

# 黑龙江省苔藓土壤微生境中动物物种多样性分析

刘鹏, 汤铠禧, 陈辉, 梁晋, 蔡兴隆

哈尔滨师范大学生命科学与技术学院, 哈尔滨 150080

**摘要** 为了详细了解黑龙江省苔藓土壤中的动物种类和数量, 分别于2009年6月、8月和2010年7月, 通过简单培养从黑龙江省的帽儿山、威虎山、七星河国家级自然保护区以及大兴安岭地区的塔河等地采集的苔藓材料400份, 共收集苔藓土壤动物2932只, 隶属于17类物种。结果表明, 中、小型的螨类和弹尾类构成了苔藓土壤动物群落的主体。其中, 螨类占总捕量的56.17%, 弹尾类占总捕量的28.39%。物种多样性分析结果表明, 塔河和帽儿山地区的苔藓土壤动物物种比较丰富, 相似度较高; 而威虎山和七星河地区物种丰富度较差, 相似度较高。由此可知, 生态系统的复杂程度与苔藓中物种的多样性呈显著正相关, 苔藓动物可以作为环境监测和环境修复的指示物种。

**关键词** 苔藓; 土壤; 原生动物; 物种多样性; 微生境

**中图分类号** Q959.4

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.08.011

## Species Diversity on Moss Soil Microhabitat in Heilongjiang Province

LIU Peng, TANG Kaixi, CHEN Hui, LIANG Jin, CAI Xinglong

College of Life Sciences and Technology, Harbin Normal University, Harbin 150080, China

**Abstract** Moss provides ideal biological indicators for global changes, environmental pollution, nutrient conditions, forest integrity and ecosystem health because it is very sensitive to the concentration of atmosphere components and the global climate change. In order to know various species of soil animals and their number in a moss microhabitat, this study collected 400 moss specimens from Maoershan Mountain, Weihushan Mountain, Qixinghe Conservation and Tahe Town in Heilongjiang Province and compared the related data between mountain and wetland habitats. There are a total of 2932 soil animals identified through simple cultivating and they belong to 17 categories. It is indicated that the medium and small soil animals constitute the main part of soil animals in this area, including mites (56.17%) and Collembola (28.39%). It may be speculated that these two types of animals might adapt to the cold environment of the high-latitude with high tolerability and suitability. Tahe Town and Maoershan Mountain have high species diversity and similarity, while Weihushan Mountain and Qixinghe Conservation have low species diversity but high similarity. So, species diversity on the moss soil microhabitat has a remarkable positive correlation with the complexity of the ecosystem and some species can be selected as the standard indicators of the state of the environment. Further studies on response and adaptation of soil animals in the moss to the global changes are needed in the future.

**Keywords** moss; soil; protozoa; species diversity; microhabitat

### 0 引言

苔藓分布广泛, 结构相对简单, 具有独特的生理适应机

制, 能在一般高等生物难以生存的高寒、干旱、贫瘠的土壤和弱光环境中生长, 并与土壤形成一种独特的生态环境, 即苔

收稿日期: 2011-12-19; 修回日期: 2012-02-24

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究项目指导项目(11553053), 哈尔滨师范大学青年学术骨干资助计划项目(KJB200814, 11KXQ-02), 哈尔滨师范大学大学生创新基金项目(2009038)

作者简介: 刘鹏, 副教授, 研究方向为动物生态学和保护生物学, 电子信箱: liupeng11111@163.com; 陈辉(通信作者), 高级实验师, 研究方向为动物学, 电子信箱: xsdch111@163.com

藓土壤生态系统,其中分布着种类和数量极为丰富的动物类群,为其生存提供了丰富的食物资源和稳定的栖息环境。动物对藓土壤这一特殊生境的适应机制以及藓土壤动物物种多样性和种群季节动态方面的研究逐渐成为热点<sup>[1-3]</sup>。

黑龙江省位于高纬度高寒地区,平均气温较低,具有大小兴安岭、东部山地等山地生态系统和三江平原、松嫩平原等湿地生态系统,其独特的藓土壤环境为物种多样性研究和环境监测提供了有利条件<sup>[4-5]</sup>。近些年,已经开展了对黑龙江省的扎龙湿地、三江湿地和帽儿山土壤动物的分布、多样性、群落结构及影响因素等方面的研究工作,但是由于分类和取样上的困难,只能以较大的分类单位和较小的空间尺度上进行物种多样性研究,且很少关注藓土壤中重要的土壤动物类群<sup>[6]</sup>。本文通过对黑龙江省山地和湿地生态系统中的藓土壤动物物种进行调查研究,在较大的空间尺度上进行藓土壤动物物种多样性的比较和分析,可以深入了解高寒地区藓土壤动物的种类、数量和多样性变化,从而有效地保护和利用藓土壤生态系统。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料的采集和处理

于2009年6月在黑龙江省尚志市帽儿山(45°20'N—45°25'N,127°30'E—127°34'E,海拔400—800m)和海林市威虎山(44°46'N—44°47'N,129°6'E—129°8'E,海拔400—900m),2009年8月在大兴安岭地区塔河县(52°20'N—52°37'N,124°42'E—124°48'E,海拔400—500m),2010年7月在宝清县七星河湿地自然保护区(46°40'N—46°52'N,132°05'E—132°26'E,海拔40—100m)取样调查,采集藓材料。每一地区设样方10处,每个样方随机采集藓样品10份,四个地区共采样400份样品。将采集的样品装入自封袋,并在袋上写上样方编号、采集地的经纬度及海拔高度等信息。在显微镜下进行物种鉴定和数量统计,10份样品物种种类和数量的总和代表该地区的种类数和个体数,用平均值±标准误差表示每个地区10份样品中物种种类和数量之间的差异程度,使用SPSS 13.0软件进行方差分析和统计。

### 1.2 研究方法

将采集的藓样品用半径为4cm的培养皿截取大小一致样方(面积大小为50.2cm<sup>2</sup>),并用自来水浸泡于较大培养皿中,6h后在Leica MZ16FA立体显微镜下观察。用吸管将土壤动物吸出后放置于载玻片上,滴加霍氏液(蒸馏水:阿拉伯胶:水合氯醛:甘油=5:3:20:2),并盖上盖玻片装片,进行物种鉴别<sup>[9-12]</sup>,并统计种类及个体数量。

多样性指数D值的计算按照Margalef多样性指数公式: $D=(S-1)/\ln N$ ,其中D为多样性指数,S为种类数,N为个体数。

将各地区采集到的藓土壤动物按分布的有或无作为二元性状,有分布的编码为“1”,无分布的编码为“0”,建立二元数据列联表,应用MEGA2分析软件的类平均聚类法(UP-

GMA)得出4个地区藓土壤动物分布的聚类图<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 物种多样性组成

本次调查共收集藓土壤动物2932只,共有17类物种,其中螨类捕获1647只(包括甲螨类927只和革螨类720只),占总捕获量的56.17%;弹尾类捕获832只(包括节跳虫348只和棘跳虫484只),占总捕获量的28.38%;草履虫捕获301只,占总捕量的10.27%;缓步动物捕获56只(懒惰大生熊虫、小隙大生熊虫、减化小斑熊虫),占总捕量的1.91%;轮虫类捕获37只,占总捕量的1.26%;其它类群共59只(包括水藓单镰虫、柔软伪尾枝虫、小矛尖毛虫、藓刀口虫、僧帽形虫、摇蚊科、线蚓类和步甲科等物种),占总捕量的2.01%(图1)。从组成上看,主要由中、小型土壤动物组成,螨类和弹尾类构成藓土壤动物群落的主体。

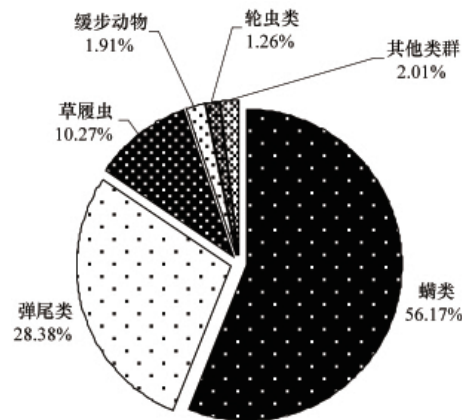


图1 藓土壤动物物种多样性组成  
 Fig. 1 Percentage of species diversity of moss soil animals

### 2.2 物种多样性指数

4个采集地的样品物种种类和个体数量均符合正态分布,方差分析结果表明,4个地区之间的物种种类和数量的平均值差异显著( $P<0.05$ ),其中,塔河地区平均每个样品中的物种种类数和个体数最多,分别为(14.1±0.5)种和(127.4±3.6)只,七星河平均每个样品中的物种种类数和个体数最少,分别为(3.3±0.4)种和(22.0±1.2)只,而威虎山和帽儿山两地平均每个样品中的物种种类数和个体数位于两者之间,帽儿山为(10.2±0.6)种和(89.3±3.9)只,威虎山为(5.6±0.4)种和(54.5±3.8)只(图2)。

物种多样性分析表明,塔河地区的生物多样性指数最高,为2.24,总共有17类物种,总的个体数为1274只,占43.45%;帽儿山的多样性指数为1.77,总共有13类物种,总的个体数为893只,占30.46%;威虎山的多样性指数为1.11,总共有8类物种,总的个体数为545只,占18.59%;七星河的多

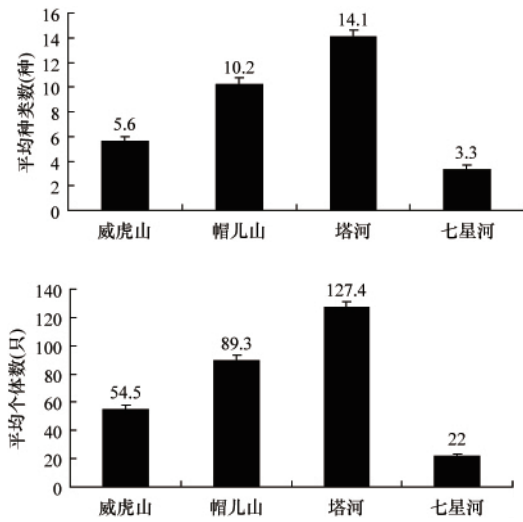


图2 4个地区样品的平均种类数和平均个体数  
Fig. 2 Mean values of species number and individual number of the specimens in the four areas

样性指数最低,为 0.93,总共有 6 类物种,总的个体数为 220 只,占 7.50%(表 1)。

表 1 苔藓土壤动物种类及分布

Table 1 The species and distributions of moss soil animals in four area

物种种类	威虎山	帽儿山	塔河	七星河
甲螨类	-	+	+	+
革螨类	+	+	+	-
棘跳虫科	-	+	+	-
节跳虫科	-	+	+	-
草履虫	+	+	+	+
懒惰大生熊虫	+	+	+	-
小隙大生熊虫	-	+	+	+
减化小斑熊虫	+	+	+	-
轮虫类	-	+	+	-
水藓单镰虫	-	-	+	-
柔软伪尾枝虫	-	-	+	+
小矛尖毛虫	-	-	+	-
苔藓刀口虫	+	-	+	-
僧帽肾形虫	+	+	+	+
摇蚊科	-	+	+	-
线蚓类	+	+	+	+
步甲科	+	+	+	-
总的种类数(S 值)	8	13	17	6
总的个体数(N 值)	545	893	1274	220
多样性指数(D 值)	1.11	1.77	2.24	0.93

注: +代表有该物种分布, -代表没有该物种分布。

Notes: + means there is that species distribution, - means there is not that species distribution.

### 2.3 地理分布的聚类分析

从聚类结果可以看出,根据 4 个地区物种相似性可分为两个类群,其中帽儿山和塔河相似性程度最高,在距离系数为 0.13 水平上首先聚合为一个类群,而威虎山和七星河在距离系数为 0.32 水平上聚合为一个类群(图 3)。

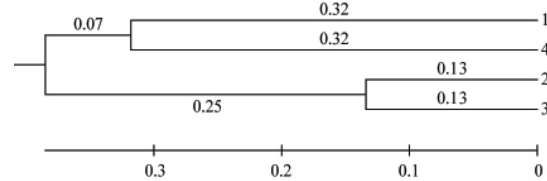


图 3 物种分布的聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of species distribution

注: 1,威虎山;2,帽儿山;3,塔河;4,七星河。

Notes: 1, Weihushan Mountain; 2, Maoershan Mountain; 3, Tahe Town; 4, Qixinghe Conservation.

### 3 讨论

土壤动物群落特征与土壤的各种特性,如水、pH 值、结构、质地、土壤有机质含量以及环境中植被盖度和凋落物年归还量等均有密切关系,并随着生态系统的异常变化和植物诱导的自发变化而变化<sup>[4,14]</sup>。在苔藓土壤和水的环境因子作用下,时间不同和地区不同的苔藓土壤动物物种的种类差异比较大。一般认为,地形地貌复杂、植被类型多样、小气候和水文条件优越、食物丰富、隐蔽场所良好的生境中苔藓土壤动物物种多样性比较丰富<sup>[15]</sup>。在 4 个地区中,塔河地区属于大兴安岭寒温带森林生态系统,帽儿山地区处于长白山余脉,二者生态系统相对复杂,因而其苔藓中土壤动物种类丰富度较高;而威虎山由于森林郁闭度较大,植被类型单一,适栖物种较少,七星河地区为湿地生态系统,物种相对单一,丰富度较差。

苔藓土壤相对于森林土壤比较贫瘠,土壤有机质含量低,因此,苔藓土壤层节肢动物的多样性和丰富度远不如森林土壤动物。但是,一些物种如螨类和弹尾类数量较多,原因是由于螨类和弹尾类在相对干旱或潮湿的环境下都能够很好的取食、生活、避害。此外,由于土壤动物对环境因子较为敏感,如缓步动物、原生动物等,在高温、干旱或低温等极端环境条件下,迅速从苔藓土壤动物群落中消失,因此这些物种虽然数量较少,但可以作为生态系统的指示物种<sup>[4]</sup>。

### 4 结论

(1) 黑龙江省苔藓土壤动物以中、小型的螨类和弹尾类为主,它们对高纬度寒冷环境的适应能力和耐受性较强。

(2) 生态系统较复杂的塔河和帽儿山地区苔藓土壤动物物种丰富度和相似度较高,而威虎山和七星河地区物种丰富度较差,说明生态系统的复杂程度与苔藓动物的多样性呈显著正相关。

## 参考文献 (References)

- [1] 尹文英. 中国亚热带土壤动物[M]. 北京: 科学出版社, 1992.  
Yin Wenying. China subtropical soil animals [M]. Beijing: Science Press, 1992.
- [2] 陈灵芝. 中国的生物多样性: 现状及其保护对策 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.  
Chen Lingzhi. China's biodiversity: Status and protection measures[M]. Beijing: Science Press, 1993.
- [3] 何强, 杜桂森. 苔藓植物多样性保护现状[J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2004, 9(3): 52-57.  
He Qiang, Du Guisen. *Journal of Capital Normal University: Natural Science Edition*, 2004, 9(3): 52-57.
- [4] 吴玉环, 高谦, 程国栋, 等. 苔藓植物对全球变化的响应及其生物指示意义[J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): 895-900.  
Wu Yuhuan, Gao Qian, Cheng Guodong, et al. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(7): 895-900.
- [5] Yosef S, Stanislav P M, Walter G W. Soil disturbance by soil animals on a topoclimatic gradient[J]. *European Journal of Soil Biology*, 2004, 40(2): 73-76.
- [6] 潘林, 焦德志, 王文峰, 等. 扎龙湿地苔藓群落土壤动物的分布及多样性[J]. 土壤, 2010, 42(4): 536-540.  
Pan Lin, Jiao Dezhi, Wang Wenfeng, et al. *Soils*, 2010, 42(4): 536-540.
- [7] 林英华, 孙家宝, 刘海良, 等. 黑龙江帽儿山土壤动物群落组成与多样性分析[J]. 林业科学, 2006, 42(4): 71-77.  
Lin Yinghua, Sun Jiabao, Liu Hailiang, et al. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, 42(4): 71-77.
- [8] 武海涛, 吕宪国, 杨青, 等. 三江平原湿地岛状林土壤动物群落结构特征及影响因素[J]. 北京林业大学学报, 2008, 3(2): 50-58.  
Wu Haitao, Lv XianGuo, Yang Qing, et al. *Journal of Beijing Forestry University*, 2008, 3(2): 50-58.
- [9] 杨再超, 王智慧, 张朝晖. 金矿区苔藓结皮表土原生动物群落与环境因子的关系[J]. 生态学杂志, 2009, 28(8): 1525-1530.  
Yang Zaichao, Wang Zhihui, Zhang Chaohui. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(8): 1525-1530.
- [10] 杨潼. 云南省丽江苔藓中缓步动物 (异缓步纲: 棘节目: 棘影熊虫科; 真缓步纲: 近爪目: 大生熊虫科, 高生熊虫科)[J]. 动物分类学报, 2002, 27(1): 53-64.  
Yang Tong. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2002, 27(1): 53-64.
- [11] 杨潼. 中国东部武夷山风景区苔藓中的缓步动物 [J]. 动物分类学报, 2008, 33(2): 348-353.  
Yang Tong. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2008, 33(2): 348-353.
- [12] 杨潼. 中国神农架国家森林公园苔藓中的缓步动物 [J]. 动物分类学报, 2007, 32(1): 186-189.  
Yang Tong. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2007, 32(1): 186-189.
- [13] 陈辉, 赵文阁. 黑龙江省两栖爬行动物地理分布的聚类分析[A]/周开亚, 计翔. 中国动物学会两栖爬行动物学分会 2005 年学术研讨会暨会员代表大会论文集——两栖爬行动物学研究 [C]. 长春: 吉林人民出版社, 2005.  
Chen Hui, Zhao Wenge. A cluster analysis on the geographical distribution of amphibians and reptiles in Heilongjiang Province [A]/Zhou Kaiya, Ji Xiang. China animals learn to crawl amphibious zoology 2005 academic seminar branch member representative assembly proceedings——*Herpetologica Sinica* [C]. Changchun: Jilin people's publishing house, 2005.
- [14] 查广才. 苔藓土壤动物种群动态的初步研究 [J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 1998, 1(1): 61-66.  
Zha Guangcai. *Journal of Xinyang Normal University: Natural Science Edition*, 1998, 1(1): 61-66.
- [15] 陈怡. 上海市苔藓植物分布格局及其与环境关系研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2005.  
Chen Yi. Studies on distribution patterns of bryophytes and its relationships with the environments in Shanghai City, China [D]. Shanghai: Shanghai Normal University, 2005.

(责任编辑 马骁骁)

·学术动态·

## “第三届可食植物资源及活性成分 国际学术研讨会”征文

由中国科学院新疆理化技术研究所主办,2012年7月25—28日拟在乌鲁木齐市召开“第三届可食植物资源及活性成分国际学术研讨会”。

征文范围:基于可食植物的药物及功能食品的基础研究;可食植物活性成分分离与分析的新方法和新技术;可食植物成分鉴定新技术及分子生物学研究;可食植物功能因子预防重大疾病研究;可食植物功能因子的结构修饰及合成新方法;基于可食植物活性成分的加工新工艺;可食植物的栽培技术。

联系电话:0991-3680635。

电子信箱:xjlab@ms.xjb.ac.cn。

大会网站:[http://www.cas.cn/hy/hyyg/201203/t20120322\\_3514781.shtml](http://www.cas.cn/hy/hyyg/201203/t20120322_3514781.shtml)。