

文章编号: 1008—2786—(2008)5—605—07

# 四川熊蜂蜜粉源植物选择偏好

谢正华, 唐亚\*

(四川大学环境科学与工程系, 成都 610065)

**摘要:** 山地是熊蜂最重要的栖息地, 而熊蜂是山地环境质量的重要指示生物, 被广泛应用于指示人类活动对生态质量的影响。2002~2007年在四川西部4种生境中随机选择地点采集野生熊蜂, 记录熊蜂物种及其访花植物, 分析熊蜂对蜜粉源植物选择偏好。共采集熊蜂3048只, 属于15个亚属的47种。分析表明, 熊蜂偏好选择一种或少数几种蜜粉源植物, 同一种熊蜂在不同生境中对蜜粉源植物选择偏好不同, 同一种熊蜂在同一生境中可偏好选择多种蜜粉源植物。最后讨论了熊蜂对蜜粉源植物选择偏好的生态意义。

**关键词:** 熊蜂; 蜜粉源植物; 选择偏好

中图分类号: F307.5 S897      文献标识码: A

熊蜂属于昆虫纲 (Insecta)、膜翅目 (Hymenoptera)、蜜蜂科 (Apidae)、熊蜂族 (Bombini)、熊蜂属 (Bombus) 是一类重要的社会性昆虫, 全世界约248种<sup>[1]</sup>, 山地是其最主要的栖息地。熊蜂是很多植物的授粉昆虫, 在世界山地生物多样性保护中具有重要的意义。除对野生植物授粉以外, 在欧美一些国家, 熊蜂的经济和生态价值受到广泛重视, 从1970年代就被运用于经济作物授粉<sup>[2]</sup>, 而中国从1990年代初才开始引入熊蜂 *B. terrestris* 为温室果蔬授粉。中国农业科学院蜜蜂研究所于1990年代末首次成功人工繁育熊蜂种群, 开创了中国熊蜂人工繁育的先河。

熊蜂对环境变化十分敏感, 可以作为环境质量的重要指示生物。研究发现, 土地利用方式、植被类型和农业耕作强度与熊蜂生物多样性有关, 人类活动破坏熊蜂生境, 引起熊蜂生物多样性降低<sup>[3]</sup>。此外, 过度放牧和城镇化发展也是破坏熊蜂生境、引起熊蜂生物多样性下降的主要原因之一<sup>[4]</sup>。因为熊蜂种群数量随环境质量变化, 并且便于野外调查抽

样, 因而被广泛应用于指示生态环境的质量<sup>[5-6]</sup>。

中国是野生熊蜂最丰富的国家, 四川是我国熊蜂物种最丰富的区域之一, 共有熊蜂56种, 占中国种类的一半以上<sup>[1]</sup>。四川熊蜂主要分布在川西高原、川西南山地和盆周山区, 此区域野生蜜粉源植物十分丰富, 并且受人类活动干扰相对较小, 因而熊蜂生物多样性较高。作为四川熊蜂及其与环境关系研究的一部分, 我们在川西北、川西、川西南和四川盆周边缘山区熊蜂物种多样性丰富地区开展了熊蜂资源的调查和采集, 分析熊蜂与蜜粉源植物关系, 为进一步研究熊蜂分布与当地植被类型、土地利用方式的生态意义奠定基础。

## 1 研究地概况和研究方法

为研究熊蜂对蜜粉源植物的选择性, 我们在四川4种不同草地区域 (含低矮灌丛) 进行野外采集, 它们代表四川熊蜂4种不同生境 (表1)<sup>[7]</sup>, 分别是:

1. 川西北高原高寒草甸草地区: 分布于甘孜的

收稿日期 (Received date): 2008—02—20 改回日期 (Accepted): 2008—04—28  
基金项目 (Foundation item): 高等学校学科创新引智计划 (编号: B08037) [Project supported by the 111 Project (No. B08037)].  
作者简介 (Biography): 谢正华 (1977—), 男, 汉族, 四川人, 博士研究生, 主要从事生物多样性保护与环境生态学方面的研究。 [Xie Zhenghua (1977—), male, the Han nationality, born in Sichuan, Ph.D. candidate, main research area is biodiversity conservation and environmental ecology] E-mail: sichuanxie@gmail.com

\* 通讯作者 (Author for correspondence): tangyag99@gmail.com

1) Williams B H, Tang Y, Yao J, et al. The bumblebees of Sichuan, 2007  
©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

石渠、色达、德格和甘孜县部分区域,以及阿坝州的阿坝、若尔盖、红原等地,海拔一般为 3 400~3 800 m。草地类型以宽谷低洼地段的高寒沼泽草甸草地为主;

2. 川西北高山山原高寒草甸草地区: 主要分布于甘孜中部、阿坝中南部,海拔一般 3 000~4 000 m。草地类型以分布于高山、亚高山和山原地带山体上部的高寒草甸草地为主;

3. 川西南山地草甸、灌草丛草地区: 主要分布于川西南凉山州大部分的山地以及雅安的石棉和汉

源等地,海拔多在 1 000~3 000 m。草地类型垂直分异现象明显,1 500 m以下地带为干旱河谷灌丛草地和山地灌丛草地,1 500~2 800 m地带为山地草甸草地和山地灌草丛草地,而 2 800~3 800 m地带以亚高山草甸草地为主;

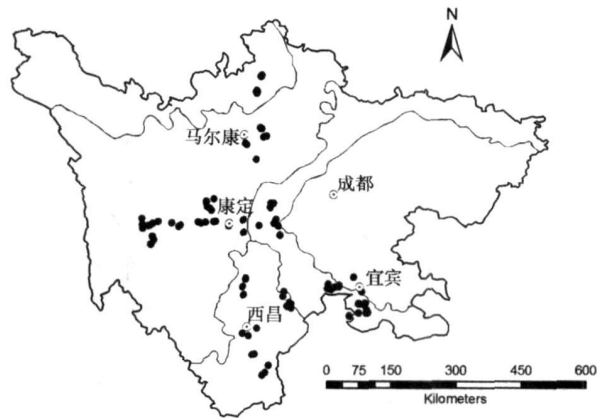
4. 四川盆地边缘山地灌草丛草地区: 广泛分布于四川盆地边缘山地及盆地底部的低山、丘陵区,海拔 1 500~3 000 m。草地分布于山地的各种地形位置,主要为灌草丛草地,多为森林破坏后的次生植被。

表 1 四川 4 种草地类型及采集点特征  
Table 1 Grassland types and characteristics of study sites in Sichuan

生境 Habitat	草地类型 Type of grasslands	代表性采样点 Typical sample sites	海拔 Altitude (均值 /Mean)	经纬度 Latitude and longitude
1	川西北高原高寒草甸草地区 Alpine high-cold meadow steppes in north-west Sichuan	红原 Hongyuan	3 533 m	102°36'~102°41'E 32°05'~33°45'N
2	川西北高山山原高寒草甸草地区 Alpine sparse vegetation and cushion high-cold meadow steppes in north-west Sichuan	马尔康、康定 Maerkang Kangding	3 738 m	100°20'~102°36'E 30°01'~31°52'N
3	川西南山地草甸、灌草丛草地区 Mountainous meadows shrub grasslands in south-west Sichuan	西昌 Xichang	2 676 m	102°12'~103°14'E 26°53'~28°56'N
4	四川盆地边缘山地灌草丛草地区 Mountainous shrub grasslands in the rim of Sichuan basin	宜宾、雅安 Yibin, Yahan	938 m	102°49'~104°51'E 28°11'~29°58'N

野外调查于 2002~2007 年进行。调查选择在天气晴朗的 09:00~17:00 进行,在生境 1~4 中随机选择地点进行采集(图 1)。为全面采集调查点的物种,在每点至少采集 10 min。调查时记录熊蜂访问的蜜粉源植物,飞行于花丛中但未访花的熊蜂不用于分析熊蜂对蜜粉源植物的选择性。熊蜂毒杀后针插保存并带回室内鉴定。蜜粉源植物鉴定到属,因马先蒿属植物花朵形态差异较大,鉴定到种。

按熊蜂对蜜粉源植物选择的相似性进行聚类分析(Hierarchical Cluster Analysis),应用主成分分析法(Principal Components Analysis)研究 4 种草地类型中熊蜂对蜜粉源植物的选择偏好,分析时至少提取 4 个主成分,以使提取的主成分能解释至少 70% 的原始变量,正交旋转以研究各主成分与蜜粉源植物的相关性。为研究熊蜂对蜜粉源植物选择偏好,观察次数<5 的熊蜂和营寄生生活的熊蜂 *Pseudoscolia* 不用于主成分分析。聚类分析和主成分分析



生境 5 因受到人类活动干扰较强,近年来较少发现熊蜂物种,因而未进行调查采集。

图 1 四川熊蜂采集点  
Fig. 1 Collection sites of bumblebees in Sichuan

均在 SPSS 13.0 软件上运行。

2 结果

熊蜂种类

野外调查共采集熊蜂 3 048 只, 分别隶属于 15 亚属、47 种 (表 2), 其中寄生性熊蜂 9 种、社会性熊蜂 38 种, 其总数占四川熊蜂总数 (56 种) 的 83.9%。既有广泛分布的物种, 如 *B. friseanus*、*B. lepidus*、*B. lucorum* 也有狭窄分布的物种, 如 *B. humilis*、*B. filchnerae*、*B. braccatus* 和 *B. inia* 等。采集的标本中访花熊蜂 2 168 只, 未访花熊蜂 (花丛间飞行) 880 只。

熊蜂蜜粉源植物选择

2.2.1 川西北高原高寒草甸草地区

主成分分析表明, 第一主成分和第二主成分提取原始变量的 64.5%, 第三主成分和第四主成分提取原始变量的 32.0%。主成分 1 与蜜粉源植物花锚属 *Halenia* 正相关, 主成分 2 与蜜粉源植物风毛菊属 *Saussurea* 正相关。熊蜂 *B. filchnerae*、*B. laesus* 和 *B. impetuosus* 偏向选择花锚属, *B. friseanus* 和 *B. humilis* 偏向选择风毛菊属 (图 2 a)。主成分 3 与蜜粉源植物轮叶马先蒿 *Pedicularis verticillata* 正相关, 主成分 4 与蜜粉源植物岩黄芪属 *Hedysarum* 正相关, 与花锚属植物负相关。熊蜂 *B. rufofasciatus* 和

表 2 采集的熊蜂物种及观察次数  
Table 2 The honeybee species collected and their frequency\*

熊蜂 Honeybee species	观察次数 No of Observations	次数百分率 % of total counts	熊蜂 Honeybee species	观察次数 No of Observations	次数百分率 % of total counts
西藏熊蜂 <i>B. tibetanus</i>	1	0.03	二色熊蜂 <i>B. bicoloratus</i>	18	0.59
重黄熊蜂 <i>B. picipes</i>	1	0.03	利马熊蜂 <i>B. lamisatus</i>	19	0.62
弱熊蜂 <i>B. infimus</i>	1	0.03	谦熊蜂 <i>B. sp. n. modestus</i>	21	0.69
埋葬熊蜂 <i>B. funearius</i>	1	0.03	越熊蜂 <i>B. supremus</i>	22	0.72
探索熊蜂 <i>B. expositus</i>	1	0.03	斯熊蜂 <i>B. schellii</i>	24	0.79
克润熊蜂 <i>B. kerjensis</i>	2	0.07	思壳熊蜂 <i>B. skorikovi</i>	28	0.92
角拟熊蜂 <i>B. cornutus</i>	2	0.07	疏熊蜂 <i>B. remotus</i>	29	0.95
薄荷熊蜂 <i>B. bohemicus</i>	2	0.07	颂杰熊蜂 <i>B. nobilis</i>	29	0.95
圣熊蜂 <i>B. religiosus</i>	3	0.10	三条熊蜂 <i>B. trifasciatus</i>	31	1.02
中华熊蜂 <i>B. chinensis</i>	3	0.10	萃熊蜂 <i>B. eximius</i>	47	1.54
安韦熊蜂 <i>B. avianus</i>	3	0.10	凸污熊蜂 <i>B. convexus</i>	56	1.84
安熊蜂 <i>B. securus</i>	4	0.13	淡熊蜂 <i>B. humilis</i>	72	2.36
眠熊蜂 <i>B. hypnorum</i>	5	0.16	白背熊蜂 <i>B. festivus</i>	74	2.43
牛拟熊蜂 <i>B. mupestris</i>	8	0.26	密林熊蜂 <i>B. patagiatus</i>	76	2.49
稀熊蜂 <i>B. infrequens</i>	8	0.26	克什米尔熊蜂 <i>B. kashmirensis</i>	87	2.85
仿熊蜂 <i>B. imitator</i>	8	0.26	兰达熊蜂 <i>B. ladakhensis</i>	96	3.15
灰熊蜂 <i>B. grahami</i>	8	0.26	黄熊蜂 <i>B. flavescens</i>	119	3.90
苏氏熊蜂 <i>B. sushkini</i>	11	0.36	菲测熊蜂 <i>B. filchnerae</i>	139	4.56
短头熊蜂 <i>B. breviceps</i>	12	0.39	兴熊蜂 <i>B. impetuosus</i>	179	5.87
布尼熊蜂 <i>B. branickii</i>	12	0.39	明亮熊蜂 <i>B. lucorum</i>	229	7.51
角色熊蜂 <i>B. personatus</i>	17	0.56	小雅熊蜂 <i>B. lepidus</i>	354	11.61
稳纹熊蜂 <i>B. watsoni</i>	18	0.59	汝法熊蜂 <i>B. rufofasciatus</i>	384	12.60
哩苏熊蜂 <i>B. laesus</i>	18	0.59	红腹熊蜂 <i>B. friseanus</i>	748	24.54
胫节毛熊蜂 <i>B. braccatus</i>	18	0.59	Total	3 048	100

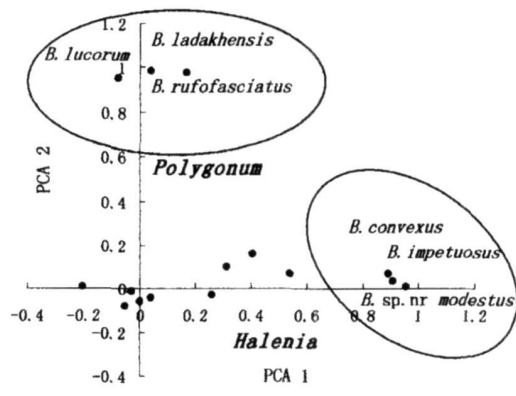
\* 部分熊蜂种类的中文名因缺少相关资料, 未能查到, 我们主要根据相关资料或学名种加词的意思拟名, 待日后资料齐全后当以正式的中文名为准。  
©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

*B. kashmirensis* 偏向选择蜜粉源植物轮叶马先蒿, *B. supremus* 偏向选择蜜粉源植物岩黄芪属 (图 2 b)。

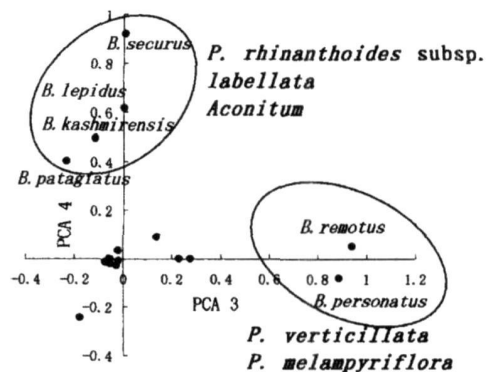
## 2.2.2 川西北高山山原高寒草甸草地区

主成分分析表明, 第一主成分和第二主成分提取原始变量的 34.0%, 第三主成分和第四主成分提取原始变量的 21.0%, 第五主成分和第六主成分提取原始变量的 15.2%。主成分 1 与蜜粉源植物花锚属 *Halenia* 正相关, 主成分 2 与蜜粉源植物蓼属 *Polygonum* 正相关。熊蜂 *B. impetuosus* *B. sp. nr. modestus* 和 *B. convexus* 偏向选择蜜粉源植物花锚属, *B. ladakhensis* *B. lucorum* 和 *B. ladakhensis* 偏向选择蜜粉源植物蓼属 (图 3 a)。主成分 3 与蜜粉源植物轮叶马先蒿 *P. verticillata* 和山萝花马先蒿 *P. melampyriflora* 正相关, 主成分 4 与蜜粉源植物大唇拟鼻花马先蒿 *P. rhinanthoides* subsp. *labellata* 和乌头属 *Aconitum* 正相关。熊蜂 *B. personatus* 和 *B. remotus* 偏向选择蜜粉源植物轮叶马先蒿和山萝花马

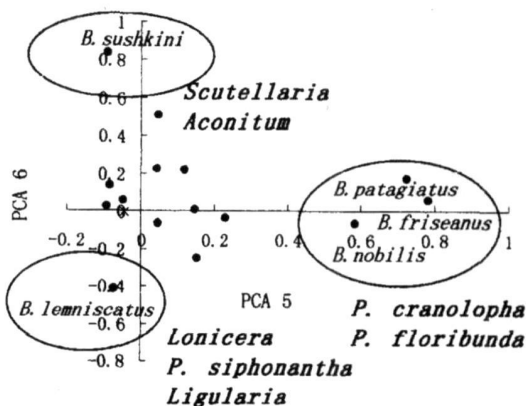
先蒿, *B. lepidus* 和 *B. kashmirensis* 偏向选择蜜粉源植物大唇拟鼻花马先蒿和乌头属 (图 3 b)。主成分 5 与蜜粉源植物凸额马先蒿 *P. cranolopha* 和多花马先蒿 *P. floribunda* 正相关, 主成分 6 与蜜粉源植物乌头属 *Aconitum* 和夏枯草属 *Scutellaria* 正相关, 与忍冬属 *Lonicera* 管花马先蒿 *P. siphonantha* 和囊吾属 *Ligularia* 负相关。 *B. patagiatus* *B. friseanus* 和



3a)



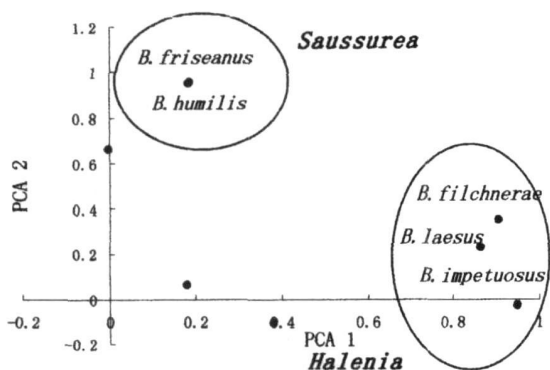
3b)



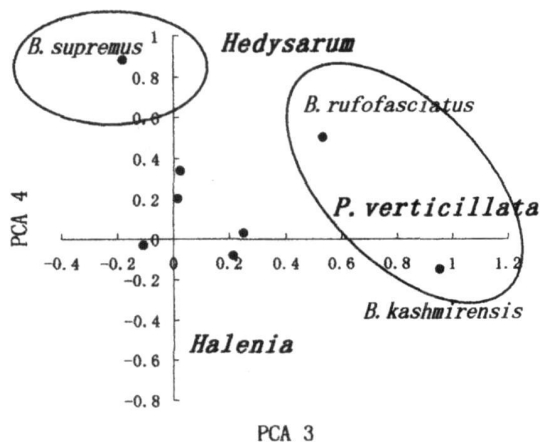
3c)

图 3 川西北高山山原高寒草甸草地区熊蜂蜜粉源植物访花次数的主成分分析

Fig 3 Principal components analysis of the visits by bumblebee species to plants at alpine sparse vegetation and cushion high-cold meadows steppes in north-western Sichuan



2a)



2b)

为保持图的精练, 仅列出与各主成分相关的熊蜂物种 (后图同)。

图 2 西北高原高寒草甸区熊蜂蜜粉源植物访花次数的主成分分析

Fig 2 Principal components analysis of the visits by bumblebee species to plants at alpine high-cold meadows steppes in north-western Sichuan

*B. nobilis* 偏向选择蜜粉源植物凸额马先蒿和多花马先蒿, *B. sushkini* 偏向选择蜜粉源植物夏枯草属和乌头属, *B. lemniscatus* 偏向选择蜜粉源植物忍冬属、管花马先蒿和蠹吾属 (图 3 c)。

2.2.3 川西南山地草甸、灌草丛草地区

主成分分析表明, 第一主成分和第二主成分提取原始变量的 57.2%, 第三主成分和第四主成分提取原始变量的 47.7%。主成分 1 与蜜粉源植物密穗马先蒿 *P. densispica* 正相关, 主成分 2 与蜜粉源植物蓟属 *Cirsium* 正相关。熊蜂 *B. impetuosus* 和 *B. grahami* 偏向选择蜜粉源植物密穗马先蒿, *B. festivus* 偏向选择蜜粉源植物蓟属 (图 4 a)。主成分 3 与蜜粉源植物木果马先蒿 *P. oxycarpa* 正相关, 而主成分 4 与蜜粉源植物管花马先蒿 *P. siphonantha* 正相关。熊蜂 *B. lepidus* 和 *B. frieseanus* 偏向选择蜜粉源植物木果马先蒿, *B. nobilis* 偏向选择蜜粉源植物管

花马先蒿 (图 4 b)。

2.2.4 四川盆地边缘山地灌草丛草地区

主成分分析表明, 第一主成分和第二主成分提取原始变量的 53.1%, 第三主成分和第四主成分提取原始变量的 30.7%。主成分 1 与蜜粉源植物悬钩子属 *Rubus* 正相关, 主成分 2 与蜜粉源植物番薯属 *Ipomoea* 和报春花属 *Primula* 正相关。熊蜂 *B. eximius* 和 *B. flavescens* 偏向选择蜜粉源植物悬钩子属, *B. braccatus* 和 *B. trifasciatus* 偏向选择蜜粉源植物番薯属和报春花属 (图 5 a)。主成分 3 与蜜粉源植物南瓜属 *Cucurbita* 和报春花属正相关, 主成分 4 与蜜粉源植物三叶草属 *Trifolium* 正相关, 与扁豆属 *Dolichos* 负相关。熊蜂 *B. festivus* 和 *B. bicoloratus* 偏向选择蜜粉源植物南瓜属和报春花属, *B. remotus* 偏向选择蜜粉源植物三叶草属, *B. breviceps* 偏向选择蜜粉源植物扁豆属 (图 5 b)。

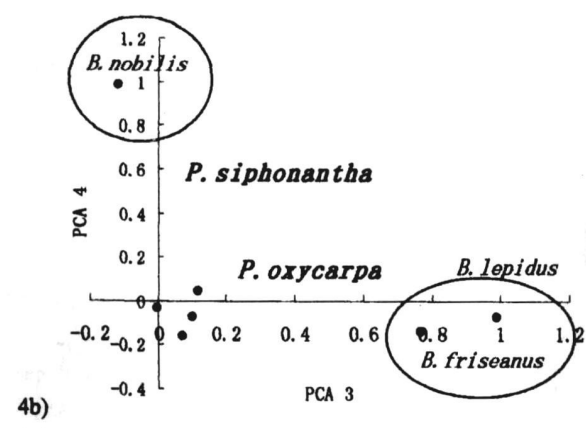
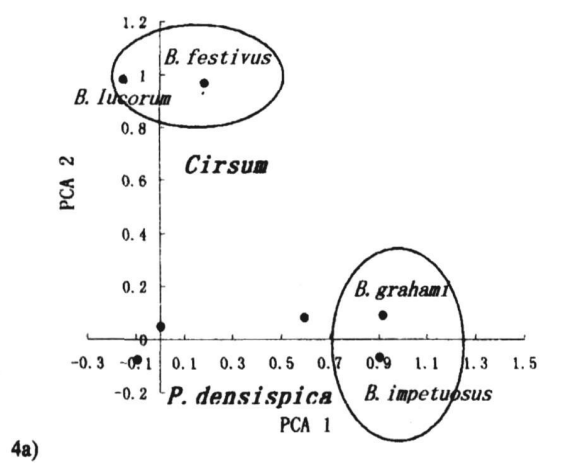


图 4 川西南山地草甸、灌草丛草地区熊蜂蜜粉源植物访花次数的主成分分析

Fig 4 Principal components analysis of the visits by bumblebee species to plants at mountainous meadows, shrub grasslands in south-western Sichuan

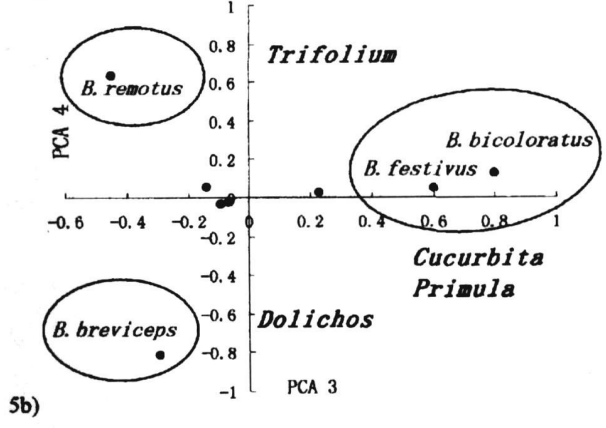
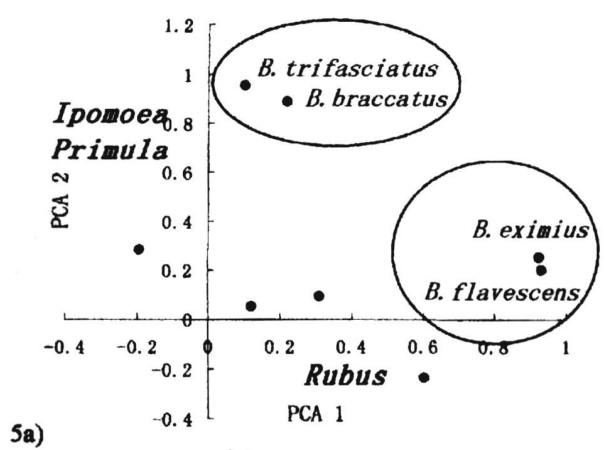


图 5 四川盆地边缘山地灌草丛草地区熊蜂蜜粉源植物访花次数的主成分分析

Fig 5 Principal components analysis of the visits by bumblebee species to plants at mountainous shrub grasslands in the edge of Sichuan basin

### 3 结论与讨论

Harder (1983)发现熊蜂喜爱取食花冠长度与其喙长相等的蜜粉源植物<sup>[8]</sup>。Stout (1998)和 Suzuki (2002)的研究也发现,熊蜂喙长与花冠长度近相等时熊蜂的访花频率和传粉效率最高,当两者长度差异甚远时,花冠长度会影响熊蜂取食花蜜的速率,同时影响传粉速率<sup>[9-10]</sup>。因此,熊蜂与蜜粉源植物在长期的进化过程中形成了一套相互适应的机制,即熊蜂喙长与其喜好访问植物的花冠长度近相等,这是不同种类的熊蜂对不同蜜粉源植物选择偏好的主要原因。

虽然野外观察发现每种熊蜂可访问多种蜜粉源植物,但数据分析表明分布广泛的熊蜂,如 *B. friseanus* *B. lepidus* *B. lucorum*等,和分布狭窄的熊蜂,如 *B. humilis* *B. filchnerae* *B. braccatus*等,均偏好选择一种或少数几种蜜粉源植物(图2~5)。熊蜂蜜粉源植物正受到人类活动的干扰而减少<sup>[11-12]</sup>。当熊蜂偏好的蜜粉源植物减少时,熊蜂或者被迫选择其它蜜粉源植物,或者被迫迁移到蜜粉源植物丰富的地区,因此蜜粉源植物减少会导致熊蜂多样性下降。近年来对四川红原等地较丰富的几个物种 *B. filchnerae* *B. humilis* *B. friseanus* *B. trifasciatus* *B. lucorum*和 *B. ladakhensis*进行观察,发现其野外数量均随着他们偏爱的蜜粉源植物的减少而减少<sup>[1]</sup>。因此,保护熊蜂的蜜粉源植物,有利于保护熊蜂生物多样性。

我们的研究还发现熊蜂对蜜粉源植物选择偏好随区域而异。具盗蜜行为的熊蜂 *B. lucorum*在川西北高山山原高寒草甸区偏好选择蓼属植物 *Polygonum*(见图3a),而在西南山地草甸、灌草丛草地区偏好选择菊属植物 *Cirsium*(图4a)。其盗蜜行为减少了花冠长度对其采蜜行为的束缚,因而他们在不同生境中对不同植物表现选择偏好。其次,同一熊蜂在同一地点可能对多种蜜粉源植物表现出偏好。如川西北高山山原高寒草甸草地区 *B. lepidus* *B. seuu*和 *B. kashmirensis*可同时偏好选择 *P. rhinanthoides* subsp. *labellata*和 *Aconitum*两种蜜粉源植物(图3b), *B. trifasciatus*和 *B. braccatus*在盆地边缘山地灌草丛草地区同时偏好选择 *Pomoea*和

*Primula*两种蜜粉源植物(图5a)。

Goulson等通过主成分分析法研究英国熊蜂对蜜粉源植物的选择偏好,发现英国珍稀熊蜂物种 *B. ruderals* *B. humilis*和 *B. subterraneus*对蝶形花科 *Fabaceae*植物的选择性强,因而认为熊蜂是食性专化(Specialization)的物种。当熊蜂蜜粉源植物受到人类活动的干扰而降低时,熊蜂的生境受到破坏,同时由于熊蜂食性的专化,因而它们的生物多样性下降<sup>[13]</sup>。而Williams认为, Goulson的分析的结果仅能说明熊蜂对蜜粉源植物的偏爱,而未能说明熊蜂食性的专化。熊蜂不具食性专化性,熊蜂生物多样性下降的原因并不在于其对蜜粉源植物的专化选择,而是由于气候变化和生境破坏<sup>[3-14]</sup>。

熊蜂食性专化性的认识将决定对熊蜂采取的保护措施。据 Goulson理论,如果熊蜂多样性降低的原因在于食性专化性,那么通过保护熊蜂蜜粉源植物(通过人工栽培等繁育方法,比如通过增加蝶形花科植物数量等)将有助于恢复那些数量急速下降和珍稀的熊蜂物种。而Williams的理论认为,合理的方法应与气候变化和生境恢复有关,单一的保护蜜粉源植物的方法未必能起到保护熊蜂生物多样性的目的。我们的研究表明,熊蜂虽然对蜜粉源植物选择表现偏好,但同一熊蜂在不同生境中会偏好选择不同蜜粉源植物,同一熊蜂在同一生境也可对多种蜜粉源植物表现偏好,因此本研究验证了熊蜂具食性偏好性,但未能验证熊蜂的食性专化性。对于熊蜂食性专化问题还有待于进一步研究。

我们仅根据草地(含低矮灌丛)类型来划分熊蜂生存的大生境,并未研究与熊蜂活动关系密切的微生境。除了草地类型因素外,微生境也影响熊蜂对蜜粉源植物选择的主要因素之一。研究熊蜂在微生境中蜜粉源植物的选择偏好,有利于深入了解熊蜂与蜜粉源植物、熊蜂与环境之间的关系。

### 参考文献 (References)

- [1] Williams P H. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae: Bombini) [J]. Bulletin of The Natural History Museum (Entomology). 1998; 67: 79~152 (update at [www.nhm.ac.uk/entomology/bombus](http://www.nhm.ac.uk/entomology/bombus))
- [2] Heemen C, Ruijter A, Eijnde J D, et al. Year-round Production of bumble bee colonies for crop pollination [J]. Bee World 1990; 71(2): 54~56

1) Zhenghua Xie, Paul Williams, Ya Tang. The effect on bumblebees (*Bombus* spp.) and their food plants of grazing in the high rangelands of Sichuan [J]. 2007(待刊)

- [ 3 ] Williams P H, Environmental change and the distributions of British bumble bees (*Bombus* Latr.) [ J ]. *Bee World*, 1986, 67: 50~61
- [ 4 ] Carvell C, Meek W R, Pywell R F et al The response of foraging bumblebees to successional change in newly created arable field margins [ J ]. *Biological Conservation* 2004, 118: 327~339
- [ 5 ] Kevan P G Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species activity and diversity [ J ]. *Agriculture Ecosystems and Environment* 1999, 74: 373~393
- [ 6 ] Sepp K, Mikk M, Mänd M et al Bumblebee communities as an indicator for landscape survey in the agrienvironmental programme [ J ]. *Landscape and Urban Planning* 2004, 67: 173~183
- [ 7 ] Anonymous The Sichuan Grasslands Resource [ M ]. Chengdu: Sichuan Publishing House of Nationalities, 1989
- [ 8 ] Harder L D Flower handling efficiency of bumble bees: morphological aspects of probing time [ J ]. *Oecologia* 1983, 57: 274~280
- [ 9 ] Stout J C, Allen J A, Goulson D The influence of relative plants density and floral morphological complexity on the behavior of bumblebees [ J ]. *Oecologia* 1998, 117: 543~550
- [ 10 ] Suzuki K, Dohzono J, Hiei K et al Pollination effectiveness of three bumblebee species on flowers of *Hosta sieboldiana* (Liliaceae) and its relation to floral structure and pollinator size [ J ]. *Plant Species Biology* 2002, 17: 139~146
- [ 11 ] Carvell C, Roy D B, Smart S M et al Declines in forage availability for bumblebees at a national scale [ J ]. *Biological Conservation* 2006, 132: 481~489
- [ 12 ] Pywell R F, Waman E A, Carvell C et al Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscape [ J ]. *Biological Conservation* 2005, 121: 479~494
- [ 13 ] Goulson D, Hanley M E, Darvill B, et al Causes of rarity in bumblebees [ J ]. *Biological Conservation* 2005, 122: 1~8
- [ 14 ] Williams P H Does specialization explain rarity and decline among British bumblebees? A response to Goulson et al [ J ]. *Biological Conservation* 2005, 122: 33~43

## A Study on Food Plant Preference of Bumblebees from Sichuan, China

XIE Zhenghua, TANG Ya

(Department of Environmental Sciences and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

**Abstract:** Mountains are the main habitats of bumblebees. Bumblebees are good indicators in assessment of environmental health and have been used as an indicator to assess human impacts on agricultural ecosystem. Bumblebees and their food plants were randomly sampled in four types of grasslands in west Sichuan from 2002~2007 in order to study bumblebees' preference for food plants. A total of 3 048 bumblebees were recorded, belonging to 47 species in 15 subgenera. Bumblebees showed preference to a few food plants and they showed preference to different food plants in different habitats. They also showed preference to several species of food plants in one habitat. The food plant preference has ecological importance, which deserves further study.

**Key words:** Bumblebee; food plant; choice preference