



▲6月20日,航拍长岛试验站所在的北隍城岛,位于渤海海峡中心。



▶6月20日,北隍城岛山顶上,中国农科院植物保护研究所长岛试验站的昆虫雷达。

# 问天探虫 从海上“虫关”到捕虫天网

6月的渤海湾,进入了一年中最美的季节,海天一色,碧空如洗。温和的季风一路向北,带来了夏季海上温暖的季风,也为迁飞的昆虫们提供了“航道”与“顺风车”。华北平原麦田中产生的棉铃虫、黏虫等,顺着季风,在数百米的高空中跨越黄海和渤海,飞往更加广袤的东北平原,在那里,嫩绿的玉米幼苗,将是它们新的目标。

渤海湾中间,长岛海洋生态文明综合试验区,一座名为北隍城岛的小岛,是昆虫迁飞的必经之地。就在这个小岛上,有一座常年监测昆虫迁飞的试验站,由中国农科院植保所于2003年建立。

20年来,它扼守着渤海湾的咽喉之地,时刻监控着棉铃虫、黏虫、小地老虎、草地贪夜蛾等许多农业重大害虫的迁飞。常年坚守在这里的农业科研人员,研究它们的迁飞规律,探索防治的综合方案,在烟涛迷茫的大海上,建起了一座海上虫关。

## 迁飞害虫,农作物最大的威胁之一

在危害大田作物的农业害虫中,很多都具有迁飞的特点,它们会随着季风一起飞翔,短则迁飞数百公里,长则迁飞数千公里,造成异地害虫突然爆发,会对农业生产构成巨大威胁。

对昆虫来说,迁飞是它们在漫长的进化中,躲避不良生存环境,开拓新资源的适应性对策。但对人类来说,昆虫的迁飞,则是导致害

虫跨区域突发和作物病虫害大流行的重要原因之一。据国家统计局数据显示,“十三五”期间,迁飞性害虫及其传播的作物病害,在我国年均发生15亿亩次以上,每年潜在粮食损失超过800亿斤。

“虫口夺粮”,是农业生产中永恒的话题,中国农科院植物保护研究所所长陆宴辉告诉记者,当前,在全球气候变暖不断加剧、作物栽培

和耕作制度显著变化的新形势下,迁飞性害虫的爆发频率、危害程度和所造成的产量损失,正在变得日益严重,已经成为制约农业可持续发展的重大瓶颈。而探索和研发昆虫迁飞的规律,全方位监测昆虫迁飞的情况,是建立全程防控措施、尽可能防患于未然的基础。

在众多的监测和防控迁飞害虫的试验站、监测站中,

长岛试验站无疑是最特殊的一个。陆宴辉介绍,“长岛试验站所在的北隍城岛,没有任何农业,这意味着,在这个岛上发现的所有农业害虫,都是从别处迁飞而来的,是监测和研究迁飞昆虫绝佳的地点。长岛试验站也是第一个专业进行迁飞害虫监测预警研究的海上试验站。”

## 海上虫关,夏季正是迁飞最忙碌的季节

6月16日,太阳刚刚落入海面,绚丽的云霞渐渐隐没在黑夜中,北隍城岛上的试验站里,三道粗大的光柱升起,刺破沉沉的夜色,直插云霄。几乎只是一瞬,大量高空迁飞的昆虫,受到灯光吸引,飞蛾扑火一般,顺着光柱盘旋而下,奔向光亮的源头。那里是一盏1000瓦的卤素灯,灯下安置了网箱,扑火的昆虫沿着光线,下雪一般落入网箱中,被科研人员捕获。

6月中旬,正值棉铃虫、黏虫等重大农业害虫迁飞的高峰期,它们从华北平原或者更远的地方起飞,一路北上,跨越茫茫大海,奔赴东北广袤的农田,寻找更为合适的繁衍生息之地。

北隍城岛位于渤海湾的中间,建在岛上的试验站,仿佛一道海上虫关,扼守住了迁飞通道的咽喉。因此,每到昆虫迁飞的季节,这里也进入了最忙碌的阶段。驻扎

在试验站的年轻科研人员们,在整个夜晚中,每过几个小时,都要收集一次装满昆虫的网箱,安置新的网箱。

天亮后,逐渐升高的气温中,迁飞的昆虫停驻休息,但科研人员的工作才刚刚开始。他们各有各的科研项目,需要从捕获的数万只昆虫中,挑出自己需要的昆虫,把剩余的昆虫放在冰柜中,等到下午,再逐一鉴定种类,分种类统计数量、包装、储

藏。这样的工作,五六个人可能需要数个小时才能完成。

在岛上,除了用于灯诱的高空探照灯,还有众多监测和捕捉昆虫的设备,需要科研人员操作、管理和检测。除此之外,这些年轻的科研人员,还要完成科研实验、撰写论文、汇总数据等各种工作。而在岛上这样忙碌的生活,从4月开始,要一直持续到10月。

## 研究害虫,在14次航捕中发现规律

我国对迁飞性害虫进行系统性科学研究始于上世纪60年代。中国农科院植保所曾牵头组建我国东部地区的黏虫迁飞研究协作组,利用近3年的时间,在8个省,标记释放黏虫200多万头,回收标本12头。首次证实黏虫是一种迁飞害虫,直线飞行距离为600至1400公里,迁飞路线初步证实了黏虫季节性接力式南北往返迁飞为害的规律。

上世纪80年代,棉铃虫在我国黄河流域和长江流域连年爆发成灾,仅1992年,发生面积就达到2.8亿亩,防治面积5.3亿亩,直接经济损失超百亿元。其发生面积之大、虫量之多、损失之重,为历史所罕见。

棉铃虫为何能在全各地连年爆发成灾?当时,中国农科院植保所科研人员提出了一个“棉铃虫兼性迁飞”的假说。

这一假说的基础,是科学家们发现,棉铃虫每年在同一地区发生的情况、数量并不相同,排除气候等因素的影响,这种差异很可能是由迁飞造成的。比如一场突如其来的暴雨,就有可能让正在迁飞的大量害虫被迫集中降落在一个地区,造成大量聚集为害,或降落海面,葬身茫茫大海之中。

但如何才能证实这一假说?从1996年到1997年,中

国农科院植保所科研人员以渤海湾为中心,以“天津-大连-烟台”为考察路线,14次乘坐客轮,在海上用网捕捉昆虫。客轮航捕并不容易,但多次的重复终有所得,14次航捕中,发现了包括棉铃虫在内的21种昆虫的跨海迁飞行为,在全球首次证实华北棉铃虫种群具有远距离迁飞的行为,并且阐明了昆虫迁飞的“渤海湾通道”。

## 高空探虫,探明害虫迁飞规律

发现了棉铃虫的迁飞现象,但它们为何迁飞?又在何时通过怎样的方式迁飞?更多的问题需要探明。

找到一个合适的地点,进行长期的观测和研究,成为解决棉铃虫危害的当务之急。通过辗转打听、反复考察,位于渤海湾中的北隍城岛成为科学家们选择的目标之一。这个只有2.7平方公里的小岛上,有两个村庄,人们都以渔业为生,没有任何农业生产,不会滋生本地农业害虫,可以有效避免本地害虫对迁飞种群的干扰,研究对象高度纯净,是得天独厚的研究地点。

2002年,中国农科院植保所科研人员到北隍城岛设置探照灯诱虫器,获得了令人满意的监测结果。2003年,将专门用来观测昆虫迁飞的车载昆虫雷达运上北隍城岛,建立了最初的试验站。而登岛的这辆车载雷达,是由无锡雷达厂1998年建造的我国第二部昆虫雷达,此前一直在中国农科院植保所的廊坊基地进行昆虫观测。

“大多数农业害虫是在夜间进行高空风载迁飞,人眼难以观测,必须依赖科技装备,昆虫雷达是当时国际上研究昆虫迁飞最先进的设备。”2023年6月20日,在北隍城岛上,2003年第一批上岛的博士封洪强告诉记者,“最初的雷达都是模拟信号,监测时,需要人手持相机,雷达每转一圈,就要拍一张照片,然后通过冲洗出来的照片,人工计算天空中的回波,推算出虫群的迁飞参数。”

“通过长岛试验站的研究和探索,科学家们成功探明了多种农业害虫迁飞的规律,在此基础上,研发了综合防治的办法。比如对棉铃虫的研究,最终为解决棉铃虫危害提供了基础,我国科学家在华北地区种植抗虫棉,成功切断了棉铃虫迁飞的通道。”陆宴辉说。

## 布网天眼,让农业害虫无处遁形

在山东东营,一座更加先进的高分辨率控阵雷达已经制造成功,陆宴辉介绍,“雷达通过高分辨相控阵扫描加多个单脉冲雷达协同跟踪,可以实现群体监测、个体信息分离、持续跟踪等多种功能。以前的雷达很难辨识生物种类,也很难分析迁飞轨迹,新的雷达克服了这些困难,可以让任何飞过的昆虫无所遁形。”

陆宴辉将新的雷达监测系统称为“天眼”,在人类肉眼不可达的地方,默默地守护着天空,任何害虫都不能避开这枚天眼悄然过境。

如今,对迁飞昆虫监测和研究工作来说,还有一项更加艰巨的任务,那就是把全国所有的试验站、雷达、观测点等连成一张网。“以前针对迁飞昆虫的监测、预警等,大多是各自为战。”陆宴辉说,“各地的农业部门、科研单位都非常重视监测和预警工作,也安装了许多雷达,但因为各自独立运行的原因,数据格式、监测方式等都不相同,如何才能做到协同作战?我们花了两年多的时间,突破了这个难题。”

陆宴辉觉得,未来的“天眼”,必然会为农业植保打开新的局面,“如果全国能够联网,任何一个点发现迁飞昆虫,附近点位都可以联动佐证,这样就可以在最短时间内确定迁飞情况,及时发出预警。”

据《新京报》



2005年,师生们在雷达车旁工作。受访者供图