

種子島サトウキビ圃場における消費水量と蒸発散量の考察

Water consumption and evapotranspiration in sugarcane field on Tanegashima Island

○西國原音羽*, 靱井和朗**, 肥山浩樹**, 竹内真一***, 中野瑞希*

Nishikokubaru Towa, Momii Kazuro, Hiyama Hiroki, Takeuchi Shinichi, Nakano Mizuki

1. はじめに

鹿児島県島嶼域の基幹作物であるサトウキビの消費水量の研究は、島嶼域の貴重な水資源を有効活用する上で非常に重要である。これまでに、種子島のサトウキビ圃場における土壌水分の実測値と土壌水分動態数値解析による計算値の比較を行った¹⁾。本研究では、数値解析において新たに根の分布関数を変えて比較を行い、また、連続干天下でのシミュレーション結果と蒸発散量について考察を加えた。

2. 現地計測¹⁾

研究対象地は種子島の鹿児島県農業試験場熊毛支場のサトウキビ圃場で、面積は約1,800m²である。2016年8月12日～10月12日の期間に計測を行った。土壌水分の実測値は静電容量型土壌水分計 GSI を 5, 15, 25, 35, 50cm の 5 点に埋設して計測した。また、同期間に圃場内に設けた試験区(4.8m×4.8m)でヒートパルス法を用いて茎内流量(蒸散量 T)の測定を行った。

3. 解析方法

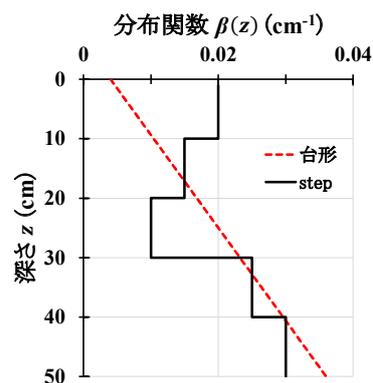
深さ z に対する根の分布関数 $\beta(z)$ を図 1 に示す。深くなるほど根が広く分布する台形分布¹⁾と、深さ 10cm ごとに値を設定した step 分布の 2 パターンで新たに与えた。計測期間のうち、無降雨期間である 8 月 12 日～8 月 21 日のデータを使用して数値解析を行った。

対象圃場での過去 20 年間の 8 月における最長の連続干天日(2016 年 8 月 7 日～21 日)を対象に数値シミュレーションを行った。初期条件は圃場容水量 ($pF=2.0$) に相当する体積含水率 $0.5\text{cm}^3/\text{cm}^3$ 、下部境界条件は深さ 50cm での体積含水率の実測値、および上部境界条件は現地計測で得た気象データから求めた基準作物蒸発散量 ET_0 に蒸発係数 0.05 を乗じた値である蒸発量を使用した²⁾。なお、解析における差分格子間隔は 1cm である。

ペンマン蒸発位 E_p と表層土壌水分量 θ_0 を用いてサトウキビ群落下の土壌面蒸発量 E の推定を行った。 E は、 $E=cf(\theta_0)E_p$ により求めた。ここで、係数 $c=0.2$ と仮定し、土壌水分に基づく補正関数は $f(\theta_0)=0.082\theta_0+9.173\theta_0^2-9.815\theta_0^3$ (ただし $0\leq f(\theta_0)\leq 1$) である³⁾。

4. 結果と考察

体積含水率の数値解析によって求めた計算値と実測値の比較を図 2 に示す。step 分布は台形分布に比べ、土壌水分の実測値とよく対応していた。土壌水分減少法によって求めた

図 1 根の分布関数 $\beta(z)$

*鹿児島大学農林水産学研究科 Graduate School of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kagoshima University

**鹿児島大学農学部 Faculty of Agriculture, Kagoshima University

***東海大学海洋学部 School of Marine Science and Technology, Tokai University

キーワード：畑地灌漑, 土壌水分, 数値解析

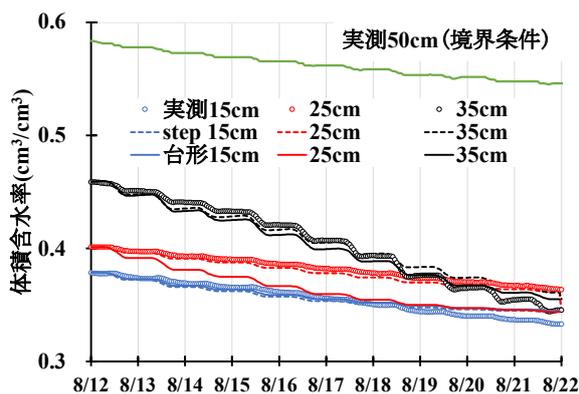


図2 体積含水率の時間変化

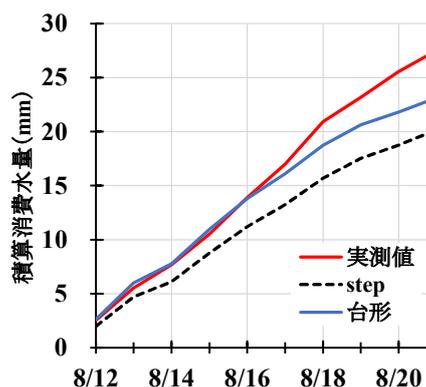


図3 消費水量の積算値の比較

消費水量の積算値を図3に示す。数値解析により求めた消費水量は、台形分布の場合に実測値に基づき求めた消費水量と概ね一致したが、step分布では台形分布と比べて過小評価した。これは、表層での土壤水分の減少が再現されていないためと考える。

次に、15日間の連続干天日を対象に行った数値シミュレーションの結果を図4に示す。大気蒸散要求量 $1.2ET_0$ の約90%の蒸散が可能であることが分かった。上層では乾燥によって根の吸水が抑制されるが、下層(深さ50cm)では土壤水分が高い状態(図2参照)に保たれているため、根による吸水が十分に行われていると考える。

種子島のサトウキビ圃場における日単位での蒸発散量 $ET = E$ (推定値) + T (実測値) と基準作物蒸発散量 ET_0 にFAOが提案する作物係数 $K_c = 1.25$ を乗じて求めた蒸発散量 $1.25ET_0$ の比較を図5に示す。図より、 ET と $1.25ET_0$ は概ね一致している。

5. おわりに

種子島のサトウキビ圃場の消費水量は、台形分布では実測値に近い値を得られたものの、step分布では過小評価した。15日間の連続干天日を対象に行ったシミュレーションでは、大気蒸散要求量の約90%の蒸散が可能である。また、FAOが定めているサトウキビの作物係数 $K_c = 1.25$ は種子島においても適用可能である。

参考文献 1)西國原音羽ほか(2021), 種子島サトウキビ圃場の土壤水分動態解析に基づく消費水量の評価, 令和3年度農業農村工学会九州沖縄支部大会, pp36-37. 2) R.G.Allen et al.(1998). Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No.56. 3)M.B.Parlange et al.(1999), 10.Evaporation, Vadose Zone Hydrology, Oxford Univ. Press, pp.260-278.

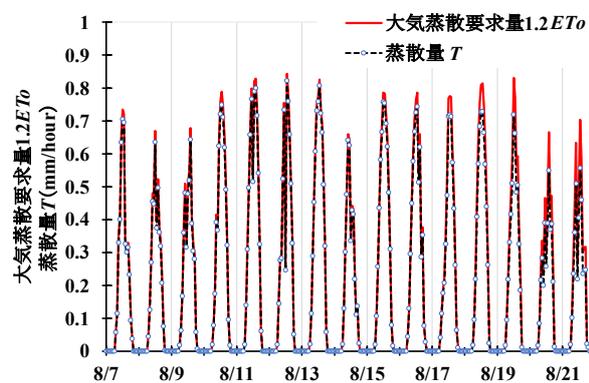
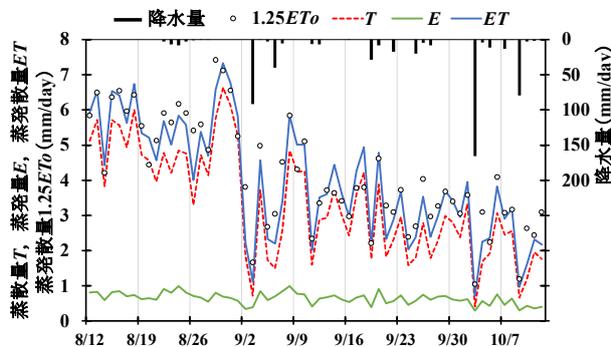
図4 大気蒸散要求量 $1.2ET_0$ と蒸散量 T の比較

図5 蒸発散量の比較