

三明小湖赤枝栲林地部分矿质元素及土壤理化性质研究

连玉武, 朱小龙, 李利峰

(厦门大学生命科学学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 分析测定福建三明小湖赤枝栲林地部分矿质元素及土壤理化因子, 结果表明: 该地区土壤 pH 值为 4.24, 全 N 平均含量为 0.0842%, 全 P($P_2O_5\%$) 为 0.0155%, 有机质为 3.7874%。该地土壤的全 N、全 P 和有机质均不高。该地区土壤 Mg 元素含量为 626.044mg·kg⁻¹, Ca 为 1565.88mg·kg⁻¹, Mn 为 80.4443mg·kg⁻¹, Fe 为 26179.6mg·kg⁻¹, Co 为 3.3335mg·kg⁻¹, Ni 为 12.9467mg·kg⁻¹, Cu 为 15.2953mg·kg⁻¹, Zn 为 26.9116mg·kg⁻¹, Mo 为 0.4641mg·kg⁻¹, Cd 为 0.0470mg·kg⁻¹, Pb 为 9.7865mg·kg⁻¹。土壤矿质元素中, Ca、Fe 含量偏高, Mn 含量偏低。

关键词: 赤枝栲; 土壤理化分析; 矿质元素

中图分类号: S792.170.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-7351(2002)03-0010-04

Studies on the Partial Mineral Elements and Soil Physical and Chemical Properties of *Castanopsis kawakamii* Forest Lands in Xiaohu, Sanming

LIAN Yu-wu, ZHU Xiao-long, LI Li-feng

(The Life Science College of Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The results show that the pH value of the soil in this area is 4.24, total N average content is 0.0842%, total P($P_2O_5\%$) average content is 0.0155%, the organic matter average content is 3.7874%. The total N, total P and organic matter contents of the soil in this area all aren't high. The Mg element content of the soil in the area is 626.044mg/kg, the Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd and Pb contents are 1565.88mg/kg, 80.4443mg/kg, 26179.6mg/kg, 3.3335mg/kg, 12.9467mg/kg, 15.2953mg/kg, 26.9116mg/kg, 0.4641mg/kg, 0.0470mg/kg and 9.7865mg/kg respectively. The Ca, Fe contents are relatively high in soil mineral element contents, Mn content is relatively low.

Key words: *Castanopsis kawakamii*; soil physical and chemical analyses; mineral element

赤枝栲(*Castanopsis kawakamii*) 也称青钩栲、格氏栲, 属国家二级保护植物, 是亚热带珍稀树种之一^[1], 其自然分布范围较为狭窄, 仅在福建、江西、广东、广西、海南、台湾等地区分布。福建三明小湖、瓦坑一带近 700hm² 几乎呈纯林状态的天然赤枝栲林是较为罕见的。近年来, 国内有许多专家学者对该天然林群落已进行不少调查研究工作^[2~4]。但目前保护区内赤枝栲老树腐朽病严重, 林下 Ⅱ级和 Ⅲ级立木极少, 幼苗天然更新困难。合理地保护现存的森林资源已成为当务之急。为扩大赤枝栲林的自然资源, 保存其种质资源, 连玉武等^[5,6] 曾对赤枝栲的生理生态特性及人工更新方法做了相关研究。

本文对从生长适宜度的角度对该赤枝栲林地土壤部分矿质元素和理化性质进行分析研究, 了解该林地的土壤生态因子, 为其深入环境适宜性研究提供本底资料, 将有助于对保护区的生物多样性保护及持续利用提供科学依据。

1 赤枝栲林地自然概况

赤枝栲自然保护区位于三明市三元区莘口镇和永安市贡川镇境内, 东经 117°27'25", 北纬 26°09'39", 总面积 1125.6hm², 森林蓄积量 23 万 m³, 年生长量 6300m³。本区地处中亚热带南缘, 位于武夷山东伸支脉地带, 属丘陵河谷地及片状分布的丘陵, 其东南部是闽中的戴云山脉, 主峰海拔 1845m, 阻截了北上的海

收稿日期: 2002-03-11

基金项目: 福建省自然科学基金(D991005)资助

作者简介: 连玉武(1940-), 男, 福建莆田人, 厦门大学生物系教授, 从事植物生理生态学研究。

洋气流: 北部有武夷山脉, 主峰海拔 2158m, 削弱了冬季南移的寒流, 形成了较丰沛的地形雨。区内层峦叠障, 沟豁纵横, 地形较为复杂, 海拔高一般在 200~ 500m 之间, 气候属中亚热带季风气候, 水热资源丰富, 季风明显。其气候特点: 春夏多雨湿润, 盛夏高温闷热, 秋高气爽, 冬季少雨严寒, 年平均气温 19.5℃, 最热月(7月)平均气温 29.1℃, 极端最高气温为 40.6℃, 最冷月(1月)平均气温 6.7℃, 极端最低气温为-5.5℃。年无霜期 300d 左右, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的年均积温为 6215℃, 年平均降水量为 1740.9mm, 年蒸发量 1585.5mm, 年均相对湿度为 79%。林地土壤多为由砂页岩发育的黄红壤, 土层深厚, 多达 1m 以上, 质地为轻壤~ 中粘土, 枯枝落叶层深达 3~ 5cm, 土壤腐殖质丰富, 林地郁闭度 0.8 左右^[7]。

2 研究方法

2.1 样地选择与土样采集及预处理

野外采样分别于 1999 年 7 月和 1999 年 11 月进行。根据赤枝栲林的地理位置、坡向坡度、土壤状况、林内林外等相关因素, 在保护区内划分 3 个样地(样地 1: 五木湖右侧至了望塔山脊, 样地 2: 保护区后山, 样地 3: 六公里山脊), 每个样地均取山脚、山腰、山顶 3 个样方, 按照多点采样方法取 10cm 和 20cm 土层, 共 9 个样方 18 个土样。土样采集回来后, 挑出石块、石粒及树根等大颗粒物, 自然风干, 研磨成粉, 过 60 目筛保存待用^[8]。表 1 为 3 个样地的概况。

表 1 福建三明小湖赤枝栲林群落特征

调查地点	五木湖右侧	保护区后山	六公里山脊	
海拔高度/m	200~ 400	200~ 350	250~ 400	
群落总盖度/%	80~ 95	85~ 95	80~ 90	
植物总种数	89	122	84	
乔木层	种数/个体数	46/945	58/1441	44/997
	平均密度/株·100m ⁻²	94.5	75.8	80.1
	iv 亚层 平均高度/m	28	25	25
	优势种	赤枝栲	赤枝栲	赤枝栲
	亚优种	木荷	木荷	木荷
	⊕ 亚层 平均高度/m	15	15	15
	优势种	桂北木姜子+ 狗骨柴	鼠刺+ 木姜子	狗骨柴
	⊖ 亚层 平均高度/m	6	6	6
	优势种	大叶赤楠	鹿角栲+ 绒楠	绒楠+ 大叶赤楠
	灌木层	种数/个体数	19/134	34/220
平均密度/株·100m ⁻²	13.4	11.6	17.4	
高度/m	0.5~ 2	0.5~ 2	0.5~ 2	
优势种	小叶赤楠+ 沿海紫金牛	小叶赤楠	紫金牛	
藤本植物	种数/个体数	10/168	15/338	8/209
	平均密度/株·100m ⁻²	16.8	17.8	17.4
	优势种	酸藤子	香花崖豆藤	香花崖豆藤
草本层	种数	14	14	10
	高度/m	0.2~ 1.5	0.2~ 1.5	0.2~ 1.5
	平均密度/株·100m ⁻²	较大	一般	较小
	优势种	乌毛蕨+ 省藤	省藤+ 山姜+ 乌毛蕨	乌毛蕨+ 山姜

2.2 实验方法

1) 测定土壤含水量、pH 值、有机质、全氮、全磷参照《土壤理化分析》^[8]。测定 pH 值用电位法, 水土比为 5: 1; 测定有机质: 土样加 K₂CrO₄ 于 180~ 190℃ 油浴消化。用标准 FeSO₄ 滴定测定有机质含量; 测定全 N、全 P: 土样放入聚四氟乙烯消化罐中, 加浓 H₂SO₄ 和 HClO₄, 在烘箱中 150~ 160℃ 消解。消化液采用纳氏试剂法测全 N 含量; 全 P 含量用钼锑抗比色法测定。

2) 测定部分矿质元素: 取土样, 放入聚四氟乙烯消化罐中, 加浓 HNO₃ 和 HF, 在微波炉中消解。用 WFX-1B 型原子吸收分光光度计测 Mg、Ca、Mn 等元素含量^[9]。

3 结果

3.1 赤枝栲林地土壤理化性质

测定结果见表 2。从表中可看出, 3 个样地中所有样点土壤 pH 变化范围为 3.9~ 4.4, 均呈酸性; 有机质表层变化幅度为 1.650%~ 8.547%, 变化幅度较大; 而下层为 1.885%~ 4.529%, 变化幅度不大; 土壤全 N 含量, 每个样点均表现上层(1~ 10cm)高、下层(10~ 20cm)低。上层全 N 含量在 0.091%~ 0.132% 之间, 下层在 0.05%~ 0.086% 之间, 3 个样地差异较小; 土壤全 P 含量的变化, 上层在 0.0152%~ 0.021% 之间, 下层在 0.0109%~ 0.0168% 之间。从 3 个样地看, 样地 3 有机质含量和全 P 含量比样地 1、2 高。

表 2 林地 0~ 20cm 土层土壤理化性质

样地号	项 目	山 脚		山 腰		山 顶	
		0~ 10cm	10~ 20cm	0~ 10cm	10~ 20cm	0~ 10cm	10~ 20cm
样地 1	pH 值	4.26	4.32	4.43	4.46	4.1	4.2
	有机质/ %	5.364902	4.452506	4.25032	2.311891	4.177777	3.841884
	全 N/ %	0.099689	0.061437	0.123325	0.077437	0.110363	0.061554
	全 P/ %	0.015245	0.010954	0.015356	0.014642	0.018902	0.016785
样地 2	pH 值	4.41	4.35	4.24	4.31	3.92	4.13
	有机质/ %	1.650143	1.88539	3.760886	2.957086	5.711823	4.09291
	全 N/ %	0.121082	0.086093	0.107728	0.07262	0.130276	0.061785
	全 P/ %	0.017048	0.014118	0.015423	0.011702	0.017557	0.014472
样地 3	pH 值	3.96	4.15	4.2	4.23	3.96	4.1
	有机质/ %	8.5468	4.529356	6.087902	4.19292	3.537084	3.575257
	全 N/ %	0.111961	0.063753	0.106178	0.063938	0.091358	0.050138
	全 P/ %	0.021367	0.014265	0.020175	0.014306	0.016357	0.011637

3.2 赤枝栲林地土壤矿质元素含量

矿质元素 Mg、Ca、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Mo、Cd、Pb 等矿质元素的含量见表 3。从表中可知, Mg 元素含量从 128.3888~ 856.0125mg·kg⁻¹, 变化幅度较大; Ca 元素从 71.2626~ 5581.5490mg·kg⁻¹, 变化幅度极大, 且总体上含量偏高; Mn 元素从 40.3482~ 125.5228mg·kg⁻¹, 总体上含量偏低; Fe 元素从 16565.72~ 41025.92mg·kg⁻¹, 总体上偏高; Co 元素含量为 2.2158~ 5.2410mg·kg⁻¹; Ni 元素含量为 4.6533~ 23.7214mg·kg⁻¹; Cu 元素含量为 5.718~ 27.4264mg·kg⁻¹; Zn 元素含量为 20.0553~ 35.4596mg·kg⁻¹; Mo 元素含量为 0~ 0.8850mg·kg⁻¹; Cd 元素含量为 0~ 0.1729mg·kg⁻¹; Pb 元素含量为 5.3381~ 17.1442mg·kg⁻¹。Cd 元素和 Pb 元素含量均偏低。从 3 个样地来看, 基本上样地 2 的所有元素含量均比样地 1 和样地 3 低。

表 3 土壤部分矿质元素含量

单位: mg·kg⁻¹

元素	样地 1			样地 2			样地 3		
	山脚	山腰	山顶	山脚	山腰	山顶	山脚	山腰	山顶
Mg	584.65	856.01	585.93	579.94	128.39	314.54	579.07	570.76	607.83
Ca	359.17	1487.7	2048.3	837.91	71.262	583.56	2061.4	5581.5	2003.9
Mn	51.600	70.732	125.52	90.33	40.348	65.298	77.649	64.673	116.88
Fe	16744	30040	41025	24191	16565	28933	31750	21858	28018
Co	2.5395	3.0462	5.241	4.1759	2.5046	2.2518	4.2435	3.0133	2.7906
Ni	4.6533	10.569	23.726	11.477	5.1402	15.904	14.096	22.095	21.864
Cu	5.7182	16.632	27.42	13.972	7.5379	17.355	19.945	18.44	18.001
Zn	20.055	29.459	31.381	32.188	23.563	22.930	31.779	21.262	35.459
Mo	0	0.4339	0.7789	0.4079	0.2579	0.5055	0.4867	0.8850	0.4213
Cd	0.0005	0.0670	0.1081	0.0163	0	0.0612	0.0299	0.173	0.0160
Pb	16.430	11.556	17.144	10.355	5.338	15.642	7.3083	6.1528	2.7502

4 分析与讨论

4.1 赤枝栲林地土壤理化性质的分析

赤枝栲林地土壤 pH 值最高为 4.46, 最低为 3.92, 平均为 4.24, 该林地土壤 pH 值偏低, 比福建武夷山

甜栲林的 4.35 稍低^[10], 而比广东鼎湖山马尾松针阔叶混交林土壤 3.86 高^[11]。另外, 10cm 土层普遍比 20cm 土层 pH 值要低。这是因为一方面土壤上层枯落物较多, 土壤有机质含量较高, 给土壤微生物的活动提供了较丰富的环境资源; 另一方面, 由于湿润盐基向下淋溶而使土壤胶体上的盐基自上而下逐渐增加, 使得土壤 pH 值由上而下逐渐增大, 随土层增加, pH 值将增加^[12]; 全 N 含量最高为 0.1303%, 最低为 0.0550%, 平均为 0.0842%, 低于福建武夷山甜栲林 0.394% 的含 N 量, 也低于广东鼎湖山马尾松针阔叶混交林土壤 0.13% 的含 N 量。而与胡可喜等在三明所作调查相近^[13]; 全 P 含量($P_2O_5\%$) 最高为 0.0214%, 最低为 0.0110%, 平均为 0.0155%。低于福建武夷山甜栲林 0.022% 的含 P 量; 赤枝栲林地有机质含量最高为 6.0879%, 最低为 1.4931% 平均为 3.7874%。与广东鼎湖山马尾松针阔叶混交林地土壤有机质 3.79% 相近。此外, 全 N、全 P 和有机质含量在 20cm 土层均低于 10cm 土层。上层土壤含枯落物多, 腐殖质丰富, 因而这些理化因子都比较高。由上面这些数据可知, 三明小湖赤枝栲林土壤的 N、P 和有机质含量均偏低。

另一方面, 由表 3 可知, 3 个样地间全 P 和有机质呈线性关系, 有机质高的样地, 全 P 含量也高。

4.2 部分矿质元素的分析

一般来讲, 土壤中矿质元素的含量受土壤母质、气候、风化程度和淋溶作用等影响, 特别是与成土母质关系极大。该保护区 3 个样地的成土母质均为砂岩。由上述各表可看出: ① Mg 元素含量最高为 $856.013\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 最低为 $128.388\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 平均为 $626.044\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 高于福建武夷山甜栲林 $125\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的 Mg 含量; ② Ca 元素平均为 $1565.878\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 远高于福建武夷山甜栲林的 $23\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的含量, 这种高 Ca 含量的情况在酸性土壤中是很反常的。主要原因是该赤枝栲保护区附近有一些水泥厂, 此地受粉尘的污染, Ca 含量特别高, 另一方面, 砂岩的 CaO 含量偏高, 为 5.50%^[14], 其风化土壤受其影响也偏高; ③ Mn 的平均含量为 $80.447\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 总体上偏低, 低于福建华安县的绿竹林土壤 $245\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的含 Mn 量^[15]。主要原因也是受其成土母质的影响。一般砂岩含 Mn 量较少, 为 $10\sim 100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; ④ Fe 的含量偏高, 主要原因也是因为其成土母质含 Fe 较高; ⑤ Cu、Zn 平均含量分别为 $15.29531\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $26.9116\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 也都低于福建华安县的绿竹林土壤 $30.5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Cu 的含量和 $39.7\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Zn 的含量; ⑥ Cd 和 Pb 元素的含量均不高, 可见此地的土壤未受到 Cd、Pb 的污染。在以上 Mg、Ca、Mn、Cu、Zn 各元素的含量中, 山顶的元素含量基本上高于山腰的含量。另外, 样地 2 的矿质元素含量都比样地 1 和样地 3 低, 而且基本上是样地 2 < 样地 1 < 样地 3。这主要的原因是, 样地 3 的郁闭度最小, 因而土壤受外界生态因子(如水、风、阳光、粉尘等)的影响最大。

参考文献:

- [1] 国家环境保护局. 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录, 第一册[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 68.
- [2] 林 鹏, 丘喜昭. 福建三明瓦坑的赤枝栲林[J]. 植物生态学与地植物学报, 1996, 10(4): 241- 253.
- [3] 樊后保. 福建三明格氏栲群落的结构特征[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(1): 14- 19.
- [4] 刘金福, 洪 伟. 格氏栲种群增长动态预测研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(3): 247- 253.
- [5] 连玉武, 苏祖荣. 赤枝栲的蒸腾特性与生态因子相关性[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1997, 36(5): 781- 786.
- [6] Yuwu Lian, Qishui Zhang. Conversion of a natural broad- leaved evergreen forest into pure and mixed plantation forests in a subtropical area: effects on nutrient cycling[J]. Can J. For. Res., 1998, 28(10): 1518- 1529.
- [7] 章浩白. 福建森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 107- 116.
- [8] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- [9] 原子吸收光谱分析编写组. 原子吸收光谱分析[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [10] 林益明, 杨志伟, 李振基. 武夷山常绿林研究[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2001.
- [11] 莫江明. 鼎湖山马尾松针阔叶混交林土壤有效性 N 动态的初步研究[J]. 生态学报, 2001, 21(3): 492- 497.
- [12] 胡可喜. 三明格氏栲自然保护区生物多样性调查[J]. 福建林业科技, 1999, 26(1): 46- 51.
- [13] 袁可能. 植物矿质元素的土壤化学[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [14] 林益明, 林 鹏. 绿竹林铜锌锰元素的含量特征及其动态[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1999, 38(3): 460- 465.
- [15] 夏增禄, 李森照, 李廷芳, 等. 土壤元素背景值及其研究方法[M]. 北京: 气象出版社, 1987.