

地盤内水分制御のためのひも状繊維材料の毛管上昇特性

九州大学 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、気候変動や人間活動による水不足が一因となり、農地の大規模な減少が進んでいる。世界の取水量が農業を中心に増加していることが明らかとなっている¹⁾。そこで、乾燥地および日本の農地の住民が自主的、持続的に植物の生育を行うことができる自立性に優れた「付加価値の高い地盤環境改善システム」の確立が希求されている。そのためには、劣化した地盤に植物を健全に定植させ、かつ水の消費を最低限に抑えることのできる、灌水・管理に手間のかからない地盤内水分調整技術を地盤工学的な観点から検討する必要がある。灌水の効率化を目指した方法として、近年、繊維質の材料を使用して対象地盤底面から養分や水分を与える手法である底面給水法が着目されている²⁾。我々の研究グループは、底面給水法を応用して、吸水性のひもを用いて地盤内に効率的に水分を供給する方法を検討している³⁾。効率的な水分供給を行うにあたり、吸水材としての紐(繊維材料)の吸水特性、毛管上昇特性、さらには地盤と吸水材間の水分移動特性を把握する必要がある。本文では、様々な繊維材料の毛管上昇特性を把握することを目的とした実験を行った。

2. 多種のひもの吸水試験

2.1 実験内容

どのようなひもが底面給水法に用いられるのに適しているかを検証した。ひもの様々な材料の吸水量、吸水率を把握するために写真1のように長さ50cmのひもの吸水実験を行った。材料の種類は、左からアクリル紐、アクリル紐(テープ被膜)、綿、綿(テープ被膜)、KPロープ、KPロープ(テープ被膜)、不織布(テープ被膜)の7種類で実験を行った。実験条件を表1に示す。それぞれの材料を50cm程度に切り、気乾状態から下端のみ水に浸した。この際、テープを被膜することによって、多少の水分の蒸発を防ぐことができるのではないかと考えた。テープによってどれくらいの水分の蒸発を防げるのか把握したかったため、テープを被膜したものと被膜していないもので比較を行った。実験開始後およそ4日後に各サンプルを5cmに切り分け、それぞれの重量を計測し、それぞれの含水比を求め、そこから吸水量(吸収した水分の質量)、吸水率(吸収した水分の質量/気乾状態のひもの質量×100(%))を求めた。吸水率は、材料の重さ当たりの水分吸収量、すなわち効率的に水分吸収の効率性を表している。



写真1 多種のひもの吸水実験

表1 多種のひもの吸水実験の実験条件

条件No.	条件名	気乾重量 (g)	長さ (cm)	単位長さ当たりの重さ (g/cm)
1	アクリル紐	10.8	49	0.22
2	アクリル紐 (テープ被覆)	10.8	49	0.22
3	綿	33.88	49	0.69
4	綿 (テープ被覆)	34.77	49	0.71
5	KPロープ (ポリエチレン+ポリエステル)	28.09	49	0.57
6	KPロープ (テープ被覆)	27.31	49	0.56
7	ウエス (テープ被覆)	32.72	49	0.67

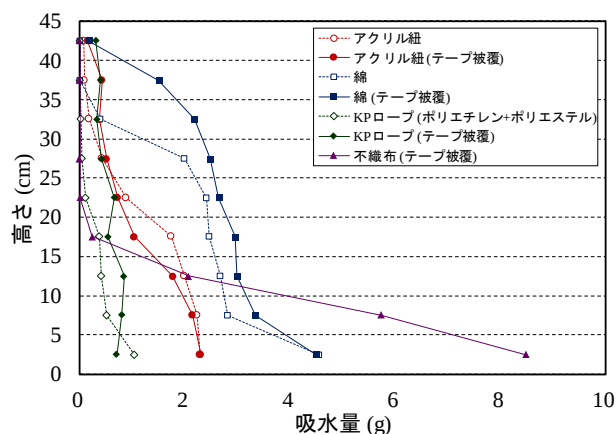


図1 高さ-吸水量関係

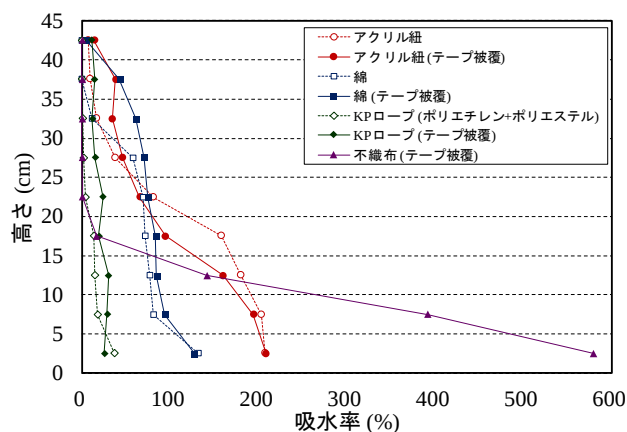


図2 高さ-吸水率関係

2.2 実験結果

図 1, 2 に各材料のひもの吸水量、吸水率の分布を示す。不織布は、高さが低いところでの吸水量、吸水率は最も大きい、毛管上昇自体の高さが他に比べて劣ることがわかった。また、綿とアクリルひもを比べると、吸水量では綿の方が全体的に大きな値をとっているが、吸水率では、アクリルひもの方が全体的に大きな値をとった。

3. アクリルひもの吸水試験

3.1 実験内容

吸水率が一番優れていたアクリルひものみに着目して実験を行った。アクリルひもを 3m 程度に切り、写真 2、写真 3 のように気乾状態から下端のみ水に浸した。テープ被膜ありとなし、経過日数によって表 2 のように条件を分け、一般性をより増すためにそれぞれの条件ごとに 3 本用意し、経過日数後に各サンプルを 5cm に切り分け、それぞれの重量を計測し、それぞれの含水比を求め、3 本の平均値から吸水量、吸水率を求めた。

3.2 実験結果

図 3 に各期間のひもの体積含水率の分布 (含水比 × 気乾密度) を示す。縦軸がマトリックポテンシャルで、縦軸が体積含水率を表している。現時点では 14 日経過分までの結果を示す。このグラフから 3 日経過分のグラフでは、ひものおよそ 50cm のところまで水分がいきわたっており、そこまで毛管上昇が起きていることが分かる。また、7 日経過分のグラフでは 3 日経過分よりもひものわずかに高いところまで毛管上昇の高さが伸びていることがわかる。14 日経過分のテープ被膜なしの方のグラフは、3 日経過分のグラフとかなり似た形となった。このことからテープ被膜なしのひもでは、ひもの高さおよそ 50cm のところまでしか毛管上昇しないということがわかる。また、14 日経過分のテープ被膜ありとなしのものを比較すると、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 80cm のところまで毛管上昇がみられる。これはテープで表面を被膜したことによって、大気中への水分の蒸発を防ぐことにつながったと予想される。

4. 結論

本研究では、底面給水法におけるひもの毛管上昇特性の把握を目的とした実験を行った。その結果、1) 多種のひもの吸水試験より、綿とアクリルひもを比べると、吸水量では綿の方が全体的に大きな値をとっているが、吸水率では、アクリルひもの方が全体的に大きな値をとることがわかった。2) アクリルひもの吸水試験より、テープ被膜なしのひもでは、3 日以前で毛管上昇の高さがおよそ 50cm のところまで到達し、そこが毛管上昇しうる最大の高さであることがわかった。3) アクリルひものみの吸水試験より、テープ被膜ありのひもでは、テープ被膜なしのものに比べて水分の蒸発を防げるため、毛管上昇の高さが高く、14 日経過分のものでは、およそ 80cm のところまで毛管上昇することがわかった。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』 http://www.chikyumura.org/environmental/earth_problem/water_resource.html 2) 大谷義夫, 二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) 大場碧海, 安福規之, 古川全太郎, 平成 28 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 275-276, 2017

表 2 アクリルひもの吸水試験の実験条件

条件 \ 期間(日)	3	7	14	28	56
テープなし(本)	3	3	3	3	3
テープあり(本)			3		3



写真 2 吸水試験の下端

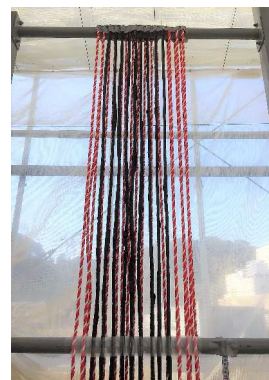


写真 3 吸水試験の上端

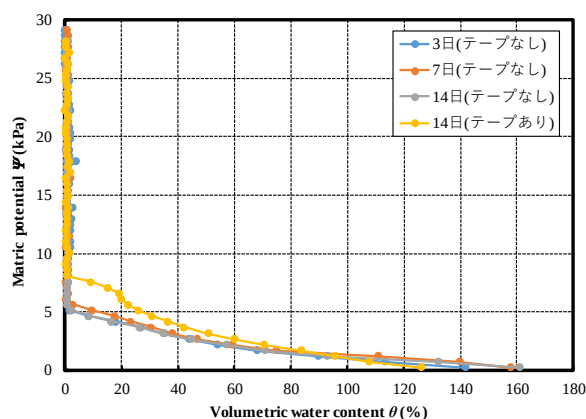


図 3 マトリックポテンシャル-体積含水率関係