

砂丘畑におけるナガイモの作物蒸発散量の推定 Estimation of crop evapotranspiration of Chinese yam in a sand dune field

猪迫耕二*・○山口桃子**・北山淑一***・齊藤忠臣*

Koji Inosako*, ○Momoko Yamaguchi**, Yoshikazu Kitayama*** and Tadaomi Saito*

1. はじめに

灌漑計画を立案する際に作物蒸発散量(ET_c)をどのように推定するかは重要な問題である。最近、国連食糧農業機関 (FAO) ではPenman-Monteith法 (FAO-PM法) の利用を推奨しており、詳細なマニュアル¹⁾や無料のソフトウェアの配信により広く普及している。FAO-PM法では基準蒸発散量(ET_o)に作物係数 (K_c) を乗じて ET_c を算定する。したがって、 K_c が既知である必要があり、データベースがFAOより提供されている。しかし、未収録の作物も多く、それらについては実測によって決定する必要がある。本研究では鳥取県の特産品であるナガイモの作物係数を推定し、FAO-PM法を用いて作物蒸発散量を推定した。



Fig.1 ナガイモ実験圃場
Experimental field for Chinese Yam

2. 作物係数算定方法

(1) 微気象データ

本研究では、2012年6月28日から10月17日までに鳥取県中部に位置する北条砂丘のナガイモ圃場 (9×15m) で測定した微気象データを使用した。種イモの植え付けは同年4月25日であり、微気象観測開始時にはナガイモは十分に生育していた。実験圃場の様子を Fig.1 に示す。測定項目は全天日射量、純放射量、地中熱伝達量、高度 1.5m と 2m での気温、相対湿度、風向風速 (高度 1.5m は風速のみ) である。また、TDR センサーを用いて表層 30cm の平均体積含水率を測定した。これらは 10 秒毎に測定し、5 分間の平均値をデータロガーに自動記録した。本圃場は 2 日に 1 度、10mm の灌水が行われており、過度に乾燥する状況は発生しなかった。

(2) 蒸発散量の推定

基準蒸発散量の推定は、次式で表される FAO-PM 式を用いて推定した。

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

ここで、 R_n : 純放射量 (MJ/m^2)、 G : 地中熱伝達量 (MJ/m^2)、 T : 日平均気温 ($^{\circ}\text{C}$)、 u_2 : 高度 2m の日平均風速 (m/s)、 e_s , e_a : 気温 $T^{\circ}\text{C}$ における飽和水蒸気圧とその時の実際の水蒸気圧 (kPa)、 Δ : 気温 $T^{\circ}\text{C}$ のときの水蒸気圧曲線の勾配 ($\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$)、 γ : 乾湿計定数 ($\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$) である。日平均気温、飽和水蒸気圧、水蒸気圧の推定は FAO のマニュアル¹⁾に従った。実蒸発散量は高度 1.5m と 2m で測定された気温と湿度よりボーエン比 (β) を求め、(2)

* 鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ** 鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate school of Sustainable Science, Tottori University, *** 鳥取県園芸試験場, Horticultural Research Center, Tottori Prefecture, キーワード 畑地灌漑, 作物係数, 水文気象

式で決定した。 K_c は(3)式より求めた。

$$ET_a = \frac{R_n - G}{l(1 + \beta)} \quad (2)$$

$$K_c = \frac{ET_a}{ET_o} \quad (3)$$

ここで、 ET_a : 実蒸発散量(mm/d), l :水の蒸発潜熱(MJ/kg)である。

3. 結果と考察

3.1 実蒸発散量と基準蒸発散量の関係

ナガイモ圃場で測定された微気象データを用いて、(1), (2)式より基準蒸発散量と実蒸発散量を求めた。 Fig.2に両者の関係を示す。 相関係数0.914であり、強い正の相関が得られた。

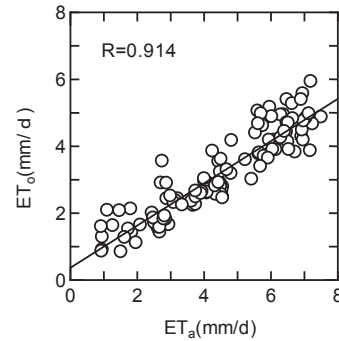


Fig.2 実蒸発散量と基準蒸発散量の関係
Relationship between ET_a and ET_o .

3.2 作物係数の変動

Fig.3 に作物係数の週平均値の変化を示した。ここではナガイモが十分に生育してから収穫される直前の期間に計測されたデータを使用している。図より、時間の経過とともにやや減少する傾向を示しているものの変動範囲は 1.3~1.6 であり、全期間平均値である 1.40 で一定とみなせる。

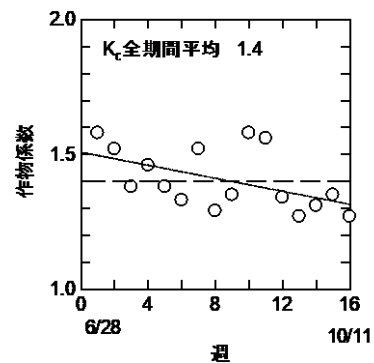


Fig.3 作物係数の時間変化
Change of crop coefficient in time

3.3 実蒸発散量と作物蒸発散量によるナガイモ圃場の土壌水分変動予測

本研究で決定した作物係数を用いて作物蒸発散量を推定し、これを用いた場合の土壌水分量の推定を行った。ここではHydrus1Dを用い、実蒸発散量を用いた場合との比較を行った。結果をFig.4に示す。図より、作物蒸発散量を用いた場合は、土壌水分量が長期低下傾向にある場合にやや過大評価するが、その他の期間は実蒸発散量を用いた推定結果と一致しており、大きな相違は認められなかった。

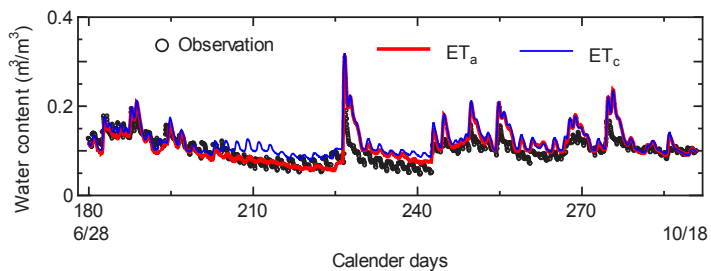


Fig.4 ナガイモ砂丘圃場の土壌水分量の推定
Estimation of water content in the Chinese yam sand dune field

4. おわりに

本研究では、砂丘圃場で栽培されるナガイモの作物蒸発散量をFAO-PM法で推定するために熱収支Bowen比法で求めた実蒸発散量を用いて作物係数を決定した。

ここで求めた作物蒸発散量を用いて数値モデルによりナガイモ圃場の土壌水分変動を推定した結果、実蒸発散量を用いた場合と同程度の推定精度が得られた。このことから、ここで決定した作物係数は妥当であるといえる。

1) Allen et al., FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO Rome (1998)