

北京永定河地区“高尔夫长廊” 植被种类及盖度状况研究

王 玮¹, 韩烈保^{1,2}, 常智慧¹

(1. 北京林业大学高尔夫教育与研究中心, 北京 100083; 2. 长江大学园艺园林学院, 湖北 荆州 434025)

摘要:永定河沙地是北京市冬春季沙尘天气的主要沙源之一。在永定河卢沟桥段至免上段分别在高尔夫球场内外设置 12 个样地 48 个样方, 实地调查该流域段内高尔夫球场内外的植物种类及植被盖度的差异。调查后发现: 在高尔夫球场内外乔灌木不同层次的植被类型存在明显差异, 精细管理的球场内(包括果岭、球道和高草区)的植被覆盖度明显优于河床无人管理的区域 ($P < 0.01$), 植被盖度依次为果岭 > 球道 > 高草区 > 河床无人管理区。果岭平均盖度在 95% 以上, 并且盖度稳定, 球道和高草区的平均盖度均大于 60%, 参照植被盖度与风蚀水平的相关性研究, 该地区风蚀几率大大减小; 无人管理区 60% 样地区域盖度小于 40%, 易造成明显风蚀。

关键词:永定河; 高尔夫长廊; 植被种类; 植被覆盖度

中图分类号: S688.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2010)05-0030-08

永定河全长 680 km, 北京段长 108.7 km, 流域面积 1 600 km²^[1]。自 20 世纪 50 年代官厅水库建成后, 几十年来三家店以下的永定河河道基本呈干河状态^[2-3]。永定河断水造成地表干枯、河床沙化, 沙质草地植物群落的稳定性差, 生态系统脆弱^[4], 导致古河道流域成为北京市最大的风沙源之一^[5]。

截止 2005 年, 北京市沙化土地总面积 54 621 hm², 全部为固定沙地, 涉及 11 个县(区) 102 个乡镇^[6], 永定河沙地作为北京市面积最大的风沙化土地和风沙危害最严重的地区之一, 沙地面积达 38 935 hm², 为全市沙地总数的 65.96%^[5]。因此, 对永定河沙地开展风沙规律及防治效益研究, 对于遏制永定河沙地蔓延以及改善北京市的生态环境有重要的意义。

目前永定河沙尘的治理措施主要是将原有沙化土地改造成农垦翻耕地(留茬地)、湿地、防护林地和草地(草坪)。在这几种治理后的土地类型中, 农垦翻耕地被认为是潜在沙化土地, 在受到人为扰动后更容易发生土壤风蚀^[6-7]。建造防护林是目前河管处投入大量人力、物力治理永定河的最主要方式, 到 2006 年全流域北京段共完成绿化总面积 399 hm²。但河床严重沙化、地下水位低

等原因导致树木成活难^[8]。

研究表明: 风蚀起沙与地表植物覆盖情况有关^[9], 与植被盖度呈负指数关系^[10-14], 当植被盖度减少到 20% 时, 风蚀速率突然增大^[15-18], 植被盖度达到 30% 时可比裸露地表减少风蚀量 34.5%~58.0%, 盖度 60% 时可减少 70.5%~84.0%^[19], 在风速 12.7 m/s 条件下, 植被盖度大于 60% 时, 风蚀率几乎为零^[20]。

草地(草坪)绿化形式是 2006 年后新出现的, 主要以高尔夫球场人为管理和养护的形式存在。由于高尔夫球场的功能需求, 绿化形式不仅限于草坪, 而是草灌乔相结合的立体绿化组合。根据马士龙^[21]对不同植被防风效应的研究, 不同类型的植被防风固沙效益差异显著, 乔灌草型植被防风固沙效果最好。

收稿日期: 2009-11-02

基金项目: “863”国家高技术研究发展计划项目(2006AA102132); “十一·五”国家科技支撑计划项目(2006BAD01A19、2006BAC18B04-1); 北京市重点学科建设项目; 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室; 北京市教育委员会学科建设与研究生培养项目——北京城市生态环境建设产学研联合培养研究生基地资助(二期资助)

作者简介: 王玮(1985-), 女, 浙江湖州人, 在读硕士生, 主要研究方向为高尔夫草坪。

E-mail: chanidy@163.com

通信作者: 韩烈保

基于不同层次组合的植被以及大面积、高盖度的植被具有良好的抑止扬沙的功能。研究于 2008 年 7 月 28 日—8 月 22 日对永定河下游卢沟桥至尧上段干涸流域的“高尔夫长廊”上的球场以及球场外河床无人管理区的植被种类组合和植被盖度做了详细调查研究,以期为预测高尔夫球场在防风固沙上的作用提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区域 永定河地区“高尔夫长廊”是由韩烈保在《高尔夫周刊》中首次提出的概念^[22]。它是指位于永定河下游干涸河床上的高尔夫球场

以及与高尔夫相关的其他设施等在内的,具有防风固沙,绿化环境,保护当地生态环境功能的高尔夫群带区域。根据定义,截至 2008 年 8 月,“高尔夫长廊”一共包括高尔夫俱乐部 7 家,共 13 个 18 洞球场。

已建成开业的 7 个高尔夫俱乐部按从北到南的地理位置排列依次为:北京银泰鸿业高尔夫俱乐部、北京宝兴高尔夫俱乐部、东方双鹰高尔夫俱乐部、长阳国际高尔夫俱乐部、加州水郡高尔夫俱乐部、金沙植物园、北京尧上乡村高尔夫俱乐部(表 1)。

表 1 永定河流域高尔夫球场基本情况(截至 2009 年 8 月)

球场名称	规模 (洞)	开业时间 (年)	果岭草种	球道草种	发球台草种	高草区草种	球场地貌
银泰鸿业(YT)	36	2009	匍匐翦股颖	草地早熟禾	草地早熟禾	草地早熟禾	河滩与丘陵
宝兴(BX)	54	2006	匍匐翦股颖	草地早熟禾	草地早熟禾	高羊茅 草地早熟禾	河滩
东方双鹰(DE)	36	2006	匍匐翦股颖	草地早熟禾	草地早熟禾	高羊茅	河滩
长阳国际(CY)	27	2007	匍匐翦股颖	草地早熟禾	草地早熟禾	高羊茅 日本结缕草	河滩
加州水郡(CA)	27	2008	匍匐翦股颖	草地早熟禾	草地早熟禾	高羊茅	河滩
金沙植物园(JS)	18	2009	匍匐翦股颖	匍匐翦股颖	匍匐翦股颖	野花	沙地
尧上乡村*(YS)	36	2000	匍匐翦股颖	草地早熟禾	草地早熟禾	高羊茅	河滩

注: *尧上乡村高尔夫俱乐部总规模为 36 洞,其中 18 洞位于永定河河床内,另 18 洞位于河床外,因此另 18 洞不在试验范围内。草地早熟禾 *Poa pratensis*、匍匐翦股颖 *Agrostis stolonifera*、日本结缕草 *Zoysia japonica*、高羊茅 *Festuca elata*。

1.2 取样方法 根据球场在河道上地理位置的分布,选取相距 5 km 以上的高尔夫球场 4 个(银泰鸿业高尔夫俱乐部、宝兴高尔夫俱乐部、加州水郡高尔夫俱乐部和尧上乡村高尔夫俱乐部),以及球场地貌风格和植被种类与其他有显著差异的俱乐部 1 个(金沙植物园),共 5 个球场,以及宝兴与加州水郡之间、加州水郡与金沙植物园之间和尧上高尔夫以南的 3 个河床无人管理区作为样本。

在被选取的 5 个的样本球场中,以 18 洞为单位随机采取样方 1 个(加州水郡为 27 洞球场,共取 2 个大样方),共 9 个大样方,加上 3 个无人管理区样本,共计大样方样地 12 个。样方面积 20

m×20 m,调查样方内所有乔灌木植物种类,记录不同种类植物的数量,并测算香农(Shannon—Winner Index)指数。

香农指数(*H*)的测算^[23]:

$$H = -\sum P_i \ln(P_i)$$

$$P_i = N_i / N$$

式中,*N_i* 为样方内第 *i* 个物种的个体数,*N* 为样方内所有个体数的和。在每个大样方中选取 4 个 1 m×1 m 的小样方,共计 48 个小样方,测量植被盖度。草坪盖度以针刺法测量:制成 100 cm×100 cm 的木架,内用线绳等分为 100 个小格,将其放在被测草坪上,用细长针垂直针刺每一格,刺到的记 1,未刺到记 0,在测定出的草坪盖度上,用

灌木和乔木盖度对草本盖度进行修正,若未刺到草坪植物,但是有乔冠覆盖的,仍记为 1,综合后得出该样地的植被盖度,以百分数表示,重复 5 次,取平均值。调查样本分为 4 个类别,分别是果岭(Green)、球道(Fairway)、高草区(Rough)和河床无人管理区(Wild)。

由于各球场果岭草坪建植标准严格,且总面积最小,估测果岭植被盖度差异极小,故果岭取样一共 4 个;球道面积较果岭大,取样 8 个,高草区

是高尔夫球场中面积最大的区域,取样 16 个;河床无人管理区面积最大取样 20 个,共 48 个样方。

1.3 数据处理 用 Excel 软件处理数据并制作图表,采用 SPSS11.0 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 样地分布与采样结果 12 个样方分布在永定河河床的不同流域段,植被种类不同,并且高尔夫球场的植被与外界植被有较大的差异(表 2)。

表 2 各样地植被盖度分布情况

样本 编号 ^①	位置 ^②	乔木	灌木	草本植物	小样类型 ^③	人为干扰 程度 ^④	植被盖度 (%)	香农指数
YT-1	A12& A16			黄香草木樨、草地早熟禾、紫花苜蓿、拉拉秧、尾穗苋、马齿苋、灰菜	球道 1	2	70	0.405
					球道 2	2	93	0
					无人管理区 1	4	69	0.932
					无人管理区 2	4	67	1.544
YT-2	B2			草地早熟禾、马唐、高羊茅、匍匐剪股颖	球道 3	2	87	0.325
					高草区 1	3	82	0.367
					果岭 1	1	97	0
					果岭 2	1	98	0
BX-1	C14	刺槐、国槐、桃		马唐、高羊茅、飞蓬	高草区 2	3	67	0.671
					高草区 3	3	64	0.199
					高草区 4	3	62	0.647
					高草区 5	3	70	0.441
BX-2	B7& B13	刺槐、油松、毛白杨、杜梨		高羊茅、草地早熟禾	高草区 6	3	84	0.659
					高草区 7	3	77	0.634
					高草区 8	3	77	0.562
					高草区 9	3	80	0.279
BX-3	A12			刺槐、毛白杨拉拉秧、狗尾草、马唐、高羊茅、稗草	高草区 10	3	62	0
					高草区 11	3	67	0.056
					高草区 12	3	80	0.056
					高草区 13	3	91	0
WD-1		毛白杨	荆条	马唐、牛筋草、狗尾草、拉拉秧、青蒿、小麦、蒺藜、灰菜、黄香草木樨	无人管理区 3	4	27	0.618
					无人管理区 4	4	55	0.351
					无人管理区 5	4	37	1.598
					无人管理区 6	1	73	0.562

续表 2

样本 编号 ^①	位置 ^②	乔木	灌木	草本植物	小样类型 ^③	人为干扰 程度 ^④	植被盖度 (%)	香农指数
CA-1	A2	刺槐、侧柏	荆条	高羊茅、马唐、狗尾草、青蒿、拉拉秧、黄香草木樨、红蓼、苘麻	无人管理区 7	4	44	0.816
					无人管理区 8	4	67	0.898
					无人管理区 9	4	33	0.878
					高草区 14	3	87	0.325
CA-2	C1		荆条	马唐、狗尾草、菟丝子、青蒿、马齿苋、草地早熟禾、高羊茅、黄香草木樨、叉分蓼	无人管理区 10	4	21	1.408
					无人管理区 11	4	38	1.699
					球道 4	2	88	0
					球道 5	2	97	0
WD-2		国槐、毛白杨	铺地柏	狗尾草、狼尾草、马唐、朝天委陵菜、黑麦草、牛筋草、蒺藜	无人管理区 12	4	20	0.679
					无人管理区 13	4	26	0.747
					无人管理区 14	4	33	0.822
					无人管理区 15	4	35	0.741
JS-1	12			黄香草木樨、匍匐剪股颖、马唐、蒺藜、狗尾草、尾穗苋、猪毛菜	球道 6	2	89	0
					球道 7	2	95	0
					球道 8	2	88	0
					无人管理区 16	4	0.18	0.912
YS-1	11			黄香草木樨、匍匐剪股颖、高羊茅、草地早熟禾、马唐、车前	果岭 3	1	97	0
					果岭 4	1	96	0
					高草区 15	3	84	0.501
					高草区 16	3	81	0.671
WD-3	毛白杨		青蒿、灰菜		无人管理区 17	4	25	0.619
					无人管理区 18	4	23	0.626
					无人管理区 19	4	55	0.602
					无人管理区 20	4	44	0.688

注:①字母对应表 1 中各球场的名称,数字表示该球场的第 N 个大样方,WD 指河床无人管理区样方;
②字母代表该球场内对不同区域或球道的划分,数字代表第 N 号球洞;
③不同功能区的数字编号与下文分析图表对应;
④人为干扰程度从 1~4 依次递减。
黄香草木樨 *Melilotus officinalis*、紫花苜蓿 *Medicago sativa*、尾穗苋 *Amaranthus caudatus*、马齿苋 *Portulaca oleracea*、灰菜 *Chenopodium glaucum*、飞蓬 *Erigeron acer*、稗草 *Echinochloa crusgalli*、牛筋草 *Eleusine indica*、青蒿 *Artemisia carvifolia*、小麦 *Triticum aestivum*、蒺藜 *Tribulus terrestris*、侧柏 *Platycladus orientalis*、红蓼 *Polygonum orientale*、苘麻 *Abutilon theophrasti*、菟丝子 *Cuscuta chinensis*、叉分蓼 *Polygonum divaricatum*、狼尾草 *Pennisetum alopecuroides*、朝天委陵菜 *Potentilla supina*、猪毛菜 *Salsola collina*、车前 *Plantago asiatica*。

2.2 植被种类及分析 从统计中可以看出,被调查的永定河流域内的乔木以、毛白杨 *Populus tomentosa*、为主,并生有大量耐旱植物,如国槐 *Sophora japonica*、刺槐 *Robinia pseudoacacia*、桃树 *Amygdalus persica*、油松 *Pinus tabulaeformis* 等。在平时人为干扰度较小的河床无人管理区,乔木以毛白杨为主,辅以荆条 *Vitex negund*、铺地柏 *Sabina procumbens* 等灌木。因永定河流域河床沙化严重,大部分高大乔木在无工精细管理的条件下难以成活,而毛白杨在这一环境下可以生长良好并且较为速生,因此在河床绿化时,应首选毛白杨。而高尔夫球场内,人为干扰大,管理精细,对乔木景观和功能要求更高,因此种植了大量其他乔木品种,包括国槐、刺槐、火炬树、桃树、杜梨 *Pyrus betuli folia*、杏树 *Armeniaca vulgaris* 等,这些树木在精细的养护条件下可以成活,毛白杨虽然抗旱性强,但是春季容易产生杨絮,会对球员打球和球场草坪的维护造成困扰,因此并不适宜球场栽植。

永定河河床无人管理区由于不受或较少受到人为干扰,因此荆条、铺地柏等灌木生长良好。加州水郡球场倡导保留原始地形地貌,而使高草区灌木得到保留。但是其他球场大多灌木层缺失,形成了断层。

最底层的草本层是植被种类最丰富的一层。由于受到河道土壤条件的限制(永定河流域以沙质土壤为主),草本植物以抗旱植物为主。在河道占优势的草种为马唐 *Digitaria sanguinalis*、狗尾草 *Setaria viridis*、拉拉秧 *Humulus scandens*。而在高尔夫球场内,根据适打性要求,果岭草种为匍匐翦股颖、球道草种为草地早熟禾或匍匐翦股颖,发球台为草地早熟禾与匍匐翦股颖,高草区大多为草地早熟禾或高羊茅,也有个别球场保留了河床原始地貌和植被作为高草区。

2.3 植被盖度波动分析

2.3.1 不同功能区植被盖度 果岭植被盖度均在95%以上,密度高。

在永定河区域建植的高尔夫球场果岭建植草种均为匍匐翦股颖,由于该草种的生理特性,容易建成均一致密的地表植被。因此4个样方呈现了

果岭区域植被盖度高,并且均匀的特点(图1)。

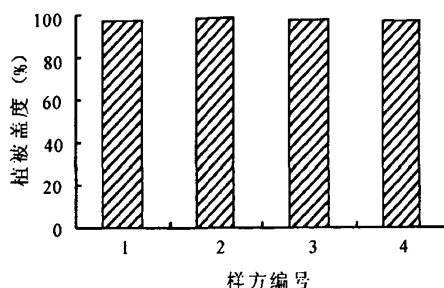


图1 果岭植被盖度情况

球道取样共8个,植被盖度基本达到85%以上,只有一个样本密度小于85%,部分区域密度在95%以上,盖度基本稳定。

球道建植草种各球场之间略有差异,金沙植物园球场球道建植草种为匍匐翦股颖,此外,其他球场建植草种均为草地早熟禾。夏季高温条件致使冷季型草坪草处于生理半休眠状态,而此时是草坪病害最为严重的时候,1号样本即为受到病害侵蚀较为严重的样方,植被盖度为70%(图2)。

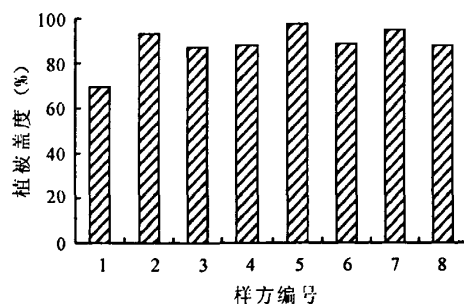


图2 球道植被盖度

高草区样方共16个,样方盖度略有波动,最高为91%(13号样本),最低为62%(4号样本)。高草区与高尔夫球场其他区域的管理和维护具有明显的差异,也是突出高尔夫特色的区域,不同的球场会结合自身球场定位和特色采取不同的养护方式^[24]。从图3中可看出采用精细养护的球场(如加州水郡高尔夫俱乐部及银泰湾业高尔夫俱乐部),植被的盖度相对高,而采用粗放管理方式的球场(如宝兴高尔夫俱乐部),植被盖度的波动较大。

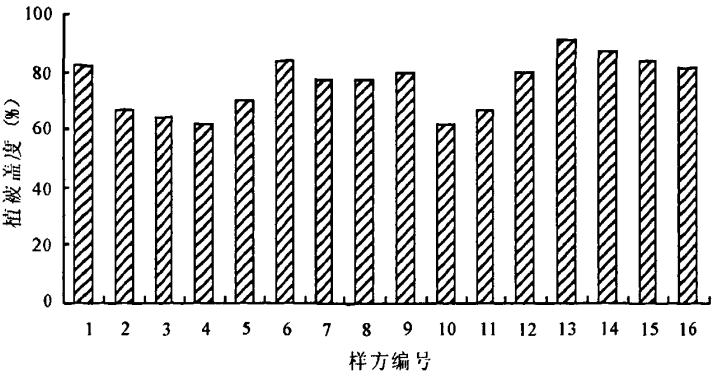


图3 高草区植被盖度

河床无人管理区样本的平均植被盖度远低于前3个区域,并且波动加剧,不稳定性显著增加。部分植被盖度低于20%,在此盖度下,植被阻沙效果极差;植被盖度最高为73%。无论是球场内还是球场外的无人管理区,植被盖度都极不稳定。

从表3的分析可以看出,果岭是盖度最高的区域,也最稳定,达到97%,而河床无人管理区植被生存的外界条件不确定性大,平均盖度最低,同时样本与样本之间差异显著,导致波动较大。

表3 永定河流域高尔夫球场不同区域盖度比较

样本区域	盖度
果岭	0.970±0.008aA
球道	0.882±0.085aAB
高草	0.758±0.099bB
无人管理区	0.403±0.179cC

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

通过多重比较发现,河床无人管理区的植被盖度与其他区域(果岭、球道和高草区)差异显著,明显偏低,而果岭和球道与高草区也有显著差异($P<0.05$)。

2.3.2 不同人为干扰程度下的植被盖度 在高尔夫球场内,果岭、发球台、球道、高草区以及河床无人管理区的人为干扰程度依次降低,在河床无人管理区样本的调查中发现,部分样地出现了人为干扰,即部分区域中有人为的植被栽种,但干扰频率低于高尔夫球场,如毛白杨以及大片的庄稼(花生 *Arachis hypogaea*、玉米 *Zea mays* 等)情况。这些区域内的植被盖度高于完全没有人为干扰的区域。

2.3.3 不同植物多样性下的植被盖度 从图5中可以看出,当香农指数趋于零时,即样方内只存在单一物种时,植被盖度较高,在60%以上,这是由于这些区域受到强烈的人为干扰造成的;而当香

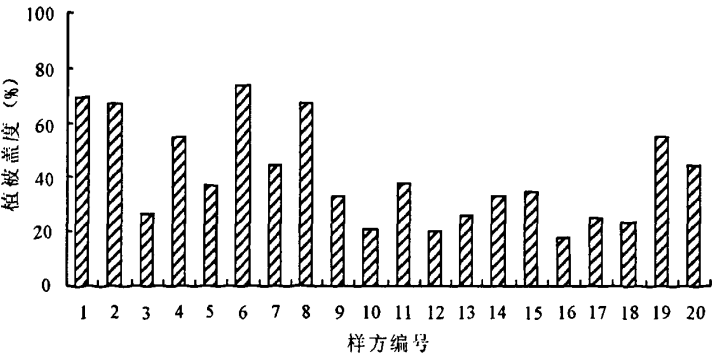


图4 河床无人管理植被盖度

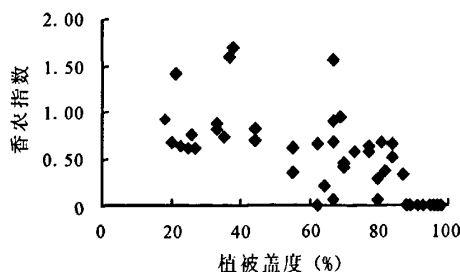


图5 香农指数与植被覆盖度的关系

农指数逐渐升高后,植被盖度与指数的相关性减弱,当香农指数升高为0.50~0.75时,植被盖度为20%~85%,此时植物的多样性对植被盖度影响极弱,说明在这一范围内,人为干扰和生物多样性对盖度产生的影响大致相当;当香农指数上升到1.50后,植被盖度大多在40%以下,表明此时植物的多样性与植被盖度负相关,在这些样方中,几乎不存在人为对样方的干扰,因此外界自然条件成为影响植被盖度的主要因素,而由于外界条件恶劣,多种植物只能零星生长,虽然香农指数高但是植被数量少,盖度也非常低。

3 讨论与结论

3.1 高尔夫球场内外乔灌草不同层次的植被类型存在明显差异。球场内部受到管理的区域包括果岭、球道和高草区的草本植物较为一致,灌木层单一或缺失,乔木层种类丰富,管理精细。而河道无人管理区草本植物种类丰富,灌木层植物种类多样并且数量较多,乔木层相对单一。

3.2 高尔夫球场内的植被覆盖度与河道无人管理区存在显著差异($P < 0.01$)。在被调查的4种类型区域中,植被盖度依次为果岭>球道>高草区>河道无人管理区。果岭平均盖度在95%以上,并且盖度稳定,球道和高草区的平均盖度均大于60%,而河床无人管理区植被平均盖度小于40%,部分区域甚至低于20%。

3.3 由于高尔夫球场与河床无人管理区植被盖度差异明显,因此对防风固沙产生的作用也有明显差异。其中果岭、球道和高草区的平均盖度均大于60%,根据冯晓静等^[19]、王升堂等^[20]的研究,风蚀几率可减少70.5%~84.0%,而河床无

人管理区植被盖度平均盖度小于40%,部分地区植被覆盖度甚至低于20%,因此,这些区域易造成明显风蚀。

3.4 植被的生长受水、热、大气以及外界生物影响很大,在无人为干扰的情况下,季节变化对植被盖度具有决定性影响,本研究选择盛夏植被盖度最高的季节进行测量,并没有进行时间上纵向的比较。但是由于高尔夫球场植被具有较强的人为干扰,大量维护作业使球场植被盖度处于相对稳定的状态(除冬季草坪枯黄休眠外),对河床无人管理地区而言夏季是植被生长最茂盛、密度和盖度最高的季节,据此推测在其他季节,球场的各个功能区域的植被盖度也会大大优于河床无人管理区的盖度。

参考文献

- [1] 孙东安,刘书广.永定河管理处建处30年成就回顾与展望[J].北京水利,2005(3):7-9.
- [2] 刘树芳.永定河何时真正“永定”[J].北京水利,1996(6):60.
- [3] 汪金洋,雷魁.管好永定河,为确保首都防洪安全作出新贡献[J].北京水利,1993(3):22-24.
- [4] 文海燕,傅华,赵哈林.退化沙质草地植物群落物种多样性与土壤肥力的关系[J].草业科学,2008,25(10):6-9.
- [5] 王晓东,岳德鹏,刘永兵.北京市永定河流域风沙化土地成因及治理模式[J].湖南林业科技,2004,31(6):36-38.
- [6] 张国楨.北京市沙化土地现状评价及其防治策略研究[D].北京:北京林业大学,2007.
- [7] 宋阳,刘连友.中国北方5种下垫面对沙尘暴的影响研究[J].水土保持学报,2005,19(6):15-18.
- [8] 田平.永定河滞洪水库生态环境中沙生植物的引用[J].北京水务,2006(3):56-58.
- [9] 赵焯,海春兴,刘霄,等.滦河源区东沟小流域土壤风蚀特征分析[J].地理科学,2002,22(4):436-440.
- [10] 董光荣,李长治,金炯,等.关于土壤风蚀风洞模拟实验的某些结果[J].科学通报,1987,32(4):297-301.
- [11] 胡孟春,刘玉璋,乌兰,等.科尔沁沙地土壤风蚀的风洞实验研究[J].中国沙漠,1991,11(1):22-29.
- [12] 刘玉璋,董光荣,李长治.影响土壤风蚀主要因素的

- 风洞实验研究[J]. 中国沙漠, 1992, 12(4): 41-49.
- [13] 董治宝, 陈渭南, 李振山, 等. 风沙土开垦中的风蚀研究[J]. 土壤学报, 1997, 34(1): 74-80.
- [14] 刘永兵. 北京市永定河沙地土壤风蚀与人工植被防风阻沙效益研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2004.
- [15] 黄富祥, 王明星, 王跃思. 植被覆盖对风蚀地表保护作用研究的某些新进展[J]. 植物生态学报, 2002, 26(5): 627-633.
- [16] Wasson R J, Nanninga P M. Estimating wind transport of sand on vegetated surfaces [J]. *Earth surface Processes and Landforms*, 1986(11): 505-514.
- [17] Buerkert A, Lalilers J P. Soil erosion and deposition effects on surface characteristic sand Pearl millet growth in the West African Sahel[J]. *Plant and soil*, 1995, 215: 239-253.
- [18] Grantens P F, Nicking W G. Direct field measurement of wind dragon vegetation for application to wind break design and modeling[J]. *Land Degradation and Development*, 1998(9): 57-66.
- [19] 冯晓静, 高焕文, 毛宁, 等. 永定河沙地播草盖沙效果的风洞试验研究[J]. 中国水土保持, 2005, 19(6): 15-18.
- [20] 王升堂, 赵延治, 邹学勇, 等. 北京郊区不同土地利用类型起沙起尘的特征研究[J]. 地理科学, 2005, 25(5): 601-605.
- [21] 马士龙. 植被覆盖对土壤风蚀影响机理的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [22] 韩烈保. 高尔夫长廊在北京已逐渐形成[J]. 高尔夫周刊, 2007, 127: 32.
- [23] 苏智先, 王仁卿. 生态学概论[M]. 修订版. 北京: 高等教育出版社, 1993: 75-96.
- [24] 王贞, 谷丽荣, 许玉娟. 高尔夫球场草坪的养护管理[J]. 草业科学, 2007, 24(10): 85-89.

Research on vegetation species and coverage situation of golf course cluster at Yongding River

WANG Wei¹, HAN Lie-bao^{1,2}, CHANG Zhi-hui¹

(1. Golf Education and Research Center of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. College of Horticulture and Gardening, Yangtze University, Hubei Jingzhou 434025, China)

Abstract: Yongding River is considered as one of sandstorm resources to Beijing under long term drought in spring or fall. Plant species and vegetation coverage were investigated at 48 plots in 12 sampling sites inside or outside of golf courses from Luzhou Bridge to the beginning line of Raoshang along the Golf Course Cluster. The results showed that plant species varied greatly among the sites, and vegetation coverage inside was higher than that outside of golf ($P < 0.01$), in descendent order was greens (95%), fairways (more than 60%), roughs (more than 60%) and the side area (less than 40% in 60% area). The outside of golf area was erosible by wind.

Key words: Yongding River; golf courses; plant species; vegetation coverage

2010 年第 5 期《草业科学》审稿专家

包爱科 曹致中 陈全功 郭正刚 胡小文 李学会 梁天刚 刘金祥
刘荣堂 刘 哲 马玉寿 牟新待 尚占环 王晓娟 王彦荣 武艳培
杨惠敏 姚 拓 于应文 袁学军 张巨明 张英俊 赵成章 周 禾

承蒙以上专家对《草业科学》杂志稿件的审阅, 严把质量关, 特此表示衷心的感谢!