

白背飞虱种群治理 理论与实践

秦厚国 叶正襄 舒 畅 汪笃栋 编著

江西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

白背飞虱种群治理理论与实践/秦厚国等编著. —南昌:
江西科学技术出版社, 2003. 6

ISBN 7-5390-2267-1

I. 白… II. 秦… III. 白背飞虱—植物害虫—防
治 IV. S435.112

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 046501 号

白背飞虱种群治理理论与实践

秦厚国等编著

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市新魏路 17 号
	邮编: 330002 电话: (0791) 8513294 8513098
印刷	南昌市印刷一厂
经销	各地新华书店
开本	787mm × 1092mm 1/16
字数	550 千字
印张	23
印数	3000 册
版次	2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷
书号	ISBN 7-5390-2267-1/S·478
定价	48.00

(赣科版图书凡属印装错误, 可向出版社发行部或承印厂调换)

前 言

水稻是我国最重要的粮食作物,其种植面积约占粮食作物面积的 1/3,总产量占粮食总产量的 45%左右,居世界各国之冠。稻飞虱(白背飞虱和褐飞虱)是一种具世界性、迁飞性、暴发性、毁灭性等特点的水稻头号大害虫。20 世纪 70 年代末期以来,我国稻飞虱的发生面积越来越大,对水稻生产造成的损失越来越重,暴发成灾的频率明显增加。据有关权威部门统计,一般年份我国稻飞虱发生面积通常在 2 亿亩左右,约占水稻种植面积的 1/2,虽经大力防治,每年仍然损失稻谷 10 亿~15 亿公斤。1991 年是我国历史上稻飞虱特大发生年,发生面积多达 3.48 亿亩,发生范围涉及广东、广西、云南、四川、江西、湖南、湖北、江苏、浙江等 19 个省、市、自治区;过去罕见稻飞虱的天津和唐山稻区,全部遭受其严重危害,其中绝收面积多达 20 万亩,群众称之为“不冒烟的大兴安岭火灾”;该年全国损失稻谷 25 亿公斤,加上防治用工和农药等投入,直接经济损失约 50 亿人民币。

鉴于白背飞虱发生、危害与日俱增,该虫的研究和防治引起了有关部门和广大植保工作者的高度重视和广泛关注。1978~1980 年由全国 19 个省、市、自治区的 69 个单位组成了全国性白背飞虱科研协作组,对该虫的寄主植物、越冬情况、成虫迁飞的生物学特性、迁飞规律等进行系统、深入的研究。在其后的“六五”、“七五”和“八五”国家或省级农作物病虫害综合防治攻关项目中,白背飞虱的研究亦是重要内容之一。1992 年农业部根据国务院领导的指示精神,由全国植保总站牵头,组织南方 10 省、市、自治区 49 个重点农作物病虫害测报站(1993 年又增加云南、四川 2 省 5 个县级农作物病虫害测报站)实施“稻飞虱监测与治理”工程,进一步推动了我国稻飞虱监测和防治工作。经过 20 多年对白背飞虱的深入系统研究,为该虫种群治理积累出的科学资料极具价值。为此,我们结合自己对白背飞虱研究和防治实践,并在参阅了大量文献资料的基础上,编写了这本专著。其内容涉及应用基础研究和综合防治两大部分,包括白背飞虱属种类鉴别、地理分布、生物学、迁飞规律、种群动态、自然种群生命表及天敌的控制作用、水稻品种抗虫性及利用、危害损失及防治指标、预测预报和综合防治。本书在编写过程中得到我国著名昆虫学家、江西农业大学章士美教授的热情鼓励,江西植保植检站推广研究员梁光浙先生提供部分资料,江西省农业科学院科技情报所丁健先生帮助检索白背飞虱文献,在此一并表示谢意。由于白背飞虱研究时间较长,研究文献分散、浩繁,内容涉及面广,而且,研究工作仍在不断深化,要写出一本能全面、系统地反映研究和防治进展全貌的专著,实非易事。由于作者水平有限,书中不妥甚至错误之处,在所难免,敬请读者斧正。

编著者

2002 年 6 月于南昌莲塘

目 录

第一章 概述.....	(1)
1.1 研究概况	(1)
1.2 地理分布	(2)
1.3 危害与损失	(2)
1.4 稻飞虱上升为水稻主要害虫原因剖析	(5)
第二章 白背飞虱分类及鉴别.....	(8)
2.1 白背飞虱分类地位	(8)
2.2 飞虱科形态特征	(9)
2.3 我国白背飞虱属种类的鉴别	(13)
2.4 我国稻区常见飞虱	(22)
第三章 生物学特性	(37)
3.1 寄主植物	(37)
3.2 年生活史	(37)
3.3 越冬北界	(42)
3.4 成虫、若虫生活习性	(47)
3.5 取食危害和耐饥力	(51)
3.6 生殖行为	(60)
3.7 成虫翅型分化	(73)
3.8 鸣声信息	(74)
第四章 迁飞规律	(76)
4.1 远距离迁飞现象的观测和证实	(76)
4.2 成虫迁飞的生物学特性	(78)
4.3 迁飞路径	(86)
4.4 天气对迁飞的影响	(95)
4.5 空中水平输送、降落和生境选择	(96)
4.6 迁入始见期和主迁入峰期	(100)
4.7 主害期和迁出期	(101)
4.8 白背飞虱发生区划	(104)
第五章 种群动态及其影响因素	(111)
5.1 温度对实验种群增长的影响	(111)
5.2 湿度对实验种群增长的影响	(114)
5.3 水稻生育期对实验种群增长的影响	(118)
5.4 温度和食料组合对实验种群增长的影响	(121)
5.5 白背飞虱种内和种间密度效应	(124)

5.6	田间种群动态及其影响因素	(134)
5.7	种群动态模拟模型	(151)
第六章	白背飞虱自然种群生命表及天敌的控制作用	(160)
6.1	白背飞虱自然种群生命表的编制方法	(160)
6.2	白背飞虱自然种群生命表的分析	(162)
6.3	白背飞虱天敌名录	(164)
6.4	主要天敌生物学、生态学及对白背飞虱控制作用	(168)
第七章	水稻对白背飞虱的抗性及其利用	(209)
7.1	水稻抗白背飞虱鉴定技术	(209)
7.2	抗源筛选和抗虫育种	(211)
7.3	抗虫机制	(220)
7.4	水稻对白背飞虱物理和生化抗性基础	(233)
7.5	抗性遗传	(247)
第八章	危害损失及防治指标	(257)
8.1	危害损失	(257)
8.2	防治指标	(274)
第九章	种群监测和预测预报	(279)
9.1	我国稻飞虱监测和预测预报现状	(279)
9.2	种群监测	(280)
9.3	预测预报	(290)
第十章	白背飞虱综合治理关键技术	(313)
10.1	农业防治	(313)
10.2	生物防治	(319)
10.3	化学防治	(329)

第一章 概述

1.1 研究概况

白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 是全球多数水稻生产大国稻作上的一种重要害虫,其危害在日本可追溯到公元前 697 年 (Suenaga et Nakatsuka, 1958)。我国关于稻飞虱的最早记载在公元 1159 年 (宋绍兴二十九年) (周尧, 1988)。1899 年, Horvath 根据在日本采集到的雄虫标本, 首先建立了这个种, 并命名为 *Delphax furcifera*, 1963 年 R. G Fennah 改放在 *Sogatella* 属内。异名有 *Sogata distinct* Distant, *Sogata pallens* Distant, *Sogata Kyusyuensis* Matsumura of Ishihara 和 *Sogata tandojimensis* Qadri, et Mira。

白背飞虱作为一个物种建立后, 对其研究沉寂了很长时间。20 世纪 30 年代, 日本、印度和斐济先后进行了一些研究, 由于第二次世界大战的爆发以及随之而来的经济萧条, 研究工作处于停滞状态。直到 60 年代后期, 白背飞虱发生和危害日趋严重后才引起农业昆虫学家和植保专家的普遍关注和重视, 研究工作随之活跃起来。据张桂芬等 (1988) 报导, 自 1899 年至 1986 年底的 87 年中全世界共发表有关白背飞虱的文献 615 篇 (表 1-1), 其中日本、印度、菲律宾和我国学者发表的文献占 76.5%, 其次为马来西亚和朝鲜等国 (表 1-2), 其研究内容几乎涉及到白背飞虱的各个方面, 尤其是水稻品种的抗虫性、化学防治、生物防治、种群生态、预测预报、迁飞及生物学等 (表 1-3)。

表 1-1 白背飞虱文献发表年代

年代	文献数量
1890 ~ 1899	1
1900 ~ 1909	5
1910 ~ 1919	8
1920 ~ 1929	8
1930 ~ 1939	39
1940 ~ 1949	13
1950 ~ 1959	24
1960 ~ 1969	83
1970 ~ 1979	195
1980 ~ 1986	239
合 计	615

表 1-2 各国发表白背飞虱文献比例

国家	文献比例 (%)
日本	32.3
印度	17.5
菲律宾	16.7
中国	10.0
越南	1.0
印度尼西亚	1.9
泰国	2.5
巴基斯坦	1.3
朝鲜	5.6
马来西亚	6.0
斐济	1.9
其它地方	3.3

表 1-3 白背飞虱研究范围

研究内容	文献数量 (篇)	研究内容	文献数量 (篇)
形态	12	信息联系	4
分布	46	人工饲养	6
生物学	38	迁飞	34
发生、生活史	77	种群生态、预报	67
危害	70	生物防治	79
传病	9	化学防治	88
暴发	30	栽培防治	17
分类	18	品种抗性	106
生理	21	其它	14

我国对稻飞虱的研究起始于 20 世纪 20 年代(邹钟琳, 1929)。1924 年邹钟琳先生将在江苏稻区采集到的稻飞虱标本送往美国 F. Muir 鉴定后, 确定学名为白背飞虱(当时称花飞虱) *Sogatella furcifera* (Horvath) 和褐飞虱(当时称黄飞虱) *Nilaparvata lugens* (Stal)。“飞虱”的称谓亦是邹钟琳先生最先采用, 并沿用至今。20 世纪 70 年代以前, 鉴于白背飞虱不是重要的经济昆虫, 仅在局部稻区呈间隙性发生和危害, 其研究工作只局限于生活史、生活习性和防治的研究。60 年代后期稻飞虱的危害范围逐步扩大, 危害程度逐步加重, 特别是 70 年代以来, 严重危害的频率明显增加, 几乎每 3 年就有 2 年大发生(姜瑞中, 1994), 因此, 白背飞虱的研究引起我国有关部门的高度重视。我国于 1978 ~ 1983 年由西南农学院和河南省农科院主持了全国性白背飞虱科研协作组, 对白背飞虱的迁飞规律进行了大规模的调查研究, 1983 年以后进一步开展了迁飞机制、种群数量变动规律、预测预报以及综合防治等方面的深入研究, 并取得了举世公认的丰硕科研成果。据《维普中文期刊检索系统》检索结果, 1989 ~ 2001 年期间共发表白背飞虱研究的科研论文多达 157 篇, 论文内容涉及到生物学特性、迁飞规律、迁飞机制、实验种群和田间种群生态、取食行为和致害生理、危害损失和经济阈值、种群监测以及综合防治等各个领域。

1.2 地理分布

白背飞虱是一种广布全球各地的农业昆虫。国外分布于东北亚的朝鲜、日本, 东南亚的菲律宾、印度尼西亚、泰国、马来西亚、越南, 南亚的印度、巴基斯坦, 澳大利亚的北部, 太平洋诸岛, 非洲的埃及, 美洲和加勒比海等国家和地区。甚至在夏秋和初秋时不种水稻的俄罗斯滨海地区和蒙古人民共和国亦能采到成虫, 这是长翅型成虫远距离迁飞的结果(岸本良一等, 1982; Saxena, A. A. 1984; Kisimoto, R. 1973, 1976; Ammar, E. D 等, 1980)。

国内广泛分布于各稻区, 西自西藏察隅、黑脱和新疆的昌吉、米泉(东经 85.7 度左右)到东南沿海及台湾省(东经 122 度), 南从海南岛的南端(北纬 18.2 度)到黑龙江的佳木斯、安庆(北纬 47 度)。在广东、广西、福建、江西、浙江、四川、湖北、上海、江苏等稻区主要危害早稻、中稻和一季晚稻。近年来, 南方稻区晚稻白背飞虱种群数量也很多, 受害也较重。

1.3 危害与损失

白背飞虱对农业生产的危害主要表现在以下三个方面:

(1) 产卵危害。白背飞虱的卵多垂直地产在水稻叶鞘中肋和叶片中肋的脉间组织中, 少数亦可产在嫩茎中。雌虫产卵刺破茎秆组织, 不但影响养料和水分的输送, 而且虫口密度大时, 常卵痕叠叠, 致使茎秆枯死。

(2) 刺吸危害。白背飞虱是一种典型的刺吸式口器害虫, 主要通过口针刺探和刺吸汁液对水稻植株造成危害。刺探除机械作用影响外, 还分泌凝固性唾液形成口针鞘遗留在水稻植株组织内, 从而阻碍光合作用的输送; 同时刺吸不仅直接消耗寄主的营养, 还能引起寄主一系列生理、生化反应, 最终导致水稻叶片发黄, 加速植株衰老, 直到整个植株倒伏枯死。

(3) 传播烟草丛枝病害(Tobacco witches' broom symptom diseases)。烟草丛枝病害是云南烟草上的一种毁灭性病害, 1991 ~ 1993 年在云南玉溪、楚雄烟田发现此病, 发病率为 3%, 1993 年云南保山、大理州烟区大面积发生此病, 发病面积约 13340hm², 烟叶减产 50%, 损失惨重, 至 1998 年云南全省累计发病面积 34000 多 hm², 其中 6700hm² 绝收, 经济损失达数亿元人民币。传播该病的媒介昆虫为白背飞虱。孙跃先等(2000)对白背飞虱传播烟草丛枝症进行了

初步研究,结果表明:①飞虱获毒最短时间为5分钟即可传毒,传毒率随获毒时间的增加而递增,获毒时间4小时,传毒率可达47%,获毒时间24小时,传毒率则高达100%;②获毒飞虱接种时间在1~3分钟均不能使烟草发病,接种时间达6分钟后便可进行传毒,传毒率为10%,传毒率与接种时间成正比,接种时间6小时,传毒率为53%,接种时间48小时,传毒率高达100%;③白背飞虱传播烟草丛枝症的传毒效应随媒介昆虫数量的增加而增加,每株烟草3头白背飞虱成虫即可传播,10头/株成虫时传毒率达95%,15头/株成虫传毒效率达最大,为100%。

稻飞虱(白背飞虱和褐飞虱)危害水稻,暴发成灾,导致水稻大幅度减产,其惨状在日本江戸时代以前就有记载(未永·中冢,1958)。我国在1924年,江苏太湖稻区白背飞虱和褐飞虱混合发生,暴发成灾,造成水稻严重“虱烧”(李凤荪,1952)。白背飞虱大面积猖獗危害是近30年来才发生的。20世纪50年代以前,我国水稻种植方式简单,稻田耕作制度单一,水稻单产较低,白背飞虱成灾记录仅偶尔报导。20世纪60年代后,东南亚、南亚等水稻生产大国水稻矮秆阔叶品种的育成和推广,极大提高了复种指数。与此同时,我国南方稻区也进行了大规模的水稻耕作改制,即单季稻改双季稻,间作稻改连作稻,北方稻区随着水利条件的改善,大面积扩种水稻。随着矮秆良种的选育成功,20世纪60年代末南方稻区水稻生产实现了矮秆良种化,以及随之而来实行的高肥密植的栽培措施,为稻飞虱自南向北迁飞和定居繁殖提供了适宜的寄主植株和生态环境,使之一跃成为东南亚各国和我国水稻上最重要的害虫。特别是20世纪70年代末以来的20多年中,稻飞虱的发生危害日趋严重。主要表现在如下几个方面:一是发生面积和范围进一步扩大。以往全国稻飞虱(白背飞虱和褐飞虱在稻田往往混合发生,故发生面积、危害程度均以2种飞虱为统计对象)发生面积仅数千万亩,危害范围主要集中在长江中下游稻区以及贵州、云南、四川、广西等省(区)局部稻区。20世纪70年代开始,发生面积扩大到1亿亩以上,常年维持在1.2亿~1.5亿亩之间,全国各主要稻区均较严重发生。20世纪80年代,其发生面积一跃上升到2亿亩左右。1987年和1991年我国各稻区稻飞虱特大发生,发生面积分别为2.7亿亩和3.48亿亩,分别占当年全国水稻种植面积的50%和60%。不仅全国主要稻区普遍发生,而且沿黄河灌溉稻区、华北和东北局部稻区以及以西北等历史上罕见发生的地区也遭到稻飞虱的严重危害(图1-1)。我国稻区稻飞虱多以褐飞虱为主,白背飞虱仅在西南稻区、湖南稻区以及华南局部早、中稻上发生较多,但1980年以后,白背飞虱种群数量迅速上升,不仅西南稻区而且华南、江南和长江流域大部稻区,不仅早稻、中稻而且单季晚稻和双季晚稻上也发生较重危害,发生面积甚至超过褐飞虱(汤金仪等,1994)。二是稻飞虱暴发频率增加。20世纪60年代以前,稻飞虱在局部稻区一般为每5~10年爆发1次,甚至更长时间才爆发1次,其频率在10%~20%之间。20世纪70年代,一般5年爆发1次,频率为50%。1980~1993年猖獗频率明显增加,13年中有9年暴发成灾,频率为70%,即平均每3年就有2年发生猖獗,危害严重。三是危害程度加重。如前所述,1980年以来,稻飞虱发生数量明显增加,危害面积逐年扩大,危害程度日趋加重,给水稻生产带来严重威胁。1987年和1991年2次全国稻飞虱特大发生,其发生区域之广、受害面积之大、经济损失之重都是水稻生产历史上史无前例的。1987年水稻遭受稻飞虱严重危害的地区北达山东临沂、西至陕西汉中及安康地区;广东、广西早稻5月上旬就有部分田块出现“穿顶”枯死;江、浙、沪、皖等长江中下游稻区,稻飞虱当代迁入当代暴发成灾,虽经大力组织防治,但全国仍有200多万亩稻田出现成团成片

枯死倒伏,甚至颗粒无收。1991年稻飞虱发生危害超过1987年,受害范围更大,南至南岭山脉,北至辽宁锦西,西达川西北和陇东、陕南等广大稻区均遭受飞虱的严重危害。湖南有100多万亩稻田出现点片枯死;安徽有400多万亩稻田受害严重;湖北稻区第4~6代稻飞虱连续大发生;四川发生面积高达1300万亩;天津86万亩水稻中有38万亩稻谷损失达20%~30%以上,其中基本颗粒无收的稻田13万亩;河北唐山、秦皇岛、廊坊等冀东稻区100多万亩稻田受害严重,水稻枯死倒伏。1991年稻飞虱发生范围涉及到19个省(市、区),虽经全力防治,仍然损失稻谷25亿公斤,加上人工、农药及施药器械等的投入,估计直接经济损失高达50亿元人民币(汤金仪等,1994)。

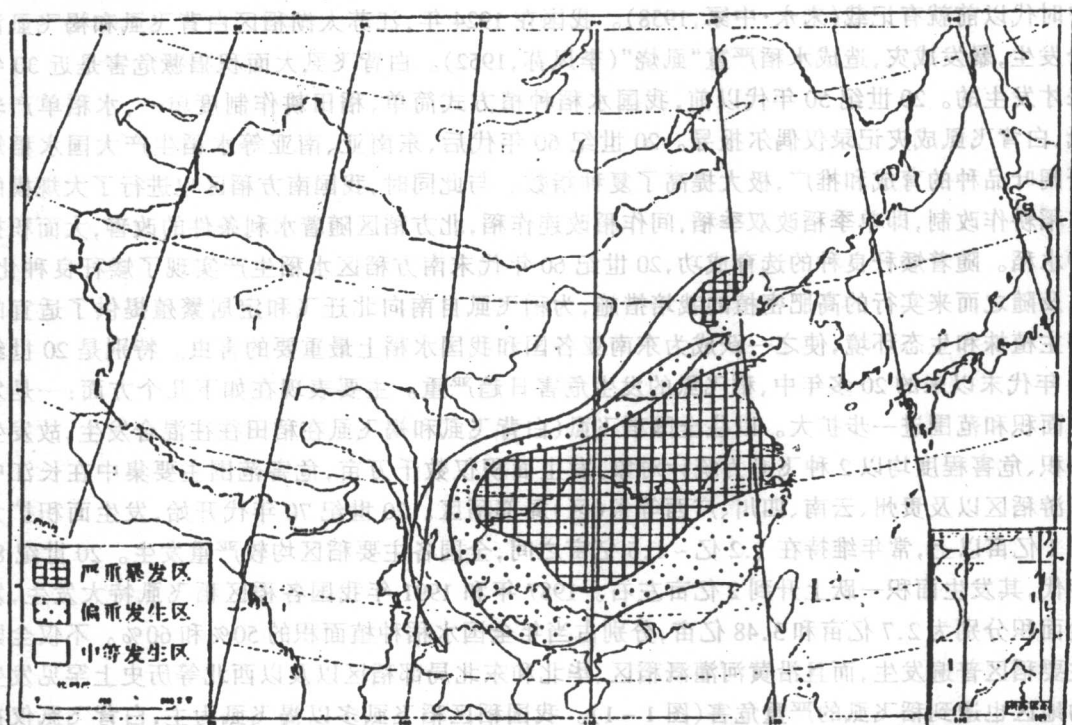


图1-1 1991年稻飞虱发生危害示意图

1993年稻飞虱发生特点是早稻重于晚稻,单季稻重于双季晚稻,就全国而言,属中等偏重发生年,但部分稻区则暴发成灾,危害猖獗。四川全省发生面积1100万亩,系1991年之后历史上第二个重发年。川东南50多个县严重发生,田间虫量大,有些地区甚至高于特大发生的1991年。部分稻区受害严重,如原重庆市发生面积高达424万亩,“冒穿”倒伏枯死面积15万亩,损失稻谷4840万公斤;万县稻区发生面积117万亩,“冒穿”枯死面积10万亩,成灾无收3500亩;贵州南部、东部和北部稻区稻飞虱百丛虫量高达2000~6000头,遵义地区“冒穿”枯死面积20万亩,桐梓县绝收面积多达5000亩;湖北西南部的鄂西、宜昌以及江汉平原西部稻区中稻上稻飞虱猖獗成灾,田间高峰期百丛虫量2000~4000头,局部地区百丛虫量高达10000万头以上,“冒穿”倒伏面积10多万亩。

1.4 稻飞虱上升为水稻主要害虫原因剖析

表 1-4 资料表明,从宋代至 1950 年约 1000 年中,就全国范围而言,稻飞虱基本无成灾记录,1951~1960 年 10 年中发生较重的有 2 年,1961~1970 年 10 年中发生较重的年份增加到 4 年,1971~1990 年 20 年中重发频率达到 50%,即每 2 年就重发生 1 次。1991 年是我国历史上稻飞虱特大发生的一年,发生区域之广、受害水稻面积之大、经济损失之重为历史上所罕见。1991~2000 年 10 年中重发生的有 7 年,重发频率为 70%。稻飞虱由过去的一种次要稻虫逐步演变成一种局部间歇性暴发成灾的稻虫,再发展到全国性水稻生产上一大生物灾害,其原因十分复杂,与其本身的生物学和生态学特性、虫源基数以及环境因子(寄主、肥水条件、气候条件、天敌等)密切相关。

表 1-4 水稻病虫害历史上发生较重的频次
(胡伯海等,1997)

年份	蝗虫	稻螟虫	稻飞虱	稻纵卷叶螟	稻瘟病	稻纹枯病	稻白叶枯病
宋代至新中国成立 (约 1000 年)	265	36					
1951~1960	3	3	2	间歇性			
1961~1970	0	3	4	局部严重发生			
1971~1980	0	3	5	3	2	4	3
1981~1990	1	1	5	3	4	4	1

(1)与飞虱本身生物学、生态学特性的关系。稻飞虱个体小,生殖力高,且具翅两型现象。当田间食料恶化时,产生大量长翅型成虫,借助气流远距离迁飞,以寻找新的适合生长发育和繁殖的生境,确保后代的繁衍;当外界环境条件适合于种群生长发育时,短翅型比例明显上升,产卵量大增,种群数量迅速增长;在适宜的温湿度和寄主生育期条件下,20 天左右即可完成 1 个世代,能充分利用有限的水稻生长季节,保证种群的顺利繁衍。

(2)与初始虫源的关系。白背飞虱和褐飞虱在国内仅能在海南、广东、广西和云南南部以及四川攀枝花局部稻区有少量虫源越冬外,我国春夏季初始虫源主要来自中南半岛的诸多国家。因此,国外虫源地区虫源数量的多寡直接影响到我国早稻乃至全年稻飞虱的发生危害情况。20 世纪 60 年代以来,东南亚等国家大力推广矮秆、早熟、对光周期不敏感的高产品种,使灌溉稻田每年连续种植 2~3 季水稻。一年四季连续不断种植水稻,加之良好的水肥条件,为稻飞虱的生长发育和繁殖提供了适宜的生境和食料条件,使稻飞虱可在不同造别稻田迁移繁殖,种群数量迅速增长。因而,迁入我国的初始虫源随之增多,这也是我国稻飞虱上升为主要稻虫的重要原因之一。

(3)与杂交稻大面积推广应用的关系。杂交稻选育成功是我国稻作乃至世界稻作史上的一次重大革命。1973 年实现“三系”配套培育出具有旺盛生长优势和产量优势的南优 2 号等一批优良的杂交稻组合,1976 年我国南方各省推广应用面积 200 多万亩,1977 年迅速发展 3000 余万亩,至 20 世纪 90 年代全国杂交稻种植面积每年达 2 亿多亩,最高年份占全国水稻种植总面积的 53.8%,广东、广西、四川等地占 60%~70%。杂交稻茎秆粗壮,叶片肥厚,多数组合不抗稻飞虱,有利于飞虱取食和繁殖。在杂交稻上生活的稻飞虱尤其是白背飞虱繁殖量、种群增殖率、雌虫怀卵量、存活率、短翅型比例均比取食常规稻有明显的提高,有利于稻飞虱种群数量的迅速增长(全国白背飞虱种群发展与生态协作组,1989;胡国文等,1990;朱明华等,

1990;黄次伟等,1994)。唐启义等(1998)对湖南、广西两省(区)90个县、市1981~1987年杂交稻种植面积和白背飞虱发生量进行列联表分析,结果表明(表1-5和表1-6),在杂交稻种植面积较少的地区和年份,早稻主害代白背飞虱大发生频率较低。如广西,杂交稻面积占水稻总种植面积1%以下时,早稻白背飞虱偏轻发生(100丛1000头以下)的频率为 $81/152=53.59\%$;偏重发生(100丛2000头以上)的频率为 $38/152=25.00\%$ 。而在杂交水稻面积占水稻种植总面积25.0%以上时,早稻白背飞虱偏轻发生频率为 $11/51=21.57\%$;而偏重发生的频率上升 $25/51=49.02\%$,几乎增加了1倍。湖南的情况也与广西相似,杂交稻面积占水稻种植总面积1%以下时,早稻白背飞虱偏轻发生频率为 $129/179=72.07\%$;偏重发生频率为 $22/179=12.29\%$ 。而当杂交稻面积占水稻种植总面积25%以上时,早稻白背飞虱偏轻发生频率下降为 $2/12=16.67\%$;而偏重发生频率上升为 $4/12=33.33\%$,增加了1倍多。

表1-5 广西杂交稻面积与白背飞虱发生量关系列联表
(唐启义等,1998)

杂交稻面积占总面积的比例 (%)		白背飞虱量(头/100丛)					合计
		≤500	501~1000	1001~2000	2001~4000	≥4001	
早稻	≤1.0	48	33	33	21	17	152
	1.1~5.0	11	4	13	13	9	50
	5.1~15.0	8	7	14	13	8	50
	15.1~25.0	11	8	6	14	8	47
	≥25.1	9	2	15	18	7	51
	合计	87	54	81	79	49	350
晚稻	≤1.0	103	16	11	6	4	140
	1.1~5.0	22	6	4	6	1	39
	5.1~15.0	30	9	8	3	4	54
	15.1~25.0	26	8	4	9	1	48
	≥25.1	33	11	9	7	9	69
	合计	214	50	36	31	19	350

表1-6 湖南杂交稻面积与白背飞虱发生量关系列联表
(唐启义等,1998)

杂交稻面积占总面积的比例 (%)		白背飞虱量(头/100丛)					合计
		≤500	501~1000	1001~2000	2001~400	≥4001	
早稻	≤1.0	80	49	28	14	8	179
	1.1~5.0	14	7	6	5	3	35
	5.1~15.0	14	9	2	7	4	36
	15.1~25.0	1	6	0	1	4	12
	≥25.1	0	2	6	1	3	12
	合计	109	73	42	28	22	274
晚稻	≤15.0	21	9	9	7	2	48
	15.1~30.0	10	7	4	1	0	22
	30.1~50.0	11	2	3	3	1	20
	50.1~80.0	44	14	14	12	9	93
	≥80.1	25	19	20	16	11	91
	合计	111	51	50	39	23	274

(4)与水稻高产栽培技术的关系。20世纪50年代以来,我国水稻生产经历了三次历史性变革。第一阶段为新中国成立初期至20世纪60年代中期。该阶段栽培的水稻品种,多为农

家高秆品种,多数稻田只种一季水稻,栽种密度稀,以农家肥为主,肥水条件差,单产低,稻田环境不利于稻飞虱发生。第二阶段为20世纪的60年代后期至70年代中期。此阶段稻田耕作制度进行了大规模的改革,全面推行单季稻改双季稻,间作改连作,高秆品种改矮秆品种,与之相适应的是栽培技术水平的提高,如合理密植,化肥用量有较大幅度的提高,科学管水等,这些措施一方面为水稻高产稳产奠定了良好基础,另一方面也为稻飞虱的生长发育和繁殖提供了适宜的生态条件,种群数量明显增加。第三阶段为20世纪70年代末期至今。此阶段农村实行了联产承包责任制,农业生产力得到了进一步解放,粮农种稻的积极性空前高涨,杂交水稻面积大幅度增加,水肥条件进一步改善,化肥用量由20世纪60年代中期的每亩0.1~1kg增加到现在每亩纯氮10kg以上。大量施用氮肥的结果是一方面导致水稻植株体内游离氨基酸含量的增加,降低了水稻的抗虫性,同时稻株体内高的含氮量还能刺激稻飞虱产卵量的增加和生存率的提高;另一方面引起稻株生长过旺,分蘖增加,叶片嫩绿,田间的闭度大,湿度提高。凉爽而波动较小的气温和较高的湿度,有利于稻飞虱种群的增殖(胡建章等,1986;刘芹斩等,1982;吴中琳等,1982;秦厚国等,1991)。

(5)与异常气候的关系。由于温室效应而导致全球气温升高已是不争的事实,李淑华(1992)分析了温室效应对粘虫生长速率、繁殖代数 and 越冬界限的影响,认为温室效应可使粘虫每年多繁殖1个世代,并使其越冬虫源基数增加和越冬北界北移。温室效应对稻飞虱的影响主要表现在如下两个方面:一是冬季气温偏高,在稻飞虱发生特别严重的年份冬暖现象表现得尤为突出,稻飞虱重发的1987年和1991年即如此。1987年1月,南方大部分稻区月均气温较常年高1~3℃,广东、广西、湖南、江西等省局部地区出现了1950年以来月均气温最高值。2月华南和湖南大部分地区气温较常年偏高6~8℃,3月华南大部分地区气温偏高2~4℃。1990年12月至1991年2月,全国冬季气温普遍偏高,如华南高1~2℃,其中海南、广东沿海偏高2~3℃。冬季气温升高不仅有利于稻飞虱在冬季的繁殖,增加越冬基数,而且还可使飞虱发育速率加快,迁入危害期提前。如1987年2月中旬江西赣州稻区和1991年福建南部部分稻区就能查到少量飞虱,比常年越冬的北界北纬25度,向北扩展了1~2纬度。从越冬虫量来看,1987年广东海丰稻区2月10日即查到短翅型褐飞虱成虫,平均每亩虫量171头;1991年广西南部16个县冬后稻飞虱基数每亩达535头,最高9600头,比上年增加8倍。从冬季繁殖数量上来看,1987年海南琼海、陵水等地早稻4月下旬局部田块飞虱百丛虫量1000~4500头,高的达1.5万头,并且有相当多的稻田出现死秆倒伏“穿顶”现象。从迁入期来看,1987年广西防城稻区3月下旬局部秧田和杂优制种田已危害成灾,危害期提前了1个月;1991年南至两广,北至江淮稻区,迁入期普遍提前10~20天。二是西太平洋副高活跃,有利于稻飞虱的迁飞和降落。1969~1993年稻飞虱发生危害与西太平洋副高强度指数分析表明,稻飞虱发生较重的年份大多出现在3~5月副高较强的年份。其原因是在副高较强的早春,高空西南气流强盛,有利于稻飞虱随西南气流大量向北输送,由此形成的南方暖湿气流北上活跃,冷暖空气频繁交绥,天气变化大,降雨强度大,雨日多,又促使稻飞虱大量降落稻田,并定居繁殖,造成危害(汤金仪等,1994)。

第二章 白背飞虱分类及鉴别

2.1 白背飞虱分类地位

白背飞虱属昆虫纲 Insecta、同翅目 Homoptera、飞虱科 Delphacidae 的昆虫。

同翅目昆虫全球已知约 45000 多种,我国已知 3000 多种。一般分为两个亚目,即头喙亚目 Auchenorrhyncha,喙着生在头的后方,着生点在前足基节之前;胸喙亚目 Sternorrhyncha,喙着生在前足基节之间或更后,此亚目再分为四个亚目,即木虱亚目 Pallomorpha、蚜亚目 Aphidomorpha、粉虱亚目 Aleyrodomorpha 和蚧亚目 Coccoomorpha。原分类系统中的头喙亚目改称为蝉亚目 Cicadomorpha。同翅目系统发育如图 2-1 所示。

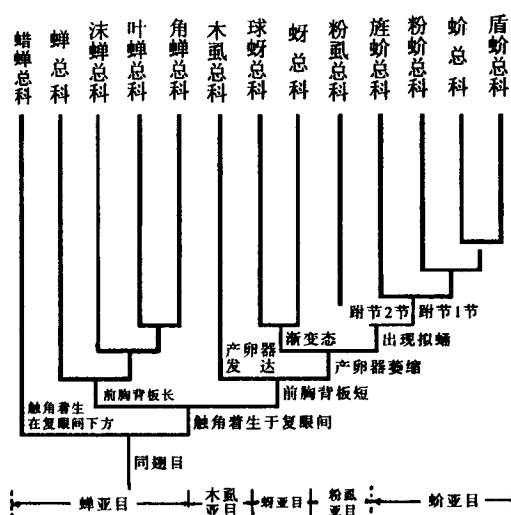


图 2-1 同翅目系统发育图
(仿袁锋图)

蝉亚目通常分为 5 个总科,即蜡蝉总科 Fulgoroidea、蝉总科 Cicadoidea、沫蝉总科 Cercopoidea、叶蝉总科 Cicadelloidea 和角蝉总科 Membracoidea。飞虱科隶属于蜡蝉总科,系该总科中种类最多的一个科。

飞虱科的科名是 Delphacidae,但 Metcalf 1943 年曾用 Araeopidae 为科名,这是因为飞虱科的模式属原来为 *Delphax*,系由 Fabricius 氏于 1798 年建立,但是早在 1744 年 Klein 氏已经在哺乳动物中用 *Delphax* 这个名称建立了另外一个属,于是飞虱科中的 *Delphax* 就成为被占先的名称,而为哺乳动物 *Delphax* 的同物异名。按照动物命名法规,一个科的模式属的属名如果发生

了问题,有关的科名也就应随之改变,因此,他用另一名称 *Araeopidae* 代替 *Delphacidae* 作为飞虱的科名。然而,当 Metcalf 进行这样处理时,他忽略了国际动物命名法规“释例”第 21 条的规定,即虽然 *Delphax* 的属名已为 KLein 氏于 1744 年建立,但当 1792 年 Walbaum 重印时并未加以认可,因此 Fabricius 1798 年所建立的 *Delphax* 属名仍是有效的,既然在飞虱科中仍旧沿用 *Delphax* 的属名,那么 *Delphacidae* 这个科名也就成为有效的名称。

飞虱科早期分类系统是美国分类学家 Muir 于 1915 年所建立,他根据后足胫节端距的特征将飞虱科分为锥飞虱亚科 *Asiracinae* 和飞虱亚科 *Delphacinae* 两个亚科。在飞虱亚科中又根据距的特点划分为凸距族 *Alohini*、凹距族 *Tropidocephalini* 和飞虱族 *Delphacini* 三个族,由此奠定了飞虱科分类的基础。此后,随着新种的不断发现和分类知识的日益丰富,众多的分类学家提出了新的分类系统,目前普遍采用的是德国分类学家 Asche 于 1985 年根据系统发生的研究,将飞虱科分为 *Asiracinae*、*Kelisinae*、*Stenocraninae*、*Plesiodelphacinae*、*Vizcayinae* 和 *Delphacinae* 六个亚科,其中在飞虱亚科 *Delphacinae* 根据后足胫距的特征分为三个族,其区别为:

1. 距厚,前刀片状,两面拱凸或内向的一面凹陷,后缘有齿或无齿 2
距薄,片状或屋顶状,后缘有齿 飞虱族(片飞虱族) *Delphacini*。
2. 距两面拱凸,后缘有齿 凸距族 *Alohini*
距向内的一面凹陷,后缘无齿 凹距族 *Tropidocephalini*。

飞虱亚科中的凸距族,至目前为止我国尚无分布记录,凹距族的种类也不多,主要分布在我国南方,但长江流域及西藏也有个别种类。寄主为竹子、禾本科杂草。我国飞虱绝大多数种类属于飞虱族,其主要寄主为禾本科植物,但在莎草科及蕨类植物上也有少数种类。以上涉及我国飞虱种类的有 *Asiracinae*、*Kelisinae*、*Stenocraninae* 和 *Delphacinae* 四个亚科,但我国飞虱绝大多数隶属于 *Delphacinae* 亚科的 *Delphacini* 族。

由上所述白背飞虱的分类地位按系统分类阶元的顺序可用以下形式表达:

纲 Class	昆虫纲 Insecta
亚纲 Subclass	有翅亚纲 Pterygota
目 Order	同翅目 Homoptera
亚目 Suborder	蝉亚目 Cicadomorpha
总科 Superfamily	蜡蝉总科 Fulgoroidea
科 Family	飞虱科 Delphacidae
亚科 Subfamily	飞虱亚科 Delphacinae
族 Tribe	飞虱族 Delphacini
属 Genus	白背飞虱属 <i>Sogatella</i>
种 Species	白背飞虱 <i>Furcifera</i>

2.2 飞虱科形态特征

飞虱科昆虫多属小型种类,连体翅长(自头顶顶端至翅末端长)大多在 3~5mm 之间,很少超过 8~9mm,更有一些种类小至不足 2mm。体长通常看作一般特征,描述时采用体长、前翅长和连体翅长三种长度表示。体色多呈黄褐色、褐色、污黄色、暗褐或黑褐色,少数种类呈桔红、桔黄或绿色。头部小且短,少数种类头部延长和身体其余部分等长。触角锥状,通常不长于头部与前胸长度之和,少数第 1 第 2 节长而扁。胸部短,一般具中脊线和侧脊线,前胸常呈衣领

状,中胸三角形。翅膜质,静止时合拢呈屋脊状,有长翅型和短翅型,前翅一般无前缘室,爪片无颗粒。后足胫节有两个大刺,端部有一个可以活动的距,是本科最显著的鉴别特征(图2-2)。

现将飞虱科以下成虫分类常用的有关形态特征介绍如下。

(1)头部。头部的主要分类特征,见诸如头顶、额、唇基和触角,少数情况下用到颊、复眼、单眼和口器中的喙(图2-3)。

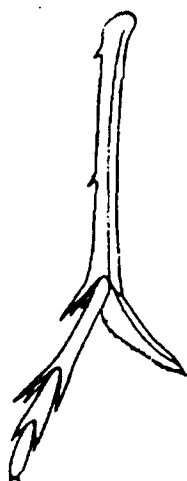


图2-2 飞虱后足距

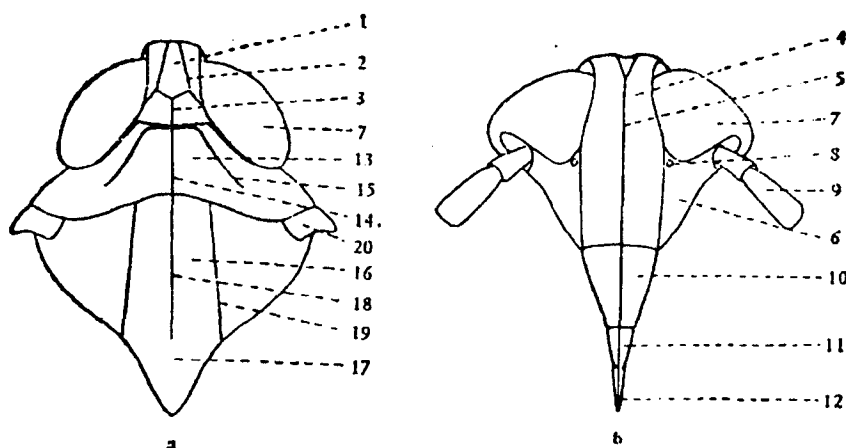


图2-3 头、胸部背面(a)和头部腹面(b)

1. 头顶; 2. 中侧脊; 3. Y形脊; 4. 额; 5. 额中脊; 6. 颊; 7. 复眼; 8. 单眼;
9. 触角; 10. 后唇基; 11. 前唇基; 12. 上唇; 13. 前胸背板; 14. 中脊; 15. 侧脊;
16. 中胸背板; 17. 中胸小盾片; 18. 中脊; 19. 侧脊; 20. 翅基片

头顶: 头顶系指背面观所见到的两个复眼之间的部分。头顶一般呈方形或长方形, 突出于复眼前缘之前。它的基缘与侧缘具有缘脊, 分别称为基缘脊和侧缘脊。在头顶的基半中央常

有一分叉的脊,此脊形如“Y”,故称为Y形脊。在中端部两侧区各有一脊称为中侧脊。此外,在头顶的基半部,由于存在基缘脊、侧缘脊、中侧脊的基部部分与Y形脊的两臂等各脊,因而围成一室,此室称为基隔室。

头顶除常见的方形或长方形外,少数种类头顶变得特别长或特别短,还有一些种类大小寻常但变成其它形状,所以头顶形状和长度在不同种类间存在较大的变异,因而成为区别属和种的重要特征之一。

另外,头顶区存在的特征是各脊发生的变化,及由此造成的基隔室产生的变异,也是区分属和种的常用特征。

额:额是头部腹面观所见到的颜面中间的一大区,一般为腰鼓形。额的侧缘具有或强或弱的缘脊,端缘有脊或无脊,基缘绝大多数无脊,与头顶衔接处没有界限,在额的中央均有纵脊,称为额中脊。

大多数种类的额中部膨大,但有的种类并不膨大,故额的形状为属和种的特征之一。

颊:颊位于额区两侧复眼的下方,为长三角形。颊一般不用作分类特征,仅在少数情况下如凹颊飞虱属(*Zuleika* Distant),因两颊非常低凹,故用作分类特征。

唇基:唇基连接于额区端部,向腹面延伸成长三角形,以额唇基沟与额分界。唇基由基部的后唇基和端部的前唇基两部分组成,二者间以唇沟相分隔,该处略收缩。唇基的大小、形状、基部宽度与额末端宽度比,后唇基的长宽比是分类中常用的属征。

眼:眼有复眼和单眼。复眼发达,分列在头部两侧,背面观为卵圆形,侧面观肾脏形。单眼2枚,皆位于颊区。

触角:触角着生于头部腹面侧区复眼下缘刻凹内。触角的形状、长短是分类中常用的一个重要特征。

口器:飞虱口器为典型的刺吸式,由外表见到的是由下唇形成的喙以及盖于喙基部上方的长三角形上唇。

(2)胸部。胸部常用的分类特征为前胸背板、中胸背板、足和翅。

前胸背板:前胸背板是一大形骨板。前胸背板宽度与头部宽度之比,前胸背板中央长度与头顶长度之比以及与其前缘二侧脊宽度之比是属征中分类的依据之一。前胸背板分属最重要的特征,是前胸背板中域三脊中(即一中脊和两侧的侧脊)的侧脊伸展状况及伸达前胸背板后缘与否。

中胸背板:中胸背板位于前胸背板之后,亦是一大形骨板,向后尖出呈三角形。中胸背板具分盾片和小盾片2块骨片,但其间没有沟缝等明显的界限。通常小盾片系指侧脊与侧后缘相接处向端部尖出部分,盾片指中部、基部的广大区域。中胸背板上,绝大多数种类具有3条纵脊,即中央的中脊和两侧的侧脊,少数种类具有5条纵脊。纵脊的多少成为属征之一。

足:跗节3节,在端跗节节端生有1对爪,其后足胫节的近基部与中部稍端方各有1刺,胫节末端及第1与第2跗节末端各有数个粗大的齿刺,又胫节的末端有一大形可活动的距(见图2-2)。距的形状、构造是分亚科和族的重要依据。此外,足作为分类特征的其它构造,一是前足胫节形状(细长圆筒形或侧扁是属的显著特征);二是前足腿节与基节长度比;三是后足胫节、基跗节与第2跗节等三节的端刺数多寡;四是后足基跗节长度与第2、第3跗节长度之和作比较列为属征;五是后足基跗节外侧具生数个小齿是褐飞虱属的属征。

翅:前翅和后翅均为膜翅,前翅质地比后翅稍厚而硬。前翅形状一般为长圆形,后翅臀区通常扩大,致使翅面宽大。通常飞虱的翅不作为分类上的重要特征,仅作一般描述。

(3)腹部。腹部由11节组成。腹部的分类特征存在于腹部末端,主要是外生殖器,特别是雄性外生殖器是属和种的重要分类依据,有时甚至是最后判断的凭借。

①雄性外生殖器。雄性外生殖器构造复杂而特殊。第9腹节背板、腹板与侧膜骨质化成一完整的环形节,称为生殖节。生殖节的后端向后下方开口,外生殖器即藏置于其中。背面观,生殖节开口的背缘向内深凹形成臀陷,臀陷内伸出第10腹节即臀节。飞虱雄性外生殖器各构造如图2-4所示。

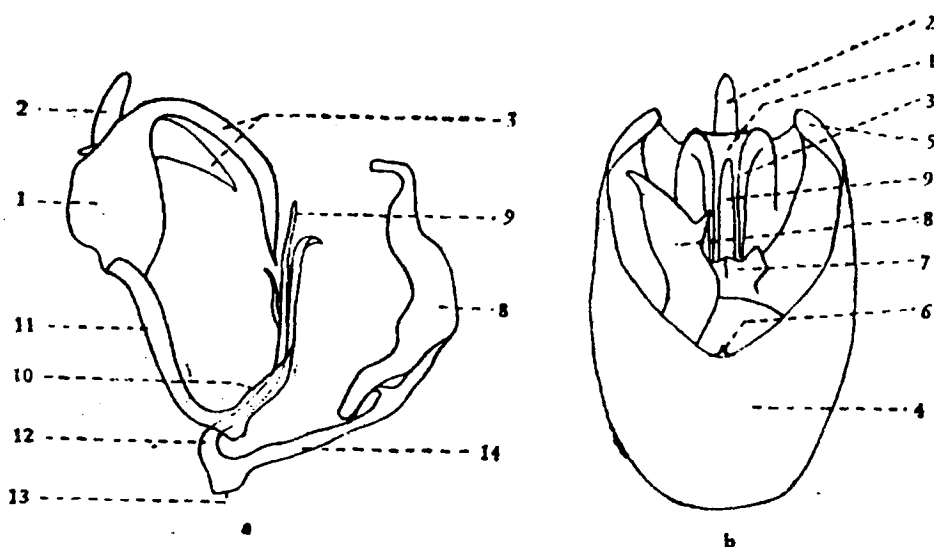


图2-4 雄虫臀节、阳茎和阳基侧突侧面(a)及雄生殖节和臀节后面观(b)

- 1.臀节;2.臀突;3.臀刺突;4.生殖节;5.背侧角;6.腹中突;7.膈;8.阳基侧突;
9.阳茎;10.阴茎鞘;11.基撑片;12.基桥片;13.基桥翼;14.延伸基片

在臀节中常用来分属或分种的特征主要有:一是臀节的大小。臀节一般大小显著,但有些种类的臀节较小,且隐藏于生殖节的臀陷内。二是臀突的大小、形状。臀突大小变化很大,以致成为属征之一。臀突的形状有锥形、纺锤形、长片形或圆盘形等种类间存在明显的差异。三是臀刺突的多寡、形状等。臀刺突通常1对,少数种类仅1对,有的种类甚至完全没有。臀刺突的形状大多为长刺形,但有的种类为片状等。

在生殖节中常用来分属或分种的特征主要有:一是生殖节在种内间存在背面长度与腹面长度的相对差异,腹面强突与否,后面开口为圆形、长圆形、菱形或其它特殊形状。侧面观侧缘的形状、开口的腹缘有无腹中突、突起的大小、形状等构成属或种的特征。二是开口的背侧角突出程度和形状是分属特征。三是膈,常用到的特征是背缘形状,弧凹抑中央突出。四是生殖器中的阳基侧突大小、形状。五是阳茎构造等。

②雌性外生殖器。雌性外生殖器腹面观(图2-5a),雌虫腹部第7腹节腹板后缘深凹(背板正常),第8与第9腹节构成长大的生殖节,产卵器甚长,即藏于生殖节腹面的纵沟内。产卵器