

鼎湖山自然保护区不同林型下土壤的贮水量*

张秉刚 卓慕宁

(广东省土壤研究所)

摘 要

鼎湖山自然保护区的针叶林、阔叶林、针叶阔叶混交林下,主要分布着砖红壤性红壤。土壤水分的年贮水量以阔叶林土壤最高。土壤水分的月贮水量从2月份开始增加,4月份及9月份最高,11月份开始减少,12月份最低。在土壤贮水量最高的月份中,阔叶林土壤略高于混交林;在土壤贮水量最低的12月份中,阔叶林土壤最高,针叶林最低。根据月贮水量划分,10—翌年1月为土壤干季,2—3月为过渡季,4—9月为湿季。

过去的工作曾得出该地不同林型下“土壤自然含水率高,局部地方水化作用明显,不同土壤的结合水、吸湿水差异显著”的结论^[1]。三年多的定位观测结果表明:林型不同,土壤年总贮水量,季、月贮水量也有差异。

一、不同林型土壤的年总贮水量

不同林型的覆盖度不同,凋落物数量也不等,使土壤受太阳辐射、降雨进入土壤的方式和风的影响等均有所不同,这是导致土壤的年贮水总量较大差异的重要因素。阔叶林和混交林下凋落物层深厚,年贮水量高;针叶林下凋落物层浅薄,年贮水量低。同时,土壤的某些物理性状对土壤水分的贮存、移动起着重要作用。例如,土壤的持水与释水性能,主要由土壤导水力决定,而导水力又取决于贮存水分的当量孔隙。根据测定,混交林、阔叶林土壤中,大于0.2 mm的通气孔隙度比针叶林多10%左右;0.2—0.005 mm的持水孔隙度总和,则阔叶林土壤比混交林、针叶林土壤分别多19.2%及20.6%^[2]。从表1可见,土壤中能保持水分的孔隙度越多,年贮水量也越高;反之,则越低。持水孔隙度多的阔叶林土壤,其不同深度的贮水量均比针叶林土壤高,而持水孔隙度介于针叶林和阔叶林之间的混交林土壤,其年贮水量也介于两者之间。

* (1) 1985年6月起为国家自然科学基金委员会基金资助课题。

(2) 本课题在何金海先生指导下进行。1985年5月后承黄玉佳、莫江明、郭贵仲同志协助做部分野外观测工作,参加部分工作的尚有黄湘兰。

表 1 不同林型土壤的年贮水量 (mm)

Table 1 The annual total storage capacity of soil moisture under different forest types (mm)

时间 Time	土壤深度 Depth (cm)	阔叶林 Broad-leaf forest	针叶林 Coniferous forest		混交林 Mixed forest	
		贮水量 Storage capacity	贮水量 Storage capacity	比阔叶林减少 Decrease in comparison with broad- leaf for. (%)	贮水量 Storage capacity	比阔叶林减少 Decrease in comparison with broad- leaf for. (%)
1983 年 6 月 至 1983 年 12 月	0—15	371.54	291.11	21.65	264.74	28.74
	0—30	703.60	584.80	16.88	648.11	7.88
	0—50	1168.32	922.94	21.00	1100.80	5.78
1984 年 1 月 至 1984 年 12 月	0—15	978.70	499.16	49.00	709.20	27.53
	0—30	2098.90	991.23	52.70	1350.80	35.70
	0—50	2455.90	1795.40	26.91	2205.70	10.18
1985 年 4 月 至 1985 年 12 月	0—15	718.90	536.40	25.38	521.14	27.50
	0—30	1361.70	1069.00	21.46	1058.30	22.28
	0—50	2100.20	1811.70	13.73	1913.00	8.91
1986 年 1 月 至 1986 年 9 月	0—15	510.84	413.83	18.99	416.20	18.52
	0—30	1015.90	786.80	22.55	843.10	17.00
	0—50	1647.50	1377.40	16.39	1498.80	9.03

二、土壤的月贮水量

土壤水分的月贮量,除了决定于月降雨量和月蒸散量外,林型不同,小气候和土壤性质的差别,也是导致贮水量不同的因素。

土壤水分的主要来源是降雨,每月降雨量多少,直接影响土壤的月贮水量。由于不同林型的冠流、干流及叶面流的差异,在一定程度上影响林型降雨量。例如,1986年6月及7月,阔叶林、混交林观测样方的降雨量分别为272.6、206.3及209.1、192.8mm,阔叶林比混交林多降雨66.3及16.3mm。降雨到地表并为凋落物吸收至饱和后,多余的降水渗透到不同深度的土壤中,由于阔叶林土壤能通气渗水的大孔隙比针叶林多10%,能保持水分的小孔隙多26%,因此,阔叶林土壤渗透快,保持水分的性能强。这是导致其月贮水量较针叶林土壤高的因素之一;混交林土壤能通气渗水的大孔隙既接近阔叶林土壤,但又高于针叶林土壤11%,持水孔隙度既比阔叶林土壤低24%,又略高于针叶林土壤,因此,其吸水与保水性能介于针叶林与阔叶林土壤之间。不同林型土壤的蒸发及植物的蒸腾作用不同,也是影响土壤贮水量差异的因素。室内试验表明,阔叶林土壤的蒸发量比针叶林、混交林分别低18.4%及28.3%,植物的蒸腾作用加上土壤蒸发所消耗的土壤水分(见表4)也表明阔叶林<针叶林<混交林。由此可见,表2所列的月贮水量阔叶林>混交林>针叶林的趋势是与土壤水物理性质及林型组成有密切关系的。

凋落物层的贮水量多少,既决定于降雨量,也决定于凋落物层的厚薄。据3年多的测定,混交林凋落物层5—8cm,月贮水量16.2—34.7mm;阔叶林凋落物层3—5cm,月贮水量15.5—23.3mm;针叶林凋落物层1—3cm,月贮水量8.4—9.4mm。由此可见,凋落物层贮水量与其厚度呈正相关。

表2 不同林型土壤水分月贮量 (mm)

Table 2 The monthly storage capacity of soil moisture under different forest types (mm)

[深度(depth) 0—50 cm]

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总量 tot.	平均 av.	
针叶林 Coniferous forest	1983	—	—	—	—	142.68	141.35	131.06	182.39	159.90	96.23	70.04	922.94	131.84	
	1984	88.64	156.85	175.69	194.04	158.14	145.48	121.37	159.33	154.70	105.80	83.06	71.01	1795.00	149.60
	1985	—	—	—	247.60	205.90	261.70	243.00	213.70	276.90	131.80	119.00	112.00	1811.70	201.30
	1986	111.50	138.70	164.90	174.50	171.80	165.70	169.00	160.10	112.00	—	—	—	1368.20	152.02
混交林 Mixed for.	1983	—	—	—	—	157.80	143.99	202.07	202.96	163.38	116.99	114.25	1100.80	157.25	
	1984	128.10	180.20	216.70	278.30	211.50	227.60	137.50	227.10	204.80	157.00	114.00	122.70	2205.70	183.80
	1985	—	—	—	237.50	245.80	295.70	249.40	179.30	245.10	158.60	150.40	150.30	1913.00	212.55
	1986	118.30	188.70	215.40	174.90	173.30	182.10	163.90	157.50	124.70	—	—	—	1498.80	166.53
阔叶林 Broad-leaf for.	1983	—	—	—	—	176.80	177.16	209.80	182.60	172.40	151.00	115.50	1168.30	166.90	
	1984	180.60	211.70	233.00	235.20	297.30	249.10	196.50	257.00	191.70	156.80	131.80	136.30	2456.00	204.60
	1985	—	—	—	278.70	232.10	302.80	260.20	224.70	277.10	167.80	198.30	158.50	2100.20	233.30
	1986	159.70	155.80	216.70	191.80	211.80	176.30	188.60	179.80	167.00	—	—	—	1647.50	183.05
降雨量 Rainfall	1983	—	—	—	—	211.90	163.00	211.80	292.90	172.00	0.00	11.40	1063.00	151.85	
	1984	23.30	43.30	86.80	206.20	310.90	394.60	198.90	290.00	136.60	0.00	17.90	12.30	1740.80	145.06
	1985	52.70	228.6	180.80	185.50	543.70	76.30	105.80	403.40	318.50	6.70	18.70	7.70	1828.40	152.30
蒸发量 Evapora- tion	1983	—	—	—	—	146.60	173.30	150.70	139.70	99.90	107.80	84.50	902.50	128.90	
	1984	66.50	31.10	39.90	42.60	100.60	94.10	188.20	137.40	113.80	125.60	96.20	69.80	1099.80	91.65
	1985	49.40	16.90	41.40	71.30	132.70	110.60	164.60	135.20	102.10	123.10	95.90	47.20	1090.40	90.86

三、土壤干湿季的贮水量

1983—1985年,鼎湖山谷地年降雨量1740—2341.8 mm,平均2000 mm左右;蒸发量1099.8—1203.5 mm,平均1100 mm,左右。植物蒸腾消耗水分多少,尚缺乏资料。从降雨量与土壤蒸发量的差值看,总降雨量大于蒸发量。但降雨量、蒸发量的分配是不平衡的。10月至翌年1月蒸发量大于降雨量,1984年2月至3月降雨量比蒸发量分别大28.2%、54.0%,从4月份起,降雨量明显地大于蒸发量(约3.8倍)。据此可以认为,气候正常年份的10月至1月是明显的干季,2—3月是过渡季,4—9月是湿季。多年的气象资料表明,7月份的降雨量明显地少于6月及8月,蒸发量则多于6月及8月,大多数年份该月的降雨量与蒸发量接近,若加上蒸腾消耗的水分,则蒸散量大于降雨量。年降雨量与蒸发量的分配特征,在一定程度上影响到土壤贮水量的消长。

对于土壤水分的干湿季节划分,既要考虑降雨量、蒸散量的差值,更要考虑土壤水分对植物的有效程度。从表3可见,10月至翌年1月,不同林型土壤的月贮水量低于年平均贮水量。据测定,针叶、混交、阔叶林下0—50 cm土层的田间持水量分别为119.0、146.8、183.9 mm,若以低于田间持水量的70%作为土壤迟效水指标的话,则干季不同林型的土壤均不能供应植物正常生育速效水,只能供应迟效水。因此,这几个月属于土壤干季或土壤水分消耗季节。2—3月降雨量渐增,降雨量大于蒸发量,混交林、阔叶林土壤的月贮水量高于该土壤年平均贮水量,针叶林土壤则低于年平均贮水量。但三种林型土壤

表3 土壤于湿季的贮水量 (mm)

Table 3. The storage capacity of soil moisture in dry and wet seasons (mm)

时间 Time	林型 Forest types	深度 Depth (cm)	干季(10—1月) Dry season		过渡季(2—3月) Transition		湿季(4—9月) Wet season	
			平均贮水量 av. storage capacity	比针叶林增加 Increase in comparison with coniferous for.	平均贮水量 av. storage capacity	比针叶林增加 Increase in comparison with coniferous for.	平均贮水量 av. storage capacity	比针叶林增加 Increase in comparison with coniferous for.
1983.6 至 1984.1	针叶林 Coniferous forest	A ₀	3.40	0.00	—	—	12.60	0.00
		0—50	108.60	0.00	—	—	149.40	0.00
	混交林 Mixed forest	A ₀	13.40	10.00	—	—	18.10	5.50
		0—50	131.50	22.90	—	—	176.40	27.00
	阔叶林 Broad-leaf forest	A ₀	11.60	8.20	—	—	18.40	5.80
		0—50	146.20	37.60	—	—	182.30	32.90
1984.2 至 1985.1	针叶林 Coniferous forest	A ₀	2.30	0.00	7.30	0.00	10.70	0.00
		0—50	87.10	0.00	128.40	0.00	155.40	0.00
	混交林 Mixed forest	A ₀	7.20	4.90	37.20	29.90	41.10	30.40
		0—50	130.40	43.30	198.40	70.00	214.30	58.90
	阔叶林 Broad-leaf forest	A ₀	5.00	2.70	27.30	20.00	37.10	26.40
		0—50	151.10	64.00	222.30	93.90	234.30	78.90
1985.2 至 1986.1	针叶林 Coniferous forest	A ₀	3.00	0.00	—	—	15.99	0.00
		0—50	118.60	0.00	—	—	241.40	0.00
	混交林 Mixed forest	A ₀	14.70	11.70	—	—	35.88	19.84
		0—50	133.80	15.20	—	—	277.70	63.31
	阔叶林 Broad-leaf forest	A ₀	9.70	6.70	—	—	31.40	15.41
		0—50	171.07	52.47	—	—	262.90	21.50
1986*.2 至 1986.9	针叶林 Coniferous forest	A ₀	—	—	15.90	0.00	8.70	0.00
		0—50	—	—	151.82	0.00	95.30	0.00
	混交林 Mixed forest	A ₀	—	—	51.80	35.90	22.80	14.18
		0—50	—	—	202.50	50.68	976.40	23.40
	阔叶林 Broad-leaf forest	A ₀	—	—	30.60	35.98	26.52	17.82
		0—50	—	—	186.27	34.45	1115.30	162.30

* 1985年干季缺1月份资料。

的月贮水量均高于田间持水量的70%。在天气正常年份,这两个月属于由干季向湿季过渡的季节。在天气异常的1986年,雨季、干季提前1至1.5个月,干湿过渡季节不明显。例如3月份土壤贮水量不仅高于月平均贮水量,而且是9个月内最高的月份。8月中旬后,土壤贮水量明显减少,8月及9月贮水量低于9个月的月平均值。气候正常年的4月

以后,降雨量与蒸发量均急剧增加,但降雨量远远高于蒸发量,土壤贮水量明显地增加,这几个月属于土壤湿季。

在干季,混交林的凋落物层贮水量最高,针叶林下的贮水量最低;0—50 cm 土层的贮水量阔叶林最高,混交林次之。在过渡季节,凋落物层贮水量逐渐增高,尤以混交林最显著。0—50 cm 土层贮水量也随降雨量增加而递增,其中增加最多的是阔叶林土壤。

在湿季,从4月份起降雨量比干季的10—1月增加2—4倍(见表2)。土壤水分物理性质的差异,导致渗透与保持在不同林型土壤水分的差异。具有良好通透性与保水性的阔叶林土壤贮水量最高,针叶林最低,混交林则介于两者之间。

四、土壤贮水量的消耗

土壤水分的消耗途径,主要是土壤的蒸发与植物的蒸腾作用。植物蒸腾作用和土壤蒸发作用所消耗的水量统称蒸散量,我们采用下述公式求出表4结果。

$$E_i = P_0 + I - R_0 - \Delta D_e - D_r^{[3]}$$

在土壤干季,降雨量 P_0 、灌溉量 I 、净径流量 R_0 、排水量 D_r 均为零,后一次的土壤贮水量减去前一次的土壤贮水量即等于蒸散量,就是这段时间内土壤贮水量的消耗量。从表4可以看出不同林型土壤的贮水量递减趋势。

(一) 在土壤干季,三种林型土壤蒸散量的总趋势是:混交林 > 针叶林 > 阔叶林,表明土壤0—50 cm 深度范围内贮水量的消耗阔叶林低于针叶林,针叶林低于混交林。

(二) 不同深度土壤贮水量的消耗与林型有密切关系。混交林由乔木、灌木及草本构成,根系分布于30 cm 以下较多,根系从此以下吸收养分、水分较多,植物蒸腾作用比上层强,因此消耗下层水分多。针叶林、阔叶林土壤凋落物层较薄,土壤蒸发作用比下层强,所以,消耗水分较下层多。

表4 土壤干季蒸散量 (mm)

Table 4 Evapotranspiration of soil in dry season (mm)

林型 Forest types	深度 Depth (cm)	贮水量 Storage capacity		蒸散量 Evapotranspiration	贮水量 Storage capacity		蒸散量 Evapotranspiration	贮水量 Storage capacity		蒸散量 Evapotranspiration
		1983年			1984年			1985年		
		10月16日	11月14日		10月18日	11月12日		10月3日	10月18日	
针叶林 Coniferous forest	0—30	92.70	62.57	30.13	62.63	49.83	13.00	125.40	71.60	53.80
	0—50	159.90	96.23	63.67	105.80	83.66	22.14	197.03	126.70	70.33
混交林 Mixed forest	0—30	88.73	67.49	21.24	86.70	56.50	30.20	125.30	78.90	46.40
	0—50	163.38	116.99	46.39	157.02	114.00	43.02	225.20	143.30	82.90
阔叶林 Broad-leaf forest	0—30	99.64	88.31	11.33	96.45	76.50	19.95	123.10	102.37	20.73
	0—50	172.42	150.95	21.47	156.80	131.50	25.30	197.84	170.57	26.97

参 考 文 献

- [1] 何金海等, 1982: 鼎湖山自然保护区之土壤。热带亚热带森林生态系统研究, 第1集, 25—37页。
- [2] 张秉刚、卓慕宁, 1986: 鼎湖山自然保护区不同林型下土壤的物理性质。热带亚热带森林生态系统研究, 第3集, 1—10页。
- [3] R. J. 汉克斯等(杨诗秀等译), 1984: 应用土壤物理, 土壤水和温度的应用。水利电力出版社, 19—22页。

THE STORAGE CAPACITY OF SOIL MOISTURE UNDER DIFFERENT FOREST TYPES IN DINGHU SHAN BIOSPHERE RESERVE

Zhang Binggang and Zhuo Muning

(Institute of Soil Science of Guangdong Province)

Abstract

Lateritic red earth is mainly distributed under coniferous forest, broad-leaf forest and mixed forest in Dinghu Shan Biosphere Reserve. The annual storage capacity of soil moisture is the highest in the soil of broad-leaf forest. The monthly storage capacity of soil moisture begins to increase from February, comes highest in April, begins to decrease in November and comes lowest in December. In the months with highest storage of soil moisture, the soil moisture of broad-leaf forest is higher than that of mixed forest. And in December when the storage of soil moisture is lowest, the moisture in the soil of broad-leaf forest is highest, and the moisture in the soil of broad-leaf forest is highest, and the moisture in the soil of coniferous forest is lowest. According to the monthly storage capacity of soil moisture, the dry period of soil is from October to January, the wet period is from April to September, and the transitional period is from February to March.