

携帯型デジタルマンノメータ利用による 土壌水分吸引圧の測定

長谷川 周一* 粕 渕 辰 昭**

Measurement of Soil Water Suction by
Use of Handy Digital Manometer

Shuichi HASEGAWA and Tatsuaki KASUBUCHI

*National Research Institute of Agricultural Engineering

**Hokkaido National Agricultural Experiment Station

1. はじめに

第13回国際土壌科学会のエクスカージョンで、西ドイツのブレーメン市にある土壌技術研究所を訪れた時、デジタルマンノメータを利用した土壌水分吸引圧の測定方法を紹介された。従来の水銀マンノメータにつきものであった気泡除去の手間や水銀をこぼす心配もないので非常に興味をひかれた。最近、我が国において、安価なデジタルマンノメータが発売されたので、これを利用した土壌水分吸引圧の測定法を紹介したい。

2. 測定方法

Fig. 1に示すように、素焼カップを透明塩ビ管（内径13mm，外形18mm）に接着し、塩ビ管の上端から約10cmのところを基準線を引き、カップ中心までの長さ l を測る。土壌に埋設後、脱気水を基準線近くまで注ぎ、シリコンゴム栓（No.1）または後述するガスクロに用いるガス注入口パッキン（三層セブタ）を用いて密封しておく。土壌水分吸引圧の測定は、注射針を直結したデジタルマンノメータ（コパル電子株式会社製、製品名ハンディマンノメータ、型式PG-100-102G、負圧測定用に調整してもらうこと）で塩ビ管内の空気圧を測定し、同時に管内の水面の位置を測るという簡単なものである。しかし、針を刺すことにより、土壌水と平衡していた管内の空気圧は変化する。いま、土壌水と平衡している管内の空気圧を P_m 、その体積を V とし、マンノメータの圧力ポート部と注射針内の空気体積を v とする。注射針を刺すことにより管内の空気圧は変化し、マンノメータはこの変化した

値 $P'm$ を示す。 P_m と $P'm$ は次のような関係にある。

$$P_m = P'm (1 + v / V) \quad \dots\dots (1)$$

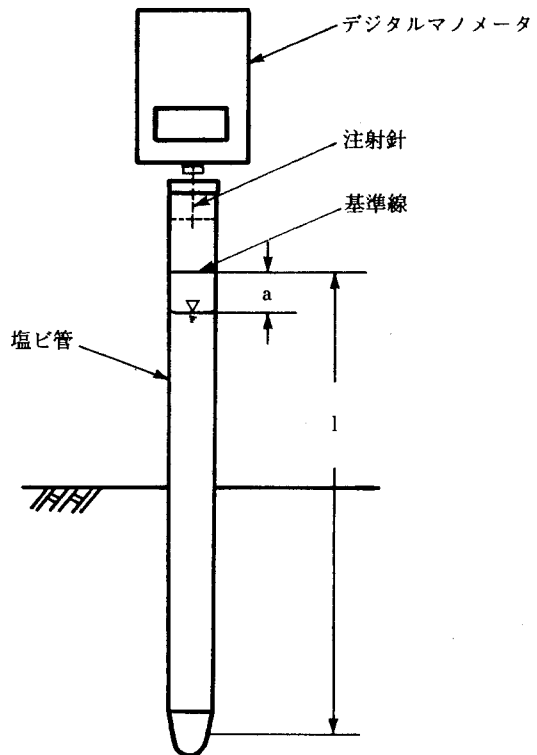


Fig. 1 測定方法

そして、土壌水分吸引圧Pは次式で計算される。

$$P = P_m + (1 - a) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、aは基準線とその下方の管内水面までの距離である。

以上のように、土壌水分吸引圧を正確に求めるには、あらかじめ体積vを求めておく必要がある。一方、(1)式をみると、管内空気の体積Vが大きくvが小さい場合 $P_m \approx P'_m$ で近似されることがわかる。管内の空気の部分の長さが10cmのとき、 $v/V < 0.01$ であり、 P_m の代わりに P'_m を用いても管内空気圧の誤差は1%程度である。したがって、 P'_m を用いても通常の畑土壌水分の追跡には十分である。なお、土壌の透水性がカップのそれより良好な場合には、管内空気圧と土壌水分吸引圧は、針を刺してから2分程度で平衡に達し、 P_m の値を示すので、(2)式をそのまま用いれば良い。

3. マノメータと注射針の接続

マノメータ側には5mmのネジが切つてあるので、Fig. 2に示すように、首下5mmに切ったネジに0.8mmの穴をあけ、外径0.7mmの注射針をハンダ付けし、5mmのオーリングを間に入れて締める。

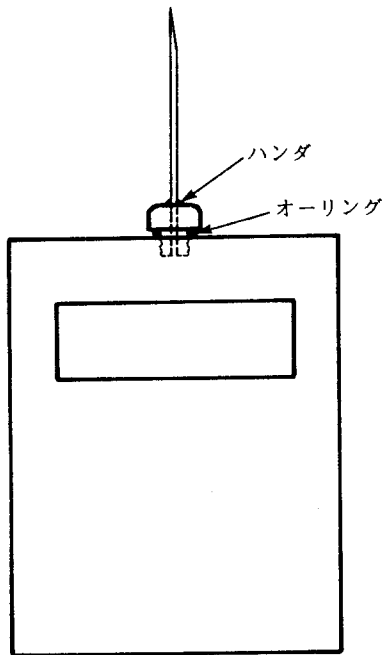
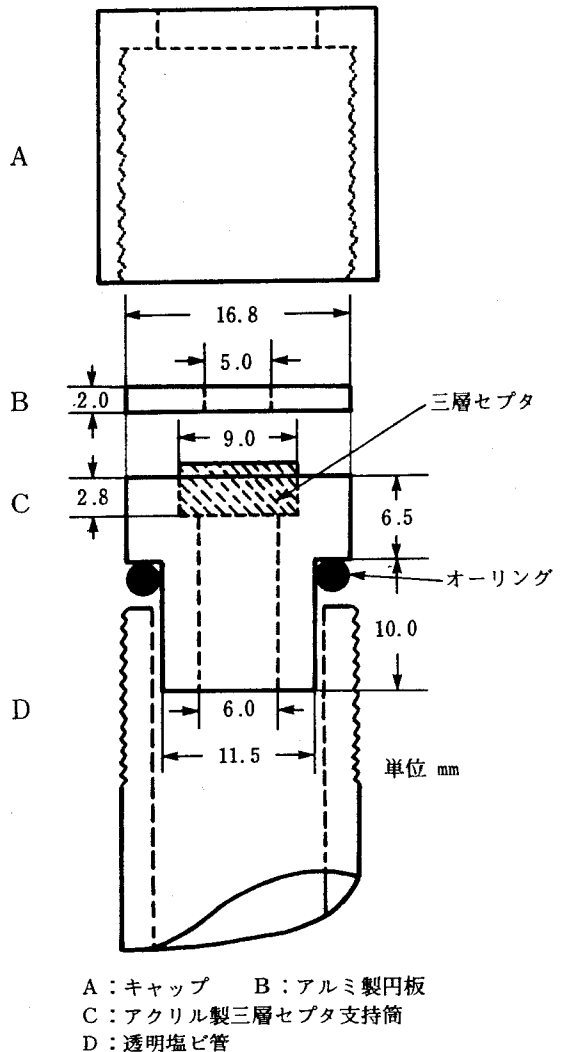


Fig. 2 マノメータと注射針の接続

4. シリコンゴム栓

シリコンゴム栓は硬いので注射針の挿入を容易にするため、ゴム栓の下端を切って短くしてもその気密性には支障はない。それでも、注射針は折れることがある。上端にネジ止めのキャップが付いている塩ビ管では三層セプタ(シリコンゴムがサンドイッチされた直径9.0、厚さ4.0mmのパッキン)を用い、Fig. 3に示すような加工をしてネジ止めすれば、針の挿入が容易で針を折る心配はない、シリコンゴム栓が何回の使用に耐えるかの試験は行っていないが、毎日1回の測定を1ヶ月続けても空気もれはなかった。また、三層セプタは、水柱400cmの



A:キャップ B:アルミ製円板
C:アクリル製三層セプタ支持筒
D:透明塩ビ管

Fig. 3 三層セプタの接着法

負圧下で100回針を刺しても空気もれはなかった。

5. 使用上のコメント

デジタルマンノメータの精度は非常に良く、実測の結果、負圧400cmの水柱で最小目盛り（1 cm）が振れる程度である。また、温度変化によるゼロ値の変動は、通常の野外測定では1～2 cm生じるようである。マンノメータは防水加工がされていないので、雨等で濡れないように注意

する。

透明塩ビ管の地上部の長さは、群落上部に先端をだしておく方が圧力測定、水面の位置測定が容易である。地上部の長さが短すぎると、土壌の乾燥にともなって水面が地表面より下がり水面の位置測定ができないことがある。なお、塩ビ管上部に約10 cmの空気部分があるため、直射日光を受けることによる温度変化でこの部分の体積変化が大きくなるように、また、ゴム栓の表面が汚れないように空缶をかぶせておくとよい。