

## ダイズ転換畑における土壌の乾燥・過湿が群落コンダクタンスおよび 根の通水コンダクタンスにおよぼす影響

Canopy conductance and root hydraulic conductance of soybean under soil drought and flood  
in a rotational paddy field

○久保田滋裕, 西田和弘, 吉田修一郎

○Shigehiro Kubota, Kazuhiro Nishida, Shuichiro Yoshida

### はじめに

水田に畑作物を作付けする転換畑では大きな降雨時には過湿が、連続晴天時には乾燥が発生する。これに対し、収量にもとづいた最適な土壌水分状態の指標や、その制御のための灌漑・排水技術の研究開発がなされてきた。しかし、植物の収量（光合成）に直接影響するのは気孔の開閉（気孔もしくは群落コンダクタンス）であり、これは土壌の水分状態だけでなく、気象条件（蒸散要求量）と土壌から植物までの通水コンダクタンスで決定される。したがって、収量と最適な土壌水分状態の関係の解明には、こうした土壌—植物—大気系の包括的測定が求められ、こうした測定にもとづいて灌漑・排水管理の指標を決定するべきと考える。そこで、本研究では、土壌の乾燥・過湿が群落コンダクタンスと根から葉までの通水コンダクタンス（ほとんどは根の通水コンダクタンスが占める）におよぼす影響を把握することを目的とした。

### 方法

石川県白山市のダイズ転換畑 1 枚を対象に 2018 年 7 月 30 日から 10 月 1 日まで調査をおこなった。栽培品種はエンレイ (*Glycine max*) で、播種は 5 月下旬、圃場面積は 31 a であり、周囲もダイズ転換畑に囲まれていた。土壌の透水性は良好であり、明渠はあるが、暗渠はなかった。また、7 月 20 日と 8 月 1 日に畝間灌漑がおこなわれた。

気象条件として温湿度 (1.2 m, 1.6 m, 2.0 m)、純放射、日射、風速、降水量、土壌の水分状態として体積含水率、マトリックポテンシャル、作土内水位、地中熱フラックスを測定した。また、現地滞在時に気孔コンダクタンスと葉の水ポテンシャルを夜明け前と日中に測定した。実蒸発散量を熱収支・ボーエン比法をもちいて、基準蒸発散量を FAO Penman-Monteith 式をもちいてもとめた。さらに、熱収支・ボーエン比法からもとめた蒸発散量  $E$  ( $\text{m s}^{-1}$ ) をもちいて、群落コンダクタンス  $G_{\text{canopy}}$  ( $\text{m s}^{-1}$ )、根から葉までの通水コンダクタンス  $G_{\text{plant}}$  ( $\text{m s}^{-1} \text{MPa}^{-1}$ ) をそれぞれ以下の式でもとめた。

$$G_{\text{canopy}} = \left( \frac{\theta_{\text{canopy}} - \theta_{\text{air}}}{\rho_w E} - \frac{1}{G_{\text{air}}} \right)^{-1} \quad (1)$$

$$G_{\text{plant}} = E / (\psi_{\text{soil}} - \psi_{\text{leaf}}) \quad (2)$$

ここで、 $\theta_{\text{canopy}}$ ：群落の水蒸気濃度 ( $\text{kg m}^{-3}$ )、 $\theta_{\text{air}}$ ：大気の水蒸気濃度 ( $\text{kg m}^{-3}$ )、 $\rho_w$ ：水の密度 ( $\text{kg m}^{-3}$ )、 $G_{\text{air}}$ ：空気力学的コンダクタンス ( $\text{m s}^{-1}$ )、 $\psi_{\text{soil}}$ ：土壌の水ポテンシャル (MPa)、 $\psi_{\text{leaf}}$ ：葉の水ポテンシャル (MPa) である。

### 結果と考察

Fig.1 に調査期間中の作土内水位、マトリックポテンシャル、日蒸発散量、日中 (10 時~14 時) の平均蒸発散比 (= 実蒸発散量/基準蒸発散量)、日中の平均群落コンダクタンス  $G_{\text{canopy}}$  の経時変化を示す。調査期間前半は晴天日が続き、日蒸発散量は 5 mm を超えることが多かった。その結果、作土でマトリックポテンシャルが -0.35 MPa を下回るまで乾燥した。一方、調査期間後半

東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate school of agriculture and life science, The University of Tokyo

キーワード 蒸発・蒸発散, 気象環境, 畑地の灌漑・排水

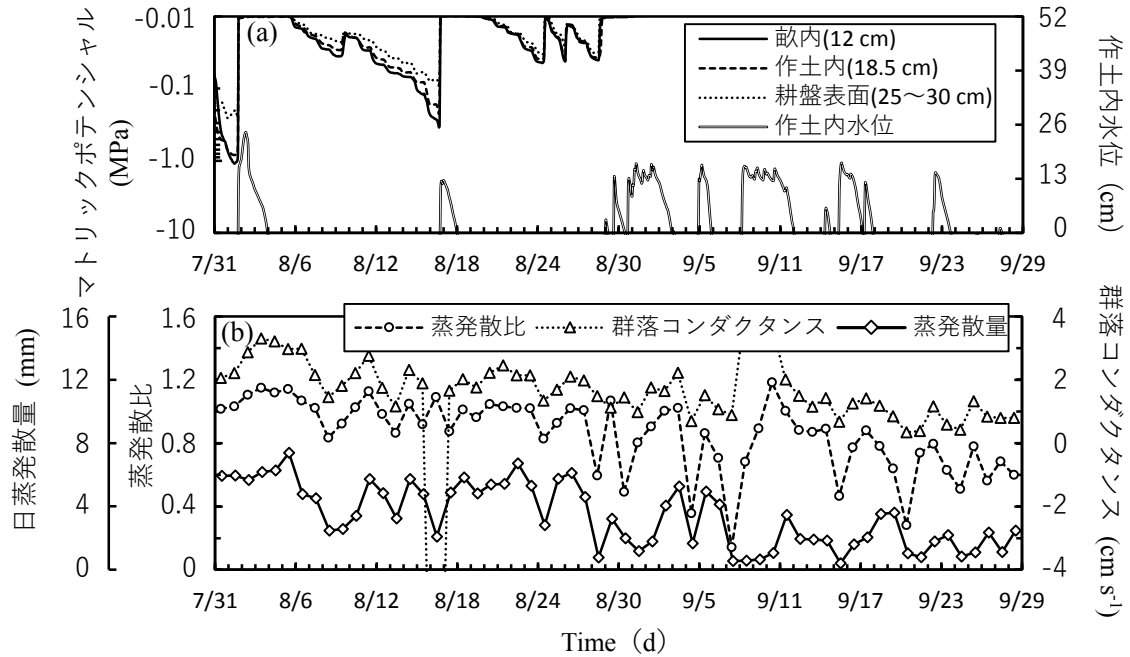


Fig.1 (a) 作土内水位，マトリックポテンシャルと(b)実蒸発散量，蒸発散比，群落コンダクタンスの経時変化．マトリックポテンシャルの括弧内の数字は畝上端からの距離である．作土内水位は作土下端を 0 cm（畝間表面は 13 cm）とした．蒸発散比と群落コンダクタンスは 10 時～14 時の平均値である．

は作土内に断続的に水位が発生していた．特に，9 月 8 日から 11 日の間に 93 時間連続して作土内が湛水していた．

土壌の乾燥が発達していた 8 月 1 日と 16 日の日中の蒸発散比はそれぞれ 1.03 と 1.09，群落コンダクタンスは  $0.022 \text{ m s}^{-1}$ ， $0.019 \text{ m s}^{-1}$  であり，気孔の大幅な閉鎖は見られなかった．一方で，調査期間全体でみると，蒸発散比と群落コンダクタンスはゆるやかに減少していた．これは，期間後半に晴天日が少なかったこと，植物体の成熟，土壌の過湿によるものと考えられる．

晴天時に実測した気孔コンダクタンスと葉の水ポテンシャルの関係を Fig.2 に示す．葉の水ポテン

シャルが  $-1.0 \text{ MPa} \sim -1.5 \text{ MPa}$  の範囲で低い値をとるほど，気孔コンダクタンスも低下していた．したがって，気孔が閉鎖し始める境界となる葉の水ポテンシャルの値は少なくとも  $-1.2 \text{ MPa}$  よりも高い領域にあると考えられる．このことは，Turner *et al.* (1978) などの先行研究とも整合していた．

根から葉までの通水コンダクタンス  $G_{plant}$  は土壌水分が良好なときは平均で  $1.3 \times 10^{-7} \text{ m s}^{-1} \text{ MPa}^{-1}$  だったが，93 時間連続して作土内に水位が維持されると  $8.9 \times 10^{-8} \text{ m s}^{-1} \text{ MPa}^{-1}$  まで低下した．土壌が過湿状態になると根はダメージを受けたため，通水コンダクタンスが低下したと考える．その結果，蒸散速度を補償するために要求される土壌の水ポテンシャルは高くなる．過湿ストレス後に乾燥が発生した場合は，より顕著な気孔の閉鎖が発生するものと考えられる．

参考文献 [1] Lawn, 1982, *Aust. J. Agric. Res.*, 33,481-96; [2] Turner *et al.*, 1978, *Aust. J. Plant Physiol.*, 5, 179-94

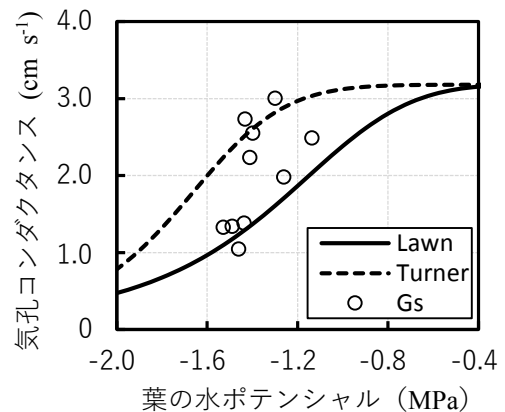


Fig.2 晴天時の気孔コンダクタンスと葉の水ポテンシャルの関係．実線は Lawn (1982)，点線は Turner *et al.* (1978) より．