

上海辰山植物园杂草的调查与防治

邢强¹, 胡永红¹, 秦俊¹, 成文竞²

(1. 上海辰山植物园, 上海 201602; 2. 上海农林职业技术学院, 上海 201699)

摘要:作为上海重要的大型公园绿地, 辰山植物园在满足人们休闲游憩的同时, 还具有引种、保育华东区系植物遗传种质资源的核心功能, 由此引起的限制使用杂草化学除草剂与杂草蔓延之间的矛盾表现突出。为解决矛盾, 采用样方法调查植物园杂草种类、发生时期及分布情况, 发现辰山植物园原生植物保育区山体专类园杂草有108种, 中心人工专类园有49种, 其中, 两种植被类型共有的杂草为19种。菊科(Asteraceae)、禾本科(Gramineae)杂草占杂草种类的大多数, 分别为15.2%和11.6%。杂草主要发生在春夏季的3月和夏秋季的7月, 杂草发生时间符合“双子叶杂草—单子叶杂草—双子叶杂草”“多年生杂草—一年生杂草—多年生杂草”的全年性发生规律。在调查、分析杂草发生基础上, 根据杂草危害等级, 通过物理、化学综合防治措施对比2种本底草坪草种的防治效果, 得到以结缕草品种‘Belair’建植的草坪在7月可达到杂草防除最佳效果。

关键词:植物园; 引种和保育; 杂草; 综合防除

中图分类号:S451.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)03-0107-08

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2022.03.013



草坪作为植物园绿地系统规划和建设的重要组成部分, 面积占比较大, 其以低矮、平整、适踩踏等特征区别于其他植被, 成为人们亲近自然的媒介, 但易被干扰而成为杂草入侵的主要对象^[1]。在草坪质量评价方面, 杂草量是衡量草坪均一性的重要评判指标^[2], 杂草的滋生还降低草坪运动功能, 干扰运动员对击球质量的把控^[3]。杂草还增加了草坪养护管理成本, 美国高尔夫草坪领域因杂草问题每年成本投入1.36亿美元, 成为影响美国高尔夫经济发展的4大原因之一^[4]。另外, 杂草的强大生命力、惊人抗劣性和超常繁殖力, 使草坪草个体耐寒、耐践踏性等生理功能降低^[5], 对整个绿地生态系统、生境及生物种群造成威

胁^[6]。当前杂草防治, 主要采用化学除草剂, 但化学除草剂的使用受外界气候环境、人为管理水平等诸多因素影响, 常造成草坪药害甚至环境污染等问题^[7]; 传统人工拔除、火烧^[8]等物理方法效率低、防效差, 还影响整体景观; 生物防治则处于研究探索阶段, 在应用中因受到各因素制约, 防治效果大打折扣^[9]; 综合防治方法大多是简单罗列, 笼统概述, 缺少综合典型案例分析及防治效果的统计。

上海辰山植物园是国际引种保育植物遗传种质资源、生物多样性保护示范基地, 近18 000个植物类群是园区核心资产和立园之本, 但引进的丰富的栽培植物种类面临着杂草入侵风险^[10]。通过对辰山植物园杂草调查, 明确植物园杂草发生规律, 按照杂草危害分级进行综合防控, 总结杂草防治的综合方法和防治效果, 为杂草防治提供技术参考。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

上海辰山植物园属北亚热带季风气候区, 温和湿润、光照充足、雨水丰沛。全年平均气温15.5℃, 1月最冷、7月最热, 日照条件较为充足, 年日照时间2 000

收稿日期:2020-10-27; **修回日期:**2021-04-01

基金项目:上海市科技创新行动计划(18DZ1204700)

作者简介:邢强(1984-), 男, 山西晋中人, 硕士, 高级工程师, 主要从事景观与运动草坪研究。

E-mail: xingqiang0731@126.com

秦俊为通信作者。E-mail: qinjun03@126.com

成文竞为通信作者。

E-mail: cheng_wenjing@126.com

h。年均降水量1 200 mm,年均降水日数130 d。上海辰山植物园2007年开始建设,2010年5月对外营业,园区共202 hm²,原生植物保育区山体与人工专类园面积比为1:9。

1.2 测试项目与方法

2017—2018年采用样方法调查植物园杂草,全园设置10块样方,按照面积比,原生保育区设1块样方,专类园设9块样方,每块样方1 000 m²,对样方内杂草种类、出现时间进行统计。

根据草坪中杂草危害分级,采用物理、化学综合防控方法进行杂草防治,防治效果衡量结合本地草坪和杂草两方面情况综合分析。选择隶属上海辰山植物园的华东植物专类园作为样方,本底为杂交狗牙根和结缕草两种草种,各设100 m²综合处理区,重复3次,进行2年的综合防治,采用实测法测定草坪密度,测定10 cm×10 cm方格内直立茎数目(株/100 cm²),用针刺法测定盖度。杂草则采用单对角线五点取样法,每个小样方2 m×2 m,于每年3、7、10月杂草高峰期进行3次杂草防治效果统计,记录样方框内杂草的占比面积和株数。杂草面积比率:在全年杂草高峰期调查中的杂草面积所占样方大小比例之和与总调查次数之比。

株防效=[1-处理后杂草株数(株/平方米)/对照杂草株数(株/平方米)]×100%。另设100 m²的对照作为非综合处理区,3次重复,分时间段测试以上草

坪及杂草指标,计算平均值。

1.3 数据处理

应用Excel 2016、SPSS 21.0软件,对试验数据进行统计和方差分析。采用隶属函数法,以草坪的密度和盖度、杂草的面积比和株防效作为杂草防效综合评价指标,计算公式如下。

正相关 $Y_{ij} = (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$; 负相关 $Y_{ij} = 1 - (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$ 。式中: X_{ij} 表示*i*植物*j*指标均值的相对值, X_{jmax} 表示各植物*j*指标相对值的最大值, X_{jmin} 表示各植物*j*指标相对值的最小值。最后按材料将各指标的隶属值进行综合评价。

2 结果与分析

2.1 杂草群落情况及其发生时间

2.1.1 杂草群落情况 辰山植物园分原生植物保育区山体和人工专类园两个不同植被类型(表1),山体专类园原生植被区杂草共有108种,双子叶阔叶型杂草92种,禾本科杂草13种,莎草科杂草3种;中心人工专类园49种,阔叶型杂草39种,禾本科杂草7种,莎草科杂草3种。全园138种草本杂草种类,其中菊科、禾本科杂草占多数,分别占15.2%和11.6%,一年生杂草占44.2%,多年生杂草占39.9%,一、二年生杂草占14.5%,丛生型占68.8%,匍匐型占31.2%。其中2个专类园的相同杂草有婆婆纳、牛筋草、香附子等19种。

表1 原生植物保育区、中心专类园各时期的杂草种类及生态型

Table 1 Weed species, occurrence period and ecotype in native plant conservation area and central special garden

常见杂草种	拉丁学名	科名	生活型	生长型	原生区	专类区	共有
春夏季节发生(2—5月)							
宝盖草	<i>Lamium amplexicaule</i>	唇形科	一、二年生	丛生型			★
荔枝草	<i>Salvia plebeia</i>	唇形科	一、二年生	丛生型	△		
鼠尾草	<i>Salvia japonica</i>	唇形科	一年生	丛生型	△		
天蓝苜蓿	<i>Medicago lupulina</i>	豆科	一、二年生	丛生型	△		
救荒野豌豆	<i>Vicia sativa</i>	豆科	一、二年生	丛生型			★
绛车轴草	<i>Trifolium incarnatum</i>	豆科	一年生	丛生型		○	
看麦娘	<i>Alopecurus aequalis</i>	禾本科	一年生	丛生型			★
野燕麦	<i>Avena fatua</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
虎尾草	<i>Chloris virgata</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
稗	<i>Echinochloa crus-galli</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
金色狗尾草	<i>Setaria pumila</i>	禾本科	一年生	丛生型		○	
小薊	<i>Cirsium belingschanicum</i>	菊科	多年生	匍匐型	△		
小白酒草	<i>Conyza canadensis</i>	菊科	一年生	丛生型	△		

续表 1

常见杂草种	拉丁学名	科名	生活型	生长型	原生区	专类区	共有
野苘蒿	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	菊科	一年生	丛生型		O	
泥胡菜	<i>Hemisteptia lyrata</i>	菊科	一年生	丛生型	Δ		
长裂苦苣菜	<i>Sonchus brachyotus</i>	菊科	一年生	丛生型	Δ		
藿香蓟	<i>Ageratum conyzoides</i>	菊科	一年生	匍匐型		O	
稻槎菜	<i>Lapsanastrum apogonoides</i>	菊科	一年生	匍匐型	Δ		
拟鼠麴草	<i>Pseudognaphalium affine</i>	菊科	一年生	匍匐型	Δ		
黄鹌菜	<i>Youngia japonica</i>	菊科	一年生	匍匐型	Δ		
绶草	<i>Spiranthes sinensis</i>	兰科	多年生	丛生型		O	
酸模叶蓼	<i>Polygonum lapathifolium</i>	蓼科	一年生	丛生型		O	
齿果酸模	<i>Rumex dentatus</i>	蓼科	一年生	丛生型	Δ		
长刺酸模	<i>Rumex trisetifer</i>	蓼科	一年生	丛生型		O	
篇蓄	<i>Polygonum aviculare</i>	蓼科	一年生	匍匐型			★
美丽月见草	<i>Oenothera speciosa</i>	柳叶菜科	多年生	丛生型			★
毛马齿苋	<i>Portulaca pilosa</i>	马齿苋科	多年生	匍匐型		O	
马齿苋	<i>Portulaca oleracea</i>	马齿苋科	一年生	匍匐型	Δ		
野老鹳草	<i>Geranium carolinianum</i>	牻牛儿苗科	一年生	丛生型	Δ		
石龙芮	<i>Ranunculus sceleratus</i>	毛茛科	一年生	丛生型	Δ		
猪殃殃	<i>Galium spurium</i>	茜草科	一年生	丛生型	Δ		
麦仁珠	<i>Galium tricornutum</i>	茜草科	一年生	丛生型	Δ		
多裂叶水芹	<i>Oenanthe thomsonii</i>	伞形科	多年生	匍匐型		O	
野胡萝卜	<i>Daucus carota</i>	伞形科	一、二年生	丛生型	Δ		
碎米莎草	<i>Cyperus iria</i>	莎草科	一年生	丛生型		O	
短叶水蜈蚣	<i>Kyllinga brevifolia</i>	莎草科	一年生	丛生型		O	
臭独行菜	<i>Lepidium didymum</i>	十字花科	一年生	丛生型	Δ		
碎米荠	<i>Cardamine hirsuta</i>	十字花科	一年生	匍匐型	Δ		
苍葱	<i>Allium victorialis</i>	石蒜科	多年生	丛生型	Δ		
通泉草	<i>Mazus pumilus</i>	通泉草科	一年生	匍匐型	Δ		
长梗天胡荽	<i>Hydrocotyle ramiflora</i>	五加科	多年生	匍匐型		O	
天胡荽	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	五加科	多年生	匍匐型			★
凹头苋	<i>Amaranthus blitum</i>	苋科	一年生	丛生型	Δ		
藜	<i>Chenopodium album</i>	苋科	一年生	丛生型	Δ		
小藜	<i>Chenopodium ficifolium</i>	苋科	一年生	丛生型	Δ		
双距花	<i>Diascia barberae</i>	玄参科	多年生	丛生型	Δ		
蚊母草	<i>Veronica peregrina</i>	玄参科	多年生	丛生型	Δ		
婆婆纳	<i>Veronica polita</i>	玄参科	多年生	丛生型			★
陌上菜	<i>Lindernia procumbens</i>	玄参科	一年生	丛生型	Δ		
牵牛	<i>Ipomoea nil</i>	旋花科	一年生	匍匐型		O	
地旋花	<i>Xenostegia tridentata</i>	旋花科	一年生	匍匐型		O	
鸭跖草	<i>Commelina communis</i>	鸭跖草科	一年生	匍匐型		O	
春夏秋季节发生(2—10月)							
泽漆	<i>Euphorbia helioscopia</i>	大戟科	一、二年生	丛生型	Δ		
铁苋菜	<i>Acalypha australis</i>	大戟科	一年生	丛生型	Δ		
葎草	<i>Humulus scandens</i>	大麻科	多年生	匍匐型	Δ		
广布野豌豆	<i>Vicia cracca</i>	豆科	多年生	丛生型	Δ		
合萌	<i>Aeschynomene indica</i>	豆科	一年生	丛生型	Δ		
落花生	<i>Arachis hypogaea</i>	豆科	一年生	丛生型	Δ		
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	禾本科	多年生	丛生型	Δ		
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	禾本科	多年生	匍匐型	Δ		

续表 1

常见杂草种	拉丁学名	科名	生活型	生长型	原生区	专类区	共有
双穗雀稗	<i>Paspalum paspaloides</i>	禾本科	多年生	匍匐型			★
茵草	<i>Beckmannia syzigachne</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
止血马唐	<i>Digitaria ischaemum</i>	禾本科	一年生	丛生型		O	
棒头草	<i>Polygogon fugax</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
地耳草	<i>Hypericum japonicum</i>	金丝桃科	多年生	丛生型	△		
紫花地丁	<i>Viola philippica</i>	堇菜科	多年生	匍匐型			★
磨盘草	<i>Abutilon indicum</i>	锦葵科	多年生	丛生型	△		
小蓬草	<i>Erigeron canadensis</i>	菊科	一年生	丛生型			★
杠板归	<i>Polygonum perfoliatum</i>	蓼科	一年生	匍匐型		O	
毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i>	毛茛科	多年生	丛生型	△		
刺果毛茛	<i>Ranunculus muricatus</i>	毛茛科	多年生	丛生型	△		
钩柱毛茛	<i>Ranunculus silerifolius</i>	毛茛科	多年生	丛生型	△		
猫爪草	<i>Ranunculus ternatus</i>	毛茛科	多年生	丛生型	△		
天葵	<i>Semiaquilegia adoxoides</i>	毛茛科	多年生	丛生型	△		
乌莓莓	<i>Cayratia japonica</i>	葡萄科	多年生	匍匐型	△		
多花水苋	<i>Ammannia multiflora</i>	千屈菜科	一年生	丛生型	△		
蓬蘽	<i>Rubus hirsutus</i>	蔷薇科	多年生	丛生型	△		
朝天委陵菜	<i>Potentilla supina</i>	蔷薇科	一、二年生	匍匐型	△		
苦苣	<i>Physalis angulata</i>	茄科	一年生	丛生型	△		
少花龙葵	<i>Solanum americanum</i>	茄科	一年生	丛生型		O	
龙葵	<i>Solanum nigrum</i>	茄科	一年生	丛生型	△		
蛇床	<i>Cnidium monnieri</i>	伞形科	一、二年生	丛生型	△		
芫荽	<i>Coriandrum sativum</i>	伞形科	一、二年生	丛生型	△		
香附子	<i>Cyperus rotundus</i>	莎草科	多年生	丛生型			★
旋鳞莎草	<i>Cyperus michelianus</i>	莎草科	一年生	丛生型	△		
鹅肠菜	<i>Myosoton aquaticum</i>	石竹科	多年生	丛生型	△		
大叶繁缕	<i>Stellaria delavayi</i>	石竹科	多年生	丛生型		O	
喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	苋科	多年生	匍匐型			★
反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i>	苋科	一年生	丛生型		O	
草地滨藜	<i>Atriplex patula</i>	苋科	一年生	丛生型		O	
水苦苣	<i>Veronica undulata</i>	玄参科	多年生	丛生型	△		
鸭舌草	<i>Monochoria vaginalis</i>	雨久花科	一年生	丛生型	△		
野慈姑	<i>Sagittaria trifolia</i>	泽泻科	多年生	丛生型		O	
柔弱斑种草	<i>Bothriospermum zeylanicum</i>	紫草科	一年生	匍匐型	△		
夏秋季节发生(6~10月)							
马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	禾本科	一年生	丛生型	△		
牛筋草	<i>Eleusine indica</i>	禾本科	一年生	丛生型			★
蒙古马兰	<i>Aster mongolicus</i>	菊科	多年生	丛生型		O	
全叶马兰	<i>Aster pekinensis</i>	菊科	多年生	丛生型	△		
马兰	<i>Aster indicus</i>	菊科	多年生	匍匐型	△		
香丝草	<i>Erigeron bonariensis</i>	菊科	一、二年生	丛生型			★
苦苣菜	<i>Sonchus oleraceus</i>	菊科	一、二年生	匍匐型	△		
鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>	菊科	一年生	丛生型	△		
石胡荽	<i>Centipeda minima</i>	菊科	一年生	匍匐型	△		
花叶滇苦菜	<i>Sonchus asper</i>	菊科	一年生	匍匐型	△		
秋冬春季节发生(10~翌年4月)							
阿拉套早熟禾	<i>Poa albertii</i>	禾本科	多年生	丛生型	△		

续表 1

常见杂草种	拉丁学名	科名	生活型	生长型	原生区	专类区	共有
早熟禾	<i>Poa annua</i>	禾本科	一年生	丛生型		O	
半边莲	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	桔梗科	多年生	匍匐型		O	
青菜	<i>Brassica chinensis</i>	十字花科	一、二年生	丛生型	Δ		
诸葛菜	<i>Orychophragmus violaceus</i>	十字花科	一、二年生	丛生型	Δ		
广州葶菜	<i>Rorippa cantoniensis</i>	十字花科	一、二年生	丛生型	Δ		
葶菜	<i>Rorippa indica</i>	十字花科	一、二年生	丛生型	Δ		
芥	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	十字花科	一、二年生	匍匐型			★
弯曲碎米荠	<i>Cardamine flexuosa</i>	十字花科	一、二年生	匍匐型	Δ		
无心菜	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	石竹科	一、二年生	丛生型	Δ		
球序卷耳	<i>Cerastium glomeratum</i>	石竹科	一、二年生	丛生型			★
漆姑草	<i>Sagina japonica</i>	石竹科	一、二年生	丛生型	Δ		
繁缕	<i>Stellaria media</i>	石竹科	一、二年生	丛生型	Δ		
鸡肠繁缕	<i>Stellaria neglecta</i>	石竹科	一、二年生	丛生型	Δ		
阿拉伯婆婆纳	<i>Veronica persica</i>	玄参科	多年生	匍匐型	Δ		
全年发生							
车前	<i>Plantago asiatica</i>	车前科	多年生	匍匐型			★
斑地锦	<i>Euphorbia maculata</i>	大戟科	一年生	匍匐型			★
杂种车轴草	<i>Trifolium hybridum</i>	豆科	多年生	丛生型		O	
白车轴草	<i>Trifolium repens</i>	豆科	多年生	丛生型	Δ		
杭州景天	<i>Sedum hangzhouense</i>	景天科	多年生	丛生型	Δ		
剪刀股	<i>Ixeris japonica</i>	菊科	多年生	匍匐型	Δ		
山东蒲公英	<i>Taraxacum duplex</i>	菊科	多年生	匍匐型		O	
蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	菊科	多年生	匍匐型	Δ		
五叶地锦	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	葡萄科	多年生	匍匐型	Δ		
委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	蔷薇科	多年生	丛生型	Δ		
积雪草	<i>Centella asiatica</i>	伞形科	多年生	匍匐型		O	
欧洲蕨	<i>Pteridium aquilinum</i>	碗蕨科	多年生	丛生型	Δ		
田旋花	<i>Convolvulus arvensis</i>	旋花科	多年生	匍匐型			★
马蹄金	<i>Dichondra micrantha</i>	旋花科	多年生	匍匐型	Δ		
附地菜	<i>Trigonotis peduncularis</i>	紫草科	一、二年生	匍匐型	Δ		
大花酢浆草	<i>Oxalis bowiei</i>	酢浆草科	多年生	丛生型		O	
酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	酢浆草科	多年生	丛生型	Δ		
红花酢浆草	<i>Oxalis corymbosa</i>	酢浆草科	多年生	丛生型		O	

2.1.2 草坪杂草种类及发生时间 在人工专类园, 草坪杂草优势种类随季节变化而变化(表1)。一般春季到初夏2~5月, 杂草发生种类占到总杂草的37.7%, 属于全年杂草发生高峰期, 优势种以一、二年生菊科及禾本科杂草为主; 夏季6~8月, 尤其在梅雨季节7月左右, 这一时期萌发的杂草种类占全年杂草种类的31.2%, 禾本科、莎草科2类杂草快速生长, 危害严重; 秋季9月底~10月, 双子叶阔叶类及冬季型禾本科杂草等再度萌发生长, 斑地锦大量结籽, 属于杂草次高峰期。一些杂草萌发、成熟的不整齐性加剧了杂草防治难度, 如马唐和牛筋草在上海地区从4月到9月萌发, 第一批6月即可开花结籽; 繁缕和婆婆纳除了

在最冷的1~2月和最热的7~8月萌发率较低外, 一年四季都能萌发和开花结籽。一年生早熟禾在9月上旬~10月中旬, 翌年3月下旬~4月中旬萌发, 呈明显的双峰曲线, 其他季节也一直在萌发。

2.2 杂草的综合防控与防效

2.2.1 杂草危害等级分类 综合植物园引种植物保育、景观游憩功能, 制定草坪杂草危害分级企业标准。一级草坪没有明显高于10 cm的杂草, 5~10 cm的杂草不超过5株/m², 整块草坪无明显的阔叶杂草, 无已结籽的杂草; 二级草坪有明显5~10 cm的杂草, 且杂草超过20~30株/m², 有明显的阔叶杂草并存在已经结籽的杂草; 三级草坪杂草泛滥, 杂草超过200株/m²,

大量杂草开花结籽。

2.2.2 分级防控杂草 (1)基于草坪杂草危害一级标准,杂草防治通过优化草坪区剪草高度和频率、草坪病虫害的综合防治、测土配方施肥、秋季交播草种质量把控等日常养管措施来维持现有的致密草坪,利用植物间的竞争规律,增加草坪草长势,弱化杂草竞争态势,有效减少杂草侵入的概率。

(2)当杂草危害达到二级标准时,根据杂草生长特性、种群数量、除草剂类型、气候条件,精准喷施靶标,采用杂草化学防治方法快速、彻底净化草坪草生长环境。针对暖季型杂草马唐生长季连续萌发的特性,采用65%水分散粒剂氨氟乐灵 15~18 g/100 m²处理,杂草封闭可维持4~5个月,可防治整个生长季的马唐杂草;针对冷季型杂草一年生早熟禾,在每年9月和翌年3月施两次氨氟乐灵 65%水分散粒剂,1 kg/hm²兑水1 000 L。及时处理已经出苗的马唐、一年生早熟禾等杂草,杂交狗牙根和结缕草草坪采用三氟啶磺隆钠盐 11%油悬浮剂,按照300~450 mL/hm²兑水600 L进行苗后处理。

(3)在草坪杂草达到三级标准时,对成坪草坪区再设计,改造草坪生长的环境,减少杂草发生量。在设计过程中因地制宜,在合适的位置种植适应的草坪草,将对养护需求最小的植物与土壤条件、光照、自然降水以及场地规模大小等特定生长环境相匹配。典型的起伏较大的边坡、狭窄的中间条带等地形复杂区域,杂草易发,且养护工作中效率低、修剪不平整、机械易损坏、养护人员易受伤等诸多问题,适宜用铺地柏、忍冬、络石类等地被植物替换草坪,减少杂草。在设计时要注重植物与草坪间不同生长速率的特性,与其他植物群落进行合理搭配种植,或通过树木修剪等

手段限制植物生长速度,保持植物配置长期处于正常比例,林缘线以内种植耐阴地被植物代替草坪。草坪改造施工中,通过场地清理,播种前进行土壤熏蒸、翻耕、晾晒等作业;把控基肥、种子及其他建植、养护材料检疫关,阻断杂草种源。

除原生植被区外,人工专类园成坪草坪区可按照以上杂草危害等级进行杂草处理。针对季节性花卉更换、休作期明显的四季花坛,通过植物设计使其层次搭配而营造种植密度,达到足够树冠密度减少景观杂草问题,利用空床期进行土壤熏蒸、晾晒、翻耕、有机覆盖。在遮阴导致草坪退化的乔、灌木树穴区覆盖有机材料防除杂草,使用粒径10~15 cm的树皮块和粗木质碎片等粗糙材料、松针和新鲜竹粉等,能够长时间抑制杂草。

2.2.3 不同草坪草在杂草防控处理后的密度和盖度 选择杂草高峰期的3、7、10月,调查比较非综合防治区和综合防治区的草坪密度和盖度(表3),非综合防治区结缕草密度都高于杂交狗牙根,且非防治区两种草坪密度差异显著,在其他月份两个草种的密度平均值都要高于非综合防治区,7月综合防治区所测的密度最高。两种草坪盖度基本与草坪密度呈一致趋势,非综合防治区盖度最低,综合防治区任何时期都高于非综合防治区,在两种草种最终生长周期盖度达到最高,且杂交狗牙根在3月、10月都高于结缕草。

以结缕草、杂交狗牙根为本底建坪草种,从杂草整体群落及个体上选取杂草面积比和株防效两个指标,比较综合防治区和非综合防治区杂草防治效果(表2),杂草面积比经过杂草综合防治处理的杂交狗牙根比对照的非处理区有显著的降低,且3月处理后的杂草面积比最低;结缕草综合处理区与对照的非处

表2 2种草坪杂草综合防治效果

Table 2 Comprehensive control effect of weeds in two kinds of constructed lawn

类型	时间	草坪密度/(株·100 cm ⁻²)	草坪盖度/%	杂草面积比/%	株防效/%	综值
结缕草	CK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3月	0.561	0.458	0.841	1.000	2.860
	7月	1.000	0.979	1.000	0.741	3.720
	10月	0.545	1.000	0.720	0.907	3.172
杂交狗牙根	CK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3月	0.684	0.689	1.000	0.706	3.079
	7月	1.000	0.806	0.680	1.000	3.486
	10月	0.570	1.000	0.742	0.722	3.033

理区呈极显著差异,并在各个杂草高峰调查月份呈现较一致的杂草占比面积,各个杂草调查月份杂草面积比不显著。在杂草株防效上,综合处理区各个月份都呈现结缕草草坪上株防效显著高于杂交狗牙根草坪,结缕草以3月杂草株防效最佳,杂交狗牙根以7月株防效最佳。

2.2.4 草坪草在不同处理后综合评价 将综合防

除与非综合区防效对比,本底草坪的密度、盖度、株防效与综合防治值正相关,杂草面积比负相关(表3)。测试月份结缕草防效综合效应值大于杂交狗牙根,且结缕草和杂交狗牙根在综合防治措施下7月达到最大值,说明两种暖季型草坪草在生长高峰期进行杂草防效最佳,这与两种本底草坪生长特性相关。

表3 不同建坪草坪草密度、盖度及杂草面积比和株防效

Table 3 Grass density, coverage, weed area ratio and plant control efficiency of different turfgrass

时间	密度/(枝·100 cm ⁻²)		盖度/%		杂草面积比/%		株防效/%	
	狗牙根	结缕草	狗牙根	结缕草	狗牙根	结缕草	狗牙根	结缕草
CK	41.0±8.9 ^c	53.3±7.0 ^c	70.6±1.0 ^c	78.0±3.2 ^c	60.6±7.0 ^a	42.3±5.0 ^a	35.4±5.0 ^c	46.3±4.2 ^c
3月	59.0±4.0 ^b	65.6±16.1 ^b	88.3±1.5 ^b	85.3±1.5 ^b	36.8±8.5 ^e	9.4±1.8 ^b	56.4±7.9 ^b	86.5±8.6 ^a
7月	67.3±5.5 ^a	75.3±2.5 ^a	91.3±3.2 ^{ab}	93.7±1.5 ^a	44.4±10.4 ^b	3.1±2.4 ^b	65.1±10.6 ^a	76.1±7.7 ^b
10月	56.0±6.2 ^b	65.3±12.7 ^b	96.3±1.0 ^a	94.0±1.7 ^a	42.9±5.5 ^{bc}	14.1±5.3 ^b	56.9±7.7 ^b	82.8±9.1 ^a

注:不同小写字母表示同列数值间差异显著($P<0.05$)

3 讨论

辰山植物园杂草因周边农田林地、每年百万游客、植物引种等因素造成来源多样,但高效的化学防治措施受限使用,因此,从杂草分布区域和发生时间两个方面有效控制杂草来源均很重要。植物园分原生植物保育区与人工专类园区2种不同植被类型,人工专类园是游客游览主要区域,是日常园艺养管的重点,管理者对该区域杂草种类、分布特点都有充分的认识,能做到及时防治。原生植被区相较人工专类园杂草防治常被忽视,杂草种类远远多于人工专类园区且杂草生态型多样,易传播蔓延的阔叶类和禾本科杂草占山体总杂草数量的98.2%;丛生型一年生杂草占43.2%,这些杂草可能演变为新的杂草类群,两个区域杂草分布种类、数量与其之间距离梯度研究对分析杂草扩散规律具有重要意义。从杂草发生时间上:园区无论是专类园区还是原生植物保育区,草坪杂草优势种呈规律性变化,一般春季到初夏杂草优势种以一、二年生菊科为主;夏季禾本科、莎草科危害严重;秋季双子叶阔叶类再度大量萌发生长,斑地锦大量结籽,迎来杂草次高峰期,杂草发生规律符合“双子叶杂草—单子叶杂草—双子叶杂草”“多年生杂草—一年生杂草—多年生杂草”的特点^[11]。杂草主要发生在3月和7月。对于秋、冬季发生的杂草,由于其发生种类少且冬季气温低,生长缓慢,细小的杂草常不被人注

意,到翌年春天,杂草大量结籽,历代重叠,积累大量杂草种源。

综合防治方面,一般对草坪养护管理不会综合考虑草坪在景观中的特殊性或在设计中的功能性等因素^[12],对草坪养护统一采用月历化的养护措施,本研究根据游客量、重要活动时间等因素将草坪功能期细分为草坪保证期、保持期、休眠期,通过制定相应的草坪质量养护标准平衡防除杂草的成本投入与草坪景观效果。作为可持续草坪管理中重要措施,杂草的综合防治可使草坪群落稳定、杂草被控制在不足危害的程度、养护投入成本低、对生态环境影响小。其中调查明确草坪中杂草群落,建立杂草物种数据库,总结杂草时、空的发生规律,能为了解草坪与杂草的消长规律、决策防除力度和方法提供科学依据。本研究按照“预防为主,综合防治”的原则,根据杂草危害分级标准,采用了分级、分区的针对性防治模式:筛选出与杂草竞争力强的草坪草种,提高草坪密度,结合化学防除,根据杂草生长周期,采用“封闭、喷杀、抑制”多重策略,配合人工拔除、机械修剪、收集草屑的方法^[13],迅速、高效的去除杂草数量,降低杂草危害等级。在草坪之外的景观花卉更换区、树穴区,配合土壤处理、景观植物层次配置、精选有机覆盖材料等有效方法控制种源。其中在有机覆盖材料中,利用一些植物粉碎物,通过活体植物、作物残茬释放化感物质抑制杂草竞争^[14-15];通过微生物及其代谢产物开发出

生物除草剂来防治杂草是将来解决杂草危害的有效途径^[16-17]。

杂草与草坪的关系,国外很多研究提倡将大部分杂草控制在可以容忍的范围之内,达到保护人类健康、草坪生长正常,草坪优质、美观的目的即可^[18]。Horne等^[19]调查新西兰克赖斯特彻奇地区的350块草坪,发现了139个植物物种;在英国,Thompson等^[20]在公共绿地草坪中找到了159种草本植物。2017~2019年在辰山植物园专类园区的结缕草和杂交狗牙根草坪调查发现了自然野生的97个非禾本科植物类型,其中当地的双子叶植物有兰科的绶草(*Spiranthes sinensis*)、堇菜科的紫花地丁(*Viola philippica*)、唇形科的宝盖草(*Lamium amplexicaule*),分布广泛,具有景观规模效应。诸如此类研究显示大部分成坪草坪中包含了双子叶植物,但草坪的功能未受影响,禾本科—非禾本科形式草坪可以推广。杂草防除是一个长期持续过程,杂草防治效果可以逐步达到草坪功能需求,但应明确杂草是植物王国多样性的重要组成部分,不可能根除,维持草坪功能与杂草数量的平衡是关键。

4 结论

分析上海辰山植物园杂草分布的区域性、季节性发生规律,发现不同生境条件下杂草种类区别较大:原始植被保育区的杂草种类是人工专类园区的2.2倍,但这两种典型植被类型下仅有19种相同杂草种类。全园杂草丰度中菊科和禾本科杂草占26.8%,发生时间上主要在3月和7月。通过前期调查掌握的杂草发生和分布规律,并进一步划分杂草危害等级,通过物理防治为主、化学防治为辅的综合防治措施,可以同时满足植物园既要长期进行植物引种保育工作,又要维持良好草坪景观和使用功能的需求。

参考文献:

- [1] Clapham A R, Tutin T G, Warburg E F. Flora of the British Isles(2nd edn)[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1962: 23—27.
- [2] 孙吉雄. 草坪学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 332—365.
- [3] 金海波, 薛光, 沈正高, 等. 除草剂对高尔夫草坪药害症状及可能成因分析[J]. 草业科学, 2019, 36(9): 2270—2279.
- [4] DAVID C B. Impact of weed on human endeavors [J]. Weed Technology, 1994, 8(2): 392—395.
- [5] 杭楠, 王翔宇, 张蕴薇, 等. 结缕草草坪杂草化学防除策略[J]. 草业科学, 2019, 36(9): 2259—2269.
- [6] 张卫华, 陈超, 孙寅. 斑地锦(*Euphorbia maculata*)入侵特征地理分布和风险评估[J]. 杂草学报, 2017, 35(1): 42—47.
- [7] 常智慧, 韩烈保. 高尔夫球场施用农药化肥对环境的影响研究进展[J]. 草原与草坪, 2002, 22(4): 6—10.
- [8] 胡强, 张学勇, 杨允菲, 等. 火烧对结缕草草地杂草的防控研究[J]. 草原与草坪, 2007, 27(4): 61—63.
- [9] 齐晓, 周禾, 韩建国, 李曼莉. 草坪病虫害生物防治技术研究进展[J]. 草原与草坪, 2006, 26(6): 3—8.
- [10] 李博, 徐炳声, 陈家宽. 从上海外来杂草区系剖析植物入侵的一般特征[J]. 生物多样性, 2001(4): 446—457.
- [11] 刘佳琦, 李有涵, 曾影, 等. 沟叶结缕草草坪杂草群落的时空动态[J]. 应用生态学报, 2014, 25(2): 401—407.
- [12] 邢强, 秦俊, 胡永红. 可持续草坪绿化技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 168—178.
- [13] 邱芳心, 杜桂萍, 刘开林, 等. 杂草抗药性及其治理策略研究进展[J]. 杂草科学, 2015, 33(2): 1—6.
- [14] 石旭旭, 王红春, 高婷, 等. 化感作用及其在杂草防除中的应用[J]. 杂草科学, 2013, 31(2): 6—9.
- [15] 曹璞, 沈益新. 狗牙根对5种禾本科杂草化感作用的研究[J]. 草地学报, 2010, 18(3): 452—455.
- [16] 李健, 李美, 高兴祥, 等. 微生物除草剂研究进展与展望[J]. 山东农业科学, 2016, 48(10): 149—151+156.
- [17] 王禹博, 纪明山, 谷祖敏, 等. 生物除草剂的开发/研究进展与未来发展思路[J]. 农药, 2019, 58(2): 86—88+98.
- [18] 陈培昶, 陈忠新, 庄仁发, 等. 草坪杂草的综合治理[J]. 中国园林, 2000(2): 70—73.
- [19] Horne B, Stewart G C. Meurk, *et al.* The origin and weed status of plants in Christchurch lawns[EB/OL]. dspace.lincoln.ac.nz/dspace/bitstream/10182/1242/.../Home_The_Origin.pdf.
- [20] Thompson K, Hodgson J G, Smith R M, *et al.* Urban domestic gardens (III): composition and diversity of lawn floras[J]. Journal of Vegetation Science, 2004, 15(3): 373—378.

(下转 124 页)