

# 草场植被与昆虫\*

吴亚 金翠霞

(中国科学院西北高原生物研究所)

植物与昆虫的协同演化,远在人类出现以前就已开始,至今已有亿万年的历史。我们今天所看到的丰富多彩的草场植被与昆虫,它们之间的相互关系以及物候学关系等,是这种无止境的演化长河中的一个阶段。弄清植物与昆虫之间相互关系的特征,将有助于了解它们之间的作用性质、变化规律和演化过程,以便在今后的草场合理利用及畜牧业生产中确立较合理的指导思想、策略和方法。

本项工作系在青海省海北州门源种马场进行,根据植被类型进行取样分析。

## 一、植物的丰富度与昆虫种群多样性的关系

初步统计,草场昆虫共约11个目126科374属种,它们的分布主要基于由水热条件不同而带来的植被类型的差异。例如在滩地草场,包括以矮嵩草(*Kobresia humilis*)为主的草场和以小嵩草(*Kobresia pygmaea*)、羊茅(*Festuca sp.*)、异针茅(*Stipa aliena*)为主的草场,以及以金露梅(*Potentilla fruticosa*)为主的山地灌丛。大多为排水良好的滩地或坡地,植被种类丰富,生长良好,复盖度达80—90%,并常有层次结构,因而为更多的昆虫提供了食物和栖息的空间。故这里昆虫种类组成成分数量较多,有86科240属种;在沼泽化的低滩地草场,因系山间凹地或河谷阶地,土壤含水量高,间或有地下水露出地面,一些山间凹地因冻土作用形成高低不一的微地形,此处以湿中生植物华扁穗草(*Blysmus sinocompressus*)和苔草(*Carex sp.*)占优势,某些河谷阶地则以藏嵩草(*Kobresia tibetica*)占优势,生长皆很茂密,复盖度达95%左右,种类组成成分的数量较少,层次结构较差,且受雨水、冰雹的影响较大,土壤昆虫种类数亦较少,故总的昆虫群落的组成成份有所减少,包括78科197属种;山地的阴坡与阳坡不同,阴坡较为湿冷,植被可分为灌木层和草本层,灌木以金露梅(*Potentilla fruticosa*)为主,其上坡则以高山柳(*Salix oritrepha*)和狭叶西番柳(*Sibiraea angustata*)为多,金露梅一般高20—30厘米,复盖度60—70%,高山柳、西番柳一般高50厘米左右,复盖度30—40%,这些灌木对于大多数昆虫来说无食用价值,但影响基层小气候,从而也影响昆虫的分布。草本层以毛状叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)为主,复盖度50—80%,昆虫种类组成成分数量亦较少,仅43科68属种,但有许多高低不一的塔形蚁丘,

\*本文作者现在江苏省农业科学院工作。

与上述灌丛共同形成阴坡的地貌特征。在阳坡，体现特征的主要是稀疏低矮的植被和偶而外露的石块，充足的阳光和温热的土壤使之成为痂蝗和鳃角金龟的主要栖息场所，这里有昆虫60科106属种；连同山顶部分，整个山地草场共包括77科188属种；在下乌兰和四牙合农业区，其农田系原来的草场，经开垦后种植，主要作物是耐寒的青稞、油菜和土豆，还有萝卜、菠菜等小块菜园。此类环境开垦种植约在10—18年之间，从土壤到地面植被都经过人类的反复改造。青稞、燕麦和油菜常常是连片大面积的单一作物，田间基层的杂草也比较单调，主要为紫草科、唇形科或十字花科植物。植物群落结构的简单导致昆虫群落结构的简单，尽管农田与草场毗邻，有相互镶嵌的情况，但整个农田的昆虫种类组成仍不及前述任一生境的一半，只有37科75属种。

如果把上述3种生境按植被类型进一步划分为若干亚生境，根据每个亚生境的昆虫种类数和每个种的个体数，用Shannon-wiener多样性指数公式 $H' = -\sum P_i \ln P_i$  ( $H'$  = 多样性指数,  $P_i$  = 第*i*种的个体数比例)计算各个亚生境昆虫总的多样性指数和蝇类的多样性指数(表1)，由表1可见，随着植物群落结构的简单化，昆虫群落多样性指数下

表1 不同生境类型昆虫总的多样性指数 ( $H_1'$ ) 和蝇类的多样性指数 ( $H_2'$ )

Table 1 Diversity exponents of insects ( $H_1'$ ) and flies ( $H_2'$ ) in various habitats

生 境 类 型	Habitat form	$H_1'$	$H_2'$
灌 丛 Shrubbery		3.7532	2.8806
滩地草场 Plain-grassland		3.7940	3.0450
低滩地草场 Low-plain-grassland		4.1931	3.1755
山 顶 草 场 Grassland on the top of mountain		3.5458	2.6201
山 坡 草 场 Grassland on the slopes of mountain		3.9559	2.8672
下乌兰禾本科农田 Grass farmland in the site Xia-Wu-Lan		2.6324	2.1748
下乌兰其他作物农田 Farmland without grass in the site Xia-Wu-Lan		2.5000	2.2609
四牙合禾本科农田 Grass farmland in the site Si-Ya-He		2.3787	1.8098
四牙合其他作物农田 Farmland without grass in the site Si-Ya-He		2.3207	1.7454

降，如农田的多样性指数明显地低于草场，这意味着昆虫种类数有所减少，或各个种类的个体分布不均匀。蝇类的多样性指数与昆虫总的多样性指数，在总的趋势上是基本一致的。草场上双翅目的属种数占总数的54.28%，个体数占79.39%，且主要属于蝇类，因此，蝇类的多样性在相当程度上反应了整个昆虫群落的多样性，以往的研究（吴亚、金翠霞，1978、1980）表明，群落的多样性在一定程度上反映了群落的稳定性。农田具较低的多样性指数意味着：其食物链索趋向简单化，个别种群有可能过度增殖，而对作物造成危害。

## 二、植物群落的空间结构与昆虫种群数量的关系

植物群落的空间结构是影响昆虫种类和数量的重要因素，1977年秋季，利用当地围建草库圈和引种优良牧草的条件，调查了几种生境植物群落的空间结构和昆虫数量，每种生境取样300网，结果表明（表2），植物群落空间结构越复杂，就能为更多的昆虫

表2 不同生境植物群落的空间结构与昆虫数量

Table 2 The number of insects and space structure of plant communities in various habitats

生 境 Habitat	优势植物种类 Species of dominant plant	植株高度(厘米) Height of plant (cm)	层 次 数 Number of Strata	复盖度% Coverage (%)	昆 虫 数 量 Number of insects
草库圈内天然草场 Natural grassland fenced in by wire	垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i> 早熟禾 <i>Poa sp.</i> 紫羊茅 <i>Festuca rubra</i> 蒿 类 <i>Artemisia spp.</i> 蒿 草 <i>Kobresia spp.</i>	5—85	3	70—95	128
草库圈外天然草场 Natural grassland without being fenced in	11	5—45	2	40—70	58
人工草场 Artificial grassland	垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i> 老芒麦 <i>E. sibiricum</i> 大麦草 <i>E. sp.</i>	20—40	1	20—60	43

提供更多样的生活空间和食物来源。狭窄的空间不仅意味着食物资源较贫乏，而且易于造成个体拥挤度的增加，从而导致更多的扩散、迁移，波及邻近的生境，或者会提高死亡率，我国农业生产中早就应用间作，以充分利用空间提高产量，并调节昆虫种群间的平衡关系，这在草场经营中是值得借鉴的。

### 三、植被演替与昆虫群落的演替关系

昆虫随植被的演替而演替，这种现象在草场可以普遍看到，以草场上的局部弃耕地为例，其演替通常从一、二年生的杂类草开始，最后终止于同原生植被类似的密丛禾草阶段。鼠类的破坏干扰了这个演替过程，并产生大片次生裸地，从而有利于许多种小型蝗虫的产卵，其出土孵化期亦偏早，昆虫同样可以影响植被的演替，如取食草根的蛴螬，通过减弱根系的生长速率而延长植物群落的演替过程。

在高寒草场，虽然昆虫的作用通常不及鼠类显著，但植物与昆虫之间的生存竞争同样是十分激烈的，如一些处于衰退阶段的塔形蚁丘，植物的占领往往先以一、二年生植物作先导，接着是兰石草、火绒草 (*Loentopodium sp.*) 等具根茎和匍匐茎的植物，最后矮蒿草、早熟禾等植物登上蚁丘，象包围一样，由蚁丘四周围向中心，最终复盖整个蚁丘。

为了进一步了解植被演替与昆虫的关系，对人工草场、草库圈内天然草场、草库圈外天然草场进行了调查，以1977年牧草茂盛期的一次测定为例，结果表明(表3)，在昆虫种类数方面，由于围建草库圈，减少了人类和牲畜对草库圈内天然草场的干扰，因而

表3 不同生境的地上昆虫种类数和多样性指数值

Table 3 Number of insect species occurring on the ground and values of diversity exponent in various habitats

生 境 Habitat	草库圈外天然草场 Natural grassland without being fenced in	草库圈内天然草场 Natural grassland fenced in by wire mesh	人工草场(77年播种) Artificial grassland
昆 虫 种 类 数 Number of insect species	38	62	36
多 样 性 指 数 值 Values of diversity exponent	2.3544	2.3815	1.6389

牧草生长茂盛,昆虫种类数明显增加,而草库囿外天然草场由于牲畜反复啃食和踩踏,人工草场则由于各种人为的管理措施,使昆虫种类数都明显减少,但两者之间的多样性指数却有较大差别,人工草场较低的多样性指数值,表明其群落的不稳定性。一种麦长管蚜(*Macrosiphum sitobion*)在天然草场难以见到,但在一些人工草场却成为突出的优势种,根据调查,在草库囿外天然草场、草库囿内天然草场和人工草场3种生境中,在垂穗披碱草(*Elymus nutans*)上,平均百穗有蚜率分别为0%、1%和18%,人工草场的有蚜率远高于另两种生境,而且主要集中于优良牧草黑药鹅冠草(*Roegneria melanthaera*)和青海鹅冠草(*R. kokonorica*)上,多者可达每穗40头以上,足以造成危害。随后的调查发现,在蚜虫大量增殖之后,寄生蜂对蚜虫的寄生率也逐步上升,由此充分说明了由于植物种类的改变,导致植食性昆虫群落组成成份的改变,继而引来天敌昆虫的定居,从而以新的群落结构代替了旧的群落结构。

以上结果充分说明,植被的变迁是昆虫变迁的先导,从而引起整个食物网络结构和生态系统质、能转换途径的改变。所以,在改良草场和种植优良牧草的同时,必须时刻注意这种变化,以便及早发现有害的变化趋势,如潜在害虫大发生的可能性,做到未雨绸缪,并可设法诱导组成一种较稳定的群落。

#### 四、植物与昆虫之间的若干生物学和物候学关系

众所周知,大多数昆虫以植物为食,而植物又是许多昆虫的重要栖息场所和重要组成成分与条件。因此,昆虫与植物之间总是存在着一定的生物学和物候学关系。即使肉食昆虫,也直接或间接地和植物有一定的联系。跳甲(*Altica sp.*)和萤叶甲(*Pyrrhalta tenella*)以金露梅的叶芽为食,在霜冻未消的5月,当金露梅开始吐芽时,两种甲虫即开始取食活动,并一直与金露梅相伴,直到10月大雪降临。草原毛虫〔金缘古毒蛾(*Orgyia aurolimbata* Guen)和黄斑草毒蛾(*Gynaephora alpherakii* Gr.-Gr.)〕以莎草科嵩草属以及若干种禾本科、豆科、菊科植物为食,在5月上旬牧草开始返青时,越冬幼虫即开始活动,8、9月份,牧草临近枯黄期,它们羽化为成虫,至10月份多数牧草枯黄,其1龄幼虫藏入美丽风毛菊(*Saussurea superba*)的宽叶下或其它荫蔽处越冬,在同一生境范围内有一种只取食达乌里龙胆(*Gentiana dahurica*)的蛱蝶,其分布和各种生物学特性与达乌里龙胆的分布和物候有密切关系,草场有许多引人注目的熊蜂,如条痕污熊蜂(*Bombus sp.*)、黑尾地下熊蜂(*Bombus difficillimus*)、黑纹地下熊蜂(*Bombus personatus*)等10多种,其采访对象随各种蜜源植物的开花季节不同而转移,在牧草茂盛期,主要在马先蒿(*Pedicularis sp.*)、兰石草(*Lancea tibetica*)、甘肃棘豆(*Oxytropis kansuensis*)、藜苓草(*Morina chinesis*)等植物上采集花粉;至牧草临近枯黄期,上述植物花期已过,熊蜂即转移至正在开花的露芯乌头(*Aconitum gymnan-drum*)、美丽风毛菊、蜜花飞燕草(*Delphinium densiflorum*)等植物上活动。甚至熊蜂筑巢也离不开当时的地面植物。蚂蚁是草场的优势类群,同样与植物有密切关系。我们看到,在塔形蚁丘顶部,总有厚厚的枯枝落叶层,在土壤因雨湿透7.5厘米的时候,这层松软的枯枝落叶层仅湿透3厘米,从而保护了蚁穴的干燥环境;并且这层枯枝落叶

还有一定的保温作用。另一方面，蚂蚁经常搬运一些植物种子，尤其是具有油质体结构的种子，对蚂蚁更具吸引力，从而使蚂蚁成为这类植物的良好传播者。

昆虫的数量和生物量同样与植物的季相有密切关系。以1977年土壤昆虫调查结果(表4)为例，土壤昆虫的数量和总生物量皆以牧草返青期最高，但平均个体生物量此时

表4 不同牧草生长季相土壤昆虫的数量和生物量\*

Table 4 The phenophase of growth of various grass and number and biomass of insects in soil

牧草季相 Phenophase	取样数 Sample number (n)	总头数 Total number of insects (head)	总生物量 Total biomass (mg)	平均 Average	
				每样头数 individual per sample	个体生物量 biomass of individual(mg)
牧草返青期 Green up period	35	1960	18040.0	56.0	9.2
牧草茂盛期 Exuberance period	35	1348	12762.8	38.5	9.4
牧草枯黄期 Withering period	35	976	12926.4	21.7	13.2
合计 Sum	115	4284	43639.2	37.3	10.2

\* 其中包括少量蜈蚣、马陆等无脊椎动物

最低；牧草枯黄期数量最低，平均个体生物量却最高，这与高寒草场昆虫的越冬、活动周期有关，返青期最低气温常在0℃以下，越冬昆虫仍以土内活动为主，故数量较多，而个体生物量则因越冬消耗而减少；枯黄期不少昆虫正处于产卵期或孵化期，尚未进入越冬场所，故土壤中昆虫数量较低。但为了渡过漫长的冬季，许多个体积累了大量营养物质，因而个体生物量较高。

植物的根系类型对土壤昆虫的种类和数量也有明显的影响，如在滩地草场，矮蒿草、异针茅等多年生牧草的根，常形成紧实的草皮，土壤昆虫有象甲、步甲、拟步甲等，以小型象甲幼虫为主；而在山麓的阳坡，土壤较干燥，到处可见具有强劲地下茎和根的赖草(*Aneurolepidium sp*)在其地下根、茎处，常常伴生鳃角金龟的成虫和幼虫，几乎可作为此类昆虫的指示植物。此外，土壤腐植质的多寡，也是许多昆虫生存的必要条件。

总之，植物的一生，从发芽到开花结实，总是同昆虫的取食、传粉、传播种子等多

种活动相联系；同样，昆虫的一生，特别是植食性昆虫，从卵到幼虫、蛹、直至羽化，也总离不开多种植物或植物的不同部分；而且随着植物和植食性昆虫的演替，各种天敌昆虫也逐渐兴起或衰落，它们在各个时期的消长直接与它们的食物对象相伴随，与植物的演替和一定的物候现象一致。

综上所述，可以看出，不仅昆虫需要植物，同样植物也需要昆虫。人们早已知道，许多植物靠昆虫传粉，许多被子植物的出现与进化，也与昆虫传粉有密切关系。亿万年来，正是昆虫和植物的这种联系，在一定程度上加速了双方各自的演化进程，人们习惯于把昆虫取食植物看作“有害”，其实并不完全如此。相反，有时还可能起到促进作用。

把害虫为害植物分为四个阶段，即（1）刺激植物增加产量；（2）植物自我补偿；（3）非经济损失；（4）经济损失。只有达到经济损失的危害水平时，才有必要进行防治。因此，从长远的整体的观点出发，植物和昆虫之间是互惠的。它们之间有时出现的对抗只能表明为了共存和发展，必须相互制约和适应。今天人类所面临的许多植物保护问题，除了起因于人类尚无法预测和控制的自然因素外，在颇大程度上是人类本身引起的。所以，要使草场植物的生产和保护工作有新的起色，就必须放弃一些传统观点，把改进和维护草场动植物的丰富度和多样性，改善和调节植物与昆虫等有害动物之间的平衡关系作为根本手段，而不是单纯运用化学农药消灭害虫。因此，把草场作为一个整体，以草场植物为主体，进行综合治理，应成为今后草场植物保护工作的方向。

#### 参 考 文 献

- 吴亚、金翠霞 1978 荒漠开垦与昆虫群落演替。昆虫学报，21（4）：393—406。  
吴亚、金翠霞 1980 草甸昆虫群落及其空间与时间结构。昆虫学报，23（2）：156—166。  
Price P.W. 1975 *Insect Ecology*. John Wiley & Sons, New York Van Emden.  
Helmut F. 1974 *Pest control and its ecology*, Wdward Arnold Ltd. pp. 1—60.

#### 外文摘要 (Abstract)

## THE MEADOW VEGETATION AND INSECTS

WU Yar CHIN Cuixia

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

The insect communities were surveyed on an alpine meadow during 1976 to 1978. the survey shows that among all relationships between insects and their environments, the most important one is the relationship between insects and plants. There are close relations between insects and the richness, space structure, phenology and succession of vegetations. According to the analysis of diversity, it is quite evident that agriculture after the meadow is reclaimed may lead some pests to a great extent, because the ecosystem balance is out of order, so it must be noticed in planning the improvement of meadow.