

# 鄱阳湖南矶水生植物年周期变化及重金属污染现状分析

王小玲<sup>1,2</sup>, 高柱<sup>1,2</sup>, 余发新<sup>1</sup>, 李彦强<sup>1</sup>, 刘腾云<sup>1</sup>

(1. 江西省科学院 生物资源研究所, 江西省重金属污染生态修复工程技术研究中心, 江西 南昌 330096;

2. 江西省鄱阳湖重点实验室, 江西 南昌 330096)

**摘要:**为揭示鄱阳湖水生植物群落年周期变化及其重金属污染状况,采用定点观测方法,对鄱阳湖南矶4个碟形湖进行为期1年的调查,采用原子吸收分光光度法测定水体、电感耦合等离子体质谱法测定底泥和水生植物重金属Cu、Zn和Pb元素含量。结果表明:4个碟形湖水生植物主要有8科11属12种,其中荇菜、轮叶黑藻、大茨藻和苦草为优势水生植物种群。碟形湖水深和透明度年周期变化呈现先升高后降低的趋势,其中7月水深最深为269.4 cm,透明度最大为170 cm,且随湖边向湖心水透明度呈升高趋势。水生植物生物量1—9月份增加,单位面积最大生物量为11 250.0 g/m<sup>2</sup>。优势沉水植物轮叶黑藻9月份株高和密度分别是104.7~124.5 cm和1 875~2 200根/m<sup>2</sup>。碟形湖水体重金属Cu、Zn和Pb含量符合国家地表水环境质量Ⅰ类标准,其Zn和Pb含量超出了渔业水质标准;与鄱阳湖流域底泥背景值相比,碟形湖底泥中重金属含量呈现增加的趋势,增加的速度依次为Cu>Zn>Pb,3种重金属元素的生态毒性效应均达到了最低级别;轮叶黑藻对重金属Cu的富集能力最强,对Pb次之。

**关键词:**鄱阳湖;水生植物;周期变化;重金属污染

**中图分类号:**S 682.32 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)24-0057-06

鄱阳湖是中国最大的淡水湖泊,受长江顶托和五河(赣江、抚河、信江、饶河和修水)水位影响,水位呈现周期的季节性变化<sup>[1]</sup>,形成了植物群落空间分布的差异性和植物群落沿水位梯度分布的格局<sup>[2]</sup>。水生植物是湖泊生态系统重要组成成分,是水生生态系统的初级生产者,在维持湖泊生态系统结构和功能上起到重要作用<sup>[3-5]</sup>。然而,近年来无序采砂、蓄水发电、围湖养鱼等人为干扰,鄱阳湖水位连续10年走低,枯水季节提前甚至延长<sup>[6]</sup>,直接影响到鄱阳湖植物的生长和分布。鄱阳湖植物群落研究受到了研究者的高度重视,有关湿地植物群落、水文情势及其相互关系的研究报道很多<sup>[1-3]</sup>,如李

伟等<sup>[7]</sup>研究了特大洪水对鄱阳湖自然保护区主要湖泊水生植被破坏后恢复能力,认为洪水过后几年内能够恢复到干扰前的水平,但对于鄱阳湖水位下降对水生植物群落的影响的研究尚鲜见报道。另外,随着鄱阳湖周边城市化的不断扩张以及工业化的快速发展,矿山的深度挖掘等<sup>[8]</sup>,鄱阳湖重金属污染已经成为影响江西省生态安全的重要问题<sup>[9]</sup>,如简敏菲等<sup>[10]</sup>、张杰等<sup>[11]</sup>和弓晓峰等<sup>[12]</sup>的研究都表明,鄱阳湖水体中的重金属含量较低,但土壤和底泥已受到了一定程度的重金属污染,而水生植物对Cu、Zn和Pb均有不同程度的富集能力。

现选择了鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区内4个碟形湖,进行了水生植物群落变化、组成,以及水位波动的定点观察,探讨优势水生植物群落变化与水位动态的相关性,同时对碟形湖水体、底泥和优势水生植物重金属含量进行分析,旨在为鄱阳湖水生植物多样性的监测、保护及恢复提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

南矶湿地国家级自然保护区位于江西省鄱阳主湖区南部,地处北纬28°52'21"~29°06'46",东经116°10'24"~116°23'50",由赣江支流汇入鄱阳湖水域冲击形成的洲滩

**第一作者简介:**王小玲(1979-),女,陕西白水人,博士,副研究员,现主要从事污染生态学等研究工作。E-mail: wangxiaoling1979@126.com.

**责任作者:**余发新(1968-),男,江西都昌人,博士,研究员,研究方向为林木遗传育种。E-mail: fxyu2000@126.com.

**基金项目:**江西省科技重大专项资助项目(20114ABG01100);江西省科学院“省部共建国家重点实验室培育基地”计划资助项目(赣科院字[2013]19号-04);江西省科技支撑计划资助项目(20133BBG70013);江西省新农村试点示范工程资助项目(20123BBF61150)。

**收稿日期:**2014-09-15

前缘<sup>[1,9]</sup>。受鄱阳湖季节性周期水文变化影响,除南山岛、矾山岛以外,4—9月其余地区均被淹没,其余月份不同程度洲滩裸露,呈现河、湖、洲交错地形。该试验选择该保护区内的东湖、白沙湖、泥湖、北深湖4个蝶形湖泊开展水生植物定点观察。东湖枯水期与鄱阳湖主水体相连,白沙湖、灵湖、北深湖、泥湖丰水期相连的围湖养鱼湖,枯水期成独立蝶形湖。

## 1.2 试验方法

1.2.1 水生植物定点观察 选择样地要包括该湖植物群落绝大多数种类,生境较为一致,采用断面定位研究方法。在最低枯水位时,每个蝶形湖呈三角形设置3个样地,每个样地不小于2 500 m<sup>2</sup>,自湖边向湖心布点,每个样地设6个样点,每个样地同心圆上样点为3次重复,共72个样点,用GPS进行定位,记录经纬度。沉水植物样点面积为20 cm×20 cm,浮叶植物样点面积为50 cm×50 cm,挺水植物样点面积为100 cm×100 cm,每个样点平行调查2次,为一个样点调查值。挺水植物样方内全部拔起;浮水植物采用框架采集法,4根木棍首尾连接,可张开合拢为“一”字;沉水植物用采样夹采样。用卷尺测定水位,塞克盘测量透明度,即塞克盘在水中的最大可视度。植物群落观察时间为2013年1—12月,每隔2个月调查1次,观察项目包括试验点内植物种类、数量、生物量、高度、密度及植物学物候特征,对采样点内植物进行称重,测量株高,记录水位、透明度等,最后计算密度,密度(根/m<sup>2</sup>)=单位面积内某种的个体数/单位面积。

1.2.2 样品采集及处理 4个蝶形湖,每个湖设立3个平行采样点,即湖中央一个点,从中央向两侧延伸200~500 m各一个点。首先进行水样的采集,于水面下0.5 m

处采集水样并装于预先灭菌的聚乙烯塑料瓶中,现场用优级纯HNO<sub>3</sub>进行酸化固定;接着在同样位点进行底泥和水生植物样品的采集,采用抓斗式采样器采集蝶形湖表层底泥和植物样品,放入聚乙烯自封袋中,其中底泥带回实验室后倒入搪瓷盘中,加入少许浓硝酸固定土壤,水生植物及时冲洗并用超纯水润洗干净,底泥和水生植物均自然风干。

## 1.3 项目测定

采用HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>法消解水样和植物样品,HCl-HNO<sub>3</sub>-HF-HClO<sub>4</sub>法消解底泥,原子吸收分光光度法测定水体重金属元素含量,ICP-MS法测定底泥和植物样品重金属元素的含量<sup>[13]</sup>。水体、底泥和植物样品重金属含量为4个蝶形湖的平均值。

## 1.4 数据分析

试验数据采用Microsoft Excel 2007软件进行处理,采用Microsoft Excel 2007和Sigmaplot 10.0软件进行制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 蝶形湖水生植物群落物种多样性

通过在4个蝶形湖泊72个定点样方内1年时间的观测调查表明,2013年鄱阳湖南矶湿地水生植物种类主要有8个科11属12种(表1),其中挺水植物有1个科3属3种,浮水植物有3个科3属3种,沉水植物有4个科5属6种。同时,通过生物量调查及密度计算,荇菜(*N. peltatum*)为优势浮水植物种群,轮叶黑藻(*H. verticillata*)、大茨藻(*N. marina* Linn.)和苦草(*V. natans*)均为优势沉水植物种群,挺水植物未能构成优势种群。

表 1

蝶形湖水生植物物种多样性(2013年)

Table 1

Species diversity of aquatic plants in butterfly lakes (2013)

生活型 Living type	科名 Family	属名 Genus	种名 Specific name
挺水植物 Emergent plant	禾本科 Poaceae	菰属 <i>Zizania linmaeus</i>	野生茭白 <i>Z. latifolia</i>
		藨草属 <i>Phalaris</i> L.	藨草 <i>P. armdinacea</i> L.
		芦苇属 <i>Phragmites</i> Trin.	芦苇 <i>P. communis</i> Trin.
浮水植物 Floating plant	龙胆科 Gentianaceae	荇菜属 <i>Nymphoides</i>	荇菜 <i>N. peltatum</i>
	槐叶萍科 Salviniaceae	槐叶萍属 <i>Salvinia</i>	槐叶萍 <i>S. natans</i>
	菱科 Trapaceae	菱属 <i>Trapa</i> L.	野菱 <i>T. incisa</i>
	眼子菜科 Potamogetonaceae	眼子菜属 <i>Potamogeton</i> Linn.	马来眼子菜 <i>P. malaianus</i> Linn.
沉水植物 Submerged plant	茨藻科 Najadaceae	茨藻属 <i>Najas</i> Linn.	小茨藻 <i>N. minor</i> Linn.
	水鳖科 Hydrocharis	苦草属 <i>Vallisneria</i> Linn.	大茨藻 <i>N. marina</i> Linn.
		黑藻属 <i>Hydrilla</i>	苦草 <i>V. natans</i>
		狐尾藻属 <i>Myriophyllum</i> L.	轮叶黑藻 <i>H. verticillata</i>
	小二仙草科 Haloragidaceae		穗花狐尾藻 <i>M. spicatum</i>

### 2.2 蝶形湖水文年周期变化趋势

从图1可以看出,最低水位自湖边开始定点,沿湖心方向展开,水深深度增加均小于40 cm,其中,白沙湖湖底最平,水深深度差值低于20 cm,说明4个蝶形湖湖底形成可能与洼地或农田地势低洼,长江水位高堰塞而成,或可能是长期水淹,水力运动和人为畜牧形成的平

坦湖底。蝶形湖5月开始进入丰水期,7月水深最深,9月水深降低最快,主要是受长江水位降低引起;东湖连接鄱阳湖大水域水位降低最快,白沙湖、泥湖、北深湖由于人为围湖养鱼筑有堤坝而水深相对较高。可见,蝶形湖水深变化直接反映了江西省2013年降雨的变化,秋季降雨严重不足。

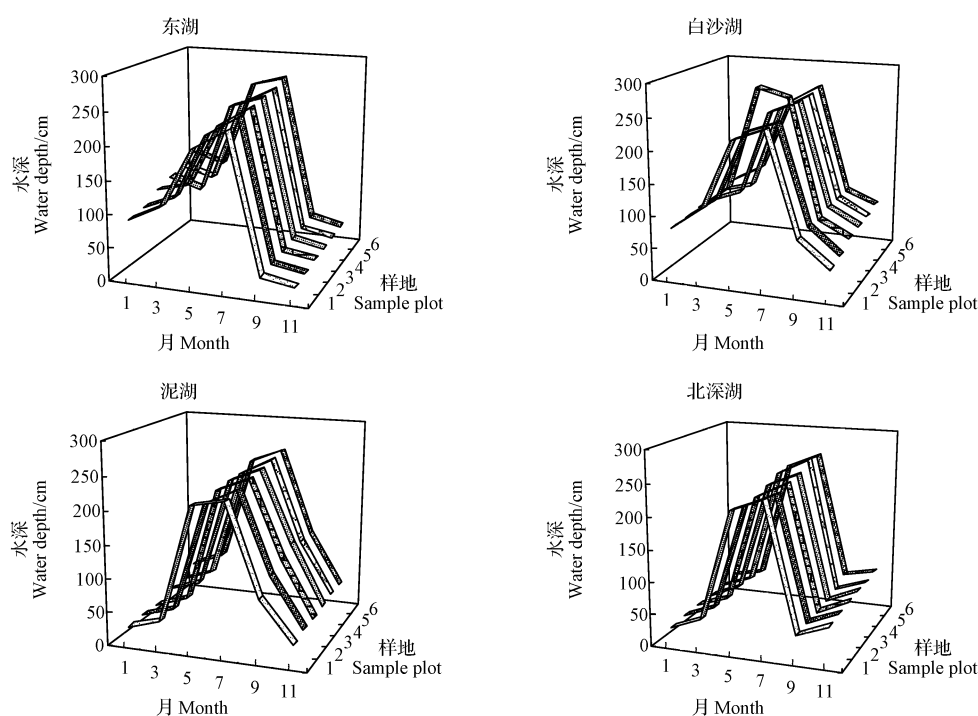


图1 4个蝶形湖水深年周期变化

Fig. 1 Annual change of water depth in four butterfly lakes

从图2可以看出,湖水透明度年周期变化趋势为先升高后降低,且从湖边到湖心各样点水透明度呈升高趋势(湖边观测点存在水深不够而影响透明度正常反映的现象)。东湖、白沙湖、泥湖最高透明度均出现在7月,分别

为135、125、130 cm,北深湖透明度5月达到最高(170 cm),推测这与调查时北深湖有大量渔民作业有关。蝶形湖湖水透明度与水深趋势基本相似,水越深透明度越高,说明水深对鄱阳湖水域平衡及水体自我调节作用贡献突出。

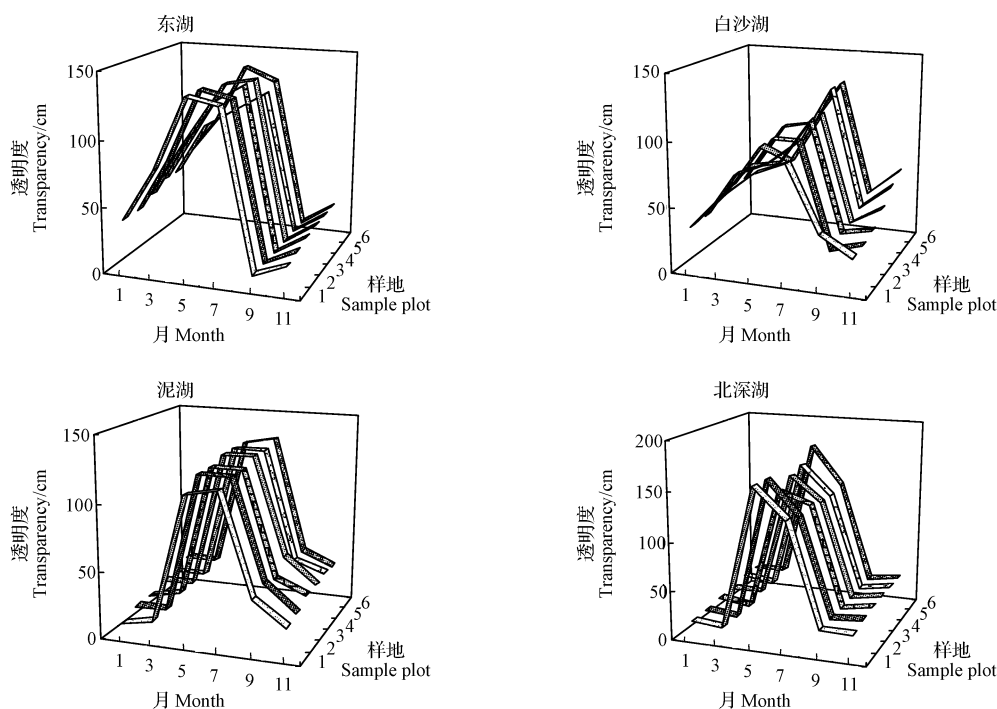


图2 4个蝶形湖湖水透明度年周期变化

Fig. 2 Annual change of transparency in four butterfly lakes

### 2.3 蝶形湖水生植物生物量年周期变化趋势

由图3可知,随物种生长、枯萎周期变化,蝶形湖水生植物生物量年周期变化呈现“增加-下降”的趋势。1月湖内水生植物枯死,3月开始萌发,9月生物量最大;东湖、白沙湖、泥湖、北深湖单位面积最大生物量分别是6 975.0、6 461.0、10 398.2、11 250.0 g/m<sup>2</sup>。研究还表明,

从湖边到湖心,随着水深的增加,水生植物生物量变化也呈现“增加-下降”的趋势,其中东湖、白沙湖在观测点4生物量最大,泥湖、北深湖在观测点3生物量最大。说明,水深太浅蝶形湖植物容量有限,水深太深植物萌发、生长受到抑制,结合图1和图2可以看出,水深在50~250 cm、透明度在25~120 cm时有利于水生植物生长。

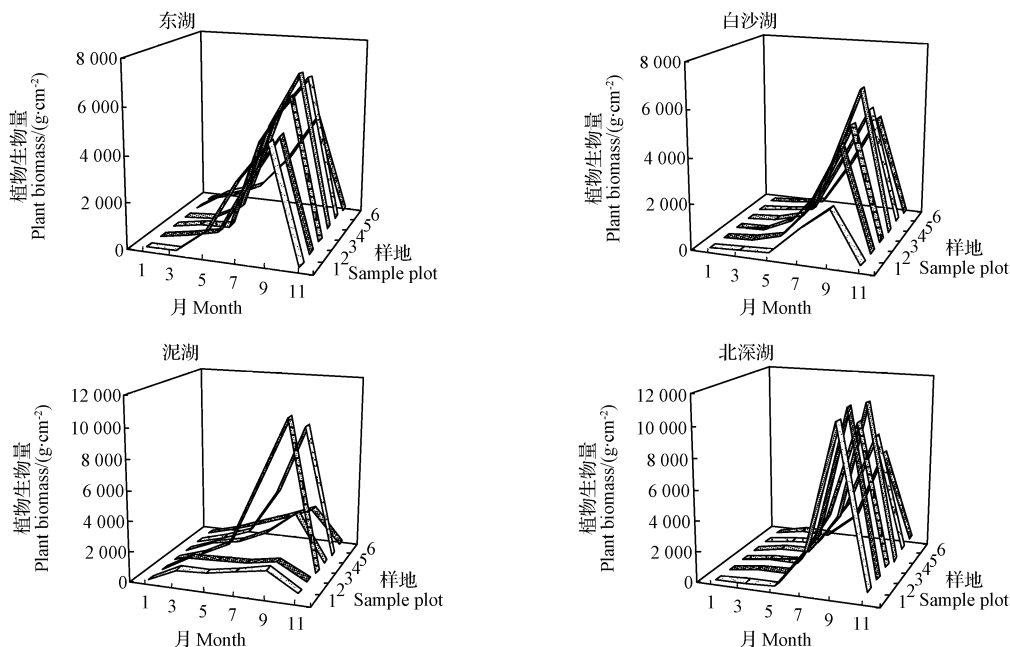


图3 4个蝶形湖水生植物生物量年周期变化

Fig. 3 Annual change of aquatic plants biomass in four butterfly lakes

### 2.4 沉水植物高度及密度年周期变化规律(以优势种轮叶黑藻为例)

从图4可以看出,4个蝶形湖轮叶黑藻(*H. verticillata*)-

*lata*)平均株高及密度随植物生长、枯萎呈现周期性变化,株高和密度最大值均出现在9月。东湖、白沙湖、泥湖、北深湖轮叶黑藻平均株高分别为104.7、107.5、121.5、

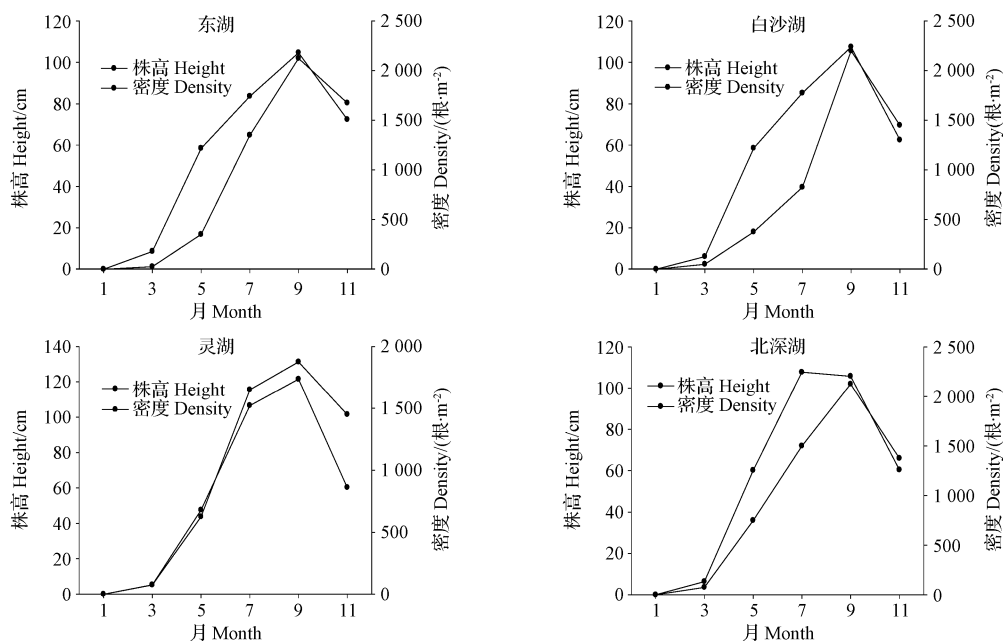


图4 4个蝶形湖轮叶黑藻株高及密度年周期变化

Fig. 4 Annual change of *H. verticillata* height and density in four butterfly lakes



107.8 cm,密度分别为 2 125、2 200、1 875、2 125 根/m<sup>2</sup>。可见,4 个碟形湖轮叶黑藻种群密度都较高,且白沙湖轮叶黑藻平均株高和密度值最大。

## 2.5 蝶形湖重金属含量分析

从表 2 可以看出,鄱阳湖南矶蝶形湖水体中重金属污染程度排序为 Zn>Pb>Cu。与国家地表水环境质量标准相比,蝶形湖水体中重金属 Cu、Zn 和 Pb 的含量较低,其平均值达到地表水环境质量 I 类标准,而 Zn 和 Pb 则超出了渔业水质标准。与鄱阳湖流域底泥背景值相比,重金属 Cu、Zn 和 Pb 含量的平均值分别是背景值的

表 2 蝶形湖水体、底泥和轮叶黑藻重金属含量

Table 2 Contents of heavy metals in water, sediment and *H. verticillata* of butterfly lakes

	Cu	Zn	Pb
水体 Water/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.007	0.02	0.009
地表水环境质量标准(GB3838-2002,Ⅲ类)			
Surface water environmental quality standard	1.0	1.0	0.05
GB3838-2002 class Ⅲ/(mg·L <sup>-1</sup> )			
渔业水质标准(GB11607-1989)			
water quality standard of fishery GB11607-1989	≤0.1	≤0.01	≤0.005
底泥 Sediment/(mg·kg <sup>-1</sup> )	38.51	197.48	40.26
鄱阳湖流域底泥背景值			
Basin sediment background value of Poyang Lake	4.75	45.75	12.5
/(mg·kg <sup>-1</sup> ) <sup>[14]</sup>			
生态毒性效应分级	1 安全限度/Safety limits		
Ecological toxicity grading	2 最低/Minimum		
/(mg·kg <sup>-1</sup> ) <sup>[15]</sup>	3 严重/Serious		
轮叶黑藻 <i>H. verticillata</i> /(mg·kg <sup>-1</sup> )	23.46	16.32	31.4

## 3 结论与讨论

水生植物被视为湖泊环境变化的指示植物,在维系湖泊生态系统结构和功能起到十分重要的作用<sup>[5]</sup>。水生植物新陈代谢过程可净化水质、吸收和吸附大量的营养物质和其它物质,但大量水生植物的死亡、腐烂形成了湖泊营养物质的再生源,加速了湖泊的淤积及沼泽化进程,甚至使湖泊走向死亡<sup>[16]</sup>。鲜鸣等<sup>[17]</sup>研究表明,水生植物分泌的化感物质为次生代谢产物,在水中易于降解,具有抑制有害藻类作用,降低富营养化水体有害藻类种群,有关水生植物对重金属的吸附、积聚作用的研究也在逐步深入<sup>[18-19]</sup>。因此,鄱阳湖水生植物的多样性研究也逐步深入<sup>[20]</sup>。

通过对鄱阳湖南矶 4 个蝶形湖水生植物的调查,记录到 8 科 11 属 12 个物种,其中挺水植物和浮水植物各 3 种,沉水植物 6 种,荇菜(*N. peltatum*)、大茨藻(*N. marina* Linn.)、苦草(*V. natans*)和轮叶黑藻(*H. verticillata*)为优势植物种群。平坦的湖底为水生植物维系了生存的空间,但随着长江水位、人为围湖养鱼,鄱阳湖提前进入枯水期,水生植物发育周期被改变,植株腐烂期较为集中,再加上水体大幅度减少,单位体积水内植物次生代谢产物含量提高,对水生植物多样性造成较大影响,试验显示 4 个碟形湖水生植物生物量、密度均呈现较大

8.11、4.32、3.22 倍,根据超出背景值的倍数分析,近年来鄱阳湖南矶蝶形湖底泥中重金属含量增加的速度为 Cu>Zn>Pb。另外,根据加拿大安大略省环境和能源部对底泥的生态毒性效应分级,蝶形湖底泥中重金属 Cu、Zn 和 Pb 的生态毒性效应都已超出了安全限度,达到最低级别,即底泥已受到污染,但对多数底栖生物未产生明显毒害<sup>[15]</sup>。研究还表明,优势沉水植物轮叶黑藻(*H. verticillata*)中重金属污染水平较高,其中 Cu、Zn 和 Pb 的含量分别是底泥背景值的 4.94、0.36、2.51 倍,可见,轮叶黑藻对重金属 Cu 表现出较强的富集能力。

值,是否已经达到相互影响的阈值及其影响机制该文未涉及,需进一步的研究探讨。

湖水中悬浮物质和浮游生物越多,对光的散射和吸收能力越强,透明度越低。水透明度呈年周期变化和每天不同时段变化,富营养湖透明度冬季大于夏季,贫营养湖则夏季大于冬季,中午透明度大于早晚。该研究中,4 个蝶形湖水深、透明度、水生植物生物量、植株生长量、密度等均随年内周期性规律性变化,水深在 50~250 cm、透明度在 25~120 cm 时能够促进水生植物的生长发育,但具体对水生植物的萌发、生长影响效益及机理仍需进一步深入研究。由于水生植物采集困难,该试验必然存在样点偏差、生物量采集不够全、种类不齐等不足。

调查的鄱阳湖南矶 4 个蝶形湖水体、底泥和轮叶黑藻(*H. verticillata*)重金属 Cu、Zn 和 Pb 的含量为底泥最高,水体最低。蝶形湖水质总体较好,水体重金属 Cu、Zn 和 Pb 的含量较低,重金属含量符合国家地表水 I 类标准。与简敏菲等<sup>[21]</sup>和张杰等<sup>[11]</sup>的研究相比,蝶形湖底泥中重金属 Cu、Zn 和 Pb 的含量有增加的趋势,超出了背景值的 3.22~8.11 倍,主要是由于重金属污染物具有迁移转化的特点,且在水环境中难降解、易沉积于底泥中,因而底泥中的含量相对较高。简敏菲等<sup>[22]</sup>研究表明,各种水生植物对重金属元素都具有不同程度的富集

能力,而大部分植物对 Cu 和 Zn 的富集能力较强。该研究也表明沉水植物轮叶黑藻(*H. verticillata*)对重金属 Cu 表现出较强的富集能力。而对于蝶形湖水生植物重金属年周期变化、水生植物重金属含量与水文的相关性,以及针对蝶形湖水域环境筛选出抗重金属污染能力强,可大量吸附各种重金属的植物种等还在进一步研究当中。

### 参考文献

- [1] 张全军,于秀波,胡斌华. 鄱阳湖南矶湿地植物群落分布特征研究[J]. 资源科学,2013,35(1):42-49.
- [2] 胡振鹏,葛刚,刘成林,等. 鄱阳湖湿地植物生态系统结构及湖水水位对其影响研究[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(6):597-605.
- [3] 张丽丽,殷峻,蒋云钟,等. 鄱阳湖自然保护区湿地植被群落与水文情势关系[J]. 水科学进展,2012,23(6):766-774.
- [4] 彭映辉,简永兴,倪乐意. 湖北林子湖水生植物的多样性[J]. 中南林业学院学报,2005,25(6):60-64.
- [5] 魏华,成水平,柴培宏,等. 2009 年秋季武汉大东湖北湖水洗水生植物调查[J]. 湖泊科学,2011,23(3):401-408.
- [6] Hu Q, Feng S, Guo H, et al. Interactions of the Yangtze river flow and hydrologic processes of the Poyang Lake, China[J]. Journal of Hydrology, 2007,347(1-2):90-100.
- [7] 李伟,刘贵华,熊秉红,等. 1998 年特大洪水后鄱阳湖自然保护区主要湖泊水生植被的恢复[J]. 武汉植物学研究,2004,22(4):301-306.
- [8] 代军,陶春元,孙剑奇. 鄱阳湖水生植物对重金属铜、铅、锌的富集作用研究[J]. 九江学院学报(自然科学版),2010,25(4):5-8.
- [9] 黄国勤. 江西省生态安全面临的问题和生态建设对策[J]. 安全与环境学报,2006,6(2):67-74.
- [10] 简敏非,宋玉斌,倪才英,等. 鄱阳湖湿地水生生物重金属污染的特性分析[J]. 江西师范大学学报(自然科学版),2006,30(5):504-508.
- [11] 张杰,陈熙,刘倩纯,等. 鄱阳湖主要入湖口重金属的分布及潜在风险评价[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(1):95-100.
- [12] 弓晓峰,陈春丽,周文斌,等. 鄱阳湖底泥中重金属污染现状评价[J]. 环境科学,2006,27(4):732-736.
- [13] 黄益宗,胡莹,刘云霞. Cr 和 As 复合污染对水稻幼苗吸收积累 Fe, P, As 和 Cr 的影响[J]. 中国科学(生命科学),2010,40(2):175-182.
- [14] 鄱阳湖研究编委会. 鄱阳湖研究[M]. 上海:上海科学技术出版社,1988.
- [15] Azcue D J M. Manual of aquatic sediment sampling[M]. Boca Raton: Lewis Publications,1995.
- [16] 赵芳. 白洋淀大型水生植物资源调查及对富营养化的影响[J]. 环境科学,1995 16(增刊):21-23.
- [17] 鲜鸣,陈海东,邹慧仙,等. 淡水水生植物化感作用研究进展[J]. 生态学杂志,2005,24(6):664-669.
- [18] 刘倩纯,胡维,葛刚,等. 鄱阳湖枯水期水体营养浓度及重金属含量分布研究[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(10):1230-1234.
- [19] 简敏非,游海,弓晓峰,等. 鄱阳湖典型区域重金属污染的水生植物检测与评价[J]. 土壤通报,2007,38(2):299-333.
- [20] 陈书琴,许秋瑾,李法松,等. 环境因素对湖泊高等水生植物生长及分布的影响[J]. 生态学杂志,2008,25(2):11-15.
- [21] 简敏非,鲁顺保,朱笃. 鄱阳湖典型湿地表土沉积物中重金属污染的分布特征[J]. 土壤通报,2010,41(4):981-984.
- [22] 简敏非,弓晓峰,游海,等. 鄱阳湖水土环境及其水生维管束植物重金属污染[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(6):589-593.

## Analysis on Annual Change in Aquatic Macrophytes and Heavy Metals Pollution of Nanji Poyang Lake

WANG Xiao-ling<sup>1,2</sup>, GAO Zhu<sup>1,2</sup>, YU Fa-xin<sup>1</sup>, LI Yan-qiang<sup>1</sup>, LIU Teng-yun<sup>1</sup>

(1. Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Sciences, Jiangxi Engineering Research Center of Eco-Remediation of Heavy Metal Pollution, Nanchang, Jiangxi 330096; 2. Jiangxi Key Laboratory of Poyang Lake, Nanchang, Jiangxi 330096)

**Abstract:** Fixed-point observation method was used to observe the four butterfly lakes of Nanji Poyang Lake for one year in order to reveal the annual changes of aquatic plants. Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) were used to determinate the contents of heavy metals (Cu, Zn and Pb) in water, sediment and aquatic plants. The results showed that there were 12 species which belong to 11 genera of 8 families in four butterfly lakes. *Nymphoides peltatum*, *Hydrilla verticillata*, *Najas marina* and *Vallisneria natans* were their dominant plants. The water depth and transparency increased first and then decreased in one year. The maximum water depth and transparency were 269.4 cm and 170 cm respectively in July. Aquatic plants biomass was increasing from January to September. 11 250.0 g/m<sup>2</sup> was the maximum biomass. The average height and density of dominant *Hydrilla verticillata* was 104.7—124.5 cm and 875—2 200 root/m<sup>2</sup> respectively in September. The content of Cu, Zn and Pb in water of butterfly lakes met with the environmental quality standard for grade I surface water, but the content of Zn and Pb were higher than the water quality standard for fisheries. At the same time, the contents of the analyzed heavy metals in sediment of butterfly lakes were all higher than their background values, indicating an accumulation trend. The order of increased speed in sediment was Cu>Zn>Pb. The results further revealed that the eco-toxicological effect of Cu, Zn and Pb had caused obvious hazard on benthic organisms. *Hydrilla verticillata* had the most enrichment of Cu and followed by Pb.

**Keywords:** Poyang lake; aquatic plants; annual change; heavy metals pollution