木下数馬 弓削こずえ 黒田正治
Shinichi Takeuchi Kazuma Kinoshita Kozue Yuge Masaharu Kuroda

1.はじめに

点滴灌漑の自動灌水制御に土壌水分計を用いた点滴灌漑システムは、特に施設畑において導入されており、木目の細かい水管理が実現されている。一方、点滴灌漑下では、蒸発散量に比較して灌水量が少ないと、下層部は徐々に乾燥化し、その結果有効根群域が十分にとれないという問題点も指摘されている。点滴灌漑システムでは、水分計の減少量により灌漑強度が変化するため、適切な位置に水分計を設置しなければならない。しかしながら、その具体的な設置位置に関する情報は十分であるとは言えない。そこで、本研究では様々な条件下^{1), 2)}において土壌根群域近傍の水分変化量と蒸散量の関係を精査し、点滴灌漑システムにおける TDR 式土壌水分計の設置位置の検討を行った。

2.点滴灌漑により形成される湿潤域と蒸散量の関係

筆者ら²⁾は、茎内流量に基づく自動灌水システムと土壌水分に基づく自動灌水システムの比較を行った。TDR 式水分計に基づく点滴灌漑方式では水分一定($\theta = 8\%$, $pF \approx 2.2$)の水管理を行った場合でも、高蒸発能時にピーマンは水ストレス状態となることを指摘している。一方、茎内流が 1ℓ流れると同量が灌水される 1ℓ区では土壌が高水分状態に保たれ、最も収量の多い結果となった。これに対し TDR 区では収量が少ない結果となった。このことから、図 1 における 1ℓ区に準拠するような根群域の水分環境すなわち湿潤域の形成が水管理の目標となる。

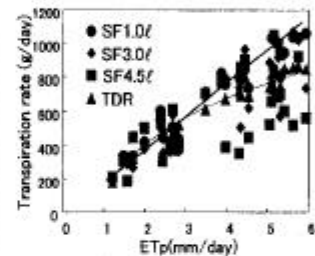


図1 蒸散量と蒸散散位の関係
Relationship between T and Ep

3.点滴灌漑システムにおける土壌水分計の設置位置に関する検討

TDR 式水分計 (CS615) で測定した水分量が設定値を下回った場合に 1 分間に 40ml 自動灌水する点滴灌漑システムを構築した。ピーマン (以下作物) を対象に灌漑実験を行ない、測定項目としては茎内流量 (ヒートパルス法)、土壌水分量、微気象条件であり、終了時に根群分布を調査した。対象土壌は砂丘砂である。湿潤域の拡大を想定し、土壌水分計の設置位置を 3 パターン (点滴エミッターから 0.5, 10cm) として灌漑実験を行った。実験期間中の積算灌水量は、0cm 区 > 5cm 区 > 10cm 区となったが、水分分布としては 10cm 区が最も湿潤で、湿潤幅も 10, 5, 0cm 区で 16.9, 12, 10.2cm となった。0, 5cm 区においては、根の吸水に伴う水分減少が、灌水の基準値である水分計の測定値に反映していたのに対し、10cm 区では水分計の位置における水分減少量が少なく、かつ滴下点から離れているため灌水が抑えられた。根群の分布状況を調べた結果、各区ともエミッタ直下に多い分布となっており、大きな差異は見られなかった。蒸発散位と蒸散量との関係では、0, 10cm 区ともに高蒸発能時に水ストレス状態となったが、10cm 区でより強い水ストレス状態が示され、蒸散量も平均で 20% 程度低下した。これらの結果から、点滴灌漑システム下の自動灌水制御に用いられる土壌水分計設置位置の決定に際しては、土壌水分分布とともに作物への水分供給に関わる根群分布を把握することが重要であることが明らかとなった。

4.土壌水分計による吸水特性の評価と考察

4-1 水分量の変化の状況 図 2 には、水分計を作物の株元から 0cm と 10cm に設置して自動灌水を行なった場合の水分量の変化を示している。両者を比較すると、0cm のケースの振幅が大きく、灌漑回数が多いことがわかる。また、この場合の蒸散量も 10cm は 0cm に比べて、20% 低下している。これにより根の吸水と灌水が結びついているか否かが判断できる。

図 3 は水分計の設定値が過小であるケース¹⁾を示している。水分量は日中に低下し夜間に増加する傾

向になっている。この場合の設定値は図2と同様に8%であったが、蒸発能が高い条件下では水ストレス状態になることもありうる。図中には間断灌溉の茎内流量4.5ℓ区(図1)の結果も示しており、2.5%まで水分量が低下し作物は同じく水ストレス状態になっている。同様に夜間での水分量の増加が示されている。

4-2 水分減少量の積算値 図4には、図2, 3のように様々な条件下に設置された水分計の変化量から、減少量のみを積算した値と蒸散量の関係を示している。蒸発量が4.5mm以上の晴天日の値を対象にした。ここでは水管理の目標値である図1の1ℓ灌水の値もプロットしている。以下、各パターンに区分して説明する。

(A): 水分計を株元近傍に設置した場合である。水分減少が増加するとともに、蒸散量も大きくなっている。作物による水分吸収と自動灌溉の設定値が結びついており、1.0ℓ灌水と同じような場所にプロットされている。

(B): 水分計を株元から10cm離して設置した場合である。水分減少量・蒸散量ともに低い値を示している。作物に対する灌水量が全般的に不足していると考えられる。水分計の設置付近の吸水に伴う水分減少が少なく灌溉が抑えられており、水分計の設置位置としては不適切である。

(C): 水分計を株元から5cm離して設置した場合である。水分減少・蒸散量ともに(A)に比べて、若干低い値となっている。

(D): 株元より10cmに灌水滴下点を変更した直後における株元付近の水分量変化の値である。吸水根が比較的多く分布している箇所に灌水が与えられないため、吸収量・蒸散量ともに減少している。

(E): 水分計の設定値が14%と高い場合である。毎朝、設定水分量に達するまで灌水は連続して行われたが、この間蒸散量も増加している。したがって、水分減少量に比べて蒸散量が大きな結果となっている。このような場合、灌溉水の下方浸透量が若干多くなる。

(F): 水分計の設置された滴下点付近に吸水根が少ない場合である。

このように、水分減少量と蒸散量の関係図において、右上にプロットされるように適切に水分計を設置しなければならない。

4. まとめ

点滴灌溉下において数パターンに水分計の設置位置を設定し灌溉実験を行ない、蒸散量・水分減少量を精査し、水分計の適切な設置位置について検討した。水分計を株元近傍に設置した場合が、最も良好な結果となった。また、図4の結果から、従来の自動灌溉制御のプログラムに本研究により検討した水分減少の積算値を灌水の指標として組み合わせることにより、点滴灌溉システムの問題点であった湿潤域の拡大や高蒸発能時の蒸散量の低下を防ぐことが可能になると期待できる。

参考文献

- 1) 潤井秀和ら 点滴灌溉システムにおける滴下位置ならびに設定水分量について 平成15年度農業土木学会大会講演要旨集
- 2) 竹内真一ら 茎内流量に基づく自動灌溉システム 平成13年度農業土木学会大会 講演要旨集pp516-517.

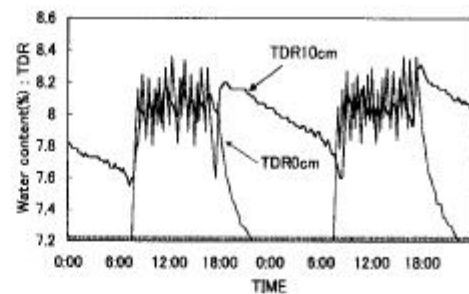


図2 TDR 水分計付近の水分変化その1
Changes of water content on TDR moisture sensor: No.1

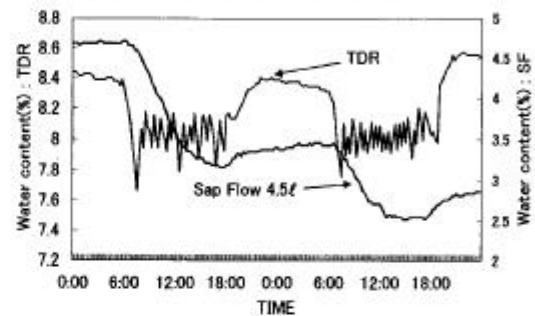


図3 TDR 水分計付近の水分変化その2
Changes of water content on TDR moisture sensor: No.2

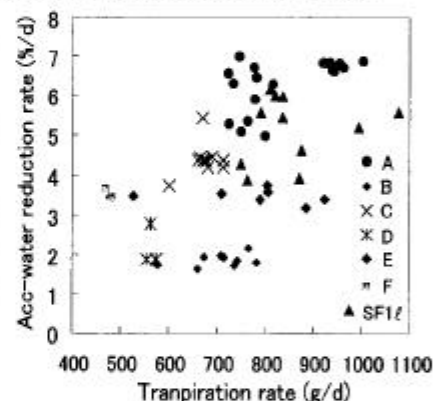


図4 水分計の水分減少量と蒸散量の関係
Relationship between accumulated water reduction rate on moisture sensor and transpiration rate