

点滴灌漑システムにおける高蒸発能時の補助灌漑について

Supplement Irrigation Using Automatic Drip System under High Atmospheric Demand

竹内 真一 潤井 秀和 黒田 正治

Shinichi Takeuchi, Hirdekazu Urui, Masaharu Kuroda

1. はじめに

点滴灌漑の自動灌漑制御に土壌水分計を用いた点滴灌漑システムでは、Fig.1 に示すように根群域全体に灌漑されている場合に比べ、土壌水分計に基づく灌漑では湿潤域が制限されるため、高蒸発能時に蒸散量が低下することがある。本研究では蒸散量の低下を防ぐために、灌漑制御のプログラムに補助灌漑の条件を加えることで湿潤域を拡大させる方法を検討した。この補助灌漑の目標はFig.1 に示す根群域全体に灌漑を行った場合の蒸散量¹⁾に近づけることにある。

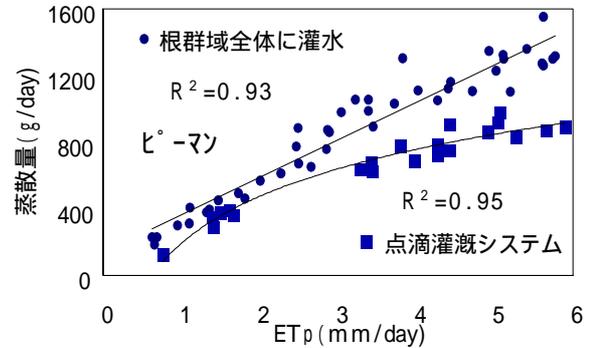


Fig.1 Relationship between Tr and ETp

2. 実験概要

実験はガラスハウス(砂丘砂充填)でピーマンを対象に行った。地表面からの蒸発を防ぐため、シルバーマルチで被覆した。株元近傍に設置した土壌水分計(CS615)により15分毎に測定した体積含水率(0~30cm深さの平均値)の値をもとに、以下に示す灌漑条件で動作するように、マイクロロガーをプログラミングした。A~Dは2003年に4列の実験区を設けて行った。E、Fは2004年に1列の実験区で行い、15分毎に測定した日射量も灌漑プログラムに取り込んでいる。灌漑による効果を検討するため蒸散量、土壌水分量、灌漑量、微気象条件、作物データについて測定を行った。

・A:水分量一定1ラインでは、水分量一定の管理を行うため、 θ が8%(pF 2.0)より乾燥した場合、灌漑が株元近傍の点滴チューブから50ml/minの強度で自動的に行われるように設定した。

・B:水分量一定2ラインでは湿潤域の拡大をねらい、点滴チューブを株元から左右10cmの位置に設置し、Aと同じ条件で一定の水管理を行った。灌漑量は灌漑時間を半分の時間にすることで2ヶ所からの灌漑の合計量がAの量と等しくなるようにした。

・C:A+補助灌漑では、Aと同じく水分量を一定としつつ、湿潤域を拡大させるため灌漑回数が50回になると1000mlの補助灌漑を行った。

・D:1000ml灌漑は、Cの補助灌漑のみを行った場合の変化を検討するために、水分量一定の管理を行わず、1000mlの灌漑を行った場合である。ただし、 θ =8%以下で灌漑すると、限られた根群域の下方への水分移動量が多くなるため、Cよりも乾燥した状態 θ =5%(pF 2.5)において1000mlの灌漑を行うようにした。

・E:A+日射瞬間値補助灌漑は、ハウス内の日射量が $600W/m^2$ 以下のときはAの条件と同じ水分量一定の管理を行い、 $600W/m^2$ を超える条件のときは補助灌漑として1分間50mlの灌漑を行った場合である。ただし、補助灌漑の過動作を防ぐため、灌漑に伴う水分量が12%(pF 1.8)以上になると灌漑を停止する設定とした。瞬間値で $600W/m^2$ を超える日射量は高蒸発能時に生起する。

・F:A+日射積算値補助灌漑とは、Aの条件と同じく水分量一定の水管理を行いつつ、日中の水

*九州共立大学大学院Graduate School, Kyushu Kyoritsu Univ. 点滴灌漑システム, 高蒸発能, 補助灌漑

分量を高くするため、11 時までの日射量の積算値が $7.7\text{MJ}/\text{m}^2$ 以上の高蒸発能時(蒸発量 3.5mm 以上の日)のみを対象に $500\text{m}\ell$ の補助灌水を行った場合である。

3. 結果と考察

Fig.2 は株元近傍に設置した土壌水分計の変化例を示している。灌水が多い日は6時頃から始まり、19時頃まで行われた。Aは体積含水率が8%以下まで減少すればそのつど灌水が行われたため、変化は鋸の歯状となっている。Bは灌水位置が株元から 10cm 離れた位置にあるため、株元近傍の水分の減少と水分供給に時間差が生じる結果となり、体積含水率の変化の幅は最も小さくなった。Cは14:15に $1000\text{m}\ell$ の補助灌水が行われ、体積含水率は 12.9% まで上昇し、8%に戻るのは翌日の9:45であった。補助灌水は5日に1回程度行われた。Dは15:00に灌水が行われた。 $1000\text{m}\ell$ の灌水が約2日に1度行われたため、積算灌水量は最も多くなった。Eは10:30から15:00まで日射量が $600\text{W}/\text{m}^2$ 以上の条件による灌水が11回行われ、昼間の水分量が2%ほど上昇した。Fは11:00までの積算日射量が $9.7\text{MJ}/\text{m}^2$ となり $7.7\text{MJ}/\text{m}^2$ を超えたので、 $500\text{m}\ell$ の灌水が行われた。灌水後の体積含水率は 12% まで上昇し、17時には 8.2% まで低下した。

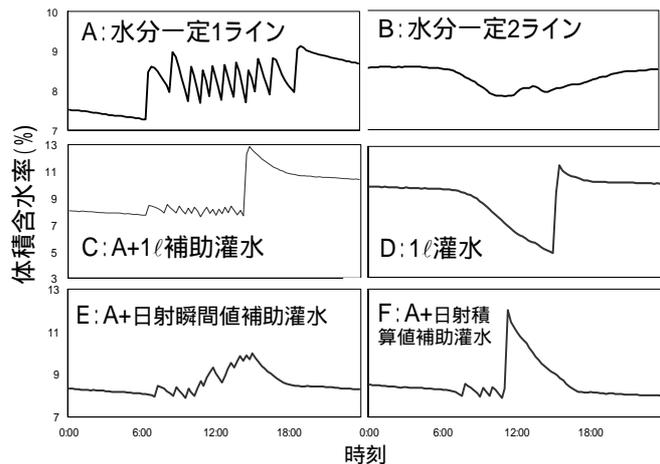


Fig.2 Irrigation controlled by soil moisture

Fig.3 は各灌漑プログラムにおける単位葉面積あたりの蒸散量と蒸発量の関係を示している。根群域全体に灌水した場合の蒸散量(Fig.1)は直線式で表している。Cは $1000\text{m}\ell$ の補助灌水を行った日とその翌日、Fは $500\text{m}\ell$ の補助灌水を行った日の値を示している。Aの条件では蒸発量が 3.8mm 以上のときに蒸散量の低下が見られた。B:2箇所のエミッタより灌水を行った場合、湿潤域は表層付近で拡大したが、

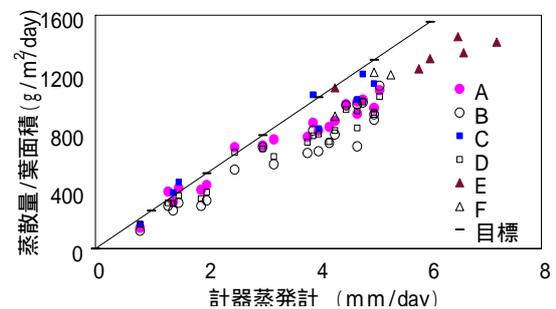


Fig.3 Relationship between T_r and E_p

根からの吸水と灌水による水分補給に時間差が生じ、蒸散量を低下させる結果となった。C:水分量一定の条件に加え灌水回数に応じて $1000\text{m}\ell$ の補助灌水を行った場合、湿潤域は拡大し蒸散量の低下を防ぐことができた。しかし、補助灌水が曇天日や夕方に行われることもあり、蒸散量の低下を防ぐよりも灌水量を増加させる結果となった。D:補助灌水のみを行った場合、灌水量が水分量一定の場合に比べて2倍近くの量になったが、灌水前に水ストレス状態になり蒸散量が低下した。E:水分量一定の条件に加え瞬間日射量に対応して補助灌水を行った場合、日中に補助灌水が行われ、水分量が増えた後には蒸散量が増加した。補助灌水としては最も良い方法であると考えられる。ただし蒸発量が 6.0mm 以上の非常に高い蒸発能時には、補助灌水を行うよりも、蒸発環境を緩和させる方が得策であると考えられる。水分量一定の条件に加え積算日射量に対応して補助灌水を行った場合、補助灌水により湿潤域は拡大し蒸散量は増加した。午前と午後の天気が大きく異なる場合、補助灌水が吸水に結びつかなくなるが、その分通常の灌水を延期させることになる。