

ダイズ栽培期間における土の水分移動特性の変化

土壌圏循環学研究室 518345 田中敦基

(指導教員:坂井 勝)

はじめに

土壌水分変化を予測し畑地で適切な水管理を行うためには、土の保水性を表す水分特性曲線と透水性を表す透水係数の 2 つの物性値(水分移動特性)の把握が必要である。畑地では、例えば播種前の耕耘にともなう土壌の間隙構造の変化で、作物栽培期間中に水分移動特性が変化することが知られている。また、植物根の伸長も飽和領域の透水係数や水分特性曲線に影響を与えするという報告もある。さらに堆肥の施用によって、堆肥由来の大きな間隙が増加する可能性、有機物の蓄積による団粒構造の発達、また比表面積の増加から低水分領域の保水性が増加する可能性が報告されている。

そこで本研究では、ダイズを栽培している圃場において、水分特性曲線と飽和透水係数の測定を行い、時間経過による変化を明らかにすることを目的とした。

調査地と方法

実験は三重大学附属農場内の圃場で行った。2021 年 6 月 28 日に施肥と耕耘、8 月 25 日にダイズ(フクユタカ)の播種、11 月 15 日に収穫を行った。裸地区、無施肥区、牛糞堆肥区(牛糞堆肥 200 kg/a)、化成肥料区(化成肥料 10 kg/a、苦土石灰 10 kg/a)をそれぞれ 3 区画ずつ計 12 区画設け、うち 1 区画ずつを重点区とした(図 1)。なお、圃場は試験前 3 年程度休耕地であった。

施肥・耕耘直後(6 月 28 日)、開花期(8 月 25 日)、成熟期(11 月 15 日)の 3 時期で、100 cc サンプラーで不攪乱土壌を採取した。施肥・耕耘直後に重点 4 区の作土層(5 cm 深)と心土層(25 cm 深)から、開花期と成熟期に重点 4 区の作土層(2、10 cm 深)と心土層(25 cm 深)から、その他 8 区画で 10 cm 深から採土した。それぞれ、作土層の採土は 3 反復、心土層の採土は 1 反復で行った。得られた土壌試料から、変水位透水試験で飽

和透水係数、吸引法(土中水圧力 $h > -100$ cm)・加圧板法($h = -500$ 、 -1000 cm)・露点法($h < -5000$ cm)で水分特性曲線を測定した。水分特性曲線の測定には各区、各深度 1 試料を用いた(施肥・耕耘後:4 試料、開花期と成熟期:12 試料)。また、6 月 28 日から 11 月 15 日まで、重点区の 2、10、25 cm 深に水分センサーと土中水圧力センサーを設置し、圃場の体積含水率 θ と土中水圧力 h を 30 分間隔で測定し、その関係からも原位置の水分特性曲線を作成した。

結果と考察

図 2 に 3 時期の作土層の水分特性曲線の測定値を示す。各測定値に対して Durner の水分特性曲線モデルを適合し、平均値と標準偏差を求めた。3 時期とも体積含水率 θ のばらつきは $h \geq -10$ cm の飽和付近で比較的大きく(標準偏差 $\sigma = 0.02 \sim 0.04$)、 $h < -10000$ cm の低水分領域で小さい($\sigma = 0.015$)傾向が見られた。

水分特性曲線の平均を 3 時期で比較すると、飽和体積含水率 θ_s は耕耘直後で 0.47、開花期で 0.42、成熟期で 0.40 と減少し、時間と共に飽和近傍の θ が減少した。 $h < -1000$ cm の低水分領域でやや増加し、 $-10 \geq h \geq -1000$ cm の領域の

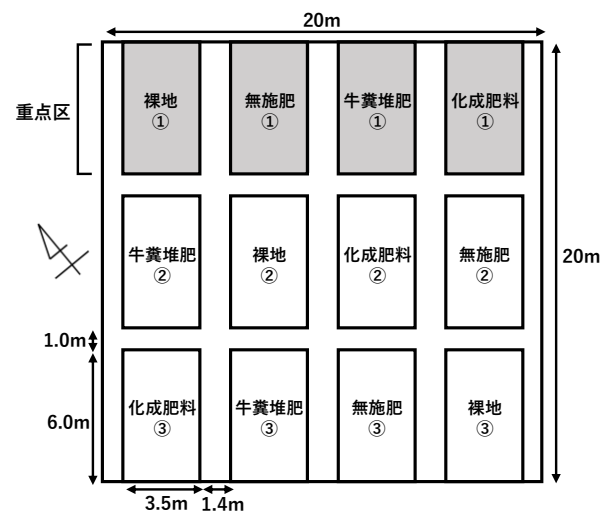


図 1 ダイズ栽培圃場の区画概略図

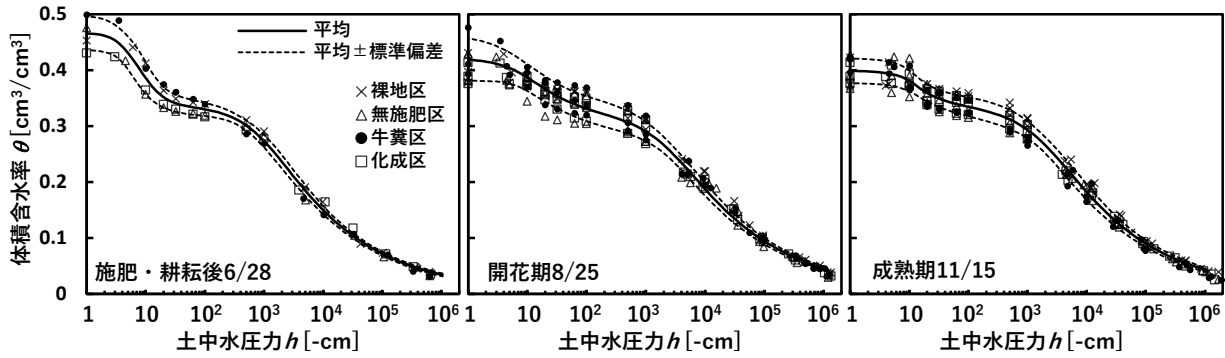


図2 3時期の水分特性曲線と標準偏差

変化は小さかった。図3に3時期の区画毎の乾燥密度 ρ_b を示した。全ての区画で耕耘直後の ρ_b は低く、開花期にかけて増加し、成熟期では牛糞堆肥区を除きさらに微増した。図4に水分特性曲線から読み取った各圧力領域の θ と ρ_b の関係を示す。飽和領域で負の相関となり、耕耘で生じた大きな間隙が時間経過で減少することを示している。pF5.0 ($h = -100000$ cm) で正の相関となり、土粒子の表面保水が主となる低水分領域で、 ρ_b の増加で単位体積当たりの土粒子量が増加し、保水量が増加したと考えられる。一方、圃場用水量 pF1.8 ($h = -60$ cm) で相関が小さい。 $-10 \geq h \geq -1000$ cm では、耕耘に伴う ρ_b 変動の保水性への影響は小さく、最大で $\theta = 0.02$ 程度であった。

施肥・耕耘直後の牛糞堆肥区は、 $h \geq -300$ cm で最大で $\theta = 0.07$ 程度他区よりも大きな値を示した(図1)。その差は時間と共に小さくなり、成熟期では他区と同程度となった。堆肥自体に含まれる間隙が $h \geq -300$ cm の領域の水分保持量を増やし、堆肥の分解とともに差がなくなったと考えられる。図5に成熟期の乾燥領域の含水比 ω と h の関係を示す。施肥条件による違いは見られず、土壌有機物の蓄積や、それにとまう比表面積の変化の影響は小さいと言える。

成熟期の裸地区、無施肥区、化成肥料区の水特性曲線を比較すると(図6)、裸地区に比べ無施肥区と化成区は $-10 \geq h \geq -60$ cm で傾きが大きく、 $h < -60$ cm でわずかに低い θ を示した。 $-10 \geq h \geq -60$ cm に対応する間隙が植物根の伸長で増加したと考えられるが、影響は小さく、圃場用水量 (pF = 1.8) で 0.02 程度であった。

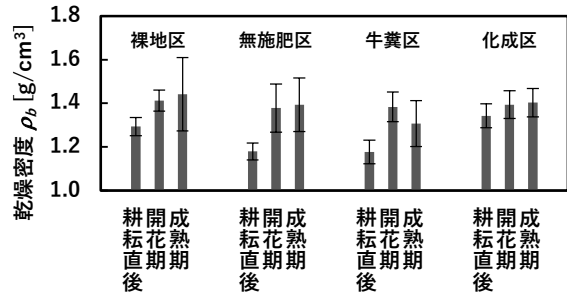


図3 3時期の区画条件ごとの乾燥密度

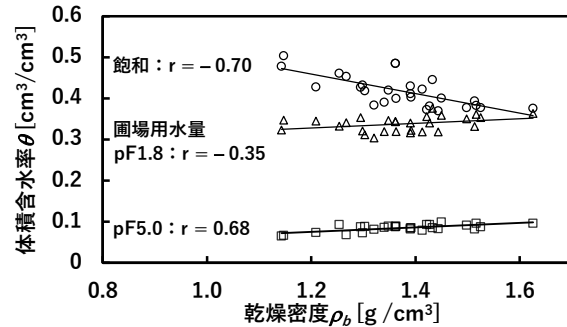


図4 各圧力領域の乾燥密度と体積含水率の相関

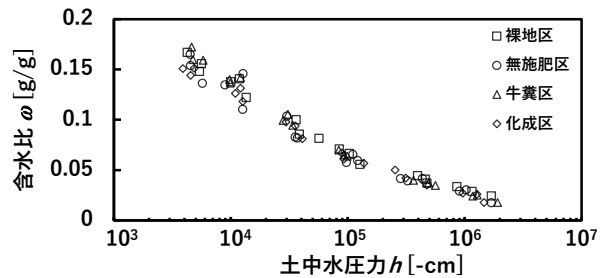


図5 乾燥領域の含水比と土中水圧力の関係 (成熟期)

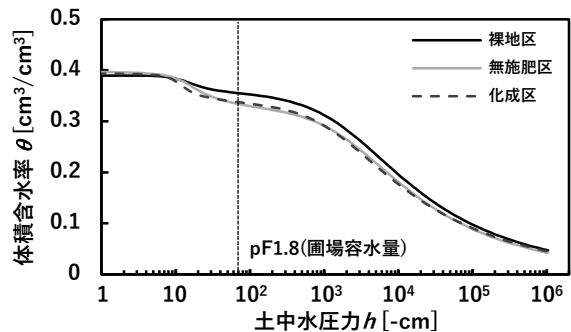


図6 根の有無による水分特性曲線の違い (成熟期)