

# 粤东蕨类植物区系初步研究

曾宪锋<sup>1</sup>, 邱贺媛<sup>1</sup>, 钱会莲<sup>2</sup>, 庄雪影<sup>3</sup>, 唐光大<sup>3</sup>

(1. 韩山师范学院 生物系, 广东 潮州 521041; 2. 北戴河第二中学,  
河北 秦皇岛 066100; 3. 华南农业大学 林学院, 广州 251064)

**摘要:** 通过对粤东蕨类植物的调查和统计分析得出: 粤东地区共记录蕨类植物 258 种, 隶属于 45 科 95 属, 区系较为丰富; 粤东的蕨类区系属于东亚植物区向古热带植物区的过渡地带, 以水龙骨科、鳞毛蕨科、蹄盖蕨科、金星蕨科等 12 个科为优势科, 以铁角蕨属、凤尾蕨属、鳞毛蕨属等 10 个属为优势属。从种的区系成分来看, 粤东蕨类植物区系主要是热带成分与东亚成分的综合体, 以中国—日本分布、热带亚洲、中国特有种分布为最丰富, 反映了东亚与热带亚洲的蕨类植物区系的统一性和紧密联系。特有程度低于当地种子植物区系。与相关的 6 个地区的比较, 说明纬度和海拔高度对区系的影响较大。

**关键词:** 粤东; 蕨类植物; 植物区系

**中图分类号:** Q949.36, Q948.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)04-0466-05

## Preliminary study on the pteridophyte flora of East Guangdong, China

ZENG Xian-Feng<sup>1</sup>, QIU He-Yuan<sup>1</sup>, QIAN Hui-Lian<sup>2</sup>,  
ZHUANG Xue-Ying<sup>3</sup>, TANG Guang-Da<sup>3</sup>

(1. Department of Biology, Hanshan Normal University, Chaozhou 521041, China; 2. Beidaihe Second Middle School, Qinhuangdao 066100, China; 3. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Based on statistics, analysis and flora comparison, the flora of pteridophyte in East Guangdong were studied. The results showed that: the floristic composing were relatively rich, there were 258 species belonging to 45 families and 97 genera. 12 dominant families were Polypodiaceae, Dryopteridaceae, Athyriaceae, etc. and 10 dominant genera were *Asplenium*, *Pteris*, *Dryopteris*, *Sellaginella*, etc., indicating that the pteridophyte flora of East Guangdong belonged to transition district of Old Tropic Region and East-Asian Region. The dominant floristic elements of species were Tropic and East-Asian, especially the Sino-Japan and Tropic-Asia elements. The elements of endemic to China were less than the local seed plant flora. Through the comparison with 6 other flora, latitude and altitude were considered the main factors that influenced pteridophyte flora.

**Key words:** East Guangdong; pteridophyte; flora

对中国蕨类植物的研究工作最初是由外国人开始的, 17 世纪以来, 有很多外国人在广东(包括粤东)采集标本并做了研究(王印政等, 2004)。陈邦余等(1990)等记录广东省山区蕨类植物 44 科 103 属 204 种 7 变种。廖文波等(1994)对广东省 464 种蕨

类植物进行了区系分析。陈焕镛、蒋英等在粤东采集大量标本, 鉴定出一些新种(吴修仁, 1993)。吴修仁(1997), 记载潮汕地区蕨类植物 32 科 91 种。易绮斐等(2006)、张福平等(2003)、汪跃华等(1997)、王勇进(1992)、曾宪锋等(2008a, b, c)在粤东进行了

收稿日期: 2008-09-26 修回日期: 2009-02-19

基金项目: 广东省高校学科建设项目(2007-129)[Supported by Subject Development of Colleges and Universities of Guangdong Province (2007-129)]

作者简介: 曾宪锋(1962-), 男, 河北昌黎人, 副教授, 博士, 主要从事植物区系学与植物群落学研究, (E-mail) zengxianfeng0325@163.com。

植物调查研究。本文是粤东植物区系研究的一个重要部分。

## 1 研究地自然概况

粤东包括 1991 年以后划分出的梅州市、潮州市、汕头市、揭阳市、汕尾市(广东省地图出版社, 2003)。本地区东与福建的漳州、龙岩接壤,北与江西的赣州相邻,背靠南岭,面临南海,总面积 32 263 km<sup>2</sup>,地处 114°54′~117°10′ E, 22°37′40″~24°91′ N,人口约 2 123 万。广东省第二大河韩江贯穿粤东全境,韩江流域为粤东的中心区域。铜鼓嶂为粤东第一峰,海拔 1 559.5 m。粤东地区的植物区系地位属于华南植物省粤东南——闽西南亚省的粤东县(廖文波等,1994)。粤东属东亚季风气候南部。土壤类型主要有地带性的红壤和赤红壤,另外有黄壤、草甸土等(徐燕千,1990)。

粤东陆生植被主要包括中亚热带阔叶林、南亚热带常绿阔叶林、竹林、常绿灌丛、灌草丛、草丛。湿生植被则包括红树林和沼泽草丛,山涧沼泽亦有零星分布(徐燕千,1990)。

## 2 研究方法

于 2003 年 9 月~2007 年 5 月,采集、鉴定蕨类植物标本,总结粤东蕨类植物名录。区系分析以中国植物第一卷(陆树刚,2004)的观点,参考李锡文(1996)对科的划分方法和吴征镒(1991,1993,2006)对属区系的划分方法。

## 3 结果与分析

### 3.1 粤东蕨类植物多样性概况

根据野外调查所采植物标本的鉴定及有关资料的统计,粤东地区共记录蕨类植物 258 种,隶属于 45 科 95 属。45 个科多为单属科或寡属科,含 3 属以上的科仅有石松科(Lycopodiaceae)等 9 科,占 20%,却含有 137 种,占 53%。

### 3.2 粤东地区蕨类植物的优势现象分析

3.2.1 粤东地区蕨类优势科 粤东蕨类植物的优势科有:水龙骨科(Polypodiaceae)(12:36,属数:种数,下同)、鳞毛蕨科(Dryopteridaceae)(4:26)、蹄盖蕨科(Athyriaceae)(7:21)、金星蕨科(Thelyp-

ridaceae)(7:20)、铁角蕨科(Aspleniaceae)(1:15)、凤尾蕨科(Pteridaceae)(2:13)、卷柏科(Selaginellaceae)(1:11)、膜蕨科(Hymenophyllaceae)(5:10)、中国蕨科(Sinopteridaceae)(4:8)、石杉科(Dennstaedtiaceae)(2:7)、碗蕨科(Blechnaceae)和乌毛蕨科(Blechnaceae)(4:7),12 个大科占总科数 26.7%,所含属数为 54 个,占粤东蕨类植物总属数的 53.6%;所含种数为 181 种,占 70.1%。分布型只有世界分布和泛热带分布 2 种,其中水龙骨科等 8 科为世界分布科,金星蕨科等 4 科为泛热带分布科。从优势科的分布型可以看出粤东蕨类植物区系的热带特征。

3.2.2 粤东地区蕨类植物优势属 粤东地区蕨类植物 10 个优势属的排列如下:铁角蕨属(*Asplenium*)(15/5.8%,种数/百分比,下同)、凤尾蕨属(*Pteris*)(12/4.7%)、鳞毛蕨属(*Dryopteris*)(12/4.7%)、卷柏属(*Selaginella*)(11/4.3%)、短肠蕨属(*Allantodia*)(9/3.5%)、复叶耳蕨属(*Arachniodes*)(8/3.1%)、线蕨属(*Colysis*)(7/2.7%)、新月蕨属(*Pronephrium*)(6/2.3%)、毛蕨属(*Cyclosorus*)(6/2.3%)和鳞盖蕨属(*Microlepia*)(6/2.3%)。10 大优势属占总属数的 10.5%,但它们含有 92 种,占总种数的 35.6%。10 个优势属分别属于 4 种分布型,其中:世界分布 3 属,泛热带 4 属,旧世界热带 2 属,热带亚洲 1 属。从优势属的区系成分来看,体现了粤东蕨类植物区系热带性质。

粤东地区蕨类植物区系特征可以从优势科和优势属的情况来分析。粤东的蕨类区系属于东亚植物区向古热带植物区的过渡地带(陆树刚,2004)。以铁角蕨属、凤尾蕨属、鳞毛蕨属和卷柏属为优势属。区系性质的热带性较香港、海南为弱,但也不同于华中地区。马来西亚成分起着相当大的作用(陆树刚,2004)。代表中国“耳蕨—鳞毛蕨”植物区系(孔宪需,1984)中的鳞毛蕨科和蹄盖蕨科有较强的优势,共有 47 种,占 18.2%,该区系的特征属,耳蕨属 4 种,鳞毛蕨属 12 种,蹄盖蕨属 3 种,比较高纬度地区,已呈减弱趋势。代表云南干旱河谷灌丛带蕨类植物区系的“中国蕨—卷柏类”植物区系(方震东,1999),主要以中国蕨科、卷柏科为主要成分,这两个科在粤东都是优势科,卷柏属为优势属。说明在森林广为破坏的粤东,为适应干旱的蕨类植物提供了发展空间。

### 3.3 粤东蕨类植物区系的统计分析

3.3.1 粤东蕨类植物科的地理成分分析 粤东蕨类植物 45 科, 仅阴地蕨科 (Botrychiaceae) 为北温带分布; 世界广布科有水龙骨科等 18 个; 泛热带分布科有凤尾蕨科等 23 个; 热带亚洲至热带美洲间断分布科 2 个, 即舌蕨科 (Elaphoglossaceae) 和槲蕨科 (Drynariaceae); 热带亚洲至热带非洲 1 科, 即肿足蕨科 (Hypodematiaceae)。热带性质极强, 这与他们起源于古生代湿热的、统一的大陆有关。粤东属于亚热带, 所以其蕨类区系成分应以热带成分为主, 并且较之被子植物程度更高些。

表 1 粤东蕨类植物属、种的分布区类型  
Table 1 The distribution types of genera and species of pteridophyte in East Guangdong

分布区类型 Distribution type	属数 No. of genera	%	种数 No. of species	%
1. 世界分布 Cosmopolitan	21	不计	3	不计
2. 泛热带分布 Pantropic	34	44.7	11	4.3
3. 热带亚洲和热带美洲 间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	1	1.3	3	1.2
4. 旧世界热带分布 Old World Tropics	11	14.5	4	1.6
5. 热带亚洲至热带大洋 洲分布 Trop. Asia & Trop. Australasia	3	4.0	7	2.8
6. 热带亚洲至热带非洲 分布 Trop. Asia & Trop. Africa	6	7.9	3	1.2
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia	11	14.5	84	33.9
8. 北温带分布 North Temperate	4	5.3	2	0.8
9. 东亚和北美间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted			1	0.4
10. 旧世界温带分布 Old World Temp.			3	1.2
14. 东亚分布 E. Asia	4	5.3	2	0.8
14-1. 中国—喜马拉雅分 布 Sino-Himalaya	1	1.3	86	
14-2. 中国—日本分布 Sino-Japan	1	1.3		33.8
15. 中国特有分布 Endemic to China			49	19.2
合计 Total	97	100	258	100

3.3.2 属、种的地理成分分析 蕨类植物区系的属的地理成分类型的划分, 与中国种子植物区系的划分方法 (吴征镒, 1991, 1993, 2006) 基本一致, 种的划分参考属的分布区类型划分方法。将粤东蕨类植物 97 属划分为 9 个类型 2 个变型, 将 258 种划分为 12

个类型 (表 1)。

3.3.2.1 属的地理成分分析 从表 1 可以看出, 粤东蕨类植物属有 9 个分布类型, 中亚及温带分布类型缺乏或较少, 没有中国特有属。除去 21 个世界广布属, 仅北温带的 4 个属为温带成分, 约占 5.3%, 东亚成分也分布在江南和日本, 应属于热带成分, 这样粤东地区蕨类植物属的热带特征极强, 这与粤东的地理位置相匹配。中国蕨类植物区系热带成分比例高于种子植物 (藏得奎, 1998), 同样, 粤东蕨类植物属的热带区系成分高于当地种子植物。

世界广布属 21 属, 它们广布于世界各个大洲, 但往往也有其主要分布区, 广布是相对的。如石松属 (*Lycopodium*)、骨碎补属 (*Davallia*) 和满江红属 (*Azolla*)。泛热带分布的共有 34 属, 它们是马尾杉属 (*Phlegmariurus*)、里白属 (*Diplazium*)、海金沙属 (*Lygodium*)、鳞始蕨属 (*Lindsaea*)、肾蕨属 (*Nephrolepis*) 等。它们普遍分布于两半球热带至亚热带地区。热带亚洲和热带美洲间断分布仅有双盖蕨属 (*Diplazium*) 1 属。旧世界热带分布的有 11 属, 包括瓶儿小草属 (*Ophioglossum*)、芒萁属 (*Dicranopteris*) 等。热带亚洲至热带大洋洲分布的有菜蕨属 (*Callipteris*) 等 3 属。热带亚洲至热带非洲分布的属有肿足蕨属 (*Hypodematium*)、贯众属 (*Cyrtomium*) 等 6 个。热带亚洲分布的属有 11 个, 它们是藤石松属 (*Lycopodiastrium*)、毛子蕨属 (*Monomelangium*) 等。北温带分布的属有阴地蕨属 (*Sceptridium*) 等 4 属。东亚分布及其变型共 6 属。东亚分布的有水龙骨科属 (*Polypodiodes*) 等 4 属, 中国—喜马拉雅分布有骨牌蕨属 (*Lepidogrammitis*) 1 属。中国—日本有 1 属: 丝带蕨属 (*Drymotaenium*)。

3.3.2.2 粤东蕨类植物种的区系分析 从表 1 中可以看出, 粤东 258 种蕨类植物共有 12 分布区类型, 其中世界广布种 3 种, 说明在种的水平上, 蕨类植物的分布地域性强, 广布性差, 这与蕨类植物的结构比较原始、适应能力较差以及种的次生性有关。各种热带成分 112 种, 占 43.9%, 这与粤东所处的地理位置、气候特点有关。典型的温带种只有 6 个, 占 2.4%, 说明与欧美温带的区系联系较弱, 地域性强。东亚与中国特有种 137 种, 占 53.7%, 其中一些种为热带种, 为地带性植物, 另一些为温带种, 分布局限于东亚或仅限于中国, 在一定程度上说明东亚植物区系的独立性。从种的区系成分来看, 粤东蕨类植物区系是热带成分与东亚成分的综合体, 在一定

程度上支持张宏达的华夏植物区系理论(张宏达, 1999)。以中国—日本分布和热带亚洲分布为最丰富, 中国特有种次之, 反映了东亚与热带亚洲的蕨类植物区系的统一性和紧密联系。

粤东蕨类世界分布种是扁枝石松(*Diplazium complanatum*)等 3 种, 在粤东常见。

各种热带成分 112 种, 占 43.9%。其中泛热带分布 11 种, 主要有马尾杉(*Phlegmariurus phlegmaria*)、肾蕨(*Nephrolepis auriculata*)等; 热带亚洲和热带美洲间断分布有狭眼凤尾蕨(*Pteris biaurita*)等 3 种; 旧世界热带分布 4 种, 如蜈蚣草(*Pteris vittata*); 热带亚洲至热带大洋洲分布有 7 种, 主要有海金沙(*Lygodium japonicum*)、阴石蕨(*Humata repens*)等; 热带亚洲至热带非洲分布有粗齿紫萁(*Osmunda banksii folia*)等 3 种; 热带亚洲分布 84 种, 主要有千层塔(*Huperzia serrata*)、小叶海金沙(*Lygodium scandens*)、金毛狗(*Cibotium barometz*)和两广禾叶蕨(*Grammitis lasiosora*)等。

温带分布种共计 6 个, 仅占 2.4%, 对粤东蕨类植物区系贡献很小。其中北温带分布有瓶尔小草(*Ophioglossum vulgatum*)等 2 种; 东亚和北美间断分布只有分株紫萁(*Osmunda cinnamomea*); 旧世界温带分布有石松(*Lycopodium japonicus*)等 3 种。

东亚与中国特有分布种有 137 种, 占 53.7%, 为重要区系成分。其中东亚分布有阴地蕨(*Sceptridium ternatum*)等 2 种; 中国—日本分布 86 种, 主要有狗脊(*Woodwardia japonica*)、镰羽贯众(*Cyrtomium balansae*)和石韦(*Pyrrosia lingua*)等。

中国特有分布及其变型计有 49 种, 其中中国特有种 1 种, 即细柄书带蕨(*Vittaria filipes*); 中国热带亚热带分布种 48 种, 它们分布在长江以南地区, 极少北上至安徽、山东、陕西南部。主要有瓦韦(*Lepisorus thunbergianus*)、圆盖阴石蕨(*Humata tyermanni*)、耳基卷柏(*Selaginella limbata*)和闽浙圣蕨(*Dictyocline mingchegensis*)等。其中广东特有种有细裂肿足蕨(*Hypodematum dissectum*)、广州条蕨(*Oleandra cantonensis*)两种; 粤东特有 1 种: 疏羽短肠蕨(*Allantodia veitchii*)。

### 3.4 与其它邻近蕨类区系的比较

采用相似性系数法, 比较了粤东地区与相关地区的蕨类植物区系关系。相似性系数  $S = 2C / (A + B) \times 100\%$  (式中: C 为两地共有的属(种)数, A、B 分别为出现在 A、B 地的属(种)数。A、B、C 均不包含世界性分布的属种)。

本文搜集了相关地区的区系资料, 比较了粤东与广东的南岭(廖汝怀等, 2003)、海南的尖峰岭(曾

表 2 粤东蕨类植物区系与其它 6 个地区蕨类植物区系的相似性系数

Table 2 The pteridophyte floristic similarity coefficient (SC) of East Guangdong with other 6 districts

山地 Mountains	地理位置 Geographical location	最高海拔 Altitude(m)	科相似性系数 SC of families	属相似性系数 SC of genera	种相似性系数 SC of species
尖峰岭	18°23'~18°50' N, 108°36'~109°05' E	1 412	82.9	69.0	31.2
大明山	23°10'~23°38' N, 108°11'~108°45' E	1 760.4	92.5	83.8	54.5
南岭	24°39'~28°08' N, 112°41'~113°15' E	1 902	88.6	79.6	49.4
龙栖山	26°23'~26°43' N, 117°1'~117°21' E	1 620.4	90.2	75.9	45.3
庐山	29°28'~29°45' N, 115°50'~116°10' E	1 473.8	90.7	75.6	42.95

庆波等, 1995)、广西的大明山、十万大山(温远光, 2004)、福建的龙栖山(李振宇, 1994)、湖南的武陵山(王文采, 1995)等 6 个植物区系的科、属相似性系数(表 2)。

通过粤东与 6 个山地的相似性系数比较, 我们以种的相似性系数为主, 分析粤东蕨类植物区系与邻近 6 个地区的关系。比较结果: 与广西大明山关系最近, 同为南亚热带地区; 与广东南岭、福建龙栖山关系次之, 地理上属于中亚热带, 同属于华南植物省; 与庐山关系较远, 庐山属于北亚热带植物区系; 与海南尖峰岭关系最远, 体现与热带植物区系的区别。南岭虽然距离粤东最近, 但海拔高度为 1 902

m, 直接和间接影响了蕨类植物生长的环境条件, 导致蕨类区系的差异。综合分析, 蕨类植物的分布与地区纬度、海拔等关系紧密。

## 4 结论和讨论

### 4.1 结论

根据野外调查所采植物标本的鉴定及有关资料的统计, 粤东地区共记录蕨类植物 258 种, 隶属于 45 科 95 属。粤东的蕨类区系, 为东亚植物区向古热带植物区的过渡地带。以水龙骨科、鳞毛蕨科、蹄盖蕨科、金星蕨科、铁角蕨科、凤尾蕨科和卷柏科为

优势科,以铁角蕨属、凤尾蕨属、鳞毛蕨属和卷柏属为优势属。从种的区系成分来看,粤东蕨类植物区系是热带成分与东亚成分的综合体,在一定程度上支持张宏达的华夏植物区系理论。以中国—日本分布和热带亚洲分布为最丰富,中国特有种次之,反映了东亚与热带亚洲的蕨类植物区系的统一性和紧密联系。粤东蕨类植物区系无中国特有科,1个中国特有属,49个中国特有种,1个粤东特有种,特有程度低。区系比较结果说明蕨类植物的分布受纬度和海拔高度的影响大。

## 4.2 讨论

4.2.1 关于蕨类植物区系 蕨类产生于统一的、湿热的、无气候分带的古生代的寒武纪,或寒武纪—奥陶纪之间,距今大约4.1~5亿年,在上、下石炭纪衰败,成为煤炭的主要原植物。现存的蕨类植物有古老的类群,也有新发生的种系。如果象对待被子植物一样,采用同等的尺度,几乎同样的方法,对古老的、残遗的蕨类植物进行地理成分分析有些不太理想。因此有些研究者把蕨类植物和种子植物混在一起、一并列表分析的做法是不足取的,应分开独立研究、分析。蕨类的属以上等级的划分,人为成分很大。分析科的分布类型,区系意义不大,因此蕨类植物区系分析应以属、种为主。

4.2.2 海洋的突出作用—南海对粤东蕨类植物区系的影响 由于南海的存在,使得热带的分界线、南亚热带的分界线由西往东逐渐向北偏移,大致与海岸平行。这与海洋的温度调节能力有关。这样为热带植物的生长、存在提供了温度保障。

每次海侵都会使沿海地区形成裸地,可以称为“沿海走廊”,通过它植物得以快速迁移。这样,就使得热带植物在沿海及其邻近陆地得以生存和传播。粤东海岛和沿海地区,蕨类植物区系的热带成分较多,如阔片乌蕨(*Sphenomeris biflora*)仅见于沿海地区及岛屿,内陆山地没有分布。

由于海侵、海退伴随着冷暖期交替,导致植物南北迁移。南海的存在,阻隔了植物在冰川期和间冰期的南迁北移。不排除南海变为陆地,海南岛与大陆相连的情况,但时间相对较短。这样可以理解广东大陆为什么与海南岛的蕨类植物差别较大,并各自形成为数众多的特有种。

## 参考文献:

广东省科学院丘陵山区综合科学考察队. 1990. 广东山区植物

- 区系[M]. 广州:广东科技出版社,1—150  
 广东省地图出版社. 2003. 广东省地图册[M]. 广州:广东省地图出版社,1—25  
 孔宪需. 1984. 四川蕨类植物地理特点——兼论耳蕨—鳞毛蕨植物区系[J]. 云南植物研究,8(1):27—38  
 王文采. 1995. 武陵山区维管植物检索表[M]. 北京:科学出版社,1—626  
 王印政,覃海宁,傅德志. 2004. 中国植物采集简史[M]//吴征镒,陈心启. 中国植物志(第1卷). 北京:科学出版社,658—732  
 王勇进. 1992. 广东五华七目嶂植物区系的研究[D]. 广州:华南农业大学,1—42  
 陆树刚. 2004. 中国蕨类植物区系[M]//吴征镒,陈心启. 中国植物志(第1卷). 北京:科学出版社,78—94  
 李振宇. 1994. 龙栖山植物[M]. 北京:中国科学技术出版社,1—604  
 吴征镒,周浙昆,孙航,等. 2006. 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,146—451  
 吴修仁. 1997. 潮汕生物资源志略[M]. 广州:中山大学出版社,1—626  
 徐燕千. 1990. 广东森林[M]. 广州:广东科技出版社,北京:中国林业出版社,35—39  
 温远光,和太平,谭伟福. 2004. 广西热带和亚热带山地的植物多样性及群落特征[M]. 北京:气象出版社,1—438  
 曾庆波,李意德,陈步峰,等. 1995. 海南岛尖峰岭地区生物物种名录[M]. 北京:中国林业出版社,6—115  
 曾宪锋. 2008a. 粤东植物多样性编目[M]. 北京:中国农业科技出版社,1—315  
 曾宪锋. 2008b. 粤东植物区系研究[D]. 广州:华南农业大学(博士学位论文),1—395  
 Fang ZD(方震东). 1999. Studies of the floristic phytogeography of pteridophytes in Diqing Tibetan Autonomous Prefecture, Ching Memorial Volume(云南迪庆州蕨类植物区系地理研究)[M]. Beijing:China Forestry Publishing House,133—178  
 Li XW(李锡文). 1996. Floristic statistics and analyses of seed plants from China(中国种子植物区系统计分析)[J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究),18(4):363—384  
 Liao WB(廖文波),Chang HT(张宏达),1994. The characteristics of Pteridophyte flora from Guangdong Province(广东蕨类植物区系的特点)[J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报),2(3):1—11  
 Wang YH(汪跃华),Wu WC(吴万春). 1997. A study on the flora of Raoping, Guangdong Province(广东饶平植物区系的研究)[J]. J South China Agric Univ(华南农业大学学报),18(4):64—68  
 Wu ZY(吴征镒),1991. The areal types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究),Suppl4:1—139  
 Wu ZY(吴征镒). 1993. Addenda et corrigenda ad typi arealorum generorum spermatophytorum sinicarum(《中国种子植物属的分布区类型》增订和勘误)[J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究),Suppl4:141—178  
 Yi QF(易绮斐),Zhang RJ(张荣京),Wang FG(王发国),et al. 2006. Pteridophyte flora in Fenghuangshan, Chaozhou, Guang- (下转第480页 Continue on page 480)

等,2006),那么在小飞蓬各构件生物量间既存在同速生长,也存在异速生长,表明其在生长过程中同时具有同速和异速生长的表型可塑性调节。

各营养构件对植株高度的制约规律表现为茎>根>叶,表明植株高度与茎物质量的积累有着密切联系。小飞蓬为一年生植物,若使种群在入侵地长期生存并占据优势,必须在高度上占据优势,尽可能多地争夺空间和光资源,同时减弱其它植物获取生存资源的能力,最终将它们排挤出去。这与小飞蓬将大部分资源分配给支持构件茎上是相一致的。总的来说,小飞蓬各构件生物量的特征反映了其入侵能力强的生物学特性之一。当然,要明确入侵植物的这种生物学特性,还需对更多不同性状的入侵植物的构件生物量特征进行比较分析。

### 参考文献:

- 王伯荪,李鸣光,彭少麟. 1995. 植物种群学[M]. 广州:广东高等教育出版社,8-27
- Brandshaw AD. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants[J]. *Advance in Genet*, **13**:115-155
- Gao XX(高兴祥),Li M(李美),Yu JL(于建垒),et al. 2006. Biomasson the herbicidal activity of extracts from *Erigeron canadensis*(小飞蓬提取物除草活性的生物测定)[J]. *J Plant Resource Environ* (植物资源与环境学报),**15**(1):18-21
- Geng YP(耿宇鹏),Zhang WJ(张文驹),Li B(李博),et al. 2004. Phenotypic plasticity and invasiveness of alien plants(表型可塑性与外来植物的入侵能力)[J]. *Biodiver Sci* (生物多样性),**12**(4):447-455
- Guo SL(郭水良),Sheng HY(盛海燕). 2002. On influences of population density of *Plantago virginica* on its morphological characters(北美车前种群密度制约的统计分析)[J]. *Bull Bot Res* (植物研究)[J],**22**(2):236-240
- Harper JL, White J. 1974. The demography of plants[J]. *Ann Rve Ecol Syst*,**5**:419-463
- Hu G(胡刚),Ling SC(梁士楚),Zhang ZH(张忠华),et al. 2007. Quantitative analysis *Cycloba lanopsis glauca* community on karst hills of Guilin(桂林岩溶石山青冈栎群落的数量分析)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志),**26**(8):1177-1181
- Li H(李红),Yang YF(杨允菲),Lu XS(卢欣石). 2004. Quantitative analysis of reproductive tiller characteristics of *Leymus chinensis* populations on the Songnen Plain of China(松嫩平原羊草种群生殖分蘖株的数量特征及其定量关系)[J]. *Acta Prat Sin*(草业学报),**13**(4):50-56
- Li RL(李瑞利),Shi FC(石福臣),Zhang XL(张秀玲),et al. 2007. Quantitative characteristics and reproductive allocation study on reproductive ramets of *Spartina alterniflora* population in Tidal-flat in Tianjin,China(天津沿海滩涂互花米草种群生殖分株数量特征及生殖分配研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究),**27**(1):99-106
- Liu PY(刘佩勇),Zhang QL(张庆灵),Yang YF(杨允菲). 2004. Biomass structure and quantitative relationship models in clonal population of *Puccinillia chinampoensis* in Songnen plain(松嫩平原朝鲜碱茅无性系种群构件生物量结构及相关模型分析)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),**15**(4):543-548
- Pigliucci M. 2001. Pphenotypic Plasticity: Beyond Nature and Nurture[M]. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press
- Su ZX(苏智先),Zhong ZC(钟章成). 1991. Studies on biomass structure of *Neosinocalamus offinis* population on the Mt. Jinyun (缙云山慈竹种群生物量结构研究)[J]. *Acta Phytocol Geobot Sin*(植物生态学与地植物学丛刊),**15**(3):240-251
- Tao JP(陶建平),Zhong ZC(钟章成). 2000. Morphological responses to different nutrient supply in the stoloniferous herb *Glechomalongl tuba*(匍匐茎草本活血丹在不同养分条件下的克隆形态)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),**20**(2):207-211
- Yang YF(杨允菲),Li JD(李建东). 2003. Growth strategies of different age classes of ramets in *Kalimeris integri folia* population at the Songnen Plains of China(松嫩平原全叶马兰种群不同龄级分株的生长策略)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),**14**(12):2171-2175
- Zhang WH(张文辉),Li H(李红),Li JX(李景侠),et al. 2003. Individual and modular biomass dynamics of *Kingdonia ulziflora* population in Qinling Mountain(秦岭独叶草种群个体和构件生物量动态研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),**14**(4):530-534
- dong Province(广东潮州凤凰山的蕨类植物)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报),**14**(1):38-44
- Zhang FP(张福平),Chen WH(陈蔚辉),Pan HZ(潘惠珍),et al. 2003. Utilization and countermeasures of plantresources in Dasha Mountain of Chaoancounty, Guangdong Province(广东省潮安县大山植物资源的开发利用与对策)[J]. *Guihaia*(广西植物),**23**(1):11-14
- Zhang HT(张宏达),1999. A review on the origin and development of the Cathaysis Flora(华夏植物区系理论的形成与发展)[J]. *Ecol Sci*(生态科学),**18**(1):44-50
- Zang DK(藏得奎). 1998. A Preliminary study on the ferns flora in China(中国蕨类植物区系的初步研究)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),**18**(3):459-465
- Zeng XF(曾宪锋),Qiu HY(邱贺媛),Tang GD(唐光大),et al. 2008c. Three newly recorded plants from Guangdong,China(广东省3种新记录植物)[J]. *J South China Agric Univ*(华南农业大学学报),**29**(2):69-73

(上接第470页 Continue from page 470)