

塩ビ管円筒を用いた表層土の浸透能の測定

山 根 玄 一

はじめに

保育伐が林の理水機能にどう影響するかを調べる試験で、理水機能の指標の一つとして表層土の浸透能(水の浸み込み易さ)を測って、4つの試験区のそれを相互に比べる必要があった。そこで、やや大きめのポリ塩化ビニール管を切断して簡単な冠水型浸透計を作り、浸透能を測った。その結果、山地においても複数個所の浸透能の比較には使えそうなので、その作り方と測り方を紹介する。

冠水型浸透計の原理

冠水型浸透計による浸透能の測定原理は、地面に差し込んだ円筒などの囲いの中に注水し(図-1)、その注水量と水位の変化から、時間当たりの浸透量を求めることにある。簡便な器具であり、使い方も簡単なので、昔から使用例は多い。

しかし、降水時の自然な状態を再現できず、地表に水圧をかけることになるので、測定値は過大になるとされている。また、地面に刃を差し込むので、管壁などに沿う土層を乱し、さらに、円筒の下での横への水漏れは避けられないといわれてきた。

横への水漏れを防ぐためには、大小の円筒を二重に差し込み、注水を内外の円筒内の同じ高さにすると、内側の円筒の下から外側への水漏れが起こらないとされてきた。また、測定値のバラツキを小さくするには、円筒の断面積は大きいことが望ましいが、大きな円筒を使うほど水を大量に必要とする。

なお、近年は、より性能の優れたものとして散水型浸透計が使用されることが多い。

塩ビ管製浸透計の作り方

冠水型浸透計は、上記のような利点と欠点をもつが、2ヵ所の浸透能を比較するのに使えるかどうか、試験場構内のトドマツ林とシラカンバ林で、試しに測ってみた。

横への水洩れは、1つの円筒だけでも上手に差し込めば無視できる。30分くらい注水・浸透を続けてから、土を掘り起こしても、横への水漏れはほとんどなかった。また、水の浸透強度(浸透能は水の浸み込み易さの概念として用いられるのに対し、浸透強度は単位面積・単位時間当たりの浸透水量を表す)は予想を越えてはるかに大きく、円筒の断面積が大きいと注水が追いつかない。注水して冠水させる高さは、低いほど水圧がかからなくてよいが、あまり低くすると注水が追いつかない。

これらのことから、浸透強度の小さい土壌地では内径15.4cm(厚さ5.5mm)の塩ビ管を

使用するのがよく、浸透強度の大きい場所では内径 10.7 cm (厚さ 3.5 mm) のものを使うのがよい。

塩ビ管は高さ 20 cm に鋸で切断する。下端の外側をグラインダーで削り取り、刃先角 30° ~ 35° 程度の刃をつける。但し、刃先が差し込み時に土中の石礫や根によりつぶれるのを防ぐために、刃先を鋭くとがらさず、平坦面(鋸による切断面)のまま幅 0.6 mm 程度を残すほうがよい。

山地での使い方

測る場所には、斜面または平坦面を代表するような、一様な場所を選ぶ。樹木に近いと、大きな根があって、円筒の差し込みがうまくいかない。

円筒を地面に差し込むには、まず、地表面や A_0 層中の新しい落枝を取り除く。円筒を両手で押さえ、刃先を円周に沿って左右に動かしながら、押し込めるところまで差し込む。差し込みの途中で、円筒の刃で切れない根があれば剪定鋏で切断する。土壌が乾燥して堅くなっている場合にも、刃先が鉋質土壌の深さ 4 ~ 5 cm のところまで入って、円筒が動かないようになっていないと、注水したとき刃先で横への水漏れが起こる。土が湿っているときには、この深さをもっと深くすることが必要だろう。円筒が動かないようにならない場合には、水の横洩れが起こるので、測定を見合わせる。

測定は、一人でできないことはないが、二人一組で行うとよい。一人は注水をし、一人は注水時の注水開始からの経過時間をストップウォッチで秒単位で読取り、記録する。

注水については、内径 15.4 cm の円筒を使うときにはプラスチック製の取っ手付きピーカーで水 2 杯を掬い取り、冠水高を約 10.7 cm にする(内径 10.7 cm の円筒を使うときには、966ml 注水すると同じ冠水高になる)。冠水がなくなり落葉層または地表面が現れると同時に、次の注水を行う。斜面で測る場合(図 - 1)には、毎回の注水は円筒中心部の同一点が露出したとき行う。冠水すると落葉層が浮き上がるが、落葉があまりにも邪魔になるときは手で掬って水をきり捨てる。

注水を続けて、浸透強度がほぼ一定になったときの値は終期浸透強度とよばれる。終期浸透強度は、注水開始から 30 分後の浸透強度(単位 mm / 時: 1 時間あたり mm)とする。測定の続行は、図 - 2, 3 に示すような浸透強度曲線を描いた場合に 30 分後の値を求めることができる時間までとする。

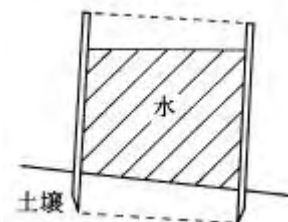


図 - 1 傾斜地での円筒製浸透計の使用法

浸透能の大きさ

水の浸み込み方についてももう少し説明しておこう。

浸透強度は、測定開始当初には大きいですが、時間の経過とともに次第に小さくなる(図 - 2,

3)。これは、経過時間が長くなるほど、下層土層の低い透水性(土層の孔隙量は下層になるほど少ない)の影響を強く受けるため、また、水分の増加による土塊の膨脹と孔隙への土微粒子の侵入により、孔隙が目詰まりしてくるためと考えられている。浸透強度は、同じ場所であっても、土壌が強く乾燥している時ほど大きい。また、当然のことながら、孔隙量の多い土壌ほど大きい。実際に測ってみると、孔隙の少ない土壌地で浸透能が著しく大きい場合は、虫やミミズにより作られた大きな穴のある場所で測った場合である。

浸透強度は、測定開始から1～2時間でほぼ一定値になることが多いので、測定開始から1時間後の値を終期浸透強度として比較するが多い。しかし、1時間とすると時間がかかり過ぎ、また、この器具では絶対値を得難く、相対値を得られればよいので、30分後の浸透強度を終期浸透強度とした。

図-2, 3に、浸透強度曲線の例を示した。図-2は浸透能の小さいトドマツ区での測定例であり、図-3は浸透能の大きいトドマツ人工林(試験地とは別の場所)での例である。これらの黒点は、各注水時から次の注水時までの浸透強度を一定とみなして、その中間時点の浸透強度を、測定開始から経過時間にしたい示したものである。浸透強度 a は、冠水から水がなくなるまでに t 秒要したとすると、次式により求められる。

$$a = \frac{2000}{p \cdot 7.7^2} \times \frac{60 \times 60}{t} \times 10 = \frac{386546}{t}$$

終期浸透強度は、これらの点を滑らかにつないだ曲線と経過時間 30 分の線(破線)との交点として求められる。

試験地で浸透能を測る

1987 年秋、ウダイカンバとトドマツが交互に帯状をなす二段林(道有林滝川経営区、芦別市吉田の沢)に保育伐をしてそれが理水機能に及ぼす影響を調べる試験地を設けた。試験地は、標高 320m、傾斜 18° の西向き斜面の、安山岩質の土壌地にある。この林は、ブルドーザによる全面剥ぎ地ごしらえ地に、トドマツを傾斜方向に帯状に 5 条植栽(幅約 8.2m)したところ、

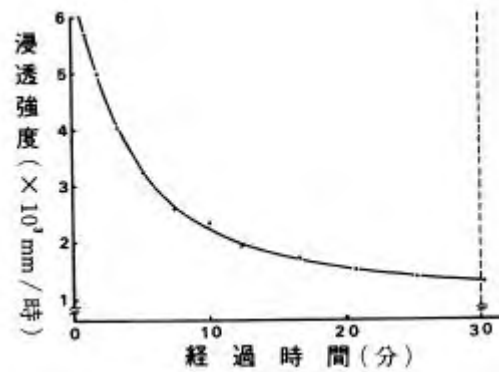


図-2 浸透強度曲線の例1

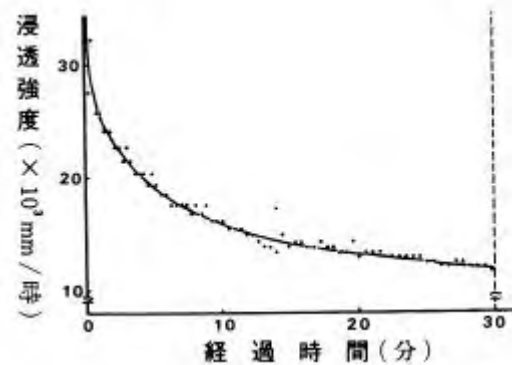


図-3 浸透強度曲線の例2

帯状のおき幅（幅約 7.9m）にウダイカンバが天然更新してできたものである。試験地の設定前，ウダイカンバは約 14 年生，平均樹高約 9.7m，トドマツは林齢 15 年，平均樹高 6.8m であり，ウダイカンバがトドマツ 5 条の両側条の上にかぶさっていた。

試験区として，ウダイカンバの強度間伐・かぶり取り区および対照区，トドマツの弱度間伐区および対照区の 4 区を設けた。各試験区はそれぞれ 1 つの帯状区であり，ウダイカンバ区とトドマツ区とは交互に連続している。

試験地設定時の浸透能の測定を 1988 年 8 月中旬に行った。測定には内径 15.4 cm の円筒を使用し，各試験区のそれぞれ 5 ヲ所で測定した。

測定結果から

表 - 1 に，終期浸透強度の測定値を示した。各試験区内 5 ヲ所での測定値のバラツキはあまり大きくなく，山地での測定値としてはそろっているといえる。このことから，この測定法が使えると考えることができよう。

各試験区内の 5 ヲ所平均相互の差を検定してみると，両樹種区ともに，間伐区平均と対照区平均の差は有意でないもので，保育伐の効果は浸透能にはまだ現打ていなかったものと判断できる。そこで，両樹種区について 2 区をこみにした 10 ヲ所平均の差を検定してみると，トドマツ区の平均値が有意に小さい。

道内の普通の山地の終期浸透強度（散水型浸透計による，測定開始から 1 時間後の浸透強度）は，400 mm / 時前後といわれている。全国的にも，山地では 400 ~ 100 mm / 時程度である。また，針葉樹林地の浸透能は一般に広葉樹林地のそれより小さいといわれる。これは，針葉樹林下では表層土に水をはじく性質をもつ菌糸網層がより多くでき，そのために小孔隙での水の通過が妨げられるためといわれている。

今回得られた測定値はほぼ 800 mm / 時以上であり，測定絶対値としては上記に比べて大きい。この原因には，冠水して水圧をかけていること，終期浸透強度を測定開始から 30 分後の浸透強度としたこと，測定面積がせまくて下層土の深いところでは水の外方向への浸透もありうることなどが考えられる。このことから，冠水型浸透計による測定は，絶対値を得るためではなく，複数個所の浸透能を比較する場合には使えるといえるだろう。

トドマツ区の終期浸透強度はウダイカンバ区のそれに比べて小さくなっていた。これは，ウダイカンバ区ではササが密であるのに対し，トドマツ区ではササを欠き，菌糸網層があることなどの点から，地ごしらえ時に同じだった土壌が両樹種下で違う性質をもってきたためと考えられる。

（森林資源部主任研究員）

表 - 1 終期浸透強度（mm / 時）

試験区	ウダイカンバ		トドマツ	
	間伐区	対照区	間伐区	対照区
5 ヲ所の終期浸透強度	1550	3590	880	1020
	5050	2520	560	930
	3480	2500	2130	1030
	2970	2860	1270	770
	1940	2510	2440	790
5 ヲ所平均	2998 ± 1238	2796 ± 420	1456 ± 720	908 ± 110
10 ヲ所平均	2897 ± 930		1182 ± 583	