

海南岛尖峰岭热带山地雨林及其更新群落的凋落物量与贮量*

吴仲民 卢俊培 杜志鹤

(中国林科院热带林业研究所, 广州 510520)

摘要 本文对海南岛尖峰岭热带山地雨林及其更新群落的凋落物产量动态、各组分的变化规律及凋落物贮量进行了研究, 分析比较了这两个林分的凋落节律的异同, 并对凋落枝的收集方法进行了对比。本文指出:“双凋落峰”和“由于台风影响而产生大量非正常凋落物”是尖峰岭热带森林的两个重要的凋落特征。本项研究对深入了解热带林生态系统的功能、对热带森林资源的保护和永续利用均有重要意义。

关键词 海南岛尖峰岭; 热带山地雨林; 森林更新; 凋落物量

森林凋落物是森林生态系统的重要组成部分, 是森林生态系统物质循环的重要环节, 它不仅对森林资源的保护和永续利用起着重大的作用, 而且还对涵养水源和水土保持具有重要的意义, 所以, 森林凋落物是森林生态学、森林土壤学、森林水文学、生物地球化学及环境化学等学科的重要研究内容之一。在国外, 早在 1876 年德国学者 E. Ebermayer 在其经典著作“森林凋落物产量及其化学组成”中便阐述了森林凋落物在养分循环中的重要性, 而后, 有许多学者先后对世界范围内的森林凋落物进行了大量的研究、报道和总结(如: Bray, Gorham, Robin, Basilevich 和 Edwards 等)^[8, 11-13]。我国自 60 年代初开始进行这方面的研究, 80 年代有较大发展, 有的林区和定位站还同时开展了凋落物的化学成分及分解速率的研究, 以探索森林生态系统的物质循环节律、森林与土壤的关系及森林的自肥机制等。

本项研究是继尖峰岭热带山地雨林及半落叶季雨林凋落物研究^[1]之后的继续和深入, 旨在进一步了解热带山地雨林及其更新群落的凋落物特征及其与森林结构和物质循环的关系, 为热带森林资源的保护和合理开发提供科学的依据。现将 1988—1991 年的观测结果整理如下。

1. 样地概况

尖峰岭位于海南岛的西南部, 属热带季风气候, 5—10 月为雨季, 11—4 月为旱季, 年平均气温 24.5℃, 平均年雨量 1600—2600mm^[2]。

热带山地雨林试验地位于尖峰岭热带林自然保护区的五分区, 海拔 850m, 群落组成复杂, 没有明显的优势种, 每公顷林地上的乔木种类在 100 种以上^[2, 3]。热带山地雨林更新群落试验地位于四分区-保护区的试验带(与五分区相邻), 海拔 820m, 1964 年热带

本文于 1992 年 7 月收到, 1992 年 12 月收到修改稿。

* 本文系林业部“七·五”项目的内容之一。参加部分观测工作的有刘其汉、林月娟、林允洞等, 谨致谢忱。

山地雨林皆伐迹地上的天然更新林,上层木以闽粤栲(*Castanopsis fissa*)为主,还有毛荔枝(*Nephelium lappaceum*)、小叶白锥(*Castanopsis tonkinensis*)等,下木层有九节木(*Psychotria rubra*)、射毛悬竹(*Ampelocalamus actinotrichus*)等。据报道^[9],热带山地雨林更新群落与其原始林的群落相似系数只有24.31%,其衰老种群占71%、正常种群占29%(其中成熟种群只占2%),与其原始林的群落结构相差甚远、群落的稳定性能很差,正处于演替变更之中^[2,4]。

2. 研究方法

热带山地雨林试验样地面积3500m²,放置14个用尼龙纱网(网孔约1mm)制作的、规格为71×71×25cm³的收集框。其更新群落试验样地面积3000m²,放置同样的收集框15个。收集框按随机加局部控制的原则(兼顾主要树种、结构、密度、坡向、坡位等)安放,框底距地面20—30cm。每月28日收集。观测期1988年1月至1991年1月。每次将凋落物收到室内后,摊放在竹箕或瓷盘内风干,装入纸袋,置75℃烘至恒重,然后将枝、叶、杂物(主要是花、果)分开、称重,并计算各组分的重量和总凋落量。枝的观测另设大的样方,两类型森林各8个,每个样方面积为2×5m²,设置的原则与收集框相同。在设置样方时先将样方内的枯枝落叶全部清除,每3个月收集一次。

凋落物层贮量的观测,用半径为13.65cm、高为10cm的铁皮圆圈取样,取样时用力将圆圈按下,切割凋落物层,然后将圆圈内的凋落物全部拣起装入样袋,带回室内分组分、烘干、称重。两个森林类型每次均取40个样,观测时间为1988年1、5、8、11月和1989年2月,共5次。

3. 结果与分析

森林每年均有大量的凋落物落到地表,形成森林土壤特有的层次——枯枝落叶层(或凋落物层)。不同类型的森林,由于其生物学特征不同、对气候因子变化的反应不同、以及生物循环速度的差异等,导致其凋落物的数量、组成、凋落节律及其凋落物层积累的差别。

3.1 凋落物总量及贮量

尖峰岭热带山地雨林的年凋落物总量为6.6—11.0t·ha⁻¹·a⁻¹、平均8.2t·ha⁻¹·a⁻¹、略高于1982—1984年的观测值(7.7t·ha⁻¹·a⁻¹)^[11]、变异系数28.6%,凋落物层贮量为5.9t·ha⁻¹;其更新群落的年凋落物总量为7.0—11.0t·ha⁻¹·a⁻¹、平均8.5t·ha⁻¹·a⁻¹、变异系数25.8%,凋落物层贮量为5.9t·ha⁻¹。如凋落枝按大样方收集量计,则总凋落量应分别为9.177和9.323t·ha⁻¹·a⁻¹。与其它地区相比,低于我国云南西双版纳的年凋落量(9.7—12.1t·ha⁻¹·a⁻¹、平均10.9t·ha⁻¹·a⁻¹)^[1,2,6],接近或略高于广东鼎湖山的亚热带常绿阔叶林(7.1—9.2t·ha⁻¹·a⁻¹、平均8.2t·ha⁻¹·a⁻¹)^[6];接近或略低于巴布亚新几内亚Bulolo的热带雨林(8.76t·ha⁻¹·a⁻¹)^[8]和澳大利亚北昆士兰的热带雨林(10.6t·ha⁻¹·a⁻¹)^[10],与泰国Sakaera试验站的旱性常绿林(7.7t·ha⁻¹·a⁻¹)、印度Meghalaya的潮湿热带林(5.5t·ha⁻¹·a⁻¹)、牙买加的山地雨林(6—11t·ha⁻¹·a⁻¹)及马来西亚巴索森林(7.5—10.2t·ha⁻¹·a⁻¹)相近或略有差异,大于亚马逊河上游委内瑞拉San Garlos的热带雨林(5.87t·ha⁻¹·a⁻¹)^[14],并且高于世界热带林年凋落量的平均值(7.22t·ha⁻¹·a⁻¹)^[1,2,6,8]。

尽管尖峰岭热带山地雨林及其更新群落的凋落物层贮量相等,但后者的年凋落量大于前者,即其生物循环速度快于前者,积累较少。与该林区的热带半落叶季雨林(总量和贮量分别为 $9.7\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ 和 $3.89\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)^[2] 相比,具有较小的凋落量、较大的积累和较慢的生物循环。然而,按照 Robin 和 Basilevich(1967)的计算式: $L(\text{现存量})/F(\text{年凋落量}) = V(\text{生物循环强度})$,则尖峰岭热带山地雨林及其更新群落的 V 值分别为: 0.64 和 0.63,均 < 1 ,仍属强烈生物循环的范围。

3.2 凋落物的组成

森林类型不同,其凋落物各组分(包括小枝、叶及花果等杂物)的比率有差异(表 1)。

表 1 凋落物量及其组成的百分率¹⁾
Table 1 The composition of litter fall

类 型 Type	枝 Branches		叶 Leaves		杂物 Mixed matter		总 量 Total	
	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$	%	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$	%	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$	%	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$	%
山地雨林	2,461	29.9	4,556	55.3	1,227	14.9	8,244	100
Mount. R. For.	3,394	37.0		49.6		13.4	9,177	100
山地雨林更新群落	2,265	26.6	5,236	61.5	1,012	11.9	8,513	100
Reg. Comm. Mount. R. For.	3,075	33.0		56.2		10.8	9,323	100

1) 下行数字为按大样方收集的凋落枝计算

由表 1 可见,叶是凋落物的主要组分,热带山地雨林更新群落叶的比率大于其原始林,而枝与杂物的比率则比原始林小。这与更新群落的树种变化及原始林的树枝较粗、大型花果与附生植物的数量较多有关,反映了两类型森林在生物生态学上的差异。

热带山地雨林及其更新群落凋落枝的量,样方法比样框法分别增加 37.9% 和 35.8%,这是由于样方法的总取样面积(两类森林均为 80m^2)大于样框法的总取样面积(两类森林分别为 7m^2 和 7.5m^2)所致。对于树种繁多、群落组成复杂的热带森林而言,显然,样方法的取样面积大,其结果更接近实际。当然,由于收集时间较长,细小枝可能有损而会影响测值,这有待改进。

3.3 凋落物的季节变化

森林植物枝、叶、花、果凋落的时间和数量,不但受生物学规律的制约,而且还深受气候条件的影响,因此,凋落物总量及其组成的月际和年际变化,呈现很大的差异,如图 1—5 所示。

两类型森林的凋落节律具有共同的特征,即一年中有两个高峰期,第一高峰期出现在旱季末至雨季中期,第二高峰期在雨季末至旱季初,呈双峰凋落特征。与亚热带以北高纬度地区的森林凋落特点明显有别。这是尖峰岭热带林凋落节律的基本特征。

如果把凋落量大于平均值者作为凋落高峰期,命高峰期所占月份数为“峰宽”,则两类型林分的凋落特征略有异同(表 2),与更新群落的组成变化和小环境气候增温减湿变化趋势相符。

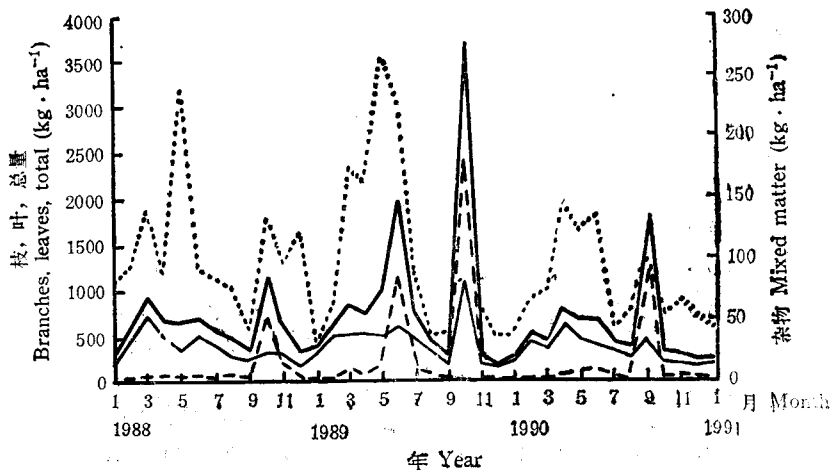


图1 热带山地雨林凋落物各组分年变化

Fig.1 Annual dynamics of the different components of litterfall of a tropical montane rain forest

---枝(Branches); —叶(Leaves);
杂物(Mixed matter); —总量(Total)

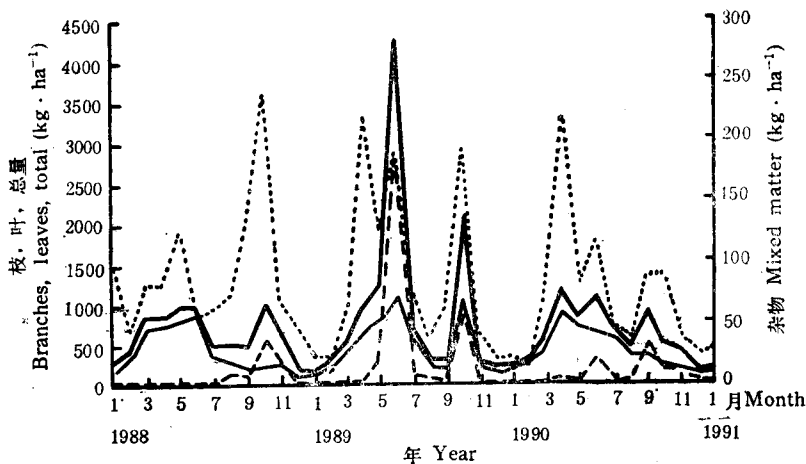


图2 热带山地雨林更新群落凋落物各组分年变化

Fig.2 Annual dynamics of the different components of litterfall of a regenerated tropical montane rain forest

图例同图1 Legend see Fig.1

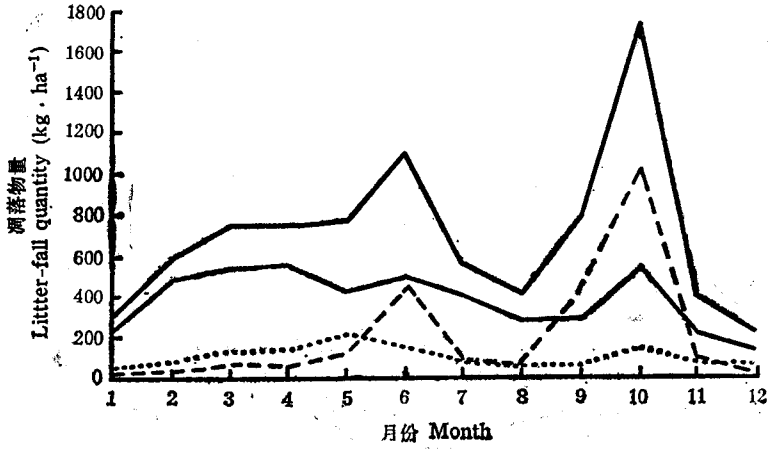


图 3 热带山地雨林凋落物各组分月变化(1988.1-1991.1)

Fig.3 Monthly dynamics of the different components of litterfall of a tropical montane rain forest

图例同图 1 Legend see Fig.1

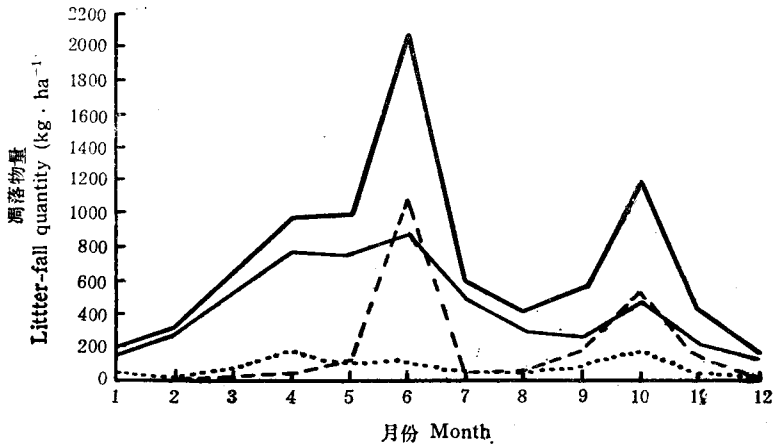


图 4 热带山地雨林更新群落凋落物各组分月变化(1988.1-1991.1)

Fig.4 Monthly dynamics of the different components of litterfall of a regenerated tropical montane rain forest

图例同图 1 Legend see Fig.1

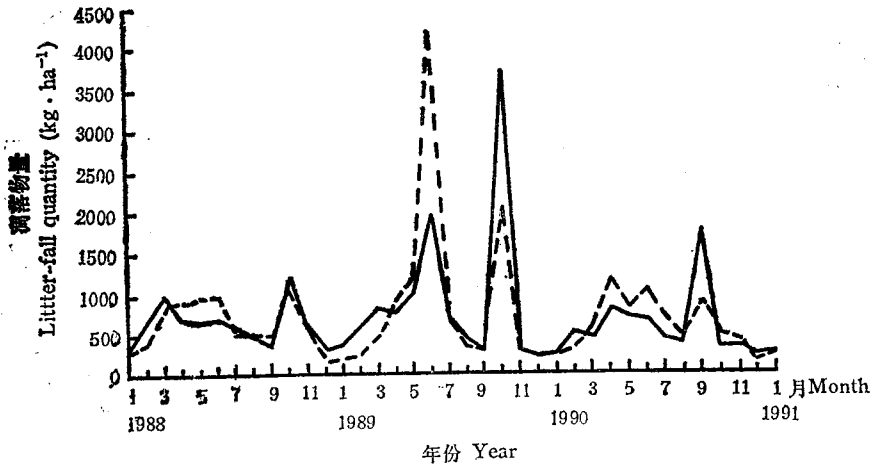


图5 两类型森林凋落物总量年变化

Fig.5 Annual dynamics of the total litterfall of the two forest types
 ——热带山地雨林 Trop. Mount. R. For.
 ----热带山地雨林更新群落 Reg. Comm. Trop. Mount. R. For.

表2 凋落高峰期及其占年凋落总量的比率

Table 2 The percentage of litterfall during the falling peaks to the total litterfall in the two forest types

类 型 Type	大于平均值的月份 Month (>average)	第一高峰期 First peak		第二高峰期 Second peak		总峰宽 及其比率 Total
		峰 宽 Extent	%	峰 宽 Extent	%	
山地雨林 Mount. R.For.	3, 4, 5, 6, 9, 10 Mar., Apr., May, Jun., Sep., Oct.	4 个月 Four months	40.3	2 个月 Two months	30.5	6 个月 (70.8%) Six months
山地雨林更新群落 Reg. Comm. Mount. R. For.	4, 5, 6, 10 Apr., May., Jun., Oct.	3 个月 Three months	47.5	1 个月 One month	14.0	4 个月 (61.5%) Four months

根据图 1—5 及表 2 还可得到如下结论:

- 两类型森林全年凋落高峰期时间(总峰宽)达 4—6 个月之久。这是由于热带树种生长及换叶期长、群落结构复杂、生物多样性高等因素使然。
- 无论是热带山地雨林,还是其更新群落,第一峰宽均大于第二峰宽。反映了这两个类型森林植物在雨季初、中期的生长比雨季末期旺盛。
- 热带山地雨林第一高峰期的峰值比第二高峰期低,且低于更新群落第一峰值,而其更新群落却相反。这是两类型森林的不同生物学特征所决定的,更新群落在旱季末大量落叶的特点更明显。
- 一年中,各组分凋落高峰期所占的时间,两类型森林具有相同的规律:叶(6、7 个月)>花、果(5 个月)>枝(2, 3 个月)。这体现了林木不同器官的生长差异。但是,山

地雨林 2 月份便进入凋落高峰期(尤指叶),比其更新群落提早一个月,各组分的月凋落量也略有异。这些差异是由两类型不同的森林植物、不同的物候期及生物与环境因子协调进化所支配的。

此外,凋落物总量的月际差异很大,尤以更新群落为甚。热带山地雨林的月平均凋落物总量为 $0.69\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,最大值 $1.72\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (10 月份),最小值 $0.22\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (12 月份),相差 7.8 倍;其更新群落的月平均凋落物总量为 $0.71\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,最大值 $2.08\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (6 月份),最小值 $0.16\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (12 月份),相差 13 倍。凋落物总量、叶、枝及杂物的月际变异系数,热带山地雨林分别为 59.6%、38.5%、146.4%、和 49.1%,其更新群落依次为 75.9%、58.8%、167.0%、和 61.0%,后者各组分的变异系数比前者大 11.9—20.6%。这些差异同样是由两类型森林的生物生态学差异所决定的,反映了热带山地雨林更新群落与其原始林在群落演替和群落结构等方面的差异。

必须特别阐明的是台风对尖峰岭热带林凋落物的影响。从 1884—1989 年的一百多年间,在海南岛登陆的台风平均每年 1—2 次,影响海南岛的平均每年 6 次^[7],其中影响尖峰岭的台风平均每年约 2—4 次。台风不仅给尖峰岭带来了大量的雨水,而且使大量枯死木风倒、并使大量活枝叶风折,造成非正常凋落,加速森林生态系统的物质循环。1989 年 6 月和 10 月,尖峰岭受较强的台风影响,热带山地雨林更新群落在这两个月的凋落物量(包括正常凋落和非正常凋落)达 $6.3\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 、占全年总量的 57%,仅 6 月份就达 $4.2\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 、占全年的 38%。如果以未受台风影响的 1988 年 6 月和 1990 年 10 月的凋落量为正常凋落量,那么 1989 年台风影响造成尖峰岭热带山地雨林更新群落的非正常凋落物高达 $4.9\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,占全年凋落物总量的 45%。热带山地雨林产生的非正常凋落物达 $4.7\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,占全年总量的 43%。由此可见,台风对尖峰岭热带森林生态系统物质循环的影响是频繁、巨大而深远的。这也应是尖峰岭林区森林凋落节律(或森林生态系统物质循环)的一个重要特征。

4. 结论

海南岛尖峰岭热带森林凋落物随森林类型不同而有差异,但有两个共同的特征:一是一年中出现两个凋落峰;二是受台风影响产生大量非正常凋落物。

热带山地雨林的年凋落总量平均为 $9.177\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$,其中:枝占 37.0%、叶占 49.6%、花果等杂物占 13.4%;其更新群落的凋落物量为 $9.323\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ 、其中枝占 33.0%、叶占 56.2%和花果杂物占 10.8%。两类型的凋落节律基本相似,年际及月际变异大,后者尤胜。两类型的凋落物层贮量均为 $5.9\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。其生物循环均属强烈类型。

用样方法观测凋落枝比样框法准确,观测值比后者大 35% 以上。

参 考 文 献

- [1] 卢俊培、刘其汉,1988: 海南岛尖峰岭热带林凋落物研究初报,植物生态学与地植物学学报,12(2)104—112。
- [2] 蒋有绪、卢俊培等著,1991: 海南岛尖峰岭热带林生态系统,科学出版社。
- [3] 黄全、李意德等,1986: 海南岛尖峰岭地区热带植被生态系列研究,植物生态学与地植物学学报,10(2)90—105。
- [4] 黄全、李意德,1988: 海南岛尖峰岭热带山地雨林采伐迹地更新群落的初步分析,植物生态学与地植物学

庄内乾隆或嘉庆年间(1760—1815)栽植的油松年龄十分接近城市发展的年限,因而年轮内富集的污染物含量对城市大气污染的历史过程有很强的指示作用,本文试就这方面的问题做一探讨。

1. 材料与方法

1.1 样品采集

从避暑山庄内的碧峰门、古栎歌碑、松云峡和金亭采集油松年轮,为1990年内死亡的4株油松,年龄分别为189、175、187和230年,为清朝乾隆和嘉庆年间栽植,均不到油松正常死亡年限^[2]。从胸径位置截30cm厚的年轮段,自然风干后,以每10年为一间距逐段剥离,各段采集分析样品5个,约50g,80℃烘干后粉碎。

1.2 样品分析

称取1.5000g样品于100ml高型烧杯中,放入高温炉内加热至450℃,灰化8小时,冷却后用少量去离子水湿润,加5ml浓HNO₃消化近干,用0.1mol/L HNO₃洗入刻度试管,定容至25ml。用硫酸钡比浊法测全硫量,用国产Y₂火焰吸收分光光度计测定Fe、Zn、Cu、Mn含量,用美国制AA·41原子吸收分光光度计测定Pb、Ni含量,均为全量。

1.3 样品分析精确度的控制

称取0.5000g植物标准物质(地质矿产部地球物理化学勘查研究所研制,1990),用上述方法消化样品和化学分析,在每批消化样品时加入2个标样,共6批。除Mn的前三次样品比标准值范围的低值偏低12%,Pb的前三次样品比标准值的高值偏高4%外,其余标样分析结果均在标准值允许范围内,说明分析数据可靠。

2. 结果与分析

2.1 不同历史时期油松年轮内硫含量的变化

在避暑山庄内的四个采样点,油松年轮内S最高值在碧峰门(1986—1990),达572.9 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,最低点在金山亭(1771—1780),仅为41.8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (附表1),两者相差14倍。各点的S含量均以18世纪末、19世纪初(1760—1820)为最低,本世纪初(1910—1930)开始升高,可增加1—2倍,至70—80年代达3—5倍,而在最近8—10年达到10倍以上(如碧峰门,1984—1990年,12倍)(图1)。S元素在古松木质部内含量增加程度依次是碧峰门(1804—1984),12倍;松云峡(1816—1990),9倍;金山亭(1761—1990),8倍;古栎歌碑(1802—1990),6倍。碧峰门S污染随着时间的变化而加强,这是因为该点系宫城门,宫外就是城市居民区,且处于山坡的迎风向,受大气污染最严重,而处于谷底离碧峰门500m背风处的古栎歌碑S增加的程度就不很显著($P>0.05$)。金山亭位于湖洲区,采样点周围水域和绿地面积大,空气畅通,且离城区距离远($>2000\text{m}$),年轮内S增加尽管达到8倍,但其各年代含量比其他3点为低(图1)。

在所有采样点中随着时间的推移,木质部S含量均呈上升趋势,这与城市化过程,尤其是人口的增加过程相一致(图2)。承德做为一个城市起源较晚,不到300年历史。在1714年清政府的版域图上还找不到它的名字。避暑山庄修建(1703)后城市才开始发展,当时人口仅几户人家数十人(热河上营和下营两个游牧点),但随着避暑山庄修建,人口迅

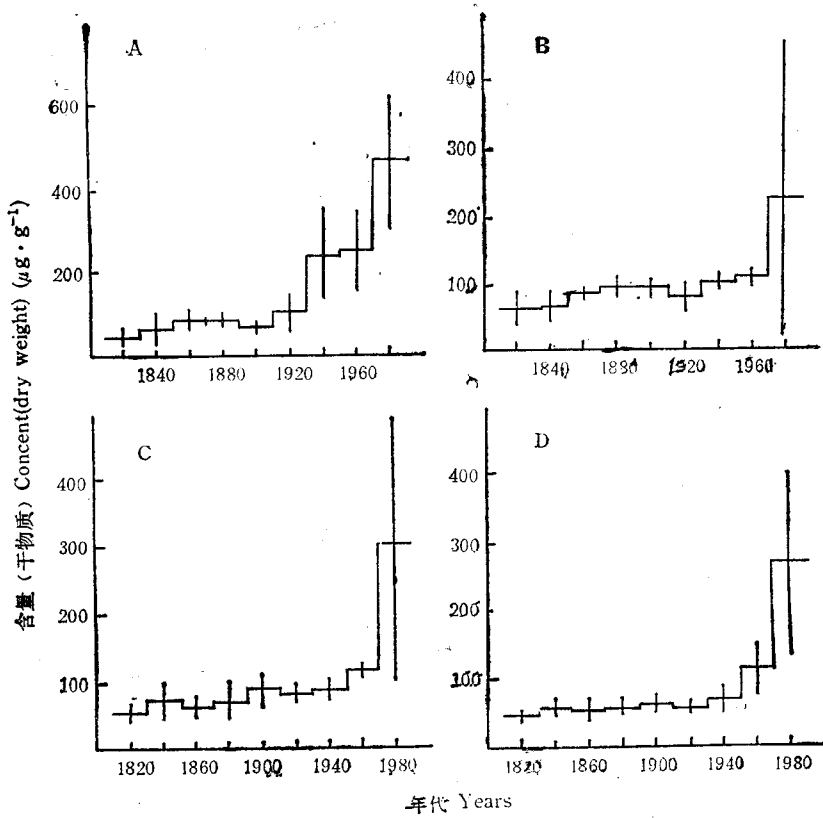


图 1 避暑山庄 4 个采样点在不同历史时期形成的木质部年轮中的 S 含量变化, (n = 5)。A. 碧峰门 B. 古栎歌碑 C. 松云峡 D. 金山亭

Fig. 1 Sulphur content in the xylems of wood rings formed during the different historic periods at the four sites of the Summer Villa estate, (n = 5). A. Bifengmen, B. Guli Gebei, C. Songyunxia, D. jinshanting

速增加,至 1707 年已达数千人;1820 年达 7800 人。清王朝灭亡后,连年战争使城市人口下降很快。城市人口的发展趋势大体是:1703—1707 年增加数百倍,至 1778 年又翻近 2 倍,

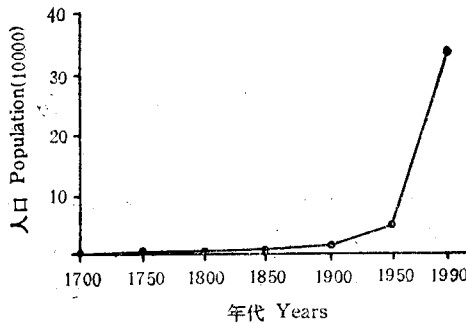


图 2 承德市自避暑山庄修建后人口数量变化

Fig. 2 Changes of population in Chengde City since the construction of the Summer Villa estate

- 学报, 12(1)12—22.
- [5] 冯耀宗, 1982: 云南热带山地合理利用的几个生态学问题, 热带亚热带山地丘陵建设与生态平衡学术论文集, 科学普及出版社。
- [6] 屠梦照, 1984: 鼎湖山亚热带常绿阔叶林凋落物量, 热带亚热带森林生态系统研究, 第二集, 科学普及出版社广州分社, 1—11。
- [7] 曾庆波、丁美华等, 1991: 海南岛的气候变化与热带林业的对策, 气候变化与环境问题全国学术讨论会论文集, 中国科学技术出版社, 200—203。
- [8] Bray, J. R. and Gorham, E., 1964: Litter production in forests of the world, *Adv. Ecol. Res.* 2: 101—157.
- [9] Enright, N. J., 1979: Litter production and nutrient partitioning in rainforest near Pulolo, Papua New Guinea, *The Malaysian Forester*, 42(3)202—207.
- [10] Attiwill, P. M. & Leeper, G. W., 1987: Forest soils and nutrient cycles, Melbourne University Press, 143.
- [11] Ebermayer, E., 1876: Die gesamte Lehre der waldstreu mit Rucksicht auf die chemische statik des waldbaues, Berlin, Julius Springer, 116.
- [12] Robin, L. E. and Basilevich, N. I., 1967: Production and mineral cycling in terrestrial Vegetation, Transl. Scripta Technica. Oliver and Boyd, London.
- [13] Edwards, P. J., 1982: Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea, *Journal of Ecology*, 70(3)807—827.
- [14] Jordan, C. F., 1989, An Amazonian Rain Forest, Man and the biosphere series, Volume 2: 26, 140.

LITTER PRODUCTION AND STORAGE IN THE NATURAL AND REGENERATED TROPICAL MONTANE RAIN FORESTS AT JIANFENGLING, HAINAN ISLAND

Wu Zhong-min Lu Jun-pei Du Zhi-hu

(Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou, 510520)

Abstract

We compared the dynamics of litter production and storage in the natural tropical montane rain forest with that of a regenerated forest after clear cutting at Jianfengling, Hainan Island, and studied the effect of typhoon on litter production.

The mean annual litterfall (D. W) in the tropical montane rain forest was $9.177\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, of which the leaves, branches, and flowers and other mixed matter accounted for 49.6%, 37.0% and 13.4%, respectively. The annual litterfall in the regenerated forest was $9.323\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, with the leaves, branches, and flowers and other mixed matter occupying 56.2%, 33.0%, and 10.8%, respectively, of the total litterfall. The storage of litterfall in both of the two forest types was $5.9\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

A double falling peak and extremely high percentage of litterfall caused by typhoon are characteristic of the litter production in the tropical forest at the Jianfengling area. In some years, the typhoon-induced litterfall accounted for over 40% of the total litter production, illustrating that the effect of typhoon on tropical montane rain forest ecosystems is frequent, large and far-reaching.

Key words Hainan island; Tropical montane rain forest; Forest regeneration; Litter production