

文章编号: 1000-5692(2000)03-0280-05

安吉县港口乡低产毛竹林地肥力分析

徐秋芳¹, 徐建明², 刘力¹, 钱新标¹

(1. 浙江林学院 资源与环境系, 浙江 临安 311300; 2. 浙江大学 环境与资源学院, 浙江 杭州 310029)

摘要: 对安吉县港口乡不同生产力水平毛竹林地土壤理化性质作分析比较, 得出大片中低产林的土壤肥力障碍因子为土层薄 ($< 60\text{ cm}$), 含石量高 (粒径大于 1 mm 石砾达 $45\% \sim 50\%$), 土壤偏实 (容重为 $1.20 \sim 1.34\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), 土壤养分总贮量低, 养分不平衡, 氮多磷少, 尤其是 $20 \sim 40\text{ cm}$ 土层有效磷严重缺乏。以上因子综合影响毛竹的生长。表4参9

关键词: 毛竹; 林地; 土壤物理性质; 土壤化学分析; 土壤肥力

中图分类号: S158.3; S714.8 **文献标识码:** A

我国 17 个省区有毛竹 (*Phyllostachys pubescens*) 分布, 面积约 262 万 hm^2 , 占分布区有林地面积的 $6.47\%^{[1]}$ 。浙江省是毛竹的主要分布区之一。毛竹要求较高的适生环境, 尤其是土壤条件。由此, 我国毛竹中低产林占有很大的比例。毛竹低产的原因及改造已有较多报道^[2-5], 但着重于土壤肥力障碍的详细分析尚鲜有报道^[6]。为此, 就浙江省安吉县港口乡具有代表性的中低产林进行调查分析。

1 方法与内容

1.1 采样方法

1996 年 10 月在港口乡选择 3 块不同经营水平及生长状况的竹林 (低产林、中低产林和高产林), 分别调查采集土样 ($0 \sim 20\text{ cm}$, $20 \sim 40\text{ cm}$), 测定土壤理化性质。通过不同林地理化性质的比较, 找出低产毛竹林的土壤肥力障碍因子。

1.2 竹林地概况

①低产林地位于港口乡霞泉村的丘陵地, 坡度 30° 左右, 土壤母质为粉砂岩的坡积物, 土层厚度 $20 \sim 60\text{ cm}$ 不等。竹林密度为 $2\ 579\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$, 4 年生竹占 40.4% , 2 年生竹 59.6% 。竹子平均胸径为 7.17 cm , 大小年明显。林内地被物多, 无任何抚育措施。②中低产林位于低产林地附近, 是港口乡的代表林型。地形和土壤母质与低产林相同。采样地坡度为 $15 \sim 20^\circ$, 土层厚度 $40 \sim 60\text{ cm}$ 。竹林密度为 $3\ 045\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$, 4 年生竹占 51.0% , 2 年生竹 49.0% 。竹子平均胸径为 7.88 cm , 大小年明显。林内地被物覆盖度小于低产林, 每隔 1 a 清除 1 次, 并施少量速效氮肥。③高产林地位于港口乡大坑村的丘陵地, 坡度 20° 左右。土壤母质为酸性岩浆岩的坡积和残积物, 土层厚度 $80 \sim 120\text{ cm}$ 。竹林密度 $5\ 355\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$, 6 年生占 23.0% , 4 年生 38.0% , 2 年生 39.0% 。竹子平均胸径 10.5 cm , 大小年明显。林内基本无杂灌, 近年来常结合耕翻松土施用有机肥和速效氮磷肥。

1.3 土壤样品分析

全部按照文献 [7] 规定的方法。

收稿日期: 1999-12-02; 修回日期: 2000-03-30

作者简介: 徐秋芳(1963-), 女, 浙江东阳人, 副教授, 从事森林土壤学研究。

2 结果与讨论

2.1 不同林地的土壤物理性状

土壤的物理性质决定植物生存环境的好坏, 因为物理性状直接反映土壤的水气热状况, 并间接影响土壤的养分供应情况。不同林地的土壤物理性状见表 1。

表 1 不同林地土壤的物理性状

Table 1 Physical properties of different bamboo forests

地类	样点	粘粒含量/%		质地名称	容重 / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	田间持水量 / ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	总孔隙度 / %	毛管孔隙度 / %	通气孔隙度 / %
		< 0.01 mm	< 0.001 mm						
低产林地	1	59.8	21.0	重壤	1.27	325	53.9	43.1	10.8
	3	55.6	18.6	重壤	1.12	384	58.0	43.3	14.7
	4	55.6	18.6	重壤	1.27	326	52.1	41.4	10.7
	5	57.7	22.7	重壤	1.28	267	51.7	34.2	17.5
	\bar{x}	57.2	20.2	重壤	1.24	326	54.0	40.5	13.4
中低产林地	1	56.7	19.6	重壤	1.42	262	46.4	37.4	9.2
	2	59.8	22.7	重壤	1.37	280	48.3	38.4	9.9
	3	51.5	21.6	重壤	1.32	286	50.1	37.8	12.3
	4	57.7	25.8	重壤	1.23	345	53.6	42.4	11.4
	\bar{x}	56.4	22.4	重壤	1.34	293	49.9	39.0	10.7
高产林地	1	25.8	10.3	轻壤	1.15	383	56.7	43.7	13.0
	2	30.9	16.5	中壤	1.14	385	57.0	43.9	13.1
	3	26.8	12.4	轻壤	1.10	391	58.5	44.7	13.8
	\bar{x}	27.8	13.1	轻壤	1.13	386	57.4	44.1	13.3

说明: 表中所列均为各点 20~40 cm 土层的物理性质指标

从表 1 可知, 各种林地土壤的物理性状差异明显。总体上看, 高产林地最好, 其次为低产林地, 中低产林地最差。高产林地土壤质地疏松(轻壤—中壤), 粘粒含量低, 总孔隙度大, 毛管孔隙与通气孔隙比例协调, 土壤既有较强的持水能力(田间持水量平均为 38.6%), 又有较好的通气条件(通气孔隙度为 13.3%)。土壤容重落在毛竹生长要求的理想容重范围 ($0.8 \sim 1.15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)^[8], 综合物理性状指标理想。竹子既怕淹水, 又怕缺水。高产林地的土壤条件, 雨季水分下渗快, 不会导致地表径流; 伏秋干旱季节, 正值竹子孕笋期, 是竹子生长的需水临界期, 高产林地能提供较多的有效水, 加上林内郁闭度大, 地面蒸发少, 能基本保证水分的供应。而其他 2 种林地, 尤其是中低产林地, 则不能很好地协调雨季和旱季的矛盾, 土壤易被冲刷, 加上土层较薄, 因此在大多秋季干旱年份, 竹子孕笋生长受到一定程度的影响, 从而出笋数量、立竹数以及成竹质量均不如高产林地。

2.2 不同林地土壤的酸碱状况

一般认为毛竹适宜生长的 pH 值范围为 4.5~7.0^[8]。从表 2 可知, 3 种不同林地土壤的 pH 值都在 5.05~6.0 之间, 较适于毛竹生长。不同林地土壤 pH 值的剖面变化不尽相同, 低产林地是表层高于表下层(平均高出 0.11 个单位)。这是由于地表大量的地被物, 使土壤有机物在表层积累, 分解后释放出大量盐基之故。表层的盐基饱和度平均高达 43.0%, 比表下层高出 19.6%, 这与土壤 pH 及水解性酸度的剖面分布规律吻合。中低产林土壤 pH 剖面分布则是上低下高(平均相差 0.16 个单位), 而高产林地土壤 pH 剖面分布规律与中低产林相同, 只是上下 2 层差异更大(平均相差 0.69 个单位)。这说明松土和施肥可以促进表层有机质的分解, 释出的盐基部分下移使下层土壤 pH 值提高。高产林地较多的地下鞭根系的分泌物及残体的分解是导致下层土壤 pH 值高于表层的另一因素。相同的规律也反映在土壤盐基饱和度上。土壤阳离子代换量(CEC)反映土壤的保肥能力。3 种林地 CEC 指标, 说明 3 种土壤都具中等保肥能力, 其共同特点是表层高于相应的表下层, 且不同林地间差异并不大。低产林地的表层由于含有较多的有机质, 阳离子代换量稍高, 最小的属中低产林的表下层。为了

提高土壤的保肥能力应增施有机肥。

表2 不同林地土壤酸度、阳离子代换量及盐基饱和度

Table 2 Acidity, base percentage and cation exchange capacity

地类	样点	pH 值		b (水解性酸度) / (cmol ⁺ kg ⁻¹)		b (阳离子代换量) / (cmol ⁺ kg ⁻¹)		盐基饱和度 / %	
		0~20	20~40	0~20	20~40	0~20	20~40	0~20	20~40cm
低产林地	1	5.60	5.50	9.93	12.22	17.39	16.20	42.9	18.4
	2	5.62	5.52	10.42	11.98	19.34	13.8	46.1	13.1
	3	5.56	5.65	11.85	10.60	17.14	15.75	30.9	32.6
	4	5.85	5.66	8.51	10.70	16.95	16.92	49.8	36.7
	5	5.64	5.35	9.44	10.73	17.20	12.86	45.1	16.6
	\bar{x}	5.65	5.54	10.03	11.25	17.60	15.40	43.0	23.4
中低产林地	1	5.57	5.58	10.72	10.71	12.87	15.99	32.2	33.0
	2	5.30	5.54	10.39	9.47	14.56	11.63	28.6	29.6
	3	5.03	5.28	12.28	11.53	14.46	14.69	15.1	25.5
	4	5.41	5.55	10.19	9.77	14.85	10.76	31.4	32.5
	5	5.33	5.49	10.89	10.37	14.19	13.27	26.8	30.2
	\bar{x}	5.33	5.49	10.89	10.37	14.19	13.27	26.8	30.2
高产林地	1	5.10	5.78	11.79	8.18	16.43	16.26	28.2	49.7
	2	5.08	5.82	15.01	9.51	19.46	16.98	22.9	44.0
	3	5.07	5.70	10.81	8.56	15.38	16.63	29.6	48.5
	4	5.08	5.77	12.54	8.75	17.09	16.62	26.9	47.4
	5	5.08	5.77	12.54	8.75	17.09	16.62	26.9	47.4
	\bar{x}	5.08	5.77	12.54	8.75	17.09	16.62	26.9	47.4

说明:表中0~20、20~40均表示土层深度,单位为cm;以下均同

2.3 不同林地土壤有机质及氮素状况

土壤有机质含量的高低及品质的好坏,是衡量土壤肥力的重要标志。从表3可知土壤有机质含量最高的是低产林的表层,似乎与实际土壤的肥力水平不相符。这主要是低产林地长期无人管理翻耕,致使枯枝落叶分解缓慢,在表层积累相对较粗的有机质[碳/氮(C/N)比值为13.0,最高]。高产林地频繁的翻耕施肥,加上林下无地被物,地表只有易分解的竹叶,因此有机质含量低但品质好(表层C/N=6.2)。中低产林地的地被物数量及翻耕频率居中,有机质含量及碳氮比也居中。所以低产林地表层有机质碳含量高,并不说明整个土层肥力高。表下层的土壤有机碳含量一般低于表层,如低产林及中低产林都不例外,但高产林则相反,即表下层高于表层,这可能与表层接受的枯枝落叶少,而20~40cm土层地下鞭根系发达有关。表层通气好,竹叶易分解,而表下层土壤相对紧实,加上根分解比叶子困难而且慢,有机质易于积累,且C/N比也较大(比表层大5.9)。不同林地土壤全氮的变化规律与土壤有机质一致。

土壤水解性氮含量反映土壤供氮水平。土壤水解性氮是低产林地最高,其次是高产林地,中低产林地最低,这与土壤有机质含量高低一致。但表中数据只反映<1mm粒径的土壤中水解性氮的高低情况。由于低产林地石砾含量(>1mm,0~20cm平均为45.44%;20~40cm49.08%)比高产林地(0~20cm20.55%,20~40cm26.88%)高得多,几乎是高产林地的2倍。因此实际土壤(即考虑石砾含量后)水解性氮为低产林地0~20cm土层135.2mg·kg⁻¹,20~40cm84.2mg·kg⁻¹;高产林地0~20cm土层为153.9mg·kg⁻¹,20~40cm106.5mg·kg⁻¹。以上数据加上土层厚度(高产林地2倍于低产林)因子,说明真正的供氮水平显然是高产林地大于低产林地。

2.4 不同林地土壤速效磷、钾和硅的养分状况

各种林地土壤有效磷均为0~20cm土层高于20~40cm土层,但不同林地的有效磷含量水平不同,高产林地明显高于其他2种林地。这说明有效磷含量与毛竹生长状况有较密切的关系。低产林地和中低产林地土壤虽然发育于同一种母岩,但是中低产林地的表层及表下层均高于低产林地相应层次,这可能是由于经营管理措施活化并提高土壤有效磷之故。高产林地虽然上下两层土壤磷均高于其他林地的相应层次,但表层的差异不如表下层明显,说明表下层磷对毛竹生长更为重要。所以在生产中应重视表下层磷的供应。

表 3 不同林地土壤有机碳、全氮及水解性氮

Table 3 Contents of soil organic matter, total nitrogen and hydrolysis nitrogen

地类	样点	w(有机碳) / (g·kg ⁻¹)		w(全氮) / (g·kg ⁻¹)		C/N 比		w(水解性氮) / (mg·kg ⁻¹)	
		0~20	20~40	0~20	20~40	0~20	20~40	0~20	20~40cm
低产林地	1	28.9	14.9	2.00	1.59	14.4	9.4	233.2	148.2
	2	24.0	14.2	1.99	1.44	12.1	9.9	218.9	152.5
	3	27.6	19.1	2.36	1.27	11.7	15.0	195.1	283.9
	4	25.1	14.2	1.66	1.48	15.1	9.6	335.3	89.9
	5	25.8	12.1	2.25	1.24	11.5	9.7	256.1	152.8
	\bar{x}	26.3	14.9	2.05	1.40	13.0	10.6	247.7	165.4
中低产林地	1	11.9	6.1	1.22	0.72	9.8	8.5	129.5	39.6
	2	19.6	9.2	1.64	0.82	12.0	11.2	191.8	85.8
	3	23.1	7.2	2.24	0.74	9.6	9.7	217.0	82.8
	4	19.3	9.5	2.11	0.99	9.2	9.6	197.3	29.3
	\bar{x}	18.5	8.0	1.80	0.82	10.2	9.8	183.9	59.4
高产林地	1	7.2	11.1	1.23	1.01	5.9	11.0	134.1	106.5
	2	12.4	22.9	2.00	1.61	6.2	14.2	198.4	199.7
	3	11.2	13.4	1.73	1.20	6.5	11.2	248.6	130.7
		\bar{x}	10.3	15.8	1.65	1.27	6.2	12.1	193.7

表 4 不同林地土壤速效养分

Table 4 Content of soil rapid nutrients

地类	样点	w(有效磷) / (mg·kg ⁻¹)		w(速效钾) / (mg·kg ⁻¹)		N:P:K		w(有效硅) / (mg·kg ⁻¹)
		0~20	20~40	0~20	20~40	0~20	20~40	0~20cm
低产林地	1	3.66	0.98	47.27	20.99	64:1:13	152:1:21	39.7
	2	3.23	0.70	57.47	25.90	68:1:18	218:1:37	40.1
	3	2.95	0.53	47.02	20.88	66:1:16	536:1:39	26.3
	4	2.53	0.42	62.50	15.54	132:1:25	214:1:137	32.5
	5	0.98	0.67	41.97	25.99	261:1:43	228:1:39	30.5
	\bar{x}	2.67	0.66	51.24	21.87	92:1:19	250:1:33	33.8
中低产林地	1	2.11	0.84	36.50	20.75	61:1:17	47:1:25	40.7
	2	3.37	1.12	41.75	21.23	57:1:12	77:1:19	29.8
	3	1.97	0.56	48.49	20.92	110:1:25	148:1:37	20.2
	4	4.73	1.23	62.18	15.50	42:1:13	24:1:13	23.4
	\bar{x}	3.04	0.94	47.23	19.60	60:1:16	63:1:21	28.8
高产林地	1	2.72	1.83	31.09	15.76	49:1:11	58:1:9	37.5
	2	4.36	2.25	52.30	20.90	46:1:12	89:1:9	35.8
	3	2.83	2.11	36.61	20.86	88:1:13	62:1:9	38.9
		\bar{x}	3.30	2.06	40.00	19.17	59:1:12	70:1:9

土壤中的速效钾都是表层明显高于表下层(其比例约为 2:1),不同林地之间无多大差别。土壤钾的总体水平偏低,但从高产林的生长状况最好而土壤钾含量最低的实际状况看,好像竹子生长并不缺钾。其原因可能是 10 月份以前竹子生长旺盛,消耗了大量的速效钾。高产林生长状况好,消耗的养分多,致使土壤中的含量下降快。具体尚待进一步探讨。根据毛竹叶中氮磷钾(NPK)的含量分析得出的一般 N:P:K 为 18:1:8^[9]可知,毛竹生长对氮和钾的需要量远大于磷。从表 4 中氮磷钾比值可以看出,3 种林地土壤磷均偏低,其中最明显的是低产林地,尤其是低产林地的表下层, N:P:K 比严重失调,这可能又是低产的原因之一。中低产及高产林地 N:P:K 比例也不理想,因此若能增加土壤

中磷的供应, 可以提高毛竹的生长量, 获得较好的经济效益。

硅是禾本科植物的特需元素。高产林地中有效硅的含量最高, 其次为低产林地, 中低产林地最低, 说明硅对竹子生长较为重要。低产林地虽然有效硅含量并不最低, 但其生长状况最差。由此不难看出, 毛竹生长不仅受硅的影响, 同时更受最小养分率制约, 因而在补硅同时, 应该注重平衡施肥, 适当追施其他肥料, 以确保毛竹正常生长。

3 结论

3.1 中低产林地土壤肥力障碍因子

通过分析比较不同林地土壤物理化学性质发现该区中低产林地的土壤物理性质差。表现为土壤容重大 ($1.2 \sim 1.34 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), 土层薄 ($< 60 \text{ cm}$), 含石量高 ($> 1 \text{ mm}$ 石砾为 $40\% \sim 50\%$), 土壤不能很好地协调水气热。土壤化学性状差, 主要表现为土壤养分总贮量低, 低产林土壤中有效磷明显缺乏, 尤其是 $20 \sim 40 \text{ cm}$ 的土层; 氮磷钾三要素的比例严重失调, 氮多磷少。

3.2 改良对策

①清除地被物并翻耕松土, 隔年增施有机肥, 改善土壤的物理性状。②为解决孕笋期土壤干旱缺水, 可适量施入人造保湿剂以保证土壤供水。③补充土壤速效养分。根据竹子的生理特性确定 3 个施肥时期: 3 月份出笋前施速效氮肥, 6 月份竹子旺长期追施氮磷钾速效肥, 8 月底 9 月初着重施用磷钾肥, 以沟施为佳。

参考文献:

- [1] 王永安. 我国毛竹发展战略探讨[J]. 林业资源管理, 1992, (4): 59—62.
- [2] 陈存及, 董建文. 福建毛竹低产林成因、类型及改造[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(4): 366—370.
- [3] 张美琼. 毛竹林低产主要原因及改造[J]. 竹子研究汇刊, 1994, 13(1): 57—61.
- [4] 周胜昭. 广西毛竹低产林分改造技术措施初探[J]. 广西林业勘测设计, 1992, (1): 25.
- [5] 李启良, 许大明, 吴军寿. 低产毛竹林改造技术及其效果[J]. 浙江林学院学报, 1995, 12(1): 114—118.
- [6] 徐秋芳, 钱新标. 毛竹根际土壤的化学性质[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(3): 240—243.
- [7] 中华人民共和国国家标准局. GB7848-7558-1987 森林土壤分析法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1987.
- [8] 叶仲节, 柴锡周. 浙江林业土壤[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1986. 7.
- [9] 郑郁善, 洪伟, 陈礼光, 等. 竹林生长及竹叶养分和土壤肥力相关研究[J]. 林业科学, 1998, 34(专辑): 65—68.

Analysis on Soil fertility of low-yield *Phyllostachys pubescens* forest in Gangkou town of Anjie County

XU Qiu-fang¹, XU Jian-ming², LIU Li¹, QIAN Xin-biao¹

(1. Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. College of Environment and Resources, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang, China)

Abstract: By analysing many soils collected from different bamboo forests with various productivity, the following conclusions can be implied. There limitational factors impaired growth of bamboo. are poor physical properties such as thin soil strata ($< 60 \text{ cm}$), too much gravel ($> 1 \text{ mm}$ gravel reach $45\% \sim 50\%$), firm earth (volume weight is $1.20 \sim 1.34 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), and unfavourable chemical properties, for example, less total soil nutrient storage, imbalant nutrients, excess in nitrogen and deficiency in phosphorous, especially in $20 \sim 40 \text{ cm}$ strata.

Key words: *Phyllostachys pubescens*; forest land; soil physical properties; soil chemical analysis; soil fertility