

土壌の乾湿と蒸発散 (I)

— 測定方法と測定例 —

林業試験場九州支場 長友 忠行
堀田 庸

1. まえがき

土壌の水分環境を解明する上で、蒸発散の問題はさけることはできない。蒸発散は気象条件によって左右される部分が大いと考えられるが、土壌の乾湿によっても異なる。しかしながら、土壌の水分条件と蒸発散量の関係を定量的にとらえた報告は少ない。これは、土壌の水分状態と蒸発散量を精度良くとらえる手法が少なかったためと考えられる。ここでは、電子天秤を用いた重量法により蒸発散を測定する手法を検討するとともに、ヒノキなど3樹種の幼木の蒸散量を測定した。また、土壌水分張力や蒸発計からの蒸発量なども測定し、これらと蒸散量の関係についても検討を加えた。その結果、2, 3の知見が得られたので報告する。

この試験の供試木を提出をいただいた樹病研究室の堂園主任研究官、清原主任研究官、河邊技官にお礼申し上げます。

2. 方法と材料

蒸散量の測定に用いた電子天秤はメトラーPE-22 (最大秤量 24 kg, 2 kgまでの感度 0.1 kg, 2 kg以上の感度 1 g) である。この天秤の感度を蒸発量に換算すると、蒸発面積を 500 cm² と仮定した場合、1 g で 0.02 mm, 0.1 g で 0.002 mm となる。それ故、蒸散の時間変化をとらえることが可能と考えられる。この天秤には、コンピューターにデータを送ることができるRS-232C出力が付いている。それ故、データ処理を簡単に行なえるだけでなく、風などにより重量が変動する場合にも重量を数多くサンプリングし、データ処理を行なうことにより誤差を少なくすることができる。

蒸散量測定に用いたのは、ヒノキ、ツブラジイ、クロマツである。供試木の直径などを表-1に示す。ヒノキとクロマツは1985年4月下旬に直径30cmの素焼鉢に各1本植付けた。ツブラジイは直径30cmの素焼鉢に植付けられていたものである。素焼鉢なので鉢よりの蒸発を防止するために、鉢にサランラップを巻くとともに、上部は発泡スチロール板でおおった。

土壌水分張力は水銀マンネーター式のテンションメーターにより測定した。

表-1 供 試 木

樹 種	高 さ cm	直 径 cm	葉乾重 [*] g	幹枝乾重 [*] g
ヒノキ	96	1.6	72.6	37.4
ツブラジイ	130	1.7	87.2	109.5
クロマツ	92	2.2	180.2	117.0

*実験終了直後に測定

気象因子としての蒸発量は素焼管を利用した岡上式¹⁾の蒸発計を用いた。蒸発計からの蒸発量は、重量法により測定したが、試験の後半は蒸散量の測定と同様電子天秤 (メトラーPE-3600, 秤量 6 kg) とコンピューターを利用した。

蒸散量の測定は前述したように、電子天秤とコンピューターを用い30分毎の重量変化より求めたが、ここでは、風などによる重量の変動を消去するため、1回について100回の重量を測定し、中央の $\frac{1}{2}$ の平均値を用いた。蒸発量の測定はコンピューターによる自記を行なう以前は、天秤 (感度 1 g) により随時 (日に数回) 行なった。自記を行なうようになった後は、1回について50回測定しその平均値をとった。

3. 結果と考察

温度変動などによる天秤自体の誤差を知るため、20 Lのポリビンに水を入れ重量変化を測定した。また、鉢よりの蒸発を明らかにするため、鉢のみの重量変化を測定した (図省略)。その結果、水を入れたポリビンでは、30分でおおよそ1g前後の上下が見られ、鉢では最大2g前後の上下が見られた。この点より、この測定方法による30分間の蒸散量の測定誤差は1~2 mlと予測された。

蒸散量はその日の気象条件により左右されるが、ヒノキの蒸散量の日変化を晴天日と曇天日で比較してみると図-1のとおりである。蒸散量の変化のパターンは晴天日も曇天日も同じ傾向を示した。晴天日も曇天

日も日中の9時～17時に蒸散量は多く、20時～6時の夜間は蒸散量はほとんどみられなかった。

クロマツの蒸散量と蒸発計の蒸発量の日変化を図-2に示す。蒸散量は7時より多くなり10時をピークにし、以降はほぼ直線的に少なくなる。20時～6時まではヒノキ同様に蒸散はほとんどみられなかった。また、蒸発計による蒸発量の日変化はほぼ蒸散量のパターンと同じであるが、9時より12時のピーク点にかけ蒸散量より蒸発量の方がやや遅れて反応する傾向がみられた。また、蒸発計では夜間にも多少蒸発がみられ、植物の蒸散とは異なる傾向となった。

ツブラジイの晴天日の日変化はヒノキとはほぼ同じパターンで変化した。(図省略)

ヒノキの蒸散量と蒸発計の蒸発量の経時変化を図-3に示す。かん水時から永久萎凋点近くまでの蒸散量の測定を行なった。萎凋現象が現われた時点でかん水を行ない、蒸散量の測定結果より回復の判定を行なった。測定期間中は降雨日が多く、その日の気象条件によりかなりの差異がみられた。測定開始後5日目で1日の蒸散量300mlをピークに以降急激に減少するが、ほぼ1日当り約40ml(晴天日)からほぼ0ml(雨天日)の間をくり返す傾向がみられた。かん水後の回復は1週間後1日の蒸散量が300mlとなり、当初の蒸散量まで回復したものと考えられる。また、蒸発量の経時変化は蒸散量の変化とほとんど同じパターンで変化した。ツブラジイ、クロマツでも同様の試験を行なったが(図省略)、萎凋点近くまで乾燥した後かん水しても蒸散量の回復には数日以上かかることが判明した。

鉢の重量と蒸散量およびpFの関係をみた。クロマツの結果を図-4に示す。蒸散量の大きい点を線で結ぶ曲線がそれぞれの土壌水分における最大蒸散量と考えられる。また、重量と実測pFの関係および萎凋現象の現われた時をpF 4.2とみなした点(図上で+で表示)よりpF-水分曲線ができる。この図より、それぞれのpF値(土壌の乾湿状態)における最大蒸散量の推測が可能となる。すなわち、土壌がpF 2.5～2.7前後に乾燥すると蒸散量が急激に減少しはじめる。pF 3.0～3.2前後では、土壌水分が十分にある場合の蒸散量の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ 前後になるようである。ヒノキ、ツブラジイともほぼ同様の結果が得られた。(図省略)

以上のように、電子天秤を用いることにより、蒸散量が微分的にとらえることが可能となり、土壌の乾湿と植物による蒸散量をより精密に解析することができると考えられた。

引用文献

(1) 岡上正夫：森林立地，17(1)，19～20，1975

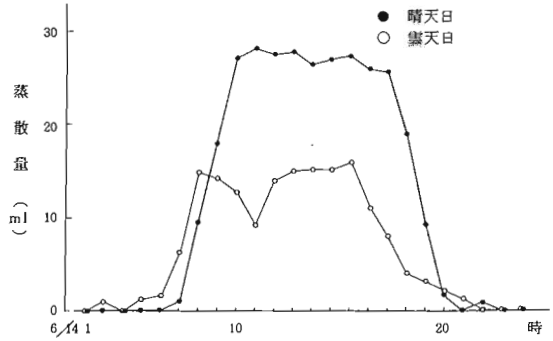


図-1 ヒノキの蒸散量の日変化

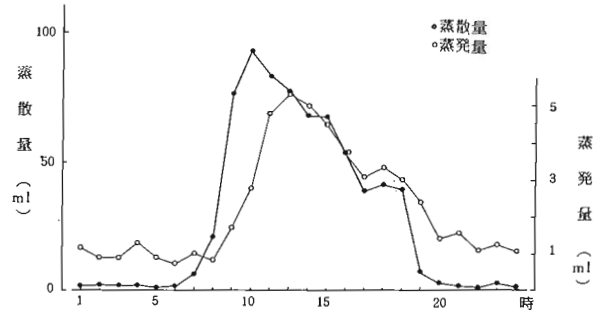


図-2 クロマツの蒸散量と蒸発計の蒸発量の日変化

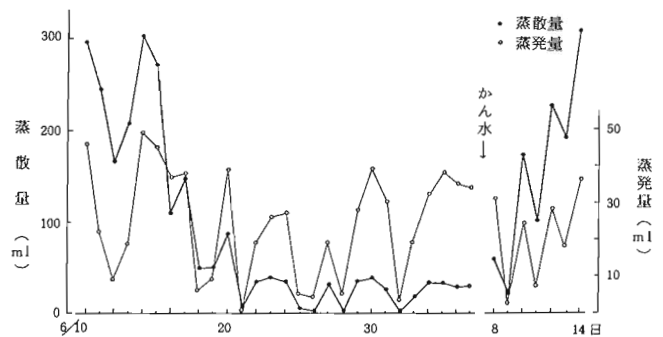


図-3 ヒノキの蒸散量と蒸発計の蒸発量の経時変化

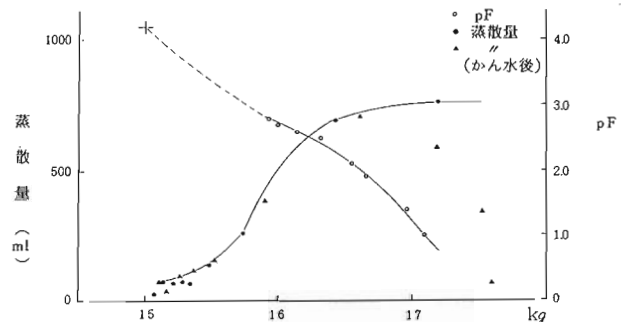


図-4 クロマツ鉢の重量と蒸散およびpFの関係