

DOI : 10.3969/j.issn.2095-3704.2014.01.001

1991—2010 年中国主要粮食作物生物灾害 发生特征分析

欧阳芳¹, 门兴元², 戈峰^{1*}

(1. 中国科学院 动物研究所/农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101; 2. 山东农业科学院
植物保护研究所, 山东 济南 250100)

摘要: 生物灾害发生种类繁多和暴发频繁, 是威胁我国粮食安全生产的重要因素。利用中国植物保护统计数据、粮食作物产量数据和农田土地覆盖类型分布遥感数据, 重点分析中国 1991 年到 2010 年 20 年期间四类重要粮食作物病虫害发生面积和发生强度的变化趋势, 以及其空间分布范围。结果表明: 从 1991 年到 2010 年水稻、玉米和大豆病虫害发生面积均显著增加; 水稻、小麦、玉米和大豆病虫害发生强度均显著增加。随着粮食作物病虫害发生面积增大, 其发生强度均呈增加趋势。病害与虫害相比, 无论是发生面积, 还是发生强度, 粮食作物的虫害均高于病害。粮食作物病虫害主要分布在我国中东部的粮食主产区, 西部地区主要粮食作物病虫害发生相对较轻。为了有效地防止或减少病虫害等生物灾害对粮食生产安全的影响, 目前应当加强农田景观变化和气候变化等对粮食作物病虫害的影响诊断、发生与灾变的风险评估和监测预警, 改善农田生态环境, 开展区域性农田生态系统病虫害整合治理研究, 并建立相应的对策。

关键词: 粮食作物; 生物灾害; 发生面积; 发生强度; 空间分布

中图分类号: S431

文献标志码: A

文章编号: 2095-3704 (2014) 01-0001-06

Analysis of Biological Disasters in Main Food Crops of China

OUYANG Fang¹, MEN Xing-yuan², GE Feng^{1*}

(1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pests and Rodents/Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Shandong Provincial Key Laboratory of Plant Virology/Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan 250100, China)

Abstract: Frequent outbreaks of biological disasters are important factors threatening the safe food production in China. Using statistical data of plant protection, crop yields, and land coverage type distribution by remote sensing in China, this paper focused on analyzing the tendency of pest occurrence areas and intensity, and its spatial distribution ranges in four important food crops from 1991 to 2010. Results showed that the occurrence areas of diseases and insects in rice, corn and soybean significantly increased, and the occurrence intensity of diseases and pests in all four crops also significantly increased. The occurrence intensity increased with the increase in occurrence areas. Besides, the occurrence areas and intensity of crop pests were higher than that of crop diseases. Food crop diseases and crop pests mainly distributed in the major grain producing areas in Middle and Eastern regions in China, while these in Western region were relatively light. In order to effectively

收稿日期: 2014-02-19

基金项目: 环保部专项 (STSN-04-04) 和国家自然科学基金重点项目 (31030012)

作者简介: 欧阳芳, 男, 博士, 主要研究方向为区域性农田景观与害虫防治研究, E-mail: ouyangf@ioz.ac.cn; *通信作者: 戈峰, E-mail: gef@ioz.ac.cn。

prevent or reduce the effect of biological disasters on the safe grain production, we should strengthen the diagnosis of the influence of farmland landscape and climate changes on crop diseases and crop pests, establish the risk assessment and monitoring and early warning of biological disasters, improve the ecological environment of farmland, promote the integrated pest management researches on regional farmland ecosystem, and then take corresponding countermeasures.

Key words: food crop; biological disasters; occurrence area; occurrence intensity; spatial distribution

0 引言

粮食作物是人类食物的重要来源之一，食物自给自足是人们安居乐业根本，也是国家可持续发展的基础，然而粮食生产过程中面临各种挑战和危机。生物灾害发生种类繁多和暴发频繁，是威胁粮食安全生产的重要因素。我国是一个农业有害生物为害严重的国家，危害农作物的有害生物繁多，其中病害达 550 种，虫害达 700 多种^[1]，如果不采取防治措施，每年损失的粮食产量将达 15%。

有效地防止或减少生物灾害的暴发保障国家农业生产安全、农产品质量安全、农业生态安全和农产品贸易安全意义重大^[2]。近几十年来全球气候变化如温度上升、降雨分布不均、灾害性天气出现频繁以及农田景观格局的变化深刻改变着农田生态系统中有害生物（昆虫和病原微生物等）群落的组成结构和演替，使有害生物分布区域扩大、发生世代增多、生态适应性变异，最终导致一些作物病虫害暴发成灾，加重粮食作物的损失^[3-4]。本文重点分析了中国 1991—2010 年 20 年期间四类重要粮食作物病虫害发生面积和发生强度的变化趋势，以及其空间分布范围，明确粮食作物有害生物发生特征，为制定区域性有害生物防控策略和技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

1991—2010 年中国主要粮食作物病害和虫害发生面积数据来源于植物保护统计资料；1991—2010 年中国主要粮食作物种植面积和产量数据来源于农业统计年鉴；2010 年中国农田土地覆盖类型分布来源于高分辨率遥感数据。

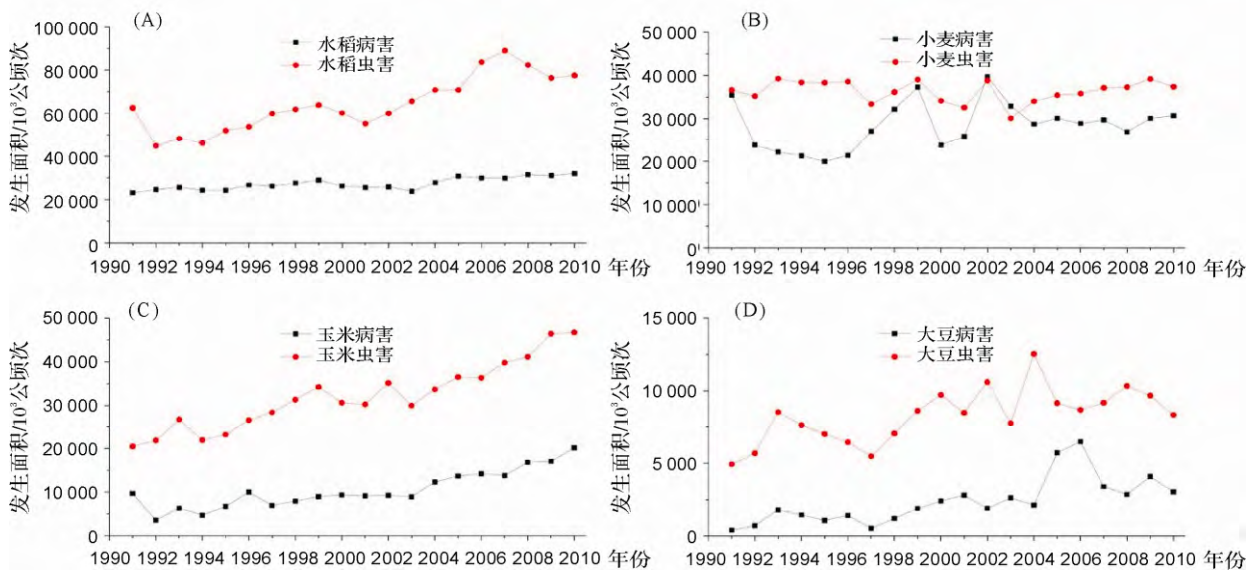


图 1 1991—2010 年我国主要粮食作物病虫害发生面积

1.2 参数指标

本文研究的主要粮食作物包括水稻、小麦、玉米和大豆。四类粮食作物病害和虫害的发生面积单位为 10³

公顷次。病害和虫害的发生强度定义为单位种植面积的病害和虫害的发生面积,即等于病害和虫害的发生面积除以农作物的种植面积。

1.3 分析方法

变化趋势:利用 SPSS 统计软件分析四类粮食作物病虫害的发生面积与发生强度的变化趋势。

空间分布:利用 ArcGIS 10.0 软件分析四类粮食作物病虫害空间分布。(1)数据类型,中国四类主要粮食作物县级单位产量(属性数据 1, Feature); 2010 年中国农田土地覆盖类型分布数据(栅格数据 2, Raster)。(2)将属性数据 1 转换成栅格数据 1(步骤, ArcToolsbox - Conversion Tools - to raster - Feature to Raster)。(3)将栅格数据 1 与栅格数据 2 叠置分析(步骤, ArcToolsbox - Spatial Analysis Tools - Extract - Extract by Mask)。

2 结果与分析

2.1 主要粮食作物病虫害发生面积

据植物保护统计资料分析,从 1991 年到 2010 年我国水稻、玉米和大豆病害和虫害发生面积均呈显著增长趋势(图 1-A、1-C、1-D,表 1),而小麦病害呈波动增加趋势,小麦虫害呈现波动下降趋势(图 1-B,表 1)。水稻病害发生面积从 1991 年的 $2.303\ 246 \times 10^7$ 公顷次到 2010 年的 $3.199\ 472 \times 10^7$ 公顷次,虫害发生面积从 $6.252\ 126 \times 10^7$ 公顷次到 $7.750\ 472 \times 10^7$ 公顷次,水稻虫害发生面积高于病害,病、虫害发生面积分别增加 39%和 24%(图 1-A)。玉米病害发生面积从 1991 年的 $9.68\ 006 \times 10^6$ 公顷次到 2010

表 1 主要粮食作物病虫害发生面积线性趋势

类型	线性方程	相关系数 R^2	P 值	趋势
小麦病害	$Y = 300.099\ 8X - 571\ 977.498\ 7$	0.105\ 1	0.163\ 0	
小麦虫害	$Y = -36.105\ 6X + 108\ 545.321$	0.007\ 2	0.722\ 0	
水稻病害	$Y = 395.581\ 2X - 764\ 121.757\ 5$	0.685\ 8	<0.000\ 1	↑
水稻虫害	$Y = 1\ 860.134\ 6X - 3\ 656\ 981.663$	0.740\ 9	<0.000\ 1	↑
玉米病害	$Y = 648.767\ 6X - 1\ 287\ 383.930\ 8$	0.783\ 2	<0.000\ 1	↑
玉米虫害	$Y = 1\ 229.100X - 2\ 426\ 740.528\ 5$	0.893\ 0	<0.000\ 1	↑
大豆病害	$Y = 198.653\ 9X - 395\ 008.180\ 7$	0.542\ 7	<0.000\ 1	↑
大豆虫害	$Y = 210.458\ 5X - 412\ 728.305\ 1$	0.442\ 5	0.001\ 0	↑

注:Y 农作物生物灾害发生面积(10^3 公顷次);X 为年份,1991 年到 2010 年。X 系数>0 为线性趋势增加,X 系数<0 为线性趋势减少;P 值<0.05 为线性趋势显著,P 值>0.05 为线性趋势波动。

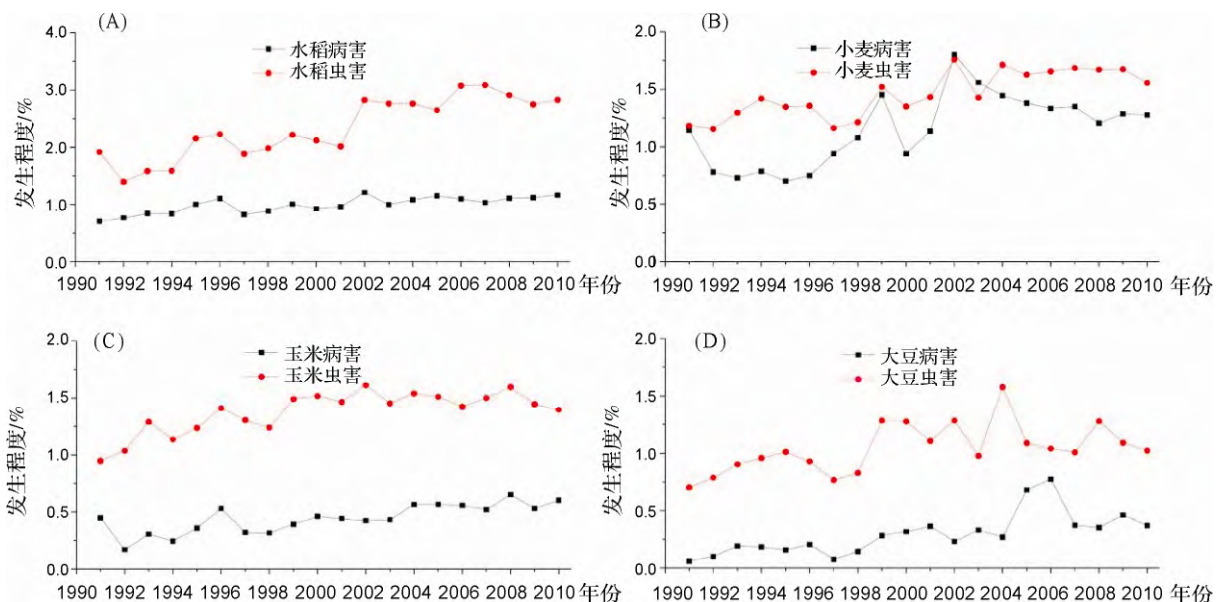


图 2 1991—2010 年我国主要粮食作物病虫害发生强度

表 2 主要粮食作物病虫害发生强度线性趋势

病虫害类型	线性方程	相关系数 R^2	P 值	趋势
小麦病害	$Y = 0.034 1X - 67.070 6$	0.421 5	0.002 0	↑
小麦虫害	$Y = 0.027 5X - 53.493 6$	0.661 9	<0.000 1	↑
水稻病害	$Y = 0.019 5X - 38.009 9$	0.638 0	<0.000 1	↑
水稻虫害	$Y = 0.079 1X - 155.844 8$	0.791 3	<0.000 1	↑
玉米病害	$Y = 0.017 1X - 33.856 4$	0.629 3	<0.000 1	↑
玉米虫害	$Y = 0.023 2X - 45.1248$	0.567 9	<0.000 1	↑
大豆病害	$Y = 0.022 7X - 45.145$	0.529 4	<0.000 1	↑
大豆虫害	$Y = 0.019 2X - 37.364 8$	0.281 0	0.016 0	↑

Y 农作物生物灾害发生强度 (%) ; X 为年份, 1991 年到 2010 年。 X 系数 >0 为线性趋势增加, X 系数 <0 为线性趋势减少 ; P 值 <0.05 为线性趋势显著, P 值 >0.05 为线性趋势波动。

年的 $2.014 512 \times 10^7$ 公顷次, 虫害发生面积从 $2.045 816 \times 10^7$ 公顷次到 $4.675 949 \times 10^7$ 公顷次, 玉米虫害发生面积高于病害, 病、虫害发生面积分别增加 108% 和 129% (图 1-C)。大豆病害发生面积从 1991 年的 $4.244 4 \times 10^5$ 公顷次到 2010 年的 $3.024 54 \times 10^6$ 公顷次, 虫害发生面积从 $4.93 697 \times 10^6$ 公顷次到 $8.344 06 \times 10^7$ 公顷次, 大豆虫害发生面积高于病害, 病、虫害发生面积分别增加 612.6% 和 69.0% (图 1-D)。

2.2 主要粮食作物病虫害发生强度

结果表明, 从 1991 年到 2010 年我国水稻、小麦、玉米和大豆病害和虫害发生强度均呈显著增长趋势 (图 2-A、2-B、2-C、2-D, 表 2)。水稻病害发生强度从 1991 年的 0.70% 到 2010 年的 1.16%, 虫害发生强度从 1.91% 到 2.82%, 水稻虫害发生强度高于病害, 病、虫害发生强度分别增加 66% 和 58%。小麦病害发生强度从 1991 年的 1.14% 到 2010 年的 1.27%, 虫害发生强度从 1.18% 到 1.55%, 小麦虫害发生强度高于病害, 病、虫害发生强度分别增加 27% 和 31%。玉米病害发生强度从 1991 年的 0.44% 到 2010 年的 0.60%, 虫害发生强度从 0.94% 到 1.39%, 玉米虫害发生强度高于病害, 病、虫害发生强度分别增加 27% 和 49%。大豆病害发生强度从 1991 年的 0.06% 到 2010 年的 0.37%,

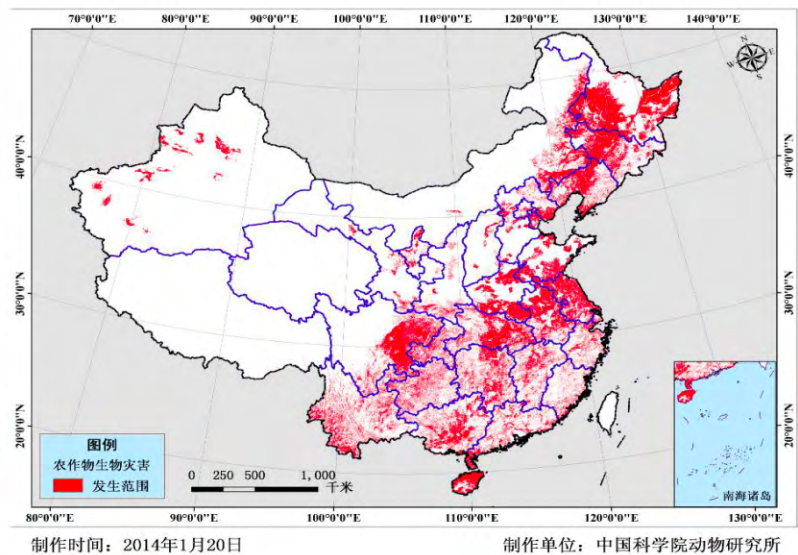


图 3 2010 年中国水稻病虫害空间分布区

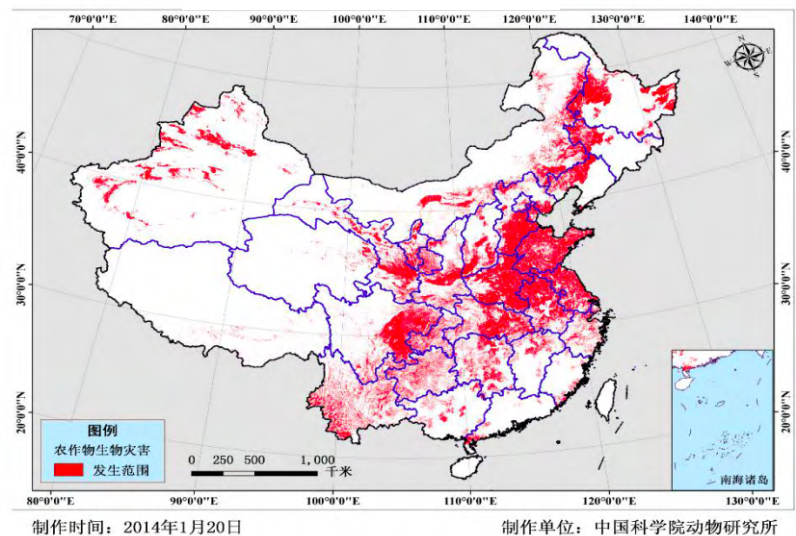


图 4 2010 年中国小麦病虫害空间分布区

虫害发生强度从 0.70%到 1.02% ,大豆虫害发生强度高于病害 ,病、虫害发生强度分别增加 517%和 46%。

2.3 主要粮食作物病虫害发生分布

根据 2010 年中国遥感调查和土地覆盖分类的农田空间分布数据以及主要粮食作物县级单位产量数据确定病虫害的发生分布范围。从全国各省来看,水稻病虫害发生分布范围较广的省份有东北区域的黑龙江、吉林和辽宁,华北区域的河北和内蒙古;华东区域的山东、浙江、安徽、江苏、福建和江西;华中区域的河南、湖北和湖南;华南区域的广东、广西和海南;西南区域的四川、云南、贵州和重庆(图 3)。西北区域的新疆、宁夏、甘肃、陕西和陕西有少量分布(图 3)。

小麦病虫害发生分布范围较广的省份有东北区域的黑龙江、吉林和辽宁,华北区域的河北、天津和内蒙古;华东区域的山东、浙江、安徽和江苏;华中区域的河南、湖北和湖南;西南区域的四川、云南、贵州和重庆;西北区域的新疆、甘肃、宁夏、陕西和山西(图 4)。

玉米病虫害发生分布范围较广的省份有东北区域的黑龙江、吉林和辽宁,华北区域的河北、天津和内蒙古;华东区域的山东、浙江、安徽、福建、江西和江苏;华中区域的河南、湖北和湖南;西南区域的四川、云南、贵州和重庆;西北区域的新疆;甘肃、宁夏、陕西和山西;华南区域的广东、广西和海南(图 5)。

大豆病虫害发生分布范围较广的省份有东北区域的黑龙江、吉林和辽宁,华北区域的河北、天津和内蒙古;华东区域的山东、浙江、安徽、福建、江西和江苏;华中区域的河南、湖北和湖南;西南区域的四川、云南、贵州和重庆;西北区域的新疆;甘肃、宁夏、陕西和山西;华南区域的广东、广西和海南(图 6)。

3 结论与讨论

1991—2010 年的 20 年,我国主要的粮食作物——水稻、玉米、小麦和大豆的病虫害的发生面积呈逐年增加的趋势(除了小麦虫害发生面积),其中玉米的病虫害发生面积增幅最大,增幅均在 100%以上,这与近年来玉米种植的面积大幅度增加有关^[5]。随着粮食作物病虫害发生面积增大,其发生强度均呈增加趋势。病害与虫害相比,无论是发生面积,还是发生强度,粮食作物的虫害均高于病害。粮食作物病虫害主要分布在我国中东部的粮食主产区,西部地区主要粮食作物病虫害发生相对较轻。

我国粮食作物病虫害发生加重与我国的集约化农业发展导致的农田生态系

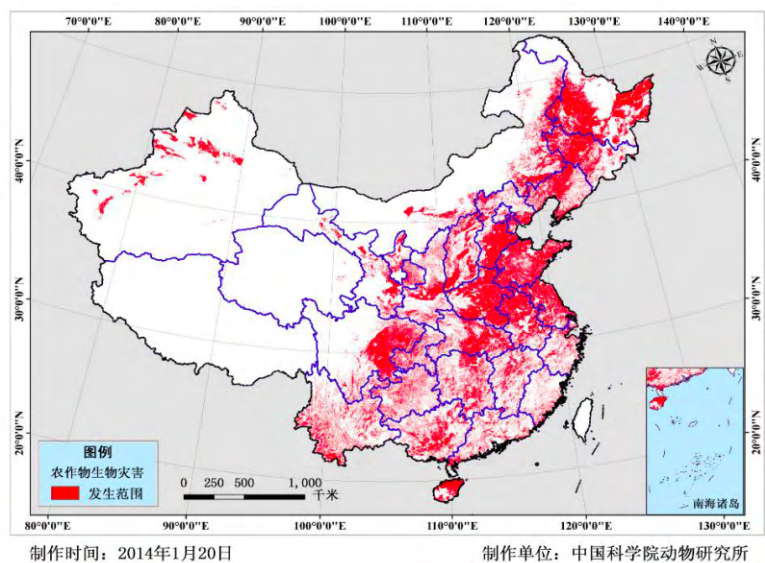


图 6 2010 年中国大豆病虫害空间分布区

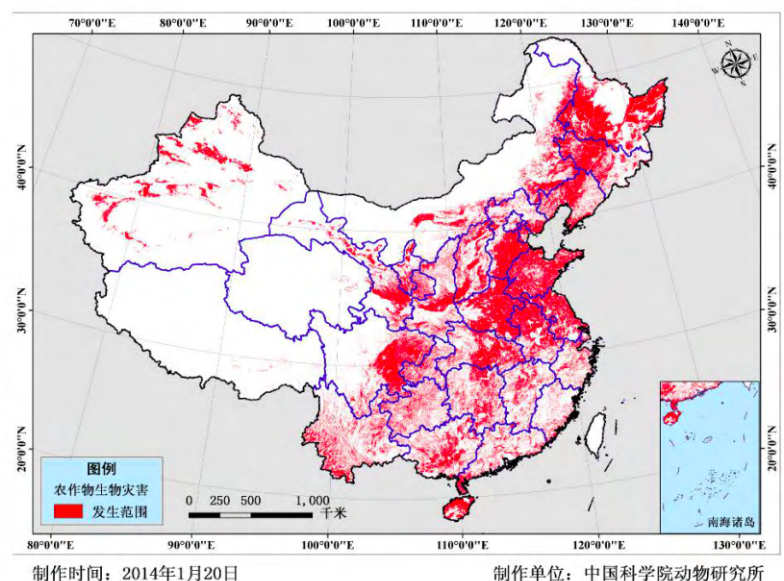


图 5 2010 年中国玉米病虫害空间分布区

统单一化以及全球季候变化有关。大量的研究表明,作物种植面积的增加和单一化降低了生态环境的多样性,造成农田生态系统的不稳定,导致病虫害发生和危害加重^[6-7]。气候变暖可使病虫害发育历期缩短、危害期延长,害虫种群增长力增加、繁殖世代数增加,发生界限北移、海拔界限高度增加,危害地理范围扩大,危害程度加重,气候变暖将使中国大部农作物病虫害发生呈扩大、加重趋势^[8-9]。盲目的追求产量,过度使用化学农药,破坏农田的生态平衡,降低农田自然生物因子的控制作用,也是农田病虫害加剧的重要原因。

为了有效地防止或减少病虫害等生物灾害对粮食生产安全的影响,应当加强农田景观变化和气候变化等对粮食农作物病虫害的影响诊断、发生与灾变的风险评估和监测预警,改善农田生态环境,开展区域性农田生态系统病虫害整合治理研究,并建立相应的对策^[3,10]。

参考文献:

- [1] 陈生斗, 胡伯海. 中国植物保护五十年[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 杨普云, 赵中华. 农作物病虫害绿色防控技术指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [3] 戈峰. 应对全球气候变化的昆虫学研究[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(5): 1117-1122.
- [4] 欧阳芳, 戈峰. 农田景观格局变化对昆虫的生态学效应[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(5): 1177-1183.
- [5] 郭庆海. 中国玉米主产区的演变与发展[J]. 玉米科学, 2010, 18(1): 139-145.
- [6] Altieri M A, Letourneau D K. Vegetation management and biological control in agroecosystem [J]. Crop Protection, 1982, 4(1): 405-430.
- [7] 李正跃, Altieri M A, 朱有勇. 生物多样性与害虫综合防治[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [8] 霍治国, 李茂松, 王丽, 等. 气候变暖对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1926-1934.
- [10] 李祎君, 王春乙, 赵蓓. 气候变化对中国农业气象灾害与病虫害的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(增刊): 263-271.
- [11] 戈峰. 害虫区域性生态调控的理论、方法及实践[J]. 昆虫知识, 2001, 38(5): 337-341.