

II-7 蒸発散量の推定に関する研究

東京大学大学院 学生員 慶長寿彰
 東京大学工学部 正員 市川 新

〔1〕はじめに

降水量、浸透量、流出量、蒸発散量などの水収支を明らかにすることは、水資源や水利用計画、あるいは治水対策の面から見ても極めて重要なことである。中でも蒸発散量に関しては、水収支の主要な要因のひとつであるにもかかわらず、その正確な測定が難しいことや影響因子が多いことのために十分な研究が行なわれていないといえない。東大球場では、それらを解明するために1984年から蒸発散量の計測を行なっており、本稿はその計測結果を用いた蒸発散量の推定について記したものである。

〔2〕計測システム

実蒸発散量の計測は、ライシメーターの重量を測定することによって行なわれている。このライシメーターとは、縦横21cm、高さ48cmの直方体状の型枠に、関東ロームの土柱を破壊することなく、表面の草と根を保存しながら切り取ってはめ込んだもので、下部には排水管が取り付けられている。このライシメーターを電子天秤に載せて重量を測定し、排水管からの流出がない場合のライシメーターの重量の減少を、蒸発散により土中水分が失われたものと定義している。ここでは、100gの重量の減少は約2.3mmの蒸発散に相当する。なお、電子天秤によって計測された重量値は、パソコンによって自動的に4分間隔で収集、記録が行なわれている。

〔3〕計測結果の検討

図1は、上記のライシメーターの重量変化を1時間間隔でプロットしたものである。日中と夜間の蒸発散量が大きく異なるために、これらはいずれも波形を示しながら減少している。これにより、蒸発散には日射量がかかり関与していると言える。また、ライシメーター上の草が自然に繁茂していた時とそれを刈り取った時や、8月と3月の計測結果を比較すると、日蒸発散量が異なることがわかる。

〔4〕蒸発散量の推定

蒸発散量の推定の際、ここでは気象条件から蒸発計蒸発量を、蒸発計蒸発量と土中水分量、植生から実蒸発散量を推定するという順序で行なった。なお、気象データは気象庁観測によるものを用いた。図2は全天日射量と蒸発計蒸発量との関係を表わしたものであるが、これによると全天日射量と蒸発計蒸発量の間には強い相関があることがわかる。強風日や極度に乾燥した日を除けば、おおよその蒸発計蒸発量は日射量から推定し得ると言える。

気象因子から可能蒸発散量を推定するもののうち、最も正確だとされているものに以下のペマン式がある。

$$PE = \left[\frac{(R/L) \cdot f(T) + g(U) \cdot (Esa - Ea)}{f(T) + 1} \right]$$

PE：可能蒸発散量，R：地表が受けた正味の日射量，L：蒸発の潜熱，f(T)：気温Tの関数，g(U)：風速Uの関数，Esa：気温Tにおける飽和水蒸気圧，Ea：大気中の水蒸気圧。

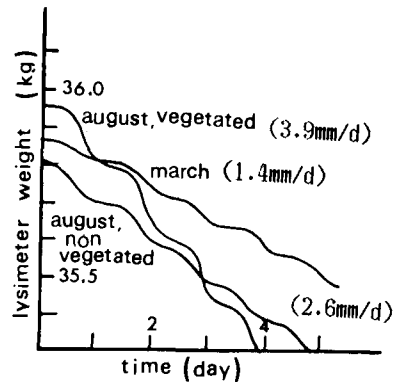


図1 ライシメーターの重量変化

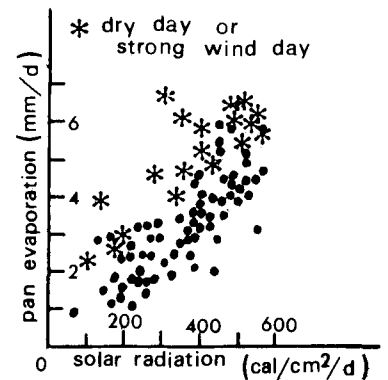


図2 全天日射量と蒸発計蒸発量

ここで、 PE 、 (R/L) 、 $g(U) \cdot (E_{sa} - E_a)$ の単位はいずれも (cm/d) で、 $f(T)$ は無次元である。このペンマン式による可能蒸発散量の計算値と、蒸発計蒸発量との関係を示したものが図3である。これを見ると、図2よりも強い相関が見られ、ペンマン式に気象条件を入れることによりかなり高い精度で蒸発計蒸発量が推定できることがわかる。

次に、図4は植生の状態を区別した実蒸発散量と蒸発計蒸発量との関係である。ここでは土中水分量を考慮に入れていないが、植生の生育状態に実蒸発散量が影響されているのは明らかである。また、図5はライシメーターの重量と蒸発比(実蒸発散量と蒸発計蒸発量との比)との関係を表わしたものである。ライシメーターの重量の減少は土中水分量の減少であるから、土中水分量と蒸発比との関係ということもできる。なおここでは、植生の影響を無視するために、ライシメーター上の植物の生育程度が同じだと考えられる期間についてのデータを用いた。図中の数字は蒸発計蒸発量の値 (mm/d) であり、またこの値の等量線を外挿により図示した。これを見ると、例えば蒸発計蒸発量が $6.0mm$ の場合、土中水分量が多いときには蒸発比は 1.0 に近く、水分量が少なくなるとは 0.7 程度となっている。また、これを蒸発計蒸発量が $3.2mm$ 、 $5.0mm$ の場合と比べると、土中水分量が同じならば蒸発計蒸発量が少ないほど蒸発比が大きくなっていることがわかる。図に示した曲線はあくまでも外挿したものであるが、他の期間のデータについても同じことが確認できた。このように、蒸発比は土中水分量と蒸発計蒸発量によって決められるので、この関係から、実蒸発散量は逆に図の矢印のようなルートを通して推定することができる。

[5] おわりに

蒸発計蒸発量から実蒸発散量を推定する場合の植生や土中水分量の影響は、それぞれ植物の種類や土壌の種類によって異なるものと思われる。そのために、実蒸発散量の推定は、その植物や土壌における経験的データに頼らざるを得ないのではないであろうか。それ故、今後は様々な条件における蒸発散量の測定を行なっていきたい。

[参考文献]

American Society of Agricultural Engineers
1982, Hydrologic Modeling of
Small Watershed

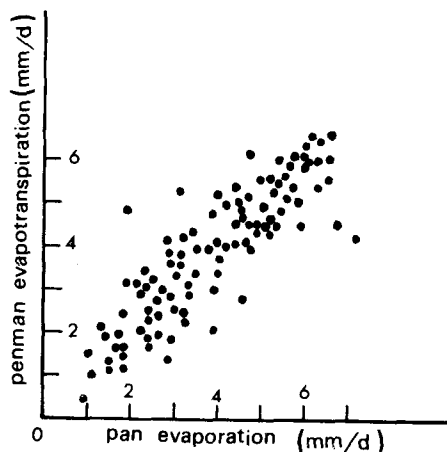


図3 蒸発計蒸発量とペンマン値の比較

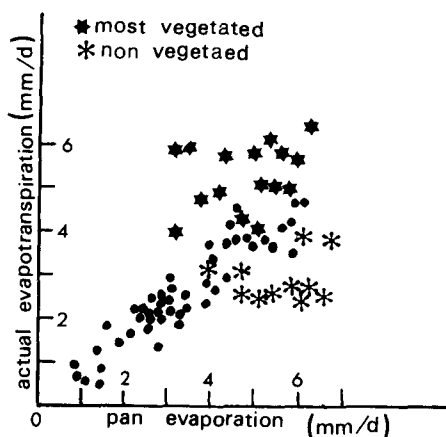


図4 蒸発計蒸発量と実蒸発散量

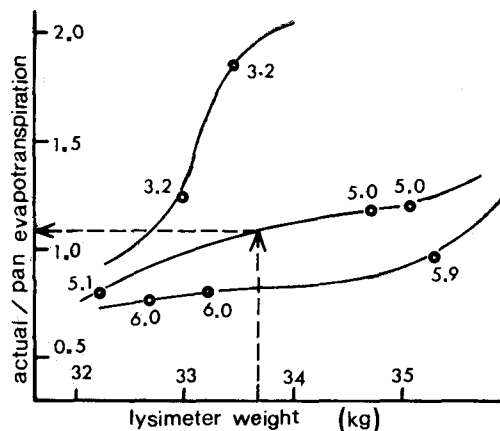


図5 ライシメーターの重量変化と蒸発比