

气候变化与害虫的生长繁殖、越冬和迁飞*

李淑华

(中国农业科学院农业气象研究所, 北京 100081)

摘要 以粘虫、稻飞虱为例, 分析了气候变暖对害虫生长、繁殖代数、越冬界限、迁飞等生态学特征的影响。结果表明, 气候变暖, 积温增加将会使粘虫、稻飞虱的繁殖代数增加, 越冬界限北移, 迁飞范围扩大, 从而使害虫的发生时间延长, 危害程度加重。

关键词 气候变化 温室效应 粘虫 稻飞虱 繁殖 迁飞

研究表明, 由于人类活动引起的地球大气层中 CO_2 及其它温室气体的剧增, 导致“温室效应”及全球气候变化, 带来一系列的环境问题, 对农业生态系统产生重大影响。就农作物虫害而言也不例外。为此研究未来气候变化情景下虫害的发生规律, 及时有效地控制其危害, 对减轻损失, 确保我国农业丰收是至关重要的。

天气气候条件是决定害虫发生、发展的关键因子。由于环境条件不同, 害虫的发生时间、危害程度也不相同。气候变暖, 农业虫害的生长繁殖、越冬、迁飞等生态学特征均将受到一定的影响。本文以为害我国粮食作物的重要害虫粘虫和稻飞虱为例, 着重分析探讨气候变化带来的这种影响。

1 气候变化方案的设定

近百年来, 由于人类活动引起的地球大气层中 CO_2 等温室气体的剧增, 使地球表面气温上升 $0.5\sim 0.6^\circ\text{C}$ 。1880~1990 年全球气温变化曲线显示, 地球表面温度变化受 CO_2 含量上升的影响是明显的。1985 年在奥地利维拉赫召开的温室气体对气候变化及有关方面的影响的国际会议上, 根据 5 个主要的三维大气环流模式 (GCMs) 对 CO_2 倍增的温室效应进行了模拟研究。其模拟结果在大趋势上是一致的, 全球平均气温上升 $1.5\sim 4.5^\circ\text{C}$ 。近期研究结果表明, 海洋对温室效应有延缓作用。而在上述 5 种大气环流模式的基本特征量中, 考虑了深层海洋的缓冲作用的影响后, 预计到下个世纪中叶前, 温度上升幅度约为 $1.5\sim 2.0^\circ\text{C}$ 。最近, IPCC (政府间气候变化专业委员会) 的报告将全球平均温度定为 1.5°C 。

1989 年赵宗慈用 OSU 大气环流模式输出的 CO_2 倍增时气候变化显示, 我国年平

均温度上升为 2.69°C , 此结果比全球平均温度值偏高。因此, 本文依据年平均温度增加 1.5°C 的气候情景进行探讨。此外, 在不同纬度带、不同季节温度的增幅不同, 一般而言, 夏季偏低, 冬季偏高。根据区域气候变化的几种情况, 可将我国不同纬度带、不同季节温度增幅定为: 在 $20\sim 30^{\circ}\text{N}$, 夏、冬增温均为 1.35°C ; 在 $30\sim 35^{\circ}\text{N}$, 夏季增温为 1.2°C , 冬季为 1.8°C 。

2 气候变化对粘虫的影响

2.1 对粘虫繁殖代数影响 张厚鑫计算了我国年平均温度在增加 1.5°C 的气候情景下全国各地 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温增值* (图 1)。由图看出, 全国各地 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温增值的分布, 从北往南逐渐增加。粘虫完成一个世代, 需要有效积温 685 度·日, 积温增值 685 度·日线大致位于北纬 $32\sim 33$ 度以南地区。粘虫在北纬 33 度以南地区, 全年均可多繁殖一个世代。粘虫在冬季繁殖气候区 ($18\sim 27^{\circ}\text{N}$) 全年由 $6\sim 8$ 代增加到 $7\sim 9$ 个世代; 在越冬气候区 ($27\sim 33^{\circ}\text{N}$) 全年由 $5\sim 6$ 代增加到 $6\sim 7$ 代; 在北纬 $33\sim 34$ 度地区, $>10^{\circ}\text{C}$ 积温增值在 $640\sim 685$ 度·日之间, 接近粘虫完成一个世代所需要的积温。随着气候变暖, 粘虫发育速度将会加快。发育历期的缩短, 成虫繁殖力的增强, 相应地区粘虫有可能由 $4\sim 5$ 代增加到 $5\sim 6$ 代。北纬 34 度以北地区, $>10^{\circ}\text{C}$ 积温增值虽不够粘虫完成一个完整世代, 也将造成粘虫在田间为害时间延长, 危害程度加重。

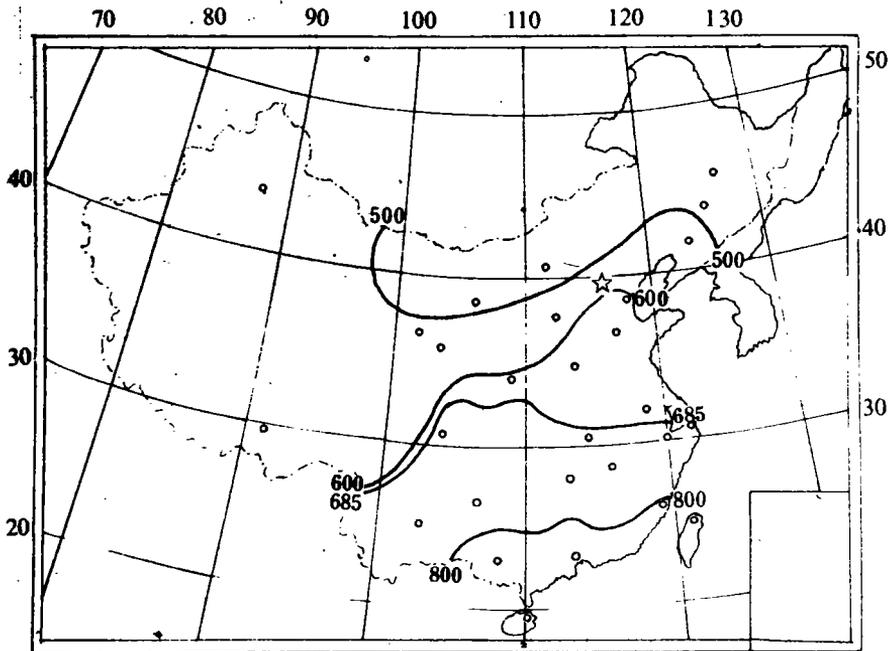


图 1 气候变暖, 全国各地 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温增值的变化

2.2 对粘虫越冬界限的影响 气候变暖, 冬季温度升高幅度较大, 北纬 $30\sim 35$ 度地区冬季

增温为 1.8°C 。温度升高使冬季小于 0°C 日数将会减少,使1月 0°C 等温线位置向北推移。由此,在年平均温度升高 1.5°C 的情景下,粘虫越冬北界大致可向北推移1个纬度,在北纬34度以北地区粘虫不能越冬。

气候变暖,北纬 $20\sim 30$ 度地区冬季增温为 1.35°C ,冬季温度升高使粘虫冬季繁殖区的范围向北扩大1到2个纬度左右。由此可见,气候变暖后,由于温度升高,粘虫繁殖代数增加,冬季繁殖区和越冬北界向北扩大上亿亩,造成粘虫分布更广,危害更大。

3 气候变化对稻飞虱的影响

3.1 对稻飞虱繁殖代数的影响

在未来气候变暖 1.5°C 的情景下,温度升高,大于 15°C 的积温和日数也相应增加,稻飞虱全年可繁殖的天数增加,繁殖一代所需天数随气温的升高而缩短。因此,稻飞虱一年可繁殖的世代数在全年繁殖气候带、越冬气候带均有所增加(表1)。从表中可以看出,在北纬 $18^{\circ}30' \sim 21^{\circ}$ 地区,常年是稻飞虱适宜繁殖气候区,当气候变暖时变为最适繁殖气候区,年发生世代由 $9\sim 11$ 代增加到 $10\sim 11$ 代;在北纬 $21\sim 23$ 度地区,由多年越冬气候区变为适宜繁殖气候区,发生世代由 $7\sim 8$ 代增加为 $8\sim 11$ 代;冬季温度升高使北纬 $23\sim 24$ 度地区更有利于稻飞虱越冬。春季稻飞虱向北迁入的范围将更广,可达北纬 30 度附近地区。

温室效应引起的气候变暖、温度升高使我国农业气候带发生显著位移。为此一年二熟区的北界向北推移约 $150\sim 200\text{km}$;一年三熟区的北界大致在北纬 $32\sim 33$ 度附近;水稻三造区的北界大致在厦门、梅县、广州、南宁一线以南。复种面积扩大,为稻飞虱提供丰盛食料,将更有利于稻飞虱的生长繁殖,造成发生世代重叠,农田多次受害的机率增加。

3.2 对稻飞虱越冬界限的影响

我国稻飞虱在越冬区内,褐飞虱和白背飞虱的越冬虫量多集中于北纬 21 和 22 度之间,北纬 23 度以北,随着纬度增高越冬虫量呈递减。故稻飞虱在我国的越冬北界大致在北纬 25 度,常年越冬北界大致在北纬 23.5 度,安全越冬北界大致在北纬 22 度。未来气候变暖情景下,北纬 $23\sim 25$ 度将是稻飞虱的越冬区,其安全越冬北界将由北纬 22 度推向 $23\sim 24$ 度附近,常年可在北纬 $26\sim 27$ 度之间越冬。

4 气候变化对害虫迁飞的影响

气候变化的数值模拟结果显示,气候变暖的幅度将随纬度而增加,从而导致南北温差减少,使夏季风较当前相对加强,致使粘虫,稻飞虱等迁飞性害虫,春季受较强西南气流的影响,向北迁出的时间提前,范围更广。据分析,粘虫2月下旬将有较多的羽化成虫向北迁飞,春季由南向北将迁入到北纬 $33\sim 37$ 度附近。未来气候变暖,麦稻两熟区的北界将北移到北纬 35 度附近。农田复种指数的增加,为粘虫的迁入和为害提供了丰富食料。稻飞虱于3月中、下旬将有较多虫源迁入我国南部稻区,春季由南向北可迁入到北纬 $30\sim 31$ 度。

秋季,气候变暖,副热带高压减弱东撤的速度较目前缓慢,时间推迟,田间食料丰盛,造成粘虫、稻飞虱由北向南回迁的时间推迟。气候变暖后,北纬 30 度以北的淮北、江淮原单季稻种植区将改为双季稻区,其北界可推至北纬 35 度以北,麦、稻二熟区的北界推移到

北纬 37~39 度之间。农田复种指数增加, 田间食料充足, 为粘虫、稻飞虱的为害提供有利条件, 造成粘虫、稻飞虱秋季向南回迁的时间推迟, 在田间为害的时间延长。此外, 温室效应造成的气候变暖, 在大气环流改变之后, 对粘虫、稻飞虱春秋往返迁飞的路径也产生一定的影响, 因为许多迁飞性害虫的迁飞路径与大气低层气流的运行方向一致, 从而使害虫集中为害的地区分布相应地也会发生变化。

表 1 气候变暖时, 稻飞虱发生世代的可能变化

常年		温度+1.5℃								
气候带	气候区	区域范围	年平均气温(℃)	发生代数	气候带	气候区	区域范围	发生代数		
I 全年繁殖气候带	IA 最适繁殖气候区	位于 18° 30' N 以南, 海南岛南部的崖县, 陵水县及西沙群岛等地	24~26	10~11	I	IA	18° 30' N ~ 21° N	10~12		
	IB 适宜繁殖气候区	18° 30' ~ 21° N, 海南岛中部, 北部, 雷州半岛及 22° 40' N, 滇南勐腊, 景洪, 河口等地	23~24	9~11					IB	21° N ~ 23° N
	IIA 多年越冬气候区	21~23° N, 广东, 广西, 云南南部地区	22~23	7~8	II	IIA	23° N ~ 25° N	7~8		
II 越冬气候带	II B 少年越冬气候区	23~25° N, 闽南, 滇南, 桂中, 粤北	20~22	6~7						
	III A 春季迁入气候区	25~29° N, 浙南, 闽北, 赣南, 湘南, 黔东	17~19	5~6	III	III A	25° N ~ 30° N	5~6		
III B 初夏迁入气候区	29~33° N, 四川盆地, 江淮平原	14~16	4~5	III B					29° N ~ 33° N	4~5
III C 盛夏迁入气候区	33° N 以北, 渭河流域, 华北平原, 山东半岛, 辽东半岛	10~14	2~3	III C					33° N 以北	2~3

5 小结

气候变暖之后, 华南地区将因小麦种植面积的减少, 造成粘虫越冬代虫量相应减少; 夏季温度升高促使粘虫“越夏”期延长, 粘虫将主要在晚稻后期为害。气候变暖, 稻飞虱安全越冬北界将向北移到北纬 23~24 度地区, 越冬范围扩大, 虫源和发生世代增加, 使春季稻飞虱发生、为害加重。

在北纬 26~27 度地区, 冬季温度升高, 将更有利于粘虫越冬、繁殖, 使越冬虫源基数

显著增加。因此,气候变暖后,该地区的越冬虫源不可忽视。

气候变暖,夏季风势力增强,将使大量越冬虫源向北迁飞,江淮地区一代粘虫大发生的频率将相应减少,但将会给二代粘虫的发生造成威胁,尤其是华北一些地区,麦套玉米、晚播玉米及谷子上的二代、三代粘虫将呈上升趋势,对此应引起足够重视。

未来气候变暖,耕作栽培制度和品种的剧烈变更,将会对稻飞虱的迁飞和暴发为害造成一定的影响,稻飞虱在我国广大稻区仍将有偏重或大发生的可能性,对此不容忽视。

参 考 文 献

- 1 气候变化与作物产量编写组.气候变化及其对策.北京:中国农业科技出版社,1992,359~364
- 2 赵宗慈.模拟温室效应对我国气候变化的影响.气象,1989,(3):10~19
- 3 张家诚.CO₂的气候效应与华北干旱问题,气象,1989,(3):3~8
- 4 李淑华.中国粘虫发生的气候带及其区划.农业气象,1983,(4):40~43
- 5 芮庆室.稻飞虱与气象.北京:气象出版社,1987,29~33
- 6 陈若麓,丁锦华,谈涵秋等.迁飞昆虫学.北京:农业出版社,1989,300~312
- 7 气候异常对农业影响的试验研究课题组.中国气候变化对农业影响的试验与研究.北京:气象出版社,1991,6~11

The Relationship Between Climate Change and Pest Generation Reproduction, Overwintering and Migration Flight

Li Shuhua

(Agrometeorological Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract Taking armyworm [*Mythimna separate* (Waker)], rice planthopper (*Delphacid*) as research objects, this paper analysed the effect of climate warming on the development, generation reproduction, overwintering and migration flight of the pests. The analysis results indicated that the climate warming and increase of accumulated temperature would make the insect pests not only quicken their generation reproduction, but also move their overwintering line northwards and expand their migration flight circle. So that the climate warming would prolong the pest infestation time and cause the harmfulness more severe.

Key words: Climate change; Greenhouse effect, Armyworm; Rice planthopper; Reproduction; Migration Flight