

中国神农架地区的植被制图及 植物群落物种多样性

田自强^{1,2}, 陈 玥³, 赵常明¹, 谢宗强¹, 陈伟烈^{1*}

(1. 中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093;

2. 中国环境科学研究院河流与海岸带环境研究室, 北京 100038; 3. 央视国际网络国家地理频道, 北京 100038)

摘要:在野外调查、资料搜集的基础上,辅以全球定位系统(GPS)、GIS 软件及 TM 影像数据,绘制了该地区 1:20 万的植被类型图。制图结果表明:1)制图区总面积 3476.67km²,共计 504 个斑块。2)神农架地区林地面积 2,607.45 km²,占该地区总面积的 75%;山地灌丛及亚高山灌丛总面积 358.62 km²,占总面积的 10.3%;草甸面积 156.84 km²,占 4.51%。3)自然植被划分为 8 个植被型,46 个群系以及农田(居民点)和茶园两种农业土地利用类型。其中针叶、落叶阔叶混交林面积最大,为 908 km²,占总面积的 37.88%。4)对神农架地区 8 个植被型中的 46 个群系进行的群落物种 Shannon-Wiener 多样性指数(H')及 Pielou 均匀度指数(J)的测定结果表明,①各群落物种多样性总趋势是:灌木层>草本层>乔木层(个别群落除外)②与天然林相比,人工林群落内各层次结构相对简单,物种多样性较低。③针叶林(7 个群系)和针阔叶混交林(6 个群系)中,低海拔人工林群落各层次及高海拔天然林乔木层结构简单,伴生种类较少,物种多样性低。高海拔天然林群落灌木层和草本层物种多样性相对高, H' 值一般在 1.2~2 之间, J 值在 0.5~1 之间。草本层物种多样性变化明显,低海拔区域较低。④分布于低海拔峡谷地带的常绿阔叶林与常绿、落叶阔叶混交林 3 个群系生境,人为干扰较大,群落优势种不明显,乔木和灌木种类丰富,多样性指数较高;草本种类相对较少,多样性指数低。⑤落叶阔叶林(11 个群系)大部分群落层次结构与针阔叶混交林相似,但乔木种类较多。栓皮栎林、野核桃林、茅栗林和红桦林等纯林多样性指数低下。⑥灌丛作为该地区森林植被退化后形成的一类不稳定类型,各群落间物种种类和盖度均有较大差别。其中亚高山灌丛各群落具有相似的生境,物种种类少,多样性指数低下。山地灌丛群落物种多样性相对较高。⑦草丛 3 个群系中,沼泽草丛各群落物种种类和盖度较大, H' 和 J 值较高;芒、蕨草丛群落物种多样性相对较低。

关键词:神农架地区; 植被制图; 植物物种多样性; 遥感

Mapping of vegetation and analysis on its biodiversity in Shennongjia region, China

TIAN Zi-Qiang^{1,2}, CHEN Yue³, ZHAO Chang-Ming¹, XIE Zong-Qiang¹, CHEN Wei-Lie^{1*} (1. Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; 2. River and Coastal Environment Research Center, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China; 3. CCTV.com/National Geography Channel, Beijing 100038, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(8): 1611~1621.

Abstract: Shennongjia region is located in the west of Hubei Province, between the Yangtze River and the Hanshui River. Its climate varies from that of a subtropical zone to warm-temperate. In this study, the vegetation maps (1:200,000) of the region are produced based on field investigations and data collected using a combination of GPS, GIS, as well as TM image processing technologies. The mapped area is about 3476.67km², and contains 504 zones.

The analysis shows that the forest of this region occupies about 2607.45 km², (i.e., 75 percent of the total area), the

基金项目:科技部科技基础性工作专项资助项目;国家自然科学基金重大资助项目(39893360-1)

收稿日期:2003-10-12;修订日期:2004-06-10

作者简介:田自强(1971~),男,河南省信阳市人,博士,主要从事植被生态学研究。E-mail: tianzq@craes.org.cn

* 通讯作者 Author for correspondence

Foundation item: The technological basic research of the Ministry of Science and Technology; National Natural Science Foundation of China (No. 39893360-1)

Received date: 2003-10-12; **Accepted date:** 2004-06-10

Biography: TIAN Zi-Qiang, Ph. D., mainly engaged in vegetation ecology. E-mail: tianzq@craes.org.cn

shrub and meadow occupy 358.62 km² (10.3%) and 156.84 km² (4.51%), respectively, in Shennongjia region there are 46 index features made up of 8 types of vegetation coniferous and broadleaf mixed forests cover 908 km², 37.88% of the total area.

The indices of Shannon-Wiener (H') and Pielou evenness (J) biodiversity are analyzed in order to understand the species diversity (SD) of 46 features based on 8 types of vegetation. It is found that: (1) there is a general trend of SD of each community that follows the order of :shrub>herb>tree; (2) the species diversity indices (SDI) of the artificial forests are lower than that of the natural forests; (3) in coniferous forests, and coniferous and deciduous broadleaf mixed forests, the tree layer in the natural forests in the higher altitude area and that in the artificial forests have relatively low SDI . For examples, the values of SDI in Form. *Pinus henryi* and Form. *Pinus armandii*, *betula utilis* are as high as 3.921 (H'), 1.188 (J) and 2.39 (H'), 0.697 (J), respectively; (4) in the evergreen broadleaf forest or the evergreen and deciduous broadleaf mixed forest, the tree layer and shrub layer show higher SDI than that of the herb layer; (5) the species of the tree layer in the deciduous broadleaf forests are rich and varied, except for several forest patches which consist of simple dominant species; (6) the subalpine shrubbery in the atrocious environment shows lower SDI than the upland shrubbery; (7) the meadows growing in the swamps depict higher SDI than the upland meadows.

Key words: Shennongjia region; vegetation mapping; species diversity; Remote Sensing (RS)

文章编号: 1000-0933(2004)08-1611-11 中图分类号: S336 文献标识码: A

植被图 (Vegetation map) 是以反映不同分类等级的植物群落分布规律和分布面积的地图^[1]。其主要任务就是运用各种方法和手段, 把现实的、潜在的或复原的植被类型和空间结构形象而直观地表示在平面上, 便于人们对植被资源进行研究、利用和保护, 所以植被图是一个地区植被研究成果的具体表现和全面概括^[2]。随着社会经济的发展以及在全球性气候变化的大背景下, 植被制图日益显示出它在应用上的广泛性和理论研究方面的重要性。植被制图本身在研究对象、内容和方法上也逐步丰富和规范化^[3]。同时, 基于遥感数据的植被分类及制图方法也随着遥感技术的快速发展, 经历了由传统的遥感植被分类、计算机自动分类和采用多平台遥感数据复合的高级形式等 3 个阶段^[4]。

生物多样性是地球上生物圈中所有的生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和, 包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与其生存环境形成的复杂的生态系统, 是生命系统的基本特征。它包含 3 个层次: 遗传多样性, 物种多样性, 生态系统多样性^[5]。目前世界上的生物物种正在以每天几十种的速度消失, 这是地球资源的重大损失。由于历史和现实的原因, 中国的生物多样性过去遭受到的破坏和当前面临的威胁都是严重的, 生物多样性尽管丰富多彩, 但在许多方面是残破不全的。作为我国亚热带地区保存相对完整的亚高山森林生态系统类型区域, 神农架地区成为“MAB 计划”认定的自然保护区之一以及中国有代表性的 5 个关键地区之一。自 1888 年英国学者 Augustine Henry 进入神农架考察 100 多年来, 国内外学者陆续对该地区开展了生物多样性普查及其保育方面的研究工作。并出版了相关著作^[5~7]。但有关植被制图方面的工作尚很缺乏。本文在完成位于神农架南坡的龙门河地区 1:5 万植被图基础上^[8,9], 以较全面的植物群落学调查及相关资料为制图依据, 辅以传统的遥感 (RS) 植被制图手段, 结合地理信息系统 (GIS) 技术与全球定位系统 (GPS) 技术的应用, 探讨了绘制神农架地区 1/20 万植被图的途径, 同时根据野外调查及制图结果对该地区现存的植物群落物种多样性进行了较为详细地分析。为我国关键地区生物多样性长期动态监测建立基础信息库^[10]; 为神农架林区及神农架自然保护区较准确地掌握该地区森林资源的空间分布、利用现状、数量动态提供依据。

1 研究区域及研究方法

1.1 研究地自然地理概况

神农架山脉位于湖北省西部的长江上游北岸, 汉水以南的广阔地带。包括房县南部及兴山县、巴东县的北部地区。西与大巴山脉 (川东) 为界, 西北部与竹山接壤, 北临房县与武当山脉相邻, 东与保康、兴山低山区相连。神农架林区为神农架山脉的主要部分, 地理位置及范围为东经 109°56'~110°58', 北纬 31°15'~31°57', 总面积 3476.67 km²。

1.2 研究方法

1.2.1 数据的收集、预处理工作

(1) 前期数据收集工作 收集与制图区有关的所有文字资料; 1:5 万神农架林区森林资源清查图 (1999 年); 1:5 万及 1:10 万神农架地区地形图各一套 (共 18 张); 制图区 3 月 19 日的 Landsat-5 的影像数据和 2000 年 5 月 5 日的 Landsat-7ETM+ (5.4, 3 波段) 的数字数据, 轨道号分别为 125/03800, 126/0380000; ERDAS IMAGINE 8.4 软件、MAPINFO 6.0 软件各一套。

(2) 数据的预处理工作 首先将地形图 (1:10 万) 扫描进入计算机, 然后将 TM 影像 3 个波段数据按照 Generic Binary 格

式依次复制到计算机硬盘中,并转换为 ERDAS 的 IMG 文件;利用 MapInfo Professional 6.0 软件中的栅格图像配准模块分别对扫描后的地形图、卫星影像数据进行配准;应用绘图工具分别对该地区的边界线、等高线、河流进行矢量化,并建立相应的图层;以配准后的地形图作为参考图层,启动图层控制模块,建立装饰图层和相应的地名图层、河流名称图层。

1.2.2 野外调查工作

(1)野外调查时间 2001-07~11

(2)野外调查路线 仔细观察卫片上所处制图区内显示的不同形状、色调及纹理特征,参照林相图及该地区的地形,分别选择了贯穿制图区东西向和南北向的各 5 条野外调查线路,以尽可能多地覆盖制图区植被类型为原则。(3)野外调查方法采用样线及典型样方调查相结合,对沿途经过的不同植被类型布设样方取样面积:乔木样方为 $20 \times 20 \text{m}^2$,灌木样方 $10 \times 10 \text{m}^2$,草丛样方 $5 \times 5 \text{m}^2$ 。每个乔木样地设置 4 个 $10 \times 10 \text{m}^2$ 小样方,4 个 $5 \times 5 \text{m}^2$ 灌木样方。对样方及重复出现的植被类型进行卫星定位并做相关记录;在调查线路上,对 TM 影像中所显示的特殊颜色实地勘察;调查样方位置尽可能准确地标注在地形图上。

1.2.3 植被图的绘制

(1)植被分类系统及图例的建立 参考《中国植被》的分类原则以及湖北省自然植被的划分^[11,12],依据文献资料及野外的实地调查结果,确定了神农架地区的自然植被分类系统,拟定图例。

(2)建立目视解译标志 采取目视解译和计算机监督分类两种方法:目视解译:①参考野外调查线路中所记录的各种植被型或植被类型的 GPS 定位点在卫片上所对应的相应位置,来判读每种或部分植被型在卫片上所显示的形状、色调及纹理特征;②依据各植被类型的分布规律,如海拔分布范围、环境特征、文献资料等间接特征进行综合解译分析。对部分在卫片上具有明显形状、色调及纹理特征的植被类型建立目视解译标志。监督分类:根据野外调查结果及其在影像中的相应位置,在 ERDAS IMAGINE 8.4 软件中,选取训练区对影像进行监督分类。

(3)植被类型图的制作 ①在 MapInfo6.0 系统中,启动图层控制模块,打开分类结果图层及 TM 影像使之叠加。②打开并编辑装饰图层。以野外调查的 10 条线路为基准,将 TM 影像上的整个制图区划分为 10 块区域,分别进行目视判读及植被类型边界的划定。③保存植被类型分类结果,建立植被类型图层(见彩版 I 所示)及其属性表。

1.2.4 植物多样性测度方法 物种多样性是一个群落结构和功能复杂性的度量,通过对群落物种多样性的研究可以很好地认识群落的组成、变化和发展。本文采用相对盖度作为多样性指数的测度指标,对图例中 46 个群系(农田除外)的样方进行:①物

种丰富度($R = \text{出现在样方的物种数}$)②Shannon-Wiener 指数: $H' = - \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$; 和 Pielou 均匀度指数: $J = (- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i) / \ln s$; (式中, P_i 为种 i 的相对盖度, S 为物种数)的测定。

2 植被制图分析与检验

2.1 栅格图像的配准

分别在地形图和 TM 影像上选取了 15 个和 26 个控制点与窗口坐标进行配准,配准点地名参照 1:20 万地形图,投影坐标设为经/纬度。在 MapInfo6.0 系统中,以野外调查的 10 条线路为基准,依据各条线路上记录到的植被类型及其 GPS 定位点坐标,参考目视解译结果,分别对每一块区域进行目视判读及植被类型边界的划定。

2.2 目视解译标志的建立

依据野外调查线路中所记录的各种植被类型的 GPS 定位点,结合各植被类型的分布规律,对部分在卫片上具有明显形状、色调及纹理特征的植被型或植被类型建立了目视解译标志(表 1)。

2.3 监督分类结果分析

通过监督分类,可将针叶林(华山松、巴山松)、巴山冷杉林、马尾松林、亚高山草甸、箭竹灌丛、落叶阔叶林、针叶阔叶混交林、农田和居民点 8 种立地类型很好地区别开来。参考野外调查结果及相关资料对拟定图例中的其余植被型和植被类型及其边界进行目视解译,共得到 46 个群系及 2 个土地利用类型,总计 504 个多边形(斑块)的神农架地区的植被群系分布图。

2.4 制图精度检验结果

(1)选取部分野外调查到的植被类型所对应的 GPS 定位点做为野外核查的结果,对目视解译结果进行验证。记录检验结果,建立误差矩阵(表 2)。

根据校正结果,求出整体分类精度 = $(39+38+33+37+34+32+30+28)/302 \times 100 = 89\%$

(2)以误差矩阵中各列图斑总数分别乘以各行中的图斑总数,建立 Kappa 统计矩阵(表 3)。

根据 Kappa 统计矩阵结果,求出:

期望分类精度 = $(1890+1932+1482+1560+2208+2115+900+1560)/328 \times 328 \times 100 = 13\%$ KHAT =

$(0.89 - 0.13)/(1 - 0.13) = 87\%$

表 1 神农架地区部分植被类型的遥感影像特征(TM 5,4,3 波段)

Table 1 Image analysis of the remote sensing data of the major vegetation types (or formations) in Shennongjia region

V	色调 Tone	形状 Figure	纹理特征 Texture	海拔分布 Altitude distribution
A	青绿色 Dark green	小块状或片状 Lumpish	立体感强,边缘界限较清晰 Visible third dimension and margin	2500m 以上;山脊及其两侧山坡 Chine and hillside
B	绿色 Green	片状 Sheet	立体感突出,边缘界限清晰 Visible third dimension and margin	1000~2000m;山脊或向阳坡谷 Chine and eutropic hollow valley
C	亮绿色 Lightful green	片状的 Sheet	立体感强,边缘界限突出 Visible third dimension and margin	1600~2400m,山脊及山坡,峭壁 Chine, hillside and barranca
D	暗绿色 Bottle green	枝状的 Ramiform	立体感较强,边界明显 Visible third dimension and margin	集中于松柏,阳日湾 The foothill of Shongbei and Yangriwan
E	鲜绿色 Emerald green	条状或小块状 Strip or lumpish	立体感较强,边界较明显 Faintish third dimension and margin	1600m 以下,多沿沟谷分布 Valley
F	深绿色 Bottle green	颗粒状聚集 Lumpish grain	立体感突出,边界明显 Visible third dcimension and margin	可分布至 2200m,“V”形峡谷,可至山脊 From valley to Chine
G	草绿色 Grass green	小块状或镶嵌状 Lumpish or inlaid	立体感不强,边界较明显 Visible third dimension and margin	2400m 以上,沿坡面分布 Hillside
H	砖红色 Brick red	片状 Sheet	立体感突出,边界明显 Visible third dimension and margin	分布广泛 Extensive distribution
I	蔚蓝色 Sky blue	团状或镶嵌状 Lumpish or inlaid	立体感弱,边界明显 Faintish third dimension and distinct margin	2500m 以上,开阔缓坡坡地 Sloping field
J	粉红色 Pink	小块状或镶嵌状 Lumpish or inlaid	略有立体感,边界较明显 Faintish third dimension and margin	2500m 以上,开阔缓坡坡地 Sloping field
K	淡红色 Pompadour	片状或镶嵌状 Lumpish or inlaid	立体感弱,边界较明显 Faintish third dimension and margin	沿河谷分布 Valley
L	绿色与红色交杂 speckled	片状 Sheet	立体感弱,边缘界限不甚清晰 Faintish third dimension and margin	广泛分布于山麓,沟谷 Valley
M	浅蓝色 Mottled blue	小块状,细条状 Lumpish or strip	立体感不强,边界较明显 Faintish third dimension and margin	仅分布于 1800m 的大九湖 The Dajiuhu

* A. 巴山冷杉林 Form. *Abies fargesii* B. 巴山松林 Form. *pinus henryi* C. 华山松林 Form. *Pinus armandii* D. 马尾松林 Form. *Pinus massoniana* E. 常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest F. 硬叶常绿栎类林 Hard evergreen *Quercus* spp. forest G. 杜鹃灌丛 *Rhododendron* sp. shrub H. 落叶林 Deciduous broad-leaved forest I. 箭竹灌丛 Form. *Simarundinaria nitida* J. 亚高山草甸 Subalpine meadow K. 农田、居民点 Farmland residential area L. 针叶落叶阔混交林 Mixed coniferous and deciduous broad-leaved forest M. 湿地 Wetland V. 植被类型序号 The sequence numbers of vegetation types

表 2 目视解译结果的误差矩阵

Table 2 The result of visual inspection of an error matrix

V	GPS 点核查结果(图斑数)The check result of GPS anchor points								P
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	39	5	1	0	0	0	0	0	45
2	2	38	2	0	0	0	0	0	42
3	1	3	33	2	0	0	0	0	39
4	0	0	3	37	1	0	0	0	41
5	0	0	0	1	34	3	0	0	38
6	0	0	0	0	1	32	0	3	36
7	0	0	0	0	0	0	30	0	30
8	0	0	0	0	0	3	0	28	31
N	42	46	39	40	36	38	30	31	302

注:1. 巴山冷杉林 Form. *Abies fargesii* 2. 巴山冷杉、红桦、槭类林 Form. *Abies fargestii*+*Betula albo-sinensis*+*Acer* sp. 3. 华山松、山杨、红桦林 Form. *Pinus armandii*+*Populus davidiana*+*Betula albo-sinensis* 4. 华山松、锐齿槲栎林 Form. *Pinus armandii*+*Quercus aliena* var. *acuteserrata* 5. 锐齿槲栎林 Form. *Quercus aliena* var. *acuteserrata* 6. 栓皮栎林 Form. *Quercus variabilis* 7. 箭竹灌丛 Form. *Simarundinaria nitida* 8. 农田、居民点 N. 列的图斑总数 P. 行的图斑总数 armland residential area N, The plot numbers of the line P, The plot numbers of the row

表 3 Kappa 统计矩阵

Table 3 Matrix of products for calculating the Kappa statistic value(KHAT)

V	各列图斑总数×各行图斑总数 The numbers of each line ×the numbers of each row								
	1	22	3	4	5	6	7	8	B
1	1890	2116	1755	1755	2070	2115	1350	1755	45
2	1764	1932	1638	1638	1932	1974	1260	1638	42
3	1596	1748	1482	1482	1748	1786	1140	1482	38
4	1680	1840	1482	1560	1840	1880	1200	1560	40
5	2016	2208	1872	1872	2208	2256	1440	1872	48
6	1890	2070	1755	1755	2070	2115	1350	1755	45
7	1260	1380	1170	1170	1380	1410	900	1170	30
8	1680	1840	1560	1560	1840	1880	1200	1560	40
A	42	46	39	39	46	47	30	39	328

3 神农架地区植物群落物种多样性分析

3.1 针叶林不同群落物种多样性分析

按植物区系和群落生态性质的不同,神农架地区的针叶林可分为 7 种群系。其中第 1 和 2 两种群系分布于海拔 600~1200m 的丘陵地带。该分布区域人类活动较频繁,且均为人工种植。群落内结构简单,各层次物种种类较少。其中乔木层盖度在 60% 以上,林内伴生有少量栓皮栎(*Quercus variabilis*)、化香树(*Platycarya strobilacea*)、野漆树(*Toxicodenron succedaneum*)、木(*Cornus macrophylla*)等, H' 值较低,分别为 0.581 和 0.485, J 值为 0.361 和 0.271;灌木层盖度在 30% 左右,常见物种有继木(*Loropetalum chinense*)、马桑(*Coriaria sinica*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)等, H' 分别为 0.547 和 0.656。林下草本物种分布稀疏,盖度 30%, H' 和 J 值均较低(图 1~图 2)。第 3 种群系是分布于北亚热带山地的常绿针叶林,在神农架地区分布海拔在 800~2000m,多沿山脊分布。在低海拔区域常伴生有多种常绿阔叶树种, H' 及 J 值均较高,分别为 1.18 和 0.513。林下灌木层种类繁多,共统计到样方物种 27 种,盖度 80% 以上, H' 和 J 值分别达到 3.921 和 1.188。草本层较不发达,盖度在 35% 左右, H' 和 J 值均较低;第 4 种群系分布范围广泛,面积约 154.93 km²,占全区总面积的 4.6%。林内稀疏而透光,乔木层盖度 60%。伴生物种因地形不同,种类成分有一定差异, H' 和 J 值相对较低。林下灌木种类较多,为 21 种,盖度达 60% 以上。 H' 较高,为 1.526。某些地段拐棍竹(*Fargesia spathacea*)占相当比例, J 值相对较低。草本物种丰富, H' 值高,金星蕨、茅叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)在群落中盖度较大,草本层 J 值较低;第 5 和 6 两种群系仅在巴竹园及摩天岭下有小块纯林,分布海拔范围在 1300~2100m。群落外貌深绿色,树干挺拔,枝条伸展,盖度在 90% 以上。伴生种以华山松、锐齿槲栎、野漆树居多,乔木层 H' 值和 J 值较低。林下灌木物种丰富,盖度 70%, H' 值在 1.6~2 之间, J 值在 0.5~0.8 之间。草本层物种以耐阴湿种类为主,盖度 50%~70%, H' 和 J 值介于乔木层和灌木层之间;第 7 种群系在海拔 2000m 以上陆续出现,海拔 2500m 开始成林。群落外貌深绿色,盖度一般为 70% 以上。伴生的乔木树种一般有红桦、糙皮桦和槭类, H' 和 J 值较低。根据野外调查结果,

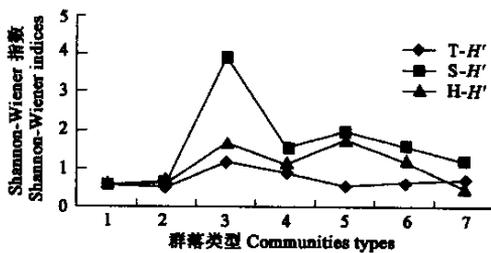
图 1 针叶林 7 种群落物种多样性(H')指数比较

Fig. 1 Comparison of Shannon-Wiener indices in 7 communities of the coniferous forest

T- H' denotes the Shannon-Wiener indices of tree layer species; S- H' denotes the Shannon-Wiener indices of shrub layer species; H- H' denotes the Shannon-Wiener indices of herb layer species

群落类型的序号与彩版 1 中数字序号相同,以下图同 The number sequences of communities types are accordant with these of plate 1, the same below

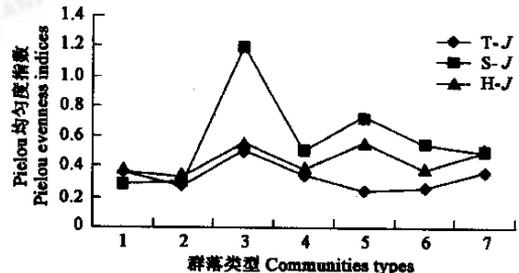
图 2 3 针叶林 7 种群落物种均匀度(J)指数比较

Fig. 2 Comparison of Pielou evenness indices in 7 communities of the coniferous forest

T- J denotes the Pielou evenness indices of tree layer species; S- J denotes the Pielou evenness indices of shrub layer species; H- J denotes the Pielou evenness indices of shrub layer species

林下灌木优势种可分为黄杨木、杜鹃(*Rhododendron* sp.)和箭竹 3 种类型。草本层盖度 40%~70% 不等,在以箭竹占优势的情况下,草本物种种类稀少,山酢浆草几乎铺满整个群落。其它分布区草本物种差别不大, H' 和 J 值低。

3.2 针阔叶混交林不同群落物种多样性分析

神农架地区的针阔叶树混交林共有 6 个群系,从低山至亚高山均有分布。其中第 12 群系分布于低山中下部的居民点附近。乔木层伴生种类较少,盖度在 70% 以上。 H' 较低,为 1.331。灌木种类以耐旱的阳性物种为主,共计 29 种,盖度 40%~60%。 H' 较高,为 1.591。草本层物种种类及数量少,盖度在 10%~15% 左右, H' 仅为 0.685。草本层 J 值在 3 个层次中最低(图 3~图 4)。该群系在群落自然演替过程中具有明显的不稳定性。群落面积较小,但分布较广,在恢复地带性植被及阻止生态环境进一步恶化,防止水土流失中起着重要作用。第 8 和 9 两群系生境相似,均分布于海拔 2100~2400m 的开阔较缓的山地,多为阳坡或半阳坡。不同之处是后者红桦较少,落叶优势种以山杨为主。山杨多沿山体中部分布,红桦林则沿山沟、山槽及山中部分布,伴生的乔木树种有多种槭树、华中山楂(*Crtaegus hupehensis*)、皂柳(*Salix wallichiana*)、四川樱桃(*Prunus szechuanica*)等。群落内有大果青(*Picea neveitchii*)、巴山冷杉零星分布。乔木层盖度 80%, H' 值分别为 1.01 和 1.212, J 值在 0.5 左右。灌木层可分为两层片,第 1 层片主要种类有华中山楂、鄂西绣线菊等。第 2 层片主要种类有拔蕺、平枝子等,总盖度 60%, H' 值分别为 1.775 和 1.675。第 8 种群系草本层物种丰富,H' 和 J 值分别为 2.239 和 0.714。由于山杨林是一类不稳定的群落,在植被演替过程中,随着林内残留的当地树种的逐渐恢复,以及林内郁闭度的增加,山杨将会被更耐阴的其它阔叶树种所替代。第 10 种群系分布海拔在 1600~2100m 之间,乔木层以华山松为主。群落中伴生的落叶阔叶树种有红桦、米心水青冈、山杨、花楸(*Sorbus* spp.)、槭类。盖度 80%, H' 和 J 值分别为 1.475 和 0.532。灌木层物种种类近 30 种,盖度 60%, H' 和 J 值分别为 1.475 和 0.532。草本层中喜阴湿物种居多,样方内共统计到 38 种, H' 和 J 值分别达到 2.01 和 0.552;第 11 种群系生长于海拔 1300m 以上的高地阳坡,分布面积较小。乔木层伴生种以红桦、锐齿槲栎和多种槭树为主,盖度 60%。 H' 和 J 值分别为 1.213 和 0.473。灌木层和草本层物种种类丰富,盖度 70%~85%, H' 和 J 值均较高。第 13 种群系分布于海拔 2200~2600m 的地带,以阴坡或半阴坡为主。群落层次分为乔木、灌木、草本、苔藓 4 层,且草本层及苔藓层发达,种类丰富。 H' 和 J 值均较高。乔木种类较少,上层由巴山冷杉、红桦组成共优种。乔木亚层主要由槭类组成。 H' 和 J 值均较低。灌木物种有杜鹃、黄杨木等 12 种,盖度 40%, H' 和 J 值较低,分别为 0.964 和 0.389。草本物种种类较多,以喜阴湿物种为主,共计 23 种。苔藓、地衣类甚为发育, H' 和 J 值分别达到 2.223 和 0.868。

第 8 种群系草本层物种丰富, H' 和 J 值分别为 2.239 和 0.714。由于山杨林是一类不稳定的群落,在植被演替过程中,随着林内残留的当地树种的逐渐恢复,以及林内郁闭度的增加,山杨将会被更耐阴的其它阔叶树种所替代。第 10 种群系分布海拔在 1600~2100m 之间,乔木层以华山松为主。群落中伴生的落叶阔叶树种有红桦、米心水青冈、山杨、花楸(*Sorbus* spp.)、槭类。盖度 80%, H' 和 J 值分别为 1.475 和 0.532。灌木层物种种类近 30 种,盖度 60%, H' 和 J 值分别为 1.475 和 0.532。草本层中喜阴湿物种居多,样方内共统计到 38 种, H' 和 J 值分别达到 2.01 和 0.552;第 11 种群系生长于海拔 1300m 以上的高地阳坡,分布面积较小。乔木层伴生种以红桦、锐齿槲栎和多种槭树为主,盖度 60%。 H' 和 J 值分别为 1.213 和 0.473。灌木层和草本层物种种类丰富,盖度 70%~85%, H' 和 J 值均较高。第 13 种群系分布于海拔 2200~2600m 的地带,以阴坡或半阴坡为主。群落层次分为乔木、灌木、草本、苔藓 4 层,且草本层及苔藓层发达,种类丰富。 H' 和 J 值均较高。乔木种类较少,上层由巴山冷杉、红桦组成共优种。乔木亚层主要由槭类组成。 H' 和 J 值均较低。灌木物种有杜鹃、黄杨木等 12 种,盖度 40%, H' 和 J 值较低,分别为 0.964 和 0.389。草本物种种类较多,以喜阴湿物种为主,共计 23 种。苔藓、地衣类甚为发育, H' 和 J 值分别达到 2.223 和 0.868。

3.3 常绿阔叶林不同群落物种多样性分析

神农架地区的阔叶林分布范围广,依据调查结果,共有 17 个群系,是该地区一类非常重要的植被型组。其中常绿阔叶林是其地带性植被之一,分布有第 14、15 和 16 三个群系。前两种群系分布于神农架山脉南北坡河流下游两侧的峡谷地带,其中第 14 群系沿居民点附近的河谷分布,人为干扰强烈。群落内物种较丰富,但无明显优势种,主要由壳斗科和樟科的常绿阔叶树种组成,共有 21 种, H' 和 J 值均较高(图 5~图 6 所示)。灌木层种类繁多,共有 38 种,盖度 80% 以上,多为喜阴的常绿灌木物种,共计 40 种, H' 和 J 值分别达到 3.013 和 0.828。草本层物种丰富,盖度 50%,主要有细穗腹水草(*Veronicastrum stenostachyum*)、薹草(*Carex* spp.)及蕨类, H' 和 J 值较高。第 15 群系分布海拔在 800~1600m,人为干扰相对较小。乔木层物种生长良好,群落层次分明,同时伴生有多种常绿和落叶高大树种,盖度 80% 以上, H' 值和 J 值分别为 2.117 和 0.748。林下灌木物种丰富,以喜阴湿的物种居多,且混生有亚热带的常绿树种, H' 值和 J 值分别达到 2.965 和 0.804。草本物种在种类组成和数量上与第 14 群系相似。第 16 群系分布于海拔 1500~2000m 的陡坡中上部、山脊,甚至于峭壁上,建群种枝干丛生,树高一般在 5~7m。伴生物种有多脉鹅耳枥、多种槭类和针叶树种。 H' 和 J 值与其它两种类型相比较低。灌木层以耐干旱物种组成, H' 和 J 值相对较低,草本物种稀少。

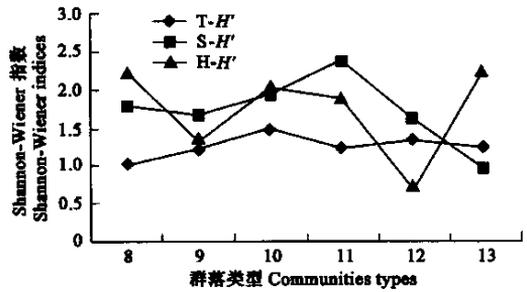


图 3 针阔叶混交林 6 种群落物种多样性(H')指数比较

Fig. 3 Comparison of Shannon-Wiener indices in 6 communities of mixed coniferous and deciduous broad-leaved forest

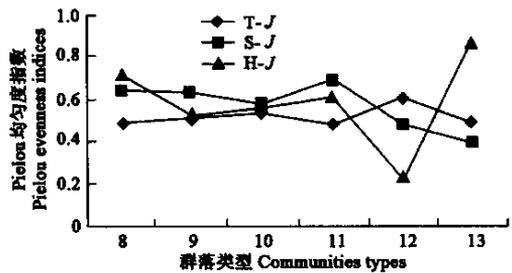


图 4 针阔叶混交林 6 种群落物种均匀度(J)指数比较

Fig. 4 Comparison of Pielou evenness indices in 6 communities of mixed coniferous and deciduous broad-leaved forest

3.4 常绿、落叶阔叶混交林阔叶林不同群落物种多样性分析

该植被类型共有 3 个群系。其中第 17 群系多分布于靠近居民点的低山河谷的下部,人为干扰强烈,群落附近已开垦为农田或有明显的砍伐薪柴的痕迹,环境条件恶劣。由于群落所处地形较陡,地表冲刷严重,土壤瘠薄。此种林的存在对于水土保持意义重大。群落外貌呈小乔木状或灌丛状。混生的樟科及壳斗科的常绿树种较多, H' 和 J 值分别达到 2.701 和 0.829;灌木层密度大,种类多,主要以旱生物种为主, H' 和 J 值分别达到 2.766 和 0.897;草本层盖度 80% 以上,多以藁草类占优势。 H' 和 J 值相对较低,分别为 1.881 和 0.577(图 7~图 8)。第 18 群系主要分布于神农架山脉的河谷地带,由于分布海拔较低,受人为干扰后形成的林窗,使得一些阳性树种侵入。群落中乔木上层以落叶阔叶树占优势,常绿树种位于第 2 层次。 H' 和 J 值分别为 1.780 和 0.718。林下灌木层盖度 40%~60%,常绿物种和落叶物种种类较多, H' 和 J 值分别达到 2.619 和 0.755。草本物种盖度达 80% 以上。其中莎草科物种占到 50% 左右,另外喜阴湿物种也占有相当比例, H' 值和 J 值分别为 1.352 和 0.398。第 19 群系分布于神农架山脉 V 形峪谷中部及中上部的陡壁或陡坡上。群落外貌灌木状或小乔木状,层次不明显。落叶和常绿物种种类丰富,盖度分别为 40% 和 60% 左右。 H' 和 J 值分别为 2.282 和 0.824;灌木物种较丰富,常绿成分较多,总盖度近 90%。 H' 和 J 值分别达到 2.82 和 0.729。草本层以羊胡子草、细叶藁草占优势,两者盖度分别为 40% 和 50%, H' 和 J 值相对较低,分别为 1.748 和 0.491。

3.5 落叶阔叶林不同群落物种多样性分析

神农架地区的落叶阔叶林共有 11 个群系。其中第 20 群系多沿山坡脊部及山体的阳坡、半阳坡分布。林相整齐,层次分明。乔木种类较少, H' 和 J 值分别为 1.405 和 0.567。灌木层种类较丰富,盖度 80% 以上, H' 和 J 值分别达到 3.12 和 0.786。草本层盖度 30%~35%,以禾本科物种为主, H' 和 J 值较低(图 9~图 10)。第 21 群系广泛分布于低山和丘陵的阳坡。人为干扰程度不同,乔木层盖度均有较大变化。林内仅有少量盐肤木、马桑、野漆树、山杨分布, H' 和 J 值分别为 0.464 和 0.29。林下灌木以耐干旱、瘠薄的阳性种类丰富, H' 和 J 值分别为 2.029 和 0.585。草本层以禾本科和莎草科的物种为主, H' 和 J 值较低。第 22 群系为栓皮栎林向锐齿槲栎林过渡的一种中间植被类型。伴生树种以短柄、野漆树、化香树为主, H' 和 J 值较低。灌木种类较多,盖度 70%~80%, H' 和 J 值分别达到 2.414 和 0.63。草本种类仍以禾本科、莎草科的物种居多。第 23 群系在神农架南北坡 1200~2000m 的地带广泛分布,群落外貌整齐,以锐齿槲栎为单优势种。伴生树种有米心水青冈、短柄及多种槭树。 H' 和 J 值较低。灌木物种种类丰富, H' 和 J 值分别达到 2.255 和 0.62。草本层以喜阴物种为主,盖度 30%, H' 和 J 值偏低。由于历史上几次大规模的皆伐,第 24 群系在神农架地区几无纯林存在,群落优势种多为芳香类植物,林冠宽大。 H' 和 J 值较低。林下的灌木和草本物种丰富,盖度分别达到 70% 和 60%, H' 和 J 值高。第 25

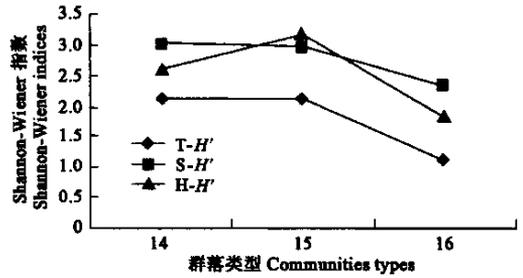


图 5 常绿阔叶林 3 种群落物种多样性(H')指数比较

Fig. 5 Comparison of Shannon-Wiener indices in 3 communities of the evergreen broad-leaved forest

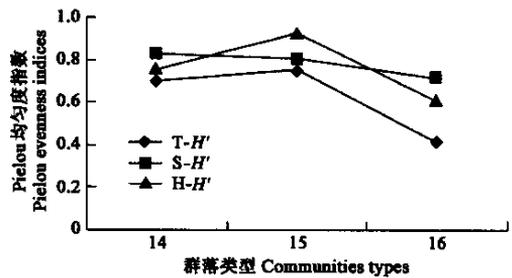


图 6 常绿阔叶林 3 种群落物种均匀度(J)指数比较

Fig. 6 Comparison of Pielou evenness indices in 3 communities of the evergreen broad-leaved forest

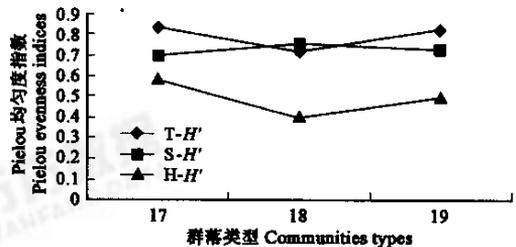


图 7 常绿、落叶阔叶混交林 3 种群落物种多样性(H')比较

Fig. 7 Comparison of Shannon-Wiener indices in 3 communities of mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest

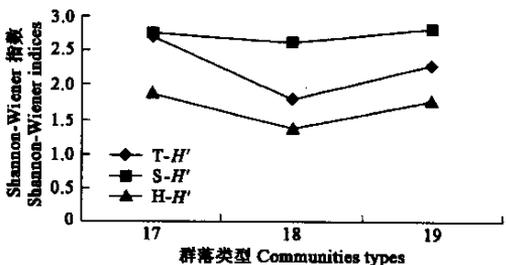


图 8 常绿、落叶阔叶混交林 3 种群落物种均匀度指数(J)比较

Fig. 8 Comparison of Pielou evenness indices in 3 communities of mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest

群系为米心水青冈林人为干扰后形成的一种不稳定的植被类型,分布海拔较高,群落乔木上层优势种以锐齿槲栎为主,其次是红桦,乔木亚层以米心水青冈为单优势种, H' 和 J 值较低。林下锐齿槲栎和米心水青冈幼树较多,同时伴生有多种其它灌木种类, H' 和 J 值分别达到 2.393 和 0.645。草本层物种稀少。第 26 群系多分布于低海拔的沟谷以及山坡中、下部的阳坡或半阳坡,甚至在近山脊处或宽阔的峭壁上,土壤瘠薄。由于靠近居民点,人为干扰较大,乔木层优势种不明显, H' 和 J 值较低。灌木及草本物种种类及数目相对较多,灌木以耐旱植物为主,盖度 60%,草本层盖度 70%, H' 和 J 值均较高。第 27 群系海拔分布相对较高,野漆树所占比例较大, H' 和 J 值较低。林下灌木和草本物种以耐阴种类居多,有些地段以箬竹为主,盖度达 90%,两层次 H' 和 J 值均较低。第 28 群系分布于海拔 600~1800m 的山坡中下部及沟谷下部。群落外貌为灌丛状,常见伴生种有亮叶桦、野漆树、山胡椒、化香树等, H' 和 J 值较低。灌木层常见物种有山胡椒、野核桃幼树、楠木等,盖度 60%。草本层物种丰富,以喜阴湿物种居多,盖度 90%, H' 和 J 值较高。第 29 群系群落乔木层以茅栗组成单优势群落, H' 和 J 值较低。灌木层物种种类较多,总盖度 60%, H' 和 J 值相对高,草本层物种稀少。第 30 群系分布海拔较高,红桦在乔木层中所占比例约 60%,主要伴生种有糙皮桦、山杨、华山松、槭类等, H' 和 J 值较低。林下灌木及草本物种种类较多,盖度在 70%~80%, H' 和 J 值均较高。

3.6 山地灌丛不同群落物种多样性分析

山地灌丛通常是一种受人为垦殖、砍伐等长期的强度干扰,原生森林植被衰退后出现的不稳定性植被型。该类灌丛群落生境条件较差,群落中的物种种类组成多以阳性落叶阔叶灌木为主。种类多,群落结构杂乱,优势种不明显。此类灌丛从丘陵、低山至中山上部均有分布,共分为 6 个群系。其中第 31 群系一般分布于靠近居民点的低山丘陵的中下部,或短坡的整个坡面。群落上接栓皮栎、马尾松林,下连耕地。在坡度大,土壤瘠薄的地带,马桑和毛黄栌占绝对优势,在坡度较缓,土层较厚的地带,盖度 40%~50%,伴生物种较多,仍以阳性物种为主,共计 28 种, H' 和 J 值较高,分别为 2.018 和 0.561(图 11~图 12 所示)。草本层以禾本科物种为主,盖度 40%, H' 和 J 值较低。第 32 群系所在地势开阔,坡度平缓。灌丛分布可直达山顶,或与阴坡的红桦林相接,下界与农耕地相连。该群落主要是由锐齿槲栎林经严重干扰后形成的阳性落叶灌丛,主要分布于神农架山脉南北坡海拔 1500~2100m 的中山地带的中部。灌丛所在地多为地势开阔,坡度平缓的山坡,坡向以阳坡和半阳坡较为多见。灌丛在支岭分布可直达山顶,或与阴坡的红桦林相接,下界与农耕地相连。群落内灌木生长稀疏,分布不均,呈小块状分布,总盖度 40%左右,以美丽胡枝子和绿叶枝子为主,中华黄花柳次之,有些地段还有箭竹或箬竹块状分布。 H' 和 J 值较低,分别为 1.29 和 0.496。草本层发育较好,总盖度 70%, H' 和 J 值分别为 1.229 和 0.444。第 33 群系分布于神农架地区海拔 900~1400m 的山坡中下部或整个短坡面、陡崖上。群落以尖齿高山栎为主,共统计到 35 种植物。总盖度 70%~90%。 H' 和 J 值高,分别达到 2.816 和 0.782。草本层盖度 40%~90%,在有羊胡子草的群落,其盖度近 70%。伴生物种种类较多, H' 和 J 值分别为 2.454 和 0.767。第 34 群系分布于海拔 2200~2500m 的地带,上界与箭竹灌丛或野古草甸或与巴山冷杉林相接,向下与红桦林、华山松与山杨针阔混交林相接。灌丛所在地形较为平缓、开阔。集中分布面积小。群落丛状簇生,伴生种以湖北华楸较多,还有山樱桃等 15 种, H' 和 J 值分别为 1.932 和 0.716。草本以血见愁老鹳草(*Geranium henryi*)、多种藁草、蕨类较为常见,共计 18 种,总

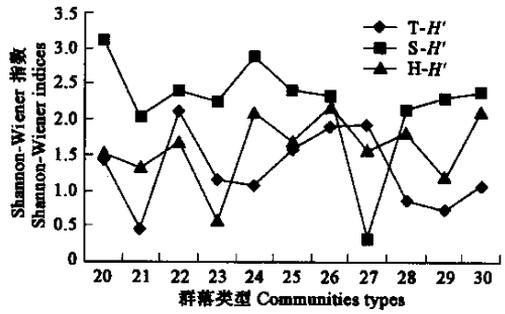


图 9 落叶阔叶林 11 种群落物种多样性(H')指数比较

Fig. 9 Comparison of Shannon-Wiener indices in 11 communities of the deciduous broad-leaved forest

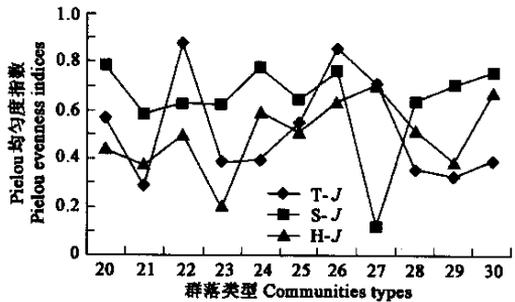


图 10 落叶阔叶林 11 种群落物种均匀度(J)指数比较

Fig. 10 Comparison of Pielou evenness indices in 11 communities of the deciduous broad-leaved forest

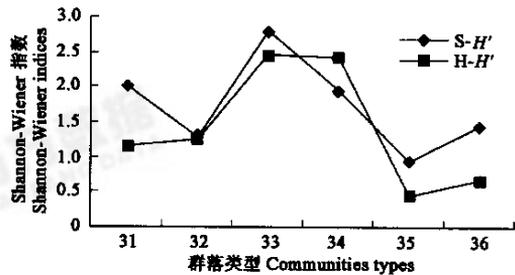


图 11 山地灌丛 6 种群落物种多样性(H')指数比较

Fig. 11 Comparison of Shannon-Wiener indices in 6 communities of the upland shrubbery

盖度 80% 以上, H' 和 J 值较高, 分别达到 2.432 和 0.839。第 35 群系仅见于海拔 1750m 的大九湖山间盆地。群落外貌整齐, 伴生种以湖北海棠 (*Malus hupehensis*) 居多, 其它还有刺五加等 18 种植物, 总盖度 90%, H' 和 J 值分别为 0.941 和 0.326。林下草本物种稀少, 盖度仅 10%。其中多穗薹草盖度 4%, H' 和 J 值仅为 0.453 和 0.151。第 36 群系仅在南垭的红岩沟海拔 760m 的山坡中下部, 靠近河谷分布。丛状生长, 主要伴生种为马桑, 群落总盖度 70% 以上, H' 和 J 值分别为 1.433 和 0.398。草本物种以羊胡子草占绝对优势, 盖度达 40%, 其它物种还有求米草等 14 种, 总盖度 60%, H' 和 J 值分别为 0.672 和 0.255。

3.7 亚高山灌丛不同群落物种多样性分析

亚高山灌丛是寒温性针叶林带内的植被类型, 在神农架山脉分布的亚高山灌丛按其生活型的不同, 可分为亚高山常绿阔叶灌丛和亚高山常绿针叶灌丛两个植被亚型。一般分布于海拔 2500~3105m 的神农顶的斜坡面上或山槽中, 多为巴山冷杉林砍伐或火烧迹地上出现的次生类型, 呈小片状分布。其中第 37 群系外貌低矮, 林冠紧凑。以粉红杜鹃为建群种, 林相整齐, 层次分明, 每株沿近根部分枝, 丛状生长。样方内伴生种有 11 种。 H' 和 J 值较低, 分别为 1.377 和 0.574 (图 13~图 14 所示)。草本物种中, 野古草等禾本科物种盖度在群落中占绝对优势, 其它种类星散分布, H' 和 J 值仅为 0.456 和 0.175。第 38 群系分布于海拔 2500~3000m 开阔、宽大的山坡或顶部, 为巴山冷杉林衰退或采伐或烧后发展起来的一种群落。近几年来, 箭竹大面积开花后植株陆续死亡。群落内常有粉红杜鹃、巴山冷杉幼树零散分布。 H' 和 J 值仅为 0.348 和 0.25。灌丛间隙草本盖度近 100%, 常见有多种薹草、野古草等 22 种植物, H' 和 J 值较高, 分别为 2.6 和 0.864。第 39 群系分布于神农架山脉海拔 2700m 以上的亚高山上部及顶部。多生长在大小岩石的石缝中, 高山柏在群落中占绝对优势。因地处高寒、多风, 植株匍匐丛生, 分枝多而密集。灌丛中几无草本物种, 仅在群落边缘生长有粉红杜鹃、白叶金露梅 (*Potentilla fruticosa* var. *albicans*) 等, H' 和 J 值仅为 0.187 和 0.17。边缘或附近草本种类有少量印度三毛草、紫羊茅 (*Festuca rubra*)、薹草分布, H' 和 J 值仅为 0.106 和 0.076。第 40、41 和 42 3 种灌丛相间分布, 生境相似, 基本分布于海拔 2400m 以上的亚高山上部的开阔平缓的坡面或顶部。灌丛以单优势种平铺于亚高山草甸中, 枝多而网状交织结合紧密。灌丛下无其它物种生长。 H' 在 0.2~0.8 之间, J 值在 0.2~0.5 之间。周边及其附近的草本种类较多, 其中禾本科的野古草盖度占绝对优势, H' 和 J 值分别在 1.6 和 0.6 左右。

3.8 草甸不同群落物种多样性分析

依据神农架地区草甸的物种组成及生境特点, 将草甸类型分为山地草甸和沼泽化草甸。其中第 43 群系主要分布在神农架山脉海拔 1500~2100m 的中山上部或中部, 分布区地势开阔。群落以芒及蕨为优势物种, 盖度 60%~80%。在密集的草丛中, 很少有其它物种生长, 在草丛空隙之地, 常见有薹草、蒿属、华北稷斗菜、野棉花、毛当归、支柱蓼、董菜等, H' 和 J 值分别为 1.256 和 0.491 (图 15)。第 44 群系分布于神农顶下海拔 2750m 的平缓坡面上, 草本物种种类丰富, 一般分为 2 个层片, 第 1 层以印度三毛草、紫羊茅占绝对优势, 总盖度 90% 以上。有些地段则以糙野青茅草甸占优势, 呈水平带状分布。第 2 层片以血见愁老鹳草 (*Geranium henryi*) 及多种薹草为主, 盖度 30%。常见伴生种有早熟禾、高山梯牧草 (*Phleum alpinum*)、前胡、香青 (*Anaphalis sinica*)、银叶香青等, 共计 21 种, H' 和 J 值分别为 1.831 和 0.627。第 45 群系分布于大九湖海拔 1700~1800m 的山间盆地, 香青和血见愁老鹳草在群落中占有相当比例, 群落中统计到的湿生植物有 18 种, H' 和 J 值分别达到 2.219 和 0.765。第 46 群

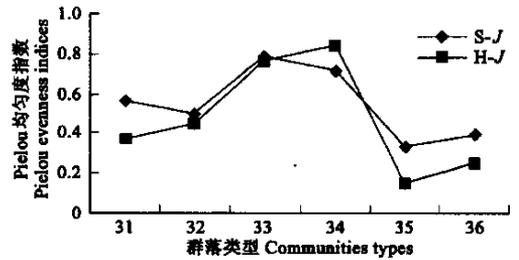


图 12 山地灌丛 6 种群落物种均匀度 (J) 指数比较

Fig. 12 Comparison of Pielou evenness indices in 6 communities of the upland shrubbery

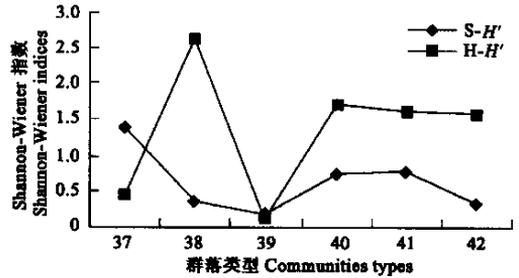


图 13 亚高山灌丛 6 种群落物种多样性 (H') 指数比较

Fig. 13 Comparison of Shannon-Wiener indices in 6 communities of the subalpine shrubbery

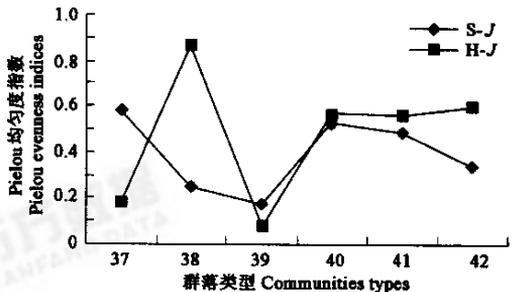


图 14 亚高山灌丛 6 种群落物种均匀度 (J) 指数比较

Fig. 14 Comparison of Pielou evenness indices in 6 communities of the subalpine shrubbery

系分布于海拔 1700~1900m 的大、小九湖地势低洼平坦、地表常有积水、排水性差的沼泽区域。以小鳞薹草、多穗薹草 (*C. polyspoculata*) 等多种薹草为优势种。随小地形的变化,又各自为优势种成小片状分布,群落中统计到 23 种湿地植物, H' 和 J 值分别达到 1.993 和 0.643。

4 结论

由以上分析结果可知,神农架地区的自然植被可划分为 8 个植被型 46 个群系。针叶林在该地区共有 3 个植被型,总面积约 371.4km²; 针叶、落叶阔叶混交林有 6 个群系,面积 925.62km²; 阔叶林共有 3 个植被型,17 个群系,总面积 1310.43km²,占全区面积的 37.69%。其中常绿阔叶林主要分布在海拔 1600m 以下的低山和中山下部的河谷地带,共有 3 个群系,面积约 275.78km²,占阔叶林面积的 21%。常绿、落叶阔叶混交林有 3 个群系,面积 172.47km²,占阔叶林面积的 13%。落叶阔叶林共有 11 个群系,面积 862.18km²,占阔叶林面积的 66%。山地灌丛一般分布在海拔 2500m 以下,从丘陵、低山至中山上部均有分布,共分为 6 群系,总面积约有 208.32km²。亚高山灌丛垂直分布海拔 2500~3105m,共有 6 个群系。均为巴山冷杉林消失后形成的次生灌丛。除箭竹灌丛分布面积较大外,其余呈小块状零散分布。依据神农架地区草甸形成的成因及其优势物种组成的不同,可分为 3 类:一类是在森林砍伐迹地或撂荒地等人为干扰强烈的地段发展起来的多年生禾本科及蕨类物种组成,分布海拔在 1500~2100m 的地段。一类是在巴山冷杉林衰退后发展起来的亚高山草甸,分布海拔在 2600m 以上;第 3 类是在大九湖地区特殊的山地盆地上发育的沼泽化的草甸植被类型。

对神农架地区 8 个植被型中的 46 个群系进行的群落物种 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 及 Pielou 均匀度指数 (J) 的测定结果表明,①各群落 3 个层次的物种多样性总趋势是:灌木层 > 草本层 > 乔木层(个别群落除外)②针叶林 7 个群系中,靠近居民点的低海拔人工林群落结构简单,各层次种类较少,物种多样性低, H' 值在 0.5~0.6 之间, J 值在 0.2~0.4 之间。在人为干扰少的中山至亚高山区域,群落各层次物种多样性高,其中以巴山松林较为明显,其灌木层 H' 和 J 值分别达到 3.921 和 1.188。③针阔叶混交林(6 个群系)各群落乔木层优势种明显,伴生种类较少,群落间物种多样性指数变化不大, H' 和 J 值分别在 1~1.3 和 0.4~0.6 之间波动。各群落灌木物种多样性较高,其中华山松、糙皮桦林灌木层 H' 和 J 值分别达到 2.39 和 0.697。草本层物种多样性变化明显,低海拔区域较低。④常绿阔叶林分布于低海拔峡谷地带,人为干扰较大,群落优势种不明显,物种种类丰富, H' 和 J 值一般在 2~3 和 0.7~0.9 之间波动⑤常绿、落叶阔叶混交林人为干扰强烈,3 个群系乔木和灌木种类丰富,草本种类少,多样性指数低。⑥落叶阔叶林(11 个群系)大部分群落层次结构与针阔叶混交林相似,但乔木种类较多, H' 和 J 值一般在 1.3~2 和 0.5~0.9 之间波动。栓皮栎林、野核桃林、茅栗林和红桦林等纯林多样性指数低下。⑦灌丛作为该地区森林植被退化后形成的一类不稳定类型,各群落间物种种类和盖度均有较大差别,其中山地灌丛 H' 和 J 值分别在 1~3 和 0.1~0.9 之间波动;亚高山灌丛各群落具有相似的生境,物种种类少, H' 和 J 值分别为 0.8 和 0.6 左右。粉红杜鹃灌丛和高山柏灌丛为单优势种,物种多样性低。⑧草丛 3 个群系中,沼泽草丛各群落物种种类和盖度较大, H' 和 J 值分别为 1.9 和 0.7 左右;芒、蕨草丛群落物种多样性相对较低。

References:

- [1] Hou X Y. *Chinese Vegetation*. Beijing: People Education Publishing House, 1960.
- [2] Tian L S. *Vegetation mapping*. Xi'an: Xi'an Atlas Press, 1993.
- [3] Pan D Y. The use of geographic information system technology for compiling ecological map. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1990, **14**: 296.
- [4] Chen S P, Zhao Y S. *Geography analysis with remote sensing*. Beijing: Surviving and Mapping Press, 1990, 147~167.
- [5] Xu G H. *Remote sensing theory and its technical application for renewable resources in the Three North Shelter forest region*. Beijing: China Forestry Publishing House, 1994. 43~45.
- [6] Zheng Z Y, Zhan H & Xie J L. *Shennongjia of China*. Wuhan: Hubei Scientific and Technical Press, 1997.
- [7] Zhu Z Q, Song C S. *Scientific survey of Shennongjia Nature Reserve*. Beijing: China Forestry Publishing House, 1998.
- [8] Tian Z Q, Chen Y, Chen W Lie, et al. Vegetation mapping and analysis at Longmenhe region, Shennongjia, China. *Acta Phytocologica Sinica* (Suppl.), 30~39.
- [9] Tian Z Q, Chen Y, Chen W L, et al. GAP Analysis Vegetation in Longmenhe region, Shennongjia, China. *Acta Phytocologica Sinica*,

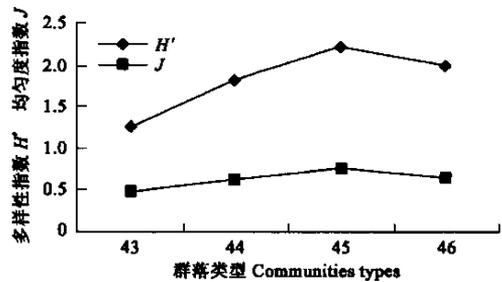


图 15 4 种草甸群落群落物种多样性 (H') 指数和均匀度 (J) 指数比较

Fig. 15 Comparison of Shannon-Wiener indices and Pielou evenness indices in 4 communities of the meadow

2002, **26**(Suppl.): 40~45.

- [10] Chen L Z. Some viewpoints on biodiversity research. *Chinese Biodiversity*, 1999, **7**(4): 308~311.
- [11] Wang Y M. Study of vegetation classification of Hubei Province. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1986, **4**: 239~250.
- [12] Wu Z Y. *Vegetation of China*. Beijing: Science Press, 1980.
- [13] Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences. *Principles and Methodologies of Biodiversity Studies*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1994.

参考文献:

- [1] 侯学煜. 中国的植被. 北京: 人民教育出版社, 1960.
- [2] 田连恕. 植被制图. 西安: 西安地图出版社, 1993.
- [3] 潘代远. 利用地理信息系统进行生态图的编制. *植物生态学与地植物学学报*, 1990, **14**(3): 296.
- [4] 陈述彭, 赵英时. 遥感地学分析. 北京: 测绘出版社, 1990.
- [5] 徐冠华. 三北防护林地区再生资源遥感的理论及其技术应用. 北京: 中国林业出版社, 1994. 43~45.
- [6] 郑重, 詹亚华, 谢继伦. 中国神农架. 北京: 湖北科学技术出版社, 湖北科学出版社, 1997.
- [7] 朱兆泉, 宋朝枢. 神农架科学考察集. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [8] 田自强, 陈 , 陈伟烈, 等. 神农架龙门河地区植被制图及植被现状分析. *植物生态学报*, 2002, **26**(增刊): 30~39.
- [9] 田自强, 陈 , 陈伟烈, 等. 神农架龙门河地区基于植被的 GAP 分析. *植物生态学报*, 2002, **26**(增刊): 40~45.
- [10] 陈灵芝. 对生物多样性研究的几个观点. *生物多样性*, 1999, **7**(4): 308~311.
- [11] 王映明. 湖北植被区划. *武汉植物学研究*, 1986, **4**: 239~250.
- [12] 吴征镒. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [13] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.



田自强, 等: 中国神农架地区的植被制图及植物群落物种多样性分析

TIAN Zi-Qiang, *et al*: Mapping of vegetation and analysis on its biodiversity in Shennongjia region, China

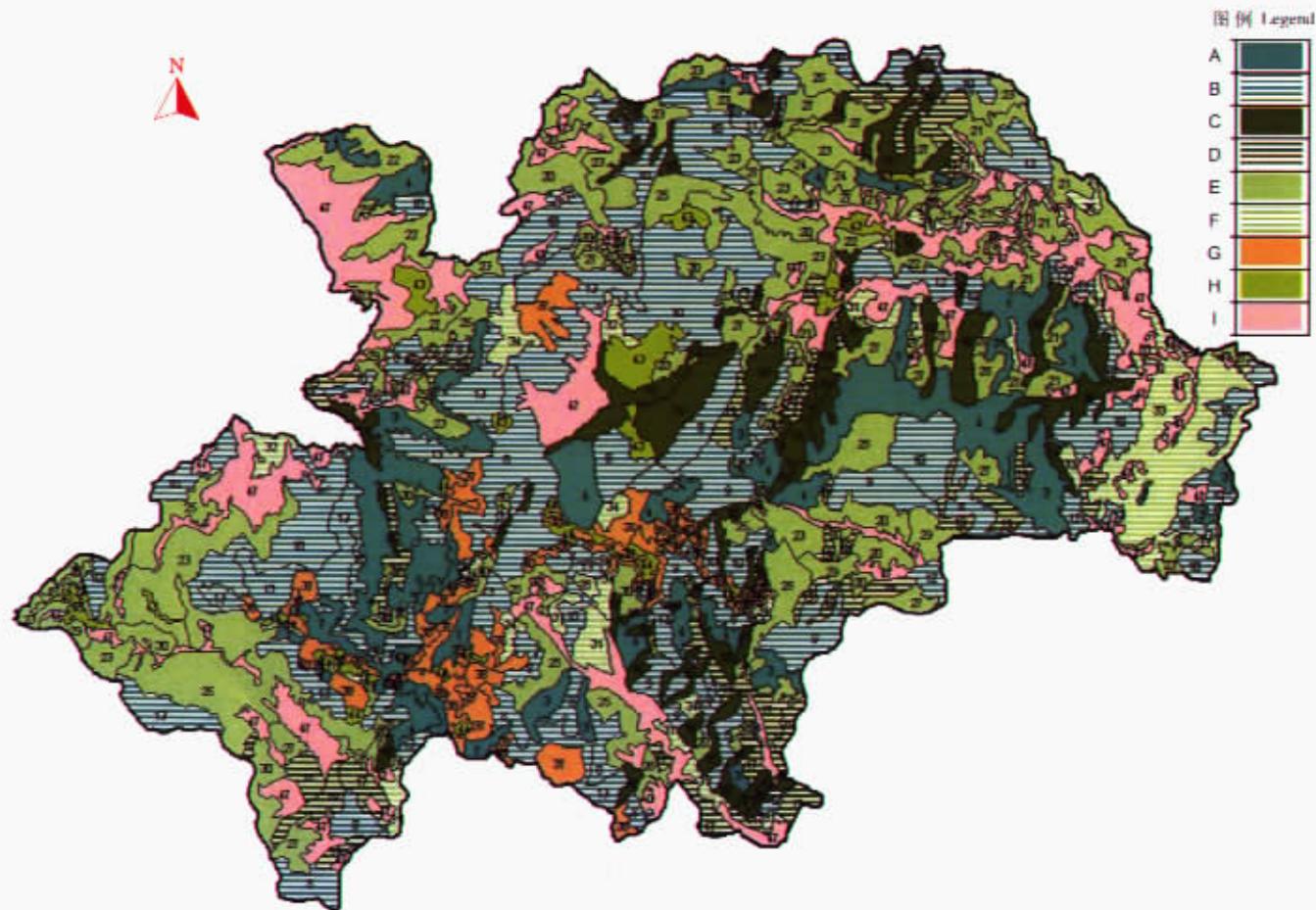


图 1 中国神农架地区植被类型图(1:400,000)
Plate 1. The vegetation types of Shennongjia region, China(1:400,000)