

植物の生長モデルと天気予報を利用した灌漑水量の決定

Determination of Irrigation Depths Using a Numerical Model of Plant Growth and Quantitative Weather Forecast

○岡崎正泰 藤巻晴行 西原英治 井上光弘 齊藤忠臣

○Masayasu Okazaki Haruyuki Fujimaki Eiji Nishihara Mitsuhiro Inoue Tadaomi Saito

1 はじめに

半乾燥地においては水資源の需給が逼迫しており、より効率的な灌漑が求められている。必要な時に過不足なく灌水するために、各種センサーを用いた自動灌漑システムの開発と普及が進められているが、高い設置費用に加え、天気予報を考慮した調整を行いにくく降雨を有効利用しにくい、などの短所がある。その一方で、数日後までの数値天気予報が高い精度で可能になってきたことに伴い、天気予報を数値解析の入力データとして純収入が最大となるような灌漑水量の決定を可能とする技術的条件が整いつつある。そこで、自動灌漑システムによる灌漑区と数値天気予報と土壌物理シミュレーションモデルを組み合わせた灌漑スケジューリングに基づく灌漑区とで、仮想の価格設定による純収入を比較することにより、後者の効果を評価することを試みた。

2 実験方法

17m×110mの圃場に、2011年5月13日、条間30cm、株間20cmで大豆を播種した。自動灌漑区とシミュレーション灌漑区を設け、シミュレーション灌漑区の中央に位置するウェイイングラインメータで蒸発散速度を測定した。また、可能蒸散量測定用カラムと風速計を設置した。灌漑には散布直径11mのスプリンクラーを用い、配置は9.8m間隔の正三角形連結配置とした。

各区の深さ1, 5, 10, 20, 40, 70cmにTDRと熱電対を埋設し、1時間ごとに水分と地温の自動測定を行った。自動灌漑区では、深さ10cmのTDR2本から出力される体積含水率の平均値が0.047を下回った際に、電磁弁を用いて1時間(5mm)灌漑させた。シミュレーション灌漑区では、土壌水分移動解析プログラムWASH_1Dにより土壌中の水分分布や蒸発散量を予測し、それらの値から純収入が最大になるように灌漑水量を決定し、2日に一回灌漑を行った。WASH_1Dに組み込まれている植物の生長モデル中のパラメータは、実測値とのずれを基に7/12に調整した。初期生育期間中はシミュレーション区でも自動灌漑区と同量灌水し、発芽後40日後にシミュレーション灌漑を開始させた。可能蒸散量測定用カラムは、1/2000aワグネルポットに鳥取砂丘砂を充填し、圃場に埋設したポリバケツの中にカラム上面が地表面と同じ高さになるように設置した。土壌表面を発泡スチロールで覆い土壌面蒸発を抑制した。カラムは常に十分な灌漑を行い、水ストレスがかからないようにした。毎朝7:00にカラム重量を測定し可能蒸散量を算出した。栽培期間中および収穫時に、葉面積、乾物生産量、草丈、茎直径、根群分布を測定した。

3 結果及び考察

子実乾物重(kg/a)を基準にした収入、支出、純収入(\$/a)を図1に示す。自動灌漑区に比べシミュレーション灌漑区の収入は5割以下、純収入で4割以下になった。図2は、仮にシミュレーション灌漑区の子実/地上部乾物重比率が、自動灌漑区と同じであったと仮定した場合の純収入である。この場合、シミュレーション灌漑区の方が収入がやや少ないが、総灌漑水量が少なかったため、支出がわずかに低く抑えられ、純収入がほとんど変わらない結果となった。シミュレーション灌漑区の子実/地上部乾物重比が小さかった理由は、生殖成長期においてシミュレーション灌漑区での灌漑量もしくはタイミングに問題があったためと考えられる。

シミュレーション灌漑区における、大豆生育に重要と考えられる土壌の深さ5、10cmにおける水分の経時変化を図3に示す。数値解はセンサーによる実測値に概ね一致させることができた。7/1頃、水分の実測値が低下しているが、これはシミュレーション灌漑開始時であり、灌漑の実施が遅れたためである。この

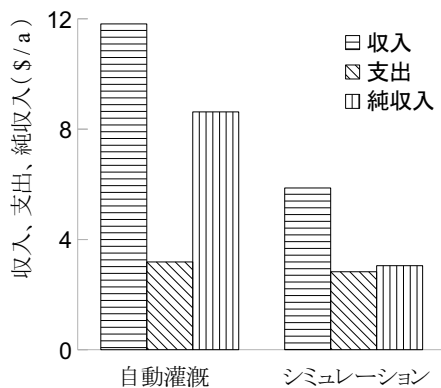


図 1: 子実乾物重を基準にした純収入の灌漑による違い

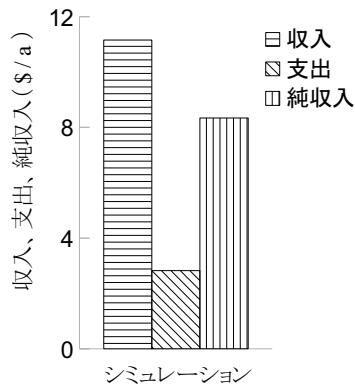


図 2: シミュレーション区の子実/地上部乾物重比率が、自動灌漑区と同じであったと仮定した場合の純収入

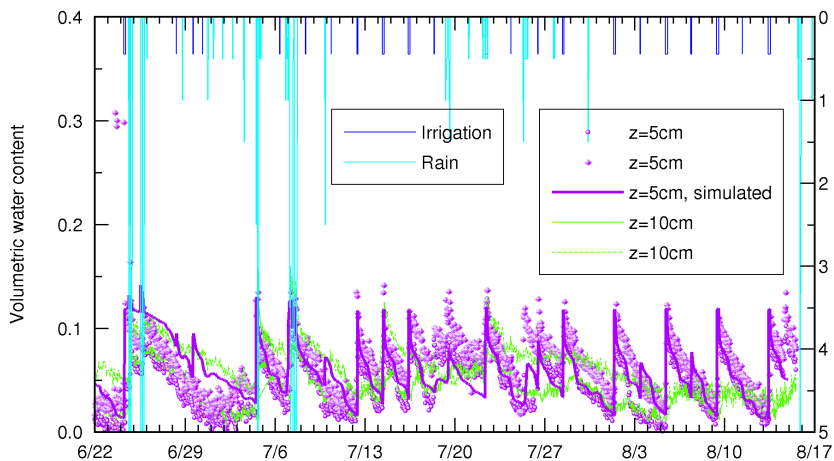


図 2: シミュレーション灌漑区における水分と時間降水量、灌漑強度の経時変化

期間に不稔鞘が発生した可能性がある。また 8/5 に、鳥取砂丘砂において吸水が阻害される体積含水率 0.02 を下回っていた。この期間に子実の肥大が妨げられた可能性が考えられる。

また子実収量が新鮮重で自動灌漑区 1.5t/ha、シミュレーション灌漑区 0.8t/ha と少なかったが、雑草の過繁茂、カメムシを防除しなかった事、施肥のタイミングが適切でなく、肥料が溶脱したことなどが原因と考えられる。

4 まとめと今後の課題

収入が乾物生産量に比例する場合には、シミュレーション灌漑は水分モニタリングに基づく自動灌漑と同等の純収入をもたらすことが明らかとなった。実際には生殖成長期の灌水量の節減が子実/地上部乾物重比を大きく低下させたため、生殖成長期には栄養成長期よりも乾物生産量あたりの収入を大きく設定することによって、減収を最小限に抑えるべきであろう。