

乾燥地のためのヒモを用いた地中負圧差灌漑による水分供給量 Water supply using subsurface string irrigation by the negative pressure difference

○丸居 篤*・泉 完*

Atsushi Marui, Mattashi Izumi

1. はじめに

開発途上国の乾燥地において、灌漑農業を実現するために、現地で調達可能な資材を用いて節水型、かつ、低コストで灌漑効果の高い地中灌漑方法の開発を目指す。乾燥地においては、有限な水資源と塩害防止の観点から限られた用水量で農業を行なう必要があり、これまで様々なマイクロ灌漑方式が開発されてきた。一方で貧困地域では、加圧ポンプを含む高価なシステムを導入することは難しい。また、砂漠化が進行する地域では通常の点滴灌漑では、砂嵐による埋没や目詰まり、冬季の凍結などが発生するため、それらの影響を抑え、より節水効果のある地中灌漑が望まれる。動力を必要としない地中灌漑方法について、加藤は多孔質管（素焼きセラミック等）を用いた負圧差灌漑方式を提案しており、設定負圧の大きさによって給水量を制御できることを報告している¹⁾。本研究では、ポンプ等の動力を使わずにヒモの毛管現象を利用し、ヒモと土壌の負圧差による負圧差灌漑方式を実現するために、ヒモによる給水能力を明らかにすることを目的とする。

2. 材料と方法

実験に使用したヒモの素材はナイロン、綿で、直径等の概要は表1の通りである（以下、直径3mmクラスをナイロン(3)、直径6mmクラスをナイロン(6)等と表示）。傾き30度に固定した鉄製の網（1cm格子）の上にヒモを設置し、吸水過程

により水分特性曲線を求めた。図2に給水実験の概要図を示す。実験装置は貯水槽と水位調節タンクおよび実験ポット（直径25cm、高さ25cm）で構成され、給水量を把握するために貯水槽はメスシリンダーとし、実験ポットは電子天秤の上に設置した。貯水槽、水位

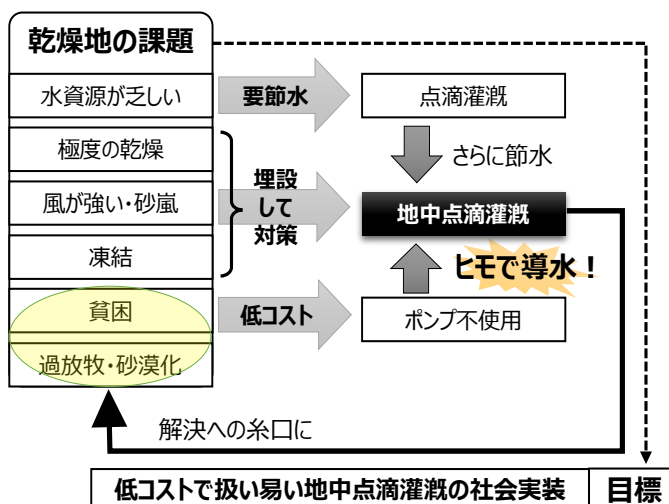


図1 本研究課題の概要と目的

Fig.1 Overview and objective of this research

表1 実験用ヒモの概要 (n=3)

Table 1 property of the string

	綿(3)	綿(6)	ナイロン(3)	ナイロン(6)
直径 (mm)	3.50	6.03	3.55	6.31
直径(飽和) (mm)	3.51	6.53	3.69	6.48
乾燥密度 (g)	0.50	0.71	0.42	0.62
飽和体積含水率 (%)	73.7	89.7	89.9	57.7

*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

調節タンクおよび実験ポットの上面はビニールで覆い蒸発を防いだ。ビニールチューブ内の水位はボールバルブによって設定することが可能で、今回は土壌までの水位差を5cm、土壌とヒモの接地長さを5cmとし、ヒモは垂直に立てた。土壌はケイ砂7号を使用し、乾燥させた後に乾燥密度 1.43g/cm^3 となるように充填した。ミニテンシオメータ(T5・METER社製)をそれぞれ中心から5cm、深さ5cm(A)および10cm(B)に埋設し、土壌水分張力を測定した。ヒモは綿(3)を2ポット、綿(6)を3ポット、ナイロン(3)を1ポット測定し、実験期間は水分供給が減少し安定するまで(17~40日程度)とした。

3. 結果と考察

図3は吸水過程の水分特性曲線を示しており、エラーバーは標準偏差である。綿(3)およびナイロン(3)でpF1.2程度まで高い吸水能力があることがわかる。ナイロン(3)は30cm程度まで吸水できることを表している。最も保水性の高かったナイロン(3)を用いた給水実験結果を図4に示す。電子天秤の増加量とメスシリンダーの減少量がほぼ同等であったため電子天秤の値で結果を示す。実験開始後4日後にテンシオメータBで水分張力が下がり、7日後にテンシオメータAの水分張力も低下した。水分供給量は多い日で $300\text{cm}^3/\text{day}$ であり、10日程度で供給量は減少した。綿(3)および綿(6)の平均日最大給水量は、それぞれ $96\text{cm}^3/\text{day}$ ($n=2$)、 $181\text{cm}^3/\text{day}$ ($n=3$)であった。積算供給量は綿(3)で $727\text{cm}^3/32\text{day}$ ($n=2$)、綿(6)で $973\text{cm}^3/32\text{day}$ ($n=3$)、ナイロン(3)で $1768\text{cm}^3/17\text{day}$ となりナイロン(3)が最速で、最大となった。綿(6)は吸水能力が低いとが土壌と接する表面積が多いために、綿(3)よりも給水量が増加したと考えられた。今後は数値解析を進める予定である。

本研究はJSPS 科研費JP19K06285の助成を受けたものです。引用文献1) 加藤善二, 手島三二: 負圧差灌漑の原理と基礎的検討-地下灌漑に関する実験的研究(I)-, 1982.

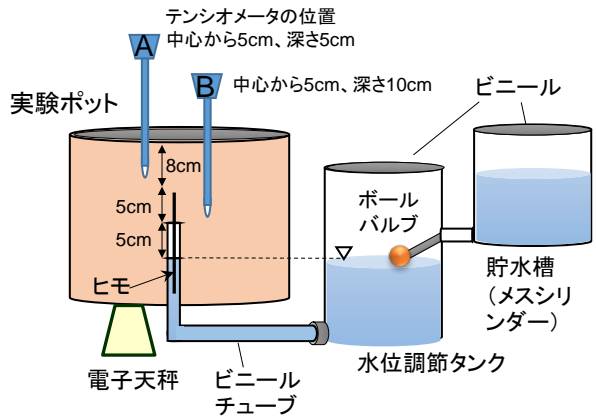


図2 給水実験概要図
Fig.2 schematic view of experiment

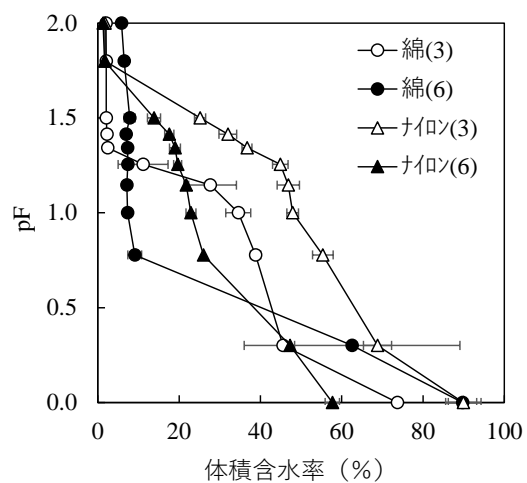


図3 傾斜30度の吸水過程で測定したヒモの水分特性曲線($n=3$)
Fig.3 water characteristics curves of each string

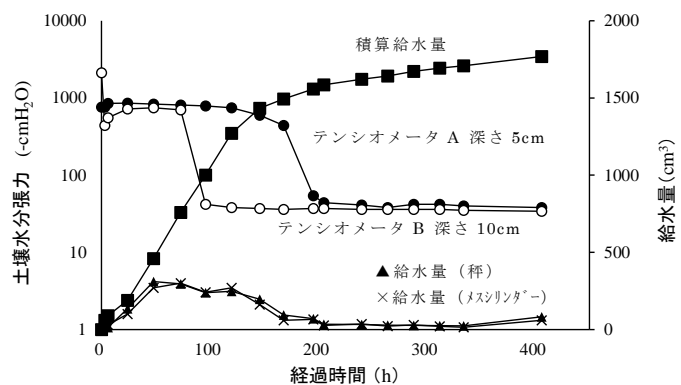


図4 土壌水分張力および給水量の時間変化
Fig.4 Changes of suction and water supply