

## 資 料

## フローティングライシメーターについて

吉 良 芳 夫

(東京農大)

蒸発散量がかんがい用水量を決定する重要な要因であることは、水田の場合でも畑地の場合でも同様であるが、水田の場合にはかんがい方法による相違はそれ程大きくなく、むしろ浸透量の相違がかんがい用水量の決定に大きな影響をもつのに反し、畑地の場合には浸透を一応無視する(効率の中で取り扱う)ので蒸発散量が最大の要因となる。また土性やかんがい方法(1回のかんがい用水量や間断日数も含む)によつて著しい相違があるので、畑作物の蒸発散量について諸外国では古くから各方面で研究が進められ、その測定方法についても色々な方法が採用されてきた。しかしこれらを大別すると、次の3つに分類することが出来る。

- (1) ポットや小型ライシメーターを使つてその重量変化によつて蒸発散量を測定する方法。
- (2) ポット又は大型のタンクを水槽に連絡し人工地下水面を作り、下方から毛管上昇によつて根群域に給水し、作物が必要に応じ常に水分を吸収し得るような状態にして水槽から供給された水量を測定して蒸発散量とする方法(素焼土管を用いる場合も含む)
- (3) 畑地状態のまま、で土壤水分の消長を測定して蒸発散量を計算する方法。

(1)の方法は最も普通に用いられる方法で、その条件下ではかなり正確な数値が得られるが、実際の畑地状態とはおよそかけ離れた状態での測定であるから、この値をそのままかんがい計画に利用するわけにはゆかない。

(2)の方法は所謂蒸発散位の測定でかなり大がかりな装置にして畑地に設置することも出来るが、実際のかんがい方法とは著しく異なつたもので、ある作物の現想的なかんがい用水量の基準を知るためには極めて有効な方法であるが、色々なかんがい条件下での蒸発散量を測定する目的には採用できない。

(3)の方法は自然の状態のまま、で測定するのであるから最も実際の値が得られる筈であるが、土壤水分の測定には多大の労力を要し、またその測定精度にも限界があるので、現在では各深さにおける水分の消長を精確につかむことは困難で信頼し得る値は中々得られない。殊に度々降雨のある所では土層中における水分移動が複雑になつて測定がむづかしい。このように実際のかんがい計画にそのまま適用できる蒸発散量を測定することは非常に困難である。

このような測定上の欠陥を出来るだけ少なくし、畑地の中に設置して隣接耕地のかんがい方法と同じ方法を採用しながら(1)の測定方法と同程度の精度で蒸発散量を測定する方法として考案されたものがフローティングライシメーターである。この装置は初めアメリカで永年牧草の蒸発散量測定用に用いられたものである。著者はこれを日本的に改良してみた。最初に試作したものは陸稲の畦間かんがい用に製作したもので関係地方の一般的畦巾60cmを採用して設計したものである。その後蚕糸試験場の桑園内の株間土壤面蒸発用その他2~3製作してみたのであるが近來各地でこの方法を採用してみようという所があるので参考のためその装置を紹介することにする。

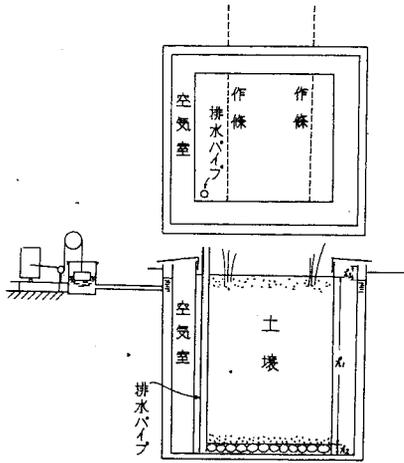


図1 浸透はポンプ排水する装置

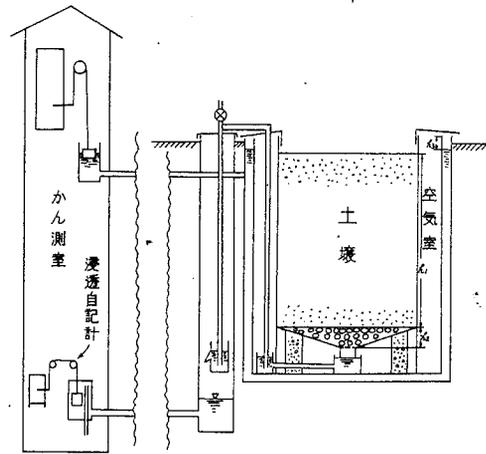


図2 浸透量も自記する装置

構造は極めて簡単で水を入れたタンクの中に土壌をつめたタンクを浮かし、この中で作物を栽培するのである。かん水したり雨が降ったりすると土壌タンクは重くなって沈み、蒸発散があると軽くなって浮いてくるので水槽の水位は絶えず変化する。この水位変化を適当に拡大して自記するようにしたものである。土壌タンクの底には普通礫を入れ浸透水をここに集め一隅に設置した排水用パイプから排水するようにする。蚕糸試験物に設置したものは礫層の水を更に下のタンクに集めこのタンクをパイプで自記装置に連絡し浸透水をも自記出来るようにしてある。土壌タンクを設計するときには毫雨などの時を考慮し安全のため土壌が飽和に近い状態になったときタンクの上端が水槽の上端よりやや高い所にあつて、水槽水面が上端から5~10cm位のところで平衡が保たれるように空気室の大きさを調節しなければならない。毫雨の時には浸透水が礫層一杯になり土壌水分が自然状態の場合とかなりちがった状態となるので蚕糸試験場の場合のように礫層の水は直ちに下のタンクに落ちるようにするか一時的蔽いをかぶせて過剰の雨ははいらぬようにした方が観測に便利である。このように試験の目的によつて土壌タンクが沈まない範囲内で空気室の大きさを加減する。土壌タンクが平衡状態にあるときには次のような関係式がなり立つ。

$$B = W_1 + W_2 + W_3$$

$$B: \text{浮力} = (H_1 - h_3) \times A,$$

$$W_1: \text{実験中に予想される最大容水量のときの土壌およびレキの重量} \\ = (S_{a1} \times h_1 \times A_2) + (S_{a2} \times h_2 \times A_2)$$

$S_{a1}$ : 最大容水量のときの土の仮比重

$S_{a2}$ : " " レキの "

$A_1$ : 土壌タンクの面積(空気室を含む)

$A_2$ : 土壌層の断面積

$W_2$ : タンク材料の重量

$W_3$ : 空気室カバー, 調整用バラスその他土壌タンク中に設置する計測器の全重量

土壤やレキの仮比重は予想することが出来るが(出来るだけ自然状態と同じになるように土壤をつめる)なかなかタンクの重心を中心にもつてくることがむつかしいので、安全のため浮力に余裕をもたせ調整用のバラスを空気室内に入れてタンクが水平に浮かぶようにしたほうがよい。バラスのかわりに一定の重量に作ったコンクリートブロックを用意しておくで一層便利である。また風などで浮遊タンクが水槽壁に押しつけられることがあるので出来るだけ摩擦を小さくした支えを三方につけておかねばならない。水槽と自記計のフロートタンク水面からの蒸発を防ぐため流動パラフィンなどを浮かしておいたほうがよい。

このような状態から  $dmm$  の蒸発散があると土壤タンクは浮上して水槽内の水位は  $\Delta h$  だけ下る。このとき  $\Delta h = d \cdot F/A$  ( $F$  = 土壤タンクの面積,  $A$  = 水槽面積) となる。どんな場合でも  $\Delta h$  は  $d$  より小さくなるからこの変化を拡大して記録出来るように設計する。簡単な自記計でも 5 倍 ~ 10 倍に拡大することが出来る。ただし倍率を大きくした場合には自記出来る範囲が狭くなる。いずれにしても長期観測を行う場合には自記可能範囲をこえることができるのでこの自記範囲の水量に相当するいくつかのおもりを作っておいて、タンクが自記範囲以上に浮き上る場合にはこのおもりをのせて調整するようにする。

以上フローティングライシメーターの一般的構造について説明したが、測定目的と精度により自記計には色々な型のものが使われる。浸透水も自記できるようにしておけば、これを逆に使うことによつて地下から給水することもできる。しかし土壤タンクは常に動いているので浸透水を自記させる装置は複雑になり経費もかなり高くつくので、普通は簡単なポンプで汲みあげる程度で充分である。

#### フローティングライシメーターの得失

以上にあげた構造でわかるようにこの装置によると土壤水分の変化を直接重量測定によつて求めるのでないからどんな大きさのものでも出来るし、圃場内に設置出来るので自然状態に近い条件下で測定することが出来る。著者はこの小型のものを使って株間の土壤面蒸発を測定している。降雨の場合も雨量計の雨量から計算するのではなく直接その地表面におちたものが記録される。一定の土壤水分になるようにするための水量も直ぐ計算出来るし、かんがいの時期も自記計の目盛りによつて直ちにわかる。

しかしまた次のような欠陥もある。

この装置では土壤タンクの重量変化を間接的にはかることによつて蒸発散量を求めるのであるから土壤中から水分が作物体内に移行しても葉面から出てゆかなければ記録されない。したがって生体重の大きいものを栽培したときその重量をどのように処理するか問題がある。これ迄の実験結果では夜間に土壤タンクの重量が僅かではあるが増加したように記録されることがある。この原因としては空気中の水蒸気の凝縮、水槽内水温の変化などが考えられるが、水温変化はそれ程の相違を来すとは考えられない。蒸散水量が空気中の水蒸気の凝縮を助長して土壤面に落下するのではないかと思われる。裸地と畦間に小型のものを設置して土壤面蒸発の比較を行っているが、裸地におけるものは夜間にもほとんど重量増加が認められず蒸発は 0 に近い時間がかかなり続く規則正しいカーブを画き、株間に設置したものは 7 月下旬から 8 月にかけては毎日夜間に重量増加を示す(一)の蒸発を示す)規則正しいカーブを画き、裸地と比較してはつきりした相違を示している。これらの数値については後日発表する予定である。

また自記自動給水装置による蒸発散量の定時変化とはかなりの相違がある。同じフローティングライ

シメーターでの測定でも平塚の砂壤土で測定した場合には日の出と共に急激に蒸発散量が増して行くが午後3時頃からは急激に少なくなる。東京世田ヶ谷の関東ロームでの実験では蒸発散量の急激な減少時期が平塚の場合より遅く午後5時~6時頃になりその変化率も平塚の場合のように大きくはなく、下方給水の場合には、接近した形をとるが、夜間も連続して蒸発が行われるように見えるようなことはない。いずれにしても下方給水の場合の傾向には時間的ズレの大きい事は確かでこの点ではフローティングライシメーターの方が正しい値を示すものと思われるが、平塚と東京での測定値の相違が何に原因しているかはつきりしないし、生体重の問題もあるので今後尚検討を要する。

土壌タンクの底にはレキを入れて浸透水を除去するようにしてはあるが、畑地の土層のように連続していないので、自立の畑地に比し平均含水比で5~10%前後多くなっていることが多く、全く自然状態に等しいとはいえない。このことは自然状態の場合に比し有効降雨量が多い事を意味する。このため根群内における水分消費率が自然状態の場合に比し均一傾向を示すのではないかと思われる。しかしこのことは容器を使用する他のすべての測定法にも共通した欠陥でフローティングライシメーターに限られた問題ではない。

以上のようにフローティングライシメーターによる測定にも色々の欠点はあるが、これ迄の測定方法にくらべ、容器の形も大きさも自由でかなり広い面積を与えても測定精度はそうかわらない。畑地内に設置しほとんど圃場と同一管理のもとに取扱うことができるので、その目的に応じて工夫すれば蒸発散量の測定装置としては最も合理的なものと思われ、今後以上にあげた色々な欠点を補正し得るような装置を研究することによって色々な目的に利用できると思われるので大方の御検討を御願います次第である。