

ポット栽培におけるダイズの蒸散速度から推定した水ストレス応答関数 Estimated Water Stress Response Function of Soybean based on Transpiration Rates in a Pot Experiment

○大西一平* 坂井 勝* 取出伸夫* 森 優奈**
Ippei Ohnishi Masaru Sakai Nobuo Toride Yuna Mori

1.はじめに: 植物根の吸水による蒸散は、土の乾燥による土中水分量の低下に伴い減少する。乾燥ストレスを含む植物根の吸水には Feddes (1976) のモデルが広く用いられる。

$$S_a = \alpha(h) S_p$$

ここで、 S_a は実吸水速度、 S_p は乾燥ストレスのない状態での可能吸水速度である。水ストレス応答関数 α は、土中水圧力 h の関数であり、水が十分にあるときは1となるが、乾燥ストレスが生じると小さくなる。 $\alpha(h)$ は根の吸水および蒸散を含む土中水分移動の数値計算において重要であるが、実測値に基づいて評価した例は少ない。そこで本研究では、土中水分量の違いによる蒸散速度の変化から、水ストレス応答関数 $\alpha(h)$ を推定することを目的とし、ダイズのポット栽培実験を行った。また、推定した $\alpha(h)$ を用いた数値計算を行い、実測値との比較検討を行った。

2.方法 2-1.ダイズポット栽培実験: 実験は、2016年7/5~11/1に三重大学内のガラス室で行った。図1に実験装置の概略図を示す。三重大学附属農場の畑土2mm篩通過分を1/2000aのワグネルポット2個に乾燥密度1.2 g/cm³で24cm深まで充填し、フクユタカを直播した。発芽後、地表面にマルチを施し蒸発を抑制した。ポットの3、9、15、21cm深にTDT水分計、9cm深にMPS-6土中水圧力計を設置した。また、電子天秤で測定した重量変化から蒸散速度 T を求めた。給水はポット

下端からシリンジで行い、3日毎に十分に給水する湿潤ポットから可能蒸散速度 T_p 、およそ6日毎の給水で乾燥ストレスを与える乾燥ポットから実蒸散速度 T_a を求めた。そして、8/5~10/12のダイズが十分に生長した期間において、水ストレス応答関数 $\alpha (= T_a/T_p)$ を推定した。

2-2.数値計算: 推定した水ストレス応答関数 $\alpha(h)$ を用いて、8/14~9/30の間の乾燥ポットを対象に、給水後の蒸散速度や土中水分量変化について数値計算を行った。水分境界条件は下端ゼロフラックス、上端蒸発なしとし、可能蒸散速度には湿潤ポットの測定値 T_p を与え、初期条件には水分量の実測値を与えた。不飽和水分移動特性には van Genuchten モデルを用い、水分特性曲線はポット栽培実験の h と θ の測定値に基づいて求め、飽和透水係数は別途測定した値を用いた。また、計算対象期間はダイズが十分に生長していたため、吸

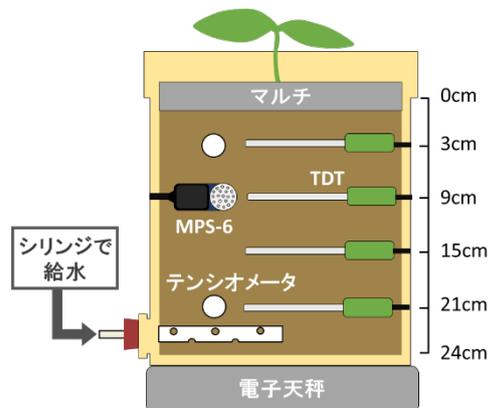


図1. ダイズポット栽培実験の概略図
Fig.1 Schematic illustration of soybean pot experiment

*三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate school of Bioresources, Mie Univ.

**三重県立明野高校 Mie Prefectural Akeno High School. 1481 Akeno, Obatacho, Watarai-gun, Mie, 519-0501, Japan
キーワード 蒸散速度 植物根の吸水 水ストレス応答関数 数値計算 土壌環境と植物根系

水強度分布は全層で均一とした。数値計算には HYDRUS-1D を用いた。

3.結果と考察：両ポットのダイズは、7/7の発芽以降ほぼ同様の生長をした。図2に8/16～8/18の両ポットの蒸散速度 T の変化を示す。乾燥ポットは8/13、湿潤ポットは8/15に給水している。両ポットの蒸散は日中に最大となり、夜間は非常に小さかった。8/16は両ポットの T は等しいが、8/17の9時以降、乾燥ポットでは乾燥ストレスにより T が徐々に減少した。一方8/18の6～9時のように、乾燥ストレス後でも明け方は両ポットの蒸散はほぼ等しくなることが観察された。図3にこの時の乾燥ポットの水分分布の変化を示す。根の吸水に伴い各深さで水分が減少し、乾燥ポットにストレスが現れた8/17の9時は、およそ $\theta = 0.17$ であった。

8/14～9/30間の両ポットの蒸散量の比

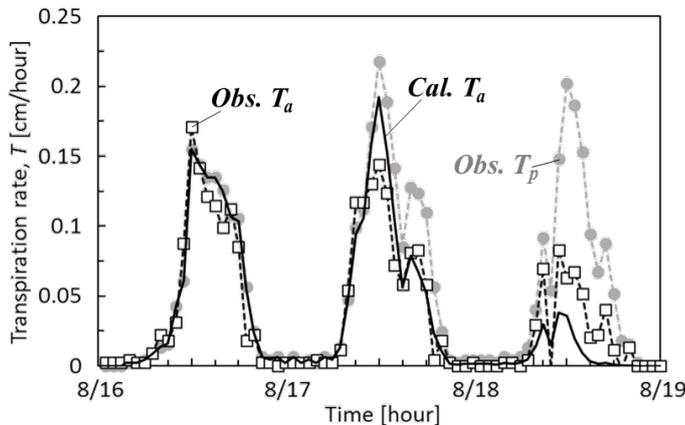


図2. 湿潤ポットと乾燥ポットの蒸散速度の経時変化
Fig.2 Observed and simulated transpiration rates

(T_d/T_p) から、 α を求めた。この時、蒸散が小さい夜間、ストレスの影響が現れない10時までの値は除いた。図4に α と乾燥ポット9 cm 深の θ 及び h との関係を示す。全期間で見てもおよそ $\theta = 0.17$ で $\alpha = 1$ となり、 $h = -1,880$ cm からストレスを受け、 $h = -16,530$ cm で蒸散が0となる $\alpha(h)$ が推定できた。

推定した $\alpha(h)$ を用いた計算結果を図2, 3に実線で示す。乾燥ストレスによる T の減少と水分量の低下をおおよそ再現できた。一方で、ストレスを受け始めた8/17では計算値は実測値を過大評価し、8/18では過小評価した。図4(b)から8/14-8/20の実測値は、推定した $\alpha(h)$ に比べ比較的高圧力側に分布しているためと考えられる。各測定期間における $\alpha(h)$ の変動について、詳細な検討が必要である。

参考文献
Feddes et al. (1976): Journal of Hydrology, 31, 13-26

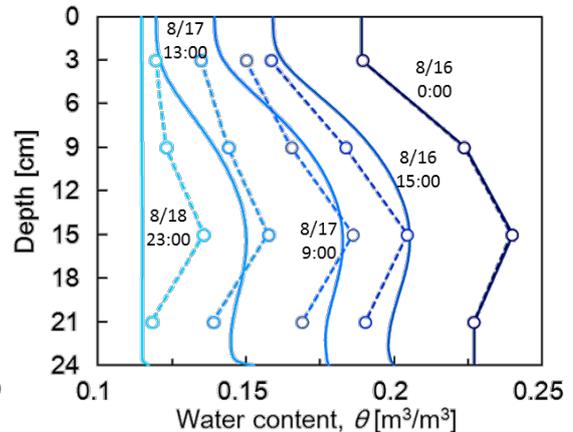


図3. 乾燥ポットにおける体積含水率分布の変化
Fig.3 Observed and simulated water content profiles

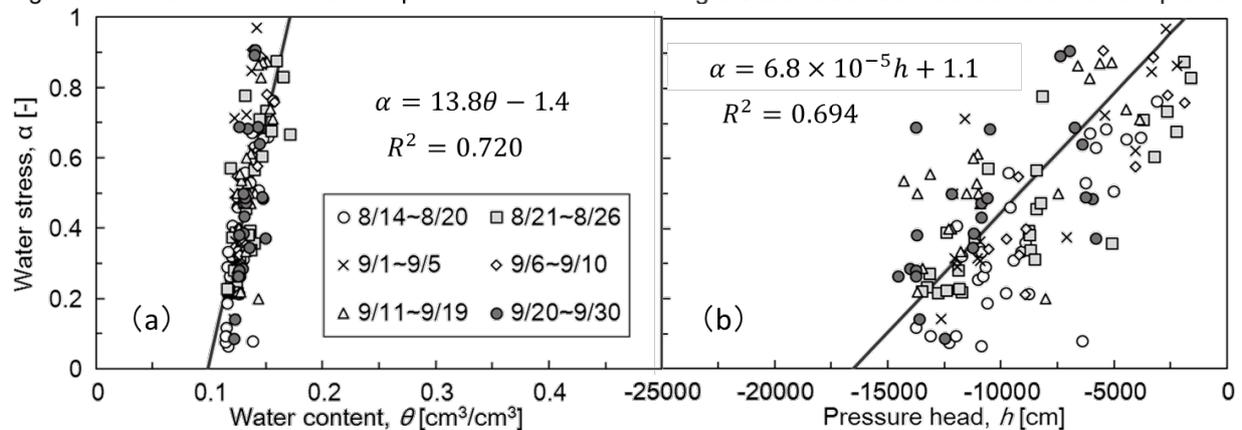


図4. 水ストレス応答関数 α と (a) 体積含水率 θ , (b) 土中水圧力 h の関係
Fig.4 Relationship between water stress and (a) water content θ and (b) pressure head h