

历山山地草甸的生态关系

王 琳^{1, 3}, 张金屯², 欧阳华¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 北京师范大学生命科学院, 北京 100875;

3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要:以山西历山的舜王坪草甸为研究地, 运用 TWINSpan 和 DCA 相结合的数量生态方法对 9 个群落进行划分, 得到一个明显的随放牧强度变化的群落序列, 即从群落 III、IV 到群落 V、VI 再到群落 VIII, 分别为过牧阶段、中牧阶段和轻牧阶段。可见, 利用 TWINSpan 和 DCA 相结合可对不同放牧强度的群落进行划分和排序。从草甸的生态关系研究得出历山山地草甸退化的主要原因是人为干扰。运用 DCCA 排序法, 综合样方和土壤环境因子信息, 定量综合研究了放牧草甸与周围土壤环境的生态关系。DCCA 第一轴也表现为放牧梯度, 在过牧阶段的群落中, 有机质和 N 的含量较高, 土壤的退化滞后于植被资源的退化; 而在轻牧阶段的群落中, 营养元素含量较高。

关键词:历山; 山地草甸; TWINSpan; DCA; DCCA; 土壤环境因子; 放牧强度

中图分类号:CLC Q948

文献标识码:A

植物群落内部的生态关系研究、植物群落与环境的生态关系研究一直是生态学家所关注的热点之一^[1-3]。对于生态关系的研究, 数量分类和排序是重要的手段^[4], 而且数量分类和排序方法在群落学分析中的结合使用可深刻揭示植物种、植物群落与环境间的生态关系。

对于历山的研究工作, 主要是围绕植被带垂直分布规律^[5]、植物资源^[6]、植物区系^[7-9]等几个方面展开的, 近年来有运用数量方法对历山森林植被生态关系进行研究的报道^[10], 而对于历山草甸植被与环境间关系的细致深入的讨论尚未见报道。本文采用 TWINSpan、DCA 和 DCCA 数量分析方法来研究山地草甸与环境之间的相互关系, 以期对历山山地草甸与环境间的生态关系有一个更加深入的了解, 为山地草甸的可持续利用提供科学依据。

1 研究区域自然地理概况

历山国家级自然保护区位于山西省南部中条山

东段, 地处 $111^{\circ}05'43'' \sim 111^{\circ}56'29''$ E, $35^{\circ}29'07'' \sim 35^{\circ}23'10''$ N, 主峰舜王坪 2 358 m。历山属暖温带大陆性季风气候, 夏季炎热多雨, 冬季寒冷干燥, 年均温 13.3°C , 年均降水量 667.6 mm。土壤垂直分布明显, 从下至上依次为褐土、山地褐土、山地淋溶褐土、棕色森林土、山地草甸土。

历山地形复杂, 水热资源丰富, 植被覆盖完好, 主要植被类型为暖温带落叶阔叶林, 植被垂直带自下而上主要有: 侧柏林、松栎林、栓皮栎林、杨桦林、山地草甸。本文主要研究山地草甸带。

2 研究方法

2.1 取样

在历山国家级自然保护区内, 以舜王坪山地草甸为研究对象, 采用系统取样的方法, 从海拔 2 100 ~ 2 358 m, 每隔 10 m 左右设置样方带, 在每一样方带内取 1~ 3 个 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的小样方, 共计 41 个。调查记录各个种的盖度和群落生境特征, 包括海拔、坡

收稿日期(Received date): 2004- 04- 11; 改回日期(Accepted): 2004- 08- 20。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金重点项目(批准号: 40331006)资助。[Founded by the Key Project of National Natural Science Foundation (Grant No. 40331006).]

作者简介(Biography): 王琳(1978-), 女, 在读博士研究生。主要从事陆地生态系统格局与过程等方面的研究工作。Email: lwang@igsnrr.ac.cn [Wang Lin, born in 1978, is now a PHD candidate. She is currently engaged in the terrestrial ecosystem pattern and process studies.]

度、坡向等。在每个样方中心,大约 10 cm 深土层中取一土样,带回实验室,以备分析。41 个样方共记录了 99 个种,植物种组成数据为 41×99 的矩阵。土样分析共测得 9 个土壤指标,分别为全磷、有机质、全氮、电导率、pH 值、Cu、Mn、Zn 和 K 等,与样方组成 41×9 的矩阵。

2.2 数据处理及分析

植物种的数据采用重要值作为综合指标。

草本植物重要值 = (相对盖度 + 相对频度) / 200。研究区中主要以草甸为主,对于散生于其中的少量灌丛,也以该公式计算。

数量分类采用 VESPAN 软件包中 Hill^[11] (1979) 设计的 TWINSpan, 排序采用 Braak^[12] (1988) 设计的 CANOCO 软件包标准程序中的 DCA 和 DCCA。

3 结果与分析讨论

3.1 TWINSpan 分类

对历山山地草甸的 41 个样方进行 TWINSpan 等级分类,划为 9 个群落类型,代表 9 个群丛,它们的主要特征如下:

群落 I. 委陵菜 + 长芒草 + 披针苔草 + 香薷 (Asso. *Potentilla chinensis* + *Stipa bungeana* + *Carex lanceolata* + *Elsholtzia dliata*)。该群落位于海拔 2 100 m, 盖度为 85%, 坡向类型为北坡, 坡度为 5°, 包含样方 1, 2。

群落 II. 小连翘 + 蛇梅 + 勿忘草 (Asso. *Hypericum erectum* + *Duchesnea indica* + *Myosotis sylvatica*)。该群落海拔与群落 I 相同, 为 2 100 m, 盖度 85%, 坡向类型为北坡, 坡度为 5°, 群落环境与群落 I 相似, 含样方 3, 4。

群落 III. 碱茅 + 老冠草 + 苦荬菜 (Asso. *Puccinellia distans* + *Geranium wilfordii* + *Ixiriscass denticulata*)。位于海拔 2 200 m, 坡度 5°, 坡向类型为北坡, 盖度达 95%, 优势种适口性差, 含样方 6, 7。

群落 IV. 东方草莓 + 碱茅 + 蒲公英 (Asso. *Fragaria orientalis* + *Puccinellia distans* + *Taraxacum mogolicum*)。该群落只有样方 8, 群落盖度 80%, 坡向类型为北坡, 坡度为 5°, 与群落 III 位于同一海拔, 但适口性较好的蒲公英盖度明显高于群落 III。

群落 V. 蒲公英 + 东方草莓 + 勿忘草 (Asso. *Taraxacum mogolicum* + *Fragaria orientalis* +

Myosotis sylvatica)。位于海拔 2 270 m 左右, 坡度 5°, 坡向类型为西南坡, 属向阳区, 群落盖度达 90%。该群落中适口性差的碱茅等在数量明显减少, 适口性好的种成为群落优势种, 含样方 17, 18, 20, 22。

群落 VI. 早熟禾 + 披针苔草 + 蒲公英 (Asso. *Poa annua* + *Carex lanceolata* + *Taraxacum mogolicum*)。位于海拔 2 250 m, 坡向类型为东南坡, 盖度为 80%。相对于 III, IV, V 群落, 适口性好的种大量增加, 包含样方 11, 12, 13, 21。

群落 VII. 百里香 + 连翘 + 金莲花 + 三裂绣线菊 (Asso. *Thymus mongolicus* + *Forsythia suspensa* + *Trollius chinensis* + *Spiraea trilobta*)。该群落所含样方数较多, 位于海拔 2 260 m, 坡向类型为东坡, 盖度为 90%。该群落中有少量灌木如三裂绣线菊、六道木等出现。含样方 5, 9, 10, 19, 23~28, 33。

群落 VIII. 披针苔草 + 早熟禾 + 珠芽蓼 + 细叶鸢尾 (Asso. *Carex lanceolata* + *Poa annua* + *Polygonaceae viviparum L.* + *Iridaceae tenuifolia*)。该群落海拔最高为 2 310 m, 群落所含种适口性最好。坡度为 6°, 属向阳区, 群落盖度在 90% 以上。含样方 14~16, 30~32, 34~41。

群落 IX. 三裂绣线菊 + 小叶忍冬 + 银背凤毛菊 (Asso. *Spiraea trilobta* + *Lonicera microphylla* + *Saussurea nivea*)。该群落海拔 2 290 m, 仅有样方 29, 群落总盖度最小, 仅有 40%, 坡向类型为西北坡, 以灌木为主, 盖度为 30%, 草本层盖度 20%, 坡度较大为 10°。

3.2 DCA 排序

本文中 DCA 的 4 个排序轴的特征值分别为 0.505, 0.437, 0.171, 0.152。因其第一二轴特征值较大, 包含的生态信息较多, 所以, 采用第一二排序轴作二维散点图 (图 1)。将 TWINSpan 分类结果与 DCA 排序结合, 从图中可看出, 排序第一轴表现为放牧梯度, 第二轴表现为海拔和热量梯度。

第一轴主要反映了放牧强度的变化情况。从群落 III, IV, 到群落 V, VI, 最后至群落 VIII, 群落优势种由碱茅、老冠草等适口性差的种变为蒲公英、早熟禾、苔草等适口性较好的种, 说明群落放牧强度渐弱, 草甸受干扰程度渐弱。

群落 III, IV 由于海拔较低, 坡度较缓, 且离居民点近, 家畜活动频繁。家畜的采食、践踏等是主要的破坏方式, 高强度的放牧致使群落类型发生逆向演替, 成为以碱茅、老冠草和苦荬菜等能适应较高的

放牧压力、以一年生的杂草为优势种的群落。这些种类的出现,可以指示群落已处于过牧阶段,属退化类型的土壤。以上分析可看出,造成土地退化的最主要原因是人类高强度的干扰超过了系统维持自稳定的能力,使草甸质量不断下降。

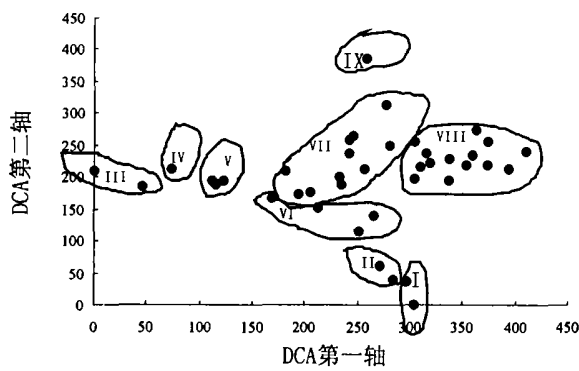


图 1 41 个样方的 DCA 二维排序图

Fig. 1 Two-dimensional DCA sequence of 41 quadrats

群落 V、VI 所含优势种有所变化,成为以早熟禾、苔草、蒲公英等为优势种。这两个群落属向阳区,接受阳光较多,同时海拔高处水分条件也好,所以植物长势较好,且多为家畜喜食种,相对于前两群落属中牧阶段。群落 VIII 中适口性好的种类最多,包含珠芽蓼、早熟禾、细叶鸢尾等,海拔最高达 2 310 m,且盖度较大,达 95%,是受干扰程度最小的群落,属轻牧阶段。

目前,因群落 III、IV 适口性好的种类已很少,而群落 VIII 虽适口性好的种多,但海拔过高,坡度较大,不利于家畜采食,所以放牧主要集中于群落 V、VI。基于以上,应采取针对性措施实现草地的合理利用。可将中牧阶段群落 V、VI 的牧压程度降低,以避免可能的逆向演替。对过牧地段应注重草地的恢复与重建,有些地段应停止放牧活动,以使被破坏的草甸逐渐恢复。轻牧地段加大保护力度,保证草甸优良的生长环境。

第二排序轴主要表现为海拔梯度,即从群落 I、II 到群落 VI、VII,最后至群落 IX,海拔高度逐渐升高,但第二排序轴上的各群落的优势种都是适口性差的种,这可能与它们所处的具体生境有关。随海拔升高,群落优势种由分布于较低海拔处的委陵菜、蛇莓渐变为分布于较高海拔处的百里香、金莲花等,直至最后成为以灌木为主的灌丛草甸。

群落 I、II 所处海拔最低,处于阴湿环境的北坡。它们位于华山松群落向高山草甸的过渡地带,含有与其他草甸群落不同的性质,属林缘草甸,故其在排序图中与其他群落距离较远,位于排序轴右下部。群落 VI、VII 的海拔分别为 2 250 m 和 2 260 m,群落环境温暖向阳,属草原性草甸。群落 VII 中所包括的优势种连翘、百里香等都属于小灌木,较群落 VI 中的优势种更接近于灌木类型,所以,群落 VII 比群落 VI 在排序轴上更为靠近灌丛群落 IX。群落 IX 是异质性最大的一个群落,海拔为 2 290 m,群落总盖度极低,仅有 40% 左右,以灌木为主,含少量草本植物,属高海拔的耐寒的灌丛草甸。

综上所述可以看出, DCA 排序结合 TWINSpan 分类,对不同放牧阶段的群落的划分结果较好;该山地草甸的最主要破坏因素是人类高强度的放牧干扰。

优势种的 DCA 排序图与植物群落的 DCA 排序图极为相似(图略),如以碱茅为优势种的群落 III 与优势种碱茅均位于排序轴的最左端;以三裂绣线菊为优势种的群落 IX 与优势种三裂绣线菊均位于排序轴的最上方等等,优势种的分布格局与植物群落类型的分布格局大体一致,说明植物群落中优势种的分布格局在很大程度上决定了植物群落类型的分布格局。

3.3 DCCA 分析

图 2 为 41 个样方与 9 个土壤环境因子的 DCCA 排序图。图中箭头表示环境因子,箭头连线的长短表示植物群落的分布与该环境因子相关性的 大小,箭头连线与排序轴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之间相关性的正负^[2]。

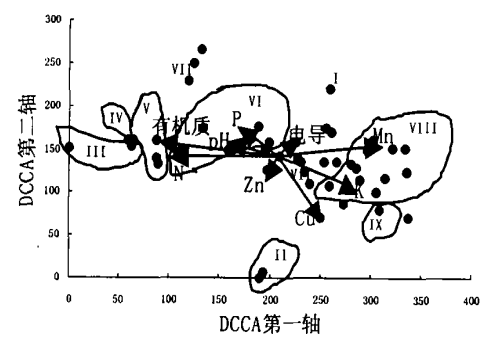


图 2 41 个样方与环境因子的 DCCA 排序图

Fig. 2 The DCCA sequence of 41 quadrats and the environmental factors

由图 2 可看出, DCCA 排序与 DCA 排序一样, 其第一轴也表现为放牧梯度, 即沿第一轴从左至右, 放牧强度渐弱, 干扰程度渐小。土壤环境因子中 pH 值、有机质、N 和 P 与第一轴夹角小, 即与第一轴相关性大, 其中有机质、N 和第一轴呈极显著负相关, 这从表 1 中可以看出; Mn、K 与第一轴夹角也小, 说明与第一轴相关性也大, 因其箭头指向右面, 所以它们与第一轴正相关。其中 Mn、K 和第一轴呈极显著正相关(见表 1)。而第一轴表示放牧梯度, 所以上环境因子与草甸受干扰后的退化状况有一定的联系。通过环境因子箭头长短可看出 Mn、K、有机质和 N 影响较大, 而 pH、P 的影响相对较小。退化程度较高的 III、IV、V 群落与有机质、N 的排序位置较为接近, 说明这两类环境因子与草甸的退化有很大关系。如从表 2 中可知, 在这 3 个群落中的有机质和 N 值明显高于放牧强度相对较低的第 VIII 群落。

一般情况下, 退化程度大的群落中有机质含量应该小^[13], 因为干物质的积累少, 死地被物减少而导致有机质含量少。而在本文中有机质含量却较大, 据分析可能是由于在放牧强度较大的情况下, 牲畜的粪便等排泄物较多, 从而造成土壤中有机质及 N、P 等的含量较高。在放牧程度较低的群落, 由于所处环境较好, 地处东南坡, 太阳直射, 温度较高, 有机质分解较快, 不易存留, 所以有机质的含量相对较

低。

由上可看出, 在退化程度大的地段内, 有机质、N 的含量高, 说明土壤肥力较高, 营养物质过剩, 土壤肥力并不是与植被资源同时退化, 而是大大滞后于植被的退化, 这与一些研究结果一致^[14]。这种土壤肥力较高的土壤, 为草甸的恢复提供了丰富的营养物质, 如果停止放牧, 通过自我调控、自我恢复, 土壤质量可以逐渐转好。

干扰程度较小的第 VIII 群落与 K、Mn 排列较接近, 即元素 Mn、K 对于轻牧阶段的草甸影响较大。从表 2 中可知, 第 VIII 群落的 K、Mn 值最大, 退化程度较大的其他群落 K、Mn 值相对较小, 说明营养元素对于草甸的正常生长有很大影响。营养元素含量高, 草甸的质量就高, 植物覆被较好, 这对于保持和提高土壤中的元素 Mn、K 有一定的作用。而在干扰程度大的群落中元素 K、Mn 离子较为缺乏, 草甸吸收不到必要的营养元素, 从而降低草甸的质量; 而草甸质量不高, 又反过来影响土壤的保水和蓄土功能, 使得土壤中有些营养元素被淋洗掉, 二者是相互影响、相互作用的。人为干扰小的群落中, 可以最有效地利用资源, 同时保水和蓄土的生态功能也较退化的群落明显。同时也说明, 放牧草甸的退化机制在一定程度上是因为牲畜的采食、践踏等活动使土壤中营养元素流失从而造成了土地的退化和植被资源的破坏。

表 1 环境因子与 DCCA 排序轴的相关系数

Table 1 The correlation coefficients of soil environmental factors and two DCCA sequence axes

编号	pH	电导率 (us/cm)	有机质 (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Ax1	- 0.338*	- 0.352*	- 0.760**	- 0.680**	- 0.219	0.526*	0.172	0.581**	- 0.066
Ax2	0.190	- 0.026	0.305*	0.198	0.230	- 0.498**	- 0.668**	- 0.099	- 0.098

注: * p< 0.05 ** p< 0.01

表 2 9 个群落的土壤环境因子数据

Table 2 The soil environmental factors of 9 communities

编号	pH	电导率	有机质%	全 N%	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
I	6.0	125	8.3	0.31	483.6	4 681.2	19.96	750.3	80.39
II	5.6	960	7.12	0.32	382.6	5 578.3	50.79	748.5	106.12
III	6.6	1 006	14.2	0.58	582.6	3 860.9	18.27	622.2	76.18
IV	7.0	261	17.5	0.71	641.3	3 280.5	17.00	560.7	82.04
V	5.5	148	14.2	0.58	566.0	4 351.6	20.84	514.0	74.26
VI	5.7	114	10.0	0.40	550.6	4 296.1	21.35	622.0	94.21
VII	5.8	279	10.2	0.44	582.1	5 550.1	19.88	637.4	77.17
VIII	5.7	102	7.7	0.35	501.1	5 856.3	23.13	790.3	78.67
IX	5.9	108	8.4	0.36	413.1	5 750.3	24.44	786.5	59.52

因为牲畜的粪便量比较大,从而中和了土壤中一定的酸度,所以在干扰强烈的地段,pH 值较大,酸度较小。

Cu、K 与第二轴相关性较大,且呈极显著负相

关(见表 1)。第二轴表示海拔梯度,说明随海拔梯度递变,Cu、K 呈有规律地变化。P 和 Zn 的长度较小,且 P 和 Zn 与第一二轴的夹角大致相等,即 P、Zn 与第一二轴的关系都不很明显,显著度都较低。

pH									
0. 266	电导率								
0. 029	0. 631* *	有机质							
- 0. 045	0. 566* *	0. 915* *	N						
0. 074	0. 264	0. 479* *	0. 597* *	P					
0. 085	- 0. 341*	- 0. 68* *	- 0. 505* *	- 0. 383*	K				
- 0. 047	0. 074	- 0. 059	- 0. 094	- 0. 278	0. 203	Cu			
0. 016	- 0. 628* *	- 0. 784* *	- 0. 848* *	- 0. 736* *	0. 388*	0. 207	Mn		
0. 244	0. 180	- 0. 149	- 0. 148	0. 199	- 0. 028	- 0. 016	- 0. 097	Zn	

图 3 土壤环境因子的相关分析

Fig. 3 The correlation analysis of soil environmental factors

图 3 为 9 个土壤环境因子的相关分析图。N 是草甸生产力的主要限制因子之一^[14],从图中可知,N 与有机质含量有密切的关系,呈极显著正相关。草甸土壤的 N 绝大部分是以有机质形态存在,土壤 N 含量随有机质量的增加而增加。N 与 P 的关系也较密切,已有研究表明,氮肥与磷肥配合施用,增产效果较明显,说明两种元素有协同互补的作用。Mn 与其它几个因子呈显著、极显著负相关,说明其与土壤中的另外几种因子对草甸生长状况所起的作用是不同的。

参考文献(References):

[1] Qiu Yang, Zhang Jintun. The ordination axes clustering based on detrended canonical correspondence analysis ordination and its application to the analysis of the ecological gradients of plant communities [J]. *Acta Ecologica Sinica*. 2000, 20(2):199~ 206. [邱扬, 张金屯. DCCA 排序轴分类及其在关帝山八水沟天然植物群落生态梯度分析中的应用[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 199~ 206.]

[2] Zhang Jintun. The methods in plant quantitative ecology[M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press. 1995. [张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.]

[3] Qiu Yang, Zhang Jintun. Quantitative analysis to the gradients of space and time of natural plant communities in Bashuigou of the Guandi Mountain[J]. *Chin J Appl Environ Biol*. 1999, 5(2): 113 ~ 120. [邱扬, 张金屯. 关帝山八水沟天然植物群落时空梯度的数量分析[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(2): 113~ 120.]

[4] Zhang Jintun, Oxley E R B. A comparison of three methods of multivariate analysis of upland grasslands in North Wales[J]. *Journal of Vegetation Science*. 1994, 5: 71~ 76.

[5] Zhang Jintun, Zhang Feng, Shanguan Tieliang. Reanalysis of ver-

tical zones of vegetation in Zhongtiao Mountain[J]. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition)*. 1997, 20(1): 76 ~ 79. [张金屯, 张峰, 上官铁梁. 中条山植被垂直带谱再分析[J]. 山西大学学报(自然科学版). 1997, 20(1): 76~ 79.]

[6] Liu Tianwei. A preliminary report of investigation of the natural plant resource of seventy-two Hungou at the Zhongtiao Mountains, Shanxi Province[J]. *Journal of Wuhan Botanical research*. 1984, 2(2): 259 ~ 266. [刘天慰. 山西中条山 72 道混沟植物资源考察初报[J]. 武汉植物学研究, 1984, 2(2): 259~ 266.]

[7] Fu Zhijun, Zheng Xueting. The characteristics of flora in the Zhongtiao Mountain[J]. *Acta. Bot*. 1994, 14(2): 148~ 152. [傅志军, 郑雪婷. 山西中条山植物区系的特征[J]. 西北植物学报, 1994, 14(2): 148~ 152.]

[8] Ru Wenming, Zhang Feng. On the flora of seed plants in the eastern segment of Zhongtiao Mountain, Shanxi Province[J]. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition)*. 2000, 23(1): 82 ~ 87. [茹文明, 张峰. 山西中条山东部种子植物区系分析[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2000, 23(1): 82~ 87.]

[9] Shanguan Tieliang, Zhang Feng, Fan Longsuo. Analysis of flora of xylophyta in Zhongtiao Mountains, Shanxi[J]. *Bulletin of Botanical Research*. 2000, 20(2): 143~ 155. [上官铁梁, 张峰, 樊龙锁. 中条山木本植物区系地理成分分析[J]. 植物研究, 2000, 20(2): 143~ 155.]

[10] Zhang Feng, Zhang Jintun, Zhang Feng. Patten of forest vegetation and its environmental interpretation in Zhuweigou, Lishan Mountain Nature Reserve[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(3): 421~ 427. [张峰, 张金屯, 张峰[J]. 历山自然保护区猪尾沟森林群落植被格局及环境解释. 生态学报, 2003, 23(3): 421 ~ 427.]

[11] Hill, M O. TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes[R]. Department of Ecology and

- Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, USA. 1979.
- [12] Ter Braak, C. J. F. CANOCO 2 a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial][detrended][canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Technical Report LWA-88-02. 1988.
- [13] Hou Fùjiàng, Nan Zhibiao, Xiao Jinyu, *et al.* Characteristics of vegetation, soil and their coupling of degraded grasslands[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 2002, **13**(8): 915~ 922.
- [侯扶江, 南志标, 肖金玉, 等. 重牧退化草地的植被、土壤及其耦合特征[J]. *应用生态学报*, 2002, **13**(8): 915~ 922.]
- [14] Wang Wei, Liu Zhongling, Hao Dunyuan, *et al.* Research on the restoring succession of the degenerated grassland in Inner Mongolia. I. Basic characteristics and driving force for restoration of the degenerated grassland[J]. *Acta Phytocologica Sinica*. 1996, **20**(5): 449~ 459. [王伟, 刘钟龄, 郝敦元, 等. 内蒙古草原退化群落恢复演替的研究 I 退化草原的基本特征与恢复演替动力[J]. *植物生态学报*, 1996, **20**(5): 449~ 459.]

Ecological Relationship in Lishan Mountain Meadow

WANG Lin^{1,3}, ZHANG Jintun², OU Yanghua¹

(1. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3. Graduate School of CAS, Beijing 100039, China)

Abstract: The internal ecological relationship of vegetation community and the ecological relationship between vegetation and environment are always the key problems to ecologists. The methods of numerical classification and ordination are important ways to study the ecological relationship.

The Shunwangping meadow of Lishan Reserve was the main study area, and 41 quadrats along with the increase of elevation were got using the system sampling methods. The natural characteristic of every quadrat was studied and the soil samples were analyzed. Using the quantitative ecological measure of combining TWINSpan with DCA, we divided the 41 quadrats of Lishan Mountain Meadow into 9 communities. The first axis of DCA ordination denoted an obvious community sequence varying with grazing intensity. Community of III, IV were the overgrazing phase, while community of V, VI and community of VIII were the intermediate grazing and the under grazing phase respectively. The second axis of DCA ordination denoted the elevation change. The DCA ordination diagram of dominant species was similar to that of the vegetation community, which said that the distribution pattern of dominant species was accordant with the vegetation community and the distribution pattern of dominant species determined the vegetation distribution pattern. It was concluded that we could divide and ordinate the different grazing intensity communities using TWINSpan and DCA. From the study of ecological relationship between the Meadow and its environment we got that the main degenerating cause of the meadow was human disturbing. Using DCCA ordination, we studied the ecological relation between vegetation and soil environment. The first axis of DCCA denoted the change of grazing intensity, which was the same to the DCA ordination. The content of organic matter and N were higher in the overgrazing communities than in others because the quantity of livestock in the overgrazing communities was higher than in other communities and its excreta was higher too. The overgrazing communities had a higher organic matter and N content, so the degeneration of soil lagged behind that of the vegetation resource. The content of nutrient elements was high in the under grazing communities, so the nutrient elements were important to the growth of plants.

Key words: TWINSpan; DCA; DCCA; soil environmental factors; grazing intensity CLC Q948