

粉煤灰复田立地欧美杨营养诊断研究*

王世绩 刘雅荣 刘建伟 张建国 冷国友 周树理

摘要 (1)叶片营养诊断表明,粉煤灰复田立地上欧美杨处于N素和P素营养亏缺状态,而K素较为充足,但施K有利于林木对P素的吸收,效应仍很显著。(2)相关分析表明,叶片N、K素浓度与生长呈正相关关系,而P则呈负相关关系,说明叶片P素含量与生长的关系实质上是一种“稀释效应”。

关键词 粉煤灰复垦、欧美杨、施肥、营养诊断

安徽省淮北煤矿是我国的主要产煤区之一。由于采煤后形成大面积的塌陷,不仅造成可利用土地面积减少,而且生态环境恶化。另一方面,发电厂每年要排放大量的粉煤灰,同样存在占用土地、生态环境恶化的问题,因此,从80年代初开始,淮北矿务局与发电厂协作,将电厂排放的粉煤灰填充到塌陷区内,当粉煤灰接近地面时,在其表层覆一层30 cm的潮土,形成一种特殊的“人工”立地条件,但是这种立地土壤N素和有机质极为缺乏,而且含有较多的重金属元素,不适宜种植作物,而成为发展林业的新型用地。本文是粉煤灰复垦造林系列研究的一部分,详细探讨了粉煤灰复田立地上施肥对欧美杨人工幼林叶片养分浓度的影响,以及叶片养分浓度与生长的关系,目的是提供叶片营养诊断指标和施肥依据。

1 材料和方法

1.1 自然概况

试验地设在安徽省淮北市,淮北矿务局林业试验站,位于116°17' E,33°46' N。年平均气温14.5℃,年降水量826.9 mm,无霜期202 d,地下水位2 m。林地土壤下层为4~5 m深的电厂粉煤灰,表层覆有30 cm厚的潮土。粉煤灰颗粒直径0.1~0.01 mm占62%~64%,小于0.01 mm约占9%,比重为2.0~2.1。粉煤灰呈碱性反应,复田地pH值较高,年变动在8.2~9.5之间,特别在干旱季节更高。粉煤灰中含有较少量的N(全N含量不足0.02%)和P(速效P 0.0015%~0.0025%),含有较多的K(速效K含量为0.022%~0.026%),以及较多的F、Hg、Al、Cd、Cr等重金属元素。

1.2 施肥方法

欧美杨(*Populus × euramericana* cl 'Neva')施肥从造林当年(1991)开始,连续施肥4 a。肥料种类为N(硫酸铵)、P(钙镁磷肥)、K(硫酸钾)和绿肥(压埋苕子)。N和P的施肥量均是0、

1995-09-08 收稿。

王世绩研究员,刘雅荣,刘建伟,张建国(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);冷国友,周树理(淮北矿务局林业处)。

* 本研究为“八五”攻关项目“北方地区杨树纸浆材与胶合板材优化栽培模式研究”的部分内容。胡子龙、善万勇参加部分田间试验工作,周银莲、阮大津承担化学分析工作,在此一并致谢。

75、150 和 300 g/株, K 是 0、50、75 和 150 g/株, 绿肥压青(鲜叶、茎)量为 0、5、10 和 20 kg/株。

设 4 因素 4 水平试验, 采用 L_{16}^{45} 正交试验表, 每 16 个处理为一个区组, 每一小区定植 16 株树, 小区间均设保护行。

1.3 采样方法

于 7 月中旬从每个处理中选 3 株样树, 然后从阳面树冠中部采取新梢中部的 3 个叶片, 混合后晾干, 粉碎, 供化学分析用。

叶片养分测定有 N、P、K、Ca、Mg, 元素含量的测定采用常规分析方法^[1]。

2 结果分析

2.1 施肥因素与叶片养分浓度的相关分析

表 1 为施肥因素与叶片养分浓度的相关矩阵表。从表 1 可以明显看出, N 肥与叶片 N、K、Ca、Mg 含量有明显正相关关系, 而与叶片 P 含量关系不紧密。可见施 N 不仅有助于提高叶片 N 素含量, 而且能促进林木对 K、Ca、Mg 等元素的吸收。从施肥试验业已证明, N 肥对欧美杨生长有显著效应, 表明了粉煤灰复田立地施 N 的重要性, 关于这一点从表 2 可以进一步得到验证。表 2 的结果表明, 施 N 的 4~16 处理, 其叶片 N 浓度为 20.990~28.880 g/kg, 而对照(3 处理)则为 15.992 g/kg。J. Garbaye^[2]曾指出, 5~20 年生欧美杨以叶干物质重量计, 暂时适宜值 N 为 22 g/kg, 由此可见, 对照林分处于 N 素亏缺状态。这充分说明了粉煤灰复田立地施

表 1 施肥因素与叶片养分浓度相关矩阵

施肥因素	N	P	K	Ca	Mg	备注
N	0.730 2 *	0.322 6	0.732 1 *	0.829 2 *	0.514 4 *	$r_{0.05}=0.497 3$
P	0.483 2	0.533 3 *	0.390 7	0.384 7	0.330 4	
K	0.318 3	0.485 6	0.229 5	0.345 1	0.253 0	
绿 肥	0.115 7	0.552 4 *	0.394 4	0.119 6	0.739 7 *	

表 2 不同施肥处理对叶片养分含量的影响 (单位: g/kg, 1993 年)

处理号	N	P	K	Ca	Mg
1	17.211	0.775 1	18.229 2	9.458 0	1.451 4
2	20.097	0.745 6	15.921 1	5.622 7	1.198 2
3	15.992	0.755 1	15.040 4	6.676 7	1.807 8
4	23.099	0.692 8	18.567.1	6.781 8	2.079 1
5	23.264	0.740 1	15.882 9	12.022 0	2.538 0
6	22.484	0.755 1	17.090 5	10.657 1	2.336 6
7	24.867	0.727 7	15.316 8	11.339 9	1.692 0
8	24.530	0.725 1	16.204 1	8.062 3	1.941 1
9	22.788	0.735 5	14.832 1	11.698 1	2.530 2
10	24.902	0.739 9	14.634 5	10.690 1	2.001 9
11	20.990	0.709 4	14.887 7	13.783 8	1.449 0
12	22.957	0.755 6	15.663 7	10.936 6	1.848 8
13	24.347	0.691 1	14.223 7	12.415 2	1.905 5
14	24.407	0.775 2	15.501 9	10.807 9	1.957 3
15	22.123	0.673 2	13.817 8	10.897 3	2.044 2
16	28.880	0.717 7	14.169 7	11.701 7	1.897 6

N的有效性和必要性。

关于P肥的效应可从表1看出,除了与叶片N、P含量相关性较高外,与K、Ca、Mg均没有明显关系。表2表明,对照林分叶片P素含量(0.755 1 g/kg)与施肥处理林分叶片P素含量(0.691 1~0.775 2 g/kg)没有明显差异,但是,与J. Garbaye提出的欧美杨叶片P含量适宜值1.308 g/kg相比,无论是施肥林分还是对照林分,均处于P素亏缺状态。从前面的研究已知,施P肥效显著,但是为什么施肥林分叶片P含量与对照林分叶片P含量无明显差异呢?其原因主要是由于叶片P素含量是与生长关系的“稀释效应”作用的结果^[3],关于这一点,下面还要进一步说明。

由表1可知,K肥与林木叶片N、K、Ca、Mg含量相关性很低,只与P含量有一定相关性,相关系数达到0.485 6,表明施K在某种程度上有利于林木对P素的吸收。

表2表明,对照林分叶片K含量为15.040 4 g/kg,施肥林分为13.817 8~18.567 1 g/kg,与J. Garbaye提出的K适宜值12.45 g/kg相比,粉煤灰复田立地施K肥似乎显得没有必要。但是,从施K肥显著性和有利于促进林木对P素吸收的角度来看,J. Garbaye的K适宜值12.45 g/kg不适宜本文所研究的欧美杨种,该指标明显偏低。

此外,从表1还可以看出,绿肥与叶片Mg含量呈明显正相关(相关系数为0.739 0),其次为P(相关系数为0.559 2),绿肥与N、K和Ca无明显相关性,表明绿肥有利于粉煤灰复田地上欧美杨对P、Mg的吸收,关于绿肥的生长效应,一般认为除提供一定量的N、P、K外,更重要的是提高土壤有机质含量,改善了土壤结构^[4],至于绿肥在粉煤灰复田立地上促进林木生长的机制还需作进一步的研究。

2.2 叶片养分含量与生长的偏相关分析

表3表明,叶片含N浓度与树高和胸径呈明显正相关(相关系数为0.620 2~0.690 8),表明叶片N浓度越高,林木生长量越大,同时也表明欧美杨对N素需求量大的特性。叶片含N浓度的高低可作为欧美杨营养诊断的主要指标。

表3 叶片养分浓度与林木生长量的偏相关系数

(1993年)

生长指标	叶 片 养 分				
	N	P	K	Ca	Mg
$\Delta D(\text{cm})$	0.326 4	0.076 7	0.577 6	0.449 9	-0.452 7
$\Delta H(\text{m})$	0.620 2	-0.296 8	0.570 7	0.520 8	-0.277 6
$H(\text{m})$	0.609 8	-0.449 9	0.683 9	0.306 1	-0.164 1
$D(\text{cm})$	0.690 8	-0.563 7	0.667 6	0.216 7	0.005 1

叶片含K量与生长也有明显的正相关关系(偏相关系数为0.570 7~0.683 9),表明叶片K素含量越高,林木生长量也越大,这一点与N素相同,说明欧美杨生长同样对K素的需求量较大。

叶片P素含量与树高和胸径生长量呈负相关关系,表明叶片P素含量越低,林木生长量也越大,这实质上是叶片P素含量与生长相关的一种“稀释效应”,一方面表明了欧美杨对P素需求的特点和利用效率高的特性,另一方面又表明林木处于P素亏缺的状态和施P的重要性和迫切性。

从表3可以看出,Ca浓度与树高和胸径生长量有一定正相关性,表明欧美杨对Ca也有相

当的需求,但是由于粉煤灰复田立地 Ca 含量较高,无需补充即能满足要求。

叶片 Mg 浓度与树高和胸径生长量的偏相关系数为负值($-0.2776 \sim -0.4527$),也表现出一定的“稀释效应”。由于施 N 和绿肥都有利于林木对 Mg 的吸收,尤其是绿肥与林木对 Mg 的吸收相关性更高(表 1, $r=0.7397$),这或许是粉煤灰复田立地绿肥有显著效应的原因之一。

3 小 结

(1)叶片营养诊断表明,粉煤灰复田立地上欧美杨处于 N 素和 P 素亏缺的状态。施 N 不仅提高了叶片 N 素浓度,促进了林木生长,而且也促进了林木对 K、Ca、Mg 等营养元素的吸收,施 P 则主要是提高了叶片 P 素浓度,解除了 P 素亏缺。

(2)相关分析表明,施 K 有助于促进欧美杨对 P 的吸收。从施 K 的肥效证明,J. Garbaye 提出的欧美杨 K 适宜值 12.45 g/kg 明显偏低,不适宜本文所研究的杨树无性系。

(3)绿肥能提高欧美杨叶片 Mg 和 P 的浓度,但其肥效显著性的机制还需要进一步探索。

(4)叶片 N、K 浓度与欧美杨生长呈明显正相关关系,表明叶片浓度越高,生长量也越大。叶片 P 素浓度则与生长呈负相关关系,恰好与 N、K 的相反,表明其与生长的关系实质上是一种“稀释效应”。

参 考 文 献

- 1 南京土壤所编. 土壤理化分析. 上海:上海科学技术出版社,1979.
- 2 联合国粮食与农业组织. 杨树与柳树. 罗马,1979.
- 3 黄宗玉. 诊断施肥综合法(DRIS)的原理与应用问题. 土壤学进展,1990,18(1):22~26.
- 4 刘寿坡. 林地施肥的理论与实践. 土壤学进展,1987,14(4):1~8.
- 5 王世绩,刘雅荣,刘建伟,等. 废矿区复垦造林田的立地基本特性. 土壤通报,1995,26(1):31~33.
- 6 王世绩,刘雅荣,刘建伟,等. 杨、柳、榆、槐对淮北粉煤灰“土壤”中矿质积累的影响. 林业科学研究,1994,7(6):612~617.
- 7 王文全,王世绩,刘雅荣,等. 粉煤灰复田立地上杨、柳、榆、槐根系的分布和生长特点. 林业科学,1994,30(1):25~33.

Study on Nutritional Diagnosis of *Populus × euramericana* in Reclaimed Area by Coal Ash

Wang Shiji Liu Yarong Liu Jianwei Zhang Jianguo
Leng Guoyou Zhou Shuli

Abstract (1) The nutritional diagnosis of the leaves shows that in the reclaimed area by coal ash, the trees of *P. × euramericana* are in a state of nutrition deficiency, so the application of N not only raised the N concentration of the leaves, but promoted both tree growth and its absorption of K, Ca, Mg etc. nutritional elements. The application of P mainly raised the P concentration of the leaves and solved the problem of P deficiency. (2) The correlation analysis shows that the application of K helps to promote the absorption of P. From the result of K application, it shows that the appropriate K value of 1.5% proposed by J. Garbaye is obviously on the low side, which is not suitable for the poplar clone we're dealing with. (3) The application of green manure can raise the Mg and P concentration of *P. × euramericana's* leaves, but its mechanism of significant effect has to be studied further. (4) The N, K concentration of the leaves has a positive correlation with the growth of *P. × euramericana*, which shows that the higher the leaf concentration, the bigger the tree increment. On the contrary, the P concentration of the leaves has a negative correlation with the tree growth, which shows that in fact, the relationship between P concentration and tree growth is a kind of "diluted effect".

Key words reclamation, poplar plantation, nutritional diagnosis

Wang Shiji, Professor, Liu Yarong, Liu Jianwei, Zhang Jianguo (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Leng Guoyou, Zhou Shuli (Department of Forestry, Bureau of Huibei Coalmine).