

山西吕梁山南段植物群落物种多样性与环境的关系

李晋鹏^{1 2}, 上官铁梁^{2 1*}, 郭东罡², 孟东平²

(1. 山西大学黄土高原研究所, 山西 太原 030006 2. 山西大学环境与资源学院, 山西 太原 030006)

摘 要: 吕梁山南段在中国植被区划上, 属暖温带南部落叶阔叶林亚地带向暖温带北部落叶阔叶林亚地带的过渡地带。通过样方调查, 采用丰富度指数、物种多样性指数和均匀度指数, 并结合 TW INSPAN 分类、DCCA 分析, 对该地区群落多样性及其与环境因子之间关系进行了研究。结果表明: 1. 74个样方共记录了种子植物 109种, 分属 41科 91属; 2. TW INSPAN 等级分类法将 74个样方划分为 8组, 分属于 8个群系, 2个植被型; 3. 植物群落的总体多样性变化趋势随海拔高度的升高而升高, 从群落结构来看, 灌木层多样性指数随海拔高度升高而升高, 草本层多样性指数则有下降的趋势 (Simpson 指数例外); 4. 物种多样性指数的 DCCA 排序图反映了海拔和人类活动干扰是影响该地区植物群落多样性的主要环境因子; 5. 该地区海拔 1 100~1 300 m 的灌木状半常绿櫟子栎 (*Quercus baronii*) 林和栓皮栎 (*Quercus variabilis*) 的零散分布, 是该地区具有明显的暖温带南部落叶阔叶林亚地带向暖温带北部落叶阔叶林亚地带的过渡特征主要标志。

关键词: 多样性; TW INSPAN DCCA 植物群落; 吕梁山南段

中图分类号: Q948.15

文献标识码: A

随着全球生物多样性的锐减, 生物多样性的研究正成为生态学家们关注的焦点之一。目前生物多样性的研究热点之一就是生物多样性的维持机制^[1]。生物多样性沿环境梯度的变化规律是生物多样性研究的一个重要议题^[2]。研究物种多样性的梯度格局以及控制这些格局的生态因子, 是保护生物学研究的基础^[3], 山地由于其海拔、地形的变化导致的温度、湿度、热量、光照等环境因子的变化, 并且这些环境因子沿海拔梯度的变化要比沿纬度梯度快 1 000 倍^[4], 因而山地成为生态学家的重要研究对象。山地植物群落物种多样性随海拔的变化规律一直是生态学家感兴趣的问题^[5-9], 同时也是山地生物多样性研究的重点和核心内容。

群落多样性是指生物群落在组成、结构、功能和动态方面表现出的丰富多彩的差异, 是群落学乃至整个生态学研究十分重要的课题, 是生态系统多

样性研究的核心内容^[7], 物种多样性则是最简单有效的描述群落和区域多样性的方法, 是生物多样性的本质内容^[8]。对不同层次的多样性比较表明, 植物群落不同层次的多样性对环境的响应不尽一致^[9], 不同生活型的物种由于受到不同因子的制约也呈现出不同的梯度格局^[10-11]。

对吕梁山植被的研究, 以往主要集中在吕梁山脉北段和中段的芦芽山, 关帝山等地^[7, 12]。吕梁山南段在中国植被区划上, 属暖温带南部落叶阔叶林亚地带向暖温带北部落叶阔叶林亚地带的过渡地带^[13], 而该地区的植被类型、组成、结构、分布规律和多样性的研究尚未见报道。因此, 对吕梁山南段植物群落生物多样性的变化与环境因子之间的关系进行系统研究, 不仅为进一步揭示其植被的类型、分布、组成的特性, 而且为我国植被的科学区划提供研究实论, 其研究成果也为区域生物多样性的保护提

收稿日期 (Received date): 2008-01-04 改回日期 (Accepted): 2008-04-05

基金项目 (Foundation item): 山西省自然科学基金 (No. 2006011095) 资助项目。 [The project was supported by Shanxi National Science Foundation (2006011095).]

作者简介 (Biography): 李晋鹏 (1984-), 男, 硕士研究生, 主要从事植被生态学研究。 [Li Jinpeng (1984-), male postgraduate of Shanxi University works mainly on the research of vegetation ecology.]

* 通讯联系人 (Corresponding author) E-mail: tlg@sxu.edu.cn; sgt_55@163.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

供重要的理论参考。

1 研究区自然地理概况

研究区域位于吕梁山南段中低山土石山区, 地处乡宁、稷山、新绛三县交界的云邱山, 为临汾盆地与吕梁山脉南段的结合部, 地理坐标为 $35^{\circ}44'39.5''\sim 35^{\circ}45'50.0''N$, $110^{\circ}59'32.30''\sim 111^{\circ}01'39.0''E$, 海拔在 690~1 570 m 之间, 相对高差 880 m。

该区属暖温带大陆性季风气候, 四季分明, 春季干旱多风, 气温回升快, 昼夜温差较大, 十年九旱; 夏季炎热, 雨量集中; 秋季温凉, 多东南风, 多有阴雨; 冬季寒冷干燥, 多西北风。全年平均气温 $9.9^{\circ}C$, 一月平均气温为 $-4.6^{\circ}C$, 七月平均气温为 $21^{\circ}C$, 最热日与最冷日平均气温之差为 $25.6^{\circ}C$ 。极端最高气温为 $35^{\circ}C$, 极端最低气温为 $-19.8^{\circ}C$, 大于 $10^{\circ}C$ 年积温为 $3\,326.9^{\circ}C$, 年平均日照时数 $2\,000\text{ h}$ 无霜期年均约 150 d 年平均降水量为 570 mm 。雨量多集中在 6~9 月, 占全年降水量的 82%, 且年际变化较大。土壤类型随海拔从低到高分别为山地粗骨性褐土、山地褐土、山地淋溶褐土^[14]。

2 研究方法

2.1 调查方法

野外调查采用样方法, 在云邱山海拔 690~1 570 m 之间, 海拔每升高 100 m 设置 1~2 个样地, 共设取 11 个样地, 每个样地设置 5~7 个样方, 共计 74 个样方。乔木群落的样方面积为 $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ 并在每个样方内取 $4\text{ m}\times 5\text{ m}$ 的灌木样方和 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的草本样方各 2 个; 灌木群落的样方面积为 $4\text{ m}\times 5\text{ m}$ 在每个样方内设 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的草本样方 2 个。

调查记录内容包括: 1. 乔木种的高度, 盖度和株数; 2. 灌木种的高度和盖度; 3. 草本植物的高度和盖度; 4. 其中, 乔木树种的高度 $< 3\text{ m}$ 归入灌木层中, 草本层中的木本植物幼苗归入草本; 5. 同时记录各群落的综合特征和生境特征, 如群落总盖度、各层的分盖度、海拔、坡度、坡向、土层厚度、枯枝落叶层厚度及人类活动影响等。

2.2 数据处理

2.2.1 原始数据的处理

在调查中 74 个样方共记录了种子植物 109 种, 其中 4 种乔木幼树重复计入灌木层中, 形成 $74\times$

113 种植物的矩阵, 计算 113 种植物的重要值, 整理后形成 74×113 的重要值数据矩阵。采用 VESPAN 软件包中 Hill (1979) 设计的双向指示种分析法 (TwoWay Indicator Species Analysis TW INSPAN) 进行群落分类, 采用 Braak (1988) 设计的 CANOCO 软件包标准程序中的 (Detrended Canonical Correspondence Analysis DCCA) 进行排序^[15]。

乔木重要值 = (相对多度 + 相对盖度 + 相对高度) / 300

灌木重要值 = (相对盖度 + 相对高度) / 200

草本重要值 = (相对盖度 + 相对高度) / 200

环境数据包括 6 个环境因子, 即海拔 (altitude ALT)、坡度 (slope degree SD)、土层厚度 (soil layer depth SLD)、枯枝落叶层厚度 (litter lay thickness LLT)、坡向 (slope aspect SA) 和人类干扰强度 (human disturbance HD), 并建立 74×6 的环境因子矩阵。海拔、坡度、土层厚度、枯枝落叶层厚度以具体实测的数值表示。坡向数据具体的转换方法如下: 1 表示北坡; 2 表示东北坡、西北坡; 3 表示东坡、西坡; 4 表示东南坡、西南坡; 5 表示南坡, 数字越大, 表示坡向越向阳。人类干扰强度共分为三个等级, 1 表示较轻微的人类干扰; 2 表示中等程度的人类干扰; 3 表示比较强烈的人类干扰。

2.2.2 物种多样性的测度

依马克平等^[16]的方法, 用重要值作为数量指标。参考目前国内外植物群落物种多样性研究中常用的指数^[15], 本研究选取以下多样性指数:

1. 丰富度指数

Patrick 丰富度指数 (1949)

$$R=S$$

2. 物种多样性指数

Simpson 多样性指数 (1958)

$$\lambda=\frac{\sum_{i=1}^N N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$$

Shannon-wiener 多样性指数 (1958)

$$H'=-\sum_{i=1}^N(\frac{N_i}{N})\ln(\frac{N_i}{N})$$

3. 均匀度指数

Piebu 均匀度指数 (1975)

$$E_i=\frac{H'}{\ln(S)}$$

式中 S 每一样方的物种总数; N S 个种的全部重要值之和; N_i 第 i 个种的重要值。

3 结果与分析

3.1 物种组成及区系分析

在调查中共记录种子植物 109 种, 其中乔木种 18 种, 灌木种 42 种, 草本种 44 种, 藤本植物 5 种, 分别占所调查所记录的植物种类总数的 16.51%, 38.53%, 40.37%, 4.59%。分别隶属 41 科 91 属, 其中裸子植物 2 科 2 属 2 种, 被子植物 39 科 89 属 107 种。其中含植物种数 6 种以上的科有菊科 (11 属 14 种)、蔷薇科 (9 属 11 种)、豆科 (7 属 10 种)、禾本科 (7 属 7 种), 共计 34 属 42 种, 这四大科共占总科数的 9.76%, 总种数的 38.53%; 含植物种数在 2~6 种的有 17 科, 主要有百合科 (4 属 5 种)、桦木科 (3 属 3 种)、木犀科 (3 属 3 种)、忍冬科 (3 属 5 种)、桑科 (2 属 2 种)、壳斗科 (1 属 4 种) 等, 共占总科数的 41.46%, 总种数的 43.07%; 含种数为 1 种的有 20 科, 主要有柏科、椴树科、唇形科、漆树科、五加科、无患子科等, 占总科数的 48.78%, 总种数的 18.40%。

根据吴征镒^[17]对中国种子植物属、王荷生^[18]等对华北地区种子植物种的区系地理成分的划分方法, 将山西省吕梁山南段种子植物属和种的区系地

理成分划分如表 1。在 91 属中, 温带分布最多, 共计 51 属, 占总属数的 60.44%, 其中北温带分布最多, 共计 33 属, 主要有杨属 (*Populus*)、榆属 (*Ulmus*)、栎属 (*Quercus*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、忍冬属 (*Lonicera*)、连翘属 (*Forsythia*)、柴胡属 (*Bupleurum*)、菊属 (*Dendranthema*)、蒿属 (*Artemisia*) 等; 其次为热带分布属, 共计 24 属, 占总属数的 26.37%, 主要有枣属 (*Zizyphus*)、黄栌属 (*Cotinus*)、锦鸡儿属 (*Caragana*) 等; 东亚分布 9 属, 如侧柏属 (*Platycladus*)、栎树属 (*Koeleruteria*)、狗娃花属 (*Heteropappus*); 世界分布有 8 属, 如槐属 (*Sophora*)、早熟禾属 (*Poa*)、苔草属 (*Carex*) 等; 中国特有分布 1 属, 即虎榛子属 (*Ostryopsis*)。从种的分布类型来看, 中国特有分布最多, 共计 44 种, 占总种数的 40.37%, 如白皮松 (*Pinus bungeana*)、元宝槭 (*Acer truncatum*)、虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*)、黄刺玫 (*Rosa xanthina*)、槲子栎 (*Quercus baronii*)、连翘 (*Forsythia suspensa*)、杠柳 (*Periploca sepium*)、北柴胡 (*Bupleurum chinense*) 等; 各种温带分布次之, 共计 34 种, 占总种数的 31.19%, 主要有蛇莓 (*Duchesnea indica*)、毛黄栌 (*Cotinus coggygia*)、酸枣 (*Zizyphus sativa* var. *spinosa*)、白莲蒿 (*Artemisia sacrorum*) 等; 东亚分布也明

表 1 山西吕梁山南段种子植物植物分布区类型
Table 1 The areal-types of seed plants in south Lüliang Mountains Shanxi

分布区类型 Distribution type	属数 Number of genera	占总属数的% Percentage of total genera	种数 Number of species	占总种数的% Percentage of total species
1. 世界分布 Cosmopolitan	8	8.79	1	0.92
2. 泛热带分布 Pantropic	13	14.29		
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer.	1	1.10		
4. 旧世界热带分布 Old World Tropics	1	1.10		
5. 热带亚洲至大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Australasia	2	2.20	1	0.92
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia & Trop. Africa	4	4.40		
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia	1	1.10	3	2.75
8. 北温带分布 North temperate	33	36.26	2	1.83
9. 东亚和北美间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	4	4.40		
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	11	12.09	4	3.67
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	3	3.30	28	25.69
12. 地中海、中亚至西亚分布 Mediterranean W. Asia to C. Asia				
13. 中亚分布 C. Asia				
14. 东亚分布 E. Asia	9	9.89	26	23.85
15. 中国特有分布 Endemic to China	1	1.10	44	40.37
合计 Total	91	100.00	109	100.00

显占优势, 共计 26 种, 占总种数的 23.85 %。主要有侧柏 (*Platycladus orientalis*)、山杨 (*Populus davidiana*)、辽东栎 (*Quercus wutaishanica*)、鹅耳枥 (*Carpinus turezanii*)、栓皮栎 (*Quercus variabilis*)、苍术 (*Atractylodes lancea*)、牛皮消 (*Cynanchum auriculatum*) 等; 各种热带分布共计 4 种, 占总种数的 3.67 %, 有白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*)、牛奶子 (*Elaeagnus umbellata*) 等。

在植物区系地理成分中, 温带分布属占明显优势, 并含有较多的热带分布属。种的分布类型以中国特有分布最多, 其次为各种温带分布和东亚分布。从以上分析来看, 该地区落叶阔叶林的暖温带特征比较明显, 并且含有少量的热带和亚热带成分。

3.2 群落类型多样性及其环境特征

采用 TW INSPAN 等级分类法将 74 个样方划分

为 8 组, 参照《中国植被》的分类和命名原则^[13], 分属于 8 个群系, 2 个植被型。8 个群系的环境特征见表 2。

- 山地落叶阔叶林
1. 辽东栎群系 (Fom. *Quercus wutaishanica*)
2. 檀子栎群系 (Fom. *Quercus baronii*)
- 山地中生落叶阔叶灌丛
3. 土庄绣线菊群系 (Fom. *Spiraea pubescens*)
4. 荆条群系 (Fom. *Vitex negundo* var. *heterophylla*)
5. 酸枣群系 (Fom. *Zizinus jujuba* var. *spinosa*)
6. 黄刺玫群系 (Fom. *Rosa xanthina*)
7. 少脉雀梅藤群系 (Fom. *Sageretia paucicostata*)
8. 槲木群系 (Fom. *Aralia chinensis*)

表 2 山西吕梁山南段 8 个群系的环境特征
Table 2 The environmental characteristics of 8 forms in South Luliang Mountains Shanxi

序	ALT (m)	SD (°)	SLD (cm)	LLT (cm)	SA	HD	Numbers of quadrats	优势种 Dominant Species		
								乔木层	灌木层	草本层
								Tree	Shrub	Herb
1	1 311 ~ 1 570	10 ~ 30	25 ~ 40	4 ~ 8	2 3 5	1	18	辽东栎、 鹅耳枥	连翘、陕西荚蒾、土 庄绣线菊	披针苔草
2	1 100 ~ 1 339	20 ~ 35	10 ~ 25	3 ~ 7	5 4 3	2 1	13		檀子栎、侧柏、红柄 白娟梅	披针苔草、山蒿
3	1 039 ~ 1 041	15 ~ 20	5 ~ 10	5	3 4	2	2		土庄绣线菊、荆条	披针苔草
4	690 ~ 1 106	15 ~ 30	5 ~ 35	1 ~ 3	4 5 3	3 2	32		荆条、酸枣、毛黄栌	披针苔草、白莲 蒿、糙隐子草
5	901 ~ 967	0 ~ 15	7 ~ 30	1 ~ 2	3	3	3		酸枣	白莲蒿
6	967	0	30	1 ~ 2	3 5	3	2		黄刺玫	白莲蒿
7	1 000 ~ 1 040	20 ~ 35	30 ~ 40	1 ~ 2	5 2	2	3		少脉雀梅藤、木香薷	荩草
8	1 033	25	15	4	1	2	1		槲木、海州常山	展枝唐松草

辽东栎 *Quercus wutaishanica* 鹅耳枥 *Carpinus turezanii* 檀子栎 *Quercus baronii* 侧柏 *Platycladus orientalis* 连翘 *Forsythia suspensa* 陕西荚蒾 *Viburnum schensianum* 土庄绣线菊 *Spiraea pubescens* 红柄白娟梅 *Exochorda giraldii* 荆条 *Vitex negundo* var. *heterophylla* 酸枣 *Zizinus jujuba* var. *spinosa* 毛黄栌 *Cotinus coggygia* var. *pubescens* 黄刺玫 *Rosa xanthina* 少脉雀梅藤 *Sageretia paucicostata* 木香薷 *E. sholtzia stauntoni* 槲木 *Aralia chinensis* 海州常山 *Cleodendrum trichotomum* 披针苔草 *Carex lanceolata* 山蒿 *Artemisia brachyloba* 白莲蒿 *Artemisia sacrorum* 糙隐子草 *C. leiogenes squarosa* 荩草 *Anthraxon hispidus* 展枝唐松草 *Thalictrum squarosum*

3.3 植物群落类型与物种多样性的关系

吕梁山南段地带性植被为暖温带落叶阔叶林, 群落类型不同, 其物种多样性指数亦有差异。这种差异主要受制于组成群落优势种的不同生态生物学特性, 因而作为反映群落组织水平的物种多样性

指数研究, 在一定程度上可表现出各群落的一些生态习性^[19]。

各群系的总体多样性测度采用乔、灌、草三层丰富度指数之和 (表 3)。从中可以看出, 多样性指数均与群落类型有关。土庄绣线菊群系 (R=13) 最

高,主要是由于该群系是柃子栎群系受到破坏以后恢复起来的群落类型,正处于演替中,因而其植物种类最为丰富;辽东栎群系 ($R=10$)也较高,这是由于该群系是当地海拔 1 300m 以上的顶极群落和森林植被类型,由于受到人为干扰较少,群落盖度大,群落结构复杂,生境条件好,因而多样性指数较高;柃子栎群系 ($R=9$) 其植物种类也较为丰富;其余群系均为山地落叶灌丛,分布海拔在 1 100 m 以下,受人类活动干扰影响比较强烈,因而其多样性较低。总体来看,该地区随海拔高度的升高,植物群落逐渐由灌丛植物群落过渡到森林植物群落,受人类干扰活动逐渐减轻,群落总体多样性有升高的趋势。

3.4 植物群落结构与物种多样性的关系

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。因为生物群落的结构是群落种植物与植物之间、植物与环境之间相互关系的可见标志,同时也是群落其他特征的基础^[20~23]。分别以乔木层、灌木层和草本层作为研究对象,从植物群落结构上来揭示吕梁山南段植物群落多样性的构成特征及其变化规律,对于理解该地区植物群落的性质和发展具有重要的理论意义。在群落多样性研究中,Shannon-Winner多样性指数被认为是一种较好的反映个体密度、生境差异、群落类型、演替阶段的指数,均匀度指数作为是一种反映个体数量分布均匀程度的良好指标,而 Simpson指数作为反映群落优势度较好的指标^[20]。

表 3 山西吕梁山南段植物群落物种多样性指数													
Table 3 The species diversity index of plant communities in South Luliang Mountains Shanxi													
序号 No	群系 Form	乔木层 Tree				灌木层 Shrub				草本层 Herb			
		R	R	λ	H'	E_1	R	λ	H'	E_1	R	λ	H'
1	10	2	0.503 8	0.770 7	0.912 3	5	0.322 7	1.294 4	0.881 1	3	0.497 5	0.848 4	0.929 2
2	9					5	0.366 3	1.234 8	0.788 4	4	0.338 2	1.201 6	0.922 2
3	13					8	0.178 7	1.852 6	0.929 0	5	0.257 2	1.474 7	0.916 3
4	7					4	0.323 5	1.300 0	0.881 7	3	0.451 7	0.951 7	0.891 6
5	7					1	0.785 6	0.310 0	0.947 3	6	0.308 9	1.446 9	0.817 0
6	8					2	0.750 0	0.346 6	1.000 0	6	0.257 7	1.608 0	0.797 4
7	7					4	0.353 6	1.190 1	0.835 0	3	0.337 1	1.234 5	0.890 5
8	6					3	0.410 7	0.968 3	0.881 3	3	0.335 9	1.094 6	0.996 4

表 3所示,辽东栎群系作为该地区的顶极群落灌木层丰富度最高,草本层次之,乔木层最低,这与辽东栎群系为顶极森林植物群落,乔木层种类较少,灌木层种类较多,结构比较复杂,而草本层组成相对简单有关;灌木状柃子栎群系其灌木层,草本层各丰富度均较高,这与柃子栎群系虽然受到人类活动的干扰,但柃子栎抗干扰较强,灌木层种类多,草本层较发达,种类较多有关。而其余灌木群系均受到较为强烈的人类活动干扰,如酸枣群系和黄刺玫群系其灌木层丰富度较低,草本层各丰富度较高,表现出很大的差异性,这是由于这两个群系为酸枣和荆条建群种,灌木层组成相对单一,而其下草本层较为发达,种类较多有关。Shannon-Winner指数和均匀度指数 (E_1)也表现出了相类似的变化趋势。从 Simpson指数来看,酸枣群系和黄刺玫群系明显大于其

他灌丛群系,这与该两个群系的建群种酸枣和黄刺玫,灌木层组成单一有关。

该地区植物群落灌木层和草本层的多样性指数变化表现出不同的规律。具体表现为随海拔的增加,受人为干扰活动逐渐减轻,植物群落类型逐渐由灌丛向森林过渡,灌木层的丰富度指数 (R)、Shannon-Winner多样性指数 (H')、均匀度 (E_1)有增加的趋势,而草本层则有降低的趋势;作为反映各层优势种优势度指标的 Simpson指数 (λ) 则随海拔增加,灌木层逐渐降低,草本层逐渐升高。

3.5 DCCA分析

本文以样方的多样性指数和环境因子为原始数据作 DCCA排序图,使得排序结果不仅能反映样方之间多样性指数的相似性,而且反映了样方多样性的变化与环境因子之间的关系。

DCCA排序结果, 前四轴的特征值分别为 0.640 0.293 0.182 0.109 由于第一轴特征值最大 (0.640), 第二轴次之 (0.293), 前两轴包含的生态意义较多, 采用第一二轴排序结果作图 (如图 1所示), 在图中各环境因子箭头连线的长短表示植物群落分布与该环境因子关系的大小, 箭头连线在排序图中的斜率表示环境因子与排序轴相关性的 大小, 箭头所处的象限表示环境因子与排序轴相关性的正负。

从图中可以看出, 排序轴第一轴主要反映了海拔的变化引起的人类干扰和土层厚度的变化, 在第一轴从左到右, 海拔逐渐降低, 人类干扰强度在增大, 土层厚度变薄, 植物群落类型由以辽东栎群系为

代表的森林植物群落向荆条, 酸枣等灌木群落过渡; 排序第二轴主要反映了坡向等地形因子的变化, 在第二轴从下到上, 逐渐由阳坡过渡到阴坡。由此可以看出, 环境因子中, 海拔、人类干扰、箭头较长, 说明与群落多样性的关系较大, 是影响群落多样性变化的主要因素, 而土层厚度、枯枝落叶厚度、坡度、坡向这些环境因子与群落多样性关系不大, 不是影响群落多样性变化的主要因素。

由此可以看出海拔和人类活动干扰是决定本研究地区生物多样性分布格局的主导环境因子, 同时海拔的变化也引起土层厚度, 枯枝落叶厚度等群落环境因子的变化。

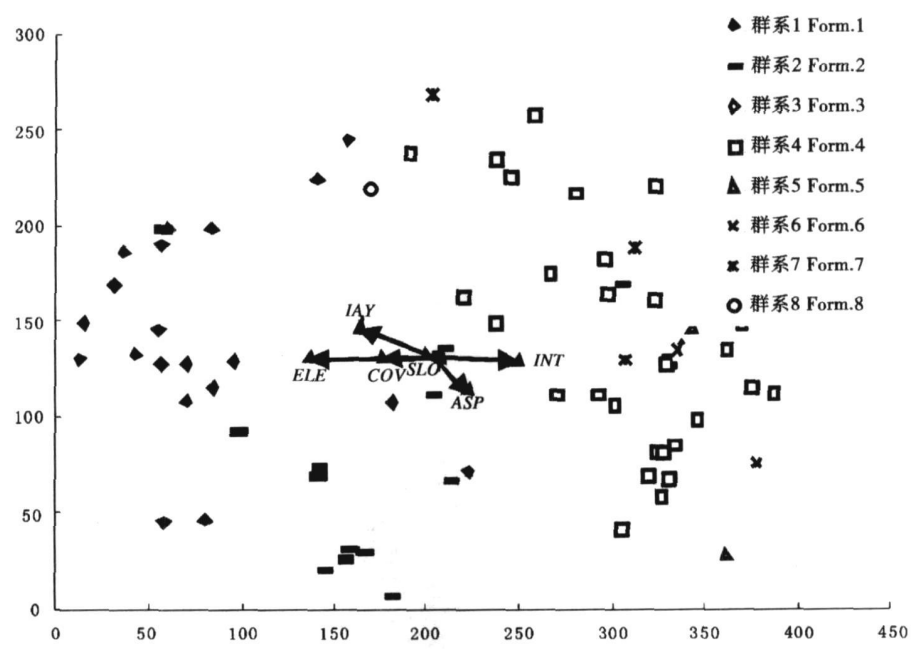


图 1 74个样方多样性指数与环境因子的 DCCA排序图
Fig 1 DCCA ordination diagram of diversity indices of 74 quadrats and enviromental factors

4 讨论

采用丰富度指数、多样性指数、均匀度指数对吕梁山南端植物群落多样性研究结果表明, 不同群系间, 群落物种多样性存在着差异性, 不同群系间, 乔木层, 灌木层, 草本层物种多样性的也存在差异性。由此可见, 影响群落物种多样性的因素很多, 导致上述差异性的因素主要有, 植物群落类型、海拔、人类干扰、演替阶段、生境条件的差异。

从构成群落的建群种和优势种生活型、区系性

质分析, 吕梁山南段植物群落的组成具有一定的特殊性, 特别是该地区海拔 1 100 ~1 300 m 的灌木状半常绿柃子栎林的分布, 并且是该种群在山西省自然分布的北界, 栓皮栎 (*Quercus variabilis*) 在该区域的零散分布, 这些都是该地区具有明显的暖温带南部落叶阔叶落叶林亚地带向暖温带北部落叶阔叶林亚地带的过渡特征的主要标志^[14]。

值得注意的是该地区为吕梁山脉南段与临汾盆地的过渡带, 人类开发和活动的历史久远, 对自然植被的影响十分明显, 植被的次生性强。研究发现该地还是国家二级重点保护植物翅果油树 (*Elaeagnus*

mollis), 国家三级重点保护植物野大豆 (*Glycine soja*) 和矮牡丹 (*Paonia suffruticosa* var. *spontanea*) 的分布区, 矮牡丹主要分布于海拔 1 100 m 以上, 翅果油树和野大豆主要分布于海拔 1 100 m 以下的低山沟谷, 长期以来受到比较强烈的人为干扰活动, 种群分布区破碎程度大, 种群数量和密度很低, 分别在调查的样方中出现的频度仅为 2.7%、5.4%、2.7%, 该地区多样性受到了严重的威胁。

参考文献 (References)

- [1] Li Lina, Zhou Xiaoyong, Huang Zhongliang et al. Study on the relationship between α diversity of plant community and environment on Dinghushan [J]. *Acta Ecologica Sinica* 2006 26: 2301~2307 [李林, 周小勇, 黄忠良, 等. 鼎湖山植物群落 α 多样性与环境的 关系 [J]. *生态学报*, 2006 26(10): 2301~2307]
- [2] Kratochvil A. Biodiversity in ecosystems: some principles. In: Kratochvil A. (ed.). *Biodiversity in Ecosystems* [C]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 1999: 5~38
- [3] Noss R F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach [J]. *Conservation Biology* 1990 4: 355~364
- [4] Walter H. *Vegetation of the Earth* [M]. New York: Springer 1979.
- [5] Wilson J B, Allen R B, Heibitt A E. A test of the humped-back theory of species richness in New Zealand native forest [J]. *Oikos* 1996 41: 496~506
- [6] Kessler M. Altitudinal gradients in species richness and endemism of selected plant group in central Bolivian Andes [J]. *Plant Ecology* 2000 149: 181~193
- [7] Cheng Tinggui, Zhang Jintun, Shangguan Tieliang et al. The study of diversity in Shenweigou of Guandi Mountain Shanxi province [J]. *Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica* 2000 20: 638~646 [陈廷贵, 张金屯, 上官铁梁, 等. 山西关帝山神尾沟植物群落多样性研究 [J]. *西北植物学报*, 2000 20(4): 638~646]
- [8] Magurran A E. *Ecological Diversity and Its Measurement* [M]. Princeton: Princeton University Press 1988
- [9] Rey Benayas J M. Patterns of diversity in the strata of boreal montane forest in British Columbia [J]. *Journal of Vegetation Science* 1995 6: 95~98
- [10] Hamilton A C, Perrott R A. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt Elgon Kenya/Uganda [J]. *Vegetatio* 1981 45: 107~125
- [11] Ojeda F, Maranon T, Arroyo J. Plant diversity patterns in the Aljibe Mountains (S Spain): a comprehensive account [J]. *Biodiversity and Conservation* 2000 9: 1323~1343
- [12] Cheng Zhanhong, Zhang Jintun, Shangguan Tieliang et al. Relationship Between Tourism Development and Vegetation Environment in Luya Mountain Nature Reserve I. Quality Analysis of Vegetation Environment [J]. *Acta Ecologica Sinica* 2002 22: 1765~1773 [程占红, 张金屯, 上官铁梁, 等. 芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系 I 植被环境质量分析 [J]. *生态学报*, 2002 22(10): 1765~1773]
- [13] Wu Zhenyi. *Vegetation in China* [M]. Beijing: Science Press 1980 [吴征镒. *中国植被* [M]. 北京: 科学出版社, 1980]
- [14] Ma Ziqing, Shangguan Tieliang, Ten Chongle. *Vegetation in Shanxi* [M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press 2001: 131~133 [马子清, 上官铁梁, 滕崇德. *山西植被* [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 131~133]
- [15] Zhang Jintun. *Quantitative Ecology* [M]. Beijing: Science Press 2004: 77~96 [张金屯. *数量生态学* [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 77~96]
- [16] Qian Yinjian, Ma Keping. *Principles and Methodologies of Biodiversity Studies* [M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press 1994: 141~165 [钱迎倩, 马克平. *生物多样性研究的原理和方法* [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141~165]
- [17] Wu Zhenyi. The areal types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica* 1991 Suppl (VI): 1~139 [吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. *云南植物研究*, 1991 增刊 (VI): 1~139]
- [18] Wang Hesheng, Zhang Yili, Huang Jinsong et al. A floristic study on the seed plants in the North China Region [J]. *Acta Botanica Yunnanica* 1995 Suppl (VII): 32~54 [王荷生, 张钰铨, 黄劲松, 等. 华北地区种子植物区系研究 [J]. *云南植物研究*, 1995 增刊 (VII): 32~54]
- [19] Huang Zhongliang, Kong Guohui, He Daoquan. Plant community diversity in Dinghushan Nature Reserve [J]. *Acta Ecologica Sinica* 2000 20(2): 193~198 [黄忠良, 孔国辉, 何道泉. 鼎湖山植物群落多样性的研究 [J]. *植物生态学报*, 2000 20(2): 193~198]
- [20] Xie Jinyang, Chen Lingzhi. The studies of some aspects of biodiversity on scrubs in the warm temperate zone in China [J]. *Acta Phytocologica Sinica* 1997 21: 197~207 [谢晋阳, 陈灵芝. 中国暖温带若干灌丛群落多样性问题的研究 [J]. *植物生态学报*, 1997 21: 197~207]
- [21] Li Yuexia, Shangguan Tieliang. Plant species diversity of woody plant communities in midpiece of Zhongtiao Mountains [J]. *Bulletin of Botanical Research* 2006 26: 163~168 [李跃霞, 上官铁梁. 中条山中段木本植物群落植物种多样性分析 [J]. *植物研究*, 2006 26(3): 163~168]
- [22] Ma Xiaoyong, Shangguan Tieliang. Species diversity of the forest communities in Taiyue Mountain Shanxi [J]. *Journal of Mountain Science* 2004 22: 606~612 [马晓勇, 上官铁梁. 太岳山森林群落物种多样性 [M]. *山地学报*, 2004 22(5): 606~612]
- [23] Wu Dongli, Shangguan Tieliang. Species diversity of wetland vegetation in Hutuo River Valley [J]. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)* 2006 42: 195~199 [吴东丽, 上官铁梁. 滹沱河流域湿地植被的物种多样性研究 [J]. *北京师范大学学报 (自然科学版)*, 2006 42(2): 195~199]

Study on Relationship between Species Diversity of Plant Community and Environment in South Luliang Mountains Shanxi

LI Jinpeng^{1, 2}, SHANGGUAN Tieliang^{2, 1}, GUO Donggang², MEN Dongping²

(1. Institute of Loess Plateau Shanxi University Taiyuan 030006 China

2. Department of Environment Science and Resource Shanxi University Taiyuan 03006 China)

Abstract: South Luliang Mountains Shanxi is located in the ecotone between south warm-temperate deciduous broad-leaved forest subzone and north warm-temperate deciduous broad-leaved forest subzone according to the results of China vegetation regionalization. Through plot investigation, by using richness, diversity and evenness indices, we studied the relationships between plant communities and environment factors in the area combining with TWINSpan, DCCA techniques. The results indicated that: 1) There were 109 species of seed plants belong to 41 families and 91 genera in the 74 quadrats; 2) By using TWINSpan, seventy-four quadrates were classified into 8 groups, which were belong to 8 associations, 2 vegetation types; 3) The plant communities diversity indices increased as the altitude raised. It was showed that the diversity indices in shrub layer raised, but in herb layer reduced with the raising of altitude from the Community structure (except Simpson index); 4) Altitude and human disturbance were the main environment factors that influenced the diversity of plant community in DCCA ordination figure; 5) The study indicated *Quercus baronii* semi-evergreen shrubs which is at the elevation of 1 100 ~ 1 300 m and *Quercus variabilis* is few distributed in this area. And they were the mainly significant of ecotone between south warm-temperate deciduous broad-leaved forest subzone and north warm-temperate deciduous broad-leaved forest subzone in this area.

Key words: Diversity, TWINSpan, DCCA, Plant community, south Luliang Mountains