

北京翠湖湿地公园建园初期的步甲多样性

苏芝敏^{1,3} 黄顶成^{1,3} 张润志^{1,2*}

1 (中国科学院动物进化与系统学重点实验室, 中国科学院动物研究所, 北京 100101)

2 (中国科学院动物研究所农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101)

3 (中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 为探讨城市湿地公园在城市化过程中对生物多样性的保育作用, 于2006–2008年采用陷阱法调查了2002年北京新建的翠湖湿地公园内杨树林、柏树林、混合林、小檉丛和芦苇荡5种植被类型中的步甲多样性。共调查到步甲18属30种441头。步甲物种数和个体数均随建园时间的增加而呈现快速增加的趋势。在5种植被类型中, 每种类型均有25%左右的步甲物种(3–4种)是其他类型中所未捕获的。杨树林中的步甲物种数和个体数最多, 且随时间的增加幅度最大, 趋势最明显。这些结果表明, 城市湿地对步甲多样性具有一定的保育功能, 可在一定程度上缓解城市化对步甲多样性的负面影响。根据上述结果, 我们建议在城市湿地公园建设之初, 可考虑先种杨树等植物; 同时适当增加植被多样性, 将有利于其步甲多样性保育功能的最大化。

关键词: 湿地公园, 步甲, 城市化, 生物多样性, 北京

Diversity of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) at Cuihu, a newly-built urban wetland park in Beijing

Zhimin Su^{1,3}, Dingcheng Huang^{1,3}, Runzhi Zhang^{1,2*}

1 CAS Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

2 State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

3 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: To evaluate the potential role of an urban wetland park in conserving biodiversity during urbanization, we studied ground beetle (Carabidae) diversity using pitfall traps in five vegetation types, i.e., poplar, cypress, mixed forest, barberry scrub, and reed beds, within a newly-built urban wetland park, Cuihu Wetland Park in Beijing, for three years. A total of 441 individuals representing 30 species and 18 genera of carabid beetles were captured. Carabid species richness and abundance both sharply increased with park age. For each of the five vegetation types, approximately 25% of their carabid species (3–4 species) were unique and were not detected in other types. Poplar forest exhibited the highest abundance and richness of carabid species and showed the strongest increasing trend through time. Our results suggested a significant role of urban wetland parks in the conservation of carabid beetle diversity in the process of urbanization. In order to maximize their conservation value, they should be revegetated by a diversity of plants while using poplars as pioneers.

Key words: wetland park, carabid beetles, urbanization, biodiversity, Beijing

城市化被公认为是导致生物多样性下降、本地物种丧失的最重要因素之一(Czech *et al.*, 2000; McKinney, 2002), 引起广泛关注(Grimm *et al.*,

2008; 李志刚等, 2009; Huang *et al.*, 2010)。步甲是鞘翅目中种类数量较大的类群, 多数物种是农林害虫的重要天敌, 因其对生态环境变化有较高敏感

收稿日期: 2010-10-27; 接受日期: 2010-12-23

基金项目: 中国科学院创新方向性项目(KSCX2-YW-N-042)和国家自然科学基金动物分类特殊学科点项目(J0930004)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zhangrz@ioz.ac.cn

性而常被作为指示生物(Niemelä, 2001; Rainio & Niemelä, 2003; 高光彩和付必谦, 2009)。研究表明, 步甲类群的多样性沿着农村—郊区—城区的城市化强度梯度呈显著下降的趋势(Niemelä *et al.*, 2002; Elek & Lövei, 2007; Magura *et al.*, 2010); 有关城市中的蜜蜂、蝴蝶等其他类群的研究也有类似的结果(Blair & Launer, 1997; Ahrné *et al.*, 2009; Fattorini, 2011)。Su等(2011)对北京市树干栖息象虫多样性的调查结果也发现, 距市中心30 km范围内, 每向市中心靠近5 km, 柳树树干栖息象虫约减少1个物种和60%的个体。

湿地被誉为“地球之肾”, 具有重要的生态服务功能和社会经济价值。近年来对湿地自然保护区昆虫群落的研究结果表明, 自然湿地生态系统中蕴含着丰富的昆虫多样性(尤平等, 2006; 仲雨霞和付必谦, 2007; 王玉等, 2009), 具有重要的生物多样性保育功能。城市湿地是城市重要的生态基础设施, 对城市建设和环境改善起着重要作用(潮洛蒙, 2002; 潮洛蒙等, 2003)。目前, 我国的城市湿地恢复和建设刚刚起步, 2004–2010年共批准建立了38个国家级城市湿地公园。城市湿地能否缓解城市化对生物多样性的负面影响, 以及如何建设以最大化城市湿地的生物多样性保育功能, 值得深入探讨。

本研究对北京新建的翠湖湿地公园中的步甲多样性进行为期3年的调查, 分析不同植被生境中的步甲物种组成和时间变异, 旨在探明城市湿地的生物多样性保护与恢复功能, 及其植被组成与步甲多样性的关系。

1 材料与方法

1.1 调查地点

2006–2008年在北京翠湖湿地公园(以下简称翠湖)开展此项研究。翠湖(40°05' N, 116°10' E)位于北京市海淀区上庄镇, 五环路和六环路之间, 距市中心(天安门)约28 km, 占地面积300 ha。2002年动工建园以前, 该地是一片农田, 主要种植小麦、玉米等农作物。翠湖南边是上庄水库, 西北边是农田, 近3年来主要种植甘蓝等十字花科蔬菜。根据园内主要陆地斑块的植被组成, 将调查区域划分为小檗丛(以紫叶小檗(*Berberis thunbergii* cv. *Atropurpurea*)为主)、柏树林(以桧柏(*Sabina chinensis*)为主)、混合林(以黄杨(*Buxus sinica*)、桧柏、山桃(*Prunus davidiana*)和火

炬树(*Rhus typhina*)为主)、杨树林(以毛白杨(*Populus tomentosa*)为主)和芦苇荡(以芦苇(*Phragmites australis*)为主)5种植被类型。

1.2 取样方法

采用陷阱法(又称巴氏罐诱法, pitfall trapping)调查5种植被类型中的步甲。2006年在每种植被类型中设置30个陷阱, 2007和2008年各设置10个。陷阱高约15 cm, 口径约10 cm, 随机排列。陷阱间距3 m以上。陷阱内放置大小相套的两个塑料杯, 大杯(容积400 mL)在外, 杯口与地面持平; 小杯(容积300 mL)在内, 杯口低于大杯杯口约1 cm, 紧贴于大杯杯壁。每个小杯内盛100 mL左右的50%丙二醇溶液, 用于杀死和保存昆虫标本。每两周取出小杯回收标本一次, 并重新放入丙二醇溶液, 以待下一次调查。将标本保存于75%酒精溶液中, 带回室内分类鉴定。调查时间从4月底至7月中旬, 每年各调查6次。

1.3 数据分析

由于部分陷阱被破坏或缺失, 造成绝对密度不均等, 因此我们将数据进行标准化, 采用每50个陷阱捕获的个体数进行统计分析。另外, 将每年的所有调查次数中捕获的步甲数量和有效的陷阱数(当次调查没有被破坏或丢失的陷阱数量)分别进行累加, 采用软件EstimateS 8.2(Colwell, 2009)进行Rarefaction分析, 绘制Rarefaction曲线以比较相同取样数下捕获的物种数和个体数。

2 结果

2.1 物种概况

共采集到步甲18属30种441头, 其中青步甲属(*Chlaenius*)和婪步甲属(*Harpalus*)的物种数最多, 分别有6和5种; 而彩步甲属(*Mastax*)和婪步甲属的个体数最多, 分别占总个体数的39.9%和29.5%。个体数占总数的比例高于10%的物种有大彩步甲(*M. thermarum*)、黄鞘婪步甲(*H. pallidipennis*)、棒婪步甲(*H. bungii*)和小头通缘步甲(*Pterostichus microcephalus*)等4种, 其所占比例分别是39.9%、13.4%、11.3%和10.4%(表1)。

2.2 空间分布

步甲物种数和个体数在不同植被类型间存在一定的差异。5种植被类型按捕获物种数的多少排列, 依次是: 杨树林(15种)>芦苇荡(14种)>小檗丛(13种)>柏树林(12种)>混合林(11种)。仅在单个植被

表1 2006–2008年在北京翠湖湿地公园捕获的步甲物种
Table 1 List of ground carabid species captured in Beijing Cuihu Wetland Park in 2006–2008

物种 Species	个体数 Individual number			总个体数 Total	比例 (%)
	2006	2007	2008		
普暗步甲 <i>Amara communis</i>	1			1	0.2
巨短胸步甲 <i>A. gigantea</i>			2	2	0.5
大背短胸步甲 <i>A. macronota</i>			1	1	0.2
小边捷步甲 <i>Badister marginellus</i>			4	4	0.9
光胸怠步甲 <i>Bradycellus laevicollis</i>	1			1	0.2
类丽步甲 <i>Callistomimus modestus</i>			3	3	0.7
宽边青步甲 <i>Chlaenius circumductus</i>		1		1	0.2
黄斑青步甲 <i>C. micans</i>		2	2	4	0.9
淡足青步甲 <i>C. pallipes</i>	1			1	0.2
黄胸丽步甲 <i>C. pericallus</i>	1			1	0.2
异角青步甲 <i>C. variicornis</i>			1	1	0.2
逗斑青步甲 <i>C. virgulifer</i>	2	1	2	5	1.1
赤胸步甲 <i>Dolichus halensis</i>	11	10	1	22	5.0
棒婪步甲 <i>Harpalus bungii</i>	11	13	26	50	11.3
强婪步甲 <i>H. crates</i>		5	5	10	2.3
毛婪步甲 <i>H. griseus</i>	3	3	4	10	2.3
微婪步甲 <i>H. microdemas</i>	1			1	0.2
黄鞘婪步甲 <i>H. pallidipennis</i>	11	19	29	59	13.4
长毛跗步甲 <i>Lachnocrepis prolixa</i>		1		1	0.2
大劫步甲 <i>Lesticus magnus</i>			1	1	0.2
大彩步甲 <i>Mastax thermarum</i>	88	1	87	176	39.9
大狭步甲 <i>Oxycentrus melas</i>	1		4	5	1.1
四斑偏须步甲 <i>Panagaeus davidi</i>	1			1	0.2
黄毛角胸步甲 <i>Peronomerus auripilis</i>		1		1	0.2
爪哇屁步甲 <i>Pheropsophus javanus</i>			1	1	0.2
耶屁步甲 <i>P. jessoensis</i>	1			1	0.2
小头通缘步甲 <i>Pterostichus microcephalus</i>	1		45	46	10.4
单齿螯步甲 <i>Scarites terricola</i>	7	10	7	24	5.4
淡足曲缘步甲 <i>Syntomus pallipes</i>	1	2	3	6	1.4
小步甲属一种 <i>Tachys</i> sp.	1			1	0.2
总个体数 Total	144	69	228	441	100.0
物种数 Species number	18	13	19	30	

类型中发现的步甲有17种，占总物种数的56.7%。其中杨树林和芦苇荡独有的物种各有4种，其余三种类型各有3种，分别约占各自类型物种总数的25%。按平均每50个陷阱可捕获的个体数大小排列，依次是：杨树林(126.2头)>柏树林(80头)>小槲丛(36.8头)>芦苇荡(34.4头)>混合林(22.7头)；杨树林的步甲丰富度是混合林的5倍左右(表2)。

共有12种步甲在3种以上的植被类型中发现，占总物种数的40%。其中，黄鞘婪步甲、棒婪步甲、强婪步甲(*H. crates*)和单齿螯步甲(*Scarites terricola*)在5个类型的植被中均可发现；赤胸步甲

(*Dolichus halensis*)、毛婪步甲(*H. griseus*)和大彩步甲在4个植被类型中发现；其余5个物种在3种植被中发现，除小头通缘步甲(*Pterostichus microcephalus*)(每50杯捕获量为37.8头)以外，余者的每50杯捕获量均小于5.0头(表3)。

2.3 年度变化

Rarefaction分析结果表明，步甲的物种数和个体数随建园时间的延长而呈递增趋势。当陷阱数为200时，2007年的物种数比2006年增加4种左右，个体数约是2006年的2倍；而2008年的物种数比2007年增加5种左右，个体数约是2007年的3倍(图1)。

表2 五种植被类型中的步甲物种数和个体数
Table 2 Carabid species number and individuals in each vegetation type

植被类型 Vegetation	物种数 Species number	独有物种数 ^a Sole species number	个体数/50 traps Individual number per 50 traps
小檗丛 Barberry scrub	13	3	36.8
柏树林 Cypress forest	12	3	80.0
混合林 Mixed forest	11	3	22.7
杨树林 Poplar forest	15	4	126.2
芦苇荡 Reedbeds	14	4	34.4
合计 Total	30	17	300.1

^a 独有物种指仅在对应的植被类型中出现的步甲物种。
^a Sole species indicate the species which only occurred in one certain vegetation type in this study.

表3 在3种以上植被类型中发现的步甲物种
Table 3 Carabid species captured at least in three vegetation types

物种 Species	植被类型数 Number of vegetation type	个体数/50 traps Individual number per 50 traps
棒婪步甲 <i>Harpalus bungii</i>	5	39.1
强婪步甲 <i>H. crates</i>	5	8.9
黄鞘婪步甲 <i>H. pallidipennis</i>	5	46.7
单齿蝼步甲 <i>Scarites terricola</i>	5	17.7
赤胸步甲 <i>Dolichus halensis</i>	4	12.7
毛婪步甲 <i>H. griseus</i>	4	7.0
大彩步甲 <i>Mastax thermarum</i>	4	98.9
小边捷步甲 <i>Badister marginellus</i>	3	3.4
黄斑青步甲 <i>Chlaenius micans</i>	3	3.5
逗斑青步甲 <i>C. virgulifer</i>	3	3.1
小头通缘步甲 <i>Pterostichus microcephalus</i>	3	37.8
淡足曲缘步甲 <i>Syntomus pallipes</i>	3	4.5

其中，杨树林的步甲物种数随建园时间加长呈现增加趋势，从2006年的4种上升至2008年的11种，其他植被类型的步甲物种数变化趋势不明显(表4)。就个体数而言，除小檗丛和柏树林外，其余3种植被类型中的步甲个体数逐年变化均呈现：2006<2007<2008，其中杨树林的增加幅度最明显，每50杯捕获量从1.6头上升至118.3头(表4)。

婪步甲是3年调查中最常见的类群，赤胸步甲、单齿蝼步甲、大彩步甲和淡足曲缘步甲(*Syntomus*

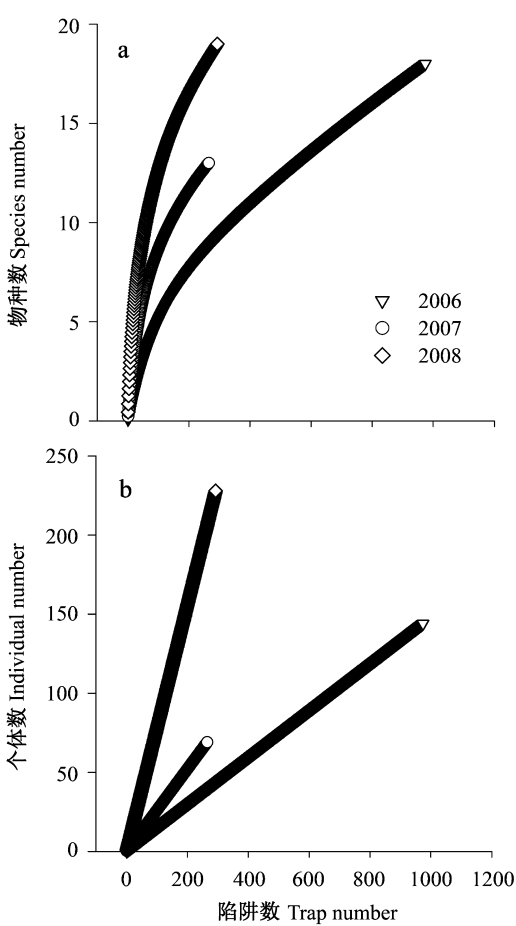


图1 不同取样年份捕获的步甲物种数和个体数的Rarefaction曲线
Fig. 1 Rarefaction curves of species number and individuals of carabid captured in different survey years

pallipes)等在三年中也均有发现。从个体数量来看，婪步甲随时间的推移而稳步增加，尤其是黄鞘婪步甲和棒婪步甲(表1)。

表4 不同年份在五种植被类型中采集到的步甲物种数和个体数
Table 4 Carabid species number and individuals captured from five vegetation types in different survey years

植被类型 Vegetation	物种数 Species number			个体数/50 traps Individual number per 50 traps		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
小檗丛 Barberry scrub	10	7	8	4.7	18.8	13.3
柏树林 Cypress forest	8	6	7	24.1	23.5	32.5
混合林 Mixed forest	4	3	6	4.0	6.7	12.1
杨树林 Poplar forest	4	4	11	1.6	6.3	118.3
芦苇荡 Reedbeds	6	7	7	7.9	10.2	16.4
合计 Total	18	13	19	42.2	65.3	192.6

粗体数值表示同种植被类型三年中捕获个体数最多的一个。
The largest individual number among three survey years from the same vegetation type is shown in bold type.

3 小结与讨论

城市湿地可涵养丰富的步甲多样性, 具备一定的生物多样性保护功能。虽然北京翠湖湿地公园为新建的人工城市湿地, 北京野鸭湖湿地自然保护区为自然湿地生境, 但本研究的调查结果与高光彩(2009)^①在北京野鸭湖湿地自然保护区的结果在物种组成上具有较高的相似性。这个结果进一步证实, 城市公园或私家花园等是生物多样性的港湾或避难所(贺善安等, 1999; 陈波和包志毅, 2003; Gaston *et al.*, 2005), 可在一定程度上减轻城市化的生态负效应。

城市化通过各种生物或非生物因素直接或间接地影响生物多样性, 而植被是其中的重要因素之一(Denys & Schmidt, 1998; Öckinger *et al.*, 2009)。本研究发现, 涵养步甲物种数最多的是杨树林, 其次为芦苇荡; 涵养步甲个体数最多的也是杨树林, 其次为柏树林, 而且杨树林步甲物种数和个体数随时间的增加幅度最大, 趋势最明显, 其次为芦苇荡。这可能是因为杨树林和芦苇荡的植被恢复速度快、覆盖率高, 有利于步甲猎物的繁衍, 以及步甲的栖息和躲避天敌。这些结果表明, 在建设城市湿地之初, 可考虑先种植杨树等植物, 以利于本地昆虫多样性的重建与恢复。

本研究发现, 尽管5种植被类型中的步甲物种数量差异不大, 但是每个植被类型中均有25%左右的物种是其他类型中未捕获到的(表2)。前人研究也发现, 步甲群落组成受到调查地点的植被类型、植物群落结构和组成以及地表枯落物的影响(于晓东

等, 2006; Harvey *et al.*, 2008; Yu *et al.*, 2010)。这可能是由于步甲不善飞行, 多数在地表栖息, 因此对周边局域环境的依赖性较强(高光彩和付必谦, 2009), 对不同植被类型的响应不同。这提示, 在城市湿地建设中, 适当增加植被多样性, 将有利于提高整体的物种多样性; 另外, 对不同植被类型进行合理的结构配置, 有利于更大程度上发挥城市湿地的生物多样性保育功能。

致谢: 中国科学院动物研究所梁红斌博士帮助鉴定步甲标本。外来物种鉴定与控制研究组刘宁、任立、张建军、黄俊浩、李颖超、李娴、朱虹昱、杨娟和王艳平, 以及北京林业大学2004级本科生黄桐毅和曾源协助开展野外调查工作。西班牙国家自然历史博物馆Miguel A. Alonso-Zarazaga教授为本文英文摘要的修改提供了宝贵的意见和建议。北京翠湖湿地公园的管理人员在野外调查期间给予了许多支持和帮助。在此一并致以衷心的感谢!

参考文献

Ahrné K, Bengtsson J, Elmquist T (2009) Bumble bees (*Bombus* spp.) along a gradient of increasing urbanization. *PLoS ONE*, **4**, e5574. Doi:10.1371/journal.pone.0005574
Blair RB, Launer AE (1997) Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation*, **80**, 113–125.
Chao LM (潮洛蒙) (2002) Ecological function and social effect of Beijing urban wetland. *Beijing Landscape Architecture* (北京园林), **18**(4), 17–20. (in Chinese)
Chao LM (潮洛蒙), Li XL (李小凌), Yu KJ (俞孔坚) (2003) The ecological function and sustainable utilization of urban wetland. *Urban Problems* (城市问题), (3), 9–12. (in Chinese with English abstract)
Chen B (陈波), Bao ZY (包志毅) (2003) Indicators for monitoring biodiversity in urban and suburban parks. *Biodiversity*

① 高光彩 (2009) 北京野鸭湖湿地步甲群落的组成特征及其指示作用的探讨. 首都师范大学硕士学位论文, 北京.

- Science* (生物多样性), **11**, 169–176. (in Chinese with English abstract)
- Colwell RK (2009) *Estimate S 8.2 User's Guide*. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Czech B, Krausman PR, Devers PK (2000) Economic associations among causes of species endangerment in the United States. *BioScience*, **50**, 593–601.
- Denys C, Schmidt H (1998) Insect communities on experimental mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) plots along an urban gradient. *Oecologia*, **113**, 269–277.
- Elek Z, Lövei GL (2007) Patterns in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages along an urbanisation gradient in Denmark. *Acta Oecologica*, **32**, 104–111.
- Fattorini S (2011) Insect extinction by urbanization: a long term study in Rome. *Biological Conservation*, **144**, 370–375.
- Gao GC (高光彩), Fu BQ (付必谦) (2009) Advances of researches on carabid beetles as bioindicators. *Chinese Bulletin of Entomology* (昆虫知识), **46**, 216–222. (in Chinese with English abstract)
- Gaston K, Smith R, Thompson K, Warren P (2005) Urban domestic gardens (II): experimental tests of methods for increasing biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, **14**, 395–413.
- Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, Redman CL, Wu J, Bai X, Briggs JM (2008) Global change and the ecology of cities. *Science*, **319**, 756–760.
- Harvey JA, van der Putten WH, Turin H, Wagenaar R, Bezemer TM (2008) Effects of changes in plant species richness and community traits on carabid assemblages and feeding guilds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **127**, 100–106.
- He SA (贺善安), Xia B (夏冰), Qian JQ (钱俊秋) (1999) Botanical garden and biodiversity protection and utilization in cities. *Journal of Plant Resources and Environment* (植物资源与环境), **8**, 47–51. (in Chinese with English abstract)
- Huang D, Su Z, Zhang R, Koh LP (2010) Degree of urbanization influences the persistence of *Dorytomus* weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, **96**, 163–171.
- Li ZG (李志刚), Zhang BS (张碧胜), Gong PB (龚鹏博), Li J (李军), Zhai X (翟欣), Han SC (韩诗畴) (2009) Urbanization and butterfly diversity: a case study in Guangzhou, China. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **29**, 3911–3918. (in Chinese with English abstract)
- Magura T, Lövei GL, Tóthmérész B (2010) Does urbanization decrease diversity in ground beetle (Carabidae) assemblages? *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 16–26.
- McKinney ML (2002) Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, **52**, 883–890.
- Niemelä J (2001) Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and habitat fragmentation: a review. *European Journal of Entomology*, **98**, 127–132.
- Niemelä J, Kotze DJ, Venn S, Penev L, Stoyanov I, Spence J, Hartley D, de Oca EM (2002) Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. *Landscape Ecology*, **17**, 387–401.
- Öckinger E, Dannestam Å, Smith HG (2009) The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and Urban Planning*, **93**, 31–37.
- Rainio J, Niemelä J (2003) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, **12**, 487–506.
- Su Z, Zhang R, Qiu J (2011) Decline in the diversity of willow trunk-dwelling weevils (Coleoptera: Curculionoidea) as a result of urban expansion in Beijing, China. *Journal of Insect Conservation*, **15**, 367–377.
- Wang Y (王玉), Gao GC (高光彩), Fu BQ (付必谦), Wu Z (吴专) (2009) Composition and spatial distribution pattern of ground-dwelling beetle communities in Yeyahu Wetland, Beijing. *Biodiversity Science* (生物多样性), **17**, 30–42. (in Chinese with English abstract)
- You P (尤平), Li HH (李后魂), Wang SX (王淑霞) (2006) The diversity of the moth community in the north Dagang Wetland Nature Reserve, Tianjin. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **26**, 999–1004. (in Chinese with English abstract)
- Yu XD, Luo TH, Zhou HZ (2010) Distribution of ground-dwelling beetle assemblages (Coleoptera) across ecotones between natural oak forests and mature pine plantations in North China. *Journal of Insect Conservation*, **14**, 617–626.
- Yu XD (于晓东), Luo TH (罗天宏), Zhou HZ (周红章), Yang J (杨建) (2006) Influence of edge effect on diversity of ground-dwelling beetles across a forest-grassland ecotone in Wolong Natural Reserve, Southwest China. *Acta Entomologica Sinica* (昆虫学报), **49**, 277–286. (in Chinese with English abstract)
- Zhong YX (仲雨霞), Fu BQ (付必谦) (2007) Preliminary analysis on composition features of insect community in Baihe River Wetland, Beijing in summer. *Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition)* (首都师范大学学报(自然科学版)), **104**, 71–77. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 卜文俊 责任编辑: 闫文杰)