

ダイズ栽培圃場における土中水分変化から推定した蒸散割合 SCF と草高の関係 The Relation between Ratio of Transpiration (SCF) Based on Observed Soil Water Content and Crop Height in a Soybean Field

○岡橋卓朗* 坂井 勝 取出伸夫
Takuro Okahashi Masaru Sakai Nobuo Toride

1.はじめに:畑地の土中水分移動シミュレーションを行うためには、蒸発を地表面境界条件、蒸散にともなう根の吸水を吸い込み項として、それぞれ与える必要がある。ここで、気象条件で推定される可能蒸発散 ET_p を可能蒸発 E_p と可能蒸散 T_p に分ける方法がある。

$E_p = (1 - SCF) \times ET_p$, $T_p = SCF \times ET_p$ (1)
ここで SCF (Soil Cover Fraction) は ET_p に対する T_p の割合である。植物が十分に繁茂した条件に対し $SCF = 1$ とした研究例はあるが、生育過程の SCF の変化は明らかでない。Ritchie (1972) は放射量の測定に基づき、SCF を葉面積指数 (LAI) の関数で表している。

$SCF = T_p/ET_p = 1 - \exp(-c \times LAI)$ (2)
ここで c は経験的なパラメータである。しかし、蒸散速度に基づき SCF を推定した例は少ない。本研究では、地表面にマルチを施したダイズ圃場の土中水分変化を測定し、水収支式から生育過程の蒸散速度 T_a を求めた。そして、土が湿潤条件下の T_a を T_p とし、 ET_p との比から SCF を推定し、LAI との関係性を明らかにした。さらに、草高を用いた SCF の簡易的な推定について検討した。

2.方法 2-1.現場測定:三重大学附属農場のダイズ畑で、2014 年と 2015 年に現場測定を行った。ここでは 2015 年の測定を説明する。ロード長 30 cm の TDR センサーを水平方向に設置し 10, 20, 30, 40 cm 深の水分量、地表面と 30 cm 深から鉛直下向きに設置し 0-30, 30-60 cm 深の平均水分量を測定した。また、

各気象データを測定した。フクユタカを 6/1 に播種し、草高と根密度分布、LAI を定期測定した。6/22 以降はマルチで蒸発を防いだ。

2-2. 蒸発散と SCF の推定:水収支式を用いると、蒸発散速度 ET_a は次式で表される。

$$ET_a = P + I - R - D - \Delta W_L \quad (3)$$

ここで、 P と I はそれぞれ降雨と灌漑、 R は表面流出、 D は下方排水、 ΔW_L は水分増加量である。降雨後の乾燥過程 ($P = I = 0$) を対象に、 $R = 0$ とし、0-60 cm 深の平均水分量変化から求めた ΔW_L で ET_a を推定した。また、測定した気象データと FAO 推奨の Penman-Monteith 式で ET_p を算出した。

3.結果と考察: Fig. 1 (a) に 0-30, 30-60 cm 深の平均水分量と降水量を示す。0-30 cm 深は降雨や乾燥にともない水分量に変化したが、30-60 cm 深は飽和水分量で一定であった。これは下層土の硬度が高いことにより、排水性が悪く (飽和透水係数 0.04 cm/day)、また根が 0~20 cm 深に集中したためである。そこで、60 cm 以深への排水は十分に小さいと仮定し ($D = 0$)、(3) 式での ΔW_L を 0-60 cm 深の平均水分量変化で求めた。推定した ET_a を ET_p とともに Fig. 1 (b) に示す。播種 (6/1) からマルチ設置 (6/22) までは蒸発散、その後は蒸散を示す。ここで、土が湿潤条件下の T_a を T_p とすると、 T_p はダイズ生長にともない増加して ET_p に近づき、10 月以降は老化により減少した。また、7 月末~8 月中旬には、土の乾燥による T_a の低下が見られた。得られた

T_p と ET_p の比を SCF とした。Fig.2 に草高と SCF の変化を示す。SCF は草高が伸長し地表が被覆されるにつれ増加し、その後の老化により減少した。ここで、求めた SCF の値がばらつくのは、 ET_p の計算値が放射等の影響を大きく受け変動するためと考えられる。

2015 年の SCF と LAI の関係に (2) 式を適合した (Fig. 3)。また、2015 年の草高と LAI の関係には線形関係が見られた (Fig. 4, (4) 式)。2015 年と 2014 年における SCF と草高の関係を Fig. 5 に示す。2014 年は 2015 年に比べ生育が悪く草高の伸長は約 50 cm 程度で最大となり、草高と SCF の関係は 2015 年と異なった。移植直後で活着が不十分であった

可能性や、葉の広がりや枚数等の差異が原因だと考えられる。

SCF の推定をより簡易的に行うために、(4) 式を (2) 式に代入し、草高 (h_c : Crop Height) にもとづく SCF の推定式を求めた。

$$SCF = 1 - e^{-ac \times h_c - cb} \quad (5)$$

推定した SCF の変化を Fig. 3 に、SCF と草高の関係を Fig. 5 に示す。2014 年と 2015 年で SCF と草高の関係は異なり、これは草高と LAI の関係が異なるためである (Fig. 4, (4) 式)。異なる時期で LAI の測定を 2 回行えば、草高と LAI で線形関係を仮定し、草高の定期測定のみで SCF を推定できる可能性がある。

引用文献：Ritchie, J.T., Water Resour. Res., 8, 204-1213, 1972.

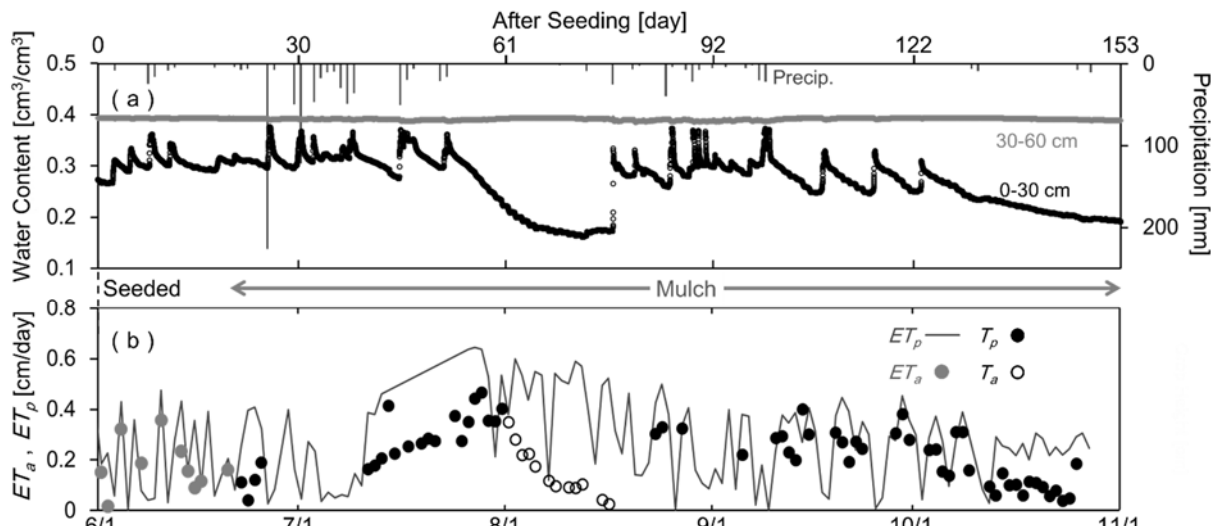


Fig.1 蒸散区：(a) 0-30 cm深と30-60 cm深の平均体積含水率の変化と降水量量、(b) 水収支で求めた蒸散速度と気象データから求めた可能蒸発散速度

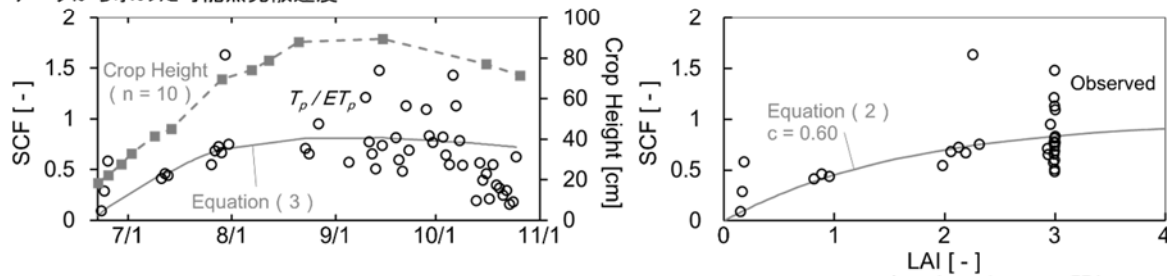


Fig.2 SCFと草高の変化

Fig.3 2015年のLAIとSCFの関係

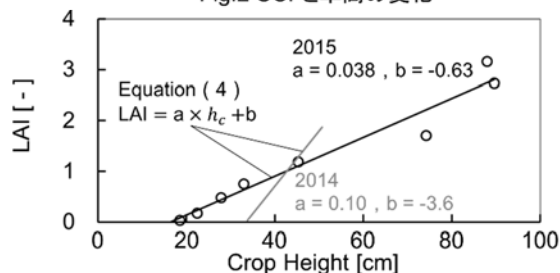


Fig.4 草高とLAIの関係(2015年:測定値, 2014年:(4)式による推定値)

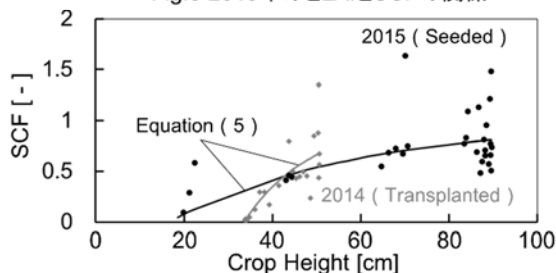


Fig.5 草高とSCFの関係