

网络出版时间:2015-04-13 12:59

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2015.05.032

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150413.1259.032.html>

秦岭山地 5 种亚高山草甸的物种多样性研究

窦全虎

(青海省湟中县林业局,青海 湟中 811600)

【摘 要】 【目的】研究秦岭山地 5 种典型亚高山草甸物种的多样性,为该区域亚高山草甸的保护提供依据。【方法】以分布在秦岭火地塘林区、佛坪自然保护区、太白山自然保护区的野青茅(*Deyeuxia arundinacea*)、赖草(*Leymus secalinus*)、长穗苔草(*Carex dolichostachya*)、早熟禾(*Poa annua*)、细叶苔草(*Carex rigescens*)等 5 种亚高山草甸群落为研究对象,采用样方法进行取样调查,记录 5 种典型亚高山草甸群落的物种名称、高度、盖度、株数、海拔高度等相关数据,对 5 种草甸群落的物种组成及其重要值、丰富度、多样性指数和均匀度指数进行对比分析,并进行草甸群落植物物种组成的相似性分析;在太白山自然保护区不同海拔(1 700,2 000,2 300,2 600 和 2 900 m)高度设置样方,调查分析 5 种草甸群落的物种丰富度及物种多样性随海拔变化的规律。【结果】野青茅、赖草、长穗苔草、早熟禾、细叶苔草 5 种草甸群落的建群种分别为野青茅、赖草、长穗苔草、早熟禾、细叶苔草。5 种亚高山草甸群落的物种丰富度分别为早熟禾草甸(18 种)>细叶苔草草甸(15 种)>赖草草甸(10 种)>长穗苔草草甸(8 种)>野青茅草甸(6 种),Shannon-Wiener 多样性指数 H' 和 Simpson 多样性指数 D 大小依次均为细叶苔草草甸(3.567,0.724)>早熟禾草甸(3.321,0.653)>长穗苔草草甸(2.365,0.584)>赖草草甸(2.247,0.513)>野青茅草甸(1.487,0.456),Pielou 均匀度指数 J 为细叶苔草草甸(0.798)>长穗苔草草甸(0.617)>早熟禾草甸(0.513)>赖草草甸(0.487)>野青茅草甸(0.454)。5 种草甸群落中长穗苔草草甸与早熟禾草甸的相似度最高,相似系数为 0.222;早熟禾草甸与赖草草甸的相似度最低,相似系数为 0.071。随着海拔高度的升高,物种丰富度呈现出先增高再降低的趋势,物种多样性指数变化趋势与之类似。【结论】5 种秦岭山地亚高山草甸中,灌木和乔木物种相对较少,其对草甸物种丰富度的影响也相对较小,可以采用人工干预的方法增加物种丰富度,以维持并提高草甸资源的生产力和稳定性。

【关键词】 秦岭;亚高山草甸;生物多样性;物种丰富度;多样性指数

【中图分类号】 Q948.15

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)05-0071-08

Diversity of five mountain subalpine meadows in Qinling Mountains

DOU Quan-hu

(Huangzhong County Forestry Bureau, Huangzhong, Qinghai 811600, China)

Abstract: 【Objective】 The species diversity of five typical subalpine meadows in Qinling Mountains was studied to provide basis for regional protection of subalpine meadows. 【Method】 Investigation was conducted on five subalpine meadows including *Deyeuxia arundinacea*, *Leymus secalinus*, *Carex dolichostachya*, *Poa annua*, and *Carex rigescens* in Huoditang forest zone, Foping Nature Reserve and Taibai Mountain Nature Reserve of Qinling Mountain. Sample survey method was used to record species name, height, cover, number, altitude and other relevant data in the five subalpine meadows. Then, the species composition, important value, richness, diversity index and evenness index were analyzed and compared, and the similarity of species composition was analyzed. The change of species richness and diversity of meadow community along with elevation was also investigated by setting elevation plots at different altitudes (1 700, 2 000, 2 300, 2 600, and 2 900 m). 【Result】 *D. arundinacea*, *L. secalinus*, *C. dolichostachya*, *P. an-*

【收稿日期】 2014-10-29

【作者简介】 窦全虎(1974—),男,青海西宁人,主要从事林木资源管理及森林病虫害防治研究。E-mail:ljmiao70@126.com

nua and *C. rigescens* were the constructive species of *D. arundinacea* meadow, *L. secalinus* meadow, *C. dolichostachya* meadow, *P. annua* meadow and *C. rigescens* meadow, respectively. The order of species richness was *P. annua* meadow(18) > *C. rigescens* meadow(15) > *L. secalinus* meadow(10) > *C. dolichostachya* meadow(8) > *D. arundinacea* meadow(6), the order of Shannon-Wiener index H' and Simpson index D was *C. rigescens* meadow(3.567, 0.724) > *P. annua* meadow(3.321, 0.653) > *C. dolichostachya* meadow(2.365, 0.584) > *L. secalinus* meadow(2.247, 0.513) > *D. arundinacea* meadow(1.487, 0.456), and the order of Evenness index J was *C. rigescens* meadow(0.798) > *C. dolichostachya* meadow(0.617) > *P. annua* meadow(0.513) > *L. secalinus* meadow(0.487) > *D. arundinacea* meadow(0.454). *C. dolichostachya* meadow and *P. annua* meadow had the highest similarity of 0.222, while *P. annua* meadow and *L. secalinus* meadow had the lowest similarity coefficient of 0.071. As the increase of altitude, species richness and diversity index increased firstly followed by decrease. 【Conclusion】 Among the five studied subalpine meadows, shrubs and trees were relatively less and the impact on species richness was also small. Manual intervention could increase the species richness and improve the stability and productivity of meadow resource.

Key words: Qinling; subalpine meadow; biological diversity; species richness; species diversity index

草甸是重要的可更新自然资源,在中国主要散布于内蒙古、新疆、东北以及青藏高原和海拔较高的山地。草甸所在地多数地势平坦,土壤有机质含量丰富,土壤比较肥沃。天然草甸的初级生产力高于草原,大多数草甸植物适于作为牧草,其中有些是家畜的上等饲草,因此草甸也是许多国家发展畜牧业的重要基地和主要利用的资源。草甸中还有许多经济植物,因而还具有显著的经济效益。

亚高山草甸是高寒草甸的一种群落,亚高山草甸通常是森林或灌丛植被遭到破坏后逐渐演替而成的,或是由于海拔升高,温度和水分条件不适宜其他植被群落生长,只适于生长亚高山草甸物种,因而形成了亚高山草甸。亚高山草甸在调节水文循环过程、保持水土、减少泥沙等方面有着非常积极的意义^[1],同时其对环境变化也具有良好的指示作用^[2]。目前,对亚高山植被物种多样性方面的研究已有报道,如朱志红等^[3]提出了研究草甸群落物种多样性的相关公式;万五星等^[4]通过样方法和物种多样性指数的计算与分析,得出了雾灵山地区优势物种和物种均匀度的相关结果;向春玲等^[5]对东灵山亚高山草甸物种多样性及其影响因素进行研究后发现,物种多样性指数会随着海拔的升高发生明显分异;王世昌^[6]对云顶山亚高山草甸的研究结果显示,坡向对该地区草甸物种多样性的影响较大;杜焰玲等^[7]对秦岭山地亚高山箭竹灌丛的物种多样性也进行了相关研究。

近些年来,随着人们对物种多样性研究的深入,许多地区都先后开展了相关的研究,如卧龙山、东灵

山、祁连山、天山等地区。秦岭地区亚高山草甸群落比较典型,但由于地形地势复杂,目前国内对该区域亚高山草甸群落的结构、组成生境、数量分类及群落动态等的研究较为缺乏^[8],为此本研究对秦岭山地 5 种典型亚高山草甸群落的物种多样性进行了调查分析,以期为该区域亚高山草甸的保护及其生物多样性的维持提供依据。

1 研究地区概况

随着山脉海拔高度的逐渐上升,秦岭山地有着明显的土壤垂直分布带和植物群落带谱,天然植被类型主要包括天然次生林、灌丛和草甸^[9-10]。依据秦岭山地草甸的分布状况,分别选取火地塘林区、佛坪自然保护区和太白山自然保护区作为研究区,其在秦岭具有一定的代表性,属暖温带季风型半湿润山地气候,兼有北亚热带气候的特点^[11]。3 个研究区的地理位置及气候、土壤概况见表 1。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查方法

2013-07,在 3 个研究区域选取广泛分布的 5 种亚高山典型草甸群落,即野青茅(*Deyeuxia arundinacea*)、赖草(*Leymus secalinus*)、长穗苔草(*Carex dolichostachya*)、早熟禾(*Poa annua*)和细叶苔草(*Carex rigescens*)草甸,5 种草甸群落在 3 个研究区域均有分布。分别在每个研究区域的每种草甸群落中设立 3 个 10 m×10 m 的样方,在每个样方的中心及四角分别设立 1 m×1 m 的小样方,3 个区域中每

种草甸群落共计 45 个小样方;另外,选取太白山自然保护区作为海拔因素研究区域,对 5 种草甸类型均分别在海拔 1 700,2 000,2 300,2 600 和 2 900 m 高度各设置 2 个 10 m×10 m 的大样方,采用五点取样法在每个大样方中再设置 5 个 1 m×1 m 的小样方,每种草甸共计 50 个小样方。记录每个样方内物种的名称、株数、高度、盖度等;利用 GPS 测定样方的地理坐标和海拔,同时记录其坡位和坡向^[12-13]。

表 1 秦岭山地亚高山草甸研究区的地理位置及气候、土壤概况

Table 1 Geographic location,climate and soil overview of studied subalpine meadows in Qinling Mountains

区域 Area	地理坐标 Geographic coordinates	海拔/m Altitude	气候 Climate	年降水量/mm Annual precipitation	年均温/℃ Annual mean temperature	土壤因子 Soil factor
火地塘林区 Huoditang forest zone	N33°18′~33°28′, E108°20′~108°39′	1 420~2 474	北亚热带气候 North subtropical climate	900~1 200	8~10	山地棕壤 Mountain brown soil
佛坪自然保护区 Foping Nature Reserve	E107°41′~107°56′, N 32°32′~33°43′	980~2 904	北亚热带与暖温带的 过渡地带 Transition of sub- tropicalto warm temperate zone	938~1 129	11.4~13.0	山地棕壤 Mountain brown soil
太白山自然保护区 Taibai Mountain Nature Reserve	E107°19′~107°58′, N33°40′~34°10′	1 060~3 767	暖温带 Warm temperate zone	650~1 000	1.8~12.7	山地棕壤 Mountain brown soil

2.2 数据处理

数据处理时,以每种典型草甸类型的样方数据为一个单元进行处理,不同海拔高度的数据以每个海拔梯度的数据为一个单元。计算物种重度值并按下列公式计算各种草甸群落及不同海拔梯度的物种丰富度(S)、Simpson 优势度指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀度指数(J)^[14]和不同草甸群落物种组成的相似性系数(C_s)^[15]。

物种重要值=[相对频度(%) + 相对密度(%) + 相对盖度(%)]/3;

S =样方内物种总数;

$D=1-\sum P_i^2$;

$H'=-\sum P_i \ln P_i$;

$J=H'/\ln S$;

$C_s=2a/(A+B)$ 。

式中: P_i 为物种*i*的相对重要值, A 和 B 分别为 2 个样地各自的物种数, a 为 2 个样地共有的物种数。

采用 Excel 2003 进行相关指标的计算并绘图。

3 结果与分析

3.1 5 种亚高山草甸群落的物种组成与特征值

对秦岭山地 5 种典型亚高山草甸共 225 个 1 m×1 m 小样方的物种及其重要值进行统计分析,结果见表 2。

表 2 秦岭山地 5 种亚高山草甸群落的物种重要值

Table 2 Important values of five subalpine meadows in Qinling Mountains

序号 No.	物种名称 Species						%
		野青茅草甸 <i>Deyeuxia arundinacea</i> meadow	赖草草甸 <i>Leymus secalinus</i> meadow	长穗苔草草甸 <i>Carex dolichostachya</i> meadow	早熟禾草甸 <i>Poa annua</i> meadow	细叶苔草草甸 <i>Carex rigescens</i> meadow	
1	野青茅 <i>Deyeuxia arundinacea</i>	71.30					
2	赖草 <i>Leymus secalinus</i>		62.98				
3	长穗苔草 <i>Carex dolichostachya</i>		9.42	40.94			
4	早熟禾 <i>Poa annua</i>				27.07		
5	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>						17.66
6	芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>				17.30		
7	繁缕 <i>Stellaria media</i>						15.19
8	风毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	4.60	2.55	16.97	3.55		12.78
9	太白银莲花 <i>Anemone taipaiensis</i>			11.41			
10	披碱草 <i>Elymus dahuricus</i>	11.13					
11	野葱 <i>Allium fistulosum</i>				10.97		
12	老鹳草 <i>Geranium wilfordii</i>				10.57		
13	报春 <i>Primula malacoides</i>			9.56			
14	齿叶橐吾 <i>Ligularia dentate</i>	8.96					
15	香根芹 <i>Osmorhizaaristata</i>			8.42			
16	赖草 <i>Leymus secalinus</i>						8.02
17	野草莓 <i>Fragaria vesca</i>						7.74

续表 2Continued table 2

%

序号 No.	物种名称 Species	野青茅草甸 <i>Deyeuxia arundinacea</i> meadow	赖草草甸 <i>Leymus secalinus</i> meadow	长穗苔草草甸 <i>Carex dolichostachya</i> meadow	早熟禾草甸 <i>Poa annua</i> meadow	细叶苔草草甸 <i>Carex rigescens</i> meadow
18	珠光香青 <i>Anaphalis margaritacea</i>					7.68
19	野菊 <i>Chrysanthemum indicum</i>				7.46	
20	魁蓟 <i>Cirsium leo</i>		6.79			
21	鹅观草 <i>Roegneria kamoji</i> Ohwi					6.58
22	蓍 <i>Achillea millefolium</i>					5.62
23	螺丝菜 <i>Nelumbo nucifera</i>	5.49				
24	老冠花 <i>Anemone chinensis</i>					5.02
25	香青 <i>Anaphalis sinica</i>			3.73	0.90	4.86
26	老芒麦 <i>Elymus sibiricus</i>				4.03	
27	早熟禾 <i>Poa annua</i>					3.54
28	柴胡 <i>Bupleurum chinense</i>			1.77	3.48	
29	牛尾蒿 <i>Artemisia dubia</i>		3.15			
30	瞿麦 <i>Dianthus superbus</i>				2.71	
31	歪头菜 <i>Vicia unijuga</i>		2.59			
32	水芹菜 <i>Oenanthe javanica</i>		2.55			
33	艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>				2.44	
34	野豌豆 <i>Vicia sepium</i>		2.25			
35	大叶碎米荠 <i>Cardamine macrophylla</i> Willd			2.25	0.87	
36	茜草 <i>Rubia cordifolia</i>		2.22			
37	苍耳七 <i>Parnassia mightiana</i>				2.04	
38	丝裂沙参 <i>Adenophor acapillaris</i>	1.99				
39	球花蒿 <i>Artemisia smithii</i>	2.01				1.95
40	毒芹 <i>Cicuta virosa</i>				1.92	
41	风轮菜 <i>Clinopodium chinense</i>				1.33	
42	毛连菜 <i>Picris hieracioides</i>				1.24	
43	贯叶连翘 <i>Hypericum perforatum</i>				1.17	
44	秦岭蔷薇 <i>Rosa tsinglingensis</i>					1.13
45	沙参 <i>Adenophora stricta</i>					1.12
46	金莲花 <i>Tropeolum majus</i>					1.11
47	琉璃草 <i>Cynoglossum furcatum</i>				0.94	

从表 2 可以看出,不同亚高山草甸群落植物种类差异较大,这与其生长的微环境不同有关。5 种典型草甸群落共统计出草本植物物种数 47 种,野青茅、赖草、长穗苔草、早熟禾、细叶苔草分别为各典型草甸群落的建群种。此外,芨芨草(*Achnatherum splendens*)、繁缕(*Stellaria media*)、风毛菊(*Saussurea japonica*)的重要值都在 12% 以上,分别为早熟禾、细叶苔草、长穗苔草草甸群落的优势种。野青茅草甸群落中包含 6 个物种,物种比较单一,野青茅在该群落中重要值最大,为 71.3%,其生长发育较快,对其他物种的生殖和生长有明显抑制作用;披碱草的重要值为 11.1%,为该群落的优势种。赖草草甸群落共有 10 个植物种,其中赖草的重要值为 62.98%,为该群落的建群种,其他物种重要值均低于 10%,缺乏竞争力。长穗苔草草甸群落共有 8 个植物种,长穗苔草(重要值 40.94%)为该群落的建群种,风毛菊(重要值 16.97%)为该群落的优势种。

早熟禾和细叶苔草 2 种草甸群落分别有物种数 18 种和 15 种,其中早熟禾及细叶苔草在 2 种群落中的优势度并不明显,说明这 2 种草甸群落处于初级演替阶段,物种之间有明显的竞争关系,其中细叶苔草群落中细叶苔草(重要值 17.66%)、繁缕(重要值 15.19%)和风毛菊(重要值 12.78%)3 个物种的重要值都高于 12%,且彼此之间相差不大,处于近乎同等的优势。

5 种草甸群落中的共有物种为风毛菊,因为风毛菊极耐严寒,而且耐干旱能力也较强,所以分布范围基本不受海拔和水分条件的限制,在有些草甸群落中还处于优势地位。

3.2 5 种亚高山草甸群落物种丰富度对比分析

由图 1 可以看出,5 种亚高山草甸群落的物种丰富度分别为早熟禾草甸(18 种)>细叶苔草草甸(15 种)>赖草草甸(10 种)>长穗苔草草甸(8 种)>野青茅草甸(6 种)。调查发现,野青茅多生长

在山坡草地或荫庇处,这样的生长环境使光照相对较弱,所以抑制了大多数阳生性物种的生长发育,导致该草甸群落物种丰富度相对较低。早熟禾和细叶苔草草甸物种丰富度较高,物种数量都多达 10 多种,这是因为这 2 种物种适宜生长的环境都是湿润或较干燥的地区,生长环境条件较好,其他物种在这样的环境中也比较容易生存,所以物种数量相对较多。长穗苔草和赖草草甸的物种数则均为 10 种左右。在调查中发现,长穗苔草生长的小生境内生长着很多灌丛甚至有部分乔木,所以草本生长所需的环境资源被一些木本植物所侵占,加之长穗苔草盖

度较大,分布较均匀,从而抑制了其他草本物种的数量;而赖草草甸群落由于处于演替后期,加之赖草具有较强的耐寒和耐旱性,能生长成繁茂的株丛,并以强壮的根茎迅速繁衍,因而限制了其他物种的生长和发育,最终形成独立的优势种群,导致其群落中物种较为单一。

3.3 5 种亚高山草甸群落多样性指数和均匀度指数的比较

秦岭山地 5 种亚高山草甸群落物种多样性指数和均匀度指数的比较结果见图 2。

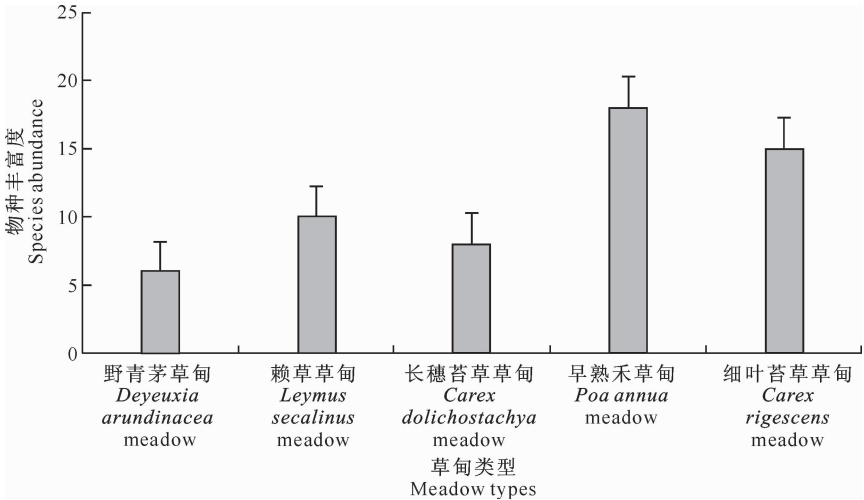


图 1 秦岭山地 5 种亚高山草甸群落物种丰富度的比较

Fig. 1 Comparison of species abundance of five subalpine meadows in Qinling Mountains

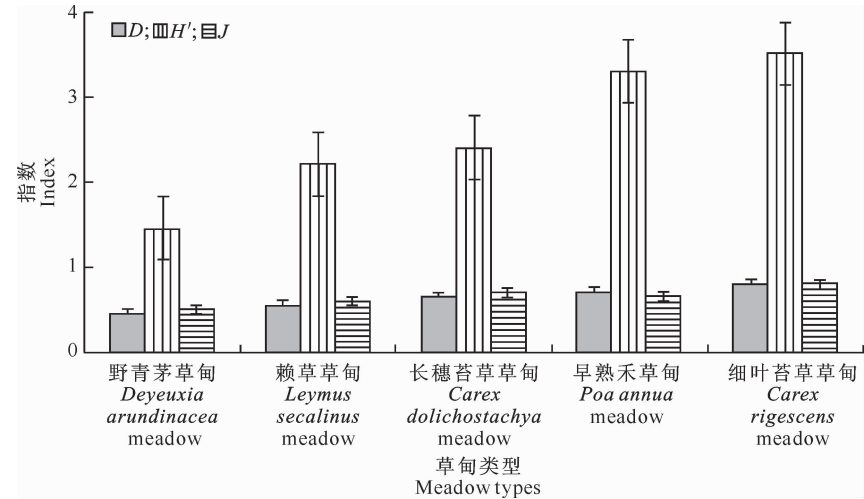


图 2 秦岭山地 5 种亚高山草甸群落物种多样性指数和均匀度指数的比较

Fig. 2 Species diversity index and evenness index of five subalpine meadows in Qinling Mountains

由图 2 可以看出,5 种亚高山草甸群落的 Shannon-Wiener 多样性指数 H' 和 Simpson 多样性指数 (也称优势度指数) D 的大小依次均表现为细叶苔草草甸 > 早熟禾草甸 > 长穗苔草草甸 > 赖草草甸 > 野

青茅草甸;Pielou 均匀度指数 J 表现为细叶苔草草甸 > 长穗苔草草甸 > 早熟禾草甸 > 赖草草甸 > 野青茅草甸;其中细叶苔草草甸的 3 种指数均最高,而野青茅草甸的 3 种指数均最低,说明细叶苔草草甸群

落中优势种的优势度最明显,然后依次是早熟禾草甸、长穗苔草草甸、赖草草甸,优势种中优势度最低的是野青茅草甸。细叶苔草草甸优势种以外的其他物种的均匀度最高,其次依次是长穗苔草草甸、早熟禾草甸、赖草草甸和野青茅草甸。虽然早熟禾草甸的多样性指数和优势度指数较长穗苔草草甸高,但其均匀度指数却较长穗苔草草甸低,说明其群落中的物种处于随机分布状态,并未形成集群分布,物种种群之前关联性不密切,群落稳定性较差。

3.4 5 种亚高山草甸群落物种组成的相似性

从表 3 中 5 种草甸群落物种组成的相似性系数

表 3 秦岭山地 5 种亚高山草甸群落物种组成的相似性系数

草甸类型 Meadow Type	野青茅草甸 <i>Deyeuxia arundinacea</i> meadow	赖草草甸 <i>Leymus secalinus</i> meadow	长穗苔草草甸 <i>Carex dolichostachya</i> meadow	早熟禾草甸 <i>Poa annua</i> meadow	细叶苔草草甸 <i>Carex rigescens</i> meadow
野青茅草甸 <i>Deyeuxia arundinacea</i> meadow	1.000				
赖草草甸 <i>Leymus secalinus</i> meadow	0.125	1.000			
长穗苔草草甸 <i>Carex dolichostachya</i> meadow	0.133	0.211	1.000		
早熟禾草甸 <i>Poa annua</i> meadow	0.083	0.071	0.222	1.000	
细叶苔草草甸 <i>Carex rigescens</i> meadow	0.190	0.080	0.083	0.121	1.000

3.5 海拔对 5 种亚高山草甸群落物种丰富度和多样性的影响

3.5.1 海拔对物种丰富度的影响 由图 3 可以看出,秦岭 5 种亚高山草甸群落的物种丰富度随着海拔的升高先增大再减小,即物种数量从 1 700 m 的 30 种增加到 2 000 m 的 38 种,然后又开始逐渐降低,到 2 900 m 时物种数量降到最低的 22 种。这是

来看,长穗苔草与早熟禾草甸群落之间物种组成的相似性系数较高,为 0.222;其次为赖草与长穗苔草草甸群落,相似性系数为 0.211;其他草甸群落之间植物物种相似性系数均较低,其中早熟禾与赖草草甸群落之间的物种相似性系数最低,为 0.071。调查发现,长穗苔草和早熟禾生长的小生境内外环境虽然有所差异,但却有着相似的水分和营养条件,因此 2 种草甸群落中存在相同物种的几率较其他草甸群落大,许多物种在这 2 种草甸群落中都可以正常生长,所以二者的物种相似度相对其他群落高。

因为在一定范围内随着海拔的升高,土壤有机质及水分含量增加^[16],为草甸物种提供了较为适宜的生长环境,因而物种数量增加;但随着海拔的继续增加,温度会逐渐降低,当温度降低到一定限度时,则又阻碍了物种的发育,导致物种数量减少。在海拔 2 000 m 时,5 种亚高山草甸群落的物种丰富度达到最大。

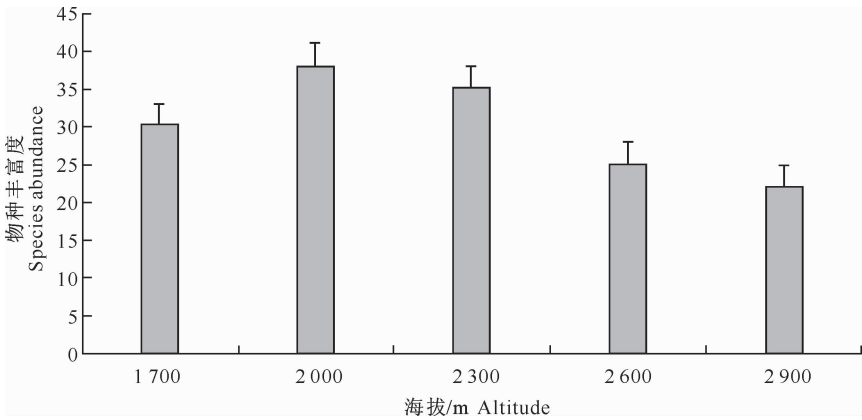


图 3 海拔高度对秦岭山地 5 种亚高山草甸群落物种丰富度的影响

Fig. 3 Effect of altitude on species abundance of five subalpine meadows in Qinling Mountains

3.5.2 海拔对物种多样性和均匀度的影响 由图 4 可以看出,秦岭 5 种亚高山草甸群落的 Shannon-Wiener 多样性指数 H' 、Simpson 多样性指数 D 和 Pielou 均匀度指数 J 均随着海拔的升高先增大后减小,在 1 700~2 600 m 海拔高度内逐渐增大,其中

H' 和 D 最高的草甸均位于海拔 2 300 m 区域,最低的均处于海拔 2 900 m 的草甸中;而 J 最高的为海拔 2 600 m 的草甸,表明该海拔高度下除优势种以外其他物种的均匀度均为最高。虽然在海拔 2 900 m 时物种的 H' 和 D 均为最低,但是 J 却较海拔

1 700 和 2 000 m 的草甸高,表明海拔升高到一定高度时,物种的多样性会减少,优势种的优势度变得不

那么明显,而其他物种的均匀度会相应增加。

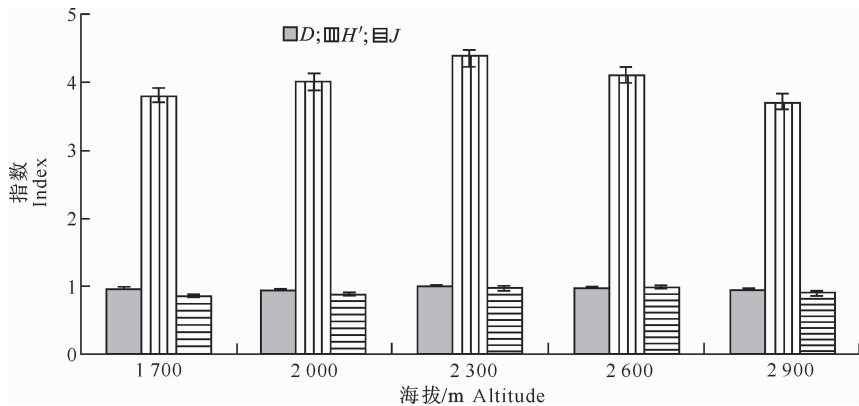


图 4 海拔高度对 5 种亚高山草甸群落物种多样性指数和均匀度指数的影响

Fig. 4 Effect of altitude on species diversity and evenness index of five subalpine meadows in Qinling Mountains

4 讨 论

通过对秦岭山地 5 种亚高山草甸群落物种重要值和多样性的比较可知,5 种典型草甸群落共有物种 47 种,优势种有野青茅、赖草、长穗苔草、早熟禾、细叶苔草、芨芨草、繁缕和风毛菊,其重要值均在 12% 以上。每种草甸群落都有自己独特的优势种,且优势种的优势度都比较高。风毛菊在每一种草甸群落中都有出现,并且在有些群落中的重要值还比较高。根据群落演替理论,群落内物种的相互取代,是不同物种对光照、土壤、水、空气湿度等环境资源的竞争利用,以及物种间、物种与环境间的相互作用共同导致的,一个物种的退出,说明其在变化的环境中因竞争处于不利地位而逐渐被淘汰^[8,17]。因此,如果这些草甸被破坏后想要人为地加快恢复速度,进行恢复启动物种的筛选时不能选择那些在某一群落处于优势地位,但是在另一个群落中却销声匿迹的物种^[18],而应选择像风毛菊这样的物种,其数量虽然不是很多,且不一定在任何一个演替阶段处于优势地位,但是适应性强,种群数量稳定,在群落演替的整个过程中都能出现,其与大多数物种都能共存于群落中,对草甸群落的稳定性起着不可忽视的作用,这些物种可以考虑作为恢复退化草甸的启动物种。

通过对比不同海拔高度上的物种丰富度,可以看出,随着海拔从 1 700 m 上升到 2 900 m,物种数量呈现先增加后逐渐减少的变化趋势,即物种数量从 1 700 m 的 30 种增加到 2 000 m 的 38 种,然后逐渐降低,到 2 900 m 时物种数量降到最低的 22 种。

在一定海拔高度内,随着海拔的升高,物种生长的外界环境发生了变化,其中影响较大的是土壤的肥力、水分及外界光照和温度。海拔升高后,土壤有机质及水分含量增加^[16],为草甸物种提供了较为适宜的生长环境,物种种群数量因之增加。但随着海拔的进一步升高,温度发生了比较明显的变化,其对植物的影响相对较大^[19]。当温度降低到一定限度时便成为阻碍物种发育的瓶颈,导致物种数量减少。因此,物种的生长受到多方面因素的影响,但起主要作用的其实只有关键的几个因素,并且在不同时期影响物种多样性及生长的最主要因素还会发生变化,因此在分析影响物种生长的因素时,要根据特定环境和具体条件而确定。

随着海拔的升高在物种丰富度发生变化的同时,物种多样性指数呈现先增加再减小的趋势,这与物种丰富度的变化趋势相一致。同时,虽然在海拔 2 900 m 时物种的多样性指数和优势度指数均最低,但物种均匀度指数却较海拔 1 700 和 2 000 m 的草甸高,说明随着海拔的升高,物种的丰富度会有所减少,物种间的差异性也相应降低,群落中优势种的优势度也会减少,说明高海拔地区环境资源的特定性和狭窄性导致物种的趋同性增强。

本研究调查的秦岭亚高山草甸群落中,灌木和乔木相对较少,对草甸物种丰富度的影响相对也较小^[7]。因此可以采用人工干预的方法,依据适宜物种生存的海拔、土壤、水分等环境条件,在一些物种相对稀少的地区引进适宜生长的物种,以改善该地区的物种丰富度,维持并提高草甸资源的生产力和稳定性。

[参考文献]

- [1] 宋爱云. 卧龙自然保护区亚高山草甸群落学特征及生态水文功能研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2005.
Song A Y. Community character and eco-hydrological function of subalpine meadow in Wolong Nature Reserve [D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2005. (in Chinese)
- [2] 何亚婷. 秦岭亚高山草甸 30 种草本植物的生理生态特征 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2007.
He Y T. Studies on physioecological traits of 30 plants species in the subalpine meadow of the Qinling Mountains [D]. Beijing: Chinese Academy of Sciences, 2007. (in Chinese)
- [3] 朱志红, 王 刚. 群落结构特性的分析方法探讨: 以高寒草甸和高寒灌丛为例 [J]. 植物生态学报, 1996, 20(2): 184-192.
Zhu Z H, Wang G. An approach to analyzing nature of community structure: With examples of alpine meadow and alpine bushland [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 1996, 20(2): 184-192. (in Chinese)
- [4] 万五星, 王德艺, 何万红. 雾灵山自然保护区亚高山草甸植物群落结构研究 [J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2002, 26(6): 619-624.
Wan W X, Wang D Y, He W H. Study on the structure of the subalpine meadow community of Wuling Mountain [J]. Journal of Hebei Normal University: Natural Science Edition, 2002, 26(6): 619-624. (in Chinese)
- [5] 向春玲, 张金屯. 东灵山亚高山草甸物种多样性变化及影响因素 [J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2009, 45(3): 275-278.
Xiang C L, Zhang J T. Changes in species diversity and contributing factors in subalpine meadows in Dongling Mountain [J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science Edition, 2009, 45(3): 275-278. (in Chinese)
- [6] 王世昌. 云顶山亚高山草甸物种多样性研究 [J]. 山西林业科技, 2011, 40(3): 17-23.
Wang S C. Study on species diversity in Yunding Mountain subalpine meadow [J]. Shanxi Forestry Science and Technology, 2011, 40(3): 17-23. (in Chinese)
- [7] 杜焰玲, 张 莹, 董国华, 等. 秦岭山地秦岭箭竹物种多样性研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2013, 42(10): 59-66.
Du Y L, Zhang Y, Dong G H, et al. Diversity of *Fargesia qinlingensis* community in Qinling Mountains [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2013, 42(10): 59-66. (in Chinese)
- [8] 李翠环, 余树全, 周国模. 亚热带常绿阔叶林恢复研究进展 [J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(3): 325-329.
Li C H, Yu S Q, Zhou G M. Review of reserches in restoration of subtropical evergreen broad-leaved forests [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2002, 19(3): 325-329. (in Chinese)
- [9] 蔺雨阳, 王得祥, 雷瑞德, 等. 秦岭西段天然油松种群的数量特征研究 [J]. 水土保持研究, 2009, 16(4): 180-185.
Lin Y Y, Wang D X, Lei R D, et al. Study on the characteristics of *Pinus tabulaeformis* Carr. population on the western section of Qinling Mountains [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2009, 16(4): 180-185. (in Chinese)
- [10] 迪玮峙, 康 冰, 高妍夏, 等. 秦岭山地巴山冷杉林的更新特征及影响因子 [J]. 西北农林科技大学: 自然科学版, 2012, 40(6): 71-78.
Di W Z, Kang B, Gao Y X, et al. Regeneration characteristics and related affecting factors of *Abies fargesii* natural forests in Qinling Mountains [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2012, 40(6): 71-78. (in Chinese)
- [11] 康 冰, 王得祥, 崔宏安, 等. 秦岭山地油松群落更新特征及影响因子 [J]. 应用生态学报, 2011, 22(7): 1659-1667.
Kang B, Wang D X, Cui H A, et al. Regeneration characteristics and related affecting factors of *Pinus tabulaeformis* secondary forests in Qinling Mountains [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22(7): 1659-1667. (in Chinese)
- [12] Jeffery P, Dech A B, Lisa M, et al. Understorey plant community characteristics and natural hardwood regeneration under three partial harvest treatments applied in a northern red oak (*Quercus rubra* L.) stand in the Great Lakes-St. Lawrence forest region of Canada [J]. Forest Ecology and Management, 2008, 256: 760-773.
- [13] 李小双, 刘文耀, 陈军文, 等. 哀牢山湿性常绿阔叶林及不同类型次生植被的幼苗更新特征 [J]. 生态学杂志, 2009, 28(10): 1921-1927.
Li X S, Liu W Y, Chen J W, et al. Seedling regeneration in primary moist evergreen broad-leaved forest and different type secondary vegetations in Ailao Mountains [J]. Chinese Journal of Ecology, 2009, 28(10): 1921-1927. (in Chinese)
- [14] Kibet S. Plant communities, species diversity, richness, and regeneration of a traditionally managed coastal forest, Kenya [J]. Forest Ecology and Management, 2011, 261: 949-957.
- [15] Schoener T W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats [J]. Ecology, 1970, 51: 408-418.
- [16] Yang S Z, Ma Y, Jiang P, et al. Soil physical and chemical properties along altitudes of Western Tianmushan, Zhejiang [J]. Journal of East China Normal University, 2009, 6: 101-107.
- [17] Butler R. Woody understory plant diversity in pure and mixed native tree plantations at La Selva Biological Station, Costa Rica since direct [J]. Forest Ecology and Management, 2008, 255: 2251-2263.
- [18] Ren L H, Zhou G X, Li F M. Distribution of seedlings in the forest of *Pinus tabulaeformis* and natural regeneration on Western Liaoning [J]. Protection Forest Science and Technology, 2010, 94(1): 11-35.
- [19] Dech J P, Robinson L M, Nosko P. Understorey plant community characteristics and natural hardwood regeneration under three partial harvest treatments applied in a northern red oak (*Quercus rubra* L.) stand in the Great Lakes-St. Lawrence forest region of Canada [J]. Forest Ecology and Management, 2008, 256: 760-773.