

积量关系密切^[1122],其蓄积量越大,其持水量也越大^[13]

佛山市 16 个风水林群落枯落物最大持水率和最大持水量的平均值分别为 168.30%,1.65 mm,低于亚热带山地季风常绿阔叶林(分别为 448.9%和 3.10 mm),也远低于全国的平均水平^[14](309.54%和 4.18 mm)。这是因为试验地处于热带地区,水热条件适宜,枯落物分解快,对降雨的有效拦蓄能力较弱。

为进一步比较各风水林群落之间枯落物持水能力的大小,对它们的枯落物各项特性指标进行聚类分析(图 1)。从图 1 可以看出,在相对欧式距离(relative euclidean)为 2.6 时,可分为 4 类:第 1 类为云端村、寺边村、院头村、万石头村、山布村、新誉洞村、石潭刘村、塾坑村、杨坳村、碧云村和谭南村,其群落枯落物持水性较好;第 2 类为伦涌村、荔枝塘村和宫花塘村,其群落枯落物持水性中等;第 3 类为平南村,第 4 类为坑美村,第 3 和第 4 类群落枯落物持水性较差。

3.2 不同风水林群落土壤理化性状及其持水性

不同群落类型土壤理化性状的差异直接影响土壤水分贮存方式,关系到涵养水源潜能的强弱^[15]。土壤持水特性主要涉及的因子有土壤容重、孔隙度、毛管持水量、自然含水率等。

3.2.1 不同群落林地土壤含水量 由表 3 可见,不同风水林群落土壤持水特性指标各不相同。万石头村林地土壤自然含水率最高,为 41.86%,塾坑村、石潭刘村、山布村、云端村、碧云村、院头村、宫花塘村和荔枝塘村较高(在 20.5%~28.78%之间),土壤较为湿润;而杨坳村、坑美村、寺边村、新誉洞村、平南村和谭南村较小(在 20.0%以下),伦涌村最小,仅为 12.38%。

3.2.2 不同群落林地土壤容重和孔隙 土壤容重是衡量土壤物理性质的重要指标之一^[1627]。根据浙江林学院叶仲节教授研究提出的单项肥力指标,将容重分为 $\leq 1.20\text{ g/cm}^3$ (I级), $1.30\sim 1.21\text{ g/cm}^3$ (II级), $1.40\sim 1.31\text{ g/cm}^3$ (III级), $1.50\sim 1.41\text{ g/cm}^3$ (IV级), $>1.51\text{ g/cm}^3$ (V级),根据以上的标准,在 16 个调查地中单项肥力容重最好的 I 级有万石头村、云端村和碧云村,其林地土壤结构疏松、通气、透水性较好,涵养水分能力较强。坑美村、谭南村、新誉洞村、平南村、杨坳村和伦涌村林地土壤容重较大,属 V 级,总孔隙度较小,其林地土壤透水性差,易产生地面积水与地表径流,减少降水向土壤的渗入量^[18]。

不同风水林群落由于土壤物理性质差异明显,其土壤的持水性亦明显不同(表 3)。万石头村、云端村和碧云村林地土壤总持水量和持水性较好,寺边村、山布村、荔枝塘村、石潭刘村、院头村、塾坑村、宫花塘村次之,坑美村、谭南村、新誉洞村、平南村、杨坳村和伦涌村林地土壤则较差。

但有报道土壤持水能力大小也取决于土壤非毛管孔隙度^[1,15,19,20]。非毛管孔隙度越大,表明土壤中可能吸持的无效水容量小,增加了土壤中的有效水的贮存容量,进而增强了土壤的持水性和通透能力^[15];另外,山洪一般出现在有充分前期降雨条件下,此时土壤达到或接近田间持水量,毛管孔隙已不能蓄存水分,只有非毛管孔隙因排水迅速来暂时滞缓峰值流量或削减快速径流量^[20]。从这个角度来看,寺边村、碧云村、云端村、院头村和山布村林地土壤非毛管孔隙度较大,土壤持水能力较好;宫花塘村、荔枝塘村、伦涌村、石潭刘村、平南村、杨坳村居中,持水能力一般;新誉洞村、坑美村、塘南村和塾坑村的较小,土壤持水能力较差;万石头村的最小,仅为 8.8 mm,土壤持水能力最差。

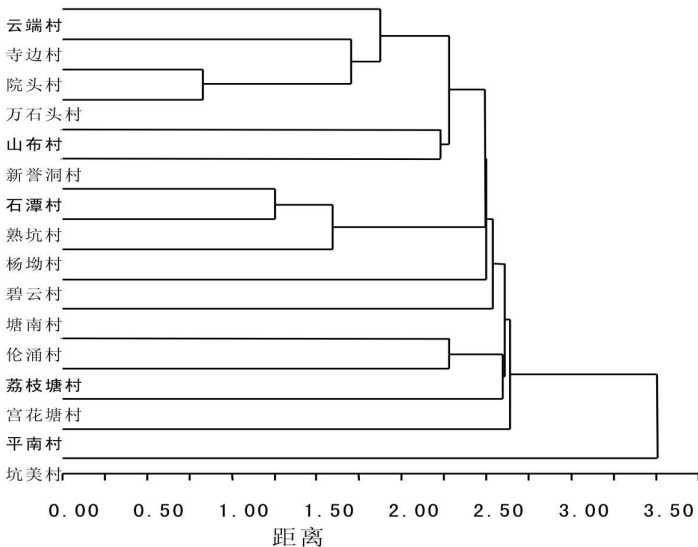


图 1 不同风水林群落枯落物持水性的聚类分析

表 3 不同风水林群落林地土壤理化性状及蓄水量

调查点	土壤质	<0.01mm 土	有机质	自然含水	土壤容重	毛管持水率	毛管持水	总孔隙度	毛管孔隙	非毛管孔	通气孔隙	总孔隙蓄水量	土壤贮
序号	地名称	粒含量(%)	(g·kg ⁻¹)	率(%)	(g·cm ⁻³)	(%)	量(%)	(%)	度(%)	隙度(%)	度(%)	(t·hm ⁻²)	水量(mm)
1	轻粘	68.0	23.08	26.58	1.15	31.7	36.5	57.3	42.1	15.2	26.7	1146	30.4
2	轻粘	64.0	37.45	24.23	1.18	30.0	35.0	56.5	41.1	15.4	28.1	1130	30.8
3	轻粘	61.0	30.46	16.97	1.25	21.3	26.4	53.8	33.0	20.8	32.7	1076	41.6
4	中壤	39.0	24.21	27.39	1.30	26.5	33.9	51.8	43.6	8.2	16.2	1036	16.4
5	中壤	42.0	22.21	28.78	1.31	26.9	35.0	50.7	45.5	5.17	13.2	1014	10.3
6	轻壤	29.0	11.06	12.38	1.56	13.6	21.1	41.2	32.8	8.4	21.8	824	16.8
7	中壤	40.0	22.34	20.5	1.27	27.1	34.2	52.0	46.1	8.9	26.0	1040	17.8
8	重壤	47.0	7.50	21.22	1.39	20.2	27.9	48.6	38.8	9.8	19.3	972	19.6
9	重壤	50.0	17.28	26.99	1.29	25.0	32.2	52.1	41.6	10.5	17.3	1042	21.0
10	重壤	46.0	23.29	23.46	1.31	23.8	31.0	51.5	40.5	10.9	20.8	1030	21.8
11	中壤	34.0	10.87	16.3	1.57	13.4	20.9	40.8	32.8	8.0	15.2	816	16.0
12	轻壤	22.0	15.55	18.35	1.58	13.7	21.6	40.2	34.1	6.1	11.2	804	12.2
13	中壤	36.0	19.87	18.38	1.57	13.2	20.7	40.6	32.5	8.0	11.7	812	16.0
14	重壤	44.0	17.35	16.95	1.57	13.7	21.6	41.7	33.9	7.8	15.1	834	15.6
15	轻壤	26.0	14.78	14.94	1.57	14.2	22.2	40.7	34.8	5.9	17.2	814	11.8
16	重壤	46.0	28.33	41.86	1.15	41.7	48	58.6	54.1	4.4	10.3	1172	8.80

注：总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度和通气孔隙度为体积分数。

由表 3 可以看出,16 个风水林群落表层土壤(0~20 cm)总孔隙蓄水量平均为 97.26 mm,非毛管孔隙蓄水量平均为 19.18 mm,可见佛山风水林林地土壤蓄水能力较差。

3.2.3 不同风水林群落土壤有机质及其持水能力 由表 3 可以看出,不同风水林群落土壤有机质含量差异很大。其大小顺序依次为:碧云村、寺边村、万石头村(在 28.0 g/kg 以上)> 石潭刘村、院头村、云端村、荔枝塘村、塾坑村(20.0~28.0 g/kg 之间)> 杨坳村、新誉洞村、山布村、坑美村(在 20.0~15.0 g/kg 之间)> 谭南村、伦涌村、平南村、宫花塘村(在 15.0 g/kg 以下)。

为了更明确的(进一步)比较风水林群落土壤持水能力的大小,对它们的土壤物理性状指标(质地、自然含水率、容重、毛管持水量、总孔隙度、非毛管孔隙度、通气孔隙度)和有机质进行聚类分析(图 2)。从图 2 可以看出,在相对欧式距离为 2.345 时,可分为 4 类:第 1 类为云端村、碧云村和寺边村,土壤持水能力较好;第 2 类为石潭刘村、塾坑村、荔枝塘村、山布村、院头村、宫花塘村,土壤持水能力中等;第 3 类为伦涌村、平南村、谭南村、坑美村、杨坳村、新誉洞村,土壤持水能力较差;第 3 类为万石头村,土壤持水能力最差。

3.3 土壤持水性各项指标的相关分析

相关分析结果表明,土壤持水性各项指标之间显示出不同的相关性(表 4)。 $<0.01\text{ mm}$ 土粒含量百分率与有机质呈极显著正相关,相关系数为 0.627 6;自然含水率与有机质呈显著正相关,相关系数为 0.481 3;容重与 $<0.01\text{ mm}$ 土粒含量百分率、有机质、自然含水率、毛管持水量和总孔隙度呈极显著负相关,相关系数分别为 -0.792 9,-0.722 9,-0.736 4,-0.896 7,-0.997 5;毛管持水量与自然含水率、 $<0.01\text{ mm}$ 土粒含量百分率和有机质呈极显著或显著正相关,相关系数分别为 0.926 8,0.530 2,0.601 5;总孔隙度与 $<0.01\text{ mm}$ 土粒含量百分率、有机质、自然含水率和毛管持水量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.800 3,0.720 3,

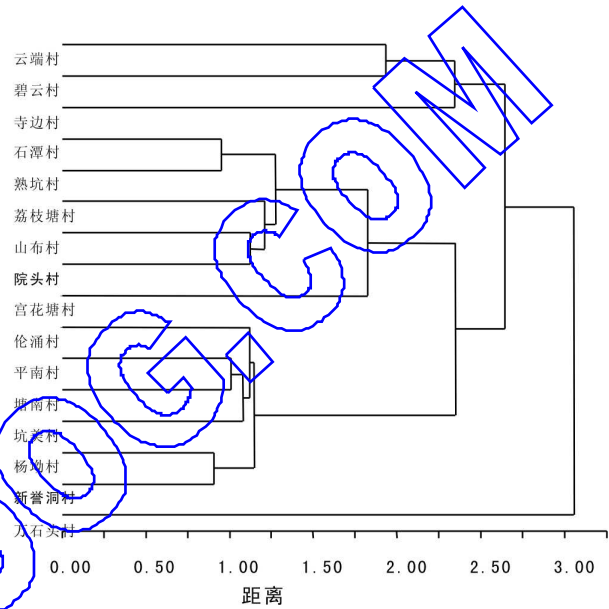


图 2 不同风水林群落土壤持水性的聚类分析

0.752 6,0.901 9;通气孔隙度与<0.01 mm 土粒含量百分率呈极显著正相关,相关系数为 0.642 2。其它指标之间相关性不显著。

从表 4 还可以看出,土壤持水性与各项指标的相关性。土壤持水性与<0.01 mm 土粒含量百分率、有机质和通气孔隙度呈极显著正相关,相关系数分别为 0.769 3,0.476 2,0.879 0;与自然含水率、容重、毛管持水量和总孔隙度相关性不显著。另外,土壤持水量与枯落物持水量的相关系数为 0.467 4,但相关性不显著。

表 4 土壤持水性各项指标的相关性

分类	有机质	自然含水率	容重	毛管持水量	总孔隙度	通气孔隙度	土壤持水性
<0.01mm 土粒含量百分率	0.6276 **	0.3866	-0.7929 **	0.5302 *	0.8003 **	0.6422 **	0.7693 **
有机质		0.4813 *	-0.7229 **	0.6015 *	0.7203 **	0.4103	0.4762 **
自然含水率			-0.7364 **	0.9268 **	0.7526 **	-0.2448	-0.1654
容重				-0.8967 **	-0.9975 **	-0.4679	-0.4604
毛管持水量					0.9019 **	0.0846	0.0341
总孔隙度						0.4500	0.4553
通气孔隙度							0.8790 **
土壤持水性							

注:**表示 0.01 水平极显著相关,*表示 0.05 水平显著相关。

4 结论

4.1 16 个调查点风水林群落枯落物层厚度差异较大,枯落物最大含水率以新誉洞村、宫花塘村、平南村和山布村较高,坑美村最小,而枯落物最大持水量的大小顺序为:云端村、平南村、院头村、谭南村、寺边村、万石头村 > 碧云村、新誉洞村、山布村、杨坳村 > 石潭刘村、塾坑村、荔枝塘村、坑美村、伦涌村 > 宫花塘村。16 个风水林群落枯落物最大持水率和最大持水量均低于亚热带山地季风常绿阔叶林和全国平均水平。

对各风水林群落的枯落物各项特性指标进行聚类分析表明:云端村、寺边村、院头村、万石头村、山布村、新誉洞村、石潭刘村、塾坑村、杨坳村、碧云村和谭南村风水林群落枯落物持水性较好,伦涌村、荔枝塘村和宫花塘村风水林群落枯落物持水性中等,平南村、坑美村风水林群落枯落物持水性较差。

4.2 在 16 个调查点的表层土壤物理性状差异显著。对各风水林群落的土壤物理化性状指标进行聚类分析表明:云端村、碧云村和寺边村风水林群落土壤持水能力较好,石潭刘村、塾坑村、荔枝塘村、山布村、院头村、宫花塘村风水林群落土壤持水能力中等;伦涌村、平南村、谭南村、坑美村、杨坳村、新誉洞村风水林群落土壤持水能力较差;万石头村风水林群落土壤持水能力最差。

4.3 对不同风水林群落土壤持水性与各指标之间进行相关性分析可知,土壤持水性与<0.01 mm 土粒含量百分率、有机质含量和通气孔隙度呈极显著正相关,与自然含水率、容重、毛管持水量、总孔隙度相关性不显著。

4.4 综合分析佛山市 16 个风水林群落枯落物和表层土壤的理化性状指标,云端村、碧云村、寺边村、院头村风水林群落土壤持水能力较好,石潭刘村、塾坑村、荔枝塘村、山布村、宫花塘村、伦涌村、谭南村、杨坳村、新誉洞村风水林群落土壤持水能力中等,平南村、坑美村、万石头村风水林群落则较差。

参考文献

[1] 宫渊波,麻泽龙,陈林武,等.嘉陵江上游低山暴雨区不同水土保持林结构模式水源涵养效益研究[J].水土保持学,2004(3):28230.

[2] 陈卓梅,郑郁善,黄先华,等.秃杉混交林水源涵养功能的研究[J].福建林学院学报,2002,22(3):266269.

[3] 蒋秋怡.林木地上部分的持水性能及其对林地水文学性质的影响[J].浙江林学院学报,1989,6(2):1762181.

[4] 郑郁善,郭海涛,徐风兰,等.福建含笑杉木混交林水源涵养功能差异研究[J].福建林学院学报,1997,17(2):1262130.