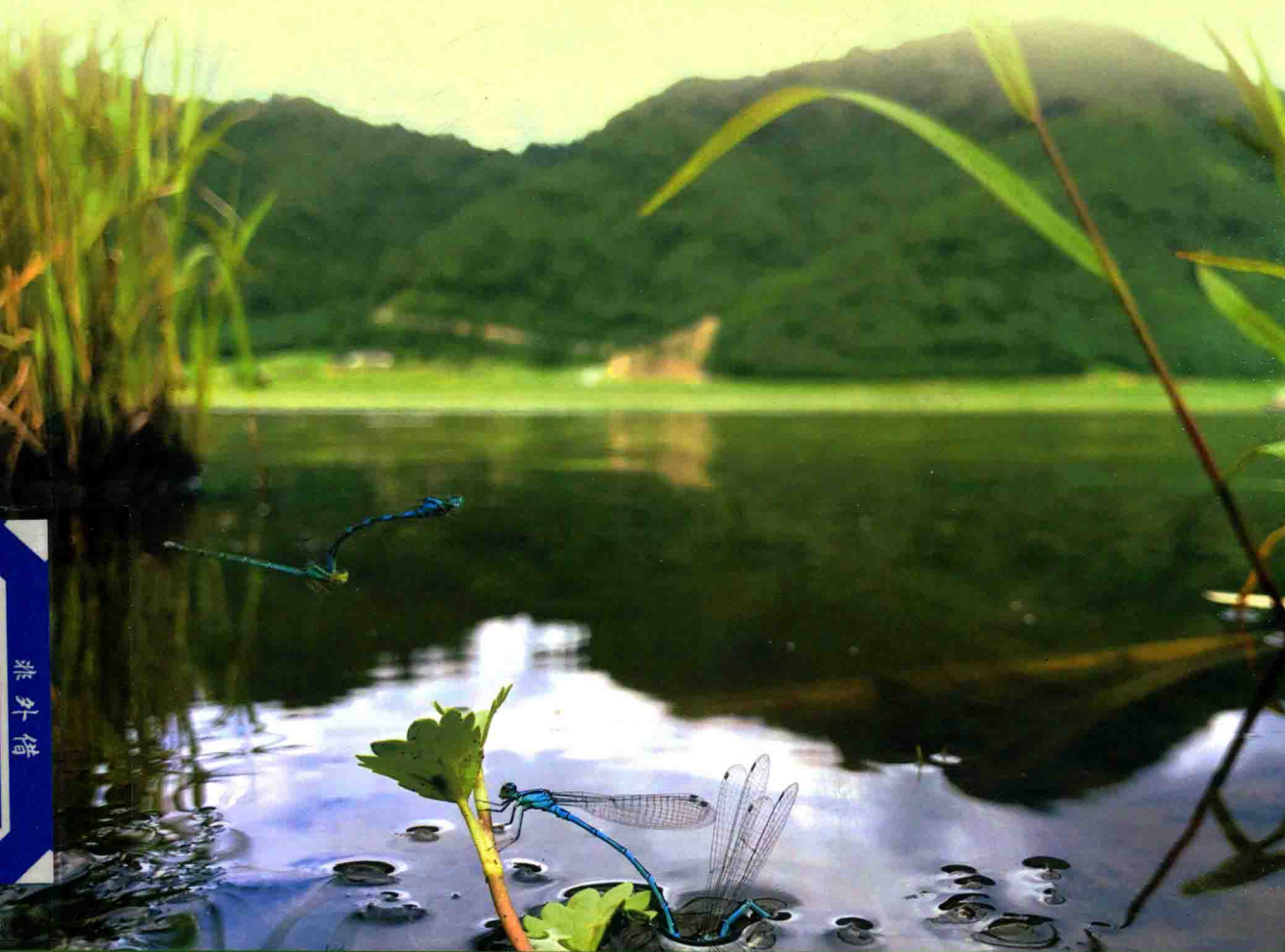


# 湿地昆虫

## WETLAND INSECTS

◎ 黄安平 魏美才 罗庆怀 编著



中国农业科学技术出版社

江西师范大学人才引进启动经费资助项目  
国家自然科学基金资助项目 ( No.31172142、31672344 )  
中南林业科技大学森林保护学湖南省“十二五”重点学科资助项目

# 湿地昆虫

## WETLAND INSECTS

◎ 黄安平 魏美才 罗庆怀 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 ( CIP ) 数据

湿地昆虫 / 黄安平, 魏美才, 罗庆怀编著. —北京: 中国农业科学技术出版社,  
2018. 10

ISBN 978-7-5116-3806-9

I. ①湿… II. ①黄… ②魏… ③罗… III. ①洞庭湖—沼泽化地—昆虫—介绍  
IV. ①Q968.226.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 168772 号

责任编辑 崔改泵 李 华

责任校对 贾海霞

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街12号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)  
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17.5

字 数 353千字

版 次 2018年10月第1版 2018年10月第1次印刷

定 价 82.00元

# 《湿地昆虫》

编著委员会

主 编 著：黄安平 魏美才 罗庆怀

副主编著：于海丽 牛耕耘 游兰韶 曾爱平

编著人员：童新旺 游兰舫 游 湄 徐永新

柏连阳 周志宏 苏 品 陈永年

刘玉娥 李夕英 李志文 毛薪源

王小平

## 内容简介

本书按照国际湿地公约（1971）和湖长制的要求探讨湿地昆虫及其治理。比较全面地介绍了国内外对湿地昆虫的研究概况，主要内容包括：湿地生态系统的主要生产者荻、芦及其伴生植物，荻、芦如何成为湿地的优势种及其在湿地的生态功能，湿地植被群落演替以及它们对湿地昆虫的分布和消长动态的影响，洞庭湖湿地昆虫种类和专一性害虫，湿地昆虫分布和六大动物地理分布区的关系，国内外湿地其他相关种类动物的研究概况，湿地植被和昆虫对水质的调控作用，国内外湿地生态系统功能修复治理的实例和经验，用分子数据分析方法研究湿地昆虫，湿地昆虫滞育的研究。

本书涉及湿地植物学、昆虫学、湿地生态学等研究领域，对湿地昆虫生态系统功能和湿地修复的研究工作具有较重要的指导意义，本书可供湖长和大专院校相关专业师生阅读，并可作为相关专业的硕士和博士研究生参考用书。

## 前 言

当前国内外在全球气候变化、环境、保护水资源、保护全球生物多样性（植被、动物等）方面做了大量工作，湿地昆虫的研究正处于鼎盛时期。虽然概括湿地昆虫的著作极少，但及时反映湿地昆虫的研究应该是一个有益的尝试。完整的湿地昆虫研究，必须掌握水科学（Hydrology）、植物生态学（Plant ecology）、昆虫形态学（Insect morphology）、昆虫分类学（Insect taxonomy）、昆虫生态学（Insect ecology）及昆虫生物地理学（Insect biogeography）[昆虫地理分布（Geographic distribution）]，最好还要掌握分子系统学（Molecular systematics）等知识，本书就是为这些读者设计安排的。早在1975—2013年（湖南）、1989—1993年（湖北）就有洞庭湖荻、芦害虫识别和治理的研究，并做了大量的工作，可惜的是出于经济考虑，不是从湿地和湿地生态学的视野来研究这一课题，研究范围局限于荻、芦害虫，并且未涉及湿地昆虫和洞庭湖湿地生态服务功能修复等内容。到21世纪初期，洞庭湖湿地生态专著出版（谢永宏等，2014）。鉴于洞庭湖是湖南省生态安全、粮食安全和水利安全的重要基地，并试图将洞庭湖湿地和周围城市打造成为全国重要的农业示范区，湖南大学出版社（2011—2014年）出版了10余本“洞庭湖生态经济区研究”丛书，其中赵运林等（2014）专业地从生态学角度，深入接触洞庭湖湿地生态的实质性问题，按“国际湿地公约”（1971）的内容和方法提出可行的治理方法。按“国际湿地公约”的要求继续按赵运林等的主题展开，撰写并完成本著作。

生产实际的需要和科学研究的发展，使湿地生态系统功能的研究已经提到日程上来，本书就是在这一时期产生的。它以生态学的观点，而不是单从形态学和生物学的角度审视评估洞庭湖的生态功能价值。从洞庭湖的治理历史体会到应采取比较现实的观点，实现“湿地生态系统服务功能修复”这一目标。

本书主要把荻、芦作为湿地生态系统的主要生产者详细研究；讨论湿地植被群落演替和植被群落演替对昆虫的影响；湿地植被对水质的控制及湿地昆虫调控湿地水质等；并用昆虫生态学的方法研究湿地昆虫；介绍洞庭湖湿地昆虫种类，主要昆虫生物学和湿地昆虫在六大动物地理分布区的地理分布，地理分布这一章适当加入国外研究湿地昆虫时如何修复湿地的内容；介绍国外完成的和洞庭湖湿地相同种类动物和昆虫的研究成果；报道国外将分子系统学应用于湿地昆虫研究，以提高我国湿地昆虫研究的水平；推荐江苏盐城沿海滩涂湿地修复、治理和利用的成果和经验。

当前国内外湿地昆虫的研究发展速度之快，发表论文数量之多，令人钦佩。据统计1993—2015年的国外湿地昆虫论文就有886篇（web of science, <http://isiknowledge.com>）。

本书反映现阶段的湿地昆虫研究成果。在撰写本书过程中承蒙以下专家鉴定标本，他们是 C. van Achterberg博士（荷兰皇家自然历史博物馆）、Valentine H. C.博士（Ohio州立大学，美国）、Christopher H. C.博士（英国自然历史博物馆）、方承莱研究员（中国科学院动物研究所），并得到陈绍鹄先生、李参教授、曾赞安博士、谢永宏博士、邱道寿研究员、周善义教授、赵运林教授和万传星教授等的支持，在此一并表示感谢。

本书力求反映这一学科的主要研究内容，并将多年来的研究工作渗入其中。因世界范围之广，湿地昆虫研究论文之多，资料分散，不易求全，要收集成册亦非易事。编著者选择权威可信的专家所做的研究，祈望能在我国湿地昆虫研究中起一点作用。作为初步尝试，限于对国内外研究的理解水平及科研经验的局限性，定有不少错误和遗漏，不当之处，请不吝指正。

编著者

2018年6月于长沙

# 目 录

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第一章 绪 论             | 1   |
| 第一节 洞庭湖的范围及其治理的紧迫性  | 1   |
| 第二节 生态系统服务功能        | 4   |
| 第三节 荻、芦和洞庭湖湿地的历史渊源  | 7   |
| 第二章 与湿地昆虫研究有关的生态学理论 | 10  |
| 第一节 种 群             | 10  |
| 第二节 群 落             | 55  |
| 第三节 生态系统            | 79  |
| 第三章 洞庭湖湿地荻、芦及其伴生植物  | 111 |
| 第一节 研究湿地植物的意义       | 111 |
| 第二节 水资源和湿地保护        | 118 |
| 第三节 荻、芦和伴生植物        | 123 |
| 第四节 湿地保存和生态系统服务功能修复 | 137 |
| 第四章 湿地昆虫分布及其区系分析    | 142 |
| 第一节 湿地昆虫分布          | 142 |
| 第二节 湿地昆虫分布的区系分析     | 185 |
| 第五章 洞庭湖湿地昆虫         | 189 |
| 第一节 湿地昆虫            | 190 |
| 第二节 湿地天敌昆虫          | 201 |

第三节 小 结 .....242

第四节 湿地昆虫资源管理 .....243

附录1 蜜蜂和湿地，湿地植被花期物候现象 .....248

附录2 湿地昆虫的滞育，分子系统学和湿地昆虫 .....254

附录3 湿地昆虫研究和国际湿地公约（1971） .....257

参考文献 .....259

# 第一章 绪 论

## 第一节 洞庭湖的范围及其治理的紧迫性

### 一、洞庭湖范围

6亿年前，湖南和湖北的南部均为大海，因地壳变化成褶皱带，形成雪峰山脉，经过1亿多年地壳运动，山脉东段陷落，成原始洞庭湖盆地。当前，洞庭湖是湖南省最大的湖泊，也是我国第二大淡水湖。区域北起长江流域中游湖北荆江河南岸，南至湘阴、益阳和沅江丘岗地界，东及岳阳和汨罗湘江东岸，西临澧县、桃源和汉寿西部丘岗岸边，海拔高度一般在25~50m，洞庭湖地区总面积为18 780km<sup>2</sup>，其中湖南省面积为15 200km<sup>2</sup>，占总面积的80.9%，湖北省面积为3 580km<sup>2</sup>，占总面积的19.1%（湖南省林业厅，2011；李跃龙等，2014），亦有说洞庭湖区水系指四水水系以北，总面积31 768km<sup>2</sup>，地跨湘、鄂、赣3省（钟声等，2014）（图1.1、图1.2）。

### 二、洞庭湖治理的紧迫性

湿地是地球的肾脏。洞庭湖是我国第二大淡水湖，是目前长江出三峡进入中下游平原后的第一个吞吐性通江湖泊。不仅具有维系长江中下游防洪安全的功能，也是多种昆虫的栖息地。多年来长江上游和四水流域森林植被破坏严重，造成严重水土流失，中下游泥沙淤积，河床湖底抬高，植被破坏，导致植被涵养水土功能丧失。人为开发利用湖泊江滩，抢占河道，阻洪碍洪，围湖垦殖，降低了湖泊天然调蓄功能，生态环境破坏（李跃龙等，2014）。近年来由于人类不合理的开发利用（围垦）和大范围的人为水利工程（三峡水库）等因素的影响致使湿地面积不断萎

缩，湿地生态环境恶化，生物多样性遭受破坏（谢永宏，2014）。为挽救洞庭湖湿地，了解湿地昆虫的种类和分布，保护野生自然资源（如荻和芦苇）是保护湿地及湿地植被的一项基础工作。

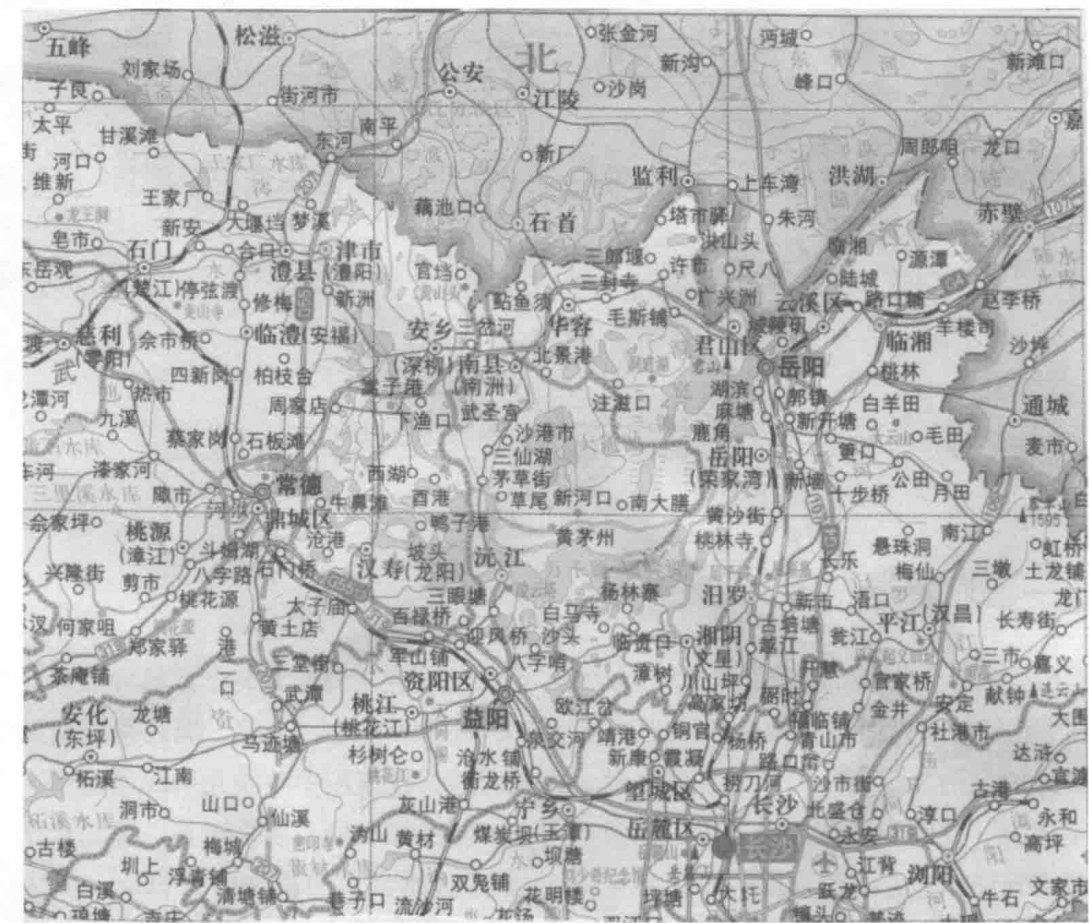


图1.1 洞庭湖（包括湖南和湖北两省）

（仿谢永宏等，2014）

### 三、洞庭湖湿地

自2011年至今，湖南省出版了12本关于洞庭湖的著作，其中5本讨论洞庭湖湿地，除赵运林等（2014）、谢永宏等（2014）外都没有提到湿地的定义是什么，洞庭湖为什么属于湿地。这是一个很重要的问题。湿地是指天然或人工和永久或暂时的沼泽地、泥炭地和水域地带，以及带有静止或流动的淡水、半咸水和咸水水体，包括低潮时水深不超过6m的海域。湿地既是重要的自然资源，也是人类经济社会可持续发展的战略资源，它同森林和海洋一道被称为地球三大生态系统，具有保持水

源、净化水质、调洪蓄水、储碳固碳、调节气候和保持生物多样性等多种不可替代的综合服务功能，并为人类社会提供多种资源和产品（中华人民共和国国际湿地履约办公室，2013）。过去20多年来因不清楚湿地定义，没有掌握湿地生态服务功能这一重要概念，出于经济利益的考虑（造纸），只重视荻群落 [Form. *Miscanthus sacchariflours* (Maxim) Benth. et Hook. f.] 和芦苇群落 [Form. *Phragmites australis*] 昆虫的治理研究，片面使用和掠夺荻、芦资源，影响湿地的保存和稳定，洞庭湖产生的许多问题都直接或间接和荻、芦有关联。如片面追求荻、芦产量，滥用农药化肥，破坏湿地生态系统功能等。

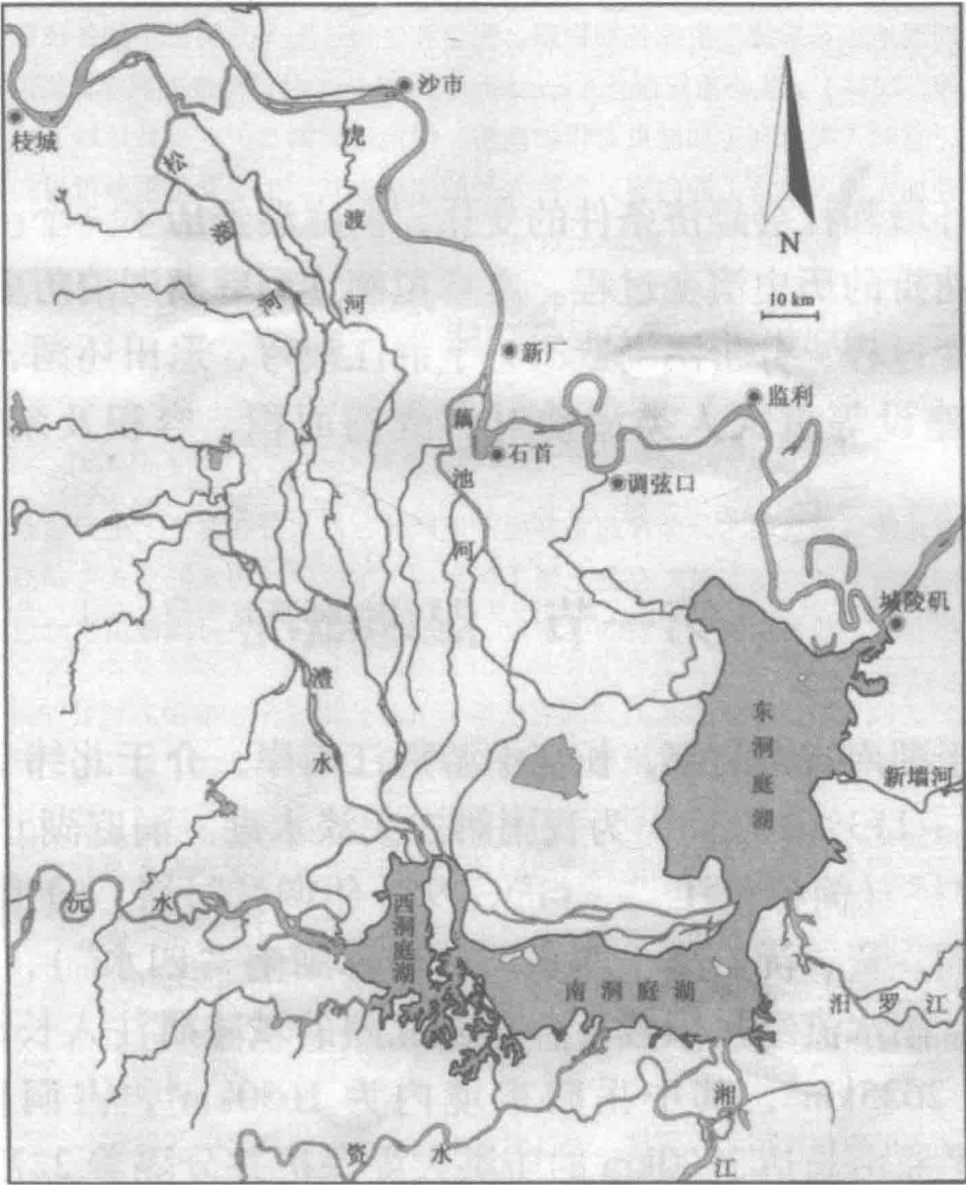


图1.2 洞庭湖，示水系（包括湖南和湖北两省）  
(仿谢永宏等，2014)

## 第二节 生态系统服务功能

当前,已经找到对策。赵运林、董萌(2014)按国际湿地公约(1971)要求,提出了湿地生态系统服务功能的概念,并建议应用到洞庭湖修复实践中。

### 一、基本概念

湿地生态系统服务是湿地生态系统所提供的能够满足人类生活需要的条件和过程,即湿地生态系统发生的各种物理、化学和生物过程为人类提供的各项服务(赵运林等,2014)。生态系统服务(ecosystem services)是自然生态系统提供的资源和过程,它对人类有利(如昆虫对作物授粉、湿地过滤湖水),支持地球上的生命,提供并加入许多经济上的内容,支持人类的生活方式。生态系统服务可以起到管理环境的作用,即环境管理(Wratten et al, 2013)。

### 二、湿地和荻、芦的服务功能

#### (一) 调节径流,控制洪水

湿地能将过量的水分储存起来并缓慢地释放,使水分在时空上进行重新分配。过量的水分,如洪水,被贮存在土壤(泥炭地)中或以地表水的形式(湖泊和沼泽等)保存着,故可以减少下游的洪水量。湿地植被如荻、芦可减慢洪水流速,进一步减少洪水的危害。

#### (二) 滞留与降解污染物,净化水质

湿地有“地球之肾脏”之称,是因其具有减少环境污染的作用。当水体流经湿地时因水生植物的阻挡作用,缓慢的水体有利于颗粒物的沉积,许多污染物质吸附在沉积物表面,随同沉积物而积累起来,从而有助于污染物储存和转化。一些湿地的水生植物如挺水植物,所富集的重金属浓度比周围水体高出10万倍以上。荻和芦苇等已成功地被用来处理污水,其中荻和芦苇对水体中污染物质的吸收、代谢、分解、积累和减轻水体富营养化等具有显著效果,尤其对酚、有机氯、磷酸盐和重金属盐类悬浮物等的净化作用尤为明显。通过测定太湖湿地中的芦苇根茎发现,“六六六”和“DDT”含量为水体含量的125倍和2 933倍;另有学者研究表明,在镉含量为3mmol/L的污水中,芦苇幼苗没有表现出明显受害症状,故芦苇对处理镉含量较高的

工业污水具有很大应用价值。在人工芦苇湿地中,芦苇对BOD、COD、TN和TP平均去除率分别为85.72%、76.36%、49.34%和29.39%。在芦苇根孔净化污水的研究中发现,污水经过土层一定时间处理后,得到净化,其中对TP的净化能力最大,达到85.8%~92.4%,TN为41.3%~43.5%,COD为29.8%~54.1%。以上结果表明,荻、芦苇湿地系统对净化湖泊和水库的水质具有非常重要的作用(赵运林等,2014)。

### (三) 调节气候,改善大气质量

芦苇是湿地主要的植物资源,素有“第二森林”之美称。芦苇根系从土壤吸收大量水分后,大部分通过茎叶的气孔以水汽的形态逸入大气中。其蒸腾系数为637~862,即生产1t芦苇要蒸腾70t左右的水分。这一生物调节作用能有效地净化空气,芦苇不但能够湿润空气,而且能够通过光合作用吸收空气中大量的CO<sub>2</sub>(赵运林等,2014)。

### (四) 固碳服务效应

全球气候持续保持变暖,CO<sub>2</sub>起了一定的作用,它导致了温室效应,影响全球气候变化。湿地对全球范围的碳循环有着显著的影响。湿地丰富的泥炭储存,可以作为潜在CO<sub>2</sub>的一个重要的“汇”。湿地经过排水后,改变了土壤的物理性状,地温升高,通气性得到改善,植物残体分解速率提高,有机残体分解过程中产生大量的CO<sub>2</sub>气体排放至大气,湿地有可能表现为碳的“源”。湿地固定碳的量包括土壤的贮存碳与植物的固定碳两个方面(赵运林等,2014)。

进一步说,湿地是陆地生态系统重要的碳库,湿地生态系统的碳贮量变化在全球陆地生态系统碳循环和全球气候变化中具有非常重要的作用。湿地经人为干扰后,碳的分解速率非常快,以至于几千年储存的碳在短短几年内释放到大气中,成为温室气体的源,大大加快了全球气候变暖的过程。因此,保护好湿地和保证湿地吸存碳的潜力尤为重要,必须制定保护湿地的相关措施(赵运林等,2014)。因为湿地作为温室气体的储存库,保护和恢复湿地可以减少温室气体的排放,增加湿地对温室气体的吸收和储存,有利于减缓气候变化的影响。最近又有研究证实以上说法,Ruffing等(2016)的研究给出了沿怀俄明州东南部山区源头河流的6个研究河段的河岸走廊的部分碳预算,以评估历史上人为干扰(大范围砍伐树木)对当代碳储存的影响。研究提出碳预算(贮存量)以生物总量表示,生物总量的详细测定是测定激流的碳的组成,包括微细和粗糙的有机物和河边的森林,也测定河流岸边地区生物总量,包括活或死的量,再生针叶树、灌木、草本植被、倒下的树木、地面的树叶和落叶层(部分腐烂树叶)。结果表明河岸地区碳储存是河流的2倍,虽然在干扰条件下,河岸地区和河流的总体碳储量相似,但是在非人为干扰的系统中,储

存在河流中大树木和河流平原上倒下的树木中的碳量相对人为干扰地区明显要高一些，这些研究表明，人为干扰确实影响了该地的碳储存。所以湿地碳储存可以作为湿地人为干扰的一个定性指标。

### 三、湿地生态系统服务功能修复

本书从湿地生态系统服务功能修复（restoration of ecosystem services effect in wetland）的角度，配合长江生态经济发展带，提出在当前现状和实际情况下能够优先完成的或已完成但需坚持的是生态系统服务功能修复工作，具体如下。

#### （一）退田还湖

退田还湖最主要和直接的生态效益就是增加了湿地面积。退田还湖大大减少了人们生产和生活对湿地的影响和干扰，使圩内水草、荻、芦和鱼类等湿地生物资源得以逐渐恢复，将扩大和恢复鱼类索饵和繁殖（产卵）的场所，扩大鸟类栖息地和增加候鸟的食物源。

#### （二）地方湿地立法

湿地的生态系统服务功能：供给水源调节径流、净化水质、维持生物多样性、调节气候、区域生态安全（赵运林等，2014）。以上生态服务功能都要通过湿地水资源实现，所以省、市和县要给湿地立法。

#### （三）国家政策

2017年，中共中央办公厅、国务院办公厅发布《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》，并初步获得成效。

### 四、洞庭湖湿地生态系统服务功能修复和昆虫的关系

2011—2015年出版的12本“洞庭湖生态经济区研究”丛书中，有2本明确湿地生态功能修复（Restoration）的观点（赵运林等，2014；钟声等，2014）。鉴于当前洞庭湖不如人意的状况及已有基础，生态系统功能修复是符合当前的实际情况，也是能够做到的。

#### （一）问题的提出

尽管生态系统服务功能和湿地功能是两个概念，但早有提出恢复湿地及其生物多样性（国际湿地公约履约办公室，2013）、保护湖区湿地功能（李跃龙等，

2014)、环境修复(钟声等,2014)、修复湿地(Batzer & Wissinger, 1996)、生态修复(Brady, 2002)。赵运林等(2014)把此观点详加论述,专著内提到作为消费者的昆虫,论述进一步指出生物多样性原理,要求不仅保护物种多样性,更重要的是恢复与保护遗传多样性和景观多样性。

## (二) 洞庭湖湿地昆虫为什么要参加湿地生态系统服务功能修复

要保护好湿地生态系统生产者——湿地植被,就必须治理湿地消费者——昆虫。当前洞庭湖已知湿地植物265种,昆虫200多种,以下章节将分别详细介绍植物和昆虫的各项研究内容,昆虫作为湿地生态系统的—一个重要成员可以给予具体措施,配合湿地生态系统功能修复。

## 第三节 荻、芦和洞庭湖湿地的历史渊源

湿地生态系统功能修复离不开荻、芦,此外,本书为讨论洞庭湖湿地昆虫的专著就必须详细研究介绍湿地优势物种即生态系统的生产者——荻、芦。

### 一、历史

东晋永和年间(345—346年),由于荆江大堤的兴筑,促使荆江的河床逐渐发育。其后,在洞庭湖湖南面出现青草湖,西面出现赤沙湖,但三湖还不相连,估计面积在2 500km<sup>2</sup>以内。到唐宋时代,洞庭、青草和赤沙三湖连成一片,成为统一的洞庭湖,湖南3 500km<sup>2</sup>左右(陈心胜和谢永宏,2014)。历史过程中同时生长了荻、芦和苔草等湿地水生植被,经几百年的湿地植被群落演替,以上3种植物并未淘汰。经2004—2005年调查,植被格局演变情况如下。

洞庭湖各湿地植物群落分布面积差异显著。洞庭湖湿地中以荻群落的分布面积最大,高达9.05万hm<sup>2</sup>,其次为苔草群落,面积为2.60万hm<sup>2</sup>,再次为杨树,面积达1.94万hm<sup>2</sup>,此外,主要湿地植物群落多样性指数群落间存在明显的差异。多样性以狗牙根群落最高(0.76),其次为芦苇+杨树群落(0.53)、水芹群落(0.57)、野胡萝卜群落(0.53)和荻群落(0.53)。整体看来,洞庭湖湿地各植物群落的多样性水平不是很高,调查研究发现,随着距湖边距离的增加,荻群落多样性指数呈明显增加趋势,而苔草群落则呈现先增加后降低的变化趋势,这是物种特性及湿地水条件长期共同作用的结果(李峰等,2014)。

## 二、荻、芦特性

数百年来，历次湿地植被群落演替，荻、芦成长为面积最大的优势湿地物种有形态上的适应和生理上的原因。

### （一）形态学

（1）叶是绿色植物重要的营养器官，它的主要生理功能是进行光合作用制造有机物，供植物生长、发育需要。因此叶的生长发育与荻和芦苇茎秆质量直接相关。

（2）荻叶片叶脉的维管束鞘由一层发达的薄壁细胞组成。鞘细胞内含很多大的叶绿体，鞘细胞周围的叶肉细胞排成“花环”形，为 $C_4$ 植物的结构。而芦苇的叶片维管束鞘由两层细胞组成，内层为厚壁细胞，外层为薄壁细胞。薄壁细胞内不含或很少含叶绿体，鞘周围的叶肉细胞排成“花环”形，为 $C_3$ 植物的结构。

（3）长江流域洲和滩荻苇，每逢夏、秋洪水季节，都有或长或短或深或浅的淹水情况，特别是淹水时间长，而且淹的水是浑水，植株中部和上部节位腋芽诱发5~20cm长、1~2cm粗的气生茎，其上生芽，芽又抽发为短的茎，结果形成丛生的短茎群，外形似鸡爪，取名为鸡爪茎。每条“鸡爪茎”可生芽长根，是一处繁殖体。这种茎和根的出现，是在湿地适应长江流域或洪水季节这种特殊的生态条件（环境）而形成的。“鸡爪茎”作为繁殖体，得到了比较好的效果。芦苇在淹水期间，新茎形成庞大的不定根系，在芦苇生活史中起着决定性的作用。芦苇质量，取决于淹水延缓的时间和水生不定根系的作用（谢成章等，1993）。

（4）荻和芦硅含量与几种禾本科植物籽实相比较，和水稻类似，硅的含量均较高，与荻和芦有一段时间生活在水湿地有关。硅分布于植物体中，有利于组织更加坚实，这是一种适应性。

（5）荻和芦根部所居土壤环境条件与大气条件相比，是比较稳定的，一般生理功能没什么大的变化，因此，荻和芦根的形态结构是比较稳定的（谢成章等，1993）。

### （二）生理学

（1）芦苇有一定的耐盐性。

（2）荻和芦植物体中的干物质中有10%~15%来自土壤肥料，85%~90%来自光合作用所合成的有机物质，这些物质除了用于构成植物体之外，还有许多是植物各种生理活动所需的营养物质。荻和芦苇在合成有机物质的过程中，便将光能转变成化学能贮藏在有机物中。

（3）叶片内叶绿素的含量与光合速率有关，它们呈正相关，但这种相关性，仅