

褐飞虱迁飞的雷达观测与轨迹研究*

程 极 益

(南京农业大学 南京 210014)

摘 要 1988年9月下半月,在江苏省江浦县用雷达直接观测了褐飞虱的长距离迁飞过程。观测发现,晚上有大量的褐飞虱飞过雷达观测点。迁飞的褐飞虱绝大多数在傍晚到黄昏时分起飞,然后随气流上升到400—1000m的高度。受大陆冷高压东侧东北气流的影响,多数情况下随风朝西南方向飞去。这在生态学上具有十分重要的意义,因为那里可能是褐飞虱的越冬地。

关键词 褐飞虱,迁飞,雷达观测,起飞,轨迹分析,天气

前言

褐飞虱因其刺吸水稻汁液和阻塞微管束系统,造成水稻冒穿,或作为传毒(草状矮缩病、齿叶矮缩病、萎蔫矮缩病)媒介,已成为亚洲国家水稻生产的主要威胁。在东南亚和日本,自60年代后期以来,随着亚洲热带种植水稻地区的稻作栽培技术现代化,褐飞虱开始普遍猖獗。在我国南方稻区,水稻种植由单季改为双季,高秆品种改为矮秆,耐肥高产品种等栽培制度的变革,致使褐飞虱自1968年开始,暴发成灾的频率日趋增高。

褐飞虱不能在冬季低温寒冷和缺乏存活寄主的温带地区越冬。70年代,在我国南方稻区进行的褐飞虱标记释放、回收试验证实,褐飞虱的迁飞距离至少在184—720km。在我国,每年3月至8月上旬,褐飞虱逐步由中南半岛(泰国、老挝、越南)向北部种植水稻的地区迁飞和定居;秋季又由北向南回迁到越冬地。在害虫治理中,昆虫的迁移性是必需考虑的重要因素。为能准确地把握防治时期和防治指标,需要准确的迁入期和迁入量的数量预测。而虫源地准确与否是组建上述预测模型的关键。

昆虫雷达的应用,使我们能够观测到褐飞虱迁飞时的起飞与降落及在空中运行的高度等数据,推动了迁飞气象的发展。使我们有可能在实际迁飞高度上研究褐飞虱的飞行轨迹,用计算机模拟其飞行轨迹,追踪虫源地,为组建褐飞虱中长期异地预测数量模型提供依据,进一步提高迁飞害虫的预警技术。

1 材料与方 法

根据中英两国政府签订的“中英农业文化科学技术交流谅解备忘录”,1988年9月13日至29日,在江苏省南京市江浦县南京农业大学实验农场,进行了褐飞虱秋季回迁的雷

* 国家自然科学基金委员会资助项目。

收稿日期:1992年11月14日,收到修改稿日期:1993年4月14日

达观测。

英方提供两台专门设计的车载昆虫雷达与操作人员。一台为Q频带高分辨雷达,专门用于观测类似褐飞虱那样的小型迁飞害虫,该雷达在1km范围内可观测到飞行害虫的个体。另一台为X频带常规雷达。雷达定点在无大山体、大水体、大树木群、大建筑群、密集高压线屏蔽及高频电源干扰的田野中央。每天17时开机,到次日晨7时30分关机。在此期间,只有遇中雨以上天气时才被迫暂停观测。每台雷达车内,均配有电影摄像机。在抛物形天线回旋一圈后,自动拍片一张。该胶片在普通放映机上放映,可观察雷达回波的连续演变情况。雷达的主要技术参数见表1。

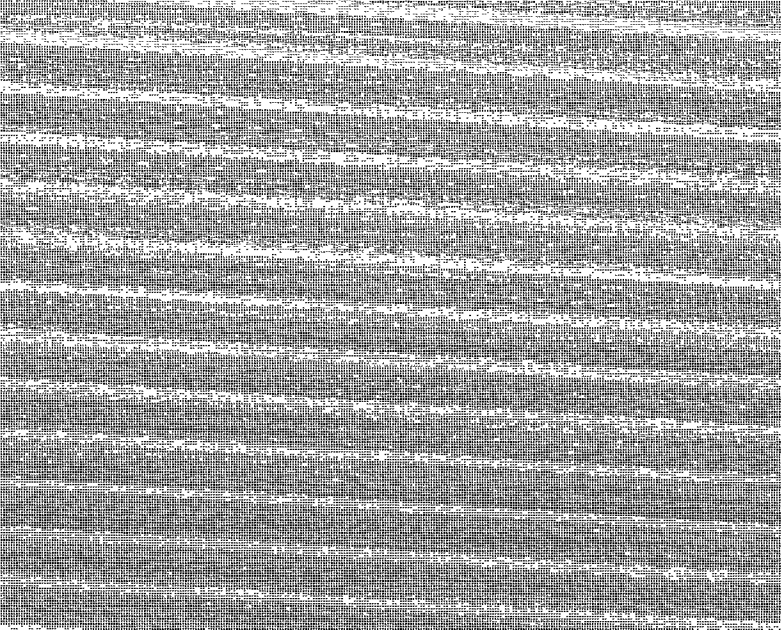
表 1 雷达主要技术参数表

Table 1 Main technical parameters of Radar

参 数	Q 频带	X 频带
工作频率 (MHz)	34.1	9.445
工作波长 (mm)	8	32
波束宽度(°)	0.4	1.8
脉冲宽度(μs)	0.025	0.1
天线转速 (rpm)	2.0	22
距离分辨率 (m)	1200	300
有效截面分辨率 (cm ²)	3×10^{-2}	2×10^{-4}
脉冲功率 (kW)	35	20

根据飞行昆虫对雷达发射的电磁波的反射回波显示在荧光屏上的亮度,可以初步确定雷达探测到的迁飞昆虫的密度:亮白为极密,淡白为密,黑白相间均匀为中等,零星白点为稀,全黑为无。定量的密度计算,可根据地面以上迁飞层底到迁飞层顶之间的昆虫体积密度来进行。昆虫体积密度可由氦气球网所捕昆虫数量而得到。当在雷达观测中发现明显的起飞与过境昆虫时,及时在测点施放探空或测风气球,探测高空的气压、温度、湿度、风向、风速等气象要素,并适时地施放定高系留氦气球,对迁飞层中的昆虫取样验证。氦气球下方悬吊一口径为1m,长2m的捕虫网。在地面用远红外控制器操纵网口的关闭。氦气球的高度一般通过绳长及绳的仰角测算,也可用雷达或经纬仪进行测定。除此之外,在田间定田块观测田间褐飞虱种群动态,并设置纱笼观测褐飞虱的起飞时间及数量。在雷达测点西方700m处,设置一座11m高的铁架,架顶安装一台空吸捕虫器,捕捉近地层昆虫标本。使用自记仪器,进行地面气压、温度、湿度、风向、风速等气象要素的观测。

昆虫的迁飞轨迹,通常是用来分析其发生的源地与向外扩散的依据。由于昆虫体型小、重量轻、飞行速度慢,因此当它们在适宜的气象条件下升入高空后,可假设其在高空气流的作用下,做被动的顺风迁移。可以应用大气污染物顺风输送的轨迹模式来模拟昆虫的迁飞轨迹。若仅考虑空气的平流输送项,可应用某一高度上的水平风场来计算昆虫的迁飞轨迹。现选用距离平方倒数加权法来计算褐飞虱迁飞的轨迹。即:



2.2 褐飞虱的起飞

田间褐飞虱的起飞过程有两个高峰期,一个在每日傍晚 18 时至 20 时,另一个在次日清晨 6 时左右。第二个起飞高峰,因清晨气温较低,故数量相对地要少得多,持续时间也较短。

当褐飞虱起飞活动开始时,雷达荧光屏上突然出现充满整个画面的缕状回波。随着起飞虫量的增大,回波密度渐增,直至起飞高峰时呈白色。图 1 为 1988 年 9 月 16 日 18

时 21 分在南京市江浦县观测到的褐飞虱的起飞回波。回波从荧光屏中心开始,向四周铺展,呈白色。褐飞虱回波模式的示意图见图 2。

每日傍晚开机后的前 2—3 个小时,天线仰角随着时间的推移,依次取 6°,9°,19° 几个档次。因为褐飞虱由田间起飞时高度较低,起飞

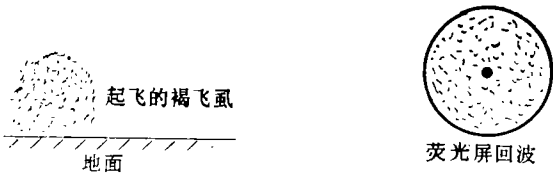


图 2 起飞回波模式示意图

Fig. 2 Sketch of take off radar echo model

后在田野上空盘旋飞舞,逐渐升高,在一定的高度上形成迁飞层次后(环状回波),才集群成层状飞去。这个过程,可以从放映的胶片上清楚地看到。当地起飞后成层的褐飞虱一般往西南方向飞去。

2.3 褐飞虱的过境飞行

每晚当起飞过程的回波消失后,天线取较大的仰角 29° 和 45° 时,往往可以接收到环状回波。由环状回波模式示意图

(图 3)可见,环状回波探测的是空中成集群层状飞行的褐飞虱。白色环状回波的中空部分,常有点状或团状白色回波,那是从迁飞层中降落着陆或起飞升空的褐飞虱的回波。

过境迁飞通常可在黎明前观测到。它们是异地起飞的褐飞虱在升空成层后飞越雷达时被观测到的。过境迁飞的迁入与迁出方向,可从雷达回波的连续演变来判定。过境迁飞可以持续几个小时,最长的一次过境迁飞,在 1988 年 9 月 26 日晚被观测到,持续了 12 个小时。在飞行层中,定高系留氦气球 3 个小时共网捕褐飞虱 1 211 只。此次过境迁飞密度之大、持续时间之久、空中网捕虫量之多均是空前的。一般过境迁飞的褐飞虱种群的飞行高度在 400—1 000m。空中褐飞虱种群的分布高度可达 1 300m。图 4 为 1988 年 9 月 26 日 19 时 20 分雷达观测到的过境迁飞环状回波照片。过境迁飞的褐飞虱,一般来自东北方,朝西南方向飞去。褐飞虱在秋季朝西南方向的回迁飞行,在生态学上具有十分重要的意义。因为那里可能是褐飞虱的越冬区。

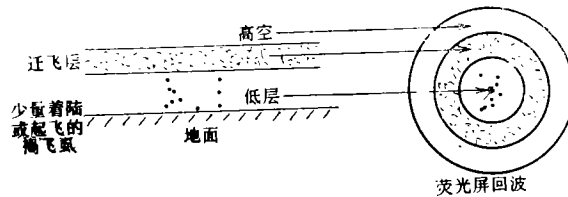
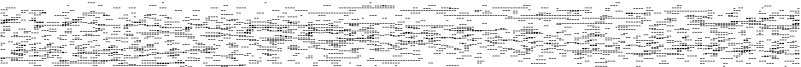
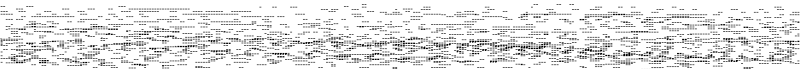
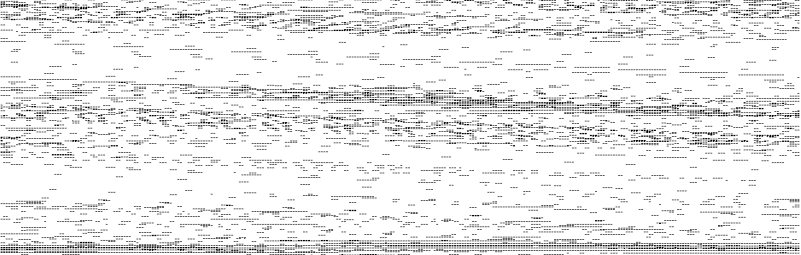


图 3 环状回波模式示意图

Fig. 3 Sketch of circular echo model



日 07 时至 9 月 28 日 07 时的 每日两次 900m 的测风、探空站观测资料。

由图 5 可见,回推轨迹经过江苏北部东台与淮阴一带的中稻种植区。9 月底是该地区中稻的收获季节。褐飞虱大量迁出该地区与水稻黄熟同步。因此可以认为,1988 年 9 月 26 日晚被观测到的典型过境迁飞的褐飞虱,有一部分来自于该地区。而回推迹线的终端,则可抵达辽东半岛。前推迹线由东北向西南,先后跨越江南地区安庆、九江、景德镇等地的晚稻种植区,经南昌后折向西行,抵达湖南长沙地区。这表明,褐飞虱的迁飞不仅在于逃避原来的不利生活环境,而且是为了生殖和定居,寻求新的栖息地。

Study on Radar Observations and Trajectory of the Autumn Migration of Brown Planthopper

Cheng Jiye

(*Nanjing Agricultural University*)

Abstract We used radar to observe long-distance migration of brown planthopper at Jiangpu in Jiangsu Province during the second half of September, 1988. Brown planthopper dominated the night-flying aerial fauna during the period of observations. Most migrant brown planthopper took off between late afternoon and dusk, climbed to 400—1000m. Trajectory analysis shows that they are dispersing downwind, mainly to the southwest, where insects migrate in the north-easterly winds blowing on the east or south-east sides of a continental anticyclone, centred over northern central China. This direction is ecologically advantageous at this season because it carries the brown planthopper toward areas where survive the winter is possible

Key words Brown planthopper, Migration, Radar observation, Take off, Trajectory analysis, Weather