

doi:10.11937/bfyy.20173162

中国特有濒危植物海菜花种群生态位研究

翟书华, 侯思名, 刘凌云, 杨晓虹

(昆明学院 生命科学与技术系, 云南 昆明 650214)

摘要:在对海菜花种群进行广泛生态学调查的基础上, 抽样调查海菜花 7 个样地的自然居群, 以分布样地类型作为一个资源位, 对 9 个优势种的种群生态位宽度和生态位重叠进行计算。结果表明: 群落中海菜花的生态位宽度最大($LB=3.621$, $HB=0.428$), 其它主要种群生态位宽度依次为眼子菜(*Potamogeton* sp.)、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、黑藻(*Hydrilla verticillata*)、黄花狸藻(*Utricularia aurea*)、狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、轮藻(*Chara* sp.)、茨藻(*Najas* sp.)、苦草(*Vallisneria spiralis*), 表明海菜花对环境资源具有较强的利用能力, 但与眼子菜、狐尾藻、黑藻、黄花狸藻等种群的生态位重叠也较大, 对环境资源利用的相似性较高, 在环境资源供应不足时将导致竞争激烈, 这可能是海菜花种群不能较好扩散而数量逐渐减少, 导致其濒危的原因之一, 这可以为海菜花的栽培、繁殖和保育提供参考依据。

关键词:海菜花; 生态位宽度; 生态位重叠; 濒危机制

中图分类号:S 645.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)04-0133-05

生态位是指物种在特定尺度下特定环境中的功能地位, 包括物种对环境的要求和影响及其规律, 它是物种属性的特征表现, 它定量地反应物种与生境的相互作用关系^[1]。物种生态位的宽窄决定于物种对环境资源的适应能力和利用, 环境资源的变化与生态位宽度的变化密切相关, 环境改变引起物种对资源的利用和对环境适应性的变化。对湿地植物生态位宽度和生态位重叠值进行测定较好地反映了湿地植物的生态适应性^[2]。对濒危植物群落主要种群的特征进行研究, 以此分析濒危植物种群与其它种群之间的相互关系, 对制定濒危种群的保护措施具有重要的科学意义^[3]。

海菜花 (*Ottelia acuminata*) 属水鳖科

第一作者简介:翟书华(1963-), 男, 本科, 教授, 现主要从事资源植物学与生理生态学教学和研究等工作。E-mail: 937701466@qq.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31360065); 云南省高校特色生物资源开发与利用重点实验室资助项目(GXKM)。

收稿日期:2017-09-30

(Hydrocharitaceae)海菜花属(*Ottelia* Pers.), 又名龙爪菜、海菜、水性杨花等, 在广西壮族地区称为“幡”, 为中国特有珍稀濒危水生植物。于 1999 年被列为国家 II 级重点保护野生植物名录^[4], 主要分布于云南、贵州、广西等省的湖泊、河流、池塘、稻田等水质良好的环境。海菜花由两性花进化到单性花, 出现雄蕊和花柱数目减少等现象, 对其科属的演化有科学价值。同时种群叶的形态多样性和较大变异性对于研究生态因子与形态建成相关作用有重要意义。花部既可观赏又可作蔬菜食用, 全草可药用和作为养殖业饲料, 还可以用于生态环境监测^[5]。但是由于水体污染、干旱、水位下降、人类的过度采捞等原因, 导致海菜花的数量急剧下降^[6]。近年来海菜花属植物在分类学、生态学、核型研究等方面研究报道不断增多^[7-12], 但尚鲜见对海菜花生态位的研究报道, 该研究旨在通过对海菜花生态位的研究, 了解海菜花与其它种群的竞争情况及其对生境资源的利用状况, 为海菜花资源的保护和合理开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

样地1草海(P_{11}),位于贵州省西部威宁彝族回族苗族自治县境内,地理位置为东经 $104^{\circ}12' \sim 104^{\circ}18'$,北纬 $26^{\circ}49' \sim 26^{\circ}53'$,是贵州高原上著名的淡水湖泊,现有湖水面积 18 km^2 ,湖面海拔 2171.7 m ,平均水深 1.5 m ,是我国亚热带内少有的高原湿地环境。草海四周被海拔 $2300 \sim 2500 \text{ m}$ 的山地所环绕,构成以草海为中心的岩溶构造盆地^[13]。属山地暖温带湿润季风气候,年平均气温 10.6°C ,7月平均气温最高为 17.7°C ,1月最低 1.9°C ,冬季长,无夏季。pH $7 \sim 8$,水温 $10.0 \sim 19.0^{\circ}\text{C}$,年日照 1804.4 h 左右,无霜期 204 d 左右,年平均降雨量 950.9 mm ,干湿季节明显,5—10月为雨季,其降雨量占全年的 88% ,12月至翌年3月为旱季,降雨量仅占全年的 5% ^[14]。

样地2西江村(P_{22}),位于广西永福县百寿镇石乌屯,地理位置为东经 $109^{\circ}44' \sim 109^{\circ}44'$,北纬 $25^{\circ}7'31'' \sim 25^{\circ}7'18''$,海拔 $154 \sim 244 \text{ m}$,年平均气温 18.8°C ,年平均气温最高 23.5°C ,年均最低气温为 15.6°C ,年日照时数为 1545.6 h 左右,太阳辐射量 $98349.1 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2}$,无霜期 300 d 以上,年平均降雨量 1937.3 mm ,相对湿度 79% , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 5704°C ^[15]。

样地3洛江(P_{33}),位于广西鹿寨县中渡镇,地理位置为东经 $109^{\circ}42'$,北纬 $24^{\circ}40'$,海拔 $76 \sim 112 \text{ m}$,年平均气温 20.2°C ,年平均气温7月最高 28.5°C ,年均最低气温1月 10.1°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 6800°C ,无霜期 $310 \sim 325 \text{ d}$ 以上,年平均降雨量 $1340 \sim 1400 \text{ mm}$,相对湿度 74% ,年蒸发量 1690 mm ^[16]。

样地4剑川(P_{44}),位于云南省剑川县大古镇(东经 $99^{\circ}53'15.00''$,北纬 $26^{\circ}42'25.53''$,海拔 2128 m)和格美江(东经 $99^{\circ}56'59.0''$,北纬 $26^{\circ}31'13.4''$,海拔 2140 m)。年平均气温 12.3°C ,年平均气温7月最高 20.5°C ,年均最低气温1月为 6.1°C ,无霜期 200 d 左右,年平均降雨量 731.1 mm ,全年日照 2368.6 h ^[17]。

样地5洱源(P_{55}),位于云南省洱源县石湖村(东经 $100^{\circ}05'3.79''$,北纬 $26^{\circ}01'20.68''$,海

拔 1963 m)和茈碧湖(东经 $99^{\circ}57'26.52''$,北纬 $26^{\circ}10'23.4''$,海拔 2055 m)。年平均气温 13.9°C ,年平均气温7月最高 20°C ,年均最低气温1月 6.7°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 4296.7°C ,无霜期 230 d 左右,年平均降雨量 732 mm ,全年日照 2451 h ^[18]。

样地6鹤庆(P_{66}),位于云南省鹤庆县白龙潭(东经 $100^{\circ}10'04.9''$,北纬 $26^{\circ}35'40.8''$,海拔 2194 m)和新华村(东经 $100^{\circ}9'54.4''$,北纬 $26^{\circ}34'58.0''$,海拔 2197 m)。年平均气温 13.5°C ,年平均气温8月最高 20.9°C ,年均最低气温1月 6.6°C ,无霜期 210 d 左右,年平均降雨量 947.9 mm ,全年日照 4423.2 h ^[19]。

样地7丽江拉市海(P_{77}),位于丽江市拉市乡中部,距县城 8 km ,地理位置为东经 $100^{\circ}06' \sim 100^{\circ}11'$,北纬 $26^{\circ}51' \sim 26^{\circ}55'$,南北长约 9.3 km ,东西宽 8.2 km ,水面积 1006 hm^2 。属山地温暖带,年平均气温 11.8°C ,最高月7月均温 18°C ,最低月均温 3.9°C ;年降水量 $900 \sim 1200 \text{ mm}$,相对湿度 63% ^[20]。

1.2 研究方法

在5年多对海菜花分布和生长的不同群落考察的基础上,共设置7个样地28个 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 的样方,记录样方内沉水植物的种名、株数、高度、盖度、生长环境及被干扰情况等,选取9个主要种群(表1)进行生态位分析。

1.3 数据分析

1.3.1 资源轴的确定

海菜花为沉水植物,与其生长繁殖争夺生存资源、竞争生存空间的主要是沉水植物,调查中发现不同的样地可能有不同的群落,不同的群落反映了物种组成的差异,是不同生长环境和生态因子等综合的结果。以不同样地的相同种群作为资源整合体,选取海菜花沉水植物群落的9个主要种群,其中眼子菜(*Potamogeton* sp.)、轮藻(*Chara* sp.)和茨藻(*Najas* sp.)是同一个属的种类因其生物学、生态学特征相近归为1个类群(表1),通过生态位宽度和生态位重叠值测定,分析海菜花沉水植物群落主要种群的生态位特征,了解群落中主要种群利用环境资源的能力状况,为进一步研究海菜花濒危机理和保育措施提供科学依据。

表1 海菜花沉水植物群落中的主要种群

Table 1 Supremacy populations in submerged communities of *Ottelia acuminata*

序号 No.	植物名称 Name of plant species	序号 No.	植物名称 Name of plant species
1	海菜花 <i>Ottelia acuminata</i>	6	轮藻 <i>Chara</i> sp.
2	黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	7	茨藻 <i>Najas</i> sp.
3	金鱼藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>	8	苦草 <i>Vallisneria natans</i>
4	眼子菜 <i>Potamogeton</i> sp.	9	黄花狸藻 <i>Utricularia aurea</i>
5	狐尾藻 <i>Myriophyllum spicatum</i>		

1.3.2 生态位宽度

Levins 生态位宽度计算方法如下^[21]:

$$Bi = \frac{1}{\sum_j (n_{ij}/N_i)^2}$$

。式中, Bi 为种群类 i 的生态

位宽度, n_{ij} 为种群类物种 i 利用资源状态 j 的数量(以种群类 i 在第 j 样方的重要值表示)。 N_i 为种群类 i 的总数量, r 为样地数。

Hurlbert 生态位宽度^[21]: $Ba = \frac{Bi-1}{r-1}$, $Bi =$

$\frac{1}{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2}$, $P_{ij} = n_{ij}/N_i$, $N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$ 。式中, Ba 为生态位宽度, $P_{ij} = n_{ij}/N_i$, 即第 i 种类在资源位 j 中的个体数占该种类在整个资源状态中总个体数的百分数, n_{ij} 是第 i 种类在资源 j 上的优势度(即样地中物种种类的重要值), r 为样地数(即资源等级数)。重要值 $IV = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对优势度})/3$, 见表 2。

表2 海菜花沉水植物群落中主要种群的重要值和生态位宽度

Table 2 Importance value and niche breadths of supremacy populations in submerged communities of *Ottelia acuminata*

序号 No.	重要值 Importance value							生态位宽度 Niche breadths	
	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}	P_{17}	LB	HB
1	0.102	1.101	0.162	0.526	0.283	0.326	0.032	3.621	0.096
2	0.073	—	0.061	0.213	0.562	0.284	0.208	1.786	0.321
3	0.028	0.036	0.022	0.462	0.088	0.032	0.053	2.836	0.156
4	0.286	0.222	0.028	0.018	0.086	0.088	0.322	3.017	0.298
5	0.021	0.032	0.026	0.011	0.061	0.386	0.219	1.782	0.092
6	0.026	0.018	0.011	0.043	—	0.254	0.115	1.561	0.069
7	0.016	—	0.012	—	0.168	—	0.368	1.501	0.062
8	0.024	0.02	0.025	0.052	—	0.242	—	1.432	0.058
9	0.146	0.018	0.048	—	—	—	—	2.521	0.428

注: P_{11} 、 P_{12} 、 P_{13} 、 P_{14} 、 P_{15} 、 P_{16} 、 P_{17} 为样地号; “—” 表示种群在该样地中未出现; LB 代表 Levins 生态位宽度, HB 代表 Hurlbert 生态位宽度。

Note: P_{11} 、 P_{12} 、 P_{13} 、 P_{14} 、 P_{15} 、 P_{16} 、 P_{17} represent sample number; “—” represents the population do not appear in the sample, LB represents for Levins niche breadths, HB represents for Hurlbert niche breadths.

1.3.3 生态位重叠值

$$\text{Pianka 生态位重叠}^{[22-23]}: NO = \frac{\sum n_{ij} \times n_{kj}}{\sqrt{\sum n_{ij}^2 \times \sum n_{kj}^2}}$$

式中, NO 为生态位重叠值, n_{ij} 和 n_{kj} 分别为种群类 i 和种群类 k 是在资源位 j 上的优势度(即样方中物种的重要值), 生态位重叠值的计算值见表 3。

表3 海菜花沉水植物群落中主要种群的重叠值

Table 3 Niche overlap of supremacy populations in submerged communities of *Ottelia acuminata*

序号 No.	重叠值 Niche overlap	序号 No.	重叠值 Niche overlap	序号 No.	重叠值 Niche overlap
1	0.916	4	0.936	7	0.192
2	0.812	5	0.823	8	0.458
3	0.623	6	0.217	9	0.756

2 结果与分析

2.1 海菜花沉水植物群落主要物种生态位宽度特征

生态位宽度是反映种群对资源获取和利用状况的尺度. 生态位宽度越大, 表明该物种的特化程度越小, 对环境的适应能力越强, 更倾向于泛化种^[24-25]。由表 2 可知, Levins 生态位宽度与 Hurlbert 生态位宽度的结果是一致的。海菜花群落主要物种种群生态位宽度值 LB 和 HB 依次为海菜花 > 眼子菜 > 金鱼藻 > 黑藻 > 黄花狸藻 > 狐尾藻 > 轮藻 > 茨藻 > 苦草, 在所调查的样方中海菜花 (LB = 3.621, HB = 0.428)、眼子菜 (LB = 3.017, HB = 0.298) 和金鱼藻 (LB = 2.836,

HB=0.156)的生态位宽度较大,均为优势种,100%的样地均出现,对环境的适应能力较强,分布范围较广。而苦草(LB=1.432,HB=0.058)、茨藻(LB=1.501,HB=0.062)和轮藻(LB=1.561,HB=0.069)类群的生态位宽度较小,只在部分样方分布,对海菜花的生长繁殖影响相对较小。

从表2可以看出,海菜花、眼子菜和黑藻在各地中的重要值明显高于其它种群,尤其是眼子菜较为突出,这3个种群通常在群落中占优势地位,常为群落的建群种。由于眼子菜、黑藻和金鱼藻等有能力在群落中大量繁殖扩大其种群数量,导致环境资源供给不足,引起与海菜花等种群之间激烈竞争,势必影响海菜花的生长繁殖或衰退,引起群落结构的变化和物种多样性降低。

2.2 海菜花沉水植物群落主要种群生态位重叠特征

生态位重叠值越大,表明2个物种之间利用资源的能力越相似^[24]。由表3可知,海菜花与其它沉水植物优势种群生态位重叠值的变异范围是0.217~0.936,其中海菜花与眼子菜类群的生态位重叠值最大,表明它们有着相似的较强的利用环境资源的能力,其余依次为狐尾藻、黑藻、黄花狸藻、金鱼藻、苦草,生态位重叠值在0.623~0.823,表明这些物种种群之间有相似的环境资源利用特点,海菜花与轮藻及茨藻之间的生态位重叠值最小,它们多生长于透明度大的浅水区,植物体长势小,海菜花与这些物种种群之间利用环境资源相似程度较低。

3 讨论与结论

种群生态位宽度主要反映种群对环境资源的利用能力,种群的生态位越宽,利用资源的能力越强,该种群在群落中的地位越高,分布越广泛^[25]。在海菜花沉水植物群落主要种群中,眼子菜、金鱼藻、黑藻种群的生态幅比较宽,利用环境资源的多样性比较高,竞争性较强,因此占据了较宽的生态位,而如苦草和茨藻等种群,对环境资源的利用能力较差,只出现在部分样方中,生态位较窄。

LEVINS^[26]认为生态位重叠与竞争的关系较为复杂,有正相关、负相关或无关3种情况,利

用性竞争的重要条件是生态位重叠,而竞争是在资源供给不足且生态位重叠的条件下造成的。而在它们利用相似资源的同时性,可能彼此依存,共同生长繁殖,也可能它们在资源不足的情况下,由于利用资源的相似性导致竞争激烈而影响共存^[27]。海菜花与眼子菜、黑藻的生态位重叠较大,表明海菜花与主要伴生种群在环境资源供应不能满足其生长繁殖需要时导致竞争激烈,这可能是海菜花种群不能较好扩散而数量逐渐减少,导致濒危的原因之一,这与课题组多年不断跟踪调查的情况一致。

从海菜花的生态位研究来看,生态位宽度较大,在群落中的优势地位较高,但调查中发现其只能生存在优良的水体环境中。而现实情况是其分布区的水体环境不断被污染,自然干旱导致水体面积不断缩小、人为破坏水体环境等问题,调查还发现在云南省有海菜花的分布区所有种群均被当地居民或旅游人员等乱采滥摘花序甚至植株,导致种群的生长繁殖受到较大影响,这也是导致其种群濒危的原因。

水生植物通常为水媒传粉,但在野外观察到海菜花是虫媒传粉,其生殖机制不清,结实率不高,因此可能其濒危的原因还与其遗传特性、繁殖生态特性等有关,将继续从这些方面进一步探讨海菜花的濒危机制。

参考文献

- [1] 张光明,谢寿昌.生态位概念演变与展望[J].生态学杂志,1997,16(6):46-51.
- [2] 陈明华,刘以珍,赵安娜.生态位理论及其在湿地植物种群研究中的应用[J].吉林农业,2011,253(3):243.
- [3] 刘春生,刘鹏,张志祥,等.九龙山濒危植物南方铁杉的生态位研究[J].武汉植物学研究,2009,27(1):55.
- [4] 汪松,解焱.中国物种红色名录(1卷)[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [5] 翟书华,樊传章,侯思名,等.海菜花花粉母细胞微核技术监测滇池水质污染状况[J].水资源保护,2011,27(4):55-57.
- [6] 蒋柱檀,李恒,刀志灵.云南传统食用植物海菜花(*Ottelia acuminata*)的民族植物学研究[J].内蒙古师大学报(自然科学版),2010,39(2):163-168.
- [7] 李恒.滇池海菜花的盛衰[J].云南大学学报(自然科学版),1985,7(S1):142-146.
- [8] 何景彪,孙祥钟,钟扬,等.海菜花 *Ottelia acuminata* (Gagnep.) Dandy 的种下分类研究[J].武汉大学学报(理学版),1991(3):114-120.

- [9] 罗闰良,王徽勤. 水车前属的细胞分类学初步研究[J]. 武汉大学学报(理学版),1990(1):111-118.
- [10] 李恒. 海菜花属的分类,地理分布和系统发育[J]. 中国科学院大学学报,1981,19(1):29-42.
- [11] 翟书华,王斌,王定康. 路南海菜花的核型分析及其海菜花属的演化探讨[J]. 湖泊科学,2010,22(5):735-738.
- [12] 翟书华,郭庆,樊传章. 珍稀濒危植物路南海菜花的生物学特性及保护研究[J]. 北方园艺,2012(8):81-83.
- [13] 耿侃,宋春青. 贵州草海自然环境保护与自然资源开发[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),1990(1):84.
- [14] 贵州环境保护局. 自然保护与社区发展—草海的战略和实践[M]. 贵阳:贵州民族出版社,1999.
- [15] 永福县志编纂委员会. 永福县志[M]. 北京:新华出版社,1996.
- [16] 鹿寨地方志编纂委员会. 鹿寨县志[M]. 南宁:广西人民出版社,1996.
- [17] 云南省剑川县志编纂委员会. 剑川县志[M]. 昆明:云南民族出版社,1999.
- [18] 洱源县志编纂委员会. 洱源县志[M]. 昆明:云南人民出版社,1996.
- [19] 云南省鹤庆县志编纂委员会. 鹤庆县志[M]. 昆明:云南人民出版社,1991.
- [20] 肖德荣,袁华,田昆,等. 筑坝扩容下高原湿地拉市海植物群落分布格局及其变化[J]. 生态学报,2012,32(3):817.
- [21] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1995.
- [22] 王刚. 植物群落生态位重叠的计测[J]. 植物生态学与地植物丛刊,1984,8(1):329-334.
- [23] 王刚,赵松岭,张鹏云,等. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究[J]. 生态学报,1984,4(2):119-127.
- [24] 王莹莹,左金森,刘家冈. 以态势理论为基础的更新生态位测度研究[J]. 林业科学,2005,41(4):20-24.
- [25] 李军玲,张金屯,郭道宇,等. 关帝山亚高山灌丛草甸群落优势种群的生态位研究[J]. 西北植物学报,2003,23(12):2081-2088.
- [26] LEVINS R. Evolution in changing environments: Some theoretical explorations[M]. Princeton: Princeton University Press, 1968.
- [27] PIANKA E R. Niche relations of desert lizards[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1975.

Niche Studies on Populations of Endangered Endemic Plants

Ottelia acuminata in China

ZHAI Shuhua, HOU Siming, LIU Lingyun, YANG Xiaohong

(Life Science & Technology Department, Kunming University, Kunming, Yunnan 650214)

Abstract: Based on extensive ecology investigation on *Ottelia acuminata* populations, seven natural populations from seven different localities were analyzed and investigated in this study. One distributing locality regarded as dimensional resource niche, the niche breadth and interspecific niche overlap among 9 dominant species were calculated. The results showed that the niche breadth in *Ottelia acuminata* was the largest ($LB=3.621$, $HB=0.428$), and that in other major populations as *Potamogeton* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Hydrilla verticillata*, *Utricularia aurea*, *Myriophyllum spicatum*, *Chara* sp., *Najas* sp. and *Vallisneria natans* were followed successively, indicating that *Ottelia acuminata* had a strong ability to utilize its environmental resources. But the niche of *Ottelia acuminata* overlapped too much with such populations as *Potamogeton* sp., *Myriophyllum spicatum*, *Hydrilla verticillata* and *Utricularia aurea*, suggesting that these species had similar systems to use their environmental resources, and thus fierce competition might occur among them under the condition of insufficient supply of environmental resources, which might be one of the extinguished reasons for *Ottelia acuminata* due in the limitation to its population diffusion and thus resulting in the reduce in its quantity. The above mentioned in this study might provide a theoretical reference for cultivation, proliferation and conservation of *Ottelia acuminata*.

Keywords: *Ottelia acuminata* (Gagnep.) Dandy.; niche breadths; niche overlap; endangered mechanism