

局所耕うん法の人工マクロポア内外の水分移動計測に基づく吸水量解析 Analysis of root water uptake by monitoring soil water flow in-and-out of an artificial macropore for the shaft tillage method

○徳本家康⁽¹⁾, 田崎小春⁽¹⁾, 藤巻晴行⁽²⁾

○Ieyasu Tokumoto⁽¹⁾, Koharu Tasaki⁽¹⁾, Haruyuki Fujimaki⁽²⁾

1. はじめに

農地に人工的に作成した鉛直間隙（人工マクロポア）を用いた局所耕うん法は、土壌有機物（SOM）の蓄積効果が知られている不耕起栽培法の改良法である。その特徴として、人工マクロポア内に形成する密生した根群（密集根群）を介した選択的な水分下方浸透がある。この水分下方浸透に伴う SOM 蓄積増加効果の報告はあるが、密集根群による吸水量も SOM の蓄積効果に関与するが報告例はほとんどない。本研究では、密集根群内外の圧力や体積含水率の変化を計測することにより、密集根群による吸水量を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

供試土には、2 mm 篩にかけた砂壤土(乾燥密度 1.27g cm^{-3})を使用した。供試作物には、恒温室内で約 2 週間生育させたチンゲンサイを用いた。透明アクリル槽(高さ 25 cm, 横長さ 16 cm, 幅 5 cm)に風乾させた供試土を均一に充填し、下端から毛管飽和後に重力排水させた(図 1)。その後、アクリル槽の試料表面にから深さ 20 cm, 直径 8 mm の人工マクロポアを作成した。人工マクロポア上部に恒温室内で生育したチンゲンサイの苗を移植した。テンシオメータを用いて土中水圧力(h)を測定し、TDR システムで土壌水分量(θ)を測定した(図 1)。図 1 の左端における土壌表面を座標(0,0)として、テンシオメータを 11 か所に埋設した。カラム下端では、蒸散量の推定のために重量計測を 30 分間隔で行った。

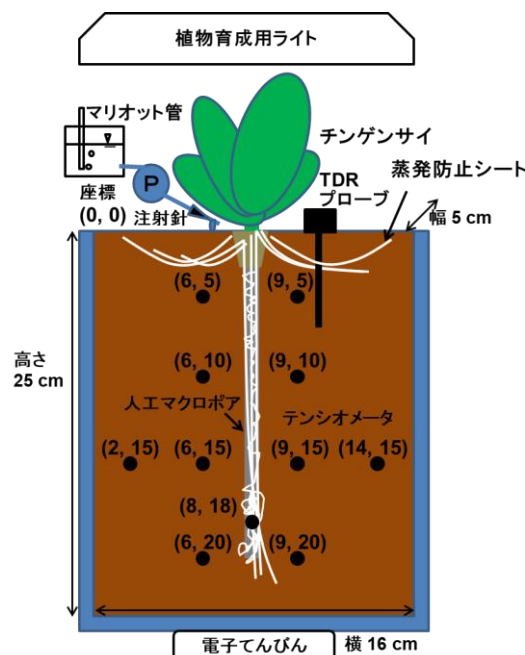


図 1 栽培実験の概略図

チンゲンサイの生育条件は室内温度 25°C であり、灌水方法は点滴灌漑(2 日に 1 回)および施肥方法は液肥(住友化学園芸社, N-P-K 比=5:10:5)(週に 1 回)とし、チンゲンサイの成長に伴い灌水量を増量させた。植物育成用蛍光灯を使用し、点灯時間は午前 9 時から午後 9 時とした。チンゲンサイの蒸散のみを考えるため、表層土壌を透明フィルムで覆った。実験終了後、アクリル槽を解体して、チンゲンサイの根の分布を観察し、乾物量を求めた。

佐賀大学農学部⁽¹⁾, 鳥取大学 乾燥地研究センター⁽²⁾, Faculty of Agriculture, Saga University⁽¹⁾, Arid Land Research Center, Tottori University⁽²⁾

キーワード: 人工マクロポア, 密集根群, 吸水量

表 1 根の乾物重割合

根の採取部位	乾物重(mg)	割合 (%)
苗部	236.5	41.1
人工マクロポア内	30.8	5.35
人工マクロポア外	308.5	53.6

3. 結果および考察

3.1 密集根群の乾物重割合

苗の移植後，チンゲンサイの生育は良く，良好な根の活着が確認された．栽培実験期間には，チンゲンサイの生育状況に応じて灌水量を 0.5 mm d^{-1} から 1.5 mm d^{-1} まで増加させることで，生育障害などは観察されなかった．

表 1 は実験終了後の人工マクロポア内外の根の乾物重量である．移植時の根巻土壌と人工マクロポア内の根の割合は，全体のおよそ 46% であった．人工マクロポア内の密集根群の割合は 5% 程度であり，人工マクロポアの下端における座標(8,18)において密度の高い密集根群が観察された．そこで本研究では，密集根群が形成された期間における吸水量について検討した．

3.2 密集根群による吸水量の寄与率の推定

栽培実験期間における水収支は，以下の式で表現できる．

$$\sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} D = \sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} I - \sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} T - \sum_{t_i}^n \Delta S_d \quad [1]$$

ここで，D は排水量 (mm)，I は灌水量 (mm)，T は蒸散量 (mm)， ΔS_d は土壌厚さ d における貯水量の変化量 (mm)，t は時間，i は土層の数である．本研究において，土槽下端から排水は生じず，地表から深さ 7.5 cm 表層とそれ以深の下層における 2 層の ΔS_d を検討する場合，[1] 式を以下のように表すことができる．

$$\sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} \Delta S_{db} = \sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} I - \sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} T - \sum_{t_i}^{t_i+\Delta t} \Delta S_{du} \quad [2]$$

ここで， ΔS_{du} および ΔS_{db} は深さ 7.5 cm 以浅と以深の表層・下層の ΔS_d をそれぞれ表す． Δt 時間内における ΔS_{du} は TDR で計測した θ と土層厚さ 7.5 cm の積で求められる．[2] 式の右辺における灌水量，蒸散量および ΔS_{du} の積算値を図 2 に示す．蒸散量は灌水量を上回り， ΔS_{du} では 4 日までに -4.7 mm と減少量が最も大きかったが，13 日以降には -1 mm よりも小さくなることはなかった．また，蒸散量に対する根の吸水量の寄与率は，以下の式で与えられる．

$$\frac{T_d}{T} = \frac{|\Delta S_d|}{T} \quad [3]$$

$$\frac{T_{db}}{T} = 1 - \frac{|\Delta S_{du}|}{T} \quad [4]$$

第 2 表は，[3] 式と [4] 式で求まる土壌表層と下層の吸水量の寄与率である．表層に対する下層の吸水量の寄与率は 0.8 以上であり，土壌表層が乾燥した条件であった 15 日以降には寄与率が 0.93 に達した．これは，土壌表層に比べて，深さ 7.5 cm 以深から作物の生長に必要な水が供給されたことを示唆した．

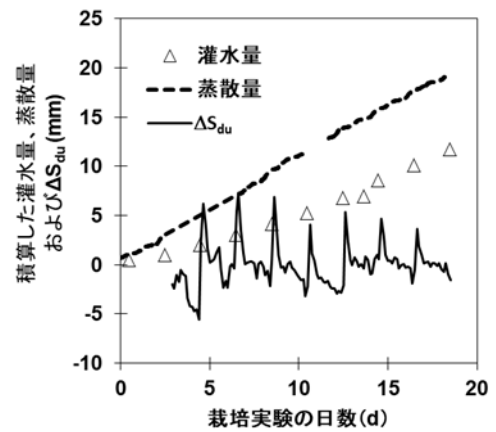


図 2 灌水量，蒸散量および ΔS_{du} の積算値

表 2 蒸散量に対する根の吸水量の寄与率

栽培日数 (d)	10	15	18
$\frac{ \Delta S_{du} }{T}$	0.20	0.07	0.08
$1 - \frac{ \Delta S_{du} }{T}$	0.80	0.93	0.92

[謝辞] 本研究は，JSPS (課題番号: 20K15623) および鳥取大学乾燥地研究センター共同研究 (課題番号: 02C2015) の助成を受けたものである．ここに感謝いたします．