

北京国家体育场周边趋光性昆虫物种多样性及优势度分析^{*}

李 竹^{1**} 袁 峰¹ 覃晓春² 黄 浩² 常凌小³

(1. 北京自然博物馆 北京 100050; 2. 北京农学院 北京 102206; 3. 中国农业大学 北京 100094)

Species diversity of phototactic insects around the National Stadium in Beijing. LI Zhu^{1**}, YUAN Feng¹, QIN Xiao-Chun², HUANG Hao², CHANG Ling-Xiao³ (1. *Beijing Museum of Natural History*, Beijing 100050, China; 2. *Department of Plant Science and Technology, Beijing Agricultural College*, Beijing 102206, China; 3. *China Agricultural University*, Beijing 100094, China)

Abstract The species diversity has been investigated around the National Stadium in Beijing from July 20 th to August 15 th in 2005 through light traps. An analysis of dominance has been made. A total of 112 insect species belonging to 10 orders and 42 families were collected by the light-trap; The species numbers of Lepidoptera and Coleoptera were the highest. Among all the light-trapped insects *Macroxytus subaeneus* and *Hapalus pallidipennis* are the most dominant species. There is a peak on August 6 for all insects together as well as for the two most dominant species.

Key words The National Stadium, phototactic insects, diversity, dominance

摘 要 2005 年 7 月 20 日到 8 月 15 日通过灯光诱捕对北京国家体育场周边的趋光性昆虫做了物种多样性调查, 分析了其优势度。结果表明: 国家体育场周边的趋光性昆虫包含 10 目 42 科 112 种, 以鞘翅目和鳞翅目数量最大; 青草土螭和黄鞘婪步甲为优势种; 在 8 月 6 日优势种和所有昆虫的总体数量出现一个高峰。

关键词 国家体育场, 趋光性昆虫, 多样性, 优势度

国家体育场是我国 2008 年第 29 届奥运会的主会场, 位于北京市南北中轴路向北的延长线上, 南临北四环, 是进行田径、足球等重大赛事以及举办开幕闭幕式的重要场地。2008 年奥运会比赛其间正值北京的夏季, 是大多数趋光性昆虫的高发期。夜晚比赛时露天体育场的灯光会吸引周边的趋光性昆虫, 如果数量较大, 就会在一定程度上影响和干扰比赛的顺利进行。

作者于 2005 年 7 月 20 日到 8 月 15 日在北京国家体育场周边做了 27 d 的连续诱集, 以期了解奥运场馆周边的趋光性昆虫的种类、数量及其随时间的动态变化规律, 分析了种群的优势度, 为奥运场馆周边的昆虫多样性的研究提供本底资料, 为防止奥运会比赛期间干扰性昆

虫的袭击提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验灯种

用于室外体育场的照明灯主要有 3 种: 金属卤化物灯, 高压汞灯和荧光灯^[1]。3 种灯的波长主要都在 400 nm ~ 700 nm 之间, 均能吸引趋光性昆虫^[2]。本实验采用北京绿色远威环保杀虫技术有限公司的 YW-3NB 和 YW-8N 两款产品分别代表高压汞灯和荧光灯进行实验。YW-3NB 是落地式, 光源为高压汞灯, 有效波长

^{*} 北京市优秀人才培养专项资助项目(20042B1300108); 北京市科技新星计划资助(2006A50)。
^{**} E-mail: lizhu@bnhm.cn

收稿日期: 2006-04-19, 修回日期: 2006-06-01

峰值为 410 nm 附近, 距离地面 2 m 国家体育场周边趋光性昆虫名录及优势度

点 30 分) 自动开灯; YW-8N 为悬挂式, 光源为			多度
蜻蜓目	蜓科 Aeshnidae	碧伟蜓 <i>Anax parthenope julius</i> (Brauer)	+
	蜻科 Libellulidae	黄蜻 <i>Pantala flavescens</i> Fabricius	+
蝗螂目	蝗科 Mantidae	棕污斑蝗 <i>Stalilia maculata</i> (Thunberg)	+
		短胸大刀蝗 <i>brevicollis</i> Beier	+
直翅目	锥头蝗科 Pyrgomorphidae	短额负蝗 <i>Atractomorpha sinensis</i> Bolivar	+
	蟋蟀科 Gryllidae	长额斗蟋 <i>Velarifictorus aspersus</i> (Walker)	+
半翅目	蚱科 Tetrigidae	窃棺头蟋 <i>Loxoblenmus detactus</i> (Audinet-Serville)	+
		日本蚱 <i>Tetrix japonica</i> (Bolivar)	+
	土蝽科 Cydnidae	青革土蝽 <i>Macroscytus japonensis</i> Scott	++++
		短点边土蝽 <i>Legnotus breviguttulus</i> Hsiao	+++
	蝽科 Pentatomidae	茶翅蝽 <i>Halymorpha picus</i> (Fabricius)	++
		珀蝽 <i>Plautia fimbriata</i> (Fabricius)	++
同翅目	长蝽科 Lygaeidae	白斑地长蝽 <i>Rhyparodromus albomaculatus</i> (Scott)	++
	猎蝽科 Reduviidae	双刺胸猎蝽 <i>Pygolampis bidentata</i> (Goeze)	+
	红蝽科 Pyrrhocoridae	地红蝽 <i>Pyrrhocoris tibialis</i> Sål	++
	划蝽科 Coreidae	横纹划蝽 <i>Sigara substriata</i> Uhler	+
	蝉科 Cicadidae	蒙古寒蝉 <i>Meimuna mongolica</i> (Distant)	++
	象蜡蝉科 Dictyopharidae	丽象蜡蝉 <i>Orthopagus splendens</i> (Gemar)	+
脉翅目	叶蝉科 Cicadellidae	窗耳叶蝉 <i>Ladra auditura</i> Walker	+
		大青叶蝉 <i>Tettigella viridis</i> (L.)	+
鞘翅目	蚁蛉科 Myrmeleontidae	褐纹树蚁蛉 <i>Dendroleon pantherius</i> Fabricius	+
	草蛉科 Chrysopidae	丽草蛉 <i>Chrysopa formosa</i> Brauer	++
鞘翅目	虎甲科 Cicindelidae	星斑虎甲 <i>Cylindera kakea</i> Bates	+
		云纹虎甲 <i>Cylindera elisae</i> (Motschulsky)	++
		蝎步甲 <i>Dolichus halensis</i> (Schaller)	+
		半猛步甲 <i>Cymindis daimio</i> Bates	+
		直角婪步甲 <i>Harpalus carporosus</i> (Motschulsky)	++
		黄鞘婪步甲 <i>Harpalus pallidipennis</i> Morawitz	++++
		谷婪步甲 <i>Harpalus alceatus</i> (Duftschmid)	++
		毛婪步甲 <i>Harpalus griseus</i> (Panzer)	+
		单齿婪步甲 <i>Harpalus simplicident</i> Schaubeger	+
		麦穗斑步甲 <i>Anisodactylus sigatus</i> (Panzer)	+
		黄斑青步甲 <i>Chlaenius micans</i> (Fabricius)	+
		狭边青步甲 <i>Chlaenius inops</i> Chaudoir	+
		暗步甲属 <i>Aman</i> sp.	+
		布氏细胫步甲 <i>Agonum buchanani</i> (Hope)	+
		胫步甲属 <i>Agonum</i> sp.	+
		小边捷步甲 <i>Badister marginellus</i> Bates	+
		<i>Benbidion quadricolle</i> Motschulsky	+
		四斑小步甲 <i>Tachys gradates</i> Bates	+
		<i>Pterostidus nitidicollis</i> Motschulsky	+
	金龟科 Scarabaeidae	日本喻蛻螂 <i>Onthophagus japonicus</i> Harold	+
	丽金龟科 Rutelidae	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i> Motschulsky	+++
		黄褐丽金龟 <i>Anomala exoleta</i> Faldemann	+++
	鳃金龟科 Melolonthidae	毛喙丽金龟 <i>Adoretus hirsutus</i> Ohaus	+
		华北大黑鳃金龟 <i>Holotrichia obliterata</i> (Faldemann)	++
		小黄鳃金龟 <i>Metabolus flavescens</i> Bremske	+
		福婆鳃金龟 <i>Brahmina faldemanni</i> Kraatz	++
		黑绒玛绢金龟 <i>Makadera orientalis</i> (Motschulsky)	+
		阔胫玛绢金龟 <i>Makadera verticalis</i> (Fai mair)	++
蜉金龟科 Aphodiidae	龙虱科 Dytiscidae	边黄蜉金龟 <i>Aphodius sublimbatus</i> Motschulsky	+
		齿缘龙虱 <i>Eretes sticticus</i> (L.)	+
叩甲科 Elateridae	拟步甲科 Tenebrionidae	宽缝斑龙虱 <i>Hydraticus granmicus</i> Gemar	+
		雀斑龙虱 <i>Rhantus pulverosus</i> (Stephens)	+
		角爪叩甲属 <i>Dicronychus</i> sp.	+
		双瘤槽缝叩甲 <i>Agrypnus bipapulatus</i> (Condeze)	+
天牛科 Cerambycidae		网目沙潜 <i>Opatnum subaratum</i> Faldemann	+
		<i>Lagria nigricollis</i> Hope	+
		薄翅锯天牛 <i>Megopsis sinia</i> White	+

续表 1

目	科	种	多度			
	瓢虫科 Coccinellidae	坡翅桑天牛 <i>Pterolophia annulata</i> (Chevrolat)	+			
		异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	++			
		龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i> (Thunberg)	++			
		十二斑菌瓢虫 <i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda)	+			
		马铃薯瓢虫 <i>Henosipilachna vigintioctomaculata</i> Motschulsky	+			
		红点唇瓢虫 <i>Chilocorus kuwanae</i> Silvestri	+			
	叶甲科 Chrysomelidae	小萤叶甲属 <i>Galerucella</i> sp.	+			
	肖叶甲科 Eumolpidae	长跗萤叶甲属 <i>Monolopha</i> sp.	+			
		<i>Basilopta fulvipes</i> (Motsch)	+			
	鳞翅目	螟蛾科 Pyralidae	<i>Altea arsicola</i> Ohno	+		
豆荚斑螟 <i>Etiella zinckenella</i> Treitschke			+			
稻暗水螟 <i>Brodina admixtalis</i> (Walker)			+			
尖锥额野螟 <i>Loxostege verticalis</i> L.			+			
贯众伸喙野螟 <i>Macyna gracilis</i> Butler			+			
灰双纹螟 <i>Herculia glauanalis</i> L.			+			
桃蛀螟 <i>Dichorocis punctiferalis</i> (Guenee)			++			
四斑绢野螟 <i>Diaphania quadrimaculalis</i> (Bremer et Grey)			+			
枇杷卷叶野螟 <i>Sylepta balteata</i> (Fabricius)			+			
黄翅缀叶野螟 <i>Botyodes diniasalis</i> Walker			++			
	尺蛾科 Geometridae	棉卷叶野螟 <i>Sylepta derogata</i> Fabricius	+			
		旱柳原野螟 <i>Proteoclasta stataneri</i> (Caradja)	+			
		瓜绢野螟 <i>Diaphania indica</i> (Saunders)	+			
		槐尺蛾 <i>Semiothisa cineraria</i> Bemer et Grey	+			
		大造桥虫 <i>Ascotis selenaria</i> Schiffemuller et Denis	+			
		紫条尺蛾 <i>Calothyrsanis amata</i> L.	+			
		枞灰尺蛾 <i>Deileptenia ribeata</i> Clerck	+			
		白雪灯蛾 <i>Spilosoma nivais</i> (Menetries)	++			
		灯蛾科 Arctiidae	刺槐掌舟蛾 <i>Phalera cihuai</i> Yang et Li	+		
		舟蛾科 Notodontidae	斑冬夜蛾 <i>Cucullia maculosa</i> Staudinger	+		
	夜蛾科 Noctuidae	粘虫 <i>Leucania separata</i> Walker	+			
		小地老虎 <i>Agrotis ypsilon</i> (Rottenberg)	+			
		大地老虎 <i>Agrotis tokionis</i> Butler	++			
		八字地老虎 <i>Amathes c-nigrum</i> (L.)	+			
		皱地夜蛾 <i>Agrotis cortica</i> Schiffemüller	+			
		黄地老虎 <i>Agrotis segetum</i> (Schiffemüller)	+			
		苜蓿夜蛾 <i>Heliothis virescens</i> Hufnagel	+			
		三角鲁夜蛾 <i>Amathes triangulum</i> (Hufnagel)	+			
		棉铃虫 <i>Helioverpa armigera</i> (Hübner)	+			
		银铃夜蛾 <i>Macdunnoughia crassignia</i> (Warren)	+			
鳞翅目	夜蛾科 Noctuidae	瘦银铃夜蛾 <i>Macdunnoughia confusa</i> (Stephens)	+			
		宽胫夜蛾 <i>Melicaptria scutosa</i> Schiffemuller	+			
		烟青虫 <i>Helioverpa assulta</i> Guérée	+			
		谐夜蛾 <i>Emmelia trabealis</i> (Scopoli)	+			
		枯叶蛾科 Lasiocampidae	李枯叶蛾 <i>Gastropacha quercifolia</i> L.	+		
		天蛾科 Sphingidae	榆绿天蛾 <i>Callambulyx tatarinovi</i> (Bremer et Grey)	+		
		白薯天蛾 <i>Herse convolvuli</i> (L.)	+			
		双翅目	沼蝇科 Sciomyzidae	棕斑毛簇沼蝇 <i>Coremacera halensis</i> (Loew)	+	
		膜翅目	胡蜂科 Vespidae	蝇科 Muscidae	(未鉴定)	+
				黄边胡蜂 <i>Vespa crabro</i> L.	+	
德国黄胡蜂 <i>Vespula germanica</i> (Fabricius)	+					
北方黄胡蜂 <i>Vespula rufa</i> (L.)	++					
姬蜂科 Ichneumonidae	地蚕大铁姬蜂 <i>Eutanyacra picta</i> Schrank			+		
蚁科 Formicidae	日本弓背蚁 <i>Camponotus japonicus</i> Mary			+		

++++ 优势种, +++ 丰盛种, ++ 常见种, + 稀少种。

荧光灯,有效波长峰值为 342 ~ 345 nm,悬挂于距离地面 2 m 处,日落后(约 19 点 30 分)打开光源。(金属卤化物灯一般距地面 50 m 以上,因为实验条件所限,本研究没有涉及此类光源的研究)

1.2 采样地点

以距离国家体育场距离最近为原则,结合其他方便实验进行的因素和条件,本研究选取了 2 个地点进行采样:一个是位于北京奥林匹克体育中心西北角的足球场北面的树林中。另一个是规划中的国家森林公园所在地:洼里林场。这 2 个地点距离国家体育场最近,方便实验进行,并且在 2008 年之前植被相对稳定。2 个地点的植被均以大型乔木为主,树种主要以洋槐、白杨为主,另外还有旱柳、榆树等树种。其昆虫的组成基本可以代表国家体育场周边的昆虫组成。

1.3 研究方法

实验进行时,有关奥运会开幕时间还没最后确定,按惯例开幕时间为 7 月 25 日,闭幕时间为 8 月 10 日,本研究的时间确定在起止时间前后延长 5 天,即从 2005 年 7 月 20 日到 8 月 15 日在奥运主场馆周边 2 个地点同时进行了 27 天诱集,每天晚上开灯,第 2 天早晨收集诱捕到的所有昆虫,记载所诱集的昆虫数量。并对种类进行鉴定。灯诱昆虫标本保存于北京自然博物馆。鉴定依据的资料和专著参考文献[3 ~ 9]。

1.4 数据分析

采用 Berger-Rarker 优势度指数(D)表示物种优势度,其计算公式为: $D = N_{\max} / N_i$; $N_{\max}$ 为优势种的种群数量, N_i 为全部物种的种群数量。

依据正态分布的原则确定分析标准。本文采用的具体标准为: $D \geq 0.1$ 时,为优势种; $0.05 \leq D < 0.1$ 时为丰盛种; D 在 $0.01 \sim 0.05$ 之间为常见种; D 低于 0.01 者则为稀少种或罕见种。

2 结果与分析

2.1 国家体育场周边趋光性昆虫物种组成

经过 27 天的诱集,共获得昆虫 10 目 42 科 112 种,名录见表 1。

在 10 目 42 科 112 种昆虫中,鞘翅目 13 科, 47 种,分别占总数的 30.95% 和 41.96% 在科级和种级水平上种类都是最大,其次是鳞翅目,再次是半翅目。除了上述昆虫,在实验过程中还诱捕到一些蝇类及体长不超过 0.5 mm 的蚊子等小昆虫,由于数量不多,对比赛场馆的影响可忽略不计,故本研究没有对其进行鉴定。

2.2 国家体育场周边趋光性昆虫优势度分析

从表 1 可以看出,在 112 种昆虫中,优势种有 2 种:青革土蜡 *Macrosytus japonensis* 和黄鞘婪步甲 *Harpalus pallidipennis*, 占 1.79%; 丰盛种有 3 种:短点边土蜡、铜绿丽金龟、黄褐丽金龟, 占 2.68%; 常见种有 19 种, 占 16.96%, 其中鞘翅目 8 种, 鳞翅目、半翅目各 4 种, 同翅目、脉翅目、膜翅目各 1 种; 稀少种为 88 种, 占 78.57%。说明该地区昆虫组成种类很多,但每种的数量很少,物种多样性丰富。青革土蜡和黄鞘婪步甲作为优势种,有可能在奥运会比赛期间对赛场造成干扰,应提前加以防范。

2.3 场馆周边优势种及所有昆虫数量随时间的变化情况

场馆周边优势种及所有昆虫的日数量见图 1。

从图 1 可以看出,优势种及总体数量在 2005 年 8 月 5 日突然升高,到 8 月 6 日同时达到最高峰,另外 2 个优势种青革土蜡和黄鞘婪步甲在 2005 年 8 月 1 日同时达到次高峰。由此推断在 8 月 1 日和 8 月 5 日至 6 日这 2 个时间段是大量昆虫出现频率较高的时段。

3 讨论

对趋光性昆虫进行研究的报道很多,大多用来进行农业或林业害虫预测预报^[10, 11],还有的研究趋光性昆虫的行为规律^[12],但以防止趋光性昆虫干扰为目的进行研究的却鲜有报道。

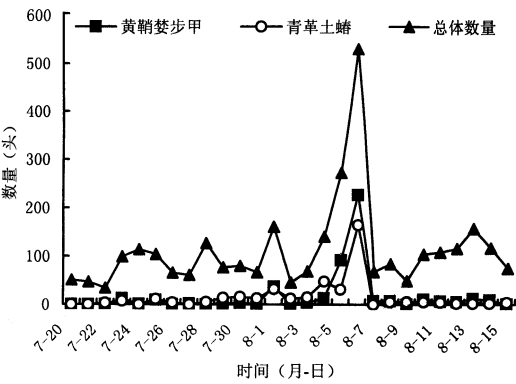


图1 优势种及总体昆虫数量变化
(7月20日~8月15日)

对夜间比赛的体育场来说,趋光性昆虫的大量云集会对赛场造成一定程度的干扰,数量极大时甚至可能造成恐慌。本研究尝试探讨趋光性昆虫对夜间比赛的体育场可能造成的干扰问题,更深入的研究还需要与光学等其他学科更加密切地配合。

鞘翅目和鳞翅目是国家体育场周边的趋光性昆虫的2个优势目,和以前的大多数研究相符^[10],这和2个目昆虫的趋光行为及寄主种类有关。另外,该地区昆虫10目42科112种,稀种占78%,昆虫群落组成特点为科多,种类多,但每种的数量少,说明该地区的昆虫群落结构比较稳定,在一个群落内,科的单位越多,能流途径就越多,能流的干扰也就越容易被补偿,这个群落的稳定性就越高^[13]。

2个优势种及总体数量在8月6日同时出现高峰,原因可能和昆虫的发育历期有关,也可能受气象因子的影响。关于2个优势种的生物学资料,在几种重要的文献上都没有查阅到,由于不了解其生物学,故8月6日出现高峰的原因是内因还是外因还是共同起作用尚需作进一步研究。

青革土蝽和黄鞘婪步甲为国家体育场的优势种,应在2008年奥运会期间注意采取预防措施,防止大量云集。另外,有些因数量不多本文

没有涉及的趋光性昆虫对人类健康有着直接危害,如蚊子等病媒昆虫能传播疾病,隐翅甲能导致皮炎等,对这类昆虫也要加以预防。日本的Osamu Kuramitsu等研制了一种装置:在灯的表面覆盖一种丙烯酸类的半透明材料,可以使趋光性昆虫减少50%~70%^[14],类似的方法可以借鉴。

致谢 本研究得到奥林匹克体育中心足球场和洼里林场的大力协助,在试验场所和光源等方面提供了无私的帮助,中国建筑科学研究院物理研究所的李恭慰工程师为本实验提出了许多宝贵的建议并馈赠体育场馆照明资料,中国科学院动物所的梁洪斌研究员和葛斯琴副研究员帮助鉴定部分标本,在此一并致谢!

参 考 文 献

- 1 李恭慰. 见:李恭慰主编,建筑照明设计手册. 北京:中国工业出版社,2004. 58~78.
- 2 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京:科学出版社,1994. 339.
- 3 杨集昆. 华北灯下蛾类图志. 上册. 北京:华北农业大学,1977. 1~299.
- 4 杨集昆. 华北灯下蛾类图志. 中册. 北京:北京农业大学,1978. 301~527.
- 5 周尧,雷仲仁. 中国蝉科志(同翅目:蝉总科). 香港:香港天则出版社,1997. 1~395.
- 6 江世宏,王书永. 中国经济叩甲图志. 北京:中国农业出版社,1999. 1~195.
- 7 隋敬之,孙洪国. 中国习见蜻蜓. 北京:农业出版社,1984. 1~328.
- 8 吴坚,王常禄. 中国蚂蚁. 北京:中国林业出版社,1995. 1~182.
- 9 刘广瑞,章有为,王瑞. 中国北方常见金龟子彩色图鉴. 北京:中国林业出版社,1997. 1~106.
- 10 侯有明,庞雄飞,梁广文. 昆虫天敌, 2001, 23(3): 109~114.
- 11 刘志军,马忠秋,云正明. 生态农业研究, 1999, 7(3): 47~50.
- 12 陈小波,顾国华,葛红,韩娟. 南京农专学报, 2001, 17(3): 39~431.
- 13 杨星科. 见:杨星科主编,长江三峡库区昆虫(上册). 重庆:重庆出版社,1997. 34~53.
- 14 Kuramitsu O, Aoki S. I., Yamada M., Uchida T., Kadotani K., et al. Technical Report., 2005, 53(1): 16~19.