

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2017.01.002

## 四川省湿地种子植物多样性及区系研究

王 恋<sup>1,2</sup>, 王 娟<sup>2</sup>, 刘贤安<sup>1,2</sup>, 赵 丹<sup>1,2</sup>

(1. 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 成都理工大学 生态资源与景观研究所, 四川 成都 610059)

**摘要:** 根据四川省 2011–2012 年第二次湿地资源调查结果, 对四川省湿地种子植物区系进行分析。结果表明, 四川省现有湿地种子植物 948 种, 隶属 80 科 334 属 (裸子植物 1 科 2 属 2 种, 被子植物 79 科 332 属 946 种), 其中国家重点保护野生植物 6 种, 珍稀濒危植物 5 种。湿地种子植物中大科、大属的优势现象明显, 区系较为古老, 特有属较少。从分布区类型看, 科级水平上有 8 个类型、6 个亚型, 其中世界分布种数最多, 泛热带成分次之, 表现出较强的热带性质; 属级水平上有 14 个类型、8 个亚型, 以温带区系成分为主, 北温带分布及其亚型地位突出, 表现出典型的温带性质; 温带成分略多于热带成分, 中国-喜马拉雅成分占较大比重, 说明四川省湿地种子植物的分布受青藏高原隆升所形成的亚热带山地气候影响较大, 从热带向温带过渡的区系特点; 同时中国-日本成分比重也较大, 表明与日本植物区系关系密切。科的分化强度为 4.2, 属的分化强度为 2.8, 种的分化强度为 0.07, 在科、属水平上均表现出较强的区系分化特征。相似性分析表明该区湿地种子植物区系与云南、西藏、湖北具有共同的区系起源和物种分化形成背景。

**关键词:** 种子植物; 物种多样性; 区系组成和分化; 湿地; 四川省

**中图分类号:** S718.3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-3776 (2017) 01-0006-07

## Diversity and Flora of Seed Plants of Wetland in Sichuan Province

WANG Lian<sup>1,2</sup>, WANG Juan<sup>2</sup>, LIU Xian-an<sup>1,2</sup>, ZHAO Dan<sup>1,2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Ecological Resources and Landscape Institute, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** Based on the second wetland resources investigation in Sichuan from 2011 to 2012, analysis was made on flora of seed plants in wetlands of Sichuan province. The results showed that there were 948 species, belonging to 334 genera and 80 families, including gymnosperms (2 species of 2 genera and 1 family) and angiosperms (946 species, 332 genera and 79 families). Among them, 6 species are listed in national key protection and 5 ones are rare and endangered. The dominance of plurimotypic families and genera of wetland seed plants was obvious, and the flora was ancient with rare endemic genus. At family level, there were 8 types and 6 sub-types, dominated by Cosmopolitan and Pantropic, indicating strong tropical property, and at genus level, there were 14 types and 8 sub-types dominated by Temperate, especially North temperate elements, showing tropical temperate characteristics. It had slightly more Temperate elements than tropic ones, and Sino-Himalaya components were dominant, illustrating that distribution of wetland seed plants in Sichuan province had been strongly influenced by subtropical mountain climate led by Tibet plateau uplift, and reflecting a transition from tropical to temperate. Meanwhile, Sino-Japan components occupied large ratio, which indicated that it had chose relation with flora of Japan. Differentiation intensity of family was 4.2, that of genus was 2.8 and of species was 0.07. Similarity analysis demonstrated that seed plant flora of wetland in Sichuan, Yunnan, Tibet and Hubei shared the same origin and the background of species differentiation.

**Key words:** seed plant; species diversity; floristic composition and differentiation; wetland; Sichuan

收稿日期: 2016-09-18; 修回日期: 2016-12-21

基金项目: 四川省第二次湿地资源调查项目 (80303-KHS043), 四川省第二次全国重点保护野生植物资源调查项目 (80303-SRQ012)

作者简介: 王恋, 硕士研究生, 主要从事植物系统进化和植物生态研究; E-mail: lianwang2016@163.com。通信作者: 王娟, 讲师, 博士研究生, 主要从事植物学及生物多样性方面的研究; E-mail: p6309@126.com。

湿地植物是指生活在地表经常过湿、常年积水或浅水的环境中, 植物的基部浸没在水中, 茎叶大部分挺于水面之上, 暴露在空气中的植物, 包括沼生植物、湿生植物和水生植物<sup>[1]</sup>。湿地植物是湿地生态系统的重要组成部分, 在维持湿地生态系统功能上有重要作用。20 世纪 70 年代以来, 我国学者对湿地植物组成及其区系特征、群落类型与结构、湿地植被类型划分等进行了研究。李恒等根据优势种和植物的生活型将泸沽湖的植被划分为 10 种群落类型, 并研究了横断山区的湖泊湿地植被<sup>[2-3]</sup>。阳小成、李英南、谭志卫、李小艳等学者在泸沽湖水生植物的植物种类、植被组成和分布类型等方面进行了深入研究<sup>[4-7]</sup>。赵佐成阐明了川西高原四县的水生植物群落结构和区系特征<sup>[8-10]</sup>。何飞等研究了川西水生维管束植物区系地理和生态类型<sup>[11-12]</sup>。但至今未见省域尺度上的湿地种子植物多样性、区系性质等方面的研究报道。基于四川省第二次湿地资源调查资料, 从植物区系学角度, 分析了全省湿地种子植物区系组成, 并与邻近的云南、西藏及同纬度的湖北进行对比, 旨在阐明四川省湿地种子植物区系特征以及与云南、西藏、湖北三省(区)的植物区系的分布和演化关系, 为四川省湿地资源的保护提供理论依据。

## 1 研究区概况

四川省地处青藏高原和长江中下游平原的过渡带, 26°03' ~ 34°19' N, 92°21' ~ 108°12' E, 总面积为 48.6 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 居全国第五位。四川盆地区属亚热带湿润气候, 气温较高, 无霜期长, 雨量多, 日照少, 年均温 16℃ 以上, 年降水量 1 000~1 400 mm; 川西南山地区, 冬暖夏凉, 干湿明显, 气候垂直变化大, 年均温 12 ~ 20℃, 年降水量 900~1 200 mm; 川西高山高原区有暖温带、温带、寒温带和高原气候, 冬寒夏凉, 水热不足, 年均温 4~12℃, 年降水量 500 ~ 900 mm。四川省复杂的地质和自然地理条件, 孕育了丰富多样的湿地植物资源。

## 2 研究方法

以 2011–2012 年四川省第二次湿地资源调查资料为基础, 参考《中国植物志》、《四川植物志》、《中国湿地植被》、《中国常见湿地植物》<sup>[13-16]</sup>及相关文献进行补充, 建立四川省湿地种子植物名录数据库。

参照吴征镒的世界种子植物科的分布区类型、中国种子植物属的分布区类型、论中国植物区系的分区问题和种子植物分区的类型及其起源和分化中关于中国种子植物的分布区类型<sup>[17-20]</sup>, 以及郝日明、李仁伟、谢大军等学者对四川省植物区系的研究<sup>[21-27]</sup>, 对四川省湿地种子植物区系科、属的分布区类型进行统计和分析, 同时与湖北、云南、西藏湿地种子植物区系进行比较研究。

区系分化强度分析:

科的区系分化强度=属数/科数, 属的区系分化强度=种数/属数, 种的区系分化强度=种下单位数/原种数。

区系过渡性分析:

区系过渡性=温带区系成分比重/热带区系成分比重的比值。

相似性系数分析:

$$Sc = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

式中  $Sc$  代表两个区域的科(或属、种)相似性系数,  $C$  代表两地共有的非世界分布科(或属、种)数,  $A$  和  $B$  代表两地各自的非世界分布总科(或属、种)数。

## 3 结果与分析

### 3.1 湿地种子植物区系组成

3.1.1 科、属、种的数量组成 统计表明, 四川省现有湿地种子植物 948 种, 隶属 80 科 334 属。其中, 裸子植

物 2 种, 隶属 1 科 2 属; 被子植物 946 种, 隶属 79 科 332 属 (表 1)。四川省湿地种子植物的科、属、种占四川省种子植物科、属、种的百分比分别为 42.33%, 21.65%, 9.37%, 占全国湿地种子植物科、属、种的百分比分别为 59.70%, 52.68%, 48.89% (表 2)。

表 1 四川省湿地种子植物  
Table 1 Spermatophyte in wetlands in Sichuan province

门类	科	比例/%	属	比例/%	种	比例/%
裸子植物	1	1.25	2	5.98	2	0.21
被子植物	79	98.75	332	93.02	946	99.79
合计	80	100.00	334	100.00	948	100.00

表 2 四川省湿地种子植物与全国湿地和四川省种子植物科、属、种的比较

Table 2 Comparison on families, genera and species of spermatophyte in wetlands in Sichuan province with that in China and total spermatophyte in Sichuan

种类	四川湿地			全国湿地			四川		
	科	属	种	科	属	种	科	属	种
裸子植物	1	2	2	4.00	9.00	20.00	10.00	19.00	94.00
被子植物	79	332	946	130.00	625.00	1 919.00	179.00	1 518.00	10 025.00
合计	80	334	948	134.00	634.00	1 939.00	189.00	1 547.00	10 119.00
比例/%	—	—	—	59.70	52.68	48.89	42.33	21.65	9.37

注: 全国湿地数据来源于参考文献[1], 四川湿地数据来源于参考文献[23]。

3.1.2 重点保护及珍稀濒危物种 根据《国家重点保护野生植物名录 (第一批)》和《中国珍稀濒危保护植物名录》统计, 四川省湿地种子植物中有国家重点保护野生植物 6 种, 其中国家 I 级重点保护植物有 2 种, 分别为水杉 *Metasequoia glyptostroboides* 和菹菜 *Brasenia schreberi*, 国家 II 级重点保护植物有 4 种, 包括金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*, 莲 *Nelumbo nucifera*, 野菱 *Trapa incisa* var. *quadricaudata*, 芒苞草 *Acanthochlamys bracteata*; 中国珍稀濒危植物有 5 种, 其中稀有植物有星叶草 *Circaea agrestis*, 桃儿七 *Sinopodophyllum hexandrum*, 渐危植物有八角莲 *Dysosma versipellis*, 海菜花 *Ottelia acuminata*, 极度濒危灭绝植物有疏花水柏枝 *Myricaria laxiflora*。

### 3.2 湿地种子植物区系组成分析

参照植物区系的科、属组成常用划分方法<sup>[27-28]</sup>, 根据各科或属在区系中所含种的多少, 将四川湿地种子植物科划分为四个等级: ①单种科, 1 种的科; ②寡种科, 2~9 种的科; ③中等科, 10~19 种的科; ④大科, 20 种以上的科。四川湿地种子植物属也可划分为四个等级: ①单种属, 仅 1 种的属; ②寡种属, 2~5 种的属; ③中等属, 6~9 种的属; ④大属, 10 种以上的属。

3.2.1 科的区系组成分析 统计结果表明 (表 3), 寡种科所占比例最大, 共 39 科, 占总科数的 48.75%, 有车前科 *Plantaginaceae*、千屈菜科 *Lythraceae* 等。单种科 18 科, 包含芒苞草科 *Acanthochlamydaceae*、金鱼藻科 *Ceratophyllaceae* 等。寡种科和单种科共占总科数的 71.25%, 但所含种数占总种数的 18.46%, 说明这些科在四川省湿地种子植物中占从属地位。中等科 10 科, 主要包括伞形科 *Umbelliferae*, 天南星科 *Araceae* 等。大科包括禾本科 *Gramineae*、莎草科 *Cyperaceae* 等 13 科 637 种, 其科数仅占总科数的 16.25%, 但种数占总种数的 67.19%, 说明大科优势明显, 在四川省湿地种子植物中占主导地位。

表 3 四川省湿地种子植物科的组成  
Table 3 Family components of seed plants in wetlands in Sichuan province

级别	科数/科	科比例/%	种数/种	种比例/%
大科 (≥20 种)	13	16.25	637	67.19
中等科 (10~19 种)	10	12.50	136	14.35
寡种科 (2~9 种)	39	48.75	157	16.56
单种科	18	22.50	18	1.90
合计	80	100.00	948	100.00

3.2.2 属的区系组成分析 从植物属的组成来看 (表 4), 单种属所占比例最大, 共 179 属, 占总属数的 53.59%, 包含白酒草属 *Conyza*, 芒苞草属 *Acanthochlamys* 等。其次是寡种属, 共 117 属, 占总属数的 35.03%。中等属

有 23 属, 主要包括杜鹃属 *Rhododendron*, 酸模属 *Rumex* 等, 占总属数的 6.89%。大属 15 属, 占总属数的 4.49%, 主要包括薹草属 *Carex*, 蓼属 *Polygonum* 等, 共含有 265 种, 占该区系总种数的 27.95%, 可见该区大属优势较为明显。

表 4 四川省湿地种子植物属的组成  
Table 4 Genera components of seed plants in wetlands in Sichuan province

级别	属数/属	占总属数比例/%	种数/种	占总种数比例/%
大属(≥10 种)	15	4.49	265	27.95
中等属 (6~9 种)	23	6.89	173	18.25
寡种属 (2~5 种)	117	35.03	331	34.92
单种属	179	53.59	179	18.88
总计	334	100.00	948	100.00

3.2.3 国家重点保护植物及珍稀濒危物种组成分析 四川省湿地种子植物中, 国家重点保护和珍稀濒危共 11 种, 隶属于 8 科 11 属, 分别占四川省湿地种子植物科、属、种总数的 10%, 3.3%和 1.1%。其中单种属 5 属, 单种科 2 种, 单种科、属占较大比重。

3.3 湿地种子植物区系地理成分

3.3.1 科的分布类型 四川省湿地种子植物区系科的分布型共有 9 种 (表 5)。其中, 世界分布 42 科, 占总科数的 52.50%, 包含禾本科、莎草科、睡莲科 *Nymphaeaceae* 等, 广泛分布于本区湿地植被中。热带分布 21 科, 占非世界分布科的 55.26%, 其中以泛热带及其变型为主, 占热带分布的 80.93%, 如凤仙花科 *Balsaminaceae*, 鸢尾科 *Iridaceae* 等, 是四川湿地重要的植物资源, 常构成湿地植被中的优势种或常见种。温带分布 16 科, 占非世界分布科的 43.24%, 以北温带及其变型最多, 占温带分布的 81.24%, 含忍冬科 *Caprifoliaceae*, 黑三棱科 *Sparganiaceae* 等。中国特有分布 1 科——芒苞草科, 分布于四川西部和西藏东南部。

表 5 四川省湿地种子植物科的分布型  
Table 5 The areal-types of families of seed plants in wetlands in Sichuan province

分布类型	科数/科	比例/%
1.世界分布	42	—
2.泛热带分布	14	36.84
2-2.热带亚洲、非洲和中至南美洲间断	2	5.26
2S.以南半球为主的泛热带	1	2.63
3.热带亚洲和热带美洲间断	1	2.63
5.热带亚洲至热带大洋洲	2	5.26
6-d.南非 (主要是好望角)	1	2.63
8.北温带分布	3	7.89
8-4 北温带和南温带间断分布 (泛温带)	8	21.04
8-5 欧亚和温带南美洲间断	1	2.63
8-6 地中海、东亚、新西兰和墨西哥-智利间断分布	1	2.63
9.东亚及北美间断	1	2.63
10.旧世界温带	2	5.26
15.中国特有	1	2.63
合计	80	100.00

注: 计算各科的百分比时除去了世界分布型。

3.3.2 属的分布类型 属作为分类学上最自然

的类群, 相互间能更好地划清界限, 因此植物属的分布区类型比科更能具体反映植物的演化扩展过程、区域分异及地理特征。四川省湿地种子植物 334 属共有 14 个分布型 8 个亚型 (表 6), 体现了该区系地理成分的复杂性。

3.3.2.1 世界分布 四川省湿地种子植物中世界分布 59 属, 占总属数的 17.66%, 体现了该区系与世界其他地区区系的广泛联系。多为草本植物类群, 其中龙胆属 *Gentiana* 和珍珠菜属 *Lysimachia* 为典型的世界分布属, 薹草属、蓼属、蔊菜属 *Rorippa* 等为该区湿地植被的主要组成类型。

3.3.2.1 热带分布 共计 104 属, 占非世界分布属的 37.81%。其中泛热带及其亚型最多, 共 67 属, 其中冷水花属 *Pilea*, 凤仙花属 *Impatiens*, 飘拂草属 *Fimbristylis* 等的多种常见草本植物构成了四川湿地植被的优势种或建群种。热带亚洲和热带美洲间断分布包括凤眼蓝属 *Eichhornia*, 过江藤属 *Phyla* 等 3 属。旧世界热带分布及其亚型包括楼梯草属 *Elatostema*, 小丽草属 *Coelachne* 等 10 属。热带亚洲至热带大洋洲分布包括黑藻属 *Hydrilla* 等 5 属, 多分布于河流、沟边或林缘。除泛热带分布外, 热带亚洲至热带非洲在四川湿地种子植物的热带分布

类型中优势相对突出, 共 10 属, 其中水麻属 *Debregeasia*, 野苘蒿属 *Crassocephalum* 在四川湿地中较常见, 是湿地植被中主要的伴生种。热带亚洲分布共 9 属, 常见属有蛇莓属 *Duchesnea* 和薏苡属 *Coix*。

3.3.2.3 温带分布 共计 165 属, 占非世界分布属的 60.00%。显然, 温带分布型在四川省湿地种子植物区系中占有绝对优势, 是最主要的地理成分。其中北温带分布及其亚型地位突出, 共 95 属, 占温带分布型的 57.58%, 报春花属 *Primula*, 马先蒿属 *Pedicularis*, 嵩草属 *Kobresia* 等构成了川西高寒湿地植被的主体成分。东亚和北美洲间断分布包含菖蒲属 *Acorus* 等 8 个草本属和落羽杉属 *Taxodium* 1 个木本属。旧世界温带分布及其亚型共 22 属, 如橐吾属 *Ligularia* 等。温带亚洲分布共 8 属, 如大黄属 *Rheum*, 虎杖属 *Reynoutria* 等, 该分布属大多在喜马拉雅地区得到进一步的发展, 向西南各省四周发散。中亚分布仅中亚至喜马拉雅和我国西南部分布亚型的高河菜属 *Megacarpaea* 和三角草属 *Trikeriaia*。东亚及其亚型共 29 属, 占温带分布的 17.57%, 其中中国-喜马拉雅分布亚型有垂头菊属 *Cremanthodium*, 鬼臼属 *Dysosma* 等 9 属, 中国-日本分布亚型有半夏属 *Pinellia* 等 5 属。其中垂头菊属是喜马拉雅山及毗邻地区的特有属, 在高山草甸常成片分布。

3.3.2.4 中国特有分布 四川湿地种子植物属区系中共有 6 属, 占区系非世界分布属的 2.19%, 包括裸蒴属 *Gymnotheca*, 马蹄黄属 *Spenceria*, 水杉属 *Metasequoia*, 虾子草属 *Mimulicalyx*, 血水草属 *Eomecon* 和芒苞草属, 其中血水草属是第四纪冰川后的孑遗成员, 为第三纪古热带起源。芒苞草属是一个残遗单种属, 分布于四川西部和西南部以及西藏东南部的横断山区腹地, 以中国西南部的中国-喜马拉雅森林植物亚区为分布中心, 是古地中海植物区系残遗的体现。

3.4 与邻近地区湿地种子植物区系组成比较

3.4.1 相似性分析 地区植物区系之间的亲缘关系通常由它们共有的科、属、种相似性系数来反映<sup>[29]</sup>。从表 7 可以看出, 四川省湿地种子植物区系的科、属、种的组成与邻近的湖北、云南和西藏的区系联系都十分密切, 科的相似性系数分别为 63.01%, 58.33%和 55.74%, 属的相似性系数分别为 51.64%, 42.30%和 35.18%, 种的相似性系数分别为 39.20%, 27.32%和 23.09%。由此可见, 四川省湿地种子植物区系与湖北、云南和西藏都属于近缘区系, 可能具有共同的区系起源和物种分化形成背景; 与湖北的相似性在科、属、种上均高于与云南和西藏相似性, 说明与湖北亲缘关系更近。这是因为四川湿地小部分属于第一级青藏高原区域, 而大部分处于第二级长江中下游平原, 与处于同纬度的湖北省的地理格局更为接近, 气候条件更为相似, 所以相似性更高。

表 7 四川省与邻近地区湿地种子植物区系的共有科属种数及相似性系数						
Table 7 Similarity coefficients and number of same families, genera and species among wetland seed plants of Sichuan and neighboring provinces						
地区	共有科数	共有属数	共有种数	科的相似性系数/%	属的相似性系数/%	种的相似性系数/%
湖北湿地	23	118	243	63.01	51.64	39.20
云南湿地	28	136	274	58.33	42.30	27.32
西藏湿地	17	73	139	55.74	35.18	23.09

注: 湖北湿地数据来源于参考文献[30], 云南湿地数据来源于参考文献[31], 西藏湿地数据来源于参考文献[32] (计算科、属、种数时除去了世界分布型)

3.4.2 组成比较 从表 8 可以看出, 四川省湿地种子植物区系组成中温带和热带属性成分介于云南和西藏之间, 与湖北相差不大, 突出了地带性特点。4 省区中国-喜马拉雅成分都较多, 说明其植物区系的演化受到第三纪末第四纪初的喜马拉雅抬升和青藏高原隆起的影响较大, 其中云南受到的影响最大, 其次是四川。中国-日本成分,

表 6 四川省湿地种子植物区系属的分布区类型		
Table 6 The areal-types of genera of seed plants in wetlands in Sichuan province		
分布类型	属数/属	比例/%
1.世界分布	59	—
2.泛热带分布	64	23.27
2-2.热带亚洲、非洲、南美洲间断	3	1.09
3.热带亚洲和热带美洲间断	3	1.09
4.旧世界热带	8	2.91
4-1.热带亚洲、非洲和大洋洲间断	2	0.73
5.热带亚洲至热带大洋洲	5	1.82
6.热带亚洲至热带非洲	10	3.64
7.热带亚洲 (印度-马来西亚) 分布		
8.北温带分布	67	24.36
8-2.北极-高山分布	3	1.09
8-4.北温带和南温带间断分布“全温带”	23	8.36
8-5.欧亚和南美温带间断	2	0.73
9.东亚和北美洲间断	9	3.27
10.旧世界温带	19	6.91
10-3.欧亚和南部非洲间断	3	1.09
11.温带亚洲分布	8	2.91
13.中亚分布	2	0.73
14.东亚分布	15	5.46
14-1.中国-喜马拉雅	9	3.27
14-2.中国-日本	5	1.82
15.中国特有分布	6	2.19
合计	334	100.00

注: 计算各属的百分比时除去了世界分布型。

四川最多, 云南、湖北次之, 西藏最少, 这是因为四川位于第一级青藏高原和第二级长江中下游平原的过渡带, 受低海拔的丘陵和盆地气候影响较大, 与日本区系联系较为紧密。东亚成分较高也说明了四川湿地种子植物区系在东亚地区具有代表性。

表 8 四川省与邻近省区湿地种子植物区系组成成分比较  
Table 8 Floristic elements among wetland seed plants of Sichuan and neighboring provinces

地区	热带属比例/%	温带属比例/%	中国-喜马拉雅成分/%	中国-日本成分/%
四川湿地	28.44	52.10	9.00	5.00
云南湿地	35.96	44.08	29.00	4.00
西藏湿地	14.87	57.90	5.00	1.00
湖北湿地	30.90	40.77	1.00	4.00

3.5 区系过渡性和分化分析

3.5.1 区系的过渡性分析 从属的分布区类型分析可得, 属的温带成分与热带成分所占比例分别为 60.00%和 37.81%, 说明四川省湿地种子植物区系存在强烈的温带性质, 同时存在一定的区系过渡性, 即四川湿地种子植物的温带区系与热带区系之间存在相互交汇关系。从环境角度看来, 四川省湿地种子植物的区系过渡性与该地区的海拔梯度一致。四川地势地貌复杂多样, 山川河流纵横交错, 拥有丰富的高山高原、山地丘陵以及平原气候, 海拔梯度差异较大, 能量尤其是热量的梯度差异造就了丰富的生境, 形成了多种多样的植物群落类型。从区系地理的角度来看, 四川的过渡性与青藏高原的隆升及造山运动有关。四川曾在地质时期里长期处于热带——亚热带气候, 随着青藏高原运动地层的抬升, 高山高原和山地气候显著, 整体气候趋于温凉, 温带性质的植物迁入, 使得该地区湿地种子植物区系的热带性质减弱, 温带区系成分增多。由此可见, 四川湿地种子植物表现出强烈的温带性质, 同时向热带过渡。

3.5.2 区系分化分析 在科的水平上看, 区系分化强度为 4.2; 属的区系分化强度为 2.8; 种的区系分化强度为 0.07。其中区系分化能力最强的科主要为禾本科 (63 属)、菊科 Compositae (35 属)、莎草科 (14 属); 分化能力最强的属主要为藁草属 (43 种)、蓼属 (39 种)、灯心草属 (21 种)、柳叶菜属 (17 种)。因此, 四川湿地种子植物在科级及属级水平上表现出较强的区系分化特征, 种级水平分化较弱, 总体来说分化较为强烈。强烈的区系分化可能与四川的地质历史有关。随着造山运动的发生气候趋于温凉, 地形趋于复杂, 曾经适应亚热带气候的植物为了适应这种温凉的气候而出现显著的区系分化, 同时, 复杂的地形又对植物个体之间遗传信息的交流产生阻碍, 经过长期的演化和进化, 地理隔离和生殖隔离的发生形成了新的物种, 加强了区系分化。

4 结论

四川省湿地种子植物种类丰富, 共有 80 科 334 属 948 种, 是中国湿地种子植物区系的重要组成部分。其中占总科数 16.45%的大科包含总种数的 67.05%; 占总属数 4.5%的大属包含总种数的 27.98%, 可见四川省湿地种子植物中大科及大属优势明显。

分布类型多样, 地理成分复杂, 具有明显的过渡性质。四川湿地种子植物区系类型十分复杂, 成分丰富多样。科级水平上有 8 个类型和 6 个亚型, 属级水平上有 14 个类型和 8 个亚型。区系过渡性分析表明四川省湿地种子植物区系具有较强的温带性质, 同时表现出从热带向温带过渡的性质。不论科或属的分布型中世界分布都占有较大比例, 表现出了四川省湿地种子植物区系同全国乃至世界其它植物区系有着广泛的联系。

植物区系较为古老, 特有成分较少。自白垩纪以来, 四川省气候相对稳定, 没有受到第四纪大陆冰川毁灭性侵袭, 保留了水杉属、血水草属等许多古老残遗植物, 同时为植物区系演化创造了条件。四川湿地种子植物虽然种类较多, 但中国特有属仅有 6 属, 表明四川省湿地种子植物区系的个性特征不明显和湿生植被的隐域性。

受喜马拉雅抬升影响较大, 与日本植物区系联系密切。四川省湿地种子植物区系中东亚成分的两个亚型——中国-喜马拉雅和中国-日本较多, 说明湿地种子植物的分布受喜马拉雅和青藏高原隆升所形成的亚热带山地气候影响较大, 同时与日本植物区系联系密切。

区系分化特征明显。四川省湿地种子植物在科级及属级水平上表现出较强的区系分化特征,强烈的区系分化可能与四川地区的地质历史有关。

与湖北、云南、西藏可能具有共同的物种起源和物种分化形成背景。从植物区系上看,四川湿地种子植物区系与湖北、云南、西藏的相似性都较高,可能具有共同的物种起源和物种分化形成背景。且区系组成及相似性分析都表明四川湿地种子植物区系与湖北亲缘关系更近。

#### 参考文献:

- [1] 严承高, 张明祥. 中国湿地植被及保护策略[J]. 湿地科学, 2005, 3 (3): 210-215.
- [2] 李恒, 徐廷志. 泸沽湖植被考察[J]. 云南植物研究, 1979, 1 (1): 125-137.
- [3] 李恒. 横断山区的湖泊植被[J]. 云南植物研究, 1987, 9 (3): 257-270.
- [4] 阳小成. 泸沽湖的水生植被[J]. 重庆师范学院学报(自然科学版), 1993, 10 (2): 84-88.
- [5] 李英南, 赵晟, 王忠泽. 泸沽湖特有水生生物的保护初探[J]. 云南环境科学, 2000, 19 (2): 93-95.
- [6] 谭志卫, 董云仙. 泸沽湖水生植被现状[J]. 环境科学导刊, 2011, 30 (6): 27-32.
- [7] 李小艳. 高原湿地泸沽湖草海水生维管植物多样性研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54 (15): 3646-3655.
- [8] 赵佐成. 四川省红原县水生植物群落调查[J]. 武汉植物学研究, 1996, 14 (3): 213-222.
- [9] 赵佐成. 四川省泸定、康定县水生植物群落调查[J]. 武汉植物学研究, 1996, 14 (2): 147-152.
- [10] 赵佐成. 青藏高原甘孜县水生植物群落调查[J]. 武汉植物学研究, 1996, 14 (1): 33-40.
- [11] 何飞. 川西植物区系地理研究与优先保护区域分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.
- [12] 何飞, 刘世荣, 刘兴良, 等. 川西水生维管植物区系地理及生态类型[J]. 湿地科学, 2011, 9 (1): 33-41.
- [13] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [14] 四川植物志编辑委员会. 四川植物志[M]. 成都: 四川人民出版社, 1981.
- [15] 郎惠卿, 赵魁义, 陈克林. 中国湿地植被[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [16] 张树仁. 中国常见湿地植物[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [17] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25 (3): 245-257.
- [18] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究(增刊), 1991: 1-139.
- [19] 吴征镒. 论中国植物区系的分区问题[J]. 云南植物研究, 1979, 1 (1): 1-20.
- [20] 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: 云南科技出版社, 2006.
- [21] 郝日明. 试论中国种子植物特有属的分布区类型[J]. 植物分类学报, 1997, 35 (6): 500-510.
- [22] 李仁伟. 四川种子植物区系研究[D]. 广州: 中山大学, 2011.
- [23] 王强, 何兴金, 周颂东, 等. 马边大风顶国家级自然保护区种子植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26 (11): 2345-2350.
- [24] 李仁伟, 张宏达, 杨清培. 四川被子植物区系特征的初步研究[J]. 武汉植物学研究, 2001, 23 (4): 403-414.
- [25] 李仁伟, 张宏达. 四川裸子植物区系研究[J]. 广西植物, 2001, 21 (3): 215-222.
- [26] 李仁伟, 张宏达. 四川种子植物区系组成的初步分析[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20 (5): 381-386.
- [27] 谢大军, 向成华, 张海军, 等. 若尔盖高寒湿地自然保护区种子植物组成及区系分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29 (12): 89-94.
- [28] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [29] 朱华. 中国植物区系研究文献中存在的几个问题[J]. 云南植物研究, 2007, 29 (5): 489-491.
- [30] 蔡述明. 湖北湿地[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2006, 156-174.
- [31] 杨岚, 李恒, 等. 云南湿地[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010, 370-433.
- [32] 刘务林, 朱雪林, 等. 中国西藏高原湿地[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013, 306-326.