

# 浙江省丹霞地貌岩生植物群落物种多样性研究

沈年华<sup>1</sup>, 李传磊<sup>2,3</sup>, 王小德<sup>3</sup>

(1. 苏州旅游与财经高等职业技术学校, 江苏 苏州 215104; 2. 无锡开放大学,  
江苏 无锡 214011; 3. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:**采用样方调查的方法,对浙江省丹霞地貌岩生植物群落物种多样性进行了统计分析,以期植被保护和生物多样性保护提供科学依据,结果表明:浙江省丹霞地貌岩生植被植物有82科143属195种;群落不同层次在Margalef丰富度指数、Simpson指数、Shannon-Wiener指数上,具有一致的趋势,即:草本层>灌木层>苔藓层>藤本层;Pielou均匀度指数的排列顺序为:苔藓层>藤本层>草本层>灌木层。不同区域群落物种多样性比较中,除苔藓层外,江郎山岩生植物各层次的丰富度指数和多样性指数都较高。

**关键词:**植物群落;物种多样性;丹霞地貌;浙江省

中图分类号:Q145

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2017)05-0382-03

## Species Diversity of Rock Plant on Danxia Landform in Zhejiang Province

SHEN Nianhua<sup>1</sup>, LI Chuanlei<sup>2,3</sup>, WANG Xiaode<sup>3</sup>

(1. Suzhou Tourism and Finance Institute, Suzhou, Jiangsu 215104, China; 2. Wuxi Open University, Wuxi, Jiangsu 214011, China; 3. School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, Lin'an, Zhejiang 311300, China)

**Abstract:** In order to provide scientific data for vegetation and biodiversity conservation, species diversity of rock plant on Danxia landform in Zhejiang Province was analyzed by using methods of sampling and investigation. According to the data, there were 195 species, which belonged to 143 genera and 82 families. The changing trend in Margalef index, Simpson index and Shannon-Wiener index of the same community in different layers was clear, following the sequence of herb>shrub>moss>liana; the order of Pielou index was moss>liana>herb>shrub. Compared with the species diversity in different regions, the indexes of all layers on Jianglangshan Mountain were higher except the moss layer.

**Keywords:** plant community; species diversity; Danxia landform; Zhejiang Province

浙江省是丹霞地貌分布较多的省份,在我国所有丹霞地貌省份中处于第6位<sup>[1]</sup>,具有一定的典型性和代表性。丹霞地貌具有“顶平、身陡、麓缓”的形态特征,生境脆弱,加之人类的过度干扰,导致区域植被退化,引起了生物多样性丧失等一系列生态环境问题。作为生物多样性层次之一的物种多样性,它可以反映群落或生境中物种的丰富度、均匀度和时空变化,表征群落和生态系统的特征及其变化演替的规律,也可反映不同的自然地理条件及人为因素与群落的相互关系<sup>[2-4]</sup>。关于浙江省丹霞地貌岩生植被群落特征与群落类型的研究已有报道<sup>[5-9]</sup>,本文对浙江省丹霞地貌岩生植物种类和群落物种多样性进行研究,以期植被保护和生物多样性保护提供科学依据。

## 1 研究区概况

浙江丹霞地貌主要分布于浙江中部、西部和西南部,西南部到达衢州的江山市,与福建毗邻,南部以丽水为界,东部以台州的天台为界,最北分布到绍兴的诸暨市。分布于丘陵和盆地之中,大多为200~450 m的低山,仅有江山市的江郎山海拔达824 m。浙江省丹霞地貌的气候条件基本处于浙江省气候条件的平均值,丽水等地区地处浙南,降水相对较丰富,金华等地区地处浙中地区,降水相对较少,但总体水热条件相差不大。丹霞地貌低海拔区域一般以红壤、棕红壤为主,海拔较高处或在山顶,分布有黄壤,非地带性土壤紫色土和粗骨土零星散落分布在其中。

2 研究方法

2.1 调查方法

将浙江省丹霞地貌区域按地理位置划分为东部、西南部、北部、中部 4 个片区,根据典型性和可到达性,每个片区选择 1~4 个点,共选择 9 个点,即:东部的 新昌、天台,西南部的衢州、江山,北部的诸暨,中部的 金华、武义、永康、丽水等。由于群落类型和实地状况不同,样方面积选择 4 m×4 m,2 m×2 m,1 m×1 m 不等,共获得 151 个样方。数据获得以实测为主,受地形等环境条件限制无法实测的改用估测。灌木层、藤本层和草本层主要记录植物种类、株数或丛数、高度和盖度,苔藓层主要记录植物种类和盖度;同时记录海拔、坡度和坡向等生境条件。

2.2 物种多样性计算

从整体和不同区域两个角度对群落物种多样性进行分析。参考相关文献<sup>[10-15]</sup>,选择以下 4 种指数进行计测:

$$M_a = (S - 1) / \ln N \tag{1}$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \tag{2}$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \tag{3}$$

$$J = (- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i) / \ln S \tag{4}$$

式中: $M_a$  为 Margalef 丰富度指数; $S$  为物种数; $N$  为样地植物重要值总和; $D$  为 Simpson 指数; $P_i$  为重要值比例(相对重要值); $H'$  为 Shannon-Wiener 指数; $J$  为 Pielou 均匀度指数。

3 结果与分析

3.1 群落物种组成

据调查统计,浙江省丹霞地貌岩生植物有 195 种,隶属于 82 科 143 属,其中苔藓植物 21 科 24 属 29 种,蕨类植物 12 科 15 属 27 种,种子植物 49 科 104 属 139 种。

从科的水平上看,种子植物(全为被子植物)中含种数最多的科为蔷薇科(13 种),其次为景天科(11 种),含一种的科有 23 科(表 1);蕨类植物中含种数较多的科为鳞毛蕨科(6 种),水龙骨科(5 种),卷柏科(4 种)和凤尾蕨科(3 种),其余科大多数含有 1 种(7 表 2);苔藓植物中大多数是含有 1 种或 2 种的科。从属的水平上看,种子植物中含种最多的为景天属 *Sedum*(10 种),其次为苔草属 *Carex*(4 种);含有 3 种的属有 7 属,两种的属有 8 属;其余均为单种属。

表 1 种子植物组成

科	属数	种数	科	属数	种数	科	属数	种数
樟科 Lauraceae	1	1	葡萄科 Vitaceae	1	2	虎耳草科 Saxifragaceae	1	1
蔷薇科 Rosaceae	7	13	楝科 Meliaceae	1	1	伞形科 Umbelliferae	1	1
含羞草科 Mimosaceae	1	1	漆树科 Anacardiaceae	4	4	菊科 Compositae	8	8
蝶形花科 Fabaceae	8	8	槭树科 Aceraceae	1	1	茄科 Solanaceae	1	1
八角枫科 Alangiaceae	1	1	马钱科 Loganiaceae	1	1	苦苣苔科 Gesneriaceae	4	4
忍冬科 Caprifoliaceae	2	2	木犀科 Oleaceae	1	1	酢浆草科 Oxalidaceae	1	1
金缕梅科 Hamamelidaceae	1	1	夹竹桃科 Apocynaceae	1	1	凤仙花科 Balsaminaceae	1	2
榆科 Ulmaceae	3	5	萝藦科 Asclepiadaceae	1	1	唇形科 Labiatac	3	3
桑科 Moraccae	2	4	茜草科 Rubiaceae	3	3	鸭跖草科 Commelinaceae	1	1
荨麻科 Urticaceae	3	7	马鞭草科 Verbenaceae	3	3	百合科 Liliaceae	4	4
堇菜科 Violaceae	1	3	毛茛科 Ranunculaceae	2	2	天南星科 Araceae	1	2
远志科 Polygalaceae	1	1	防己科 Menispermaceae	2	2	薯蓣科 Dioscoreaceae	1	1
葫芦科 Cucurbitaceae	1	1	紫堇科 Fumariaceae	1	1	兰科 Orchidaceae	3	3
大戟科 EuPhorbiaceae	4	5	蓼科 Polygonaceae	1	1	莎草科 Cyperaceae	1	4
金丝桃科 Hypericaceae	1	1	千屈菜科 Lythraceae	1	1	禾本科 Gramineae	6	8
卫矛科 Celastraceae	1	2	报春花科 Primulaceae	1	1			
鼠李科 Rhamnaceae	2	2	景天科 Crassulaceae	2	11			

注:按哈钦松系统排列。

表 2 蕨类植物组成

科	属数	种数	科	属数	种数	科	属数	种数
卷柏科 Selaginellaceae	1	4	蕨科 Pteridiaceae	1	1	铁角蕨科 Aspleniaceae	1	1
海金沙科 Lygodiaceae	1	1	凤尾蕨科 Pteridaceae	1	3	鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	2	6
碗蕨科 Dennstaedtiaceae	1	1	中国蕨科 Sinopteridaceae	1	1	水龙骨科 Polypodiaceae	3	5
鳞始蕨科 Lindsaeaceae	1	1	铁线蕨科 Adiantaceae	1	2	槲蕨科 Drynariaceae	1	1

注:按秦仁昌中国蕨类植物的分类系统排列。

3.2 不同层次群落物种多样性分析

按群落的垂直结构分别计算灌木层、草本层、藤本层、苔藓各层次的物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数,这些指数从各个层面反映了浙江省丹霞地貌岩生植被群落在物种组成和群落组织化水平的差异。在 Margalef 丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数上,它们具有一致的趋势,即:草本层>灌木层>苔藓层>藤本层(表 3)。一般说来,物种多的层次,单优势种不易出现,群落的多样性高,所以,物种多样性指数与物种的丰富度表现基本一致,即物种丰富度高,其多样性指数也相对较高。但多样性指数增加上并未与丰富度呈现相同比例的增加,表明群落丰富度只是影响群落多样性的一个方面,群落多样性还受其他方面的影响。虽然 Pielou 均匀度指数是通过 Shannon-Wiener 指数计算而来,但其变化与 Shannon-Wiener 指数并不一致,其排列顺序为:苔藓层>藤本层>草本层>灌木层(表 3)。

从各层次之间物种多样性进行比较可以看出,草本层植物的丰富度指数远高于第二位的灌木层;藤本层和苔藓层的丰富度指数相差不大,其多样性指数相差也不大。藤本植物的各项指标都较小,这与藤本植物分布相对集中、种类较少有关。

表 3 不同层次群落物种多样性指数

层次	$M_a$	$D$	$H'$	$J$
灌木层	5.4102	0.9150	2.9628	0.8087
草本层	13.3831	0.9434	3.7433	0.8220
藤本层	3.2746	0.8500	2.7121	0.8426
苔藓层	3.9865	0.9257	2.9043	0.8625

3.3 不同区域群落物种多样性分析

从东部、西南、北部和中部 4 个片区中,各选择一处植物种类较多、植被类型较齐全的丹霞地貌,分别为:新昌穿岩十九峰、江山江郎山、诸暨汤江岩、永康方岩,进行不同区域群落物种多样性计算,结果见表 4。

Margalef 丰富度指数在灌木层排列顺序为:江郎山>穿岩十九峰>方岩>汤江岩;草本层排列顺序为:江郎山>方岩>穿岩十九峰>汤江岩;藤本层排列顺序为:江郎山>方岩>汤江岩>穿岩十九峰;苔藓层排列顺序为:穿岩十九峰>方岩>江郎山>汤江岩。

多样性指数上,Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数具有相同的趋势,灌木层:江郎山>穿岩十九峰>方岩>汤江岩;草本层:方岩>江郎山>穿岩十九峰>汤江岩;藤本层:江郎山>汤江岩>方岩>穿岩十九峰;苔藓层:穿岩十九峰>方岩>汤江岩>江郎山。

Pielou 均匀度指数在灌木层排列顺序为:穿岩十九峰>江郎山>方岩>汤江岩,草本层 Pielou 均匀

度指数排列顺序为:方岩>江郎山>汤江岩>穿岩十九峰,藤本层和苔藓层的 Pielou 均匀度指数排列顺序一致,即:穿岩十九峰>汤江岩>方岩>江郎山。

表 4 不同区域群落物种多样性指数

区域	层次	$M_a$	$D$	$H'$	$J$
江郎山	灌木层	3.6226	0.9283	2.8240	0.9007
	草本层	11.3617	0.9404	3.4738	0.8177
	藤本层	2.9639	0.9006	2.5552	0.8678
	苔藓层	1.1526	0.6491	1.4440	0.6944
穿岩十九峰	灌木层	3.5571	0.9254	2.7046	0.9357
	草本层	3.3479	0.7546	1.8892	0.6668
	藤本层	0.8370	0.7564	1.4842	0.9222
	苔藓层	2.0924	0.8893	2.3215	0.9681
方岩	灌木层	1.9966	0.8123	1.9769	0.7955
	草本层	8.7124	0.9616	3.5479	0.9116
	藤本层	1.2706	0.8179	1.8582	0.8936
	苔藓层	1.9966	0.8357	2.0759	0.8354
汤江岩	灌木层	1.9362	0.6889	1.8114	0.6864
	草本层	2.5170	0.6889	1.8114	0.6864
	藤本层	1.7426	0.8372	2.0625	0.8957
	苔藓层	0.9681	0.7656	1.5760	0.8796

4 结 论

浙江省丹霞地貌岩生植被植物有 195 种,隶属于 82 科 143 属,植物科属种的组成较为简单,含单属的科、单种的属较多,表现出很高的分散性。

不同层次在丰富度 Margalef 指数、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数上,具有一致的趋势,即:草本层>灌木层>苔藓层>藤本层。Pielou 均匀度指数的排列顺序为:苔藓层>藤本层>草本层>灌木层。

不同区域物种多样性指数比较中,江郎山岩生植被除苔藓层外,其他层次的丰富度指数和多样性指数都较高,这可能与江郎山海拔最高,植被类型最为丰富有关;苔藓层发育较差,可能是环境在逐步改善,诸如蕨类植物和种子植物等更高级的植物在替代苔藓植物。穿岩十九峰在苔藓层丰富度和多样性指数最高,灌木层也有较高的数值,藤本层最低。这与穿岩十九峰岩生植被中苔藓在样方中盖度大有关系;藤本层各项指数最低,与藤本植物种类少、出现频度少有关。方岩在丰富度和多样性方面,分布较为均匀,在各个层次中都有较稳定的分布。汤江岩除藤本层外,其他层各项指数都较低,一方面与汤江岩设置的样方数目相对少有关,另一方面说明汤江岩岩生植被群落中,藤本植物占有重要的地位。

(下转第 390 页)

- (5):111-117.
- [2] 赵文亮,贺振,贺俊平,等.基于MODIS-NDVI的河南省冬小麦产量遥感估测[J].地理研究,2012,31(12):2310-2320.
  - [3] 冯美臣,肖璐洁,杨武德,等.基于遥感数据和气象数据的水旱地冬小麦产量估测[J].农业工程学报,2010,26(11):183-188.
  - [4] 任建强,刘杏认,陈仲新,等.基于作物生物量估计的区域冬小麦单产预测[J].应用生态学报,2009,20(4):872-878.
  - [5] 吴炳方.全国农情监测与估产的运行化遥感方法[J].地理学报,2000,55(1):25-35.
  - [6] 钱永兰,侯英雨,延昊,等.基于遥感的国外作物长势监测与产量趋势估计[J].农业工程学报,2012,28(13):166-171.
  - [7] 徐新刚,吴炳方,蒙继华,等.农作物单产遥感估算模型研究进展[J].农业工程学报,2008,24(2):290-298.
  - [8] Balaghi R, Tychon B, Eerens H, et al. Empirical regression model using NDVI, rainfall and temperature data for the early prediction of wheat grain yields in Morocco[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2008,10(4):438-452.
  - [9] 邓坤枚,孙九林,陈鹏飞,等.利用国产环境减灾卫星遥感信息估测春小麦产量:以内蒙古陈巴尔虎旗地区为例[J].自然资源学报,2011,26(11):1942-1952.
  - [10] Ren J Q, Chen Z X, Zhou Q B, et al. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China[J]. International of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2008,10(4):403-413.
  - [11] 曾丽红,宋开山,张柏,等.基于SEBAL模型与MODIS产品的松嫩平原蒸散量研究[J].干旱区资源与环境,2011,25(1):140-147.
  - [12] 黄志刚,王小立,肖烨,等.气候变化对松嫩平原水稻灌溉需水量的影响[J].应用生态学报,2015,26(1):260-268.
  - [13] 童成立,张文菊,汤阳,等.逐日太阳辐射的模拟计算[J].中国农业气象,2005,26(3):165-169.
  - [14] Bastiaanssen W G M, Ali S. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2003,94(3):321-340.
  - [15] Moriondo M, Maselli F, Bindi M. A simple model of regional wheat yield based on NDVI data[J]. European Journal of Agronomy, 2007,26(3):266-274.
  - [16] 朱文泉,潘耀忠,龙中华,等.基于GIS和RS的区域陆地植被NPP估算:以中国内蒙古为例[J].遥感学报,2005,9(3):300-307.
  - [17] 朱文泉,潘耀忠,张锦水.中国陆地植被净初级生产力遥感估算[J].植物生态学报,2007,31(3):413-424.
  - [18] 罗玲.基于遥感—机理模型的松嫩西部草地净初级生产力(NPP)模拟[D].长春:中国科学院东北地理与农业生态研究所,2010.
  - [19] 穆少杰,李建龙,周伟,等.2001—2010年内蒙古植被净初级生产力的时空格局及其与气候的关系[J].生态学报,2013,33(12):3752-3764.
  - [20] 史晓亮,李颖,赵凯,等.诺敏河流域植被覆盖时空演变及其与径流的关系研究[J].干旱区资源与环境,2013,27(6):54-60.

(上接第384页)

#### 参考文献:

- [1] 黄进.中国丹霞地貌研究汇报[J].热带地理,1992(SI):1-36.
- [2] 马晓勇,上官铁梁.太岳山森林群落物种多样性[J].山地学报,2004,22(5):606-612.
- [3] 岳永杰,余新晓,牛丽丽,等.北京雾灵山植物群落结构及物种多样性特征[J].北京林业大学学报,2008,30(S2):165-170.
- [4] 谢春平,方彦,方炎明.不同地区乌冈栎群落物种多样性的比较分析[J].四川师范大学学报:自然科学版,2013,36(3):451-455.
- [5] 朱渊,王小德,胡永起.浙江方岩丹霞地貌岩生植被群落特征分析[J].北方园艺,2010(10):107-109.
- [6] 周园园,王小德,符秀玉,等.浙江省江郎山丹霞地貌岩生植被群落特征[J].浙江林学院学报,2010,27(5):699-705.
- [7] 李传磊,王小德,沈年华,等.新昌丹霞地貌岩生植被群落特征研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2010,36(4):470-473.
- [8] 李传磊.浙江省丹霞地貌岩生植被群落特征研究[D].浙江临安:浙江农林大学,2010.
- [9] 沈年华,李传磊,王小德.浙江省丹霞地貌岩生植被类型[J].浙江农林大学学报,2011,28(4):614-618.
- [10] 贺金生,陈伟烈,江明喜,等.长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性特征[J].生态学报,1998,18(4):399-407.
- [11] 王辉,贺康宁,胡兴波,等.高寒区不同树种配置对林下植被物种多样性的影响[J].水土保持研究,2012,19(3):147-150.
- [12] 邵水仙,李红丽,董智,等.退化砂石山地人工林林下植物群落特征与物种多样性[J].水土保持研究,2015,22(5):146-151,157.
- [13] 曹小玉,李际平.福寿林场杉木人工林林下植物物种多样性研究[J].西北林学院学报,2014,29(3):57-61.
- [14] 史作民,程瑞梅,刘世荣,等.宝天曼植物群落物种多样性研究[J].林业科学,2002,38(6):17-23.
- [15] 曾月娥,岳永杰,张永刚,等.图里河白桦群落结构及其物种多样性研究[J].水土保持研究,2013,20(3):155-160,166.