

辽宁主要农业灾害时空分布特征

赵先丽,张玉书,纪瑞鹏,冯 锐,于文颖,蔡 福,米 娜

(中国气象局沈阳大气环境研究所, 辽宁 沈阳 110016)

摘 要: 利用辽宁 1996—2005 年 14 个地区的成灾面积资料,分析辽宁各地主要农业灾害(干旱灾害、洪涝灾害、风雹灾害、霜冻灾害和病虫害)的时空间分布特征及发展趋势。结果表明:干旱灾害对辽宁农业生产的影响最大,2000 年发生最重,成灾面积为 $1.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$;风雹灾害 1997 年发生最重,成灾面积为 $4.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$;洪涝灾害 1998 年发生最重,成灾面积为 $2.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;病虫害 1996 年和 1997 年发生较重,成灾面积为 $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;霜冻灾害 1999 年发生较重,成灾面积为 $1.7 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。从空间分布特征来看,辽宁农业灾害影响最大的地区是辽西地区。按辽宁农业灾害成灾面积大小划分,依次为:辽西地区,辽中地区,辽北地区,辽南地区和辽东地区。农业灾害中以干旱灾害和风雹灾害对农业生产影响最为严重,是影响农业生产的主要因素。

关键词: 农业灾害;时空特征;辽宁

中图分类号: X4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)05-0130-06

Characteristics of temporal and spatial distribution of main agricultural disasters in Liaoning Province

ZHAO Xian-li, ZHANG Yu-shu, JI Rui-peng, FENG Rui, YU Wen-ying, CAI Fu, MI Na
(*Institute of Atmospheric Environment, China Meteorological Administration, Shenyang, Liaoning 110016, China*)

Abstract: Based on the data of inundated area in 14 regions of Liaoning Province from 1996 to 2005, the characteristics of spatial and temporal distribution and changing tendency of main agricultural disasters (including drought, flood, hail, frost, and plant diseases and insect pests) were analyzed with statistical method. The results showed that the drought disaster had a greatest influence to agricultural production in Liaoning. The drought disaster was most serious in 2000 with an inundated area of $1.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$; the hail disaster was most serious in 1997 with an inundated area of $4.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$; the flood disaster was most serious in 1998 with an inundated area of $2.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$; the disaster of plant diseases and insect pests was most serious in 1996 and 1997 with an inundated area of $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$; and the frost disaster was most serious in 1999 with an inundated area of $1.7 \times 10^3 \text{ hm}^2$. The regions suffered severely from agricultural disasters were mainly distributed in west Liaoning. According to the inundated area of agricultural disasters, the regions could be sequenced as west Liaoning > central Liaoning > north Liaoning > south Liaoning > east Liaoning. Drought and hail were the two major disasters affecting agricultural production in Liaoning.

Keywords: agricultural disaster; temporal and spatial characteristics; Liaoning Province

辽宁省地处温带季风气候区,四季分明,特殊的地理、地形和气候条件使辽宁省成为中国农业灾害多发的地区之一,也是重灾区。辽宁主要农业灾害有干旱灾害、洪涝灾害、风雹灾害、霜冻灾害及病虫害。

害。辽宁农业灾害具有种类多、发生频率高、范围广、影响时间长、突发性强、灾情重的特点^[1],造成农业大幅减产,粮食产量不稳定,给农业生产带来极大危害。

收稿日期:2013-03-03
基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项“辽宁水稻稻瘟病气候区划及预测预报研究”(2012IAE - CMA03);公益性行业(气象)科研专项“森林草原病虫害气象预报与灾损评估技术”(GYHY200906028);公益性行业(气象)科研专项“东北地区春玉米农业气象指标体系研究”(GYHY201206018);辽宁省“十二五”科学技术重大项目“主要农业气象灾害发生规律及预警和评估机制研究”(2011210002)
作者简介:赵先丽(1977—),女,山东阳谷人,助理研究员,硕士,主要从事应用气象方面的研究。E-mail:zhaoxianli2001@163.com。
通信作者:张玉书(1963—),女,辽宁黑山人,高工,本科,主要从事农业气象和遥感应用研究。E-mail:yushuzhang@126.com。

农业灾害是指直接危害农业生物、农业设施、农业生产环境和影响农业生产的正常进行,对农作物收成起破坏作用,进而影响人类的生存条件或经济利益的灾害。目前国内有关农业灾害的研究主要集中在灾害的变化及对作物的影响的研究。卢丽萍等^[2]对我国 30 年来农业气象灾害时空分布特征及其对农业生产的影响进行了分析,探讨了农业气象灾害对农业粮食安全的影响。李玮君等^[3]利用 1978—2007 年主要农业气象灾害资料与气象要素资料,总结了气候变化对我国农业气象灾害发生发展的影响,各类农业病虫害由于气候变暖特别是暖冬出现新的变化发展趋势。李娜,马建军等^[4-5]对东北地区主要的农业灾害旱灾、洪涝灾害、低温冷害、霜冻、冰雹及病虫害进行了概况,总结了农业灾害监测技术。李晶,刘航等^[6-10]分析了辽宁省 1971—2008 年干旱、洪涝、大风冰雹、低温冻害的影响和时间序列变化特征,并对农业气象灾害进行了等级划分和综合评估。杨尚英等^[11]研究了我国近 10 年来主要气象灾害(干旱、洪涝、风雹灾)的时间和空间分布规律。马雅丽等^[12]对山西主要农业气象灾害特征及其对农作物的产量影响进行了分析。李凤霞等^[13]分析了宁夏主要气象灾害并提出了防御对策。

辽宁作为东北地区重要的粮食产地之一,目前关于辽宁主要农业灾害的时间和空间分布特征研究较少,因此,研究辽宁各地主要农业灾害的时空特征,认识灾害发生和发展的规律,探讨影响辽宁各地的主要农业灾害,建立有效的农业气象灾害预警和防御体系,对减少农业灾害损失意义重大^[4-6]。

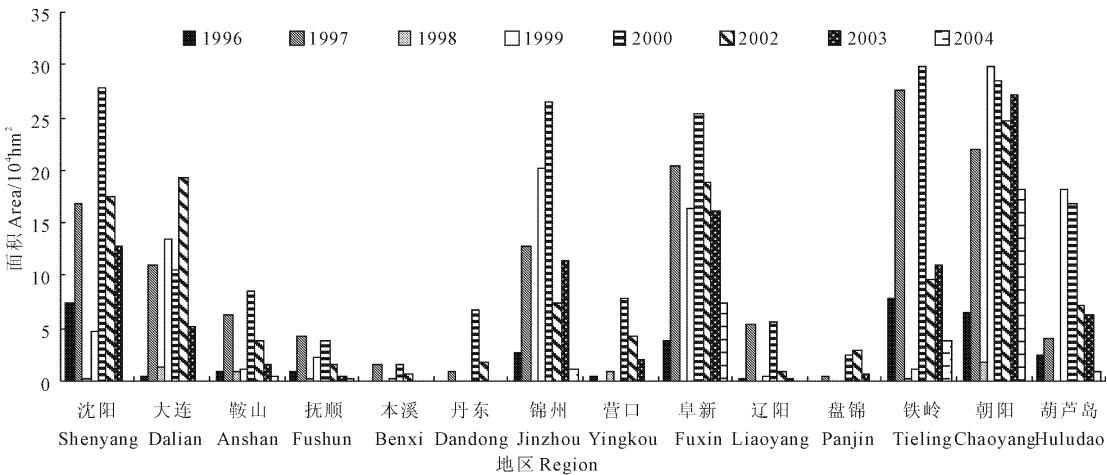


图 1 干旱灾害时间分布

Fig.1 Temporal distribution of drought disaster

2.1.2 洪涝灾害时间分布 根据成灾面积统计资料分析(图 2),得出辽宁各地洪涝灾害的时间分布

特征:沈阳、锦州市受洪涝灾害影响较大,平均成灾面积在 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上;其次为铁岭、大连及鞍山

1 资料与方法

选取沈阳、大连、鞍山、抚顺、本溪、丹东、锦州、营口、阜新、辽阳、铁岭、朝阳、盘锦、葫芦岛 14 个地区 1996—2005 年干旱灾害、洪涝灾害、风雹灾害、霜冻灾害及病虫害等主要农业灾害的成灾面积资料。数据主要来源于《辽宁统计年鉴》、《辽宁省社会经济统计资料汇编》和中国种植业信息网历史自然灾害数据库(<http://zzys.agri.gov.cn/>)。

用 DPS 和 Excel 统计分析 1996—2005 年主要农业灾害的成灾面积及作图。

2 结果分析

2.1 农业灾害时间特征

2.1.1 干旱灾害时间分布 根据成灾面积统计资料分析结果(图 1),得出辽宁各地干旱灾害的时间分布特征:朝阳、阜新、铁岭、沈阳及锦州市受干旱灾害影响较大,这些地区也是辽宁粮食的主产区,平均成灾面积在 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 以上。其中朝阳市受灾最严重,1999 年成灾面积达到 $3.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$,2000 年成灾面积为 $2.9 \times 10^5 \text{ hm}^2$,2003 年成灾面积为 $2.7 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。干旱灾害 2000 年发生最重,平均成灾面积为 $1.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$;沈阳、锦州、阜新、铁岭和朝阳市成灾面积超过了 $2.5 \times 10^5 \text{ hm}^2$;其次为 1997 年,平均成灾面积为 $9.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$;铁岭、朝阳及阜新市成灾面积超过了 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$,沈阳、锦州及大连市成灾面积超过 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。由统计分析可以看出 1996—2005 年辽宁各地干旱灾害发生较频繁,影响较大。

市,平均成灾面积在 $8 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 以上。洪涝灾害 1998 年发生最重,平均成灾面积为 $2.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;沈阳市受灾最重,成灾面积为 $1.2 \times 10^5 \text{ hm}^2$,锦州、铁岭、阜新、葫芦岛和丹东市成灾面积超过了 1.0×10^4

hm^2 ;其次为 1996 年,平均成灾面积为 $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;鞍山、大连、丹东、辽阳和营口市成灾面积超过了 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。由统计分析可以看出 1996—2005 年辽宁各地洪涝灾害呈现减少的趋势。

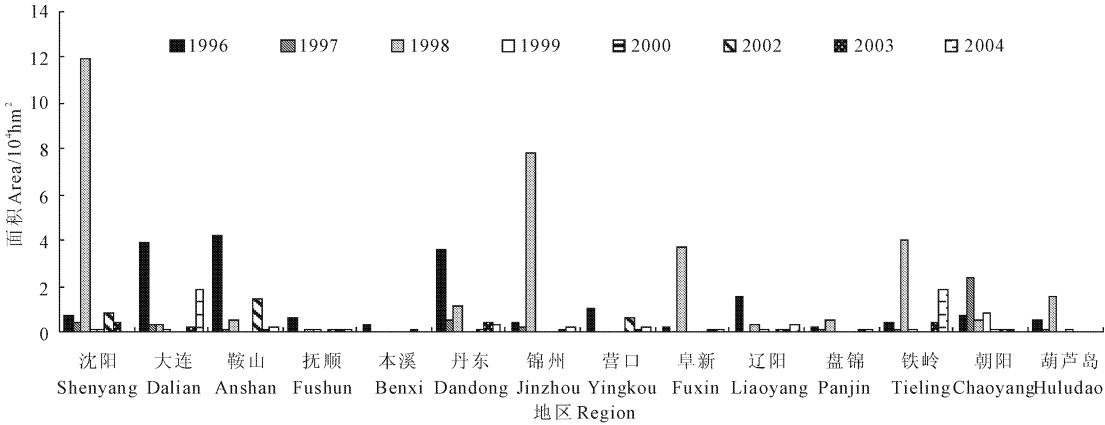


图 2 洪涝灾害时间分布
Fig.2 Temporal distribution of flood disaster

2.1.3 风雹灾害时间分布 根据成灾面积统计资料分析(图 3),得出辽宁各地风雹灾害的时间分布特征:沈阳、朝阳及锦州市受风雹灾害影响较大,平均成灾面积在 $2.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上;其次为铁岭、鞍山、丹东、大连及葫芦岛市,平均成灾面积在 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上。风雹灾害 1997 年发生最重,平均成灾面积为 $4.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$;沈阳和锦州市受灾最重,成灾

面积为 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$,大连、鞍山、丹东及葫芦岛市成灾面积超过了 $5.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$;其次为 1996 年,平均成灾面积为 $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;朝阳和锦州市成灾面积超过了 $3.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。由统计分析可以看出 1996—2005 年辽宁各地风雹灾害发生的频率呈增加的趋势。

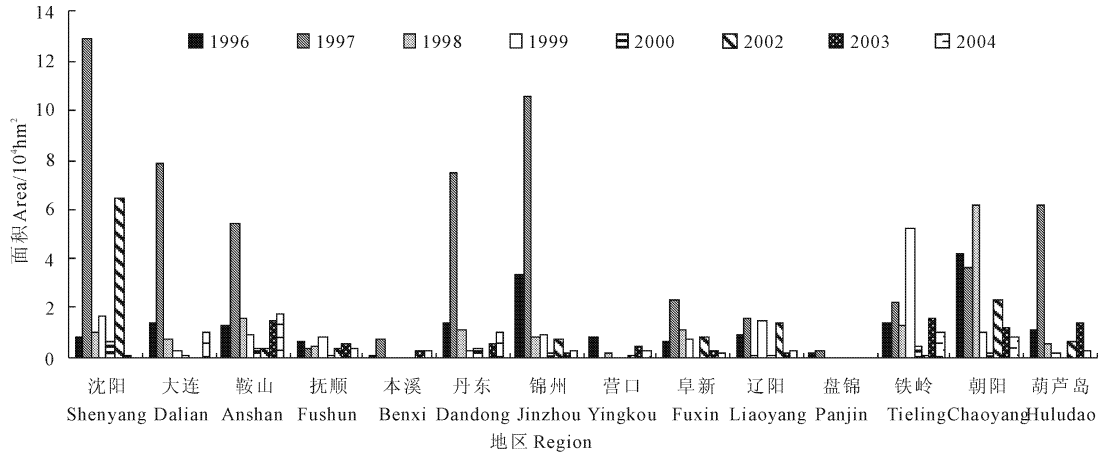


图 3 风雹灾害时间分布
Fig.3 Temporal distribution of hail disaster

2.1.4 霜冻灾害时间分布 根据成灾面积统计资料分析(图 4),得出辽宁各地霜冻灾害的时间分布特征:朝阳市是受霜冻灾害影响最大地区,平均成灾面积在 $7.1 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 以上;其次为阜新和葫芦岛市,平均成灾面积在 $5.0 \times 10^2 \text{ hm}^2$ 以上。霜冻灾害 1999 年发生最重,平均成灾面积为 $1.7 \times 10^3 \text{ hm}^2$;朝阳市

受灾最重,成灾面积为 $2.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$,阜新市成灾面积为 $2.3 \times 10^3 \text{ hm}^2$;其次为 1996 年,平均成灾面积为 $1.5 \times 10^3 \text{ hm}^2$,朝阳市受灾最重,成灾面积为 $1.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$,阜新市成灾面积为 $1.4 \times 10^3 \text{ hm}^2$;由统计分析可以看出 1996—2005 年辽宁各地霜冻灾害发生的频率总体呈减少趋势,但在阜新和朝阳市发生较重。

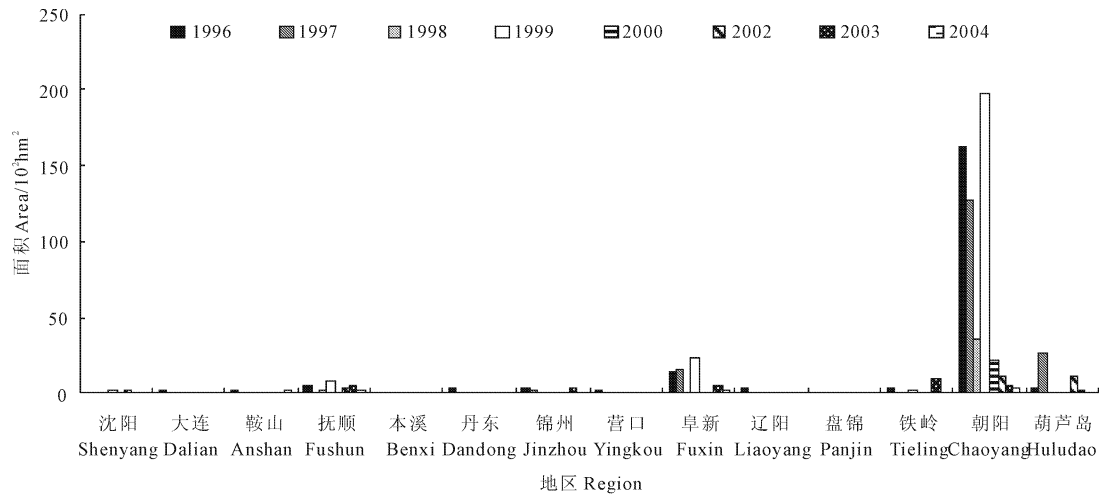


图 4 霜冻灾害时间分布
Fig.4 Temporal distribution of frost disaster

2.1.5 病虫害时间分布 根据成灾面积统计资料分析(图 5),得出辽宁各地病虫害的时间分布特征:沈阳、锦州和铁岭粮食主产区受病虫害影响较大,平均成灾面积在 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上;其次为葫芦岛、阜新及朝阳市,平均成灾面积在 $7.0 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 以上。病虫害 1996 和 1997 年发生较重,平均受灾面积为 $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;1996 年锦州市受灾最重,成灾面积为

$3.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$,盘锦、铁岭和朝阳市成灾面积超过了 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$;1997 年沈阳市受灾最重,成灾面积为 $5.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$,铁岭市成灾面积为 $3.9 \times 10^4 \text{ hm}^2$,朝阳、锦州和阜新市成灾面积超过了 $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。由统计分析可以看出 1996—2005 年辽宁各地病虫害发生的频率呈增加的趋势,近年来病虫害对农业生产造成的影响增大。

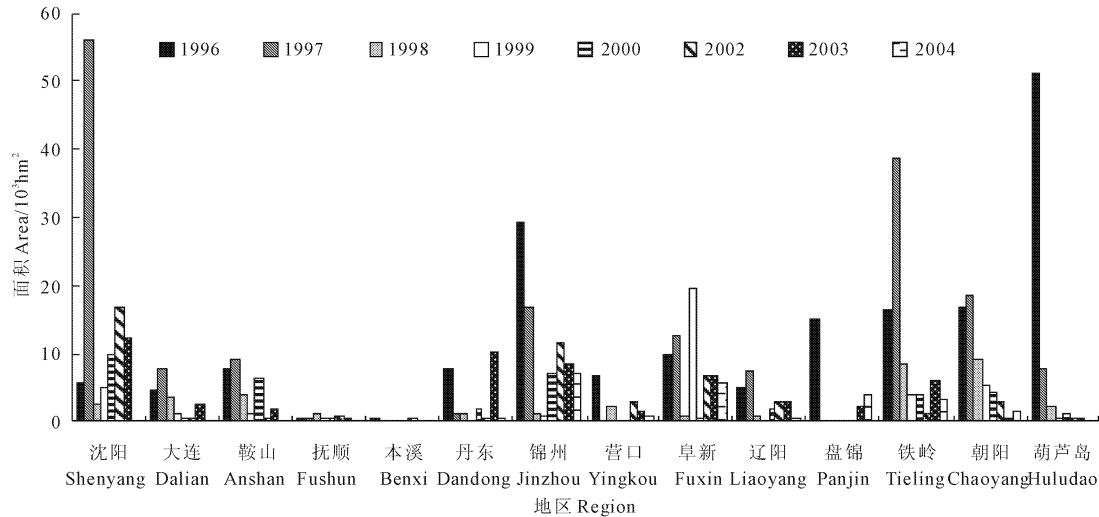


图 5 病虫害时间分布
Fig.5 Temporal distribution of plant diseases and insect pests

2.2 农业灾害空间特征

根据 1996—2005 年辽宁省农业灾害成灾面积的分析结果图 6,表明辽宁省受农业灾害影响较大的地区集中在辽西地区,平均成灾面积为 $6.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。按辽宁农业灾害成灾面积大小划分依次为辽西地区,辽中地区,辽北地区,辽南地区和辽东地区。

其中,朝阳市成灾面积最大,平均为 $2.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其次为沈阳市平均成灾面积为 $1.7 \times 10^5 \text{ hm}^2$,阜新市平均成灾面积为 $1.6 \times 10^5 \text{ hm}^2$,锦州市和铁岭市平均成灾面积为 $1.5 \times 10^5 \text{ hm}^2$,大连市平均成灾面积为 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。由此可以看出,辽宁地区粮食主产区受农业灾害影响较大。

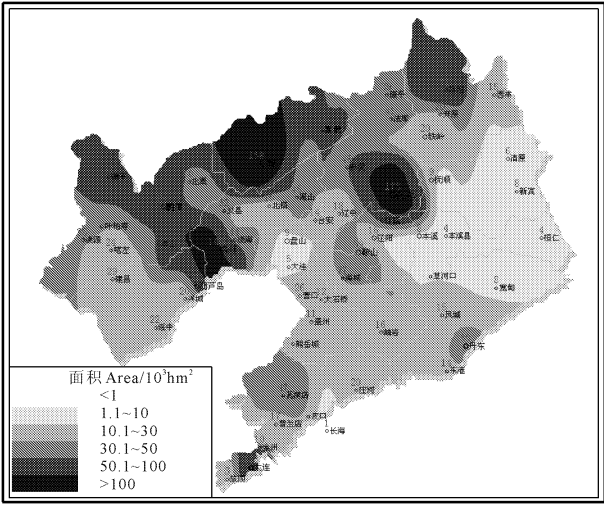


图 6 农业灾害空间分布

Fig.6 Spatial distribution of agricultural disasters

2.2.2.1 干旱灾害空间分布 图 7 为 1996—2005 年辽宁干旱灾害成灾面积空间格局分布图。干旱灾害在辽宁各地均有发生,但分布不均,局地性的干旱灾害每年都有发生。辽宁省干旱灾害以春旱为主,主要发生在四月上旬至六月中旬,约占干旱总数的 70%以上^[1,14],主要原因是春季气温上升快,湿度低,土壤水分蒸发快。春旱发生的地区性比较明显,主要集中在辽西地区,干旱灾害成灾面积占农业灾害总成灾面积的 79%,成灾面积为 $5.1 \times 10^5 \text{ hm}^2$;朝阳市成灾面积为 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$,阜新市成灾面积为 $1.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$,锦州地区成灾面积为 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。这是与辽西地区的特殊地理环境密不可分的,辽西地区有十年九旱之称,干旱对其农业生产影响占主导因素^[1]。其次为辽北地区和辽南地区,成灾面积占农业灾害总成灾面积的 76%和 75%;辽中和辽东地区干旱灾害成灾面积占农业灾害总成灾面积的 50%以上。由此可以看出,干旱灾害是对辽宁农业生产影响最大的农业灾害。

2.2.2.2 洪涝灾害空间分布 图 8 为 1996—2005 年辽宁洪涝灾害成灾面积空间格局分布图。辽宁地区的洪涝灾害主要是由暴雨形成的,辽宁是中国北方暴雨的多发区,在夏季易发生暴雨洪涝和山洪泥石流等灾害。特别是丹东地区发生暴雨及特大暴雨的机会较多^[1]。洪涝灾害发生较重的地区是辽东地区,洪涝灾害成灾面积占农业灾害总成灾面积的 13%,成灾面积为 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$;尤其是丹东市,成灾面积为 $7.6 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。其次为辽中地区和辽南地区,洪涝灾害成灾面积占农业灾害总成灾面积的 11%和 8%,成灾面积为 $3.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 8.3×10^3

hm^2 ;沈阳市成灾面积为 $1.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。由此可以看出,洪涝灾害对辽东地区农业生产影响较大^[14]。

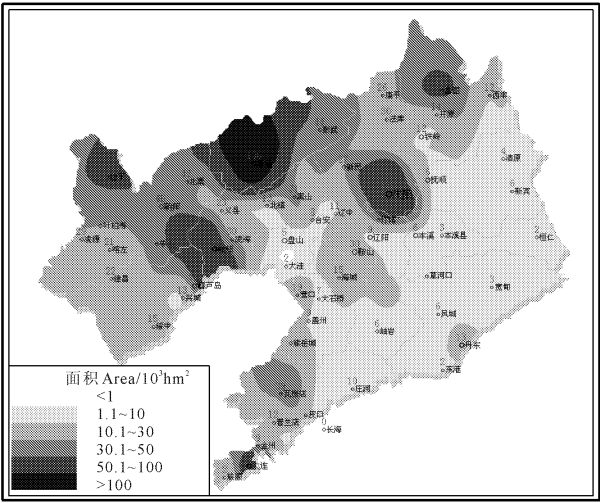


图 7 干旱灾害空间分布

Fig.7 Spatial distribution of drought disaster

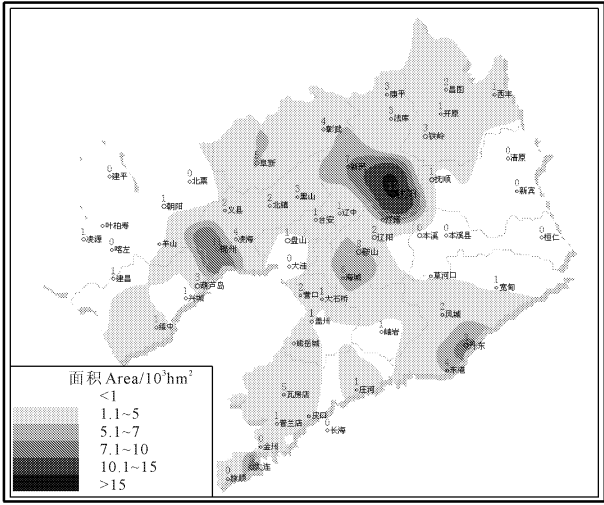


图 8 洪涝灾害空间分布

Fig.8 Spatial distribution of flood disaster

2.2.2.3 风雹灾害空间分布 图 9 为 1996—2005 年辽宁风雹灾害成灾面积空间格局分布图。风雹灾害是大风和冰雹灾害的合称。辽宁大风主要包括台风和寒潮大风。这两种大风的主要差别是台风多发生在夏季,而寒潮大风则出现在冬季。辽宁冰雹日数的分布趋势是山区多于平原,内陆多于沿海^[1]。风雹灾害发生较重的地区是辽东地区,成灾面积占农业灾害总成灾面积的 31%,成灾面积为 $2.2 \times 10^4 \text{ hm}^2$;尤其是丹东市,成灾面积为 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其次为辽中地区和辽南地区,成灾面积占农业灾害总成灾面积的 19%和 14%,成灾面积为 $5.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$;沈阳市成灾面积为 $3.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$,

大连市成灾面积为 $1.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。由此可以看出,风雹灾害对辽东地区农业生产影响最大。

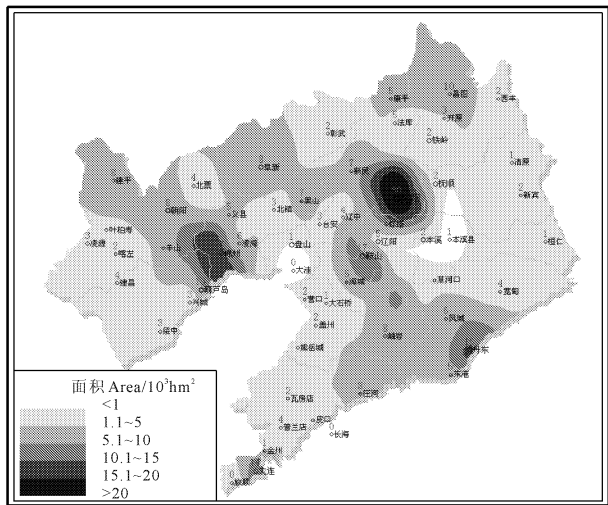


图 9 风雹灾害空间分布
Fig. 9 Spatial distribution of hail disaster

2.2.4 霜冻灾害空间分布 图 10 为 1996—2005 年辽宁霜冻灾害成灾面积空间格局分布图。霜冻是指春秋季节气温急剧下降到 0°C 附近或以下,在作物叶面上结霜,或虽未结霜但由于温度迅速下降,使作物受到冻害的一种天气现象^[1]。霜冻灾害在辽宁各地发生分布极不均,主要发生在辽西地区,成灾面积占农业灾害总成灾面积的 1%,成灾面积为 $8.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。尤其是朝阳市,成灾面积为 $7.1 \times 10^3 \text{ hm}^2$,其次是阜新市,成灾面积为 $7.7 \times 10^2 \text{ hm}^2$ 。由此可以看出,近年来辽宁各地霜冻灾害发生减少,但在辽西地区对农业生产影响最大,尤其是对朝阳市影响最大。

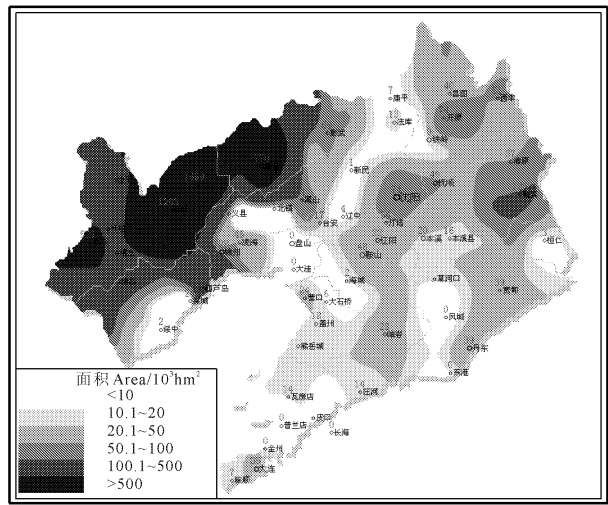


图 10 霜冻灾害空间分布
Fig. 10 Spatial distribution of frost disaster

2.2.5 病虫害空间分布 图 11 为 1996—2005 年辽宁病虫害成灾面积空间格局分布图。由于近年来气候变暖,尤其冬季升温显著,有暖干化的趋势,使得越冬病虫害(蛹)死亡率降低,病源和虫源有效越冬基数增大,休眠越冬期缩短,病虫害的分布扩大,使作物受病虫害影响加大^[3]。病虫害在辽宁各地均有发生,主要影响辽中地区,成灾面积占农业灾害总成灾面积的 8%,成灾面积为 $2.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$;其中沈阳市成灾面积为 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其次为辽北地区,成灾面积占农业灾害总成灾面积的 7%,成灾面积为 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。由此可以看出,病虫害对辽中地区农业生产影响最大。

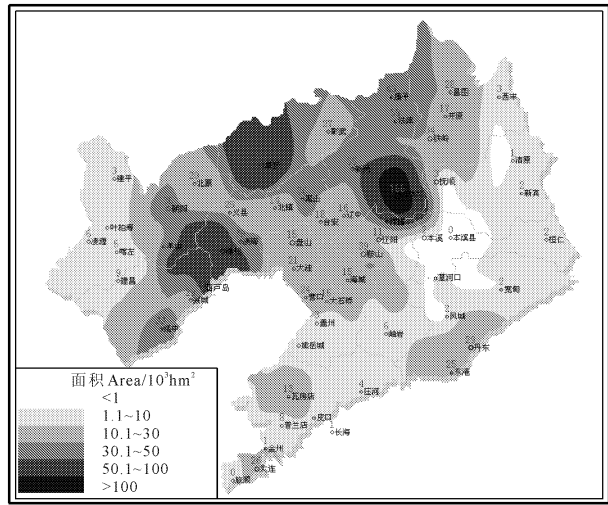


图 11 病虫害空间分布
Fig. 11 Spatial distribution of plant diseases and insect pests

3 结论与讨论

- 1) 1996—2005 年干旱灾害是对辽宁各地农业生产影响最大的农业灾害,2000 年发生最重,成灾面积为 $1.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。风雹灾害对各地农业生产影响也较大,1997 年发生最重,成灾面积为 $4.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。近年来霜冻灾害对农业生产影响呈减少趋势,病虫害对各地农业生产的影响呈增加的趋势。
- 2) 从空间分布特征来看,辽宁农业受灾害影响较大的地区是辽西地区。按农业灾害成灾面积大小划分分别为辽西地区,辽中地区,辽北地区,辽南地区和辽东地区。干旱灾害对辽宁各地农业生产影响较大,辽西地区成灾面积最大;洪涝灾害和风雹灾害对辽东地区农业生产影响最大;霜冻灾害对辽西地区农业生产影响较大,尤其是对朝阳市;病虫害对辽中地区农业生产影响最大。

(下转第 256 页)

显示两者无显著性差异($\text{Sig.} = 0.989 > 0.05$),且相关度高达 0.9336,表明采用本文所建经验计算式估算畦灌过程中的下渗水形状系数 $\sigma_z(t)$ 值是可靠的。结合已有文献资料验证,结果表明以运动波(KW)模型模拟水流推进数据为基准,采用本文方法的计算结果较 Alazba 法和文献[8]方法更优,精度更高。由此表明,在采用水量平衡模型模拟畦灌水流运动过程中,同时考虑灌水时间和水流推进距离等因素对 $\sigma_y(t)$ 和 $\sigma_z(t)$ 值的影响,可有效提高模型的计算精度。

参 考 文 献:

[1] Valiantzas J D, Aggelides S, Sasselou A. Furrow infiltration estimation from time to a single advance point[J]. Agric. Water Manage., 2001,52(1):17-32.

[2] Sepaskhah A R, Afshar - Chamanabad H. Determination of infiltration rate for every - other furrow irrigation[J]. Bio. Eng., 2002,82(4): 479-484.

[3] Alvarez J A R. Estimation of advance and infiltration equations in furrow irrigation for untested discharges [J]. Agric. Water Manage., 2003,60(3):227-239.

[4] Valiantzas J D. Surface irrigation advance equation: variation of sub-surface shape factor[J]. J. of Irrig. and Drain. Eng. ASCE., 1997, 123(4):300-306.

[5] Valiantzas J D. Volume balance irrigation advance equation: variation of surface shape factor[J]. J. of Irrig. and Drain. Eng. ASCE., 1997,123(4):307-312.

[6] Alazba A A. Explicit volume balance model solution[J]. J. of Irrig. and Drain. Eng. ASCE., 1999,125(5):273-279.

[7] 王维汉,缴锡云,彭世彰,等.缓坡畦灌地表储水形状系数对入渗参数估值的影响[J].应用基础与工程科学学报,2007,15(4):483-488.

[8] 聂卫波,费良军,马孝义.畦灌地表储水形状系数的变化规律[J].农业工程学报,2011,27(2):33-37.

[9] Scaloppi E J, Merkley G P, Willardson L S. Intake parameters from advance and wetting phases of surface irrigation[J]. J. of Irrig. and Drain. Eng. ASCE., 1995,121(1):57-70.

[10] Renault D, Wallender W W. Surface storage in furrow irrigation evaluation[J]. J. of Irrig. And Drain. Eng. ASCE., 1997,123(6): 415-422.

[11] Maheshwari B L, Turner A K, McMahon T A, et al. An optimization technique for estimating infiltration characteristics in border irrigation [J]. Agric. Water Manage., 1988,13(1):13-24.

[12] Esfandiari M, Maheshwari B L. Field values of the shape factor for estimating surface storage in furrows on a clay soil[J]. Irrig. Sci., 1997,17(4):157-161.

[13] 张新民,王根绪,胡想全,等.用畦灌试验资料推求土壤入渗参数的非线性回归法[J].水利学报,2005,36(1):28-34.

[14] Fok Y S, Bishop A A. Analysis of water advances in surface irrigation[J]. Irrig. and Drain. Div. ASCE., 1965,91(1):99-117.

[15] Valiantzas J D. Surface water storage independent equation for predicting furrow irrigation advance[J]. Irrig. Sci., 2000,19(3):115-123.

[16] Alazba A, Strelkoff T. Correct form of Hall technique for border irrigation advance[J]. J. of Irrig. And Drain. Eng. ASCE., 1994,120(2):292-307.

(上接第 135 页)

研究表明,辽宁各地对农业生产影响最大的农业灾害是干旱灾害,其次是风雹灾害。因此,今后急需加强辽宁干旱灾害多学科交叉高层次研究和多因子的综合研究,掌握各地灾害的发生规律和特点,加强灾害防御,提高防灾减灾能力,减少农业灾害损失,实现农民增产增收,保证农业可持续发展,

参 考 文 献:

[1] 温克刚,李 波,孟庆楠.中国气象灾害大典辽宁卷[M].北京:气象出版社,2005.

[2] 卢丽萍,程从兰,刘伟东,等.30 年来我国农业气象灾害对农业生产的影响极其空间分布特征[J].生态环境学报,2009,18(4): 1573-1578.

[3] 李伟君,王春乙,赵 蓓,等.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(1):263-271.

[4] 李 娜,刘焕军.东北地区农业灾害动态监测体系研究[J].商业经济,2012,(2):24-27.

[5] 马建勇,许吟隆,潘 婕.东北地区农业气象灾害的趋势变化及

其对粮食产量的影响[J].中国农业气象,2012,33(2):283-288.

[6] 李 晶,林 蓉,张海娜,等.辽宁省农业气象灾害对农业生产的影响及评估[J].安徽农业科学,2011,39(6):3563-3566.

[7] 刘 航,王进军,陈永杰.辽宁省农业气象灾害对粮食生产影响分析[J].辽宁农业科学,2009,(1):51-52.

[8] 赵先丽,李丽光,贾庆宇,等.1988—2007 年辽宁主要农业气象灾害分析[J].气象与环境学报,2009,25(2):33-37.

[9] 赵先丽,张玉书,纪瑞鹏,等.辽宁省粮食生产中旱灾发生特征分析[J].干旱地区农业研究,2011,29(3):254-259.

[10] 胡文霞.桓仁县农业灾害特点及防灾减灾保障措施[J].现代农业科技,2012,(7):194-195.

[11] 杨尚英,张梅梅,杨玉玲.近 10 年来我国农业气象灾害分析[J].江西农业学报,2007,19(7):106-108.

[12] 马雅丽,栾 青,王志伟,等.山西主要农业气象灾害变化特征及其对农作物产量的影响[J].中国农业气象,2010,(增 1): 150-154.

[13] 李凤霞,马力文,李淑珍.宁夏主要气象灾害特征分析及防御对策[J].新疆气象,2003,26(1):18-20.

[14] 黄会平.1949—2007 年我国干旱灾害特征及成因分析[J].冰川冻土,2010,32(4):659-665.