

文章编号: 1000-5471(2011)03-0105-07

# 雅江格西沟自然保护区植被数量分类与排序<sup>①</sup>

熊春妮<sup>1</sup>, 齐代华<sup>2</sup>, 魏虹<sup>2</sup>, 严超龙<sup>3</sup>

1. 广州市环境监测中心站, 广州 510030; 2. 西南大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715;  
3. 梧州学院 计算机科学系, 广西 梧州 543002

**摘要:** 根据群落调查的结果, 对雅江格西沟自然保护区森林群落、灌木群落和草本群落分别进行了双向种指示法(TWINSPAN)分类和除趋势对应分析(DCA)排序, 结合实际将保护区植被分为 21 个类型. 利用 DCA 排序探讨了群落分布与环境因子的关系, 发现水份是影响保护区群落分布最主要的因素. 不同海拔梯度的植被组成各异, 表现出明显的垂直地带性. 坡向对群落分布影响较大, 同海拔阴坡、阳坡植被差异较大, 表现出几种群落类型的镶嵌分布.

**关键词:** 分类; 排序; TWINSPAN 分类; DCA 排序; 垂直地带性

**中图分类号:** Q948.15

**文献标志码:** A

横断山脉是我国最典型的南北向山系, 区内森林资源丰富, 种类复杂, 但该地区生态环境与植被状况的研究却少见报道. 雅江格西沟自然保护区位于横断山脉地带, 植被具有横断山脉特征. 为促进保护区建设和森林资源可持续利用, 有必要对区内植被状况进行系统研究. 数量分析是研究植物群落生态关系的重要方法, 可以深刻地揭示植物种、植物群落与环境间的生态关系<sup>[1]</sup>. 植被数量分析在过去的几十年已成为植物群落生态学研究必不可少的手段, 国内外许多学者利用数量分析对植被分类进行了大量研究<sup>[2-7]</sup>. 其中, 双向种指示法 TWINSPAN<sup>[8]</sup>和除趋势对应分析 DCA<sup>[9]</sup>从 20 世纪 80 年代开始, 在群落生态学的研究中广泛地应用. 本文对格西沟自然保护区乔木、灌木和草本群落分别进行 TWINSPAN 和 DCA 分析, 并探讨影响植被分布的主要环境因子, 为该自然保护区的建设提供理论基础.

## 1 研究地概况

雅江格西沟自然保护区地处四川省甘孜州东南部、雅砻江中游和青藏高原东南部横断山脉地带, 位于雅江县西北部. 保护区三面高山环抱, 东部较低, 为雅砻江河谷, 海拔跨度为 2 800~4 702 m, 面积为 79.75 km<sup>2</sup>, 属北亚热带气候. 在青藏高原的影响下, 主要表现为大陆性季风高原型气候特征, 具有日照多、辐射强和光能高的特性. 但由于海拔高, 热量条件差, 无明显夏季, 且降水量少, 干、湿季节分明. 降雨集中在 5—10 月, 温、湿同季. 由于海拔落差较大, 气候类型繁多, 垂直分布明显. 保护区土壤从低海拔到高海拔呈现出明显的垂直变化, 主要有高原潮土、山地褐土、山地棕壤、山地暗棕壤、亚高山草甸土和高山草甸土 6 个土壤类型.

## 2 研究方法

① 收稿日期: 2010-03-07

作者简介: 熊春妮(1984-), 女, 湖南衡阳人, 硕士, 主要从事生态与环境监测研究.

通信作者: 齐代华, 副教授.

## 2.1 调查方法

2006 年 7—8 月在格西沟自然保护区设样调查, 调查的海拔为 2 800~4 650 m, 共设样地 75 个, GPS 定点, 记录海拔、坡度和坡向, 其中森林群落样地 25 个, 灌木群落样地 30 个, 草本群落样地 20 个. 每个样地设 4 个样方, 森林群落每样方 10 m×10 m, 每群落共调查 400 m<sup>2</sup>. 灌木群落每样方 2.5 m×2.5 m, 每群落共调查 25 m<sup>2</sup>; 草本群落每样方 1 m×1 m, 每群落共调查 4 m<sup>2</sup>. 森林群落样方采用分层调查法, 乔木层进行每木调查, 记录种名、高度、胸径和冠幅; 灌木、草本群落样方记录每种的高度、盖度和频度.

## 2.2 数据处理

以样地为单位计算重要值, 作为各物种在群落中的优势度指标, 表达不同物种在群落中的功能地位, 反映其在群落中的分布格局. 建立样地物种重要值矩阵, 采用 PC-ORD4 软件进行 TWINSPLAN 和 DCA 运算<sup>[3]</sup>.

乔木重要值 = (相对密度 + 相对优势度 + 相对频度) / 3 × 100%

灌木和草本重要值 = (相对高度 + 相对盖度 + 相对频度) / 3 × 100%

## 3 研究结果

### 3.1 样地 TWINSPLAN 分类

#### 3.1.1 森林群落样地的分类结果

森林群落 TWINSPLAN 分类结果将保护区森林植被分为 6 组(表 1).

高山松(*Pinus densata*)林, 主要分布于保护区海拔 2 800~3 600 m 的阳坡或半阳坡. 低海拔发育为纯林, 局部呈片状分布. 林下灌层主要有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、黄背栎(*Quercus pannosa*)和平枝栒子(*Colaria horizontalis*)等, 总盖度为 40%. 较高海拔常与黄背栎形成混交林型, 偶有云杉与其混交, 灌层较为丰富, 总盖度达 80%, 草本层植物以喜阴湿的植物为主.

细穗高山桦(*Betula delavayi* var. *microstachya*)林, 分布于海拔 3 600~3 800 m 的沟谷阴湿环境, 呈小面积分布于峡谷沟底及河谷两侧. 灌木层植物数量较少, 总盖度不到 25%, 主要有柳叶忍冬(*Lonicera lanceolata*)、湖北花楸(*Sorbus hupehensis*)和木帚栒子(*Colaria dielsianus*)等灌木. 草本植物较为丰富, 总盖度达 80% 以上.

川西云杉(*Picea likiangensis* var. *balfouriana*)林 + 鳞皮冷杉(*Abies squamata*)林 + 红杉(*Larix potaninii*)林. 川西云杉林主要分布于保护区海拔 3 300~4 000 m 的阴坡上和沟谷的局部地区, 呈大面积分布, 以原始林居多, 郁闭度高, 林下植物个体数较少, 灌层参差不齐, 总盖度不到 45%, 多为喜阴植物. 鳞皮冷杉林主要分布于保护区海拔 3 500~4 200 m 的阴坡或沟谷的局部, 成片分布, 多与川西云杉或红杉形成混交林. 郁闭度为 0.5~0.8, 林内多倒伏朽木, 有松萝(*Usnea longissima*)悬挂, 构成垂直镶嵌的附生小群落. 红杉林主要分布于保护区海拔 3 600~4 000 m 的阴坡或半阴坡上, 局部区域有大面积分布. 林下灌层总盖度达 60%, 主要优势种有淡黄杜鹃(*Rhododrenron flavidum*)和高山绣线菊(*Spiraea arborea*), 亚优势种有唐古特忍冬(*Lonicera tangutica*)和金露梅(*Potentilla fruticosa*)等. 草本层植物数量很少, 总盖度不到 25%, 优势种为高山冷蕨(*Cystopteris montana*).

岷江冷杉(*Abies faxoniana*)林, 主要分布于保护区海拔 3 800~4 200 m 的阴坡或半阴坡上. 林下灌层以柳和杜鹃为主, 盖度分别为 35% 和 20%, 其他灌木主要有高山绣线菊和金露梅等, 总盖度为 12%. 草本层主要有草地早熟禾(*Poa pretensis*)、东俄洛橐吾(*Leontopodium tongolensis*)和膨囊苔草(*Carex lehmanii*).

高山栎林, 包括长穗高山栎(*Quercus longispica*)林 + 黄背栎林, 长穗高山栎林主要分布在保护区海拔 3 750~4 150 m 的阳坡或半阳坡上, 多为原始林, 局部区域呈现块状分布. 林下较为干燥, 植物数量较少. 灌木层只有偶见种亮叶杜鹃(*Rhododrenron vernicosum*)存在. 草本层植物也比较少, 总盖度不到 15%. 黄背栎林主要分布于保护区海拔 3 100~4 200 m 的阳坡或半阳坡上, 林内黄背栎为高度在 5~8 m 的小乔木, 独立成林. 灌木层主要优势种有黄背栎(*Q. pannosa*)和白毛金露梅(*Potentilla fruticosa* var. *albicans*).

沙棘(*Hippophae rhamnoides*) + 青杨(*Populus cathayana*)林, 群落分布在高山河谷, 乔木层还有青

槲栎树(*Acer davidii*)、糙皮桦(*Betula utilis*)等。灌木层植物数量较少, 总盖度不到 15%。草本层植物较为丰富。

表 1 雅江格西沟森林群落 TWINSpan 分类结果

样方	1	1	11111221	222	112	
	1254	72	436789031	245	89501	36
分组	0000	00	000000000	000	00000	11
	0000	11	111111111	111	11111	
		00	000000000	111	11111	
		00	111111111	000	11111	
群落类型	I	II	III	IV	V	VI

注: I. 高山松林; II. 细穗高山桦林; III. 鳞皮冷杉林+川西云杉林+红杉林; IV. 岷江冷杉林; V. 高山栎林; VI. 沙棘+青杨林。

### 3.1.2 灌木群落的分类结果

灌木群落 TWINSpan 分类结果为 6 组(表 2)。

木帚栒子和唐古特忍冬杂灌丛, 生长在林缘或森林砍伐后的迹地。主要分布于保护区海拔 3 100~3 600 m 的坡上, 建群种木帚栒子盖度为 30%, 共建种唐古特忍冬盖度为 20%, 伴生种有白毛金露梅、红花蔷薇(*Rose moyesii*)、高山绣线菊、陕甘花楸(*Sorbus koehneana*)和湖北花楸等。草本层植物也比较丰富, 总盖度为 90%。

银露梅(*Potentilla glabra*)+粉紫杜鹃(*Rhododendron impeditum*)灌丛, 该灌丛由粉紫杜鹃、银露梅、陕甘花楸和窄叶鲜卑花(*Sibiraea angustata*)等组成, 主要分布于保护区内海拔 4 400~4 700 m 的山脊顶坡上, 总盖度在 60%~80%之间。

黄背栎灌丛, 是保护区最常见的灌丛。大面积分布于海拔 3 600~4 500 m 的阳坡或半阳坡上, 群落总盖度在 80%~90%之间。草本层植物数量比较少, 在 10%~20%之间。

香柏灌丛, 主要分布于保护区海拔 4 100~4 700 m 的顶坡上, 灌丛比较低平, 总盖度在 30%~75%之间。草本层的植物较为丰富, 其中优势种有高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)、黄帚橐吾(*Leontopodium virgaurea*)、银叶萎陵菜(*Potentilla lenconota*)和旱地早熟禾(*Poa. pretensis*)。

杜鹃灌丛, 包括淡黄杜鹃(*R. flavidum*)灌丛、光亮杜鹃(*Rhododendron nitidulum*)灌丛、粉紫杜鹃(*R. impeditum*)灌丛、红背杜鹃(*R. rufescens*)灌丛和大白杜鹃(*R. decorum*)灌丛组成。淡黄杜鹃灌丛主要分布于保护区海拔 3 800~4 100 m 的山坡上, 总盖度达 90%。光亮杜鹃主要分布于保护区海拔 4 000~4 300 m 较高的山坡上, 总盖度在 75%~95%之间。粉紫杜鹃灌丛主要分布于保护区海拔 4 300~4 600 m 的山脊顶坡上, 局部地区大面积沿山脊分布。红背杜鹃灌丛较少, 主要分布于保护区海拔 4 300~4 500 m 的脊部山坡上。大白杜鹃灌丛主要分布于保护区海拔 4 300~4 500 m 近山脊顶部的坡上, 总盖度在 80%~90%之间。

拟五蕊柳(*Salix paraplesia*)灌丛, 建群种拟五蕊柳盖度为 60%, 分布较为均匀。伴生种高山绣线菊和甘青锦鸡儿(*Caragana tangutica*)的总盖度为 20%。

表 2 雅江格西沟灌木群落 TWINSpan 分类结果

样方	211222	1 12	12231	11221	12
	1256	139789	42873	44608	0605795
分组	0000	000000	00000	00000	0000000
	0000	111111	11111	11111	1111111
		000000	00000	00000	1111111
		000000	00000	11111	0000111
		000000	11111	00001	

群落类型	I	II	III	IV	V	VI
------	---	----	-----	----	---	----

注: I. 木帚栒子和唐古特忍冬杂灌丛; II. 银露梅+粉紫杜鹃灌丛; III. 黄背栎灌丛; IV. 香柏灌丛; V. 杜鹃灌丛; VI. 拟五蕊柳灌丛.

### 3.1.3 草本群落的分类结果

草本群落 TWINSpan 分类结果见表 3.

珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)草甸, 主要分布于海拔 4 500~4 600 m 的高山草甸中, 建群种珠芽蓼, 盖度为 15%, 其他主要有西南萎陵菜(*Potentilla fulgens*)、川西小黄菊(*Pyrethrum tatsienense*)和钟花垂头菊(*Cremanthodium camparmlatum*)等.

高山黄华(*Thermopsis alpina*)+甘肃蚤缀(*Arenaria kansuensis*)草甸, 主要分布于保护区海拔 4 300~4 500 m 的高山草甸中. 建群种高山黄华盖度为 40%, 共建种甘肃蚤缀盖度为 25%, 亚优层优势种有银叶萎陵菜、高山嵩草(*K. pygmaea*)和条纹龙胆(*Gentiana striata*), 伴生种有珠芽蓼(*P. viviparum*)、旱地早熟禾(*Poa annua*)、圆穗蓼(*P. macrophyllum*)和川西小黄菊(*P. tatsienense*)等.

高山嵩草(*K. pygmaea*)+银叶萎陵菜草甸, 分布于保护区海拔 4 000~4 400 m 高山坡地及带状浑圆形山顶或者是宽谷、高山湖泊边缘沼泽地. 群落植物种类较为丰富, 总盖度在 70%~90%之间, 建群种主要是高山嵩草(*K. pygmaea*)、矮生嵩草(*K. humilis*)和四川嵩草(*K. setchwanensis*)等, 总盖度在 50%以上; 其次为银叶萎陵菜和珠芽蓼.

旱地早熟禾(*Poa annua*)+栗褐苔草(*Carex brunnea*)草甸, 分布于保护区较低海拔的高山山顶平地上, 植物种类较为丰富. 草本层优势种早熟禾和栗褐苔草的盖度分别为 35%和 40%, 其余还伴生有萎陵菜(*Potentilla chinensis*)、黄帚橐吾(*L. virgaurea*)、土木香(*Inula helenium*)和狼毒(*Stellera chamaejasme*)等, 偶见种有川西小黄菊(*P. tatsienense*)、川甘蒲公英(*Taraxacum maurocarpum*)、椭圆叶花锚(*Halenia elliptica*)和黄花棘豆(*Oxytropis ochrocephala*)等.

矮生嵩草(*K. humilis*)+大黄橐吾(*L. duciformis*)+苞叶大黄(*Rheum alexandrae*)草甸, 分布于高山湖泊、河谷旁.

血满草(*Sambucus adnata*)+鞭打绣球(*Hemiphragma heterophyllum*)+齿果酸模(*Rumex dentatus*)+勾柱唐松草(*Thalictrum uncatum*)草丛, 分布于林间空地、林窗或砍伐迹地.

表 3 雅江格西沟草本群落 TINSpan 分类结果

样方	1	1112	111	11	1	12435
	3	2790	9046	67885	1	
分组	0	0000	0000	00000	0	11111
	0	0000	1111	00000	1	
	0	1111	0000	11111	1	
	0		0000	00001		
群落类型	I	II	III	IV	V	VI

注: I. 珠芽蓼草甸; II. 高山黄华+甘肃蚤缀草甸; III. 高山嵩草+银叶萎陵菜草甸; IV. 早熟禾+栗褐苔草草甸; V. 矮生嵩草+大黄橐吾+苞叶大黄草甸; VI. 血满草+鞭打绣球+齿果酸模+勾柱唐松草草甸.

## 3.2 DCA 排序的结果

分类和排序虽然是从不同角度出发, 但都是基于植物种和植物群落对环境的适应. DCA 作为一种重要的排序方法, 在群落的数量分析中与 TWINSpan 分类有很好的印证关系. 许多学者在他们的研究中两者兼用, 更好地反映了群落之间及群落与环境的关系<sup>[4, 7, 10-13]</sup>.

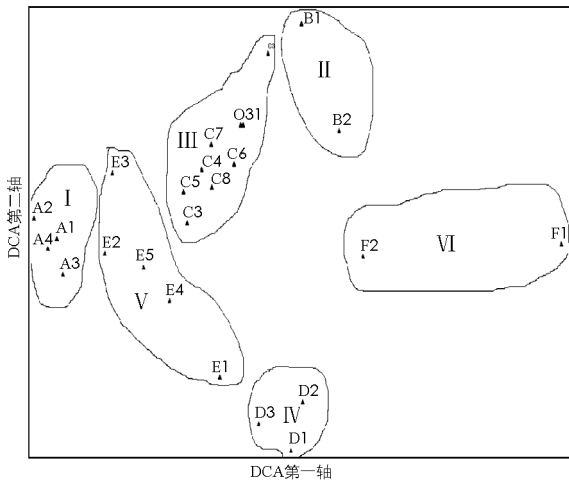
### 3.2.1 森林群落的 DCA 排序

森林群落 DCA 第一轴和第二轴占总特征值的 77%. DCA 排序与 TWINSpan 分类的结果(表 1)基本吻合. 从图 1 中可以看出, 乔木群落被分成了 6 个单元. 第一轴主要表现了水分对群落的影响, 从左至右, 从耐旱的高山松林、长穗高山和黄背栎林向喜湿的沙棘和青杨林过渡. DCA 第二轴上, 各群落区分不明

显, 没有明显体现某环境因子对群落分布的影响, 可能是受多个环境因子共同影响。

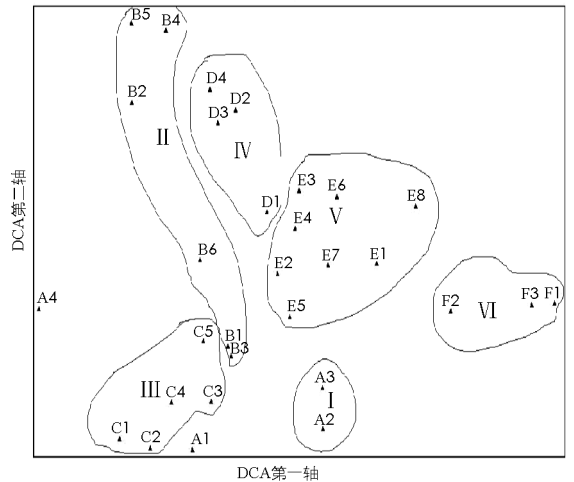
### 3.2.2 灌木群落的 DCA 排序

由于红花蔷薇、唐古特忍冬和金露梅等物种广泛分布于灌木群落中, 因此 DCA 排序中各群落类型区分不十分明显(图 2)。DCA 第一轴和第二轴占总特征值的 77.8%。DCA 第一轴表现出与水分的正相关关系, 从左至右, 由喜阳耐旱的黄背栎灌丛过渡到喜湿的拟五蕊柳、甘青锦鸡儿灌丛。第二轴主要体现了海拔对群落的影响, 从黄背栎灌丛—杜鹃灌丛—香柏灌丛—银露梅+粉紫杜鹃灌丛, 群落海拔分布由低到高, 植被呈梯度变化。I 组样方为木帚栒子、唐古特忍冬和高山绣线菊等杂灌丛, 是云冷杉林砍伐后形成的小块空地, 由于各样地演替阶段不一, 群落组成有差异, 在 DCA 二维图中分布较散。



I. 高山松林; II. 细穗高山桦林;  
 III. 鳞皮冷杉+川西云杉+红杉林; IV. 岷江冷杉林;  
 V. 高山栎林; VI. 沙棘+青杨林。  
 图中 A1, B1, C1, D1 等为样方编号

图 1 森林群落样方的 DCA 排序二维图



I. 木帚栒子+唐古特忍冬杂+高山绣线菊等灌丛;  
 II. 银露梅+粉紫杜鹃灌丛; III. 黄背栎灌丛;  
 IV. 香柏灌丛; V. 杜鹃灌丛; VI. 拟五蕊柳灌丛。  
 图中 A1, B1, C1, D1 等为样方编号

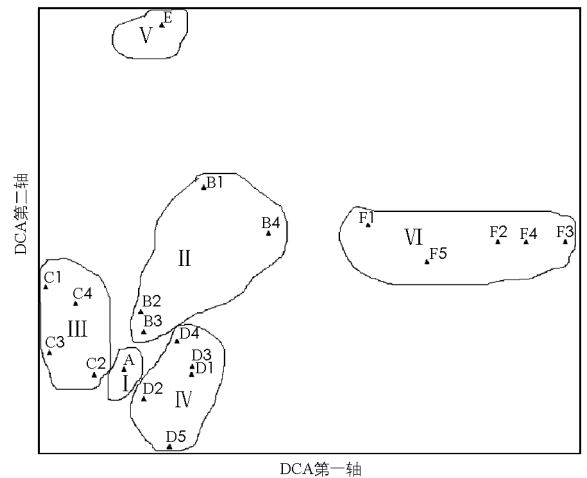
图 2 灌木群落样方的 DCA 排序二维图

### 3.2.3 草本群落的 DCA 排序

图 3 是草本群落样地 DCA 排序二维图, 第一轴和第二轴占总特征值的 77.0%。由于草本群落物种组成相似度较高, I, III, IV 3 类群落在 DCA 二维图中分布接近, 群落类型区分不十分明显。V 为矮生嵩草+大叶橐吾+苞叶大黄草甸, 是保护区典型高山沼泽群落类型, 主要分布在高山湖泊和河流周围, 群落分布区狭窄, 得到样方很少。DCA 第一轴体现了水分对群落的影响, 从高山嵩草草甸—栗褐苔草草甸—高山黄华+甘肃蚤缀草甸—血满草等杂草丛, 群落环境由湿润过度到干燥。第二轴体现了多个环境因子的影响, DCA 二维图上直观表现不明显。

### 3.3 环境因子对群落分布的影响

根据分类和排序的结果, 结合《中国植被》中的方法<sup>[14]</sup>, 把保护区内的植被分为 21 个类型。保护区海拔梯度较大, 植被类型呈明显的垂直地带性。表 4 中列出了保护区 4 个梯度的植被类型。由低海拔到高海拔, 森林群落类型由沙棘、青杨林—高山松林—黄背栎林、川西



I. 珠牙蓼草甸; II. 高山黄华+甘肃蚤缀草甸;  
 III. 高山嵩草+银叶萎陵菜草甸; IV 早熟禾+栗褐苔草草甸;  
 V. 矮生嵩草+大叶橐吾+苞叶大黄草甸;  
 VI. 血满草+鞭打绣球+齿果酸模+勾柱唐松草草甸。  
 图中 A1, B1, C1, D1 等为样方编号

图 3 草本群落样方的 DCA 排序二维图

云杉林、鳞皮冷杉林—红杉林、细穗高山桦林、长穗高山栎林—岷江冷杉林过渡。灌木群落的垂直分布也十分明显,在低海拔主要是木帚栒子、唐古特忍冬和高山绣线菊等杂灌丛和拟五蕊柳灌丛;中等海拔主要是黄背栎和杜鹃灌丛;而香柏灌丛,银露梅+粉紫杜鹃灌丛只在高海拔分布。草甸分布的下限为 3 700 m,在较低的海拔分布早熟禾、栗褐苔草的亚高山草甸,而高海拔主要由高山嵩草、银叶萎陵菜草甸和高山黄华+甘肃蚤缀草甸构成。

表 4 格西沟保护区植被海拔梯度分布

海拔梯度	2 800~3 200 m	3 200~3 600 m	3 600~4 200 m	4 200~4 700 m
植被类型	沙棘、青杨林	沙棘、青杨林	细穗高山桦林	黄背栎灌丛
	高山松林	高山松林	川西云杉林	杜鹃灌丛
	木帚栒子、唐古特忍冬杂灌丛	川西云杉林	红杉林	香柏灌丛
	血满草、鞭打绣球、齿果酸模、勾柱唐松草草丛	鳞皮冷杉林	鳞皮冷杉林	银露梅+粉紫杜鹃灌丛
		黄背栎林	黄背栎林	灌丛
		木帚栒子、唐古特忍冬杂灌丛	岷江冷杉林	珠牙蓼草甸
		血满草、鞭打绣球、齿果酸模、勾柱唐松草草丛	长穗高山栎林	矮生嵩草+大黄花蒿+苞叶大黄花草甸
			拟五蕊柳灌丛	高山嵩草、银叶萎陵菜草甸
			黄背栎灌丛	高山黄华+甘肃蚤缀草甸
			杜鹃灌丛	
		香柏灌丛		
		血满草、鞭打绣球、齿果酸模、勾柱唐松草草丛		
		早熟禾、栗褐苔草草甸		
		高山嵩草、银叶萎陵菜草甸		

坡度、坡向是重要的环境因子,影响群落土壤厚度,水分含量,进一步反映在群落物种组成上<sup>[15]</sup>。森林群落中,沙棘、青杨分布于地势平坦的河谷;长穗高山栎、黄背栎林一般在陡坡上生长;细穗高山桦生长的地势较平缓,一般在 30°以下。灌木群落分布在 10°~35°坡度之间,其中拟五蕊柳尤其适合地势平坦的生境。银露梅+粉紫杜鹃灌丛生于坡度均匀,30°左右的坡上。杜鹃和黄背栎灌丛适生于超过 35°的坡上,而杜鹃灌丛一般分布在山坡上部。草本群落中血满草等杂草丛分布于林间平坦空地,苔草草甸和嵩草草甸生长在平缓的山坡顶部,而高山黄华+甘肃蚤缀草甸分布在山地缓坡上,一般小于 15°。

坡向对群落分布影响更加明显,阴坡、阳坡的植被差异明显。长穗高山栎林和高山松林分布在阳坡和半阳坡;川西云杉和鳞皮冷杉分布于阴坡或沟谷地带。黄背栎灌丛一般分布在阳坡,而银露梅+粉紫杜鹃灌丛常生长在干旱的山脊顶部。由于群落的分布有极明显的方向性,在保护区形成了群落相间的分布格局。如阳坡大片的黄背栎灌丛与阴坡的云杉冷杉林相间分布,形成黄绿的黄背栎林与暗绿色的云冷杉林镶嵌的独特景观。

## 4 结 论

本文采用 TWINSpan 等级分类,将雅江格西沟自然保护区植被划分为 21 个类型,其中森林群落 9 个、灌木群落和草本群落各 6 个。由于森林群落物种组成差异大,其分类的结果最理想。灌木和草本群落有大量广泛分布的物种,分类结果不明显。

利用 DCA 排序对 TWINSpan 分类的结果进行了验证,对影响群落分布的环境因子进行了分析。从 DCA 的结果可知, TWINSpan 分类结果是合理的。影响森林群落分布最主要的环境因子是水份因子,灌木群落受水份因子和海拔影响明显,草本群落分布受水份因子影响显著。

海拔对植被分布有深刻的影响,不同海拔梯度植被的类型各异,保护区植被表现出了较明显的垂直地

带性。各个群落均有其适宜的坡度分布范围,与坡度相比,坡向对群落影响更大,同海拔各坡向的植被差异较大,常表现出几种群落类型的镶嵌分布。

### 参考文献:

- [1] 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: 97—230.
- [2] 牛建明, 呼和. 我国植被与环境关系研究进展 [J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 2000, 31(1): 76—80.
- [3] SCHOWALTER T D, ZHANG Y L, RYKKEN J J. Litter Invertebrate Responses To Variable Density Thinning In Western Washington Forest [J]. *Ecological Application*, 2003, 13(5): 1204—1211.
- [4] 何惠琴, 李绍才, 孙海龙, 等. 锦屏水电站植被数量分类与排序 [J]. *生态学报*, 2008, 28(8): 3706—3712.
- [5] 程瑞梅, 肖文花. 三峡库区森林植物群落数量分类与排序 [J]. *林业科学*, 2008, 44(4): 20—27.
- [6] 张春平, 何平, 冀花存, 等. 渝东地区药用植物金荞麦群落数量分类和排序研究 [J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2007, 29(8): 107—113.
- [7] 宋爱云, 刘世荣. 卧龙自然保护区亚高山草甸的数量分类与排序 [J]. *应用生态学报*, 2006, 17(7): 1174—1178.
- [8] HILL M O. TWINSpan: A Fortran Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes [D]. New York: Cornell University, 1979.
- [9] HILL M O, GAUCH H G. Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique [J]. *Vegetatio*, 1980, 42(3): 47—58.
- [10] 娄安如, 刘文华. 燕山山脉植物群落的间接梯度分析与数量分类 [J]. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2001, 37(3): 391—395.
- [11] 郭东罡, 上官铁梁. 中条山中段植物群落数量分类与排序研究 [J]. *武汉植物学研究*, 2005, 23(5): 444—448.
- [12] 李晋鹏, 上官铁梁, 孟东平, 等. 山西吕梁山南段植物群落数量分类和排序研究 [J]. *应用与环境生物学报*, 2007, 13(5): 615—619.
- [13] 张先平, 王孟本, 余波. 庞泉沟自然保护区森林群落数量分类和排序 [J]. *生态学报*, 2006, 26(3): 754—761.
- [14] 吴征镒. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 254—262.
- [15] 刘秋峰, 康慕谊. 中条山混沟地区森林乔木种的数量分类与环境解释 [J]. *植物生态学报*, 2006, 30(3): 383—391.

## Quantitative Classification and Ordination Analysis of Vegetation in Gexigou Nature Reserve, Yajiang

XIONG Chun-ni<sup>1</sup>, QI Dai-hua<sup>2</sup>, WEI Hong<sup>2</sup>, YAN Chao-long<sup>3</sup>

1. Guangzhou Environmental Monitoring Center, Guangzhou 510030, China;

2. Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorge Reservoir Region, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Department of Computer Science, Wuzhou University, Wuzhou Guangxi 543002, China

**Abstract:** A community survey of Gexigou Nature Reserve in Yajiang was performed. Two-way indicator species analysis(TWINSpan) and Detrended Correspondence Analysis(DCA)was respectively used to forest communities, shrub communities, and herbage communities. The vegetation of Nature Reserve was classified into twenty-one vegetation assemblages. The result of DCA reflected the relationship between environment gradient and distribution of communities. Water gradient was the leading factor for distribution of vegetation. Communities were different in different altitudinal gradient; there was clearly vertical zone in Nature Reserve. Aspect also was one factor which effected distribution of communities. Different communities scattered in the same altitudinal gradient because of different aspect, showing mosaic pattern.

**Key words:** classification; ordination analysis; TWINSPAN; DCA; vertical zone

责任编辑 夏 娟