



仓库害虫

陳耀溪編著

农业出版社

倉庫害虫

陈耀溪 編著

張若蓀 校閱

農業出版社

內 容 提 要

本書主要論述为害儲糧的倉庫害虫。內容概括为三部分：第一部分系介紹倉庫害虫的为害严重性、傳播途徑、为害方法和檢查方法，其中在生态因子上着重地介紹了作为倉庫害虫生态防治上比較基本的科学理論知識；第二部分系介紹国内已發現的主要和較次要的倉庫害虫 3 目 19 科 50 种的經濟重要性、各虫期的形态特征和生活習性，每种都由編者繪制插圖一幅，并附有鞘翅目和鱗翅目害虫的成虫和幼虫的分种檢索表。第三部分系根据防重于治的方針簡述綜合性防治法的意义，并分別介紹了各种防治方法，其中着重地介紹了几种熏蒸杀虫药剂的性質、使用方法、中毒症狀和治療法，并附有三种主要熏蒸杀虫药剂的含毒量測定方法。

本書可供一般害虫防治工作者、植物檢疫工作者和農業干部参考，在專業院校開設有关課程时，也可供作参考。

倉 庫 害 蟲

陈耀溪 編著

張若著 校閱

农業出版社出版

(北京西便門胡同 7 号)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 106 号

上海洪兴印刷厂印刷 新华書店發行

850×1168 1/32·85/16 印張·216,000 字

1959 年 1 月第 1 版

1959 年 1 月 1 次印刷

印數：1—2,300 定价：(7) 0.73 元

統一書号：16144.437 58.12 京製

目 录

前言	7
第一章 倉庫害虫概說	9
第一节 倉庫害虫的定义及其防治的重要性	9
第二节 倉庫害虫的起源及其傳播途徑与为害方法	11
第三节 影响倉庫害虫發生的生态因子	13
第四节 儲粮中倉庫害虫的檢查方法	22
第二章 倉庫害虫各論	28
第一节 倉庫害虫的种类	28
第二节 鞘翅目	31
一、象虫科	31
(一)米象 <i>Sitophilus oryzae</i> Linné	31
(二)谷象 <i>Sitophilus granarius</i> Linné	37
二、長角象虫科	40
(三)咖啡豆象 <i>Araecerus fasciculatus</i> de Geer	40
三、皮蠹科	43
(四)黑皮蠹 <i>Attagenus piceus</i> Olivier	43
(五)紅斑皮蠹 <i>Trogoderma versicolor</i> Creutzer	50
(六)赤毛皮蠹 <i>Dermestes tesselaefocollis</i> Motschulsky	58
(七)拟白腹皮蠹 <i>Dermestes frischii</i> Kugelann	60
(八)鈎紋皮蠹 <i>Dermestes ater</i> var. <i>domesticus</i> Germer	64
(九)紅帶皮蠹 <i>Dermestes lardarius vorax</i> Motschulsky	66
(十)小圓皮蠹 <i>Anihrenus verbasci</i> (Linné)	69
(十一)白帶圓皮蠹 <i>Anihrenus pimpinellae</i> var. <i>latefasciatus</i> Reitter	73
(十二)花背皮蠹 <i>Anihrenus scrophulariae</i> var. <i>nov.</i>	75
四、拟步行虫科	78

(十三)赤拟谷盗 <i>Tribolium ferrugineum</i> Fabricius.....	78
(十四)杂拟谷盗 <i>Tribolium confusum</i> Duval.....	82
(十五)长头谷盗 <i>Latheticus oryzae</i> Waterhouse.....	84
(十六)黑粉虫 <i>Tenebrio obscurus</i> Fabricius.....	85
(十七)黄粉虫 <i>Tenebrio molitor</i> Linné.....	87
(十八)黑菌虫 <i>Alphitobius piceus</i> Olivier.....	88
(十九)二带黑菌虫 <i>Alphitophagus bifasciatus</i> Say.....	91
(二十)姬拟谷盗 <i>Palorus ratzeburgi</i> Wissm.....	93
五、露尾甲科.....	95
(二一)黄斑露尾虫 <i>Carpophilus hemipterus</i> Linné.....	95
(二二)脊胸露尾虫 <i>Carpophilus dimidiatus</i> (Fabricius).....	100
六、谷盗科.....	103
(二三)大谷盗 <i>Tenebrioides mauritanicus</i> Linné.....	103
(二四)暹罗谷盗 <i>Lophocateres pusillus</i> Klug.....	106
七、扁甲科.....	107
(二五)长角扁谷盗 <i>Laemophloeus pusillus</i> Schönherr.....	107
(二六)锈赤扁谷盗 <i>Laemophloeus turcicus</i> Grouville.....	109
八、锯谷盗科.....	110
(二七)锯谷盗 <i>Oryzaephilus surinamensis</i> Linné.....	110
(二八)米扁虫 <i>Cathartus advena</i> Waltl.....	112
九、蛛甲科.....	113
(二九)日本标本虫 <i>Ptinus japonicus</i> Reitter.....	114
(三十)褐色标本虫 <i>Niptus hilleri</i> Reitter.....	117
(三一)蛛甲虫 <i>Gibbium psylloides</i> Czempinski.....	118
十、窃蠹科.....	120
(三二)菸草甲虫 <i>Lasioderma serricorne</i> Fabricius.....	120
(三三)荔谷盗 <i>Stegobium paniceum</i> Linné.....	123
十一、长蠹科.....	124
(三四)谷蠹 <i>Rhizopertha dominica</i> Fabricius.....	125
十二、豆象科.....	127
(三五)绿豆象 <i>Callosobruchus chinensis</i> Linné.....	128
(三六)蚕豆象 <i>Bruchus rufimanus</i> Boheman.....	131

(三七)豌豆象 <i>Bruchus pisorum</i> Linné.....	185
(三八)皂莢豆象 <i>Bruchidius dorsalis</i> (Fahraeus).....	188
第三节 鳞翅目.....	139
十三、織叶蛾科.....	139
(三九)米淡墨虫 <i>Anthonoma xeraula</i> Meyrick.....	140
十四、捲蛾科.....	142
(四十)印度谷螟 <i>Plodia interpunctella</i> Hübner.....	142
(四一)粉斑螟 <i>Ephestia cautella</i> Walker.....	145
(四二)地中海粉螟 <i>Ephestia kühniella</i> Zeller.....	148
(四三)菸草粉螟 <i>Ephestia elutella</i> Hübner.....	152
十五、螟蛾科.....	154
(四四)雜穀谷螟 <i>Pyralis farinalis</i> Linné.....	154
(四五)米黑虫 <i>Aglossa dimidiata</i> Haworth.....	157
十六、蜡螟科.....	160
(四六)一点谷螟 <i>Aphomia gularis</i> Zeller.....	161
(四七)米蛾 <i>Corcyra cephalonica</i> Stainton.....	164
十七、麦蛾科.....	166
(四八)麦蛾 <i>Sitotroga cerealella</i> Olivier.....	167
十八、谷蛾科.....	172
(四九)谷蛾 <i>Tinea granella</i> Linné.....	172
鞘翅目及鳞翅目倉虫成虫分种檢索表.....	176
鞘翅目及鳞翅目倉虫幼虫分种檢索表.....	182
第四节 蜚蠊目.....	187
十九、谷蠊科.....	187
(五十)干酷蠊 <i>Tyroglyphus siro</i> Linné.....	187
第三章 倉庫害虫防治法.....	198
第一节 倉庫害虫的綜合性防治法.....	193
第二节 植物檢疫和糧食檢查防治法.....	195
第三节 清潔衛生防治法.....	197
第四节 保管技术防治法.....	200
第五节 机械、物理防治法.....	203
第六节 化学葯剂防治法.....	209

附录一	粮食加工厂的熏蒸	247
附录二	露天囤的天幕熏蒸	249
附录三	甲基溴、氯化苦、氰酸气含毒量的测定	252
附录四	度量衡换算表	262
主要参考资料		264

前 言

倉庫害虫在世界各国为害儲糧所造成的損失，是非常普遍和严重的。我国解放后，在党的领导下，数年来对倉虫的研究和防治已做了不少工作，也获得了不小的成就和积累了不少的經驗。随着社会主义工业和农业的发展，粮食的产量和儲存量也日益增加，对倉庫害虫的斗争也就显得日益重要了。编写这本书的目的，是想給一般倉虫防治工作者和植物檢疫工作者，在倉庫害虫的檢查、鉴别、習性和防治上获得一些基本的参考材料，在实际工作中更易于解决一些具体问题。

本书系以商品檢驗总局 1953 年植物檢疫訓練班編者所編的“倉庫害虫講义”为基础，蒐集了一部分商檢、农业、粮食、科学研究等方面在实际工作和試驗研究工作中的經驗和心得，进行了修改补充的。

書中介紹国内已發現的 50 种倉庫害虫，是根据粮食部 1955 年全国粮食系統重点調查的报告，各地商檢和粮食部門的調查报告，以及实物标本而确定的。对于目前国内尚無可靠分布記載的檢疫性倉虫，例如，寬吻谷象(*Caulophilus latinasus* Say)、四紋豆象(*Callosobruchus quadrimaculatus* Fabricius) 等都未列入。对于学名尚有疑問的种类，例如，小粉虫(原定名为 *Alphitobius fagi* Panzeren)、書蝨(原定名为 *Atroposdivinatoria* Müll)、塵蝨(原定名为 *A. pulsatorium* Linné) 等，亦未列入。属于下列情况的倉虫，則附加在 50 种中的近緣种之后，以供参考：(1) 目前国内尚無可靠分布記載的一般性倉虫，例如：*Trogoderma varium* (Matsumura & Yokoyama)、谷皮蠹 *T*

granarium Everts、隆胸露尾虫(*Carpophilus obsoletus* Erichson)、白斑标本虫(*Ptinus fur* Linné)、粉蠹(*Tyroglyphus farinae* de Geer); (2)国内曾有分布記載但無可靠实物标本的,例如:白腹皮蠹(*Dermestes maculatus* de Geer),黄色标本虫(*Niptushololeucus* Faldermann),負袋衣蛾(*Tincola bissellilla* Hummel),毛氈衣蛾(*Trichophaga tapetzeila* Linné),織网衣蛾(*Tinea pellionella* Linné); (3)国内無分布記載但与国内普遍分布的种类近緣的,例如:*Ptinus raptor* Sturm, *Gibbium boieldieui* Levrat, *Attagenus alfierii* Pic; (4)国内已發現的亞种和变种的原种,例如:*Dermestes ater* de Geer, *Dermestes lardarius* Linné。

本書的編写,主要是由于大連商品檢驗局党政的培养和支持,商品檢驗总局張若著先生的鼓励,以及其他商檢、粮食部門和有关單位对标本和資料的供給,所以才能完成。此外,还蒙中国科学院昆虫研究所倉虫室赵养昌先生和商品檢驗总局張若著先生,对原稿在百忙中抽暇审阅,在内容和定名上提出不少宝贵意見,并供給了部分倉虫的鉴别資料,使内容中减少了不少錯誤,对上述各位同志和有关部門,特此一并志謝。

本書初稿完成于 1955 年,由于編者对倉虫的研究工作做得不够,手边有关这方面可供参考的資料也有限,部分标本陈旧、殘缺或数量不多,因此三年来虽对原稿和附圖前后經過三次修改补充,但部分内容还是不够完善,而且相信缺点和錯誤还是难免的。由于目前对倉虫的这类綜合性参考書籍还是比較少,因此才將它付印,希望讀者批評指正。

編者

1958年9月

第一章 倉庫害虫概說

第一节 倉庫害虫的定义及其防治的重要性

倉庫害虫又名儲藏害虫,簡称为“倉虫”,它主要在农作物收获后,或农、畜、水产品加工后的儲藏期間为害,有的也为害其他物品,如衣服、書籍、标本等,因此,“倉虫”一字广义的应包括所有一切为害儲藏物品的害虫。現本書主要論述为害儲粮和部分农畜产加工品的害虫。

世界各国儲粮每年遭受倉虫为害所造成的損失是非常普遍和严重的。据 1947 年有 47 个国家的昆虫学專家参加的倫敦倉虫會議,一致提出各国儲粮每年(主要是經過夏秋季)因各种倉虫为害的平均損失率,应自 5% 改为 10%。关于資本主义国家儲粮害虫的損失記載如:C. Shulakoff 氏(1932)估計帝俄时全国每年貯粮損失为 2,500 万美元;Zacher 氏(1934)估計德国全国每年儲粮損失 8,000 万馬克;高桥獎氏(1932)估計日本每年儲粮損失为 3,100—6,300 万日元;美国农部(1947)估計全国每年儲粮損失三亿美元以上,等等。至于我国在国民党反动統治时期由于对倉虫防治工作的忽視,造成有倉皆虫,对儲粮的損失素很严重,根据零星記載如:1935—1936 年江西省遂川、泰和、安福等 37 县儲粮因倉虫为害的損失率达 30—45%; 1935—1941 年川、贛、湘、鄂、桂、滇六省及重庆、長沙二市,儲粮平均損失率为 2.48—38.58%;据伪中央农業实验所統計全国儲粮每年因倉虫为害的最低損失率为:大米二千二百九十多万担,小麦五千多万担,等等。

儲粮被倉虫为害后在品質上造成很大損失。例如受谷蠹为害的

小麦,其被害率愈大則出粉率亦相对愈低(用石磨磨,出粉率可能略有上下)(表一)。

表一

被 害 率 (%)	出 粉 率 (%)
43.7—44.7	78.3
48.1	70.0
53.8	69.6

一般減損儲糧品質的現象有下列几种:

1. 使糧食發熱發霉而變質,以及使粉類的色、味變劣。
2. 吐絲綴結的糧塊、遺留的虫尸、排泄的糞便、食害時造成的碎屑粉末等等,使糧食中的夾雜物增加。
3. 增加損傷粒及虫咬粒,降低完善粒的百分率。
4. 降低種籽的發芽率及糧食的营养價值。

解放後數年來,糧食保管和倉虫防治工作,在党和政府的領導和重視下,以及群眾政治覺悟不斷提高的基礎上,有了飛躍的進展,全國各地糧倉都掀起了“四無”糧倉(無鼠、雀、虫、霉)運動。到1955年底全國無虫糧倉已近四萬個,湧現出大批護糧除虫模範,積累了許多護糧除虫經驗。在短短數年間在很大程度上消滅了過去反動統治時期所遺留的倉虫為害儲糧的嚴重情況,基本上改變了解放前有倉必有虫的面貌。

在當前人民公社蓬勃發展的形勢下,集體力量愈來愈大,打破了縣、鄉、社的界限,這樣對田間大面積防治病虫害和糧倉防除害虫就創造了更良好的條件。但是,為了使防治倉虫工作取得更大的成績,還必須進一步掌握倉虫的種類、分布、形態特征、生活習性及發生規律,充實有關植保方面的科學理論知識,總結、改進及推廣綜合系統防治法的經驗,貫徹“防重於治”的方針,堵塞一切足以造成倉虫繁殖蔓延傳播的漏洞,才能使已獲得的成績更鞏固和向前推進。

第二节 倉庫害虫的起源及其

傳播途徑与为害方法

倉虫的起源因年代久远已無法查考,根据一般学者的推測,在很久以前当人类尚未学会儲藏食物时,倉虫無疑与今日的田間害虫一样生活于田間,以植物的种籽或植株的某一部分以及干腐的动植物質为食。但隨着社会的發展,人类在劳动中积累了經驗而开始利用谷类、干果、干魚、干肉等加以儲藏作为食物时,此等田間害虫亦隨之而进入倉庫,經長时期的演变,大部分逐渐适应于倉庫的新环境条件而放弃其旧有的田間生活,根据一般倉虫的形态和生态均能証明此点。如:谷象(*S. granarius*)因長时期移居倉庫中,由于取食便利不需要長途飞行,故后翅已全部演变成鱗片狀而失去飞行能力;露尾虫(*Nitidulid*)及皮蠹(*Dermestid*)的幼虫为害倉儲粮食等物,但其成虫仍飞至田間吸食花蜜或食腐敗果实,保持其田間旧有的習性;米象(*S. oryzae*)及锯谷盜(*O. surinamensis*)喜在倉外越冬,翌春再回入倉内;米象、麦蛾(*S. cerealella*)、綠豆象(*C. chinensis*)等虽仍能在田間繁殖,但现今在倉内繁殖为害一般远較田間为烈;另外一般过去在田間的杂食性或腐食性昆虫,如黑菌虫(*A. piceus*)、黄粉虫(*T. molitor*)、黑粉虫(*T. obscurus*)、大谷盜(*T. mauritanicus*)、蛛甲(*Ptinid*)等,本与人类在經濟上的关系不大,但移入倉庫后演变至今日已成为主要以儲粮为食的著名倉虫。

隨着人类經濟活动范围的扩大和活动方式的多样化,倉虫的傳播途徑亦漸趋复杂,为了要杜絕一切足以造成倉虫蔓延傳播的机会,茲將倉虫的傳播途徑概括为下列几方面,其中以人为傳播的可能性最大和最重要,也是倉虫防治工作上最不容忽視的:

一、自然傳播:

1. 兼能在田間为害或成虫以花蜜及腐敗果实为食的倉虫,如麦

蛾、米象、綠豆象、露尾虫、皮蠹等，由田間或倉外飛入倉里。

2. 成虫在倉外磚石、腐木、旧包裝材料及塵芥雜物中越冬，翌年春天又返入倉里，如米象及鋸谷盜。

3. 沾附在鳥類、鼠類、昆蟲等身上蔓延傳播，如蟎類(*Mites*)。據莫若洛夫同志報告，曾在一只老鼠身上發現蟎類一千多個，在一個甲蟲身上發現蟎類四百多個，甚至在蒼蠅身上也有發現。

二、人為傳播：

1. 倉庫或加工廠內本來潛藏着的倉蟲，未注意除治而繁殖蔓延傳播。

2. 含有倉蟲的糧食篩下物、糧腳、廢品或塵芥雜物，未及時清除而造成倉蟲繁殖蔓延傳播。

3. 感染倉蟲的農產品或農產加工品，在調運及儲藏時造成蔓延傳播。

4. 感染倉蟲的儲、運用具，如運輸工具和包裝器材以及圍蓆、墊木、篩子、苫布、扦樣用具以至掃帚、簸箕等倉儲用具，在往來運輸及使用时也能造成蔓延傳播。

倉蟲的為害方法，根據其生活習性，可以下列四點分別說明。由於為害方法的不同，造成儲糧在被害程度上的輕重不同，檢查時所用方法也就不同：

一、取食習性分：

1. 食害完整糧粒的(初期性倉蟲)：如綠豆象、麥蛾、米象、大谷盜、谷蠹(*R. dominica*)等及一般蛾類幼蟲。

2. 食害損傷糧粒及碎屑粉末的(後期性倉蟲)：如鋸谷盜、扁谷盜(*Laemophloeus* spp.)，拟谷盜(*Tribolium* spp.)，長頭谷盜(*L. oryzae*)等。

3. 食害完整或損傷糧粒，也食糧食中的腐敗塵芥雜物和蟲尸虫糞的：如黑菌虫、黃粉虫、蟎類、黑粉虫、露尾虫、皮蠹、蛛甲等。

4. 主要食糧食中塵芥雜物粉末的：如書虱(*Atropos* spp.)等。

二、为害方式分：

1. 蛀食：如米象、豆象(*Bruchus* spp.)、谷蠹、麦蛾等的幼虫在粮粒内蛀食，使粮粒仅剩空壳。

2. 剥食：如印度谷螟、一点谷螟(*A. gularis*)等的幼虫，喜食害粮粒的胚部，再剥食外皮，内部则较少食害。

3. 侵食：一般甲虫均自外面内侵食粮粒，使被害粒呈不规则缺刻状。

4. 綴食：一般蛾类幼虫均喜吐丝将粮粒连缀成块，匿伏其中食害。

三、为害位置分：

1. 蛾类因体软形大善飞，一般具正向光性，适于在粮食上层及外表行动及产卵，羽化后又易于飞出，故为害一般自粮食上层及外表而达下层及内部。

2. 甲虫类因体硬形小善于行走，一般具负向光性，粮食下层较黑暗易于藏匿，故为害一般自粮食下层而达上层。

3. 螨类体软而轻小，喜向外爬，故为害一般自粮食外表而达内部。

四、为害场所分：

1. 兼能在田间及仓内繁殖为害的：如绿豆象、米象、麦蛾等。

2. 仅能在仓内繁殖为害的：如绝大部分仓虫。

第三节 影响仓库害虫发生的生态因子

仓虫侵染到储粮中以后，一方面在生活条件上获得十分丰富的食物来源，天然敌害远较外界少，仓库中所受外界的各种剧烈气候变化如强烈的日光、骤变的气温及风、雨、雹、雪、霜等的影响较小，特别是在不良导体的粮食内，温度的变化差异较缓较小，因此生活环境中小气候的温湿度比较外界稳定。另一方面仓虫本身的繁殖能力相当大，

每雌虫产卵一般八、九十粒，最多达千余粒，一般卵的死亡率很小，而且一年發生代数有的达十多代；同时对环境的适应性强，如螨类耐寒、谷蠹耐于耐热、黑菌虫耐湿、拟步行虫(*Tenebrio* spp.)及皮蠹耐飢等；其体軀大都很小，甲虫中主要为害的种类如米象、谷蠹、拟谷盜、锯谷盜等，体長平均3—4毫米，小的如扁谷盜体長仅1—2毫米，蛾类亦仅为中小形，一般翅展均在25毫米以下，小的如麦蛾、谷蛾(*T. granella*)則翅展仅11—16毫米，至于螨类則体長仅0.5毫米左右；甲虫或蛾类的体色一般都深暗，与粮食、包装品、倉庫建筑及塵芥杂物等顏色相似，且一般均有潜藏避敌本能，如大谷盜喜潜藏及化蛹在木头內，米象、麦蛾、豆象等的幼虫和蛹都潜藏在粮粒內，甲虫喜潜藏在黑暗地方、粮食碎屑或各种縫隙內，蛾类幼虫則喜潜藏或化蛹在以絲綴粮粒或塵芥杂物所成的巢(case)內，附在縫隙內黑暗地方，倉虫的卵外大都附有粘液沾附各种塵芥杂物，米象的卵且产在粮粒內，同时一般甲虫都有假死性等等。倉虫的發生虽具有上述这些有利条件，但并不等于倉虫能無限的發生而無法徹底防治。

倉虫是和它們所生活的环境互相联系的，由于倉虫适应性的改变以及自然选择的結果，产生了对这些复杂的互相影响的生态因子——环境因子——各种不同的适应性，形成各种不同的生活習性，这些生态因子中有的对倉虫的發生不利，有的却十分适宜，因此我們能充分的掌握倉虫的生活習性和發生規律，也就是在掌握了生态因子中对倉虫發生的有利的一面和不利的一面之后，就有可能根据其中的薄弱环节有目的有計劃地創造一系列不利因子的綜合措施，以惡化倉虫發生的环境条件，改变倉虫种的成分，从而有利于儲粮的保管及提高儲粮的抗虫性。

影响倉虫發生的生态因子是多方面的，总的可概括为四类：(一)生物因子，(二)气象因子，(三)营养因子，(四)人为因子。其中以气象因子中的温度、湿度以及营养因子和人为因子所产生的影响最大。

一、生物因子：

在倉庫內時常發現某種倉蟲的發生有被另一種寄生性或肉食性昆蟲或蟎類等抑制的現象，據記載曾發現的這類天敵如：捕食倉蟲幼蟲及蛹的食蟲蟻象 (*Reduviid Bugs*)；寄生于倉蟲幼蟲體內的寄生蜂 *Ecphoropsis viennensis* Grav., *Angitia kiehtani* Vier., *Microbracon hebetor* Say, *Eurytoma* sp., *Catolaccus* sp.；寄生于倉蟲幼蟲體內的紅腳窗蠅 *Scenopinus fenestralis* L. 及黑腳窗蠅 *S. niger* L.；捕食倉蟲幼蟲的偽蠅 *Miratemus* sp.；寄生在倉蟲幼蟲及蛹體外的蟲狀恙蟲 *Pediculoides ventricosus* Newp. 等。上述現象雖對倉蟲的發生在一定程度上產生某些不利影響，但一般天敵的寄生或捕食的壓制作用往往因倉蟲的繁殖及潛藏本能或其他原因而大大削弱，因此對倉蟲發生所產生的不利影響是較微的。同時此等天敵象蟲狀恙蟲能刺激人類皮膚發生紅腫以至嘔吐頭疼發熱，而且天敵的屍體糞便同樣能沾污糧食，在維護糧食品質上無任何益處。

二、氣象因子：

(一) 溫度：昆蟲是體溫隨周圍環境溫度升降而變化的變溫動物，溫度變化對其生活過程中的影響為：

1. 發育迅速，決定其在全年中活動時期的長短。
2. 一年發生代數及種群 (population) 的密度。
3. 分布地域的限度。

在整個溫度條件下對昆蟲的活動有下列範圍：

有效溫度範圍 (zone of effective temperature)，昆蟲在此溫度範圍內通常能完成其正常發育。在有效溫度範圍內尚有最適溫度範圍 (optimum range)，昆蟲在此溫度範圍內發育最速，繁殖能力最大。在有效溫度範圍的最高溫度為最高有效溫度 (maximum effective temperature)。在最高有效溫度以上為臨界高溫或不活動高溫範圍 (zone of inactivity of higher critical temperature)，昆蟲在此溫度範圍內常呈夏眠狀態，當溫度降越此溫度範圍時即能恢復正常生命活動。溫度超出臨界高溫範圍為致死高溫範圍 (zone of fatal high tem-

perature), 昆虫在此温度下經若干时(因种类及温度不同而异)因体内蛋白質凝固而死亡。在有效温度范围下的最低温度为临界低温(critical low temperature 或 threshold of development), 在这温度以上昆虫的新陈代谢呈活动状态。临界低温以下为不活动范围(zone of inactivity), 昆虫在此温度范围内即进行冬眠, 当温度升越此温度范围时即能恢复正常生命活动。温度低于这温度范围为致死低温范围, 昆虫在此温度下經若干时(因种类及温度而异)因体液冻凝, 細胞内的原形質停止活动而死亡。

昆虫对温度的适应因种的特性而不同, 同种内又因各虫期的不同而异。

倉虫繁殖的有效温度范围一般为 15° — 35°C , 在这温度范围内的最适温度范围因倉虫种类而异, 例如: 米象为 29° — 32°C , 小米象(*S. sosakii*) 为 30° — 33°C , 谷蛾为 32° — 35°C , 印度谷螟为 33° — 34°C , 拟谷盗为 27° — 32°C 等; 一般最适温度范围为 25° — 32°C 。

倉虫各虫期發育快慢亦隨温度而不同, 例如赤拟谷盗卵期在 25°C 时为 6—7 日, 但在 30°C 时則仅 3—5 日; 幼虫期在 30°C 时为 22—27 日, 但在 25°C 时則最長需 66 日。

倉虫每代需时因温度不同而异, 例如锯谷盗每代需时在 20°C 时为 69 日, 25°C 时为 30 日, 30°C 时为 20.6 日, 35°C 时仅 18 日。

一般倉虫的不活动温度范围为 0° — 15°C 或 35° — 40°C , 在 62.8°C 中 5 分鐘或 49° — 52°C 中 10—12 小时各虫期一般均死亡。

在致死高温或低温范围内, 倉虫致死时间的長短在其他生态因子相同的情况下, 一般因温度的高低、虫种的不同、同种内各虫期的不同、同种同虫期内成熟程度的不同而异。例如几种倉虫在致死高温或低温中的致死时间如表二^[25]。一般昆虫的蛹、成虫、卵及孀类的卵、休眠体能耐较高或較低温度, 据 Nagel 氏(1934)試驗^[25]: 杂拟谷盗成虫对低温 7°C 时的抗寒力比其他虫期大, 在 -6°C 时則成虫与幼虫的抗寒力相等, 在 -12°C 时卵的抗寒力最大。据 Salts 氏(1936)