

宮古島サトウキビ畑における MACRO モデルを用いた不飽和浸透解析
Unsaturated seepage flow analysis on the sugarcane field in Miyakojima Island
using Macro model

○岡本健*酒井一人**吉永安俊**仲村渠将**

Okamoto Ken*Sakai Kazuhito**Yoshinaga Anshun**Nakandakari Tamotu

1. はじめに

沖縄県宮古島は沖縄本島の南西に位置し、地形が平坦で、表層土壌が透水性の高い島尻マージでその下に透水性の高い琉球石灰岩が存在しているため、河川が発達せず生活用水のほとんどを地下水に依存している。今後の水需要の増加や気候変動による降水量の季節格差の増大などにより、水資源不足の深刻化が懸念されている。現在の宮古島の水収支は地下ダム開発時に表面流出：蒸発散：地下浸透=1：5：4 と推定されたものが用いられているが、降雨特性の変化、土地利用の変化により水収支は一定ではない。表面流出がなく地下浸透が主である宮古島においては、表層不飽和土壌での水収支の把握が重要である。そこで本研究では不飽和水分移動汎用プログラム MACRO モデルを宮古島サトウキビ畑の土壌水分量、蒸発散量の観測に適用して、モデルで用いる水理特性の違いによる適用性を検討する。

2. 方法

(1) 土壌分析

観測地は宮古島平良市サトウキビ畑である。土壌分析から粒系分布、飽和透水係数、水分特性曲線を求めた。

粒度試験では JIS A 1204 より、粒径 2～0.075mm をふるい分析を行い、0.075mm 以下はレーザー解析分析にかけた。ふるい分析では、2mm ふるい通過試料に過酸化水素で前処理を

行い、分散剤をトリポリリン酸ナトリウムの飽和溶液として土粒子をほぐしてからふるい分析を行った。レーザー解析分析には島津レーザー回折式粒度分布測定装置 SALD-200 V を使用した。

飽和透水係数は DIK-4012 土壌透水性測定器にて測定した。試料は 100cc 容器で採取した乱さない試料を用いた。前処理として蒸留水を 100cc 容器の半分の高さまで浸した状態で試料を 24 時間放置して毛管飽和させた。

水分特性曲線は吸引法と露点法で測定を行った。透水試験で使用した試料を測定に供した。吸引法は JGS 0151 に従った。露点法は DECAGON 社製 WP4-T を使用した。使用する試料は、吸引法後室内にて風乾させた状態で保管した。2 日おきに試料から風乾重量 3g をピペットで WP4-T 計測用プラスチックサンプルカップに移しポテンシャルを測定した。測定後に 105℃の乾燥炉で 24 時間、炉乾燥させ含水比を測定した。また全試料の炉乾重量から乾燥密度を求めた。各含水比に乾燥密度をかけて体積含水率とポテンシャルの関係を求めた。

(2) 不飽和浸透解析

解析期間は実測データがある 2009 年 8 月 29 日～2009 年 12 月 30 日として、初期土壌水分量の影響が考えられるため 2009 年 8 月 29 日～2009 年 10 月 31 日までを助走期間とした。初期条件として地温を宮古島の平年気温

23.8℃を初期条件で与えた。

気象データは、現地観測値の時間降雨量を降雨データとして入力した。ポテンシャル蒸発散量はペンマン式で求めた。作物データは観測地サトウキビ畑の LAI、根量を既存の研究から得たデータを利用して入力した。

MACRO モデルでは粒径分布を入力することにより、水理特性パラメータを推定するサブモデルが組み込まれている。粒径分布から水理特性を推定した Case と、土壌分析値を入力した Case の計 4Case で土壌水分量の変化の分析を行った。また水収支把握の適用性の評価として感度分析でもっとも実測に近い Case を用いた MACRO モデルの計算結果の蒸発散量と対象地域において過相関法によって測定された蒸発散量の差をもって適用性を検討する。

表-1 土壌データ入力条件

	水分特性曲	飽和透水係数
Case 1	推定	推定
Case 2	分析	推定
Case 3	分析	分析
Case 4	推定	分析

3. 結果と考察

(1) 土壌分析

粒径分布を表-2 に示した。粒径分布は両深度でシルト分が 70%前後あり、粘土分は 20% に満たない割合であった。土性区分はシルト質ロームとなった。宮古島で最も分布している島尻マージの粘土割合は 40%を超える割合があるが、観測地点の粘土割合はジャーガルを客土したものであり、島尻マージの粘土割合より低かった。表-3 に透水試験の結果、表-4 に van Genuchten 式から回帰して同定した水分特性パラメータを示した。土壌分析結果より対象地域では深度毎の土性の差は見られないが、構造の違いがあることが分かった。

(2) 不飽和浸透解析

図-1、2 は 15cm と 50cm の深さでの体積含水率の実測と MACRO モデルを用いた 4Case の計算結果を示している。これより水分特性パラメータの実測値を入力することにより、土

壌水分量の変化の再現性が向上することが認められた。図-3 は Case2 の蒸発散量計算結果と実測蒸発散量を日単位で比較した結果である。日単位での蒸発散量の変化の違いはあるが解析期間 60 日間の合計蒸発散量は計算値 86.9mm、実測値 84.1mm となり長期水収支の把握には十分な精度であった。

表-2 粒径分布

USDA区分 (%)	砂分	シルト分	粘土分
測定深度 (cm)	0.2-0.05 mm	0.05-0.002 mm	0.002- mm
-15	13.1	69.6	17.3
-50	7.5	75.3	17.2

表-3 飽和透水係数

測定深度 (cm)	飽和透水係数 (cm/s)
-15	1.224E-03
-50	2.012E-06

表-4 水分特性パラメータ

測定深度 (cm)	α (cm^{-1})	N	乾燥密度 (g/cm^3)
-15	0.003692	1.193	1.319
-50	0.011748	1.125	1.268

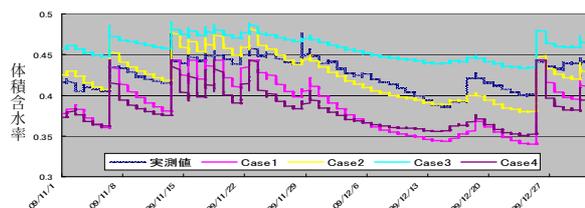


図-1 深度-15cm 体積含水率の時間変

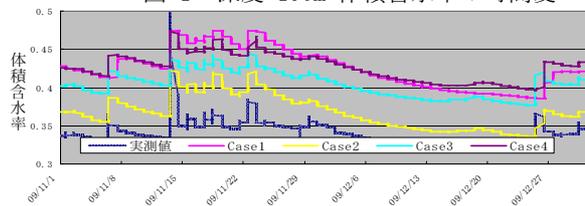


図-2 深度-50cm 体積含水率の時間変

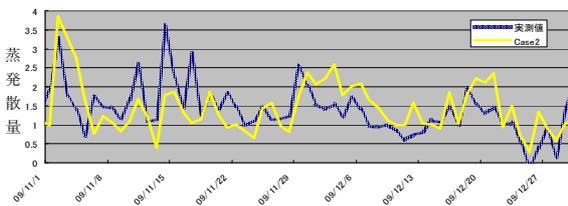


図-3 蒸発散量の日変化

4. おわりに

MACRO モデルに水分特性パラメータの実測値を入力することにより、土壌水分量の変化の再現性が向上すること、水収支の長期収支の把握には十分な精度を持つことが分かった。今後は島尻マージ、国頭マージなど県内における他の代表的土壌で解析を行う必要がある。