

土壌物理性が異なる2つのアスパラガス柵板式高畝栽培圃場の土壌水分動態の比較
Comparing soil water movement in two raised-bed soils having different soil physical characteristics
under the cultivation of asparagus

○岩田幸良¹⁾, 柳井洋介²⁾, 山地優徳³⁾, 池内隆夫³⁾, 吉越恆⁴⁾, 宮本輝仁¹⁾

Y. Iwata¹⁾, Y. Yanai²⁾, M. Yamaji³⁾, T. Ikeuchi³⁾, H. Yoshikoshi⁴⁾, T. Miyamoto¹⁾

1. はじめに 柵板式高畝栽培は40~60 cm程度の高い畝をつくって栽培することで、春から秋までほぼ毎日実施する収穫時の作業が楽になり、労働生産性の向上が期待できる。一方、柵板式高畝栽培は比較的新しい栽培方法であり、収量を最適化するための栽培管理手法はまだ確立されていない。そこで本報告では、水田転換畑の低地土と畑の黒ボク土という土壌タイプの異なる2つの柵板式高畝栽培圃場において、土壌水分動態に関する観測を実施した結果を比較し、これらの圃場の高畝内の土壌水分動態の特徴を明らかにする。

2. 試験圃場と試験方法 柵板式高畝栽培でアスパラガスを栽培している黒ボク土畑圃場の農研機構野菜花き研究部門(つくば)のアーチ型パイプハウスと、水田転換畑の香川県農業試験場(香川農試)の片屋根連棟型単管ハウスに観測サイトを設置した。各試験圃場共に、ハウスを設置した圃場もしくは隣接する圃場の作土層を集めて高畝を成型した。畝高はつくばが59 cm、香川農試が45 cmであった。各試験圃場において、高畝部分と高畝の下の土層から100 cm³円筒サンプラーにより未攪乱土を採取し、飽和透水係数と水分特性曲線を測定した。未攪乱土採取時に攪乱土も採取し、土粒子密度をピクノメータ法で、土性をピペット法で測定した。各試験圃場に試験区を設置し、畝の上端から5 cm内側に入った地点と畝の中央の3か所の45 cm深と55 cm深にテンシオメータを設置して圧力水頭を測定した。点滴チューブの上流に設置した流量計で灌水量を測定した。灌水の制御は、つくばではテンシオコントローラーで、香川農試ではタイマーにより灌水時間を調節することで実施した。観測期間は2021年2月~2023年1月である。つくばでは2019年9月に、香川では2020年11月にアスパラガスの苗を定植した。実験により得られた深さ50 cmの水分特性曲線についてpF3.0までのデータをSWRCfit¹⁾で近似し、van Genuchtenのパラメータを求め、Mualemモデルで深さ50 cmの不飽和透水係数と水分量の関係を求めた。春先にビニールシートで高畝を覆って土壌表面からの蒸発をなくした条件で求めた同深さの現場透水係数で不飽和透水係数と圧力水頭の関係性を補正し、深さ45・55 cm間の動水勾配に不飽和透水係数を乗じて50 cm深の水フラックスを計算した。

3. 結果と考察 【灌漑期間を通じた灌水量と土壌水分状態の違い】観測1年目の2021年はつくばでは4月10日~10月31日の灌水量の合計は、香川農試の3082 L m⁻¹に対し、つくばは1539 L m⁻¹と、香川農試の半分程度の灌漑水量だった。灌漑水量の多い香川農試では高畝の下端の深さ55 cmの圧力水頭が正圧になっており、深さ45 cmの圧力水頭もほぼ0 cmだったことから、収穫期間中(3~10月)には高畝の下端付近はほぼ飽和状態だったことがわかる。一方、灌水量が少なかったつくばでは収穫期間中に45 cm深と55 cm深の圧力水頭が-50~-60 cm(pF1.7~pF1.8)程度と、圃場容水量付近の水分状態で推移していた。この土壌水分状態の違いが土壌物理性によるものか、灌水量の違いによるものかを調べるため、観測2年目の2022年の6月下旬からつくばでテンシオコントロールの設定を調整し、多量

1) 農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO, 2) 農研機構野菜花き研究部門 Institute of Vegetable and Floriculture Science, NARO, 3) 香川県農業試験場 Kagawa Prefectural Agricultural Experiment Station, 4) 農研機構西日本農業研究センター West Region Agricultural Research Center, NARO; キーワード: 圧力水頭, 透水係数, 灌漑

灌水を実施した。この期間（6月10日～9月9日）の灌水量を比較すると、香川農試の $17 \text{ L m}^{-1} \text{ d}^{-1}$ に対し、つくばは $25 \text{ L m}^{-1} \text{ d}^{-1}$ であり、つくばの方が香川農試よりも灌水量が多かった。しかし同期間の45 cm深と55 cm深の圧力水頭は-30～-40 cm (pF1.5～pF1.6) 程度であり、香川農試 (+10～-10 cm) よりも乾燥していたことがわかる。【**土壌水分移動様式の違い**】50 cm深の鉛直方向の水フラックスは、つくばでは概ね妥当に計算できたが、香川農試では灌水量の数十倍になった。2022年の多量灌水時の15分ごとの灌水量と、45 cm深と55 cm深の圧力水頭の推移の一例を Fig. 1 に示す。つくばでは灌水後少し経過してから圧力水頭が減少している。また、45 cm深の方が55 cm深よりも先に圧力水頭が減少している (Fig. 1 左)。これらのことから、畝の上からマトリックス流的な流れで灌漑水が浸透する水移動様式であったため、つくばでは不飽和透水係数と動水勾配から概ね妥当な水フラックスが計算できたと考えられる。一方の香川農試では、灌水開始とほぼ同時に45 cm深と55 cm深の圧力水頭が低下したことから (Fig. 1 右)、香川ではバイパス流により灌水が速やかに下層まで到達したと考えられる。つくばよりも香川農試の方が灌水強度が5倍程度高かった (Fig. 1)。香川では15分間の灌水量が約 5 m L^{-1} だったが、この値から高畝下端 (幅1 m) の単位面積当たりの灌水量に換算すると $5.6 \times 10^4 \text{ cm s}^{-1}$ となる。香川農試の高畝内の飽和透水係数は $6 \times 10^{-2} \sim 6 \times 10^{-3} \text{ cm s}^{-1}$ とこの値よりも1～2オーダー大きく、動水勾配1で灌漑水が浸透したとすると余裕があるように見えるが、現場データから推定した透水係数と水分特性曲線から計算した不飽和透水係数は、圧力水頭が0 cm (毛管飽和状態に相当) でも $4.7 \times 10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$ であり、灌水量から計算した上記の灌水強度よりも小さい。不飽和透水係数が粗大間隙によるバイパス流的な水の流れを考慮していないと考えると、バイパス流が発生する浸透強度は飽和透水係数から考えられる浸透能よりも低いことが示唆される。さらに Fig. 1 右に示したように高畝中央の下端は正圧になっており、飽和状態にあると考えられるのに対し、高畝の圧力水頭は負圧であり、不飽和状態が維持されていた。このことは、灌水チューブが設置されている高畝中央部をバイパス流により選択的に下方浸透し、高畝下端付近の中央部に局所的な飽和帯が形成されたことを意味している。高畝よりも下の土層の飽和透水係数は $4 \times 10^{-6} \text{ cm s}^{-1}$ と水田の耕盤層並みに低く、この透水性の低い層の存在により、浸透した水が一時的に湛水したと考えられる。高畝中央の余剰水は飽和帯の形成後にゆっくりと水平方向に浸透したと考えられる (図省略)。一方、つくばでは灌漑水が比較的均一に下方浸透したと考えられることから (図省略)、両試験圃場における高畝内の土壌水分移動様式には大きな違いがあったことが、今回の観測結果から明らかになった。

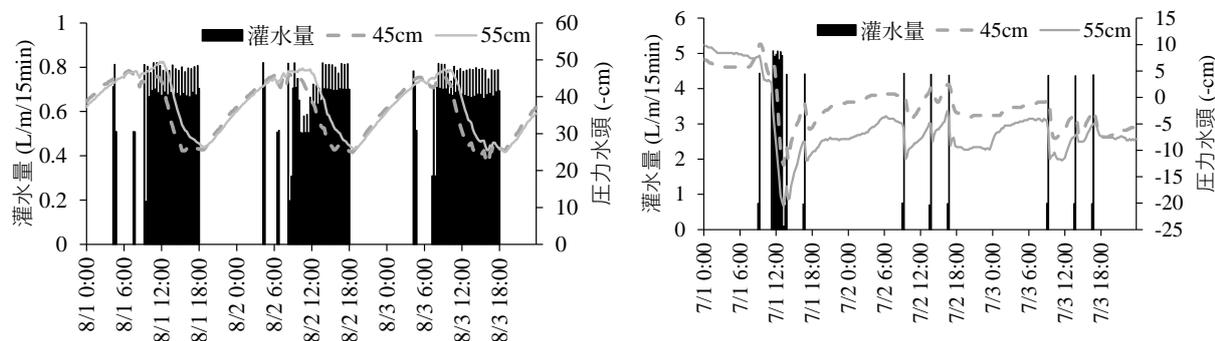


Fig. 1 つくば (左) と香川農試 (右) における多量灌水時の日灌漑水量と畝中央部の圧力水頭の推移 (2022年) Time series of irrigation water and matric potential head at the study site in Tsukuba (left panel) and Kagawa (right panel) at the highly-amount of water irrigation period in 2020

謝辞 : 本研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097) の支援を受けて実施した。

引用文献 : 1) Seki (2023) : Journal of Hydrology and Hydromechanics, 71, 22-34.