

畑地の撒水かんがいについて

吉 良 芳 夫 (農 技 研)

一般に撒水かんがいは地表かんがいに比し次のような利点があるとされている。

- 1) 撒水かんがいで圃場全体に一樣に水分を供給することが出来、又撒水量の調節が自由であるから用水の節約になる。アメリカの統計では15~30%の節約が出来ることになつている。
- 2) 撒水かんがいはどんな土質でもまたどんな地形や勾配のところでも殆んど同じような効率で採用出来る。
- 3) 地表かんがいで圃場への取入れの際、あるいは勾配土質と畦間流量との調節がむづかしいため末端からの溢流を起し易く、土壤侵蝕の虞れが多いが、撒水かんがいではその土性について実施したIntake-rateの許容範囲内における撒水強度をもつSprinkle Eを撰定することが容易であるから侵蝕は完全に防止出来る。
- 4) 地表かんがいで常に必要になつてくる整地作業は不要である。
- 5) 圃場におけるかん水溝や分水のための構造物は全く不要になるかまたは極端に縮少される。その結果それらによる漬地がなくなり農作業に対する障害がなくなる。
- 6) 一般に労力の節約が出来る。

以上のうち(3)以下については別に考えることとし、ここでは(1)および(2)について検討してみることにする。

私達が実際に計画を樹てる場合に、圃場に与えられた水がどれだけ有効に使はれる状態で土壤中に保持されるかを知るために次のような指標を使つている。

- 1) Water application efficiency (E_a)

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \times 100 (\%)$$

W_s : 根群内に保留された水量

W_f : 総かん水量 (地表かんがいの場合は圃場に取入れられた水量で、末端からの流去がない場合流下中の水面からの蒸発を無視すれば総浸潤量となる。撒水かんがいの場合はノズルから放出された水量で飛散損失と飛散中の蒸発損失を含んでおり、地表かんがいで流出 (W_r) を0として W_f を総浸潤と見做したようなことは出来ない。 W_f は総浸潤量より常に大である。

2) Water storage efficiency (E_s)

$$E_s = \frac{W_s}{W_n}$$

W_n : 根群内に浸潤させるに必要な水量

3) Water distribution efficiency (E_d)

$$E_d = \left(1 - \frac{\sum |h - h_m|}{h_m \cdot n} \right) \times 100 (\%)$$

h_m : 各測定点における浸潤量の平均値

h : 各測定点における浸潤量

n : 測定点の数

撒水かんがいではこれを Uniformity Coefficient といつている。

4) Pattern efficiency (E_p)

撒水かんがいにのみ使用されている。

$$E_p = \frac{h_{min}}{h_m} \times 100 (\%)$$

h_{min} : 最小測定撒水深

h_m : 平均測定撒水深

この外 Water Conveyance efficiency, Consumptive-use efficiency 等があるが前者は圃場に導入されるまでの問題であり、後者は作物との関聯が大きいためここでは考えないことにする。

今 E_s が 100% の場合、即ち撒水かんがいで h_{min} が丁度根群深に等しい場合図(1)となり、畦間かんがいで末端における浸潤深を最小浸潤深と考え、これが丁度根群深に等しい場合図(2)のように示される。

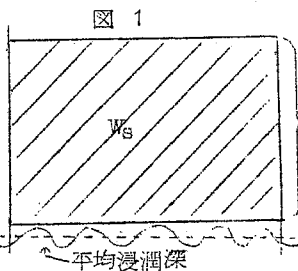


図 1

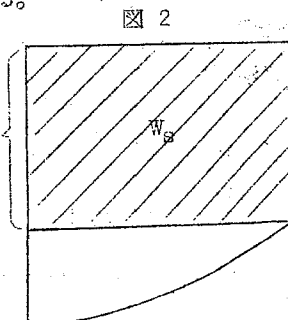


図 2

浸潤量の計算は、撒水かんがいで 2 ~ 3 m 方眼に測水罐を配置して撒水量を測定し、全測定罐数の 25% に相当する個

数だけ小さい方の値からとつて平均した最小水深をもつて表はす。畦間かんがいの場合は実際に水を流す巾は普通畦巾の約 $\frac{1}{3}$ であるが、この巾の浸潤面から畦巾全体に一樣に浸潤するものと仮定し furrow intake rate の実測値から計算したものである。

浸潤量だけから考えると、地表流去のない場合の畦間かんがいにおける E_d は撒水かんがいの E_p に相当することとなる。従つてもし畦間かんがいの E_a と撒水かんがいの E_p の値が等しい場合には撒水かんがいの E_d は畦間かんがいの場合より悪いことになる。しかし撒水かんがいで Sprinkler の構造と配置の研究によつては $E_p \cdot E_a \cdot E_d$ を 100 にすることが可能であるが畦間かんがいで是不可能である。この意味から撒水かんがいが理想的に行はれれば畦間かんがいより効率の面からも有利であると考えられる。しかし現在一般に使用されている Sprinkler とその配置法で E_p あるいは E_d がどのような値を示しているか、著者が Rainbird . Perrot. 国産川上の数種口径のノズルについて実験した結果から検討してみよう。

Sprinkler の配置は経済的の面から考えると出来るだけ疎の方が有利である。しかしあまり疎にすると E_p がわるくなる。そこで個々の Sprinkler の撒布図型を求めてまづ pipe の移動間隔 (S_m) の限界を求める。これは pipe line 上の Sprinkler の間隔 (S_1) をその撒水直径の 5% 前後にして S_m を色々に変化させた場合の E_d の比較を行うことによつて得られる。著者の実験では無風の場合 S_m が $0.5 \sim 0.6D$ (D は撒水直径) 以下であれば E_d 値は 90% 内外となるが $0.6D$ を超えると急激に E_d 値が低下する。そこで S_m の限界を $0.6D$ 以内とする。次に S_m を $0.6D$ 以内の一定値にして S_1 を変化させてみると $S_1 > 0.5D$ になると急激に E_d 値が低下する場合が多い。そこで S_1 の限界を大体 $0.5D$ 以下とする。このようにして S_m および S_1 をその限界内において実験してみても E_d が 90% 以上になることは殆んどない。よくても 80% 内外の場合が多く、風でもあると 70% 以下になることさえある。

アメリカでは E_p 80%, E_d 84% を許容限界としているから、この点だけからみれば妥当な配置ということになるが、畦間かんがいで E_a 90% 内外を限界としており著者の実験でもこの範囲内にとどめることはさして困難ではない。このように概念的には撒水のほうが均一な分布が与えられるから有利であると考えられながら数字の上では畦間のほうが良好であり E_a あるいは E_d の許容限界も畦間の方が小さくなつてゐる。これは効率そのものの計算方法に不備な点があるものと考へられる。例えば実際には或地点に撒水された水はその附近の土壌水分の不均衡を是正しつゝ水平並に垂直方向に浸潤してゆき多少の撒水深の不均衡があつても浸潤深にはそう大きな差が出てこない筈である。然るに撒水深の測定は罐に受けた水量で測定してそのまま比較するから罐中に入つた水は水平方向の浸潤は全く行はれないものとして計算され実際の水の動きに適合しな

い。このことは茅ヶ崎砂丘地における実測によつて明らかである。又畦間かんがいの場合には畦間に流した水が畦巾に均一に浸潤するものとして計算されるがこのようなことは実際にはあり得ない。畦巾によつて非常にちがってくる筈である。千葉県下での実験では畦の中央部における浸潤量は中央部から15cm離れた点の浸潤量の約2倍になつていた。勿論これはかん水直後の分布であるから或時間経過すればかなり平均化される筈であるが全く均一になるとは考へられない。従つて撒水かんがいの場合最小撒水深を根群深とするならば畦間かんがいの場合も畦巾全体についての最小浸潤深をもつて根群深とするようにした時の効率を考へなければならない。従つて正確に両者の効率を比較するためには現在行はれているような efficiency の計算方法では不合理であつて土壌中における水の動きについて更に追求することが今後に残された問題である。

また E_p を100%とすることが必ずしも経済的であるとは断定出来ない。Consumptive use efficiency を考慮に入れて最小浸潤深の限界を定めその場合の E_a もしくは E_p について比較検討することが必要である。ただ intake rate が非常に大きい土性になる程 E_p を100%とするときの E_a を前記のような許容限界内にするために畦間かんがいで畦長を非常に短かくとらねばならない欠点があるが撒水かんがいの場合には殆んど土性に関係せず同一の効率を与えることが出来る利点がある。

実際の計画にあつては色々な効率を総合して判断しなくてはならない。ただ単に E_a 、 E_d 、 E_g 等数字に示されたもののみをもつてかんがい方法の優劣を簡単にきめることは出来ない。今後土壌中における水の動きに対する測定方法と計算方法に関する研究を進展させ数字的に正しい比較の出来るようにしてゆかなければならない。