

杉木活立木组织内的养分转移特征

周玉泉¹, 康文星^{1,2,3}, 陈日升¹, 田大伦^{1,2,3}, 项文化^{1,2,3}

(1. 中南林业科技大学, 湖南长沙 410004; 2. 南方林业生态应用技术国家工程实验室, 湖南长沙 410004; 3. 湖南会同杉木林生态系统国家野外科学观测研究站, 湖南会同 418307)

摘要: 为了探讨杉木活立木组织内的养分转移规律, 为人工林养分循环的研究和经营管理提供科学依据, 利用会同杉木林 25 年定位测定的生物量和养分数据, 估算某林龄段以前生长的、且在这林龄段还存活的生物质中新补充或转移出的养分, 分析了活立木组织内的养分转移特征。结果表明: 活立木各器官组织都发生养分转移, 而且 N、P、K、Ca、Mg 都能在活立木各器官组织内转移。林分郁闭前, 新吸收的养分中有部分转移到某林龄段以前生长的、且在这林龄段还存活的物质内。林分郁闭后, 各林龄阶段都表现出积累在原来生长的、且在该林龄段还存活的植物组织内的养分被转出来再利用。除从叶中转移出来养分量的随林龄增加而减少外, 干、皮、枝和根中转移出来的养分量的随林龄增加的变化呈现先上升后下降的规律。杉木体内养分流动方向和转移量大小除受养分含量差异大小的制约外, 还受林木不同生长阶段生理发育特征的影响。植物体内的养分转移和再利用是植物对养分贫瘠环境的一种适应机制, 也是植物保存养分并维持体内养分平衡的一种重要养分利用策略。

关键词: 杉木; 活立木; 养分转移; 养分内循环; 湖南会同

中图分类号: S791.27

文献标志码: A

文章编号: 1673-923X(2019)07-0092-08

Nutrient translocation characteristics in living tissues of *Cunninghamia lanceolata*

ZHOU Yuquan¹, KANG Wenxing^{1,2,3}, CHEN Risheng¹, TIAN Dalun^{1,2,3}, XIANG Wenhua^{1,2,3}

(1. Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, Hunan, China; 2. National Engineering Lab for Applied Technology of Forestry & Ecology in South China, Changsha 410004, Hunan, China; 3. Hunan Huitong Chinese Fir Forest Ecosystem National Field Scientific Observation and Research Station, Huitong 418307, Hunan, China)

Abstract: The aims of this study were to investigate the internal nutrient cycling in live tissues of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) and to provide scientific basis for sustainable management of plantations. Used the ecological data of the past 25 years in Hunan Huitong Ecological Station and to estimate the forest age stage of growth before, and in the forest age paragraph the surviving biomass new supplement or transfer of nutrients, analyzed the stocking nutrient transfer characteristics within the organization. The results show that the stocking each organ organization is nutrient transfer, and N, P, K, Ca, Mg can transfer within the stocking each organ organization. Before the forest canopy closure, a new absorption of nutrients in part transferred to a forest age of growth before, and in the forest age paragraph the surviving material, after the forest canopy closure, the forest age stages showed accumulation in the growth of the original, and in the forest age paragraph the surviving plant nutrients transferred out recycling within the organization. The transferred nutrient from leaves decreased with increasing ages, while the change of nutrient components in stem, bark, branch and root increased with age and then decreased. This suggested that the direction and amount of nutrient transferred were determined not only by the differences of nutrient concentrations, but also by the physiological characteristics of the different growth stages of the trees. Nutrient transfer and re-utilization of plant nutrients is an adaptation mechanism of plants to nutrient poor environment. It is also an important nutrient utilization strategy for plants to maintain nutrients and maintain nutrient balance.

Keywords: *Cunninghamia lanceolata*; living tissues; nutrient translocation; internal nutrient cycling; Huitong station in Hunan province

收稿日期: 2018-12-17

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项 (201404361); 国家野外科学观测研究站项目 (20080615)

作者简介: 周玉泉, 博士研究生

通信作者: 康文星, 教授, 博士研究生导师; E-mail: kwx1218@126.com

引文格式: 周玉泉, 康文星, 陈日升, 等. 杉木活立木组织内的养分转移特征 [J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(7): 92-99.

植物组织内的养分转移属于养分内循环。这种循环有两种过程,一是植物活组织之间的养分转移^[1],二是植物组织衰老时养分向活组织转移^[2-4]。以往植物养分内循环研究,几乎全部集中在衰老组织养分向活组织转移上。如不同生活型植物衰老叶片养分转移率的差异^[5-8],不同林龄植物衰老叶片养分转移的变化规律^[9-11],不同气候和气候变化对植物叶衰老时养分转移的影响^[12-14],衰老叶片养分转移率与土壤肥力的关系,施肥以及温室条件下养分有效性对养分转移的影响^[15-16]。然而,到目前为止,国内外却鲜见植物活组织之间的养分转移的研究报道。早在1977年,有学者就提出养分元素在体内的活动性思想^[17],Miller^[18]根据这种思想对养分元素在体内的运转和位移作了总结。实际上植物的正常生长发育过程中,植物活组织内养分流动普遍存在^[19]。如何估算活立木组织内的养分转移量,一个林分从幼林到成熟期不同年龄阶段活立木组织内的养分转移规律怎样?这些是森林养分循环深入研究中亟需解决的问题。本研究利用会同杉木林25 a定位测定的生物量和养分数据,根据某林龄段前后两次测定的现存生物量和枝、周期估算某林龄段林分生产的生物量;用某林龄段前后两次测定的养分浓度数据,估算某林龄段的以前生长的,在这林龄段还存活的生物质中新补充或转移出的养分量,探讨不同林龄杉木活立木组织内养分转移的过程和规律。为人工林养分循环的研究和经营管理提供科学依据。

1 研究区概况

本研究在湖南会同杉木林生态系统国家野外科学观测研究站第3试验小集水区的杉木人工林内进行。地理位置26°50'N,109°45'E。面积1.984 hm²,海拔270~350 m,坡向西北,坡度15°~25°。研究的林分是1977年冬采伐第一代杉木人工林后,1988年春在采伐迹地上采用炼山、全垦挖穴营造的第2代杉木林。造林密度约2 200株·hm⁻²。杉木栽上后前3年的春秋季节各抚育一次,以后任其自然生长。

研究区属于中亚热带季风湿润气候区,年平均气温16.9℃,年降水量1 100~1 400 mm,年均相对湿度80%以上。土壤母岩为震旦纪板溪系灰绿色板岩,风化程度较深,土层厚度80 cm以上,土壤为黄壤。A1层腐殖质含量2%~4%,C/N值12~14,pH值4.8~5.7。林地45 cm深层土层平

均养分浓度:有机质3.027%~4.859%,N 1.36~2.03,P 0.48~0.65,K 13.65~21.27 g·kg⁻¹。林下植被主要有杜茎山 *Maesa japonica*、山苍子 *Litsea cuhaha*、白栎木 *Pinus albicaulis*、白背叶 *Mallotus apelta*、冬青 *Ilex chinensis*、鱼腥草 *Houttuynia cordata*、狗脊蕨 *Woodwardia japonica*、仙鹤草 *Herba agrimoniae*、梵天花 *Urena procumbens*等组成。

2 研究方法

2.1 样品采集

第2代杉木人工林7年生时,设立了4块固定样地(每个样地面积为667 m²)并根据原林业部科技司主编的《森林生态系统定位研究方法》^[20]提供的克拉夫特的林木生长状况分级法测定林分生物量。以后在林分11、16、20和25年生时,都在4块样地测定林分生物量。每次测定生物量的同时采集养分待测样品。为了保证样品具有代表性,将每一次采集样品伐倒的标准木(依据样地的平均树高、平均胸径测定的标准木)分成树干基部、中下、中、中上和上部5个区段,每一区段采集相同质量的树干,再把采集的树干混合一起组合成树干样品。树皮取样采用树干相同的方法。枝和叶都分成当年生、1年生、2年生、多年生分别取样。根分成根头、大根(1 cm ≤ 根径)、粗根(0.2 cm ≤ 根径 < 1 cm)、细根(根径 < 0.2 cm)分别取样(杉木各器官取样样本分别为2 kg左右)。

2.2 养分测定

将待测的杉木各器官组织样本,取适量样品置于85℃恒温干燥箱内烘干至恒质量。称干质量,磨碎,过60目筛后按《土壤农业化学分析方法》^[21]配置待测溶液。用半微量凯氏法测定植物中的全N,用分光光度计测定植物中全P,用原子吸收分光光度计测定植物中全K、全Ca、全Mg。每个样品重复测定3次,用3次重复测定的平均值作为计量标准。

2.3 不同林龄林分养分积累现存量计算

林分某一林龄时养分积累现存量(M)用下式计算:

$$M = W_i \times L_i \quad (1)$$

式(1)中: W_i 为林分某一林龄时杉木某器官现存生物量(t·hm⁻²); L_i 为林分某一林龄时杉木某器