

文章编号: 1001-3776 (2016) 01-0059-05

松阳县毛竹林土壤养分贫瘠化评价

毛朝明¹, 蒋灵华¹, 吴恒祝¹, 毛根松², 叶邦宣¹, 蔡伟飞¹

(1. 浙江省松阳县林业局, 浙江 松阳 323400; 2. 浙江省松阳县林村林场, 浙江 松阳 323400)

摘要:2014 年 12 月至 2015 年 1 月采集浙江省松阳县 5 个乡镇 18 个村 144 个样点的毛竹(*Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*) 林 0~30 cm 土壤, 对其 pH、有机质、全氮、碱解氮、全磷、有效磷、速效钾 6 个指标进行了测试分析及贫瘠化评价。结果表明: 松阳县毛竹林土壤 pH 值范围在 3.90~5.60, 处在毛竹适生范围 (pH4.5~7.0); 表层土壤有机质含量较高, 平均为 42.94 g/kg, 全氮含量平均 2.15 g/kg, 碱解氮平均含量为 159.79 mg/kg, 有效磷平均含量为 2.27 mg/kg, 速效钾平均含量为 61.28 mg/kg。松阳县毛竹林土壤养分存在富氮低磷缺钾的现象, 不同乡村间毛竹林土壤养分失调的种类和程度有较大变化。

关键词: 松阳县; 毛竹; 土壤; 养分含量; 贫瘠评价

中图分类号: S714.5

文献标识码: B

Evaluation of Soil Nutrient Depletion in *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens* Stand in Songyang

MAO Zhao-ming¹, JIANG Ling-hua¹, WU Heng-zhu¹, MAO Gen-song², YE Bang-xuan¹, CAI Wei-fei¹

(1. Songyang Forestry Bureau of Zhejiang, Songyang 323400, China; 2. Songyang Lincun Forest Farm of Zhejiang, Songyang 323400, China)

Abstract: Determinations were conducted on pH, organic substances content, total N, available N, total P, available P, and available K of soil at 0-30cm from 144 sample plots of *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens* stand in 18 villages of 5 towns in Songyang, Zhejiang province from December of 2014 to January of 2015. The results showed that pH ranged 3.90-5.60, while pH 4.5-7.0 is suitable for bamboo growth, mean organic substances content was 42.94g/kg, total N 2.15g/kg, available N 159.79mg/kg, available P 2.27mg/kg, available K 61.28mg/kg. Evaluations demonstrated that soil N at bamboo stand in Songyang was too much, P and K was strongly depleted, and there were difference of soil nutrient depletion among different villages.

Key words: Songyang; *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*; soil; nutrient content

毛竹 (*Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*) 是我国自然分布面积最广、经济价值最高、用途最广泛的竹种之一。因其生产周期短、经济效益高, 也是目前集约化经营程度最高的竹种之一。松阳县地处浙江省西南部, 28° 14' ~ 28° 36' N、119° 10' ~ 119° 42' E, 年均气温 14.2~17.7℃, ≥10℃年积温 6 024℃, 年均无霜期 250 d, 年平均降水量 1 532 mm, 年蒸发量 1 294 mm。全县毛竹林土壤主要类型为黄壤和红壤。

根据 2014 年森林资源动态监测结果, 全县有毛竹林 10 435 hm², 约占森林总面积的 10%, 集中分布在新兴、玉岩、枫坪、竹源、叶村 5 个乡镇。这 5 个乡镇的毛竹林面积占全县毛竹总面积的 70.2%, 区域特征明显, 经营类型以笋材两用林为主, 毛竹林经营在提高山区经济收入和保护生态环境等方面起着极其重要的作用。

收稿日期: 2015-08-09; 修回日期: 2015-11-18

基金项目: 浙江省生态建设目标责任制考核重大科技项目 (2014214)

作者简介: 毛朝明 (1967-), 男, 高级工程师, 从事森林培育工作。

对松阳县毛竹林土壤养分贫瘠化进行评价,有助于我们更客观的了解毛竹林地的土壤养分现状,有针对性地进行平衡施肥和集约化经营管理,避免盲目施肥造成肥料浪费和对环境的污染,并为建立毛竹林土壤养分管理系统提供理论基础和科学依据。

1 研究方法

1.1 样品采集

2014 年 12 月至 2015 年 1 月在松阳县毛竹面积分布最大的枫坪、玉岩、竹源、新兴、叶村 5 个乡镇 18 个村设计土壤随机取样点 144 个,采集土样时,用 GPS 全球定位系统定位,记录取样点的经纬度、海拔、坡度、坡向、坡位,向农户了解毛竹施肥等经营状况。在每个采样点,按 S 型随机取 3 个土样,清理表层后,采集 0~30 cm 土层土壤,以 3 点混合样作为一个样本,充分混合后按四分法取 1 kg 左右土样带回实验室分析。

1.2 样品分析

土壤样品采集后,风干研磨过筛,用于测定土壤肥力性状。土壤酸碱性是土壤的重要属性,超出一定的范围,不但植物生长受阻,土壤养分的生物有效性也会受到影响。高志勤等^[1]对不同层次毛竹林土壤肥力研究表明,有机氮、全氮、有效磷和速效钾已经完全能反映竹林土壤肥力情况,所以本次实验主要对 pH、有机质、全氮、碱解氮、全磷、有效磷、全钾、速效钾进行分析测定。

pH 值用电位法测得;有机质用高温外热重铬酸钾氧化—容量法测定;全氮用开氏消解法测得;碱解氮用碱解扩散法测得;有效磷用盐酸—氟化铵法测得;速效钾用乙酸铵法测得^[2]。

2 分级参考指标

徐秋芳^[3]等详细评价了浙江省商品林地土壤情况,提出适合林业生产的浙江省土壤养分贫瘠化标准。而毛竹的生理特性和经营强度有别于一般林木,每年生产的生物量大,伐竹和挖笋带走的矿物质和养分也多。罗治建^[4]等通过对鄂南地区高、中、低产类型毛竹林土壤养分研究,得出影响毛竹生长的土壤有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾等含量的临界值,可以作为毛竹林土壤养分元素贫瘠化评价的依据。叶仲节^[5]等研究认为,毛竹适宜的土壤酸碱度为 pH 4.5~7.0。结合松阳县实际情况以及主要影响毛竹生长的 pH、有机质、全氮、碱解氮、全磷、有效磷、速效钾 6 个指标,拟定松阳县毛竹林土壤养分分级指标见表 1。

表 1 松阳县毛竹林土壤养分分级指标
Table 1 Grading index for soil nutrients of bamboo stand in Songyang

等级	pH	有机质/g·kg ⁻¹	全氮/g·kg ⁻¹	碱解氮/mg·kg ⁻¹	全磷/g·kg ⁻¹	有效磷/mg·kg ⁻¹	速效钾/mg·kg ⁻¹
肥沃	6.5~7.0	>40.0	>2.5	>150.0	>0.65	>20.0	>150.0
轻度贫瘠	6.5~5.5	40.0~30.0	2.50~2.0	150~100.0	0.65~0.40	20.0~15.0	150.0~100.0
中度贫瘠	5.5~4.5	30.0~20.0	2.0~1.0	100.0~50.0	0.40~0.15	15.0~10.0	100.0~50.0
严重贫瘠	<4.5	<20.0	<1.0	<50.0	<0.15	<10.0	<50.0

3 结果与分析

根据分析结果,对上述指标进行区间统计和方差分析,结果见表 2。

3.1 贫瘠化评价

从表 2 可以看出,松阳县毛竹林土壤主要养分空间变异大,不同乡村土壤养分失调的种类和程度有较大变化。

3.1.1 pH 值 根据 pH 值测定结果,松阳县土壤 pH 值范围在 3.90~5.60,呈强酸性,其中有 23 个采样点土壤 pH 值低于 4.5,占 16%;pH 值 4.5~5.5 的有 120 个,占 83.3%;pH 值 5.5~6.5 的仅 1 个,绝大多数都处在毛竹适生范围 pH 4.5~7.0。

3.1.2 有机质 土壤有机质是指土壤中的有机化合物,它含有多种养分,能为植物生长提供长效、稳定和全面

的营养, 有机质分解形成的腐殖质能显著改良土壤结构, 提高养分的有效性, 而且腐殖质中的胡敏酸能促进植物根系的生长。对松阳县毛竹林土壤有机质含量进行测定, 结果表明, 各样点有机质含量水平参差不齐, 但总体较高, 平均为 42.94 g/kg, 其中有机质 > 40 g/kg 的有 64 个, 40 ~ 30 g/kg 的有 50 个, 30.0 ~ 20.0 g/kg 的有 23 个, < 20 g/kg 有 7 个。

表 2 松阳县毛竹林土壤养分区间统计与方差分析
Table 2 Statistics and ANOVA on soil nutrients of bamboo stand in Songyang

采样地	pH 值		有机质/g · kg ⁻¹		全氮/g · kg ⁻¹	
	幅度	均值 ± SD	幅度	均值 ± SD	幅度	均值 ± SD
全县	3.90 ~ 5.60	4.75 ± 0.28	23.39 ~ 87.56	42.94 ± 19.47	1.13 ~ 4.95	2.15 ± 0.96
横岗	3.90 ~ 4.39	4.17 ± 0.18	27.65 ~ 41.62	33.82 ± 5.32	1.16 ~ 1.87	1.42 ± 0.25
小竹溪	4.03 ~ 4.89	4.53 ± 0.26	30.26 ~ 34.91	32.71 ± 6.07	1.33 ~ 1.72	1.56 ± 0.29
南胜	4.55 ~ 5.28	4.83 ± 0.23	32.94 ~ 40.90	35.66 ± 2.57	1.42 ~ 2.28	1.62 ± 0.19
高寮	4.55 ~ 5.13	4.85 ± 0.18	34.17 ~ 53.52	40.52 ± 8.53	2.04 ~ 2.38	2.25 ± 0.41
山乍口	4.52 ~ 4.99	4.70 ± 0.17	41.57 ~ 45.81	43.04 ± 6.28	1.62 ~ 2.17	1.95 ± 0.25
斗潭	4.30 ~ 4.82	4.57 ± 0.18	43.58 ~ 49.82	45.91 ± 8.31	2.14 ~ 2.43	2.28 ± 0.37
道惠口	4.14 ~ 5.03	4.70 ± 0.35	46.53 ~ 54.53	49.45 ± 16.06	2.24 ~ 2.79	2.41 ± 0.56
程岭根	4.26 ~ 5.60	4.93 ± 0.40	51.90 ~ 56.82	52.66 ± 28.25	2.30 ~ 3.04	2.70 ± 1.43
烧火坑	4.35 ~ 5.16	4.90 ± 0.26	76.97 ~ 87.56	82.25 ± 27.56	4.01 ~ 4.95	4.25 ± 1.38
程路	4.59 ~ 5.16	4.93 ± 0.19	58.51 ~ 71.44	65.93 ± 26.99	3.08 ~ 3.93	3.39 ± 1.30
东北头	4.51 ~ 5.34	4.89 ± 0.27	28.42 ~ 33.14	30.49 ± 10.71	1.16 ~ 1.53	1.33 ± 0.46
竹园	4.14 ~ 5.10	4.72 ± 0.30	30.40 ~ 34.14	31.23 ± 10.86	1.23 ~ 1.57	1.46 ± 0.31
新处	4.53 ~ 5.16	4.85 ± 0.19	24.66 ~ 30.85	28.96 ± 7.00	1.13 ~ 1.99	1.53 ± 0.30
官岭	4.45 ~ 5.15	4.81 ± 0.21	49.55 ~ 56.57	53.07 ± 12.92	2.04 ~ 2.86	2.37 ± 0.42
黄下	4.29 ~ 5.04	4.74 ± 0.24	27.84 ~ 34.10	30.53 ± 4.88	1.17 ~ 1.91	1.59 ± 0.25
周岭根	4.55 ~ 4.92	4.77 ± 0.11	23.39 ~ 32.59	28.38 ± 6.80	2.00 ~ 2.62	2.35 ± 0.29
南岱	4.48 ~ 4.97	4.75 ± 0.14	29.49 ~ 34.83	32.08 ± 62.21	1.23 ~ 2.02	1.58 ± 0.28
斗米岙	4.70 ~ 5.00	4.80 ± 0.10	53.28 ~ 79.25	56.19 ± 10.82	2.08 ~ 3.46	2.62 ± 0.41
采样地	碱解氮/mg · kg ⁻¹		有效磷/mg · kg ⁻¹		速效钾/mg · kg ⁻¹	
	幅度	均值 ± SD	幅度	均值 ± SD	幅度	均值 ± SD
全县	99.52 ~ 321.27	159.79 ± 70.49	1.13 ~ 5.18	2.27 ± 1.45	35.22 ~ 92.99	61.28 ± 26.60
横岗	103.68 ~ 114.22	108.74 ± 27.97	2.00 ~ 2.44	2.25 ± 0.95	51.81 ~ 73.13	65.52 ± 13.77
小竹溪	103.09 ~ 128.75	117.51 ± 21.65	2.01 ~ 2.92	2.39 ± 1.87	39.42 ~ 45.37	41.92 ± 8.53
南胜	99.52 ~ 115.25	107.80 ± 5.14	2.14 ~ 2.74	2.37 ± 2.58	43.13 ~ 46.87	45.00 ± 10.35
高寮	125.31 ~ 141.73	135.53 ± 31.34	1.13 ~ 1.81	1.44 ± 1.49	37.13 ~ 38.96	37.72 ± 6.64
山乍口	128.52 ~ 140.27	133.02 ± 28.64	1.23 ~ 1.77	1.62 ± 0.86	35.22 ~ 39.85	37.16 ± 7.49
斗潭	117.06 ~ 131.41	123.92 ± 30.85	1.32 ~ 1.66	1.51 ± 0.84	41.21 ~ 46.12	43.69 ± 23.12
道惠口	151.76 ~ 172.46	162.96 ± 37.61	2.14 ~ 2.80	2.26 ± 1.33	53.73 ~ 56.85	55.54 ± 11.08
程岭根	195.03 ~ 218.45	205.58 ± 104.49	2.43 ~ 2.75	2.59 ± 1.86	84.70 ~ 92.82	89.40 ± 65.46
烧火坑	274.93 ~ 321.27	293.46 ± 105.46	2.02 ~ 2.55	2.20 ± 0.84	73.73 ~ 81.64	78.96 ± 13.44
程路	254.78 ~ 307.58	279.82 ± 92.27	1.82 ~ 2.29	2.05 ± 0.88	88.58 ~ 92.85	90.62 ± 15.20
东北头	106.17 ~ 120.75	113.34 ± 35.34	2.02 ~ 2.56	2.37 ± 1.08	51.52 ~ 60.15	57.13 ± 18.32
竹园	104.61 ~ 126.00	115.07 ± 18.78	1.52 ~ 2.01	1.81 ± 0.74	46.87 ~ 55.82	52.09 ± 13.08
新处	120.71 ~ 153.66	133.29 ± 24.30	2.75 ~ 3.74	3.23 ± 1.54	54.18 ~ 62.34	56.86 ± 13.56
官岭	153.01 ~ 171.44	165.17 ± 23.24	2.17 ~ 3.18	2.81 ± 1.33	78.51 ~ 86.39	80.54 ± 14.64
黄下	122.26 ~ 165.64	145.54 ± 14.34	1.54 ~ 2.09	1.81 ± 0.56	58.51 ~ 78.96	67.57 ± 19.31
周岭根	189.37 ~ 215.13	202.91 ± 23.37	1.75 ~ 2.13	1.96 ± 0.86	67.01 ~ 77.46	73.08 ± 15.29
南岱	104.83 ~ 166.17	139.64 ± 24.12	1.23 ~ 1.75	1.52 ± 0.35	51.12 ~ 57.63	53.40 ± 14.46
斗米岙	180.78 ~ 204.12	192.96 ± 37.51	4.24 ~ 5.18	4.62 ± 1.85	73.76 ~ 81.94	76.90 ± 6.81

3.1.3 土壤全氮和碱解氮 土壤中的全氮含量代表着土壤氮素的总贮量和供氮潜力。因此, 全氮含量是土壤肥力的主要指标之一。对松阳县毛竹林土壤的全氮进行测定, 平均值为 2.15 g/kg, 含量丰富; > 2.5 g/kg 的土样有 36 个, 2.5 ~ 2.0 g/kg 土样有 29 个, 2.0 ~ 1.0 g/kg 的有 73 个, < 1.0 g/kg 有 3 个。

碱解氮包括无机态氮和结构简单能为植物直接吸收利用的有机态氮, 它可供植物近期吸收利用, 故又称速效氮。碱解氮含量的高低, 能反映近期土壤的氮素供应能力。松阳县毛竹林土壤碱解氮平均值为 159.79 mg/kg, 含量较高, 其中 > 150 mg/kg 有 66 个, 150.0 ~ 100.0 mg/kg 有 63 个, 100 ~ 50 mg/kg 有 14 个, < 50 mg/kg 的仅 1 个。

3.1.4 土壤全磷和有效磷 土壤全磷的测定结果表明, 全磷平均值为 0.25 g/kg, 含量较低。> 0.65 g/kg 有 3 个, 0.65 ~ 0.40 g/kg 有 15 个, 0.40 ~ 0.15 g/kg 有 91 个, < 0.15 g/kg 有 35 个。一般来说, 土壤全磷含量只表明该土壤磷元素的储备, 而植物直接吸收利用的是磷的速效部分, 该项指标仅作为生产施肥的参考。松阳县毛竹林土

壤有效磷含量平均为 2.27 mg/kg, 所有样点均少于 10 mg/kg, 有效磷含量严重贫瘠。

P 元素是植物细胞核的重要组成成分, 它对细胞分裂和植物各器官组织的分化发育具有重要作用, 是植物体内生理代谢活动必不可少的重要元素。鲁顺保^[6]等研究认为平均立竹胸径随土壤速效磷含量提高而增粗, 因子影响达极显著, 对竹材枝下高达差异显著水平, 培育大径级竹林必须考虑磷肥施用。

3.1.5 土壤全钾和速效钾 钾元素能加速植物对 CO₂ 的同化作用, 促进碳水化合物转变、蛋白质的合成和细胞的分裂, 减少蒸腾作用, 调节植物组织中的水分平衡, 增强植物的抗性, 并提高竹笋的品质。土壤全 K 反映毛竹林土壤 K 元素的总储量, 但因其 90%~98% 为无效态钾^[7], 所以本实验只评价速效钾的水平。松阳县毛竹林土壤速效钾含量平均为 61.28 mg/kg, > 150 mg/kg 仅 1 个, 100~150 mg/kg 有 5 个, 100~50 mg/kg 有 78 个, < 5 mg/kg 有 60 个, 属严重贫瘠。

3.2 贫瘠化评价结果统计

根据测定结果, 结合表 1、表 2 得出松阳县毛竹林土壤养分贫瘠化评价结果, 见表 3。

土壤中 N、P、K 3 种主要营养元素的平衡, 对毛竹生长发育的影响很大, 毛竹的生长仍受最小定律的限制, 只有对毛竹林进行平衡施肥, 才能人为控制土壤供肥条件和各营养元素的含量, 促进毛竹对养分的吸收, 从而使土壤中各种营养元素的含量能够满足毛竹最佳生长的需要^[8]。实现精准施肥, 同时也减少肥料浪费和农业面源污染。

松阳县毛竹主要分布区枫坪乡、玉岩镇、竹源乡、新兴镇等海拔 750 m 以上土壤主要为黄壤土类的山地黄泥土、山地黄泥砂

土和山地红松泥土, 成土母质为酸性火山岩的风化体, 有机质积累量大, 分解缓慢。海拔 750 m 以下主要是红壤土类黄红壤亚类黄泥土和红松土, 成土母质主要是凝灰岩、花岗岩、片麻岩等酸性岩浆岩风化物为主。湿热同步、干湿交替的生物气候条件, 加速了原生矿物风化、淋溶和积淀的进程, 土壤富铝化和高岭化特征明显, 土壤呈酸性或强酸性, 磷钾含量低, 导致有效磷和速效钾严重匮乏。农民在进行毛竹低产林改造时, 由于单施氮肥增产效果明显, 而单施磷钾肥效果不那么特别显著^[9], 误认为只要施用氮肥就可使毛竹增产, 生产中只施氮肥, 不施或少施磷钾肥, 土壤中被带走的磷钾无法及时补充, 进一步加剧了竹林土壤磷钾的匮乏, 这与化验结果中土壤全氮和碱解氮含量高、磷钾含量低相吻合。

土壤 pH 值对土壤肥力有明显影响, 是土壤的重要化学性质, 对土壤微生物的活性、对矿物质和有机质分解起重要作用, 进而影响土壤养分因素的释放、固定和迁移等。土壤 pH 上升促使铁、铝形成氢氧化物, 减少它们对磷的固定, 增加土壤有效磷的含量。土壤 pH 值在 6.5 左右时, 各种营养元素的有效度都较高, 在微酸性、中性、碱性土壤中, 氮、硫、钾的有效度高^[10]。

林地适宜的 pH 和温度、湿度条件能促进有机磷的矿化作用, 为补充土壤速效磷提供来源, 在酸化土壤中, 尤其是 pH < 5.0 时, 土壤溶液的游离磷酸根转化为磷酸铁和磷酸铝等难溶性化合物, 降低了磷的利用率和有效性^[11]。

4 结论与讨论

松阳县毛竹林土壤有机质和氮素含量高, pH 低, 土壤酸化严重, 磷钾含量匮乏, 远低于毛竹生长所需, 各项养分指标出现不同程度的贫瘠化, 在生产上要主动进行调整。

松阳县毛竹林土壤 pH 值虽然在毛竹适生范围, 但酸化严重, 间接影响了磷的供应, 建议在生产上施用石灰, 不仅可以提高土壤 pH 值, 使其更有利于毛竹生长, 同时也提高土壤有效磷的供应; 在竹林施肥培育上, 应控制氮肥总量, 增施磷钾肥, 满足毛竹生长所需。针对土壤酸化和磷缺乏的现状, 推荐使用过磷酸钙等碱性磷肥, 可以提高土壤 pH 值和有效磷的补充。

表 3 松阳县毛竹林土壤养分贫瘠化评价结果
Table 3 Evaluation on soil nutrient depletion in bamboo stand of Songyang

项目	肥沃	轻度贫瘠	中度贫瘠	严重贫瘠
pH		0.7	83.3	16.0
有机质	44.4	34.7	16.0	4.9
全氮	25.0	20.1	50.7	4.2
碱解氮	45.8	43.8	9.7	0.7
全磷	2.1	10.4	63.2	24.3
有效磷	-	-	-	100
速效钾	0.7	3.5	54.2	41.6

参考文献:

- [1] 高志勤, 傅懋毅. 经营方式对毛竹林土壤肥力指数的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2008, 32(4): 81–85
- [2] 中国土壤学会. 土壤农化分析法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [3] 徐秋芳, 俞益武, 姜培坤. 商品林地土壤养分贫瘠化评价[J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 99–102.
- [4] 罗治建, 陈卫文, 鲁剑巍, 等. 鄂南地区毛竹林土壤肥力[J]. 东北林业大学学报, 2003, 31(3): 19–23.
- [5] 叶仲节, 柴锡周. 浙江林业土壤[M]. 杭州: 浙江科技出版社, 1986.
- [6] 鲁顺保, 张燕杰、龚霞, 等. 土壤养分与毛竹及竹笋生长相关性研究[J]. 江苏农业科学, 2011(1): 208.
- [7] 鲁如坤, 土壤—植物营养学原理和施肥[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [8] 郭晓敏, 牛德奎, 范方礼, 等. 平衡施肥毛竹林叶片营养与土壤肥力及产量的回归分析[J]. 林业科学, 2007, 43(sp1): 53–57).
- [9] 汪奎宏, 黄伯惠. 中国毛竹[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1996.
- [10] 黄昌勇, 李保国, 潘根兴, 等. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 高志勤. 毛竹林土壤磷钾养分状况及生长效应[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2010, 34(6): 33–37.