

鼎湖山季风常绿阔叶林植物蓄水作用的研究^①

韦彩妙 孔国辉 黄忠良 张佑昌

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 鼎湖山季风常绿阔叶林锥栗、黄果厚壳桂群落(*Castanopsis chinensis*、*Cryptocarya concinna* community)的自然含水率及含水量受干湿季节的影响,降雨量较多的湿季,含水率高,含水量大,平均自然含水率为143.4%,含量为 $10.2t \cdot hm^{-2}$ 。凋落物的持水率与持水量与组成有关,平均持水率为252%,持水量为 $19t \cdot hm^{-2}$ 。生活植物不同器官的含水率不同,叶片及细根含水率较高,树干及树皮含水率较低,生活植物贮水量与生物量成正相关,群落各层贮水量随垂直高度降低而降低,生活植物贮水量为 $297.18t \cdot hm^{-2}$,其中木本植物占98.52%。整个群落的平均贮水量为 $307.4t \cdot hm^{-2}$ 。

关键词 植物蓄水作用,季风常绿阔叶林,凋落物,生物量。

1 前言

土壤-植物-大气连续体中水分输送过程以及能量交换问题是当前陆地-大气相互作用、大气和水圈相互作用模拟等研究的重要内容。森林在整个生态系统的能量与水分平衡中起着非常重要的作用。植物以其对天然降水的缓减、吸收、截留等生态水文作用参与了森林生态系统的水分平衡过程,是森林生态系统水循环中不可缺少的环节。植物的蓄水作用对于森林生态系统的运转至关重要。鼎湖山季风常绿阔叶林是南亚热带地带性的代表森林类型,其中的锥栗+黄果厚壳桂群落(*Castanopsis chinensis*、*Cryptocarya concinna* community)是鼎湖山自然林典型和保存最完整的群落,面积约 $125hm^2$ 。群落内热带植物丰富,结构复杂,成层结构明显,林冠闭郁度很大^[1],群落生物量^[2,3]及凋落物量^[4]都相当高。目前对这类型森林蓄水功能的研究尚处空白。通过对群落中植物生态水文作用的定量研究,可为植物在森林生态系统水量平衡中的作用及鼎湖山季风常绿阔叶林水循环的模式建模提供部分资料,亦可作为森林生态系统其它功能研究的基础。

2 材料和方法

鼎湖山季风常绿阔叶林的锥栗+黄果厚壳桂群落中,按群落垂直高度分五层:乔木一层(I, $h > 21m$),乔木二层(II, $9m < h < 21m$),乔木层(III, $4m < h < 9m$),灌木层(IV)及林下层(V)采各层的代表种(表2中列出),乔木三层分树干、树皮、大枝、小枝、叶、大根($\phi > 2$)及细根($\phi > 2$),灌木层及林下层分根、茎、叶三部分,用烘干法测定各部分含水率($80^{\circ}C$);凋落物分叶、枝、杂物三部分,用烘干法测定自然含水率;浸入水中24小时后测定持水率。

根据自然含水率、持水率和生物量、凋落物现存量计算生活植物的贮水量和凋落物的贮水

^① 本研究获国家自然科学基金(49275246)和国家科委项目(PD-85-27)资助。

量及持水量。

3 结果和讨论

3.1 凋落物自然含水率的季节变化

由图 1 可知,不同季节凋落物的自然含水率变化较大,这与鼎湖山降水量的季节变化是一致的。鼎湖山早湿季节明显,大多数雨量集中在 4~9 月份,其中 6、7 月份降雨量最多,林内相对湿度最高,受其影响,凋落物的最大自然含水率出现在 6、7 月份,可高达 302%,接近落叶的持水率(见表 1);而 10 月份到次年 3 月份降水量少,空气相对湿度较小,特别是 11~12 月份,降水量很少,凋落物自然含水率只有 21%左右。早湿季节自然含水率差异非常明显(图 1)。不同年份的相同月份,由于降水量不同,凋落物的含水率也不同。

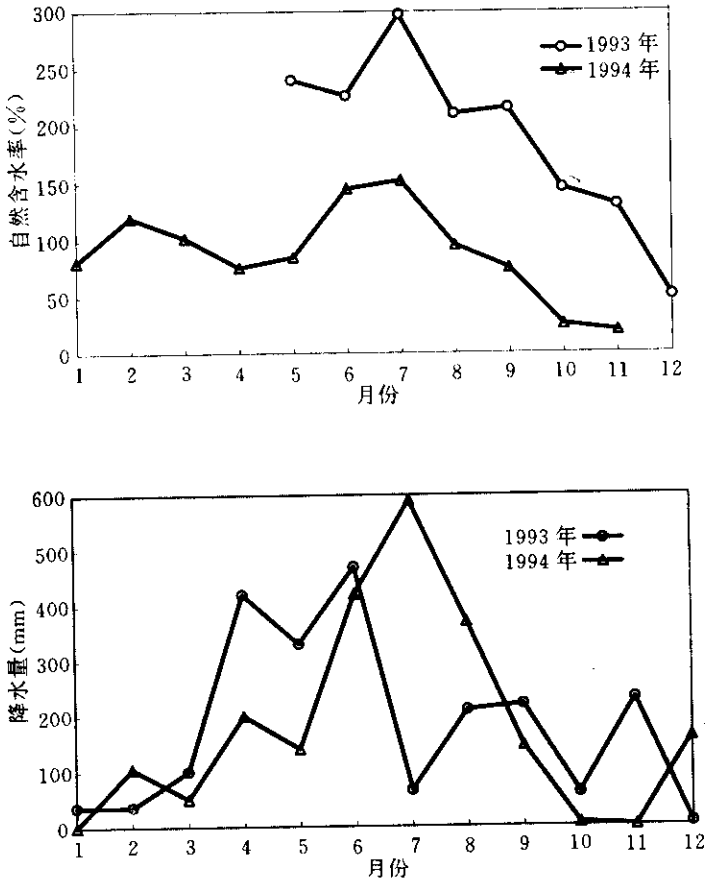


图 1 凋落物自然含水率和降水量的月变化

Fig. 1 Monthly dynamics of natural water content of litterfall and rainfall

3.2 凋落物的含水量

凋落物的含水量受自然含水率和凋落物现存量的双重影响。该群落常年绿叶,凋落物的现存量变化相对较小,所以凋落物贮水量在更大程度上受自然含水率的影响,不同季节的贮水量变化趋势与自然含水率相似,湿季明显高于旱季。凋落物的最高含水量也出现在降水量最多的 6、7 月份。而降水量最少的 11、12 月份,含水量也很低。以 1993 年凋落物现存量 $7.16 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$

计算,最大含水量为 $21.63 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,最小为 $1.45 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。1993年5月~1994年11月,整个群落凋落物的平均自然含水率为 143.4%,平均含水量为 $10.27 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

3.3 凋落物的持水率和持水量

1994年9月份凋落物中不同组分(叶、枝和杂物)的自然含水率差别不大,依次为 100.2%、107.9%、120.2%,均在 100%左右,而持水率则以落叶最高(307.6%),明显高于枯枝(217.8%)和杂物(230.7%),所以凋落物的自然含水量主要受现存量和自然含水率的影响,而持水量则在很大程度上受凋落物组成的影响。据 1983~1990年凋落物调查^[4],凋落物以落叶为主,落叶占 52.7%,枯枝和其它杂物分别占 21.1%和 26.2%,以此落叶的持水量为 $11.47 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,占凋落物总持水量的 60.3%,枯枝和其它杂物的持水量分别为 $3.27 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $4.29 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,占总持水量的 17.2%和 22.5%。整个群落凋落物的持水量可达 $19.03 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 1 凋落物各组分含水量及持水量

Table 1 Water storage and water-holding capacity of different fractions of litterfall

组分	凋落物量* $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}(\%)$	自然含水率** %	自然含水量 $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}(\%)$	持水率 %	持水量 $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}(\%)$
叶	3.73 (52.7)	100.18*	3.74 (49.3)	307.6	11.47 (60.3)
枝	1.50 (21.1)	107.90	1.62 (21.3)	217.8	3.27 (17.2)
杂物	1.86 (26.2)	120.15	2.23 (29.4)	230.7	4.29 (22.5)
平均		109.41		252.03	
合计	7.19(100)		7.59(100)		19.03(100)

* 1983~1990年的平均数, ** 1994年9月份的自然含水率。

3.4 群落植物的自然含水率

表 2 植物种类及其各部分含水率 % (占鲜重)

Table 2 Water content of various parts of living plants (in fresh weight)

层次	种名	茎干	茎干皮	大枝	小枝	叶	大根	细根	平均
I	锥栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	48.11	36.44	48.31	54.26	50.01	47.46	51.48	
	荷木 <i>Schima superba</i>	47.12	38.98	48.44	52.49	54.67	60.25	60.64	
	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	51.33		51.80	57.88	56.64	54.16	55.74	
	华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	48.63	52.51	49.83	55.21	50.55	54.85	59.07	
	黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	42.56	45.32	55.35	59.62	59.32	51.90	53.46	
	平均	47.55	43.31	50.74	55.89	54.24	53.73	56.04	51.64
II	荷木 <i>Schima superba</i>	47.40	38.61	55.25	57.16	56.50	58.06	59.83	
	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	46.88		50.04	55.31	58.85	49.95	53.46	
	华润楠 <i>Schima superba</i>	46.45	50.10	47.12	56.00	58.14	51.91	56.56	
	厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	43.85	54.09	53.76	58.47	58.73	53.80	62.16	
	肖蒲桃 <i>Acmama acuminatissima</i>	42.38	58.27	53.50	66.02	69.06	50.40	54.40	
	红车 <i>Rhodomyrtus reherianum</i>	41.62	50.86	44.18	49.34	60.68	55.86	62.63	
平均	44.76	50.39	50.64	57.05	60.33	53.33	58.17	53.52	
III	鼎湖钓樟 <i>Lindera chunii</i>	60.09	51.16	41.46	50.62	54.06	47.04	53.48	
	云南银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>	48.77		61.58	69.59	75.72	65.13	64.61	

续表

层次	种名	茎干	茎干皮	大枝	小枝	叶	大根	细根	平均
	水石梓 <i>Sarcosperma laurinum</i>	49.41	52.89	60.37	72.14	73.32	59.53		
	光叶山黄皮 <i>Randia canthioides</i>	45.01	56.52	47.54	54.19	65.17	58.97		
	白颜树 <i>Gironniera subaequalis</i>	56.71		54.85	67.31	65.14	61.88	65.87	
	肖蒲桃 <i>Acnema acuminatissima</i>	50.94		48.82	55.28	62.37	49.21	53.61	
	平均	52.62	53.55	52.44	61.52	65.97	56.96	59.39	57.49
				枝	叶		根		平均
N	柏拉木 <i>Blastus cochinchensis</i>			62.23	71.60		60.71		
	九节 <i>Psychotria rubra</i>			66.47	75.80		51.14		
	罗伞 <i>Ardisia quinquegona</i>			57.33	64.71				
	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>			56.05	61.34		52.34		
	平均			60.52	68.36		54.73		61.20
V	横径席 <i>Calophyllum membranaceum</i>			42.14	59.67		44.75		
	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>			57.61	58.62		56.84		
	双盖蕨 <i>Diplaxium donianum</i>			77.03	72.09		64.98		
	山姜 <i>Alpinia chinensis</i>			81.77	72.82		81.43		
	沙皮蕨 <i>Hemigramma decurrens</i>			69.82	75.72		53.27		
	平均			65.67	67.78		60.25		64.57

由表 2 可看出生活植物不同器官的自然含水率也不同,木本植物呈两头(叶片和细根)高,中间(树干、大树枝、大根)低的趋势,一般叶片的含水率最高,最高的可占鲜重的 75%,细根和小枝其次,枝干及含水率较低(40%左右)。这与不同器官的生理作用有关,生理活性高的部分(根部从土壤中吸收各种营养成分,包括水分;叶片进行光合作用及蒸腾作用),其含水率也较高;而老化部分的自然含水率(树皮、树干)则较低,同是树枝,靠近顶端的大枝,其含水率也比相对远离顶端的大枝高。林下灌木和草本植物以地上部分含水率高于地下部分。总的来说,生活器官为正常代谢活动所需,含水率相对稳定,而树皮由死细胞构成,受大气降水及空气湿度影响较大,因而变化也较大。

处于不同层次的植物,其自然含水率随垂直高度由下而上呈下降趋势,以木本第一层含水率最低,平均为 51.64%,其中占总生物量最高的锥栗,其生物量的主要贡献者树干的自然含水率只有 48.1%;乔木第二、第三层的平均含水率分别为 53.52%和 57.49%,木本植物三个层次的平均含水率为 54.22%。林下灌木层和草本层植物含水率较高,平均为 61.2%和 64.57%。如林下层最常见的沙皮蕨,其地上部分的含水率可达 72.8%。

3.5 生活植物的含水量

生活植物的含水量不但受含水率的影响,同时还受生物量的影响。该群落的总生物量为 295.64 t · hm⁻²,木植物的生物量为 292.98t · hm⁻²,占整个群落生物量的 98.1%,其中乔木第一层的生物量为 239.57t · hm⁻²,占总生物量的 81.04%,第二、第三层生物量分别为 26.63t · hm⁻²和 23.79t · hm⁻²,分别占总生物量的 9.01%和 8.05%。与生物量变化趋势相似,各层植物含水量也是 I>II>III>IV>V,随垂直高度由高到低减小,乔木第一层含水量最大,为 239.42t · hm⁻²,第二层其次,为 26.62t · hm⁻²,第三层与第二层相近,为 23.78t ·

hm⁻²,木本植物的贮水量可达 292.82t · hm⁻²,占整个群落含水量的 98.52%。林下灌木和草本植物 虽然含水率较高,但由于其生物量低,含水量只有 4.39t · hm⁻²,占整个群落生活植物贮水量的 1.48%(表 3)。

表 3 乔木三个层次的生物量及贮水量

Table 3 Biomass and water storage of the three tree layers

层次	生物量(t · hm ⁻²)	占总生物量的 %	贮水量(t · hm ⁻²)
I	239.57	81.04	239.42
II	26.63	9.01	26.62
III	23.79	8.05	26.78
合计	292.98	98.1	292.82

就器官而言,由于木本植物的生物量占群落生物量的绝大部分,而树干在木本植物生物量中占有 52.32%的份数,因而其贮水量也占总贮水量的较大比例(46.48%),而树枝、树叶和树根的生物量只分别占木本植物生物量的 27.36%、2.2%和 18.14%。它们的贮水量只分别占木本植物贮水量的 28.33%、2.73%和 20.98%,比树干的贮水量小得多(表 4)。

表 4 各层植物各部分贮水量*

Table 4 Water storage of different parts of plant in community

	层次			合计
	I~III	IV	V	
树干 生物量	153.29			153.29
含水率	47.4			
贮水量	138.14			138.14
树枝 生物量	80.15	1.27		81.42
含水率	51.23	60.52		
贮水量	84.19	1.95		86.14
叶 生物量	6.41	0.38	0.28	7.07
含水率	55.87	68.36	65.67	
贮水量	8.11	0.83	0.72	9.66
根 生物量	53.13	0.66	0.073	53.86
含水率	53.99	54.73	67.78	
贮水量	62.36	0.80	0.15	63.31
合计 生物量	292.98	2.32	0.35	295.64
贮水量	292.79	3.58	0.87	297.24
占总贮水量的 %	98.50	1.20	0.29	

* 单位:生物量、含水量为 t · hm⁻²,含水率为%。

4 讨论

森林中的乔木、灌木、草本的叶、枝、干、根及枯枝落叶层对于天然降水在不同程度上起着

缓减、吸收、截留^[5~8]等生态作用。鼎湖山季风常绿阔叶林锥栗、黄果厚壳桂群落以其复杂的结构,在保持水土,涵养水分等方面起着重要作用。群落郁闭度大,林内光照少,气温较低,空气相对湿度大^[9,10],减少了土壤表面蒸发,在一定程度上缓减了水分的散失。群落植物种类丰富,垂直结构复杂,对天然降水的截留、缓减作用^[11]也非常明显,较高的生物量和凋落物现存量可吸收并贮存部分降水,减少地面径流,以保持林内高湿环境,维持植物旺盛的新陈代谢活动。

就贮水量而言,木本植物的贮水量占绝对优势,林下凋落物、灌木及草本植物由于现存量(或生物量)较小,它们的贮水量也远比木本植物小。但它们的生态水文作用不仅于此,凋落物以其较高的持水率,对大气降水的吸收作用很明显,此外,凋落物直接覆盖于土壤表面上,林下灌木及草本植物由于密度大,在凋落物之上又形成了一层土壤保护层,对减缓林内雨对地面的冲击及阻滞地面径流,防止水土流失,减少土壤水分蒸发的作用是很明显的。张秉刚^[12]等对鼎湖山常绿阔叶林不同林型下土壤水分状况的研究表明,季风常绿阔叶林的林冠截留降水,减少地面径流,增加地下径流,自然形成滴水、泌水,增加林冠降水,补给土壤水分,调节土壤水分循环,使土壤水分含量高而且稳定等作用上优于其它林型(针叶林和针阔混交林)。

5 结论

- 5.1 由于季节降雨量不均匀,湿、旱季明显,林下凋落物的含水率及含水量呈季节性变化。
- 5.2 群落植物部分贮水量大小主要取决于生物量及凋落物现存量的大小。群落植物地上部分的贮水量最大,其次为地下部分,凋落物的贮水量较小。总贮水量为 $316.21 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。
- 5.3 该群落起着对大气降水的减缓、吸收、截留及保持水土、涵养水分等重要生态水文作用。

参 考 文 献

- 1 王铸豪,何道泉,宋绍敦等. 鼎湖山自然保护区的植被. 热带亚热带森林生态系统研究,1982,(1):77~141
- 2 彭少麟,张祝平. 鼎湖山地带性植被生物量、生产力和光能利用效率. 中国科学(B辑),1994,24(5):497~502
- 3 彭少麟,张祝平. 鼎湖山森林主要优势种黄果厚壳桂、肖蒲桃的生物量和第一生产研究. 植物生态与地植物学报,1990,14(1):23~32
- 4 翁轰,李志安,屠梦照,姚文华,鼎湖山森林凋落物量及元素含量研究. 植物生态学与地植物学报,17(4):299~304
- 5 马雪华. 四川米亚罗地区高山冷杉林水文作用的研究. 林业科学研究,1987,23(3):253~265
- 6 周重光,柴锡周,沈立用等. 天目山森林土壤的水文生态效应. 林业科学研究,1990,3(3):215~221
- 7 程积民,邹厚远. 六盘山森林生物量与生态水文作用的研究. 北京林业大学学报,1990,12(1):55~63
- 8 崔启武,边履刚,史继德等. 林冠对降水的截留作用. 林业科学,1980,(2):141~146
- 9 黄展帆,范征广. 鼎湖山的气候. 热带亚热带森林生态系统研究,1982,(1):11~16
- 10 黄伟峰,沈雪苹. 鼎湖山地区的气候生态环境. 热带亚热带森林生态系统研究,1982,(1):17~24
- 11 黄忠良,孔国辉. 鼎湖山低山常绿阔叶林生态水文功能的研究. 热带亚热带森林生态系统研究,1998,(8)(本刊)
- 12 张秉刚,卓慕宁,骆伯胜等. 鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林不同林型下土壤水分状况的研究. 热带亚热带森林生态系统研究,1990,(6):75~82

A Study on the Water Storage of Plants of Evergreen Broad-leaved Forest in Dinghushan Biosphere Reserve

Wei Caimiao Kong Guohui Huang Zhongliang Zhang Youchang

(South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650)

ABSTRACT The water storage capacity of plants in the monsoon evergreen broad-leaved forest was studied in the representative community (*Cryptocarya concinna* + *Castanopsis chinensis*) in Dinghushan Biosphere Reserve. Natural water content of litterfall varied in different seasons. In the rainy season, the natural water content of litterfall was much higher than that in the dry season. The average water content of litterfall of the community was 143.4% and its water storage was $10.2 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$. The components of the litterfall played an important role in water-holding capacity and its percentage because water-holding percentage of leaf fall was higher than other litterfall. The average water-holding capacity of litterfall was $19 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ and its percentage was 252%. For the living plants, the storage of water was $295.25 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$. Water contents were different among different parts, water content of leaves and small roots were higher than that of trunk and branch. The water storage positively correlated with biomass. The water storage was higher in the upper layers than those of the lower layers and the trees accounted for 98.5% of the whole plant water storage. The whole community had a water storage of $307.4 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$.

Key words Eco-hydrology, Evergreen broad-leaved forest, Litterfall, Biomass.