

大渡河猴子岩水电站影响区域维管植物区系组成及特征*

李婉瑜, 宗浩, 任熙, 杜蓉
(四川师范大学 生命科学学院, 成都 610101)

摘要:【目的】在对大渡河猴子岩水电站影响区域内维管植物进行详细调查和鉴定的基础上,对区域内植物区系的组成和特征进行分析研究。【方法】采取样线法和样方法相结合的方式对区域内维管植物的种类进行调查,根据中国种子植物分布区类型的划分标准,对区域内植物科、属的区系地理成分进行统计和分析。【结果】1) 区系中有维管植物 87 科 279 属 537 种,物种多样性较为突出。2) 寡种科和单种属、寡种属是植物区系的主体,区系组成结构较为复杂;大科、寡种属在植物种类组成上表现出优势,分别占物种总数的 33.27%,47.44%。3) 蕨类植物在科和属的区系成分中,世界分布成分均为优势类型,分别占总科数的 66.67%和总属数的 60%。4) 种子植物在科的区系组成中呈现出较高的热带性质,在属的区系组成中呈现出温带性质和热带性质。5) 在属的水平上,区系组成中含有一定量的中国特有成分。【结论】建议在水电站施工期间以及工程后期应当采取相应的迁地保护、移栽育苗和植被恢复等措施,减轻对植物的破坏和对生态环境的破坏。

关键词:大渡河;猴子岩水电站;维管植物;分布区类型

中图分类号:Q948.5

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2017)04-0089-07

植物区系指的是一定地区或国家所有植物种类的总和,它是植物界在一定的自然条件下,特别是自然历史条件综合作用下发展及演化的结果^[1-3],种属构成、地理分布成分结构等能直观反映区域植被的特征和物种的多样性^[4]。植物区系的研究有助于了解研究区域内植物区系的来源、演化过程及植被性质等^[5],对区域内生物资源的合理开发利用、多样性保护、植被恢复及重建工作等具有重要的指导意义。

猴子岩水电站位于四川省甘孜藏族自治州康定县境内,是大渡河干流上第 9 个梯级电站,影响区涉及康定县、小金县和丹巴县的 4 个乡镇。区域内植被属于热河谷植被区,具有明显旱生性特征,且以灌木草本植物为主。笔者于 2015 年 4—5 月对猴子岩水电站影响区域内的维管植物进行了详细调查,研究分析区域内植物区系的组成和特征,旨在为电站蓄水后的植被恢复、植物多样性保护提供基础数据,同时也为丰富干旱河谷区植物区系的研究提供参考资料。

1 研究区自然概况

猴子岩水电站坝址位于四川省甘孜州康定-丹巴县的大渡河干流上,上距丹巴县城约 47 km,下距泸定县城约 89 km,水库的总库容为 $7.06 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。库坝区的河段均为深切曲流河谷地貌,河谷狭窄,水流湍急,河谷的形态以“V”型为主,“U”型相间。猴子岩水电站工程区处川西高原气候区,具有气温年较差小而日较差大、年降水分配不均、干湿季分明等特点,年均气温为 $14.2 \text{ }^\circ\text{C}$,极端最高温度为 $39 \text{ }^\circ\text{C}$,极端最低温度为 $-10.6 \text{ }^\circ\text{C}$,无霜期 266 d。区域内植被属亚热带常绿阔叶林区、中亚热带常绿阔叶林地带的干热河谷植被区。

2 研究方法

于 2015 年 4—5 月对猴子岩水电站影响区域内的维管植物展开调查,调查范围包括工程施工区、水库淹没区及影响区,具体范围为从丹巴县红军桥至康定县孔玉乡的坝址及坝址下游部分地区,研究区域海拔 1 700~3 000 m,面积为 321 km^2 。

采取样线法和样方法相结合的方式对区域内维管植物的种类进行调查统计,但不包括研究区域内的栽培植物。按照典型抽样原则,沿大渡河及支流的两岸,在研究区域内设置若干条垂直方向和水平方向的、贯穿不同生

* 收稿日期:2016-04-06 修回日期:2017-05-26 网络出版时间:2017-05-16 11:27

第一作者简介:李婉瑜,女,研究方向为生态工程与环境治理,E-mail: suize9196@163.com;通信作者:宗浩,教授,E-mail: zonghaocsd@163.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20170516.1127.082.html>

境的样线;调查中沿着样线观察前进,记录观察到的所有植物种类。依据典型选样原则设置样方。其中,乔木样方面积为 20 m×20 m,灌木样方面积为 10 m×10 m,草本样方面积为 0.5 m×0.5 m。样线的设置可记录到样方调查中各样地内未出现过的植物种类,从而确保植物种类调查及区系分析的准确性。整个调查设置样方 348 个,其中含乔木样方 42 个、灌木样方 125 个、草本样方 181 个;设置水平样线 12 条、垂直样线 8 条。调查时主要记录植物的名称、丰富度、高度、盖度、生长地海拔等。

区系成分分析过程中有关植物物种的鉴定主要参考《四川植物志》、《中国高等植物图鉴》等文献^[6-8]。然后根据李锡文^[9]、吴征镒等人^[10-11]对中国种子植物分布区类型的划分标准,来对区域内植物科、属的区系地理成分进行统计和分析。

3 结果与分析

3.1 植物区系的科属组成及分析

结果显示,猴子岩水电站影响区内有维管植物 87 科 279 属 537 种。其中蕨类植物 6 科 10 属 29 种、裸子植物 3 科 8 属 12 种、被子植物 78 科 261 属 496 种。被子植物包括单子叶植物 7 科 49 属 73 种、双子叶植物 71 科 212 属 423 种。区域内双子叶植物科、属、种分别占维管植物科、属、种总数的 81.60%, 75.99%, 78.77%, 占绝对优势(表 1)。

3.1.1 蕨类植物科属的大小级别统计 参考相关文献^[12-13],根据研究区域内蕨类植物各科、属所含植物种数的实际状况,对蕨类植物 6 科 10 属进行分类(表 2)。研究区域内蕨类植物 6 个科中超过 10 个种的大科为中国蕨科(*Sinopteridaeae*)(10 种),占蕨类植物总数的 34.48%;含 5~9 种的中等科有 2 个,分别为卷柏科(*Selaginellaceae*)(7 种)和铁线蕨科

(*Adiantaceae*)(5 种),两科所含植物种数占蕨类植物总数的 41.38%,构成区域内蕨类植物区系的主体;含 2~5 种的少种科有 3 科,分别为凤尾蕨科(*Pteridaceae*)(2 种)、木贼科(*Equisetaceae*)(3 种)和石松科(*Lycopodiaceae*)(2 种),3 科所含植物种数占蕨类植物总数的 24.14%。研究区域内的蕨类植物不含单种科。

对研究区域内蕨类植物属进行统计后发现:含 5~9 种的中等属有 2 个,分别为卷柏属(*Selaginella*)(7 种)和铁线蕨属(*Adiantum*)(5 种)。含 2~4 种的少种属有 6 个,即木贼属(*Equisetum*)(3 种)、粉背蕨属(*Aleuritopteris*)(3 种)、旱蕨属(*Pellaea*)(3 种)、凤尾蕨属(*Pteris*)(2 种)、石松属(*Lycopodium*)(2 种)和碎米蕨属(*Cheilosoria*)(2 种)。单种属有 2 个,即珠蕨属(*Cryptogramma*)和中国蕨属(*Sinopteris*)。从属的分类及比例可以看出,中等属和少种属下所含物种占绝对优势,分别占蕨类植物总数的 41.38%和 51.72%。

3.1.2 种子植物科、属的大小级别统计 猴子岩水电站影响区域内种子植物共有 81 科 269 属 508 种,参考相关文献^[9,14]对区域内种子植物的科、属大小进行统计分类。从表 3 可见:猴子岩水电站影响区域内种子植物以寡种科为区系内优势科的特征十分明显,占总科数的比例为 46.91%;大科和寡种科在属的水平上占有较高的比例,均为 28.25%;大科在所含物种数量上优势明显,所占比例为 33.27%。对属的分类及比例统计结果显示:区域内的植物中,寡种属与单种属在属和种的水平上占比例较大,分别 59.48%, 35.69%, 31.5%和 47.44%,体现了植物区系的优势属的特点。但多种属的属种比例达到 12:1,远比单种属、寡种属和中等属

表 1 研究区域内植物物种组成

Tab. 1 The composition of plant species in the study area

植物门类	科		属		种	
	数量/个	比例/%	数量/个	比例/%	数量/个	比例/%
蕨类植物	6	6.90	10	3.58	29	5.40
裸子植物	3	3.45	8	2.87	12	2.23
双子叶植物	71	81.60	212	75.99	423	78.77
单子叶植物	7	8.05	49	17.56	73	13.60
合计	87	100.00	279	100.00	537	100.00

表 2 研究区域蕨类植物科、属的数量统计

Tab. 2 The quantity statistics on families and genus of ferns in the study area

类别	科			属		
	数量/个	所含种数	比例/%	数量/个	所含种数	比例/%
大科/大属	1	10	34.48	0	0	0.00
中等科/中等属	2	12	41.38	2	12	41.38
少种科/少种属	3	7	24.14	6	15	51.72
单种科/单种属	0	0	0.00	2	2	6.90

的属种比例高(后三者属种比例分别为 1 : 1, 2.51 : 1, 7.55 : 1),表明多种属在植物种类组成上显示出优势,物种丰富度较高。

3.2 维管植物的区系成分分析

3.2.1 蕨类植物的区系成分分析

根据秦仁昌^[15-16]对蕨类植物的区系分类系统,将区域内蕨类植物 6 科,划分为 3 种分布区类型(表 4)。其中:世界分布类型占绝对优势(66.67%);泛热带分布和北温带分布类型较少,均占总科数的 16.67%;其他分布类型均缺乏。在属的分布类型中,10 个属的蕨类植物可划分为 4 个分布类型,分别为世界分布、北温带分布、泛热带分布和中国特有分布,但缺乏其他分布区类型。世界分布类型的属共有 6 属,占总属数的 60%,含铁线

蕨属(*Adiantum*)、石松属(*Lycopodium*)、木贼属(*Equisetum*)等,是蕨类植物最多的分布区类型;泛热带分布类型有 2 属,含碎米蕨属(*Cheilosoria*)和凤尾蕨属(*Pteris*);北温带分布类型有 1 属,为珠蕨属(*Cryptogramma*);中国特有分布类型有 1 属,即中国蕨属(*Sinopteris*)。

表 4 研究区域蕨类植物科、属的分布区类型

Tab. 4 The distribution types of families and genus of ferns in the study area

分布区类型	科数/		属数/		分布区类型	科数/		属数/	
	个	比例/ %	个	比例/ %		个	比例/ %	个	比例/ %
1) 世界分布	4	66.67	6	60.00	10) 旧大陆温带分布	0	0.00	0	0.00
2) 泛热带分布	1	16.67	2	20.00	11) 温带亚洲分布	0	0.00	0	0.00
3) 旧大陆热带分布	0	0.00	0	0.00	12) 地中海分布、西亚至中亚分布	0	0.00	0	0.00
4) 热带亚洲至热带非洲分布	0	0.00	0	0.00	13) 中亚分布	0	0.00	0	0.00
5) 热带亚洲至热带大洋洲分布	0	0.00	0	0.00	14) 东亚(喜马拉雅—日本)分布	0	0.00	0	0.00
6) 热带亚洲和美洲间断分布	0	0.00	0	0.00	15) 中国特有	0	0.00	1	10.00
7) 热带亚洲(印度—马来西亚)分布	0	0.00	0	0.00	热带成分小计	5	83.33	8	80.00
8) 北温带分布	1	16.67	1	10.00	温带成分小计	1	16.67	1	10.00
9) 东亚和北美洲间断分布	0	0.00	0	0.00	合计	6	100.00	10	100.00

3.2.2 种子植物科的区系成分分析 根据李锡文、吴征镒等人^[9,11,14]对种子植物科的分布区类型的划分标准,研究区域内的种子植物 81 科被划分为 10 个类型(表 5),其中:世界分布的科有 25 科,包括报春花科(*Primulaceae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、蓼科(*Polygonaceae*)、车前科(*Plantaginaceae*)、唇形科(*Labiatae*)、禾本科(*Gramineae*)等;热带分布的科有 35 科,包括锦葵科(*Malvaceae*)、大戟科(*Euphorbiaceae*)、葫芦科(*Cucurbitaceae*)、商陆科(*Phytolaccaceae*)、冬青科(*Aquifoliaceae*)、马鞭草科(*Verbenaceae*)等,占总科数的 62.51%;温带分布的科有 21 科,包括木兰科(*Magnoliaceae*)、胡桃科(*Juglandaceae*)、百合科(*Liliaceae*)等,占总科数的 37.49%。从科的分布区类型上可看出,研究区域内种子植物区系具有较高的热带性质,这与区域内干热河谷的气候环境紧密相关。

3.2.3 种子植物属的区系成分分析 根据吴征镒、李锡文等人^[9-10,14]对种子植物属的分布区类型的划分标准,可将研究区域内种子植物 269 属划分为 15 个分布类型(表 6)。区系中世界广布属有 28 属,包含苋属(*Amaranthus*)、银莲花属(*Anemone*)、黄耆属(*Astragalus*)、碎米荠属(*Cardamine*)等。这些属所含物种多数为草本植物,它们的生态适应幅度广,是遍及各大洲而无特殊分布中心的属,或者有一个或数个分布中心而包含世

表 3 研究区域种子植物科、属的数量统计

Tab. 3 The quantity statistics on families and genus of seed plants in the study area

类别	科		属		种	
	数量/个	比例/ %	数量/个	比例/ %	数量/个	比例/ %
单种科	17	20.99	17	6.32	17	3.35
寡种科(2~5 种)	38	46.91	76	28.25	112	22.05
少种科(6~9 种)	13	16.05	46	17.10	96	18.89
中等科(10~19 种)	8	9.88	54	20.07	114	22.44
大科(20 种及以上)	5	6.17	76	28.25	169	33.27
单种属			160	59.48	160	31.50
寡种属(2~5 种)			96	35.69	241	47.44
中等属(6~9 种)			11	4.09	83	16.34
多种属(10 种及以上)			2	0.74	24	4.72

界种的属^[17]。世界分布属的比例较低,在一定程度上反映了研究区域内植被的地带性,这与干热河谷气候环境的独特性较为紧密。

表 5 研究区域种子植物科的分布区类型

Tab. 5 The distribution types of families and genus of seed plants in the study area

分布类型	科数/个	比例/%	分布类型	科数/个	比例/%
1) 世界分布	25	—	9) 旧大陆温带分布	0	0.00
2) 泛热带分布	26	46.43	10) 北温带分布	16	28.57
3) 热带亚洲至热带非洲分布	1	1.79	11) 东亚和北美洲间断分布	2	3.57
4) 旧大陆热带分布	2	3.57	12) 地中海分布、西亚至中亚分布	0	0.00
5) 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	1.79	13) 中亚分布	0	0.00
6) 热带亚洲和美洲间断分布	4	7.14	14) 东亚(喜马拉雅—日本)分布	3	5.35
7) 热带亚洲(印度—马来西亚)分布	1	1.79	15) 中国特有	0	0.00
8) 温带亚洲分布	0	0.00	合计	81	100.00

表 6 研究区域种子植物属的分布区类型

Tab. 6 The distribution types of genus of seed plants in the study area

分布区类型及变型	属数/ 个	比例/ %	分布区类型及变型	属数/ 个	比例/ %
一、世界分布	28		九、东亚和北美洲间断分布及变型		
二、泛热带分布及变型			9. 东亚和北美洲间断	17	7.05
2. 泛热带	43	17.84	9-1. 东亚和墨西哥间断	1	0.41
2-1. 热带亚洲、大洋洲和南美洲(墨西哥)间断	2	0.82	十、旧世界温带分布及变型		
2-2. 热带亚洲、非洲和南美洲间断	1	0.41	10. 旧世界温带	13	5.39
三、热带亚洲至热带非洲分布及变型			10-1. 地中海区、西亚和东亚间断	3	1.24
3. 热带亚洲至热带非洲	11	4.56	十一、11. 温带亚洲分布	4	1.67
四、旧世界热带分布及变型			十二、地中海区、西亚至中亚分布及变型		
4. 旧世界热带	11	4.56	12-1. 地中海区至温带、热带亚洲,大洋洲和南美洲间断	1	0.41
五、热带亚洲至热带大洋洲分布及变型			12-2. 地中海区至中亚和南非洲、大洋洲间断分布	1	0.41
5. 热带亚洲至热带大洋洲	6	2.49	十三、中亚分布及变型		
六、6. 热带亚洲和热带美洲间断	5	2.07	13. 中亚分布	1	0.41
七、热带亚洲分布及变型			13-1. 中亚至喜马拉雅分布	2	0.82
7. 热带亚洲(印度—马来西亚)	9	3.73	十四、东亚分布及变型		
7-1. 缅甸、泰国至华西南、西南星散分布	1	0.41	14. 东亚(东喜马拉雅—日本)	23	9.54
八、北温带分布及变型			14-1. 中国—喜马拉雅分布	8	3.32
8. 北温带	59	24.48	14-2. 中国—日本	2	0.82
8-1. 北温带和南温带(全温带)间断	4	1.67	十五、中国特有分布		
8-2. 北极—高山分布	3	1.24	15. 中国特有	7	2.90
8-3. 地中海区、东亚、新西兰和墨西哥到智利间断分布	1	0.41	合计(不含世界分布)	241	100.00
8-4. 欧亚和南美洲温带间断分布	2	0.82	合计(含世界分布)	269	

研究区域内各类型热带成分有 89 属,占总属数的 36.90%;其中以泛热带分布类型(43 属)为主,占区系总属数的 17.84%,包含有牛膝属(*Achyranthes*)、须芒草属(*Andropogon*)、马兜铃属(*Aristolochia*)、假杜鹃属(*Barleria*)等。温带成分有 145 属,占总属数的 60.12%;其中以北温带分布(59 属)为主,东亚和北美洲间断分布(17 属)、旧世界温带分布(13 属)、东亚(东喜马拉雅—日本)分布(23 属)占比例成分较高。它们构成了温带成分的主要分布类型,包括蒿属(*Artemisia*)、接骨木属(*Sambucus*)、看麦娘属(*Alopecurus*)、马桑属(*Coriaria*)、女贞属(*Ligustrum*)、火棘属(*Pyracantha*)、角蒿属(*Incarvillea*)、半夏属(*Pinellia*)等。中国特有成分共 7 属,分别是岩匙属(*Berneuxia*)、藤山柳属(*Clematoclethra*)、杉木属(*Cunninghamia*)、箭竹属(*Fargesia*)、慈竹属(*Neosinocalamus*)、虎榛子属(*Ostryopsis*)和通脱木属(*Tetrapanax*),占总属数的 2.90%。

从属的分布类型比例来看,研究区域内种子植物属的区系组成中,温带成分和热带成分所占比例较高,是两个主要分布类型;世界分布成分占比例较低;中国特有成分有 7 属。这体现了该区域内植被的地带性,并说明了研究区域内植被具有温带性质和热带性质。

4 结论和建议

4.1 结论

大渡河猴子岩水电站影响区域维管植物区系呈现出如下特征:

1) 大渡河猴子岩水电站影响区域内维管植物 87 科 279 属 537 种,影响区域内物种多样性较为丰富,分布区类型多样,植物区系结构较为复杂。

2) 蕨类植物在科的水平上,种数超过 10 个的只有 1 个科,即中国蕨科,占蕨类植物总数的 34.48%;在属的水平上,种数超过 5 个的有 2 个属,占区内总属数的 20%,但这两种属却包含了区域内 41.38%的物种。结果表明,区域内蕨类植物的组成中,优势科、优势属的特征表现较为明显。

3) 种子植物在科的组成中,寡种科在科的层次上表现出明显的优势科性质,占总科数的 46.91%,而在属、种层次上优势科的特征并不明显。在属的组成中,单种属在属的层次上表现出优势,占总属数的 59.48%,而在种的层次上,寡种属表现出优势,所含植物总数占物种总数的 47.44%。

4) 在种子植物区系中 81 个科被划分为 10 个分布类型,269 个属划分为 15 个分布类型,包含了属的所有分布类型,表明植物区系组成结构较为复杂。科的区系成分中,表现出较高的热带性质,同样在属的区系组成中,也以温带、热带成分为主,体现了区域内植被的温带性质、热带性质和区域内干热河谷的气候环境。此外,区系组成中世界分布成分占比例较低,体现了区域内植被分布的地带性。

5) 猴子岩水电站影响区域内植物区系具有一定的特有成分,在蕨类植物和种子植物的属的区系成分中均含有一定量的中国特有分布成分。

4.2 建议

水电站的建设特别是在蓄水后,大面积植被会被淹没或者被破坏,且地质条件和区域局部小气候等也会发生变化,会对区域内植物造成一定的影响^[18-20]。因此,要根据水电站影响区域所在地的具体情况,采取合理有效的保护和恢复措施。猴子岩水电站处于大渡河干流上,属于干热河谷地区,植被分布及组成在干热河谷独特的气候环境下表现出一定地带性,且具有一定的特有成分。因此,坚持在“开发中保护,保护中开发”的原则,正确处理好水电站开发和生态保护的关系^[21],是猴子岩水电站建设中生态保护工作的重要内容。建议结合当前水电站建设中关于植被保护及恢复的已有研究成果及区域内的植被现状进行生态环境的保护,例如:在施工期间应注意尽量减少对土地的占用、避开物种丰富的区域;对施工人员进行环境保护方面的宣传教育,减轻人为对区域内植物的破坏;对稀有濒危植物采取必要措施,如移栽育苗、迁地保护等。同时,要加强工程后期的施工残渣和生活垃圾的清理,以及植被的恢复工作,尽量减小对生态环境的破坏^[22]。

参考文献:

- [1] 黄琴,邓洪平,王茜,等.四川花萼山国家级自然保护区野生种子植物区系多样性分析[J].西北植物学报,2015,35(10):2103-2110.
HUANG Q,DENG H P,WANG Q,et al.Analysis on the floristic characteristics of wild seed plants in the Huaeshan national nature reserve of Sichuan[J].Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica,2015,35(10):2103-2110.
- [2] 吴征镒,王荷生.中国自然地理-植物地理(上册)[M].北京:

- 科学出版,1983.
- WU Z Y, WANG H S. Chinese natural geography-plant geography (I) [M]. Beijing: Science Press, 1983.
- [3] 茹文明, 金山, 张桂萍, 等. 浊漳河湿地维管植物区系分析[J]. 长治学院学报, 2010, 27(5): 1-4.
- RU W M, JIN S, ZHANG G P, et al. A analysis of vascular plants flora in Zhuozhang river wetland[J]. Journal of Changzhi University, 2010, 27(5): 1-4.
- [4] 刘彬, 尹林克, 塔西甫拉提·特依拜, 等. 新疆轮台野生种子植物物种多样性及区系特征分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(5): 75-81.
- LIU B, YI L K, TASHPOLAT T, et al. On biodiversity and floristic characteristics of wild seed plant in Luntai of Xinjiang[J]. Journal of Southwest Normal University (Natural Science Edition), 2015, 40(5): 75-81.
- [5] 田磊, 于明坚, 陈建华, 等. 基于样方法的浙江省 11 个自然保护区木本植物区系成分分析[J]. 浙江大学学报(理学版), 2015, 42(1): 28-37.
- TIAN L, YU M J, CHEN J H, et al. Analysis of woody flora based on quadrat method in eleven natural reserves of Zhejiang province[J]. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2015, 42(1): 28-37.
- [6] 《四川植物志》编辑委员会. 四川植物志(1~15)卷[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1988.
- The Editor Board of Flora of Sichuan. Flora of Sichuan (vol. 1~15) [M]. Chengdu: Science and Technology of Sichuan Press, 1988.
- [7] 《中国高等植物图鉴》编写组. 中国高等植物图鉴(1~5 卷及补编)[M]. 北京: 科学出版社, 1972.
- The Editor Board of the Illustrations of China's Higher Plants. The illustrations of China's higher plants (Vol. 1~5 and supplement) [M]. Beijing: Science Press, 1972.
- [8] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴(第 1 卷至第 5 卷及补编 1、2 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1976.
- Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences. The illustrations of China's higher plants (vol. 1~5 and vol. 1~2 of supplement) [M]. Beijing: Science Press, 1976.
- [9] 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.
- LI X W. Floristic statistics and analysis of seed plant from China[J]. Acta Botanica Yunnanica, 1996, 18(4): 363-384.
- [10] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[M]. 云南植物研究, 1991(增刊 IV): 1-139.
- WU Z Y. The Areal-Types of Chinese Genera of Seed Plants [M]. Acta Botanica Yunnanica, 1991(supplement IV): 1-39.
- [11] 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, 2003, 25(3): 245-257.
- WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, et al. The areal-types of the world families of seed plants[J]. Acta Botanica Yunnanica, 2003, 25(3): 245-257.
- [12] 董丽娜, 孙起梦, 刘兴剑, 等. 南京紫金山国家森林公园蕨类植物资源调查及区系分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2010, 34(3): 107-112.
- DONG L N, SUN Q M, LIU X J, et al. Investigation and floristic analysis of pteridophyte in Zijin mountain national forest park in Nanjing[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Science Edition), 2010, 34(3): 107-112.
- [13] 吴菲, 王苗苗, 张骄伽, 等. 华北地区蕨类植物区系分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(19): 126-134.
- WU F, WANG M M, ZHANG J K, et al. A study on the flora of pteridophyte in North China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(19): 126-134.
- [14] 杜巧, 秦华, 李先源. 潭獐峡国家级风景名胜区内种子植物区系特征研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(9): 108-114.
- DU Q, QIN H, LI X Y. Floristic of seed plants in Tanzhangxia national scenic area and historic interest area[J]. Journal of Southwest Normal University (Natural Science Edition), 2015, 40(9): 108-114.
- [15] 秦仁昌. 中国现代蕨类植物地理分布概况[M]. 北京: 科学出版社, 1976.
- QIN S C. The geographical distribution profile of modern Chinese ferns[M]. Beijing: Science Press, 1976.
- [16] 秦仁昌. 中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源[J]. 植物分类学报, 1978, 16(3): 1-20.
- QIN R C. The Chinese fern families and genera: systematic arrangement and historical origin[J]. Journal of Systematics and Evolution, 1978, 16(3): 1-20.
- [17] 杨劼, 张磊, 张琳, 等. 毛乌素沙地低湿地维管植物区系特征[J]. 中国沙漠, 2011, 31(5): 1189-1194.
- YANG J, ZHANG L, ZHANG L, et al. Study on the flora of vascular plants in low wetland of the Mu Us sandy land[J]. Journal of Desert Research, 2011, 31(5): 1189-1194.
- [18] 郭乔羽, 李春晖, 崔保山, 等. 拉西瓦水电工程对区域生态影响分析[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 50-57.
- GUO Q Y, LI C H, CUI B S, et al. The impacts of the Laxiwa dam on regional eco-environment[J]. Journal of Natural Resource, 2003, 18(1): 50-57.
- [19] 徐涛, 魏国孝, 李常斌, 等. 梨园河梯级电站开发对流域生态环境的影响[J]. 冰川冻土, 2009, 31(1): 166-174.
- XU T, WEI G X, LI C B, et al. Impacts of step hydropower development on ecological environment in the Liyuan river basin[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2009, 31(1): 166-174.
- [20] 余波, 黄成敏, 黄正文, 等. 水电开发对云南省生态环境的影响及对策研究[J]. 水土保持通报, 2011, 31(1): 191-197.
- YU B, HUANG C M, HUANG Z W, et al. Impacts of hydropower development and ecological environment protection in

- Yunnan province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2011, 31(1): 191-197.
- [21] 王茜, 马建伦, 邓洪平, 等. 雅砻江牙根水电站影响区种子植物区系研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2010, 35(5): 138-143.
WANG Q, MA J L, DENG H P, et al. Research on the flora of seed plants in the impact zone of Yagen hydropower station on Yalong river[J]. Journal of Southwest Normal University: Natural Science, 2010, 35(5): 138-143.
- [22] 元东明. 水电站开发对陆生动植物的影响及保护建议[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(8): 4824-4825.
YUAN D M. Impact of hydropower development on terrestrial organism and their conservation[J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2012, 40(8): 4824-4825.

Analysis on Floristic Composition and Characteristics of Vascular Plants in Houziyan Hydropower Station Impacted Regions on Dadu River

LI Wanyu, ZONG Hao, REN Xi, DU Rong

(College of Life Sciences, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China)

Abstract: [Purposes] Based on the detailed investigation and species identification about vascular plants in Houziyan hydropower station impacted regions on Dadu river, the floristic composition and characteristics in the region were analyzed. [Methods] Take the line-intercept method and quadrat sampling method to investigate the species of regional vascular plants, according to the classification standard of the distribution type of Chinese seed plants, statistics and analysis the geographical elements of regional plant families and genera. [Findings] 1) This area contains 537 vascular plant species, which belong to 87 families and 279 genera. The species diversity is prominent. 2) The few-species family, the single-species genera and few-species genera are the main part of the flora, and the structure of flora is relatively complex. The dominance of the few-species genera and the plurimotypic family is evident in species composition, which accounted for 33.27% and 47.44% of the total species respectively. 3) In the fern flora, the cosmopolitan element gained domination both on the family level and genus level, occupying 66.67% and 60% of the total number of families and genera respectively. 4) The distribution types are mainly tropical components on the family level, while the distribution types are mainly temperate and tropical components on the genus level of seed plants. 5) On the genus level, the flora was characterized with certain Chinese peculiar elements. [Conclusions] It is suggested that in the late and during the period of construction of hydropower stations, some measures should be taken, such as ex-situ conservation, transplanting seedlings and vegetation restoration to mitigate the damage to the plants and the ecological environment.

Keywords: Dadu river; Houziyan hydropower station; vascular plant; areal-type

(责任编辑 方 兴)