新土壤水分測定法(Momin 法の実施)*

久保 次郎

(中央気象台)

A new method for the soil moisture measurement

J. KUBO

(Central Meteorological Observatory.)

1. 緒 言

土壤水分の測定法には種々の方法⁽¹⁾があるが、現在のところ秤量法が最も正確な値を与える標準法であり、他の種々な方法は、実験的の域を脱しないものが多く、ルーチン観測に採用するには、まだ難点が多い。

中央気象台観測部産業気象課技術係⁽²⁾においては毎日 10 時に土壤水分(地表、深さ 5cm、及び 10cm)を観測しているが、勿論秤量法によっている。

秤量法は最も正確な土壤水分量を与えるが、ただ供試土壤の乾燥には少くとも 8 時間を要するので⁽³⁾、採土し、すぐその場で土壤水分量を知ることが出来ない。このような欠点を考えると、幾分正確さを欠いても直ちに土壤水分量を知りうる簡単な測器が考案されれば非常に便利であり、又全国各地で土壤水分観測を行うことも容易となる。

幸い、最近、インドの Poona の農業気象観測所において採用している簡単で好結果をえている方法の紹介があつたので、同様の原理を用いた装置を試作し検討してみた。

2. 理論と装置

(i) 新土壤水分測定法は一種の熱伝導を利用する方法で、A. U. MOMIN の発表した方法である。

従来の熱伝導利用の方法では、土壤中に埋めた金属板を電氣的に熱して測温するのであるが、この方法は取扱いが相当面倒である。それで、MOMIN は水銀温度計の球部の後半部を加熱線で巻き(この加熱部分は土壤と電氣的熱的に絶縁する)、これに一定電流を流して球部を加熱し、温度が 5°C 上昇するに要する時間(秒)を測定している。

この方法の原理は、球部内では加熱線を巻かれた半部分は熱を得、土壤と接触している他の半部分は、土壤の

熱伝導によるある割合で熱を奪われる。この両現象が一つの球部内で同時におこるから、温度計においてある一定温度上昇させるに要する時間は、土壤の乾湿により異なり、土壤が乾燥しているときより湿っているときのほうが長いわけである。

以上の Poona における MOMIN の報告では、温度 5°C 上昇させるに要する時間と秤量法による土壤水分との間に高い相関を得ている。

(ii) MOMIN の測定装置の大略は知りうるのであるが、一番重要な加熱部の詳細が不明である。そこで筆者は、Fig.1 に示したように水銀棒状温度計(1/5°C)を用いた装置を製作した。

加熱線はエナメル・コンスタンタン線(S. W. G. 38番)2本撚りとし、全抵抗 5Ω である。加熱部は雲母板と、オイル・シルクで二重に絶縁を施し、表面には絶縁塗料をぬつた。

加熱用電源は蓄電池でもよいが、筆者は Fig. 1 に示すように交流 100V から任意の低電圧直流を作り、之

Fig. 1. Now apparatus for the soil moisture measurement and the section of heating part

* 昭和 27 年 12 月 6 日秋季例会にて発表

を用いた。図中の直流電流“ I ”は電圧調整器“ A ”を調節することにより任意に変えうる。

3. 試験結果

新方法による測定装置について決定すべき項目は次のとおりである。

- (A) 加熱部に要する適当な電流値、これは幾つかの一定電流について、加熱時間と温度上昇の関係を調べることににより決定できる。
- (B) 一定の温度上昇を何度にするか、これは(A)で決定した一定電流のもとで、加熱時間と温度上昇との関係を土壌水分別に求めて決定される。
- (C), (A)(B)が決定されれば、一定温度上昇させるに要する時間と土壌水分の関係を求めることができる。

実際に必要なのは(C)項のみであるが、(A)(B)が決定されなければ(C)は求めることができない。

(I) 試験用小採土場の土壌についての試験

面積 1m^2 の小採土場を特に作り、まず新装置を深さ 2cm の土壌水分を対称にして試験した。採土場の土壌は火山灰土質植壤土である。

(a) 加熱電流別、加熱時間と温度上昇との関係

Fig. 2. Relation between the heating and the temperature rise

加熱部に要する電流値をどの程度にすればよいか第一の問題である。装置に電流を通ずると温度計中の水銀は地中温度の値から上昇しはじめる。加熱電流 100, 200, 300 mA の三種について、加熱時間と温度上昇との関係を調べたものが Fig. 2 の上欄に示したものである。図から明らかのように、加熱電流 100 mA では温度上昇はきわめて少く、実用にならない。観測誤差をなるべく少なくするためには、加熱時間は短かすぎても又長すぎても具合が悪い。温度上昇 5°C 内外の値を目標とすると、筆者の装置では 200 mA が適当とみられ、この電流値を用いることにした。

(b) 土壌水分別、加熱時間と温度上昇との関係

加熱電流を 200 mA としたから、この場合について地中温度より何度 ($^{\circ}\text{C}$) 上昇させるかを決定しなければならない。又、土壌水分は 50% くらいまで測定出来なければ勿論実用にならない。このためには各種の土壌水分の場合について、加熱時間と温度上昇との関係を検討する必要があり、この一例が Fig. 2 の下欄に示したものである。MOMIN の報告では 5°C 昇温させることにしているが、筆者の装置についても Fig. 2 から判定するとき、 5°C 前後が適当である。ここで筆者の装置については 5°C 昇温させるに要する加熱時間を測定することにした。

(c) 土壌水分と温度 5°C 上昇させるに要する時間との関係

加熱電流, 200 mA, 温度 5°C 上昇させるに要する時間 (t sec.) と、このときの秤量法により測つた土壌水分 ($\omega\%$) との関係を図に示しておけば、任意の時に直ちに土壌水分を知ることができるわけである。

我々が普通観測する土壌水分の範囲内では MOMIN も

Fig. 3. Relation between the heating time required for temperature rise of 5°C and the soil moisture

示しているように ω は t の一次関数で示されるようである。

試験に際しては、なるべく水分変化の大きい地表に近い、深さ 2cm を対象とした。装置の破損、改造等で、実際えられた測定値は数が少ないが、結果は Fig. 3 に示したようになる。直線の関係式は次のとおりである。

$$\omega = 0.19t + 21.4 \quad \text{誤差} \pm 2.1$$

ω : 土壌水分 %, 測定範囲: 30~41%

t : 加熱時間 sec.

地中温度: 23~35°C

(II) その他の試験

Fig. 3 に示した 5°C 昇温させるに要する時間と土壌水分の関係は、土壌の種類、組織、構造が異つた場合には、当然異つた関係を示す筈である。

このため、組織の異なる土壌について試験した結果、

(I) とは異なるが、やはり直線関係が得られることがわかつた。

4. 結 言

新土壌水分測定装置についての試験結果は、装置の破

損、特に lead wire の断線、加熱部の作り直し等で、測定しえた結果はまだ満足ではなかつた。しかし既に示したような構造でもつて、Momin の示している結果を確認することはできた。

本装置は、実際には地中温度の変化が大きいきには Fig. 3 に示したような直線関係を少くとも 2~3 種の温度範囲につき決定しておかなければならない。

又、球部先端と土壌の接触が完全でないと、思わぬ誤差をひきおこすし、装置を設置する土壌毎に関係直線を求めておかねばならない不便もある。

しかし、一定場所についてのルーチン観測には、割合都合がよいと考えられる。

註

- (1) 日下部正雄: 土壌水分の観測法及び 2. 3 の観測例について、産業気象調査報告 Vol. 12, No. 2, p.14 (1948)
- (2) この当時は 埼玉県北足立郡大和田町西堀
- (3) 山中罔利: 自然状態にある土壌水分の研究 産業気象調査報告 Vol. 14, No. 3, p.20 (1950)
- (4) 谷 信輝: Poona 気象台農業気象部の新測器及び実験技術の研究 農業気象 Vol. 6, No. 1, p.50 (1950)

Résumé

The basic principle of the author's new apparatus is almost the same with that of A. U. MOMIN. (c.f. Agricultural Meteorology Vol. 6, No. 1, p. 50)

Namely, the author made a special mercury thermometer in which the half part of the bulb was wound by the electrically heating wire. (c.f. Fig. 1)

When the bulb which was buried in the soil is heated by a constant current, the time which was required for the temperature rise of a certain degree in the temperature is proportional to the soil moisture. So we can easily find the value of soil moisture by measuring the heating time is required for a constant temperature rise.

The author estimated the value of heating current and temperature rise as follows.

heating current = 200 mA

temperature rise = 5°C (c.f. Fig. 2)

Under above conditions, the author investigated on the relation between the heating time required for temperature rise of 5°C and the soil moisture. (c.f. Fig. 3)