

## 北京西郊白皮松林、油松林、 侧柏林下淋溶褐土的研究\*

张万儒 许本彤 杨玲  
李彬 屠星南 李桂兰

(中国林业科学研究院林业研究所)

**关键词** 白皮松; 油松; 侧柏; 淋溶褐土; 北京郊区

本文研究的目的是阐明中国林科院内白皮松、油松、侧柏人工林下淋溶褐土的形成条件和土壤基本性质, 为众学科合理利用该土壤提出科学依据。研究地点设置在各人工林试验区内。

### 1 土壤形成条件

#### 1.1 地形地貌

研究地点位于北京西山的大昭山山麓地带高位平原区, 39°48' N, 116°28' E。北京西山属太行山余脉。土样采集点海拔57~62 m, 坡度3°, 土层深厚, 地下水位较深, 地表排水良好, 沉积物为非石灰性黄土母质, 属褐土地带。此地带分布在山麓的低山至高位平原的广阔地段内。上有山地棕壤、山地草甸土(中山以上); 下有潮土, 局部洼地有湿潮土(低位平原)。

#### 1.2 气候条件

北京属半湿润大陆性季风气候。平原区太阳辐射能130~135 kcal/cm<sup>2</sup>·a; 平均气压1 013.2 mmHg; 年平均气温11.6°C, 年温差30.7°C, (山区随海拔每升高100 m, 气温下降0.6~0.7°C), 最冷月平均气温-4.7°C, 年极端最低气温-27.3°C (1968年12月), ≥10°C积温4 139.4°C; 平均无霜期198.3天; 年平均降雨量609.2 mm, 年平均相对湿度59%, 降水分配极不均匀, 主要集中在6~9月, 其中又以7~8月降水最多, 占全年降水量的65%~70%。冬春降水最少, 春旱严重; 年蒸发量大于降水量, 约在1 500 mm以上, 年干燥度在1.5左右; 年平均地面温度13~15°C, 夏季地面极端最高温可达67~68°C, 冬季地面极端最低温出现在-30~-33°C, 月平均地面温度冬季在0°C以下; 冻土最早初日在10月底至11月初, 最晚终日在四月上旬。冻土平均深度约60 cm, 最深可达85 cm, 约在二月下旬开始解冻, 在三月底前后冻土完全融化。

#### 1.3 成土母质

母质是土壤形成的物质基础。研究地点的母质为非石灰性黄土母质。中壤—重壤, 质地

本文于1990年7月16日收到。

\*本所杨承栋、庞鸿宾、陈道东、姚茂和同志参加部分测定工作。

均一, 不具石灰反应。

#### 1.4 森林植被

##### 1.4.1 林分情况<sup>1)</sup>

(1) 白皮松(*Pinus bungeana* Zuce.)人工林: 林龄56年, 郁闭度约0.95~1.0, 林木分布均匀, 树木平均胸径14.9 cm, 平均树高12.8m, 株行距1.5m×1.5m, 林木整枝较高, 枝下干占树高的2/3, 林下灌木有孩儿拳手、构树、酸枣等。

(2) 油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)人工林: 林龄54年, 树木平均胸径17.9 cm, 平均树高9.98 m。

(3) 侧柏(*Platycladus orientalis* (L.) Franco.)人工林: 林龄55年, 树木平均胸径11.0 cm, 平均树高8.37 m。

1.4.2 三种针叶的化学性质<sup>[1]</sup> 表1表明, 侧柏叶片的灰分含量较高, 其中CaO的含量最高, 说明侧柏有喜钙的生物学特性。针叶树的凋落物化学性质影响着土壤的形成发育过程。

表1 三种针叶的化学组成(占灰分%)

针 叶	灰分 (%)	元素含量 (%)										微量元素 (ppm)				
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Cl	Mn	Cu	Zn	B	N
白皮松叶	3.713	0.437	0.034	0.031	1.342	0.628	0.594	0.051	0.221	0.168	0.046	21.68	0	26.64	9.64	1.958
油 松 叶	3.401	0.760	0.053	0.149	1.166	0.375	0.409	0.060	0.090	0.105	0.057	80.55	0	23.68	3.67	1.284
侧 柏 叶	6.288	0.772	0.093	0.160	3.407	0.583	0.538	0.077	0.117	0.155	0.108	37.17	9	25.93	4.42	1.463

## 2 土壤基本性质

### 2.1 土壤形态特征

2.1.1 白皮松人工林下淋溶褐土的形态特征 土层较厚, 1 m 以内剖面呈黄褐色, 壤土、粒状一块状结构、较紧—紧密、石砾含量少, 植物根分布最深至 80 cm 左右, 40 cm 以内根系较密, 通体无石灰反应, 层次过渡不明显。

2.1.2 油松人工林下淋溶褐土的形态特征 土层中等厚度, 40 cm 以内剖面呈黄褐色, 壤土、粒状—粒块状结构、较紧—紧密、石砾含量20%~50%, 下层可达80%左右, 植物根分布至60 cm 左右, 40 cm 以上根较多, 通体无石灰反应, 层次过渡不明显。

2.1.3 侧柏人工林下淋溶褐土的形态特征 土层中等厚度, 80 cm 以内剖面呈黄褐色, 中壤—重壤、粒状—块状结构、石砾含量20%~50%, 下层可达70%左右, 较紧—紧密, 80 cm 以内有植物根分布, 40 cm 以上植物根较多, 通体无石灰反应, 层次过渡不明显。

### 2.2 土壤物理性质

2.2.1 土壤质地 淋溶褐土的机械组成表明, 该土壤是在黄土母质上发育而成的(表2)。其颗粒组成中粗粉砂(0.05~0.01 mm)含量最多, 占45%~50%; 粘粒(<0.001 mm)含量占18%~20%, 这两项就占土壤机械组成的60%~70%; 土壤物理性粘粒(<0.01 mm)含量占土壤机械组成的一半(40%~50%)左右。土壤质地主要为中壤土, 个别层次为重壤土。土壤下层(60~80 cm 左右)有次生粘化现象。土壤最大排水能力为26 mm, 50 cm 以下无氧化还原特征。

1) 林分情况系1984年10月实地调查数字。

表2 淋溶褐土的机械组成(占烘干土%)

森林类型	土层深度 (cm)	颗粒大小 (mm)						<0.01 总量	土壤质地
		1~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.001	<0.001		
白皮松林	0~20	6.60	7.02	46.25	8.91	12.63	18.59	40.13	中
	20~40	7.12	6.63	47.21	7.87	12.61	18.56	39.04	
	40~60	8.04	7.77	48.22	6.85	10.56	18.56	35.97	
	60~80	6.69	7.09	46.17	8.89	10.56	20.60	40.05	
	80~100	4.84	8.70	44.25	8.92	12.14	20.65	42.21	
油松林	0~20	14.56	9.06	30.19	7.91	13.69	16.59	38.19	壤
	20~40	13.08	32.98	19.79	6.90	12.68	14.57	34.15	
	40~60	24.67	8.84	23.61	9.86	15.58	17.44	42.88	
侧柏林	0~20	6.79	8.98	33.95	23.18	6.49	20.61	50.28	重壤
	20~40	10.11	7.70	42.11	8.90	12.61	18.57	40.08	中壤
	40~60	6.93	15.06	33.91	8.89	14.63	20.58	44.10	中壤
	60~80	9.22	10.68	34.95	9.91	13.62	21.62	45.15	重壤

注：比重计法(苏联制)。

2.2.2 土壤水分——物理性质及其渗透性能<sup>[1,2]</sup> 表3、4表明土壤容重上层为1.1~1.3, 下层为1.4, 土壤最大持水量可达100~120 mm, 田间持水量为80~90 mm, 最佳含水率下限为50~60 mm。由于土壤渗透性能较差, 上层土壤的渗透系数( $K_{10}$ )为0.87 mm/min, 较大部分自然降水沿坡降, 以地表迳流的形式跑掉了, 因此一年中土壤自然含水量最多不超过30 mm, 可见这些林分都是在土壤半干润状态下生长的。为了加速林分生长, 需要松土和合理灌水, 定额为20~30 mm(灌水200~300 m<sup>3</sup>/ha), 使土壤自然含水量保持在最佳含水量下限。

表3 淋溶褐土的水分——物理性质(占烘干土%)

森林类型	土层深度 (cm)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	最大持水量		毛管持水量		田间持水量		非毛管孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	总孔隙度 (%)	土壤通气度 (%)	最佳含水率下限		最大排水能力 (mm)	合理灌溉定额 (mm)	合理灌溉定额 (m <sup>3</sup> /ha)
			(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)					(%)	(mm)			
白皮松人工林	0~20	1.08	52.78	114.00	45.00	97.20	40.74	88.00	8.40	48.60	57.00	11.64	28.52	61.60	26.00	26.40	264.0
	20~40	1.28	40.47	103.60	38.20	97.79	33.51	85.80	2.91	48.90	51.81	8.78	23.46	60.06	17.80	25.74	257.4
	40~60	1.44	32.99	95.01	30.69	88.39	29.17	84.00	3.31	44.19	47.50	5.01	20.42	58.81	11.01	25.20	252.0
	60~80	1.35	34.52	93.20	32.07	86.59	30.37	82.00	3.31	43.29	46.60	5.59	21.26	57.40	11.00	24.60	246.0
	80~100	1.41	34.11	96.19	32.20	90.80	30.64	86.40	2.69	45.40	48.09	4.28	21.45	60.45	9.76	25.92	259.2
油松人工林	0~20	1.03	57.18	117.79	53.20	109.59	45.34	93.40	8.45	54.80	63.25	1.71	31.74	65.38	24.39	28.02	280.2
	20~40	1.41	35.11	99.01	32.13	90.61	30.71	86.60	4.20	45.30	49.50	6.54	21.50	60.63	12.41	25.98	259.8
	40~60	1.49	29.87	89.01	26.17	77.99	25.77	76.80	5.51	38.99	44.50	4.71	18.04	53.76	12.21	23.04	230.4
侧柏人工林	0~20	1.37	39.12	107.19	35.69	97.79	32.55	89.20	4.70	48.90	53.60	8.77	22.79	62.44	17.99	26.76	267.6
	20~40	1.39	35.90	99.8	34.32	95.41	32.16	89.40	2.20	47.70	49.90	4.56	22.51	62.58	10.40	26.82	268.2
	40~60	1.40	36.43	102.00	34.59	96.60	30.64	85.80	2.70	48.30	51.00	8.51	21.45	60.06	16.20	25.74	252.4

### 2.3 土壤化学性质<sup>[1]</sup>

2.3.1 土壤腐殖质 表5表明：土壤腐殖质含量上层为1.0%~6.0%，下层在1.0%以下；土壤全氮含量上层为0.1%~0.27%，下层为0.05%~0.09%。腐殖质分解条件较好，碳氮比在5.0~13.0之间。腐殖质是土壤有机质中比较稳定的部分，是土壤有机质的主体。

表4 白皮松林下淋溶褐土在饱和状态下的渗透性能

测定深度 (cm)	土壤 质地	渗透速度 (mm/min)	水温 (°C)	渗透系数				最大 排水能力 (mm)
				$K_2$ (mm/min)	$K_{10}$ (mm/min)	$K_{10}$ (cm/s)	$K_{10}$ (m/d)	
0~20	中壤	0.488	14.2	0.976	0.87	$1.45 \times 10^{-3}$	1.253	26.00

表5 淋溶褐土的腐殖质、全氮含量(占烘干土%)

白皮松人工林					油松人工林					侧柏人工林				
深度 (cm)	腐殖质 (%)	全氮 (%)	全碳 (%)	C/N	深度 (cm)	腐殖质 (%)	全氮 (%)	全碳 (%)	C/N	深度 (cm)	腐殖质 (%)	全氮 (%)	全碳 (%)	C/N
0~20	1.883	0.100	1.092	10.92	0~20	5.348	0.240	3.102	12.925	0~20	1.652	0.114	0.958	8.404
20~40	1.129	0.072	0.655	9.10	20~40	6.164	0.275	3.575	13.000	20~40	1.296	0.095	0.752	7.916
40~60	1.088	0.069	0.631	9.14	40~60	0.407	0.046	0.236	5.130	40~60	1.019	0.089	0.591	6.640
60~80	0.948	0.059	0.550	9.32						60~80	0.886	0.079	0.514	6.506
80~100	0.853	0.057	0.495	8.68										

它的组成特性在很大程度上反映了土壤形成条件。

2.3.2 土壤有效性养分含量 表6表明,在土壤40cm以内,有效性养分都不高。水解N含量为5.0~13.0 mg/100g土,有效P含量为0.2~0.6 mg/100g土。

2.3.3 土壤酸度及交换性能 表7表明:土壤酸度在整个剖面中都大于7.0,(腐殖质层有的

表6 淋溶褐土的有效性养分含量(占烘干土%)

白皮松人工林			油松人工林			侧柏人工林		
土层深度 (cm)	水解N (mg/100g土)	有效P (mg/100g土)	土层深度 (cm)	水解N (mg/100g土)	有效P (mg/100g土)	土层深度 (cm)	水解N (mg/100g土)	有效P (mg/100g土)
0~20	9.36	0.67	0~20	9.23	0.28	0~20	13.75	0.31
20~40	5.84	0.62	20~40	3.89	0.16	20~40	6.76	0.19

表7 淋溶褐土的pH值及交换性阳离子组成(占烘干土%)

森林类型	土层深度 (cm)	pH		交换性阳离子 (me/100g土)				交换盐基 总量 (me/100g土)
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
白皮松	0~20	7.6	7.15	15.036	0.413	0.274	0.387	16.112
	20~40	7.7	7.15	13.997	0.412	0.170	0.444	15.023
	40~60	7.7	7.15	14.757	0.412	0.157	0.344	15.670
人工林	60~80	7.8	7.35	15.517	0.412	0.143	0.344	16.416
	80~100	8.1	7.55	17.348	0.620	0.157	0.222	18.347
油松	0~20	7.7	7.15	19.424	0.621	0.694	0.390	21.129
	20~40	7.7	7.3	23.557	0.829	0.591	0.402	25.379
	40~60	7.75	7.3	6.579	0.205	0.065	0.397	7.246
侧柏	0~20	7.45	6.95	11.709	0.124	0.209	0.388	12.243
	20~40	7.7	7.55	14.254	0.206	0.104	0.444	15.008
	40~60	7.75	7.45	13.220	0.206	0.091	0.443	13.960
	60~80	7.75	7.4	12.722	0.412	0.091	0.443	13.668

小于7.0), 全剖面(包括下垫的非石灰性黄土母质)没有石灰反应。在交换性阳离子中以  $\text{Ca}^{2+}$  含量最高(10~23 me/100g土), 土体下部无钙积层。其他交换性阳离子含量均较少, 如  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$  均在 0.8 me/100g土以下, 交换盐基总量为12~25 me/100g土。

2.3.4 土壤粘粒全量化学组成 表8表明: 白皮松林下代表性的土壤粘粒中以  $\text{SiO}_2$  (42%~44%) 和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (23%~25%) 含量最高,  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  分子比例为2.8~3.0,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  含量为2%~9%,  $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  含量为0.3%~0.9%, 土壤粘粒全量化学组成含量顺序为:  $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{P}_2\text{O}_5$ 。因此该土壤属硅铝土纲半干润硅铝土亚纲。

表8 白皮松林下淋溶褐土的粘粒全量化学组成

土层深度 (cm)	烧失量 (%)	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	硅、铁、铝率(分子比例)		
										$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$
0~20	11.15	43.78	24.55	9.07	0.31	0.87	3.29	2.42	0.67	2.89	12.85	2.36
20~40	11.27	43.77	24.07	9.20	0.33	0.74	3.28	2.63	0.50	2.94	12.67	2.39
40~60	11.44	42.36	24.66	9.03	0.32	0.87	3.32	4.13	0.29	2.79	12.50	2.28
60~80	10.83	44.10	24.08	9.14	0.32	0.74	2.18	3.79	0.24	2.96	12.84	2.41
80~100	11.27	43.99	23.23	9.12	0.37	0.74	3.18	3.35	0.29	3.06	12.83	2.47

### 参 考 文 献

- [1] 张万儒等, 1987, 森林土壤分析方法, 中国标准出版社。  
 [2] 张万儒等, 1986, 森林土壤定位研究方法, 中国林业出版社。  
 [3] 张万儒等, 1981, 四川西部米亚罗林区冷杉林下的主要土壤, 森林与土壤, 科学出版社。

## *Studies of Eluvial Cinnamon Soil under Pinus bungeana, P. tabulaeformis and Platycladus orientalis Plantations in the Suburb of Beijing*

Zhang Wanru Xu Bentong Yang Lin  
Li Bin Tu Xingnan Li Guilan

(The Research Institute of Forestry CAF)

**Abstract** Studies on eluvial cinnamon soil under *Pinus bungeana*, *Pinus tabulaeformis*, *Platycladus orientalis* plantations are conducted in the Chinese Academy of Forestry.

In this paper, the soil-forming conditions and the main soil properties, such as soil morphological characteristics, physical and chemical properties, were studied and discussed.

**Key words** *Pinus bungeana*; *P. tabulaeformis*; *Platycladus orientalis*; eluvial cinnamon soil; suburb of Beijing