

海岸凤尾蕨 (*Pteris minor*) 的地理分布格局及保护价值分析

郭 芮¹, 贺 丹¹, 黄 航¹, 于 靖¹, 徐诗涛¹, 严岳鸿², 杨东梅^{1*}

1. 海南大学园艺学院, 海南海口 570228; 2. 深圳兰科植物保护研究中心, 广东省深圳市 518000

摘 要: 海岸凤尾蕨是海岸带少有的蕨类植物之一。由于其植株形态和傅氏凤尾蕨相似, 因长期被误定为傅氏凤尾蕨而缺乏关注。其实, 二者在生境、植株形态、孢子形态及染色体倍性上有明显区别。所以, 海岸凤尾蕨由傅氏凤尾蕨的变种提升为种。为厘清海岸凤尾蕨的分布区域和生存现状, 通过整理前人的采集记录和研究结果, 结合野外考察, 使用 Arc-GIS 10.7 软件构建海岸凤尾蕨不同范围的地理分布信息图, 并依据 IUCN 3.1 的标准, 对其保护价值进行评估。研究结果显示: (1) 从世界地理分布格局来看, 海岸凤尾蕨主要分布在亚洲; 亚洲主要分布在中国、日本和菲律宾; 中国主要分布在浙江、福建、澳门、香港和台湾; 日本主要分布在琉球群岛; 菲律宾主要分布在北部岛屿。(2) 根据 IUCN 3.1 标准, 海岸凤尾蕨的保护等级暂时定为近危 (NT)。从目前的数据来看, 海岸凤尾蕨的分布范围狭窄, 其生境容易受到人类活动的干扰, 却长期缺乏保护。因此, 最后提出相应保护建议。

关键词: 海岸凤尾蕨; 地理分布格局; 保护价值

中图分类号: S688 文献标识码: A

Analysis of the Geographical Distribution Pattern and Conservation Value of *Pteris minor*

GUO Rui¹, HE Dan¹, HUANG Hang¹, YU Jing¹, XU Shitao¹, YAN Yuehong², YANG Dongmei^{1*}

1. College of Horticulture, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China; 2. Shenzhen Orchid Plant Protection Research Center, Shenzhen, Guangdong 518000, China

Abstract: *Pteris minor* is one of the rare pteridophytes in the coastal zone. Because its morphology is similar to that of *P. fauriei*, it has been wrongly identified as *P. fauriei* for a long time and lacks attention. In fact, there are obvious differences between them in habitat, plant morphology, spore morphology and chromosome ploidy. Therefore, *P. minor* was upgraded from a variety of *P. fauriei* to a species. In order to clarify the distribution area and survival status of *P. minor*, ArcGIS 10.7 software was used to construct the geographical distribution information maps of different geographical ranges of *P. minor*, by sorting out the previous collection records and research results, combined with the findings of the authors' field investigation, and its protection value was evaluated according to the standard of IUCN 3.1. The results show that: (1) In terms of the world geographical distribution pattern, *P. minor* is mainly distributed in Asia; In terms of the geographical distribution pattern in Asia, it is mainly distributed in China, Japan and Philippines; In terms of the geographical distribution pattern of China, it is mainly distributed in Zhejiang, Fujian, Macao, Hong Kong and Taiwan; In terms of the geographical distribution pattern of Japan, it is mainly distributed in the Ryukyu Islands; In terms of the geographical distribution pattern of Philippines, it is mainly distributed in the northern islands. (2) According to the IUCN 3.1 standard, the protection level of *P. minor* is temporarily set as near threatened (NT). According to the current data, the distribution range of *P. minor* is narrow, and its habitat is vulnerable to human activities, but it lacks protection for a long time. Therefore, corresponding protection suggestions were put forward finally.

Keywords: *Pteris minor*; geographical distribution pattern; conservation value

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2023.01.021

收稿日期 2022-02-15; 修回日期 2022-05-08

基金项目 海南省基础与应用基础研究计划 (自然科学领域) 高层次人才项目 (No. 2019RC167); 海南省普通高等学校研究生创新科研课题 (No. Hys2020-239)。

作者简介 郭 芮 (1997—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 植物分类与资源。*通信作者 (Corresponding author): 杨东梅 (YANG Dongmei), E-mail: ydm5711@126.com。

海岸凤尾蕨 (*Pteris minor*) 隶属于凤尾蕨科 (Pteridaceae) 凤尾蕨属 (*Pteris* L.)，是少有的沿海岸生长的蕨类植物。海岸凤尾蕨最早由学者 Hieronymus 作为傅氏凤尾蕨 (*P. fauriei*) 的变种 *P. fauriei* Hieron. var. *minor* Hieron. 发表，其模式标本采于中国台湾基隆^[1]。由于植株形态和傅氏凤尾蕨相似，海岸凤尾蕨往往被错误鉴定为傅氏凤尾蕨。因此鲜有海岸凤尾蕨的采集记录和研究报道。学者 MITUI^[2]对琉球群岛的蕨类植物进行染色体倍性研究时发现，岛上的傅氏凤尾蕨为有性生殖二倍体，而且生于海边的向阳处，具有革质的叶片，其生境和形态特征都明显不同于常见的傅氏凤尾蕨。后来台湾学者发现，生于海岸的“傅氏凤尾蕨”为有性生殖二倍体，而生于其他生境的傅氏凤尾蕨为无融合生殖三倍体^[3-4]。因此，MITUI 研究的其实是海岸凤尾蕨，是目前有关海岸凤尾蕨最早的研究报道。综合前人的研究^[2-4]，海岸凤尾蕨与傅氏凤尾蕨在生境、植株形态、孢子形态及染色体倍性上有明显区别 (表 1)。如，海岸凤尾蕨叶片质地较厚实，每个孢子囊的孢子数为 64 个，为有性生殖二倍体，而傅氏凤尾蕨叶片较薄，每个孢子囊的孢子数为 32 个，为无融合生殖三倍体。基于以上区别，海岸凤尾蕨从作为傅氏凤尾蕨的变种，被 CHAO 等^[5]将其提升为独立的种 *P. minor* (Hieron.) Y. S. Chao。

海岸凤尾蕨一般生长在海岸礁石上，属于海岸生态系统的主要组成部分，可以起到防风、防浪、保护堤岸的作用。除了海岸凤尾蕨，目前已知的海边蕨类植物还有 3 种卤蕨属 (*Acrostichum*

L.) 植物。由此可见，生于海岸的蕨类植物种类稀少。随着经济发展，海岸带的植被面积急剧下降^[6]。再加上气候变暖，海平面上升，一些海岸植物的生存也受到威胁^[7-10]。与卤蕨属植物不同^[11-16]，海岸凤尾蕨由于长期被误定为傅氏凤尾蕨，因而未受到人们的重视，因此有关它的研究相当匮乏。

截止目前，并未发现有关海岸凤尾蕨地区分布和生存现状的相关研究。因此，为理清其地区分布和生存现状，本研究通过整理前人的采集记录和研究结果，结合笔者野外考察的发现，分析海岸凤尾蕨的地理分布格局，并对其保护价值进行评估。

1 材料与方法

1.1 数据搜集

笔者通过查阅整理国内外主要标本馆的凤尾蕨属植物标本记录 (表 2)，以及野外考察记录。

表 2 凤尾蕨属植物标本的标本馆及数据库信息
Tab.2 Herbariums and data bases from which specimens of the *Pteris* genus were checked

序号 No.	所属地区 Region	标本馆名称 Name of herbarium	简称 Abbreviation
1	中国大陆	中国科学院华南植物园标本馆	IBSC
2		中山大学生命科学院植物标本室	SYS
3		中国科学院西双版纳热带植物园标本馆	HITBC
4		中国科学院昆明植物研究所标本馆	KUN
5		云南大学生态学与地植物学研究所蕨类植物标本室	PYU
6		西南林学院植物标本室	SWFC
7		中国科学院植物研究所标本馆	PE
8		中国数字植物标本馆	CVH
9		中国植物图像库	PPBC
10	中国台湾	台湾大学植物标本馆	TAI
11		台湾林业试验所植物标本馆	TAIF
12	日本	东京大学综合博物馆标本馆	TI
13		京都大学植物标本馆	KYO
14	英国	英国皇家植物园邱园标本馆	K
15		爱丁堡植物园标本馆	E
16		英国自然历史博物馆	BM
17	荷兰	荷兰国家植物标本馆	L
18	德国	德国柏林植物园暨博物馆	B
19	法国	法国国家自然史博物馆植物标本馆	P
20	丹麦	全球生物多样性信息网络平台	GBIF
21	美国	密苏里植物园	MO
22		纽约植物园标本馆	NY
23		美国国家植物标本馆	US
24		美国哈佛大学植物标本馆	

表 1 海岸凤尾蕨与傅氏凤尾蕨的区别

Tab. 1 Differences between *Pteris minor* and *P. fauriei*

特征 Feature	海岸凤尾蕨 <i>Pteris minor</i>	傅氏凤尾蕨 <i>P. fauriei</i>
叶柄	长 15~30 cm 密被鳞片 鳞片长 8~12 mm	长 30~40 cm 疏被鳞片 鳞片长 1~3 mm
羽片	3~8 对 中间的长 5~12 cm, 宽 2~3 cm	4~7 对 中间的长 15~20 cm, 宽 4.5~6 cm
叶片质地	厚纸质或革质	纸质
孢子数	64	32
染色体数	2n=58	2n=87, 89
细胞型	有性生殖二倍体	无融合生殖三倍体 和非整倍体
生境特点	靠近海边阳光充足的灌丛中、石墙上或海边石缝中	林下

结合前人的研究结果^[1-5], 搜集了 70 条海岸凤尾蕨的标本信息。

利用谷歌地图查找并核实每条记录的地理坐标信息, 去除采集地信息不全、重复记录的无效标本数据, 共获得有效地理分布信息 65 条, 作为原始数据保存于 Excel 表中。

1.2 数据处理

依据所建立的海岸凤尾蕨全球地理分布数据库, 将数据库中的经纬度信息整理分类后, 分别导入 ArcGIS 10.7 软件中的世界地图和中国地图中, 再将底图与地理坐标的参考系匹配, 构建海岸凤尾蕨不同地理范围的地理分布信息图。对全球范围内和中国范围内的海岸凤尾蕨地理分布信息图进行分析, 探讨其分布范围和分布规律。同时依据

IUCN 3.1 的标准, 评估海岸凤尾蕨的保护价值。

2 结果与分析

2.1 海岸凤尾蕨的世界地理分布格局

从世界范围来看, 所搜集的海岸凤尾蕨的地理分布信息来自位于亚洲的中国、日本和菲律宾(表 3), 具体的经纬度范围为: 西起中国澳门(113.53°E), 东至日本琉球群岛小笠岛(142.1°E); 北起日本奄美大岛(28.23°N), 南至菲律宾吕宋岛东海岸(16.28°N)。从气候类型来看, 此分布区域的气候类型主要为亚热带季风气候、热带或亚热带海洋性气候, 以及季风型热带雨林气候(表 4)。从地形上来看, 海岸凤尾蕨在亚洲所分布的区域皆为岛屿区域。

表 3 全球海岸凤尾蕨分布情况

Tab. 3 Distribution of *P. minor* around the world

序号 No.	国家 Country	具体地点 Detailed location	纬度 Latitude (°N)	经度 Longitude (°E)	序号 No.	国家 Country	具体地点 Detailed location	纬度 Latitude (°N)	经度 Longitude (°E)
1	中国	澳门路环岛龙爪角	22.12	113.57	34	中国	台湾省屏东县	22.22	120.69
2		澳门路环岛龙爪角	22.12	113.57	35		台湾省屏东县岛东海岸	21.90	120.86
3		澳门蕨类小区	22.11	113.57	36		台湾省屏东县岛东海岸	21.90	120.86
4	福建省福州市马尾区琅岐镇		26.07	119.64	37		台湾省台东县兰屿	22.03	121.54
5	福建省福州市马尾区琅岐镇		26.07	119.64	38		台湾省台东县兰屿	22.03	121.54
6	福建省厦门市万石山		24.45	118.09	39		台湾省台东县兰屿	22.03	121.54
7	福建省厦门市万石山		24.45	118.09	40		台湾省台东县三仙台	23.13	121.42
8	台湾省花莲县丰坪村		23.83	121.52	41		台湾省台东县三仙台	23.13	121.42
9	台湾省花莲县丰坪村		23.83	121.52	42		台湾省台东县三仙台	23.13	121.42
10	台湾省花莲县丰坪村		23.83	121.52	43		台湾省台东县三仙台	23.13	121.42
11	台湾省花莲县丰坪村		23.83	121.52	44		台湾省台东县三仙台	23.13	121.42
12	台湾省花莲县丰坪村		23.83	121.52	45		台湾省台东县三仙台	23.13	121.42
13	台湾省基隆港		25.16	121.77	46		台湾省台东县小兰屿	21.95	121.61
14	台湾省基隆港		25.16	121.77	47		台湾省台东县兰屿乡	22.04	121.55
15	台湾省基隆市		25.14	121.80	48		台湾省台东县兰屿气象站	22.04	121.55
16	台湾省基隆市		25.16	121.77	49		台湾省台北市	25.03	121.56
17	台湾省基隆市		25.17	121.72	50		台湾省新北市石头山公园	25.00	121.67
18	台湾省基隆市		25.16	121.77	51		台湾省	25.03	121.56
19	台湾省基隆市		25.16	121.77	52		香港马鞍山	22.41	114.27
20	台湾省基隆市		25.16	121.77	53		香港香港岛赤柱	22.19	114.23
21	台湾省基隆市杠子寮步道		25.14	121.75	54		浙江省温州市南麂列岛	27.45	121.09
22	台湾省屏东县		22.22	120.69	55	日本	冲绳, 琉球群岛, 奄美大岛	28.23	129.44
23	台湾省屏东县		22.22	120.69	56		冲绳, 琉球群岛, 西表岛	24.27	123.80
24	台湾省屏东县		22.22	120.69	57		冲绳, 琉球群岛, 六合, Oku 村以北	26.83	128.29
25	台湾省屏东县		22.22	120.69	58		冲绳, 琉球群岛, 西表岛	24.27	123.80
26	台湾省屏东县		22.22	120.69	59		冲绳, 船浦	24.41	123.80
27	台湾省屏东县,		22.22	120.69	60		琉球群岛, 小笠原群岛	27.45	142.10
28	台湾省屏东县		22.22	120.69	61		琉球群岛, 小笠原群岛	27.45	142.10
29	台湾省屏东县		22.22	120.69	62		琉球群岛, 小笠原群岛	27.45	142.10
30	台湾省屏东县		22.22	120.69	63	菲律宾	巴坦群岛巴丹岛巴士科附近	20.45	121.98
31	台湾省屏东县		22.22	120.69	64		巴坦群岛巴丹岛巴士科附近	20.45	121.98
32	台湾省屏东县		22.22	120.69	65		索索贡省卡西古兰市吕宋岛东海岸	16.28	122.11
33	台湾省屏东县		22.22	120.69					

表 4 海岸凤尾蕨在世界分布的气候类型

Tab. 4 Geographical distribution pattern of *P. minor* in Asia

序号 No.	分布区域 Distribution area		气候类型 Climate type	样本数 Number of samples	所占比率 Percentage/%
1	中国	澳门	亚热带季风气候	3	4.61
2		香港	亚热带季风气候	2	3.08
3		福建	亚热带季风气候	4	6.15
4		浙江	亚热带海洋性季风气候	1	1.54
5		台湾	亚热带季风气候	44	67.69
6	日本		热带季风气候		
7		船浦	亚热带海洋性气候	1	1.54
8		西表岛	热带海洋性气候	2	3.08
9		奄美大岛	亚热带湿润气候	1	1.54
10		小笠原群岛	亚热带季风气候	3	4.61
11		六合	亚热带海洋性气候	1	1.54
12	菲律宾	巴丹岛	季风型热带雨林气候	2	3.08
		卡西古兰市	季风型热带雨林气候	1	1.54

2.2 海岸凤尾蕨中国地理分布格局

从中国的分布情况来看, 海岸凤尾蕨分布在浙江省、福建省、台湾省, 以及澳门和香港这 2 个特别行政区 (表 3)。其经纬度范围为: 西起澳门路环岛 (113.57°E), 东至台湾基隆 (121.80°E); 北起浙江南麂列岛 (27.45°N), 南至台湾最南端 (21.90°N)。主要集中在东部沿海以及台湾地区。海岸凤尾蕨在中国主要分布在亚热带季风气候区, 少数分布在亚热带海洋性季风气候区和热带季风气候区。

2.3 海岸凤尾蕨日本地理分布格局

在日本的分布情况来看, 海岸凤尾蕨分布在琉球群岛 (表 4)。其经度范围为: 西起西表岛 (123.80°E), 东至小笠原群岛 (142.10°E); 北起奄美大岛 (28.23°N), 南至西表岛 (24.27°N)。海岸凤尾蕨在日本分布的气候类型为亚热带湿润气候、亚热带季风气候、亚热带海洋性气候和热带海洋性气候。另外, 海岸凤尾蕨在中国和日本的分布地点海拔均较低, 为 0~200 m。

2.4 海岸凤尾蕨菲律宾地理分布格局

从菲律宾的分布情况来看, 海岸凤尾蕨分布在北部岛屿 (表 4)。其经度范围为: 西起吕宋岛东海岸 (121.11°E), 东至巴丹岛 (121.98°E); 北起巴丹岛 (20.45°N), 南至吕宋岛东海岸 (16.28°N)。海岸凤尾蕨在菲律宾分布的气候类型为季风型热带雨林气候。

2.5 海岸凤尾蕨的保护价值

从目前的数据来看, 海岸凤尾蕨的地理分布

格局比较明确, 仅在中国、日本和菲律宾的岛屿有分布。而且海岸凤尾蕨常被误定为傅氏凤尾蕨而缺乏关注, 其生境又容易受人类活动和气候变化的影响。因此, 根据 IUCN 3.1 的标准, 海岸凤尾蕨的保护等级暂时定为近危 (NT)。

3 讨论

3.1 海岸凤尾蕨的形态特征

影响植物适应性的一个重要因素是生态环境。植物的形态结构、生长发育和分布往往会因生态因子的变化产生较大的影响^[17-18]。在干旱或盐碱环境下, 植物以小叶和肉质叶为主。和傅氏凤尾蕨相比, 海岸凤尾蕨在形态上具有明显的喜阳、耐旱特征, 如植株较矮小, 具有更短的叶柄、更密的鳞片和更厚实更小的叶片。这种叶片具有比较高的主脉密度和水力导度, 更容易抵抗干旱^[19]。这些形态特征有利于海岸凤尾蕨在水分蒸发量大且可利用的水分较少的环境下生存。

3.2 海岸凤尾蕨的地理分布

前人研究表明, 中国台湾的热带亚热带地区的蕨类区系与华东南、中南半岛低地以及日本琉球群岛等的蕨类区系相类似^[20-21]。这与本研究结果一致。本研究结果表明, 除了台湾, 海岸凤尾蕨在中国华南、华东, 日本和东南亚皆有分布记录。但是, 本研究所搜集到的海岸凤尾蕨采集信息都集中在中国台湾, 上述所提其他地区目前仅有零星的记录。这与我国台湾学者较早关注海岸凤尾蕨有关。海岸凤尾蕨基于中国台湾的标本由

HIERONYMUS 作为傅氏凤尾蕨的变种发表^[1]。近年来,我国台湾学者从形态学、细胞学、分子生物学等角度对海岸凤尾蕨与傅氏凤尾蕨的亲缘关系进行了研究^[3-5, 22]。但是,他们的研究局限于日本和中国台湾的样本,缺乏对其他地区样本的研究。

中国香港、澳门皆有海岸凤尾蕨的采集记录,但和这 2 个地区植物区系相近的广东目前却未见相关的报道。邢福武等^[23]在 2003 年对澳门的植物区系进行研究时发现:澳门地区面积小,海拔低,与周围大陆相距不远,其植物很容易与周围地区相互渗透,因此澳门的植物种类与邻近的区域香港、广东具有明显的相似性。如澳门、香港两地的植物在属的种级水平上具有很高的相似性;澳门植物区系中所有属均见于广东省,表现出与广东省植物区系密切渊源的关系。然而,本研究尚未查找到海岸凤尾蕨在广东的标本信息。这暗示着广东的海岸植被还需要进一步研究。

另外,《浙江植物志(新编)》记录,海岸凤尾蕨作为傅氏凤尾蕨的变种 *P. fauriei* var. *minor* 来处理,在浙江省温州市(洞头、瑞安、平阳、苍南)的沿海岛屿有分布^[24]。可见,海岸凤尾蕨还有一些潜在的分布地点,有待进一步的考察工作来理清。

3.3 海岸凤尾蕨保护利用存在的问题及解决对策

海岸凤尾蕨多生于海岸边的石缝中,是海岸生态系统的重要组成部分。岩石是形成土壤的物质基础,土壤的养分含量与岩石的岩性特征密切相关,因而岩石可通过影响土壤养分影响植物的生长和分布,进而影响植被的持续发展^[25]。反之,植物产生有机酸和腐殖质等调节土壤养分的固定和矿化,促进岩石的形成或分解^[26-28]。因此,生长在石缝中的植物既能固定海岸岩石,起到防风防浪、保护堤岸的作用,也可为海洋动物提供食物、栖息和繁殖的场所。目前人们对海岸凤尾蕨的认识主要存在以下问题:(1)形态特征认识不清;(2)分布格局了解不足;(3)保护重视不够。

随着经济发展,海岸植被因房地产业、旅游业的兴起被严重破坏。由于人类活动,岛屿的隔离性在一定程度上被打破,虽然促进了与大陆和其他岛屿之间的交流,但生物入侵的问题也随之

而来,导致一些岛屿本地物种的灭绝^[29]。笔者在澳门进行植被调查时发现,海岸凤尾蕨偶见于海边的石缝或灌丛中,阳光充足之处。其周围还有一些石生的蕨类植物,如薄叶碎米蕨(*Cheilanthes tenuifolia*)和隐囊蕨(*Cheilanthes nudiuscula*),以及常见于次生性生境的阔片乌蕨(*Odontosoria biflora*)、乌蕨(*Odontosoria chusana*)和毛叶肾蕨(*Nephrolepis brownii*)等。在灌丛中,和海岸凤尾蕨伴生的有笔管榕(*Ficus superba*)、锡叶藤(*Tetracera sarmentosa*)、苍白秤钩风(*Diploclisia glaucescens*)和印度羊角藤(*Morinda umbellata*)等喜阳的种子植物。另外,还有一些喜阳耐旱的多肉植物,如落地生根(*Bryophyllum pinnatum*)和仙人掌(*Opuntia dillenii*),以及外来入侵植物假臭草(*Praxelis clematidea*)等。可见,海岸凤尾蕨的生境具有明显的次生性,其种群大小极可能受到人类活动的威胁。

因此,有必要理清海岸凤尾蕨的分布格局,对其加强有效保护。为此,本研究建议:

(1)开展海岸凤尾蕨的资源调查与研究,加强资源原地保护。

保护野生资源的第一步就是加强野生资源调查。尽管查阅了大量的国内外标本,但所得的海岸凤尾蕨的信息少之又少,仅有 65 条有效信息。核查已有标本信息,对错误鉴定的物种进行及时更正,同时也要开展海岸凤尾蕨的野外资源调查,在调查时应该更多地关注分布范围、种群数量、生境状况等方面^[30]。

(2)扩大宣传,加深认识,开发海岸凤尾蕨的经济价值。

由于傅氏凤尾蕨分布极为广泛,而海岸凤尾蕨最近才作为一个单独的种从傅氏凤尾蕨中分离出来,大多数人们对海岸凤尾蕨的认识还停留在傅氏凤尾蕨阶段,忽视了它的研究价值和保护价值。因此有必要扩大宣传,增强人们对海岸凤尾蕨的认识。另外,在不破坏自然资源的前提下,建立海岸凤尾蕨种质资源圃,扩大海岸凤尾蕨的种群规模,在此基础上,开发其药用价值和观赏价值。

4 结论

海岸凤尾蕨是海岸生态系统的重要组成部分。由于植株形态和傅氏凤尾蕨相似,长期被误

定为傅氏凤尾蕨而缺乏关注。其实,二者在生境、植株形态、孢子形态及染色体倍性上有明显区别。海岸凤尾蕨在世界的地理分布格局中主要在亚洲;在亚洲的地理分布格局中主要在中国、日本和菲律宾;在中国的地理分布格局中主要在浙江、福建、香港、澳门、台湾;在日本的地理分布格局中主要在分布在琉球群岛;在菲律宾的地理分布格局中主要分布在北部岛屿。依据 IUCN 3.1 的评价标准,海岸凤尾蕨的濒危等级暂评为近危(NT)。在今后的研究中应当进一步核查已有标本信息,对错误鉴定的标本及时更正,开展深入的野外资源调查,加强海岸凤尾蕨的原产地保护,并开发其经济价值。

参考文献

- [1] HIERONYMUS G. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Pteris*[J]. Hedwigia, 1914, 55(4): 347.
- [2] MITUI K. Chromosome numbers of some ferns in the Ryukyu Islands[J]. Journal of Japanese Botany, 1976, 51: 33-41.
- [3] HUANG Y M, CHOU H M, HSIEH T H, WANG J C. Cryptic characteristics distinguish diploid and triploid varieties of *Pteris fauriei* (Pteridaceae)[J]. Canadian Journal of Botany, 2006, 84: 261-268.
- [4] HUANG Y M, CHOU H M, WANG J C, CHIOU W L. The distribution and habitats of the *Pteris fauriei* complex in Taiwan[J]. Taiwania, 2007, 52(1): 49-58.
- [5] CHAO Y S, CHIOU W L, EBIHARA A, HSU T C. Taxonomic and nomenclatural novelties in the *Pteris fauriei* group (Pteridaceae)[J]. Taiwania, 2021, 66(3): 307-316.
- [6] 廖宝文, 张乔民. 中国红树林的分布、面积和树种组成[J]. 湿地科学, 2014, 12(4): 435-440.
LIAO B W, ZHANG Q M. Area, distribution and species composition of mangroves in China[J]. Wetland Science, 12(4): 435-440 (in Chinese).
- [7] 黄椰林, 谈凤笑, 苏国华, 张志红, 施苏华. 基于 ISSR 分析的几种红树植物种群遗传结构的比较研究[C]//中国生态学学会红树林学组执委会. 第四届中国红树林学术会议论文摘要集. 北海: 第四届中国红树林学术会议, 2008.
HUANG Y L, TAN F X, SU G H, ZHANG Z H, SHI S H. A comparative study on the genetic structure of several mangrove plant populations based on ISSR analysis[C]//Executive Committee of the Mangrove Group of the Chinese Ecological Society. Abstracts of the Fourth China Mangrove Academic Conference. Beihai: The 4th China Mangrove Academic Conference: Executive Committee of Mangrove Research Group of Chinese Ecological Society, 2008. (in Chinese)
- [8] 王丽荣, 李贞, 蒲杨婕, 廖文波, 张乔民, 余克服. 近 50 年海南岛红树林群落的变化及其与环境关系分析——以东寨港、三亚河和青梅港红树林自然保护区为例[J]. 热带地理, 2010, 30(2): 114-120.
WANG L R, LI Z, PU Y J, LIAO W B, ZHANG Q M, YU K F. Analysis on the relationship between mangrove and environment change in hainan island in the past 50 years: a case study of Dongzhai Harbor, Sanya River and Qingmei Harbor Mangrove Nature Protection Area[J]. Tropical Geography, 2010, 30(2): 114-120. (in Chinese)
- [9] GUO Z X, HUANG Y L, CHEN Y M, DUCK N C., ZHONG C R, SHI S H. Genetic discontinuities in a dominant mangrove *Rhizophora apiculata* (Rhizophoraceae) in the Indo-Malesian region[J]. Journal of Biogeography, 2016, 43(6): 1856-1868.
- [10] 王峰臻, 吕昊敏, 施苏华. 白骨壤的遗传多样性及其群体历史[C]//中国植物学会: 中国植物学会八十五周年学术年会论文摘要汇编(1993—2018). 昆明: 中国植物学会第十六次全国会员代表大会暨 85 周年学术年会, 2018.
WANG Z Z, LYU H M, SHI S H. Genetic diversity of white bone soil and its population history[C]//Chinese Botanical Society. A compilation of abstracts of papers of the 85th Anniversary Annual Conference of the Botanical Society of China (1993—2018). The 16th National Congress of Members of the Chinese Botanical Society and the 85th Annual Academic Conference: Yunnan Science and Technology Association, 2018. (in Chinese)
- [11] MARCON A B, BARROS I C L, GUERRA M. A karyotype comparison between two closely related species of *Acrostichum*[J]. American Fern Journal, 2003, 93: 116-125.
- [12] 梅文莉, 曾艳波, 丁中涛, 戴好富. 红树植物卤蕨化学成分分离与鉴定[J]. 中国药物化学杂志, 2006(1): 46-48, 64.
MEI W L, ZENG Y B, DING Z T, DAI H F. Isolation and identification of the chemical constituents from mangrove plant *Acrostichum aureum*[J]. Chinese Journal of Medicinal Chemistry, 2006(1): 46-48, 64. (in Chinese)
- [13] ZHANG R S, LIU T, WU W, LI Y Q, CHAO L F, HUANG L S, HUANG Y L, SHI S H, ZHOU R C. Molecular evidence for natural hybridization in the mangrove fern genus *Acrostichum*[J]. BMC Plant Biology, 2013, 13: 74.
- [14] 郭志凯, 盖翠娟, 袁靖喆, 陈亮亮, 梅文莉, 戴好富. 海南特有红树植物尖叶卤蕨内生真菌抗农业病原菌次生代谢产物[C]//中国药学会. 2014 年中国药学会大会暨第十四届中国药师周论文集. 石家庄: 2014 年中国药学会大会暨中国药师周, 2014.
GUO Z K, GAI C J, YUAN J Z, CHEN L L, MEI W L, DAI H F. *Acrostichum speciosum* endophytic fungi resistant to agricultural pathogens secondary metabolites of Hainan endemic mangrove plant[C] //Chinese Pharmaceutical Association. 2014 Chinese Pharmaceutical Congress and 14th Chinese Pharmacists Week Proceedings. Shijiazhuang: 2014 Chinese Pharmaceutical Congress and Chinese Pharmacists Week, 2014. (in Chinese)
- [15] ZHANG Z, HE Z W, XU S H, LI X N, GUO W X, YANG Y

- C, ZHONG C R, ZHOU R C, SHI S H. Transcriptome analyses provide insights into the phylogeny and adaptive evolution of the mangrove fern genus *Acrostichum*[J]. Scientific Reports, 2016, 6: 35634.
- [16] 李衍荷, 李晓明, 徐蕊, 李洪雷, 王斌贵. 海洋红树林植物卤蕨内生真菌 *Cladosporium perangustum* MA-318 中一个新的链烯酸酐衍生物 methylate cordyanhydride A[J]. 海洋科学, 2017, 41(9): 110-113.
- LI Y H, LI X M, XU R, LI H L, WANG B G. Methylate cordyanhydride A, a new alkenoic anhydride from *Cladosporium perangustum* MA-318, an endophytic fungus derived from the marine mangrove plant *Acrostichum aureum* [J]. Marine Sciences, 2017, 41(9): 110-113(in Chinese)
- [17] 许玉兰, 蔡年辉, 陈诗, 王大玮, 何承忠, 段安安, 康向阳. 云南松天然群体遗传变异与生态因子的相关性[J]. 生态学杂志, 2016, 35(7): 1767-1775.
- XU Y L, CAI N H, CHEN S, WANG D W, HE C Z, DUAN A A, KANG X Y. Relationships between the genetic diversity of *Pinus yunnanensis* Franch. natural populations and ecological factors[J]. Chinese Journal of Ecology, 2016, 35(7): 1767-1775. (in Chinese)
- [18] 李蓉蓉. 华南沿海风铃木类植物鉴定与遗传多样性研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2021.
- LI R R. Identification and genetic diversity of *Handroanthus* and *Tabebuia* species in coastal areas of South China[D]. Haerbin: Northeast Forestry University, 2021. (in Chinese)
- [19] 李耀琪, 王志恒. 植物叶片形态的生态功能、地理分布与成因[J]. 植物生态学报, 2021, 45(10): 1154-1172.
- LI Y Q, WANG Z H. Leaf morphological traits: ecological function, geographic distribution and drivers[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2021, 45(10): 1154-1172. (in Chinese)
- [20] KUO C M. Taxonomy and phytogeography of Taiwanese pteridophytes[J]. Taiwania, 1985, 30(1): 5-100.
- [21] 廖文波, 金建华, 王伯荪, 吴兆洪. 海南和台湾蕨类植物多样性及其大陆性特征[J]. 西北植物学报, 2003, 23(7): 1237-1245.
- LIAO W B, JIN J H, WANG B S, WU Z H. Biodiversities and their continental features of the fern floras in Hainan and Taiwan island China[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2003, 23(7): 1237-1245. (in Chinese)
- [22] CHAO Y S, EBIHARA A, CHIOU W L, HUANG Y M. *Pteris latipinna* sp. nov. (Pteridaceae), a new species segregated from *Pteris fauriei*[J]. PhytoKeys, 2017, 85: 95-108.
- [23] 邢福武, 秦新生, 严岳鸿. 澳门的植物区系[J]. 植物研究, 2003, 23(4): 472-477.
- XING F W, QIN X S, YAN Y H. The flora of Macau[J]. Bulletin of Botanical Research, 2003, 23(4): 472-477. (in Chinese)
- [24] 浙江植物志(新编)编辑委员会. 浙江植物志(新编)第一卷[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2021.
- [25] Editorial Committee of Flora of Zhejiang (New Edition). Flora of Zhejiang (New Edition) Volume 1[M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 2021.
- [26] 田大伦, 项文化, 闫文德. 马尾松与湿地松人工林生物量动态及养分循环特征[J]. 生态学报, 2004, 24(10): 2207-2210.
- TIAN D L, XIANG W H, YAN W D. Comparison of biomass dynamic and nutrient cycling between *Pinus massoniana* plantation and *Pinus elliottii* plantation[J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(10): 2207-2210. (in Chinese)
- [27] LEJON D P H, RANJARD L. Microbial community structure and density under different tree species in an acid forest soil (Morvan, France)[J]. Microbial Ecology, 2005, 50(4): 614-625.
- [28] BERTIN T, WEBER J C, TCHOUNDJEU Z, SHEPHERD K D. Soil chemical properties dynamics as affected by land use change in the humid forest zone of Cameroon[J]. Agroforestry Systems, 2016, 90(6): 1089-1102.
- [29] MEGLIOLI P A, ARANIBAR J N, VILLAGRA P E, RIVEROS C V. Spatial patterns of soil resources under different land use in *Prosopis* woodlands of the Monte desert[J]. Catena, 2016, 149(1): 86-97.
- [30] 柴勇, 郭兆成, 和丽萍, 邵金平, 赵欣凤, 马塞宇, 李贵祥. 洱海流域不同岩性区典型灌丛群落特征[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27(3): 529-540.
- CHAI Y, GUO Z C, HE L P, SHAO J P, ZHAO X F, MA S Y, LI G X. Community structure of typical shrubs in different lithological areas of the Erhai Basin[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental, 2021, 27(3): 529-540. (in Chinese)