

施設畑における気象データに基づいた消費水量算定手法の検証

Evaluation of water consumption estimation methods using meteorological data in greenhouse

○弓削こずえ, 阿南光政

Kozue Yuge, Mitsumasa Anan

1. はじめに

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説計画「農業用水(畑)」(以後, 計画基準)では, 畑地の消費水量の算定手法として, 土壤水分減少法および Penman 法で求めた蒸発散位(ポテンシャル蒸発散速度)を用いた推定法が提案されている(農林水産省農村振興局, 2016). このうち, 土壤水分減少法は, 「十分な降雨あるいは灌漑から 24 時間経過した時点」を起点として土壤水分状態を連続測定し, 測定期間中の土壤水分の減少量を用いて消費水量を算定する手法である. しかし, 施設畑では少量頻繁灌漑が行われるケースが多いため土壤水分減少法の適用が困難であり, 消費水量の算定には Penman 法を用いる必要性が指摘されている(弓削ら, 2020). その一方で, FAO では改良した Penman-Monteith 法を用いて消費水量を算定することが推奨されているが, わが国の畑地用水計画ではこの手法の適用例はなく, 研究事例もほとんどない. 本研究では, 施設畑において気象データを用いた消費水量算定手法を検証することを目的とする.

2. 対象地区の概要と調査方法

本研究では, 熊本県の菊池台地地区および宮崎県の大淀川右岸地区のビニルハウスの黒ボク圃場を対象とした. 菊池台地地区および大淀川右岸地区の栽培作物はそれぞれキュウリおよびイチゴである. 各圃場における調査期間および栽培条件を Table 1 に示す. 菊池台地地区の圃場では, 10~1 月(秋期)および 3~7 月(春期)の 2 期作が行われている. 各圃場にウェザーステーション(WS-GP1, Delta-T Devices), 超音波風速計(DS-2, Decagon)

Table 1 調査圃場の栽培条件

Cultivation conditions in observational fields

地区名	調査期間	灌水	マルチ	加温
菊池台地	2021/10/22-2022/1/30 2022/4/6-2022/7/5	チューブ	畝部	有
大淀川右岸	2021/10/9-2022/5/23	チューブ	全面	無

および 4 成分放射収支計(CHF-NR01, クリマテック)を設置し, 気温, 相対湿度, 風速および純放射量を 10 分ごとに実測した. さらに, 土壤水分調査や灌水量の測定を行った.

3. 蒸発散位および基準蒸発散量の算定方法

計画基準においては, 1948 年に Penman が発表した手法を用いて蒸発散位 ET_p (mm d^{-1}) を求め, これに作物係数を乗じて畑地の消費水量を算定する方法が推奨されている. この際に必要となるデータは日平均気温, 日平均相対湿度, 日平均風速および日照時間(あるいは日積算日射量)である. 一方, FAO では次式の FAO Penman-Monteith 法によって基準蒸発散量 ET_0 (mm d^{-1}) を求めて消費水量を推定する手法が提案されている(Allen et al., 1998).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

ここで, R_{net} : 純放射量 ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$), G : 地中熱フラックス ($= 0 \text{ MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$), Δ : 飽和蒸気圧曲線の勾配 ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), γ : 乾湿計定数 ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), e_a : 蒸気圧 (kPa), e_{sa} : 飽和蒸気圧 (kPa), u_2 : 高度 2 m における風速 (m s^{-1}) である. 式(1)に入力する気象データのうち, 気温および湿度については計画基準とは異なり, 日最高気温, 日最低気温, 日最高相対湿度および日最

佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga University

キーワード: 畑地灌漑, 蒸発散, Penman 法, Penman-Monteith 法

低相対湿度の適用が推奨されている。

4. 結果と考察

Fig. 1はPenman法およびFAO Penman-Monteith法で計算した ET_p および ET_0 の日変化である。いずれの計算でも純放射量および風速には4成分放射収支計および超音波風速計で実測した値を入力した。気温および相対湿度は実測データの日平均値もしくは日最高値および日最低値を用いた。Fig. 1より、いずれの圃場でも ET_p は ET_0 を若干上回る傾向にある。

Fig. 2は菊池台地地区のキュウリ圃場における ET_p および ET_0 の相関を示している。1作および2作とも ET_p および ET_0 の関係性はほぼ同様であり、 ET_0 は ET_p の約0.9倍であった。

5. おわりに

本研究では、気象データを用いた施設畑の消費水量算定手法を検証することを目的として、複数のビニルハウス圃場において調査を行った。その結果、計画基準で推奨されているPenman法によって求めた蒸発散位はFAO Penman-Monteith法で求めた基準蒸発散量を若干上回る傾向にあったが、ほぼ同程度であることが明らかになった。FAO Penman-Monteith法は、Penman法に比較すると入力するパラメータの種類が多いため、計算が煩雑になる。本研究の対象圃場では計算結果に大きな差は生じなかったことから、消費水量を簡便に求めるにはPenman法が適しているといえる。今後は、両方で計算した結果を境界条件に用いて土壌水分動態解析を行い、計算精度への影響を検証することを目指したい。

謝辞

現地調査にご協力いただいた農林水産省九州農政局および(株)高崎総合コンサルタントの関係各位に記して感謝の意を表す。

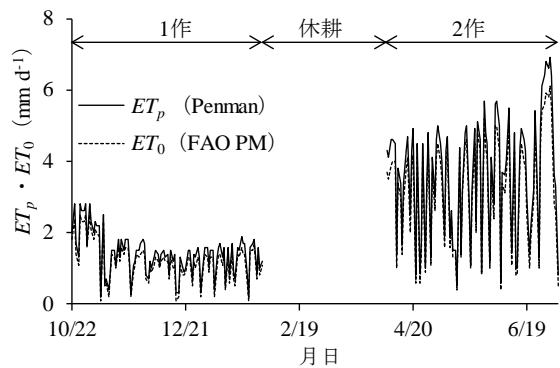
引用文献

Allen, R.G, Pereira, L.S., Raes, D. and Smith M. (1998): Crop evapotranspiration, FAO irrigation and drainage paper, 56, FAO.

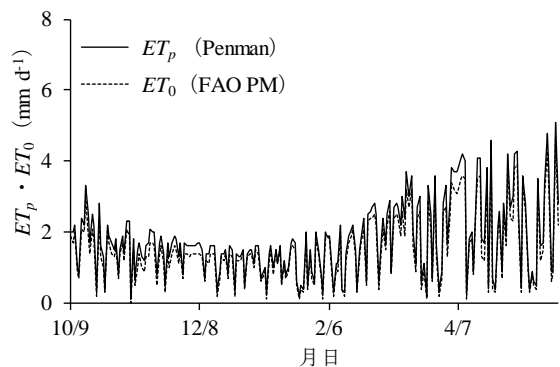
農林水産省農村振興局 (2016) : 土地改良事業

計画設計基準及び運用・解説 計画「農業用水(畑)」, 農業農村工学会.

弓削こずえ, 阿南光政, 平嶋雄太 (2020) : イチゴ栽培ビニルハウスにおける水消費環境と土壌水分動態の評価—気象データを用いた消費水量推定方法の精度向上に向けて—, 農業農村工学会論文集, 310, I_155-I_164.



(a) キュウリ圃場



(b) イチゴ圃場

Fig. 1 ET_p および ET_0 の日変化
Daily changes of ET_p and ET_0

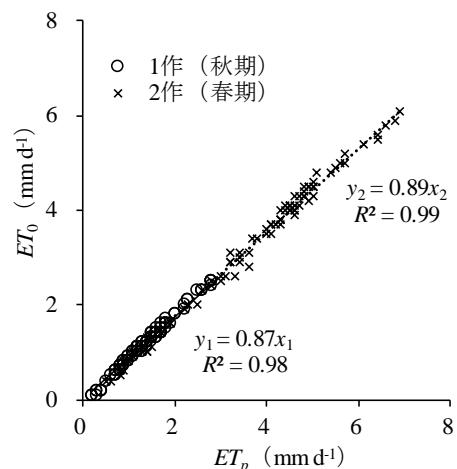


Fig. 2 ET_p および ET_0 の相関
(キュウリ圃場)

Relationship between ET_p and ET_0