

12-175-

第18卷第2期  
1998年3月生态学报  
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 18, No. 2  
Mar., 1998

# 草原蝗虫形态特征与扩散能力 之间关系的探讨

颜忠诚 陈永林

(中国科学院动物研究所 北京 100080)

Q 869.265.2

**摘要** 利用内蒙古锡林河流域典型草原23种蝗虫的形态测量数据,对蝗虫的扩散能力进行了分析,结果表明,草原蝗虫的扩散能力与形态特征有密切的关系。

**关键词:** 扩散能力,蝗虫,形态测量。

## THE RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOLOGICAL CHARACTER AND DISPERSAL ABILITY OF GRASSHOPPERS IN TYPICAL STEPPE (ORTHOPTERA:ACRIDIDAE)

Yan Zhongcheng Chen Yonglin

(Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080, China)

**Abstract** By using morphometric data of grasshoppers (length of tegmen, length of post-femur, length of post-tibia) of Xilin Gol River Basin Region of Inner Mongolia, China (which is situated at N 43°26'~44°08' and E 116°04'~117°05'), we analysed the dispersal ability (flying) of grasshoppers. The results showed that the dispersal ability of 23 species of grasshoppers was increasing as following.

Female: *Mongolotettix japonicus vittatus* (Uv.) → *Chorthippus fallax* (Zub.) → *Haplotropis brunneriana* Sauss. → *Ch. hamastroemi* (Mir.) → *Aeropedellus variegatus minutus* Mistsh. → *Ch. dubius* (Zub.) → *Pararcyptera microptera meridionalis* (Ikonn.) → *Gomphoceris licenti* (Chang) → *Myrmeleotettix palpalis* (Zub.) → *Calliptamus abbreviatus* Ikonn. → *Omocestus haemorrhoidalis haemorrhoidalis* (Charp.) → *Dasyhippus barbipes* (F.-W.) → *Ch. albomarginatus* (De Geer) → *Celes skalozubovi* Adel. → *Chrysacris albovitattus* Li, *Ch. brunneus* (Thunb.) → *Mecostethus grossus* (L.) → *Eremippus simplex simplex* (Ev.) → *Bryodemella tuberculatum dilutum* (Stoll), *Oedaleus asiaticus* B-Bienko → *Angaracris barabensis* (Pall.), *A. rhodopa* (F.-W.) → *Bry. holdereri holdereri* (Krauss).

Male: *Haplotropis brunneriana* Sauss → *Ch. fallax* (Zub.) → *Mongolotettix japonicus vittatus* (Uvar.) → *Calliptamus abbreviatus* Ikonn. → *Ch. dubius* (Zub.) → *Ch. hamastroemi*

收稿日期:1996-02-02,修改稿收到日期:1996-04-16.

(Mir.) → *Pararcyptera microptera meridionalis* (Ikonn.), *Myrmeleotettix palpalis* (Zub.) → *Aeropedellus variegatus minutus* Mistsh. → *Omocestus haemorrhoidalis haemorrhoidalis* (Charp.), *Gomphocerus licenti* (Chang) → *Dasyhippus barbipes* (F.-W.) → *Celes skalozubovi* Adel. → *Ch. albomarginatus* (De Geer), *Ch. brunneus* (Thunb.) → *Mecostethus grossus* (L.) → *Eremippus simplex simplex* (Ev.) → *Oedaleus asiaticus* B-Bienko → *Bry. tuberculatum dilutum* (Stoll) → *Angaracris rhodopa* (F.-W.), *A. barabensis* (Pall.) → *Bry. holdereri holdereri* (Krauss).

**Key words:** dispersal ability, grasshoppers, morphometric.

动物的分布区大小及栖境选择与动物的扩散能力是紧密相关联的,引起动物扩散的原因有很多,如种群密度过高、食物缺乏、社群等级行为、领域行为、栖境选择行为、生殖选择、气候因子、竞争等。动物的扩散能力取决于动物运动器官的发达程度,在蝗虫中,翅的有无及前翅的长短和后翅的大小,则决定着蝗虫的飞翔能力,而后足的长度与跳跃的距离有关<sup>[1]</sup>。

近年来,对动物的形态结构与环境因子之间的相互关系的研究,形成了一门新的学科,即生态形态学(ecomorphy)<sup>[2-4]</sup>,主要是研究动物形态结构对其生活环境的进化适应特征及与栖境选择之间的关系<sup>[5-8]</sup>,动物的形态变异数据是建立形态与生态之间关系的一种有效途径<sup>[9-11]</sup>。本文则根据蝗虫的形态测量指标,对蝗虫的扩散能力进行了探讨。

## 1 材料与方法

1994年5~10月,在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站进行了大量的蝗虫采集,共采集到蝗虫23种,这些种类包括:短星翅蝗、笨蝗、白纹金色蝗、条纹鸣蝗、宽翅曲背蝗、红腹牧草蝗、宽须蚊蝗、李氏大足蝗、毛足棒角蝗、小蛛蝗、褐色雏蝗、狭翅雏蝗、白边雏蝗、北方雏蝗、小翅雏蝗、亚洲小车蝗、赤翅蝗、黄胫异痲蝗、轮纹异痲蝗、红翅皱膝蝗、鼓翅皱膝蝗、沼泽蝗、筒蚰蝗。蝗虫标本(成虫)处理后,用游标卡尺(精度0.02mm),测量蝗虫标本的形态指标。形态指标包括:前翅长( $E$ ),后足腿节长( $F$ ),后足胫节长( $T$ )。每种蝗虫雌、雄各测30个个体,然后取平均值(其中赤翅蝗9♀♀24♂♂、笨蝗15♀♀19♂♂、白纹金色蝗8♀♀0♂♂、李氏大足蝗13♀♀8♂♂、沼泽蝗1♀♀2♂♂、黄胫异痲蝗1♀♀1♂♂、筒蚰蝗1♀♀2♂♂)。

主成分分析(PCA);变量包括  $E$ 、 $F$ 、 $T$ 、 $E/F$  等,第一主分量为横坐标,第二主分量为纵坐标进行排序。

## 2 结果及分析

将前翅长( $E$ ),后足腿节长( $F$ ),后足胫节长( $T$ )等3个变量的前3个主分量的负荷值列表(见表1,表2)。雌、雄性蝗虫3个形态变量的前3个主分量的累积信息量分别达99.70%和99.86%。雌、雄性蝗虫的形态变量对主分量的负荷量变化是一致的,对第一主分量影响最大的是翅长,其次是后足腿节和胫节长,在第一主分量上,翅长的负荷值为正值则说明蝗虫飞翔能力是随翅的发达而增强,而腿节和胫节为负则说明足的发达程度与翅有一相反的关系,因此,第一主分量基本上反映了翅的发达程度,而第二主分量基本上代表了足的发达程度,以第一主成分量和第二主成分量分别为横坐标和纵坐标,绘得23种蝗虫成虫形态结构特征排序的坐标定位图(图1)。从图上可以看出,草原蝗虫运动的类型,其飞翔能力雌、雄性基本上是一致的,其变化规律是随下列顺序而逐渐增强(步行或跳跃能力正好相反):

雌性:条纹鸣蝗→小翅雏蝗→笨蝗→北方雏蝗→小蛛蝗→狭翅雏蝗→宽翅曲背蝗→李氏大足蝗→宽须蚊蝗→短星翅蝗→红腹牧草蝗→毛足棒角蝗→白边雏蝗→赤翅蝗→白纹金色蝗,褐色雏蝗→沼泽蝗→筒蚰蝗→轮纹异痲蝗,亚洲小车蝗→鼓翅皱膝蝗,红翅皱膝蝗→黄胫异痲蝗。

雄性:笨蝗→小翅雏蝗→条纹鸣蝗→短星翅蝗→狭翅雏蝗→北方雏蝗→宽翅曲背蝗,宽须蚊蝗→小蛛蝗→红腹牧草蝗,李氏大足蝗→毛足棒角蝗→赤翅蝗→白边雏蝗,褐色雏蝗→沼泽蝗→筒蚰蝗→亚洲小车蝗→轮纹异痲蝗→红翅皱膝蝗,鼓翅皱膝蝗→黄胫异痲蝗。

这个变化趋势与在野外观察的情形一致。以雌性为例,从形态数值( $E/F$  比值)来看,当  $E/F < 0.5$  时,

则不能飞行,如条纹鸣蝗(0.36,括号内数值为  $E/F$  比值,下同)、小翅雏蝗(0.38)、笨蝗(0.41)等短翅型蝗虫(PCA 分析中有一定飞翔能力,是因为根据分析时,这几种的前翅均有一定的长度),在扩散和迁移活动中,则是以步行或跳跃来移动。 $E/F$  值越大,飞翔能力则越强,在图1中则越靠近 PCA 第一轴的右边,在野外,一有惊动则立即飞往他处,如鼓翅皱膝蝗(1.83)、红翅皱膝蝗(1.84)、黄胫异痲蝗(1.88)等均是飞行能力很强的种类。其他种类的  $E/F$  比值顺序如下:北方雏蝗(0.61)、小蛛蝗(0.81)、狭翅雏蝗(0.89)、宽翅曲背蝗(0.91)、李氏大足蝗(0.98)、宽须蚊蝗(1.05)、短星翅蝗(1.13)、红腹牧草蝗(1.16)、毛足棒角蝗(1.21)、白边雏蝗(1.25)、赤翅蝗(1.25)、白纹金色蝗(1.42)、褐色雏蝗(1.42)、沼泽蝗(1.50)、筒蚰蝗(1.70)、轮纹异痲蝗(1.75)、亚洲小车蝗(1.76)。

表1 草原蝗虫雌性外部形态特征对主分量的负荷量

Table 1 Loadings of morphological characters of grasshoppers (female) to three principal components

形态特征 Morphological characters	第一主分量 1st principal component	第二主分量 2nd principal component	第三主分量 3rd principal component
前翅长 Length of tegmen	0.914	0.395	0.089
后足腿节长 Length of femur	-0.875	0.477	0.011
后足胫节长 Length of tibia	-0.856	0.510	-0.049
特征根值(Eigen values)	2.775	1.198	0.016
单一信息量(Individual %)	69.37	29.96	0.37
累积信息量(Culmulative %)	69.37	99.33	99.70

表2 草原蝗虫雄性外部形态特征对主分量的负荷量

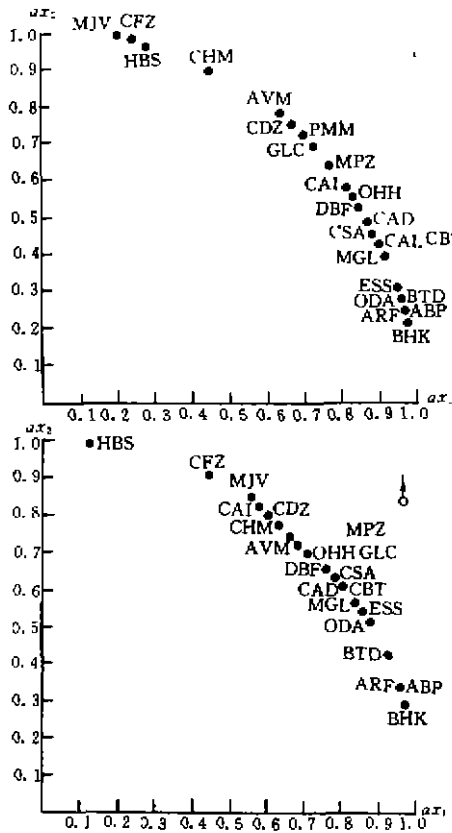
Table 2 Loadings of morphological characters of grasshoppers (male) to three principal components

形态特征 Morphological characters	第一主分量 1st principal component	第二主分量 2nd principal component	第三主分量 3rd principal component
前翅长 Length of tegmen	0.921	0.383	0.057
后足腿节长 Length of femur	-0.873	0.482	0.060
后足胫节长 Length of tibia	-0.863	0.498	-0.082
特征根值(Eigen values)	2.858	1.121	0.016
单一信息量(Individual %)	71.44	28.02	0.40
累积信息量(Culmulative %)	71.44	99.46	99.86

### 3 讨论

在本研究中所选择的形态学参数是根据蝗虫在运动过程中的特征,因为一种蝗虫其运动能力并非由一种运动器官(如足)来决定,而是由和其它器官配合才能形成一个完整的运动体系,这种综合的运动体系通过数据处理后,更说明了各种之间的分化关系,如条纹鸣蝗,该种的形态特征表现为前翅极度退化(雄性前翅长平均值为7.3mm,雌性为4.1mm),后翅则已退化,无飞翔能力,翅的退化则引起了足的发达,特别是腿节,非常显著(后足腿节长雄性为8.6mm,雌性为11.4mm)。对于那些飞翔能力特别强的种类,如黄胫异痲蝗,其翅的发达程度则很明显(雄性前翅长平均值为30.3mm,雌性为27.4mm,而后足腿节长雄性为12.1mm,雌性为14.5mm)。

蝗虫的形态特征是长期进化过程中形成的,就运动器官而言是与生态学习性及逃避天敌等紧密相关的,根据形态学测量数据,以及结合生态习性,对蝗虫的运动器官的发达程度进行主成分分析,其结果可以看出不同蝗虫种类的形态特征与扩散能力之间的关系,这种扩散能力进一步决定蝗虫的栖境选择(Habitat selection)及分布区大小,对于那些飞翔能力强的种类,如有适合它们的栖境,则很易找到这些栖境。因此,



注:图中缩名及学名如下:

MJV——条纹鸣蝗 *Mongolotettix japonicus vittatus* (Uvar.), CFZ——小翅雏蝗 *Chorthippus fallax* (Zub.), HBS——笨蝗 *Haplotropis brunneriana* Sauss., CHM——北方雏蝗 *Ch. hammasroemi* (Mir.) AVM——小蛛蝗 *Aeropedellus variegatus minutus* Mistsh., CDZ——狭翅雏蝗 *Ch. dubius* (Zub.), PMM——宽翅曲背蝗 *Paracryptera microptera meridionalis* (Ikonn.), GLC——李氏大足蝗 *Gomphoceris licenti* (Chang), MPZ——宽须蚊蝗 *Myrmeleotettix palpalis* (Zub.), CAL——短星翅蝗 *Calisptamus abbreviatus* Ikonn., OHH——红腹牧草蝗 *Omocestus haemorrhoidalis haemorrhoidalis* (Charp.), DBF——毛足棒角蝗 *Dasyhippus barbipes* (F.-W.), CAD——白边雏蝗 *Ch. albomarginatus* (De Geer), CSA——赤翅蝗 *Celes skalozubovi* Adel., CAL——白纹金色蝗 *Chrysacris albovitatus* Li, CBT——褐色雏蝗 *Ch. brunneus* (Thunb.), MCL——沼泽蝗 *Mecostethus grossus* (L.), ESS——筒蚰蝗 *Eremippus simplex simplex* (Ev.), BTD——轮纹异蚰蝗 *Bryodemella tuberculatum ditutum* (Stoll), ODA——亚洲小车蝗 *Oedaleus asiaticus* B-bienko., ABP——鼓翅皱膝蝗 *Angaracris barabensis* (Pall.), ARF——红翅皱膝蝗 *A. rhodopa* (F.-W.), BHK——黄胫异蚰蝗 *Bry. holdereri holdereri* Krauss.

图1 草原蝗虫运动能力主成分分析图

Fig. 1 PCA ordination of grasshoppers' abilities of movement in typical steppe.

这些种类也极易形成大的分布区,或者容易在大面积范围上发生,引起危害,对于这些种类,则要注意采取大面积范围的防治措施。而对于飞行能力弱的种类,如果分布范围很大,则说明这些种类在进化史上出现较早,长期的向发生范围外扩散而形成的。如果分布区较小,则说明在进化上出现较迟,或者对栖境有严格要求,在防治上对于这些种类可以根据其分布区范围而采取不同防治对策。

参 考 文 献

- 1 Richards O W and Waloff N. Studies on the biology and population dynamics of British grasshoppers. *Anti-locust Bull.* 1954 (17), 182
- 2 Motta P J and Kotrschal K M. Correlative, experimental and comparative evolutionary approach in ecomorphology. *Netherlands Journal of Zoology*, 1992, 42(2~3), 400~415
- 3 Sinervo B. Animal ecomorphology. *Trends in Evolution and Ecology*, 1995, 10(5): 217~218
- 4 Wainwright P C and Reilly S M. *Ecological Morphology; Integrative organismal biology*. University of Chicago Press. Chicago, 1994. 1~65
- 5 Dullemeijer P. Functional morphology and evolutionary biology. *Acta Biotheoretica*, 1980, 29, 151~250
- 6 Matsuda R. Morphology and evolution of insect head. *Mem. Amer. Ent. Inst.* 1965, 4, 334
- 7 Monk K A. Morphological variation in relation to habitat in some British grasshoppers. *J. Natural History*, 1983, 17: 75~85
- 8 Winkler H and Leisler H. Morphological aspects of habitat selection in birds. In: Cody M L. (ed); *Habitat selection in*

- birds*. Acad. Press, New York, 1985, 415~434
- 9 Hespdenheide H. Ecological inferences from morphological data. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1973, 4: 213~229
- 10 Rohlf F J. Morphometrics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1990, 21: 299~316
- 11 Waloff N. Absence of wing polymorphism in the arboreal phytophagous species of some taxa of temperate Hemiptera: an hypothesis. *Ecol. Entomol.* 1983, 8: 229~232

## 亚洲和西太平洋地区森林生态系统多样性与动态 国际研讨会在日本京都召开

日本京都大学生态研究中心, DIVERSITAS 项目西太平洋和亚洲地区网络(The International Network for DIVERSITAS in Western Pacific and Asia, DIWPA)、全球变化对亚洲季风区陆地生态系统影响执行委员会(Steering Committee for Global Change Impacts on Terrestrial Ecosystems in Monsoon Asia, IGBP-GCTE-TEMA)和 Smithsonian 热带研究所的热带森林科学中心(Center for Tropical Forest Science, CTFS)于 1997年11月10~11日在日本京都联合主持召开了亚洲和西太平洋地区森林生态系统多样性与动态国际研讨会。会议的主要议题是:①比较西太平洋和东亚地区由固定样地进行森林动态监测所取得的结果;②探讨此区域内森林动态特征与树木多样性的关系;③建立该区域森林动态和树木多样性研究网络。来自11个国家直接从事森林动态监测研究的80余位科学家参加了会议, 22个专家分别就3个部分的内容做了学术报告:①西太平洋地区的非热带雨林(9篇);②东南亚热带雨林(11篇);③监测与解释(3篇)。通过主持者的有效工作和全体与会人员的努力,会议达到了预期目的,取得了良好的效果。

从生物多样性角度进行森林动态监测始于本世纪80年代初,固定样地面积从不足1hm<sup>2</sup>到10hm<sup>2</sup>;截止到目前,地球上主要森林类型都建立了形式不同的固定样地。存在的主要问题是样地面积和监测项目等缺乏统一的标准(或指导性原则),严重影响了监测效果,特别是监测结果的比较和交流。从这次会议看,热带地区森林动态监测起步较早,同时一直受到多数生态学家的重视,又有象热带森林科学中心等包括主要热带国家的国际组织的协调,取得了比较好的成果。温带国家如中国、日本、朝鲜等都有比较好的基础,分别建立了若干野外研究站(点),并建立了一定数量的固定样地,但样地面积大多比较小,而且监测的项目和资料的分析都存在一定的不足,急待加强这方面的工作。

无论是热带还是温带,加强科学家间的交流与合作,推动监测和分析方法的标准化,在监测内容上注重树种致死速率(mortality)和增补速率(recruitment),已成为几乎所有与会者的共识。

来自 TEMA、DIWPA、CTFS、CIFOR(国际林业研究中心, Center for International Forestry Research)、Southern Connection、中国和日本的代表分别介绍了各国、组织或项目有关森林多样性监测的情况。经过讨论,包括25个地点的西太平洋和亚洲地区森林动态监测网络宣告初步建立,该网络由 DIWPA 牵头组织运作。

鉴于目前国际上生物多样性动态研究的现状和发展趋势以及我国的实际需要。急待建立中国生物多样性监测网络。已建立的生态系统研究网络、自然保护区和有关的信息系统是很好的基础,希望有关部门能共同努力,推动这项工作在中国的开展。

中国科学院植物研究所 马克平供稿