

が流出する。故に出水に対する対策については十分注意して科学的な判断に基く処致を必要とする。

関東平野の水利に恵まれない畑地が、今後かんがい施設を有するようになることは、利根川総合開発、霞ヶ浦のポンプ揚水などに伴ってかなり有望である。この場合畑地の傾斜をそのままにして畦間かんがいをすれば、土壌侵食の点で不利である。これに対し畦畔を築いたボーダーかんがいとか、水田式の間断かんがい、田畑輪換は土壌侵食防止上望ましい方法である。さらに水田式にした場合の浸透損失は下流で再利用の可能性がある水資源と考えられ、また自然降雨も畦畔中に貯えられ水保全として理想的である。

以上は主として下記文献を総合したものである。

- 1) 浸透能に及ぼす土湿の影響, 農土研, Vol. 20, №. 3 (1952)
- 2) 野水の流出機構と道路侵蝕について, 農土研, Vol 19, №. 2 (1952)
- 3) 地表流出と地下水との関係, 農土研, Vol 17, №. 2-3 (1950)
- 4) ローム台地における出水の解析, 農土研, Vol 20, №. 5 (1953)
- 5) 土壌侵食の統計的考察, 農土研, Vol 26, №. 2 (1958)
- 6) 水文学的循環における土壌の効果, 農研報告, F-9 (1956)
- 7) 小流域における流出機構の研究, 農研報告, F-12 (1960)
- 8) 農業水文学, 第2章, 第4章, 第7章, 第8章, 土木雜誌社
- 9) 富士山麓侵食試験成績(未発表)

地力変動観測施設の設計及び問題点について

沼尾林一郎・鈴木秀平・金井徹・琴寄融

群馬県農業試験場

1. ま え が き

1958年から地方変動観測施設が全国主要地域に設置されつつあるが、本観測施設は水蝕、風蝕及びその他諸要因と地力の変動との関係を調査究明して、地力保全対策を確立するための基礎資料を得るために設けられるものである。従つて、その内容はきわめて広汎に亘つているが、夫々の目的内容に応じて、種々の異なつた施設が設けられることになつている。

筆者等は(1958年)、以上の諸要因のうち、水蝕に関する観測施設の建設に従事したので、ここに設計の概要を發表し、更に設計上の問題点について若干の私見を述べて、御指名に対する責を果したいと思う。(なお、本報文の一部は日本土壌肥料学会(1960)の講演要旨に發表されたものである。)

2. 分水装置(Diversion devices)の考案と流水実験結果

水蝕に関する施設に於ては、水及び土壌の採集装置が最も重要な部分であると考えられるが、特にその設計に當つては如何なる豪雨に際しても、試験圃場内の流去水及び流亡土壌が安全かつ確実に採集し得られるよう留意することが必要である。これがためには、採集槽の容量は出来得る限り大にすることが必然的に要求されるが、実際には種々の制約を受けるので、むしろ採集槽は可及的に小さくして、上

記の要求が満たされるような構造が望ましいと考えられる。そこで、分水装置を用いて、流去水を一定の比率に分水した後、採集槽に貯水する方法が一般に採用されている。

筆者等は、先づ既往の分水装置について模型実験を行うと共に、新しい分水装置の考察を試みたので、ここにその概要を報告する。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

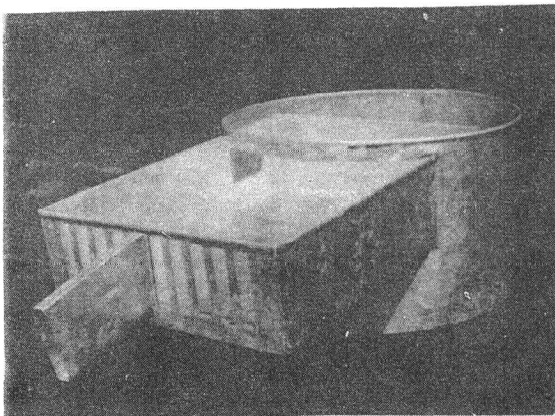
写真 1 及び 2 の装置

本装置は我が国に於ても用いられているが、米国に於てはかなり広く採用されているものであつて、その構造は写真 1 及び 2 に示した通りである。即ち、掛樋の上部より流下する水を下端に設けられた同形同大の矩形堰によつて分水し（通常 5 または 11 ヶの矩形堰のものが用いられている）、中央部の 1 ヶの矩形堰より流出する水を採水管に導かんとするものである。掛樋の上部両側流入口には金網が張られている。

本実験に於ては、10ヶの矩形堰を設けたので、分水比（全流量：分水流量）は計算上 10：1 になる筈である。

写 真 1

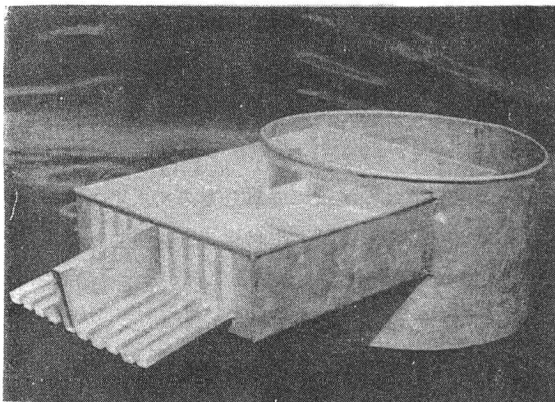
第 1 表 流水実験結果



分水流量 (A)	排水流量	全流量 (B)	分水比 (B:A)
C.C./min	C.C./min	C.C./min	
740	800	1540	2.1:1
1050	4730	5780	5.5:1
1200	5125	6325	5.3:1
1285	5720	7005	5.5:1

写 真 2

第 2 表 流水実験結果



分水流量 (A)	排水流量	全流量 (B)	分水比 (B:A)
C.C./min	C.C./min	C.C./min	
180	1200	1380	7.7:1
570	4390	4960	8.7:1
625	5570	6195	9.9:1
700	6240	6940	9.9:1

これらの装置を用いて行つた流水実験結果は第 1 及び第 2 表に示した通りである。即ち、写真 1 の装置によれば、多量の流水時には概ね 6：1、少量の流水時には概ね 2：1 の分水比を示し、誤差が著し

く大であり、かつ流量による分水比の変動の大きいことが伺われた。

写真2の装置は前記の矩形堰の外側にmouth pieceを一様に取り付けたものであつて、分水精度は写真1に比べて著しく高いことが伺われる。しかし乍ら、少量の流水に対しては、なお、かなりの誤差がみられ、充分満足すべき精度を示さないことが明かにされた。矩形堰による溢流水は少量の流水条件下では線状を示すこと及び樋による流水条件下では分水前に均質な流水を得ることが困難であるように思われる。

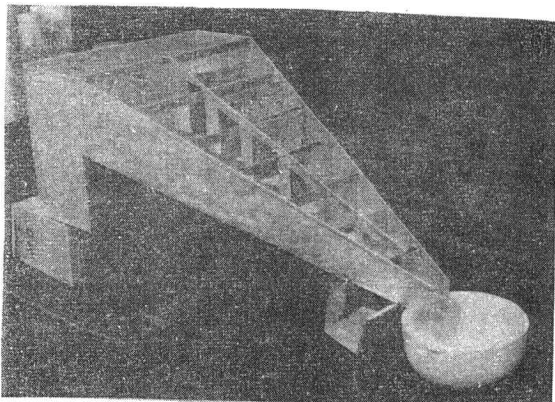
写真3の装置

本装置は筆者等の考察したものであつて、構造の大要は次に述べる通りである。

三角堰の理論を応用したものであつて、傾斜をつけた樋に7段の三角堰を設け、夫々の中央部に分水板を取り付けて、流下する水を順次に二等分し乍ら分水せんとするものである。なお、二等分された余剰の水は二重底になつている掛樋の最下底の排水管に集められ、下端の排水口より捨てられるようになつている。本装置による分水比は計算上128:1になる筈であるが、流水実験の結果は第3表に示した通りである。

写真3

第3表 流水実験結果



分水流量 (A)	排水流量	全流量 (B)	分水比 (B:A)
C.C./min	C.C./min	C.C./min	
9	1295	1304	144.9:1
* 81	10144	10221	126.1:1
84	10148	10232	121.8:1

(註) *は流速調節板を取り付けた場合の値である。

即ち、多量の流水に対しては誤差は小さいが、少量の流水に対しては前述の装置と同様にかかなりの誤差がみられた。そこで、夫々の三角堰直下の側壁に採水装置を設けて誤差の検定を行つた結果、誤差の発生原因は主として上位部の三角堰に存することが判明したので、これらの三角堰に整流板を設置したところ、*印に示すような結果が得られた。しかし乍ら、整流板の設置位置については、流量に応じて僅かづつ変える必要があることが、別に行つた実験結果から判明した。従つて、実際の使用に当たつては、整流板の自動変位装置をつけることが必要となるであろう。

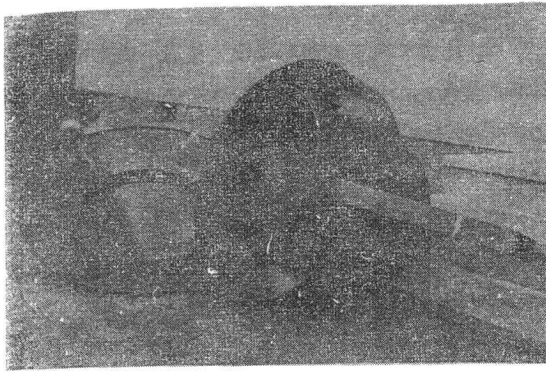
以上の如く、本装置はなお検討の余地を残しているが、比較的小型であるにも拘わらず、分水比をきわめて大にし得るという特長を保有している。

写真4の装置

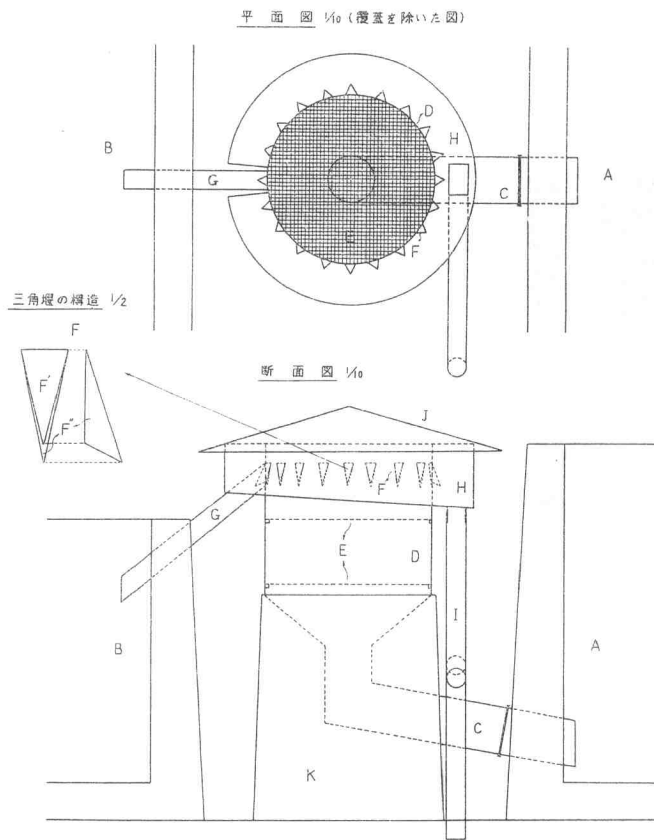
本装置も著者等の考案によるものであつて、その構造は写真4及び第1図に示した通りである。即ち、円筒上部の周囲に設けられた同形同大の20ヶの三角堰⁽⁵⁾によつて、流水を溢流分水し、そのうちの1ヶの三角堰よりの溢流水を採水せんとするものである。本装置の主要部分は導水管(C)、分水円筒(D)、2段の整流網(E)、三角堰(F)、分水導管(G)、排水受(H)、排水導管(I)及び覆蓋(J)から成つている。

写真 4

第4表 流水実験結果



分水流量 (A)	排水流量	全流量 (B)	分水比 (B:A)
C.C./min	C.C./min	C.C./min	
121	2214	2335	19.3:1
267	4892	5159	19.3:1
496	9305	9801	19.8:1
519	9810	10329	19.9:1



- A 第1タンク
- B 第2タンク
- C 導水管
- D 分水円筒
- E 1号目金網
- F 分水用三角堰部
- F' 三角堰(20ヶ)
- F'' マウスピース
- G 分水導管
- H 排水受
- I 排水導管
- J 覆蓋
- K 分水装置固定用台

第1図 写真4の分水装置設計図

導水管より連通管の原理によつて流入した水は2段の整流網によつて、挟雑物が除かれ、水流の緩衝整流が行われた後、分水されるようになっている。三角堰は円筒周囲に等間隔に刻み込まれているので、水の収縮は何れも均等に行われるものと予想される。また、鋭角三角形(30°)の三角堰を用いたので、きわめて少量の溢流水(この場合には溢流水は一つの点状を示すものと思われる)から多量の溢流水に到るまで、均等に分水されるものと考えられる。更に、夫々の三角堰の外側には図の如き特殊のmouth pieceを取り付けて、水の溢流が円滑に行われるように工夫した。

きわめて少量の流水条件下に於ても、夫々の三角堰の溢流開始と溢流終了とが齊一に行われることが必要であつて、特に間歇的な地表流去水を均等に分水することの要求され

る水蝕試験に於ては、きわめて重要な留意点であると思われるが、本装置における三角堰及びmouth pieceはこのような要求を十分に満足せしめ得る機能を有すると考えられる。

整流網は取り外しが可能なようにし、分水円筒下部は漏斗状となし、更に導水管には外側に向つて傾斜をつけたが、これは分水前の流水の状態を可及的に均質なものとするためと、本装置の洗滌操作を容易にするためをも考慮したことによるものである。

分水された水は分水導管に導かれて、第2タンクに流下するようになってはいるが、余水は円筒外側に取り付けられた排水受に集められて、排水導管によつて外部に放流されるようになってはいる。従つて、排水導管と分水導管の流量を調べることによつて、分水比(20:1)を随時にCheckすることが可能である。

本装置による流水実験結果は第4表に示した通りである。即ち、分水精度がきわめて高く、かつ少量の流水に対してもかなり高い精度で分水されることが明かである。

以上の結果から、地力変動観測施設には著者等の考案した写真4の装置を採用することとした。

3. 地力変動観測施設の設計と問題点

群馬農試構内の火山灰土より成る傾斜畑(平均傾斜約5度)に設置したが、地力変動観測圃場の見取図は第2図に示した通りである。これらの設計に当り、特に留意した事項並びに実際に施設を使用した経験上から更に改善すべきであると考えられる諸点を述べれば以下の如くである。

1) 試験圃場及びその周辺

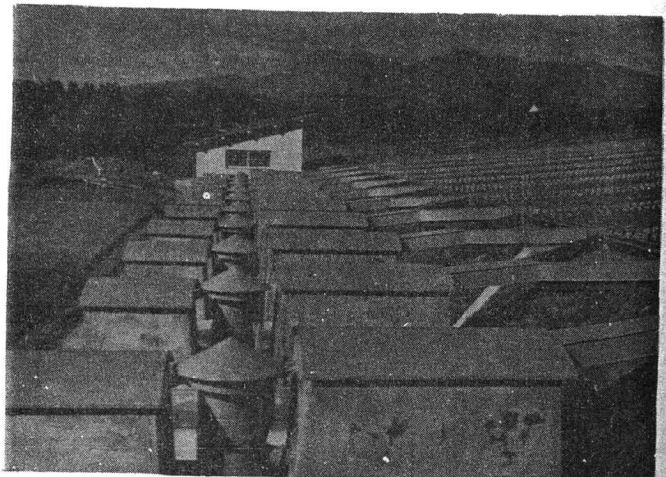
試験圃場は成し得る限り均一な自然傾斜面を選んで、そのままの状態で行うことが望ましいと考えられるが、均一な広い傾斜面を得ることは實際上無理であり、かなりの不均一性が認められたので、トラクターによつて、土壤条件及び傾斜度(6度とした)を均一に改修した。

かくして、12セットの試験区を設けたが、夫々の区は何れも巾3m、長さ18mとし、区框にはすべて波形スレートを用い、地中に20cm埋め込み、地上に15cmを残した。区框については、斜面に沿つた両側のみを波形とし、横框には平板形のものを用いるのも一案ではないかと考えられる。但し、区框下端の漏斗部との接合部位は平板形のものを用いるのがよいと思われる。

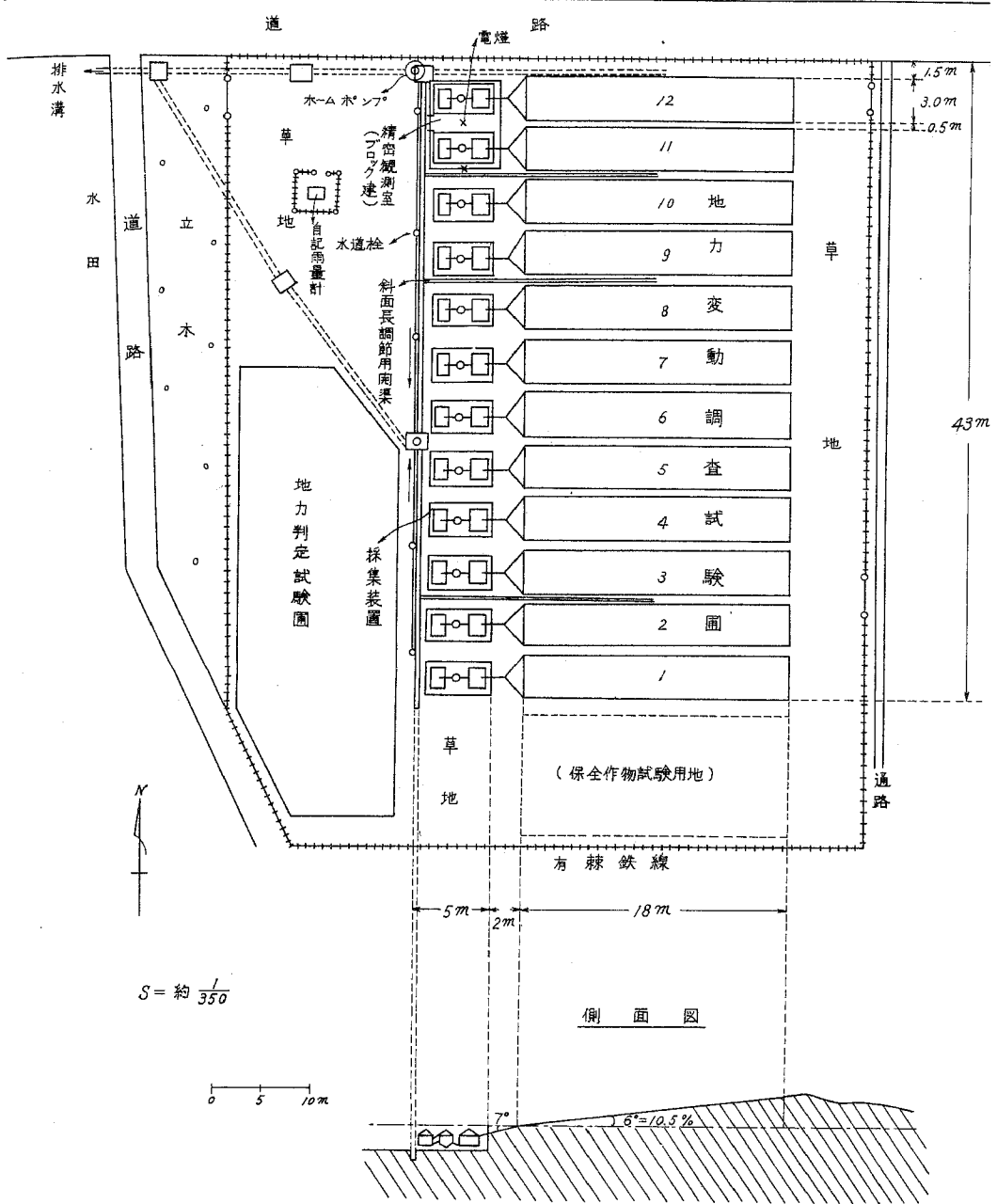
試験区間の空地は成るべく広く取る⁽⁶⁾ことが望ましく、少くとも1~2m程度空けた方がよいと思われたが、斜面の面積に余裕がなかつたので50cmとした。試験区の外側には芝を植え付け、更にその外周には充分な草地を設けた。長い斜面の中央部附近に試験区を設置する場合等には、試験区内への外部の流去水の不慮の侵入を防止するために、高位部に承水路または緩衝地帯を設けておくことが望ましいと考えられる。本施設に於ては、斜面の高位部に試験圃場を設置したので、このような対策は必要としなかつたが、圃場内外の余剰水はすべて

写真5 採集装置

中央に分水装置が置いてある



平面図



第 2 図 地力変動観測圃場見取図

使用面積 2,512.1 m^2 (2反6畝1歩)
 試験圃場面積 1,293.0 m^2 (1反3畝23.8歩)
 1区面積 3 $m \times 18m = 54m^2$ (17.3坪)

排水路に集められて、他に安全に排除されるように設計した。

2) 斜面長調節用開渠

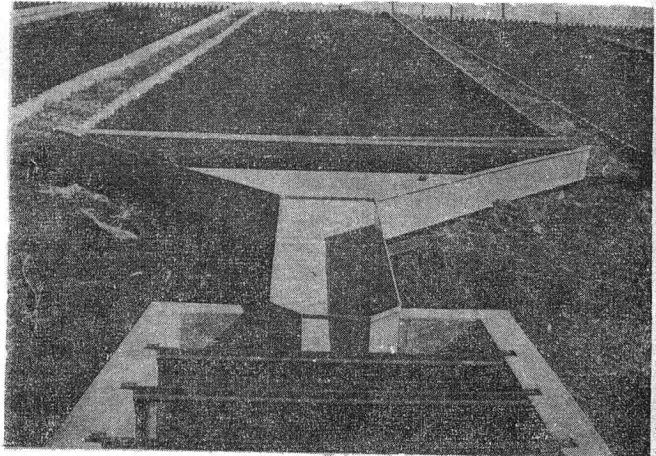
試験圃場の斜面長を随時に変更し得る如く、第2図に示したように所々に斜面長調節用開渠を設けた。また、区框の波形スレートはその接合部をネジ止めとし、取り外しの可能なようにした。このような施設は斜面の長さについての比較実験を行う場合等に便利であることは当然であるが、その他の場合にも排水溝として役立つわけである。

3) 流去土水受(漏斗部)

試験圃場と漏斗部との着地点の上面には、巾25cmの金網(1mm目)を横に張つて雨滴による直接衝撃から土壌を保護するよう考慮した。特に、この部分からの漏水は屢々起り得ることなので、種々の工夫対策が必要であろう。但し、金網は更に目の粗いもの(3mm目程度)の方が適当ではなかつたかと考えている。また、漏斗部の最上端には更に1枚の鉄板を張り、これを「」形に折り曲げて地中に埋め込んだ。

試験圃場が下部の切除法面にあまりに接近している場合には、その部分の透水性が大であるために、試験誤差を生ずる恐れがあるので、漏斗部は成し得る限り長くして、試験圃場を成るべく斜面の上方に押し上げるように留意する必要がある。本設計に於ては漏斗部の長さは2mとした。漏斗部は無蓋とし、この部分に降つた雨水は自記雨量計による記録値を基礎として面積計算により差引くこととしたが、むしろ取り外しの可能な蓋を取り付けておく方が便利ではなかつたかと考えている。

写真6 流去土水受と第1タンクの構造



4) 採集装置

採集槽はコンクリート製とし、各セット夫々大(1.5m×1.0m×0.9m)、小(1.0m×0.8m×0.6m)2ヶを設け、その中間に前述した分水装置(写真4)を取り付けた。分水装置は正確に水平に設置することが必要である。採集装置の容量は過去50年間の統計から最大連続雨量(400mm)を基礎にとり、この場合における平均流出率を50%と想定して設計した。

採集装置の周辺はすべてコンクリートの土台とし、作業に便なる如く階段をつけ、更に排水が完全に行われるようにした。

採集槽に集められた流去水及び流亡土量の調査に当たつて、それらの全量を秤量することは多大の労力と時間を費すので、適当な採水器を考案する必要があると考えている。また、採集槽(大)内に更に小型の採集容器(目盛を附した)を入れておくと、特に少量の降雨時には後の作業が迅速かつ容易に行えるので便利である。採集槽(大)には取り外し可能な3枚の止水網を取り付けたが、実際には2枚あれば充分ではないかと考えている。

5) 精密観測施設

種々の降雨型について、降雨強度と流出量との関係を経時的に観測するために精密観測施設を設けた。即ち、⁽⁸⁾ブロック建の観測室内に2セットの採集装置を収容し、夫々に自記水位計を取り付け、別に圃場内に自記雨量計を設備した。この場合、同時に、土壌中の水分変化をも把握する要があると考えている。

6) 電燈及び水道施設

夜間作業に便なる如く、精密観測室には電燈を取り付けた。また、採集装置の洗滌操作に便なる如く、水道施設を設け、2セットに1ヶの割合に水道栓を取り付けた。

7) その他

地表流去水のほかに、滲透水をも同時に採集し得られるような装置を別に設けて、降水の収支、移動状況を明かにする要があると考えているが、これについては、まだ具体化してはいない。

4. あとがき

地力変動観測施設の設計並びに問題点について、概略の説明を行つたが、経験に乏しいために、不備不足の点が多いものと考えている。また思わぬ誤りをおかしている点多々あらうと思われる。この報告が各位の御批判の緒となり、今後におけるこの種施設の発達向上のため、幾らかでも役立ち得るならば幸いである。

文 献

- 1) 江川, 任田: アメリカの土壤保全(海外農業生産性視察報告5), 18(1956)
- 2) 山本, 入交, 沼尾, 佐藤: アメリカの土壤肥料(海外農業生産性視察報告14), 16(1957)
- 3) 今井, 城下, 柚木: 圃場における土壤侵蝕試験方法について(土壤侵蝕に関する研究集録I), 103(1951)
- 4) 牧: 農業水利造構学, 366(1947)
- 5) 狩野: 農業水利, 201(1949)
- 6) Bay: Diagram of Rotation Runoff Experiment(Univ.of Wisconsin) (1949)
- 7) U.S.Dept.of Agr.: Conservation Method, 5(1958)
- 8) Smith, R.M., Henderson, R.C. and Tippit, O.J.: Summary of Soil and Water Conservation Research (Blackland Exp. Sta., Texas), 15(1954)

写真7 精密観測室

左側一裸地区, 右側一牧草区

