

# 中国三种水韭属植物的地理分布与生境特征

庞新安 刘星 刘虹 吴翠 王晶苑 杨书香 王青锋\*

(武汉大学生命科学学院植物系统学与进化生物学研究室 武汉 430072)

**摘要:** 水韭属 (*Isoetes*) 是水韭科中的子遗属, 分类上属拟蕨类, 对研究蕨类植物的系统演化具有重要价值。由于人类活动对其水生生境的破坏, 水韭属植物在我国的分布范围及其种群数量日趋减少, 濒临灭绝, 其中, 高寒水韭 (*I. hypsophila*)、云贵水韭 (*I. yunguiensis*) 和中华水韭 (*I. sinensis*) 已被列为国家一级重点保护野生植物。对原产中国的 3 种水韭的地理分布与生境特征进行调查, 将为合理保护该属植物提供相关基础数据和科学依据。本文野外实地考察了原产中国的 3 种水韭属植物的现存种群及历史记载曾经分布但现已绝迹的水韭属植物种群(绝迹种群)所在地。在每一调查点, 测定了各样点的海拔高度、水体基底状况以及水体 pH 值等生境特征, 在现存种群所在地, 分别记载了所见水生植物种类、水韭种群规模及其生长状况, 并采集和鉴定了 3 种水韭属植物及其伴生种。调查发现 3 种水韭属植物种与种之间为间断分布, 且具有垂直梯度差异, 种内各种群之间相互隔离, 各种群的个体数均偏少; 现存种群所生长的水体及其水体基底的 pH 特性无明显差异, 为酸性或中性; 绝迹种群所在的原生境已遭到严重破坏, 一些地点的水体 pH 和基底 pH 与以往存在水韭的时期相比已明显升高。此外, 调查还发现沼泽地带的水韭种群正面临着其他水生植物的激烈竞争而处于随时灭绝的危险之中, 而淡水潮间带沿岸的水韭种群因周期性的水位波动而生长良好。调查结果表明 3 种水韭属植物的地理分布及其生长状况与海拔、水体 pH 值、基底 pH 值以及种间竞争和水位波动密切相关。本文还讨论了保护水韭属植物的基本策略和具体措施。

**关键词:** 水韭 濒危植物 自然分布状况 保护

中图分类号: Q16

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2003)04-0288-07

## The geographic distribution and habitat of the *Isoetes* plants in China

PANG Xin-An, LIU Xing, LIU Hong, WU Cui, WANG Jing-Yuan, YANG Shu-Xiang, WANG Qing-Feng\*  
Laboratory of Plant Systematics and Evolutionary Biology, College of Life Sciences, Wuhan University,  
Wuhan 430072

**Abstract:** *Isoetes* is a genus of primitive vascular plants classified in the subdivision Lycopsidea and occupies a very important position in the evolutionary history of the pteridophytes. In recent years, *Isoetes* has declined rapidly in population quantity (number) and has even disappeared from many locations in Mainland China. The genus is now considered to be rare and threatened or endangered in China and is listed among first category protected plants. The progressive decline in populations of *Isoetes* in Mainland China has been attributed to on-going anthropogenic changes; however, no data have been adduced to support this assumption. In this study, all present locations of *Isoetes* populations and locations where the genus had been previously recorded but is now extinct were investigated in Mainland China. The habitat characteristics, including elevation, water pH value and the conditions of substrate were measured at each site. Associated plants growing together with *Isoetes* were collected from each population. The result indicated that the geographic distribution of *Isoetes* in Mainland China is discontinuous and that every population of *Isoetes* is insulated from other populations. The three species of *Isoetes* in Mainland China occur at different elevations. The current populations showed no obvious differences in water pH and other characteristics. But habitats where *Isoetes* plants had been extirpated currently have higher water and substrate pH values compared to the period when the sites supported *Isoetes* populations. These sites also had higher

readings than the current locations of remaining *Isoetes* populations. This study indicates that populations of *Isoetes* growing in marshy areas close to farmland are faced with intense competition from other hydrophyte species whose proliferation is encouraged by the use of fertilizers in adjacent farmland. The populations of *Isoetes* growing in the freshwater intertidal zone avoid competition with other hydrophytes because of the periodic fluctuation of water level and thus grow comparatively well. The results indicate that the geographic distribution and occurrence of *Isoetes* plants in Mainland China is closely correlated with elevation, water pH, competition with other species, and water depth.

**Key words:** quillwort, endangered plant, natural distribution and status, conservation

水韭属(*Isoetes*)是水韭科(Isoetaceae)中的子遗属,根据大孢子表面形态特征可分为150多种,广布于全球,主要分布在北半球,只有少数种类散见于热带、水生或陆生(Takhtajan, 1956; Taylor & Hickey, 1992)。该类群分类上属拟蕨类,即小型叶蕨类,具有异型孢子,但该属植物明显区别于其他小型叶蕨类植物如石松(*Lycopodium*)、卷柏(*Selaginella*)和木贼(*Equisetum*)等,叶长线形,无复杂的叶脉组织,根状茎具形成层,因此该属植物对研究蕨类植物的系统演化具有重要价值。

中国分布的4种水韭包括中国特有种:高寒水韭(*Isoetes hypsophila*)、云贵水韭(*I. yunguiensis*)、台湾水韭(*I. taiwanensis*)以及东亚特有种—中华水韭(*I. sinensis*)。多年来由于人类活动对水生生境的干扰,水韭属植物在我国的分布范围及其种群数量正日趋减少,濒临灭绝(傅立国, 1989; 张爱华, 1997; 郝日明等, 2000)。其中,高寒水韭、云贵水韭和中华水韭已被列为国家一级重点保护野生植物(于永福, 1999),而台湾水韭仅存在于我国台湾省(张惠株, 徐国土, 1977; DeVol, 1972)。国内学者已作过一些有关水韭属植物的细胞学及孢子形态学等方面的研究工作(张惠珠, 徐国土, 1977; 何子灿等, 2002; 刘星等, 2002; Wang *et al.*, 2002)。关于台湾水韭的生态地理分布及其生境特征也有报道(黄增泉等, 1988; 黄淑芳, 杨国祯, 1992),但对另外3种水韭尚缺乏详细研究资料。为此,作者于2000~2002年对中国水韭属植物的自然分布、生长状况及其生境特征进行了广泛的调查,以期水韭属植物的有效保护提供科学依据。

## 1 调查区域

根据标本记载和相关研究资料,沿长江流域及

以南地区进行了野外调查。地点包括四川稻城,云南昆明、寻甸,贵州平坝,广西桂林,江西东乡,安徽休宁,江苏南京以及浙江的杭州、建德、诸暨、天台、松阳等地区(图1)。

## 2 调查方法

调查水韭属植物的现存种群所在地(11个)和绝迹种群所在地(12个)。分别测定各样点的海拔、水体基底以及pH值等生境特征,pH值采用便携式pH计(HI98107, HANNA Co., Italy, resolution = 0.1 pH, accuracy =  $\pm 0.1$  pH)进行测试,水体基底pH值用基底样品与蒸馏水1:2混合均匀后进行测试;在现存种群所在地,测量了水韭种群的主要参数(种群分布面积和个体数量)及其生长状况;采集和鉴定了3种水韭属植物及其伴生种,所有凭证标本存于武汉大学植物标本馆(WH)。

## 3 调查结果

### 3.1 国内水韭属植物现存自然种群的生境特征及其种群状况(表1)

#### 3.1.1 高寒水韭

高寒水韭主要分布于四川稻城县境内,生长在海拔3900~4400 m之间的沼泽和高原湖泊浅水带中。此次调查共发现5个不同海拔高度的高寒水韭种群,每一种群内植株呈散分布,株形纤细矮小,叶数少且丛生,叶基部为淤泥覆盖,长势良好。5个种群的水体酸碱度均呈中性(pH = 7.0),基底为沙石土或泥碳土,弱酸性(平均pH = 6.3);周围植被主要为高原草甸,伴生种主要有牛毛毡(*Heleocharis yokoscensis*)、条叶垂头菊(*Cremanthodium lineare*)、眼子菜(*Potamogeton* ssp.)和折背韭(*Allium chrysocephalum*)等。

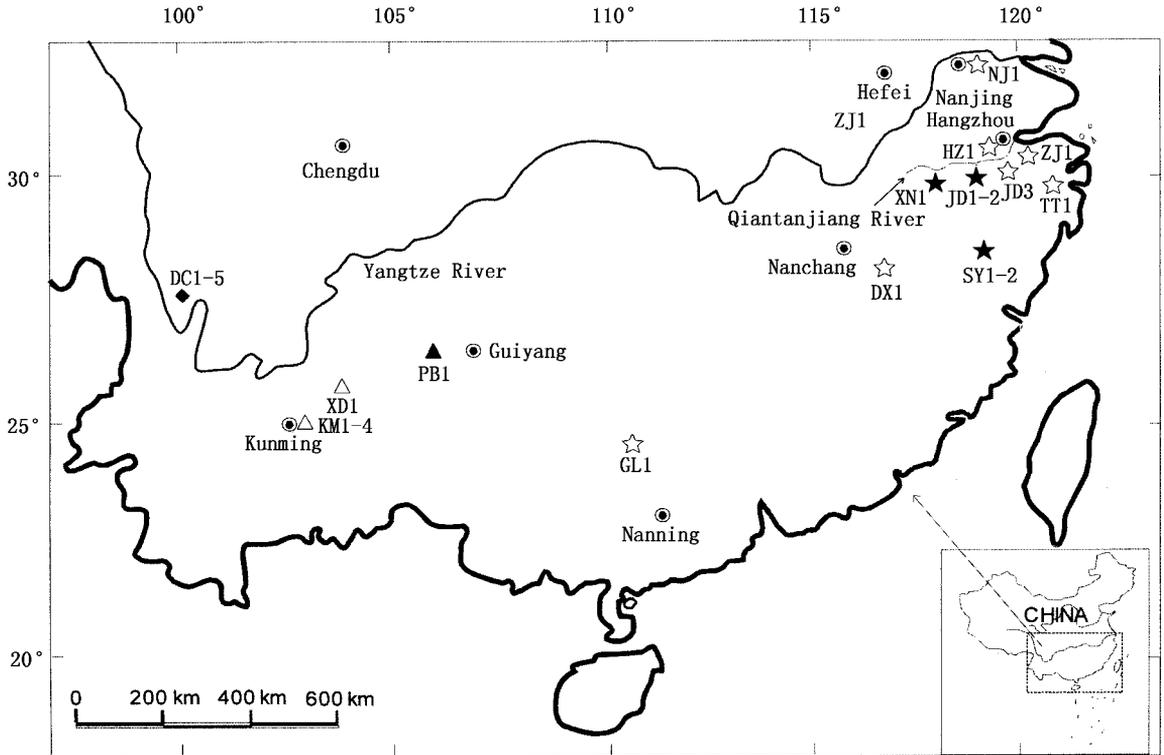


图 1 中国 3 种水韭属植物的地理分布区域及野外调查点示意图

Fig. 1 Map showing the geographic distribution of *Isoetes* plants and sampling sites in Mainland China

★ 中华水韭现存种群所在地 The present distribution sites of *I. sinensis* ☆ 中华水韭绝迹种群所在地 The previous distribution sites of *I. sinensis*  
 ▲ 云贵水韭现存种群所在地 The present distribution sites of *I. yunguiensis* △ 云贵水韭绝迹种群所在地 The previous distribution sites of *I. yunguiensis*  
 ◆ 高寒水韭现存种群所在地 The present distribution sites of *I. hypsophila*

### 3.1.2 云贵水韭

云贵水韭主要分布于长江流域上游地区,产于云南昆明、寻甸以及贵州贵阳、平坝,生长在海拔 1200 ~ 2200 m 之间的山沟水流较慢的浅沼泽地带中。此次调查仅在平坝境内浅水沼泽地中发现一个云贵水韭种群,种群内植株星散混生于杂草丛中,株形高大粗壮,叶数多且丛生,叶基部为淤泥覆盖,长势较差,周围的伴生植物生长旺盛。此种群的水体呈弱酸性(pH = 6.3),基底为泥碳土,酸性(pH = 6.0);周围植被主要为马尾松(*Pinus massoniana*)、亮叶桦(*Betula luminifera*)等人工林构成的森林植被,伴生种主要有小灯心草(*Juncus bufonius*)、李氏禾(*Leersia hexandra*)、圆叶节节菜(*Rotala rotundifolia*)、砖子苗(*Mariscus umbellatus*)、云贵谷精草(*Eriocaulon schochianum*)、地耳草(*Hypericum japonicum*)、杉叶藻(*Hippuris vulgaris*)和泥碳藓(*Sphagnum palustre*)等。

### 3.1.3 中华水韭

中华水韭主要分布于长江流域中下游地区和钱

塘江流域,产于广西桂林,江西东乡,安徽休宁,江苏南京,浙江杭州、建德、诸暨、天台、松阳等地,生长在海拔 10 ~ 1300 m 之间的山沟水流较缓的浅水池沼、塘边和淡水潮间带沿岸。此次调查仅在安徽休宁和浙江建德、松阳发现 5 个中华水韭种群。

休宁境内的一个种群位于弃耕沼泽地中,种群规模比较小,种群内植株混生于杂草丛中,株形较细小,叶数中等且丛生,叶基部为淤泥覆盖,长势很差,周围的伴生植物生长旺盛,伴生种主要有谷精草(*Eriocaulon buergerianum*)、节节菜(*Rotala indica*)和浮萍(*Lemna minor*)等。

建德境内的两个种群位于淡水潮间带沿岸,相隔大约 1000 m,其中一个种群规模比较小,种群内植株星散混生于杂草丛中,株形较细小,叶数中等且丛生,叶基部处于沙泥之上、砾石之中,长势较差;另一个种群规模比较大,种群内植株与其他草本植物相对分离,株形高大粗壮,叶数多且丛生,叶基部处于沙泥之上、砾石之中,长势良好;两种群的伴生种主要有鳢肠(*Eclipta prostrata*)、喜旱莲子草

表 1 国产水韭属现存自然种群的生境特征及种群状况

Table 1 Geographic distribution and habitat characteristics of the current population of *Isoetes* in Mainland China

物种 Species	种群代码 Population code	地点 Location	海拔 Elevation	生境 Habitat	基底 Substrate	种群 面积 Population area	种群大小 (株数) Population size	株高 Height	凭证标本 Vouchers
高寒水韭 <i>I. hypophila</i>	DC1	四川稻城 Daocheng, Sichuan	4400 m	高原湖泊浅水带 Shallow zones of plateau lake	沙石土, 贫瘠 Lean sandy soil	15 ~ 20 m <sup>2</sup>	20 ~ 50	2 ~ 6 cm	WH 2001141
	DC2	四川稻城 Daocheng, Sichuan	4330 m	高原沼泽地 Plateau marsh	泥炭土, 很肥沃 Fertile peat soil	150 ~ 300 m <sup>2</sup>	2000 ~ 3000	4 ~ 8 cm	WH 2001137
	DC3	四川稻城 Daocheng, Sichuan	4320 m	高原湖泊浅水带 Shallow zones of plateau lake	沙石土, 贫瘠 Lean sandy soil	20 ~ 30 m <sup>2</sup>	100 ~ 200	2 ~ 6 cm	WH 2001138
	DC4	四川稻城 Daocheng, Sichuan	4220 m	高原湖泊浅水带 Shallow zones of plateau lake	沙泥, 腐殖质, 肥沃 Humic, fertile swampy loam	60 ~ 80 m <sup>2</sup>	300 ~ 500	2 ~ 6 cm	WH 2001139
	DC5	四川稻城 Daocheng, Sichuan	4050 m	高原沼泽地 Plateau marsh	泥炭土, 较肥沃 Fertile peat soil	80 ~ 100 m <sup>2</sup>	200 ~ 300	2 ~ 6 cm	WH 2001140
云贵水韭 <i>I. yunguiensis</i>	PB1	贵州平坝 Pingba, Guizhou	1280 m	山沟沼泽地 Valley marsh	泥炭土, 很肥沃 Fertile peat soil	100 ~ 200 m <sup>2</sup>	300 ~ 500	20 ~ 40 cm	WH 2001166 HGAS 75043 CDBI 75425
中华水韭 <i>I. sinensis</i>	XN1	安徽休宁 Xiuning, Anhui	360 m	弃耕沼泽地 Marsh in abandoned field	沙泥, 腐殖质, 肥沃 Fertile swampy loam	20 ~ 30 m <sup>2</sup>	100 ~ 200	15 ~ 25 cm	WH 20011023027 NAS 2405
	JD1	浙江建德 Jiande, Zhejiang	134 m	淡水潮间带沿岸 Freshwater intertidal zone	沙质土, 贫瘠 Lean sandy soil	2 ~ 4 m <sup>2</sup>	50 ~ 100	15 ~ 25 cm	WH 20011019006
	JD2	浙江建德 Jiande, Zhejiang	134 m	淡水潮间带沿岸 Freshwater intertidal zone	沙质土, 贫瘠 Lean sandy soil	200 ~ 300 m <sup>2</sup>	2000 ~ 3000	20 ~ 40 cm	WH 20011019007
	SY1	浙江松阳 Songyang, Zhe- jiang	1280 m	山沟沼泽地 Valley marsh	沙泥, 腐殖质, 肥沃 Humic, fertile swampy loam	20 ~ 25 m <sup>2</sup>	50 ~ 100	20 ~ 25 cm	WH 20011215001 ZJFC 227
	SY2	浙江松阳 Songyang, Zhe- jiang	1158 m	山沟沼泽地 Valley marsh	沙泥, 腐质, 肥沃 Humic, fertile swampy loam	50 ~ 60 m <sup>2</sup>	500 ~ 800	20 ~ 30 cm	WH 20020703001

表 2 国产水韭属植物绝迹种群所在地的生境特征  
Table 2 Habitat characteristics of the extinct populations of *Isoetes* in Mainland China

物种 Species	种群 Population	地点 Location	海拔 Elevation	生境 Habitat	基底 Substrate	凭证标本或见证人 Vouchers
云贵水韭 <i>I. yunguiensis</i>	KM1	云南昆明黑龙潭 Heilongtan, Kunming, Yunnan	2000 m	池塘 Pond	砾石沙 Gravel-coarse sand	KUN 0002883 PYU 3636
	KM2	云南昆明松花坝 Songhuaba, Kunming, Yunnan	2000 m	水库 Reservoir	粘沙土 Clay sand	KUN 0002885
	KM3	云南昆明小哨 Xiaoshao, Kunming, Yunnan	2000 m	稻田溪流 Rice-field stream	粘壤土 Clay loam	KUN 0002888
	KM4	云南昆明双哨 Shuangshao, Kunming, Yunnan	2160 m	稻田溪流 Rice-field stream	粘壤土 Clay loam	KUN 0002886
	XD1	云南寻甸天生桥 Tianshengqiao, Xundian, Yunnan	2080 m	稻田溪流 Rice-field stream	粘质土 Clay soil	KUN 65680 PYU 80902
中华水韭 <i>I. sinensis</i>	GL1	广西桂林雁山 Yanshan, Guilin, Guangxi	180 m	池塘 Pond	壤土, 腐殖质 Loamy soil	IBK 30688
	DX1	江西东乡庵家山 Anjiashan, Dongxiang, Jiangxi	49 m	池塘 Pond	壤土, 腐殖质 Loamy soil, humus	—
	NJ1	江苏南京玄武湖 Xuanwuhu, Nanjing, Jiangsu	100 m	淡水性湖泊 Lacustrine	壤土, 腐殖质 Loamy soil, humus	NAS 00070205
	HZ1	浙江杭州九溪 Jiuxi, Hangzhou, Zhejiang	10 m	池塘 Pond	壤土, 腐殖质 Loamy soil, humus	ZJFC 0188
	JD3	浙江建德梅城 Meicheng, Jiande, Zhejiang	117 m	池塘 Pond	壤土, 腐殖质 Loamy soil, humus	—
	ZJ1	浙江诸暨五泻 Wuxie, Zhuji, Zhejiang	260 m	池塘 Pond	壤土, 腐殖质 Loamy soil, humus	—
	TT1	浙江天台华顶 Huading, Tiantai, Zhejiang	910 m	池塘 Pond	壤土, 腐殖质 Loamy soil, humus	—

(*Alternanthera philoxeroides*)、水芹(*Oenanthe javanica*)和微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)等。

松阳境内的两个种群位于水流较缓的山沟浅水沼泽地中,两者相隔大约 800 m,其中一个种群规模比较小,另一个种群规模比较大,两种群内植株呈散混生于杂草丛中,株形高大粗壮,叶数中等且丛生,叶基部为淤泥覆盖,长势较差,周围的伴生植物生长旺盛,两种群的伴生种主要有长苞谷精草(*Eriocaulon decemflorum*)、长籽柳叶菜(*Epilobium pyrricholophum*)、薄叶新耳草(*Neanotis hirsuta*)、雀翘(*Polygonum sieboldii*)、水芹和泥碳藓(*Sphagnum palustre*)等。5 个种群的水体均偏酸性(pH = 5.9),基底为沙泥或沙壤,酸性(pH = 5.5)。

### 3.2 国内水韭属植物绝迹种群所在地的生境特征及其破坏程度(表 2)

#### 3.2.1 云贵水韭

标本记录云南昆明市北郊黑龙潭、松花坝、小哨、双哨和寻甸天生桥等地分布有云贵水韭,但此次

调查在这些地点未发现该种植物,估计已经消失。标本所记载的原生境已有较大变化,黑龙潭已被改造成观赏池塘,松花坝已建为水库,小哨、双哨和天生桥的水韭分布点现已被附近农田所包围成为农田溪流的一部分。5 个调查点的水体及水体基底均在不同程度上偏碱性,水体 pH 约为 7.7,基底 pH 约为 7.9。

#### 3.2.2 中华水韭

标本记录广西桂林雁山、江西东乡庵家山、江苏南京玄武湖以及浙江杭州九溪、建德梅城、诸暨五泻、天台华顶山等地分布有中华水韭,但此次调查在这些地点并未发现。标本所记载的原生境已发生了较大变化,雁山和庵家山的水韭分布点现已成为鱼塘,玄武湖的水韭分布点也已被围湖改造进行旅游开发,九溪和五泻的水韭分布点被改造为人工池塘,梅城和华顶山的水韭分布点也已被当地居民所破坏。7 个调查点的水体及水体基底均在不同程度上呈偏碱性,水体 pH 约为 7.6,基底 pH 约为 7.5。

## 4 讨论与建议

### 4.1 讨论

调查结果显示国产 3 种水韭属植物种与种之间为间断分布,其地理分布区相对狭窄,大多局限分布于 1 个或少数几个地区,属狭域分布种,种内各种群之间相互隔离,种群内个体数偏少。

调查发现高寒水韭主要分布于高海拔(4050 ~ 4400 m)地区,云贵水韭主要分布于中海拔(1280 ~ 2160 m)地区,中华水韭则主要分布于低海拔(10 ~ 1220 m)地区,这表明 3 种水韭属植物的分布具有垂直梯度差异。高寒水韭和云贵水韭的基底主要为泥碳土,比较肥沃,中华水韭的基底主要为沙质土,比较贫瘠,但这些基底的 pH 特性没有明显差异,均为酸性土壤。与此相对应的是 3 种水韭属植物所生长的水体亦呈酸性,水体 pH 与基底 pH 的相关性分析显示两者之间具有一定的相关性( $r = 0.921$ ,  $n = 23$ )。

水韭属植物绝迹种群所在地的环境与标本所记载的原生境相比发生了较大变化:水体 pH 与基底 pH 明显升高,例如江西东乡庵家山水韭分布点的水体 pH 值在有水韭时为 5.5<sup>①</sup>(陈家宽等,1998),而目前已升高到 7.3;广西桂林雁山水韭分布点的基底 pH 值在有水韭时为 5.0(王才明等,1994),而现在则为 7.3。人类活动如水产养殖、种稻、旅游开发以及污水排放等均可以引起水体和基底碱化,这可能是导致水韭属植物在这些地点绝迹的原因之一。

引起植物濒危的因素有多种,种间竞争是其中之一(Fiedler & Jain, 1992)。水韭属植物的地理分布区相对狭小,种群之间相对隔离,种群内个体数偏少以及在特殊的生境中其生存、竞争力不强,因此在自然群落中处于竞争劣势,人为或自然因素导致的生境改变,极易造成此属植物的种群衰退或消亡。目前,浅水沼泽地带的水韭种群由于附近农田耕作,正面临着其他杂草如灯心草(*Juncus* spp.)、谷精草(*Eriocaulon* spp.)等植物的竞争而长势较差,随时处于灭绝的危险之中。另外,调查也发现,处于淡水性潮间带沿岸的水韭种群生长良好,这可能是由于周期性的水位变化既可抑制一些水生植物的生长,又可抑制陆生植物的入侵,从而使水韭避免与其他水生植物的竞争,即周期性的水位波动可能有利于

水韭种群的生长。

总之,适生生境逐渐丧失和破碎化以及由此带来的杂草竞争正威胁着水韭属植物的生存,并可能会导致现存水韭种群的灭绝。

### 4.2 建议

生物多样性的保护和持续利用是自然保护工作的重要任务之一,特别是稀有濒危植物资源的保护越来越受到重视。事实已充分说明,对生物多样性最大的威胁是生境丧失,保护生物多样性最关键的手段是保护生境(蒋志刚等,1997; Ehrlich, 1988)。基于国内水韭属植物种群之间相互隔离、零星分布,各种群内个体数偏少的现状,不宜建立大型自然保护区。但对目前尚存的水韭种群可通过建立保护点进行就地保护,在此基础上建立有效的监测网络,长期监测各个保护点的植被分布动态及其水体的物化特性,如酸碱度、硬度、电导率以及主要营养元素(N、P)和矿质元素(Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Cr、Ni)等的变化,并避免人为破坏和污染的发生,尤其要控制由农田耕作、水产养殖、污水排放等带来的水体污染,同时进行水韭原有生境的恢复工作。

开展水韭属植物迁地保护以及人工繁育个体回归原产地或适生生境的试验研究,应是合理保护水韭属植物的另一有效途径。武汉大学正在开展水韭属植物的迁地保护和人工繁育的研究工作,并取得了初步成果,已经在室内移栽成功各个种群的水韭植株,并通过组织培养和孢子繁殖获得了成活植株。国内其他研究机构,如浙江大学、云南大学、杭州植物园、中国科学院昆明植物研究所等,也移栽了部分水韭属植物,这些工作为进一步研究水韭属植物的濒危机理和合理保护奠定了基础。

致谢 野外调查、采集以及查阅标本的过程中,云南大学朱维明先生、中国科学院昆明植物研究所成晓先生、贵州省科学院生物研究所王培善先生、江苏省植物研究所刘启新先生、安徽师范大学生命科学学院周守标先生、浙江大学生命科学学院丁炳扬先生、浙江林学院李根有先生,浙江省杭州植物园、中国科学院广西植物研究所以及台湾中兴大学植物研究所黄世富先生均给予了无私的帮助,Robert W

①周进,1995. 普通野生稻北缘种群的保护生物学研究. 武汉大学博士学位论文

Gituru 博士帮助修改了英文摘要,在此一并表示衷心的感谢。

## 参考文献

- Chang H-J (张惠珠) and Hsu K-S (徐国土). 1977. *Isoetes taiwanensis* DeVol and its associates. *Quarterly Journal of China Forestry* (中华林业季刊), **10** (2): 138 - 141. (in Chinese)
- Chen J-K (陈家宽), Wang H-Y (王海洋), He G-Q (何国庆). 1998. A survey on the habitats of *Oryza rufipogon* and *Isoetes sinensis* in Jiangxi Province. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **6** (4): 260 - 266. (in Chinese)
- DeVol C. E. 1972. *Isoetes* found on Taiwan. *Taiwania*, **17** (1): 1 - 7
- Ehrlich P. R. 1988. The loss of diversity: causes and consequences. In: Wilson E. O. and Peter F. M. (eds.), *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D. C., 21 - 27.
- Fiedler P. L. and Jain S. K. 1992. *Conservation Biology*. Chapman and Hall, New York.
- Fu L-G (傅立国). 1989. *The Rare and Endangered Plants in China* (中国珍稀濒危植物). Shanghai Education Press, Shanghai, 7 - 10. (in Chinese)
- Hao R-M (郝日明), Huang Z-Y (黄致远), Liu X-J (刘兴剑), Wang Z-L (王中磊), Xu H-Q (徐惠强), Yao Z-G (姚志刚). 2000. The geographic distribution and characteristics of the rare and endangered plants in Jiangsu. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **8** (2): 153 - 162. (in Chinese)
- He Z-C (何子灿), Cai Q (蔡清), Liu H-T (刘宏涛), Li J-Q (李建强), Huang H-W (黄宏文). 2002. Chromosome number of *Isoetes sinensis* Palmer, a rare and endangered pteridophyta plant. *Journal of Wuhan Botanical Research* (武汉植物学研究), **20** (3): 241 - 242. (in Chinese)
- Huang S-F (黄淑芳) and Yang K-C (杨国祯). 1992. *Dream Lake—The life of Isoetes taiwanensis DeVol* (梦幻湖传奇——台湾水韭的一生). Yangmingshan National Park, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Huang T-C (黄增泉), Chiang S-H-T (江蔡淑华), Chen Z-S (陈尊贤), Huang S-F (黄淑芳), Yang K-C (杨国祯), Chen H-J (陈香君). 1988. *An Investigation of Dream Lake Ecosystem* (梦幻湖植物生态系之调查研究). Yangmingshan National Park, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Jiang Z-G (蒋志刚), Ma K-P (马克平), Han X-G (韩兴国). 1997. *Conservation Biology* (保护生物学). Zhejiang Science and Technology Press, Hangzhou. (in Chinese)
- Liu X (刘星), Wang Y (王勇), Wang Q-F (王青锋), Guo Y-H (郭友好). 2002. Chromosome numbers of the Chinese *Isoetes* and their taxonomical significance. *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学报), **40** (4): 351 - 356. (in Chinese)
- Takhtajan A Л, 1956, translated by Kuang K-R (匡可任译). 1963. *Telomophyta I* (高等植物 I). Science Press, Beijing, 99 - 108. (in Chinese)
- Taylor W. C. and Hickey R. J. 1992. Habitat, evolution and speciation in *Isoetes*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **79**: 613 - 622.
- Wang C-M (王才明), Huang S-X (黄仕训), Wang Y (王燕). 1994. The investigation and study on the germplasm resources of national precious, rare and endangered plants in Guangxi. *Guihaia* (广西植物), **14** (3): 277 - 288. (in Chinese)
- Wang Q-F, Liu X, Taylor W. C. and He Z-R. 2002. *Isoetes yunguiensis* (Isoetaceae), a new basic diploid quillwort from China. *Novon*, **12**(4): 587 - 591.
- Yu Y-F (于永福). 1999. A milestone of wild plant conservation in China. *Plants* (植物杂志), (5): 3 - 11. (in Chinese)
- Zhang A-H (张爱华). 1997. Resource and conservation of endangered plants in Kunming. *Forest Science Technology* (林业科技通讯), (4): 32 - 33. (in Chinese)

(责任编辑:孙大川)