

武夷山脉南北蕨类植物生物多样性研究

叶文¹, 李振基^{1*}, BENITO C Tan²,
CHANG Ying³, 陈鹭真⁴, 何建源⁵, 刘初钊⁵

(1. 厦门大学生命科学学院, 福建 厦门 361005; 2. 新加坡国立大学生物科学系, 新加坡 119260, 新加坡;

3. 英属哥伦比亚大学植物学系, 温哥华 V6T2G9, 加拿大; 4. 中国科学院植物研究所, 北京 100093;

5. 福建武夷山国家级自然保护区管理局, 武夷山 354315)

摘要: 从植物区系、生物多样性容量、通量和质量等方面比较了武夷山脉从南到北梁野山、闽江源、武夷山 3 个国家级自然保护区中蕨类植物的生物多样性。结果表明, 在武夷山脉由南到北, 蕨类植物的热带性成分趋于递减, 北温带分布及其变型、东亚分布及其变型递增。由物种数及丰富度指数 D_G 可以得出, 武夷山自然保护区蕨类植物生物多样性容量最大。连通性方面, 武夷山脉不同的保护区间物种水平的相似性不到 55%, 而从武夷山脉南段至中段、中段至北段, 种的多样性指数 L 值都达到 30%, 这两点说明武夷山脉是蕨类植物的现代分化中心之一。通过考察 Cody 指数 c 发现, 中段的闽江源自然保护区是武夷山脉的重要节点。虽然流通率表明武夷山脉蕨类植物的连通性较强, 但在物种水平上, 更替值在南段到中段、中段到北段均超过 30%, 因此有必要进一步在保护区之间建立与建设供动植物物种迁移的生态廊道。由于保存了较多的蕨类植物模式标本种和局域种, 在充分考虑物种权值的前提下, 武夷山自然保护区的蕨类植物生物多样性质量指数值达 764, 因此其多样性质量最高。研究结果可以为保护区群网的建设提供理论依据。

关键词: 蕨类植物区系; 物种流; 连通性; 相似性; 武夷山脉; 自然保护区

中图分类号: Q 14; Q 948.5 **文献标识码:** A

文章编号: 0438-0479(2007)03-0431-07

蕨类植物是现代植物界的六大门类之一, 也是高等植物的三大门类之一, 是植物界的一个重要组成部分, 中国已定名的蕨类植物有 63 科 231 属约 2 600 种^[1]。武夷山脉位于中国东南沿海, 是我国蕨类植物的现代分化和分布中心之一, 有着丰富的蕨类植物多样性, 种类多达 40 科 100 属 350 种以上^[2]。目前在武夷山脉及其周边已建立了武夷山自然保护区、龙栖山自然保护区、梁野山自然保护区、闽江源自然保护区、君子峰自然保护区、天宝岩自然保护区、马头山自然保护区等, 根据已进行的武夷山脉南北维管束植物生物多样性的研究, 山脉对进化过程中的物种流具有明显作用^[3]。然而, 这些保护区对蕨类植物多样性的保护所起的作用怎样? 蕨类植物在武夷山脉的物种流如何? 蕨类植物在武夷山脉是处于分化中还是处于稳定状态? 为了解决这些问题, 我们选取武夷山脉具代表性的南段、中段、北段的梁野山、闽江源、武夷山自然保护区, 在多年的科学考察^[2,4-5]和补充调查的基础上, 利用我们提出的生物多样性的容量、通量和质量指标体系加以考察。

1 研究区域概况

武夷山脉是中国东南沿海重要山脉, 东南沿海地区重要的自然地理界线, 为东南沿海丘陵与江南丘陵的分界线, 也是福建省闽江水系、汀江水系与江西鄱阳湖水系的天然分水岭。山脉呈东北-西南走向, 长约 540 km, 北与仙霞岭相接, 南与九连山相连。北段山峰普遍在海拔 1 000 m 以上, 其中位于福建武夷山、江西铅山交界的黄岗山海拔 2 158 m, 是武夷山脉最高峰。地势由北向南渐次降低, 到了福建武平、江西会昌一带, 海拔仅 600 ~ 700 m。我们在武夷山脉南段、中段和北段分别选择了福建梁野山国家级自然保护区(简称梁野山)、福建闽江源国家级自然保护区(简称闽江源)和福建武夷山国家级自然保护区(简称武夷山)为研究站位(图 1)进行生物多样性流的研究。

1.1 武夷山脉北段——福建武夷山国家级自然保护区

福建武夷山国家级自然保护区位于福建省武夷山、建阳、光泽、邵武 4 县(市)交界处, 北部与江西省毗连, 东经 117°27' ~ 117°51', 北纬 27°33' ~ 27°54', 最高峰黄岗山海拔 2 158 m, 保护区面积为 56 527 hm²。区内年平均气温在 8.5 ~ 18.0 之间, 极端最低温度

收稿日期: 2006-10-23

基金项目: 国家自然科学基金(30370275)资助

* 通讯作者: zhenjil@163.com



图1 武夷山脉南、中、北段3个自然保护区位置图
Fig. 1 Locations of 3 chosen natural reserves in Wuyi Mountains

- 15.0 ,年降水量一般为 1 486 ~ 2 150 mm ,是福建省温度最低、湿度最大、雨量最多、雾日最长的地方. 主要土壤类型有红壤、山地黄红壤、山地黄壤和山地草甸土. 山体存在明显的垂直变化梯度,从低处向高海拔地带依次分布着常绿阔叶林、针阔叶混交林、针叶林和山顶草甸等植被类型. 蕨类植物种类有 41 科 97 属 355 种(包括种以下单位).

1.2 武夷山脉中段——福建闽江源国家级自然保护区

福建闽江源国家级自然保护区位于武夷山脉中段的建宁县东南部,东北部与泰宁县交界,东经 116°46' ~ 116°59',北纬 26°36' ~ 26°50',海拔在 250 ~ 1 858 m 之间,保护区面积为 13 022 hm². 本区属于中亚热带季风气候区,极端最高温度 40.3 ,极端最低温度 - 12.8 .雨量充沛,年均降水量 1 880 mm,年均日照时数 1720.7 h,年平均无霜期 280 d. 主要土壤类型有红壤、山地黄红壤、山地黄壤和山地草甸土. 主要植被类型可以分为温性针叶林、针阔叶混交林、暖性针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、竹林、落叶阔叶灌丛、常绿阔叶灌丛、草甸、沼泽、水生植被 11 个植被型. 蕨类植物种类有 43 科 90 属 207 种(包括种以下单位).

1.3 武夷山脉南段——福建梁野山国家级自然保护区

福建梁野山自然保护区座落于福建省武平县境内,东经 116°00' ~ 116°15',北纬 25°04' ~ 25°20',梁山顶海拔 1 538.4 m,保护区面积为 14 365 hm². 保护区属于中亚热带海洋性季风湿润气候区. 区内年均温 17.0 ~ 19.6 ,极端最高温度 38.0 ,极端最低温度 - 6.3 ,无霜期 270 d,年均降水量 1 700 mm 左右. 土壤有红壤、黄红壤、粗骨性红壤、黄壤、粗骨性黄壤和山地草甸土. 这里属于亚热带常绿阔叶林区域. 蕨类植物种类有 41 科 86 属 152 种(包括种以下单位).

2 研究方法与指数

2.1 植物区系

通过植物区系类型的比较可以宏观地看出区系成分的变化. 科与属均按秦仁昌^[6]系统统计;属的区系类型按陆树刚^[1]统计.

2.2 生物多样性容量比较

容量指自然保护区内植被类型、物种数的绝对多度和相对多度. 这一概念等同于自然保护区的生物资源总量. 我们采用物种数和 Gleason 物种丰富度指数 D_G 作为生物多样性容量的指标^[3]:

$$D_G = (S - 1) / \ln A.$$

式中 S 为保护区内蕨类植物物种数, A 为保护区面积.

2.3 生物多样性通量指标

通量指的是不同自然保护区之间的植被类型或物种的相似性与连通性. 我们分别采用 Cody 指数 c ^[7]、Li 指数 L ^[3]、Jaccard 系数 IS_j ^[8-9]、Czekanowski 系数 IS_c ^[8-9] 来衡量生物多样性的通量^[3]:

1) Cody 指数 c ^[7]

$$c = [g(N) + l(N)] / 2 \tag{1}$$

式中 $g(N)$ 是指从一节点 (node) 到下一节点增加的物种数、属数或科数, $l(N)$ 指从一节点到下一节点失去的物种数、属数或科数.

2) Li 指数 L ^[3]

$$L = c / m \times 100\% \tag{2}$$

式中 m 指相邻两节点的平均物种数、属数或科数. 该公式可以看出物种随着生境梯度更替的平均相对值.

3) Jaccard 系数 IS_j ^[8-9]

$$IS_j = a' / (a + b + c) \times 100(\%) \tag{3}$$

式中 a 指相邻两保护区中共有的物种数、属数或科数, b 指 B 保护区中独有的物种数、属数或科数, c 指 A 保护区中独有的物种数、属数或科数.

4) Czekanowski 系数 IS_c ^[8-9]

$$IS_c = 2a' / (2a + b + c) \times 100(\%) \tag{4}$$

a、b、c 所指同式(3)。

2.4 生物多样性质量指标

质量指自然保护区的保护对象的价值、特色与脆弱性。采用 Li 指数 $Q_L^{[3]}$ 来衡量生物多样性的质量:

$$Q_L = w_r S_r + w_s S_s + w_n S_n + w_c S_c \quad (5)$$

式中, S 为不同濒危状况与保护级别的物种总数, S_r 为特有种、模式标本种、濒危物种, S_s 为国家一级保护植物和较为珍稀的物种数, S_n 为国家二级保护物种数, S_c 为普通物种数, $S = S_r + S_s + S_n + S_c$, w 为权重系数, 令 $w_r = 10, w_s = 5, w_n = 3, w_c = 1^{[3]}$ 。

3 结果与分析

3.1 武夷山脉南北的蕨类植物区系变化

武夷山脉南北蕨类植物区系比较如图 2、3 所示。

在武夷山脉的各个保护区内以泛热带分布及其变型最多, 在 27~29 属之间, 常见成分有凤尾蕨 (*Pteris*)、海金沙 (*Lygodium*)、里白 (*Hicriopteris*)、碗蕨 (*Dennstaedtia*)、凤丫蕨 (*Coniogramme*)、复叶耳蕨 (*Arachniodes*)、短肠蕨 (*Allantodia*)、毛蕨 (*Cyclosorus*)、陵始蕨 (*Lindsaea*)、垂穗石松 (*Palhinhaea*) 等; 世界分布成分次之, 在 20~22 属之间, 以鳞毛蕨 (*Dryopteris*) 的种类最多, 共有 55 种, 其中武夷山自然保护区有 50 种, 在武夷山脉较为常见的世界分布成分还有蹄盖蕨 (*Athyrium*)、铁线蕨 (*Adiantum*)、铁角蕨 (*Asplenium*)、卷柏 (*Selaginella*)、狗脊 (*Woodwardia*)、蕨 (*Pteridium*)、石松 (*Lycopodium*)、石韦 (*Pyrrosia*) 等; 东亚成分也较多, 在 8~15 属之间, 常见者有水龙骨科 (*Polypodiodes*)、假瘤蕨 (*Phymatopteris*)、假蹄盖蕨 (*Athyriopsis*)、骨牌蕨 (*Lepidogrammitis*) 等, 热带亚洲和热带美洲间断分布成分与热带亚洲至热带大洋洲分布成分各仅有 2 属, 未见东亚和北美洲间断

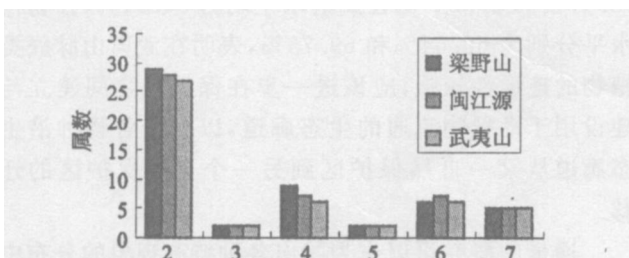


图 2 武夷山脉南北热带性蕨类植物区系比较

2: 泛热带分布及其变型; 3: 热带亚洲和与热带美洲间断分布; 4: 旧世界热带分布及其变型; 5: 热带亚洲至热带大洋洲分布及其变型; 6: 热带亚洲至热带非洲分布及其变型; 7: 热带亚洲分布及其变型

Fig. 2 The tropical and subtropical areal-types and subtypes of fern flora from southern to northern Wuyi Mountains

分布、温带亚洲分布和中国特有分布成分。

从图 2 可以看出, 从南至北, 随着气候趋向寒冷, 泛热带分布及其变型、旧世界热带分布及其变型、热带亚洲至热带非洲分布及其变型呈现出递减的趋势, 如泛热带分布类型的三叉蕨 (*Tectaria*)、松叶蕨 (*Psilotum*) 仅见于武夷山脉的南段, 泛热带分布类型栗蕨 (*Histiopteris*) 和热带亚洲分布的圣蕨 (*Dictyocline*) 等成分则从武夷山脉南段经过武夷山脉而终止于武夷山脉中段。热带亚洲至热带大洋洲分布成分、热带亚洲至热带美洲间断成分、热带亚洲分布成分差异表现不明显。甚至有些热带性成分如苏铁蕨 (*Brainea*)、网藤蕨 (*Lomagramma*)、崖姜蕨 (*Pseudodryaria*)、实蕨 (*Bolbitis*)、三叉蕨 (*Tectaria*) 仅分布在武夷山脉以南的虎伯寮自然保护区内 (北纬 24°30' ~ 24°56')^[10], 在江西九连山自然保护区 (北纬 24°31' ~ 24°39') 除实蕨、三叉蕨外, 还有三相蕨 (*Ataxipteris*)^[11]。

从图 3 则可以看出, 由南至北, 北温带分布及其变型、东亚分布及其变型递增, 分别从 2 属增加到 4 属和从 8 属增加到 15 属, 北段的武夷山自然保护区温带性分布型占的比重更大, 从武夷山脉中段的闽江源自然保护区开始增加的成分有北温带分布的荚果蕨 (*Matteuccia*)、东亚分布的鞭叶蕨 (*Cyrtomidictyum*) 和石蕨 (*Saxiglossum*)。仅见于武夷山脉北段的武夷山自然保护区的北温带成分有亮毛蕨 (*Acystopteris*) 和毛枝蕨 (*Leptorumohra*)。东亚分布成分有羽节蕨 (*Gymnocarpium*)。往北到江西三清山^[12]、浙江古田山^[13]、安徽大别山^[14]增加的成分不多, 在安徽大别山有更耐寒的种类蛾眉蕨 (*Lunathyrium*)、膀胱蕨 (*Protowoodsia*) 等。

3.2 3 个保护区蕨类植物生物多样性容量比较

分别从物种数与物种丰富度对武夷山脉蕨类植物加以比较, 结果如表 1 所示。

从表 1 可以看出, 从武夷山脉南部的梁野山自然保护区到主体部分的武夷山自然保护区, 蕨类植物物

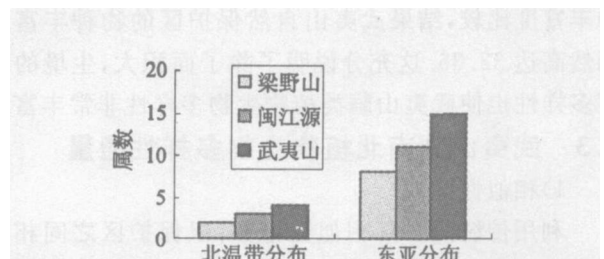


图 3 武夷山脉南北温带性蕨类植物区系比较

Fig. 3 The temperate areal-types and subtypes of fern flora from southern to northern Wuyi Mountains

表 1 武夷山脉南北蕨类植物物种数比较

Tab. 1 Comparison of species numbers of ferns from southern to northern Wuyi Mountains

保护区	面积/ hm ²	科数	科丰富度	属数	属丰富度	物种数/ 种	物种丰富度
梁野山自然保护区	14365	41	4. 18	84	8. 67	152	15. 77
闽江源自然保护区	13022	43	4. 43	87	8. 97	207	21. 74
武夷山自然保护区	56527	41	3. 66	92	8. 32	355	32. 35

表 2 武夷山脉 3 个保护区的蕨类植物区系相似性

Tab. 2 Similarity of fern flora from southern to northern Wuyi Mountains

保护区通道	科		属		种	
	<i>IS_S</i> / %	<i>IS_C</i> / %	<i>IS_S</i> / %	<i>IS_C</i> / %	<i>IS_S</i> / %	<i>IS_C</i> / %
梁野山与闽江源	93. 18	96. 47	83. 33	90. 91	53. 42	69. 64
闽江源与武夷山	90. 91	95. 24	83. 33	90. 91	53. 55	69. 75
梁野山与武夷山	90. 70	95. 12	81. 00	89. 50	34. 13	50. 89

表 3 武夷山脉蕨类植物 c 多样性指数

Tab. 3 c Indices of fern flora from southern to northern Wuyi Mountains

保护区通道	科			属			种		
	<i>g</i>	<i>l</i>	<i>c</i>	<i>g</i>	<i>l</i>	<i>c</i>	<i>g</i>	<i>l</i>	<i>c</i>
从梁野山至闽江源	3	1	2	10	6	8	82	27	54. 5
从闽江源至武夷山	1	3	2	12	5	8. 5	159	11	85
从梁野山至武夷山	1	3	2	16	5	10. 5	226	23	124. 5

种数有逐步增加的趋势,梁野山自然保护区最低,闽江源自然保护区次之,武夷山自然保护区的蕨类物种数最高.这意味着武夷山自然保护区具有不可替代的生物多样性保护作用.尤其值得一提的是在该保护区内蕨类植物模式标本有 12 种之多^[15-17].

由于各保护区面积不等,面积大的保护区物种数明显高于面积小的保护区,如大别山天堂寨自然保护区由于地处北亚热带,面积偏小(4 000 hm²),蕨类植物仅 24 科 45 属 72 种^[14],面积在 10 000 hm² 以上的梁野山自然保护区、闽江源自然保护区、九连山自然保护区的蕨类植物都在 150 种以上^[4-5,11].为了消除面积的影响,使得生物多样性具有可比性,我们采用了物种丰富度比较,结果武夷山自然保护区的物种丰富度仍然高达 32. 35. 这充分说明了除了面积大,生境的丰富多样性也使武夷山蕨类植物生物多样性非常丰富.

3.3 武夷山脉南北植物生物多样性通量

1) 相似性指数

利用传统的群落相似性指数,以保护区之间相同的科数、属数、种数进行比较(表 2),结果表明,在武夷山脉不同的保护区由于距离较近,科的相似性在 90 % 以上,属的相似性仍然较高,在 81 % 以上,物种水平的

相似性则明显下降.数据表明各保护区之间有 120 种以上的蕨类物种是相同的,但物种水平的相似性系数 *IS_S* 仍不到 55 %,这也表明武夷山脉是蕨类植物的现代分化中心之一.

IS_C 值能够较好地反映物种沿廊道分布与迁移的状况,从表 2 可以看出,从梁野山至闽江源和从闽江源至武夷山保护区之间的流通率在科的水平分别为 96. 47 % 和 95. 24 %,在属的水平均为 90. 91 %,在物种水平分别为 69. 64 % 和 69. 75 %,表明在武夷山脉蕨类植物的连通性较强,应该进一步在保护区之间建立与建设用于动物流通的生态廊道,以利于各物种沿生态廊道从某一自然保护区到另一个自然保护区的迁移.

通量的研究可以作为找出各种特有现象的分布中心^[18]和研究生物多样性的基础^[19].就此,大部分文献都在小尺度范围进行探讨,而在较大尺度范围内,一般仅对不同自然保护区的区系比例进行比较^[11,13-14].李振基等^[3]尝试了山脉尺度下的生物多样性通量的分析,从维管束植物的角度进行了探讨,而从蕨类植物类群看,*IS_S* 值略低于整个维管束植物,说明武夷山脉蕨类植物的分化高于种子植物的分化.

表 4 武夷山脉蕨类植物 L 多样性指数

Tab. 4 L Indices of fern flora from southern to northern Wuyi Mountains

保护区通道	科			属			种		
	c	m	L/ %	c	m	L/ %	c	m	L/ %
从梁野山至闽江源	2	42	4.76	8.0	86.0	9.30	54.5	179.5	30.36
从闽江源至武夷山	2	42	4.76	8.5	90.0	9.44	85	281	30.25
从梁野山至武夷山	2	41	4.88	10.5	97.0	10.82	124.5	253.5	49.11

表 5 武夷山脉不同自然保护区的蕨类植物生物多样性质量

Tab. 5 Q_L The biodiversity quality of fern flora from southern to northern Wuyi Mountains

	S _r	S	S	S _c	Q _L
梁野山自然保护区	2	0	3	147	176
闽江源自然保护区	2	0	3	202	231
武夷山自然保护区	45	0	2	308	764

2) 多样性

从武夷山脉南部的保护区通过中部至主体部分的武夷山自然保护区的蕨类植物多样性指数如表 3、表 4 所示。

表 3 的指数值表明了科、属、种在较大的空间尺度上的变化的绝对值。表中数据直观显示,从武夷山脉南段到中段,平均更替了 2 科,8 属,54.5 种;从武夷山脉中段到北段,平均更替了 2 科,8.5 属,85 种,科属的更替与南段至中段的变化一致,物种的更替由于武夷山主体部分物种丰富,变化更为明显。综合比较,则南段至北段的科更替数略小于南段至中段的更替值与中段至北段值的和,这意味着若直接考察南段与北段的梯度,将存在小部分信息丢失问题,以此看来,中段的闽江源自然保护区是武夷山脉的重要节点。

表 4 表明,从武夷山脉南段至中段,有 4.76% 的科,9.30% 的属和 30.36% 的物种发生了更替,从种的分类等级上看,这一值很高,应该在梁野山与闽江源之间选择较好的保护区作进一步的保护;从中段至北段,种的分类等级上的 L 值仍然高达 30.25%。L 值的南北变化表明了武夷山脉是蕨类植物的现代分化中心之一,因此,有必要更充分认识武夷山脉的保护意义,并建立更多保护区,使得更多的生物多样性受到保护。

3.4 生物多样性质量指标

武夷山脉 3 个自然保护区的植物生物多样性质量如表 5 所示。

从表 5 中可以看出,在武夷山脉各自然保护区中,武夷山国家级自然保护区所拥有的珍稀濒危物种数、模式标本物种数等最多,因此其质量指数值远远高于闽江源和梁野山。

武夷山有武夷山凸轴蕨 (*Metathelypteris adscendens* Ching)、阔片金星蕨 (*Parathelypteris pauciloba* Ching)、黄岗山鳞毛蕨 (*Dryopteris huangangshanensis* Ching)、永田鳞毛蕨 (*D. changii* Ching)、崇安鳞毛蕨 (*D. chunganensis* Ching)、武夷耳蕨 (*Polystichum wuyishanensis* Ching et Shing) 等模式标本种^[15-17]和白毛卷柏 (*Selaginella albociliata* P. S. Wang)^[20]、直叶金发石杉 [*Huperzia quasipolytrichoides* (Hayata) Ching var. *rectifolia* (J. F. Ching) H. S. Kung et L. B. Zhang]、肉刺蕨 [*Nothoperanema shikokiana* (Makino) Ching]、台湾小膜盖蕨 [*Araiostegia parvipinnula* (Hay.) Cop.] 等天然分布状态的珍稀濒危物种。闽江源则有长柄车前蕨 (*Antrophyum obovatum* Bak.) 和多脉假膜蕨 [*Crepidomanes insigne* (v. d. B.) Fu] 等^[5]。梁野山有大羽铁角蕨 (*Asplenium pseudolaserpitiifolium* Ching) 和合溪复叶耳蕨 (*Arachniodes hehiana* Kurata) 等^[4]。

在本文中除了给分布较广的武夷山自然保护区的模式标本种——武夷瘤足蕨赋予普通物种的权值外,大部分模式标本种都赋予较高的分值。

研究表明,虽然为了了解相似性,常常可以忽略各物种的权值,但当希望找出不同保护区之间的差别与特色所在,就有必要增大其权值,因此对于稀有物种的权值考虑非常重要,由于生物多样性质量的文献很少,本文参考李振基等^[3]赋予各物种的权值。以武夷山自然保护区与闽江源自然保护区为例,其成分的相似性是很高的,容易造成闽江源或其他自然保护区在某种程度上能够代替武夷山自然保护区的错觉,但是,我们利用权值处理以后,可以看出,武夷山自然保护区的

生物多样性质量是其他自然保护区所替代不了的。

4 结 语

在自然保护区的保护对象与特色方面,目前主要遵循两条途径,即物种为中心和生态要素为对象的途径。Noss 和 Harris^[21]认为,最有效和科学的生物保护途径应该是以物种为中心的,然而以物种或群落保护为对象的规划只是片面地针对一个连续的复杂系列的局部和片段,未能充分反映出自然保护区的珍稀性、特有性、生境异质性、生态过程的重要性等。通过我们的研究,物种的多方面的属性在很大层面上反映出了保护区的状况。

早在 1975 年 Borissoff 就提出了应该保护不同的生境以利于保护生态系统的完整性^[22],其后自然过程或生态过程的概念也被正式提出^[23],现在研究者普遍认为维持空间异质性有助于保持更丰富的生物多样性。本项目的研究进一步表明在武夷山脉中,闽江源自然保护区、梁野山自然保护区也是生物多样性的重要节点。在武夷山脉已建立的保护区之间,蕨类植物的连通性较强,同时南段、中段与北段的保护区之间又出现了分化,因此作为蕨类植物的现代分化中心之一,武夷山脉具有较高的保护价值。基于此,有必要在闽江源与梁野山之间和武夷山附近,再考察寻找合适的生境建立自然保护区。

目前,武夷山脉建立了江西武夷山国家级自然保护区、江西马头山国家级自然保护区、邵武将石省级自然保护区、福建龙栖山国家级自然保护区、明溪君子峰省级自然保护区等自然保护区,其中前 3 者与福建武夷山国家级自然保护区均位于武夷山脉北段,对于武夷山脉主峰周边的生物多样性保护起到了积极作用,龙栖山和君子峰与闽江源自然保护区均位于武夷山脉中段,对于武夷山脉中段生物多样性保护也有重要意义,相比之下,南段的自然保护区仅有梁野山自然保护区,在南段的其他一些省级或县级的自然保护区的面积偏小。通过进一步地衡量各个保护区间的生物多样性信息问题,综合考虑动植物类群,如何在武夷山脉的南北各部加强保护区的建立和建设,从而建设起一个既有特色,又有连通性的自然保护区网络,是未来保护区建设和管理的主要方向。

参考文献:

- [1] 陆树刚. 中国蕨类植物区系[M]//中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第一卷). 北京:科学出版社, 2004:78 - 94.
- [2] 刘初钿,李振基,何建源. 武夷山自然保护区维管束植物

- 名录[M]//何建源,主编. 武夷山研究:自然资源卷. 厦门:厦门大学出版社,1994:222 - 262.
- [3] 李振基,林鹏,叶文,等. 武夷山脉南北维管束植物生物多样性流[J]. 自然科学进展,2006,16(8):959 - 964.
- [4] 林益明,林鹏,钟桃远,等. (福建梁野山自然保护区)植物资源[M]//林鹏,主编. 福建梁野山自然保护区综合科学考察报告. 厦门:厦门大学出版社,2001:12 - 96.
- [5] 李振基,陈鹭真,陈圣宾,等. (福建闽江源自然保护区)植物资源[M]//林鹏,主编. 福建闽江源自然保护区综合科学考察报告. 厦门:厦门大学出版社,2004:13 - 153.
- [6] 秦仁昌. 中国蕨类植物的系统排列和历史来源[J]. 植物分类学报,1978,16(3):1 - 19;16(4):16 - 37.
- [7] Cody M L. Towards a theory of continental species diversity bird distributions over mediterranean habitat gradients[M]//Cody M L, Diamond J M, ed. Ecology and evolution of communities. Cambridge: Harvard University Press,1975:214 - 257.
- [8] 林鹏. 植物群落学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986.
- [9] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海:华东师范大学出版社,2001.
- [10] 李振基,陈鹭真,樊正球,等. (福建省南靖南亚热带雨林自然保护区)植物资源[M]//林鹏,主编. 福建省南靖南亚热带雨林自然保护区科学考察报告. 厦门:厦门大学出版社,1999:13 - 102.
- [11] 陈拥军,张宪春,季梦成,等. 九连山自然保护区蕨类植物区系研究[J]. 江西农业大学学报,2002,24(1):78 - 81.
- [12] 臧敏,邱筱兰. 赣东北三清山的蕨类植物区系[J]. 南昌大学学报:理科版,1997,21(2):137 - 142.
- [13] 丁炳扬,曾汉元,方腾. 浙江省古田山自然保护区蕨类植物区系的研究[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2001,27(4):370 - 374.
- [14] 张光富,沈显生. 大别山天堂寨自然保护区蕨类植物区系特征[J]. 山地学报,2000,18(5):468 - 473.
- [15] 秦仁昌. 福建蕨类植物新种(一)[J]. 武夷科学,1981,1:1 - 12.
- [16] 秦仁昌,裘佩熹. 中国蕨类植物新种(1)[M]//植物学集刊(第二集). 北京:科学技术出版社,1987:11 - 36.
- [17] 林来官,主编. 福建植物志(第一卷)(修订本)[M]. 福州:福建科学技术出版社,1991.
- [18] Terborgh J, Winter B. A method for siting parks and reserves with special reference to Columbia and Ecuador [J]. Biol Conserv,1983,27:45 - 58.
- [19] Stolzenburg W. Detectives of diversity[J]. Nature Conservancy,1992,42(1):22 - 27.
- [20] Li Z J, Tan B C. A review of the species diversity of Selaginella in Fujian Province of China[J]. Acta Phytotaxonomica Sinica,2005,43(1):50 - 59.

- [21] Noss R F, Harris L D. Nodes ,networks and MUMs :pre-
serving diversity at all scales[J]. Environ Manage ,1986 ,
10 :229 - 309.
- [22] Borissoff V A. Zapovedniks [M]//Scofield E A , ed.
Earthcare :global protection of natural areas. Boulder :
Westview Press ,1978 :758 - 763.
- [23] Shafer C L. Inter-reserve distance [J]. Biol Conserv ,
2001 ,100 :215 - 227.

Study on the Biodiversity of Ferns from Southern to Northern Wuyi Moutains

YE Wen¹ ,LI Zhen-ji^{1*} ,BENITO C Tan² , CHANG Ying³ ,
CHEN Lu-zhen⁴ ,HE Jian-yuan⁵ ,LIU Chu-dian⁵

(1. School of Life Sciences ,Xiamen University ,Xiamen 361005 ,China ;

2. Department of Biological Sciences ,National University of Singapore ,Singapore 119260 ,Singapore ;

3. Department of Botany ,The University of British Columbia ,Vancouver V6T2G9 ,Canada ;

4. Institute of Botany ,the Chinese Academy of Science ,Beijing 100093 ,China ;

5. The Administrative Bureau of Wuyishan National Nature Reserve of Fujian ,Wuyishan 354315 ,China)

Abstract : The fern-biodiversity of three nature reserves ,Wuyishan Nature Reserve ,Minjiangyuan Nature Reserve and Liangyeshan Nature Reserve ,chosen from southern to northern Wuyi Moutains were studied ,including the flora and the capacity ,connectivity and quality of biodiversity. The results showed that the tropic tyflora decreased when the climate turns colder ,while the north temperate flora and eastern asia flora increased. The species of fern stepped up from southern to northern Wuyi Moutains ,with a richness of species (D_G) showed the Wuyishan Nature Reserve carried the largest capacity among the three reserves. As referring to the connectivity ,the similarity of families of fern plants within these three reserves was over 81 % ,so as the similarity of genera ,but that of species fell shot of 55 % . The L index of the southern-central part of Wuyi Moutains was up to 30 % ,as well as the central-northern part. The above two facts indicated that Wuyi Moutains is one of the contemporary distributing centres of fern plants. The Minjiangyuan Nature Reserve was an important node in Wuyi Moutains as indicated by the Cody index c . But 30.36 % of species substituted from southern to central Wuyi Moutains ,as from central to northern part of the moutain ,the substitution was nearly 30.25 % ,which means it is still necessary to consider building more nature reserves in the Wuyi Mountains. The fern of Wuyi Moutains showed a strong connection ,tne Czekanowski similarity index ISc of families were 96.47 % and 95.24 % respectively within southern to central and central to northern part of the Wuyi Moutains ,as of genera ,the index were same as 90.91 % ,and as of species ,they were 69.64 % and 69.75 % ,respectively. Ecological corridor should be considered to keep the further connection. On account of having more types and endemic ferns ,the Wuyishan Nature Reserve was statisticaly weighted on masuring the biodiversity quality ,and the Q index was 764 ,which means Wuyishan Nature Reserve carried the best quality of fern biodiversity. The results can be used in constructing nature reserve webs.

Key words : fern flora ; species flow ; connectivity ; similarity ; Wuyi Moutains ; nature reserve