

亚洲玉米螟大发生的因素及预测预报

鲁 新

(吉林省农业科学院植保所,公主岭 136100)

提 要 亚洲玉米螟分布在东亚、大洋洲,公认为世界性的玉米主要害虫。笔者综合国内外资料同时结合多年研究工作,对玉米螟大发生的主要因素(如越冬种群质量特性和环境条件、越冬幼虫化蛹前的气候条件、玉米螟发生期田间气象条件及寄主植物)进行了综合分析,提出玉米螟大发生预测预报研究存在的问题及改进意见。

关键词 亚洲玉米螟;预测预报;种群质量

1 亚洲玉米螟大发生的主要因素

专家们认为,玉米螟大发生是高质量、高数量的越冬玉米螟在适宜的环境条件作用下使玉米产区大部分乃至全部玉米田出现明显超过常年发生量的螟虫,造成玉米减产 30% 以上。

1.1 越冬种群质量特性和环境条件

1.1.1 越冬种群的质量特性

1.1.1.1 越冬幼虫的营养条件与发育程度 越冬幼虫营养条件的好坏,导致越冬幼虫形体大小和体质强弱的差异,引起越冬死亡率、成虫活动能力和抱卵量、产卵量的变化。

室内测定玉米花丝抗螟性,接种 7 d 后抗虫品种上的幼虫体重比感虫品种上幼虫体重降低了 91%,田间鉴定结果表现出抗感品种上幼虫体重相差也较大(刘海凤等 1987)。室内吊飞试验表明,体重 71 ~ 119 mg 的蛹羽化的成虫飞翔能力明显高于蛹重 50 ~ 70 mg 羽化的成虫(翟保平等 1989)。

田间自然越冬的玉米螟种群,绝大部分以老熟幼虫越冬。由于越冬前个体发育进度差异较大,表现出越冬时不同虫龄、不同发育程度的玉米螟对冬季条件的适应性和不利条件的抗性不同;由于年际间气候条件变化、玉米成熟期和含水量等因素影响不同发育程度的越冬幼虫在种群中的比例发生变化,实际上每年越冬的自然种群都存在着质量差异。研究表明,28℃条件下,取食玉米心叶的幼虫 8 d 后 3 龄幼虫占 64%,取食雄穗和花丝的则 4 龄虫分别占 52.9% 和 61.1%。实验室条件下,喂饲玉米雌穗、茎秆和雄穗,玉米螟完成一个世代所需的时间分别为 34.0 d、40.1 d 和 51.8 d(Hsu 1984)。越冬幼虫的龄期与抗寒能力成正比,1 ~ 4 龄虫抗寒能力弱,5 龄虫抗寒能力强;虫体水分含量与耐寒能力成反比(Barnes 和 Hodson 1956);玉米螟越冬前取食心叶比取食花丝体质弱,由此导致死亡率、体重、发育速度以及成虫飞翔能力的明显差异;一日龄穗期玉米螟蛾比心叶期螟蛾飞翔能力强(叶志华 1994);研究发现玉米螟虫体大小不同可使其成虫产卵量、存活时间产生明显差异。但目前尚没有玉米螟虫体营养状况与繁殖力关系的报道。

1.1.1.2 越冬代玉米螟化性 欧洲玉米螟化性研究始于 20 年代末。亚洲玉米螟化性问题近年来才引起研究者的注意。沈荣武等 1988 年报道亚洲玉米螟的化性与田间引起滞育的光温条件发生时间有关,并决定某一地区玉米螟发生的代数。鲁新等报道吉林省公主岭地区玉米螟种群存在两种化性类型,且两种类型差异明显(鲁新等 1995)。沈阳地区的一化性和二化性玉米螟子一代生物学特性差异明显(见表 2)。

表 1 不同化性玉米螟差异比较

化性类型	一化性	二化性
临界光周期	14 h 30 min	13 h 40 min
滞育后发育历期	♀ 54.88 ± 1.14 d ♂ 53.59 ± 1.42 d	♀ 28.14 ± 0.99 d ♂ 28.49 ± 1.24 d
蛹重	一化性比二化性重 0.016 g	

表 2 不同化性玉米螟子一代生物学差异比较

化性类型	一化性	二化性
完成一个世代	长	短
有效积温	多	少
初孵幼虫存活率	66.47%	31.44%
单雌产卵量	792.33 粒	452.33 粒
临界光周期	14 h 30 min	14 h 09 min

1981 年 8 月,公主岭二代玉米螟发生量高于常年,且发生偏晚,1982 年春调查越冬玉米螟存活率明显低于常年,实际发生量偏轻。可以说,亚洲玉米螟化性是其大发生的重要因素之一。

1.1.1.3 性比 亚洲玉米螟雄虫性染色体为 ZZ,雌虫性染色体为 ZW,正常后代雌雄比约为 1:1。雄虫和雌虫对外界环境条件抗性有差异,1981 年吉林省玉米螟大发生,据调查百株幼虫数高达 361 ~ 955 头,雌蛾占 87.52% ~ 92.94%,表明雌虫在种群中占绝对优势是玉米螟大发生的特征之一(桂承明等 1991)。

1.1.1.4 寄生性天敌 有记录的亚洲玉米螟天敌有 136 种,其中寄生性天敌 68 种(翟保平 1993)。影响越冬代亚洲玉米螟数量的主要寄生天敌有螟虫长距茧蜂、玉米螟厉寄蝇、线虫、微孢子虫、白僵菌和细菌。在某些地区螟虫长距茧蜂自然寄生率可达 30% ~ 50%,白僵菌自然寄生率为 10% ~ 15%,玉米螟厉寄蝇自然寄生率达 30% ~ 40%,微孢子虫自然发病率为 30% ~ 50%,天敌种群数量的变动对玉米螟大发生有相当大的影响。

1.1.1.5 越冬幼虫数量 高质量的越冬幼虫数量是玉米螟大发生的基础。吉林省、河北省的测报办法,以百株越冬虫量 50 头以下为轻发生年,50 ~ 100 头为中等发生年,100 头以上为大发生年。有研究认为越冬基数与 5 ~ 6 月份高湿多雨相遇是玉米螟大发生的决定性因素(李国柱 1964)。近年的一些报道认为不应将越冬虫量作为预测一代玉米螟发生量的主要依据(忻亦芬等 1992)。笔者认为,越冬幼虫复苏至化蛹前一段时间内因爬出原蛀孔接触水分而易受天敌捕食(一般有 60% 的幼虫于这时失踪),显然这时的越冬虫数作为预测因子欠准,但化蛹前的百秆越冬虫数可以作为预测预报主要因素之一。

1.1.2 越冬环境

1.1.2.1 温湿度 亚洲玉米螟越冬前体内脂肪、甘油等物质积累和自由水比例下降与越冬前幼虫发育程度有关。4 龄前幼虫抗寒力弱,如果低温来得早且降温快,致使不成熟越冬幼虫在种群中比例增大,越冬死亡率增加。在不完全二代区玉米螟化性与抵御低温的能力关系甚大,二化性玉米螟的越冬死亡率明显高于一化性玉米螟(鲁新 1995,王桂清 1995),冬季严寒或特殊暖冬对于玉米螟繁殖力有何影响还不明确,有待研究。

温度影响昆虫体内水平衡进而影响代谢,同时,昆虫对极端温度的忍耐力也因湿度的不同而变化(马世骏 1950)。玉米螟越冬幼虫的死亡率很大程度上取决于越冬条件,湿度是

导致螟虫越冬死亡的主要因素之一,越冬场所过于潮湿,能引起越冬幼虫大部分死亡或逃亡。另有报道,湿度过高可促进越冬玉米螟提早解除滞育,越冬幼虫放置在相对湿度 90% 的条件下,4 月下旬就开始化蛹(刘德钧等 1992),遇到低温会引起越冬幼虫大量死亡。

1.1.2.2 捕食天敌 据报道,亚洲玉米螟的捕食天敌有 63 种(翟保平 1993)。玉米螟越冬阶段的主要捕食性天敌有:黄缘步甲(每天可捕食玉米螟幼虫 4.9 头),赤胸步甲(每天捕食 3.2 头),日本大蠓虻(每天捕食 2.5 头,并且杀死多于其食量的幼虫)。因此,越冬环境中,捕食性天敌数量的变化,对有效越冬虫量产生较大的影响。据调查,公主岭地区玉米螟秸秆垛内越冬幼虫化蛹前有 60% 的玉米螟幼虫失踪。1992~1993 年设置开放和封闭垛调查,开放垛失踪幼虫 60% 和 54%,封闭垛失踪幼虫 30% 左右。垛外设置粘虫围板试验表明,有相当一部分幼虫外迁,因此禽类捕食也是玉米螟幼虫失踪的主要原因。至目前为止,越冬玉米螟幼虫失踪问题研究得还不够透彻。

1.2 越冬幼虫化蛹前的气候条件

1.2.1 温度

亚洲玉米螟复苏主要受温度影响,不同地区的种群发育起点温度不同;温度影响玉米螟发育进度,利用有效积温可以推断越冬代玉米螟成虫发蛾高峰期,早春积温高则越冬成虫高峰期来得早(刘孝纯 1980、1981,刘德钧等 1986,金顺发 1984)。近年来的研究证明,越冬幼虫化蛹进度与发生量密切相关。春季气温偏低,玉米螟发育迟缓,成虫产卵高峰期与穗期吻合,有利于玉米螟大发生。据分析,化蛹 10% 日期与田间玉米螟幼虫密度相关显著($r = 0.709$) (顾成玉等 1985)。

1.2.2 湿度与降水

亚洲玉米螟越冬幼虫在春季气温回升到发育起点以上时开始复苏活动,寻求与水分接触(贾乃新 1987)。春季干旱与否是玉米螟发生量大小的因素之一,亚洲玉米螟必须咬嚼潮湿秸秆或直接饮水才能正常化蛹。目前研究表明,长时间的高湿可以增大玉米秸秆中的含水量,使越冬幼虫由于咬嚼潮湿秸秆而获得水分。据笔者试验,在 20%、40%、60% 相对湿度条件下,自然越冬玉米螟均不能化蛹;100% 相对湿度下,凡咬嚼潮湿化蛹纸的玉米螟才能化蛹。越冬玉米螟解除滞育需要长日照和饮水两个阶段,这两个阶段的完成依赖于虫体内的水分平衡(Stanley 1967)。综观国内外研究,可以将春季玉米螟幼虫复苏后到化蛹前的降水作为预测大发生的重要因子。

1.3 玉米螟发生期与田间的气象条件

1.3.1 温度

温度与亚洲玉米螟成虫寿命和生殖有密切关系。正常田间条件下,成虫寿命为 7 d 左右(谢为民 1993),高温使成虫寿命变短、产卵量下降。室内吊飞试验表明,20~30℃ 为玉米螟飞翔适温区,最适为 25℃。玉米螟卵孵化率在 26℃ 时最高,适宜温度为 18~32℃,一段时间的高温可降低卵孵化率。幼虫化蛹的适宜温度为 20~35℃,高温条件羽化对以后产卵不利,低温促进滞育的形成,高温抑制滞育的发生,在一化、二化玉米螟混发区,温度可能影响着化、二化玉米螟的越冬比例,进而影响翌年的发生量。

1.3.2 湿度与雨量

田间发生的玉米螟比越冬玉米螟对湿度的要求更严格。高湿有利于大发生。玉米螟田间适宜的大气湿度在 70% 以上、相对湿度 46%~50% 时部分卵块干瘪剥落,幼虫成活率低(李国柱 1964)。

降水除提高田间湿度外,适度降水量和降水频率可为成虫提供饮水机会,促进产卵以利玉米螟发生,但不适的降水(如大雨或暴雨)可对玉米螟造成直接机械损伤和抑制其活动。据公主岭地区8年的资料分析,7月份性诱蛾量和降雨级别与秋后百株虫量呈极显著正相关($r=0.828^{**}$)。

1.3.3 光照

除光周期作用外,光照可以提高环境温度而间接作用于玉米螟。长日照下可进行形态发育。不同地理种群的临界光周期不同,但受温度影响,年际间临界光周期发生变化。

1.3.4 风

风除了通过环境温度、湿度发生作用外,主要对玉米螟成虫产生影响,风力大小直接影响成虫的飞行扩散行为。经室内测试,螟蛾飞行速度随风速加大而增大,风速达9 m/s以上蛾子停止飞行,风速小于1.5~1.6 m/s时,蛾子可逆风飞行;成虫飞行距离还与风向有关(王振营1994)。

1.4 寄主植物

1.4.1 生育时期

亚洲玉米螟的成活率在玉米的不同生育时期有显著差异。玉米心叶期之前,初孵幼虫的成活率很低,随玉米植株的生长发育,玉米螟幼虫成活率明显增高,进入玉米乳熟期,幼虫存活率又趋于下降。螟虫产卵高峰期接近于玉米抽雄期,是玉米螟大发生的重要条件。

1.4.2 品种抗性

利用玉米对螟虫的抗性是综合防治措施的重要一环。对抗螟机制的研究认为,玉米植株含有抗虫素数量的高低具有遗传性,可以通过杂交等手段培育出抗螟品种。广泛种植抗螟品种,一般可不采取其他化防措施(周大荣1987)。

1.4.3 玉米播期与长势

玉米播种期决定着玉米感螟生育时期与玉米螟发生期的吻合程度。有研究表明,播期越早,受虫害越重,但并非任何地区都可以早播控害,在选择播期时,应考虑螟虫发生期与玉米感虫期错开。玉米螟雌蛾产卵对播期早、生长茂盛、叶色浓绿的植株有明显的选择性,一般在株高不足35 cm植株上产卵较少。

2 亚洲玉米螟的发生量预测

2.1 研究现状

迄今为止,玉米螟预测主要利用气候因子及其他生态条件建立统计模型做短期预测,一般应用“期距法”、“积温法”、“发育进度法”预测玉米螟发生期,但发生量的预测尚未过关。玉米螟中期预测采用多因子回归法组建模型,利用化蛹10%日期、5~6月降水量、5月下旬至6月中旬平均相对湿度三因子组成预测式,长期预测采用方差周期外推法预测(顾成玉1992)。目前,正组织协作攻关解决全国范围亚洲玉米螟中长期测报的技术问题。

2.2 存在问题及改进的建议

2.2.1 基础研究

目前对玉米螟种群及种下的一些基本规律认识不够清,对种群内的变动过程和种群间变动关系没有深入研究,尤其是对大发生的关键因素——玉米螟大发生的潜力(有效越冬虫数、化性、营养条件、繁殖潜力、危害程度等)缺乏认识,对玉米螟大发生的影响因素——玉米螟大发生的潜力表达(水分对越冬虫的作用、恶性气象条件对个体虫态的作用等)缺乏深入

研究。只有对玉米螟所处的生态系统的总体进行深入研究,揭示出农田生态系统中的不同营养层之间的相互制约、相互作用的动态规律,弄清玉米螟大发生种群的形成原因,玉米螟大发生预测研究才能取得突破性进展。

2.2.2 理论方法

玉米螟所处的生态系统是个多层次、多序列、多结构的非线性系统,变量之间并非简单的因果关系,多为非线性关系。以往的玉米螟预测数学模型多以线性为基础拟合那些非线性过程,导致模型失真。系统科学的发展为生物科学研究提供了新方法,玉米螟大发生预测预报研究也需引入新理论(如耗散结构理论、协同理论、超循环理论等)。

2.2.3 基础监测工作

准确的预测预报是以长期监测为基础的。初始数据的收集与处理居于特殊重要的地位,其所载信息量大小对预报目的逼近关系极大。有必要按自然生态区划设置永久性玉米螟监测网点,定期对基层监测人员进行技术培训,提高其业务素质,以高新技术更新监测技术和手段,使获取高效、准确的初始数据得以可靠保证。

2.2.4 协作攻关

害虫种群数量的预测预报是数学生态学的一个分支学科,它用数学的理论和方法分析与表达生物的生态过程或系统行为动态的定量关系。要搞好害虫预测预报工作,需要生态学、数学、统计学和电子计算机等学科的知识。玉米螟大发生预测预报研究要走多学科联合攻关的路线,并且攻关需要连续性、系统性。凭一支精干的研究队伍,以客观、理性和科学的态度,从最基础的生物学、生态学入手,在长远规划和近期实施方案指导下,通过大量深入细致的研究,攻克这一紧迫又棘手的难题。

(参考文献 124 篇略)

Factors Affecting Asian Corn Borer Emergency Size and Its Forecast

LU Xin

(*Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100*)

Abstract Asian corn borer(ACB)is distributed over East Asian and Oceania. The author analysed the main factors such as over winter population structure and environmental condition, meteorological condition before over winter larva pupate, meteorological condition in fields on the stage of ACB emergency and hostplant. By summing up the data at home and abroad and the author's previous research work. The author also proposed the problem existed in forecast work and made suggestions for revision.

Key words Asian corn borer, Forecast, Population structure, Emergency