

长白山露水河地区针阔混交林的边缘效应分析

张云鹤, 王旭, 李雪姍, 赵慧, 黎明

许晨, 李明嘉, 谷琳琳, 许威

(东北师范大学生命科学学院, 吉林 长春 130024)

摘要 森林植被破碎化使森林生态系统受到边缘效应的影响也越来越大。研究森林的边缘效应, 对揭示群落的发生、发展与演替的全过程、稳定性和规律具有重要意义。本研究通过对长白山露水河地区针阔混交林的片段化样地的样方调查, 运用 Shannon-Wiener 物种多样性指数和 Jaccard 物种相似度指数, 结合相关环境因子的变化情况, 对其边缘效应进行了深入分析。研究表明: 由于光照、湿度、温度等多种环境因子的综合影响, 以及群落对环境因子的反作用, 林缘群落具有明显的多样性优势, 林内的物种相似度要高于林缘地区, 整个调查样带从林缘向林内深处呈现出从草本植物向木本植物的过渡趋势。

关键词 针阔混交林 物种多样性 边缘效应 环境因子 景观破碎化

1 引言

边缘效应(Edge effect)是一个自然界中普遍存在的规律^[1]。20 世纪 30 年代, 野生动物学家 Leopold 首先提出了边缘效应的概念, 将生态交错带内物种种类和个体数量多于邻近生态系统的现象称为边缘效应^[2]。此后, 许多生态学家又根据不同的研究对象、目的和角度, 赋予边缘效应不同的定义^[3]。目前为大多数学者所接受的边缘效应(亦称周边效应)的定义为: 在两个或多个不同性质的生态系统(或其他系统)交互作用处, 由于某些生态因子(物质、能量、信息、时机或地域)或系统属性的差异和协和作用而引起系统某些组分及行为(如种群密度、生产力和多样性等)的较大变化^[4]。

边缘效应导致群落结构特别复杂, 其生产力较高, 通常以强烈的竞争开始, 以和谐的共生结束^[5]。森林边缘, 由于环境因子的梯度变化形成了从林缘到森林群落中心的空间异质性梯度, 使林缘具有边缘效应, 从而为物种入侵、生长和更新提供了充足的资源和环境。边缘效应具有物种组成、配置和动态方面的特殊性质, 从而对生态系统中的动植物种类、数量以及分布产生影响。同时, 边缘效应的存在使得林缘生态系统抵抗力稳定性较低, 极易导致森林生态系

统的退化^[6-7]近年来, 由于人类的过度活动, 片段化的森林代替了大面积的自然森林, 森林边缘地带逐渐增加, 使得森林生态系统受到边缘效应的影响也越来越大^[8]。

植物群落的种类组成和结构是群落最基本的特征, 是认识群落的组成、变化和发展趋势的基础^[9]。物种多样性是物种丰富度和分布均匀性的综合反映, 体现了群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异^[10]。分析植物群落的结构和物种多样性, 对揭示群落的更新、稳定性与演替规律具有极为重要的意义。

本文以长白山露水河地区破碎化的针阔混交林群落斑块为研究对象, 通过研究林缘的物种组成、结构和物种所在地区的环境情况, 重点分析了林缘地带物种的多样性分布以及林缘的环境因子(包括温度, 湿度以及介电常数等)及其关系, 并对边缘效应的产生原因进行了探讨。旨在探索边缘效应对森林物种分布的影响, 为森林生态系统的植被恢复以及森林的优化管理提供科学依据。

2 材料与方法:

2.1 研究区域自然概况

本实验的研究区域位于吉林省抚松县露水河镇, 处于长白山西北麓下, 地处中纬度内陆山区, 海拔 720m—1100m, 为针阔混交林带, 地势比较平坦, 土壤以暗棕壤为主。属北温带东亚季风气候, 冬季漫长、寒冷, 夏季多雨、气温潮热, 春秋两季干燥, 无霜期 110 天左右, 是典型的长白山地带气候。年平均气温 1.5℃, 最高气温 33.2℃, 最低气温-44.1℃。降水多集中在 7、8 月份, 年降水量 800 mm—1040 mm。该区植物生长茂盛, 动物种类繁多, 群落结构层次分明, 可分为乔木、灌木、草本三层, 生物多样性丰富。林地面积 2565 公顷, 森林覆盖率达 78.5%。

实验样地为红松针阔混交林与撂荒六年的人参地的交界处(42°30'N, 127°50'E), 海拔为 764m, 整体呈东西走向。实验时间为 2012 年 7 月 10 日下午 13:30—下午 16:30; 2012 年 7 月 11 日下午 13:30—下午 16:30, 天气晴转多云, 温度 21—24℃, 西风 2—4 级。

2.2 研究方法

2.2.1 样地选择及样方设置

以长白山区露水河红松王地区的针阔混交林(与 6 年撂荒人参地相邻)群落为样地, 沿群落边界开始向森林内部方向设置样带, 于 0~10m、20m~30m、40m~50m 处分别设置垂直于群落边界的 3 个 10 m×10 m 样方。在 10 m×10 m 大样方内记录乔木特征; 每个样带内均匀的布置一个 5 m×5 m 的样方测定灌木特征; 在每个灌木样方内再设置一个 1 m×1 m 的小样方

测定草本群落特征。以上实验重复做 3 个平行样，对各样方内的物种多样性进行调查和记录。同时，测定各样方内各环境指标（温度、相对湿度及露点温度）和土壤的温度、湿度、介电常数及电导率等指标。通过对样地土壤理化性质和环境因子的测定和相关物种分布状况、多样性情况等来探究边缘效应产生的原因及边缘效应对物种多样性的影响。

2.2.2 Shannon-Wiener 指数

采用 Shannon-Wiener 指数来评估各样方内的物种多样性。

$$H = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

式中 n_i 为某一个种的个体数， s 为样地内植物种数。

2.2.3 Jaccard 指数

以 Jaccard 指数（相似性指数）测定样方之间的相似性系数。

$$c_j = j / (a + b - j)$$

式中， j 为两个群落或样地共有种数； a 和 b 分别为样地 A 和样地 B 的物种数。 C_j 越大则两群落相似性就越大。

2.2.4 实验仪器

实验仪器主要有：小型气象站，测定林内空气温度、湿度以及风速等；POGO 便携式土壤多参数仪，测定土壤温度、含水量、介电常数及电导率。

3 结果与分析

3.1 物种多样性分析

森林群落的空间结构取决于物种的生长型和相同生长型的物种组成的层片。从群落结构的角度来研究生物群落的多样性是很有意义的，因为森林群落的结构是群落中植物与植物之间、植物与环境之间相互关系的可见标志，同时也是群落其它特征的基础。本实验选择乔木、灌木和草本 3 种生长型对群落内植物物种多样性的空间分布格局进行分析，其多样性测度指标的计算结果如下。

3.1.1 物种方向分布的多样性

样地内的物种如下表 1:

表 1 实验区所观察的不同生活型的植物种类

生活型	种名
乔木	白桦、落叶松、红松、水曲柳、小檫木、榆树、酸皮春榆、壳斗科栗树、槐、紫椴、接骨木、卫矛、黄檗、鹅耳枥、桦木
灌木	忍冬、珍珠梅、山梅花、丁香、茶藨、疣枝卫矛、卫矛、线秀菊、稠李
草本	苔草、剪股颖、茜草、升麻、老鹳草、大戟科、石竹、羊角芹、碎米荠、水杨梅、节节草、天南星科、臭松属、美汉草、十字花科、蕨类、单叶舞鹤草、荨麻、唇形科、蒿属、细叶蚊子草、野芝麻、香根芹、重楼、水金凤、天南星、林石草、野大豆、金腰子、歪头菜、委陵菜、金丝桃、墨石足

如图 1 所示，群落边缘样地中，从林缘向林内方向多样性由大到小分别为：草本>乔木>灌木，而森林中部为：草本>乔木>灌木，森林深处为乔木>灌木>草本。水平方向多样性，沿样带深度深入，乔木层和灌木层呈现逐渐递增的趋势，而草本层表现为递减趋势。样方内所有植物总的物种多样性系数递减。

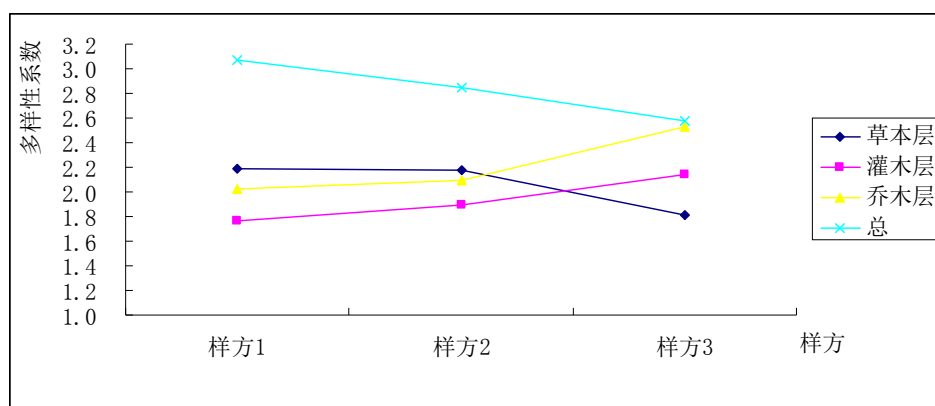


图 1 针阔混交林乔木、灌木和草本植物 Shannon-Wiener 指数

3.1.2 群落的相似度

Jaccard 指数是以种来比较不同地区植物区系的相似性程度的数值，S 越大，则两群落相似性就越大。针阔混交林乔木、灌木和草本植物相似性系数如表 2:

表 2 针阔混交林乔木、灌木和草本植物相似性系数

	草本层	灌木层	乔木层
群落边缘与森林中部样方	0.4575	0.3592	0.3476
森林中部与森林深处样方	0.1791	0.1693	0.1737
群落边缘与森林深处样方	0.3071	0.2391	0.4161

乔木层植物种类相差较大，Jaccard 指数在 0.3 左右，灌木层次之，Jaccard 指数在 0.35 左右，草本层相差较小，Jaccard 指数在 0.4 左右。且相邻样地植物种类相差较小，样地距离较远的植物种类差距较大。

从整体上来看，在群落交错区，随林间的深入，草本层在退化，而乔木层正逐渐成为优势层。

3.2 环境因子分析

3.2.1 气候因子

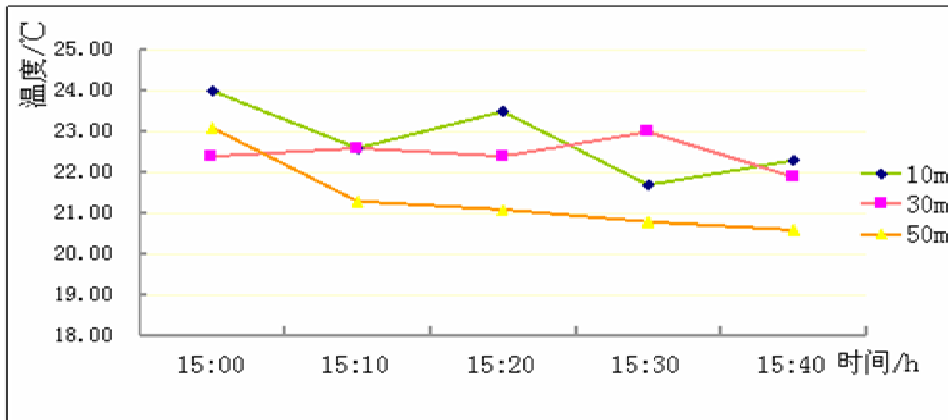


图 2 不同样地温度随时间变化情况

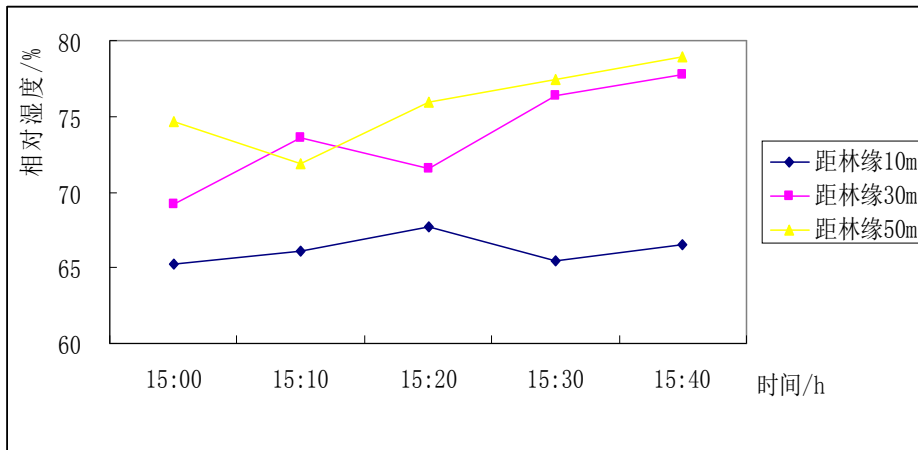


图3 不同样地相对湿度随时间变化

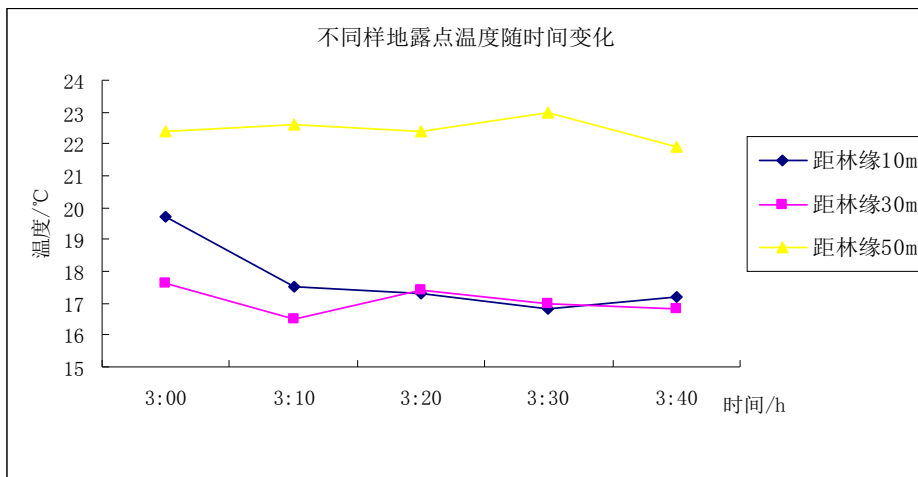


图4 不同样地露点温度随时间变化

温度（图2）随距林缘的距离的增加，总体上呈逐渐降低趋势，且在5个调查时间内，显示出林缘地带的整体温度最高，而与露点温度（图4）的差值也最大，这表示林缘的相对湿度最小。相反，越靠近森林深处，其相对湿度（图3）就越大。其最可能的原因是：林缘地带乔木较少，阳光照射充足，且风速较大，而越往林内深处，由于高大乔木的遮盖作用，使得阳光的透射率较低，植物蒸腾作用产生了更多的水蒸气，所以，呈现出整体湿度大而温度低的趋势。这也从一方面解释了边缘效应下，植物有更充分的阳光供其生长，同时，在空间上，植物能获取更多的资源，因此，物种多样性较高。随着与林缘距离的增加，乔木在群落中所占有的

比例逐渐增大，使得群落下层光照逐渐减少，湿度等其他环境条件也发生相应的变化，这种变化导致群落的生态环境更有利于乔木的生长。这样的正相关关系进一步导致森林群落的深处木本植物的多样性高，草本植物的多样性低。

3.3.2 土壤指标

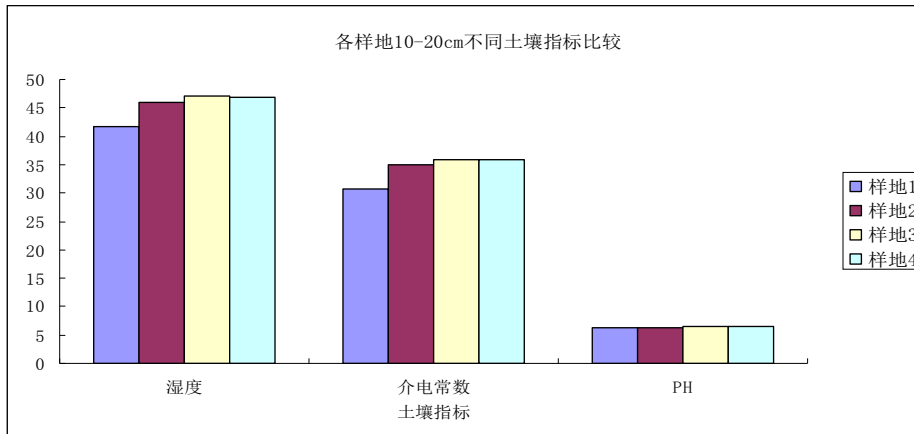


图 5 样地土壤指标

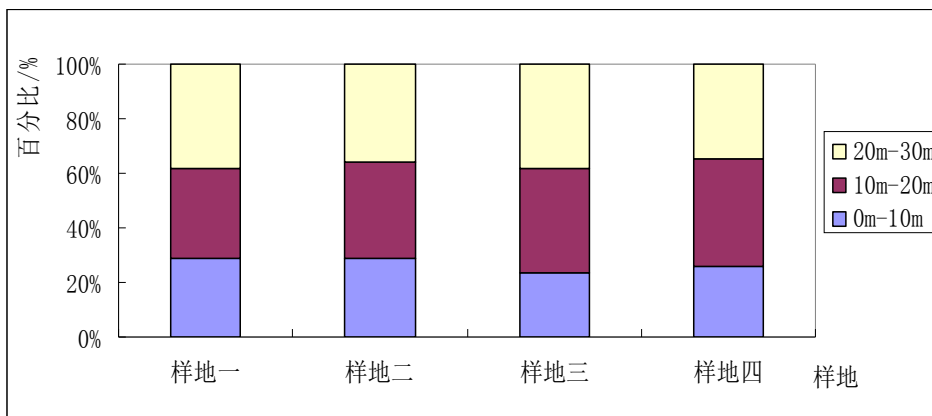


图 6 各样地土壤下不同深度的导电率

样地一、二、三、四依次靠近林内，从图五可以看出，湿度与介电常数整体上呈现增大趋势，而PH值并无显著变化。前人研究表明，在土壤中，介电常数是与离子和含水量呈正相关的土壤指标。原因可能是林内接受的阳光较少，地面受到的直接辐射减少，加之林内风速不大

导致林内的湿度大于林缘地带，从而导致了林内土壤介电常数的增加。电导率是以数字表示的溶液传导电流的能力。在图六中，表层土壤下不同深度的电导率也趋于一致，这表明，湿度的增加使得离子的导电能力增加，而电导率本身并无显著变化。

4 讨论

由图一可知，在垂直方向上，生物多样性指数的大小标志着森林在垂直方向上的多样性、复杂性和差异性的大小。多样性指数越大，森林垂直结构越复杂。多样性指数越小，森林垂直结构越简单。根据图表数据分析可得出：接近群落边缘的样方一和样方二草本层的多样性大于灌木层和乔木层，而距离边缘远的样方三则是乔木层的多样性大于草本层和灌木层。由此可见在群落的边缘区域草本层的多样性最高，而在林内地区乔木层的多样性最高。在水平方向上，草本层的种类多样性随着森林的深入而逐渐减少，群落的边缘多样性逐渐减弱。而灌木层、乔木层的生物多样性则随着森林的深入而逐渐增加。

通过这个结果可以看出整个样本带呈现出从草本植物向木本植物的过渡趋势，优势群落正在逐渐演替过渡之中。但总体看来，边缘地区的物种多样性显著高于林内地区。

就样方内所有物种的多样性而言，最接近撂荒人参地的样方多样性最高，而后逐渐递减，其原因可能是：林缘地带处于物种恢复的初期，高大乔木仍然处于生长的抽芽萌发阶段，导致数量及种类均较少。但同时分析了物种构成和环境因子的基础上，可以推断正是由于边缘地带乔木、灌木、草本特殊的分层分布状态，阳光、空气、土壤等环境因子得到了充分的利用，使边缘地带具有高温、较低湿度的特点，较林内给了植物更有利的生长条件。土壤的干湿状态以及流通的空气都更加有利于植物的生长。

综上所述，由于光照、湿度、温度等多种环境因子的综合影响，以及群落对环境因子的反作用，林缘群落具有明显的多样性优势，林内的物种相似度要高于林缘地区，整个样本带呈现出从草本植物向木本植物的过渡趋势。

长白山露水河地区边缘效应的研究，可为揭示该处群落的稳定性与发生，发展与演替的全过程和规律提供理论依据，对针阔混交林生态系统的多样性和森林生态系统的恢复具有重要意义。

致谢

感谢生命科学学院邢福老师对本文的指导；

感谢长白山各实习小组在搜集数据资料的过程中给予的帮助；

[参考文献]

- [1] 刘世荣等著.中国暖温带森林生物多样性研究[M]. 中国科学技术出版社, 1998
- [2] Leopold A. Game Management. Charles Scribner and Sons. New York. 1933
- [3] Wang R-S, Ma S-J. Edge effect and its application in economic ecology. Chinese Journal of Ecology, 1985, 4(2): 38-42
- [4] 马世骏.边缘效应与边际生态学[M].北京:北京科学出版社,1990:43-45
- [5] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004
- [6] 刘金福,洪伟,李俊清,等.格氏栲群落林窗边缘效应研究[J].应用生态报,2003,14(9):1421-1426
- [7] 洪伟,吴承祯,林成来,等.福建龙栖山森林群落林窗边缘效应研究[M].厦门:厦门大学出版社,1999:36-42
- [8] 茹文明, 张金屯, 张峰, 等. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 561-566
- [9] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [10] 廉振民, 于广志.边缘效应与生物多样性[J].生物多样性, 2000, 1: 1-5

Abstract:

The forest vegetation breakage has been playing a more and more important role in influencing the edge effect of ecological system. Study the edge effect of the forest is of great significance to reveal the whole community succession process, including the occurrence, development, stability and laws of it. The dew river area which is around Changbai Mountain is our sample plot. This research depends on the fragmentation of the open community in this area. Through using Shannon - Wiener species diversity index and Jaccard species similarity index, combined with related environmental factors changes, we gave out our analysis of the edge effect. The results of the study show that: the edge community has obvious diversity advantage and higher species similarity index because of illumination, humidity, temperature and many other kind of environmental factors, as well as the synthesis influence of it. The whole survey sample belt from the forest edge to the deep forest lands present the change from the herb plants to woody plants, and there was the tendency of eutrophication.

Key word:

theropencedrymion

species diversity index

edge effect

environmental factor

forest vegetation breakage