

高尔夫球场草坪-杂草群落中主要杂草种类年消长动态及时间生态位

马宗仁¹, 阳承胜¹, 常向前², 郭 辉³

(1. 深圳大学高尔夫学院, 深圳 518060; 2. 深圳名商高尔夫球会, 深圳 518032; 3. 深圳大学师范学院数学教育系, 深圳 518060)

摘要:研究了亚热带地区高尔夫球场草坪-杂草群落中主要杂草种类组成、年消长动态及时间生态位。结果表明:高尔夫球场草坪-杂草群落中各类杂草总计 59 种,其中禾草 14 种,莎草 4 种,阔叶杂草 41 种。在 20%以上的样带小样方中出现的杂草种类为 13 种,即香附子、水蜈蚣、黄花酢浆草、铺地黎、牛筋草、两耳草、马唐草、天胡荽、狗尾草、空心莲子草、马齿苋、鸡眼草和犁头草; 13 种主要杂草总的年消长动态是:1~3 月份个体数量较少,4~10 月份期间生长加快,但消长起伏不平,10 月份后变缓;70%以上的主要杂草在草坪-杂草群落中生态位宽度均在 0.7 左右,其中生态位宽度较高的杂草种类为香附子(0.9054)、水蜈蚣(0.8618)和黄花酢浆草(0.8381),生态位最小的杂草种类为马齿苋(0.3922); 13 种杂草中,相似性指数最高的杂草种对为空心莲子草与马齿苋(0.7598),最小的杂草种对为天胡荽与鸡眼草(0.1666)。

关键词:高尔夫球场; 杂草; 动态; 草坪-杂草群落; 时间生态位

Temporal niche and dynamics of main weed species in turf-weed community in golf courses

MA Zong-Ren¹, YANG Cheng-Sheng¹, CHANG Xiang-Qian², GUO Hui³ (1. Golf College, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China; 2. Mingshang Golf Course, Shenzhen 518030, China; 3. Teachers College, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China). *Acta Ecologica Sinica*. 2004, 24(10): 2230~2237.

Abstract: The composition, dynamics and niche of main weeds in turf-weed community in 2 golf courses under subtropics during 2002/3-2003/3 were studied. Results showed that 59 weeds were determined which included 14 grasses species, 4 sedge species and 41 broad leaved species in turf-weed community in golf courses. Weed species which appeared Over 20% in plots of golf courses were *Cyperus rotundus*, *Kyllinga brevifolia*, *Oxalis dellenii*, *Panicum repens*, *Eleusina indica*, *Paspalum conjugatum*, *Digitaria sanguinalis*, *Hydrocotyle sibthorpioides*, *Setaria viridis*, *Alternanthera philoxeroides*, *Portulaca oleracea*, *Kummerowia striata* and *Viola japonica*; Annual growth trend of the 13 main weed species was number declined during 1~3 months and growing quickly during April and October, but the dynamics was undulating, the number declining after October; Niches breadth of over 70% weed species in turf-weed community of golf courses was about 0.7, the higher niches breadth among 13 weed species was *Cyperus rotundus*(0.9054), *Kyllinga brevifolia*, (0.8618) and *Oxalis dellenii*(0.8381), the lowest niches breadth among 13 weed species was *Portulaca oleracea*(0.3922); The highest niches overlap between *Alternanthera philoxeroides* and *Portulaca oleracea*(0.7598) in 13 weed species, the lowest niches overlap between *Hydrocotyle sibthorpioides* and *Kummerowia striata* (0.1666).

Key words: golf course; weed; dynamics; turf-weed community; temporal niche

文章编号: 1000-0933(2004)10-2230-08 中图分类号: Q948, S812 文献标识码: A

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39899370); 深圳科技计划资助项目(9907)
收稿日期: 2004-04-16; 修订日期: 2004-09-16
作者简介: 马宗仁(1962~), 男, 副教授. 主要从事草坪建设和管理、草坪生态学和草坪保护研究. E-mail: mazongren@hotmail.com
Foundation item: the National Natural Science Foundation of China(No. 39899370), the Science Plan Projection of Shenzhen, China(No. 9907)
Received date: 2004-04-16; Accepted date: 2004-09-16
Biography: MA Zong-Ren, Associate Professor, mainly engaged in turf construction and management, turf ecology and protection. E-mail: Zongrenma@tom.com



通常一个标准国际单位高尔夫球场由长 6400~7000m,占地面积约 40~66.7hm² 的 18 洞构成,其中,草坪和树木占整个球场面积的 70%左右,剩余面积由沙坑和水塘构成^[1]。高尔夫球场的草坪属于高度人工化的生态群落,受人为扰动很重,由于构成草坪的草种单一,因而草坪群落的稳定性不高,特别容易招惹杂草的侵入^[2]。我国是一个生态多样性的国家,高尔夫球场散见于全国不同的地理区域中,所有出现于农田中的几乎都可在高尔夫球场中发现^[3]。高尔夫球场生长环境完全不同于农田、天然植物群落^[1,3]。高尔夫球场的草坪是 1 次种植、多年使用和高度人工化管理。在高尔夫球场各种养护作业中,草坪杂草防治是球场管理的重要环节。杂草以其较高的竞争性和多样性的传播定植方式在高尔夫球场草坪中不断的竞争和发展。杂草对高尔夫球场危害主要是影响了正常竞技和市场核心竞争力^[1~4]。高尔夫球场因面积大、地形复杂、杂草传播途径多等问题给防治工作造成很大的难度。

近年来,随着我国高尔夫球场数量不断扩大,杂草的问题已成为制约高尔夫球场草坪管理质量提高的一个重要因素^[1~4]。就全国来看,中国大陆建成和在建的高尔夫球场已达 300 多家,每年要投入相当大的资金修补或重建因杂草毁坏的草坪,广东的调查表明,从化温泉和清远狮子湖高尔夫球场目前已基本沦为杂草球场,佛山乡村、深圳聚豪和特发高尔夫球场建成不到 10a 就因杂草的问题不得不翻耕重建,而对高尔夫球场草坪杂草的防治至今尚无有效的技术和方法,当前基本停留在地毯式人工除草防治阶段,防治成本既高,而且效果并不理想^[3,4],有些球场因专业技术人员知识缺乏所造成的高害管理不但损坏了草坪,甚至因农药使用不当问题引发了区域环境污染^[5]。

现代生态学的发展为人们认识高尔夫球场生态系统中草坪-杂草群落结构、群落关系及多样性等问题提供了科学依据和方法。高尔夫球场是一个特殊的生态系统。从农业生态系统的观点出发,对这一特殊生态系统中有害杂草进行高效防治,应以生态调控为主。因此,首要的问题是了解杂草的资源利用关系及与资源多维的动态依存关系,通过调控杂草所利用的资源,压缩其生态位的过度扩张,实现对高尔夫球场杂草的可持续性治理。

生态位是现代生态学发展起来的一种重要理论,它以数学的方法测度物种在有限资源的多维空间中综合利用资源的能力、利用资源多样化的程度和竞争水平^[6~13]。近年来生态位理论已广泛的应用于多种生物的研究。有关植物的生态位研究为数虽不少,但主要集中于森林群落、草原群落和农田杂草群落^[14~17],对于高尔夫球场草坪-杂草群落的生态位研究国内外尚未见报道。本文依据珠江三角洲 2 家高尔夫球场,对亚热带气候条件下高尔夫球场草坪-杂草群落中主要杂草组成、年消长动态及时间生态位进行了研究。

1 研究地区与研究方法

1.1 试验球场基本概况

1.1.1 调查地点与气候 调查地点位于广东省清远和深圳 2 地的狮子湖和名商高尔夫球场。2 地同属亚热带季风气候,干湿季节分明,旱季一般出现在每年 1~4 月份和 10~12 月份,雨季为 5~9 月份。

1.1.2 球场结构与草坪 狮子湖和名商球场建场时间分别在 6a 和 8a 前。草种均为 419 狗芽根(*Cynodon dactylon*)。浇水、施肥、剪草和施药等管理约同。2 家球场球道区狗芽根生长在厚约 15~20 cm、含沙量为 97%以上的人工沙地上。球道分长草区和短草区,长草区草坪修剪高度为 4~6 cm,短草区为 1.6 cm。90%草坪根系集中在 5~10 cm 处;果岭区为沙砾结构,厚约 50~60 cm,状似圆形,果岭分 I 区、II 区、III 区和 IV 区,I 区草坪修剪高度 0.8~1.2 cm,II 区、III 区、IV 区均为 0.3~0.6 cm,90%草坪根系集中在 1~3 cm 处。

1.1.3 地形与面积 狮子湖和名商球场占地面积均分别为 66.7 和 40hm² 左右,球道草坪面积约占总面积的 2/3 左右,内含平地、水塘、山坡、丘陵和凹地等,地形复杂;果岭个体面积约 400~1000 m²,18 洞总面积约 15000 m²,表面平坦。

1.1.4 养护水平与方式 球道长草区为粗养护区域,施肥及灌水很少,周年仅修剪,草质粗老,芜枝层厚,无灌溉系统,排水系统较差;短草区为高水平养护区域,正常生长季节修剪 1 次/2~3d,施肥 1 次/60d,喷灌 1 次/1d。草质细嫩,有自动灌溉系统,排水系统完善;果岭 4 区除 I 区修剪高度不同外,管理水平和方式均相同,正常生长季节灌水 1 次/1d,施药 1 次/10~15d,施肥 1 次/15~20d,有完善的自动灌溉和排水系统。

1.1.5 杂草与防除 球道短草区采用不定时人工拔除杂草,间或采用除草剂(果岭区不进行化学除草)。球道长草区为粗养护区域,除草很少。

1.2 试验设计、处理及测定方法

2002 年 3 月至 2003 年 2 月,按 2 家球场 18 洞设计(长度共计 6500~7000m)从梯(Tee)至果岭(Green)设置 18 洞自然样带,样带间距按原球场 18 洞间距设计进行,每洞样带上每隔 50m 设 10m×10m 样方,共 140 个样方,每个样方按 5 点随机取样法设置 5 个 1m×1m 小样方。记载小样方内杂草个体密度,每次均在每个月的 15 日测定。各区域样方的位置均按随机抽样的原则和方法确定。

1.3 试验数据处理

分别统计和计算狮子湖及名商球场各洞自然样带上各月各杂草种类密度平均值,以此为基础分别计算每家 18 洞球场各月各种杂草密度总平均值,最后计算 2 家球场各月杂草密度总平均值。为了进一步分析各杂草在亚热带地区高尔夫球场上危害程度,本研究着重对主要杂草种类,即 20% 以上的样带小样方中出现的杂草种类进行消长动态和时间生态位分析。

在一些受人为影响较严重的人工草地生物群落生态位研究中^[18~20],采用 Colwell 等生态位宽度计算公式和 Feinsinger 等相似性指数计算公式,分析表明比 Levin 计算公式较符合实际情况和易获得生物学解释。

生态位宽度(B)按已有公式计算^[21]:

$$B = \sum_{k=1}^N |P_k \ln P_k / \ln N|$$

式中, P_k 是某种杂草在第 k 级资源中出现的数量占该种杂草总资源数量的比例, N 是资源序列的总级数。 B 的取值范围是 0~1(0 表示该种杂草仅在一个等级资源中出现,1 表示在各级资源中出现的数量相同)。

生态位相似性指数(O)按已有公式计算^[22]:

$$O_{ij} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N |P_{ki} - P_{kj}|$$

式中, P_{ki} 和 P_{kj} 分别是 i 种杂草与 j 种杂草在第 k 级资源中出现的数量占该种杂草总资源数量的比例。 O_{ij} 的取值范围是 0~1(0 表示 i 种杂草与 j 种杂草无相似性指数,1 表示完全相似性指数)。

2 结果与分析

2.1 高尔夫球场草坪-杂草群落中杂草种类组成及主要杂草年消长动态

根据 2 个球场 36 洞的系统调查,球场草坪—杂草群落中各类杂草总计 59 种,其中禾草 14 种,莎草 4 种,阔叶杂草 41 种(表 1)。在 20% 以上的样带小样方中出现的杂草种类为 13 种,由香附子(*Cyperus rotundus*)、水蜈蚣(*Kyllinga brevifolia*)、黄花酢浆草(*Oxalis dellenii*)、铺地黎(*Panicum repens*)、牛筋草(*Eleusina indica*)、两耳草(*Paspalum conjugtum*)、马唐草(*Digitaria sanguinalis*)、天胡荽(*Hydrocotyle sibthorpioides*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、鸡眼草(*Kummerowia striata*)和犁头草(*Viola japonica*)组成。

在球场现有管理方式下,杂草单位密度可视为杂草在草坪—杂草群落中生长竞争性强弱的能力。从图 1 可见,13 种杂草自 1 月 15 日至 12 月 15 日期间处于不同速度的生长竞争消长之中。13 种杂草总的年消长动态是:1~3 月份单位密度较少,4~10 月份期间生长竞争加快,单位密度逐渐加大,但消长起伏不平,10 月份后单位密度逐渐减少,生长竞争变缓。但不同杂草种类年生长竞争消长动态各有不同,其中,香附子和水蜈蚣较为一致,香附子和水蜈蚣为多年根状茎植物,生长竞争性很强,几乎全年都可生长,人工除草很难除尽。13 种杂草中有些是以种子繁殖传播,具有明显的生长季节性或消长性,如铺地黎单位密度最多的时期主要在 1~3 月份,5 月份后数量较少,8 月份数量又回升。而黄花酢浆草 5 和 10 月份单位密度较高,其它月份似无规律可循,其余杂草消长情况基本类似。原因主要与球场现有管理方式如养护水平、低剪和随机除草作业等有密切关系。竞争性弱的杂草抵御能力差,这种杂草往往表现为根茎细小和多以种子繁殖传播的植物,现有管理方式有可能造成致命的伤害。一些主要以根状茎繁殖的杂草如香附子和水蜈蚣,生长竞争性高,利用资源能力强,现有管理方式很难造成有效地伤害,单位密度随年生长季节一直呈上升趋势。

2.2 球场草坪-杂草群落中主要杂草种类生态位宽度变化

从表 2 可见,70% 以上的杂草种类在草坪杂草-群落中生态位宽度均在 0.7 以上,其中生态位最大的杂草种类为香附子(0.9054)、水蜈蚣(0.8618)和黄花酢浆草(0.8381),生态位最小的杂草种类为马齿苋(0.3922),其次为天胡荽(0.6726)和狗尾草(0.6687)。其它 7 种杂草均在 0.7 左右。

13 种杂草种类时间生态位宽度计测结果表明:一年之中不同的月份中,不同的草地杂草种类对时间资源的占有和利用存在着一定的选择性。马齿苋在 2 家球场中均表现最小的时间生态位宽度,揭示出该种杂草在球场的发生发展相对平缓,而其它杂草种类则相对迅猛。另外,香附子、水蜈蚣和黄花酢浆草在球场中均表现出较大的时间生态位宽度,表明该 3 种杂草种类占有较大的资源空间,终年危害草坪。

2.3 球场草坪-杂草群落中主要杂草种类生态位相似性指数变化

13 种杂草生态位计测结果表明(表 3):在 77 个杂草种对的相似性指数中,相似性指数值在 0.6 以上的种对只有 7 对,即香附子与水蜈蚣、香附子与狗尾草、香附子与黄花酢浆草、水蜈蚣与狗尾草、黄花酢浆草与空心莲子草、犁头草与鸡眼草、空心莲子草与马齿苋。在 0.5~0.6 之间的杂草种对为 22 对,其余杂草种对相似性指数值均为 0.5 以下。13 种杂草中,相似性指数最高的杂草种对为香附子与马齿苋(0.7598),最小的杂草种对为天胡荽与鸡眼草(0.1666)。

从表 3 可以看出,在 77 个杂草种对中,相似性指数达到 0.6 以上的杂草种对较少,且相似性指数并不高,大多数杂草种对

的相似性指数在 0.5 以下。这说明在亚热带地区高尔夫球场中,由于球场现有管理方式的影响,杂草种类的相似性指数或相互间的竞争生长在逐渐弱化。由于高度统一的养护作业,杂草的生长可以朝有利于自己发展的区域扩展,说明现有的管理方式并不科学。

表 1 亚热带地区高尔夫球场草坪-杂草群落中杂草种类组成

Table 1 Composition of weed species in turf-weed community of golf courses under subtropics			
科 名	杂 草 种	科 类	杂 草 种
Family	Weed species	Family	Weed species
菊科 Compo sitae	茼蒿菊 <i>Cotula anthemoides</i>	大戟科 Euphorbiaceae	飞扬草 <i>E. hirta</i>
	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>		铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>
	多茎鼠麴 <i>G. polycaulon</i>		
	野苘蒿 <i>Gynura crepidioides</i>	伞形花科 Umbelliferae	积雪草 <i>Centella asiatica</i>
	夜香菊 <i>Vernonia cinerea</i>		天胡荽 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> *
	柔毛艾纳香 <i>Blumea molli</i>	旋花科 Convolvulaceae	五爪金瓜 <i>Ipomoea cairica</i>
			鱼黄草 <i>Merremia hederacea</i>
	小白酒草 <i>Conyza Canadensis</i>	马齿苋科 Portulacaceae	马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i> *
	黄鹌菜 <i>Youngia Japonica</i>		腋花蓼 <i>Polygonum plebium</i>
	燕尾菜 <i>Aster subulatus</i>	蓼科 Polygonaceae	水蓼 <i>P. hydropiper</i>
	藿香蓟 <i>Ageratu conyzoides</i>		链荚豆 <i>Alysicarpus vaginalis</i>
	一点红 <i>Emilia sonchifolia</i>	豆科 Leguminosae	三点金 <i>Desmodium triflorum</i>
	蜆蜊菊 <i>Wedelia chinensis</i>		假地豆 <i>D. heterocarpum</i>
	裸柱菊 <i>Soliva anthemifolia</i>		毛木兰 <i>Indigofera hirsute</i>
	鹅不食 <i>Epaltes australis</i>		含羞草 <i>Mimosa pudica</i>
禾本科 Gramineae	牛筋草 <i>Eleusine indica</i> *		鸡眼草 <i>Kummerowia striata</i> *
	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i> *		小茴蒜 <i>Ranunculus cantoniensis</i>
	铺地藜 <i>Panicum repens</i> *		白花蛇舌 <i>Hedyotis diffusa</i>
	稗 <i>Echinochloa crusgalli</i>		伞房蛇舌 <i>H. corymbosa</i>
	两耳草 <i>Paspalum conjugatum</i> *		碎米荠 <i>Cardamine hirsute</i>
	狗尾草 <i>Setaria viridis</i> *		荠菜 <i>Capsella burse-pastoris</i>
	红毛草 <i>Rhynchelytrum repens</i>		柔弱班种草 <i>Bothriospermum tenellum</i>
	龙爪茅 <i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>		鸭跖草 <i>Commelina communis</i>
	地毯草 <i>Axonopus compressus</i>		雾水葛 <i>Pouzolzia zeylanica</i>
	香附子 <i>Cyperus rotundus</i> *		茅莓 <i>Rubus parviolius</i>
莎草科 Cyperaceae	碎米莎草 <i>Cyperus. iria</i>	紫草科 Boraginaceae	空心莲子 <i>Alternantherta philoxeroides</i> *
	水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i> *		线叶虾钳菜 <i>A. nodiflora</i>
	独穗飘拂草 <i>Fimbristylis ovata</i>	鸭跖科 Commelinaceae	繁缕 <i>Stellaria media</i>
玄参科 Scrophulariaceae	通泉草 <i>Mazus japonicus</i>		天蓬草 <i>S. uliginosa</i>
	益母草 <i>L. crustacea</i>	苋科 Amaranthus	
堇菜科 Violaceae		石竹科 Caryophyllaceae	
		酢浆草科 Oxalidaceae	
			黄花酢浆草 <i>O. corniculata</i> *

* 表示 20% 以上的样带小样方中出现的杂草种类 Weed species appeared Over 20% in plots of golf courses

表 2 亚热带地区高尔夫球场草坪-杂草群落中主要杂草种类生态位宽度变化

Table 2 Niches breadth of main weed species in turf-weed community of golf courses under subtropics														
杂草种类	月份 Month												Σ	B
Weed species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	2.99	2.01	11.10	3.99	12.01	7.03	13.97	6.94	21.06	2.02	22.05	11.10	116.27	0.9054
水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i>	1.11	0.97	6.03	2.09	17.05	3.12	20.96	12.97	21.89	8.01	5.17	2.03	101.40	0.8618
铺地 <i>Panicum repens</i>	11.8	4.01	3.12	33.03	2.12	1.02	2.97	7.89	0.96	4.95	0.00	2.89	74.76	0.7356
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.00	0.00	8.00	0.98	43.97	0.00	2.99	2.01	8.99	3.98	0.00	1.04	71.96	0.6687
黄花酢浆草 <i>Oxalis dellenii</i>	0.00	2.03	11.01	3.01	33.94	6.98	10.89	2.04	9.01	2.97	9.96	6.89	98.73	0.8381
空心莲子草 <i>Alternantherta philoxeroides</i>	0.00	1.03	0.00	2.02	7.95	0.96	1.95	0.96	5.98	0.00	0.00	1.79	22.64	0.7098
两耳草 <i>Paspalum conjutum</i>	0.00	1.01	0.97	3.96	0.00	1.98	0.00	1.03	2.96	1.03	0.00	2.87	15.81	0.7756
牛筋草 <i>Eleusina indica</i>	0.96	0.98	6.95	0.00	2.04	6.04	0.97	2.01	0.00	4.03	0.00	5.98	29.96	0.7860
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	1.04	0.00	6.96	2.03	1.01	6.03	0.00	8.98	1.01	0.00	4.03	0.00	31.09	0.7188
天胡荽 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	0.00	4.01	1.03	0.00	1.03	6.95	0.99	0.00	2.01	0.00	0.00	1.96	17.98	0.6726
犁头草 <i>Viola japenica</i>	1.96	0.00	0.00	3.99	0.00	3.01	7.95	1.01	0.00	2.03	10.99	1.99	32.93	0.7240
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	0.00	0.00	0.00	2.04	4.89	0.04	0.00	1.02	7.04	0.00	0.99	4.04	20.06	0.3922
鸡眼草 <i>Kummerowia striata</i>	1.03	0.00	0.00	2.04	3.97	0.00	0.00	1.06	0.87	2.01	5.85	0.98	17.81	0.7368

3 讨论和结论

天然植物群落种间生态位研究比较广泛和深入^[23~25]。天然植物群落种间生态位研究在设计方法上一般总是设置于环境因子发生梯度变化的特定环境地段^[14,16,25,26],这种取样方法无疑对测度物种在有限资源的多维空间中综合利用自然资源的能力、利用资源多样化的程度和竞争水平是有效的。但是,在高尔夫球场草坪-杂草群落中杂草种间生态位的研究上这种取样方法并不可取,因为:①高尔夫球场草坪-杂草群落采取统一养护作业,受人工的干预很重。确切的说,高尔夫球场草坪-杂草群落是在人工和自然双重因子作用下产生的。从影响结果看,人类高度的养护水平和各种养护方式则是高尔夫球场草坪-杂草群落特征发生变化的主要原因;②高尔夫球场草坪-杂草群落生长基质是含泥量很少和球场范围内沙层厚度相同的沙质土壤^[1,3]。这种生长基质可保证高尔夫球场杂草-群落所接受的环境处理基本上是一致的;③高尔夫球场草坪-杂草群落立地条件在整个球场范围内基本是相似的;④高尔夫球场因高水平养护存在着多维资源过剩的现象,尤其是化学资源维,杂草可轻易的摆脱其限制任意拓展。显然,球场草坪-杂草群落与天然植物群落的立地条件差异很大。据此认为高尔夫球场基本不存在环境梯度不一致的特定地段。

近年来,对农田-杂草群落已进行了一些研究^[11,12,15,17]。农田-杂草群落由于受人工的干预较重,程度上部分类似于高尔夫球场草坪-杂草群落的生长环境,但与高尔夫球场草坪-杂草群落相比,环境均匀程度远不如高尔夫球场杂草群落高。为了解决环境因子梯度问题,在农田-杂草群落中,郭水良等^[13,17]对生态位计测方法进行了两点调整:①运用目测法计测杂草优势度级或重要值作为某种杂草在第级资源中出现的数量占该种杂草总资源数量的比例;②以农田中具有最大相异系数的样点作为始端样点,以此作标准再与其余样点进行排列,然后计算生态距离和生态位相似性指数;由于农田-杂草群落生态位的研究在国内外尚处于弱势状态,郭水良等的方法显然忽视了农田生态系统环境均匀性较天然植物群落高的特征,而是硬性在农田环境均匀性较高的情况下,人为寻找类似于天然植物群落环境梯度或特定地段,寻找环境不同的样点,显然违背样方设计随机原则,其结果导致所研究的21个农田杂草种生态位宽度过度偏小和相似性指数过于异化的现象^[18],这显然与农田杂草实际生长情况不符。

高尔夫球场草坪管理方式使高尔夫球场草坪-杂草群落远远的脱离了自然群落的特征,比农田-杂草群落更为人工化。所以通过采用郭水良等的公式和计算方法^[11,15]进行高尔夫球场草坪-杂草群落杂草生态位宽度和相似性指数的计算结果则明显偏小,尤其是象香附子、水蜈蚣、黄花酢浆草生态位宽度和相似性指数更小,这与球场上13种杂草生长的实际情况不符,难以得到生物学方面的合理解释。在样地环境基本相似的情况下,郭水良等运用目测法计测杂草优势度级换算成重要值计算生态位宽度^[15],主要是存在杂草高度问题,此种换算也许符合农田实际情况。但对高尔夫球场来说,不存在杂草的高度问题,因为杂草同草坪一样,需要定期接受修剪^[1,3,4],密集的修剪频率,既使杂草生长再快,杂草高度对草坪-杂草群落生态位的影响也甚微。由于人工随机除草和草坪本身的密闭性,杂草在草坪-杂草群落中的数量受到严重干扰,所以统计样带中小样方内杂草出现的单位密度占该种杂草总资源数量的比例对解决高尔夫球场杂草群落的现实生态位问题较符合球场实际作业模式。

草坪是高尔夫球场的主体植物,杂草以其较高的竞争性和多样性传播定植方式不断在草坪-杂草群落中竞争发展。高尔夫竞技和市场竞争力规定了高尔夫球场的草坪必须在杂草含量很少的绿色坪面上进行才能保证应有的质量。可以说杂草防除是从球场建造一开始就跟进的作业。高尔夫球场是一个特殊的生态系统,现有的管理方式强烈的影响着草坪-杂草群落的发展方向、程度以及草坪与杂草在群落内部竞争的关系。但是,目前可供资鉴的资料仅为天然植物和少量农田杂草生态位的研究且主要集中在对土壤养分、水分,太阳能等资源维上的探讨^[10,14,16,26],而忽视了植物在时间维上的生态位研究。时间维本身虽然对杂草并无控制作用,杂草沿时间维变化的特点仅反映了杂草发生发展变化的表现特征。但是,时间维是多维生态位的重要组成部分,是深入研究其它多维生态位的基础和前提。对高尔夫球场来说,真正对杂草发生发展起作用的是其它多维,如现有管理方式下草坪-杂草群落中各种化学维等。因此,通过时间维可反映出草坪-杂草群落随季节变化和高尔夫球场现有管理方式下资源多维的动态依存关系,揭示杂草在现有管理方式下的竞争机制、综合利用人工和自然资源的能力、利用资源多样化的程度和竞争水平。根据时间生态位的研究结果,将人为技术原因及社会和经济因素等综合考虑,利用球场现有的不同管理模式进行草坪-杂草群落生态位系统研究,了解对系统结构及多样性的稳定性影响,有目的的压缩球场杂草生态位,提高主体草坪生态位,从而进行科学管理具有针对性意义。在高尔夫球场的现有管理方式下,研究结果显示部分杂草对这种管理方式是敏感的,这些杂草往往为根茎细小和多以种子繁殖传播的植物,低剪、随机除草方式有可能造成致命的伤害。具有高度抗干扰能力的杂草主要是根状茎繁殖传播的杂草如香附子和水蜈蚣,生长竞争性高,利用资源能力强,现有管理方式如低剪、随机除草方式很难造成有效地伤害。就目前现有管理方式来说,容易使草坪-杂草群落获得过剩的营养资源,如果对杂草消灭或损伤不彻底,反过来也有利于杂草的快速恢复生长和扩展。

13种主要杂草种类中,70%以上的杂草种类的时间生态位宽度均在0.7以上,生态位达到0.8以上的杂草种类为香附子、水蜈蚣和黄花酢浆草。这表明在时间维下,亚热带球场杂草种类对时间资源的占有和和利用存在着一定的选择性。从生长竞争看(图1),香附子、水蜈蚣除了春、夏、秋三季正常生长和较高的密度外,冬季也有一定生长和较大的密度,表明香附子、水蜈蚣

和黄花酢浆草在高尔夫球场中周年占据较大的生存空间,综合利用资源的能力要高于其它杂草,香附子、水蜈蚣和黄花酢浆草较高的生态位宽度表明它们几乎终年危害草坪。至于马齿苋,资源利用的选择性就更为明显,冬季低温期间不生长,春、夏、秋出现的数量也参差不齐,全年分布并不均匀,揭示出该种杂草在球场的发生发展相对平缓,因而获得的生态位宽度也最小。另外,高尔夫球场草坪杂草的生态位远比郭水良等^[15]在农田小麦中的杂草要高的多。这说明高尔夫球场草地杂草是以多年生根茎型构成主要危害优势(表 1),这一点远不同于农田杂草作业制度。因为农田杂草通过年复一年的翻耕可消灭大部分多年性根茎型杂草,年际间杂草出现的频率差异可能很大。

生态位相似性指数对认识生态系统中种内或种间竞争具有重要意义。当多种生物利用同一资源时,就会发生生态位重叠,如果这种重叠是在环境容量被充分饱和的情况下存在,那么便会导致竞争排斥现象的产生^[8,25],其结果生态位相似的生物部分死亡或特征置换后得以生存。这种竞争现象在天然群落生态系统中种内或种间是普遍存在的,生态位差异是多种生物共存的基础。但从高尔夫球场草坪-杂草群落中主要杂草种对的相似性指数看(表 3),在 77 个杂草种对中,相似性指数达到 0.6 以上的杂草种对只有 7 对,空心莲子草与马齿苋彼此数量十分接近,生长竞争和排斥激烈,因而相似性指数(0.7598)较高外,大多数杂草种对的相似性指数并不高。这说明在亚热带地区高尔夫球场中,由于人为养护因素的严重影响,杂草的相似性指数或相互间的竞争生长在高尔夫球场草坪-杂草这样一个特殊群落中逐渐弱化。大多数杂草种类之间对空间资源的竞争并不十分剧烈,在资源利用方面表现出较大的分化,表明在高尔夫球场草坪-杂草群落内部由于水、营养、氧气等各种化学因子维上的高度人工补偿作用,使得杂草的生长可以轻易地朝任何一方有利于自己发展的区域扩展,并由此不断拓展生态位宽度。杂草种间相似性指数不高或竞争弱化只会加大球场草坪管理的难度,压缩这种扩展的措施是改变球场现有的管理方式和水平,掌握主体草坪和主要杂草的生长习性,规律,制定出科学可行的养护方案,如按季节变化在水量、肥量、肥料成份、肥料比例、修剪频率和留草高度等方面进行合理安排,不断加大草坪密度,压缩杂草生态位,尽量提高主体草坪的生态位。

References:

- [1] Ma Z R. Golf Course Turf Maintaining and Management. Lanzhou: Lanzhou University Press, 1996. 212~224.
- [2] Ma J X, Xue G. The Status of Weed Control in Bermudagrass of Golf Course in USA. *Partacultural Science*, 1999, **18**(2): 55~57.
- [3] Xue G, Ma J X. Weed Control Strategies to Golf Course Turf in Southern China. *Partacultural Science*, 2003, **20**(1): 65~71.
- [4] Wang S M, Wu Y Q. Turf Weed and Their Chemical Control on Sichuan International Golf Course. *Partacultural Science*, 2001, **18**(2): 39~42.
- [5] Huang C J. The Impact of Golf course Applied Pesticides and Chemical Fertilizer on the Adjacent Water Environment and the Control Countermeasures. *Rural Eco-Environment*, 1998, **14**(1): 35~38.
- [6] Huang Y Z. Mathematical Methods in Niche Theory Study. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1994, **5**(3): 331~337.
- [7] Yu S X. Multivariate Measure of Niche Breadth. *Acta Ecologica Sinica*, 1994, **14**(1): 32~39.
- [8] Shang C Y. Niches Theory on Modern Ecology. *Progress in Ecology*, 1988, **5**(2): 77~84.
- [9] Zhou D, Cong P T. Research of Calculated Method on Population Ecological Niche of Leymus. *Journal of Northeast Forestry University*, 1999, **27**(3): 48~50.
- [10] Zhang L J, Yue M. Comparison of Different Measurements Applied to Oasis-Desert Ecotone. *Chinese Journal of Ecology*, 2002, **21**(40): 71~75.
- [11] Gou S L. Method and Program for analysis Weed Niche in Crop Fields. *Journal of Zhejiang Normal University*, 1998, **21**(3): 76~79.
- [12] Guo S L, Li Y H. Significance and Method of Studies on Weed Niche in Crop Fields. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, **18**(5): 496~503.
- [13] Li J, Zhu J B. A Review on Niche Theory and Niche Methics. *Journal of Beijing Forestry University*, 2003, **25**(1): 101~107.
- [14] Zheng Y R. Main Woody Species Niche of Plant Community in DaQingGou. *Acta Phytoecologica Sinica*, 1999, **23**(5): 475~479.
- [15] Guo S L, Li Y H. Weed Species Niche in Wheat Fields in JinHua, ZheJiang Province. *Acta Phytoecologica Sinica*, 1998, **22**(1): 76~84.
- [16] Huang J X, Wang T. Study on Niche of the Woody Species in the Major Torest Communties in Zengcheng City. *Journal of South China Agriculatural University*, 2003, **24**(4): 52~55.
- [17] Xiao H, Zhou Q X. Eco-miches of Major Weeds in Rice Fields in Shenyang, China. *Rural Eco-Environment*, 2003, **19**(30): 9~13.
- [18] Yuan Q H, Xue F X. A Study on Spatial Grass Grub Population. *Journal of Gansu Science*, 1995, **25**(1): 85~88.
- [19] Yuan Q H, Jiang W L. A Study on Spatial Patten of Grass and Grub Population. *Pratacultural Science*, 1995, **12**(1): 33~37.
- [20] Ma Z R. Niches of dominant grub population in different athletic areas of golf course. *Chiness Journal of Applied Ecology*, 2004, **15**(8): 1416~1422.
- [21] Colwell R K, Futuyma D J. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 1971, **52**: 567~576.
- [22] Finsinger P and Spears E E and Poole R W. A simple measure of niche breadty. *Ecology*, 1981, **62**: 27~32.

[23] Lin K M,Yan Y S. Progress in Niche Theory and applied Study. *Journal of Fujian Forestry College*, 2000,**21**(3):283~287.

[24] Xie S C.Development and review of Niche Concept. *Chinese Journal of Ecology*,1997,**16**(6):46~84.

[25] Zhao Z M,Guo Y Q. *Principles and Methods for Community Ecology*. Chongqing: Chongqing Branch of Science and Technology Literature Press ,1990.

[26] Yan T F,Cong P T. Effect Analysis of Enviromental Factors on Plant Niche Breadth. *Journal of Northeast Forestry University*,1999,**27**(1):35~38.

参考文献:

[1] 马宗仁. 高尔夫草坪管理和护养. 兰州:兰州大学出版社,1996. 212~224.

[2] 马建霞,薛光. 美国高尔夫球场百幕大草坪杂草防除进展. 草业科学,1999,**18**(2):55~57.

[3] 薛光,马建霞. 南方高尔夫球场草坪杂草防除现状及对策. 草业科学,2003,**20**(1):65~71.

[4] 王四敏,吴彦奇. 四川国际高尔夫球场草坪杂草及化学防除研究. 草业科学, 2001 ,**18**(2):39~42.

[5] 黄承嘉. 高尔夫球场农药化肥对水环境的影响和对策. 农村生态环境,1998,**14**(1):35~38.

[6] 黄英姿. 生态位理论研究中的数学方法. 应用生态学报,1994,**5**(3):331~337.

[7] 余世效. 物种多维生态位宽度测度. 生态学报,1994,**14**(1):32~39.

[8] 尚昌玉. 现代生态学中的生态位理论. 生态学进展, 1988,**5**(2):77~84.

[9] 周丹,丛沛桐. 羊草群落生态位计算方法. 东北林业大学学报,1999,**27**(3):48~50.

[10] 张林静,岳明. 不同生态位计测方法在绿洲荒漠过渡带上的应用研究. 生态学杂志,2002,**21**(4):71~75.

[11] 郭水良. 农田杂草生态位研究方法及计算程序. 浙江师范大学学报, 1998,**21**(3):76~79.

[12] 郭水良,李扬汉农田杂草生态位研究的意义及方法探讨. 生态学报, 1998,**18**(5):496~503.

[13] 李契,朱金北. 生态位理论及其测定研究进展. 北京林业大学学报,2003,**25**(1):101~107.

[14] 郑元润. 大青沟森林植物群落主要木本植物生态位研究. 植物生态学报, 1999,**23**(5):475~479.

[15] 郭水良,李扬汉. 浙江金华地区小麦杂草群落中生态位的研究. 植物生态学报, 1998,**22**(1):76~84.

[16] 黄久香,王通. 广东增城主要森林群落优势群落的生态位研究. 华南农业大学学报, 2003,**24**(4):52~55.

[17] 肖红,周启星. 沈阳地区水田主要杂草群落消长动态及生态位分析. 农村生态环境, 2003,**19**(3):9~13.

[18] 袁庆华,薛福祥. 人工草地蛱蝶群落空间格局的研究. 草业科学, 1995,**12**(1):33~37.

[19] 袁庆华,蒋文兰. 草地蛱蝶群落空间生态位研究. 甘肃科学学报, 1995,**25**(1):85~88.

[20] 马宗仁. 高尔夫球场不同功能区草地优势种蛱蝶群落生态位分析. 应用生态学报,2004,**15**(8):1416~1422.

[23] 林开敏,郭玉硕. 生态位理论及其应用研究进展. 福建林学院学报,2001,**21**(3):283~287.

[24] 谢寿昌. 生态位概念的研究进展. 生态学杂志,1997,**16**(6):46~84.

[25] 赵志模,郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆:科学文献出版社重庆分社,1990. 73~93.

[26] 颜廷芬,丛沛桐. 环境因子对植物生态位宽度的影响程度分析. 东北林业大学学报,1999,**27**(1):35~38.