

文章编号:1004-8227(2006)05-0608-06

# 长江淡水潮汐湿地植物特性和植物群落演替研究 ——以镇江北固山湿地为例

朱伟<sup>1,2</sup>,李国卿<sup>1</sup>,赵联芳<sup>1</sup>

(1. 河海大学环境科学与工程学院,江苏 南京 210098;2. 水文水资源与水利工程国家重点实验室,江苏 南京 210098)

**摘要:**镇江北固山湿地属于长江近河口段淡水潮汐湿地,植物群落基本保持原生演替的前期状况。根据对该湿地的实地观测研究,描述了河滨湿地植物的生长特性;结合湿地的水文特征刻画了湿地高等水生植物在时间、空间和景观上的生态过程;综合河滨湿地植物的生长特性及湿地的水文特征探讨了镇江淡水潮汐湿地的演变趋势。对湿地面临的问题进行了讨论,从而为长江淡水潮汐湿地的生态修复和增加生物多样性及湿地保护提供参考。

**关键词:**淡水潮汐湿地;植物特性;植物优势种;演替  
**文献标识码:**A

长江流域的湿地大致划分为长江河口地区湿地和长江中下游地区河流、湖泊湿地及长江上游云贵高原湖泊群湿地3种类型。淡水潮汐湿地属河口地区湿地,在长江大通-江阴近河口段的江洲和江滩均有该类湿地分布(盐度 $<0.5\text{‰}$ );淡水潮汐湿地具有较高的初级生产力和较高的生物多样性,在营养物质积累和转化方面扮演极为重要的角色,同时,淡水潮汐湿地能够影响下游水质以及河流入海营养盐的数量和形态。因此,深入研究此类湿地的结构和功能,评价此类湿地的生态效应和环境效应具有重要意义<sup>[1-5]</sup>。

目前,国内淡水潮汐湿地的研究很少。由于淡水潮汐湿地受到长江径流和感潮双重影响,水文条件复杂,湿地生境严酷,湿地植物种类具有自身特点。湿地植物是湿地结构和功能的核心,本文针对在长江潮间区具有典型代表意义的镇江北固山淡水潮汐江滩湿地,开展了湿地植物群落及湿地水文特征的研究,讨论了同时作为淡水潮汐湿地及城市湿地的北固山湿地面临的生态问题,为长江淡水潮汐湿地的生态修复及湿地保护提供参考。

镇江市位于江苏省西南部,北纬 $31^{\circ}37' \sim 32^{\circ}19'$ ,东经 $118^{\circ}58' \sim 119^{\circ}58'$ 之间,距上游潮区界点大通约300 km,距下游河口江阴约100 km。镇江北固山湿地沿内江(长江汉道)南岸分布,位于北固山脚下,其外侧为内江,内侧靠近岸边的防洪大堤和滨江公路;属北亚热带季风气候,年平均气温 $15.5^{\circ}\text{C}$ ,多年平均降水量 $1\,027.0\text{ mm}$ ,日照时数 $2\,057.2\text{ h}$ ;四季分明,温暖湿润,热量丰富,雨量充沛,宜于植物的生长繁育。湿地在长江和镇江的位置见图1。

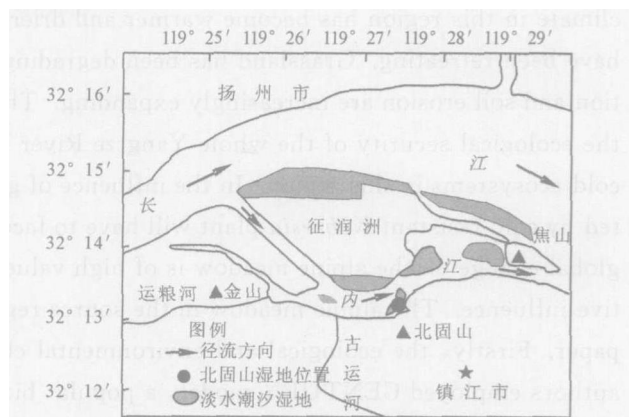


图1 镇江北固山湿地位置图

Fig.1 Location of Beigushan Wetland

## 1 镇江地域及淡水潮汐湿地概况

### 1.1 地理位置和气候

### 1.2 湿地土壤及湿地水文

北固山湿地土壤为淤泥质粘土,潜育化明显,土

收稿日期:2005-11-29;修回日期:2006-01-06

基金项目:国家“十五”重大科技专项“863”课题——镇江水环境质量改善与生态修复技术研究及示范(2003AA601100);江苏省自然科学基金重点项目(BK2006710)。

作者简介:朱伟(1962~),男,甘肃省平凉人,教授,博士生导师,主要从事城市水环境与水生态研究。E-mail: weizhu@jlonline.com

壤 pH 为 8.0~8.2,有机质含量 2.2%~3.9%,土壤全氮、全磷含量分别为 0.8%~1.2%和 0.09%~0.16%,有效钾含量为 18~50 mg/kg(采样深度 0~20 cm);该湿地地形起伏变化小,高程在 2.6~3.0 m 之间(黄海高程),2.6 m 以下为光滩或水体,2.6 m 以上出露面积约 33 hm<sup>2</sup>。湿地紧邻内江,受内江径流和潮汐的直接影响,图 2 为 2002 年湿地水位随时间的变化图。

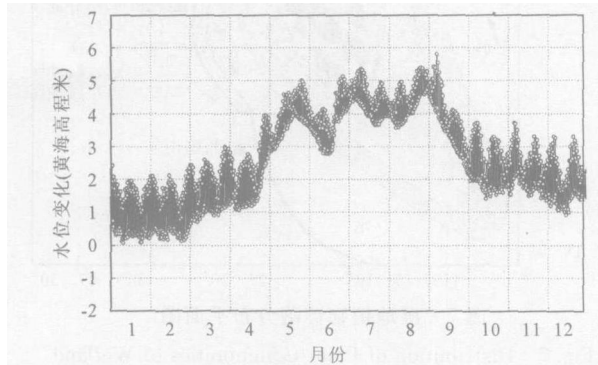


图 2 湿地水位变化图

Fig. 2 Water Level Changes of the Wetland

### 1.3 湿地植物

北固山湿地处于原生演替的早期阶段,湿地植物具有原生性,从 20 世纪 80 年代至今 20 多年时间,开始有高等植物生长大约有 15 年。淡水潮汐湿地存在非常丰富的种子库<sup>[6]</sup>,春季,植物种子在湿地萌发,有稗(*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.)、苍耳(*Xanthium sibiricum* Patr.)、狗尾草(*Setaria viridi* (L.) Beau.)、葎草(*Humulus scandens* (Lour.) Merr.)、铁苋菜(*Acalypha australis* L.) 等高等植物,随着水位上升汛期的到来,这些物种在 4 月中旬遭水淹而死亡;经现场调查,在湿地中能完成生命周期的植物仅有芦苇(*Phragmites communis* Trin.)、藨草(*Phalaris arundinacea* L.)、酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium* L.) 和菰(*Zizania caduciflora* (Turcz.) Hand.-Mazz) 4 个物种;春冬季在湿地的低洼处,偶见沉水植物菹草以及低等植物藻类、苔藓,且数量稀少。

## 2 研究方法

通过调查研究湿地的地势、水文情况以及高等植物的生长特征,测量湿地植物的盖度,统计植物生物量的四季变化,总结植物群落分布的规律,分析植物群落的演替过程和湿地演变过程。由于湿地中藨草和芦苇均是靠地下块茎繁殖的密集型克隆植物,

群丛密集,株数难以区分,因此,采用样线法对植物群落进行调查<sup>[7]</sup>,计算植物盖度和频度,在不同季节采用多个 1 m × 1 m 样方测量各种植物地上部分的生物量(干重,取多个样方植物生物量的平均值);利用盖度和生物量确定各种植物在湿地中的优势度。

在湿地核心区由西南向东北方向平行于湿地中的水道随机设置 6 条样线,记为 1、2、3、4、5、6;每条样线长度为 156 m,以 4 m 为一区段顺序编号得到 39 个区段。记录每一个区段中植物种数,测量每种植物被样线所截长度,计算盖度和频度。为测量湿地近水边和岸边的盖度,在湿地近水边和岸边随机各设 3 条样线,记为 A、B、C 和 D、E、F;每条样线长为 40 m,以 4 m 为一区段顺序编号得到 10 个区段,样线布置见图 7;测量每种植物被样线所截长度,计算盖度。

## 3 结果与分析

### 3.1 湿地植物群落分布特征

湿地植被调查测量的外业工作在 2004 年 1 月~2005 年 2 月完成;图 3 与图 4 分别为采用样线法测得的植物盖度与频度;图 5 为 2004 年湿地植物地上部分生物量随时间变化图。

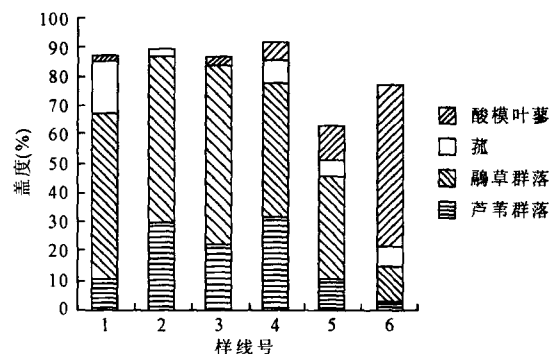


图 3 湿地核心区植物盖度分布

Fig. 3 Vegetation Coverage of Wetland Core Zone

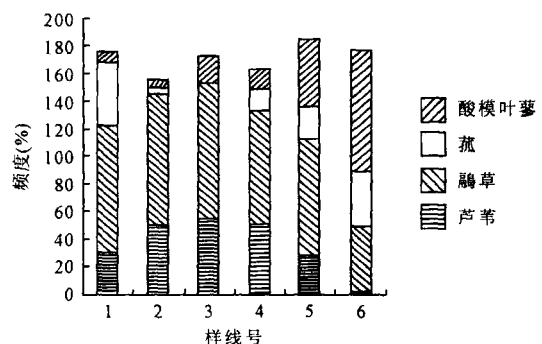


图 4 湿地核心区植物频度图

Fig. 4 Frequency of Plants in Wetland Core Zone

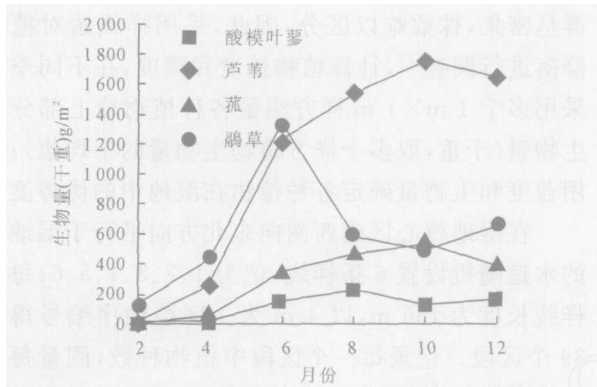


图 5 湿地植物生物量随时间变化图

Fig. 5 Vegetation Biomass Changes of Wetland with Time

由图 3 和图 5 可以看出,藨草和芦苇的盖度占 67%~80%,单位面积的生物量大,是湿地建种群。由图 4 可知,藨草在 1~5 样线区的频度大于 80%,说明藨草在该区分布较为均匀,呈集群型分布,芦苇的频度在 30%~55%,说明芦苇分布不均,成点丛状分布;湿地核心区菰和酸模叶蓼的平均盖度小于 20%,平均频度小于 35%,说明菰和酸模叶蓼呈随机分布;因此在核心区植物优势度的排序均为:藨草 > 芦苇 > 酸模叶蓼 > 菰,芦苇群落和藨草群落构成湿地的核心区,且藨草的分布密度大于芦苇。菰和酸模叶蓼分布在藨草群落和芦苇群落的交错带,核心区植物总盖度在 70%以上。

图 6 为近水区和岸边区植物盖度,总盖度 50%左右;岸边缓冲区植物由藨草、芦苇、酸模叶蓼、菰构成,以藨草为主,芦苇次之;在近水区无芦苇分布。

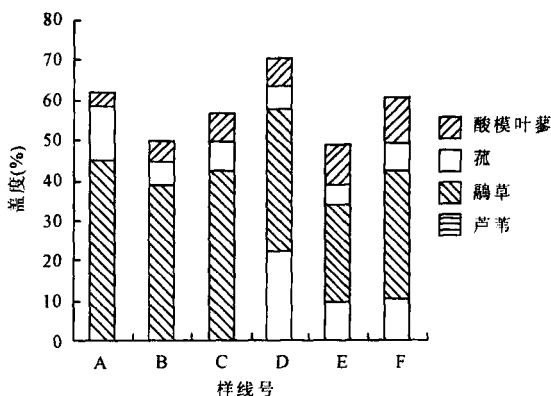


图 6 近水缓冲区和岸边缓冲区植物盖度图

Fig. 6 Vegetation Coverage of Near Water and Riparian Zone

根据图 3~6 和现场调查,绘出该湿地高等植物群落分布平面图,见图 7。

### 3.2 湿地植物群落的结构特征及时空演替

#### 3.2.1 湿地植物群落结构特征

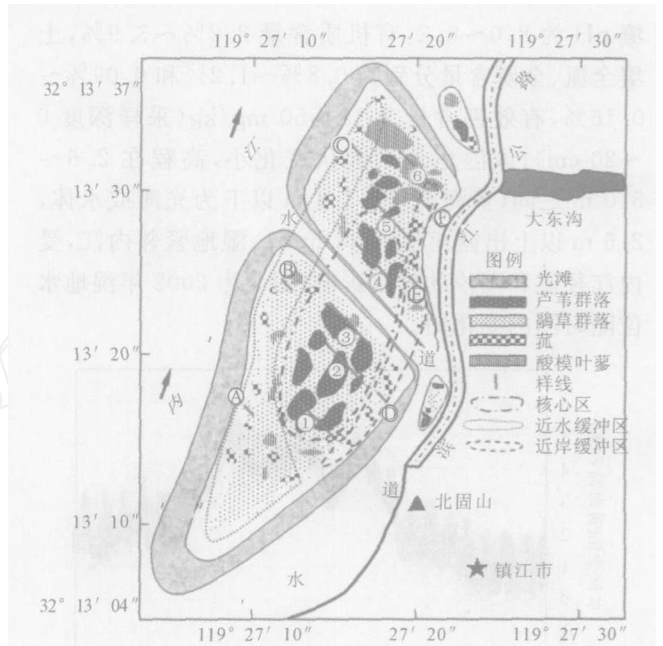


图 7 湿地植物群落分布平面图

Fig. 7 Distribution of Plant Communities of Wetland

湿地高等植物种类少,仅有 4 种植物,植物多样性低,并且物种组成单调,藨草和芦苇大多形成单种群落;只有在群落交错带才存在一些数量少分布窄的多种群落;菰和酸模叶蓼大多数是单株生长,并且大多生长于藨草群落、芦苇群落的交错带和藨草、芦苇未侵占地带,在局部区域形成群落。

藨草群落和芦苇群落为优势群落。湿地高等植物主要是禾本科的菰、藨草、芦苇和蓼科的酸模叶蓼,菰、藨草、芦苇生活型为多年生地下芽植物,其中藨草和芦苇是密集型克隆植物。植物群落中主要优势种为密集型克隆植物,其生存优势在于: 有性繁殖时种子可以随径流和涨落潮被扩散到非常广阔的水域,早期的裸地变成湿地是由这种过程促成的; 克隆植物的无性繁殖有利于小尺度生境中增长和种群内资源的合理分配和利用; 地下块茎有利于幼苗的定居和存活,对促进种群的快速增长、分布面积的扩大等都十分有利<sup>[8]</sup>; 密集型克隆植物生长密集,耐径流和潮汐冲刷,此外地下芽能耐淤积,在种子受泥沙淤积不能萌发的条件下,植物靠地下芽仍能繁殖。

形态变异的酸模叶蓼是湿地的特征植物。受潮汐和汛期洪水高水位胁迫,在此生境中的酸模叶蓼表现出环境饰变,个体大,生长高度 1.0~2.0 m(地表以上总长度 2.0~3.8 m),其茎秆中空,直径可达 4 cm,密度 0.52~0.82 g/cm<sup>3</sup>,(陆生和湿生密度为 0.85~0.94 g/cm<sup>3</sup>),悬浮于水中,花序一般不被淹

没,此种形态的酸模叶蓼在其它类型的生境中难以见到;在春季,酸模叶蓼在湿地 70%左右的区域萌发,幼苗密度在 1~10 株/m<sup>2</sup>,局部区域的幼苗密度高达 550 株/m<sup>2</sup>。

由于酸模叶蓼幼苗不耐淹,水文状况和在营养期的生长状况决定它在湿地的生存数量和分布;生长状况受到它与优势植物竞争的影响,因此,酸模叶蓼的数量在一定程度上反映了优势植物的扩张程度,以及径流和潮汐对植物的胁迫程度,其数量年际变化会很大;随着湿地泥沙淤积地势升高,酸模叶蓼受水文胁迫的程度将降低,其形态向陆生生态发展,茎变细,茎密度变大。其他群落为广布群落,如芦苇群落,在内陆和沿海均有分布,在本湿地中没有表现出形态变异。

### 3.2.2 湿地植物群落分布有序

可将湿地由近水边到岸边分为:光滩区、近水缓冲区、核心区和岸边缓冲区;根据 4 种植物沿近水缓冲区到岸边缓冲区的植物盖度,绘出样线 4 的剖面示意图见图 8。

核心区植物以藨草、芦苇为主,酸模叶蓼和菰有少量分布,植物总盖度在 80%以上;岸边缓冲区植物由藨草、芦苇、酸模叶蓼、菰构成;近水缓冲区植物以藨草、酸模叶蓼、菰构成,无芦苇,藨草占多数;由图 3、图 4 与图 6 比较可以看出,从近水缓冲区和岸边缓冲区到核心区,植物总盖度和频度有增加的态势。

近水缓冲区植物群落形成年份晚于核心区,大部分是近 5 年来湿地的新发育区,代表着核心区的早期植物状况,多数情况下,藨草首先侵占光滩形成新发育区,由此可推断湿地原生演替先锋植物主要是藨草,藨草附着后出现酸模叶蓼、菰和芦苇,从新发育区到缓冲区到核心区,展示了湿地的早期演替序列,新发育区代表了湿地的植物演替的开始和核心区的早期状况,核心区预示了新发育区的未来。

### 3.3 湿地水文与湿地植被的关系

淡水潮汐湿地最大的特点是其水文条件的特殊性,直接影响着湿地植物的分布、演替规律<sup>[9]</sup>。径流带来泥沙和营养物质,潮汐能促进泥沙和营养物质的分布,为植物生长创造生境。湿地平均高水位 +5.20 m,平均低水位 +0.08 m,历年最高水位 +6.69 m,历年最低水位 -0.66 m(2004 年以前),每日涨落潮两次,涨潮平均历时 3 h 25 min,落潮平均历时 9 h,最大潮差 2.32 m,最小潮差 0 m,平均潮差 0.96 m,在潮差之外,叠加长江水位在枯水期和汛期之间的变化,因此,湿地水位变化剧烈,年最大水位变化在 5 m 左右。湿地在 11 月~次年 4 月经历枯水期,在 5~10 月经历汛期。植物生长状态与水位关系见表 1。

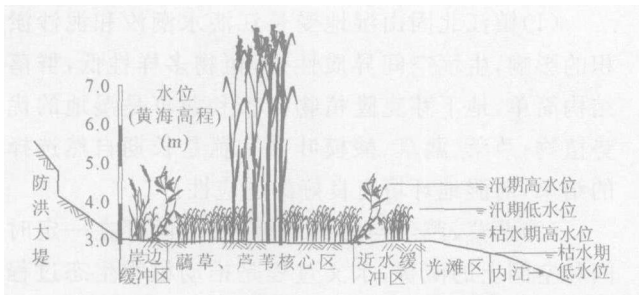


图 8 北固山湿地样线 4 剖面示意图

Fig. 8 Cross Section of the Wetland (Line 4th)

表 1 植物生长状况与水位高度关系表

Tab. 1 Relationship between Water Level and Plant Status

水文状态	水位高程 (m)	藨草生长状况/与水位关系	芦苇生长状况/与水位关系	菰生长状况/与水位关系	酸模叶蓼生长状况/与水位关系
枯水期 1~2 月	0~2.0	萌芽期/完全露出水面	衰败期	衰败期	衰败期
汛前期 3~4 月	1.5~3.0	营养期/大部分露出水面	萌芽期/露出水面	萌芽期/大部分露出水面	萌芽期/大部分露出水面
汛期 5~10 月	3.0~5.6	5~6 月果实期/果实期以后被淹没	营养期/露出水面	营养期~果实期/顶部露出水面	营养期~果实期/顶部露出水面
汛后枯水期 11~12 月	1.0~3.5	二次营养期/大部分露出水面	果实期~衰败期/露出水面	衰败期	衰败期

表 1 说明: 藨草萌芽期早,在汛期高水位来临前,即能完成开花结籽,汛期的高水位有利于藨草种子的传播,此外藨草有水退即长的特性,由图 5 可以看到其二次营养期生物量增加的现象; 芦苇生长

迅速,植株的 2/3 一直高于水位,很好适应水文环境; 酸模叶蓼和菰的营养期和花果期经历整个汛期,受水位胁迫明显,生存下来的酸模叶蓼出现形态变异。植物生长与水位关系示意图见图 8。

### 3.4 湿地植物景观上存在明显的季节演替

湿地植物除了从近水到岸边在空间表现出一定的演替规律,在时间上随着季节与水位的变化也显示一定的演替规律,表现为景观上的演替。在每年的 3~5 月呈现以藨草为主的藨草、芦苇景观;5~8 月藨草被淹没,湿地呈现以芦苇为主的芦苇、菰、酸模叶蓼景观;8~11 月呈现以芦苇为主的藨草、芦苇景观;11 月~次年 2 月呈现藨草景观;由于植物多样性差,虽有季相变化,但景观略显单调。

### 3.5 湿地和湿地植物群落演变趋势

由于生活型和生活力的不同,藨草、芦苇、酸模叶蓼、菰之间存在着竞争关系,它们争夺光照、空间、水分和营养元素,芦苇和藨草是密集型地下芽克隆植物,适应湿地水文条件,受湿地水文的限制小,在竞争中占明显优势,酸模叶蓼和菰处于劣势。

径流携带泥沙在湿地淤积和植被的促淤作用是湿地的建设力量,洪水和潮汐冲刷是湿地的破坏力量,泥沙淤积会产生适合植物生长的生境,而冲刷则会改变这种生境。内江淡水潮汐湿地在长江水文、泥沙淤积及植物系统反馈作用的影响下,由于湿地植物的生活力和耐受性不同,其演变趋势是:光滩藨草、菰、酸模叶蓼湿地(藨草为建种群) 藨草、芦苇、菰、酸模叶蓼湿地(藨草、芦苇为建种群) 芦苇、藨草禾草湿地(芦苇为建种群),其中藨草、菰、酸模叶蓼群落和藨草、芦苇、酸模叶蓼、菰群落为湿地演替过程中的过渡群落,以芦苇为建种群的芦苇、藨草群落为湿地水生演替系列的顶极群落,早期在长江主泓道岸边形成的湿地植物群落就是此类群落。

### 3.6 目前湿地植物生态过程面临的问题

内江湿地植物群落面临的问题主要有泥沙淤积问题和人对湿地的干预问题。

(1) 淤积问题。长江镇扬段在 19 世纪 30 年代以后的冲淤态势是主泓道北侧冲刷南侧淤积<sup>[9]</sup>,内江的淤积情况顺应这种态势,由于长江镇江段水中平均含沙量  $0.30 \text{ kg/m}^3$ ,根据估算,每年沉积在内江的泥沙量约  $14 \sim 29 \text{ 万 m}^3$ ,按照内江过水面积  $8.8 \text{ km}^2$  计算,内江地形整体平均上升  $1.6 \sim 3.3 \text{ cm}$ ,由于湿地植被具有促淤作用,湿地的地形上升速度要远大于这个数字;湿地随着泥沙的淤积会逐年升高,内江河槽也会随着泥沙的淤积变窄或变浅,泄水能力逐渐变弱,潮汐影响强度变小,汛期洪水出槽,漫散于两侧滩地,滩地加速淤积<sup>[10]</sup>;河槽消失,内江完全沼泽化。随着生境的陆地化,湿地植物群落将由水生演替过渡到中生、旱生演替,中生、陆生植物将

逐步取代水生植物,湿地地下水埋深会逐渐增大,最终成为陆地<sup>[11]</sup>。

(2) 人类对湿地的干预问题。人类对湿地的干预分负面干预和正面干预。负面干预有两个方面,一是直接干预,其中在湿地的围网捕鱼和对湿地的践踏最为主要,近岸缓冲区受此影响最大,植物平均盖度低于 60%,空白处占 30%以上;二是间接干预,内江濒临城市,受到点源和非点源污染,水质在不断恶化,目前内江水质大多时间是 Ⅲ 类、Ⅳ 类,随径流而来的固体废弃物也在湿地中堆积,这些都会对湿地生态系统造成破坏,导致湿地生态系统退化,也可能改变湿地植物群落的演替序列;正面干预在一定程度上能促进生态系统优化。

如何延缓内江湿地的过速淤积和控制湿地污染,保持淡水潮汐湿地的特色,体现人与湿地的和谐相处是一项长期的研究课题。

## 4 结论和认识

(1) 镇江北固山湿地受长江淡水潮汐和泥沙淤积的影响,生境空间异质性差,植物多样性低,群落结构简单,地下芽克隆植物芦苇和藨草是湿地的优势植物;芦苇、藨草、酸模叶蓼和菰是长期自然选择的结果,对湿地环境有良好的适应性。

(2) 藨草、芦苇与酸模叶蓼、菰之间在一定时间和空间上的演替;水文过程是推动植物生态过程的关键因子,在自然条件下,随着来沙的淤积和淡水潮汐作用,内江湿地将逐步演化为以芦苇为建种群的芦苇、藨草禾草湿地,趋向成陆;湿地的特征植物是由生境引起表型变异的酸模叶蓼,可作为湿地植物演替过程的指示性植物,其个体形态的变化能够反映水文对湿地植物的胁迫程度和植物群落演替阶段。

(3) 人对湿地的负面干预会影响湿地植物的生态过程,要加强对湿地的保护,在保护的前提下探索进行生态修复、增加湿地生物多样性的途径,使湿地植物生态系统处于优化状态。

(4) 淡水潮汐湿地是长江流域宝贵的资源,仅内江就有近  $200 \text{ hm}^2$ ,具有重要的科研价值,应加强对长江淡水潮汐湿地生态系统结构及其内在组分的演变、代谢机制的研究工作,为湿地保护和合理利用提供科学依据。

## 参考文献:

- [1] 吕新华,刘清. 长江流域的湿地资源及其恢复保护[J]. 地理和地理信息科学, 2003, 19(1): 70~73.
- [2] Andrew H B. Restoring complex vegetation in urban settings: the case of tidal freshwater marshes[J]. Urban Ecosystems, 2004, 7: 125~137.
- [3] Jennifer L M, J Patrick Megonigal, Markr Walbridge. Sediment nutrient accumulation and nutrient availability in tidal freshwater marshes[J]. Biogeochemistry, 2004, 69(2): 1~32.
- [4] Hsing-Juhlin, Kwang-Tsao Shao. Biotic communities of freshwater marshes and mangroves in relation to saltwater incursions: implications for wetland regulation[J]. Biodiversity and Conservation 2003, 12: 647~665.
- [5] 安树青主编, 湿地生态工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003. 23~30.
- [6] Andrew H B. The seed bank of a restored tidal freshwater marsh in Washington, D C[J]. Urban Ecosystems, 1999, 3(5): 5~20.
- [7] 宋明华, 陈玉福, 董鸣. 鄂尔多斯高原风蚀沙化梁地克隆植物的分布及其与物种多样性的关系[J]. 植物生态学报, 2002, 26(4): 396~402.
- [8] 唐承佳, 陆健健. 长江口九段沙植物群落研究[J]. 生态学报, 2003, 23(2): 400~403.
- [9] 王梅芳. 镇江水利志[Z]. 上海: 上海社科出版社, 1997. 5~52.
- [10] 马学慧, 牛焕光. 中国的沼泽[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 20~22.
- [11] Rexford D 著. 植物群落[M]. 陈庆诚译. 北京: 人民教育出版社, 1981. 113~183.

## CHARACTERISTICS OF PLANT COMMUNITY AND THEIR SUCCESSION IN TIDAL FRESHWATER WETLAND OF CHANGJIANG RIVER —A CASE STUDY IN BEIGUSHAN WETLAND OF ZHENJIANG CITY

ZHU Wei<sup>1,2</sup>, LI Guo-qing<sup>1</sup>, ZHAO Lian-fang<sup>1</sup>

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** Beigushan wetland is a newly formed tidal freshwater wetland which is not far to the Changjiang Estuary. The plant community in the wetland was in its prophase status of the primary successions. According to the survey on the Beigushan wetland, growing characteristics of the wetland plants were described. In combination with hydrological characters, the paper discussed the evolution rule for the dominance in this community in relation to the temporal, spatial and landscape changes and also to the trend of the wetland evolution. The problems existed in the wetland communities were also discussed, the conclusions may provide important information for the ecological restoration, and the protection of biodiversity and then wetland.

**Key words:** tidal freshwater wetland; vegetation characteristics; dominant species; succession