

湿地植被对北京地区蜻蜓生态分布的影响

王 辰¹, 高新宇^{1, 2}, 刘 阳^{1, 2, *}, 张正旺¹

(1 北京师范大学生命科学学院, 北京 100875 2 北京师范大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要: 蜻蜓目 (Odonata) 昆虫是半变态类 (Hemimetabola) 昆虫, 它的一生经过卵、若虫和成虫 3 个阶段。和其他水生昆虫一样, 蜻蜓目昆虫是淡水生物群落的重要组成部分, 对淡水生态系统起到重要作用。蜻蜓目昆虫在其生活史中, 取食、交配等活动离不开水生植物和水域附近的植被。为了研究蜻蜓栖息生境中的湿地植被特征对蜻蜓生态分布影响, 对北京地区不同湿地类型的 17 块样地中 296 个样方分布的蜻蜓种类、多度以及湿地植被的特征和植物多样性进行调查, 记录到蜻蜓 6 科 26 属 36 种, 维管植物 40 科 99 属 150 种。应用 TW-NSPAN 对蜻蜓种类和样地进行双向聚类分析, 所有样地被划分成为四组。同时, 将植被特征因子和湿地植物的多样性视为影响蜻蜓数量及分布的因子进行 CCA 分析。结果表明: 湿地植物的丰富度与植物群落结构的完整性是影响蜻蜓分布的主要因素; 各湿地植被特征因子对于蜻蜓生态分布的影响不一, 依贡献率由大及小依次为浮水植物层盖度、湿生植物盖度、G-leason 丰富度指数、沉水植物层盖度、G-F 多样性指数、挺水植物层盖度。并且首次应用 G-F 多样性指数分析湿地植物的多样性。对于蜻蜓栖息地的保护、城市中对于湿地的兴建和改造也提出了相关保护建议。

关键词: 蜻蜓; 湿地植被; 生态分布; 北京; TW-NSPAN; CCA

文章编号: 1000-0933(2007)02-0516-10 中图分类号: Q178, Q969.22 文献标识码: A

Effects of wetland vegetations on ecological distribution of Odonata species in Beijing China

WANG Chen¹, GAO Xin-Yu^{1, 2}, LU Yang^{1, 2, *}, ZHANG Zheng-Wang¹

¹ College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

² Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Sciences and Ecological Engineering, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Acta Ecologica Sinica 2007, 27(2): 0516~0525

Abstract Dragonflies are Hemimetabola insects which spend the longest period of their life spans as larvae in the aquatic phase. Wetland habitats and vegetation are important for the whole life history of dragonflies. This paper demonstrates the relationship between wetland vegetation and the ecological distribution of dragonflies in the Beijing area. It also comments on the conservation of dragonflies and their habitats.

Field studies were carried out between May 2001 and August 2004 to study the diversity of dragonflies in the area. A total of 36 species of Odonata were reported, belonging to 26 genera and six families. The characteristics and diversity of wetland vegetation were also studied by sampling 296 quadrats at 17 randomly selected plots representing different wetland

基金项目: 北京市科委资助项目 (北京市生物多样性现状与可持续发展规划方案)

收稿日期: 2005-11-29; 修订日期: 2006-07-21

作者简介: 王辰 (1981~), 男, 北京市人, 硕士生, 主要从事植物分类与区系研究. E-mail: bian3jiao@163.com

* 通讯作者 Corresponding author E-mail: yangliubn@gmail.com

致谢: 北京师范大学生命科学学院刘全儒副教授及郭冬生老师协助采集、鉴定标本, 北京师范大学资源学院江源教授给予指导并提出宝贵意见, 黄晓霞博士、刘秋锋博士给予大量指导及协助, 香港中文大学 Richard Lewthwaite 教授、香港渔农护理署马嘉慧女士对英文摘要润色, 在此一并致谢!

Foundation item: This project was supported by Beijing Science and Technology Committee (the Biodiversity and Sustainable Development Plan in Beijing)

Received date 2005-11-29 **Accepted date** 2006-07-21

Biography: WANG Chen, Master candidate, mainly engaged in plant taxonomy and flora research. E-mail: bian3jiao@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

types in Beijing including rivers, reservoirs, lakes and montane streams. Information was collected regarding dragonfly species and encounter rate and also composition of aquatic plants, coverage of floating-leaved aquatic plants, phreatophytes, sub-emergent aquatic plants and emergent aquatic plants. The $G-F$ index and Gleason richness index were used to assess the diversity of wetland plants.

By employing the Two-way Indicator Species Analysis (TW-INSPIAN) and Canonical Correspondence Analysis (CCA), the 17 plots were divided into four groups, each of which supported different dragonflies and may and thus shed light on habitat preferences. CCA ordination demonstrated that the richness of aquatic plants and the integrality of wetlands vegetation communities played the most significant roles. It suggested aquatic plants may supply habitat for dragonflies in their foraging, emergence, copulation and oviposition. Results of an assessment of key ecological factors of wetland vegetation show that coverage of floating-leaved aquatic plants is the most important single factor affecting the distribution of Odonata species. Other factors are coverage of phreatophytes (Gleason richness index), coverage of sub-emergent aquatic plants ($G-F$ index), and coverage of emergent aquatic plants.

Wetland vegetation, richness of aquatic plants and integrality of wetlands vegetation communities have profound effects on the ecological distribution of dragonflies in the Beijing area. However, the construction of urban wetlands involves the clearing of aquatic plants and the introduction of exotic plants into water bodies. Therefore, the integrality of wetlands vegetation should be preserved and managed.

Key Words Odonata, wetland vegetation, ecological distribution, Beijing, TW-INSPIAN, CCA

蜻蜓目 (Odonata) 昆虫是半变态类 (Hemimetabola) 昆虫, 它的一生经过卵、若虫和成虫 3 个阶段^[1]。和其他水生昆虫一样, 蜻蜓目昆虫是淡水生物群落的重要组成部分, 对淡水生态系统起到重要作用^[2]。蜻蜓目昆虫在其生活史中, 取食、交配等活动离不开水生植物和水域附近的植被^[3]。目前国内外学者对于蜻蜓的区系、生活史、行为、栖息地选择等领域有着较为深入的研究^[4~10], 但从蜻蜓栖息生境中的湿地植被特征来讨论对蜻蜓生态分布影响的研究还未见报道。基于此, 作者在大量野外调查工作的基础上, 着重分析了湿地植被对于蜻蜓生态分布的影响, 旨在探讨湿地植被与蜻蜓分布的相互关系, 并为明晰北京地区的湿地资源与湿地生物的多样性提供资料, 为北京建设生态绿色城市提供相关建议。同时, 本文首次应用了鸟兽研究中所采用的 $G-F$ 多样性指数来分析植物群落。

1 研究地区

北京市地处 $39^{\circ}28' \sim 41^{\circ}05'N$, $115^{\circ}25' \sim 117^{\circ}30'E$, 总面积 16807km^2 。蜻蜓赖以栖息的湿地遍布各区县, 主要是河流、湖泊、水库、溪流、水塘等类型。分布于北京地区的河流主要有永定河、潮白河、温榆河、拒马河等及其支流; 水库如分布于京郊的密云水库、官厅水库、怀柔水库、汉石桥水库等; 溪流多分布于山区的沟谷中, 如东灵山、松山、雾灵山等地区; 而在北京城近郊区, 主要水域为一些湖泊及连通它们的河道, 如昆明湖、圆明园、玉渊潭、什刹海、龙潭湖等; 此外, 许多小型的水池、鱼塘、水稻田亦是蜻蜓栖息的重要场所。

研究区域内的主要水生及湿生植物群落有: 槐叶苹群落 (*Ass Salvinia natans*)、酸模叶蓼群落 (*Ass Polygonum lapathifolium*)、狐尾藻群落 (*Ass Myriophyllum spicatum*)、荇菜-篦齿眼子菜群落 (*Ass Nymphoides peltatum-Potamogeton pectinatus*)、马来眼子菜 + 穿叶眼子菜群落 (*Ass Potamogeton malaianus + Potamogeton pefolius*)、水鳖-黑藻群落 (*Ass Hydrocharis dubia-Hydrilla verticillata*)、芦苇群落 (*Ass Phragmites australis*)、香蒲群落 (*Ass Typha angustifolia*)、球穗莎草群落 (*Ass Cyperus glomeratus*)、荩草群落 (*Ass Arthraxon hispidus*)、柳叶菜群落 (*Ass Epilobium hirsutum*)、问荆 + 薄荷群落 (*Ass Equisetum arvense + Mentha haplocalyx*)、豆瓣菜群落 (*Ass Nasturtium officinale*)、金鱼藻 + 菹草群落 (*Ass Ceratophyllum demersum + Potamogeton crispus*)、扁秆藨草群落 (*Ass Scirpus pheniculoides*) 等。

2 研究方法

2.1 调查方法

选择不同地区、不同生境和植被类型的湿地作为研究区域,共设置有效样地 17个,其中涵盖了河流边缘、水库、人工湖泊、山地溪流等湿地类型。在样地中采用限定性随机取样法,分别选取典型的浮水、沉水、挺水和湿生植物群落设置 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 样方 2~5个,在各 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 样方中进行随机取样,视样地的大小、外形、环境的不同设置 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 小样方 2~5个不等,每块样地调查 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 样方 10~24个^[11]。

在样地中,统计 1h内所观察或捕捉到的蜻蜓数量和种类,并依此相遇率作为蜻蜓的数量特征,将其划分为少见、可见、常见 3个等级:规定在 1h内观察或捕获个体数在 3只以下(含 3只)的种类为少见,3~10只的种类为可见,10只以上的种类为常见,并把因观察者难以判断是否为同一个体出现多次的误差累计在内。

在所选取的 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 样方中,统计湿地植被的物种组成、群落结构以及浮水、沉水、挺水等各层的盖度^[12~14],湿生植物以株高在 2m以下的草本和木本幼苗计算。同时,统计样地内所有 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 样方中的物种组成,并结合相关资料^[15~16],作为该样地的植物名录依据。

2.2 数据处理

对于湿地植物群落,因选取 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 样方时分别涵盖了样地内较为典型的浮水、沉水、挺水和湿生植物群落,故而首先将所有 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 小样方的盖度数据分为四大类,属于浮水植物群落类则仅统计浮水层的相对盖度,其余各类依此类推。由此得到蜻蜓栖息地中的浮水植物群落盖度、沉水植物群落盖度、挺水植物群落盖度和湿生植物群落盖度。

同时,依据样地内所有 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 样方中的物种组成所列的植物名录,计算样地植物物种的 Gleason丰富度指数^[17]和 $G-F$ 多样性指数^[18],分别用以表示样地内的植物物种丰富度和植物科、属水平上的多样性。

Gleason丰富度指数, D :

$$D = \frac{S}{\ln A}$$

式中, S 为样地植物名录中所列的物种数目, A 为所有调查的 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 样方面积之和。

$G-F$ 多样性指数, D_{G-F} :

$$D_{G-F} = 1 - \frac{D_G}{D_F}$$

式中, D_G 为属的多样性指数, D_F 为科的多样性指数。

F 指数, D_F :

$$D_F = \sum_{k=1}^n \left(- \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \right)$$

式中, $p_i = s_{ki} / S_k$, S_k 为名录中 k 科中的物种数, s_{ki} 为名录中 k 科 i 属中的物种数, n 为 k 科中的属数, m 为名录中的科数。

G 指数, D_G :

$$D_G = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

式中, $q_j = s_j / S$, S 为名录中所有植物的物种数, s_j 为名录中 j 属中的物种数, p 为名录中的属数。

随后,针对蜻蜓分布与湿地植被各类特征因子的相互关系,利用 CANOCO 4.5 软件进行典范对应分析(Canonical Correspondence Analysis CCA)。同时,对于蜻蜓物种及样地进行的双向指示种分析(Two-way indicator species analysis TW-NSPAN)应用国际通用的 TW-NSPAN 软件完成^[19]。

3 结果与讨论

3.1 样地的植被特征与蜻蜓分布统计

2001年 5月至 2004年 8月间,共选取的 17个样地内共调查 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 植物样方 296个,采集蜻蜓及维管植物标本共计 987号,记录到蜻蜓 6科 26属 36种^[9](见表 1),维管植物 40科 99属 150种^[15,16]。样地内湿地植被各层盖度及多样性指数等见表 2。

3.2 双向指示种分析(TW-NSPAN)结果

同时针对蜻蜓多样性及样地进行双向聚类,得到 TW-NSPAN 分类矩阵^[19~21](见图 1),可见 17块样地被

表 1 样地内蜻蜓的种类*和数量分布
Table 1 Distribution of species and abundance of Odonata species in plots

编号 No.	种类 Species	高堂水库 plot 01	青白口 plot 02	安家庄 plot 03	王平村 plot 04	三家店 plot 05	延庆下营 plot 06	小龙门 plot 07	樱桃沟 plot 08	十渡 plot 09	积水潭 plot 10	青年湖 plot 11	紫竹院 plot 12	玉渊潭 plot 13	碓臼峪 plot 14	北沙河 plot 15	麦子店 plot 16	孙河 plot 17
01	双斑圆臀大蜓 <i>Anotagaster kuchenbeiser</i>	+	-	-	-	-	-	-	++	-	-	+	-	-	-	-	-	-
02	北京大蜓 <i>Cordulegaster pekinensis</i>	-	-	+	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03	长者头蜓 <i>Cephalaeschna patrorum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04	黑纹伟蜓 <i>Anax nigrofasciatus</i>	++	-	+	-	+	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05	碧伟蜓 <i>Anax parthenope</i>	++	+	++	++	++	+	-	++	++	-	+	++	++	+	++	++	+
06	角斑黑额蜓 <i>Planaeschna milnei</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07	联纹小叶春蜓 <i>Gomphidia confluens</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	领纹细春蜓 <i>Burmagomphus collaris</i>	-	-	+	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	长腹春蜓 <i>Gastrogomphus abdominalis</i>	-	-	-	-	+	-	-	+	++	-	-	-	-	-	+	-	-
10	大团扇春蜓 <i>Sinictinogomphus clavatus</i>	-	-	+	-	++	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	马奇异春蜓 <i>Anisogomphus maacki</i>	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	棘角蛇纹春蜓 <i>Ophiogomphus spinicornis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	环纹环尾春蜓 <i>Lamelligomphus ringers</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
14	红蜻 <i>Crocothemis servilia</i>	+++	+++	++	+++	+++	++	-	+	+++	+	+	++	+++	+++	+++	+++	++
15	异色多纹蜻 <i>Deileia phaon</i>	-	-	+	++	++	+++	-	+	++	+	-	+	+++	-	+++	+++	+++
16	小斑蜻 <i>Libellula quadrumaculata</i>	-	-	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	低斑蜻 <i>Libellula angelina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+++	-	-
18	白尾灰蜻 <i>Orthetrum albistylum</i>	+++	+++	+	-	++	+++	-	-	++	-	-	-	-	+	++	+	+

续表 1

编号 No.	种类 Species	高堂水库 plot 01	青白口 plot 02	安家庄 plot 03	王平村 plot 04	三家店 plot 05	延庆下营 plot 06	小龙门 plot 07	樱桃沟 plot 08	十渡 plot 09	积水潭 plot 10	青年湖 plot 11	紫竹院 plot 12	玉渊潭 plot 13	碓臼峪 plot 14	北沙河 plot 15	麦子店 plot 16	孙河 plot 17
19	异色灰蜻 <i>Orthetrum melania</i>	-	+	-	-	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	褐肩灰蜻 <i>Orthetrum internum</i>	+	-	+	++	++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	黄蜻 <i>Pantala flavescens</i>	++	+	+	++	+++	+	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
22	玉带蜻 <i>Pseudathemis zonata</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	竖眉赤蜻 <i>Sympetrum eroticum</i>	-	+++	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
24	大异赤蜻 <i>Sympetrum uniforme</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	半黄赤蜻 <i>Sympetrum croceolum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	褐带赤蜻 <i>Sympetrum pedemontanum</i>	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	黑色蜻 <i>Calopteryx atratum</i>	+++	+++	+++	+	+++	-	-	-	+++	-	-	-	-	+++	-	-	-
28	透顶单脉色蜻 <i>Matrona basilaris</i>	++	+++	+++	+++	+++	-	-	+	+++	-	-	-	-	+++	-	-	-
29	蓝纹蜻 <i>Cercion calanorum</i>	++	++	++	++	++	++	-	+	-	-	-	-	++	++	++	++	+
30	七条蜻 <i>Cercion plagiosum</i>	+	-	-	-	++	++	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-
31	二色异痣蜻 <i>Ischnura asiatica</i>	+++	++	+++	+++	++	++	++	-	++	-	-	-	-	++	++	++	-
32	长叶异痣蜻 <i>Ischnura elegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
33	白狭扇翅 <i>Copea annulata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
34	白扇翅 <i>Platycnemis foliacea</i>	+	-	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	烟翅绿色蜻 <i>Mnais mneme</i>	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	红痣绿色蜻 <i>Mnais earnshawii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

— 未记录到分布 Unrecorded species; + 少见种 Rare species; ++ 可见种 Uncommon species; +++ 常见种 Common species; * 下同 the same below

分为 4 组, 现分述如下:

TW NSPAN 分类的第 1 组, 样地包括香山樱桃沟、玉渊潭、青年湖、积水潭、紫竹院、麦子店鱼塘、孙河。本组样地均处于城区及毗邻城市的近郊区, 除玉渊潭远离本组的中心外 (见图 2), 其余样地都具有以下共同特点: 湿地植被至少缺失一层 (多缺浮水层), 且 G_{leason} 丰富度指数和 $G-F$ 多样性指数均不高。本组样地内分布的蜻蜓多为广布的黄蜻、红蜻, 及平原地区常见的异色多纹蜻、碧伟蜓等, 其他种类仅为偶见。

TW NSPAN 分类的第 2 组, 样地包括十渡、碓臼峪、北沙河、青白口、王平村。本组样地皆为郊区河畔湿地, 丰富度及 $G-F$ 多样性指数相对较高, 并且具有较完整的沉水植物层及湿生植被, 而沉水层及湿生植被正是蜻蜓幼虫栖息觅食及羽化所不可获缺的。本组样地内除上述的广布种如黄蜻、碧伟蜓外, 分布有大量螳类, 如二色异痣螳、黑色螳、蓝纹螳等。

TW NSPAN 分类的第 3 组, 样地包括斋堂水库、安家庄、三家店、延庆下营。本组样地多为水库边缘及浅水区湿地, 水流较缓, 具有较高的物种丰富度, 且植被结构组成较好、层次丰富, 无论从蜻蜓成虫产卵、幼虫羽化等方面而言均有相应的植被层提供场所。本组样地内分布的蜻蜓种类较多, 蜓类如黑纹伟蜓, 蜻类如白尾灰蜻、褐肩灰蜻、褐带赤蜻, 螳类如透顶单脉色螳、七条螳、白扇螳, 此外亦有上述两组样地中出现的广布种类。

TW NSPAN 分类的第 4 组, 仅小龙门一块样地。小龙门地区是北京最为典型的山区溪流, 兼之海拔较高, 植被结构及多样性均较好, 因而常见有特殊蜻蜓种类。例如多分布于山区溪流附近的马奇异春蜓, 以及北京新记录的种类长者头蜓、烟翅绿色螳^[9, 22]等。

3 3 湿地植被特征因子对于蜻蜓分布的贡献

所讨论的各湿地植被特征因子之间的相关系数见表 3。可见, 所有因子之间均为正相关, 且一些因子之间显示出了较高的正相关性, 如湿生植物盖度与 G_{leason} 丰富度指数 ($r=0.8561, P<0.05$)、 $G-F$ 多样性指数与 G_{leason} 丰富度指数 ($r=0.8450, P<0.05$)。

若不考虑各因子之间的相互关系, 则它们对于蜻蜓空间分布的贡献率大小依次为浮水层盖度 (0.28)、 G_{leason} 丰富度指数 (0.23)、湿生植物盖度 (0.22)、沉水层盖度 (0.16)、挺水层盖度 (0.15)、 $G-F$ 多样性指数 (0.09)。但考虑到因子之间的相互作用后, 贡献率由大及小则为浮水层盖度 (0.28)、湿生植物盖度 (0.16)、 G_{leason} 丰富度指数 (0.15)、沉水层盖度 (0.11)、 $G-F$ 多样性指数 (0.10)、挺水层盖度 (0.04)。可见浮水植物层盖度始终是贡献率最大的因子, 而蜻蜓、尤其是螳类的产卵过程多依赖于浮水植物^[10]; 同时, 湿生植物盖度具有一定贡献率, 该因子与蜻蜓幼虫的羽化、成虫的食物来源及隐蔽条件均密不可分。此外, 栖息地植物物种的丰富也为蜻蜓的生存提供了较为复杂的生境, 更有利于多种蜻蜓的生存。

	111111 11	
	83102679452413567	
31 Isch asi	-----1111111111	000
13 Lame rin	-----11-----	001000
17 Libe ang	-----1-----	001000
23 Symp ero	-1-----11-----	001000
32 Isch ele	-----1-----	001000
01 Anot kuc	1-1-----1----	001001
05 Anax par	111-111111111111-	001001
09 Gast abd	1-----1-1----1--	001001
14 Croc ser	1111111111111111-	001001
15 Deie pha	11-11111-1-1-111-	001001
21 Pant fla	1111111111111111-	001001
18 Orth alb	-----111111-1111-	001010
29 Cerc cal	11---1--11111111-	001010
30 Cerc pla	11-----11--1-11-	001010
33 Cope ann	-1-----1-----	001010
06 Plan mil	-----1-1-----	001011
27 Calo atr	-----11-11111--	001011
28 Matr bas	1-----11-11111--	001011
10 Sini cla	1-----1-----	001110
19 Orth mel	-----1--11-----	001110
20 Orth int	-----11111-----	001110
07 Gomp con	-----1-----	001111
08 Burm col	-----11-----	001111
16 Libe qua	-----11-----	001111
22 Pseu zon	-----11-----	001111
26 Symp ped	-----111-----	001111
34 Plat fol	-----1-11-----	001111
04 Anax nig	-----11111-----	01
24 Symp uni	-----111-----	10
02 Cord pek	-----1--1-----	110
03 Cepn pat	-----1-----	111
11 Anis maa	-----1-----	111
12 Ophi spi	-----1-----	111
25 Symp cro	-----1-----	111
35 Mnai mne	-----1-----	111
36 Mnai ear	-----1-----	111
	00000000000000001	
	00000000000001111	
	000000011111	
	0011111100011	
	01111	

图 1 TW NSPAN 分类结果矩阵图

Fig 1 Tw o-way table of Odonata species and plots classification by TW NSPAN

表 2 样地植被特征与多样性指数
Table 2 Vegetation types and biodiversity index in plots

样地 Plots		样方数量 Numbers of quadrat	浮水层盖度 (%) Cover of floating- leaved aquatic plant	沉水层盖度 (%) Cover of sub- emergent aquatic plant	挺水层盖度 (%) Cover of em- ergent aquatic plant	湿生植物盖度 (%) Cover of phreatophytes	G leason 丰富度指数 G leason richness index	G-F 多样性指数 G-F index
斋堂水库	Plot 01	14	9	83	92	54	11 7466	0 4149
青白口	Plot 02	11	75	81	48	93	11 2599	0 3934
安家庄	Plot 03	12	60	67	90	91	10 8656	0 2002
王平村	Plot 04	14	71	79	68	74	12 8834	0 5246
三家店	Plot 05	14	43	62	86	63	14 3991	0 6091
延庆下营	Plot 06	22	82	40	51	65	14 5582	0 4198
小龙门	Plot 07	24	87	55	68	94	15 7329	0 5782
樱桃沟	Plot 08	10	0	38	5	19	8 2516	0 4237
十渡	Plot 09	20	16	72	31	85	13 3523	0 6165
积水潭	Plot 10	10	42	63	0	0	2 6058	0 0001
青年湖	Plot 11	10	0	15	12	33	6 5144	0 2441
紫竹院	Plot 12	12	0	26	59	32	7 6462	0 1882
玉渊潭	Plot 13	15	24	54	33	60	11 4474	0 4900
碓臼峪	Plot 14	16	8	42	69	77	13 7056	0 5193
北沙河	Plot 15	35	5	47	96	97	16 0503	0 6513
麦子店	Plot 16	12	0	35	16	28	8 4511	0 4339
孙河	Plot 17	15	0	0	4	36	6 6469	0 3492

表 3 各湿地植被特征因子之间的相关系数
Table 3 The correlation coefficient between ecological factors of wetland vegetations

特征因子 Ecological factors	浮水层盖度 Cover of floating- leaved aquatic plant	沉水层盖度 Cover of sub- emergent aquatic plant	挺水层盖度 Cover of emergent aquatic plant	湿生植物盖度 Cover of phreatophytes	G leason指数 G leason richness index	G-F 指数 G-F index
浮水层盖度	1. 0000					
沉水层盖度	0. 4805	1. 0000				
挺水层盖度	0. 5169	0. 5074	1. 0000			
湿生植物盖度	0. 6350	0. 4946	0. 7347	1. 0000		
G leason指数	0. 5832	0. 3888	0. 7468	0. 8561	1. 0000	
G-F 指数	0. 2704	0. 2181	0. 4163	0. 6413	0. 8450	1. 0000

3 4 物种的丰富度与植物群落结构对于蜻蜓栖息地的影响

从上面 TW NSPAN对于样地分组的结果来看, 物种丰富度指数及湿地植物群落的结构是栖息地聚类图中的两个重要因素。对于蜻蜓栖息地与各植被特征因子之间相互关系, 可由 CCA 分析图进一步加以说明 (见图 2)。物种丰富度的高低不仅决定了生境的单一或者复杂, 而且能间接地反映植物的群落结构。TW NSPAN聚类所分的第一组即植被至少缺失一层的样地集合, 而缺失的植被层势必会直接降低物种的丰富程度。由于浮水、挺水、沉水和湿生植被各层对于蜻蜓完成其生活

史均有不同的作用, 这些作用之间不可相互替代, 故而缺失某一植被层必将大大降低蜻蜓的多样性。例如螳类的产卵过程需要依赖于浮水植物, 所以在缺乏浮水层的样地例如青年湖、孙河等处, 几乎见不到螳类的分布。可见, 湿地植物群落结构及层次的完整性, 是保证蜻蜓物种多样性的重要先决条件之一。

3 5 蜻蜓物种聚类与各植被特征因子的关系

在 TW NSPAN对于蜻蜓物种的聚类中, 将全部 36种蜻蜓分为 9组, 各组与植被特征因子间的关系见图 3。其中第 1组仅二色异痣螳 1种, 出现在全部近郊、远郊区县的样地中, 也是样地分组的重要依据种。第 2组与第 3组关系密切, 含红蜻、黄蜻、碧伟蜓、异色多纹蜻等广布种类, 多属于生态幅较广的物种, 因而即使在

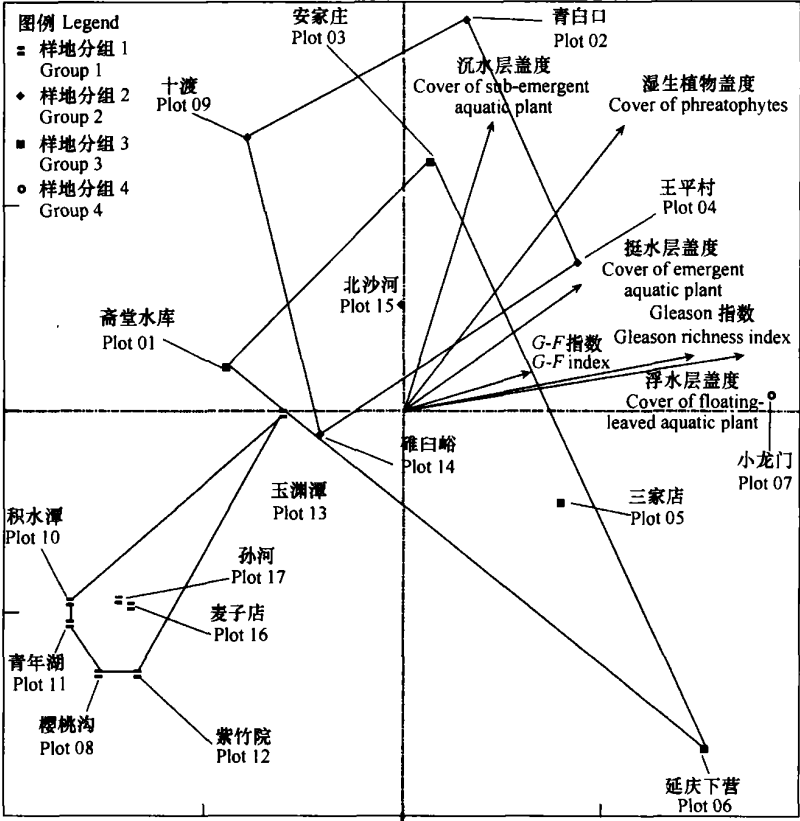


图 2 湿地植被特征因子与样地之间相互关系的 CCA 排序

Fig 2 CCA ordinations of relationship between ecological factors and wetland vegetations and plots

样地缺乏浮水层或湿生植被时亦有分布。第 4 组与第 5 组相关性较高, 这两组对于浮水层植物要求相对严格, 如黑色鳃、白狭扇鳃等鳃类。浮水植物如荇菜 (*Nymphaea peltatum*)、水鳖 (*Hydrocharis dubia*) 及一些几浮至水面的沉水植物如黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 即为本组蜻蜓生境的重要组成部分; 此外, 这两组亦含有多见于郊区河流附近的蜻类, 它们多分布于湿地植物群落结构较完整的地带。第 6 组仅黑纹伟蜓 1 种, 第 7 组仅大黄赤蜻 1 种, 第 8 组仅北京大蜓 1 种, 这 3 个种类都见于远郊山区, 同时近郊部分样地零星分布, 属于过渡类型。第 9 组含宽纹北春蜓、马奇异春蜓、红痣绿色鳃等集中分布于小龙门地区的种类。

除去个别种类以外, 聚类所分的主要类群, 以第 2 组和 3 组的种类、第 4 组和 5 组的种类、以及第 9 组种类为主, 将这三大类的分布范围标于图 3, 以便进一步讨论。如图所示, 第 2 3 组的蜻蜓, 与样地植物的丰富度及多样性的相关性不大, 属于广布种类; 而第 4 5 组蜻蜓要求一定的浮水植物盖度, 也要求样地的植物多样性较高; 第 9 组蜻蜓对环境的要求最为严格。这三大类的逐步变化, 体现在 TW INSPAN 聚类图的纵轴上, 可见纵轴由上及下的变化基本符合浮水层植物盖度, 以及样地植物 G-F 指数由低向高的变化。此外, 第 2 3 组种类与第 4 5 组种类在图 3 上的区分, 并没有一项环境因子与之相对应, 可见它们的区分与样地植被的关系不甚密切, 有可能与其他环境因子, 如海拔、水质、水温等有关^[9]。

3.6 保护建议

无论从 TW INSPAN 聚类的解释与分析, 还是从 CCA 分析结果来看, 栖息地植物物种的多样性以及群落结构的完整性对于蜻蜓的分布都是至关重要的。调查中发现, 在城市的建设中, 进行湿地改造时往往随意清除湿地植被, 并用植被不能固着、生长的混凝土填塞堤岸, 引种外来植物, 修筑人工景观, 使其周边湿地植物遭到毁灭性的破坏, 蜻蜓的多样性也随之急剧下降, 例如孙河、引水渠、积水潭、玉渊潭等处。还包括一些人工建造的小面积湿地, 也极少见有蜻蜓分布, 如元大都遗址公园、菖蒲河公园等。而在北京郊区一些人活动相对较

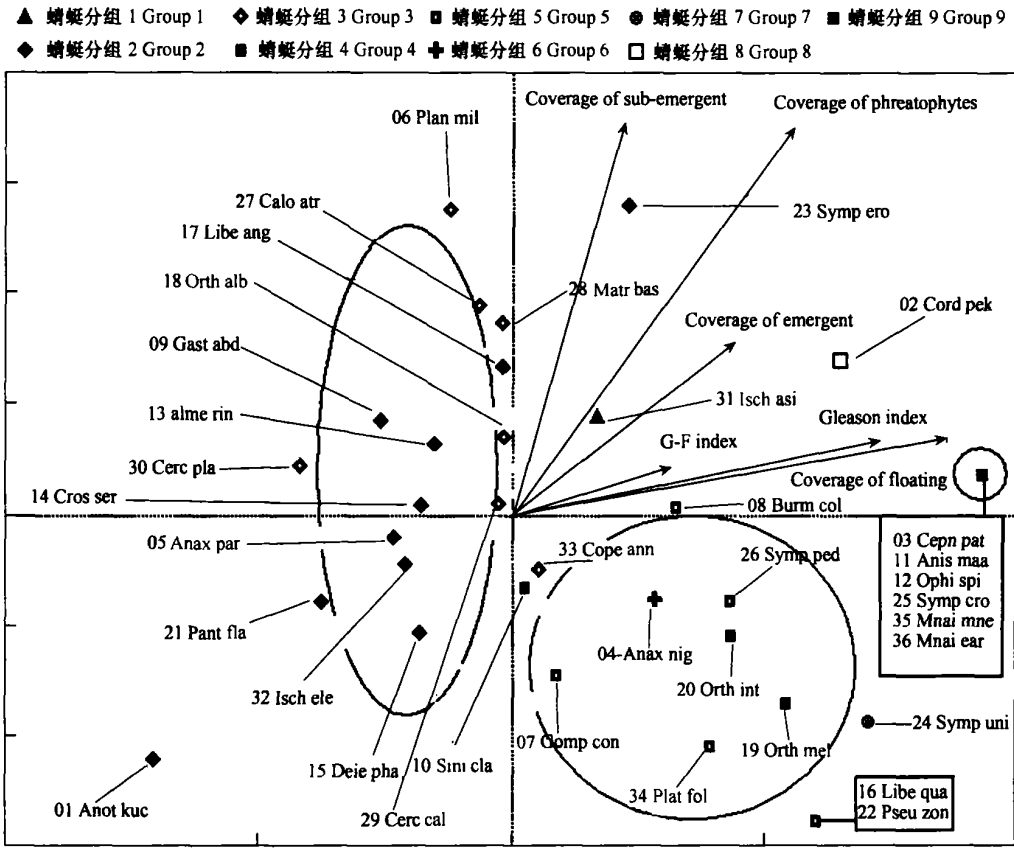


图 3 湿地植被特征因子与蜻蜓物种分布之间相互关系的 CCA 排序

Fig 3 CCA ordinations of relationship between ecological factors and wetland vegetations and distribution of Odonata species

- 01 双斑圆臀大蜓 *Anotagaster kuchenbeiseri*; 02 北京大蜓 *Cordulegaster pекinensis*; 03 长者头蜓 *Cephalaeschna patronum*; 04 黑纹伟蜓 *Anax nigrofasciatus*; 05 碧伟蜓 *Anax parthenope*; 06 角斑黑额蜓 *Planaeschna miheji*; 07 联纹小叶春蜓 *Gomphilia confluens*; 08 领纹缅甸春蜓 *Burmagomphus collaris*; 09 长腹春蜓 *Gastrogomphus abdominalis*; 10 大团扇春蜓 *Sinictinogomphus clavatus*; 11 马奇异春蜓 *Anisgompus maaeki*; 12 棘角蛇纹春蜓 *Ophiogomphus spinicomis*; 13 环纹环尾春蜓 *Lamelligomphus ringers*; 14 红蜻 *Crocotanus servilia*; 15 异色多纹蜻 *Deilelia phaon*; 16 小斑蜻 *Libellula quadrimaculata*; 17 低斑蜻 *Libellula angelina*; 18 白尾灰蜻 *Orthetrum albistylum*; 19 异色灰蜻 *Orthetrum melanix*; 20 褐肩灰蜻 *Orthetrum internum*; 21 黄蜻 *Pantala flavescens*; 22 玉带蜻 *Pseudotriton zonata*; 23 竖眉赤蜻 *Sympetrum eroticum*; 24 大 黄赤蜻 *Sympetrum uniforme*; 25 半黄赤蜻 *Sympetrum croceolum*; 26 褐带赤蜻 *Sympetrum pedemontanum*; 27. 黑色螳 *Calopteryx atratum*; 28 透顶 单脉色螳 *Matrona basilaris*; 29 蓝纹螳 *Cercion calanorum*; 30 七条螳 *Cercion plagiosum*; 31 二色异痣螳 *Ischnura asiatica*; 32 长叶异痣螳 *Ischnura elegans*; 33 白狭肩螳 *Copera annulata*; 34 白扇螳 *Platycnemis foliaceae*; 35 烟翅绿色螳 *Mnais maimon*; 36 红痣绿色螳 *Mnais eamshawii*

少的湿地, 自然湿地植被多样性以及群落结构的完整性, 以蜻蜓为代表的水生昆虫的多样性得以保存。很多地区, 则会造成水体超营养作用, 形成无生命的、不健康的和厌氧性的水体。可见一些公园、景区, 尤其是城区内的公园, 在规划和改造时应考虑到湿地植被、特别是天然的湿地植被对于蜻蜓赖以生存的重要作用。湖泊河流周围的植被有助于滋养和净化水生生态系统, 并创造出优美、清洁、健康的环境。

References

[1] Zheng L Y, Gui H. Insect classification Nanjing Nanjing Normal University Press 1999 137- 140.
[2] Yan Z C, Zhong H. An introduction to aquatic insects Bulletin of Biology 2004, 39(1): 15- 18
[3] Liu Y, Gao X Y, Guo D S Dragonflies in Beijing Bulletin of Biology, 2004 39(1): 18- 19.
[4] Wissing S A. Spatial distribution, life history and estimates of survivorship in a fourteen-species assemblage of larval dragonflies (Odonata Anisoptera). Freshwater Biology, 1988, 20: 329- 340.

- [5] Michiels N K and Dhondt A. A. Costs and benefits associated with oviposition site selection in the dragonfly *Sympetrum danae* (Odonata Libellulidae). *Animal Behavior* 1990 40(4): 668–678
- [6] Pritchard G. Prey capture by dragonfly larvae (Odonata: Anisoptera). *Canadian Journal of Zoology* 1991 43 271–289
- [7] Steytler N S, Sanwags M. J B biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa *Biological Conservation* 1995, 72 381–386
- [8] Noma R ashid Y. Some biological aspects and a unique habitat choice of damselfly *Indonanis orang* (Odonata: Libellulidae) from Malaysia *Entomologia Sinica* 2003, 2(2): 115–120
- [9] Liu Y, Gao X Y, Yuan F, *et al* Faunal analysis and distribution of dragonflies in Beijing *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2004 40(3): 375–379.
- [10] Gao X Y, Liu Y, Wang C, *et al* Ecological distribution of damselflies in Beijing area *Entomological Knowledge* 2004, 41(5): 426–430
- [11] Song Y C. *Vegetation Ecology*. Shanghai East China Normal University Press, 2001 547–588.
- [12] Cook C D K. *Aquatic Plant Book*. The Hague, the Netherlands SPB Academic Publishing 1990. 137–140
- [13] Lang H Q, Zhao K Y, Chen K L. *Wetland vegetations of China*. Beijing Science Press, 1999. 488–543.
- [14] Chen Y Y. *Study of wetland in China Changchun*. Jilin Science and Technology Press, 1995 307–357.
- [15] Wang C, Liu Q R, Zhang C. A study on communities of aquatic vascular plants in Beijing *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2004 40(3): 380–385.
- [16] Wang C, Liu Q R. Study on the Flora of Vascular Plants of Wetland in Beijing *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2004 22(5): 406–411.
- [17] Sun R Y, Li B, Zhu G Y, *et al* *General Ecology*. Beijing Higher Education Press 1993 136
- [18] Jiang Z G, Ji L Q. A vian-mammalian species biodiversity in nine representative sites in China *Biodiversity Science*, 1999 7(3): 220–225
- [19] Zhang J T. *Methods in Quantitative Vegetation Ecology*. Beijing China Science and Technology Press 1995 173–221
- [20] Zhang J T. A comparison of fuzzy C—means algorithm clustering and Twinspan in Vegetation Classification. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1994 12(1): 11–17.
- [21] Zhang F, Shangguan T L. A study on the numerical classification of wetland vegetations in Luliang Prefecture, Shanxi *Bulletin of Botanical Research*, 2000 20(3): 355–360.
- [22] Guo D S, Liu Y, Gao X Y. Two new records of Odonata species for Beijing *Sichuan Journal of Zoology* 2003, 22(2): 84.

参考文献:

- [1] 郑乐怡. 归鸿. 昆虫分类. 南京: 南京师范大学出版社, 1999 137~140
- [2] 颜忠诚. Hany Zhong 水生昆虫. 生物学通报, 2004, 39(1): 15~18
- [3] 刘阳, 高新宇, 郭冬生. 北京地区的昆虫. 生物学通报, 2004 39(1): 18~19.
- [9] 刘阳, 高新宇, 袁锋, 等. 北京地区蜻蜓区系及分布. 北京师范大学学报(自然科学版), 2004 40(3): 375~379.
- [10] 高新宇, 刘阳, 王辰, 等. 北京地区均翅亚目昆虫的生态分布. 昆虫知识, 2004, 41(5): 426~430
- [11] 宋永昌. 植被生态学. 上海: 华东师范大学出版社, 2001 547~588
- [13] 郎惠卿, 赵魁义, 陈克林. 中国湿地植被. 北京: 科学出版社, 1999 488~543
- [14] 陈宜瑜. 中国湿地研究. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995 307~357
- [15] 王辰, 刘全儒, 张潮. 北京水生维管植物群落调查. 北京师范大学学报(自然科学版), 2004 40(3): 380~385
- [16] 王辰, 刘全儒. 北京湿地维管植物区系研究. 武汉植物学研究, 2004 22(5): 406~411
- [17] 孙儒泳, 李博, 诸葛阳, 等. 普通生态学. 北京: 高等教育出版社, 1993. 136.
- [18] 蒋志刚, 纪力强. 鸟兽物种多样性测度的 G-F 指数方法. 生物多样性, 1999 7(3): 220~225.
- [19] 张金屯. 植被数量生态学方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1995 173~221
- [20] 张金屯. 模糊 C-均值聚类法和 TW NSPAN 分类的比较研究. 武汉植物学研究, 1994, 12(1): 11~17
- [21] 张峰, 上官铁梁. 山西吕梁地区湿地植被数量分类研究. 木本植物研究, 2000, 20(3): 355~360
- [22] 郭冬生, 刘阳, 高新宇. 北京蜻蜓二新记录种. 四川动物, 2003 22(2): 84.