

密云水库集水区刺槐水源保护林水化学性质研究

刘世海, 余新晓

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 研究了北京密云水库集水区人工刺槐水源保护林水化学性质, 结果表明, 不同月份大气降水化学元素含量不同, 在观测时段内6月份化学元素含量最高, 所测定元素加权平均值之和为12.001 mg/L, 各元素含量按大小排序为 $Ca > N > K > Mg > Na > P > Fe > Zn > Cu > Mn$; 大气降水经过林冠层后, 林内穿透降水和树干茎流中各化学元素含量变化不一, 但元素总含量增加, 林内穿透降水化学元素含量之和为46.192 mg/L, 树干茎流为61.586 mg/L, 分别高于大气降水34.191 mg/L 和 49.585 mg/L。

关键词: 大气降水; 穿透降水; 树干茎流; 化学元素

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)05-0013-03

中图分类号: S713

A Study on Water Chemical Elements of *Robinia Pseudoacacia* Water Protection Forest in Miyun Reservoir Watershed

LIU Shi-hai, YU Xin-xiao

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, PRC)

Abstract: The water chemical elements of *Robinia pseudoacacia* water protection forest in the Miyun reservoir watershed are studied. The results show that the precipitation contained the total chemical elements amount was 12.00 mg/L in the mainly rainfall period, the highly sample arisen in the June. The consequence of water chemical elements contained as follows: $Ca > N > K > Mg > Na > P > Fe > Zn > Cu > Mn$. The chemical elements that through-fall and stem-flow contained was varied in different direction, but as the sum up of the variance quantity that the total contained amounts were increased as comparison with that of the precipitation. The total chemical elements contained of through-fall, stem-flow was 46.192 mg/L and 61.586 mg/L, respectively, it is 34.191 mg/L and 49.585 mg/L higher than that of precipitation, respectively.

Keywords: precipitation; through-fall; stem-flow; chemical elements

北京市人均水资源占有量仅为300 m³, 是全国平均值的15%, 世界平均值的4%。据预测, 2000年后北京市平水年将缺水6.0 × 10⁸ m³, 逢干旱年将缺水1.2 × 10⁹ m³以上。密云水库是北京市的重要饮用水源, 为北京市提供70% 以上的生活用水, 为了保证首都人民的生活用水问题, 各级管理部门都制定了相应的政策、采取了相应的措施, 其中密云水库水源保护林建设是一项十分重要的内容。

1 研究地区基本情况

研究区位于北京市密云县境内的密云水库上游, 处于东经116°31'—117°31' 和北纬40°13'—40°48' 之间。气候类型属于暖温带半湿润季风型气候, 年平均温度10.5℃, 平均最低温-18℃, 平均最高温38℃, 无

霜期176 d, 多年平均降水量669 mm, 主要集中在6—8月份, 雨热同期。地带性植被为暖温带落叶阔叶林区, 现状植被以灌木丛为主。主要人工植被为刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 林和油松 (*Pinus tabulaeformis*) 林。土壤为褐土和潮土。

2 试验布设与研究方法

在密云县北庄乡水源保护试验站布设刺槐径流小区, 刺槐林分年龄在10~15 a, 观测大气降水中各化学元素和降水通过林层至地表后各化学元素的含量变化, 分别测定大气降水、穿透降水、树干茎流、地表径流和土壤耕层透过水样(土壤厚度约为30 cm) 中氮、磷、钾、钠、钙、镁、铜、锌、铁和锰含量。氮用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法测定, 磷用钼酸铵

收稿日期: 2000-05-08

资助项目: 国家“九五”攻关项目“华北土石山区水源保护林综合配套技术与示范”(96-007-01-02); 中德合作监评项目“密云水库集水区经营”; 国家林业局水土保持重点实验室项目(98K-01-01)

作者简介: 刘世海(1970—), 男(汉族), 在读博士, 研究方向为流域管理与森林水文。电话:(010)62390695, E-mail: shihailiu@263.net

分光光度法测定, 钾、钠用火焰发射光度计测定, 其余的元素均用原子吸收分光光度计测定。

水样采集: 林外降水样在北庄水源试验站内采集; 林内穿透降水用直径为20 cm 的塑料容器布设在林下收集水样, 布设方式为机械布样; 树干茎流用直径为2.5 cm 的聚乙烯塑料管剖开后沿树干螺旋形固定在树干上用容器承接茎流样; 地表径流样在径流小区取样; 土壤耕作层水样用 lysimeter 获得。所有实验布设、样品采集和测定方法均采用国颁标准^[1]。

3 结果分析

3.1 大气降水的化学性质

大气降水是森林生态系统化学元素输入的一个

重要途径, 它不仅是森林生态系统化学元素输入的主要方式, 而且也是森林生态系统养分输入的一个重要途径。降水中的化学元素输入参与了森林生态系统的化学元素循环, 降水中的化学元素与森林生态系统中化学元素的相互作用结果使得流出森林生态系统的水化学性质发生了变化。

在观测期间共测定了15次降水的化学元素含量, 其中0—5 mm 降雨5次; 5—10 mm 降雨4次; 10—15 mm 降雨5次; 45 mm 以上降雨1次。在15场降雨中雷阵雨3次, 普通降雨12次。降水中化学元素的含量(加权平均值)如表1所示。观测时段内化学元素含量的大小顺序依次为 $Ca > N > K > Mg > Na > P > Fe > Zn > Cu > Mn$ 。

表1 不同月份大气降水中化学元素含量

mg/L

| 月 份 | N | P | K | Na | Ca | Mg | Fe | Zn | Cu | Mn |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 0.283 | 0.107 | 1.034 | 0.900 | 10.622 | 1.362 | 0.184 | 2.730 | 0.136 | 0.113 |
| 6 | 5.861 | 0.390 | 8.804 | 0.528 | 7.335 | 0.917 | 0.124 | 0.679 | 0.025 | 0.060 |
| 7 | 2.782 | 0.155 | 0.788 | 0.449 | 3.371 | 0.562 | 0.147 | 0.076 | 0.052 | 0.012 |
| 8 | 5.914 | 0.296 | 1.718 | 1.056 | 3.946 | 0.468 | 0.251 | 0.257 | 0.014 | 0.031 |
| 总加权平均值 | 2.801 | 0.180 | 1.569 | 0.655 | 5.596 | 0.779 | 0.162 | 0.158 | 0.056 | 0.045 |

Parker G G^[2] (1983) 总结了世界不同地区的大气降水化学物质输入量, 从他的总结数据来看, 不同地区化学元素的年输入量差异较大, 同一地点不同元素之间年输入值也各不相同, 尽管如此, 却表现出一些相同的趋势。降水输入量最大的元素是 S, Cl, Na 等, 他对全球降水化学资料的加权平均结果表明, 全球范围内降水中化学元素含量的大小顺序依次为: $S > Na > Cl > N > Ca > K > P$, 我国一些地区的研究结果与以上分析基本相符^[3,4]。与我们的测定结果 $Ca > N > K > Na > Mg > Zn > Mn > P > Fe > Cu$ 有一定的差异; 陈灵芝^[5] (1988) 在北京西山人工刺槐林化学元素含量特征中的研究结果及周梅^[6] (1999) 在兴安落叶松原始林水化学特征研究中得出的结果与我们的结果基本一致。

大气降水中化学元素的含量变化幅度较大, 主要是因为: (1) 降雨条件如降水的强度、季节、降水量、持续时间以及次降雨之间时间间隔等对降水中化学元素的含量均有影响, 表现在观测时段内不同月份降水中的化学元素含量不同。(2) 环境条件和气象条件对降水中的化学元素含量也有影响, 大气污染状况, 大气环流携带的各种化学物质成分具有随气象因素而发生较大变化的随机性, 如水气来源、风向风速

等条件都会使降水中化学元素含量亦发生变化, 这不仅是造成同一地区大气降水化学元素含量差异的原因, 而且也是造成不同地区(不同气候带)其差异的原因, 这种差异表现在浓度和成分上。^[5-10]

3.2 林层降水化学性质

在森林集水区中, 降水通过林冠、树干流下, 在此过程中林层对降水中化学元素的影响主要包括了截留与淋溶2个作用过程, 降水对树叶、花、果和枝条表面尘埃等物质的淋洗以及树叶、枝等对降水中化学元素的吸收、吸附等的化学调节作用, 使降水中所含元素含量发生了变化。

观测期间大气降水经林层后水化学性质变化结果是: 在林内穿透降水和树干茎流中的化学元素变化趋势基本一致, 其结果如表2所示, 大量元素除 Ca 外, 其它5种元素均呈增加趋势, 林内穿透降水和树干茎流中的元素均有不同程度的增加; 树干茎流中除 Ca, Mn 的含量比大气降水的含量小(Ca, Mn 分别比大气降水减少0.509 mg/L, 0.021 mg/L), 其余的8种化学元素含量均有不同程度的增加, 增幅最大的是 K, 其含量高出大气降水的含量35.051 mg/L, 其次为 N, 比大气降水中的含量高出11.703 mg/L, 剩余元素的增值均较小, P, Mg, Na, Zn, Cu 和 Fe 的增幅分别

为 2.334, 0.696, 0.227, 0.096, 0.056 和 0.047 mg/L, 树干茎流中化学元素增幅从大到小排序结果是 $K > N > P > Mg > Na > Zn > Cu > Fe > Mn > Ca$; 林内穿透降水中仍以 K 的增幅最大, 林内穿透降水中 K 的含量高出大气降水 22.133 mg/L, N 其次, 高出大气降水 9.735 mg/L, P, Na 和 Mg 的增幅较小, 分别为 2.371, 1.177 和 0.052 mg/L, 其它 5 种元素 Ca, Fe, Cu, Mn, Zn 的含量分别低大气降水中各元素的含量, 减幅分别为 1.163, 0.087, 0.046, 0.021 和 0.007 mg/L。

表 2 林内穿透降水、树干茎流与大气降水中化学元素含量比较

mg/L

| 水 样 | N | P | K | Na | Ca | Mg | Fe | Zn | Cu | Mn |
|----------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 树干茎流 | 14.504 | 2.513 | 36.620 | 0.881 | 5.088 | 1.476 | 0.121 | 0.247 | 0.112 | 0.024 |
| 林内穿透降水 | 12.536 | 2.551 | 23.702 | 0.707 | 4.480 | 1.957 | 0.074 | 0.151 | 0.011 | 0.024 |
| 大气降水加权平均 | 2.801 | 0.180 | 1.569 | 0.655 | 5.596 | 0.779 | 0.162 | 0.158 | 0.056 | 0.045 |

4 结论与讨论

(1) 大气降水中所含化学元素含量在不同月份其值不同, 在观测时段内 6 月份含量最高, 所测定的 10 种元素含量加权平均值之和为 12.001 mg/L, 各元素含量从大到小排序为 $Ca > N > K > Mg > Na > P > Fe > Zn > Cu > Mn$ 。

(2) 大气降水经过林层后, 林内穿透降水和树干茎流中各化学元素含量变化不一, 但总元素含量增加, 林内穿透降水化学元素含量之和为 46.192 mg/L, 树干茎流各化学元素含量之和为 61.586 mg/L, 分别比大气降水中化学元素含量高出 34.191 mg/L 和 49.585 mg/L。

试验点 1999 年降水量不及平均年降水量 (669 mm) 的 1/2, 在所有的降水中没有一次产流降水, 因而没有收集到地表径流, 同样的原因, 埋在土壤中的 lysimeter 也没有收集到水样, 使我们的工作只局限在大气降水和林冠层透过样的分析。

[参 考 文 献]

- [1] 谢贤群, 王立军主编. 水环境要素观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [2] Parker G G. Throughfall and streamflow in the forest

若以各元素的加权平均值之和来计, 树干茎流中的化学元素含量最高, 达到 61.586 mg/L, 这是因为树干茎流样中不仅是雨水与枝叶之间的淋溶与吸附, 同样与树干亦进行了淋溶与吸附作用, 总的结果来看, 使树干茎流样中的化学元素含量升高; 林内穿透降水为 46.192 mg/L, 树干茎流和林内穿透降水中化学元素含量分别比大气降水中的化学元素含量高 49.585 mg/L 和 34.191 mg/L, 由此可见, 大气降水经过林层后, 化学元素总含量呈增加趋势, 与我国其它学者的研究结果相一致^[6,7,11]。

nutrient cycle[J]. Advances in ecological research, 1983, 13: 57—113.

- [3] 孙阁. 森林植被对河流泥沙和水质影响综述[J]. 水土保持学报, 1988, 2(3): 83—89.
- [4] 刘文耀, 刘伦辉, 郑征, 等. 滇中常绿阔叶林及云南松林水文作用的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(2): 159—166.
- [5] 陈灵芝, 孔繁志, 缪有贵, 等. 北京人工刺槐林化学元素含量特征[J]. 植物生态学报与地植物学学报, 1988, 12(4): 245—255.
- [6] 周梅. 兴安落叶松原始林水化学特征研究[学位论文]. 1999.
- [7] 蒋有绪, 卢俊培, 等. 中国海南岛热带林生态系统[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [8] 陈步峰, 周光益, 曾庆波, 等. 热带山地雨林的水化学性质及其与降雨量关系的研究[J]. 林业科学研究, 1993, 6(2): 117—123.
- [9] 周晓峰主编. 森林生态系统定位研究(第1集)[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1991.
- [10] 田大伦, 朱小年, 蔡宝玉, 等. 会同杉木林、阔叶林集水区水化学动态的研究[J]. 林业科学, 1997, 33(2): 12—18.
- [11] 李凌浩, 林鹏, 何建源, 等. 森林降水化学研究综述[J]. 水土保持学报, 1994, 8(1): 85—96.