

乾燥地における繊維素材を利用した地中負圧差灌漑のための基礎実験 Fundamental experiments on subsurface negative pressure irrigation using fibrous materials for arid regions

○永江 柚子¹、丸居 篤²、矢田谷 健一²

○Yuko NAGAE¹, Atsushi MARUI², Kenichi YATAYA²

1. はじめに

乾燥地において無管理の灌漑による栽培方法の確立を目的に研究を行っている。乾燥地域の持続可能な農業を実現するには、節水と現地住民が容易に利用できることが課題となる。節水灌漑では、点滴灌漑が普及しているが、加圧ポンプのコストや電気などの動力を必要とする。低コストで動力を必要とせずに灌水する方法には、素焼き管を利用した負圧差灌漑が挙げられる。素焼き管を用いた方法は、設置や管理に手間がかかる上、土壌水分制御のために、決められた透水係数で素焼き管を作る必要があり、現地への導入には課題がある。そこで、節水をしながら水供給をする方法として、負圧差を利用した布による地中灌漑を検討することとした。以下布灌漑と呼ぶ。

2. 実験方法

(1) 布の水分特性曲線

布の水分特性について、土柱法を参考に実験を行った。綿100%のさらしと帆布生地(8号)を5, 10, 20, 30cm幅に切り、5cm幅になるように2つ折り, 4つ折り, 6つ折りにして縫い、実験試料を準備した。布が水面に付くように垂らし5日間放置した。水面から高さ10cmごとにその前後2cmを切り、湿潤した質量と炉乾燥後の質量の差から水分特性曲線を作成した。

(2) 布灌漑による給水量測定実験

図1は実験の概要図である。さらしおよび帆布を長さ40cm, 幅10cm, 20cm, 30cmに切り、それぞれを幅5cmの2つ折り, 4つ折り, 6つ折りにした。ケイ砂7号を内径25.1×25.1(cm)、高さ16.0cmの容器に乾燥密度1.4g/cm³になるように充填し、図1の通り布を設置した。水位調節タンク内の水位は、常時水位差5cmになるように浮きによって調節した。メスシリンダーから給水量、計りの変化から灌水量を計測した。

(3) 布灌漑によるブロッコリーの栽培実験

ハウスに縦90cm, 横30cm, 深さ50cm以上の穴を2つと縦30cm, 横40cm, 深さ50cmの穴を1つ作り、ケイ砂7号を充填した。化学肥料(マグアンプK N-P-K-Mg=6-40-6-15)を250g/m²を基準として施肥した。貯水タンクからの給水量と水分センサー(EC5, TEROS12)から土壌の水分量を計測した。各試験区の条件は以下の通りである。

{1} 水無し: 初めに単位面積当たり20mmの水を灌漑しその後何もしない。

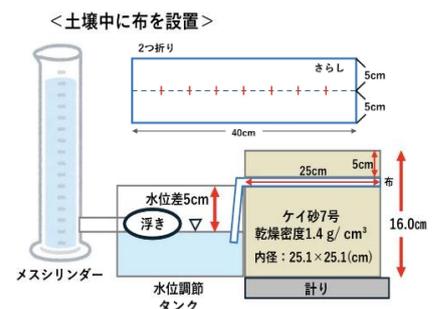


図1 給水量の測定実験の断面図

Fig.1 Cross-sectional view of water supply experiment

1. 弘前大学大学院 農学生命科学研究科 Hirosaki Univ. Agriculture and Life Science graduate course

2. 弘前大学 農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

キーワード: 負圧差灌漑、地中灌漑、節水

{2} 水有り：初めに面積当たり 20mm の水を灌漑し、3 日に 1 回単位面積当たり 2mm/day とし、水を十分に与える。

{3} 布灌漑：図 1 と同様の装置で給水する。

3. 結果と考察

(1) 布の水分特性曲線

図 2 は、さらしと帆布の水分特性曲線を示したグラフで、帆布生地よりもさらしの方が吸水性が高いことがわかる。また、折り数が多い方が吸水性が高くなった。

(2) 布灌漑による給水量測定実験

図 3 は給水量の変化を示したグラフである。さらしと帆布では給水量が倍以上と大きく差が見られた。これは、さらしと帆布生地の水分特性に起因していると考えられる。帆布では、布の面積が大きい 6 つ折りより 4 つ折りの給水量が大きくなった。要因として、帆布は生地が厚く 6 つ折りにすると折れ曲がる場所で、布自体に圧力がかかったことが考えられる。栽培実験では、さらしは分解が早いいため、生地が厚く給水能力が最も高い帆布の 4 つ折りを使用することとした。

(3) 布灌漑によるブロッコリーの栽培実験

図 4 は、{1} 水無しは深さ 5cm、{2} 水有りとは {3} 布灌漑は深さ 5cm、15cm の水分センサーの値を示している。{1} 水無しは、初めの水分量が 12% でその後徐々に低下している。{2} 水有りは、灌水する度に土壌中の水分量が上がっていることがわかる。{3} 布灌漑は、水分量が 5% と水供給がうまく機能していなかった。そのため、実験開始から 3 週間目に調節タンクの水位差を 5cm から 3cm に変えた。その後も給水はされるが水分センサーの有る位置までは水が届いていなかった。調節タンクと布の接している部分が折れ曲がり過ぎていたことが通水障害に繋がっていると考え、調節タンク付近の布を緩めると給水量が増加した。その後 2 月上旬には {3} 布灌漑の土壌水分量が 13% と上昇した。2 月 12 日に水位差を 5cm に戻したところ、土壌水分量は減少した。その後、土壌水分量が減少し続けているのは、貯水タンク内の空気が負圧になり、通水が障害されたためであると考えられる。

2024 年 11 月 25 日に実験を開始し、2025 年 4 月 8 日に収穫した。図 5 は、収穫時のブロッコリーの質量と 70℃ で 48 時間炉乾燥させた質量の平均を示したグラフである。{3} 布灌漑は、平均で見ると {2} 水有りには劣るが、{3} 布灌漑の最も成長したものと {2} 水有りの炉乾燥後の質量を比較すると差は 0.6~2.5 g であった。今後は、無管理での栽培は可能であったが、布の先端部や折り曲げる場所で通水に課題があるため、より良い方法を検討する。本研究は JSPS 科研究費 24KK0130 の助成を受けたものです。

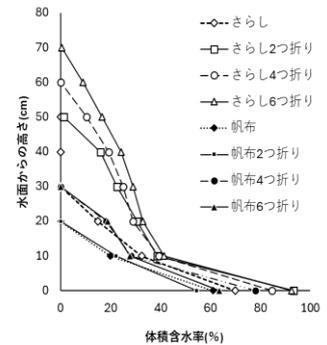


図 2 帆布とさらしの水分特性曲線
Fig.2 Moisture characteristic curve of fibrous materials

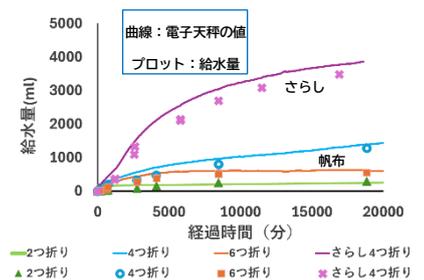


図 3 帆布とさらしの給水量の変化(ml)
Fig.3 Changes of supplied water amount of each fibrous materials

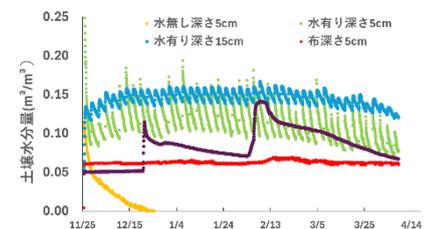


図 4 ブロッコリーの栽培実験における土壌水分変化
Fig.4 Soil moisture changes on broccoli cultivation experiment

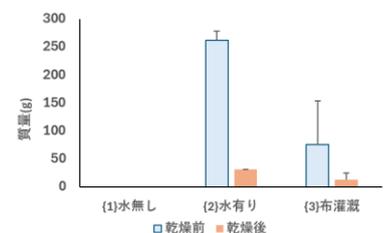


図 5 実験後のブロッコリーの収穫量の平均 (エラーバーは標準偏差)
Fig.5 Average yield of harvested broccoli