

# 臺灣省農業試驗所報告

第四號

BULLETIN

of

TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

No. 4

## 焦石膏塊電極測定土壤水份之研究

陳 振 鐸 朱 惠 民

A STUDY ON THE USE OF THE PLASTER OF PARIS ABSORPTION  
BLOCK ELECTRICAL RESISTANCE METHOD FOR MEASURING SOIL  
MOISTURE

By

C. T. Chen

W. M. Choo

臺灣省臺北市  
臺灣省農業試驗所刊行

中華民國三十九年十月

Published by

Taiwan Agricultural Research Institute

Taipei, Taiwan, China

October, 1950

# 序

本論文在土壤研究上極有價值，殊為不可多得之研究，特為付刊，以供斯界之參考。

臺灣省農業試驗所所長  
農學博士

徐 水 泉

民國三十九年十月

# 焦石膏塊電極測定土壤水份之研究

## 目 次

一、引 言.....	1
二、焦石膏塊電極之製法及其含濕量_電阻之測定.....	1
三、焦石膏電極不同構造對水份與電阻變化之感應現象.....	3
四、土壤水份_電阻標準曲線之測定.....	4
五、有關土壤水份_電阻測定之因素.....	5
1. 溫度.....	5
2. 電極塊之差異.....	7
3. 遲滯現象.....	7
4. 供試土壤各階層水份之變異.....	9
六、盆栽試驗.....	12
七、摘 要.....	13

# 焦石膏塊電極測定土壤水份之研究<sup>1</sup>

陳 振 鐸<sup>2</sup>      朱 惠 民<sup>3</sup>

## 一、引 言

作物生長之優劣，賴於土壤水份供給情形者多。倘灌溉作物於需要量以上之水份，則不但水份及營養料流失，且阻害作物生長。若灌溉不能及時進行，作物縱不枯萎，生長亦將被抑制，而產量自必減少。苟在植物生育中，能調節土壤中水份含量，使適應於作物需要，庶幾作物完滿生長。田間土壤水份之測定，在管制土壤水分上，殊屬重要。

歷來發表之田間土壤水份測定法甚多，就中最近發展之電極塊測定法較稱簡便，因該法可無須翻動土壤與作物，僅由埋入土中電極塊之電阻示數，可讀出土壤之水份含量。

Bouyoucos 與 Mick 氏<sup>(1)</sup>曾用各種多孔性物質為土壤中吸濕物，以觀其對水份與電阻之感應情形。結果認為焦石膏電極對土壤鹽分緩衝力大，同時可避免土壤質地，構造，緊實程度等外在因子之影響，且其水份指示數在土壤有效水份範圍內。Anderson 與 Kelley 諸氏<sup>(2)(3)</sup>對此方法亦曾加以研究，認為焦石膏對土壤水份具有相當之遲滯性，但此仍不影響於其對水份之指示能力。最近 Bouyoucos 與 Colman 諸氏<sup>(4)(5)(6)</sup>更用玻璃纖維 (fiberglass) 與尼隆 (nylon) 等非導體為緩衝物，試驗結果示此類物質可使土壤濕度測定範圍擴充至飽和水份。但玻璃纖維有：1. 依土壤鹽分種類及濃度而發生變化；2. 本身疏鬆須儲於匣或盒內，俾不曝露於土壤中，因此水份吸收易被阻礙；3. 電極不能與絕緣物緊貼易生誤差等諸缺點。而尼隆雖較玻璃纖維良好<sup>(6)</sup>，但因其對土壤鹽份缺乏緩衝作用，且購置不易，製作困難，故直至現在此二種物質仍難代替焦石膏之地位。

焦石膏電極對土壤水份之感應範圍僅限於有效水份，此誠為其缺憾之一，然在旱地作物之應用上，尚無不便處。同時焦石膏之價廉，獲得容易，在大量應用上可免發生匱乏之虞也。故作者等乃就此物質之電極製法，對土壤水份感應現象，遲滯情形，以及對作物需水現象之指示能力等諸問題，加以研究，爰將初步試驗結果，報告如下。

## 二、焦石膏塊電極之製法及其含濕量—電阻之測定

焦石膏塊電極之製法：取直徑 0.18m.m. 之銀線 40cm 曲折如 E 形（見圖一 a），使其彎曲部份（即包入焦石膏內者）適為 30cm，並留先端一小部份為連接電線之用。

1 本文為臺灣省農業試驗所農業化學系研究年報

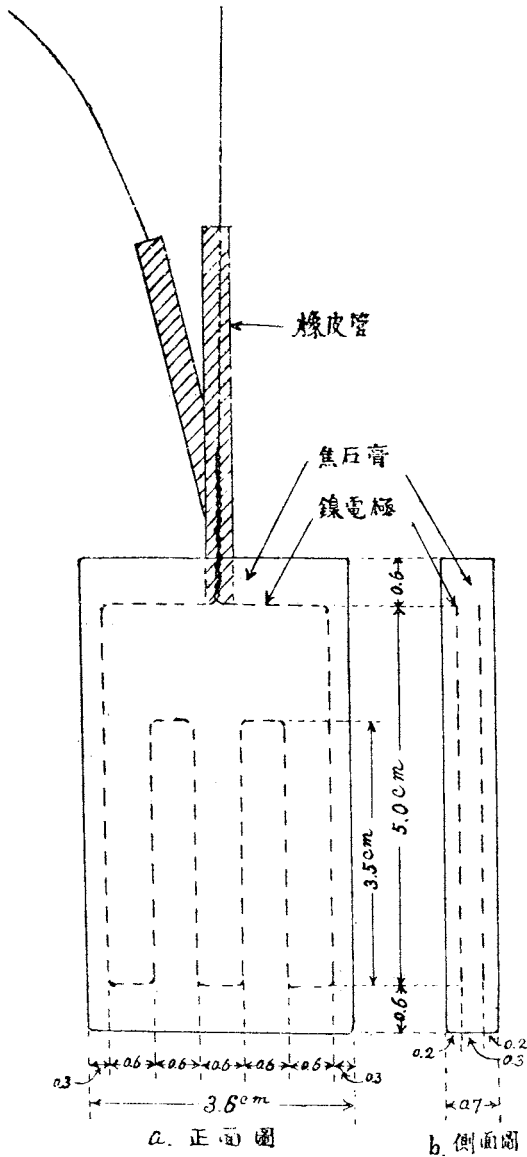
2 國立臺灣大學農學院教授

3 臺灣省農業試驗所技士

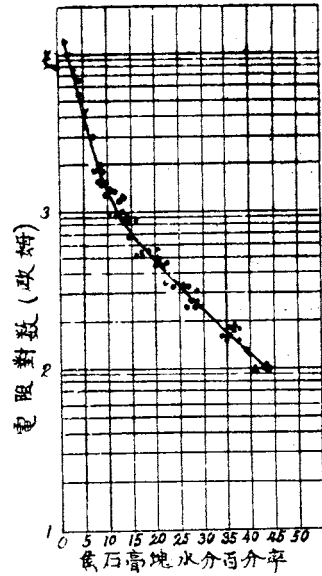
用亞鉛片或薄木板製成一 $6.2 \times 3.6 \times 0.7\text{cm}$  之長方形小框在旁邊畫二條指示線，使兩電極中間距離為  $0.3\text{cm}$ ，距表面及底面均為  $0.2\text{cm}$ 。又於模型中未放石膏前鋪一層薄紙，微濕以水，使附貼週邊，如此可免焦石膏緊附盒中，致不易脫落，同時亦可防止水份之洩出。

秤焦石膏 $15\text{克}$ ，均分為三份，先置 $5\text{克}$ 入模型中，加蒸餾水 $4.4\text{cc}$ ，用光滑之小木片攪拌，至反應開始而微發熱時，立即搗平，倘有氣泡存在應予驅除。然後將一鍍線電極置於其上，調整位置使適在盒邊預先畫定之界線，再依次加焦石膏，電極，焦石膏，操作一如前述，俟焦石膏添加

圖一 E型電極焦石膏塊之構造



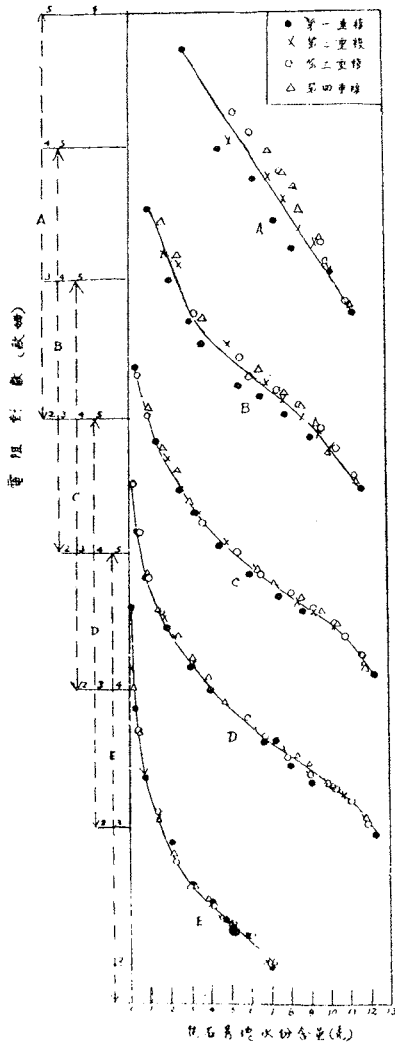
圖二 E型電極焦石膏塊  
水份—電阻曲線



完畢，靜置十分鐘，將石膏塊由木盒取出，除去薄紙，略修整其周圍特別突出部份，即成E型石膏電極（圖一），以下簡稱E型電極。

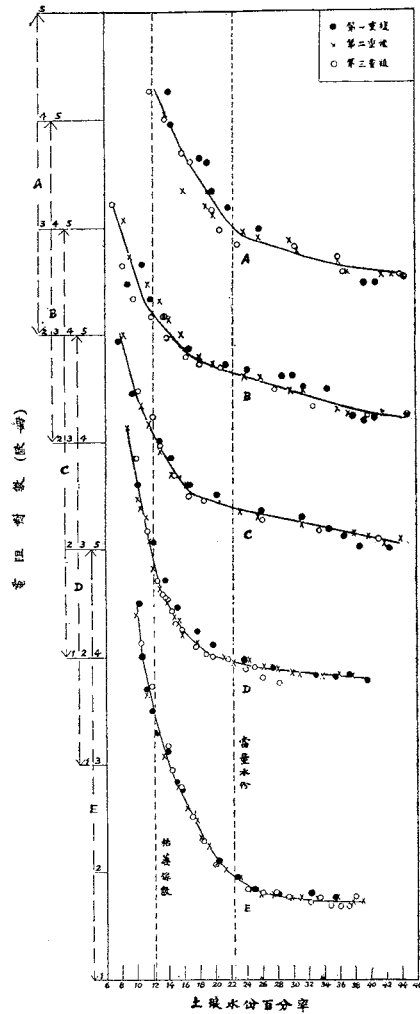
E型電極含濕量—電阻關係曲線之測定：將已經風乾之E型電極侵入水中，八小時後取出，擦去周圍過量之水份，使在室內徐徐風乾，而時時測定其電阻與重量，如是可繪成一連續焦石膏塊水份含量電阻曲線，圖二係十個E型電極測得之結果，利用此曲線可獲知同型石膏塊電阻與含水量之關係，藉供土壤水份—電阻測定之應用。

圖三 焦石膏電極含濕電阻之變化曲線



說明：A, B, C, D. 係錄錄5.7×10.20.30cm包入6.2×4.2×1.0cm之焦石膏塊，E係30cm錄錄包入6.2×3.6×0.7cm之焦石膏塊

圖四 不同構造焦石膏電極在同一土壤中電阻—水份之變化情形



### 三、焦石膏電極不同構造對水份與電阻變化之感應現象

當在實驗室中以較小量土壤測定其水份與電阻關係，焦石膏塊體積不宜過大，以能埋沒於相當深度土壤中為原則。同時焦石膏塊本身水份變化亦須能確實測定，俾不影響於土壤之含水量。過去 Anderson 氏<sup>(2)</sup>之二電極或四電極塊因體積過大，不宜在實驗室中供小量土壤之研究。

在本試驗中，吾人乃將焦石膏塊縮小為  $6.2 \times 4.2 \times 1.0$  cm 之長方形以 5.10.20.30 cm 之線為電極包入其中，復另以三分之二量焦石膏製成  $6.2 \times 2.6 \times 0.7$  cm 長方形，裝入 30cm 線為電極，以視各種不同構造之電極塊對水份電阻之感應現象，結果如圖三與圖四。

圖三係各種焦石膏電極本身水份不同含量與電阻變化情形，由此圖中可以看出線長自 5cm 延長至 30cm 時，水份電阻曲線之彎曲度增加，且示在水份含量少時，電阻變異大而明顯（如圖中之 C, D,）。又當焦石膏塊縮小時，如曲線 E 所示，四次重複均能互相符合，得較可靠之結果。蓋電極線短時，感應電流之範圍小，其濕度—電阻變化之關係不能代表整個焦石膏塊之水份含量，故重複結果不能互相吻合，但電極線逐漸延長，濕度—電阻感應之面積亦漸趨廣潤，在電阻測定中，由於焦石膏塊各部份含水量差異影響小，故每次重複之感應亦漸趨一致，至焦石膏塊容積被減薄三分之一量時各部份水份蒸發較均等，是以每次重複均能符合也。

今再將以上五種型形及線長度不同焦石膏電極埋入同一土壤中，以觀其對土壤水份之感應情形。由圖四可以看出各電極塊若其本身水份—電阻變化不能固定，則在土壤中亦難於各重複獲得一致之結果（如圖四之 A, B 曲線）。即在五種焦石膏電極中，容積為  $6.2 \times 3.6 \times 0.7$  cm 而線長度為 30cm 者，示最佳之成績，因在土壤有效水份範圍內，此類電極塊之水份—電阻示較顯著之變異，且其三次重複均能符合也。

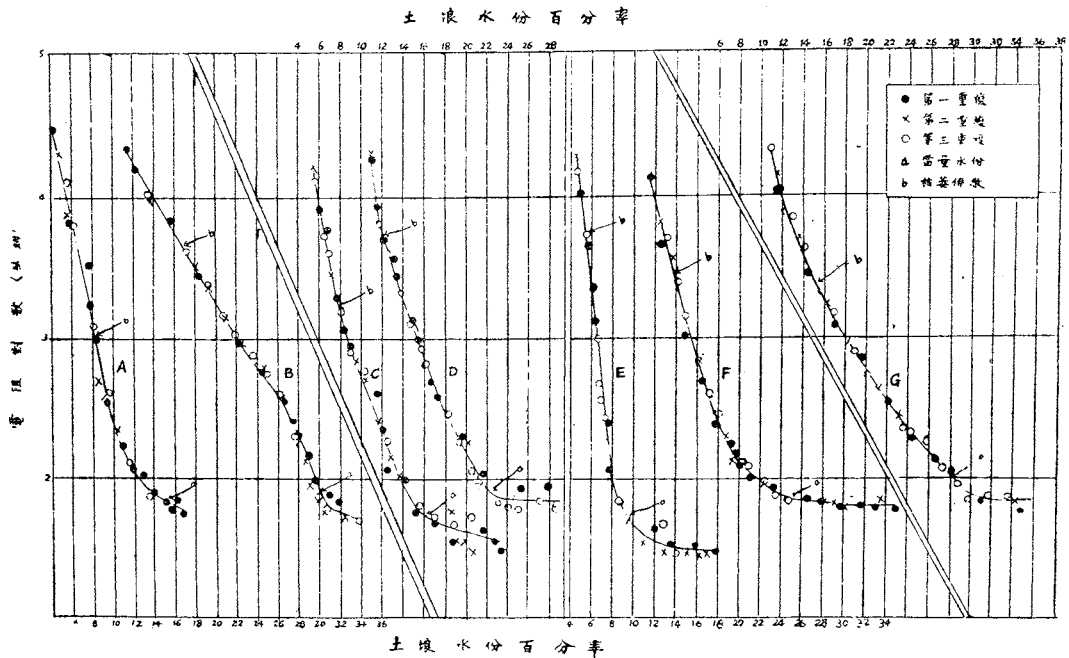
### 四、土壤水份—電阻標準曲線之測定

取平底直徑約 10cm 高 3cm 之玻璃皿一個，秤入通過 2mm 篩之風乾土壤 200 克，同時埋 E 型電極於其中，壓平其表面，加蒸餾水至略過飽和為止，經數小時後，用光滑之小木片輕壓土表，使潛留其間之氣泡逸出，靜置室內，徐徐風乾，切勿使烈風或陽光直接吹曝，以免蒸發過劇，致土壤水份不能均勻分佈也。然後每日秤測其電阻與重量一兩次，直至將近風乾，電阻升高甚速為止。電阻數值依溫度不同，故在某溫度用惠斯敦電橋測出之電阻須補正為在 25°C 之測定值（溫度補正圖見圖七）。至於土壤水份則用天秤秤得皿與電極及濕土重量後計算之。如上測得各種土壤水份中之電阻數值，然後繪成之曲線，謂之土壤水份—電阻標準曲線。

圖五係用上述方法求得數種土壤<sup>(9)</sup>之水份—電阻標準曲線（溫度 25°C）。其中土壤質地自沙質壤土至粘土，酸度自中酸性至鹼性土（在鹽類濃度高時本法不適用）。由此各種不同性質之土壤所得曲線之形式似皆為連續之平滑曲線，此與前人所研究結果完全相同。土壤當量水份<sup>(7)</sup>約在 70—100 歐姆 (ohm) 之間，枯萎係數<sup>(8)</sup>約 1000—7000 歐姆。在此有效水份範圍內，土壤水份—電阻曲線之變化均甚顯著，且數次重複皆能互相符合，是在一定之電阻中各種土壤均有固定之水份含量也。該圖又示，當土壤含濕量超過水份當量時，電阻一般仍有下降之現象，但在不同

重複中却甚不固定，故此部份曲線不適供為應用。此一現象與 Anderson 氏使用四電極焦石膏塊所測得者相似，其原因或由於 E 型電極之每一線線兩端均互相捲合，使其形成若四電極然，故示相似之結果也。

圖五 各種土壤水份—電阻標準曲綫



說明：A. 濁水沙壤土                      B. 屏東粘土  
 C. 虎尾壤土(?)                        D. 公館壤土  
 E. 許厝寮沙壤土(鹽鹼土)            F. 公館粉沙壤土  
 G. 公館粘土

圖中水分當量係用<sup>(7)</sup>法實測，枯萎係數係用<sup>(8)</sup>法求得

### 五、有關土壤水份—電阻測定之因素

#### 1. 溫度

溫度對 E 型電極測定土壤水份之影響一如其他各種電極然<sup>(4)(5)(6)</sup>，溫度昇高時電阻降低。故有補正之需要。圖六係幾種不同水份之土壤，用石蠟密封後，在各種溫度中所示電阻變化情形。當溫度自 50°C 降至 5°C 時，電阻幾沿一斜線連續上升，而在各種不同水份之土壤中均有同樣之趨向，但溫度自 5°C 降至 1°C 時，電阻之昇高逐漸加速，1°C 以下，則皆急劇上跳。此因土壤溶液至 1°C 以下已漸趨冰凍，而冰凍土壤之電阻與風乾者無異也<sup>(1)</sup>。

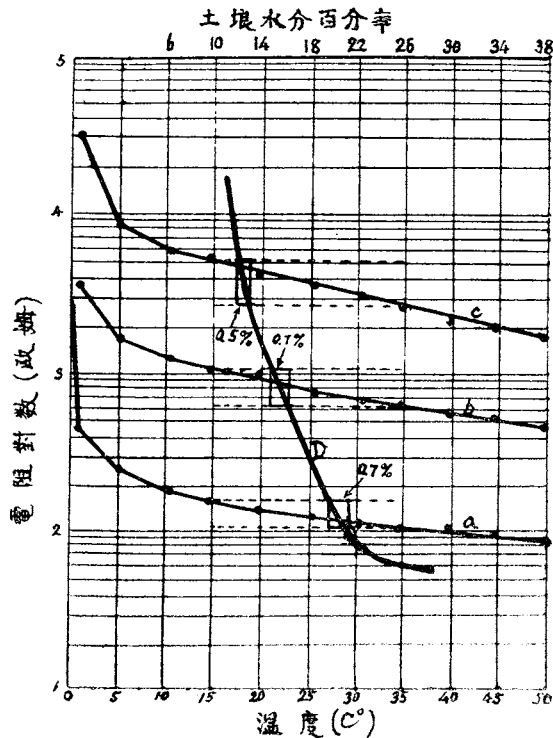
今將供試土壤（公館壤土）之水份—電阻標準曲線 D（見圖五）置入第六圖中，以觀溫度



不同對該土壤水份影響之大小。若依本試驗之規定，土壤標準曲線為 25°C，溫度每升降 10°C 時，由於電阻變化所引起之土壤水份差異，如圖中包圍 D 標準曲線之各方格所示，在高濕度與中濕度者每十度約為 ± 0.35%，在低濕度時每十度則僅 ± 0.25%，是即由於每度溫度昇降所引起土壤水份測定值之差異平均約為 ± 0.03% 而已。惟土壤質地較粘重者，如圖五 B, G, 諸標準曲線所示，在電阻昇高時土壤水份含量變異較大，故由於每度溫度昇降所引起之水份差異亦稍高，然平均亦僅在 0.1% 左右，如上焦石膏電極測定土壤水份法。溫度之補正值既甚少，故在廣濶之田間試驗中，經補正溫度後之土壤水份—電阻標準曲線，尚可供應用也。惟倘溫度降至 5°C 以下，則宜予特別注意。

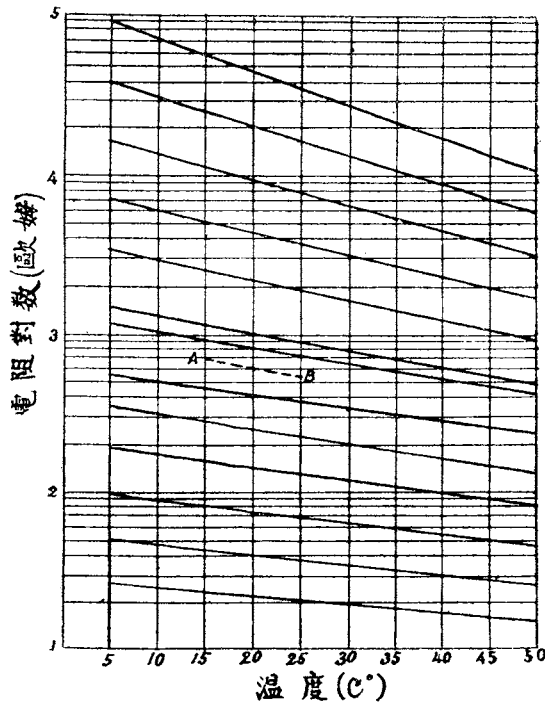
溫度對焦石膏電極之電阻（電極在一定水分中）具有影響，故在測定土壤水份—電阻標準曲線時，宜加補正，俾尋求正確測定值。圖七係依圖六而製成之溫度電阻補正線，應用此圖可以補正土壤各種水份之電阻至一定溫度之數值。例如：依本試驗之規定以 25°C 為土壤水份—電阻標準曲線之溫度，今假定在 15°C 測得土壤之電阻為 700 歐姆，由圖中獲得此實測數值之座標 A，通過 A 點引一直線使平行於補正線而交 25°C 縱軸於 B，此 B 點所指示之電阻(530 歐姆)即為 A 點

圖六 溫度對B型電極測定土壤濕度之影響



說明：圖中 a 為土壤水分 20.5%  
 b 為土壤水分 16.0%  
 c 為土壤水分 13.0%

圖七 土壤不同濕度之溫度電阻補正線



之已補正值。在田間試驗時可應用此法予以補正，惟須於每次測定土壤電阻後，並測出電極塊所在地之土壤溫度耳。

### 2. 電極塊之差異

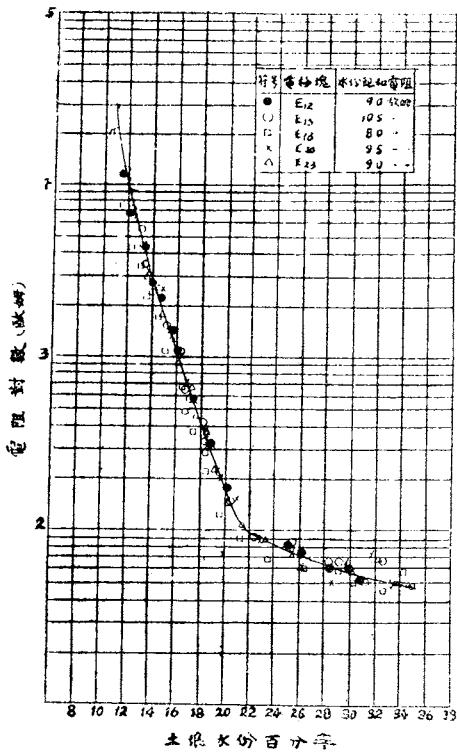
在製造 E 型電極時，由於鑲線之扭曲與裝置焦石膏之手術不同，屢使兩電極間距離難得合於標準，因之使用不同焦石膏電極時，在測定電阻間可能發生差異，此自影響於土壤水份之測定。圖八所示曲線為水份在飽和狀態時將電阻不同之五個 E 型電極放置同一土壤中而測得之水份電阻曲線。各電極塊經浸水八小時後在空氣中之電阻為 80 至 105 歐姆，視其土壤水份—電阻曲線，除 80 歐姆之  $E_{18}$  電極塊外，其餘形狀尚無差異，故可知 E 型電極若在水份飽和狀態時之電阻為 90 至 105 歐姆即可供使用。

### 3 遲滯現象

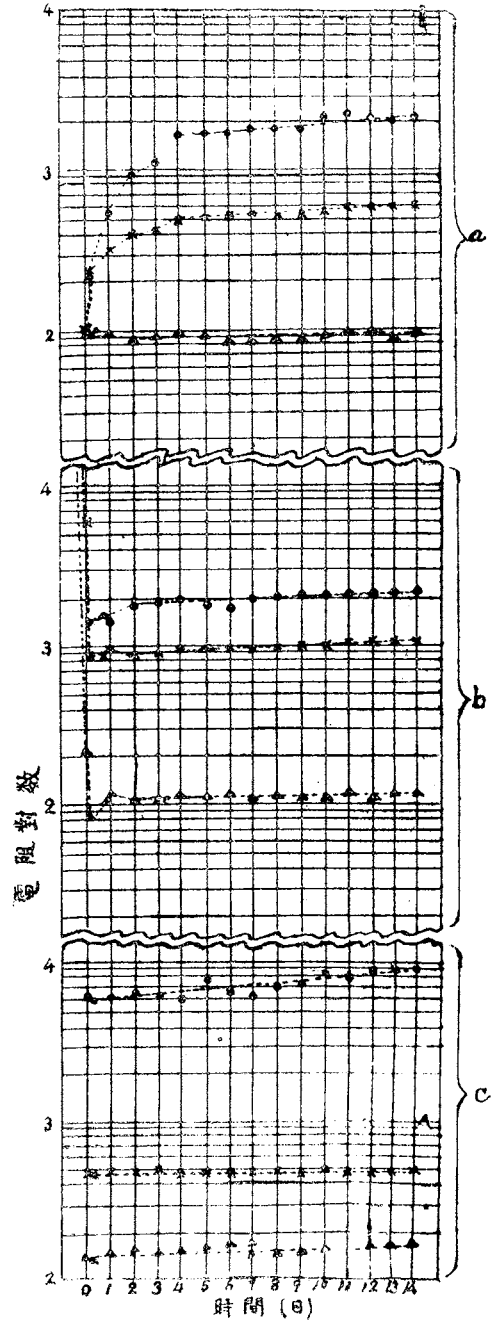
據 Anderson 謂<sup>(2)</sup>，以水飽和之焦石膏塊在土壤中，遲滯性極大，雖經四十天之久，水份尚不能達到平衡狀態。然據 Kelley 氏試驗<sup>(4)</sup>，置焦石膏塊於土壤中，經毛細管水作用後取出，而放置室內風乾，嗣放入飽和濕度之空氣中十九小時，經以上處理後，焦石膏可以避免水份遲滯之影響。吾人所用 E 型電極焦石膏塊是否有遲滯現象，其防止方法如何？是有討究之必要。

圖九為 E 型電極經各種處理後在飽和濕度空氣中電阻變化情形。oa 係水份飽和之 E 型電極埋入不同水份之土壤中電阻變化情形。在空氣中各電極塊之電阻均為 100 歐姆，埋入土壤後，在

圖八 五個 E 型電極在同一土壤中  
電阻—濕度變化情形



圖九 E 型電極與土壤水份平衡之  
時間(25°C)



說明：a 為水份飽和電極塊埋入不同濕度之土壤中  
 b 為乾燥電極塊埋入不同濕度之土壤中  
 c 為電極塊與土壤同時被水飽和

高水份者無甚變化，此因該土壤水份近於當量水份。而在中水份與低水份之土壤中，電阻均逐日升高，尤以第一日為最速，此後逐漸緩慢，第四日以後，變化已甚少矣。此示E型電極與土壤水份之平衡至第四日始可達到也。本試驗結果與 Anderson 氏所獲得者略有不同，原因或由於該氏之焦石膏塊較 E 型電極厚，故其水份之釋出困難，同時 Anderson 氏之土壤表面係用石蠟密封，因而使存留於土壤間之空氣流通阻塞，而焦石膏塊水份之釋出自亦較困難。

若以乾燥之 E 型電極埋入不同濕度之土壤中，則水份之吸收非常迅速，如圖中 b 所示，電極塊被埋入後，在高水份之土壤中，僅須數十分鐘，電阻即已降低至 100 歐姆以下，在中水份與低水份者須時稍長，然亦不過兩小時而已，是即焦石膏塊之吸濕能力，實遠強於其釋出者。圖中高水份處理區電阻之變化在最初一兩日較為顯著，其原因或係 E 型電極初被埋入時，其吸收水之大部分仍存留於焦石膏間隙中，因使導電作用增大，但經相當時間後，焦石膏塊間隙中之水份減少，因之電阻略為升高，而趨向於平衡。

若依據測定土壤水份—電阻標準曲線之處理法，使 E 型電極與土壤同時以水飽和，嗣在室內風乾至各種濕度後，將含不同水份之土壤與其 E 型電極放入飽和濕度(溫度一定)空氣中，而測定焦石膏電極在土壤中電阻之變化，則如圖 c 所示，在高濕度土壤中之電阻於第一日間略有增高，但在中濕度與低濕度者則差異甚微，由此可證明 E 型電極在本處理狀態下，遲滯性甚少。

由第九圖可看出經各種處理之 E 型電極在不同土壤水份中之吸釋能力與在土壤水份一定含量下電阻之固定現象。就中以 E 型電極與土壤所含水份之差異少者停滯現象最少，而指示確實之數值。但乾燥之 E 型電極在各濕度之土壤中，經 24 小時後，亦可達到平衡狀態，故在水份含量非過多之田間土壤中，倘以乾燥之 E 型電極測定其水份，則宜於埋入 24 小時後測定其電阻。惟當以焦石膏電極測定田間水份時，務注意在埋沒電極中勿使土壤過度攪動而切斷毛細管水，蓋焦石膏法測定水份僅指其周圍之土壤水份而已。

#### 4. 供試土壤各階層水份之變異

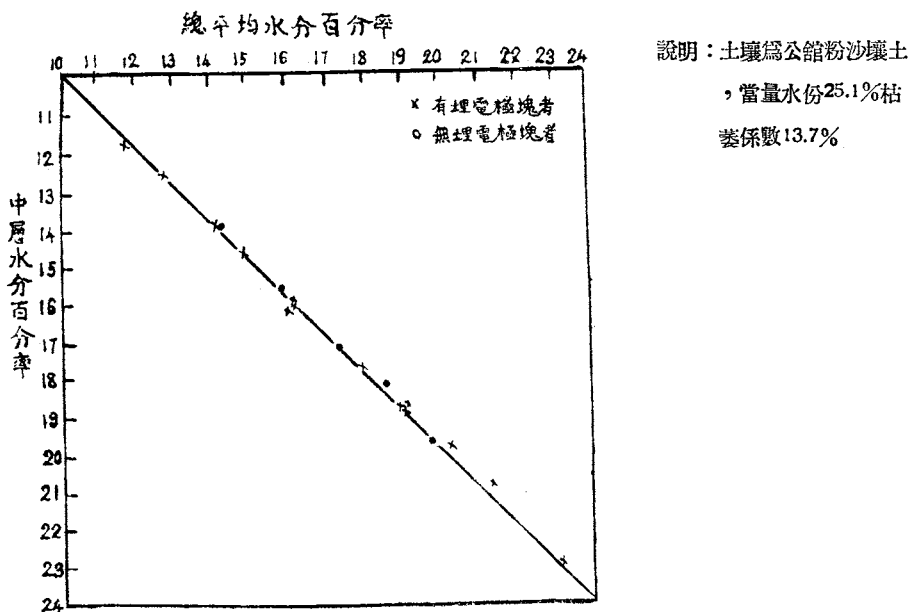
土壤上下層中水份因其位置之不同而有變異，今吾人將 200 克之土壤置於一玻璃皿中，使達 2cm. 以上之厚度，則其各階層之水份由於蒸發與滲透之影響，在上層與下層間自有相當差異。在本試驗中埋沒焦石膏電極於玻璃皿中之土壤間，然後測定水份—電阻關係，故其測定值係示中層一部份之土壤水份，但中間層水份與上下層水份差異若干，E 型電極測得數值是否上下層之平均值，此誠有討究必要。

使玻璃皿中 200 克之土層以電極塊之所在點為中心，分成上中下三層，然後以烘乾法求得各層土壤之水份百分率，則得如第一表。其中一部份玻璃皿中之上層土壤，又將其暴露空氣中之最上層 2mm 另行測出，同時另設無放置電極塊者數皿，以供對照。如該表所示，上中下各階層之土壤水份微有差異，一般皆以底層為最高，中層次之，上層若不計其外表層，則恆為最低者，至於最上層土壤水份較高之原因，似由於土壤與水份混合成泥濘狀態後，小部份之粘粒懸浮土表，水份蒸發以後，此懸浮之粘粒沉積於表面，因之此部份土壤質地變細微，致含水量常高。又底層

表一 供試土壤各階層水份之變異

皿 號	電 極 塊	上 層		中 層	下 層	平 均
		表面2mm	2mm以下			
1	有	11.70	10.80	11.89	12.60	11.75
2	〃	14.93	13.74	13.76	13.88	14.08
3	〃	16.56	16.16	15.90	16.04	16.17
4	〃	17.92	15.21	15.98	14.68	15.95
5	〃	16.53	14.91	16.25	15.33	15.76
6	〃	18.08	17.73	17.69	18.13	17.91
7	〃	19.20	18.56	18.75	19.20	18.93
8	〃	21.11	19.88	19.75	20.56	20.33
9	〃	22.70	20.34	20.88	21.23	21.29
10	〃	23.53	22.01	22.96	23.83	23.08
11	無	20.55	18.50	19.62	19.80	19.62
12	〃	18.92	18.09	18.18	19.15	18.59
13	〃	17.69	16.06	17.01	17.54	17.08
14	〃	16.07	15.99	15.62	15.17	15.71
15	〃	14.41		13.81	13.83	14.02
16	有	12.72		12.45	12.68	12.62
17	〃	14.84		14.66	15.19	14.90
18	〃	20.00		18.77	19.02	19.27
19	〃	20.09		18.78	18.59	19.15

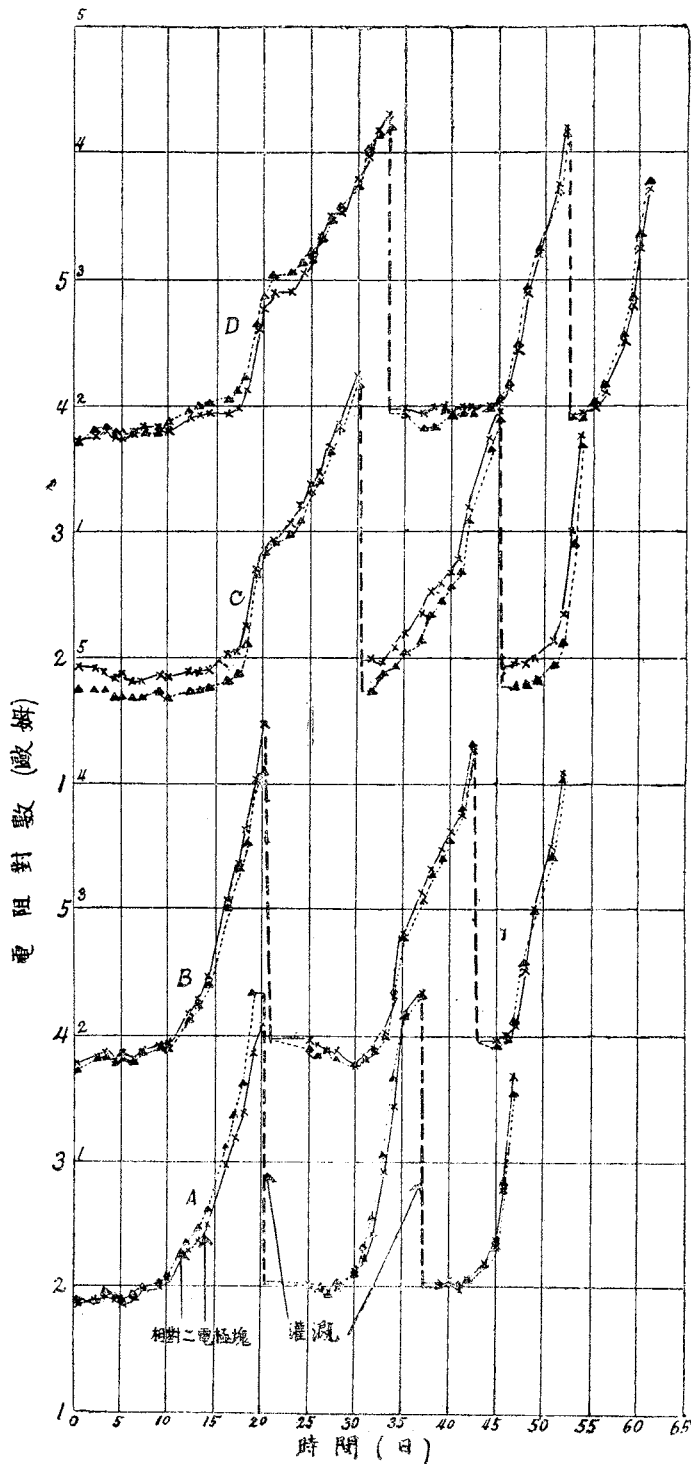
圖十 土壤平均水份與中間層水份之關係



水份高者，似因蒸發困難之影響。

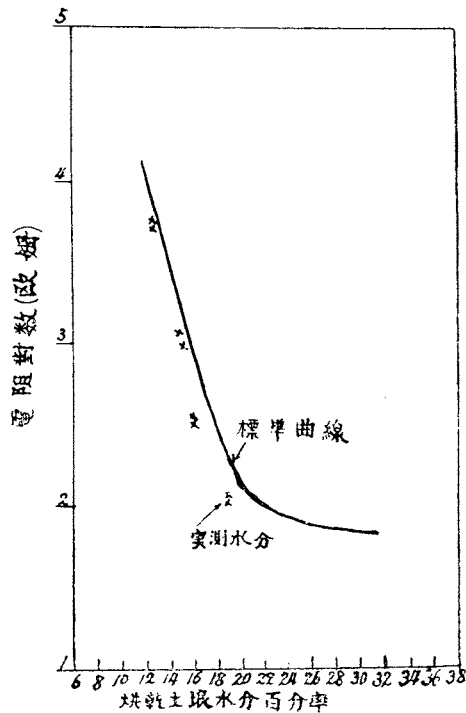
各層土壤水份平均值與中間層土壤水份值之關係示於圖十中，如該圖所示，以各層土壤平均水份為縱軸，中間層土壤水份為橫軸，則所得之座標幾皆在同一對角線上，而尚無顯著之差異，即示由 E 型電極測得土壤水份或中間層土壤水份尚可代表全層土壤水份平均值也。

圖十一 盆栽試驗土壤被灌溉後電阻之變化情形



說明：圖中 A. B. C. D. 係  
E 型電極距離土壤表  
面各為 10. 15. 20. 25cm  
之逐日電阻變化曲線

圖十二 盆栽試驗土壤水份由電阻指示與烘乾法測定之差異



## 六 盆栽試驗

E型電極在盆栽試驗中，對土壤水份之指示極敏感，當土壤每被灌溉時，電阻均立即降至100歐姆以下，經相當時間後，土壤水份逐漸減少，電阻亦隨之而升高，起初變化較慢，以後則漸加速，此與在室內所獲得者完全相同。而植物之根並不能穿進焦石膏塊中，故電阻之感應不致受影響，惟根酸及有機物分解作用歷時遙久，則對焦石膏塊可能發生侵蝕現象，是 E 型電極在土壤中使用時間應被限制，此者有待於今後之研究。

圖十一為在不同深度埋設二個 E型電極於四林土壤中，上植甘藍三株，於三次灌溉中電阻之變化情形在同一階層中兩電極塊之電阻，無論何時幾皆沿同一線上變動，即示其感應之能力並無差異。而在第一次灌溉時，因植物方被移植，幼根分佈之面積甚少，土壤水份大部份由表面蒸發流失，故其在不同深度中電阻升高速度差異頗巨。第二次灌溉以後植物根已網佈各土層，土壤水份之減少多由於植物之吸收，故在各深度土壤中電阻之升高速度趨於一致，而各深度電阻之變化亦顯著，由此事實可知E型電極對土壤水份之變化確甚敏感也。

圖十二為在各林申測定電極塊之電阻時，立即取同一部份土壤而將其所含水份用烘乾法測得之結果。由此可以看出從電阻—水份含量標準曲線讀得之土壤水份與實際獲得者之差異情形，在高水份時二者相差較大，然亦僅百分之二左右，而低濕度時則幾在同一曲線上矣。

## 七 摘 要

在五種不同構造之焦石膏電極中，以容積為  $6.2 \times 3.6 \times 0.7$  cm.，線長為 30cm. 之 E 型電極示最佳之成績，因此類電極之水份—電阻變化銳敏，適宜於土壤有效水份之測定。

對各種土壤之水份當量，E 型電極指示之電阻為 70—100 歐姆，對枯萎係數約為 1000—7000 歐姆，在此有效水份範圍內，土壤水份—電阻之變化均甚顯著，且於數次重複中均獲得同樣結果。

溫度對電阻測定有影響，在  $50^{\circ}\text{C}$  至  $5^{\circ}\text{C}$  之間，電阻隨溫度之降低有逐漸昇高傾向，惟其變化甚緩，且較一致， $5^{\circ}\text{C}$  以下則有加速度之進展。溫度每昇降一度，由於電阻之變異而引起之土壤水份差異，在粘土中約  $\pm 0.1\%$  在壤土中則僅  $\pm 0.03\%$  而已。

E 型電極經製成後，若以水飽和後在空氣中之電阻為 90—105 歐姆，即為合格之電極塊。

以水飽和之 E 型電極在水份含量低之土壤中表示相當遲滯現象，埋沒土壤中四天後始能達到平衡狀態。然乾燥之 E 型電極則具極強之吸濕力，在各種濕度之土壤中僅需 24 小時後可開始測定。在製定土壤水份—電阻標準曲線時，使土壤與電極塊同時被水飽和，然後於室內徐徐風乾，此項處理可避免遲滯現象。

供試土壤在玻璃皿中各階層之水份含量因蒸發與滲透之影響而微有差異，然各階層之平均值與中間層所獲得之數值則甚近似，故由本試驗方法測得之土壤水份—電阻標準曲線可代表供試土壤水份之變化。

盆栽試驗證明 E 型電極對土壤水份之指示能力確甚敏感，而由一般方法測得之土壤水份與由電阻所讀得者尚稱符合。

### A STUDY ON THE USE OF THE PLASTER OF PARIS ABSORPTION BLOCK ELECTRICAL RESISTANCE METHOD FOR MEASURING SOIL MOISTURE

#### English Summary

The use of the plaster of paris absorption block electrical resistance method for measuring soil moisture has already been studied and improved by G. Bouyoucos, Alfred B. G. Anderson and N. R. Edlefsen and others. The present investigation was carried out by limiting the purpose to the following points:— (a) the proper construction of the electrode used in the absorption block, (b) the conditions and corrections needed for the measurement. The results thus obtained may be summarized as follows:—

(1) Among several types of electrode and various sizes of absorption block investigated it was found that the E-type electrode and absorption block with a size of  $6.2 \times 3.6 \times 0.7$  cm gave the most satisfactory result. E-type electrode was constructed by a strip of 30cm. long nickel wire twisted in E shape. Two ele-



trodes were imbeded in the plaster of paris block of the afore-mentioned size with a fixed distance of 0.3 cm. The terminal of electrodes were connected with wire leading to a Wheatstone's bridge. The E-type electrode and plaster of paris absorption block were used through out this investigation.

(2) Electrical resistance and moisture content of several kinds of soil were then determined by means of this absorption block electrical resistance method and from the results calibrated curve for each soil showing the relationship between electrical resistance and moisture content was plotted. The results of duplicated measurements on moisture contents and electrical resistances of a soil agreed very closely with those of the original calibrated curve.

It was found also that satisfactory result was obtained when soil moisture was being in the range of available moisture content. At moisture equivalent and wilting point the electrical resistances in the block were found to be 70-100 ohms and 1000-7000 ohms respectively. The following method for testing absorption block before use may thus be suggested, i. e. to saturate the block with water and read the resistance, if the reading was around 90-105 ohms, this block is ready for use.

(3) Resistance of block decreases as the temperature rises, it is necessary to make temperature correction and adjust the result to that of standard temperature 25°C. Temperature correction for temperature between 40-5°C was 0.1% per degree for clay soil 0.03% per degree for loemy and sandy soils.

(4) Lag phenomena or retardation to reach the equilibrium was observed markedly when water saturated absorption block had been buried in a soil of low moisture content. It took four days for them to reach an equilibrium condition, however, if dried absorption block was used, only 24 hours were needed. From the results of this observation, following method of plotting calibrated curve may be recommended i. e. place the block into a soil, and saturate soil and block with water, then let them dry gradually in the laboratory, and in the meantime measure electrical resistances and moisture contents in the block. Lag phenomena was not observed in this treatment.

(5) Absorption block equipped with E-type electrode was placed in a pot and was buried in the soil. Seeds were sown and plants were grown in this pot. During the growing period of plants, moisture content of soil was determined at regular intervals by measuring the resistance of the absorption block. It was found that E-type electrode gave accurate results and was sensitive in indicating moisture fluctuation. The results of this experiment was also agreed closely with

that obtained by oven drying method.

### 參 考 文 獻

- (1) Bouyoucos, G. J. and Mick, A. H. 1947. Improvements in the plaster of paris absorption block electrical resistance method for measuring soil moisture under field condition. *Soil Sci.* 63: 455-465.
- (2) Anderson, A. B. C. and Edlefsen, N. E. 1942. Laboratory study of the response of 2- and 4-electrode plaster of paris blocks as soil moisture content indicators. *Soil Sci.* 53:413-428.
- (3) Kelley, O. J. 1945. A rapid method of calibrating various instruments for measuring soil moisture in situ. *Soil Sci.* 58:433-440.
- (4) Bouyoucos, G. J. and Mick, A. H. 1948. A fabric absorption unit for continuous measurement of soil moisture in the field. *Soil Sci.* 66:217-232.
- (5) E. A. Colman and T. N. Hamdrix 1949. The fiberglass electrical soil-moisture instrument. *Soil Sci.* 67:425-438.
- (6) Bouyoucos G. J. 1949. Nylon electrical resistance unit for continuous measurement of soil moisture in the field *Soil Sci.* 67:319-330.
- (7) Bodman G. B. 1937. Laboratory experiments on the physical properties of soil. California University Press.
- (8) T. Lyttleton Lyon 1943. The nature and properties soils p. p. 188.
- (9) 梁鉅榮 陳春泉 林敬德： 臺南土壤調查報告（未發表）