

# 哀牢山木果石栎林降雨过程中的养分循环

甘建民 薛敬意

(中国科学院昆明生态研究所 昆明 650223)

**摘要** 本文以云南哀牢山国家级自然保护区中山湿性常绿阔叶林的主要森林类型——木果石栎林为研究对象,分析了大气降雨对该生态系统的养分循环。结果表明,以大气降雨、穿透雨和树木干流为养分输入,以地表径流和土壤渗漏为养分输出的养分循环过程中,N、P、K、Ca等分别增加了 $15.941\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 、 $0.353\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 、 $3.83\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 和 $1.201\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ,而Mg减少了 $0.654\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。

**关键词** 木果石栎林 降雨过程 养分循环

## 1 调查区自然条件

调查区位于哀牢山自然保护区内,地处北纬 $24^{\circ}32'$ ,东经 $101^{\circ}01'$ ,海拔2450m。林区年平均气温 $11.1^{\circ}\text{C}$ ,1月平均气温 $4.8^{\circ}\text{C}$ ,极端低温 $-7.3^{\circ}\text{C}$ ,年降雨量1884.11mm,年辐射量 $36.63 \times 10^4 \text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{a}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温3049.5 $^{\circ}\text{C}$ 。土壤为山地黄棕壤。木果石栎林是该区的主要森林类型,一般可分3层,乔木层主要是由木果石栎,景东石栎,腾冲栲,红花木莲,滇木荷,绿叶润楠,绿毛润楠,舟柄茶,小花山茶,大花八角等组成,高20~25m,盖度0.9。灌木层以箭竹为主,还有卡瑞香,丛花山矾,大黄莲,小花山矾等,高1~3m,盖度0.7。以滇西瘤足蕨、细梗

苔草,黑鳞耳蕨为主构成草木层,高度小于0.5m,盖度0.3。乔木层枝干由蕨类和苔藓为主的附生植物覆盖。生物量为乔木层 $491.17\text{t}/\text{hm}^2$ ,灌木层 $7.39\text{t}/\text{hm}^2$ ,草木层 $1.14\text{t}/\text{hm}^2$ 。

## 2 材料与方法

在哀牢山自然保护区内,选择 $100\text{m} \times 100\text{m}$ 的木果石栎林标准样地,坡向为西坡,坡度 $11^{\circ}$ ,有382棵树。大气降雨根据林外气象站观测资料确定,穿透雨采用网格法设7个雨量筒,按算术平均法计算。树木干流按树干径级分选6棵标准树,用剖开的聚乙烯塑料管一端固定在树干上,沿树干螺旋缠绕一周半后固定,下端接收于塑料容器内,以每棵树的林冠投影面积换算成单位面积的树干茎流量。地表径流采用PVC塑料板设置2个 $2\text{m} \times 5\text{m}$ 的径流场进行测定。土层渗漏量则采用 $40\text{cm} \times 40\text{cm} \times 50\text{cm}$ PVC塑料集水盘分别水平插入土壤10cm,25cm,45cm,65cm深处各2个,塑料管引出渗漏水于塑料容器内进行测定。以上项目观测随同林内外气象观测由专人负责,每天三次记录。营养元素分析,N——直接蒸馏法,P——钼蓝比色法,K、Ca、Mg——用日立-17030型原子吸收分光光度计测定。

## 3 测定结果和分析

### 3.1 系统养分收入

大气通过降雨将大气中养分元

素输入森林系统,大气降雨成为天然的养分输入来源,降雨同时淋溶树干和树冠分泌物,其中部分养分元素参与分泌物的化学作用。其结果是:大气降雨中部分营养元素被植物吸附和吸收,同时又淋溶出植物中的一些营养元素,并随树干茎流和穿透雨而进入土壤系统。因此,营养元素输入除大气降雨外,还包括穿透雨和树干茎流养分输入。从观测结果(见表)中可以看出:

#### 3.1.1 大气降雨

大气降雨养分输入大小依次是 $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{K}$ ,它们分别占各自元素养分输入总量的69.85%、44.28%、19.08%、22.49%和1.35%,大气降雨养分输入以N为主,其次是Ca。

#### 3.1.2 穿透雨

穿透雨养分输入大小依次是 $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ ,它们分别占各自元素养分输入总量的30.04%、98.19%、55.44%、80.40%和77.33%。显然K元素养分输入主要来源于穿透雨。

#### 3.1.3 树干茎流

树干茎流养分输入大小依次是 $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ ,分别占各自元素养分输入总量的0.48%、0.11%、0.28%、0.52%和0.18%,所占比例均小于1%。

#### 3.1.4 淋溶量

淋溶养分量除N的含量外,其他养分元素的淋溶量均为正值,以

收稿日期:1996—06—06

表 降雨过程中的养分年平均(1991.5~1993.4)输入和输出量(kg/hm<sup>2</sup>·a)

	N	P	K	Ca	Mg	五种元素养分总量	
系 统 养 分 收 入	大气降雨	14.179 (69.85)	0.123 (22.49)	0.080 (1.33)	1.429 (44.28)	0.183 (19.08)	15.994 (51.50)
	穿透雨	6.099 (30.04)	0.423 (77.33)	5.915 (98.19)	1.789 (55.44)	0.771 (80.40)	14.997 (48.29)
	树干茎流	0.022 (0.11)	0.001 (0.18)	0.029 (0.48)	0.009 (0.28)	0.005 (0.52)	0.066 (0.21)
	淋溶量		0.301 (55.03)	5.864 (97.34)	0.306 (9.48)	0.593 (61.84)	7.064 (22.75)
	养分输入总量	20.300 (100)	0.547 (100)	6.024 (100)	3.227 (100)	0.959 (100)	31.057 (100)
系 统 养 分 支 出	地表迳流	0.152 (3.48)	0.007 (13.21)	0.677 (30.87)	0.037 (1.83)	0.45 (2.79)	0.766 (7.59)
	土壤渗漏	4.207 (96.52)	0.046 (86.79)	1.516 (69.13)	1.898 (98.17)	1.568 (97.21)	9.326 (92.41)
	养分输出总量	4.359 (100)	0.053 (100)	2.193 (100)	2.026 (100)	1.613 (100)	10.092 (100)
降雨过程中的养分循环	15.941	0.535	3.831	1.201	-0.654	20.965	

注:括号内数字为该项目总量的百分比

K 的淋溶量最大,为 5.864kg/hm<sup>2</sup>·a,其次是 Mg (0.593kg/hm<sup>2</sup>·a),Ca (0.306kg/hm<sup>2</sup>·a)和 P(0.301kg/hm<sup>2</sup>·a)。它们分别占各自养分总输入量的 97.34%、61.84%、9.48%和 55.03%。

大气降雨穿透雨和树木干流三种养分输入形式中,5 种养分元素总输入量分别是:15.994kg/hm<sup>2</sup>·a,14.997kg/hm<sup>2</sup>·a 和 0.066kg/hm<sup>2</sup>·a,它们分别占五种元素养分输入总量(31.057kg/hm<sup>2</sup>·a)的 51.50%、48.29%、和 0.21%,显然,大气降雨和穿透雨是哀牢山木果石栎林大气降雨过程中养分输入的主要形式。

### 3.2 系统养分支出

随着穿透雨强度的增加和土壤水分饱和,穿透降雨和树干茎流进入地被后,养分一方面被枯枝落叶、腐殖质和土壤胶体吸附固定,另一方面水分又淋溶出枯枝落叶、腐殖质和土壤中的养分,并随地表径流和土壤渗漏水而流失,因此,养分元素输出包括地表迳流和土壤渗漏水。从表中观测结果可以看出:

#### 3.2.1 地表迳流

地表迳流养分输出量大小依次是 K>N>Mg>Ca>P,它们分别占各自元素养分输出总量的 30.87%、3.48%、2.79%、1.83%和 13.21%,以 K 元素输出量较多,为 0.677kg/hm<sup>2</sup>·a。

#### 3.2.2 土壤渗漏

土壤渗漏总输出量大小依次是 N>Ca>Mg>K>P,它们分别占各自元素总养分输出量的 96.52%、98.17%、97.21%、69.13%和 86.79%。

地表迳流和土壤渗漏二种养分输出形式中的五种养分元素总量分别是 0.766kg/hm<sup>2</sup>·a 和 9.326kg/hm<sup>2</sup>·a,占 5 种养分输出总量(10.092kg/hm<sup>2</sup>·a)的 7.59%和 92.41%,显然土壤渗漏是哀牢山木果石栎林大气降雨过程中养分输出的主要形式。

### 3.3 降雨过程中的养分循环

在大气降雨过程中,通过大气降雨、穿透雨及树干茎流而输入养分,又通过地表迳流和土壤渗漏而输出养分。对森林——土壤系统而

言,养分增加的元素是 N、P、K、Ca,增加的养分量分别是 15.941kg/hm<sup>2</sup>·a,0.533kg/hm<sup>2</sup>·a,3.831kg/hm<sup>2</sup>·a 和 1.201kg/hm<sup>2</sup>·a。五种养分元素输入总量与输出总量之差为 20.965kg/hm<sup>2</sup>·a。可见,大气降雨及其对树冠的淋溶使系统所增加养分量,大于系统输出的养分量,大气降雨是森林生长重要的养分源,因养分为水溶性的,能被植物直接吸收,因此它对植物生长具有重要意义。

### 4 小结

1 大气降雨和穿透雨是养分输入的主要形式,分别占总养分输入量的 51.50%和 48.29%,树干茎流占 0.21%,可忽略不计。

2 养分输出以土壤渗漏为主,占总养分输出量的 92.41%,而地表迳流只占 7.59%。

3 在哀牢山木果石栎林生态系统中,降雨过程中的养分循环是收大于支,即 N、P、K、Ca 元素是增加了,而 Mg 元素减少了。

☆