

# 巴郎山川滇高山栎群落植物科组成的海拔梯度特征

刘兴良<sup>1</sup>, 贾程<sup>2</sup>, 何飞<sup>3</sup>, 蔡小虎<sup>1</sup>, 潘红丽<sup>1</sup>, 马文宝<sup>1</sup>, 冯秋红<sup>1</sup>, 姬慧娟<sup>1</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610081;

3. 四川省工程咨询研究院, 四川 成都 610020)

**摘要:** 川滇高山栎林是中国植被非常特殊的亚高山硬叶栎林类型, 广泛分布在横断山地区。为了阐明川滇高山栎群落植物科组成对海拔梯度的响应, 用群落学调查方法研究了组成群落的植物科沿海拔梯度(15个海拔梯度, 海拔2 200 m~3 600 m)的变化特征。研究结果表明: 巴郎山川滇高山栎群落植物科的分布区类型, 有世界分布31科、热带分布21科和温带分布21科, 分别为占42.47%、28.77%和28.77%。川滇高山栎群落的植物科数具有低海拔比高海拔多的特点, 在海拔3 100 m以上, 分布的植物科数没有变化。在各个海拔梯度以世界分布科占主要地位, 其次为热带分布科和温带分布科。热带分布科随海拔的升高具有递减的趋势, 温带分布科随海拔的升高出现2个峰值。在海拔2 200 m~2 800 m范围, 热带分布科和温带分布科相当, 海拔2 900 m以上, 温带分布科明显增多。  
**关键词:** 硬叶栎林 植物科组成; 温带分布科; 东亚特有科; 分布区类型

中图分类号: S718.54

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2015)02-0001-09

## Characteristics of Plant Family Composition of *Quercus aquifolioides* Community along an altitude Gradient on the Balang Mountain

LIU Xing-liang<sup>1</sup>, JIA Chen<sup>2</sup>, HE Fei<sup>3</sup>, CAI Xiao-hu<sup>1</sup>, PAN Hong-li<sup>1</sup>

MA Wen-bao<sup>1</sup>, FENG Qiu-hong<sup>1</sup>, JI Hui-juan<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. Sichuan Institute of Forestry Inventory and Planning, Chengdu 610081, Sichuan, China;

3. Sichuan Academy of Engineering Consulting, Chengdu 610020, Sichuan, China)

**Abstract:** The evergreen oak (*Quercus aquifolioides* Rehder & E. H. Wilson) forests are widely distributed in the subalpine zone on the Hengduan Mountains, southwestern China. In order to understand the response of plants to the elevational gradient, studies were made of the plant family composition of *Q. aquifolioides* community from 15 different sites along an elevational gradient from 2200 to 3600 m. a. s. l. on the Balang Mountain, Wolong Nature Reserve, SW China. The distribution types of *Q. aquifolioides* community included the world distribution of 31 families, 21 families of tropical distribution and 21 families of temperate distribution, respectively, accounting for 42.47%, 28.77% and 28.77%. The number of plant families in *Quercus aquifolioides* communities at low altitudes was more than that at high altitudes. Above 3100 m. a. s. l., the distribution of the number of plant families did not change. The world distribution families were dominant in each altitudinal gradient, followed by families of tropical and temperate distributions. Tropical distribution families had a decreasing trend with the increasing altitude, temperate distribution families exhibited two peaks with the increasing altitude. From 2 200 m to 2 800 m, tropical and temperate distribution families were basically the same. Temperate distribution increased significantly

收稿日期: 2014-12-25

基金项目: 森林和湿地生态恢复与保育四川省重点实验室开放课题; 四川森林生态与资源环境国家林业局重点实验室开放课题。

作者简介: 刘兴良(1963-), 男, 重庆市江津区人, 博士, 研究员, 从事川西高山森林生态及地植物学研究。E-mail: liuxingliang@126.com

above 2 900 m. a. s. l. .

**Key words:** Wolong Nature Reserve ,Evergreen sclerophyllous oak forest ,Plant families composition ,The world distribution families ,Tropical distribution families ,Temperate distribution families ,The distribution types

植物区系的多元性作为生物多样性表征之一,其植物组成、发生、发展、迁移和演化从多方面反映了该区域植物多样性的特性(蒋有绪等,1998;2002),也是植物在一定自然地理环境,特别是自然历史综合作用下,长期发展和演化的结果(王荷生,1992;吴征镒;2006),是自然地理环境的反应及环境变迁的鉴证或依据(王荷生,1992)。青藏高原植物区,具有植物区系的年轻性,与横断山区系有着密切的历史渊源(吴征镒等;1983),川滇高山栎林是中国植被非常特殊的亚高山硬叶栎林类型,广泛分布在横断山地区,在卧龙自然保护区巴朗山集中分布在该区海拔2 700 m~3 300 m地带。因此,研究巴朗山川滇高山栎林植物种类组成、植物区系、群落结构以及其不同海拔梯度的变化,对于理解本地区乃至横断山脉植物区系的区系地理、起源、演变及其与周边地区的关联途径等具有重要意义。

## 1 研究区概况及研究方法

### 1.1 研究区概况

卧龙自然保护区位于青藏高原东南缘的邛崃山东坡,东经102°52′~103°24′,北纬30°45′~31°25′,以高山峡谷为主要地貌特征。该区具有冬寒夏凉、降水丰富、干湿季节明显的气候特点,在海拔2 700 m地带,年平均温度8.4℃,1月平均气温-1.7℃,7月平均气温17.0℃,≥0℃活动积温4 000℃;年平均降水量861.8 mm,5月~9月降水量达全年降水量的68.1%,年平均相对湿度80%左右。川滇高山栎林集中分布在卧龙巴朗山(北纬31.2°、东经102.9°;海拔5 072 m)(王襄平等,2004)阳坡海拔2 700 m~3 300 m地带,下接河谷,上接高山草甸。林下土壤为山地棕土,较干燥,厚度50.0 cm左右。灌丛郁闭度0.8,平均高度1.1 m~3.5 m,灌木种类以川滇高山栎为优势建群种,伴生种类主要有木帚栒子(*Cotoneaster dielsianus*)、平枝栒子(*C. horizontalis*)、鞘柄菝葜(*Smilax stans*)、红花蔷薇(*Rosa moyesii*)等;草本盖度0.4,平均高度0.25 m,主要种

类有糙野青茅(*Deyeuxia scabrescens*)、双花堇菜(*Viola biflora*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、乳白香青(*Anaphalis lactea*)、钉柱委陵菜(*Potentilla saundersiana*)等;苔藓盖度0.4,厚度2 cm;枯枝落叶层厚度3.0 cm~6.0 cm。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 野外样地设置及记录内容

用群落学调查方法,2004年~2006年每年的5月~11月在川西山巴郎山阳坡,沿川滇高山栎分布海拔2 200 m~3 600 m范围,海拔每上升100 m设置10 m×10 m样地(重复3次),计15个海拔梯度45块,在每个样地内调查并记录物种种类名称、组成、高度、盖度、多度、物种数等、胸径、株高、冠幅等指标,同时记录群落学特征。记录地形、地貌特征和土壤质地及每块样地的经度、纬度和海拔高度。

#### 1.2.2 植物物种鉴定与统计

植物物种鉴定:采用巴朗山川滇高山栎林样方数据及标本采集资料,依据《卧龙植被及资源植物》(秦自生等,1987)、《横断山脉维管束植物》(上、下)(王文采等,1993)、《云南植被》(吴征镒,朱彦丞,1987)、《四川植被》(四川植被协作组,1980)等进行植物物种鉴定,参照《世界种子植物科的分布区类型系统》(吴征镒等,2003a)和《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订》(吴征镒等,2003b)、属的分布区类型(吴征镒等,1991;吴兆洪和秦仁昌,1991)确定种子植物和蕨类植物科、属。

植物物种统计:根据巴朗山川滇高山栎林样方数据及标本采集资料统计,记录每一物种的信息(拉丁科名、属名、种加词、中文种名、生长型、生活型、生境特征等)结合物种鉴定进行巴朗山川滇高山栎群落植物物种统计,有维管植物共73科219属436种(表1)(刘兴良,2006)。

#### 1.2.3 数据分析与处理

根据野外调查和文献且确认的全部植物物种建立生物学和生态学特征数据库,采用Excel软件进行统计分析处理。

表 1 巴郎山川滇高山栎群落维管束植物与四川、卧龙地区科、属、种的统计

Table 1 The families genera and species of vascular bundle plants of *Quercus aquifolioides* community in the Balangshan mountain in Wolong region and in Sichuan

科、属、种 Families genera and species	四川 Sichuan			卧龙 Wolong			巴郎山 Balangshan		
	科 FN	属 GN	种 SN	科 FN	属 GN	种 SN	科 FN	属 GN	种 SN
蕨类植物 Pt	41	120	708	32	68	183	8	12	14
裸子植物 Gymn	9	28	100	6	10	20	2	4	4
被子植物 Ang	双子叶植物 Dic			13	124	268	56	174	368
	单子叶植物 Mon			122	508	1 336	7	29	50
合计	182	1 474	8 453	135	632	1 604	63	203	418
合计 Total	232	1 622	9 261	173	710	1 807	73	219	436

Pt: Pteridophytes; Gymn: Gymnosperm; Ang: Angiosperm; Mon: Monocotyledon; Dic: Dicotyledon; FN: Family number; GN: Genus number; SN: Species number

## 2 研究结果

### 2.1 巴郎山川滇高山栎群落植物科的分布类型特征

在巴郎山阳坡川滇高山栎林物种所属科的分布区类型(表 2),有世界分布(CF) 31 科、热带分布(TF) 21 科和温带分布(TempF) 21 科,分别为占 42.47%、28.77% 和 28.77%;除世界分布科外,巴

郎山阳坡维管束植物科的分布区类型又以泛热带分布科(PTF)、北温带和南温带间断分布科(NTSTDF) 占优势,分别为 33.33% 和 28.57%。其中热带分布 21 科中,以泛热带分布科为主,占 66.67%,其次为热带亚洲-热带非洲-热带南美洲分布科(TAAF),占 14.29%;温带分布 21 科中,以北温带和南温带间断分布科(NTSTDF) 为主,占 57.14%,其次为北温带分布科,占 19.05%。

表 2 巴郎山川滇高山栎群落维管束植物科的分布区类型和变型

Table 2 The distribution types and sub-type of the families of vascular bundle plants of *Quercus aquifolioides* community in the Balangshan mountain

科分布区类型和变型及其代码 The areal-type and sub-type of families and their code	科总数 TNF		热带分布科 TF		温带分布科 TempF	
	科数 NF	百分率 P(%)	科数 F	百分率 P(%)	科数 NF	百分率 P(%)
1 世界分布科(CF)	31	-				
2 泛热带分布(PTF)	14	33.33	14	66.67		
2-2 热带亚洲-热带非洲-热带南美洲分布(TAAF)	3	7.14	3	14.29		
3 东亚(热带、亚热带)和热带南美洲间断分布(TSEATADF)	2	4.76	2	9.52		
6 热带亚洲至热带非洲分布(TATAOF)	1	2.38	1	4.76		
7 热带亚洲分布(TAF)	1	2.38	1	4.76		
8 北温带分布(NTempF)	4	9.52			4	19.05
8-4 北温带和南温带间断分布(NTSTDF)	12	28.57			12	57.14
8-5 欧亚和南美洲温带间断分布(ETSADF)	1	2.38			1	4.76
9 东亚和北美洲间断分布(EANDF)	1	2.38			1	4.76
10 旧世界温带分布(OWTF)	0	0.00			0	0.00
10-3 欧亚和南部非洲(有时也在大洋洲)间断分布(ESADF)	1	2.38			1	4.76
14 东亚分布(EAF)	2	4.76			2	9.52
合计 Total	73	100.00 <sup>b)</sup>	21	100.00	21	100.00

a) CF: Cosmopolitan families; PTF: Pan-tropical Families; TAAF: Trop. Asia-Trop. Amer. (S. Amer.) Families; TSEATADF: Trop. & Subtr. E. Asia & (S.) Trop. Amer. disjuncted Families; TATAOF: Trop. Asia to Trop. Africa Families; TAF: Trop. Asian Families; TempF: Temperate Families; NTempF: North Temperate Families; NTSTDF: N. Temp. & S. Temp. disjuncted Families; ETSADF: Eurasia & S. Amer. disjuncted Families; EANDF: E. Asia & N. Amer. disjuncted Families; OWTF: Old World Temp. Families; ESADF: Eurasia & S. Afr. (sometimes also Australia) disjuncted Families; EAF: East Asia Families; FN: Families number; GN: genera number SN: species number; TNF: Total Number of Families; TF: Tropical families;

b) 百分比不包括世界分布科 The percentage does not include cosmopolitan families.

### 2.2 巴郎山川滇高山栎群落植物科组成的海拔梯度分布特征

在卧龙巴郎山川滇高山栎群落分布的植物科数随着海拔升高具有降低的趋势,在海拔 3 100 m 以上,分布的植物科数没有变化;在各个海拔梯度上仍

然以世界分布科占主要地位,其次为热带分布科和温带分布科(表 3)。热带分布科随海拔的升高具有递减的趋势,温带分布科随海拔的升高出现 2 个峰值,在海拔 2 200 m~2 800 m 范围,热带分布科和温带分布科相当,海拔 2 900 m 以上,温带分布科明显

增多(图1)。

表3 巴朗山川滇高山栎群落维管植物科分布区类型与变型的海拔梯度格局

Table 3 Altitudinal gradient pattern of the areal-type and sub-type of families of vascular bundle plants of *Quercus aquifolioides* community in the Balangshan mountain

海拔 梯度 AG	广布 科 CF	热带分布科 TF						温带分布科 TempF					东亚特 有科 EAF	合计 Total	
		1	2	2-2	3	6	7	合计 Total	8	8-4	8-5	9			10-3
2 200	28	11	2	2	1	1	17	3	9	1	1	1	15	1	61
2 300	30	10	2	2	1	1	16	3	9	1	1	1	15	2	63
2 400	30	10	2	1	1	1	15	3	10	1	1	1	16	2	63
2 500	30	9	2	1	1	1	14	3	9	1	1	1	15	2	61
2 600	26	7	2	1	1	0	11	3	8	1	0	1	13	2	52
2 700	23	5	3	1	1	0	10	3	6	1	0	1	11	1	45
2 800	27	7	2	0	1	0	10	3	7	1	0	1	12	0	49
2 900	26	6	2	0	1	0	9	4	6	1	0	1	12	0	47
3 000	26	5	2	0	1	0	8	4	6	1	0	1	12	0	46
3 100	23	3	2	0	1	0	6	4	7	1	0	1	13	0	42
3 200	24	3	2	0	1	0	6	4	7	1	0	1	13	0	43
3 300	24	3	2	0	1	0	6	4	7	1	0	1	13	0	43
3 400	25	2	0	0	1	0	3	4	9	1	0	1	15	0	43
3 500	25	2	0	0	1	0	3	4	9	1	0	1	15	0	43
3 600	25	2	0	0	1	0	3	4	9	1	0	1	15	0	43

a) AG: Altitudes gradient; CF: Cosmopolitan Families; TF: Tropical Families; TempF: Temperate Families; EAF: Endemic Asia Families

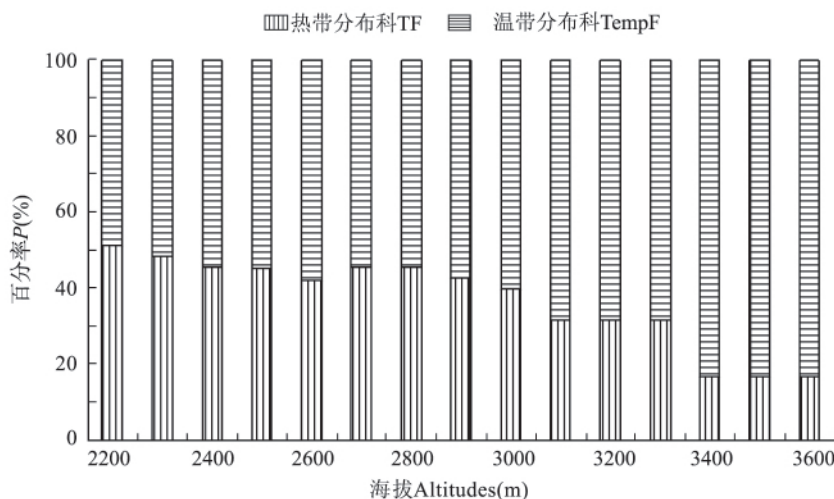


图1 马朗山川滇高山栎群落维管束植物热带分布科和温带分布科的海拔梯度格局

Fig. 1 The altitudinal gradient pattern of TF and TempF of vascular bundle plants of *Quercus aquifolioides* community in the Balangshan mountain

### 2.3 巴郎山川滇高山栎群落大于5属植物科的海拔梯度特征

在巴郎山川滇高山栎群落植物大于5属的植物科(表4)总属数随海拔升高在海拔2 300 m(总属数61属)和3 100 m~3 200 m(总属数54属)出现两个峰值,而海拔2 700 m总属数最低(总属数27属);在海拔梯度上连续分布的有蔷薇科(Rosaceae)、菊科(Compositae)、百合科(Liliaceae)等。蔷薇科属数随着海拔的升高到海拔2 600 m达到峰值,

随后降低;菊科(Compositae)植物属数随海拔升高具有上升趋势;百合科(Liliaceae)植物属数随海拔升高具有下降趋势;科虎耳草科(Saxifragaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)的属数随着海拔的升高呈间断分布;唇形科(Labiatae)、石竹科(Caryophyllaceae)呈局部分布;禾本科(Gramineae)在海拔2 200 m~3 300 m范围属数无明显变化;伞形科(Umbelliferae)、兰科(Orchidaceae)植物集中分布在海拔3 100 m~3 600 m范围属数无明显变化。

表 4 巴郎山川滇高山栎群落大于 5 属植物科属数的海拔梯度特征

Table 4 The genus number being greater than 5 of *Quercus aquifolioides* community along the altitudes gradient in the Balangshan mountain

科名	各海拔大于 5 属植物科的属数 $\geq 5$ genera number along altitudes gradient															
	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	
蔷薇科 Rosaceae	12	13	13	13	14	8	11	11	10	7	7	7	7	7	7	
虎耳草科 Saxifragaceae	8	8	7	8	6	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	
菊科 Compositae	10	11	10	10	9	8	13	14	14	16	16	13	14	14	14	
百合科 Liliaceae	7	8	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
毛茛科 Ranunculaceae	6	5	8	5	0	0	6	6	7	6	6	5	5	5	5	
唇形科 Labiatae	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
禾本科 Gramineae	5	6	6	6	5	5	7	6	6	6	6	6	0	0	0	
忍冬科 Caprifoliaceae	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
石竹科 Caryophyllaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	
伞形科 Umbelliferae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	8	8	8	
兰科 Orchidaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	5	5	5	5	
合计	53	61	52	50	47	27	43	43	49	54	54	49	50	50	50	

#### 2.4 巴郎山川滇高山栎群落植物种数前 10 位科的海拔梯度特征

在川滇高山栎林分布的垂直梯度带中植物种数前 10 位的科(表 5),有蔷薇科(Rosaceae)、菊科

(Compositae)、百合科(Liliaceae)、禾本科(Gramineae)、虎耳草科(Saxifragaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)等科在巴郎山阳坡整个海拔梯度带谱中均有分布。

表 5 巴郎山川滇高山栎群落植物种数排名前 10 位科的海拔梯度变化

Table 5 The top 10 prevalent families of *Quercus aquifolioides* community along the altitudes gradient in the Balangshan mountain

2 200 m		GN	SN	2 300 m		GN	SN	2 400 m		GN	SN
蔷薇科 Rosaceae	12	29	蔷薇科 Rosaceae	13	23	蔷薇科 Rosaceae	13	29	蔷薇科 Rosaceae	13	29
虎耳草科 Saxifragaceae	8	13	虎耳草科 Saxifragaceae	8	13	菊科 Compositae	10	13	菊科 Compositae	10	13
菊科 Compositae	10	11	菊科 Compositae	11	12	忍冬科 Caprifoliaceae	3	12	忍冬科 Caprifoliaceae	3	12
忍冬科 Caprifoliaceae	3	9	忍冬科 Caprifoliaceae	5	11	虎耳草科 Saxifragaceae	7	10	虎耳草科 Saxifragaceae	7	10
百合科 Liliaceae	7	7	百合科 Liliaceae	8	9	毛茛科 Ranunculaceae	8	9	毛茛科 Ranunculaceae	8	9
毛茛科 Ranunculaceae	6	6	小檗科 Berberidaceae	2	6	百合科 Liliaceae	8	8	百合科 Liliaceae	8	8
小檗科 Berberidaceae	2	6	禾本科 Gramineae	6	6	玄参科 Scrophulariaceae	4	6	玄参科 Scrophulariaceae	4	6
卫矛科 Celastraceae	2	5	毛茛科 Ranunculaceae	5	5	禾本科 Gramineae	6	6	禾本科 Gramineae	6	6
猕猴桃科 Actinidiaceae	2	5	猕猴桃科 Actinidiaceae	2	5	小檗科 Berberidaceae	2	5	小檗科 Berberidaceae	2	5
唇形科 Labiatae	5	5	卫矛科 Celastraceae	2	5	卫矛科 Celastraceae	2	4	卫矛科 Celastraceae	2	4
玄参科 Scrophulariaceae	3	5	唇形科 Labiatae	5	5						
禾本科 Gramineae	5	5	玄参科 Scrophulariaceae	3	5						
2 500 m		GN	SN	2 600 m		GN	SN	2 700 m		GN	SN
蔷薇科 Rosaceae	13	29	蔷薇科 Rosaceae	14	23	蔷薇科 Rosaceae	8	18	蔷薇科 Rosaceae	8	18
菊科 Compositae	10	13	忍冬科 Caprifoliaceae	5	13	忍冬科 Caprifoliaceae	3	10	忍冬科 Caprifoliaceae	3	10
忍冬科 Caprifoliaceae	4	12	菊科 Compositae	9	11	菊科 Compositae	8	10	菊科 Compositae	8	10
百合科 Liliaceae	8	8	百合科 Liliaceae	8	8	百合科 Liliaceae	6	6	百合科 Liliaceae	6	6
虎耳草科 Saxifragaceae	8	8	虎耳草科 Saxifragaceae	6	7	杨柳科 Salicaceae	1	5	杨柳科 Salicaceae	1	5
毛茛科 Ranunculaceae	5	7	毛茛科 Ranunculaceae	2	6	虎耳草科 Saxifragaceae	4	5	虎耳草科 Saxifragaceae	4	5
禾本科 Gramineae	6	7	玄参科 Scrophulariaceae	4	6	玄参科 Scrophulariaceae	3	5	玄参科 Scrophulariaceae	3	5
玄参科 Scrophulariaceae	3	6	杨柳科 Salicaceae	1	5	禾本科 Gramineae	5	5	禾本科 Gramineae	5	5
蝶形花科 Fabaceae	3	5	伞形科 Umbelliferae	4	5	毛茛科 Ranunculaceae	4	4	毛茛科 Ranunculaceae	4	4
伞形科 Umbelliferae	4	5	禾本科 Gramineae	5	5	蝶形花科 Fabaceae	2	4	蝶形花科 Fabaceae	2	4
2 800 m		GN	SN	2 900 m		GN	SN	3 000 m		GN	SN
菊科 Compositae	13	21	菊科 Compositae	14	22	菊科 Compositae	14	22	菊科 Compositae	14	22
蔷薇科 Rosaceae	11	19	蔷薇科 Rosaceae	11	21	蔷薇科 Rosaceae	10	20	蔷薇科 Rosaceae	10	20
忍冬科 Caprifoliaceae	3	13	忍冬科 Caprifoliaceae	3	13	忍冬科 Caprifoliaceae	3	12	忍冬科 Caprifoliaceae	3	12
禾本科 Gramineae	7	9	禾本科 Gramineae	6	9	毛茛科 Ranunculaceae	7	9	毛茛科 Ranunculaceae	7	9
毛茛科 Ranunculaceae	6	9	毛茛科 Ranunculaceae	6	9	禾本科 Gramineae	6	9	禾本科 Gramineae	6	9
玄参科 Scrophulariaceae	4	7	百合科 Liliaceae	6	6	石竹科 Caryophyllaceae	6	6	石竹科 Caryophyllaceae	6	6
百合科 Liliaceae	6	6	杨柳科 Salicaceae	2	5	玄参科 Scrophulariaceae	2	6	玄参科 Scrophulariaceae	2	6
杨柳科 Salicaceae	2	5	虎耳草科 Saxifragaceae	4	5	百合科 Liliaceae	6	6	百合科 Liliaceae	6	6
虎耳草科 Saxifragaceae	4	5	蝶形花科 Fabaceae	3	5	杨柳科 Salicaceae	2	5	杨柳科 Salicaceae	2	5
蝶形花科 Fabaceae	3	5	玄参科 Scrophulariaceae	2	5	蝶形花科 Fabaceae	3	5	蝶形花科 Fabaceae	3	5

(续表5)

3 100 m			3 200 m			3 300 m		
	GN	SN		GN	SN		GN	SN
菊科 Compositae	16	26	菊科 Compositae	16	26	菊科 Compositae	13	21
蔷薇科 Rosaceae	7	17	蔷薇科 Rosaceae	7	15	蔷薇科 Rosaceae	7	13
百合科 Liliaceae	6	9	百合科 Liliaceae	6	9	百合科 Liliaceae	6	9
禾本科 Gramineae	6	9	禾本科 Gramineae	6	9	禾本科 Gramineae	6	9
忍冬科 Caprifoliaceae	3	8	忍冬科 Caprifoliaceae	3	8	伞形科 Umbelliferae	7	7
毛茛科 Ranunculaceae	6	8	毛茛科 Ranunculaceae	6	8	忍冬科 Caprifoliaceae	3	7
伞形科 Umbelliferae	7	7	伞形科 Umbelliferae	7	7	毛茛科 Ranunculaceae	5	6
兰科 Orchidaceae	6	6	兰科 Orchidaceae	6	6	玄参科 Scrophulariaceae	2	5
杨柳科 Salicaceae	2	5	玄参科 Scrophulariaceae	2	5	兰科 Orchidaceae	5	5
玄参科 Scrophulariaceae	2	5	杨柳科 Salicaceae	2	4	杨柳科 Salicaceae	2	4
3 400 m			3 500 m			3 600 m		
	GN	SN		GN	SN		GN	SN
菊科 Compositae	14	22	菊科 Compositae	14	22	菊科 Compositae	14	22
蔷薇科 Rosaceae	7	16	蔷薇科 Rosaceae	7	16	蔷薇科 Rosaceae	7	16
虎耳草科 Saxifragaceae	5	11	虎耳草科 Saxifragaceae	5	11	虎耳草科 Saxifragaceae	5	11
伞形科 Umbelliferae	8	8	伞形科 Umbelliferae	8	8	伞形科 Umbelliferae	8	8
百合科 Liliaceae	6	8	百合科 Liliaceae	6	8	百合科 Liliaceae	6	8
玄参科 Scrophulariaceae	2	7	玄参科 Scrophulariaceae	3	7	玄参科 Scrophulariaceae	3	7
毛茛科 Ranunculaceae	5	6	毛茛科 Ranunculaceae	5	6	毛茛科 Ranunculaceae	5	6
杜鹃花科 Ericaceae	1	6	杜鹃花科 Ericaceae	1	6	杜鹃花科 Ericaceae	1	6
兰科 Orchidaceae	5	6	兰科 Orchidaceae	5	6	兰科 Orchidaceae	5	6
景天科 Crassulaceae	1	5	石竹科 Caryophyllaceae	4	5	石竹科 Caryophyllaceae	4	5

a) GN: Genera number; SN: species number

在海拔 2 200 m ~ 2 400 m 地带,以忍冬科(Caprifoliaceae)、小檗科(Berberidaceae)、卫矛科(Celastraceae)和猕猴桃科(Actinidiaceae)等成为其区系中的标志性科。整个海拔带的植物区系成分有较大的共性,即热带分布科与温带分布科几乎相当:泛热带分布及其变型、东亚(热带、亚热带)和热带南美洲间断分布、热带亚洲至热带非洲分布科和热带亚洲分布等的科都集中在该海拔带分布植被中,但热带科的种类不占优势,而以忍冬科(Caprifoliaceae)、百合科(Liliaceae)以及属于欧亚和南美洲温带间断分布的小檗科(Berberidaceae)等科为主的植物在林下物种构成和覆盖度上都占有很大比例,虽然山毛榉科(Fagaceae)种数很少,但在该地带成为优势建群种,组成以栎属(*Quercus*)中川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)为主,与忍冬科(Caprifoliaceae)、小檗科(Berberidaceae)、卫矛科(Celastraceae)等科的种类形成森林群落。东亚特有猕猴桃科(Caprifoliaceae)以及其他古老科如桦木科(Betulaceae)、槭科(Aceraceae)、水龙骨科(Polypodiaceae)、樟科(Lauraceae)、马兜铃科(Aristolochiaceae)的存在反映了该海拔地带与本区古老区系的联系。

在海拔 2 500 m ~ 2 900 m 地带,植物科以蔷薇科(Rosaceae)、菊科(Compositae)、禾本科(Gramineae)、毛茛科(Ranunculaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)等世界分布科处于优势地位,在优势上有明显的更替。海拔上升到 2 800

m 时,菊科(Compositae)跃居首位,但仍以川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)与忍冬科(Caprifoliaceae)、小檗科(Berberidaceae)等科种类形成的主要森林群落。卫矛科(Celastraceae)、猕猴桃科(Actinidiaceae)等科的种类减少,杨柳科(Salicaceae)植物种类增加;总体上温带成分在种类上呈上升趋势。

在海拔 3 000 m ~ 3 300 m 地带,植物科以菊科(Compositae)、蔷薇科(Rosaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、禾本科(Gramineae)等世界分布科处于优势地位,其次为北温带分布的忍冬科(Caprifoliaceae)、百合科(Liliaceae)和杨柳科(Salicaceae)也已确立优势地位。分布在本地带的植物科内植物种类明显减少,山毛榉科(Fagaceae)仅有栎属(*Quercus*)的川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*),但与忍冬科(Caprifoliaceae)、杨柳科(Salicaceae)等科的种类形成主要森林群落。

在海拔 3 300 m 以上,植物区系成分的明显变化是菊科(Compositae)、蔷薇科(Rosaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)等科植物种类回升且占优势地位。

### 3 讨论

#### 3.1 川滇高山栎群落植物科分布类型与邻近地区的关系

中国境内有珙桐科、杜仲科、银杏科、独叶草科、大血藤科、伯乐树科和瘦椒树科共 7 个特有科和

220 多个特有属(其中产于中国西部的有 12 属) 这些特有属的来源十分复杂,其中有些是古老类群的残遗,有的是新近分化的,有的是由特殊地质,或边缘效应形成的和天然杂交形成的(张宏达等,1994) 和中国特有种以横断山区最多(64.04%)(李锡文,1996)。特有性是生物多样性的主要原因,华夏植物区系丰富的特有成分及其多样化,构成了该区系是地球上最为丰富和复杂的区系之一。在巴郎山川滇高山栎群落分布的东亚分布科有 2 个科,为全国东亚分布科 18 科的 11.11%,为卧龙地区同类分布科的 28.57%;而卧龙地区与日本共有 1 科,与东喜马拉雅山共有的为 2 科,其余 2 科为我国特有种(表 6) 在这些科中,领春木科(Trochodendraceae)、水青树科(Tetracentraceae) 偏西南分布到喜马拉雅,呈中国-喜马拉雅分布式样;连香树科(Cercidiphyllaceae) 向东偏北分布至日本,呈中国-日本分布式样。通过上述分析,表明卧龙地区东亚分布科中单型科的比例较大,在系统发育上多为原始或孤立的科,而温带性的科或属十分丰富。卧龙地区植物不仅具有

中国-日本植物区系的各种成分,而且还具有中国-喜马拉雅的成分。在卧龙植物区系中之所以出现这些成分,可归因于植物区系的共同起源,中国西南部热带是中国-日本区系的发源地,而东亚植物区系是古老的东京-云南东南部区系在历史发展上的一个支派,其传布路线经由我国中部的贵州、四川和湖北达到东部沿海的江苏和浙江,西达川西高原的边界,西北以秦岭、淮河为界,作为区系植物的发源中心(吴征镒,1980)。由于位于川西卧龙地区特殊自然条件,无论在保存古老区系成分方面,以及创造新种方面都具有有利的条件。另一方面也许和复杂多样的地貌条件及区系植物的迁移有关,例如:印度-马来西亚成分的北侵和第四纪以来冰川期间北方成分的南移,但从区系发生的观点来看,卧龙地区植物区系整体上应属我国植物区系的温带成分,与四川盆地西部的二郎山、峨眉山植物区系联系密切,其次,与云南西北部玉龙山区系联系较安徽南部黄山区系联系密切,也可以从属相似性系数的统计结果得到证实(秦自生等,1987)。

表 6 巴郎山川滇高山栎群落东亚分布科与邻近地区的比较

Table 6 Comparison of families of vascular bundle plants in the Balangshan mountain

科名 Name of family	中国 China		卧龙地区 Wolong		巴郎山 Balangshan		分布区 Region of distribution
	种数 SN	属数 GN	种数 SN	属数 GN	种数 SN	属数 GN	
连香树科 Cercidiphyllaceae	1	1	1	1	0	0	中国-日本
大血藤科 Sargentodoxaceae	1	1	1	1	0	0	中国特有
水青树科 Tetracentraceae	1	1	1	1	0	0	中国-喜马拉雅
猕猴桃科 Actinidiaceae	1	1	10	2	5	2	东亚
领春木科 Trochodendraceae	2	1	1	1	0	0	中国-喜马拉雅
珙桐科 Davidiaceae	1	1	1	1	0	0	中国特有
旌节花科 Stachyuraceae	10	1	4	1	1	1	东亚
三尖杉科 Cephalotaxaceae	9	1	1	1	0	0	东亚

### 3.2 川滇高山栎群落植物科分布类型与高山环境的关系

根据巴郎山主要环境因素特点(表 7),年平均温度随海拔升高呈现下降趋势(刘兴良等,2013),而川滇高山栎群落植物科组成随海拔梯度上升具有明显的变化,表明川滇高山栎群落植物科分布类型

与高山环境条件的梯度变化密切相关。

在卧龙巴郎山阳坡植物科分布格局中,在海拔 2 200 m~2 800 m 范围内热带分布科随海拔的升高具有递减的趋势,温带分布科随海拔的升高出现两个峰值,热带分布科和温带分布科相当。

表 7 巴郎山阳坡不同海拔环境因子特征

Table 7 The characteristics of environmental factors on southern facing slope in the Balangshan mountain along the altitudes gradient

海拔 Alti (m)	生境因子 Habitat factors			气象因子 Meteorological factors				
	坡向 Asp (°)	坡度 S (°)	坡位 SP	年平均温度 (°C)	1月平均温度 (°C)	7月平均温度 (°C)	年平均降水量 (mm)	年平均蒸发量 (mm)
2 200	SE	43°	下部	8.4	1.0	16.9	846.5	815.1
2 700	SE	38°	中部	6.2	-2.8	15.5	628.7	772.1
3 600	SE35°	40°	上部	1.1	-9.5	8.9	832.6	806.5

Alti: Altitude; A: Area; S: Slope (°); Asp: Aspect (°); SP: Slope position

在海拔 2 800 m ~ 2 900 m 地带,森林植物的科以菊科(Compositae)、蔷薇科(Rosaceae)等世界分布科处于优势地位,其次为北温带分布的忍冬科(Caprifoliaceae)、杨柳科(Salicaceae)和百合科(Liliaceae)也已确立优势地位,分布在本地带的植物科内植物种类明显减少;山毛榉科(Fagaceae)仅有栎属(*Quercus*)的川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*),但与忍冬科(Caprifoliaceae)、杨柳科(Salicaceae)等科的种类形成主要森林群落。总体上温带成分在种类上呈上升趋势(徐成东等,2008)。

在海拔 2 900 m 以上,温带分布科明显增多(徐成东等,2008)。菊科(Compositae)是高山带最重要的科,杜鹃花科(Ericaceae)的地位在亚高山灌丛带达到顶峰(沈泽昊等,2004)同样得到证实。景天科(Crassulaceae)和兰科(Orchidaceae)进入前位,伞形科(Umbelliferae)、玄参科(Scrophulariaceae)、百合科(Liliaceae)极为繁盛,禾本科、蝶形花科、石竹科(Caryophyllaceae)等草本植物地位的上升(徐成东等,2008;沈泽昊和方精云,2011;赵淑清等,2004),但忍冬科(Caprifoliaceae)、百合科(Liliaceae)和杨柳科(Salicaceae)等科种类的减少,同样反映了亚高山环境的变化。

### 3.3 川滇高山栎群落植物科分布数量与高山环境的关系

卧龙巴郎山川滇高山栎群落植物科数随着海拔分布趋势,而高黎贡山种子植物科水平的丰富度随海拔的升高呈现偏峰曲线关系,即中海拔物种丰富度水平最高,而科的密度随海拔的升高呈偏峰曲线关系(王志恒等,2004),在海拔 2 000 m 以上呈递减趋势的分布格局与卧龙巴郎山川滇高山栎群落植物科数分布趋势基本一致。海拔梯度反映了水热状况的梯度变化(Marts et al., 1988),海拔的影响反映了气候因子的综合影响(Whittaker, 1960),相对于低海拔和高海拔,中海拔地段可能是热量和水分组合形成最适应生境,使资源可利用率较高(王国宏, 2002)。由于卧龙地区相对高差很大,阳坡和阴坡水热条件差异甚大,虽然其基带植被都为山地常绿阔叶林,但阳坡和阴坡在各个海拔上植被分布类型及其树种组成完全不同,卧龙巴郎山阳坡海拔 2 700 m ~ 3 300 m 地带主要以川滇高山栎林为主,卧龙邓生阴坡海拔范围 2 700 m ~ 3 600 m 主要以岷江冷杉林为主,因此,川滇高山栎群落植物科分布数量差异

可能是坡面长度、坡向及海拔等环境条件差异而形成。

卧龙巴郎山川滇高山栎群落分布的植物科数随着海拔升高具有降低的趋势,但在海拔 3 100 m 以上分布的植物科数没有变化,而热带分布科随海拔的升高具有递减的趋势,温带分布科随海拔的升高出现 2 个峰值,在海拔 2 200 m ~ 2 800 m 范围,热带分布科和温带分布科相当,海拔 2 900 m 以上,温带分布科明显增多,这种植物科分布格局一个可能原因是物种的分布存在一个不可逾越的边界(hard boundary)(Colwell & Lees, 2000),因而随海拔升高热带分布科植物逐渐被温带分布科替代。模型模拟喜马拉雅地区物种丰富度沿海拔梯度的格局,发现物种分布的边界对于形成物种丰富度与海拔之间的偏峰曲线关系具有重要影响(Grytnes & Vetaas, 2002),植物分布的这种边界在卧龙巴郎山地区也同样存在,与高黎贡山地区植物科分布格局类似(王志恒等,2004)。

### 参考文献:

- [1] 蒋有绪,郭泉水,马娟. 中国森林群落结构及其群落学特征[M]. 北京: 科学出版社, 中国林业出版社, 1998.
- [2] 蒋有绪,王伯荪,臧润国等. 海南岛热带雨林的生物多样性及机制[M]. 北京: 科学出版社, 2002, 111 ~ 113.
- [3] 李锡文. 中国种子植物区系统计分析[J]. 云南植物研究, 1996, 18(4): 363 ~ 384.
- [4] 刘兴良,何飞,樊华,等. 卧龙巴郎山川滇高山栎群落植物叶型海拔梯度特征[J]. 生态学报, 2013, 33(22): 7148 ~ 7155.
- [5] 刘兴良. 川西巴郎山川滇高山栎群落生态学的研究[D]. 北京林业大学, 2006.
- [6] 秦自生等. 卧龙植被及资源植物[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1987.
- [7] 沈泽昊,刘增力,伍杰. 贡嘎山东坡植物区系的垂直格局[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 89 ~ 98.
- [8] 沈泽昊和方精云. 贡嘎山东坡植被垂直带的植物物种多样性的分布格局[J]. 植物生态学报, 2011, 25(6): 721 ~ 732.
- [9] 四川植被协作组. 四川植被[M]. 成都: 四川人民出版社, 1980.
- [10] 王国宏. 祁连山北坡中段植物群落多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2002, 10(1): 7 ~ 14.
- [11] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [12] 王文采等. 横断山脉维管束植物(上、下)[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [13] 王襄平,王志恒,方精云. 中国的主要山脉和山峰[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 206 ~ 212.
- [14] 王志恒,陈安平,朴世龙,等. 高黎贡山种子植物物种丰富度



- 沿海海拔梯度的变化. 生物多样性 2004, 12(1): 82~88
- [15] 吴兆洪, 秦仁昌. 中国蕨类植物科属志 [M]. 北京: 科学出版社, 1991, 1~565.
- [16] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统 [J]. 云南植物研究, 2003a, 25(3): 245~257.
- [17] 吴征镒, 周浙昆, 孙航, 等. 种子植物分布区类型及其起源和分化 [M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2006, 96~104.
- [18] 吴征镒, 朱彦丞主编. 云南植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [19] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订 [J]. 云南植物研究, 2003b, 25(5): 535~238.
- [20] 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(IV): 1~139.
- [21] 吴征镒. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [22] 徐成东, 冯建孟, 王襄平, 等. 云南高黎贡山北段植物物种多样性的垂直分布格局 [J]. 生态学杂志, 2008, 27(3): 323~327.
- [23] 张宏达. 再论华夏植物区系的起源 [J]. 中山大学学报, 1994, 33(2): 1~9.
- [24] 赵淑清, 方精云, 宗占江, 等. 长白山北坡植物群落组成、结构及物种多样性的垂直分布 [J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 164~173.
- [25] 中国自然地理编辑委员会. 吴征镒, 王荷生, 等. 中国自然地理—植物地理(上册) [M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [26] Colwell R K and Lees D C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness [J]. Trends in Ecology and Evolution, 2000, 15: 70~76.
- [27] Grytnes J A & Vetaas O R. Species richness and altitude: a comparison between Null Models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient, Nepal. American Naturalist, 2002, 159: 294~304.
- [28] Marrs R H, Proctor J, Heaney A and M D Mountfield. Changes in soils nitrogen mineralization and nitrification along an altitudinal transect in tropical rain forest in Costa Rica. Journal of Ecology, 1988, 76: 466~482.
- [29] Whittaker P H. Vegetation of the Siskiyou Mountain, Oregon and California. Ecology Monograph, 1960, 30: 279~338.

.....

(上接第 41 页)

- [4] 孙云, 江春柳. 观察和测定茶新鲜植物叶片中的抗坏血酸过氧化物酶活动的变化 [J]. 热带作物学报, 2008: 562~563.
- [5] 高俊风. 植物生理学实验技术 [M]. 北京: 世界图书出版公司, 2000: 921.
- [6] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 123~124, 127~128.
- [7] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134~200.
- [8] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导 [M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2003: 123~124, 127~128.
- [9] 张智猛, 戴良香, 宋文武, 等. 干旱处理对花生品种叶片保护酶活性和渗透物质含量的影响 [J]. 作物学报, 2013, 39(1): 133~141.
- [10] 宋丽梅, 代微然, 任健, 等. 干旱胁迫及复水处理对百脉根叶片丙二醛含量及抗氧化酶活性的影响 [J]. 云南农业大学学报, 2014, 29(1): 37~42.
- [11] 梁大伟, 马履. 自然降温对红花玉兰抗寒生理指标的影响 [J]. 林业科技开发, 2010, 4(02): 6~7.
- [12] 裴斌, 张光灿, 张淑勇, 等. 土壤干旱胁迫对沙棘叶片光合作用和抗氧化酶活性的影响 [J]. 生态学报, 2013, 33(5): 1386~1396.