

江苏南京长江新济洲国家湿地公园的 维管植物物种组成与群丛特征

王丹丹¹, 王艳梅¹, 王 丹¹, 谢智翔², 张 军³, 李全文³, 曹培培⁴, 陈 斌^{1*}

(1. 南京林业大学生态与环境学院, 南方现代林业协同创新中心, 江苏 南京 210037; 2. 南京市江宁区林业站, 江苏 南京 211100; 3. 南京长江新济洲国家湿地公园管理中心, 江苏 南京 211100; 4. 南京朴厚生态科技有限公司, 江苏 南京 210034)

摘要: 于2021年春季和夏季,在江苏南京长江新济洲国家湿地公园中,开展了野外植物调查,以了解维管植物的物种组成和群丛特征。采用样线和样方法,对该湿地公园的岛内河渠、岛内库塘、洪泛江滩、草本沼泽、森林沼泽、林地、草地和撂荒地中的植物开展调查,研究维管植物的物种组成和区系特征。研究结果表明,在该湿地公园中,记录了105科296属437种维管植物,其中有56种外来物种和8种受保护植物,禾本科(Gramineae)、菊科(Asteraceae)、莎草科(Cyperaceae)、豆科(Fabaceae)和蔷薇科(Rosaceae)的物种数量都≥20种,单种属占总属数的近四分之三;在437种维管植物中,有335种草本植物(占总物种数量的76.66%),有95种典型木本植物(占21.74%),还有5种木质藤本(占1.14%)和2种竹类植物(占0.46%);有水生植物48种(占10.98%),有湿生植物138种(占31.58%),有中生植物251种(占57.44%);在科的区系组成中,世界广布科(45科)占优势,有37科为热带分布科,有22科为温带分布科;在属的区系组成中,温带分布属(126属)占优势,热带分布属(110属)次之,有58属为世界广布属,中国特有属仅为银杏属(*Ginkgo*)和水杉属(*Metasequoia*);春季,有18种主要植物群丛,其中,救荒野豌豆(*Vicia sativa*)+芦苇(*Phragmites australis*)+薹草(*Carex* sp.)群丛的物种数量最多、分布最广,而风花菜(*Rorippa globosa*)+野老鹳草(*Geranium carolinianum*)群丛和野老鹳草+益母草(*Leonurus artemisia*)群丛的多样性指数值较大;夏季,有23种主要植物群丛,其中,稗草(*Echinochloa* sp.)+芦苇+狗尾草(*Setaria viridis*)群丛的物种数量最多,其和落羽杉(*Taxodium distichum*)林、狗尾草+狗牙根(*Cynodon dactylon*)+小蓬草(*Erigeron canadensis*)群丛的多样性指数值都较大。江苏南京长江新济洲国家湿地公园中的维管植物物种丰富,但是外来物种所占比例偏大,而水生植物的物种数量较少,植物群丛具有明显的季节变化。

关键词: 维管植物; 植物群丛; 湿地公园; 新济洲

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-5948(2024)01-106-14

作为湿地生态系统中的初级生产者,植物在物质循环和能量流动方面发挥着重要功能^[1-2],植物的分布和多样性特征对维持湿地生态系统功能和稳定性具有重要作用^[3]。长江中下游地区分布着众多河流、湖泊和洲滩^[4],拥有丰富的动植物资源^[5]。但是,在城镇化建设、工农业生产、水利工程建设和洪涝灾害等因素的作用下,长江中下游地区的湿地不断萎缩,环境质量持续下降,湿地的生态功能逐渐弱化^[6-7]。

新济洲群岛位于南京湿地生物多样性保护的

敏感区,拥有丰富的湿地类型,生物多样性高,洲滩面积大^[8-9]。由于人类活动的强烈干扰,新济洲群岛上的湿地曾经明显退化^[10]。长江江水的冲刷、侵蚀和洪涝灾害对新济洲群岛上的湿地生态系统的稳定性具有负面影响^[11-12]。为了系统性保护新济洲群岛,2010年,建立了江苏南京长江新济洲国家湿地公园,这是一座独具特色的江河洲滩型国家湿地公园^[13]。

本研究对江苏南京长江新济洲国家湿地公园中的维管植物开展了系统调查,研究该湿地公园

收稿日期:2022-12-01; 修订日期:2023-03-04

基金项目:国家自然科学基金项目(32071526)、江苏高校“青蓝工程”项目和江苏省高校优势学科建设工程项目(PAPD)资助。

作者简介:王丹丹(1994—),女,安徽省阜阳人,硕士研究生,从事植物生态学研究。E-mail: 1778650379@qq.com

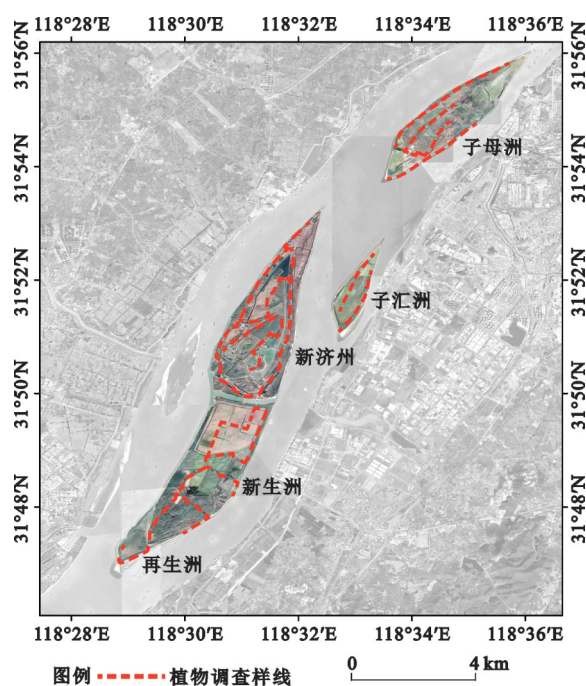
*通讯作者:陈斌,教授。E-mail: bin.chen@njfu.edu.cn

中维管植物的物种组成、区系、主要群丛类型和多样性,旨在为新济洲国家湿地公园的植物多样性保护积累基础资料 and 提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区

江苏南京长江新济洲国家湿地公园(31°47'5"N至31°53'24"N, 118°29'15"E至118°33'54"E)位于江苏省南京市江宁区、长江江苏段的最上游,总面积为2 683.48 hm²,包括新济洲、新生洲、再生洲、子母洲和子汇洲5座岛和周边的长江水域(图1)。该湿地公园内的湿地面积为1 319.1 hm²。南京市的气候属于亚热带季风气候,年平均气温为16℃,年降水量为1 200 mm,日照充足,全年无霜期长^[14]。在该湿地公园中,除了新济洲岛以外,当长江水位上涨时,其他4座岛都有局部被淹没。



注:背景影像为2022年10月19日的WorldView-2卫星遥感影像。

图1 江苏南京长江新济洲国家湿地公园的位置和植物调查样线分布图

Fig.1 The map of location of Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park and distribution of plant survey sample lines

1.2 方法

于2021年3月23日至28日(春季)和8月26日至31日(夏季),采用样线法和样方法,在研究区开

展野外植物调查。

根据历史资料和前期实地调查资料,首先,将江苏南京长江新济洲国家湿地公园划分为湿地和非湿地;然后,将湿地划分为岛内河渠、岛内库塘、洪泛江滩、草本沼泽和森林沼泽,将非湿地划分为林地、草地和撂荒地。

参照文献[15]中的规定,设计了11条植物调查样线(见图1)。沿着植物调查样线,分别设置了规格为20 m×20 m的乔木样方、规格为5 m×5 m灌木样方和规格为1 m×1 m草本植物(含水生植物)样方。对于植株高度大于2 m的草本植物群落,其样方规格为2 m×2 m。

春季调查时,在岛内河渠、岛内库塘、洪泛江滩、草本沼泽、草地和撂荒地中,各设置了15个、10个、32个、51个、33个和20个草本植物样方。在森林沼泽和林地中分别设置了6个和4个乔木样方;在每个乔木样方内,沿对角线设置2个灌木样方;在每个灌木样方中,随机设置了5个草本植物样方。

夏季调查时,在岛内河渠、岛内库塘、洪泛江滩、草本沼泽、草地和撂荒地中,各设置19个、28个、28个、60个、37个和31个草本植物样方;森林沼泽和林地中的样方设置与春季调查时相同。

在样方调查现场,记录样方内所有植物的物种名称、样方的海拔、坡向和坡位、土壤类型、水深、植物总盖度等信息。分别利用胸径尺、激光测高仪和皮尺,测量乔木的胸径、树高和冠幅,记录测量数据;记录灌木样方中的植株数量、高度和冠幅;记录草本植物样方中的植物数量、植株高度和植物盖度。

依据《中国植物志》^[16]和《江苏植物志》^[17],划分植物物种的种类和生态类型。依据《中国植被》^[18],划分植物物种的生活型。依据文献[19]、文献[20]和文献[21],划分植物科和属的区系分布类型。依据文献[22],统计外来入侵物种的信息。

1.3 数据分析方法

选择Shannon-Wiener多样性指数、Simpson多样性指数和Pielou均匀度指数,研究维管植物的多样性。

采用双向指示种分析方法,利用R语言的“twinspan”程序包,分析调查数据;根据分析结果,

在群丛的水平上,利用物种的相对盖度数据,对维管植物物种进行分组。在分析中,假种(pseudo-species)的切割水平为0、2、5、10和20,最大分组层次为8层,其他参数为程序包的默认值。

2 结果与分析

2.1 维管植物的物种组成

调查期间,在江苏南京长江新济洲国家湿地公园中,共记录8纲44目105科296属437种(含变种)维管植物(表1),包括8科8属11种蕨类植物、7科10属12种裸子植物和90科278属414种被子植物;在被子植物中,有17科66属108种单子叶植物,有73科212属306种双子叶植物。

在105科维管植物中,禾本科、菊科、莎草科、豆科和蔷薇科的物种数量都 ≥ 20 种,其物种数量合计为157种;蓼科(16种)、唇形科(12种)和十字花科(12种)的物种数量都大于10种,其物种数量合计为40种;有53科的物种数量变化在2~9种之间,其物种数量合计为196种;有44科为单种科,其物种数量合计为44种。

在296属维管植物中,莎草属(*Cyperus*)和蓼属(*Persicaria*)的物种数量分别为11种和10种,其物种数量合计为21种;有7属的物种数量变化在5~9种之间,其物种数量合计为39种;有68属的物种数量变化在2~4种之间,其物种数量合计为158种;有219属为单种属,其物种数量合计为219种。

在437种维管植物中,有335种草本植物(占总物种数量的76.66%),有95种典型木本植物(占21.74%),还有5种木质藤本(占1.14%)和2种竹类植物(占0.46%);有水生植物48种(占10.98%),有湿生植物138种(占31.58%),有中生植物251种(占57.44%)。335种草本植物包括163种多年生草本植物和172种一年或二年生草本植物。95种木本植物包括52种乔木和43种灌木。48种水生植物包括21种挺水植物、9种浮叶植物、9种漂浮植物和9种沉水植物。

在437种维管植物中,水杉、银杏和红豆杉为国家一级重点保护野生植物,莲、粗梗水蕨、细果野菱、野大豆和菰菜为国家二级重点保护野生植物。但是,在江苏南京长江新济洲国家湿地公园中,粗梗水蕨、细果野菱、野大豆和菰菜为野生植

物,而水杉、银杏、红豆杉和莲为人工种植植物。

在江苏南京长江新济洲国家湿地公园中,共发现56种外来入侵植物,包括凤眼蓝、大藻、加拿大一枝黄花、钻叶紫菀和喜旱莲子草等13种恶性入侵物种,垂序商陆、野燕麦、曼陀罗、相思草和皱果菀等18种严重入侵物种,球序卷耳、春飞蓬、斑地锦、通奶草和苘麻等9种局部入侵物种,以及黑麦草、黄花榆、鳢肠、续断菊和鹅肠菜等16种一般入侵物种。

2.2 维管植物的区系特征

江苏南京长江新济洲国家湿地公园中植物的区系组成包含科的10种分布类型和属的13种分布类型(表2)。

在科的区系组成中,世界广布科(45科)占优势,包括4科蕨类植物和41科种子植物;有37科为热带分布科,以泛热带分布科(30科)为主;有22科为温带分布科,以北温带分布科(19科)为主。在属的区系组成中,温带分布属(126属)占优势,以北温带属(61属)为主;热带分布属(110属)次之,以泛热带分布属(67属)为主;有58属为世界广布属。中国特有属仅为银杏属(*Ginkgo*)和水杉属(*Metasequoia*)。

2.3 维管植物群丛类型和多样性特征

2.3.1 春季群丛

双向指示种分析结果显示,春季,江苏南京长江新济洲国家湿地公园中主要分布着18种植物群丛(图2)。

由表3可知,在18种维管植物群丛中,救荒野豌豆+芦苇+藁草群丛的物种数量(55种)最多,菹草群丛的物种数量(2种)最少,仅有浮萍1种伴生种。

风花菜+野老鹳草群丛的Simpson多样性指数平均值最大,野老鹳草+益母草群丛的次之,芦苇群丛的最小;芦苇+朝天委陵菜群丛至加杨林的Simpson多样性指数平均值都显著偏大,而芦苇群丛、白茅群丛和菹草群丛的都显著偏小(见表3)。

野老鹳草+益母草群丛的Shannon-Wiener多样性指数平均值最大,芦苇群丛的最小;芦苇+朝天委陵菜群丛至落羽杉林的Shannon-Wiener多样性指数平均值都显著偏大,而芦苇群丛、白茅群丛和菹草群丛的都显著偏小(见表3)。

表1 江苏南京长江新济洲湿地公园中的维管植物物种名录

Table 1 Species list of vascular plants in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(一)满江红科 Azollaceae	(十八)番杏科 Aizoaceae	(二十七)蜡梅科 Calycanthaceae
1 满江红 <i>Azolla pinnata</i> subsp. <i>asiatica</i>	26 粟米草 <i>Trigastrotheca stricta</i>	58 蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>
(二)碗蕨科 Dennstaedtiaceae	(十九)苋科 Amaranthaceae	(二十八)桔梗科 Campanulaceae
2 姬蕨 <i>Hypolepis punctata</i>	27 牛膝 <i>Achyranthes bidentata</i>	59 半边莲 <i>Lobelia chinensis</i>
(三)木贼科 Equisetaceae	28 喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	(二十九)忍冬科 Caprifoliaceae
3 木贼 <i>Equisetum hyemale</i>	29 莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	60 日本珊瑚树 <i>Viburnum awabuki</i>
4 节节草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	30 凹头苋 <i>Amaranthus blitum</i>	(三十)石竹科 Caryophyllaceae
5 笔管草 <i>Equisetum ramosissimum</i> subsp. <i>debile</i>	31 反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	61 球序卷耳 <i>Cerastium glomeratum</i>
(四)海金沙科 Lygodiaceae	32 刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	62 瞿麦 <i>Dianthus superbus</i>
6 海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	33 苋 <i>Amaranthus tricolor</i>	63 漆姑草 <i>Sagina japonica</i>
(五)萍科 Marsileaceae	34 皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i>	64 鹅肠菜 <i>Stellaria aquatica</i>
7 四叶萍 <i>Marsilea quadrifolia</i>	35 青葙 <i>Celosia argentea</i>	65 繁缕 <i>Stellaria media</i>
(六)水蕨科 Parkeriaceae	(二十)漆树科 Anacardiaceae	(三十一)卫矛科 Celastraceae
8 粗梗水蕨 <i>Ceratopteris pteridoides</i>	36 南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	66 金边黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> var. <i>aureamarginatus</i>
(七)凤尾蕨科 Pteridaceae	37 火炬树 <i>Rhus typhina</i>	67 白杜 <i>Euonymus maackii</i>
9 剑叶凤尾蕨 <i>Pteris ensiformis</i>	(二十一)夹竹桃科 Apocynaceae	(三十二)金鱼藻科 Ceratophyllaceae
10 井栏边草 <i>Pteris multifida</i>	38 夹竹桃 <i>Nerium indicum</i>	68 金鱼藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>
(八)槐叶萍科 Salviniaceae	39 络石 <i>Trachelospermum jasminoides</i>	(三十三)藜科 Chenopodiaceae
11 槐叶萍 <i>Salvinia natans</i>	(二十二)萝藦科 Asclepiadaceae	69 地肤 <i>Bassia scoparia</i>
(九)柏科 Cupressaceae	40 萝藦 <i>Cynanchum rostellatum</i>	70 藜 <i>Chenopodium album</i>
12 龙柏 <i>Juniperus chinensis</i> cv. 'Kaizuca'	(二十三)小檗科 Berberidaceae	71 小藜 <i>Chenopodium ficifolium</i>
13 北美圆柏 <i>Juniperus virginiana</i>	41 狭叶十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	72 土荆芥 <i>Dysphania ambrosioides</i>
14 侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	42 南天竹 <i>Nandina domestica</i>	(三十四)菊科 Compositae
(十)苏铁科 Cycadaceae	(二十四)紫草科 Boraginaceae	73 下田菊 <i>Adenostemma lavenia</i>
15 苏铁 <i>Cycas revoluta</i>	43 附地菜 <i>Trigonotis peduncularis</i>	74 黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>
(十一)银杏科 Ginkgoaceae	(二十五)十字花科 Brassicaceae	75 艾 <i>Artemisia argyi</i>
16 银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	44 欧洲油菜 <i>Brassica napus</i>	76 茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i>
(十二)松科 Pinaceae	45 荠 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	77 青蒿 <i>Artemisia caruifolia</i>
17 雪松 <i>Cedrus deodara</i>	46 碎米荠 <i>Cardamine hirsuta</i>	78 牡蒿 <i>Artemisia japonica</i>
(十三)罗汉松科 Podocarpaceae	47 水田碎米荠 <i>Cardamine lyrata</i>	79 萎蒿 <i>Artemisia selengensis</i>
18 罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	48 圆齿碎米荠 <i>Cardamine scutata</i>	80 三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i>
(十四)红豆杉科 Taxaceae	49 播娘蒿 <i>Descurainia sophia</i>	81 马兰 <i>Aster indicus</i>
19 南方红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>	50 北美独行菜 <i>Lepidium virginicum</i>	82 钻叶紫菀 <i>Aster subulatus</i>
(十五)杉科 Taxodiaceae	51 诸葛菜 <i>Orychophragmus violaceus</i>	83 大狼把草 <i>Bidens frondosa</i>
20 柳杉 <i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>sinensis</i>	52 萝卜 <i>Raphanus sativus</i>	84 鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>
21 水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	53 风花菜 <i>Rorippa globosa</i>	85 丝毛飞廉 <i>Carduus crispus</i>
22 落羽杉 <i>Taxodium distichum</i>	54 蔊菜 <i>Rorippa indica</i>	86 天名精 <i>Carpesium abrotanoides</i>
23 池杉 <i>Taxodium distichum</i> var. <i>imbricatum</i>	55 沼生蔊菜 <i>Rorippa palustris</i>	87 野菊 <i>Chrysanthemum indicum</i>
(十六)爵床科 Acanthaceae	(二十六)黄杨科 Buxaceae	88 刺儿菜 <i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i>
24 爵床 <i>Rostellularia procumbens</i>	56 大叶黄杨 <i>Buxus megistophylla</i>	89 蓟 <i>Cirsium japonicum</i>
(十七)槭树科 Aceraceae	57 黄杨 <i>Buxus sinica</i>	90 金鸡菊 <i>Coreopsis basalis</i>
25 鸡爪槭 <i>Acer palmatum</i>		91 秋英 <i>Cosmos bipinnatus</i>

续表

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(三十四)菊科 Compositae	(三十九)柿科 Ebenaceae	(四十五)龙胆科 Gentianaceae
92 野苘蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>	130 柿 <i>Diospyros kaki</i>	166 苧菜 <i>Nymphoides peltata</i>
93 鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i>	(四十)杜英科 Elaeocarpaceae	(四十六)牻牛儿苗科 Geraniaceae
94 一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	131 杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	167 野老鹳草 <i>Geranium carolinianum</i>
95 香丝草 <i>Erigeron bonariensis</i>	(四十一)杜鹃花科 Ericaceae	(四十七)小二仙草科 Haloragaceae
96 小蓬草 <i>Erigeron canadensis</i>	132 锦绣杜鹃 <i>Rhododendron × pulchrum</i>	168 穗状狐尾藻 <i>Myriophyllum spicatum</i>
97 春飞蓬 <i>Erigeron philadelphicus</i>	(四十二)大戟科 Euphorbiaceae	169 狐尾藻 <i>Myriophyllum verticillatum</i>
98 泥胡菜 <i>Hemisteptia lyrata</i>	133 铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	(四十八)金縷梅科 Hamamelidaceae
99 旋覆花 <i>Inula japonica</i>	134 乳浆大戟 <i>Euphorbia esula</i>	170 枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>
100 中华苦荬菜 <i>Ixeris chinensis</i>	135 泽漆 <i>Euphorbia helioscopia</i>	171 红花檵木 <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>
101 苦荬菜 <i>Ixeris polycephala</i>	136 地锦草 <i>Euphorbia humifusa</i>	(四十九)胡桃科 Juglandaceae
102 台湾翅果菊 <i>Lactuca formosana</i>	137 通奶草 <i>Euphorbia hypericifolia</i>	172 胡桃 <i>Juglans regia</i>
103 山莴苣 <i>Lactuca sibirica</i>	138 斑地锦 <i>Euphorbia maculata</i>	173 枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>
104 稻槎菜 <i>Lapsanastrum apogonoides</i>	139 叶下珠 <i>Phyllanthus urinaria</i>	(五十)唇形科 Labiatae
105 鼠麴草 <i>Pseudognaphalium affine</i>	140 乌柏 <i>Triadica sebifera</i>	174 筋骨草 <i>Ajuga ciliata</i>
106 千里光 <i>Senecio scandens</i>	(四十三)豆科 Fabaceae	175 风轮菜 <i>Clinopodium chinense</i>
107 豨薟 <i>Sigesbeckia orientalis</i>	141 合萌 <i>Aeschynomene indica</i>	176 活血丹 <i>Glechoma longituba</i>
108 加拿大一枝黄花 <i>Solidago canadensis</i>	142 合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	177 夏至草 <i>Lagopsis supina</i>
109 续断菊 <i>Sonchus asper</i>	143 紫云英 <i>Astragalus sinicus</i>	178 宝盖草 <i>Lamium amplexicaule</i>
110 苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	144 豆茶决明 <i>Cassia nomame</i>	179 野芝麻 <i>Lamium barbatum</i>
111 蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	145 大豆 <i>Glycine max</i>	180 益母草 <i>Leonurus japonicus</i>
112 苍耳 <i>Xanthium strumarium</i>	146 野大豆 <i>Glycine soja</i>	181 薄荷 <i>Mentha canadensis</i>
113 黄鹌菜 <i>Youngia japonica</i>	147 鸡眼草 <i>Kummerowia striata</i>	182 紫苏 <i>Perilla frutescens</i>
(三十五)旋花科 Convolvulaceae	148 扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	183 鼠尾草 <i>Salvia japonica</i>
114 打碗花 <i>Calystegia hederacea</i>	149 天蓝苜蓿 <i>Medicago lupulina</i>	184 荔枝草 <i>Salvia plebeia</i>
115 旋花 <i>Calystegia sepium</i>	150 紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	185 水苏 <i>Stachys japonica</i>
116 菟丝子 <i>Cuscuta chinensis</i>	151 草木犀 <i>Melilotus officinalis</i>	(五十一)樟科 Lauraceae
117 毛牵牛 <i>Ipomoea biflora</i>	152 葛 <i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>	186 樟 <i>Cinnamomum camphora</i>
118 牵牛 <i>Ipomoea nil</i>	153 刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	(五十二)狸藻科 Lentibulariaceae
119 圆叶牵牛 <i>Ipomoea purpurea</i>	154 田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	187 黄花狸藻 <i>Utricularia aurea</i>
120 茛苢 <i>Ipomoea quamoclit</i>	155 槐 <i>Styphnolobium japonicum</i>	(五十三)千屈菜科 Lythraceae
121 三裂叶薯 <i>Ipomoea triloba</i>	156 龙爪槐 <i>Styphnolobium japonicum</i> cv. 'Pendula'	188 水苋菜 <i>Ammannia baccifera</i>
(三十六)山茱萸科 Cornaceae	157 金枝槐 <i>Styphnolobium japonicum</i> cv. 'Winter Gold'	189 紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>
122 洒金桃叶珊瑚 <i>Aucuba japonica</i> var. <i>variegata</i>	158 红车轴草 <i>Trifolium pratense</i>	190 千屈菜 <i>Lythrum salicaria</i>
(三十七)景天科 Crassulaceae	159 白车轴草 <i>Trifolium repens</i>	(五十四)木兰科 Magnoliaceae
123 长药八宝 <i>Hylotelephium spectabile</i>	160 广布野豌豆 <i>Vicia cracca</i>	191 杂交鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i> × <i>tulipifera</i>
(三十八)葫芦科 Cucurbitaceae	161 救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	192 玉兰 <i>Magnolia denudata</i>
124 盒子草 <i>Actinostemma tenerum</i>	162 豇豆 <i>Vigna unguiculata</i>	193 荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>
125 西瓜 <i>Citrullus lanatus</i>	163 野豇豆 <i>Vigna vexillata</i>	194 紫玉兰 <i>Magnolia liliflora</i>
126 甜瓜 <i>Cucumis melo</i>	(四十四)壳斗科 Fagaceae	195 五味子 <i>Schisandra chinensis</i>
127 南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	164 麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	(五十五)锦葵科 Malvaceae
128 栝楼 <i>Trichosanthes kirilowii</i>	(四十五)龙胆科 Gentianaceae	196 苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>
129 马兜儿 <i>Zehneria japonica</i>	165 金银莲花 <i>Nymphoides indica</i>	197 木槿 <i>Hibiscus syriacus</i>

续表

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(五十五) 锦葵科 <i>Malvaceae</i>	(六十四) 罂粟科 <i>Papaveraceae</i>	(七十二) 毛茛科 <i>Ranunculaceae</i>
198 野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	230 夏天无 <i>Corydalis decumbens</i>	262 天葵 <i>Semiaquilegia adoxoides</i>
199 黄花棣 <i>Sida acuta</i>	231 紫堇 <i>Corydalis edulis</i>	263 华东唐松草 <i>Thalictrum fortunei</i>
(五十六) 楝科 <i>Meliaceae</i>	232 博落回 <i>Macleaya cordata</i>	(七十三) 蔷薇科 <i>Rosaceae</i>
200 楝 <i>Melia azedarach</i>	233 虞美人 <i>Papaver rhoeas</i>	264 龙芽草 <i>Agrimonia pilosa</i>
(五十七) 防己科 <i>Menispermaceae</i>	(六十五) 胡麻科 <i>Pedaliaceae</i>	265 碧桃 <i>Amygdalus persica</i> var. <i>persica</i> f. <i>duplex</i>
201 金线吊乌龟 <i>Stephania cephalantha</i>	234 芝麻 <i>Sesamum indicum</i>	266 蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>
(五十八) 桑科 <i>Moraceae</i>	(六十六) 商陆科 <i>Phytolaccaceae</i>	267 枇杷 <i>Eriobotrya japonica</i>
202 楮 <i>Broussonetia kazinoki</i>	235 垂序商陆 <i>Phytolacca americana</i>	268 垂丝海棠 <i>Malus halliana</i>
203 构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	(六十七) 海桐科 <i>Pittosporaceae</i>	269 海棠花 <i>Malus spectabilis</i>
204 柘树 <i>Cudrania tricuspidata</i>	236 海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	270 红叶石楠 <i>Photinia × fraseri</i>
205 无花果 <i>Ficus carica</i>	(六十八) 车前科 <i>Plantaginaceae</i>	271 委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>
206 葎草 <i>Humulus scandens</i>	237 车前 <i>Plantago asiatica</i>	272 朝天委陵菜 <i>Potentilla supina</i>
207 桑 <i>Morus alba</i>	(六十九) 悬铃木科 <i>Platanaceae</i>	273 东京樱花 <i>Prunus × yedoensis</i>
208 鸡桑 <i>Morus australis</i>	238 二球悬铃木 <i>Platanus acerifolia</i>	274 樱桃李 <i>Prunus cerasifera</i>
(五十九) 紫茉莉科 <i>Nyctaginaceae</i>	(七十) 蓼科 <i>Polygonaceae</i>	275 紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> cv. ‘ <i>Atropurpurea</i> ’
209 紫茉莉 <i>Mirabilis jalapa</i>	239 蓼子草 <i>Persicaria criopolitana</i>	276 山樱花 <i>Prunus serrulata</i>
(六十) 睡莲科 <i>Nymphaeaceae</i>	240 水蓼 <i>Persicaria hydropiper</i>	277 日本晚樱 <i>Prunus serrulata</i> var. <i>lannesiana</i>
210 莼菜 <i>Brasenia schreberi</i>	241 蚕茧草 <i>Persicaria japonica</i>	278 火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>
211 芡实 <i>Euryale ferox</i>	242 愉悦蓼 <i>Persicaria jucunda</i>	279 月季花 <i>Rosa chinensis</i>
212 莲 <i>Nelumbo nucifera</i>	243 酸模叶蓼 <i>Persicaria lapathifolia</i>	280 小果蔷薇 <i>Rosa cymosa</i>
213 萍蓬草 <i>Nuphar pumila</i>	244 春蓼 <i>Persicaria maculosa</i>	281 野蔷薇 <i>Rosa multiflora</i>
214 睡莲 <i>Nymphaea tetragona</i>	245 尼泊尔蓼 <i>Persicaria nepalensis</i>	282 茅莓 <i>Rubus parvifolius</i>
(六十一) 木犀科 <i>Oleaceae</i>	246 红蓼 <i>Persicaria orientalis</i>	283 粉花绣线菊 <i>Spiraea japonica</i>
215 野迎春 <i>Jasminum mesnyi</i>	247 杠板归 <i>Persicaria perfoliata</i>	(七十四) 茜草科 <i>Rubiaceae</i>
216 迎春花 <i>Jasminum nudiflorum</i>	248 丛枝蓼 <i>Persicaria posumbu</i>	284 猪殃殃 <i>Galium spurium</i>
217 茉莉花 <i>Jasminum sambac</i>	249 何首乌 <i>Pleuropterus multiflorus</i>	285 梔子 <i>Gardenia jasminoides</i>
218 金叶女贞 <i>Ligustrum × vicaryi</i>	250 蒴藋 <i>Polygonum aviculare</i>	286 鸡矢藤 <i>Paederia foetida</i>
219 女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	251 习见蓼 <i>Polygonum plebeium</i>	287 茜草 <i>Rubia cordifolia</i>
220 小蜡 <i>Ligustrum sinense</i>	252 酸模 <i>Rumex acetosa</i>	(七十五) 杨柳科 <i>Salicaceae</i>
221 木犀 <i>Osmanthus fragrans</i>	253 齿果酸模 <i>Rumex dentatus</i>	288 加杨 <i>Populus × canadensis</i>
222 紫丁香 <i>Syringa oblata</i>	254 羊蹄 <i>Rumex japonicus</i>	289 垂柳 <i>Salix babylonica</i>
(六十二) 柳叶菜科 <i>Onagraceae</i>	(七十一) 马齿苋科 <i>Portulacaceae</i>	290 旱柳 <i>Salix matsudana</i>
223 柳叶菜 <i>Epilobium hirsutum</i>	255 马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	(七十六) 无患子科 <i>Sapindaceae</i>
224 长籽柳叶菜 <i>Epilobium pyrricholophum</i>	(七十二) 毛茛科 <i>Ranunculaceae</i>	291 全缘叶栎树 <i>Koelreuteria bipinnata</i> var. <i>integrifoliola</i>
225 假柳叶菜 <i>Ludwigia epilobioides</i>	256 禺毛茛 <i>Ranunculus cantoniensis</i>	292 无患子 <i>Sapindus saponaria</i>
226 黄花水龙 <i>Ludwigia peploides</i> subsp. <i>stipulacea</i>	257 茴茴蒜 <i>Ranunculus chinensis</i>	(七十七) 虎耳草科 <i>Saxifragaceae</i>
(六十三) 酢浆草科 <i>Oxalidaceae</i>	258 毛茛 <i>Ranunculus japonicus</i>	293 扯根菜 <i>Penthorum chinense</i>
227 酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	259 石龙芮 <i>Ranunculus sceleratus</i>	(七十八) 玄参科 <i>Scrophulariaceae</i>
228 红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	260 扬子毛茛 <i>Ranunculus sieboldii</i>	294 石龙尾 <i>Limnophila sessiliflora</i>
229 紫叶酢浆草 <i>Oxalis triangularis</i> cv. ‘ <i>Urpurea</i> ’	261 猫爪草 <i>Ranunculus ternatus</i>	295 通泉草 <i>Mazus pumilus</i>

续表

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(七十八)玄参科 Scrophulariaceae	(八十八)葡萄科 Vitaceae	(九十四)禾本科 Gramineae
296 白花泡桐 <i>Paulownia fortunei</i>	327 乌莓 <i>Causonis japonica</i>	363 看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>
297 阿拉伯婆婆纳 <i>Veronica persica</i>	328 地锦 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	364 蔺草 <i>Arthraxon hispidus</i>
298 婆婆纳 <i>Veronica polita</i>	329 葎蔓 <i>Vitis bryoniifolia</i>	365 芦竹 <i>Arundo donax</i>
299 水苦苣 <i>Veronica undulata</i>	(八十九)泽泻科 Alismataceae	366 野燕麦 <i>Avena fatua</i>
(七十九)茄科 Solanaceae	330 野慈姑 <i>Sagittaria trifolia</i>	367 孝顺竹 <i>Bambusa multiplex</i>
300 辣椒 <i>Capsicum annuum</i>	(九十)石蒜科 Amaryllidaceae	368 蔺草 <i>Beckmannia syzigachne</i>
301 曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>	331 葱莲 <i>Zephyranthes candida</i>	369 雀麦 <i>Bromus japonicus</i>
302 枸杞 <i>Lycium chinense</i>	(九十一)天南星科 Araceae	370 拂子茅 <i>Calamagrostis epigeios</i>
303 苦蕒 <i>Physalis angulata</i>	332 菖蒲 <i>Acorus calamus</i>	371 虎尾草 <i>Chloris virgata</i>
304 龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	333 石菖蒲 <i>Acorus gramineus</i>	372 狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>
(八十)山茶科 Theaceae	334 大藻 <i>Pistia stratiotes</i>	373 马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>
305 山茶 <i>Camellia japonica</i>	(九十二)鸭跖草科 Commelinaceae	374 紫马唐 <i>Digitaria violascens</i>
(八十一)椴树科 Tiliaceae	335 饭包草 <i>Commelina benghalensis</i>	375 长芒稗 <i>Echinochloa caudata</i>
306 甜麻 <i>Corchorus aestuans</i>	336 鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	376 光头稗 <i>Echinochloa colona</i>
(八十二)菱科 Trapaceae	337 吊竹梅 <i>Tradescantia zebrina</i>	377 稗 <i>Echinochloa crus-galli</i>
307 细果野菱 <i>Trapa incisa</i>	(九十三)莎草科 Cyperaceae	378 无芒稗 <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>mitis</i>
308 欧菱 <i>Trapa natans</i>	338 青绿藁草 <i>Carex breviculmis</i>	379 牛筋草 <i>Eleusine indica</i>
(八十三)榆科 Ulmaceae	339 中华藁草 <i>Carex chinensis</i>	380 鹅观草 <i>Elymus kamoji</i>
309 朴树 <i>Celtis sinensis</i>	340 灰化藁草 <i>Carex cinerascens</i>	381 大画眉草 <i>Eragrostis cilianensis</i>
310 榔榆 <i>Ulmus parvifolia</i>	341 签草 <i>Carex doniana</i>	382 知风草 <i>Eragrostis ferruginea</i>
(八十四)伞形科 Umbelliferae	342 马薹 <i>Carex idzuroei</i>	383 乱草 <i>Eragrostis japonica</i>
311 积雪草 <i>Centella asiatica</i>	343 筛草 <i>Carex kobomugi</i>	384 小画眉草 <i>Eragrostis minor</i>
312 蛇床 <i>Cnidium monnieri</i>	344 金丝藁草 <i>Carex oshimensis</i> cv. 'Evergold'	385 画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>
313 野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	345 扁穗莎草 <i>Cyperus compressus</i>	386 假俭草 <i>Eremochloa ophiuroides</i>
314 天胡荽 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	346 异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	387 白茅 <i>Imperata cylindrica</i>
315 南美天胡荽 <i>Hydrocotyle verticillata</i>	347 高秆莎草 <i>Cyperus exaltatus</i>	388 假稻 <i>Leersia japonica</i>
316 水芹 <i>Oenanthe javanica</i>	348 褐穗莎草 <i>Cyperus fuscus</i>	389 千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>
317 窃衣 <i>Torilis scabra</i>	349 头状穗莎草 <i>Cyperus glomeratus</i>	390 双稃草 <i>Leptochloa fusca</i>
(八十五)荨麻科 Urticaceae	350 风车草 <i>Cyperus involucratus</i>	391 虬子草 <i>Leptochloa panicea</i>
318 苎麻 <i>Boehmeria nivea</i>	351 碎米莎草 <i>Cyperus iria</i>	392 黑麦草 <i>Lolium perenne</i>
319 雾水葛 <i>Pouzolzia zeylanica</i>	352 旋鳞莎草 <i>Cyperus michelianus</i>	393 淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>
320 荨麻 <i>Urtica fissa</i>	353 毛轴莎草 <i>Cyperus pilosus</i>	394 荻 <i>Miscanthus sacchariflorus</i>
(八十六)马鞭草科 Verbenaceae	354 香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	395 芒 <i>Miscanthus sinensis</i>
321 臭牡丹 <i>Clerodendrum bungei</i>	355 水莎草 <i>Cyperus serotinus</i>	396 求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i>
322 马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>	356 牛毛毡 <i>Eleocharis yokoscensis</i>	397 糠稷 <i>Panicum bisulcatum</i>
323 牡荊 <i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	357 两歧飘拂草 <i>Fimbristylis dichotoma</i>	398 铺地黍 <i>Panicum repens</i>
(八十七)堇菜科 Violaceae	358 水虱草 <i>Fimbristylis littoralis</i>	399 双穗雀稗 <i>Paspalum distichum</i>
324 如意草 <i>Viola arcuata</i>	359 双穗飘拂草 <i>Fimbristylis subbispicata</i>	400 雀稗 <i>Paspalum thunbergii</i>
325 紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	360 短叶水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i>	401 狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i>
326 早开堇菜 <i>Viola prionantha</i>	361 直球穗扁莎 <i>Pycreus flavidus</i> var. <i>strictus</i>	402 芦苇 <i>Phragmites australis</i>
	362 蔗草 <i>Schoenoplectus triqueter</i>	403 刚竹 <i>Phyllostachys sulphurea</i> cv. 'Viridis'

续表

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(九十四)禾本科 Gramineae	(九十七)灯芯草科 Juncaceae	(一百零一)棕榈科 Palmae
404 早熟禾 <i>Poa annua</i>	416 灯芯草 <i>Juncus effusus</i>	428 棕竹 <i>Rhapis excelsa</i>
405 棒头草 <i>Polypogon fugax</i>	417 筭石菖 <i>Juncus prismatocarpus</i>	429 棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>
406 金色狗尾草 <i>Setaria pumila</i>	418 野灯芯草 <i>Juncus setchuensis</i>	(一百零二)雨久花科 Pontederiaceae
407 狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	(九十八)浮萍科 Lemnaceae	430 凤眼蓝 <i>Eichhornia crassipes</i>
408 高粱 <i>Sorghum bicolor</i>	419 浮萍 <i>Lemna minor</i>	431 雨久花 <i>Monochoria korsakowii</i>
409 玉蜀黍 <i>Zea mays</i>	420 紫萍 <i>Spirodela polyrhiza</i>	432 鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>
410 菰 <i>Zizania latifolia</i>	421 茳萍 <i>Wolffia arrhiza</i>	(一百零三)眼子菜科 Potamogetonaceae
(九十五)水鳖科 Hydrocharitaceae	(九十九)百合科 Liliaceae	433 菹草 <i>Potamogeton crispus</i>
411 黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	422 韭 <i>Allium tuberosum</i>	434 眼子菜 <i>Potamogeton distinctus</i>
412 水鳖 <i>Hydrocharis dubia</i>	423 金边阔叶山麦冬 <i>Liriope muscari</i> cv. 'Variegata'	(一百零四)黑三棱科 Sparganiaceae
413 苦草 <i>Vallisneria spiralis</i>	424 沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>	435 黑三棱 <i>Sparganium stoloniferum</i>
(九十六)鸢尾科 Iridaceae	425 麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	(一百零五)香蒲科 Typhaceae
414 黄菖蒲 <i>Iris pseudacorus</i>	(一百)茨藻科 Najadaceae	436 水烛 <i>Typha angustifolia</i>
415 鸢尾 <i>Iris tectorum</i>	426 大茨藻 <i>Najas marina</i>	437 香蒲 <i>Typha orientalis</i>
	427 小茨藻 <i>Najas minor</i>	

风花菜+野老鹳草群丛的 Pielou 均匀度指数平均值最大, 菹草群丛的最小; 双穗雀稗+芦苇群丛、芦苇+朝天委陵菜群丛至旱柳林的 Pielou 均匀度指数平均值都显著偏大, 而芦苇群丛、白茅群丛和菹草群丛的都显著偏小(见表 3)。

在 14 种草本植物群丛中, 芦苇群丛和救荒野豌豆+芦苇+藁草群丛的生存环境最为多样, 前者在岛内河渠、岛内库塘、洪泛江滩、草本沼泽和草地中都有分布, 而后者分布于岛内河渠、洪泛江滩、草本沼泽、草地和撂荒地中; 芦苇+朝天委陵菜群丛、狗牙根+菹草+芦苇群丛、白茅群丛和菹草群丛都仅在 1 种环境中分布。在 4 种木本植物群丛中, 加杨林和落羽杉林的生存环境都为森林沼泽和林地, 而水杉林只在森林沼泽中分布, 旱柳林只在林地中分布。

2.3.2 夏季群丛

夏季, 江苏南京长江新济洲国家湿地公园中主要分布着 23 种植物群丛(图 3)。

由表 4 可知, 在 23 种维管植物群丛中, 稗草+芦苇+狗尾草群丛的物种数量(86 种)最多, 凤眼蓝群丛的物种数量(5 种)最少。

落羽杉林和稗草+芦苇+狗尾草群丛的 Simpson 多样性指数平均值最大, 芦苇群丛的最

小; 落羽杉林、稗草+芦苇+狗尾草群丛和狗尾草+狗牙根+小蓬草群丛的 Simpson 多样性指数平均值都显著偏大, 芦苇群丛、野大豆群丛的都显著偏小(见表 4)。

落羽杉林的 Shannon-Wiener 多样性指数平均值最大, 芦苇群丛的最小; 落羽杉林、稗草+芦苇+狗尾草群丛和加杨林的 Shannon-Wiener 多样性指数平均值都显著偏大, 芦苇群丛、野大豆群丛和凤眼蓝群丛的都显著偏小(见表 4)。

芦苇+欧菱群丛的 Pielou 均匀度指数平均值最大, 芦苇群丛的最小; 芦苇+欧菱群丛、稗草+芦苇+狗尾草群丛和狗尾草+狗牙根+小蓬草群丛的 Pielou 均匀度指数平均值都显著偏大, 芦苇群丛、凤眼蓝群丛、野大豆群丛和欧菱+槐叶萍群丛的都显著偏小。

在 19 种草本植物群丛中, 芦苇群丛的生存环境最为多样, 其在岛内库塘、洪泛江滩、草本沼泽、草地和撂荒地中都有分布; 其次是稗草+芦苇+狗尾草群丛、狗尾草+狗牙根+小蓬草群丛和藁草+喜旱莲子草群丛, 在洪泛江滩、草本沼泽、草地和撂荒地中分布; 狗尾草+稗草群丛、黄花狸藻群丛、凤眼蓝群丛、荇菜+穗状狐尾藻群丛都仅在 1 种环境中分布。水杉林、加杨林、落羽杉林和旱柳林的生

表2 江苏南京长江新济洲湿地公园中维管植物的区系类型

Table 2 The areal types of vascular plants in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park

分布区类型	科数/科	属数/属	分布区类型	科数/科	属数/属
1 世界广布	45	58	8 北温带分布	19	61
2 泛热带分布	30	67	9 东亚及北美间断分布	2	15
3 热带亚洲及南美间断	3	8	10 旧世界温带分布	1	25
4 旧世界热带分布	2	12	11 温带亚洲分布		3
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	10	14 东亚分布		22
6 热带亚洲至热带非洲分布	1	6	15 中国特有	1	2
7 热带亚洲分布		7			

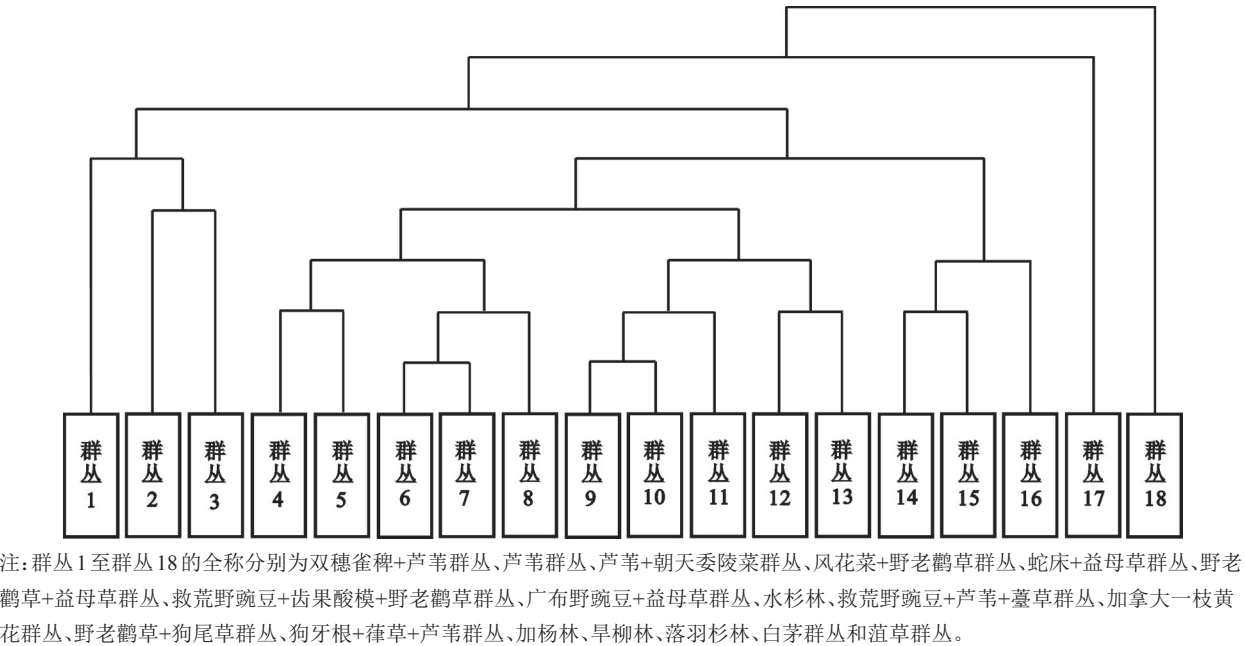


图2 春季江苏南京长江新济洲国家湿地公园中维管植物的双向指示种分析结果

Fig.2 The result of two-way indicator species analysis of vascular plants in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park in spring

存环境与春季时相同。

3 讨 论

维管植物的物种多样性及其群落组成与结构对生态系统的结构和功能特性具有重要影响^[23]。江苏南京长江新济洲国家湿地公园中的维管植物的科、属和物种数量分别占江苏省维管植物科(235 科)、属(1 231 属)和物种(3 132 种)数量的44.68%、24.05%和13.95%；维管植物科以世界广布和热带分布科为主,属以温带分布属为主,这与江苏省、安徽省、浙江省湿地中维管植物的区系特征^[24-26]相同,表明该湿地公园中的维管植物具有从

热带向温带过渡的区系特点,符合其所处的北亚热带地域的特征。在该公园中,分布着国家二级重点保护野生植物粗梗水蕨、细果野菱、野大豆和菹菜的天然种群。粗梗水蕨曾广布于中国热带和亚热带地区,但是,由于近年来受到环境污染和外来物种入侵等的负面影响,该物种目前的分布范围与种群数量大幅减少,已濒临灭绝^[27-28]。

在自然界,植物一般以群落的形式存在。植物群落是某区域内所有植物在相同环境下通过各种相互作用而形成的有机组合,也是天然植物的分类单元。那些层片结构一致,且各层片的优势物种或者共有优势物种相同的植物群落可以被归

表3 春季江苏南京长江新济洲国家湿地公园中维管植物群丛的多样性和生存环境

Table 3 Diversity and living environment of vascular plant associations in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park in spring

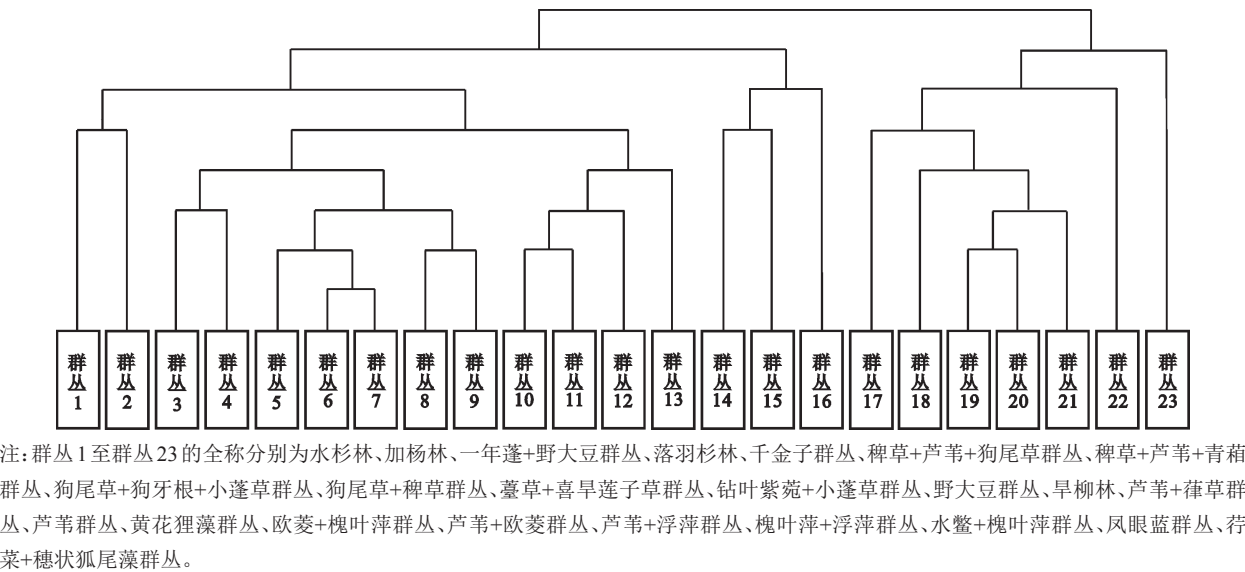
群丛名称	物种数 量/种	Simpson 多样性指数	Shannon-Wiener 多样性指数	Pielou 均匀度指数	生存环境
1 双穗雀稗+芦苇群丛	4	(0.42±0.07) ^{ab}	(0.68±0.12) ^{bc}	(0.75±0.07) ^a	岛内河渠, 草本沼泽
2 芦苇群丛	16	(0.04±0.01) ^c	(0.08±0.02) ^d	(0.19±0.03) ^b	岛内河渠, 岛内库塘, 洪泛江滩, 草本沼泽, 草地
3 芦苇+朝天委陵菜群丛	15	(0.60±0.05) ^a	(1.26±0.11) ^{ab}	(0.67±0.06) ^a	洪泛江滩
4 风花菜+野老鹳草群丛	17	(0.80±0.04) ^a	(1.83±0.28) ^{ab}	(0.89±0.04) ^a	草本沼泽, 撂荒地
5 蛇床+益母草群丛	37	(0.63±0.03) ^a	(1.33±0.08) ^{ab}	(0.68±0.03) ^a	洪泛江滩, 草地, 撂荒地
6 野老鹳草+益母草群丛	32	(0.79±0.06) ^a	(2.00±0.20) ^a	(0.83±0.06) ^a	洪泛江滩, 撂荒地
7 救荒野豌豆+齿果酸模+野老鹳草群丛	30	(0.53±0.07) ^a	(1.20±0.16) ^{ab}	(0.55±0.06) ^a	草本沼泽, 草地, 撂荒地
8 广布野豌豆+益母草群丛	28	(0.62±0.14) ^a	(1.51±0.39) ^{ab}	(0.65±0.14) ^a	洪泛江滩, 草本沼泽, 草地
9 水杉林	21	(0.65±0.02) ^a	(1.37±0.05) ^{ab}	(0.61±0.03) ^a	森林沼泽
10 救荒野豌豆+芦苇+藁草群丛	55	(0.55±0.03) ^a	(1.23±0.07) ^{ab}	(0.60±0.03) ^a	岛内河渠, 洪泛江滩, 草本沼泽, 草地, 撂荒地
11 加拿大一枝黄花群丛	26	(0.72±0.07) ^a	(1.64±0.22) ^{ab}	(0.77±0.06) ^a	草本沼泽, 草地
12 野老鹳草+狗尾草群丛	24	(0.62±0.07) ^a	(1.39±0.18) ^{ab}	(0.69±0.06) ^a	草本沼泽, 撂荒地
13 狗牙根+菵草+芦苇群丛	15	(0.70±0.06) ^a	(1.50±0.20) ^{ab}	(0.81±0.02) ^a	撂荒地
14 加杨林	34	(0.69±0.03) ^a	(1.54±0.07) ^{ab}	(0.64±0.02) ^a	森林沼泽, 林地
15 旱柳林	26	(0.53±0.03) ^{ab}	(1.07±0.05) ^{ab}	(0.59±0.03) ^a	林地
16 落羽杉林	15	(0.50±0.01) ^{ab}	(1.04±0.03) ^{ab}	(0.49±0.02) ^{ab}	森林沼泽, 林地
17 白茅群丛	3	(0.16±0.16) ^{bc}	(0.23±0.23) ^{cd}	(0.18±0.04) ^b	草本沼泽
18 菵草群丛	2	(0.17±0.12) ^{bc}	(0.25±0.16) ^{cd}	(0.17±0.03) ^b	岛内河渠

注: 表中多样性指数值为(平均值±标准误)。同列数据右上角小写字母完全不同, 表示数据间差异显著($n=191, p<0.05$)。

类为一个群丛。而群丛则是植物群落分类的基本单位^[29]。在江苏南京长江新济洲国家湿地公园中, 植物群丛类型具有明显的季节变化, 这也是长江流域洲滩生态系统的一个普遍特征^[30-33]。植物物种间的物候差异和湖泊水位的周期性波动是引起鄱阳湖南矶湿地中植物群落季节变化的主要原因^[34]。物候差异作为植物物种间时间生态位分化的一种重要形式, 是维持物种共存和多样性的重要机制之一^[34-35]。因为丰水季与枯水季交替产生的长江水位周期性波动可以引起环境中水分、温度和土壤等的周期性剧烈变化, 进而对植物产生季节性环境筛选作用。而这一作用也是维持生物多样性的另一个重要机制^[33]。因此, 江苏南京长江新济洲国家湿地公园中植物群丛的季节性变化对维持该湿地公园的物种多样性具有重要作用。

值得注意的是, 江苏南京长江新济洲国家湿地公园中维管植物的水分因子生态型以中生植物为主, 只有 48 种水生植物, 其中又以挺水植物居

多, 而漂浮植物、浮叶植物和沉水植物的物种数量都小于 10 种, 这与长江中下游地区的湖北省鄂州长江外滩^[36]和洪湖湿地^[37]、安徽省升金湖湿地^[38]和十八索湿地^[39]、江苏省镇江北固山湿地^[40]中的维管植物组成情况类似。2015 年, 在新济洲岛群湿地中, 共记录 18 种沉水植物, 而本研究仅记录 9 种沉水植物, 且本研究未记录的 9 种沉水植物都为对水质要求较高的物种, 例如, 竹叶眼子菜(*Potamogeton malaianus*)、小眼子菜(*Potamogeton pusillus*)和微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)等。河流水质状况和水体污染可能成为河流退化的潜在影响因素^[41]。水体质量对沉水植物的生长和繁殖具有重要影响^[42]。2016 年, 长江中下游地区暴发了区域性特大洪水, 致使江水的透明度短期内大幅度降低^[43], 而透明度的降低直接导致水体内部的有效光能减弱, 这可能会造成大多数沉水植物消亡。该极端水文事件已经被确认是造成湖北省洪湖内沉水植物大范围消失的主要原因^[37]。



注：群丛1至群丛23的全称分别为水杉林、加杨林、一年蓬+野大豆群丛、落羽杉林、千金子群丛、稗草+芦苇+狗尾草群丛、稗草+芦苇+青菥群丛、狗尾草+狗牙根+小蓬草群丛、狗尾草+稗草群丛、藁草+喜旱莲子草群丛、钻叶紫菀+小蓬草群丛、野大豆群丛、旱柳林、芦苇+菹草群丛、芦苇群丛、黄花狸藻群丛、欧菱+槐叶萍群丛、芦苇+欧菱群丛、芦苇+浮萍群丛、槐叶萍+浮萍群丛、水鳖+槐叶萍群丛、凤眼蓝群丛、苻菜+穗状狐尾藻群丛。

图3 夏季江苏南京长江新济洲国家湿地公园中维管植物的双向指示种分析结果

Fig.3 The result of two-way indicator species analysis of vascular plants in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park in summer

表4 夏季江苏南京长江新济洲国家湿地公园中维管植物群丛的多样性和生存环境

Table 4 Diversity and living environment of vascular plant associations in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park in summer

群丛名称	物种数量/种	Simpson多样性指数	Shannon-Wiener多样性指数	Pielou均匀度指数	生存环境
1 水杉林	22	(0.68±0.02) ^b	(1.78±0.05) ^{ab}	(0.66±0.01) ^{ab}	森林沼泽
2 加杨林	78	(0.70±0.02) ^{ab}	(1.91±0.07) ^a	(0.67±0.01) ^{ab}	森林沼泽, 林地
3 一年蓬+野大豆群丛	28	(0.67±0.11) ^b	(1.68±0.35) ^{ab}	(0.70±0.12) ^{ab}	草本沼泽, 撂荒地
4 落羽杉林	37	(0.80±0.01) ^a	(2.16±0.08) ^a	(0.78±0.01) ^{ab}	森林沼泽, 林地
5 千金子群丛	19	(0.65±0.15) ^b	(1.55±0.37) ^b	(0.73±0.15) ^{ab}	草本沼泽, 草地, 撂荒地
6 稗草+芦苇+狗尾草群丛	86	(0.80±0.02) ^a	(2.05±0.08) ^a	(0.82±0.02) ^a	洪泛江滩, 草本沼泽, 草地, 撂荒地
7 稗草+芦苇+青菥群丛	41	(0.71±0.05) ^{ab}	(1.66±0.16) ^{ab}	(0.78±0.04) ^{ab}	岛内河渠, 草本沼泽, 撂荒地
8 狗尾草+狗牙根+小蓬草群丛	48	(0.74±0.04) ^a	(1.72±0.11) ^{ab}	(0.80±0.04) ^a	洪泛江滩, 草本沼泽, 草地, 撂荒地
9 狗尾草+稗草群丛	17	(0.66±0.06) ^b	(1.41±0.12) ^b	(0.73±0.06) ^{ab}	撂荒地
10 藁草+喜旱莲子草群丛	44	(0.60±0.07) ^b	(1.33±0.19) ^{bc}	(0.71±0.06) ^{ab}	洪泛江滩, 草本沼泽, 草地, 撂荒地
11 钻叶紫菀+小蓬草群丛	19	(0.57±0.08) ^b	(1.13±0.21) ^c	(0.68±0.09) ^{ab}	草本沼泽, 草地
12 野大豆群丛	11	(0.15±0.11) ^{ef}	(0.33±0.25) ^{de}	(0.43±0.05) ^b	草本沼泽, 草地, 撂荒地
13 旱柳林	15	(0.53±0.06) ^b	(1.11±0.13) ^c	(0.64±0.05) ^{ab}	林地
14 芦苇+菹草群丛	15	(0.43±0.05) ^{cd}	(0.76±0.08) ^d	(0.69±0.06) ^{ab}	洪泛江滩, 草本沼泽, 草地
15 芦苇群丛	8	(0.05±0.02) ^f	(0.08±0.03) ^e	(0.21±0.01) ^c	岛内库塘, 洪泛江滩, 草本沼泽, 草地, 撂荒地
16 黄花狸藻群丛	8	(0.51±0.09) ^{bc}	(0.95±0.18) ^{cd}	(0.66±0.08) ^{ab}	草本沼泽
17 欧菱+槐叶萍群丛	11	(0.39±0.07) ^d	(0.66±0.12) ^d	(0.47±0.03) ^b	岛内河渠, 岛内库塘, 草本沼泽
18 芦苇+欧菱群丛	9	(0.59±0.03) ^b	(0.99±0.10) ^c	(0.89±0.01) ^a	岛内河渠, 岛内库塘, 草本沼泽
19 芦苇+浮萍群丛	12	(0.54±0.10) ^b	(1.06±0.27) ^c	(0.79±0.08) ^{ab}	岛内河渠, 岛内库塘, 草本沼泽
20 槐叶萍+浮萍群丛	9	(0.50±0.06) ^{bc}	(0.93±0.13) ^{cd}	(0.72±0.05) ^{ab}	岛内河渠, 岛内库塘, 草本沼泽
21 水鳖+槐叶萍群丛	8	(0.53±0.06) ^b	(0.96±0.11) ^c	(0.76±0.07) ^{ab}	岛内河渠, 岛内库塘, 草本沼泽
22 凤眼蓝群丛	5	(0.23±0.09) ^{de}	(0.35±0.13) ^{de}	(0.41±0.04) ^b	岛内库塘
23 苻菜+穗状狐尾藻群丛	6	(0.51±0.09) ^{bc}	(0.86±0.17) ^{cd}	(0.78±0.07) ^{ab}	岛内河渠

注：表中多样性指数数值为(平均值±标准误)。同列数据右上角小写字母完全不同，表示数据间差异显著($n=250, p<0.05$)。

江苏南京长江新济洲国家湿地公园中有 56 种外来物种,占该湿地公园维管植物总物种数量的 12.81%。根据 2022 年公布的《江苏省外来入侵物种名录(第一批)》^[44],在江苏南京长江新济洲国家湿地公园中,分布着 4 种一级重点管控入侵物种中的 3 种和 15 种二级重点管控入侵物种中的 11 种。这些外来物种,例如,加拿大一枝黄花、反枝苋和小蓬草等,可以通过他感作用直接抑制土著植物的生长^[45];或者是通过快速无性繁殖,形成大面积严密覆盖层,例如,凤眼蓝和喜旱莲子草等,侵占土著植物的生态位和生产空间^[46];甚至可以通过影响食物网中各级消费者的活动与分布对土著植物产生间接的负面作用^[47]。在本研究中,春季,以加拿大一枝黄花单优物种形成的植物群丛已经成为江苏南京长江新济洲国家湿地公园中的主要群丛之一;夏季,以凤眼蓝为单优物种、以钻叶紫菀和小蓬草为共优物种形成的植物群丛也已经成为该湿地公园中的两种主要群丛。与相同环境下以土著物种或者归化物种为优势物种形成的植物群丛相比,这些以外来物种为优势物种的群丛的物种丰度和多样性指数值都偏低。因此,有必要采取措施去除或限制这些外来物种的入侵。此外,在开展湿地生态恢复工程的同时,需要在湿地公园内建立生物监测体系,对水环境和生物进行动态监测,以掌握湿地生态系统的现状。

4 结 论

2021 年春季和夏季,江苏南京长江新济洲国家湿地公园中分布着 105 科 296 属 437 种维管植物,其中有 56 种外来物种和 8 种受保护植物。

该湿地公园中的植物群丛具有明显的季节变化。春季,有 18 种主要植物群丛,其中,救荒野豌豆+芦苇+藁草群丛的物种数量最多、分布最广,风花菜+野老鹳草群丛和野老鹳草+益母草群丛的多样性指数值较大;夏季,有 23 种主要植物群丛,其中,稗草+芦苇+狗尾草群丛的物种数量最多,其和落羽杉林、狗尾草+狗牙根+小蓬草群丛的多样性指数值都较大。

参考文献

[1]王明阳,胡泓,陈刚,等.潍坊市 4 座湿地公园的维管植物资源现

状[J].湿地科学,2021,19(2):191-207.

[2]张益红,铁军.漳泽湖国家城市湿地公园维管植物区系分析[J].湿地科学,2021,19(6):702-714.

[3]单元琪,姚允龙,张欣欣,等.三江平原七星河流域湿地植物多样性及影响因素[J].生态学报,2020,40(5):1629-1636.

[4]吴后建,但新球,舒勇.长江中下游洲滩湿地生态恢复研究[J].人民长江,2007,38(8):53-55.

[5]王学雷,许厚泽,蔡述明.长江中下游湿地保护与流域生态管理[J].长江流域资源与环境,2006,15(5):564-568.

[6]燕然然,蔡晓斌,王学雷,等.长江流域湿地自然保护区分布现状及存在的问题[J].湿地科学,2013,11(1):136-144.

[7]陈凤先,王占朝,任景明,等.长江中下游湿地保护现状及变化趋势分析[J].环境影响评价,2016,38(5):43-46.

[8]舒勇,但新球,吴后建.南京长江新济洲群湿地保护与恢复建设项目 SWOT 分析及其战略选择[J].江西农业学报,2008,20(9):153-155,158.

[9]余超,李明阳,汪辉,等.基于信息熵的新济洲土地利用结构时空变化及驱动因素分析[J].林业资源管理,2015(1):118-123.

[10]吴后建,但新球,舒勇.南京长江新济洲群湿地保护与恢复规划设计[J].湿地科学与管理,2008,4(4):40-42.

[11]卢晓宁,邓伟.洪水对湿地系统的作用[J].湿地科学,2005,3(2):136-142.

[12]王义坤,王晓娟,朱春光.长江南京新济洲河道整治工程与沿岸堤防防洪安全的实践与思考[J].江苏水利,2020(1):69-72.

[13]李明阳,汪辉,张密芳,等.基于景观安全格局的湿地公园生态适应性分区优化研究[J].西南林业大学学报,2015,35(5):52-57.

[14]王保,黄思先.南京降水气候特点及小波变化特征分析[C]//中国气象学会,大气成分委员会,中国气象科学研究院.第 31 届中国气象学会年会: S6 大气成分与天气、气候变化.北京,2014:386-396.

[15]国家林业局.野生植物资源调查技术规程:LYT 1820—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.

[16]中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,2004.

[17]刘启新.江苏植物志[M].南京:江苏科学技术出版社,2015.

[18]中国植被编辑委员会.中国植被[M].北京:科学出版社,1980.

[19]吴征镒.中国种子植物属的分布区类型[J].云南植物研究,1991,13(S4):1-139.

[20]吴征镒.《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J].云南植物研究,2003,25(5):535-538.

[21]王金虎,郝日明,汤庚国.江苏蕨类植物区系[J].云南植物研究,2007,29(2):137-144.

[22]马金双,李惠茹.中国外来入侵植物名录[M].北京:高等教育出版社,2018.

[23]ENGELHARDT K A M, RITCHIE M E. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services[J]. Nature, 2001, 411(6838): 687-689.

- [24]徐惠强. 中国湿地资源 江苏卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.
- [25]刘坤, 戴俊贤, 唐成丰, 等. 安徽湿地维管植物多样性及植被分类系统[J]. 生态学报, 2014, **34**(19): 5434-5444.
- [26]杨绍钦, 谢文远, 王挺. 浙江省湿地维管束植物区系研究[J]. 浙江林业科技, 2014, **34**(5): 32-36.
- [27]董元火, 高威, 魏能, 等. 不同生境下的粗梗水蕨所在群落生物多样性的比较[J]. 武汉大学学报(理学版), 2014, **60**(4): 338-344.
- [28]刁百灵, 史玉虎, 吴翠, 等. 粗梗水蕨研究进展[J]. 湖北林业科技, 2010, **39**(2): 45-47.
- [29]李博, 杨持, 林鹏. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [30]许加星, 徐力刚, 姜加虎, 等. 鄱阳湖典型洲滩植物群落结构变化及其与土壤养分的关系[J]. 湿地科学, 2013, **11**(2): 186-191.
- [31]付为国, 李萍萍, 吴沿友, 等. 北固山湿地植物群落特征及其物种多样性研究[J]. 湿地科学, 2006, **4**(1): 42-47.
- [32]张杰. 鄱阳湖南矶山湿地自然保护区的外来入侵植物调查与分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2015, **23**(4): 419-427.
- [33]欧阳健, 刘贵华, 周雯. 长江中下游岸带(宜昌—铜陵段)湿生植物的群落构建机制研究[J]. 植物科学学报, 2020, **38**(6): 751-761.
- [34]张全军, 于秀波, 胡斌华. 鄱阳湖南矶山湿地植物群落分布特征研究[J]. 资源科学, 2013, **35**(1): 42-49.
- [35]曹利仙, 沈琪, 张丽娜, 等. 杭州西溪湿地灌草群落组成的季节变化[J]. 湿地科学, 2010, **8**(3): 256-265.
- [36]唐万鹏, 陈义群, 许亚洲, 等. 长江中下游滩地植物群落特征及多样性指数的相关性分析[J]. 湖北林业科技, 2003(4): 1-7.
- [37]厉恩华, 杨超, 蔡晓斌, 等. 洪湖湿地植物多样性与保护对策[J]. 长江流域资源与环境, 2021, **30**(3): 623-635.
- [38]汪芳琳, 宋火保, 王凤芹. 升金湖湿地生物多样性及其保护对策研究[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2020, **22**(4): 120-124.
- [39]汪芳琳. 十八索湿地生物多样性特征及其保护研究[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2016, **28**(1): 35-40.
- [40]朱伟, 李国卿, 赵联芳. 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[J]. 长江流域资源与环境, 2006, **15**(5): 608-613.
- [41]钟飞, 田苗苗, 赵言文, 等. 常熟沿江湿地植物群落多样性与水质的关系[J]. 浙江农业学报, 2011, **23**(5): 995-1000.
- [42]张光富, 陈会艳, 陈瑞冰, 等. 南京近郊自然湿地维管植物群落特征[J]. 生态学杂志, 2007, **26**(2): 145-150.
- [43]王俊. 2016年长江洪水特点与启示[J]. 人民长江, 2017, **48**(4): 54-57, 65.
- [44]江苏省生态环境厅, 江苏省农业农村厅. 省生态环境厅 省农业农村厅关于发布《江苏省外来入侵物种名录(第一批)》的公告[EB/OL]. 2022-05-20. http://nynct.jiangsu.gov.cn/art/2022/5/20/art_11977_10456110.html.
- [45]雷霆, 崔国发, 沙海峰, 等. 北京市湿地维管束植物外来种多样性与群落分布特征研究[J]. 北京林业大学学报, 2010, **32**(S1): 51-57.
- [46]侯志勇, 谢永宏, 陈心胜, 等. 洞庭湖湿地的外来入侵植物研究[J]. 农业现代化研究, 2011, **32**(6): 744-747.
- [47]王思凯, 盛强, 储忝江, 等. 植物入侵对食物网的影响及其途径[J]. 生物多样性, 2013, **21**(3): 249-259.

Species Composition and Association Characteristics of Vascular Plants in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park

WANG Dandan¹, WANG Yanmei¹, WANG Dan¹, XIE Zhixiang², ZHANG Jun³,
LI Quanwen³, CAO Peipei⁴, CHEN Bin¹

(1. Co-Innovation Center for the Sustainable Forestry in Southern China, College of Ecology and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, P.R.China; 2. Nanjing Jiangning Forestry Station, Nanjing 211100, Jiangsu, P.R.China;

3. Management Center of Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park, Nanjing 211100, Jiangsu, P.R.China;

4. Nanjing Puhou Ecological Technology Co., Ltd., Nanjing 210034, Jiangsu, P.R.China)

Abstract: In the spring and summer of 2021, vegetation surveys were conducted to assess the vascular plant species composition and association characteristics in Jiangsu Nanjing Yangtze River Xinjizhou National Wetland Park. Using the line transect and quadrat methods, vascular plant species composition, floral composition and community diversity were investigated in typical habitats of the park, including small rivers, ponds and lakes in the islands, Yangtze River floodplain, swamp forests, herbaceous marshes, meadows, old fields and

terrestrial forests. The results showed that there were a total of 437 vascular species belonging to 296 genera of 105 families, including 55 invasive species and 8 state-protected ones. Five families including Gramineae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae and Rosaceae had above or equal 20 species records. Nearly three quarters of the genera only had one-species record. Herbaceous plants, woody plants, lianas and bamboos respectively accounted for 76.66% , 21.74% , 1.14% and 0.46% of the species pool. Mesophytes, hygrophytes and hydrophytes respectively accounted for 57.44%, 31.58% and 10.98% of the pool. Cosmopolitan type was the major floral component at the family level, whereas temperate and tropical areal types were the major components at the genus level. In spring, there were 18 major association types, among which *Vicia sativa*+*Carex* sp.+*Phragmites australis* association had the highest species abundance and the most diverse habitat types, and *Rorippa globose* + *Geranium carolinianum* and *Geranium carolinianum* + *Leonurus artemisia* associations had the highest species diversity indices. In summer, there were 23 major association types, among which *Echinochloa* sp. + *Phragmites australis* + *Setaria viridis* association had the highest species abundance, and together with *Taxodium distichum* forest and *Setaria viridis* + *Cynodon dactylon* + *Conyza canadensis* association they had the highest species diversity indices. In conclusion, Xinjizhou Wetland Park had a high level of vascular plant species diversity and a diverse floral composition, however with a considerable number of invasive species. The park was also rich in plant community types, which differed remarkably between spring and summer seasons.

Keywords: vascular plant; plant association; wetland park; Xinjizhou