

# 植物の生長モデルと天気予報の灌漑スケジューリングへの応用 Determination of Irrigation Amounts Using a Numerical Model

○佐々木 優\* 藤巻 晴行\*\*

○Yu Sasaki Haruyuki Fujimaki

## 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。そこで本研究では、自動灌漑システムによる灌漑区と数値天気予報と土壤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、仮定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。また供試作物の生長モデル中のパラメーターの測定を行った。昨年は2008年に行った、大豆を用いた同様の研究について報告したが、今回は陸稲（トヨハタモチ）を用いた実験の結果について報告する。

## 2. 方法

カラム（1/2000aワグネルポット）を9台用意し、カラム1, 3, 5は自動灌漑システムにより灌漑するカラム、カラム2, 4, 6は灌漑スケジューリング用ソフトウェア(WASH\_1D)の出力した推奨値に基づき灌漑するカラム、カラム7, 8, 9は可能蒸散量の測定と植物の生長モデル中のパラメーターを推定するためのカラムとした。WASH\_1Dは土壤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となるような灌水量を決定する。これに組み込まれた植物の生長モデル中のパラメーターは実測値とのずれを基に適宜調整した。それぞれに鳥取砂丘砂を充填し、圃場に埋設した塩ビ円筒の中に、カラム上面が地表面と同じ高さになるように設置した。カラム1~5の底にはポーラスカップを設置して吸引装置により排水し、カラム1~6にはそれぞれ深さ5, 10, 22cmに土壤水分プローブを設置した。カラム1, 3, 5は深さ5cmの土壤水分プローブで測定した水分が基準値（体積含水率0.049）を下回ったとき、自動灌漑システムによって水道水500mlを与え、カラム2, 4, 6はWASH\_1Dによって出力された最適量の水道水を2日に1回与えた。各センサーの出力値をデータロガーで1時間ごとに記録した。毎朝6時にそれぞれのカラムの重量、排水量を測定して蒸発散量を算出した。週2回程度、葉面積測定を行った。実験終了後、根群分布、乾物生産量、水分分布、塩濃度分布を測定した。

## 3. 結果及び考察

カラム2, 4, 6の蒸発散量と、その数値解を図1に示す。前半では、蒸発散量の数値解は実測値をかなり下回っていた。そこで8月22日、26日に植物の生長モデル中のパラメーターを調整したところ、数値解と実測値が近づいた。しかし、10月5日あたりから再びずれが生じた。これは、生殖生長期に入ったあたりから蒸散に関する作物係数を過小評価していたためと考えられる。

\* 筑波大学大学院生命環境科学研究科 Univ. of Tsukuba キーワード: 植物の生長モデル、WASH\_1D、数値天気予報

\*\* 鳥取大学乾燥地研究センター緑化保全部門 Tottori University

同カラムでの深さ 5cm での体積含水率の実測値と数値解を図 2 に示す。10 月 5 日から 7 日にかけて 135mm の降雨があったが、その後には大きなずれが生じている。これは、実際には排水がうまくできていなかったものを、シミュレーションでは排水が良好であるとして下部境界条件を与えてしまったためである。このようなずれは下部条件が制限されない実際の圃場では生じないため、本方法の妥当性を大きく損なうものではないと考えられる。また、上記の蒸発散量の後半でのずれも同時期に起こっており、これは体積含水率のずれも原因の一つであったと考えられる。

また最大葉面積と乾物玄米重量の関係を図 3 に示す。自動灌漑システムで灌漑を行ったカラム 1, 3, 5 と、十分に灌水を行ったカラム 7, 8, 9 は最大葉面積と乾物玄米重量に相関が見られる。しかし、灌漑スケジュールリングに基づいて灌漑を行ったカラム 2, 4, 6 は、乾物玄米重量が他の灌漑区と比べて低く、また相関は見られなかった。この原因として、カラム 2, 4, 6 に、環境条件の影響を受けやすい穂ばらみ期前後に過大な水ストレスを与えてしまったことが考えられる。観察の結果、全カラムとも 9 月 20 日前後に穂ばらみ期に入ったと考えられるが、9 月 16, 17 日にカラム 2, 4, 6 の葉が丸まっており、水ストレスがかかっていたことが推測される。

乾物玄米重量と総灌水量から算出したカラム 1, 3, 5 の収入の平均は 0.0041\$、灌水コストの平均は 0.0016\$、純収入の平均は 0.0025\$、カラム 2, 4, 6 の収入の平均は 0.00028\$、灌水コストの平均は 0.0012\$、純収入の平均は -0.00088\$ となり、自動灌漑区よりもシミュレーション灌漑区の方が支出が抑えられたが、穂ばらみ期前後の水ストレスの影響でシミュレーション灌漑区で玄米がほとんど実らなかったため、自動灌漑区の方が純収入が高くなった。

#### 4. まとめと今後の課題

シミュレーション中の植物の生長モデル中のパラメーターを調整することにより、蒸発散量の推定精度が向上した。また、本研究では、栽培期間全体を通じて乾物生産量と販売量の比を一定として最適化を行ったが、発育段階ごとに別の比率を与える必要が示唆された。さらに、ポット実験では下部条件が制限されるなど、実際の圃場の環境を表現することが困難であるため、改良の必要がある。

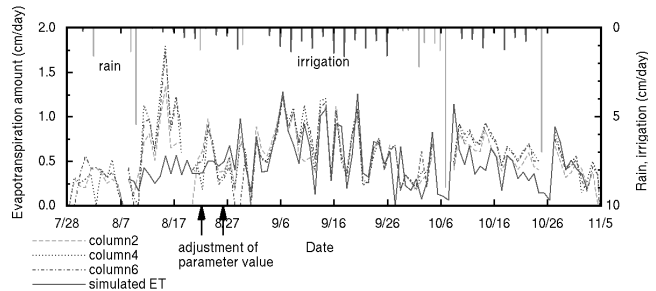


図 1: 蒸発散量の経日変化の数値解と実測値  
Temporal change of evapotranspiration amount determined by measurement and simulation

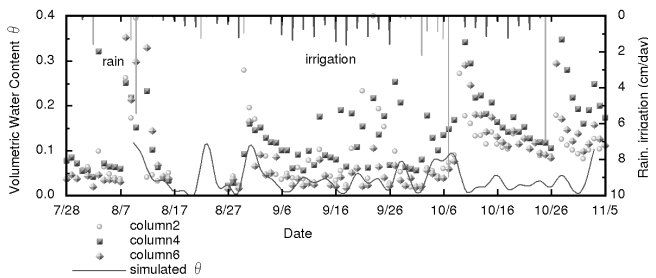


図 2: 深さ 5cm での体積含水率の経日変化の数値解と実測値  
Temporal change of volumetric water content at z=5cm determined by measurement and simulation

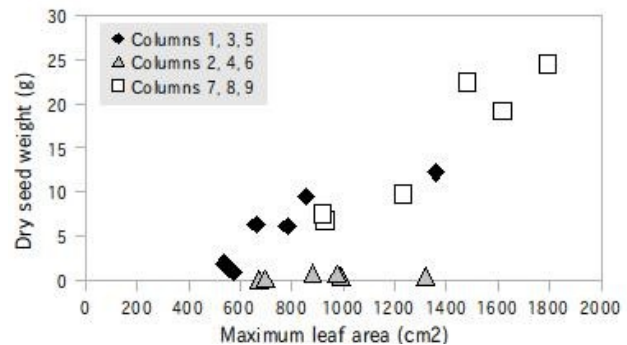


図 3: 最大葉面積と乾物玄米重量の関係  
Relationship between maximum leaf area and dry seed weight