干旱对湖北省长湖水生植物多样性的影响

彭映辉[1] 简永兴[2] 王建波[2] 陈家宽[3]
(1. 中南林学院生命科学与技术学院, 长沙 410004; 2 武汉大学生命科学学院, 武汉 430072;
3. 复旦大学生物多样性科学研究所, 上海 200433)

摘要: 将断面法和地理信息系统(GIS)与全球定位系统(GPS)技术相结合, 通过比较湖北省长湖 2000 年(干旱年)与 1999 年(非干旱年)的水生植物多样性, 探讨了干旱对淡水湖泊水生植物多样性的影响, 主要结论如下: (1) 干旱对长湖淡水湖泊水生植物物种多样性无影响, 但可增加优势种数目(从 12 个至 14 个)。(2) 干旱使长湖水生植物群丛数目从 14 个增加至 18 个, 且能显著提高各群丛的 Simpson 与 Shannon-Wiener 物种多样性指数。(3) 干旱显著提高了长湖水生植被覆盖率与各群丛的盖度, 并使全湖水生植被平均单位面积生物量与各群丛单位面积生物量显著升高。(4) 在干旱年(2000 年), 长湖挺水植被消失, 但浮水植被面积与沉水植被面积显著扩大: 分别从 1999 年的 3.71% 与 41.32% 上升至 2000 年的 12.63% 与 53.84% (占湖泊总面积的百分比)。(5) 干旱条件下淡水湖泊水生植物的生长发育明显加快: 2000 年 7 月菹草石芽萌发率、菹草幼株长度和野菱黄叶率显著高于 1999 年同期值

关键词: 干旱; 淡水湖泊; 水生植物; 多样性
中图分类号: Q948.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2003)02-0149-006

干旱与洪水是淡水湖泊水生植物多样性面临的两个主要自然干扰因子, 湖泊的干旱是指在水生植物生长季节, 降雨量显著低于往年而导致湖泊水位显著降低, 致使湖泊水深大幅度下降、甚至大面积干枯的现象。干旱可影响淡水湖泊水生植物的分布面积、个体密度、群丛类型、群落物种多样性指数、生物量等。到目前为止, 已有大量的研究探讨洪水对淡水湖泊水生植物多样性的影响[1—8], 却未见关于干旱与淡水湖泊水生植物多样性关系的研究。

长湖位于江汉平原, 是湖北省第三大湖泊, 湖底平坦, 兼具调蓄、养殖、饮水与航运等多种功能, 具有重要的生态效益与经济效益。长湖的水生植被受人为干扰较小, 多样性保存较好; 但近年来由于降雨量的下降, 长湖出现了罕见的自然干旱, 如 2000 年 5 月至 8 月(正是水生植物旺盛生长的季节), 长湖水深显著低于 1999 年同期, 致使其水生植被与 1999 年大不一样。本研究分别于 1999 年(非干旱年)与 2000 年(干旱年)对长湖水生植物多样性进行了较全面的调查研究, 旨在通过比较干旱年与非干旱年的水生植物多样性, 探讨干旱对淡水湖泊水生植物多样性的影响。

1 研究地点的自然概况

长湖位于湖北省荆门市, 属亚热带湿热季风气候, 四季交替明显。其主要背景资料见表 1, 1999 年与 2000 年水位比较见表 2。

表 1 长湖基本自然背景资料

Tab. 1 Natural conditions in Lake Changhu

地理坐标 Geographical coordinate	N 30°22′—30°36′ E 112°17′—112°30′
常年中水位时面积 Area (m^2)	129.1
年平均气温 Annual mean air temperature (℃)	16
极端最高气温 Highest air temperature (℃)	40
极端最低气温 Lowest air temperature (℃)	-14
无霜期天数 Days without frost (d/a)	255

表 2 长湖 1999 年与 2000 年部分月份水位比较

Tab. 2 Comparison of water levels in some months between 1999 and 2000 in Lake Changhu.

	5 月 May 18	6 月 Jun. 18	7 月 Jul. 18	8 月 Aug. 18
1999	30.04m	30.10m	31.17m	30.62m
2000	29.04m	29.13m	29.44m	30.08m

收稿日期: 2002-09-17; 修订日期: 2002-11-11
基金项目: 中国科学院知识创新重大项目(编号: KZCX1-SW-01); 国家自然科学基金重大项目(编号: 39893360)资助
作者简介: 彭映辉(1964—), 女, 湖南双峰县人; 副教授; 主要从事生态学与生物多样性方面的研究工作
通讯作者: 陈家宽

2 方法

2.1 水生植物物种多样性 从1999年1月—2000年11月,在长湖采集水生植物标本、鉴别种类,以Coo 的水生植物概念划定水生植物范畴[9]。

2.2 水生植物群落多样性 群丛的命名采用优势种原则:即以各群丛优势种的名称作为该群丛的名称。用目视估测法确定各群丛的投影盖度。

2.3 群落物种多样性指数 每一群丛类型各设6个2m×2m的样方,用于研究群落的物种多样性指数(克隆繁殖的种类按无性系小株计算个体数),同时计算Simpson物种多样性指数和Shannon-Wiener物种多样性指数,以便相互验证,计算公式分别为 $D=1-\sum P_i^2$[10,11], $H=3.3219(\lg N-\sum n_i\lg n_i/N)$[10,12,13],式中 P_i 是第i物种第一次被抽中的概率($P_i=n_i/N$),n_i 是样方内第i物种的个体数目,N是样方内的全部物种个体数。

2.4 植被分布面积与覆盖率的求算 结合1:50000的长湖地形图,采用断面法进行调查、采集,所设断面与采样点的分布见图1(27个断面、107个采样点),调查采样过程中用手持式"Garmin12XL-GPS"(精度15m)定位,并记录坐标,依据所获得的各群丛边界坐标,描绘水生植被图;然后使用地理信息系统软件求算各群丛的分布面积:首先用绘图软件Coreldraw将所得植被图矢量化,并勾绘群丛边界线条→在GIS软件ARC/INFO的支持下进行图形编辑(包括图斑封闭与改错)→在GIS软件ARC/INFO的支持下建立拓扑关系,生成Pat表→在Pat表中量算各类型群丛斑块所占该植被图的百分比→求算各群丛的实际分布面积;最后求各群丛的分布面积之和,便得该湖泊的总植被面积。将总植被面积除以该湖泊总面积便得全湖植被覆盖率。

2.5 生物量的研究方法 采用断面法,先求各群丛的单位面积生物量,结合上述方法所得的各群丛斑块分布面积,求算各群丛的生物量,各群丛生物量之和为全湖水生植被总生物量,总生物量除以湖泊总面积即得全湖平均单位面积生物量。采集调查方法的具体步骤是:首先根据长湖的具体情况于长湖设置27个采集断面,每一断面各设一定数目的采集点(共107个,各点间的距离约200m)(图1),同时根据需要增设若干无规则断面以确定各群丛类型的边界;对浮水植物群丛和沉水植物群丛,于每一采集点用样方面积为0.32m×0.52m的加重带网铁夹,在方围500m^2(23m×23m)的范围内随机采草6次,将样方内的植株连根拔起,称量样方内所有植株的总生物量(鲜重),然后计算单位面积生物量;而对于湿生植物群丛和挺水植物群丛,在每一采集点于方围500m^{2}的范围内随机设置6个2m×2m的样方,称量所有植物地上部分的总生物量(鲜重),再计算单位面积生物量。整个调查过程均采用"Garmin12XL-GPS"定位,并记录不同群丛类型边界的坐标,用于在GIS中确立各群丛斑块的边界(各群丛所取坐标的数目不等,但面积最小、形状较规则的群丛也在15个以上)。

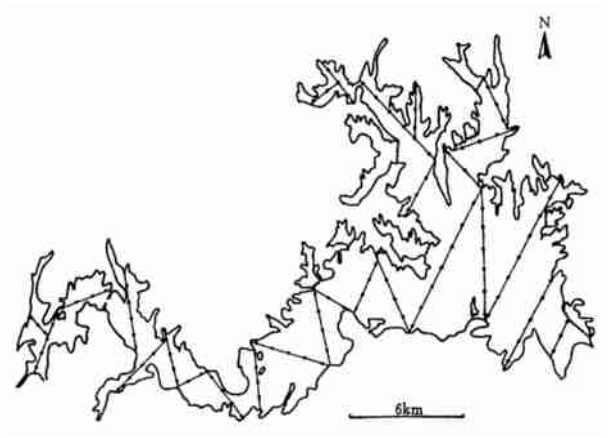


图1 长湖水生植被采集断面与采样点分布图(1999—2000年)

Fig. 1 Sketch of transects and sampling points for aquatic vegetation investigation in Lake Changhu

3 结果

3.1 干旱对物种多样性的影响

结果表明,干旱对淡水湖泊水生植物物种多样性无影响,但能增加水生植被优势种类(优势种是指群落主要层中个体数目最多的种)。虽然2000年5月至8月长湖水位分别比1999年同期低1.0m、0.97m、0.73m、0.54m(表2),但调查结果表明两年间长湖分布的水生植物种类一致:均为33科、62属、92种、3变种,其中包含种数较多的均为莎草科(15种)、禾本科(13种)和蓼科(10种);从植被的优势种类来看,1999年为12个:密齿苦草、菹草、微齿眼子菜、野菱、双角菱、穗花狐尾藻、竹叶眼子菜、轮叶黑藻、芡实、莲、芦苇、荻,2000年在1999年的基础上新出现了3个:其分别是紫萍、满江红和荆三棱,优势种总数增加2个(因莲于2000年降为非优势种)。

3.2 干旱对群落多样性的影响

3.2.1 干旱对群丛类型多样性的影响 干旱导致了群丛类型多样性年际间发生了明显的变化,与1999年相比,2000年长湖水生植物群丛类型多样性

的变化是: 莲群丛消失(只有极少数莲植株分布于“野菱+ 双角菱群丛”中), 但群丛类型总数增加了 4 个, 即新出现了 5 个群丛类型: 荆三棱群从、紫萍群丛、“紫萍+ 满江红群丛”、满江红群丛、“紫萍+ 芡实群丛”(表 3)。

3.2.2 干旱对群落物种多样性指数的影响　由于干旱的影响, 各群丛的物种多样性指数均显著提高, 不管是 Simpson 多样性指数还是 Shannon-Wiener 多样性指数, 其 2000 年的指数值均大于 1999 年同期值(仅芦苇群丛例外)(表 3)。

表 3　干旱对长湖水生植物群落多样性的影响

Tab. 3　Effects of the drought on community diversity of aquatic vegetation in La e Changhu

	1999					2000				
	D	H	B (g/m^2)	C (%)	A (m^2)	D	H	B (g/m^2)	C (%)	A (m^2)
1 芦苇群丛 *Phragmites communis* Ass.	0.5872	1.6729	5430.8	63.3	0.0060	0.5776	1.6173	6245	67.5	0.0050
2 荻群丛 *Miscanthus sacchariflorus* Ass.	0.5340	1.3715	6738.3	73.3	0.0020	0.5399	1.4128	7115.8	76.7	0.0013
3 莲群丛 *Nelumbo nucifera* Ass.	0.6510	1.8945	1537.5	100.0	0.1562	—	—	—	—	—
4 荆三棱群丛 *Scirpus yagara* Ass.	—	—	—	—	—	0.8225	2.7365	3350.0	70.0	0.6044
5 紫萍群丛 *Spirodela polyrhiza* Ass.	—	—	—	—	—	0.2651	0.7539	1865.0	99.3	2.2505
6 紫萍+ 满江红群丛 *Spirodela polyrhiza+ Azolla imbricata* Ass.	—	—	—	—	—	0.2356	0.7742	1864.2	90.8	6.6358
7 满江红群丛 *Azolla imbricata* Ass.	—	—	—	—	—	0.5436	1.5609	3055.8	99.0	0.8359
8 紫萍+ 芡实群丛 *Spirodela polyrhiza+ Euryale ferox* Ass.	—	—	—	—	—	0.3230	0.9979	1838.3	99.0	0.5144
9 芡实+ 野菱+ 双角菱群丛 *Euryale ferox+ Trapa incisa+ T. bispinosa* Ass.	0.7124	2.3416	2282.5	94.7	0.0350	0.7635	2.5636	2482.5	96.3	0.8230
10 野菱+ 双角菱群丛 *Trapa incisa+ T. bispinosa* Ass.	0.6493	1.9067	2177.5	93.7	4.7468	0.7636	2.5148	2299.2	98.5	4.6425
11 微齿眼子菜群丛 *Potamogeton maackianus* Ass.	0.2099	0.7194	4785.8	98.3	5.8524	0.3099	0.9864	5263.3	99.2	5.9156
12 微齿眼子菜+ 竹叶眼子菜+ 穗花狐尾藻群丛 *Potamogeton maackianus+ P. malaianus + Myriophyllum spicatum* Ass.	0.3725	1.1683	3151.7	85.8	3.0404	0.4896	1.4502	3063.3	90.0	3.7808
13 微齿眼子菜+ 轮叶黑藻+ 大茨藻群丛 *Potamogeton maackianus+ Hydrilla verticillata + Najas marina* Ass.	0.4964	1.5195	6220.8	96.8	2.7159	0.6853	2.0096	6462.5	98.0	2.4305
14 穗花狐尾藻群丛 *Myriophyllum spicatum* Ass.	0.6864	1.8339	950.8	20.0	12.9185	0.7744	2.2294	1650.8	34.2	11.8441
15 竹叶眼子菜+ 穗花狐尾藻群丛 *P. malaianus + Myriophyllum spicatum* Ass.	0.7186	1.9122	1823.3	36.7	1.3820	0.7641	2.1933	2135.0	43.3	1.2088
16 轮叶黑藻群丛 *Hydrilla verticillata* Ass.	0.6250	1.8249	4178.3	96.2	3.2206	0.7388	2.2371	4532.5	97.5	2.7006
17 轮叶黑藻+ 密齿苦草+ 大茨藻群丛 *Hydrilla verticillata + Vallisneria denseserrulata + Najas marina* Ass.	0.7202	2.0234	4140.6	90.0	1.7064	0.7988	2.4313	4336.7	92.2	1.6075
18 密齿苦草群丛 *Vallisneria denseserrulata* Ass.	0.2978	0.9681	1581.7	45.2	14.3966	0.5494	1.6254	2215.0	68.3	33.0888
19 菹草群丛 *Potamogeton crispus* Ass.	0.3756	1.0948	1339.2	17.5	8.1116	0.5303	1.4711	2665.8	46.7	6.9315

注(Note): D: Simpson 指数(Simpson Index)　H: Shannon-Wiener 指数(Shannon-Wiener Index)　C: 盖度(Coverage)　B: 单位面积生物量(鲜重)(Biomass per square meter, fresh weight)　A: 面积(Distribution area)

3.2.3 干旱对群落生物量与盖度的影响 与1999年比,2000年的干旱使各群丛的单位面积生物量明显升高(表3),全湖植被平均单位面积生物量亦从1999年的1039.1g/m^{2}增加到1904.8g/m^2,提高了865.7g/m^2;同时大多数群丛的盖度显著上升(表3)。

3.2.4 干旱对植被覆盖率的影响 2000年长湖水生植被总覆盖率为66.48%,1999为45.15%,总覆盖率增加了21.33%。其中湿生植被面积从0.006%增加至0.47%(占湖泊总面积的百分比,下同),增加幅度不大;挺水植被面积从0.12%降至0;但浮水植被面积明显增加,从3.71%增加至12.63%;沉水植被面积也显著扩大,从41.32%增加至53.84%。可见,干旱对挺水植被不利,但对浮水植被与沉水植被均有利,可使浮水植被与沉水植被的分布面积显著增加。

3.3 干旱对水生植物物候期的影响

结果表明:干旱使水生植物的生长发育明显加快、物候期显著提前。长湖2000年7月初菹草石芽萌发率、菹草幼株长度、野菱枯叶率均显著高于1999年同期值(图2、图3、图4)。

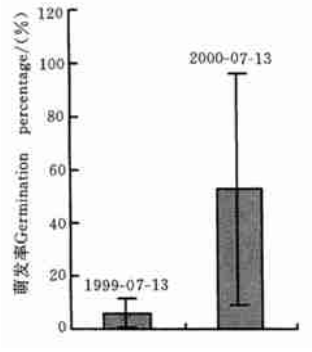


图2 长湖菹草石芽萌发率

Fig. 2 Germination percentage of turions of *Potamogeton crispus* in La e Changhu

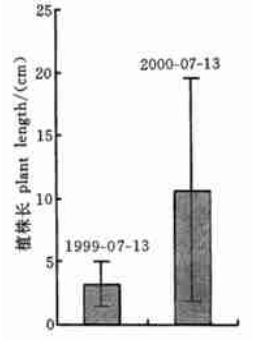


图3 长湖菹草植株长度

Fig. 3 Shoot length of *Potamogeton crispus* in La e Changhu

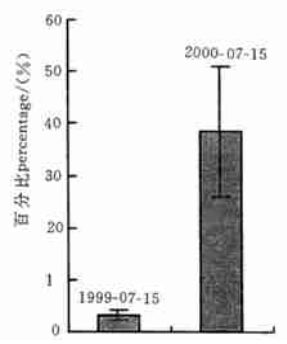


图4 长湖野菱黄叶率

Fig. 4 Ratio of yellow leaves to total leaves of *Trapa incisa* in La e Changhu

4 讨论

洪水对淡水湖泊水生植物多样性有较大的影响,其可调节水生植被的植物种类组成、分布、生长[8,15]、遗传[6]等;研究结果表明,干旱对淡水湖泊水生植物多样性亦有着显著的影响,但与前者不同:前者以破坏性为主(弊多利少),常给水生植物带来巨大的生存压力[8],而后者以促进为主(利大于弊),能在短期内丰富水生植物多样性。如长湖,2000年的干旱导致了其浮水植被与沉水植被分布面积的显著扩大、水生植物群丛类型数目与优势种数目的增加、群丛盖度与生物量的上升、以及群落物种多样性指数的提高等。干旱对水生植物多样性影响的作用机理是通过水生植物对干旱条件下水生态系统内部能量供应状况变化的反应体现出来的。

干旱年降水量的剧减使湖泊水位大幅度下降、水深显著变浅、风浪大幅度减轻,使得浮水植物有了相对稳定的栖息地(水体),不致于被风浪吹散;加之干旱年日照强度较常年显著增强,同期水体温度大幅度提高,使得浮水植物种类迅速繁殖,种群个体数目在短期内迅速增加,形成了多个常年少有的浮水植物群丛类型(2000年长湖新出现了4个浮水植物群丛类型),优势种类相应增加(2000年长湖优势种总数增加2个),浮水植被的分布面积急剧扩大(2000年长湖浮水植被的分布面积从1999年的3.71%上升至12.63%)。

沉水植被面积扩大的原因在于沉水植物种类常具发达的地下茎[16],且地下茎遍布并能存活于湖心深水区,虽然常年因水体较深而处于"休眠"状态(故这些区域在常年为裸地),但一旦水深变浅、日照增强(干旱条件下),沉水植物的地下茎很快被激活,萌发出幼苗迅速繁殖,其个体数目急剧上升,导致干旱年沉水植物种类的分布区大幅度向湖心扩展。同时,干旱年不少圈养区水深降低到鱼类无法正常活动的程度(或圈养区成了弃养区),沉水植物受鱼类的啃食大为减轻。

挺水植物则不然,干旱条件下其分布面积反而大幅度缩小(本研究中其面积缩小至零),因其对水有强烈的依赖性,不能忍受较长时间的干旱,离开水体无法长时间生活;另一原因是其地下茎仅局限于近岸浅水区,因而其无法在短期内向湖心扩张。

干旱年水体内部光照强度大幅度增加,改变了

水生态系统内部各生态位间的能量供应状况, 致使那些原本在较深的水体环境中无法生存, 或生长不良而个体数目少的植物种类, 由于水深变浅而得以较充分的繁殖(个体数目显著增加) , 因而增加了多样性指数样方内的植物种数或缩小了种类间个体数目的差异程度, 从而导致了水生植物群落物种多样性指数的普遍上升。

同时, 其他种类在水体光照强度大幅度增强、水体温度明显提高的影响下, 其生长、发育、繁殖均明显加快, 致使群落内植物个体密度较常年显著增大, 从而导致了群丛盖度与生物量的显著上升(2000 年长湖的干旱导致水生植被全湖平均生物量从 1999 年的 1039. 1g/ m^2 增加到 1904. 8g/ m^2) 。

Rogers 和 Breen 的研究结果表明, 夏日水体高温可阻碍菹草石芽的萌发[17], 另一方面, 透入水体光线的光质随着水深的增加而改变[18]。干旱年水深变浅与日照强度的增强, 无疑使水温较常年显著提高, 但长湖干旱年夏日石芽的萌发率反而高于往年, 说明水深变浅造成的水体光质的变化对石芽的萌发过程尚起着重要的调节作用。

参考文献:

[1] Ferrira L V. Effects of the duration of flooding on species richness and floristic composition in three hectares in the Jau National Par in floodplain forest in central Amazonia [J] . *Biodivers Conserv*, 1997, **6** (19) : 1353—1363

[2] Janauer G A, Kum G. Macrophtes and flood plain water dynamics in the River Danube ecotone research region (Austria) [J] . *Hydrobiologia*, 1996, **340**(1—3) : 137—140

[3] Thoen D, Roussel L. Nicolas J. Study of the aquatic vascular macrophte vegetation of the Semois River in relation with the global quality of water and aquatic environment [J] . *Ecologie*, 1996, **27** (4) : 223—232

[4] Toma T K, Na amura, P. Patamaponpaiboon, and K. Ogino. Effects of flooding water level and plant density on growth of Pneumatophore of Avicennia marina [J] . *Trqpics*, 1991, **1**(1) : 75—82

[5] Ernst W H O. Ecophysiology of plants in waterlogged and flooded environments [J] . *Aquat Bot*, 1990, **38**: 73—90

[6] Davy A J, Noble S M. Oliver R P. Genetic variation and adaptation to flooding in plants [J] . *Aquat Bot*, 1990, **38**: 91—108

[7] Blom C W P W, Voesene L A C J. Flooding: The survival strategies of plants [J] . *Trends Ecol Evol*, 1996, **11**(7) : 290—295

[8] Xinhong C, Yang Z, Jia uan C. Influence of a catastrophic flood on densities and biomasses of three plant species in Poyang La e, China [J] . *J Freshwat Ecol*, 2000, **15**(4) : 537—541

[9] Coo C D K. Aquatic Plant Boo [M] . The Hague, the Netherlands: SPB Academic Publishing, 1990

[10] Qian Y Q, Ma K P. Han, X. G. Principles and Methodologies of Biodiversity Studies [M] . Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1994, 148—152. [钱迎倩, 马克平, 韩兴国. 生物多样性研究的原理与方法[M] . 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 148—152]

[11] Magurran A E. Ecological Diversity and Its Measurement [M] . New Jersey: Princeton University Press, 1988

[12] Wang B S. Phytopopulology [M] . Beijing: Higher Education Press, 1987, 49[王伯荪. 植物群落学[M] . 北京: 高等教育出版社, 1987, 49]

[13] Krebs C. Ecology: The Experimental Analysis of Distributions and Abundance (2 nd ed) [M] . New Yor : Harper & Row Publishers, 1978.

[14] Ni L Y. Long-term changes of the structure and biodiversity of aquatic vegetation of La e Donghu, Wuhan [J] . *Acta Hydrobiol Sin*, 1996, **20**(Supp.) : 60—74. [倪乐意. 武汉东湖水生植被结构及其生物多样性的长期变化[J] . 水生生物学报, 1996, **20**(Supp.) : 60—74]

[15] Blom C W P M. Adaptation to flooding in plants from river areas [J] . *Aquat Bot*, 1990, **38**: 29—47

[16] Jian Y X, Wang J B, He G Q, et al. A comparative study on aquatic plant diversity and its long-term changes in the three la es of Dongtinghu District in China [J] . *Acta Hydrobiol Sin*, 2002, **26**(2) : 160—167. [简永兴, 王建波, 何国庆, 等. 洞庭湖湖区三个湖泊水生植物多样性的比较研究. 水生生物学报, 2000, **26**(2) : 160—167]

[17] Rogers K H, Breen C M. Growth and reproduction of Potamogeton crispus in a South Africa la e [J] . *J Ecol*, 1980, **68**: 561—571

[18] Smith H. Sensing the light environment: the function of the phytochrome family [M] . The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1994, 374—416

EFFECTS OF A DROUGHT ON AQUATIC PLANT DIVERSITY IN LAKE CHANGHU OF HUBEI PROVINCE IN CHINA

PENG Ying-Hui[1], JIAN Yong-Xing[2], WANG Jian-Bo[2] and CHEN Jia-Kuan[3]

(1. *College of Life Sciences and Biological Technique, Central South Forestry University, Changsha 410004;*
2. *College of Life Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072;*
3. *Institute of Biodiversity Science, Fudan University, Shanghai 200433*)

Abstract: Many Studies have been carried out to deal with effects of floods on aquatic plant diversity of fresh water lakes. But no attention has been paid to understanding the effects of droughts on the diversity up to now. Changhu is the third largest lake (fresh water) in Hubei Province of China. It has many kinds of functions, such as store of flood water, irrigation, aquaculture, water transportation, and so on. Combinating Transect Sampling Method with Geographical Information System Technique (GIS) and Global Position System Technique (GPS), the authors studied the effects of a drought on aquatic plant diversity of the lake by comparing the aquatic plant diversity of the lake in 2000 (a drought year) with that in 1999 (a usual year). The function mechanisms of the drought on the aquatic plant diversity were also discussed by the authors. The main results are given as follows: (1) The drought had almost no effects on species diversity of aquatic plant, but increased the number of dominant species of the aquatic vegetation in the lake from 12 to 14. (2) The number of aquatic plant associations increased from 14 in 1999 to 18 in 2000. Species diversity indices of the associations by Shannon-Wiener Index and Simpson Index also remarkably increased under the drought condition. (3) The drought significantly enhanced the vegetation coverage from 45.15% in 1999 to 66.48% in 2000 and mean biomass per square meter in the whole lake from 1039.1g/m^2 in 1999 to 1904.8g/m^2 in 2000. (4) Under the drought condition in 2000, the emergent vegetation disappeared from the lake, but both the floating-leaved vegetation and submerged vegetation expanded greatly, from 3.71% and 41.32% in 1999 to 12.63% and 53.84% in 2000, respectively (the percentage here means the ratio of the floating-leaved vegetation area or submerged vegetation area to the whole lake area). (5) Both the growth and development of aquatic plants in the lake were accelerated by the drought. It was found that all the turion germination percentage of *Potamogeton crispus*, the shoot length of young plants of the species, and the ratio of yellow leaves of *Trapa incisa* to its total leaves in July 2000 were much greater than those during the same period in 1999. (6) It was concluded that the improvement of aquatic plant diversity in the drought year was mainly due to increasing of the light intensity which aquatic plants could get and increasing of the temperature in water body.

Key words: Drought; Fresh-water lake; Aquatic vegetation; Diversity