

湿地松人工林中降雨对养分物质的淋溶影响*

唐常源 王 翌

(中山大学地理系, 广州 510275)

摘 要

降雨的水质在通过森林后会发十分大的变化。本文选择了亚热带湿地松人工林, 通过分别实测降雨过程中林外降雨、林内降雨及树干流的变化, 及其相应的水质变化, 分析了湿地松人工林地内雨量再分配的特点, 在此基础上阐述了通过降雨过程湿地松人工林地内营养元素的输入及循环过程的特点。

分析结果表明, 林外降雨、林内降雨及树干流的 P、N、Ca、Mg、Na、K 等浓度有很大的差异。与水分运动相对应, 各种元素以点源或面源的形式进入流域, 从而构成了两个过程与速度均不同的循环。此外, 也讨论了降雨与树表面淋溶作用对林地物质输入的贡献。

关键词 人工松林; 雨量分配; 物质循环; 水质; 淋溶

一、引 言

从生态角度来研究森林的存在对流域的水分循环和物质迁移的影响是一个十分有意义的工作。目前, 在欧美各国关于森林与水质的关系研究比较多^[4]。中国在这方面, 比较多地研究森林对河流泥沙悬浮含量的影响, 或干枝落叶和微生物对腐殖质转化等作用形成的森林的养分循环, 而甚少研究森林降雨重新分配作用对森林的养分循环的影响^[1,3]。因此, 本文选择了亚热带湿地松人工林, 通过分别观测降雨过程中林外降雨、林内降雨及树干流的变化, 及其相应的水质变化。结合林外降雨、林内降雨及树干流的时空间变化的特性, 分析降雨的重新分配对森林的养分循环的影响过程。

二、实验区的概况和试验方法

实验区位于广州市南部、中山大学校园内马岗顶北侧的湿地松人工林内。平均年降雨量为 1500mm。实验区内湿地松的大小基本一致, 平均树高为 20m, 平均胸径 28cm, 树间间隔为 5m 左右。在湿地松林的里面和外面各设置一个直径为 20cm 自记雨量计, 分别测定林外雨和林内雨。树干流的观测方法是选择一株树, 在树干离地面 150cm 的地方用橡胶板绕树一圈作成树干流收集装置, 然后用导管接入自记雨量计。每次降雨后, 采取林外雨、林内雨和树干流, 对其中的 TN(总氮量)、TP(总磷量)、溶解 P、Na、Ca、K 和 Mg 的

本文于1991年4月收到, 1991年7月收到修改稿。

* 本研究得到中山大学科学研究基金的资助。

浓度进行了分析。

实验区的土壤是典型的红壤,风化层比较厚,属粘性土。深度为1—2m的地方根系分布比较多。实验区的土壤透水系数空间变化非常大,在树干附近的地方土壤透水系数非常大,可观察到由于树根作用造成大量的宽达2cm的裂隙。随着离树干的距离增加,土壤透水系数逐步减少,可达 $4.5 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 。地下水的埋深在2m到3m之间变化。

观测期间为1990年4月—1991年4月。为了使取得的资料具有代表性,定期选择林地内若干点及3—4株树检验上述林内雨和树干流的观测值的代表性。这期间一共收集了58次降雨的水样进行分析,在此基础上进行统计计算。

三、林外雨、林内雨和树干流的水质特性

水质分析结果表明,大气降水通过树林后的林内雨以及树干流,其成分发生一定的变化。pH值的变化显著,pH值的大小顺序为林外雨>林内雨>树干流。这种变化主要是植物体内有机酸在雨水的淋溶下相互作用的结果。表1表明P的浓度在林外雨中比较

表1 林外雨、林内雨和树干流的水质变化平均值(mg/l)对比(括号内数字为标准方差)

Table 1 Comparison of water quality variations (mg/l) among rainfall, throughfall and stemflow (standard derivation shown in parentese)

项 目	Ca	Mg	K	Na	TP	溶解P	TN	pH
林 外 雨	6.11 (3.57)	5.54 (2.60)	0.78 (0.32)	0.52 (0.19)	0.029 (0.017)	0.0120 (0.0150)	2.32 (1.28)	6.72 (0.30)
林 内 雨	12.81 (7.46)	8.14 (4.77)	2.72 (1.31)	1.39 (0.79)	0.042 (0.017)	0.0063 (0.0043)	5.31 (2.69)	5.37 (0.63)
树 干 流	53.58 (37.66)	21.65 (21.22)	5.16 (4.60)	2.75 (1.89)	0.056 (0.034)	0.0220 (0.0160)	40.15 (20.15)	5.26 (0.44)

小,林内雨和树干流中增加比较大,但是溶解P和TP的比例却变小。此外K、Na、Ca和Mg的变化也比较大。树干流中的K和Na的浓度约为林内雨的2倍,Ca和Mg的浓度分别为4倍和2.6倍。林外雨、林内雨和树干流的TN的浓度的差别尤为突出,树干流的TN浓度分别是林外雨、林内雨的20倍和8倍。这说明雨水通过与树干的接触,离子的含量增加很快。以上的结果无疑对林下有机质的分解、对调节土壤pH值,土壤性能的改变,营养元素的多少,存在形态都有关系,进而影响生态环境的变化。

为了比较林外雨、林内雨和树干流的营养成分对实验区的贡献,用单位面积上年林外雨、林内雨和树干流的总量乘以相应的营养成分的平均浓度,从而计算出林外雨、林内雨和树干流中各种养分物质的年总量(表2),每个项目的总量等于林外雨和淋溶量(植物体被淋溶元素)之和或可表示为林内雨和树干流之和。计算结果表明,按各种养分物质的总量(kg/ha·a)多少来排顺序。

林外雨 Ca>Mg>TN>K>Na>TP

淋溶量 Ca>TN>Mg>K>Na>TP

林内雨 Ca>Mg>TN>K>Na>TP

树干流 Ca>TN>Mg>K>Na>TP

从顺序来看,林外雨和林内雨、淋溶量(=林内雨+树干流-林外雨)和树干流分别具有相

表2 林外雨、林内雨和树干流的营养成分的比较 (kg/ha·a⁻¹·年)
(括号内数字为该项目占总量的百分比)

Table 2 Comparison of nutrients (kg/ha·a⁻¹) among rainfall, throughfall, stemflow and leaching water (percentage shown in parenthese)

项 目	Ca	Mg	K	Na	TP	TN
林 外 雨	91.65 (51.08)	83.10 (78.38)	11.7 (34.32)	7.80 (44.60)	0.44 (84.62)	34.80 (40.48)
林 内 雨	144.88 (80.74)	92.06 (86.83)	30.76 (90.23)	15.72 (89.88)	0.48 (92.31)	60.06 (69.87)
树 干 流	34.56 (19.26)	13.96 (13.17)	3.33 (9.77)	1.77 (10.12)	0.04 (7.69)	25.90 (30.13)
淋 溶 量	87.79 (48.92)	22.92 (21.62)	22.39 (65.68)	9.69 (55.40)	0.08 (15.38)	51.16 (59.52)

同的倾向。但从林外雨和林内雨、淋溶量和树干流分别对林地物质输入的贡献来看,与用总量来排顺序的方式得的结果就不一样了,即如果按林外雨和淋溶量或林内雨和树干流对各种养分物质总量的贡献百分比多少来排顺序,降雨重新分配所形成的不同部分水量,在植物养分的搬运过程中对不同的元素所起的作用是不同的。

林外雨、林内雨和树干流的水质随时间的变化与季节的关系不太大,而与前期无雨期的长短,降雨持续时间的长短及降雨量的大小很有关系。前期无雨期长的话,空气中的各种成分的浓度比较大,留在树叶、树干上的溶解物质也不少,因此在降雨出现时,林外雨、林内雨和树干流中的各种成分的浓度比较大。若前期有雨,林外雨中的溶解成分含量就少,林内雨和树干流中的溶解成分含量也会减少,但其减少的速度比较慢。降雨量越大,减少速度越快。

四、讨 论

从实验区的观察结果发现,地面的透水系数比树木周围由树根造成大量的孔隙的透水系数小1到2个数量级。林内雨是通过下渗进入林地,而树干流即通过大孔隙直接进入土壤深部。考虑到林内雨及树干流的空间分布和土壤透水系数的空间分布,可以认为水分输入流域的过程有两个,一个是林内雨(面源),另一个是树干流。对比林内雨及树干流的水质的差异,联系到水分进入地下、补给流域的过程,不难想像树木生长所需要的各种营养元素也是通过树根本身造成的管道迅速到达根部,给树木提供养分。

雨水对林冠的淋溶加速了养分循环,保障了植物对养分的需要,由于淋溶出来的养分是水溶性的,不需要经过复杂的分解过程,便可被植物直接吸收,因此,雨水对树冠的淋溶具有加速植物生长的重要意义。

假设随雨水每次输入的营养物质被林冠枝叶截留而未能直接进入林地,暂时被吸附在枝叶表面上,随下次降雨淋溶又进入林地。一般认为,林内雨中的营养物质是降雨和对林冠枝叶的淋溶的综合结果,而树干流则是在林内雨的基础上,进一步对树干淋溶的结果。表3比较了林内雨及树干流中淋溶成分部分。尽管树干流只占林外雨的4.3%,在淋溶成分中对TN、Ca和Mg的贡献超过1/3,而对Na和K的贡献就小一些。由上面说明的森林降雨的重新分配以及由此造成的进入林地的不同途经可推断森林本身通过淋溶作

表3 林内雨及树干流中淋溶部分的比较 (kg/ha·a⁻¹) (括号内数字为该项目占总量的百分比)

Table 3 Comparison of leaching nutrients in throughfall and stemflow

项 目	Ca	Mg	K	Na	TP	TN
林 内 雨	58.18 (66.27)	13.44 (58.64)	19.68 (87.90)	8.34 (86.07)	0.06 (75.0)	27.14 (53.05)
树 干 流	29.61 (33.73)	9.48 (41.36)	2.71 (12.10)	1.35 (13.93)	0.02 (25.0)	24.02 (46.95)

用形成的营养物质循环中, TN、Ca 和 Mg 通过树干流迅速到达树根, 给森林提供营养。

以上的分析表明, 从水循环的角度来看, 林内雨与林地的状况构成来面源, 而树干流与树根周围的大空隙决定了这部分的水运动以点源形式进入林地。从植物利用的角度来看, 随树干流进入林地的营养物质比随林内雨进入林地的营养物质更容易被利用, 也成为森林物质循环过程中, 循环速度最快的部分。从物质迁移量的构成来看, 林内雨及树干流中的营养物质均为来自林外降雨和来自植物表面自身淋溶两部分组成。表4表示了淋溶成分和林外降雨水质对林内雨和树干流水质的贡献, 从中可发现, 淋溶和降雨对林内雨

表4 淋溶成分和林外降雨水质对林内雨和树干流水质的贡献

Table 4 Contribution of leaching and rainfall to the water quality of throughfall and stemflow (%)

项 目	Ca	Mg	K	Na	TP	TN	
林内雨	林外降雨	59.84	85.40	36.02	46.95	87.50	54.81
	淋溶	40.16	14.60	63.98	53.05	12.50	45.19
树干流	林外降雨	14.32	32.09	18.62	23.73	50.00	7.26
	淋溶	85.68	67.91	81.38	76.27	50.00	92.74

中 Ca、Na 和 TN 的贡献几乎持平。与降雨比较淋溶对 K 的贡献大于 60%, 而对 Mg 和 TP 的贡献却不超过 15%。在树干流情况下, 淋溶对本实验中所测定的所有元素均有十分大的贡献, 其中最大的 TN 占 92.74%, 最小的 TP 也占 50%。由此可见, 与水运动相对应, 林地内随降雨出现的物质迁移也以点源和面源两个不同的过程存在, 循环速度也不一样。从表4的结果来看, 由林外降雨带来的营养物质的大部分通过林内雨的形式进入林地, 因而, 与树干流相比较, 林外降雨带来的营养物质作为“长效肥料”供植物使用。

五、结 论

由上面分析可知, 植被的存在, 一方面造成流域内降雨的重新分配, 另一方面也造成了流域土壤透水系数空间分布的不均一性。其综合效果对流域中的元素分布、移动等均产生影响。通过本研究可得以下结论:

(1) 与水分运动相对应, 各种元素以点源或面源的形式通过管流或下渗进入流域, 参加生态系统的物质循环, 从而构成了两个过程与速度均不同的循环。

(2) 进入林地的营养成分从来源上可分为林外降雨和植物表面自身淋溶两部分, 其中前者对 Mg 和 TP 贡献比较大, 而后者对 K 和 TN 贡献比较大。两者对 Ca 和 Na 贡献

基本持平。

(3) 树冠和树干对通过淋溶作用进入林地的 TN 的贡献几乎相同, 而 K、Na 和 TP 部分基本是由树冠的枝叶来提供。

参 考 文 献

- [1] 马雪华, 1989: 森林与水质, 全国森林水文学学术讨论会文集, 中国林学会森林水文与流域治理专业委员会编集, 测绘出版社, 31—35。
- [2] 唐常源、杨雪峰, 1991: 亚热带湿地松人工林降雨截流影响初探, 中山大学学报、(自然科学)水资源与环境专辑, 10(1) 101—105。
- [3] 潘维等, 1989: 亚热带杉木人工林生态系统中的水文学过程和养分动态, 全国森林水文学学术讨论会文集, 中国林学会森林水文与流域治理专业委员会编集, 测绘出版社, 43—52。
- [4] Reichle, D. E. , 1981: Dyanmic properties of forest ecosystems. Cambridge University Press, 683.

THE EFFECTS OF THE PARTITIONING OF RAINFALL ON THE NUTRIENTS LEACHING PROCESSES IN SLASH PINUS ARTIFICIAL FOREST

Tang Chang-yuan Wang Yi

(*Geography Department, Zhongshan University, Guangzhou 510275*)

Abstract

Water quality of rainfall changes greatly after passing through trees canopy in the watershed. In this paper, an artificial pinus forest has been chosen to measure the precipitation inside and outside of forest, stemflow as well as the variations of their chemical contents. By analysing the characteristics of rainfall partitioning, the patterns of chemicals migrations in the field have been discussed.

The results showed that the concentrations of TP, TN, Ca, Mg, Na and K were different among rainfall, throughfall and stemflow. In accordance with the rainfall partitioning, chemicals entered the field both as point source and area source, from which two different processes of motion were found. The chemical contributions in the field by rainfall and leaching from the tree was also discussed.

Key words Artificial pine forest; Partition of rain; Matter cycle; Water quality; Leaching