

繊維材料の毛管上昇特性を活かした地盤内水分環境改善と植生成長への効果

九州大学大学院 学○村上 喬紀

九州大学大学院工学研究院 正 古川全太郎 F 安福規之 正 石蔵良平

1. 研究の背景と目的

近年、日本を含めた世界において大規模な水不足が問題になっている。その要因として、地球温暖化などの気候変動による水資源の不安定化や人口の増加に伴う水需要の増加などが挙げられる。また、世界における取水量が年々増加しており、その大半を占める農業における取水量が増加傾向にある。¹⁾農業用水の効率的な利用のために、著者らは灌水に手間がかからず、水の消費を最低限に抑えることができる灌水方法の開発に取り組んでいる。多様な灌水方法の中で、吸水性のひも状繊維材料を使用して対象地盤底面から水分を植物に与える「底面給水法」²⁾について研究している。この灌水方法は、無駄な灌水が少ない点、蒸発量が抑制できる点や植物の根付近に灌水できる点で優れている。本文では、ひもの毛管上昇特性や地盤とひもの水分移動特性を把握することを目的としたひもの吸水試験と土への水分伝播試験、及びひもを利用した植生の生育試験を行った。

2. アクリルひもの吸水試験

予備試験より明らかになった³⁾毛管上昇高さが優れているアクリルひもを用いて試験を行った。ひもを 300cm 程度に切り、気乾状態から写真 1 のように下端のみを水に浸した。ひもの周面をテープで被覆する

か否か、経過日数によって表 1 のように条件を分けた。経過日数後に各サンプルを 5cm 毎に切り分け、それぞれの含水比を求め、3 本の平均値から体積含水率を求めた。図 1 は、各期間のひもの体積含水率の高さごとの分布を示す。縦軸が高さをサクションに換算した値で、横軸がひもの体積含水率を表している。図 1 から、テープ被覆なしの 5 つのグラフは類似した形のグラフとなり、どのひももおよそ 50cm の高さまで毛管上昇していることが分かる。このことから、テープ被覆されていないひもでは、少なくとも 3 日ほどでひもの高さおよそ 50cm の高さまで毛管上昇し、土中にひもを設置する場合、最大で 50cm の高さまで水分供給できるということが示唆された。また、14 日経過分のテープ被覆されたものとされていないものを比較すると、テープで表面を被覆した方が毛管上昇の高さが高く、およそ高さ 80cm のところまで毛管上昇がみられた。テープで表面を被覆したことによって、大気中への水分の蒸発量が減少し、その結果毛管上昇高さも増加したと考えられる。

3. 底面ひも給水法による植生成長への効果

吸水ひもを用いた底面給水法によって植物の植生成長に与える影響を検証するために、図 2 のような吸水ひもを用いた底面給水法を利用して植物の生育実験を行った。図 2 のように、袋栽培と畝栽培という 2 種の栽培方法を実施した。

袋栽培は底面ひも灌水が鉢物で実践される例が多い⁴⁾ことから、同じような閉鎖空間で価格が安価なため、また畝栽培は畑地での一般的な栽培方法なので実験条件として採用した。袋と畝でひも周辺の土の高さ 5cm、15cm、25cm、さらに 15cm の高さのひもから横に 10cm の位置の体積含水率の経時変化を求めた。図 3 に初期値と 3 カ月後のデータを示す。このグラ

表 1 アクリルひもの試験条件

直径(cm)	1
繊維密度(g/cm ³)	0.756
乾燥密度(g/cm ³)	0.27
間隙比	0.081

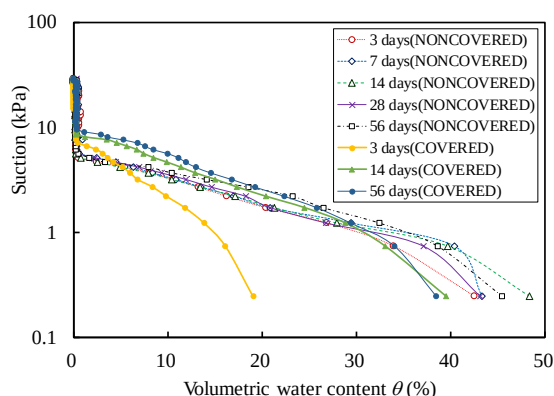


図 1 アクリルひもの吸水過程における体積含水率－サクション関係

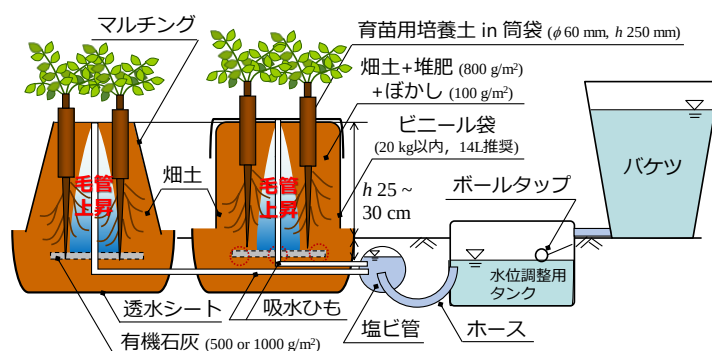


図 2 畝栽培と袋栽培の底面ひも給水法の概念図

フから、初期値と3ヵ月後のどちらも袋栽培のほうが、体積含水率が高く、35~50%の間に保たれていることがわかった。畝栽培は、袋栽培に比べてひもが担う土の体積が大きく、水分供給の効率が低下する。また、半年間生育させて収穫した薬用植物カンゾウの根の乾燥重量の最大値、平均値、最小値を栽培法別にまとめたグラフを図4に示す。このグラフから、袋栽培の方が全体的に乾燥重量の値が大きく、より植物が成長しているといえる。これは、袋栽培のほうが畝栽培より体積含水率が高く、一定に保たれることが一因と考えられる。

4. 土の吸水試験

底面ひも給水法と地表灌漑法による土中の水分分布を比較するために、2つの灌漑方法で土の吸水試験を行った。植物は植えずに直径約30cmの袋の中央にひもを設置し、2つの灌漑方法において同量の水分を供給し、土壌中の水分状態を比較した。土質は畑土と珪砂7号を用いた。底面ひも給水法は図2の要領で行い、地表灌漑法は土壌の上面から水分を供給した。また、水位差による土中の水分分布を比較するために、袋と水面に5cmと10cmの水位差をつけた条件でも実験を行った。表2に条件を示す。地表灌漑と底面ひも給水で土の高さ5cm、15cm、25cmの所の体積含水率の経時変化を求めた。図5に畑土の地表灌漑と水位差0cmの底面ひも給水のデータを示す。7日時点の5cmの高さの体積含水率は、底面ひも給水が地表灌漑に比べておよそ15%高い値を示した。このことから、底面ひも給水は地表灌漑に比べて、植物の根の部分に多量の水分を供給でき、植物の灌漑方法として有効であることが示唆された。また、図6に7日時点での水位差別の水分量を示す。このグラフから、水位差が大きくなると、2種類の土質ともに水分量が小さくなることがわかった。これは水位差が大きくなると、土に到達する水分量が小さくなるからだと考えられる。このことから、水位差を調整することで植物が好む水分環境に調整することができるとわかった。

5. 結論

本研究は、アクリルひもの毛管上昇特性、底面ひも給水法による土壌への水分移動特性と植生成長への効果の実験的な検討を行った。その結果、1)アクリルひもの吸水試験より、テープ被覆なしのひもでは、3日以前で毛管上昇の高さがおよそ50cmであることがわかった。また、テープ被覆があるひもでは、テープ被覆がないものに比べて水分の蒸発を防ぐことができるため、毛管上昇の高さが高く、14日経過分のものでは、およそ80cmまで毛管上昇することがわかった。2)袋栽培の方が畝栽培に比べて、体積含水率が高く保たれ、袋栽培のほうが乾燥重量も大きく成長した。従って、底面給水法で体積含水率を保つことは植物の生長を促す要因の一つとなると考えられる。3)土の吸水試験より、7日時点の5cmの高さの体積含水率は、底面ひも給水が地表灌漑に比べておよそ15%高い値を示した。また、水位差が大きくなると、2種類の土質ともに水分量が小さくなることがわかった。

謝辞:本研究の一部は九州大学・玄海町PJの支援を得て行われたものである。(参考文献)1)NPO 法人ネットワーク『地球村』2)大谷義夫,ニホンナシの盛土式根圏制御栽培における底面給水法,園学研,10(2),217-224,2011 3)村上喬紀,安福規之,古川全太郎,平成29年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,437-438,2018 4)森重歩己,大玉トマトの防根給水ひも栽培,岡大農報,98:23-29,2009

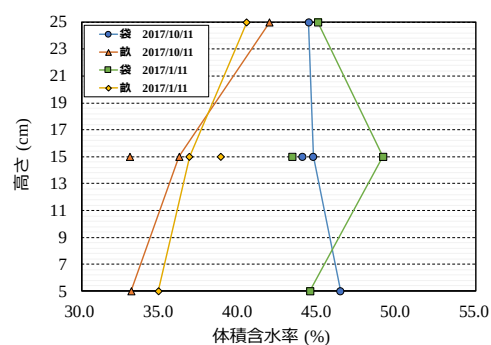


図3 栽培方法別の高さ-体積含水率関係

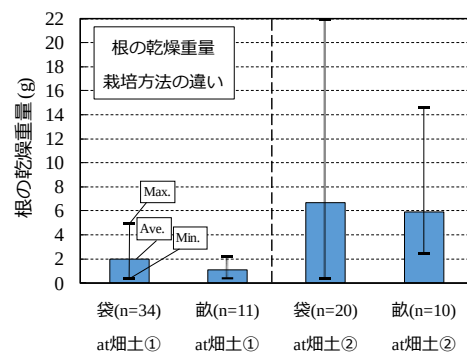


図4 栽培方法別の根の乾燥重量

表2 土の吸水試験の条件表

	地表灌漑		底面ひも給水					
			0		5		10	
水位差(cm)								
日数(日)	3	7	3	7	3	7	3	7
土質	畑土および珪砂7号							

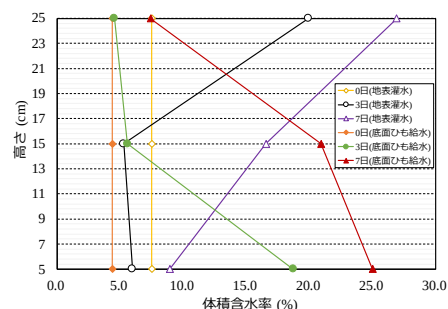


図5 各灌漑法の体積含水率分布

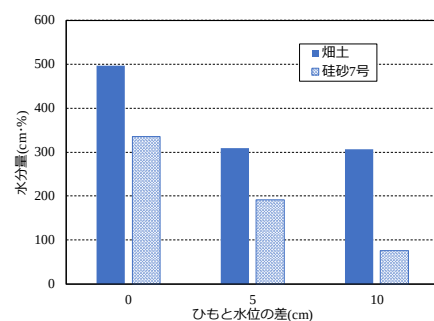


図6 7日時点の水位差別の水分量