

洞庭湖湿地的外来入侵植物研究

侯志勇^{1,2}, 谢永宏^{1,2}, 陈心胜^{1,2}, 李旭^{1,2}, 李峰^{1,2}, 潘瑛^{1,2,3}, 邓正苗^{1,2,3}

(1.中国科学院亚热带农业生态研究所 亚热带农业生态过程重点实验室 湖南 长沙 410125;

2.中国科学院洞庭湖湿地生态系统观测研究站 湖南 岳阳 414005 3.中国科学院研究生院 北京 100049)

摘要 2007-2011 年间通过对洞庭湖湿地大面积实地踏察,对外来植物的种类、分布、来源、生活型、入侵生境、引入途径以及危害程度进行了统计分析。研究表明,该湿地有外来入侵植物 19 科 34 属 43 种,以菊科和苋科植物最常见,分别有 7 种和 6 种。危害较大的有美洲杨树(*Populus deltoides*)、意大利杨(*Populus euramevicana*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、野胡萝卜(*Daucus carota*)、积雪草(*Centella asiatica*)、凤眼莲(*Eichhornia crassipes*)、垂序商陆(*Phytolacca Americana*)、五叶地锦(*Phytolacca Americana*)和大藻(*Pistia stratiotes*)等。外来入侵植物以草本植物为主,占总数的 86%。入侵种主要分布于防洪大堤及路边,占总数的 62.8%。外来入侵种主要来源于美洲,占 55.8%。入侵途径主要是通过人类有意(48.8%)或无意引入(37.2%)。

关键词 洞庭湖湿地;生物入侵;入侵途径;外来入侵植物

中图分类号 S412 文献标识码 A 文章编号 1000-0275(2011)06-0744-04

Study on Invasive Plants in Dongting Lake Wetlands

HOU Zhi-yong^{1,2}, XIE Yong-hong^{1,2}, CHEN Xin-sheng^{1,2},
LI Xu^{1,2}, LI Feng^{1,2}, PAN Ying^{1,2,3}, DENG Zheng-miao^{1,2,3}

(1. Key Laboratory for Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture,

Chinese Academy of Sciences, Changsha, Hunan 410125, China; 2. Dongting Lake Station for Wetland

Ecosystem Observation and Research, Chinese Academy of Sciences, Yueyang, Hunan 414005;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract Based on the field survey during 2007-2011, the species composition, distribution, origin, life forms, invasive habitats, introduction paths, and damage extent of invasive plants in Dongting Lake wetlands were investigated. A total of 43 invasive species, belonging to 34 genera and 19 families, were recorded. *Compositae* and *Amaranthaceae* are the most common family, consisting of 7 and 6 species respectively. Harmful species included *Populus deltoides*, *Populus euramevicana*, *Alternanthera philoxeroides*, *Daucus carota*, *Centella asiatica*, *Eichhornia crassipes*, *Phytolacca Americana*, *Phytolacca Americana*, *Pistia stratiotes*. Among the invasive species, 86% were herbs, 62.8% were distributed in flood control bank or roadside and 55.8% were originated from America. These invasive plants were introduced by intentional (48.8%) or unconscious (37.2%) human activities.

Key words Dongting Lake wetlands; biological invasion; invasive paths; invasive plants

外来入侵植物是指在一个特定的生态系统中,不是本地自然发生和进化,而是通过不同的途径从其他地区传播或引入,在自然条件下可以完成生活史,并对当地的生物多样性造成威胁、影响或破坏的植物^[1]。外来入侵植物通过竞争、寄生、改变生境和传播疾病等方式对本地生物产生威胁,危及本地物种特别是珍稀濒危物种的生存,造成生物多样性的破坏,对本地生态系统的完整性造成威胁^[2-4]。湿地作为地球三大生态系统之一(湿地、森林和海洋),在维持生态环境、保护生物多样性等方面发挥着不可替代的作用。随着社会经济的发展 and 人类干扰的加剧,湿地生态系统受到严重破坏,导致外来物种入侵日趋严峻,且呈现入侵数量增多、频率加快、蔓延范围扩大、发生危害加剧、经济损失加重的趋势。近年来湿地生物多样性的衰减逐渐成为研究热点,但对湖泊湿地外来物种入侵的系统研究相对较少^[5]。

洞庭湖是我国第二大淡水湖泊,承担着行洪调蓄,生态

保育等重要功能,在湿地生物多样性保护中发挥了极其重要的作用。由于自然和人为等因素的综合影响,大量外来植物侵入洞庭湖湿地,对本土植物种类、湿地植物群落以及湿地生态服务功能均产生了一定的影响。生物入侵已成为洞庭湖湿地生物多样性下降、湿地生境退化的重要原因之一。然而,有关洞庭湖湿地生物入侵现状及其危害尚未见系统性报道。本文以近 5 年大面积实地踏查为基础,对洞庭湖湿地外来入侵植物的组成、分布、传入途径和危害生境进行了初步研究,以为洞庭湖湿地生态系统的合理利用、保护和恢复提供理论依据。

1 研究区概况

洞庭湖位于湖南省东北部,长江中游荆江段南岸,经纬度为 28°30'—29°31' N, 111°40'—113°10' E 之间,分为东洞庭湖、横岭湖、南洞庭湖和西洞庭湖,现有湿地面积约 1.52×

基金项目:中国科学院知识创新工程重要方向性项目(编号 KZCX2-YW-435);国家重大基础研究计划(编号 2009CB421103);国家自然科学基金项目(编号 31070325)。

作者简介:侯志勇(1982-),男,湖南安仁人,硕士,主要从事湿地生态研究;通讯作者:谢永宏(1973-),男,湖南永兴人,博士,研究员,博士生导师,主要从事湿地生态研究。

收稿日期 2011-08-16,修回日期 2011-09-19

10⁴ km²。洞庭湖为长江中游地区最为典型的通江湖泊,承担着调蓄长江和湖南“四水”(湘、资、沅、澧)的重要任务,素有“长江之肾”的美誉。洞庭湖区为冲积平原,平均海拔低于 40 m,面积 18780 km²,天然湖泊面积 2625 km²。湖区属亚热带季风性气候,春夏冷暖气流交替频繁,夏秋晴热少雨,秋寒偏旱。多年平均气温 16.5℃—17.0℃,1 月平均气温 3.8℃—4.7℃,7 月平均气温 29℃左右,年平均降水量 1250 mm—1450 mm,无霜期 260 d—280 d,年平均湿度 80%。洞庭湖湿地作为东北亚冬候鸟重要栖息地和湿地生态系统保护地,生物多样性极为丰富,目前已记录有高等植物 235 种^[6],鱼类 114 种,其他水生生物 68 种,鸟类 158 种^[7]。

2 研究方法

本研究于 2007—2011 年间每年 4—5 月和 11 月采用样带和随机样方(草本样方面积 1m×1m,乔木样方面积 20m×20m)相结合的方法,对洞庭湖湿地进行植被区系和群落调查。调查地点包括西洞庭湖、南洞庭湖、横岭湖和东洞庭湖,即整个洞庭湖。在每个调查区分不同水位梯度、不同植被类型、不同的季节进行调查。所有植物均采集标本,记录种类、数量、生境类型及其生存现状等,对外来植物除记录以上内容外,还根据其生物学特征、现有数量、蔓延面积等评估其对本地生态系统的危害程度^[8]。洞庭湖湿地外来入侵植物种筛选主要依据国家环境保护局公布的中国第一批、第二批外来入侵物种名录^[9]和李振宇、解焱提供的中国外来入侵种名单^[10],然后通过查阅《中国植物志》等文献确定其原产地。

3 结果与分析

3.1 组成和来源

洞庭湖湿地共有外来植物 43 种(表 1),约占该地区植物种类总数的 18.3%^[6],隶属于 19 科 34 属,其中菊科(Compositae)种类最多,有 7 种,占总入侵种的 16.2%;苋科(Amaranthaceae)次之,有 6 种,占总入侵种的 14%;玄参科(Scrophulariaceae)、禾本科(Gramineae)及蝶形花科(Papilionaceae)各 3 种;其余 20 种分别归属于大戟科(Euphorbiaceae)、十字花科(Cruciferae)、伞形科(Umbelliferae)、旋花科(Convulvulaceae)、雨久花科(Pontederiaceae)、藜科(Chenopodiaceae)等 14 科,为 1—2 种/科。调查发现菊科和苋科的外来入侵植物都具有非常强的繁殖能力和适应能力,他们所产生的种子量大个体小且菊科植物的种子具有特殊的冠毛,这些都有助于种子的传播和扩散,在很大程度上提高了后代的存活机率。最常见的外来植物有一年蓬(*Erigeron annuus*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、泽漆(*Euphorbia helioscopia*)、刺苋(*Amaranthus spinosus*)、皱果苋(*Amaranthus viridis*)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus*)、北美独行菜(*Lepidium virginicum*)、白车轴草(*Trifolium repens*)、野胡萝卜(*Daucus carota*)、积雪草(*Centella asiatica*)、凤眼莲(*Eichhornia crassipes*)、野燕麦(*Avena fatua*)、日本看麦娘(*Alopecurus japonicus*)、土荆芥(*Chenopodium ambrosioides*)、垂序商陆(*Phytolacca Americana*)、野老鹳草(*Geranium carolinianum*)、五叶地锦(*Parthenocissus quinquefolia*)、

大藻(*Pistia stratiotes*)、意大利杨(*Populus euramevicana*)、美洲黑杨(*Populus deltoides*)等 17 种,其中危害较大的有杨树、空心莲子草、野胡萝卜、积雪草、凤眼莲、垂序商陆、五叶地锦和大藻等,这些植物都有很强的有性或无性繁殖能力,能迅速产生大量的后代,且适用范围广。

在组成洞庭湖湿地外来植物的 19 个科中,以世界分布的科占优势,共计 9 科,占总科数的 47%,其次是热带、亚热带分布的科,共计 7 个,占总科数的 36.8%,温带分布的科只有 3 个。属的地理成分以热带分布为主,有 13 属,占 38%,其次是世界分布,10 属,占 29%,温带分布的有 9 属,占 26%,同时欧亚和南部非洲分布及东亚和北美洲间断分布属各 1 个。从原产地来看,起源于美洲的有 24 种,占 55.8%,起源于欧洲的 7 种,印度的 4 种,非洲的 2 种,日本的 2 种,伊朗和印度的共同起源 1 种,西亚、大洋洲、太平洋岛屿的各 1 种(表 1)。大部分外来入侵植物来自美洲,这可能与新大陆和旧大陆之间生物区系隔离时间较长有关:两大陆分离时间较长,致使两地间生物种类交流较少,缺乏相互依存、相互制约的生态关系^[11]。

3.2 分布

对生境的调查结果显示(表 1):有 27 种外来入侵植物分布于防洪大堤及路边,占总外来入侵植物种的 62.8%,洲滩草甸中分布的有杨树、野胡萝卜、裸柱菊、野老鹳草、日本看麦娘、婆婆纳、红瓜、薏苡等 15 种,分布于水体的外来入侵植物只有空心莲子草、凤眼莲、大藻 3 种。可见,相对洲滩草甸及水体等生境,堤岸等受人为干扰相对频繁的生境更容易被外来物种入侵。其次,外来入侵植物的分布可能和湖泊高程有关,堤岸高程相对较高,每年水淹时间较短,更有利于陆生植物生存。由此可见,外来入侵植物在洞庭湖湿地的入侵生境与人类干扰程度及湖泊高程密切相关。

3.3 生活型

洞庭湖湿地 43 种外来入侵植物中,草本植物有 37 种,占 86%;藤本植物 3 种,占 7%;乔木 2 种,占 4.7%;灌木 1 种,占 2.3%;且在这些入侵种中一或二年生植物有 29 种,占总入侵种的 67.4%,多年生植物 14 种,占总入侵种的 32.5%(表 1)。可见,洞庭湖湿地外来入侵植物以一或二年生草本植物为主,这类草本植物相对于其他生活型植物种子具有易于传播、适应性更强、生长周期短等特点。在传播过程中,除人为因素外,也需要依靠风力、水流等自然媒介来传播种子,相比之下,草本植物更易于借助于这些媒介传播种子。吴晓雯等^[12]认为外来入侵植物物种数的决定因子是气候特征及人类的活动强度。根据大陆漂移学说,北美和东亚是在被子植物形成后才分裂开的,隔离后物种分化变异不断形成的新植物对原大陆气候仍具有较强的适应能力,造成北美和东亚植物区系的间断分布非常广泛,而且北美和东亚的纬度相近^[13]。因此北美洲植物具有亚洲气候的适应能力,更容易入侵成功。

3.4 传入途径

外来物种入侵的主要方式有人为有意引入、人为无意引入和自然传入三种方式^[14]。在洞庭湖湿地 43 种外来入侵植物中,21 种属人为有意引入,占 48.8%,如空心莲子草、凤眼莲、大藻、白车轴草、黄花草木樨、南苜蓿等是作为牧草或饲料植

表 1 洞庭湖湿地外来植物物种名录、生活型、原产地及分布

序号	种名	科名	生活型	原产地	危害程度	分布
1	豚草 <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	菊科	一年生草本	北美洲	*	防洪堤旁
2	三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	菊科	一年生草本	热带美洲	*	防洪堤旁、杨树林下
3	加拿大一枝黄花 <i>Solidago canadensis</i>	菊科	多年生草本	北美洲	*	麻塘防洪堤
4	加拿大蓬 <i>Conyza canadensis</i>	菊科	一或二年生草本	北美洲	**	所有洲滩都有分布
5	一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	菊科	二年生草本	美洲	** *	所有洲滩都有分布
6	裸柱菊 <i>Soliva anthemifolia</i>	菊科	一或二年生草本	大洋洲	*	鹿角、中洲洲滩
7	水飞蓟 <i>Silybum marianum</i>	菊科	一或二年生草本	欧洲	**	防洪大堤和杨树林下
8	斑地锦 <i>Euphorbia maculata</i>	大戟科	一年生草本	北美	*	防洪大堤
9	飞扬草 <i>Euphorbia hirta</i>	大戟科	一年生草本	非洲	*	防洪大堤
10	泽漆 <i>Euphorbia helioscopia</i>	大戟科	一或二年生草本	热带美洲	** *	防洪大堤和芦苇群落
11	空心莲子草 <i>Alternantheraphiloxeroides</i>	苋科	多年生草本	南美洲	** *	沟渠水体及两侧堤岸
12	刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	苋科	多年生草本	热带美洲	**	防洪堤旁、河岸
13	皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i>	苋科	一年生草本	热带美洲	**	防洪堤旁
14	反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	苋科	一年生草本	热带美洲	**	防洪堤旁、河岸
15	凹头苋 <i>Amaranthus lividus</i>	苋科	一年生草本	美洲	*	防洪堤旁、河岸、杨树林
16	腋花苋 <i>Amaranthus roxburghianus</i>	苋科	一年生草本	印度	*	防洪堤旁
17	臭芥 <i>Coronopus didymus</i>	十字花科	一或二年生草本	南美洲	**	防洪堤旁
18	北美独行菜 <i>Lepidium virginicum</i>	十字花科	一或二年生草本	美洲	** *	防洪堤旁、洲滩矮堤
19	白车轴草 <i>Trifolium repens</i>	蝶形花科	多年生草本	欧洲	*	防洪堤上、洲滩矮堤
20	黄花草木犀 <i>Melilotus officinalis</i>	蝶形花科	一或二年生草本	印度	*	西半山洲滩矮堤
21	南苜蓿 <i>Medicago hispida</i>	蝶形花科	一年生草本	伊朗、印度	*	防洪堤、洲滩矮堤
22	野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	伞形科	二年生草本	欧洲	** *	大堤及洲滩
23	积雪草 <i>Centella asiatica</i>	伞形科	多年生草本	印度	** *	杨树林下
24	裂叶牵牛 <i>Pharbitis hederacea</i>	旋花科	一年生草本	美洲热带	*	青山垸、小西洲洲滩高处芦苇地
25	日本菟丝子 <i>Cuscuta japonica</i>	旋花科	一年生藤本	日本	*	澧湖杨树林
26	直立婆婆纳 <i>Veronica arvensis</i>	玄参科	一或二年生草本	欧洲	**	防洪大堤及芦苇地
27	阿拉伯婆婆纳 <i>Veronica persica</i>	玄参科	一或二年生草本	欧洲	**	防洪大堤
28	婆婆纳 <i>Veronica didyma</i>	玄参科	一或二年生草本	西亚	**	河边及芦苇地,
29	凤眼莲 <i>Eichhornia crassipes</i>	雨久花科	多年生草本	南美洲	** *	沟渠及航道
30	野燕麦 <i>Avena fatua</i>	禾本科	一年生草本	欧洲	** *	防洪大堤及矮堤
31	牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	禾本科	一年生草本	印度	**	道路旁
32	薏苡 <i>Coix lacrymajobi</i>	禾本科	多年生草本	太平洋岛屿	*	河边
33	日本看麦娘 <i>Alopecurus japonicus</i>	禾本科	一年生草本	日本	** *	所有洲滩
34	土荆芥 <i>Chenopodium ambrosioides</i>	藜科	一年生草本	热带美洲	**	防洪大堤、高处及河岸等地
35	红瓜 <i>Coccinia grandis</i>	葫芦科	一年生藤本	北美洲	** *	芦苇地
36	垂序商陆 <i>Phytolacca Americana</i>	商陆科	多年生草本	北美	** *	杨树林下及防洪大堤旁
37	野老鹳草 <i>Geranium carolinianum</i>	牻牛儿苗科	一或二年生草本	美洲	** *	防洪大堤两旁、芦苇地
38	马缨丹 <i>Lantana camara</i>	马鞭草科	多年生灌草	热带美洲	*	防洪大堤
39	五叶地锦 <i>Parthenocissus quinquefolia</i>	葡萄科	多年生藤本	北美洲	** *	防洪大堤及杨树林下
40	大藻 <i>Pistia stratiotes</i>	天南星科	多年生草本	南美洲	**	沟渠及航道
41	铜锤草 <i>Oxalis corymbosa</i>	酢浆草科	多年生草本	南非	*	防洪大堤上
42	意大利杨 <i>Populus euramevicana</i>	杨柳科	多年生乔木	意大利	** *	洲滩
43	美洲黑杨 <i>Populus deltoides</i>	杨柳科	多年生乔木	美洲	** *	洲滩

注: * 轻微危害; ** 中等危害; ** * 严重危害; 未标注 * 者表示暂无危害

物引入;马缨丹、五叶地锦、铜锤草、加拿大一枝黄花、裂叶牵牛、红瓜等作为观赏植物引入,积雪草和垂序商陆是作为药用植物引入,反枝苋等作为蔬菜引入,杨树(意大利杨和美洲黑杨)是作为当地主要经济用材引入。人为无意引入的有 16 种,占 37.2%,如刺苋和土荆芥可能是随粮食进口引入,飞扬草等可能是随苗木引种传入,三叶鬼针草、刺苋等是随进口农作物和蔬菜引入。自然传入的仅 6 种,占 14%,如一年蓬、加拿大蓬等是在周边国家或地区归化后,通过风力、水流、动物活动等自然因素传入。可见,洞庭湖湿地绝大部分外来植物都是人们有意或无意引入的,自然扩散的只占少数。因此,人类活动对外来植物的传播起到了举足轻重的作用。

4 讨论

洞庭湖湿地绝大部分外来植物都是人们有意或无意引入的,并且通过人类有意引入的外来入侵植物对当地湿地生态系统造成的损害最严重。外来入侵植物杨树具有喜湿、生长快、适应性强的特点,它在湖滩湿地大面积种植后很快就能成为绝对优势种群,导致原种植被群落迅速消亡,从而改变洲滩湿地原有植被群落格局。空心莲子草和凤眼莲等外来入侵植物其具有极强的生境适应能力,同时具备有性和无性两种繁殖能力,且繁殖速度极快^[5]。它们通过快速克隆繁殖产生庞大而密实的覆盖层,严重排挤了原生植物金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、苦草(*Vallisneria spiralis*)、水鳖(*Hydrocharis dubia*)、狐尾藻(*Myriophyllum verticillatum*)、轮叶黑藻(*Hydrilaverticillata*)、荇菜(*Nymphaoides peltatum*)、菹草(*Potamogeton crispus*)和篔簹眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)

等水生植物的生态位和生存空间,严重破坏了洞庭湖湿地生态系统的结构和功能,抑制原生水生植物的生长发育,导致湖泊湿地物种多样性出现较快的丧失。

外来入侵植物在洞庭湖湿地的扩张和危害与湿地生态环境的变化有着密切的联系。通过对不同年份冬季 TM 图像的研究发现,受泥沙淤积和近年来平均水位持续下降的影响,洞庭湖湿地面积发生了显著变化,表现为水体和泥滩地总面积不断减少,而湿地面积不断增加^[16]。自 1989 年至 2010 年洞庭湖湿地面积扩大了 19.3%,增加了 260 km²。随着湿地面积增加,湖泊水位持续下降,中、低位洲滩出露时间大幅增加,适合外来入侵植物存活的生境也相应增多,为杨树等外来入侵植物在洲滩湿地的快速扩张创造了条件。有调查数据表明:在 2004 年洞庭湖湿地洲滩杨树和杨树+荻混种的面积就达 398.3 km²,占总面积的 19.2%^[17],近年来随着洲滩出露时间的增加,洲滩种杨面积还在进一步增大。杨树的入侵,一方面通过群落优势种的替代破坏湿地原生种群,改变原生植被的结构、功能,打破特有、濒危物种所需的生境及系统结构。有调查研究表明,杨树入侵导致林下植被组成改变为藤本、一年生草本和耐荫性植物^[18],同时种植杨树后湿地鸟类群落结构发生改变,湿地鸟类物种数量减少,林鸟增多,鸟类密度和生物多样性指数下降^[19]。另一方面改变土壤结构和湿地水文状况,使土壤板结和酸化^[20]。由此可见,湖泊平均水位的持续下降及洲滩出露时间的增加促进了外来入侵植物在洲滩湿地的快速扩张,加剧了外来入侵植物对当地生态环境的破坏。

对洞庭湖湿地外来入侵植物采取有效防控是维护湿地生态安全的重要举措之一,也是一项长期而艰巨的任务。首先,要提高人们对外来入侵植物所造成危害的认识,开展行之有效的宣传教育,防止各种人为活动有意或无意引进外来植物;其次,加强洲滩湿地管理,尽快建立湿地恢复及湿地生态效益补偿制度,对已侵入的杨树幼苗移出洲滩,对已成林的杨树尽早采伐恢复洲滩原有植被;最后,对外来入侵植物及时发现、尽早处理、规范管理,建立外来入侵植物的防控科学体系和对当地生态环境影响的评估体系。

参考文献:

[1] 葛刚,李恩香,吴和平,等.鄱阳湖国家级自然保护区的外来入侵

植物调查[J].湖泊科学,2010,22(1):93-97.

- [2] 丁健清,王 韧.外来种对中国生物多样性的影响.中国生物多样性国情研究报告[M].北京:中国环境科学出版社,1998:58-61.
- [3] Bais H P, Vepachedu R, Gilroy S, et al. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions[J].Science, 2003(301):1377-1380.
- [4] Hierro J L, Callaway R M. Allelopathy and exotic plant invasion [J]. Plant and Soil, 2003(256): 29-39.
- [5] 路瑞,锁宋豫.秦云贵高原湖泊的生物入侵原因探讨[R].环境保护,2003(8):35-37.
- [6] 中国第一批外来入侵物种名单[R].国环发(2003)11号.
- [7] 李峰,侯志勇,陈心胜,等.洞庭湖湿地植被组成及区系成分分析[J].农业现代化研究,2010,31(3):347-351.
- [8] 秦新生,张荣京,陈红锋,等.海南岛石灰岩地区的外来植物[J].生态学杂志,2008,27(11):1861-1868.
- [9] 李婷婷,沈彦.洞庭湖湿地生物多样性及其保护的研究[J].国土与自然资源研究,2005(1):38-39.
- [10] 李振宇,解 焱.中国外来入侵种[M].北京:中国林业出版社,2002.
- [11] 郭勤峰.跨太平洋生物入侵研究展望[J].植物生态学报,2002,26(6):724-730.
- [12] 吴晓雯,罗 晶,陈家宽,等.中国外来入侵植物的分布格局及其与环境因子和人类活动的关系[J].植物生态学报,2006(30):576-584.
- [13] 徐海根,王健民,强 胜.《生物多样性公约》热点研究:外来物种入侵·生物安全·遗传资源[M].北京:科学出版社,2004:67-83.
- [14] 徐海根,强 胜,韩正敏,等.中国外来入侵物种的分布与传入路径分析[J].生物多样性,2004,12(6):626-638.
- [15] 谢永宏,于 丹.凤眼莲的繁殖对策、资源获取、生态影响及防治对策.见:徐汝梅,叶万辉主编.生物入侵的过程与机制[M].北京:科学出版社,2003:186-218.
- [16] 谢永宏,黄 群,王晓龙.中下游地区重要湖泊湿地保护.长江保护与发展报告 2011[M].武汉:长江出版社,2011.
- [17] 袁正科,李星照,田大伦,等.洞庭湖湿地景观破碎与生物多样性保护[J].中南林学院学报,2006,26(1):109-116.
- [18] 吴立勋,汤玉喜,吴 敏,等.洞庭湖滩地杨树抑螺防病林研究[J].湿地科学与管理,2006,2(4):14-19.
- [19] 邓学建,米小其,牛艳东,等.洞庭湖杨树林及原生湿地生态环境中鸟类的群落结构[J].农业现代化研究,2008,29(1):108-111.
- [20] 杨 刚,谢永宏,陈心胜,等.洞庭湖退田还湖后土壤颗粒组成和化学特性的变化[J].生态学报,2009,29(12):6392-6400.