

杉木樟树根际土壤有机化合物研究*

姜培坤 蒋秋怡 徐秋芳 钱新标 张钦相

(浙江林学院, 临安 311300)

(仙居县林业局)

摘要 本文分析了杉木、樟树根际土壤的几种有机化合物数量。结果表明: 无论是杉木还是樟树其根际土壤各类有机物总量都不同程度高于相应全土; 杉木根际土壤的C/N比樟树根际土壤平均高出1.68, H/F低0.23, 总糖、可溶性还原糖和有机酸含量杉木根际土较高, 而总氨基酸和游离氨基酸樟树根际土高; 土壤总酚量在两种根际土间无明显差异, 而游离酚量杉木根际高于樟树根际; 杉木连栽造成土壤有机质、全氮和H/F的降低和总酚量、游离酚量的升高。除了二栽杉木根际土游离酚含量比头栽高外, 其余物质含量在头栽根际土和二栽根际土间无差异性。

关键词 杉木; 樟树; 根际; 土壤; 有机化合物

中图分类号 S153.62

目前对南方杉木林地力衰退问题研究甚多^[1~3], 许多学者已从土壤生化性角度寻求答案^[4,5]。研究普遍认为杉木的长期栽种特别是连栽会造成土壤微生物数量减少、酶活性下降和产生有毒的化合物等。这些不良的变化常被归结为杉木凋落物特殊的分解过程和不良整地带来的水土流失等, 很少有人从杉木的根际着手研究。林木根际是林木和土壤物质、能量交换的场所, 也是生化性最强的区域。林木根系通过分泌各类有机物质和不平衡的元素吸收来影响土壤性质无疑也显得十分重要, 而这首先从根际土壤反映出来。蒋秋怡等研究发现杉木根际土壤有许多性质变得不良^[6], 这是否说明杉木地力衰退与根际环境有关? 同时许绍远报道杉木樟树混交可使地力不衰^[7]。这除了樟树作为阔叶树种其生物归还量多质优外, 是否也和樟树根际有一定关系呢? 为此, 作者选择立地条件一致的杉木、樟树林地和杉木一栽、二栽林地, 分析比较其根际土壤的有机物, 从一个方面来探讨两种林木根际的生化性差异。

1 材料与方法

在浙江省临安县选择南方混交林协作组的杉木、樟树试验地各1块。这两块试验地分布同一坡段, 土壤质地和土层厚度基本一致, 土壤为中壤质黄红壤。两块试验地都在1978年冬全垦挖, 深度25 cm。1979年春造林, 以后管理措施一致。1993年春在这两块试验地中分别选取胸径与标准地平均木一致的杉木、樟树各3株, 仔细挖出林木的根系, 除去附在其上的

收稿日期: 1994-03-17

*国家青年科学基金资助项目

大土粒,采用抖落法^[7]取根际土样;采用蛇型法在两个林分中对A、B层分别取多点混合样作为全土,B层均取A层下延至50 cm,杉木全土A层为10 cm;樟树全土为12 cm。同时,在浙江开化选择杉木一栽、二栽试验地各1块,取样方法同上。测定项目和方法如下:有机碳,重铬酸钾外加热法;全氮,开氏法^[8];H/F, Kononova 简化法^[9];有机磷,过氧化氢氧化钼锑抗比色法^[10];总糖,12 mol/L 硫酸水解蒽酮比色法;氨基酸总量,6 mol/L 盐酸水解茚三酮比色法;有机酸,水提后酸性氯化铁比色法;总酚,4 mol/L 硫酸水解福林比色法;游离酚,水提后2%4-氨基安替比林比色法^[11]。土壤的基本化学性质见表1。

表1 杉木樟树根际土壤基本化学性质比较

Table 1 Comparison of the basic chemical properties between the rhizosphere soils of Chinese fir and Chinese sassafras

土 样	pH	CEC	交换性Ca ²⁺	交换性K ⁺	盐基饱和度	全磷(P)	有效磷(P)	
		/c mol(+).kg ⁻¹	/c mol(+).kg ⁻¹	/c mol(+).kg ⁻¹	/g.kg ⁻¹	/g.kg ⁻¹	/mg.kg ⁻¹	
杉木根际	1	4.55	10.23	0.671	0.296	143.4	0.18	7.11
	2	4.61	9.05	0.344	0.316	100.7	0.23	9.07
	3	4.68	10.80	0.583	0.296	103.0	0.22	4.43
杉木全土	A	4.82	9.83	0.319	0.258	100.0	0.21	4.05
	B	5.02	8.06	0.154	0.223	79.4	0.19	1.13
樟树根际	1	5.23	11.80	2.740	0.445	375.4	0.30	10.10
	2	5.14	10.80	1.566	0.483	254.0	0.31	7.73
	3	5.01	10.03	1.784	0.407	260.7	0.38	9.48
樟树全土	A	5.13	11.41	1.364	0.407	242.0	0.36	5.15
	B	4.98	7.67	0.805	0.296	180.2	0.26	3.81

注: pH酸度计法,水土比5:1; CEC, 1mol中性醋酸铵淋溶法; 交换性Ca²⁺, 原子吸收光谱法; 交换性K⁺ 火焰光度计法; 全磷, 高氯酸硫酸消煮后钼锑抗比色法; 有效磷, Bray II 法^[8]

2 结果与分析

2.1 杉木樟树根际土壤有机碳、全氮和有机磷的比较分析

从表2可知,樟树全土的全氮、有机碳、腐殖质的H/F和有机磷都明显高于杉木林,这符合一般规律,显然是阔叶林生物归还多并利于形成胡敏酸的缘故^[12,13]。从两种林木的根际土来看,樟树根际土全氮量较高而有机碳无明显差异,故表现在C/N上是杉木根际土明显升高。杉木根际土C/N比其A层高出2.33(樟树只高出1.36)。值得注意的是杉木根际土壤的H/F很低(比樟树根际土低0.231),甚至比其全土A层平均低0.09,而樟树根际土则高出其全土平均0.017。这说明杉木根际土壤腐殖质品质很差,对土壤的团粒化十分不利;而杉木根际酸性强、盐基饱和度低也可能与此有关。另外,从表2中看出杉木根际土有机磷明显低于樟树根际土,说明杉木对有机磷积累也十分不利。不难看出杉木生长造成土壤酸度升高,腐殖质品质变差这个事实从其根际表现得更加明显。

2.2 杉木樟树根际土壤糖类、氨基酸和有机酸的比较

从表3可以知道,杉木根际土的总糖含量、总糖占有机质百分比及可溶性还原糖的含量

表 2 杉木樟树根际土壤有机碳、全氮、有机磷比较

Table 2 Comparison of organic carbon, total nitrogen and organic phosphorus between rhizosphere soil of Chinese fir and Chinese sassafras

土 样	有机碳 /g·kg ⁻¹	全 氮 /g·kg ⁻¹	C/N	H/F	有机磷 /mg·kg ⁻¹	
杉木根际	1	21.6	1.51	14.29	0.174	96.29
	2	22.2	1.62	13.71	0.185	97.63
	3	21.8	1.49	14.13	0.177	100.00
杉木全土	A	17.4	1.47	11.88	0.272	85.98
	B	6.0	0.80	7.45	0.140	69.90
樟树根际	1	20.9	1.60	13.05	0.430	105.67
	2	21.6	1.65	13.10	0.420	156.49
	3	22.3	1.95	11.45	0.377	106.29
樟树全土	A	19.1	1.61	11.17	0.392	110.00
	B	10.6	1.17	9.07	0.258	80.93

都明显高于樟树根际土; 而土壤氨基酸总量、氨基酸占有机质百分比及游离氨基酸含量是樟树根际土较高。这和前述的杉木根际 C/N 较高是吻合的。同时, 还可以看到无论是杉木全土还是根际土, 有机酸含量都较樟树的高。林木生长过程中根系可以分泌大量的有机物质和脱落其根表细胞。分泌的有机物常是氨基酸、糖类和有机酸, 尤其以糖和有机酸居多^[14], 正因为如此林木根际常比其全土具有更高的 C/N^[7]。这也可以说是一种根际效应。这种根际效应体现在杉木和樟树上则是杉木这种效应更加突出。这也可以说明杉木根际氮的亏缺。

表 3 杉木樟树根际土壤糖、氨基酸和有机酸的比较

Table 3 Comparison of carbohydrate, amino acid and organic acid between rhizosphere soil of Chinese fir and Chinese sassafras

土 样	总 糖 /mg·kg ⁻¹	可溶性还原糖 /mg·g ⁻¹	总糖占有机 质的百分数 /%	总氨基酸 /μg·g ⁻¹	游离氨基酸 /μg·g ⁻¹	氨基酸占有 有机质百分数 /%	有 机 酸 /mmol(+)-g ⁻¹	
杉木根际	1	3.886	0.488	10.15	131.6	13.0	0.35	0.033 5
	2	3.959	0.508	10.34	147.8	18.6	0.39	0.036 8
	3	3.983	0.533	10.60	148.7	12.7	0.39	0.040 3
杉木全土	A	3.752	0.471	12.44	131.3	11.5	0.44	0.030 4
	B	1.500	0.388	14.50	76.3	10.2	0.73	0.016 3
樟树根际	1	3.389	0.415	9.40	165.5	37.3	0.46	0.033 7
	2	3.442	0.441	9.24	180.2	19.4	0.48	0.035 4
	3	3.475	0.356	9.04	199.2	23.1	0.52	0.035 5
樟树全土	A	2.244	0.316	7.23	178.1	15.2	0.57	0.024 6
	B	1.314	0.278	7.19	84.3	10.1	0.35	0.014 9

综合表 2~3 我们看到这两种林木根际土壤中各类有机物都比其全土高。这是由于根际承接了大量的根系分泌物和根表脱落物, 从而又促进了微生物的生长和繁衍^[18], 使根际作为一个特殊区域有着比其全土更多的有机物质和更强的生物化学活性。

2.3 杉木樟树根际土壤酚类物质分析

关于杉木生长特别是杉木连栽造成土壤积累酚类物质, 从而对土壤生化性产生不良影响并毒害杉木本身的研究已有报道^[4,16], 但至今很少系统地分析杉木土壤酚类的含量和组成状况。酚类物质在土壤中是客观存在的, 并不是仅见于杉木土壤中。从表 4 的分析来看, 樟树林的总酚量并不比杉木林地低, 根际更是如此。但是许多研究发现对植物产生毒害的只是土壤中游离酚类。游离酚类溶于水, 常存在于土壤溶液中, 它们移动性极大且很不稳定, 故给测定带来了麻烦。我们采用在野外固定, 24 h 内测出的办法对杉木、樟树林土壤进行了初步分析。从分析结果来看(表 4), 杉木林地根际和全土含量较高; 杉木连栽也造成游离酚含量的增加, 看来杉木林地积累游离酚类有其可能性。但是从数量上来分析一下, 就会发现测定的土样中游离酚含量最高也不足 0.08 mg/kg 土, 如此低的含量是否会对林木产生毒害值得商榷。从许多农作物中毒试验报道来看^[16], 这个含量远远达不到中毒值, 况且林木应具有比农作物更强的抗逆性。然而, 杉木属多年生植物, 少量游离酚长期作用于根系是否也会对其产生不良影响? 再者, 由于酚类特别是游离酚的多变和不稳定性, 它们在土壤中的含量是否可能会升高到中毒值水平? 这有待于长时间大量样本的分析, 最好能对游离酚的种类进行分子结构测定, 方能解决。

表 4 杉木樟树林地酚类物质分析

Table 4 Phenols in the soil of Chinese fir and Chinese sassafras forests

酚类物质	杉木根际			杉木全土 A层	樟树根际			樟树全土 A层	杉木一栽根际			杉木一栽全土 A层	杉木二栽根际			杉木二栽全土 A层
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
总酚量/ mg·kg ⁻¹	58.9	67.3	68.5	36.4	64.4	62.3	58.5	53.0	63.5	71.8	70.3	44.1	65.5	78.9	77.6	51.3
游离酚/ μg·kg ⁻¹	34.4	33.8	31.8	33.3	30.1	28.0	21.5	31.2	41.8	47.5	39.9	45.0	53.5	51.5	60.3	59.0

2.4 一栽二栽杉木林有机物比较

从表 5 来看杉木连栽后土壤的有机质和全氮都有不同程度下降; 土壤腐殖质 H/F 比也降

表 5 一栽二栽杉木林根际土壤有机物比较

Table 5 Comparison of organic compounds in rhizosphere soil between first-planting and second-planting Chinese fir forests

土	样	有机质/g·kg ⁻¹	全氮/g·kg ⁻¹	H/F	有机酸/ c mol(+)-kg ⁻¹
杉木一栽	根际 1	25.9	1.37	0.175	0.309
	根际 2	23.5	1.21	0.183	0.284
	土 3	27.8	1.43	0.202	0.316
	全土 A	20.5	1.04	0.235	0.217
杉木二栽	根 1	22.8	1.17	0.182	0.320
	根际 2	26.5	1.38	0.199	0.280
	土 3	23.4	1.21	0.193	0.310
	全土 A	18.5	0.93	0.197	0.210

低, 说明杉木连栽造成土壤有机物数量减少、品质变差。这一方面是由于杉木生物归还少造成的, 但更重要的可能是连栽过程中不恰当的皆伐、整地和炼山而引起的土壤冲刷、盐基淋失和养分固定所致^[17]。从根际土壤来看: 一栽二栽林的有机质、全氮、有机酸及腐殖质 H/F 都基本不变。考虑到根际是相对稳定的区域, 最能反映杉木的生物学特性对土壤的影响, 既然连栽并未使这种影响在根际加剧, 更足以证明长期连栽引起的各种物质数量变化, 以及上述人为措施才是减产的主要原因。

3 小结

- 3.1 杉木、檫树两种林木的根际效应明显, 根际土壤中各类有机化合物总量都高于相应全土, 杉木连栽并未改变这种根际效应。
- 3.2 杉木与檫树根际土壤相比较, 前者含碳的有机物如糖类、有机酸等的量较高, 而含氮物如氨基酸则反之, 故杉木根际具有较高的 C/N。同时, 杉木根际土壤腐殖质 H/F 较低, 说明它所含腐殖质的品质较差。
- 3.3 杉木连栽导致林地土壤有机物数量减少, 品质下降, 但杉木根际土壤保持相对稳定。
- 3.4 土壤总酚量在两种林木根际无显著差异, 但杉木林地无论是全土还是根际土, 游离酚含量都较檫树为高。杉木连栽土壤游离酚也有升高的趋势, 但从数量上仍属低水平; 是否会影响林木生长, 值得商榷。

参 考 文 献

- 1 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及林木生长的影响. 林业科学, 1987, 23(4): 391~396
- 2 俞新妥. 杉木. 福州: 福建科学技术出版社, 1982. 6~60
- 3 盛炜彤. 关于提高杉木林生产力的几个问题. 浙江林业科技, 1986, 6(1): 9~15
- 4 杨永周, 叶仲节, 蒋秋怡等. 杉木人工林土壤生化特性与其生长关系的研究. 浙江林业科技, 1992, 12(3): 26~31
- 5 张其水, 俞新妥. 杉木连栽林地土壤酶分布特征研究. 福建林学院学报, 1990, 10(4): 377~381
- 6 蒋秋怡, 叶仲节, 钱新标等. 杉木根际土壤特性的研究. 浙江林学院学报, 1991, 8(4): 450~456
- 7 许绍远. 浙江省杉檫混交林初报. 林业科技通讯, 1979(4): 10~13
- 8 中华人民共和国国家标准局. GB 7848~7858-87. 森林土壤分析方法. 北京: 中国标准出版社, 1988
- 9 [俄]科诺诺娃, M.M. 著; 周礼恺译. 土壤有机质, 它的性质、特征及其研究方法. 北京: 科学出版社, 1966. 75~77
- 10 劳家桢. 土壤农化分析手册. 北京: 农业出版社, 1988. 279~281
- 11 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册. 北京: 农业出版社, 1986. 189~209
- 12 李昌华. 杉木人工林和阔叶杂木林土壤养分平衡因素差异的初步研究. 土壤学报, 1981, 18(3): 255~261
- 13 刘长怀, 罗汝英. 宁镇丘陵区森林土壤腐殖质的化学特征. 南京林业大学学报, 1990, 14(1): 1~6
- 14 刘芷宇. 土壤——根系微区养分的研究概况. 土壤学进展, 1980(3): 1~11
- 15 何光训. 土壤农化性状对土壤酚类物质积累的影响. 福建林学院学报, 1990, 10(4): 422~426
- 16 夏增禄. 土壤环境容量及其应用. 北京: 科学出版社, 1977. 67~69
- 17 周学金, 罗汝英, 叶镜中. 杉木连栽对土壤养分的影响及其反馈. 南京林业大学学报, 1991, 15(3): 42~49
- 18 P R Darrah. Models of the Rhizosphere. *plant and soil*, 1991, 133(3): 187~199

Jiang Peikun (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Jiang Qiuyi, Xu Qiufang, Qian Xinbiao, and Zhang Qinxiang. **Studies on Organic Compounds in Rhizosphere Soil of Chinese fir and Chinese Sassafras. / Zhejiang For Coll, 1994, 11(3): 235~240**

Abstract: The total amount of various organic compounds in the rhizosphere soil is higher than that in the bulk soil, whether in Chinese fir or Chinese sassafras. The value of C/N (of H/F) in the rhizosphere soil of Chinese fir is higher by 1.68 (lower by 0.23) than that in the rhizosphere soil of Chinese sassafras. The amount of total carbohydrate, soluble reducing carbohydrate and organic acid in the rhizosphere soil of Chinese fir is greater than that in the rhizosphere soil of Chinese sassafras, but it is a different case with amino acid and free amino acid. There is no remarkable difference of total phenol between rhizosphere soil of Chinese fir and that of Chinese sassafras, except that the rhizosphere soil of Chinese fir has a greater amount of free phenol. In bulk soil, Chinese fir succession can result in a decline in total organic compounds, total N and H/F, but an increase in total phenol and free phenol. Except an increase of free phenol in the rhizosphere soil of the second planting Chinese fir, the difference of other compounds is not striking in the rhizosphere soil of first and second planting Chinese fir.

Key words: Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); Chinese sassafras (*Sassafras tsumu*); rhizosphere; soil; organic compounds

《农业科技通讯》月刊征订启事

《农业科技通讯》为中国农业科学院主办的中央级农牧业综合性科技期刊，面向全国，面向基层，面向生产，报道农牧业新成果、新产品，传播最新致富技术和信息。

读者对象：农牧业科技人员、推广人员、各级领导、科技户、专业户、农村知青、院校师生和与农业有关人员。

《农业科技通讯》每期订价2.50元，全年定价30.00元。全国各地邮局(所)自10月下旬办理订阅手续。邮发代号：2—602。

编辑部地址：北京白石桥路30号中国农科院院内

邮政编码：100081

广告部电话：8314433转2837