

## 北京九龙山四种造林苗木凋萎系数的测定\*

张 小 泉

(中国林业科学研究院林业研究所)

**关键词** 苗木; 凋萎系数; 土壤相对含水率

苗木凋萎系数因树种、土壤质地而异, 过去对它研究较少, 通常沿用农业上得出的经验公式计算[如: 永久凋萎系数 = 土壤最大吸湿水  $\times$  1.5(1.3~2.5)]<sup>[1]</sup>, 或用小麦、棉花等农作物的测定结果, 但这些数据并不适用于林业上的造林苗木。近年来有些研究人员对一些树种进行了测定, 也得到了初步结论<sup>[2]</sup>, 但测定方法尚欠精确, 特别是常绿针叶树种, 凋萎迹象不明显, 主观的判断难以使人信服。为此, 于1989年在北京西郊九龙山林场进行了侧柏(*Platycladus orientalis*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、山杏(*Prunus armeniaca* var. *ansu*)和元宝枫(*Acer truncatum*)四树种苗木凋萎系数的研究, 其结果对于干旱少雨的华北低山造林绿化有重要意义。

### 一、材料与 方法

试验地位于九龙山林场苗圃, 试材为1~2年生侧柏、油松、山杏和元宝枫四种苗木, 7组试验, 每组有40株试材(表1)。试验土壤采自该区山地0~40 cm混合土壤, 质地为壤

表1 不同质地土壤上的苗木生长状况

树 种	土壤质地	苗 龄 (a)	苗 木 规 格	试验株数 (株)	地 径		苗 高	
					平均值 (cm)	标准差	平均值 (cm)	标准差
侧 柏	壤 土	1.5	留床苗	40	0.32	0.04	19.5	2.70
		2.5			0.51	0.08	45.7	5.44
	砂质壤土	换床苗	1.26		0.09	63.4	4.85	
			1.23		0.09	62.5	5.93	
油 松	壤 土	2	留床苗	0.41	0.10	16.6	2.45	
元 宝 枫		1	截干苗	0.83	0.08			
山 杏		2		0.78	0.06			

土, 另有一组土壤掺入30%河砂, 质地为砂质壤土(表2)。

试材全部采用塑料袋栽培, 定期测定。实施步骤如下:

1. 苗木栽植和管护 4月初每组选择径、高基本一致的优质苗40株, 单株植于塑料袋内(袋高25 cm, 直径20 cm, 内装10 kg混合土), 各组管护措施基本一致。

本文于1989年12月26日收到。

\*本试验系国家“七五”攻关课题“太行山区立地类型分类、评价和适地适树研究”的一部分。试验中得到杨整稿、宋朝枢、张清华先生的精心指导, 在此一并致谢。

表2 试验地土壤基本性质

土壤质地	有机质 (%)	容重	最大持水量 (%)	毛管持水量 (%)	最小持水量 (%)	总孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	非毛管孔隙度 (%)	最大吸湿水相对含量 (%)
壤土	3.05	1.19	44.3	31.4	20.3	48.8	34.2	14.6	20.5
砂质壤土	1.33	1.38	38.7	26.6	13.0	42.6	23.8	18.6	24.3

2. 测定 ① 7月初停止浇水, 剔除死株和生长不良苗木, 每组保留30株并测定各袋土壤含水量。②从每组中选出土壤含水量基本一致的20株, 分成A、B两组(每组10株), 剩下10株为C组。B组用线绳将各袋口扎紧, 防止表土蒸发。③定期测定A组的土壤含水量, 第一个月内每七天测一次; 以后改为每五天测一次; 苗木出现凋萎现象时的土壤含水量为临时凋萎系数, 此后3天测一次。同时用称重法对B组进行称量。④当A、B组连续3次土壤含水量或重量基本一致, 说明苗木已基本上停止蒸腾(永久凋萎), 此时的土壤含水量即为苗木永久凋萎系数。⑤待C组苗木永久凋萎后(人为判断)测定土壤含水量。⑥当A、B、C组苗木外表呈现出“死亡”状态时, 浇足量的水, 待10~15天后观察恢复情况, 再计算出恢复率。⑦在测定期间随时记载苗木外部形态特征的变化。

取土方法: 用特制小孔钻, 从两个对称方向1/2半径处, 分别向下钻取土体1/4~3/4范围内的土壤15g, 混匀后待测(取样孔用旁边土壤填好), 以后按设计定期逆时针方向移动取样位置。

土壤水分用烘箱法测定。土壤含水量用相对含水率表示:

$$\text{土壤相对含水率} = \frac{\text{绝对含水率}}{\text{田间持水量}} \times 100\%$$

## 二、结果与分析

### (一) 试验方法比较

在试验过程中, 由于严格控制水分, 保证了各组试验的可比性。表3表明, A、B两种方法苗木的凋萎系数变化范围和停水持续时间变动范围及恢复率都小于C组, 这是因为C组

表3 各组试验方法比较

树种	苗龄 (a)	凋萎系数 (%)			停水至永久凋萎时间(d) / 初始土壤含水量 (%)			恢复率 (%)		
		A组	B组	C组	A组	B组	C组	A组	B组	C组
侧柏	1.5	18.3~20.2	19.1~20.6	18.0~24.1	43~46/84.4	72~75/83.9	49~58/80.5	10	0	39
油松	2	23.8~25.2	23.2~24.7	21.7~25.7	40~46/76.1	63~69/84.4	43~52/64.9	0	0	0
元宝枫	1	23.8~25.5	24.0~25.7	23.0~26.6	40~43/90.2	49~52/91.7	43~49/85.8	10	20	40
山杏	2	21.2~22.2	21.6~22.8	20.8~24.0	37~43/91.7	46~49/83.9	43~52/81.5	20	30	40

是人为主观判断造成的偏差。定期取土法由于多次取土, 难免使苗木根系受到损伤, 影响测定结果。但就停水后持续时间而言, 它又比称重法更近于自然状态(称重法的袋口用线绳扎紧, 大大降低了表土蒸发)。因此, 本试验的凋萎系数以定期称重法的结果较合适, 而耐旱持续时间则以定期取土法的结果较理想。

### (二) 不同树种苗木凋萎系数及耐旱时间

表4表明, 苗木凋萎系数明显低于小麦壤土的永久凋萎数(33.6%)<sup>[2]</sup>, 如用经验公式

[永久凋萎系数 = 最大吸湿水  $\times$  1.5(1.3~2.5)] 计算, 永久凋萎系数为 26.9%~51.8%, 平均为 33.1%, 其结果不能反映苗木所忍耐的最低土壤含水量。因此, 树苗的凋萎系数应以具体苗木进行实测, 而不能用其它数据代之, 也不能以农业上的经验公式推算。

表 4 四种苗木凋萎系数及耐旱时间

树 种	苗 龄 (a)	苗 木 规 格	土 壤 质 地	凋 萎 系 数 (%)				停水至永 凋 时 间 (d)	暂凋至永 凋 时 间 (d)	永 久 凋 萎 时 苗 木 外 部 形 态 特 征
				暂 时 凋 萎		永 久 凋 萎				
				平 均 值	标 准 差	平 均 值	标 准 差			
侧 柏	1.5	留床苗	壤 土	34.8	0.83	19.9	0.44	45	20	鳞叶灰褐色, 变脆,一触即落, 小枝、嫩枝弯曲
				39.6	1.02	21.5	0.49	44	27	
	2.5	换床苗		33.4	0.98	19.2	0.45	54	31	
				砂 壤	22.1	0.49	12.8	0.49	51	
油 松	2	留床苗	壤 土	34.5	0.86	24.2	0.54	43	16	针叶卷曲,变 灰,变脆,顶芽枯萎
元 宝 枫	1	截干苗	壤 土	34.7	0.68	25.1	0.57	42	8	叶卷曲干枯,复 水后脱落
山 杏	2			34.2	0.89	21.8	0.36	41	9	

树种不同, 苗木凋萎系数有较大差异, 侧柏最低, 元宝枫最高(表 4)。侧柏、油松、元宝枫、山杏苗木永久凋萎系数分别为土壤最大吸湿水的 0.52~1.04、1.18、1.22、1.05 倍。就侧柏、山杏而言它们的永久凋萎系数出现在土壤最大吸湿水左右, 也就是说土壤最大吸湿水以前的土壤水分都是有效的; 油松和元宝枫的凋萎系数出现在土壤最大吸湿水较前一些, 也就是说它们的凋萎系数距土壤最大吸湿水还有一定距离。

树木耐旱性之强弱, 除反映在凋萎系数大小以外, 还反映在断水后苗木维持生命力的时间长短上。表 3、4 表明, 各树种土壤初始相对含水率接近(64.9%~91.7%), 但耐旱时间不同, 以侧柏一年半留床苗、侧柏二年半换床苗最长, 油松、元宝枫、山杏和侧柏二年半留床苗较短。

需要说明的是阔叶树山杏和元宝枫常通过叶子枯萎来降低水分消耗, 叶枯而茎根部位仍保持生命力, 在一定时间内如果得到充足水分供应, 有可能重新长出新的枝叶, 这是山杏和元宝枫保持较高恢复率的缘故, 同时也是树木抗旱的一种特殊形式。油松永久凋萎的主要特征是顶芽枯萎, 一旦顶芽干枯, 浇水后很难恢复, 故其恢复率为零。

各树种的耐旱能力还可通过造林成活率调查得到验证。由表 5 得知, 1987 年在九龙山相似

表 5 三种苗木永久凋萎系数及造林成活率

树 种	元 宝 枫	山 杏	侧 柏		
			一年半苗	二年半留床苗	二年半换床苗
永久凋萎系数(%)	25.1	21.8	19.9	21.5	19.2
造林成活率(%)	67.5	82.4	82.4	45.4	95.7

立地条件的干旱阳坡造林, 成活率以二年半侧柏换床苗最高, 其次为侧柏一年半苗、山杏和元宝枫苗, 侧柏二年半留床苗最低。这与凋萎系数测定结果基本一致, 凋萎系数越小, 耐旱力越强, 造林成活率也就越高。

**(三) 不同土壤质地对苗木凋萎系数的影响**

土壤质地是影响苗木凋萎系数的重要因子之一。以二年半侧柏换床苗为例,栽于砂质壤土上的永久凋萎系数为12.8%,暂时凋萎系数22.1%,明显低于壤土上的19.2%和33.4%。这与砂质壤土的组成较粗、总孔隙度小,非毛管孔隙多、毛管孔隙少,比表面积小,持水力较弱有关(表2、4)。

**(四) 不同苗木规格对凋萎系数的影响**

苗木的根系多少、分布密度与深度等影响抗旱性。三种不同规格侧柏苗试验表明(表4),二年半侧柏换床苗凋萎系数最小,耐旱持续时间最长;二年半留床苗凋萎系数最大,持续时间最短。这是由于二年半换床苗的侧、须根多之故(表6),庞大的根系吸收表面积,在干旱时可以吸收更多的水分。二年半留床苗侧、须根量与一年半苗接近,但由于二年半留床苗茎、根干重比值大,根系吸收的水分已满足不了地上部分蒸腾,从而使苗木凋萎和死亡。因此,在本地区选用侧柏造林时,宜推广二年半换床苗和一年半苗为佳。

**表 6 不同规格侧柏苗木根系状况**

苗木规格	主根长 (cm)	侧根数 (条)	须根数 (条)	根干重 (g)	地上部分干重 (g)	茎重/根重
一年半留床苗	26.3	15	1357	1.70	4.97	2.92
二年半留床苗	28.2	16	1413	2.88	14.22	4.94
二年半换床苗	10.5	25	2456	15.30	73.44	4.80

**(五) 供水停止后土壤失水过程**

供水停止后土壤含水量逐渐降低,图1可见,无论称重法还是定期取土法的土壤水分降低速度开始都很快。以后随着土壤水分的减少,失水速度减慢,特别在苗木暂时凋萎后,叶面气孔大量关闭,蒸腾减弱,失水速度变得非常缓慢,直至苗木发生永久凋萎。

**(六) 土壤水分动态与林地水分亏缺分析**

本地不仅降水少,而且分配不均,1988年春季(3~5月)降水量仅占全年的5.6%,风速为全年之冠,平均风速为年均风速的1.3倍;空气相对湿度为全年最低值。在这样的气候条件下,表土蒸发和苗木蒸腾异常强烈,土壤因失水很快发生干旱。图2表示1987年营造侧柏林后次年穴内土壤水分季节动态,从3月初至6月初土壤水分持续减少,20~40cm土层相对含水量,阴坡由62.0%下降到36.6%;阳坡由47.8%降低到31.2%。虽然尚未降到苗木永久凋萎点,但已出现暂时凋萎现象,苗木生长受到限制,特别是油松、栓皮栎、侧

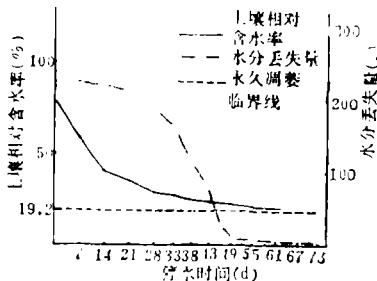


图1 二年半侧柏换床苗(壤土)停水后失水过程

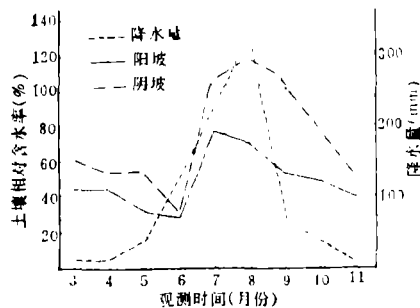


图2 侧柏造林地20~40cm土壤水分季节动态

柏等树种, 4~6 月为高生长旺盛期<sup>[3]</sup>, 土壤水分亏缺持续时间过长, 将会造成树木死亡。

### 三、结语与讨论

1. 通过试验, 侧柏、油松、元宝枫、山杏暂时凋萎系数分别为 22.1%~39.6%、34.5%、34.7%、34.2%, 永久凋萎系数分别为 12.8%~21.5%、24.2%、25.1%、21.8%。

2. 采用塑料袋栽培定期称重法判断苗木永久凋萎及测定苗木永久凋萎系数较之其它方法准确可靠, 而耐旱持续时间则以定期取土法的结果较理想。

3. 不同树种苗木凋萎系数不同, 耐旱时间不同。凋萎系数越小, 耐旱时间越长, 耐旱力越强。

4. 不同苗龄、不同苗木规格、不同根系发育状况的凋萎系数不同。由于侧柏二年半换床苗侧、须根多, 一年半留床苗茎根干重比小, 适应性强, 它们的凋萎系数低, 造林成活率高, 宜在本地区推广。

5. 不同质地土壤上生长的苗木, 凋萎系数及耐旱时间不同。质地越轻, 凋萎系数越小。

本文仅对苗木凋萎系数进行了初步研究, 某些方法还不太完善, 有待改进(如: 如何解决多次取土对苗木根系损伤问题等)。此外, 有些地方需要深入研究(如: 正常生长苗木的土壤水分范围、苗木停止生长的土壤水分最低限等)。

### 参 考 文 献

- [1] 张万儒等, 1986, 森林土壤定位研究方法, 中国林业出版社。  
 [2] 姚茂和, 1985, 苗木凋萎时土壤含水量的测定, 林业科技通讯, (10):23~24。  
 [3] 北京林学院, 1981, 植物生理学, 中国林业出版社。

## TESTING ON WILTING COEFFICIENT OF SEEDLINGS OF SEVERAL MAJOR PLANTING SPECIES IN JIULONG HILL, BEIJING

Zhang Xiaoquan

(The Research Institute of Forestry CAF)

**Abstract** This article discussed the wilting coefficient of seedling in different soil textures and seedling standards for four planting species. Some of the important results have been achieved. In the loam soil, the permanent wilting coefficient of *Pinus tabulaeformis* and *Acer truncatum* are higher, about 24.5% and 25.1% respectively. There are significant difference caused by the soil texture and the seedling standard for *Platycladus orientalis* in loam soil. Its permanent wilting coefficient is about 19.9% for untransplanting seedling at 1.5 years, 21.5% for untransplanting seedling at 2.5 years, 19.2% for transplanting seedling by 2.5 years. But in sandy loam soil, it is about 12.8%, behind that in the loam. Meanwhile, the temporary wilting coefficient was also a testing factor and the periods of suffering drought has been recorded in this experiment. The wilting coefficient and soil water content were expressed in soil relative water content.

**Key words** seedling; wilting coefficient; soil relative water content