



## 东方水韭种群分布格局研究

胡蔚<sup>1a</sup>, 黄均华<sup>1b</sup>, 吕超鹏<sup>1b</sup>, 邵建均<sup>2</sup>, 胡惠珍<sup>2</sup>, 葛佳颖<sup>2</sup>, 胡绍庆<sup>1b</sup>

(1.浙江理工大学, a.生命科学学院; b.建筑工程学院, 杭州 310018;

2.浙江省农业生态与能源办公室, 杭州 310012)

**摘要:**以浙江省松阳县的安民乡安岱后村小烂湖和叔婆湾为样地,对濒危珍稀物种东方水韭的种群空间分布格局进行研究,探讨其分布规律、形成原因、种群保护及更新策略。结果显示:松阳县的东方水韭种群的分布格局以聚集分布为主,且叔婆湾种群聚集强度明显高于小烂湖种群。东方水韭种群聚集分布的原因在于东方水韭本身的生物和生态学特性,且与其种群分布的小生境水域流动性有关,即水域流动越慢种群聚集强度越大。做好生境保护,加强人工繁殖扩大种群规模有利于保护和更新东方水韭的种群。

**关键词:** 东方水韭; 种群; 分布格局; 群落结构; 聚集强度

中图分类号: Q948.13

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2019)05-0367-07

## Study on the distribution pattern of *Isoetes orientalis*

HU Wei<sup>1a</sup>, HUANG Junhua<sup>1b</sup>, LÜ Chaopeng<sup>1b</sup>, SHAO Jianjun<sup>2</sup>, HU Huizhen<sup>2</sup>, GE Jiaying<sup>2</sup>, HU Shaoqing<sup>1b</sup>

(1a.College of Life Science; 1b.School of Civil Engineering and Architecture,

Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;

2.Zhejiang Agricultural Ecology and Energy Office, Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** The sample fields of Xiaolanhu and Shupowan in Andiahou Village, Anmin Town, Songyang County, Zhejiang Province were chosen to study the spatial distribution pattern of the endangered rare species *Isoetes orientalis* H.Liu et Q.F.Wang. Its distribution law, forming reasons, population protection and update strategies were discussed. The results showed that the distribution pattern of this species in Songyang County is dominated by cluster distribution, and population aggregating intensity of Shupowan is obviously higher than that of Xiaolanhu. The population distribution reason lies in biological and ecological characteristics of *Isoetes orientalis* H.Liu et Q.F.Wang and it is also related to water fluidity in the microhabitat. The slower water fluidity, the larger population aggregating intensity. To protect the habitat and increase the population scale of artificial breeding are new strategies to protect the *Isoetes orientalis* H.Liu et Q.F.Wang.

**Key words:** *Isoetes orientalis*; population; distribution pattern; community structure; cluster intensity

东方水韭 (*Isoetes orientalis* H. Liu et Q. F. Wang) 属于水韭科水韭属的子遗植物, 是 Liu 等<sup>[1]</sup> 2005 年在浙江省松阳发现的水韭属新种, 为中

国特有种。近年来, 由于人类活动对生境的干扰, 水韭属植物在中国的分布范围日趋缩小<sup>[2]</sup>, 东方水韭仅在浙江松阳县的安民乡安岱后村和福建省泰宁峨

收稿日期: 2018-10-08 网络出版日期: 2018-12-28

基金项目: 浙江省农业新品种选育重大科技专项(2016C02056-12)

作者简介: 胡蔚(1988-), 女, 浙江兰溪人, 助理实验师, 硕士, 主要从事植物生理方面的研究。

通信作者: 胡绍庆, E-mail: 13600512490@163.com

眉峰自然保护区有零星分布,处于极度濒危状态,属于国家一级野生保护植物<sup>[3]</sup>,2005年国际生物物种命名委员会确认为世界濒危植物<sup>[1]</sup>。研究东方水韭的主要意义在于对生物进化和植物系统发育研究起到支撑佐证功能,为研究古气候、古地理和地质学方面提供材料。此外,东方水韭在湿地和湿地生物多样性保护以及水生生态系统恢复与重建中具有十分重要的指示作用。

近年来对东方水韭种群的研究主要集中在遗传结构、生理形态、群落结构和生境特征等方面。陈进明等<sup>[3]</sup>通过东方水韭与中华水韭自然种群中样品的DNA多态性分析发现东方水韭遗传变异主要存在于种群内的规律。刘虹等<sup>[4]</sup>对东方水韭外部形态与根部进行解剖学研究,发现不同东方水韭的二歧根发育存在差异。朱圣潮等<sup>[5]</sup>对处于不同阶段的东方水韭的群落特征、物种多样性及繁殖方式进行研究分析,但有关东方水韭种群空间分布格局方面的研究尚未见报道。

植物种群的空间分布格局是植物种群生物学特性对环境条件长期适应和相互选择的结果,是植物种群的基本特征之一<sup>[6]</sup>。本文以浙江省松阳县自然分布地小烂湖和叔婆湾的东方水韭种群为研究对象,采集东方水韭种群分布数据,应用方差均值比( $ID$ )、Cassie指数( $Ca$ )、负二项参数( $K$ )、平均拥挤度( $m^*$ )及聚块性指数( $P$ )数据处理方法研究东方水韭种群的空间分布格局及其群落类型,对其种群水平结构进行定量描述,同时探讨其形成原因,为种群保护与更新提供策略支持。

表1 调查样地的基本情况

生境名称	平均海拔/m	面积/m <sup>2</sup>	湿地形态	水流速	平均有机质含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	土壤类型
小烂湖	1107	300	三层梯田沼泽	缓慢	122.8	黄壤
叔婆湾	1039	200	低洼沼泽	静止	102.7	黄壤

## 1.2 样地调查与数据采集

野外调查分别对小烂湖和叔婆湾的东方水韭种群进行典型抽样法调查,具体方法参考文献<sup>[7-8]</sup>,兼顾群落分布的海拔和坡向,选择典型性地段。小烂湖和叔婆湾各设置调查样方9个,均为面积为2 m×2 m的正方形,测出东方水韭的空间坐标及每个个体的高度、株数、盖度;把2 m×2 m样方划分为4个1 m×1 m的小样方,在小样方内识别出所有草本层(东方水韭及其伴生种)植物种类,以西南方向的一个小样方为样本分别记录小样方内各种草本植物的平均高和盖度。

## 1.3 数据处理

### 1.3.1 种群重要值(Important value)

种群在群落中的地位和作用可由重要值(I.V.)来描述,其计算公式如下:

种群保护与更新提供策略支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地自然概况

东方水韭小烂湖和叔婆湾样地均位于浙江松阳县安民乡安岱后村,是目前发现少数仅存的东方水韭自然分布地。该地区位于松古盆地,属于亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明,雨量充,无霜期长,气候垂直差异明显,年平均气温17.7℃,月平均气温最高为7月、最低为1月。境内多年平均降水量1700 mm,3—6月为多雨季节,平均降水量816.8 mm;7—8月高温晴热,易出现伏旱;11月雨量最小。

东方水韭研究样地的基本情况见表1。小烂湖样地呈菱形,地理坐标为北纬28°16'25"、东经119°16'11",水流方向为西南至东北,开口于东北方向,测算面积约为300 m<sup>2</sup>,形成从西南最高处向东北方向高差约1.5 m左右的三片小梯田,水流随梯田的高差有缓慢的流动。该样地原为山间小水塘,后因山泥沉积而逐渐成为沼泽湿地,土壤以黄壤为主,生长区域范围狭窄,周边为天然次生林。叔婆湾样地呈矩形,地理坐标为北纬28°16'18"、东经119°25'05",叔婆湾样地为独立的低洼小湿地,湿地内没有高差,呈西北东南走向,面积约为200 m<sup>2</sup>,湿地水几乎静止,流速极慢。两块湿地均是山溪冲积形成的沼泽湿地,20世纪70年代被开垦为农田,80年代中期弃耕荒芜至今,均有草本植被分布。

$$I.V. = (R.D. + R.F. + R.C.) / 3$$

其中: $R.D.$ 为相对密度, $R.F.$ 为相对频度, $R.C.$ 为相对盖度。

### 1.3.2 分布示意图

以每块样方西南角为原点,每个个体视为二维空间的一个点,记录每株坐标的 $x$ 值和 $y$ 值,绘制空间分布的点图。

### 1.3.3 种群空间分布格局分析

种群格局一般分为随机分布、聚集分布和均匀分布3个类型,为确保判定的准确度与研究的科学性,分布格局类型采用方差/均值比和Cassie指标进行分析,具体方法参考文献<sup>[9-11]</sup>。

方差/均值比( $ID$ ),计算公式如下:

$$ID = S^2 / \bar{x}$$

其中 $S^2$ 代表样本方差, $\bar{x}$ 代表样本平均值。若

$ID=1$ , 种群为随机分布; 若  $ID>1$ , 种群为聚集分布; 若  $ID<1$ , 种群为均匀分布<sup>[9]</sup>。  $ID$  值对预期值 1 的偏离采用  $t$  检验来检查, 如果  $t$  值超过,  $n-1$  自由度下 0.01 水平的  $t$  值, 可确认其分布格局。

Cassie 指数 ( $Ca$ ), 计算公式如下:

$$Ca = (S^2 - \bar{x}) / \bar{x}^2。$$

若  $Ca=0$ , 种群为随机分布; 若  $Ca>0$ , 种群为聚集分布; 若  $Ca<0$ , 种群为均匀分布。

### 1.3.4 种群聚集强度分析

本文中东方水韭的集聚强度采用负二项参、平均拥挤度和聚块性指数 3 种指标进行集聚强度分析, 以避免不同模型的片面性。

负二项参数 ( $K$ ), 计算公式如下:

$$K = 1/Ca,$$

其中  $K$  值越小, 则表示种群聚集强度越大, 若  $K>8$ , 种群为随机分布。

平均拥挤度 ( $m^*$ ), 计算公式如下:

$$m^* = \bar{x} + (S^2/\bar{x} - 1);$$

其中  $m^*$  代表一个样方内每个个体的平均拥挤程度。当  $m^*>1$  时为聚集分布;  $m^*=1$  时为随机分布,  $m^*<1$  时为均匀分布。

聚块性指数 ( $P$ ), 计算公式如下:

$$P = m^* / \bar{x}$$

其中  $P$  表示种群每个个体平均有多少个其他个体对它产生拥挤度, 用于客观反映格局强度。若  $P=$

1, 种群为随机分布, 若  $P>1$ , 种群为聚集分布, 若  $P<1$ , 种群为均匀分布, 其中  $P$  值越大表示种群聚集程度越强。

## 2 结果与分析

### 2.1 群落结构

小烂湖样地内植物群落类型为沼泽湿地型群落, 种类达到 22 种, 结果如表 2 所示。表 2 显示: 除东方水韭外, 分布在同一层次的有稀花蓼 (*Polygonum dissitiflorum*)、荇草 (*Arthraxon hispidus*)、灯心草 (*Juncus effusus*)、黄毛耳草 (*Hedyotis chrysotricha*)、南丹参 (*Radix salviae*) 夏枯草 (*Prunella vulgaris*)、长籽柳叶菜 (*Epilobium pyrricholophum*) 等, 较高层草本主要有糠稷 (*Panicumbisulcatum*)、鸭茅 (*Ischaemumcrassipes*) 等。群落周边还有水莎草 (*Juncellusserotinus*)、长苞谷精草 (*Eriocaulon nipponicum*)、芒 (*Miscanthussinensis*) 等, 并零星生长有黄山松 (*Pinus taiwanensis*) 幼树、圆锥绣球 (*Hydrangea paniculata*)、中国绣球 (*Hydrangea chinensis*)、映山红 (*Rhododendron simsii*)、华山矾 (*Symplocos chinensis*)、毛叶石楠 (*Photinia villosa*) 等木本植物。其中草本层植物重要值从高到低依次为荇草 (18.42)、稀花蓼 (17.49)、灯心草 (15.51)、等, 而东方水韭的重要值排序处于第 6 位。

表 2 小烂湖种群物种重要值

序号	植物名称	R.C./%	R.D./%	R.F./%	I.V./%
1	荇草 ( <i>Arthraxon hispidus</i> )	15.97	27.75	11.54	18.42
2	稀花蓼 ( <i>Polygonum dissitiflorum</i> )	22.35	18.58	11.54	17.49
3	灯心草 ( <i>Juncus effusus</i> )	18.45	19.09	8.97	15.51
4	黄毛耳草 ( <i>Hedyotis chrysotricha</i> )	10.64	5.47	7.69	7.94
5	南丹参 ( <i>Radix salviae</i> )	4.97	7.64	1.28	4.63
6	东方水韭 ( <i>Isoetes orientalis</i> H. Liu et Q. F. Wang)	2.86	1.02	8.97	4.29
7	夏枯草 ( <i>Prunella vulgaris</i> )	1.56	1.86	6.41	3.28
8	长籽柳叶菜 ( <i>Epilobium pyrricholophum</i> )	1.99	1.17	6.41	3.19
9	雀舌草 ( <i>Stellaria uliginosa</i> )	1.92	1.91	5.13	2.98
10	蘼草 ( <i>Scirpus triqueter</i> )	2.13	5.09	1.28	2.83
11	珍珠菜 ( <i>Lysimachia clethroides</i> )	1.56	0.81	5.13	2.50
12	败酱 ( <i>Patrinia scabiosifolia</i> )	3.55	1.27	2.56	2.46
13	鸡眼草 ( <i>Kummerowia striata</i> )	2.13	1.78	2.56	2.16
14	菖蒲 ( <i>Acorus calamus</i> )	2.34	1.27	2.56	2.06
15	龙芽草 ( <i>Agrimonia pilosa</i> )	1.77	1.02	2.56	1.79
16	糯米团 ( <i>Gonostegia hirta</i> )	0.78	0.64	3.85	1.75
17	毛蕨 ( <i>Cyclosorus interruptus</i> )	1.28	1.02	2.56	1.62
18	蛇含 ( <i>Potentilla kleiniana</i> )	1.06	0.76	2.56	1.46
19	长苞谷精草 ( <i>Eriocaulon nipponicum</i> )	1.06	1.27	1.28	1.21
20	地榆 ( <i>Sanguisorba officinalis</i> )	0.50	0.51	2.56	1.19
21	苔草 ( <i>Carex</i> spp.)	1.06	0.03	1.28	0.79
22	马唐 ( <i>Digitaria sanguinalis</i> )	0.07	0.03	1.28	0.46

叔婆湾样地除东方水韭外草本种类达 17 种,如表 3 所示。由表 3 可知,群落优势种为风轮草(*Clinopodium chinense*)(25.11)、荇草(15.80)、黄毛耳草(13.31)、蘆草(*Scirpus* sp.)(12.02)、稀花蓼(9.85)等,而东方水韭在样地中的重要值排在第 8 位。叔婆湾样地伴生植物种类较多,零星散生有短叶柳叶菜(*Epilobium brevifolium*)、灯芯草、辣蓼(*Polygonum hydropiper*)等植物,在地势稍高处,植物较丰富,主要有委陵菜(*Potentilla chinensis*)、单性苔草(*Carex unisexualis*)、习见蓼(*Polygonum plebeium*)、辣蓼、藜草

(*Phalaris arundinacea*)、蔺草(*Beckmannia syzigachne*)、芒尖苔草(*Carex doniana*)、双穗雀稗(*Paspalum distichum*)等。该区域滞水明显,水面还生长大量满江红(*Azolla pinnata* subsp. *asiatica*)、膜蕨(*Hymenophyllum barbatum*)等水湿生植物。对比叔婆湾和小烂湖群落,小烂湖草本群落组成种类更为丰富。其中稀花蓼、荇草和黄毛耳草是两块区域共同的优势种,而灯芯草和南丹参是小烂湖特有的优势种,风轮草和蘆草是叔婆湾特有的优势种。东方水韭在两个样地中的竞争地位相似,处于中等偏上位置。

表 3 叔婆湾种群物种重要值

序号	植物名称	相对盖度/%	相对密度/%	相对频度/%	重要值/%
1	风轮草( <i>Clinopodium chinensis</i> )	37.21	26.81	11.32	25.11
2	荇草( <i>Arthraxon hispidus</i> )	13.22	19.09	15.09	15.80
3	黄毛耳草( <i>Hedyotis chrysotricha</i> )	12.24	12.59	15.09	13.31
4	蘆草( <i>Scirpus triquetus</i> )	15.34	11.29	9.43	12.02
5	稀花蓼( <i>Polygonum dissitiflorum</i> )	6.36	9.99	13.21	9.85
6	短叶柳叶菜( <i>Epilobium brevifolium</i> )	4.08	6.50	3.77	4.78
7	长苞谷精草( <i>Eriocaulon nipponicum</i> )	2.45	3.25	5.66	3.79
8	东方水韭( <i>Isoetes orientalis</i> H. Liu et Q. F. Wang)	1.10	2.19	5.66	2.99
9	灯芯草( <i>Juncus effusus</i> )	1.63	1.62	3.77	2.34
10	辣蓼( <i>Polygonum hydropiper</i> )	1.14	1.22	3.77	2.04
11	复序飘拂草( <i>Fimbristylis bisumbellata</i> )	1.63	1.62	1.89	1.71
12	天竺草( <i>Eleocharis tetraquetra</i> )	1.63	0.49	1.89	1.34
13	地榆( <i>Sanguisorba officinalis</i> )	0.49	0.81	1.89	1.06
14	毛蕨( <i>Cyclosorus interruptus</i> )	0.49	0.81	1.89	1.06
15	雀舌草( <i>Stellaria uliginosa</i> )	0.49	0.81	1.89	1.06
16	南丹参( <i>Radix salviae</i> )	0.49	0.81	1.89	1.06
17	小苦荬( <i>Ixeridium dentatum</i> )	0.01	0.08	1.89	0.66

2.2 种群空间分布格局和聚集强度

根据小烂湖与叔婆湾样地的调查数据绘制出东方水韭的个体分布(1 m×1 m 范围内)状况如图 1 和图 2 所示。图 1 和图 2 表明:在叔婆湾样地,东方水韭的分布频度为 33.33%,每

样方的平均数为 0.75,而在小烂湖样地,东方水韭的分布频度高达 77.78%,每样方平均数为 4.47,高出叔婆湾近 6 倍,东方水韭在小烂湖区域的群落中是优势种,且分布较叔婆湾地区更加均匀。

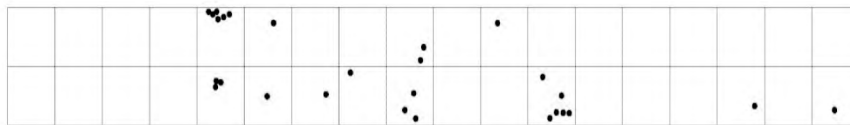


图 1 叔婆湾样方示意图

注:黑点是表示东方水韭植株分布点。

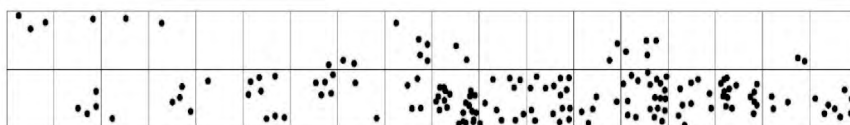


图 2 小烂湖样方示意图

注:黑点是表示东方水韭植株分布点。

两块样地的调查数据应用种群分布格局和聚集强度分析指标进行计算分析,结果如表4所示。由表4可知,叔婆湾东方水韭种群的方差均值比 $ID$ 为3.08, $ID>1$ , $t$ 值为8.69,查表 $t_{0.01/35}$ 为2.72, $t>t_{0.01/35}$ ,差异显著,故判定该群落东方水韭种群呈

聚集分布,又根据Cassie指数( $Ca$ ) $2.77>0$ ,负二项参数( $K$ ) $0.36<8$ ,平均拥挤度( $m^*$ ) $2.83>1$ ,聚块性指数( $P$ ) $3.77>1$ ,以上综合判定该样地东方水韭种群呈聚集分布。

表4 东方水韭种群空间分布格局测定结果

群落区域	$ID$	$t$	$t_{0.01/35}$	$Ca$	$K$	$m^*$	$P$	格局类型
叔婆湾	3.08	8.69	2.72	2.77	0.36	2.83	3.77	聚集分布
小烂湖	7.26	26.20	2.72	1.40	0.71	10.74	2.40	聚集分布

小烂湖种群种群方差均值比 $ID$ 为7.26, $ID>1$ , $t$ 值为26.20,查表 $t_{0.01/35}$ 为2.72, $t>t_{0.01/35}$ ,差异显著,该群落东方水韭种群呈聚集分布;又根据Cassie指数( $Ca$ ) $1.40>0$ ,负二项参数( $K$ ) $0.71<8$ ,平均拥挤度( $m^*$ ) $10.74>1$ ,聚块性指数( $P$ ) $2.40>1$ ,以上综合判定该样地东方水韭种群呈聚集分布。

综上所述,在小烂湖和叔婆湾群落中东方水韭种群的分布均呈现聚集分布的规律。小烂湖和叔婆湾样地东方水韭种群的聚集程度存在差异,以聚块性指数( $P$ )和负二项参数( $K$ )来看,根据聚块性指数越大聚集程度越强、负二项参数越小聚集程度越强,通过对比两块样地的负二项参数和聚块性指数,判定东方水韭在叔婆湾样地的聚集强度高于小烂湖。

### 3 讨论

#### 3.1 东方水韭种群分布格局的形成原因

植物种群空间分布格局是研究植物生态学特性的重要指标之一<sup>[6]</sup>。相对于随机分布和均匀分布而言,聚集分布是植物种群最普遍的分布形式,不管是森林植被种群系统还是草原、沙漠植被种群系统,多数种群都呈现趋向于聚集分布的特征,因为聚集分布更利于植物界生命体生长存活过程中,提高竞争能力、便于繁衍和适应环境的变化<sup>[12]</sup>。东方水韭种群也表现出种群聚集分布的规律,这与东方水韭本身的繁殖特征和与生境的互相作用紧密相关。其主要原因有:a)生境的异质性影响东方水韭的分布,导致其聚集生长。东方水韭喜湿,多为水生或沼生,对空气和土壤的相对湿度要求较高,在缺水的地方不能健康生长,而小烂湖样地和叔婆湾样地因地势低洼,降水充足形成湿地,因此东方水韭种群在湿地范围内生长良好,无法随机分布于各地,湿地的聚集分布格局导致其形成呈聚集分布的格局。b)繁殖策略是影响东方水韭种群扩张的重要因素。东方水韭

由于体形小、有性繁殖退化等特点,种群的繁殖策略由有性繁殖为主转为以无性、营养繁殖为主,各子株离母株距离较近,易形成聚集分布格局。c)就东方水韭的有性繁殖而言,其孢子的传播与植株周边的水流速有一定的关系,即水域流动越慢,越有利于东方水韭的繁殖,且种群聚集强度越大。

不同生境的植被有不同的分布格局,同一物种的分布格局在不同生境亦存在差异<sup>[13]</sup>。小烂湖和叔婆湾虽然都是山溪冲积形成的沼泽湿地,但由于沼泽湿地内高差的不同,而形成了不同的生境类型,小烂湖湿地呈梯田状,上下有1.5 m的高差,湿地内水流速虽然缓慢,但对东方水韭的繁殖产生了一定影响,聚集强度较低;叔婆湾湿地为低洼沼泽,湿地内水几乎静止不流动,东方水韭的就近繁殖,聚集强度较高。说明东方水韭聚集原因在于其本身的生物生态学特性,且与其生长的小生境水域流动性有关,即水域流动越慢种群聚集强度越大。

此外本研究发现东方水韭小烂湖种群较叔婆湾分布更加均匀,数量更多,且在群落中处在更加优势地位。分析其原因,物种多样性有利于群落稳定,小烂湖群落的种类数量较叔婆湾更为丰富,相应的群落结构、功能和抵抗外力干扰的能力更强,因此推测东方水韭种群在小烂湖群落中抵抗干扰的能力更强,导致其种群分布也更加均匀。此外,根据朱文杰等<sup>[14]</sup>的研究,小烂湖样地土壤中的有机质、总氮、和速效钾含量显著或极显著高于叔婆湾,而东方水韭的生长对土壤中有机质和总氮量的依赖也可能导致其在小烂湖区域更加优势。

#### 3.2 东方水韭种群衰退的原因

a)群落演替对群落种群的发展产生影响<sup>[15]</sup>,随着小烂湖和叔婆湾湿地群落的更新演替,原为东方水韭伴生物种如荇草、灯心草、稀花蓼、风轮菜、蕹草等由于繁殖力强,种群扩展明显更快,并逐渐成为优势种。生存空间的缩小,限制了东方水韭种群的发

展,东方水韭种群为争夺资源而产生聚集现象。通过对小烂湖及叔婆湾样地群落的调查,两种群内东方水韭星散混生于杂草丛中,濒临灭绝。随着杂草盖度的增加,东方水韭的生存空间不断被挤压,东方水韭数量逐年减少。其中叔婆湾种群在2009年的调查显示,东方水韭数量和密度均大于小烂湖种群,株数约有1000株左右<sup>[5]</sup>,本次调查发现只剩不足100株,数量严重枯竭。群落中生物多样性越高,竞争强度越大。由于东方水韭比较适合生长在物种多样性较低的生境中,其他湿生杂草如禾草和灯芯草等大量繁衍从而取代水韭种群的主体地位,这也造成东方水韭种群严重衰退<sup>[16]</sup>。

b) 东方水韭的生存环境发生变化。叔婆湾东方水韭的分布聚集程度更高,东方水韭生长更加适应弱酸环境,叔婆湾水质在2010年检测pH值已经开始较小烂湖逐渐呈中性<sup>[14]</sup>,这也暗示了种群响应环境改变,逐渐退出优势种,分布模式向着更加聚集的方向发展的原因。东方水韭生存要求有湿生和浅水环境,而这一生境已明显缩小。人类对土地资源的开发利用,附近农民常年放牛,种群植被长期遭啃食、踩踏,对该物种的衰退造成直接影响。

### 3.3 东方水韭种群的保护策略

本文揭示浙江松阳县安民乡安岱后村东方水韭种群空间分布呈聚集分布,是由于东方水韭种群为了提高竞争能力、便于繁衍和适应环境变化的结果。通过分析发现东方水韭种群衰退的主要原因是其生境发生变化,以及群落演替产生的影响。因此要保护东方水韭首先要做好生境保护,在东方水韭种群周边进行隔离保护,控制人工放牧对其的影响,并开展对环境保护的监测和评价,对自然生境的东方水韭实行就地保护。其次是进行迁移繁殖保护,在安民乡选择湿地和水田,从自然生境移植部分东方水韭进行人工繁殖,增加种群数量,确保东方水韭种群不灭绝。三是加强东方水韭濒危性宣传和教育。很多人对野生植物东方水韭知甚少,不像保护古树名木那样普及,东方水韭不仅在生物进化、植物系统发育、古生物、古气候、古地理和地质学研究中有很大价值,还在湿地和湿地生物多样性保护以及水生生态系统恢复与重建研究中起十分重要作用<sup>[17]</sup>。加强对东方水韭的科普宣传,让更多人了解东方水韭在生物进化和植物系统发育中的重要作用和历史地位。

## 4 结 论

本文对中国特有濒危珍稀植物东方水韭在江松阳县的安民乡安岱后村的空间分布格局进行研究,比对了小烂湖和叔婆湾两块样地东方水韭种群在聚集程度上的差异,对其原因进行分析,并对东方水韭种群衰退原因和保护策略进行探讨。

a) 浙江松阳县的安民乡安岱后村东方水韭种群空间分布格局呈聚集分布,各样地聚集程度均较高。导致聚集分布的主要原因与东方水韭本身的繁殖特征和与生境的互相作用紧密相关。

b) 小烂湖和叔婆湾东方水韭种群的聚集程度存在差异,叔婆湾种群聚集程度更高,主要原因在于两处生境的水域流动性不同,水域流动越慢种群聚集程度越高。

c) 东方水韭种群衰退的原因主要在于群落演替和生存环境发生变化,因此,要保护东方水韭要做好生境保护和迁移繁殖保护,确保我国这一特有物种的繁育。

### 参考文献:

- [1] Liu H, Wang Q F, Taylor W C. *Isoetes orientalis*, a new hexaploid quillwort from China[J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2005, 15 (1):164-167.
- [2] 郝日明,黄致远,刘兴剑,等.中国珍稀濒危保护植物在江苏省的自然分布及其特点[J]. *生物多样性*, 2000, 8 (2):153-162.
- [3] 陈进明,王青锋.珍稀濒危蕨类植物东方水韭的遗传多样性[J]. *武汉植物学研究*, 2006, 24(6):569-573.
- [4] 刘虹,王青锋.中国珍稀濒危植物东方水韭二歧根的发育[J]. *武汉大学学报(理学版)*, 2006, 52(6):757-762.
- [5] 朱圣潮,朱文杰,陈欣,等.不同演替阶段东方水韭群落特征初步研究[J]. *植物资源与环境学报*, 2009, 18 (2):22-27.
- [6] 周纪伦,郑师章,杨持,等.植物种群生态学[M].北京:高等教育出版社,1992:75-88.
- [7] 金则新.浙江仙居俞坑森林群落优势种群结构与分布格局研究[J]. *武汉植物学研究*, 2000, 18(5):383-389.
- [8] 李景侠,张文辉,李红.稀有濒危植物独叶草种群分布格局的研究[J]. *西北植物学报*, 2001, 21(5):879-884.
- [9] Cassie R M. Frequency distribution meddle in ecology plant and ot her organism[J]. *Animal. Ecology*, 1962, 31:65-95.
- [10] 兰国玉.植物种群空间分布格局研究方法概述[J]. *西北林学院学报*, 2003, 18(2):17-21.
- [11] Gittins R. Canonical analysis: A review with

- applications in ecology[J]. Acta Biotheoretica, 1986, 35 (1/2):135-136.
- [12] Lim Y, Na S T, Lee S J, et al. Spatial distribution patterns and implications for conservation of *Scrophulariatakesimensis*, ( *Scrophulariaceae* ), an endangered endemic species on Ulleung Island, Korea [J]. Journal of Plant Biology, 2008, 51(3):213-220.
- [13] 杜凤国,姜洪源,郭忠玲,等.吉林濒危植物天女木兰种群分布格局与生态位研究[J].南京林业大学学报, 2011,35(3):33-37.
- [14] 朱文杰,陈欣,唐建军,等.濒危植物东方水韭(*Isoetes orientalis*)自然生境土壤营养状况及水体 pH 值分析[J].植物资源与环境学报,2010, 19(2):75-78.
- [15] Pillay T, Ward D. Spatial pattern analysis and competition between *Acacia karroo*, trees in humid savannas [J]. Plant Ecology, 2012, 213 (10): 1609-1619.
- [16] Rhazi M, Grillas P, Charpentier A, et al. Experimental management of mediterranean temporary pools for conservation of the rare quillwort *Isoetes setacea* [J]. Biological Conservation, 2004, 118 (5): 675-684.
- [17] 杨伟波.湘西地区蛇足石杉种群分布格局研究[D].张家界:吉首大学,2009:1-43
- (责任编辑:唐志荣)