

## 森林の土壌保水力に関する研究 (昭和62年度)

昭和61年度～昭和65年度 県単

山下 昇

## 要 旨

当センター敷地内のスギ人工林地に、3本のテンションメーターを1組として4つの測点を設けて人工降雨試験を行い、土壌中のテンションの変化を観測した。各テンションメーターの設置深は、5、20、40cmである。

その結果、降水の影響は20cm深まで顕著に見られたが、40cm深では緩慢であった。又、5cm深では、降水にすみやかに反応し回復も早いのに対し、20cm深では、斜面上部から下部にかけてゆっくりとした地中流の存在が予想され、斜面下部では降水のピークとテンションの低下との間に時間的ずれがみられた。この時間差から計算すると地中流の移動速度は8m/h程度となった。

## I はじめに

ここ数年、毎年のように水不足が叫ばれ、給水制限も珍しくなくなっている。そのような中で森林の水源かん養機能に対する期待は益々大きくなっているが、かん養機能そのものを定量的にとらえることはまだまだ困難である。

森林地帯の降水を水資源として評価するためには、樹冠層を通過して林地表面に到達し浸透するまでの部分と、浸透後地中を移動する2つの部分にわけて考えることができる。前者については昭和56年度から61年度まで実施した「森林理水試験」によってほぼ定量的にとらえ得るようになっており本研究でも引き続きデータを蓄積している所である。

今回はテンションメーターを利用して土中の水分動態をつかまえるための予備的実験を行ったのでここに報告する。

## II 方法

当センター内のスギ人工林地に3本のテンシ

ョンメーターを1セットとして4セットを図-1のように配置した。各点のテンションメーターの深度は5cm、20cm、40cmである。テンションメーターには水銀マンメーターを接続してその液面差を読み取った。

このようにテンションメーターを配置した試験区内に散水ノズルを用いて人工降雨試験を行った。降雨量は図-1内に位置を示した5ヶ所に塩ビ製の雨水受け(深さ28cm、口径22cm)を設置し平均

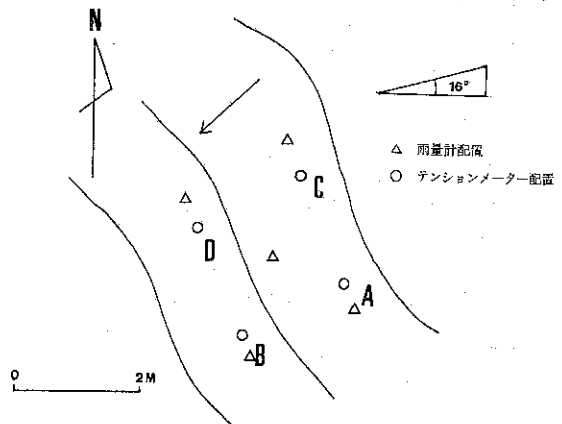


図-1 測点の配置図

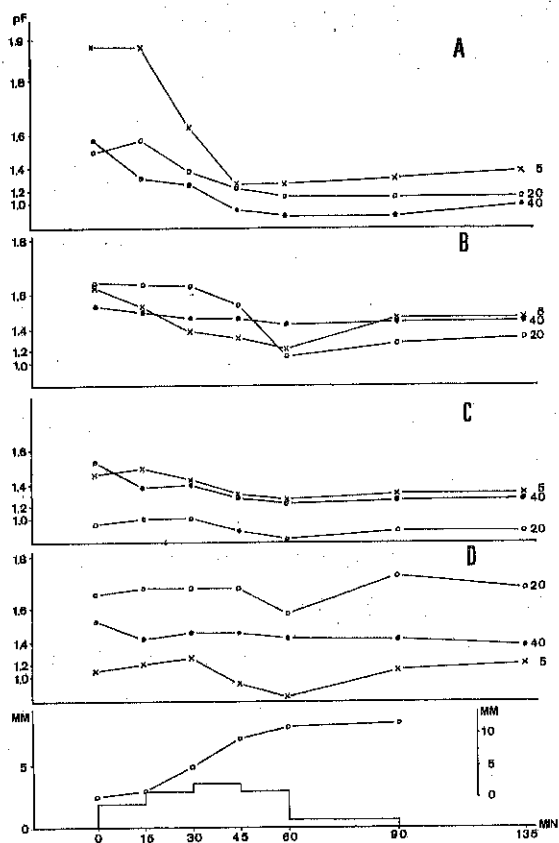


図-2 各区のテンションの変化と降雨量(8月25日)値をとった。

人工降雨試験は昭和62年8月25日と26日に行ったが、各々の散水時間は60分と50分で上木の樹冠にふれるように配慮した。測定は原則として15分毎に雨水受けとテンションメーターの値を読み取った。また25日実験分については降雨終了後30分後と75分後に、26日実験分では50分後にそれぞれ両者の読み取りを行った。従って降雨終了後における雨量は、樹冠に付着した水分が滴下したものである。なお、実験にあたって予備散水は行わず、実施前一週間内には降雨はなかった。

### III 結果と考察

マンメーターからの読み取り値は水高に換算した後pF表示に直した。テンションメーターとマンメーター間の高低差は各セット内の相対位置を決定したのみであるため、pFは絶対値ではなく、

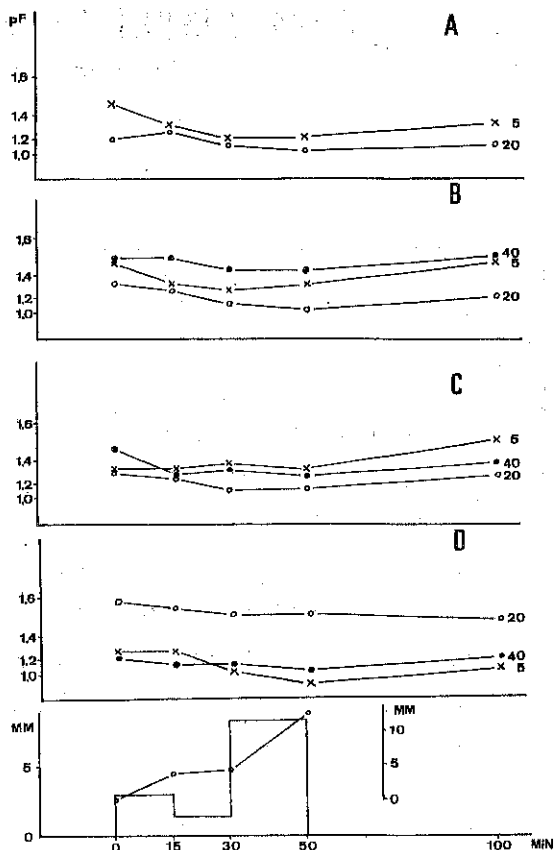


図-3 各区のテンションの変化と降雨量(8月26日)テンションメーター間の相対値である。8月25日の結果を図-2に、26日の結果を図-3に示した。

図-2を一見して斜面上部のA、C点と同下部のB、D点では変化の形に違いがあることがわかる。すなわち上部のA、C点では降雨開始直後あるいは開始15分後から徐々に、あるいは急激にテンションが低下するが45分から60分後には曲線はなだらかになり終了後はほぼ一定値をとりながら極めてゆっくりとテンションを増している様子が見られる。対して斜面下部のB、D点ではテンションの最大の変化は降雨開始後30分から45分後に現れるが、降雨終了後に斜面上部に比べて急に回復している。このことから斜面上部から斜面下部へのゆるやかな水の流れの存在が想像できよう。さらに、各点の深度毎の変化を見ると、浅層である5cm深での変化が各点とも激しいのは当然として、

として、斜面下部のB、D点における20cm深のテンションの変化が注目される。

5cm深ではA点の変化が著しいが、他のポイントの変化に比べてかなり大であることから、テンションメーター側面を伝った降水の影響であることも考えられる。また一方、降雨前のpFが20cm深、40cm深に比して高いのも事実で部分的に乾燥した個所であった可能性も否定できない。

20cm深の変化は、斜面上部のA点では降雨開始後15分から、同じくC点では30分後からゆるやかな低下を始め降雨終了時から終了後75分までの間に顕著な凹形は見られない。一方、斜面下部のB点では降雨開始後30分、同じくD点では45分後と、A点、C点から約15分経過後それまでの変化に比べて急激な低下が見られ、両者とも降雨後60分をピークにした明瞭な凹形の曲線を描いている。

測点の上下関係はA点の下がB点、C点の下がD点であるからA-B間、C-D間共に上部での変化から15分後に20cm深での変化が起きたことになる。又、前述のように上部と下部の波形は全く異なっており、特に注目すべきはB、D点における45分-60分後の低下の度合が、A点、C点の最も急激に低下している部分に比しても相対的に激しい点である。以上のことから先に想起したゆるやかな水の動きは、A-B間、C-D間の約2mを15分前後かかって到達したと思われ、それから計算すると流速はほぼ8m/hとなる。

40cm深での変化はA点、C点では比較的大きいがB点、D点では極めてゆるやかでありA、Cにおける変化も降水の浸透であるのか測器側面を流下した降水によるものか判然としない。A点の40cm深測器には翌26日多量の気泡が入り、テンションメーターの気密性に問題があった可能性も高い。そこでA点を除いて考えるとその変化にきわだったものはなく、40cm深への影響は少ないものと思われる。

図-3は翌26日に実施した第2回実験の結果である。A点の40cm深は前述のように多量の気泡の侵入が見られたため測定対象から除外した。第1回試験に比して総降雨量はほとんど同じであるが15分間雨量にはムラが大きい。また、降雨終了後、第1回と同様に滴下量の測定を行ったが測定単位に達しなかったために切り捨てた。

まず前回降雨終了後から約23時間経過した第2回試験開始前までのpFの回復状況を見よう。

A点では5cm深、20cm深とも図-1にみられるゆるやかな上昇のほぼ延長線上の点まで回復しているが第1回試験の降雨開始後30分~45分に相当する値となっている。同じく斜面上部のC点では5cm深は前降雨の終了時とほぼ同じ値を示したが20cm深と40cm深は大きく回復しており、40cm深では第1回試験の0~15分に相当する値である。しかし、20cm深は前回のどの値より高く、原因は不明である。

斜面下部のB点ではいずれの深度も前降雨終了時とほぼ同じ値であるが多少40cm深での回復の度合が大きい。同じくD点では5cm深は終了時とほぼ同じ値を示すが、20cm深、40cm深では他の各点と異なり相方とも値が低下している。この2つの測点は、第1回試験でも降雨終了後において値が回復せず、低下を続けた所で、その後も傾向を維持していたと考えられる。従って先に予想した表層土中の水の流れはその後ある程度の時間継続していたと思われ、そうすると8m/hよりもっと速度は遅いとも考えられる。

図-3の結果は図-2に比べて全体の変化のパターンがゆるやかである。これは先行降雨として第1回試験が働いた結果、各点の乾燥度が低下していたためであろう。

具体的に内容を見るとA点では前回実験のグラフの底部、すなわち45分経過後以降の値とほぼ同じ値を底にして、ゆるやかな凹形を描く。5cm深

では第1回試験よりも反応が早い。20cm深は前と同様15分経過後から変化が見られる。5cm深で変化が激しいのは地表面がすでに濡れていたことが関係しているものであろう。

同じ斜面上部のC点では5cm深では降水に対する反応が見られないが、降雨終了後の回復が最も著しいことと、20cm深、40cm深のpF値の低下もまた4つの測点の中で最大であることを考慮すると、20cm深の値が前回実験の値よりも大きいことはあるが、この時点では地中への浸透が比較的スムーズに行われていることを示すものと考えられる。

斜面下部のB点ではその上部にあるA点とほぼ同様の変化を示し、前回実験の結果と比べてもほぼ降雨後半の値と同じ値付近の変化である。またA点と同様5cm深の値が降雨開始後15分～30分後には安定する傾向があり、先にC点でも検討したように、斜面下部あるいは土壌下層へのアウトプットと降水のインプットが釣り合っている状態であると思う。

最後にD点での変化は特に20cm深、40cm深において極めて緩慢であるが、注目すべきは20cm深の値が降雨終了後においても下降している点である。これも測定精度等今後吟味すべき問題があるが、土壌中と水の流れによるものとも考えられ、大変興味深い。

以上2回の人工降雨試験結果から、表層、5cm深では場所における違いが大きいものの降雨には比較的すみやかに反応し、また降雨終了後の回復も早いことがわかる。同時に20cm深では、斜面上部と下部によって変化がかわり、斜面上部では降雨に対して一様な変化を示す傾向があるが、斜面下部では降雨のピークより遅れてグラフの形の変化がみられ、地中流の影響と思われる。また40cm深では降雨の影響は見られるがその変化は小さく、かつゆっくりしていることが多い。

このように降水の影響は約20cm深まで著しく、

地中流も考えられるがその速度は極めて遅い。しかしながら土壌が持つ20cm深までの空隙量を考えると、地中を流下する水の絶対量はかなり大であると考えられ、水源かん養機能評価の際には、土壌深と降水の影響が明らかになる深度の範囲が明確になることが重要であろう。

#### IV おわりに

今回はテンションメーターの数も少なく、実験回数も2回だけであったため、推論の部分が多いが、少なくともテンションメーターを斜面各所の各深度に配置することで地中流の動きをつかめ得ることが明らかになったことは大きな成果であると思う。実験にあたって最も問題となったのは、本文中でもふれたようにテンションメーターの側面を流下する水の影響と、テンションメーター先端のポーラスカップと土壌との接触性及び設置の際の岩石の存在である。特に側面流下の問題はその影響を分離しがたく、また値を大きくずらすために今後とも重要な問題となろう。

又、今回は各深度の相対値としてpF値を計算したが、これもテンションメーターとマンメーターの高低差を明らかにして絶対値を算出する必要がある。また測定当初のキャリブレーションの方法も検討する必要がある。蒸留水にポーラスカップをつける際に慎重に行わなければ結果はかなり不安定なものになる。

次に、測定し得た結果から流束計算を行い圧力ポテンシャルの変化を流束に換算する必要がある。それにはもっと多数のテンションメーターが必要となり、かつ能率的に圧力ポテンシャルの読み取りを行わねばならない。

以上テンションメーターを使った測定法について述べたが土中の水の動きを土壌を破壊せず測定するには最も簡便で適した方法であると思う。今後もっと多数のテンションメーターを配備した観測網のデータを得ることが必要である。