

海南岛的蝗虫研究

Studies on Acridoids of Hainan Island

刘举鹏 等

天財出版社

海南島蝗虫的研究

Studies on Acridoids of Hainan Island

刘 举 鹏 等

Liu Ju-peng et al.

天 貳 出 版 社

1995

海南岛蝗虫的研究

刘举鹏等

※

天则出版社出版

(陕西杨陵邮箱 1 号)

北京农业大学印刷厂印刷

1995年第一版 1993年12月印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.125

字数: 500千字 印数: 800本

ISBN 7-80559-257-8/Q47

定价: 40元

编辑委员会

主 任 翟守政
副主任 袁其祥
委 员 邢诒桥 冯所钦 符致浩
黎绍康 黄河清 陈嘉让

主 编 刘举鹏
编 委 （按姓氏笔画）
丁岩钦 龙庆成 刘举鹏
李鸿昌 何谭连 金宝红
周国启

前 言

蝗虫，这个农林牧业上的世界性大害虫，曾给劳动人民带来过无数的灾难。仅据我国史籍记载，从公元前707年到解放前的二千六百多年中就发生过蝗灾800余次，成为我国历史上最为严重的三大自然灾害之一。新中国成立后，在党和政府的领导下，对严重为害农业生产的东亚飞蝗立即开展了积极的防治，並对其发生地进行了卓有成效的改造，使昔日的蝗区变成今日的鱼米之乡。然而，历史上蝗灾並不严重的海南岛，东亚飞蝗却于1987年突然暴发，以其密度之高、来势之猛、为害之重震惊了我国农业等部门的各级领导和众多科学家。海南省政府以及各级领导对此极为重视，他们以最快的速度、强有力的手段组织了有关单位並在中国科学院动物研究所一些专家的配合下，立即应用飞机和地面人工喷洒农药的方法对猖獗为害的东亚飞蝗进行了积极的防治，解了燃眉之急。由于应用化学农药防治东亚飞蝗只能起到治表的应急作用、由于东亚飞蝗在海南岛和大陆温带区的发生规律有着明显的差异，所以，要想有效地控制东亚飞蝗在海南岛的发生为害，不仅不能单纯沿用旧有的防治方法，而且也不能照搬大陆温带区治理东亚飞蝗的成功经验。有效的措施是对此进行专题研究，然后再根据海南岛的实际情况制定对策。

在马骏教授等的指导和推动下，並在庞雄飞教授五十年代对海南岛东亚飞蝗调查研究的基础上，东亚飞蝗在海南岛的发生规律、测报与防治等项研究工作于1987年得以顺利开展。参加此研究项目的科学工作者，有龙庆成、何谭连、金宝红、何新金、周国启、余德炎、黄光斗等。随着研究工作的逐渐深入和客观实际的需要，李鸿昌、丁岩钦、刘举鹏、龙庆成等又应海南岛省农业厅的邀请，与何谭连等于1992年、1993年对海南岛蝗区的成因、结构特征、演替、治理对策和海南岛的蝗虫种类、区系组成、起源以及分布等进行了全面而系统的研究。这些研究成果，不仅对治理海南岛蝗害、制定改造蝗区的方案起到重要的指导作用，而且也为本书的撰写奠定了坚实的基础。

因本书只涉及到海南岛的蝗虫，故定名为“海南岛蝗虫的研究”。它包括的内容有：海南岛自然环境概况；记述了蝗虫48属79种，其中包括5新种；根据蝗虫的分布范围，对其区系组成、起源以及分布规律等均进行了分析研究並对其中一些问题提出了新的见解；对海南岛蝗区的成因、结构特征、演替以及防治措施等进行了全面而系统的阐述，其中的一些问题是前人从未涉及的；此外，本书还根据海南岛的具体情况和海南岛东亚飞蝗的生物生态学特性，对其测报和防治进行了概括性的总结。由此不难看出，本书既是一本理论性的专著，又是一本具有实际应用价值的读物，它不仅适于科研、教学等单位的科学工作者参考，而且对生产单位的技术干部和有关领导也有着重要的参考价值。

在本书的撰写过程中，中山大学昆虫研究所梁铭球教授和中国科学院上海昆虫研究所毕道英教授提供了很多有价值的资料和标本；邱式邦、夏凯龄、尹文英、管致和、梁铭球、尤其傲等教授对本书的撰写均给予了热情的指导；本书第二章和第五章的图均由迟淑华同志绘

制；国家自然科学基金和中国科学院分类区系学科特别支持费对本项科研给予支持；海南省农业厅对本书的出版在经费上给予了全力资助。在此，我代表本书所有作者，对上述同志和有关部门的指导、帮助、资助和支持表示衷心的感谢。

李鸿昌教授曾是策划、组织撰写本书的开创者和前期负责人，后因调到中国科学院上海昆虫研究所任所长要职，工作太忙实无精力顾及此书，在其它作者的鼓励和推荐下，本人接替了李鸿昌教授的主编工作，由于本人业务水平不高、经验不足，缺点、错误之处在所难免，希广大读者予以批评指正。

刘举鹏 1993年8月16日

目 录

前言

第一章 海南岛的自然环境 (李鸿昌 刘举鹏)

一、地形条件	1
(一) 地形对海南岛昆虫区系的影响	1
(二) 海南岛地形的总特征	1
(三) 海南岛地形的形成过程	2
(四) 海南岛的地貌类型	3
1 中部穹窿山地	3
2 丘陵	4
3 沿海台地	4
4 海岸平原	4
(五) 海南岛的地形区域分化	4
1 南、北两部分的分化	4
2 台地地形分化	5
3 南部山地地形分化	5
二、气候条件	5
(一) 气候对海南岛昆虫区系分布的影响	5
1 温度	5
2 降水和空气湿度	5
3 光照	6
(二) 海南岛气候的一般特征	7
1 太阳总辐射量大	7
2 日照时数多	8
3 气温全年很高	8
4 全年积温高	9
5 降雨量多	10
6 海南岛气候的区域分异	14
三、土壤条件	15
(一) 土壤对昆虫区系与分布的影响	15
(二) 海南岛的土壤类型及其分布	15
1 砖红壤	15
2 赤红壤	15

3 黄壤	15
4 山地草甸土	16
5 燥红土(红棕壤)	16
6 沙质土	16
7 水稻土	16
(三) 海南岛土壤的地区性分异	16
1 海南岛北部丘陵台地铁质砖红壤、砖红壤土区	16
2 东南丘陵、阶地黄色砖红壤土区	16
3 西南丘陵阶地燥红土、褐色砖红壤土区	17
4 中部山地赤红壤、黄壤土区	18
四 植被条件	18
(一) 植被对昆虫生态区系分布的影响	18
(二) 海南岛热带植被特征	18
1 热带植被组成	18
2 海南岛的植被类型	19
(三) 海南岛植被的区域分化	20
1 北部热带草原、稀树草原区	21
2 西部热带灌丛、热带季雨林区	21
3 中部山地垂直林带区	21
4 南部热带季风雨林区	21
参考文献	21
第二章 海南岛蝗虫的分类(刘举鹏 李鸿昌)	
一、分类地位和系统	23
二、分类特征	24
三、分类检索与种的记述	29
总科和检索表	29
(一) 瘤锥蝗科 Chrotogonidae	31
属检索表	31
1 黄星蝗属 <i>Aularches</i> Stål	31
2 橄蝗属 <i>Tagasta</i> Bol.	33
(二) 锥头蝗科 Pyrgomorphidae	34
3 负蝗属 <i>Atractomorpha</i> Sauss.	34
(三) 斑腿蝗科 Catantopidae	39
属检索表	39
4 梭蝗属 <i>Tristria</i> Stål	42
5 大头蝗属 <i>Oxyrrhypes</i> Stål	44
6 板齿蝗属 <i>Sinistauchira</i> Zheng	46
7 芊蝗属 <i>Gesonula</i> Uv.	47

8	肖蝗属 <i>Stolzia</i> Will.	48
9	稻蝗属 <i>Oxya</i> Serv.	51
10	稗蝗属 <i>Quilta</i> Stål	54
11	蔗蝗属 <i>Hieroglyphus</i> Krauss	56
12	板胸蝗属 <i>Spathosternum</i> Krauss	58
12	刺胸蝗属 <i>Cyrtacanthacris</i> Walk.	60
14	棉蝗属 <i>Chondracris</i> Uv.	61
15	厚蝗属 <i>Pachyacris</i> Uv.	63
16	黄脊蝗属 <i>Patanga</i> Uv.	64
17	凸额蝗属 <i>Traulia</i> Stål	65
18	胸斑蝗属 <i>Apalacris</i> Walk.	67
19	斜翅蝗属 <i>Eucoptacra</i> Bolivar	70
20	切翅蝗属 <i>Coptacra</i> Stål	71
21	十字蝗属 <i>Epistaurus</i> Bolivar	73
22	斑腿蝗属 <i>Catantops</i> Schaum	75
23	线斑腿蝗属 <i>Stenocatantops</i> Dirsh & Uvarov	76
24	异斑腿蝗属 <i>Xenocatantops</i> Dirsh & Uvarov	77
25	素木蝗属 <i>Shirakiacris</i> Dirsh	78
26	长夹蝗属 <i>Choroedocus</i> Bolivar	80
27	龙州蝗属 <i>Longzhouacris</i> You et Bi	81
(四)	斑翅蝗科 Oedipodidae	82
	属检索表	83
28	飞蝗属 <i>Locusta</i> L.	84
29	车蝗属 <i>Gastrimargus</i> Sauss.	86
30	踵蝗属 <i>Pternoscirta</i> Sauss.	88
31	异距蝗属 <i>Heteropternis</i> Stål	89
32	绿纹蝗属 <i>Aiolopus</i> Fieb.	91
33	小车蝗属 <i>Oedaleus</i> Fieb.	92
34	疣蝗属 <i>Trilophidia</i> Stål	93
(五)	网翅蝗科 Arcypteridae	95
	属检索表	95
35	竹蝗属 <i>Ceracris</i> Walk.	96
36	幼蝗属 <i>Aulacobothrus</i> I. Bol.	100
(六)	剑角蝗科 Acrididae	101
	属检索表	102
37	长腹蝗属 <i>Leptacris</i> Walk.	103
38	等跗蝗属 <i>Xenacanthippus</i> Miller	105
39	细肩蝗属 <i>Calephorus</i> Fieb.	106

40 埃蝗属 <i>Eoscyllina</i> Rehn	108
41 小戛蝗属 <i>Paragonista</i> Will.	109
42 荒地蝗属 <i>Truxalis</i> Fabricius	110
43 剑角蝗属 <i>Acrida</i> L.	112
44 蜈蚣蝗属 <i>Gelastorhinus</i> Br.-W.	114
45 戛蝗属 <i>Gonista</i> I. Bol.	116
46 黄佛蝗属 <i>Chlorophaeoba</i> Ramme	117
47 佛蝗属 <i>Phlaeoba</i> Stal	119
48 菊蝗属 <i>Phlaeobida</i> I. Bol.	120
参考文献	124

第三章 海南岛蝗总科区系的分析 (李鸿昌 刘举鹏)

一、海南岛蝗虫的分布记录	127
二、海南岛蝗总科的区系	160
(一) 蝗虫区系的一般概念	160
(二) 海南岛蝗总科的属种组成	160
三、海南岛蝗虫的分布类型	162
(一) 世界动物区系分区及我国的地位	162
(二) 亚洲大陆东部及东南亚的动物地理分区	163
(三) 海南岛蝗虫属级阶元的分布类型	165
1 分布型的划分	165
2 属级阶元的间断分布	168
3 属级阶元分布型的区系特点	169
四、海南岛蝗虫种级阶元的世界分布及其区系地理成分	170
(一) 种的世界区系分布	170
(二) 海南岛蝗总科区系地理成分及其特征	178
五、海南岛蝗虫区系的起源	180
(一) 蝗虫区系的岛屿特征	180
(二) 海南岛蝗虫区系与我国大陆区系的历史渊源	181
参考文献	182

第四章 海南岛热带区东亚飞蝗的生物学特性及其发生动态 (龙庆成 金宝红 何谭连 周国启)

一、概述	184
二、形态特征	184
(一) 卵	184
(二) 蛹	186
(三) 成虫	187

三、生活史	187
(一) 孵化	188
(二) 蛹的发育	192
(三) 蛹的死亡	193
(四) 成虫的一些主要生物学特性	197
1 羽化	197
2 交配	197
3 产卵	197
4 生殖力	200
(五) 发生世代	204
(六) 世代重叠	204
四、发生动态	205
(一) 发生与分布	205
(二) 发生世代、数量与生态环境条件的关系	208
1 以旱作物为中心的发生动态	210
2 以水稻为中心的发生动态	212
3 以甘蔗田为中心的发生动态	214
五、蝗虫的天敌	214
 第五章 中国东亚飞蝗新蝗区——海南热带稀树草原蝗区的研究(丁岩钦)	
一、东亚飞蝗的分类地位与生活行为特性	218
(一) 东亚飞蝗的分类地位	218
(二) 东亚飞蝗的生活行为特性	218
二、东亚飞蝗蝗区的类型及其特征	218
(一) 飞蝗的发生基地	218
(二) 飞蝗蝗区的类型(或发生基地类型)	219
(三) 东亚飞蝗蝗区的分布	220
(四) 东亚飞蝗蝗区的特征	221
(五) 东亚飞蝗在海南热带蝗区的发生生境	222
三、我国大陆蝗区的类型、形成过程及其主导作用因素	224
(一) 滨湖蝗区	224
(二) 滨海蝗区	225
(三) 河泛蝗区	227
(四) 内涝蝗区	227
四、海南热带蝗区的自然生态地理	227
(一) 海南热带蝗区的地理分布	227
(二) 海南热带蝗区的气候	229
(三) 海南热带蝗区的土壤	233

(四)	海南热带蝗区的植被	240
(五)	海南热带稀树草原蝗区的蝗虫群落	243
五、	海南东亚飞蝗热带稀树草原蝗区的成因	244
(一)	本岛森林分布与历代移民的关系	244
(二)	东亚飞蝗的发生与本岛森林砍伐的关系	251
(三)	森林植被恢复与东亚飞蝗发生为害的关系	252
(四)	本岛森林分布的现状及对海南热带蝗区形成的关系	252
(五)	破坏与砍伐森林以及刀耕火种对当地气候、环境、土壤的影响	253
六、	本岛大沙河三角洲河漫滩地理生境对东亚飞蝗发生动态的作用分析	255
(一)	海南岛的河流及其形成的三角洲平原的分析	255
(二)	本岛大沙河三角洲类型对东亚飞蝗大发生的作用分析	257
七、	海南热带稀树草原蝗区的特征及其作用因素的分析	258
(一)	影响海南热带蝗区作用因素的影响指数分析	258
(二)	东亚飞蝗热带稀树草原蝗区的特征	259
(三)	东亚飞蝗在海南热带蝗区的发生特点	260
八、	大陆温带蝗区与海南热带蝗区的比较	265
(一)	大陆温带蝗区与海南热带蝗区形成原因的比较	265
(二)	不同类型蝗区的结构成分特征比较	267
(三)	不同类型蝗区控制蝗害生态对策的比较	274
九、	海南热带稀树草原蝗区的生态控制蝗害的对策	275
(一)	恢复森林植被, 系统地进行绿化造林工程建设	276
(二)	改善水利条件, 增加灌溉面积, 减少由于干旱带来的沙化、撩荒的前景	278
(三)	增加农作物复种指数, 扩大热作面积, 提高植被覆盖度, 消灭撩荒地, 改变蝗区次生结构, 达到控制蝗害的目的	281
十、	小结与讨论	285
参考文献		287
英文摘要		288
中名索引		303
学名索引		306

第一章 海南岛的自然环境

李鸿昌 刘举鹏

海南岛位于我国南海的北部，地处北纬 $18^{\circ}10'$ — $20^{\circ}10'$ 、东经 $108^{\circ}37'$ — $111^{\circ}03'$ ，是我国第二大岛屿（台湾居首位）。在自然地理区划上，它处于热带区，拥有丰富的水、热、光等自然资源。地形复杂独特，气候暖热湿润，但也存在季风气候影响且复杂多变；土地和植被带等均具有明显的热带区特征，四季常青，由于季风气候的影响和复杂多变，故存在季节性干旱和周期性低温的变化特点。

海南岛的面积约为3.4万平方公里，仅次于台湾岛（约为3.6万平方公里）。约在新生代早更新世（ Q_1 ）末期（约在50—100万年以前），由于喜马拉雅造山运动，因地壳的断陷作用而形成了现在的琼州海峡，于是，海南岛才与大陆分隔开来而成为岛屿。琼州的峡宽20—30公里，平均深度40余米，最深处达120米。

一、地形条件

（一）地形对海南岛昆虫区系的影响

地形是指地面的形态，为地球内营力与外营力相互作用的结果。海南岛地形的复杂多样，导致了不同地域生态条件的多样性，从而决定或影响本岛昆虫的生存类群及其地理分布规律。通常，高山地形（例如五指山等）都可能对昆虫分布起着一定的阻限作用，因为，大多数类群昆虫的迁移、扩散活动都不易越过高山，并且，随海拔高度的增加，不同高度处的地域性温度、湿度、光照强度与气压等影响因素都会呈现出显著的垂直变化。但是，在研究某一地区内现存昆虫区系分布时，经常似乎并不能看出高山的阻限作用，这是由于，有许多类群昆虫的历史年龄大于其当前所生存的那些山地形成历史年龄的缘故。可以予见到，海南岛的复杂地形，对其昆虫区系（特别是蝗虫）分布规律，均会起着直接或间接的影响作用。

（二）海南岛地形的总特征：

海南岛的地形，系呈一穹窿山地的层圈状，即其平面呈椭圆形，以中部五指山为最高的山区，向外围逐级下降，是由山地、丘陵、台地（阶地）、平原依次组成环绕中央山地的层圈地貌（图I—1）。

海南岛的地形特征表现为：（1）是多极层状地形，由中部向四周逐级降低，形成环状地形结构，土壤、植被等也相应呈环状分带；（2）台地地形发展充分，加上阶地占全岛面积的 $1/2$ 。目前，农业、林业、牧业等均多在这里有了较好的发展，相应形成的不同类型生态系统，必然也协同地发展了特定的蝗虫群落结构（见第三章表Ⅲ—3）；由火山流出的



图 I-1, 海南岛地形分区略图 (高素华等, 1988)

I, 海滨台地和沙滩区 II, 玄武岩台地区

III, 花岗岩丘陵区 IV, 中部山区

熔岩形成的火山锥遍布本岛的台地上。(3)典型的红树林和珊瑚礁岸,在本岛也发育充分,亦表现了热带地貌特征。

海南岛是位于南海大陆架上的岛屿。早在第四纪全新世初(距今约有1万年),当时,海南岛通过雷州半岛尚与亚洲大陆相连接。雷州海峡的陷落形成,迄今尚不到100万年。这一地质历史特点,在分析该岛屿的动物、植物及昆虫(含蝗虫类)的区系形成及系统演化过程,具有重要的地史方面的理论依据。

(三) 海南岛地形的形成过程:

海南岛和华南大陆,同样都具有前泥盆纪的砂页岩系变质岩系的基底,经过加里东运动,才把这一系列地层褶皱,形成了较坚硬的陆块。然后,在古生代时期又沉积了晚泥盆纪至二叠纪海、陆交替相的碎屑及碳酸盐而建造成。

在中生代的印支期造山运动和侏罗纪、白垩纪的燕山运动,都使海南岛基底发生了断裂,并引起了大量花岗岩的侵入(白垩纪时期),致使本岛中部地势不断上升,形成了当今的穹窿构造。

喜马拉雅造山运动时,对海南岛影响的性质仍然属于是断块活动。例如,鹦哥岭(1811.6米)就是由于喜马拉雅造山运动时(第三纪时期),将原来的红层盆地的断裂部分被抬高而

形成山峰地势的，可以说，新生代的喜马拉雅运动，把海南岛在中生代的地形完全改变了。

特别重要的是，与研究现代动、植物与昆虫区系形成演化有重要关系的地质历史中，其中，自新生代第三纪的喜马拉雅运动以后，相继产生了大面积的升降运动（即造貌运动），就是海南岛现代地貌的形成时期了。可以说，今天看到的海南岛的地形，就是在这个基础上开始形成的。现代海南岛中部山地地势最高，形成年代也最古老，它在新生代第二纪末期已形成了，并由于地壳不断的上升，海南岛沿海有不少浅水地方也高出水面而成陆地，不断形成了沿岸阶地或台地，把岛屿面积增加了，形成了当今海南岛的中间高、向其四周变低的穹窿构造地形。

（四）海南岛的地貌类型：

海南岛的地貌，可分为中山、低山、丘陵、台地、平原五种类型。它们所占面积分别为中山（>800米）占6067.6平方公里（占全岛总面积18%）；低山（500—800米）为2555.4平方公里（占7.5%）；丘陵（100—500米）为4497.7平方公里（占13.3%）；台地（15—80米）为11052.4平方公里（占32.6%）；平原与阶地（<100米）为7878.8平方公里（占28.7%）。现对上述各类地貌分别简述如下（图 I—2）：

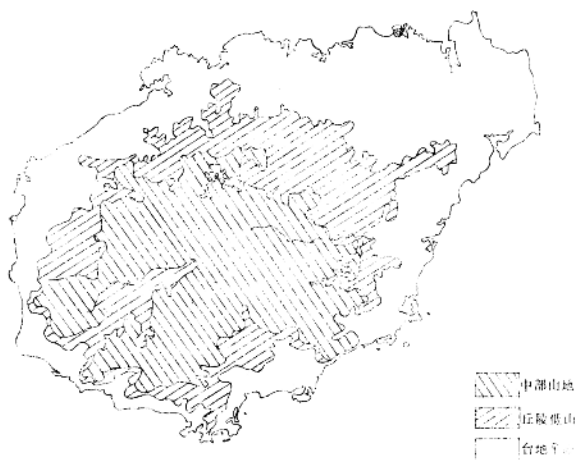


图 I—2，海南岛地貌结构示意图（许士杰，1988）

1. 中部穹窿山地 海南岛中部为山地，但其中尚夹杂分布有不少的谷地、盆地和丘陵。例如，通什地区为一盆地地貌，但它被群山包围；谷地中往往生存有较丰富的蝗虫生态小区系，山地则常有特殊的蝗虫属、种。例如在五指山区，在主峰高达1867米处（为海南岛第一高峰），山体虽似平缓，但在部分山顶处形成了峰顶，与黎母岭遥遥相对，山体均由花岗岩所成。五指山西南坡800米以上为缓和倾斜（15度）势态，呈单斜山中山，是一块庞大山

块,其山顶和缓面在1100—1200米处和1500—1600米处,故其山体外貌并不呈崎岖兀凸状。四周可见到为1000米、800米、700米的和缓面以及略低的宽谷地。又例如,尖峰岭地区,也是一个独立山块,最高峰海拔为1412.5米,1000米以上的山峰多达80座,并耸立在800米山顶和缓面上,形成一个山簇。山体内具有多级夷平面或山顶和缓面,在面上并有相应的宽广谷地或小盆地,这里,由于独特的生态地理条件,相应的蝗虫区系是非常独特的。

2.丘陵 是一种在山地和台地地区之间呈过渡性地段,山地被河谷、沟谷切割后,便形成丘陵地。台地被河谷、沟谷切割也形成丘陵。海南岛近山地的高丘陵是由河谷、沟谷切割了低山而形成,其坡度也较大、山顶较尖。在高丘之间,即为河谷平原,在开阔的谷地中,尚有一级和二级阶地存在。但在近台地边缘的低丘,因其花岗岩性基底的不透水性,表流多,故其河谷、沟谷发育,则丘陵地破碎,常成一片浑圆形小丘(高度在250米以下),谷地不宽,但多已开垦成为水稻田。蝗虫在这种丘陵地貌的不同处表现出分异情况,其生态小区系往往也相应随之变化。海南岛的丘陵地呈一环带状分布(图1—2),丘陵地区在350米以下的低丘、谷间盆地和谷地内,由于河水及雨量的滋润,土质较好,已成为橡胶林的分布地带,生存在林带中的蝗虫群落亦表现有自己的特色。

3.沿海台地 系环绕着全岛、呈一环状分布的地域(图1—2)。台地区的地势平坦,土壤较好,农业比较发达,伴随不同地区的农作物品种的不同组合及培养方式,这里生存的蝗虫种类及其生物学特性、发生规律与为害特点,也是丰富与独特的,许多蝗种形成农业害虫。台地分布在海南岛北部,面积达18500平方公里,占全岛土地面积的53.6%,大体是在新生代中更新世时期形成的;而沿海台地则多在上、下更新世形成,也有不少是由于海蚀作用所形成。台地是进一步开发本岛潜力最大的地貌类型,农、林、牧业以及热带作物都可能有更好的发展。随着大农业结构、配置和栽培技术的更新,蝗虫生态区系将相应发生动态适应性演变。

4.海岸平原 平原地貌类型,是海南岛环带式地形结构最外的一环(图1—2),由海岸平原、沙堤泻湖平原和三角洲平原这三种不同类型组成。

海岸平原是沙堤和干泻湖二者相间组成,地势起伏,高处为沙堤,生产着耐旱植物,低处为沼泽低地;沙堤泻湖平原以分布在东海岸者最为典型,即有些泻湖尚未完全干涸。未成洼地(例如万宁的小海,即是一个典型的大泻湖,海湾被一大沙堤隔开,使湾内水域成一小海)。而有些则已淤满而形成洼地(例文昌海岸大沙堤的泻湖区);典型三角洲平原只有南渡江口处,这是由于海南岛山林茂密,一般河流的含沙量并不大,加之河流量也不大的缘故。至于昌化江、万泉河、陵水河等的河口处,只是一个三角洲的雏型。

海岸平原中,由于不同形成原因而导致的生态环境的差异,宏观看尽管这种环境差异并不很大,但从蝗虫生态小区系的观察上看,其种类组成及其数量差异是显著的。

(五)海南岛的地形区域分化:

海南岛地形分化,表现在北部为一长期沉陷区,形成了广大台地;而南部为长期隆起区,表现为山地丘陵区,并且在山地丘陵上常可见有夷平面存在,表明这里地壳在未上升运动前曾是低平地区。现对区域性分化简述如下。

1.南、北两部分的分化 海南岛北部为长期沉陷区,表现在琼州海峡的形成。这里原是新生代第三纪浅海相沉积地表,经慢慢下沉而成的。南部山地地区的分化,则是以中区抬

升、四周下降为其特点的。同时，西海岸以上升为主，形成了台地海岸；东海岸以下沉为主，形成盆地、港湾海岸。在山区中，由于地壳的断裂，还形成了保亭、白沙、乐东等处的菱形盆地。

2. 台地地形分化 由于海南岛属于热带区域，山坡上散流作用强烈，暴雨冲刷力强大，因而有大量泥沙冲下山坡，堆积形成了坡积面地形，即形成了一个长而宽大的山脚倾斜平原。同时，台地中的一部分不断上升，它的四周形成了一级一级的阶台地形。

3. 南部山地地形分化 海南岛的山地结构为，以万泉河—昌化江为界，分异为西北部和东南部的两个部分。全岛最高地为五指山（东南部分），西北部以黎母岭山脉为主。山地中部最高，即鹦哥岭—五指山一带地区，海拔在1800米以上，亦为万泉河、昌化江分水岭之所在处，为海南岛穹窿山地的中心部分，地势从这里向着四周下降，山地截流的雨水，成为源泉，向四面分流而下，形成了放射状水系。山地高地盘踞本岛中部，成为本岛分隔的力量。

二、气候条件

（一）气候对海南岛昆虫区系分布的影响：

气候包括：日光辐射、温度、降水、气流和氧压等多种要素，但事实上，在任一地区内的气候诸要素，都是以综合方式表现其作用。海南岛仍以日光辐射这一要素起主导作用。现简要分述各要素的具体作用。

1. 温度 环境温度是昆虫进行正常生长发育的首要因素。昆虫均属于变温动物，其体温随生活环境的温度而平行变化。通常，当生境温度较低时，虫体温度要比其略高；当生境温度较高时，虫体可因体内水分蒸发使体温略低于生境温度。昆虫生长发育所需要的热能，主要依赖于外界环境以各种方式（食物等）取得。每种昆虫的正常生存均有所需要的适宜温度范围，只有生活在该范围内，其寿命最长、生命各种活动表现最为旺盛、发育与繁殖能够正常进行。例如，东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* (Mey.) 在正常营养条件下，当生境平均气温达32℃时，其产卵日距仅3天；当在24—28℃时，一般需4—6天；若温度更加异常，则为7—10天，因而导致减少产卵量。相反，昆虫生境温度处于适宜温度范围以外，不仅发育缓慢、繁殖停滞，甚至死亡。这一基本的生物学特性，是决定和影响昆虫区域分布的直接生理原因。一些昆虫的存活，能适应于较大温度变幅，称之为广温性类群；另一些，则只能存活于较狭的温度范围内，称之为狭温性类群。大多数陆地生活的昆虫，是属于广温性的，狭温性昆虫中的陆生种类数，远较水生昆虫中的种类数为少，这是因为陆地环境气候受地形、纬度、气温、日辐射等自然因素的影响作用变化较大，使很多不同类群昆虫难于适应环境因素的剧烈变化。

由于昆虫只能适应于一定的温度变化幅度，而温度通常主要与地理纬度相关，因此，每种昆虫的地理分布总与一定的温度界限有直接关系，与地理纬度呈间接关系。

2. 降水和空气湿度 水分是另一个对昆虫的分布起阻限作用的气候因素。因为，虫体内的所含水分主要来源于食物，或直接从环境中吸水。水，是昆虫体的主要组成成分，也是昆虫个体生长发育所需要的生理要素之一。每种昆虫都有其最低需水量和适宜的生态湿度范围，生境湿度过高或过低，均可抑制昆虫的发育甚致罹病，而生境中空气的适宜湿度对昆虫生