

西双版纳地区降雨和橡胶林内雨 养分含量的初步研究

王醇儒 罗仲全 赵仕远

(云南省热带作物科学研究所)

摘 要

雨水于1981到1982年在3个地区收集, 2种橡胶林内雨于1982年1月到1983年4月在景洪收集。分析结果表明: 雨水中N、P、K、S、Ca、Mg的含量分别为17.3—19.9、0.22—0.50、11.0—15.2、9.2—27.6、3.0—18.9、6.7—12.3公斤/公顷·年; 橡胶林内雨上述元素的含量分别为15.2—18.1、1.23—1.44、16.6—24.9、11.0—17.4、16.6—18.6、14.0—15.8公斤/公顷·年。降雨和橡胶林内雨的养分含量随一年中降雨量的变化而呈现明显的季节变化, 一般雨季初最高, 雨季次之, 冬、旱季最低, 与本区橡胶树的生长节奏相一致。

降雨和林内雨养分含量愈来愈受到广泛重视, 不少国家和地区均进行过测定研究, 因为它的养分含量与土壤的养分循环和平衡直接相关, 而且反映植物生长发育的生态环境和生理特性。

我国滇南热带地区高温多雨, 土壤风化和淋溶强烈, 生物循环对农业生产特别重要。为了解降雨和树冠淋洗的规律, 及其在生物循环和平衡上的意义, 1981—1982年, 我们对西双版纳地区的降雨和橡胶林内雨进行了养分测定。本文报道两年来测定的初步结果。

一、研究方法

降雨雨水分别在西双版纳州景洪、勐海、勐腊三县及景洪大勐龙地区由气象站协助按季度收集, 1981—1982年连续进行两年。每季度的雨水全部混合后, 再取样分析。

林内雨分别在本所两种橡胶林内收集: 一是1955年种植的橡胶实生树林地(下称老胶林), 种植株行距 2.5×8 米, 平均株高25米, 平均径围94.5厘米, 平均冠幅6.3米; 二是1974年种植的云研277-5无性系(下称幼胶林), 种植株行距 2.5×10 米, 平均株高17米, 平均径围57.8厘米, 平均冠幅5.9米。在老胶林及幼林内各安置二个雨水收集器, 分别安置在距胶树1.5—2米处。为避免对雨水养分含量的影响, 收集器以聚乙烯制成, 漏斗管有塑料网以阻止残落物或其它有机物掉进接收器内。林外雨收集器, 安置在距橡胶林外500米处的空旷地上。林内、林外雨水从1982年1月开始, 至翌年4月止, 共收集16个月。每次降雨过程后收集一

李柯参加部分工作。雨水收集承蒙景洪热带气象站、勐海县气象站、勐腊县气象站和大勐龙气象站大力协助, 特此一并致谢。

次, 每月作为一个混合样, 样品用聚乙烯瓶保存。

全部雨水的分析方法, 均采用中国科学院南京土壤研究所1978年《土壤理化分析》的方法进行测定:

- (1) 铵态氮—半微量直接蒸馏法;
- (2) 硝态氮—酚二磺酸比色法;
- (3) 磷—半微量钼蓝比色法;
- (4) 钾—用火焰光度计测定;
- (5) 硫—硫酸钡比浊法;
- (6) 钙、镁—用EDTA容量法。

二、降雨中的养分含量及季节变化

降雨中每年的养分含量, 因受不同地区自然因素和人为因素等影响而有很大的差异, 且表现出明显的季节变化规律。一般来说, 养分含量随着降雨量的增加而增加。西双版纳地区降雨中的养分含量如表1所示:

表1 西双版纳地区降雨中的养分含量* (公斤/公顷·年)

项目 \ 地点	景 洪	勐 海	勐 腊	大勐龙	全州平均
总氮 (N)	19.91	17.50	17.64	17.29	18.09
NH ₄ -N	17.45	15.20	15.78	13.68	15.53
NO ₃ -N	2.46	2.30	1.86	3.61	2.56
磷 (P)	0.221	0.321	0.226	0.499	0.322
钾 (K)	12.60	12.50	11.00	15.20	12.83
硫 (S)	15.25	9.20	27.56	27.62	20.16
钙 (Ca)	18.90	8.25	5.40	3.00	8.88
镁 (Mg)	11.61	12.30	6.66	11.40	10.49
年雨量 (毫米)	1092.5	1288.6	1617.3	1390.4	1347.2

* 为1980—1982年降雨量平均值计算的养分含量。

1. 氮素

从大量资料表明, 降雨中的氮素含量不同地区变幅很大。据报道, 马来西亚为 19.5公斤/公顷·年, 苏门答腊高达45公斤/公顷·年, 挪威只有0.75公斤/公顷·年, 我国金华地区为22.8公斤/公顷·年, 华南地区为19.95公斤/公顷·年, 西双版纳地区为17.3—19.9公斤/公顷·年, 这一结果与马来西亚和华南地区相近似。不同地区降雨中氮素含量的差异, 与本区气候、土壤反硝化作用、有机物分解、大气尘埃、燃料以及工业污染等有关。此外, 不同年份降雨中的养分含量也有较大变幅, 如景洪降雨中氮素含量的年变幅为14.6—25.2公斤/公顷·年, 大勐龙地区为11.0—23.6公斤/公顷·年。

2. 磷素

据报道, 降雨中的磷含量都很少, 国外资料通常在0.075—0.225公斤/公顷·年, 我国金华地区为0.15公斤/公顷·年, 景洪地区为0.22公斤/公顷·年。降雨中的磷含量不同地区变幅相对较小, 只有个别地区 (如挪威) 高达3—19公斤/公顷·年。一般认为, 降雨中磷素的主

要来源是大气尘埃的溶解,所以除高磷地区(磷矿区)外,一般含磷量总是有限的,这一数量对于农业生产来说意义不大,但在土壤普遍缺磷的热带红壤区,降雨中的磷含量对于增加土壤的有效磷素则有一定意义。

3. 钾素

据国外资料报道,降雨中钾的含量一般在 0.9—15.8公斤/公顷·年,我国金华地区为 7.2—8.6公斤/公顷·年,西双版纳为11.0—15.2公斤/公顷·年。从这一数量来看,本区降雨中钾的含量比较丰富,这对补充土壤钾素加速钾素的生物循环有一定作用。

4. 硫素

降雨中硫的主要来源是燃料,所以在工业发达的地区硫的含量较高,如英国降雨中的硫为15.0—97.5公斤/公顷·年,我国金华地区为12.8—27.0公斤/公顷·年。据报道,一般随降雨进入土壤的硫在3.0—45.0公斤/公顷·年。西双版纳为9.2—27.6公斤/公顷·年。通常认为有12.0公斤/公顷·年(0.8公斤/亩·年)的硫,除需硫特别多的作物外,对一般作物即可满足需要,勿需再补施硫肥。

5. 钙素

降雨中的钙素主要来源是陆地上的尘埃及有机物,一般含量较低。马来西亚为 11.58公斤/公顷·年,英国为11.0公斤/公顷·年,香港为11.6公斤/公顷·年,西双版纳地区平均为 8.9公斤/公顷·年。不同地区降雨中钙的含量差异不大。降雨中的钙素以水溶态存在,易为植物吸收,对于热带农业亦有一定意义。

6. 镁素

降雨中镁素的主要来源,是海洋风中的盐粒飘进内陆溶解于降雨中,或粘附在植物叶面上,由降雨淋洗进入土壤,一般含量都较低。香港地区降雨中镁含量为 3.0公斤/公顷·年,西双版纳为6.7—12.3公斤/公顷·年。

西双版纳地区气候干湿季节明显,年雨量分布不均,降雨中的养分含量一般随降雨量的变化而呈现出明显的季节变化(见表2)。

由表2可见,每年雨季开始时(5—6月),降雨中的养分浓度大,含量最高。如氮素含量第二季度占全年总量的40.0—65.3%;钾为41.8—47.5%;硫为41.7—80.6%。其它养分出现的高峰值多数也在第二季度。第三季度(7—9月)因降雨量多,降雨的养分含量也较高。冬旱季,虽然降雨中的养分浓度并不低,但因雨量少,故养分的总量很低。如1—3月降雨中的氮含量只占全年总量的2.4—5.1%,钾为4.0—4.9%,其它元素也相类似。降雨养分含量除与不同季节的雨水量有关外,在热带地区氮素还受到降雨时雷雨闪电多的影响。旱季开荒烧山对低空大气层的污染则是使雨季初期降雨中的养分含量显著地高于其它季节的重要原因。

三、橡胶树冠淋洗的养分含量

粘附在橡胶树叶面上的尘埃、盐粒及其它有机物,在降雨时被淋洗下来,其中除一部分植物分泌物外,其它粘附在叶面上的养分都是外来的。植物叶细胞里的养分因扩散作用少量也被降雨中氢离子代换出来,所以林内雨的养分一般较降雨中的养分含量高(见表3),

表2 西双版纳地区降雨中养分含量的季节变化* (公斤/公顷·季)

地点	季度	雨量 (毫米)	全N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K	S	Ca	Mg
景洪	一	51.2	1.005	0.720	0.285	0.009	0.51	1.10	2.55	0.51
	二	381.4	7.965	6.702	1.245	0.120	5.99	6.39	8.25	6.75
	三	469.7	6.195	5.580	0.615	0.074	4.25	6.35	6.45	2.40
	四	190.1	4.740	4.425	0.315	0.018	1.85	1.41	1.65	1.95
大勐龙	一	55.4	1.200	0.900	0.300	0.039	0.69	3.27	2.70	0.90
	二	457.5	6.660	4.905	1.755	0.00	5.15	13.44	0.00	3.90
	三	634.2	6.930	5.580	1.350	0.461	6.10	6.19	0.30	6.60
	四	243.3	2.490	2.295	0.195	0.00	3.26	4.71	0.00	0.00
勐海	一	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	二	359.2	4.965	4.125	0.840	0.084	4.90	4.35	7.35	2.70
	三	646.4	6.180	5.265	0.915	0.189	5.00	3.90	0.00	6.30
	四	236.6	4.275	4.065	0.270	0.059	2.60	0.90	0.90	2.65
勐腊	一	43.4	0.420	0.270	0.150	0.027	0.54	0.42	1.46	0.66
	二	579.7	12.495	11.790	0.705	0.00	4.55	22.20	2.89	0.00
	三	830.7	4.020	3.015	1.005	0.219	4.45	4.95	0.00	4.35
	四	163.5	0.705	0.705	0.00	0.00	1.46	0.00	1.05	1.65

* 勐海第一季度因雨量少, 两年都未收集到雨水分析。

表3 降雨和橡胶林内雨养分含量的比较* (公斤/公顷·年)

地 点	元 素	氮	磷	钾	硫	钙	镁
林外雨(1)		10.10	0.505	12.90	8.54	8.71	10.91
老胶林内雨(2)		18.06	1.441	24.92	17.36	18.63	15.80
淋洗养分(2)—(1)		7.96	0.936	12.02	8.82	9.92	4.89
幼胶林内雨(3)		15.23	1.230	16.64	11.04	16.60	13.98
淋洗养分(3)—(1)		5.13	0.725	3.74	2.50	7.87	3.07

* 为1980—1982年降雨的平均值计算的养分含量。

1. 氮

景洪地区林外雨的氮含量为 10.1公斤/公顷·年, 而橡胶林内雨达 15.2—18.1公斤/公顷·年, 在老胶林和幼林里经树冠淋洗出来的氮含量分别为 7.96和 5.13公斤/公顷·年。不同树龄的树冠淋洗量有较明显的差别, 前者比后高35.6%。

2. 磷

降雨中的磷素含量一般都较低, 但从树冠淋洗的磷素总量则比林外雨高得多。老胶林内雨的淋洗总量达0.94公斤/公顷·年, 比林外雨高54.3%; 9年生的幼林, 树冠淋洗的磷含量也比林外雨高43.1%

3. 钾

钾素的溶解度高, 在植物体内转移迅速, 因此树冠淋洗特别显著。老胶林内雨的钾含量达24.9公斤/公顷·年, 经树冠淋洗出来的钾含量达12.02公斤/公顷·年, 相当于林外雨钾素的总量。树龄不同, 树冠淋洗的钾含量也有明显差异, 老胶林树冠密集, 淋洗量比幼林高

3.2倍。

4. 硫

景洪地区老胶林内雨的硫含量达17.4公斤/公顷·年，经树冠淋洗的硫含量达8.8公斤/公顷·年，幼林则较低。看来，林内雨的硫还是较丰富的。

5. 钙

钙素在植物体内的转移缓慢，多积累在树干里，溶解度不如钾素，淋洗较困难。在香港落叶乔木漆茶木林内雨，钙含量为18.7公斤/公顷·年，景洪橡胶林内雨为18.6公斤/公顷·年，马来西亚和英国林内雨分别为14.9和14.6公斤/公顷·年，各地区较为接近。西双版纳土壤酸性大，钙素极为缺乏，而橡胶林内雨钙的淋洗量达7.87—9.92公斤/公顷·年，这一数量在胶园养分循环中有重要意义。

6. 镁

镁素也是一种较难淋溶的元素。在香港漆茶木及白千层林内雨的镁含量分别为5.2及11.4公斤/公顷·年。景洪橡胶林内雨为13.9—15.4公斤/公顷·年，经树冠淋洗的镁含量老胶林和幼林分别为4.8和3.1公斤/公顷·年，对增加土壤的镁含量，亦有一定意义。

四、橡胶林内雨养分含量的季节变化

本区夏季高温多雨，植物生长旺盛，冬季低温干旱，植物生长缓慢或停止生长，植物的年生长量和年雨量的分布是一致的。每年雨季（5—10月），橡胶树生长量和降雨量均占全年总量的80%以上，雨季老胶林内雨的养分含量也占全年总量的79.1%，其中氮为79.5%、磷88.4%、钾79.3%、硫75.9%、钙70.1%、镁81.6%。可见，降雨量和橡胶林内雨的养分含量都表现出明显的季节变化规律（见表4）。

表 4

橡胶林内雨养分含量的季节变化

(公斤/公顷·月)

时间 (月)	雨 量 (毫 米)	氮			磷			钾			硫			钙			镁		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1—3	51.2	0.53	0.72	0.71	0.012	0.033	0.105	0.510	1.410	1.530	0.855	1.350	1.380	0.79	2.92	2.90	1.035	1.050	1.020
4	30.5	1.22	1.77	1.70	0.012	0.101	0.030	0.375	0.645	0.555	0.495	1.050	0.945	0.46	1.45	1.21	0.765	0.690	0.852
5	164.9	3.17	3.93	4.08	0.191	0.384	0.510	2.051	5.180	2.055	1.095	3.645	1.635	2.01	2.01	2.95	3.345	4.170	3.990
6	186.0	1.46	2.10	1.82	0.191	0.246	0.215	2.610	4.185	2.790	1.665	2.460	1.665	1.06	1.07	1.04	1.410	3.885	3.805
7	185.6	0.96	4.67	2.43	0.039	0.104	0.100	2.100	2.790	2.790	1.350	2.025	0.855	0.85	3.74	1.54	0.915	2.130	0.930
8	195.2	1.02	2.09	2.24	0.00	0.00	0.045	1.470	2.730	2.730	1.155	1.740	1.875	1.22	2.54	1.56	1.021	1.080	0.975
9	88.9	0.39	0.90	0.51	0.026	0.273	0.090	1.560	2.790	1.440	0.585	1.560	0.525	0.60	1.57	1.34	0.690	0.885	0.630
10	71.3	0.33	0.66	0.29	0.033	0.267	0.105	0.00	1.080	0.435	0.870	1.740	0.420	0.76	1.24	1.48	0.720	0.750	0.495
11	95.9	0.69	0.75	1.04	0.00	0.033	0.030	1.800	1.920	1.680	0.255	1.170	0.825	0.57	0.78	1.35	0.720	0.810	2.010
12	22.9	0.33	0.47	0.41	0.00	0.00	0.00	0.420	1.185	0.630	0.210	0.615	0.915	0.39	1.32	1.23	0.285	0.345	0.300

* 雨量为1980—1982年平均值。养分含量为1982年测定，其中1—3月因雨量少为混合样测定。

I 为林外雨；II 为老胶林内雨；III 为幼胶林内雨。

旱季,空气中的尘埃较多,加之此期群众开荒备耕大量烧山对大气层的污染,增加了低空大气层的养分浓度。雨季初的降雨,会将大气中的大部分养分淋洗到地面上来,这时降雨中的养分含量最高。雨季大气中的养分补充不及,其养分含量明显减少。粘附在橡胶叶面上的养分淋洗量也表现出与大气降雨的养分相同的特点,初雨时都被淋洗到地面上,而在雨季时,林内雨的养分则主要来自叶面的淋洗及叶细胞内的淋溶。后期主要是叶细胞的淋溶,这时林内雨的养分含量便和各元素的溶解度密切相关。因此,不仅养分含量有明显的季节变化,各元素间的相对增减率亦有明显的季节性。

降雨中的养分主要来自大气层,因没有树冠淋洗及叶细胞的淋溶,各种养分含量一般较林内雨的低。如表4中氮含量在雨季初期的5月林外雨和林内雨都较高,分别达到3.2和4.0公斤/公顷·月,此时两者差别不大。而7—8月林内雨的养分含量则比林外雨高1—2倍。

磷素的淋洗量不多,一年中明显出现两次高峰期,一是在5月,树冠淋洗量达0.38—0.51公斤/公顷·月,占全年总量27—43%。7—8月明显下降,9—10月为第二高峰期,11月以后迅速下降,12月降到最低点,一年中反映出较明显的“马鞍形”季节变化。

钾素的淋洗量每年5—10月橡胶树旺盛生长季节比冬旱季高,尤其5月份最高,其淋洗量达6.2公斤/公顷·月,占全年总量的24%。此期除粘附在叶面上的养分外,橡胶树抽新叶、开花结果等都具备了钾素的淋洗条件。以后各月,林内雨的钾含量亦比林外雨高得多,说明钾素较易不断地释放出来而被雨水淋洗。

硫素的淋洗量在每年雨季前(4—5月)的干旱期最高,此时树冠淋洗量比林外雨高1—2倍。在雨季因大气中硫的浓度逐渐减低,其淋洗量亦逐渐减少。

钙素的淋洗量在雨季明显增加,但和钾、硫不同,淋洗的高峰在7月,其量达1.5—3.7公斤/公顷·月,比林外雨高2—4倍。以后的淋洗量逐月下降,但在胶树越冬落叶期,淋洗量亦较高,如12月至翌年3月雨量虽少;但经树冠淋洗的钙含量亦比林外雨高3倍。

镁素淋洗量的高峰在雨季初的6月,其量达3.8公斤/公顷·月,比林外雨高2.5倍。以后各月都较平稳,冬旱季淋洗量较少。该元素溶解度较低,是淋溶较少的元素之一。

五、树冠淋洗在胶园养分循环中的意义

滇南热带地区植胶后,一方面橡胶树生长和割胶要从土壤中吸收固定和排去大量的营养元素,另一方面胶树每年的残落物返回地面,腐烂后又使土壤养分得到补充。据测定,橡胶树的残落物为9—10吨/公顷·年,这些有机物归还到土表时,要经过矿化过程转变为无机物才能被胶树吸收利用。而降雨和林内雨的养分可加速营养元素的循环,是胶园土壤养分的又一补充来源。根据1981—1982年我们对西双版纳15年生橡胶林残落物(干物重)测定计算的养分含量及林内雨养分含量列于表5。

从表5可见,橡胶树残落物归还到表土的养分以氮素最高,为115.4公斤/公顷·年;钙、钾、镁次之,磷素含量则很低,只有4.95公斤/公顷·年。经树冠淋洗进入土壤的养分量以钾素最高,占养分循环总量的29.86%,镁和磷次之,钙和氮最低。以上几种元素的淋洗量虽在胶园养分循环中占的比例不大,但经树冠淋洗的养分都是水溶性的,有效性高,勿需经过分解转化,胶树就可直接从土壤或通过叶面吸收利用,因此对橡胶树的养分供应有重要意

表 5

树冠淋洗在胶园养分循环中的意义

(公斤/公顷·年)

地 点	元 素	氮	磷	钾	钙	镁
橡胶残落物		115.35	4.950	58.54	89.70	43.60
林内雨养分		18.06	1.441	24.92	18.63	15.80
养分总量		133.35	6.391	83.46	108.33	59.40
林内雨养分占(%)		13.51	22.55	29.86	17.20	26.60

义, 尤其钾、镁和磷更不能忽视。

根据表 5 所列数值, 计算橡胶林内雨的氮、磷、钾含量, 每年每亩氮素为 1.2 公斤, 磷素为 0.096 公斤, 钾素为 1.66 公斤, 折合成化肥量约相当于硫酸铵 6 公斤/亩·年, 过磷酸钙 0.53 公斤/亩·年, 氯化钾 3.32 公斤/亩·年。如一个农场有一万亩橡胶园, 每年从橡胶树冠淋洗的养分中可获得硫酸铵 60 吨, 过磷酸钙 5.3 吨, 氯化钾 33.2 吨。这些养分在胶园水土保持工程搞得好的条件下, 大部分可以保存下来, 供胶树吸收利用。但以往在这方面并未引起注意, 目前胶园水土冲刷、养分流失在局部地区还是较为严重的。

六、结 语

通过对西双版纳地区降雨和橡胶林内雨养分的初步分析表明, 降雨的养分中氮、硫具有较重要意义, 特别是硫, 它是近代生态环境研究中重视的元素之一。橡胶林内雨养分含量一般比林外雨高一倍左右, 其养分量是钾>钙>氮>硫>镁>磷, 在胶园养分循环中所占比例是钾>镁>磷>钙>氮。降雨和林内雨的养分含量随一年中降雨量的变化而呈现明显的季节变化, 一般雨季初最高, 雨季次之, 冬旱季最低, 亦与本区橡胶树生长的节奏相一致。

由于本区土壤风化度深, 淋溶强烈, 降雨和林内雨的养分量对于平衡土壤养分, 促进植物生长均有一定意义。今后应进一步搞好胶园管理, 做好水土保持, 以求这部分养分能得到充分利用。

参 考 文 献

- 中国科学院南京土壤研究所 1978 土壤理化分析。上海科学技术出版社。
- 华南热带作物学院 1981 橡胶栽培学。中国林业出版社, 第143页。
- 罗仲全、王醇儒、卫元 1983 滇南热带雨林开垦后不同利用方式土壤肥力的研究。热带作物学报4(2): 19—26。
- 邹桂昌 1980 香港红壤地区的林内雨养分含量。林业科学16(2): 102—108。
- 鲁如坤、史陶钧 1979 金华地区降雨中养分含量的初步研究。土壤学报。16(1): 81—84。

A PRELIMINARY STUDY ON THE CONTENT OF NUTRIENTS IN THE RAINFALL AND THE THROUGHFALL IN XISHUANGBANNA HEVEA

Wang Chuniu

Luo Zhongquan

Zhao Shiyuan

(Tropical Crops Research Institute of Yunnan)

Rainwater was collected from the three different sites of Xishuangbanna in 1981 and 1982. The throughfall in two types of Hevea was collected from Jinghong in Jan. 1982 to Apr. 1983. The analysis indicated that the amounts of N, P, K, S, Ca and Mg in the incident rainfall were 17.8—19.9, 0.22—0.50, 11.0—15.2, 9.2—27.6, 3.0—18.9 and 6.7—12.3 Kg/ha/year respectively. The amounts of these elements in the Hevea throughfall were 15.2—18.1, 1.23—1.44, 16.6—24.9, 11.0—17.4, 16.6—18.6, and 14.0—15.8 Kg/ha/year respectively.

It was observed that, with the differences in rainfall in a year, pronounced seasonal variation existed in nutrient accession of both the rainwater and the throughfall. The nutrient contents were the highest at the beginning of the rain season, lower during the rain season, and the lowest during the winter and the drought season. This phenomenon is synchronous with the growth phase of rubber trees.