

木麻黄湿地松混交林的 根际土壤养分和酶活性研究*

侯杰¹ 叶功富^{2,3} 张立华⁴ 卢昌义³ 陈胜⁵ 黄荣钦⁵

(¹ 闽江学院数学系,福州 350108; ² 福建省林业科学研究院,福州 350012; ³ 厦门大学海洋与环境学院,厦门 361005; ⁴ 福建农林大学林学院 福州 350002; ⁵ 福建省东山赤山林场,惠安 363400)

摘要 对木麻黄湿地松混交林的根际土壤养分及酶活性进行测定,结果表明:混交林根际与非根际土壤 pH 值均呈下降,加剧了土壤酸化。速效钾除外,混交林中木麻黄根际各种矿质养分含量都小于对应的纯林;土壤阳离子交换总量减小,土壤营养贮量和养分供应能力有所下降。多酚氧化酶除外,根际土壤脲酶、磷酸酶、过氧化物酶活性混交林中小于纯林。混交后木麻黄在促进湿地松生长的同时可能对自身的生长不利,在沿海沙地营造木麻黄湿地松混交林,两树种均对土壤养分的过量索取可能会加剧地力的退化。

关键词 木麻黄;混交林;根际土壤;土壤养分;酶活性

[中图分类号] S152.9 [文献标识码] A [文章编号] 1002-2651(2006)04-0001-03

Rhizosphere Soil Nutrient and Enzyme Activity in Mixed Forest of *Casuarina Equisetifolia* and *Pinus ellioti*

Houjie¹ Ye Gongfu^{2,3} Zhang Lihua⁴ Lu Changyi³ Chen Sheng⁵ Huang Rongqin⁵

(¹ Mathematics Department of Minjiang College, Fuzhou 350108, China; ² Fujian Academy of Forestry, Fuzhou 350012, China; ³ College of Oceanography and environmental Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China; ⁴ Forestry college, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002, China; ⁵ Chishan Forestry Farm of Dongshan County, Fujian Province, Dongshan 363400, China)

Abstract Soil chemical properties and biochemical activities between the rhizosphere and non-rhizosphere soil in different stands of *Casuarina equisetifolia* was researched. The chief results are as follows: the pH value in rhizosphere and non-rhizosphere soil of mixed stand went down and the soil acidification increased. Except for available K, the contents of mineral nutrient in the rhizosphere soil of mixed stand were lower than those of pure *C. equisetifolia* stand. In *C. equisetifolia* - *P. ellioti* mixed plantation, CEC diminished, nutrient-holding and providing capacities of soil was declined. Urease, phosphatase and peroxidase of rhizosphere soil in mixed stand were less active than those in pure *C. equisetifolia* stand, except for polyphenol oxidase. *C. equisetifolia* of mixed plantation was harmful to itself growth while conduce to *P. ellioti* growth.

Key words *Casuarina equisetifolia*, mixed stands, Rhizosphere soil, soil nutrient, enzyme activity

木麻黄和湿地松都是适宜海岸带造林的树种,长期以来这两个树种都是以营造纯林为主,上世纪 90 年代初期,东山赤山林场开始营造木麻黄和湿地松混交试验林,并取得了较好的效果(徐俊森等 2000)。根际的养分动态与林木的生长关系最为密切,林木在生长过程中吸收的养分主要来源于根周围。因此研究根际的养分动态对揭示林木生长与土壤养分供应的关系,进而做到科学合理经营具有重要意义。本

文对东山县赤山林场木麻黄湿地松混交林与纯林中的木麻黄根际土壤性质进行分析比较,探讨木麻黄与湿地松混交后,根际微域环境及林地土壤性质的变化及种间关系对木麻黄生长的影响。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验样地在福建省东山县赤山林场,位于福建省南部,东经 118°18';北纬 23°40';属亚热带海洋性季风

* 基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2004BA516A13-15)

收稿日期:2006-8-30

作者简介:侯杰(1980-),男,助教,研究方向为沿海防护林土壤管理。

气候,年平均温度 20.8,年均降水 1164mm,多集中在台风多发的 5~9 月,自然灾害多是台风和干旱。土壤以沙壤为主,肥力较差。植被以木麻黄为主。林下植被稀少,常见的零星植被有木豆 (*Cajanus cajan*),鼠刺 (*Spinifex littores*)和牡荆 (*Verbena negando*)。

选择相同立地、相近林龄的木麻黄纯林和木麻黄-湿地松混交林,布设 20m × 20m 样地各一块。两种林分均营造于 1992 年。木麻黄-湿地松混交林造林密度 2m × 2m,进行 1:1 混交,初始密度为 2500 株/hm²,现在密度 1723 株/hm²,其中木麻黄 733 株/hm²,平均胸径为 11.80cm,平均树高为 11.32m;湿地松 990 株/hm²,平均胸径为 12.05cm,平均树高为 9.95m。木麻黄纯林平均胸径为 12.04cm,平均树高为 12.01m。林地土壤为均一性风积沙土。

1.2 研究方法

1.2.1 土壤取样方法。取样采用掘根抖落法:用取土器在平均木周围取出长大约 50cm (直径 8cm)的土柱,分表土 (0~20cm)和心土 (20~40cm)两层,小心地取出土柱内的细根,轻轻抖落附在根上的 3mm 以内的土壤即为根际土壤 (以 R 表示),取相应土层土壤为非根际土壤 (以 S 表示)。分别采集多株平均木根际和非根际土壤混合样品,四分法将部分土样带回实验室风干,去除有机碎片,过 2mm 筛备用。

1.2.2 土壤测定方法。土壤 pH 值、交换性能及养分

分析均采用常规分析方法 (国家林业局,2000)。

土壤酶活性严格参照《土壤酶及其研究法》(关松荫等,1986)进行;其中脲酶用比色法、磷酸酶用磷酸苯二钠比色法、过氧化物酶容量法、多酚氧化酶用碘量滴定法测定。

2 结果与分析

2.1 混交林与纯林根际土壤养分含量分析

分析结果 (表 1)表明:木麻黄与湿地松混交后,根际土壤有机质含量明显降低,分别是纯林的 89% (表土层)和 81% (心土层),但非根际土壤有机质含量高于相应纯林。林木在生长过程中,根系从土壤中吸收养分和水分的同时亦向土壤中溢泌质子、离子并释放大量的有机物质,所以根际土壤有机质含量的高低与根系生理活动的强弱有直接的关系。混交后林地中凋落物的增加是非根际土壤有机质含量较高的可能原因。两种林分中,木麻黄根际养分含量都大于非根际土壤。无论表土层还是心土层,混交林中木麻黄根际土壤全氮、全磷和全钾含量均低于相应的纯林,非根际也表现同样的变化规律。在混交林中,木麻黄根际水解氮和有效磷含量均低于纯林,说明混交后木麻黄对水解氮和有效磷的吸收能力有所增强。根际速效钾含量在混交林大于纯林,且心土层中速效钾含量在两林分中的差异更为显著。无论根际还是非根际土壤,混交后钙、镁离子含量也均呈减小,而且表土层减小的幅度要大于心土层。

表 1 木麻黄混交林与纯林的根际土壤养分比较

林分	土壤深度 (cm)	区域	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	水解氮 (mg/kg)	全磷 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	全钾 (g/kg)	速效钾 (mg/kg)	交换性 Ca [cmol(+)/kg]	交换性 Mg [cmol(+)/kg]
混交林	表土层 (020)	根际 R	3.077	0.199	16.12	0.046	4.03	8.27	11.06	0.718	0.103
		非根际 S	2.248	0.173	11.97	0.042	3.41	8.24	10.06	0.615	0.083
	心土层 (2040)	根际 R	2.156	0.170	13.93	0.047	3.68	8.28	11.06	0.386	0.026
		非根际 S	1.699	0.166	8.43	0.037	3.55	8.18	8.03	0.375	0.046
纯林	表土层 (020)	根际 R	3.430	0.237	17.60	0.050	4.58	8.76	11.01	0.791	0.155
		非根际 S	2.178	0.192	12.65	0.048	4.47	8.38	8.03	0.654	0.093
	心土层 (2040)	根际 R	2.656	0.191	14.05	0.050	3.70	8.52	7.03	0.445	0.134
		非根际 S	1.575	0.170	8.45	0.044	3.58	8.44	6.03	0.381	0.119

2.2 混交林与纯林根际土壤 pH 值和交换性能

两林分中木麻黄根际 pH 值均小于非根际。木麻黄湿地松混交后,根际土壤 pH 变化略有减小,非根际土壤 pH 值在混交林中明显小于纯林,其差值分别为 0.07 (表土层)和 0.06 (心土层)。湿地松凋落叶灰分少,含树脂、单宁等酸性物质,混交后使得林地土壤 pH 值有所减小。阳离子交换量是交换性盐和水解性总酸度总和,它的大小与土壤可能吸附的速效养分的容量及土壤保肥能力有关。分析结果 (表 2)表明,木麻黄纯林根际与非根际 CEC 值均大于混交林。水解性总酸度在混交林中的含量大于对应的纯林,交换性

盐基总量则呈相反规律,混交后土壤阳离子交换量的这种变化可能是水解性总酸度变化的结果。

2.3 混交林与纯林根际土壤酶活性

土壤酶活性是评价土壤肥力的重要指标之一,林木根系周围的大量沉积物及活跃的微生物使得根际酶活性受到很大影响。分析结果 (表 3)表明,两种林分中木麻黄根际土壤 4 种酶活性均大于非根际土壤,且表土层大于心土层。木麻黄根际脲酶、磷酸酶活性在混交林均小于纯林,根际脲酶活性混交后减小 12% (表土层)和 6% (心土层),磷酸酶活性减小 4% (表土层)和 5% (心土层),这与混交后根际有效 N、P 养

分含量的减小有一定关系。

不论根际还是非根际土壤,混交林中过氧化物酶活性小于纯林,这不利于土壤腐殖质的转化;混交后根际多酚氧化酶活性是纯林的 1.12 倍(表土层)和

1.08 倍(心土层),表土层更为显著。多酚氧化酶活性的提高说明了酚类等有毒物质可能在林地土壤中积累,阻碍林木正常生长发育。

表 2 木麻黄混交林和纯林根际土壤 pH 和交换性能

林分	土壤深度 (cm)	区域	pH 值 (水解法)	CEC [cmol(+) / kg]	水解性总酸度 [cmol(+) / kg]	交换性盐基总量 [cmol(+) / kg]
混交林	表土层	根际	5.23	4.249	3.40	0.850
	(020)	非根际	5.27	4.062	3.34	0.723
	心土层	根际	5.25	3.658	3.22	0.440
	(2040)	非根际	5.26	3.553	3.11	0.442
木麻黄纯林	表土层	根际	5.24	4.214	3.34	0.974
	(020)	非根际	5.34	3.739	2.97	0.768
	心土层	根际	5.26	3.629	3.03	0.597
	(2040)	非根际	5.32	3.129	2.61	0.515

表 3 木麻黄混交林和纯林根际土壤酶活性

林分	土壤深度 (cm)	区域	脲酶	磷酸酶	过氧化物酶	多酚氧化酶
木湿混交林	表土层	根际	0.00180	4.223	1.60	0.736
	(020)	非根际	0.00168	3.976	1.39	0.712
	心土层	根际	0.00172	3.984	1.40	0.740
	(2040)	非根际	0.00154	3.797	1.15	0.696
木麻黄纯林	表土层	根际	0.00205	4.389	1.81	0.656
	(020)	非根际	0.00177	3.987	1.52	0.572
	心土层	根际	0.00183	4.175	1.49	0.684
	(2040)	非根际	0.00178	3.827	1.25	0.672

注:脲酶活性以 24h 后 1g 土壤中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数表示;磷酸酶活性,以 2h 后 100g 土壤中 P_2O_5 的毫克数表示;多酚氧化酶活性,以滴定相当于 1g 土壤的滤液的 0.01mol/L I_2 的毫升数表示;过氧化物酶活性,以 1g 土壤消耗的 0.01mol/L I_2 标准液的毫升数表示。

3 小结

木麻黄湿地松混交后,根际与非根际土壤 pH 值均呈下降,加剧了土壤酸化。速效钾除外,混交林中木麻黄根际各种矿质养分含量都小于对应的纯林,土壤阳离子交换总量减小,土壤营养贮量和养分供应能力有所下降。多酚氧化酶除外,根际土壤脲酶、磷酸酶、过氧化物酶活性混交林中小于纯林。

木麻黄湿地松混交林是固氮树种与非固氮树种混交林,据大多数研究结果表明,这种混交模式可改善林木的氮素营养状况,促进林木生长发育(沈国防,1997)。从实际样地的林木生长情况看,混交林中湿地松生长良好,木麻黄生长明显差于纯林,说明混交后木麻黄在促进湿地松生长的同时可能对自身的生长不利。谭芳林的研究(2003)也表明,在一代木麻黄采伐迹地上营造湿地松人工林,使得土壤中养分含量明显降低,磷酸酶和过氧化物酶活性亦有降低趋势,还有可能致使沙地土壤酸化。这与湿地松为针叶树种,改良沙地土壤作用较小,加上沿海地区群众对林

下凋落物的扒捡,混交林中凋落物的养分无法正常回归土壤有很大关系。因此在沿海沙地营造木麻黄湿地松混交林,应根据立地条件选择适宜的品种,配合适当的混交方法、混交比例,才能取得满意的效果。同时,要加强混交林地凋落物的管理,更好地发挥混交林改善地力的效果。此外,对于混交林树种间的营养关系和养分的传递机制还需做进一步的研究。

参考文献

- 1 国家林业局.《中华人民共和国林业行业标准(LY/T1210-1275-1999)》.北京:标准出版社,2000
- 2 关松荫,等.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1996
- 3 孙向阳主编.土壤学[M].中国林业出版社,2005
- 4 沈国防,翟明普主编.混交林研究(全国混交林与树种间关系学术讨论会文集).中国林业出版社,1997
- 5 谭芳林,林捷,张水松,等.沿海沙地湿地松林地土壤养分含量及酶活性研究.林业科学.2003(专):169173