

# 可変抵抗式水位計を用いた低コスト自動計測型負圧浸入計の開発 Development of a low cost self-recording disc permeameter using rheostat water level sensor

山崎琢平・井本博美・西村拓  
東京大学大学院農学生命科学研究科

## 要旨(Abstract)

負圧浸入計を用いた測定は通常不飽和状態にある土壌において非湛水条件下の透水性を評価する手法として検討が続けられている。本研究では、計測の省力化を目的に可変抵抗式水位計と圧力変換器を用いた自動計測型負圧浸入計の開発を試みた。計測精度は概ね良好で、可変抵抗式水位計の有効性が確認された。自動計測化に関する部分が5.4万円の比較的安価な装置を開発できた。

キーワード：負圧浸入計 自動計測

Key words: disc permeameter, automatic measurement

## 1. はじめに

負圧浸入計を使った測定は、10数 cmH<sub>2</sub>O 程度までのわずかな負圧条件を地表面に与えて土壌の透水係数を求める手法である。ポアホール法などの湛水条件下で行う測定と異なり、わずかな負圧で脱水する粗間隙の影響を除いた土壌マトリクスのみ permeability が求められる原位置測定法として注目されている。

負圧浸入計を用いた測定では、各設定負圧における定常浸入速度を求める必要があり、測定時には定常浸入状態とみなせるまで給水タンクの水位を測定、記録し続ける必要がある。その労力を削減するために自動計測の試みがなされてきており、水位低下を圧力変換器で測定する方式(Casey and Derby, 2002)や、TDRで測定する方式(Moret et al. 2004)、浸入速度を流量計で測定する方式(Moret et al., 2012)などがあるが、それぞれ温度の影響を受けやすい、センサが高価である、気密性維持が難しいなどといった欠点がみられる。そこで本研究では、負圧浸入計の自動化の試みとして比較的安価な可変抵抗式水位計と圧力変換器を用いた自動計測装置の開発を試みた。

## 2. 可変抵抗式水位計の特性

本研究では Milone Technologies Inc. の可変抵抗式水位計(PN-6573TC-24)を用いた。この

水位計は基準となる抵抗と、水位に応じて線形に変化する抵抗を直列に配した構造をしている。水位と出力電圧の関係は図1のように曲線となる。注意点として構造が単純なため印加電圧の変化に敏感であることが挙げられる。

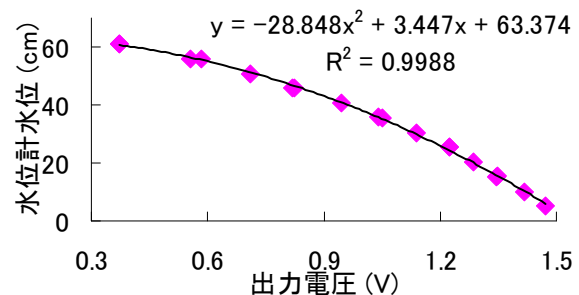


図1 水位計の出力特性(印加電圧 3V の実測)

## 3. 装置

装置の概要を図2に示す。装置本体は給水タンク、地表面に与える負圧を設定する負圧調整管、地表面に面した給水ディスクからなる。給水タンクからの供給水量を可変抵抗式水位計を用いて水位変化を測定することによって求めた。また、地表面に与えた負圧を(株)センシズの圧力センサ(HTVN-20KP)を用いて負圧調整管内の空気圧を測定することで得た。センサへの給電は単3乾電池2本の直列で行い、測定値は T&D Corp. の電圧データロガー(VR-71)を用いて記録した。

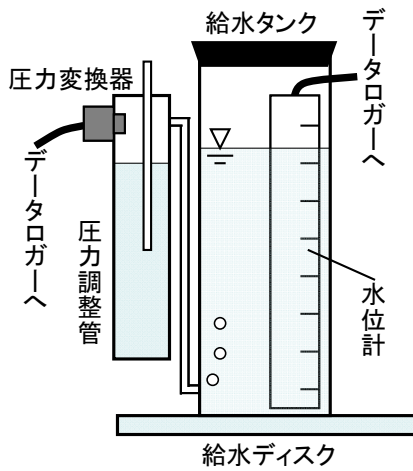


図2 負圧浸入計

#### 4. 価格

主要な部品の価格を表1に示す. 自動計測化に要する部分は5.4万円程度に抑えられた.

表1 部品価格一覧

部品名	価格(円)
本体一式	104,580
圧力変換器	23,100
可変抵抗式水位計	10,500
電圧データロガー	20,790
合計	158,970

#### 5. 測定例

東京大学農学部内の圃場で本装置を試用して測定を行った. 試験時に記録された給水タンク内の水位変化と地表面に与えた負圧の経時変化を図3に示す. 給水タンク内の水位変化は大きな乱れなく記録されており, 可変抵抗式水位計による給水量の計測は有効といえる. 設定負圧(2, 5, 10 cmH<sub>2</sub>O)についても, 大体一定値が出力されており, 各設定区間で平均を取ることで細かな乱れを相殺できる.

記録したデータを土壌物理実験法(宮崎, 西村編. 2011)に基づいて解析し, 手動計測で同時に取ったデータに基づく結果と比較した. 図4に設定負圧と定常浸入量の関係を示す. 自動計測結果は負圧2 cmH<sub>2</sub>Oの測定において手動計測に比べて定常浸入量を若干過小評価した. その結果, 透水係数も自動計測で  $6.7 \times 10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$  と手動計測の結果  $1.4 \times 10^{-3} \text{ cm s}^{-1}$  に比べ若干小さくなった. 原因として校正式の問題やノ

イズの影響等が考えられるが, まだ特定されていない. ノイズの問題ならば, 解析に用いるデータ数を増やすことで改善されると考えられるので, 定常状態と判断してからも暫く計測を続け, データ数を増やすことが重要といえる.

#### 6. おわりに

給水タンクの水位測定に可変抵抗式水位計を, ディスク表面の負圧測定に圧力変換器を用いた, 自動計測型負圧浸入計を比較的安価に製作できた. 今後は正確な計測を行うために必要な測定時間の検討や, 解析の省力化, 及び現場での試験を行っていく予定である.

#### 謝辞

この研究の一部は環境地水技術研究会の助成を受けて行った.

#### 参考文献

- Casey, F.X.M and N.E. Derby. 2002. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:64-67  
 Moret. D., M.V. Lopez and J.L. Arrue. 2004. *J. of Hydrology* 297:229-235  
 Moret. D., C. Gonzalez, J. Lampurlanes and J. Vicente. 2012. *Hydrological Processes* 26:240-245  
 宮崎毅, 西村拓編. 2011. “土壌物理実験法” 東京大学出版会

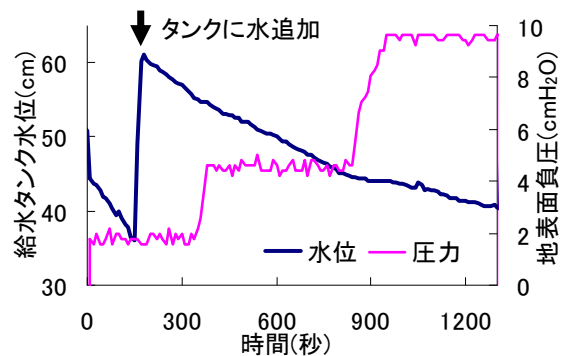


図3 自動計測装置測定例

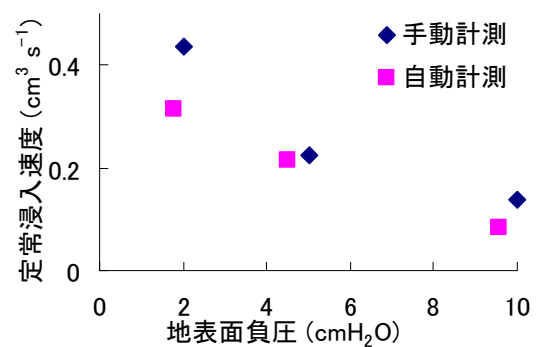


図4 地表面負圧と定常浸入速度