

辽宁省主要粮食作物产量灾损风险评估

江和文^{1,2},张录军²,曹士民¹,郭婷婷³,廖晶晶¹,张丽敏¹

(1. 辽宁省葫芦岛市气象局, 辽宁 葫芦岛 125000; 2. 南京大学大气科学学院, 江苏 南京 210093; 3. 辽宁省气象局, 辽宁 沈阳 110003)

摘 要: 从产量灾损风险的角度, 利用 1971~2008 年辽宁省主要粮食作物玉米和水稻的产量资料, 构建了辽宁省粮食产量灾损风险评估模型, 从历年平均减产率、灾年减产率变异系数、产量灾损风险指数等角度综合评估了辽宁省粮食产量的灾损风险。结果表明: 辽宁大部都是玉米生产的低风险区, 高风险区主要分布在朝阳和锦州地区, 大连、鞍山和葫芦岛为中风险区; 水稻生产的低风险区主要位于盘锦、营口地区, 高风险区位于辽宁北部的铁岭、抚顺及辽西的锦州地区, 其余地区为中风险区。38 a 间, 玉米灾年的年数为 11~18 a, 历年平均减产率为 9.2%~26.7%, 灾年减产率变异系数为 0.529~0.732, 水稻的灾年年数为 6~14 a, 历年平均减产率为 6.7%~12.3%, 灾年减产率变异系数为 0.399~0.722。

关键词: 粮食产量; 灾损风险; 气象产量

中图分类号: S42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0238-07

风险指人们从事生产活动或社会活动可能产生有害后果的定量描述, 风险的含义既包括危险或危害事件发生的可能性, 也包括危害事件的严重程度, 所谓灾害风险通常指未来若干年内可能达到的灾害程度及其发生的可能性^[1]。灾害历来是各类风险和风险管理研究的重要讨论对象, 灾害风险评估是风险分析的核心, 通过构建评估模型, 获得可以量化的评估指标。就粮食产量而言, 在实际操作中, 大多采用产量灾损风险来表征作物因灾导致产量减产的可能风险程度^[2]。因为作物增减产受气候生产潜力的波动、历史产量水平的变化、土壤肥力、农业生产技术水平和自然灾害等诸多因子的综合影响, 表现出较强的关联性和波动性。对于一个地区而言, 土壤肥力和农业生产技术水平等, 发展趋势具有相对稳定性, 而灾害造成作物减产是一种风险事件, 它具有可预测性和不确定性^[3]。产量灾损风险可用有关风险评估指标来表示, 包括受灾减产率出现的概率、风险指数、变异系数等。风险分析技术方法能够探讨作物产量灾损规律, 对制定防灾减灾决策, 降低灾损风险程度, 实现稳产增收具有重要意义。

水稻和玉米是辽宁两大主要粮食作物, 历年来面积和产量均占全省 80% 以上。以 2008 年为例, 水稻和玉米播种面积占 83.8%, 其中, 玉米播种面积达到 188.49 万 hm^2 , 水稻作物播种面积达到 65.87 万 hm^2 。辽宁省的粮食生产受农业气象灾害的威胁较为严重, 其农业气象灾害的发生有以下几个特

点^[4]: 一是具有明显的地域性, 辽西和辽西北地区是干旱的重灾区, 辽宁东部及东北部主要受到低温的威胁, 中部平原地区则是干旱、低温冷害和洪涝的交替发生; 二是年际、年代际差异明显; 三是具有集中性、突发性和持续性的特点, 灾害的发生往往在一段时间和地区集中出现, 在灾害的相对频发期, 常见的几种灾害可能会同时发生, 灾害的发生会产生一定的连锁反应, 灾害持续时间较长。如 2009 年, 辽西地区遭遇了有气象记录以来最严重的夏伏旱, 造成该地区粮食大幅减产, 仅朝阳市, 粮食减产幅度就高达 40%~50%, 粮食减产量接近 100 万 t。

目前有关全国、省级以及地区级的粮食作物及部分地区级的稻、麦作物产量风险分析和风险区划已取得一些成果^[5~12], 对作物风险理念的深化认识、风险指标的选定、风险估算模型的建立, 以及采用数理计算方法方面都有不少创意, 但这些风险评估的对象大多针对某一种农作物或某一类农业气象灾害, 得到的结论缺乏可操作性, 应用于防灾减灾的程度不高。事实上, 不同年份不同作物的最终减产量与灾害的严重程度和类型密切相关, 一般而言, 一年中不可能仅出现一种气象灾害, 因此有必要对这些气象灾害造成粮食减产的损失进行综合评估, 为政府及有关部门制定防灾减灾对策提供依据。

1 资料来源与分析方法

产量资料来源于农业部门的相关统计年鉴, 资

收稿日期: 2010-11-15
基金项目: 中国气象局气候变化专项—东北粮食生产格局的气候变化影响与适应 (CCSF-09-13)
作者简介: 江和文 (1982—), 男, 汉族, 安徽怀宁人, 在职硕士研究生, 工程师, 从事生态与农业气象方面的研究。E-mail: jhw8210@163.
万方数据

料的时间序列为 1971~2008 年,共计 38 a,单位为 kg/hm^2 ,根据各地市资料的完整程度和该地区粮食生产情况,分别选取了 10 个地市和全省的水稻产量资料和 11 个地市和全省的玉米产量资料。将因品种、农业技术等非气象因素造成的产量波动考虑为

趋势产量变化,不再对产量资料进行任何处理。
粮食产量灾损风险评估模型的构建一般包括以下几个部分^[13]: (1)灾损(减产)的定义界定; (2)灾损指标或其表达方程; (3)灾损概率估算模型; (4)产量损失概率模型。其分析流程见图 1。

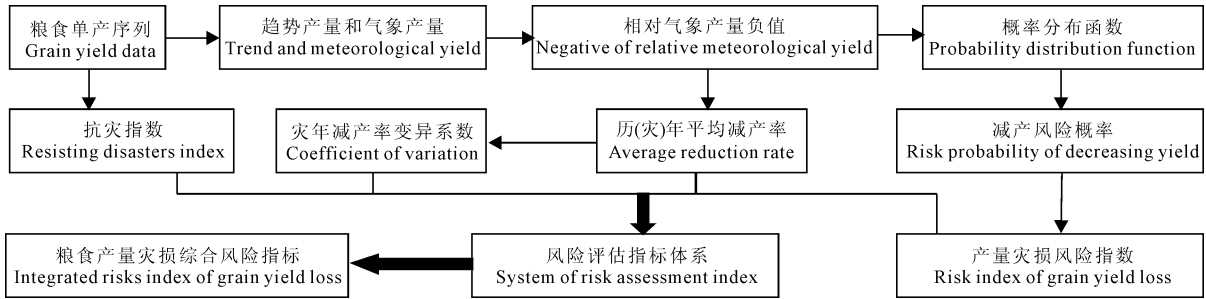


图 1 粮食产量灾损风险评估流程

Fig.1 Process of risk assessment of grain yield loss caused by natural disasters

1.1 粮食产量分离

作物产量(y)是在各种自然和非自然因素的综合影响下形成的,所谓自然因素一般指气候或气象因素,非自然因素指社会生产力的发展水平和一部分随机因素。人们无法把这两方面的原因从粮食产量资料中截然分开,因此,借鉴气象统计分析的滤波原理对产量进行分解。本文从水稻和玉米的 1971~2008 年实际单产时间序列记录中,采用滑动平均和最小二乘法的线性趋势拟合技术模拟出由社会生产力所显示的趋势产量,实际产量(y)减去趋势产量(y_t)为气候因素所显示的气象波动产量(y_w),则作物产量(y)可的表示为:

$$y = y_t + y_w \tag{1}$$

式中, y_t 为趋势产量, y_w 为气候产量, y_w 与 y_t 之比称为相对气象产量(y_a),它不受历史时期不同农业技术水平差异的影响,其物理意义是表明偏离趋势产量波动的相对变率,即产量波动的幅值,不受时间和空间的影响,具有可比性。当 y_a 为正值时,表明气象条件对作物生产总体有利,作物增产;负值时,表明气象条件对作物生产总体不利,作物减产。在相对气象产量序列中,通常将相对气象产量为 $-5\% \leq y_a \leq 5\%$ 的年份看作气候平年。 $y_a > 5\%$ 的为增产年, $y_a < -5\%$ 的为减产年^[4]。当 y_a 为负值时,以 y_a 的绝对值百分率定义为减产率($y_w', \%$),即:

$$y_w' = \left| \frac{y_w}{y_t} \right| \times 100\% = \left| \frac{y - y_t}{y_t} \right| \times 100\% \tag{2}$$

并按照减产率将作物减产年型划分为 4 个等级,分别为轻度、中度、重度和严重^[3],对应的减产率依次为 5.0%、5.0% < $y_w' \leq 15.0\%$ 、15.0% < $y_w' \leq 25.0\%$ 、

$$25.0\% < y_w' \leq 35.0\%、35.0\% < y_w'.$$

1.2 灾损风险评估指标及其计算方法

(1) 历年平均减产率:减产率是指实际产量通过产量分离获得的相对气象产量的负值百分比,历年平均减产率计算公式为:

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$$

其中, x_i 为减产序列的逐年减产率, n 为序列的年数。

(2) 不同减产年型出现的概率

由于影响气象波动产量的各种气象因子的时间序列具有正态分布的特征,即极端气象条件发生的概率较小,一般气象条件发生的概率较多,相对气象产量序列也服从正态分布^[3,7]。本文所用产量资料序列为 38 a,符合大样本序列条件,因此可建立用样本平均值 μ 代替总体数学期望,用样本标准差 σ 代替总体方差的 y_w' 的概率密度函数:

$$y = f(x | \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \tag{4}$$

其概率分布函数为:

$$F(x) = \int_{-a}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx \tag{5}$$

因此不同程度的减产率 $x(x_1 < x \leq x_2)$ 出现的概率为:

$$P(x_1 < x \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \tag{6}$$

(3) 产量灾损风险指数:产量灾损风险指数(I)是指产量灾损不同减产率(J_i)与相应出现概率(R_i)的乘积的总和,是反映减产风险程度的一个指标,指

数越大,风险就越大。表达式为:

$$I = \sum_{i=1}^n J_i R_i \tag{7}$$

(4) 灾年减产率变异系数:变异系数能够表征灾年作物产量的波动情况,系数越大,说明产量稳定性越差。本文定义减产率大于 5% 的年份为灾年,灾年减产率变异系数的计算公式为:

$$C = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{8}$$

式中, C 为变异系数; x_i 为灾年减产率序列; $\bar{x}$ 为灾年平均减产率; n 为序列年数。

(5) 抗灾指数:抗灾指数是实际产量与理论极大产量的比值,主要反映的是农业生产综合抗灾能力的强弱,实际产量高则表明该地区的农业生产水平高,也就间接反映了农业抗灾能力强。在计算中,一些学者多用光温产量代表理论极大产量^[5],所谓光温产量就是指当水分、土壤、品种和农业技术措施等处于适宜条件下,由当地辐射和温度条件决定的产量,一般可以认为是该地区能够达到的最大产量。但由于光温产量具有明显的纬度地带性,在区域气象灾害灾损风险评估时,很难表达一个地区所能达到的最高产量水平,而且经度差异性不明显。因此本文采用历史最高产量代表极大产量,实际产量与极大产量的比值可以作为间接反映农业综合抗灾能力的一种指标,比值越大则说明农业综合抗灾能力越强,抗灾能力强可降低灾害减产的风险程度。其表达式为:

$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{y_{\max}} \tag{9}$$

式中, K 为抗灾指数, y_i 为实际产量, $y_{\max}$ 为历史最高产量, n 为年代长度(本文为 38)。

(6) 产量灾损综合风险指标:作物产量灾损风险程度与减产率及其发生概率、历年平均减产率、产量变异系数正相关,与抗灾能力成反比,本文在上述有关风险评估指标的基础上,构建作物产量灾损综合风险指标(Z),表达式为:

$$Z = \frac{1}{K} \times P \times C \times I \tag{10}$$

为了使风险类型分类指标有序化,将上式中的 Z 值序列进行极差标准化,序列极差标准化的公式为:

$$M = \frac{Z_i - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} \tag{11}$$

式中, M 为极差化综合风险指标, Z_i 为序列中的逐个产量灾损综合风险指标, $Z_{\min}$ 为序列中的最小值, $Z_{\max}$ 为序列中的最大值,标准化后的 M 值大小处于 0 ~ 1 之间,风险程度随 M 值的增加而增大。

2 结果与分析

2.1 历年平均减产率

根据公式(3),通过计算,得到辽宁省各地市玉米和水稻单产历年平均减产率的统计结果(表 1):玉米的历年平均减产率在 9.2% 到 26.7% 之间,玉米历年平均减产率最小的地市为营口,最大的地市为朝阳;水稻的历年平均减产率在 6.7% 到 12.4% 之间,水稻历年平均减产率最小的地市为鞍山,最大的地市为锦州。

表 1 历年平均减产率(%)
Table 1 Average reduction rate of past years

玉米 Corn	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	朝阳 Chaoyang	葫芦岛 Huludao	辽宁省 Liaoning
	12.7	15.9	13.5	13.7	12.8	14.2	17.3	9.2	12.3	26.7	13.9	11.9
水稻 Rice	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	盘锦 Panjin		辽宁省 Liaoning
	9.2	10.7	6.8	12.3	11.5	9.0	12.4	10.4	10.0	7.7		6.7

从表 1 可以看到,玉米的灾年平均减产率分布范围较宽,其中 8 个地市达到了轻度减产年型的标准,大连、锦州达到了中度减产年型的标准,朝阳达到了重度减产年型的标准。而水稻各地市均为轻度减产年型的标准。

2.2 不同减产率范围的风险概率分布

根据公式(6),可以求出不同减产率范围

的风险概率分布,计算结果如表 2。

从表 2 可以看到,水稻轻度减产年型出现的概率要明显高于其他减产年型出现的概率,说明水稻的减产年型主要以轻度为主,严重减产年型出现的概率都在 0.01 以下(除锦州外),说明水稻严重减产年份出现的可能性较小。而玉米,虽然以轻度减产年型为主,但中度和重度减产年型出现的概率也依

然较大,特别是朝阳地区,玉米严重减产年型出现的概率相对比较接近。
概率超过了 0.1,而且该市玉米各种减产年型出现

表 2 不同减产年型出现风险的概率
Table 2 Risk probability of different yield loss types

	年型 Year type	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	朝阳 Chaoyang	葫芦岛 Huludao	辽宁省 Liaoning
玉米 Corn	轻度 Mild	0.2016	0.1910	0.2099	0.2277	0.2220	0.2176	0.1405	0.2404	0.1969	0.1272	0.1909	0.2227
	中度 Moderate	0.1181	0.1226	0.1232	0.1050	0.1060	0.1202	0.1149	0.0984	0.1182	0.1096	0.1201	0.1076
	重度 Severe	0.0482	0.0581	0.0495	0.0285	0.0307	0.0435	0.0817	0.0215	0.0504	0.0847	0.0553	0.0316
	严重 Serious	0.0168	0.0267	0.0165	0.0050	0.0060	0.0121	0.0981	0.0027	0.0191	0.1324	0.0243	0.0063
水稻 Rice	轻度 Mild	0.2285	0.2329	0.2438	0.2233	0.2422	0.2454	0.1902	0.2342	0.2109	0.2342		0.2432
	中度 Moderate	0.0937	0.0908	0.0594	0.1054	0.0905	0.0812	0.1160	0.0663	0.1074	0.0322		0.0580
	重度 Severe	0.0212	0.0188	0.0055	0.0299	0.0171	0.0125	0.0513	0.0082	0.0351	0.0011		0.0052
	严重 Serious	0.0028	0.0022	0.0002	0.0056	0.0017	0.0009	0.0210	0.0004	0.0084	0.0000		0.0002

注:表中的 0.0000 代表经四舍五入达不到 0.0001 的数值。
Note: The 0.0000 means the value is less than 0.0001 after rounding off.

2.3 产量灾损风险指数

米和水稻产量灾损风险指数的统计结果,如表 3。
根据公式(7),通过计算得到了辽宁省各地市玉

表 3 产量灾损风险指数
Table 3 Risk index of crop yield loss caused by natural disasters

	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	朝阳 Chaoyang	葫芦岛 Huludao	辽宁省 Liaoning
玉米 Corn	0.018	0.020	0.019	0.015	0.018	0.018	0.034	0.014	0.017	0.039	0.021	0.014
水稻 Rice	0.013	0.011	0.008	0.012	0.014	0.013	0.014	0.013	0.014	0.009		0.008

从表 3 可知:玉米的产量灾损风险指数在 0.014~0.039 之间,分布范围较宽,最小值出现在营口,最大值出现在朝阳,水稻的产量灾损风险指数在 0.008~0.014 之间,相对玉米来说,分布范围较窄。最小值出现在全省及鞍山,最大值出现在锦州、铁岭及本溪。玉米的产量灾损风险指数要明显高于水稻的产量灾损风险指数。就同一个地市而言,玉米的产量灾损风险指数都要高于水稻,从全省范围来看也有类似的规律,这主要是因为雨养农业的生产风险要高于灌溉农业,这一点在前面的历年平均减产率上也得到同样的反映。而且全省范围的产量灾损风险指数,无论是玉米还是水稻都要低于各市,这可能是因为,同一年省内有的地方有灾害,而有的地方没灾害,反映到全省产量的减少时肯定没有受灾地的减产程度严重,这一点也是符合客观实际的。

2.4 灾年减产率变异系数

根据公式(8),通过计算,得到了辽宁省各地市

玉米和水稻灾年减产率变异系数的计算结果,见表 4。
1971~2008 年 38 a 间,玉米灾年的年数(n)为 11~18 a,平均每 2~4 a 就会出现一个减产率大于 5% 的灾年,可见灾年发生的频率还是很高的;而水稻,灾年的年数为 6~14 a,平均每 3~6 a 出现一个减产率大于 5% 的灾年。从灾年平均减产率($\bar{x}$)来看,玉米的灾年平均减产率基本为中度减产年型标准,其中朝阳为重度减产年型标准,营口为轻度减产年型标准;而水稻,为轻到中度减产年型标准,灾年平均减产率最小的地区为盘锦,最大的为锦州。从灾年减产率变异系数的分布来看,玉米灾年减产率变异系数处于 0.529 到 0.732 之间,最小值出现在本溪,最大值出现在锦州;水稻灾年减产率变异系数处于 0.384~0.767 之间,最小值出现在营口,最大值出现在丹东。灾年减产率变异系数大,说明该地区的灾年产量稳定性差,变异系数小,说明灾年产量

稳定性相对较好。米和水稻抗灾指数的计算结果,见表 5。

2.5 抗灾指数(K)的分布

根据公式(9),通过计算得到了辽宁省各地市玉

表 4 灾年减产率变异系数、灾年减产率均值、减产年数													
Table 4 Coefficient of variation , average reduction rate in disastrous year , number of yield reduction years													
玉米 Corn		沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	朝阳 Chaoyang	葫芦岛 Huludao	辽宁省 Liaoning
	CV	0.650	0.673	0.687	0.570	0.529	0.534	0.732	0.544	0.628	0.642	0.623	0.577
	$\bar{x}(\%)$	15.9	19.7	17.0	16.7	15.8	18.1	19.7	13.9	17.8	28.2	17.8	17.7
	n	15	13	14	12	13	13	18	12	13	17	14	11
水稻 Rice		沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	盘锦 Panjin		辽宁省 Liaoning
	CV	0.715	0.578	0.462	0.722	0.540	0.767	0.629	0.384	0.732	0.602		0.399
	$\bar{x}(\%)$	15.1	15.5	17.4	19.2	14.7	13.4	20.1	11.7	17.6	11.4		17.8
	n	10	11	6	9	11	11	11	14	10	9		6

表 5 抗灾指数												
Table 5 Disaster resistance index												
玉米 Corn	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	朝阳 Chaoyang	葫芦岛 Huludao	辽宁省 Liaoning
	0.693	0.697	0.737	0.678	0.614	0.711	0.387	0.708	0.630	0.504	0.612	0.704
水稻 Rice	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	盘锦 Panjin	辽宁省 Liaoning	
	0.715	0.679	0.739	0.753	0.770	0.725	0.646	0.728	0.566	0.780	0.788	

从抗灾指数的分布来看,玉米抗灾指数最高的地区为鞍山,最小的地区为锦州,说明鞍山地区的玉米单产相对比较稳定,或者多数年份的产量都处于相对较高的水平;由于本文的抗灾指数采用的是历史最大单产作为极大产量计算,锦州地区的抗灾指数低,一方面可能说明该地区的历史最高产量的绝对值较大,另一方面也说明该地区产量波动性大,多数年份玉米单产一直处于较低的水平。水稻抗灾指数最大值出现在全省,最小值出现在铁岭,其原因与

玉米相似。总体看,水稻的抗灾指数水平要高于玉米;全省的抗灾指数水平要高于各地市的,这主要是因为全省的产量由于平均效应的作用,产量相对于大多数地市要稳定。

2.6 产量灾损综合风险指标

根据公式(10)和(11),通过计算,得到了辽宁省各地市玉米和水稻产量灾损综合风险指标的计算结果如表 6。

表 6 产量灾损综合风险指标												
Table 6 Integrated risks index of yield loss												
玉米 Corn	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	朝阳 Chaoyang	葫芦岛 Huludao	辽宁省 Liaoning
	0.09	0.16	0.12	0.05	0.07	0.07	0.82	0	0.08	1.00	0.16	0.03
水稻 Rice	沈阳 Shenyang	大连 Dalian	鞍山 Anshan	抚顺 Fushun	本溪 Benxi	丹东 Dandong	锦州 Jinzhou	营口 Yingkou	铁岭 Tieling	盘锦 Panjin	辽宁省 Liaoning	
	0.64	0.52	0.05	0.80	0.60	0.67	0.98	0.29	1.00	0.17	0	

从各地的玉米产量灾损综合风险指标的分布来看,除朝阳最大,锦州其次外,其余地市的产量灾损综合风险指标相差不多,都处于 0~0.2 之间,而各地市的水稻产量灾损综合风险指标处于 0.05~1.00

之间,分布相对比较均匀。

根据极差化综合风险指标的数值分布情况,参照国内一些专家学者的分区标准,将玉米的风险类型定义如下:0~0.1 为低风险区,有 6 个地市,0.1~

0.4 为中风险区,有 3 个地市,0.4~1.0 为高风险区,有 2 个地市。将水稻的风险类型定义为:0~0.3 为低风险区,有 3 个地市,0.3~0.7 为中风险区,有 4 个地市,0.7~1.0 为高风险区,有 3 个地市。为了

更直观地表达产量灾损风险指标的空间分布,下面将产量极差化综合风险指标的分类结果在 ArcGIS 平台上表达,并绘制图形如图 2。

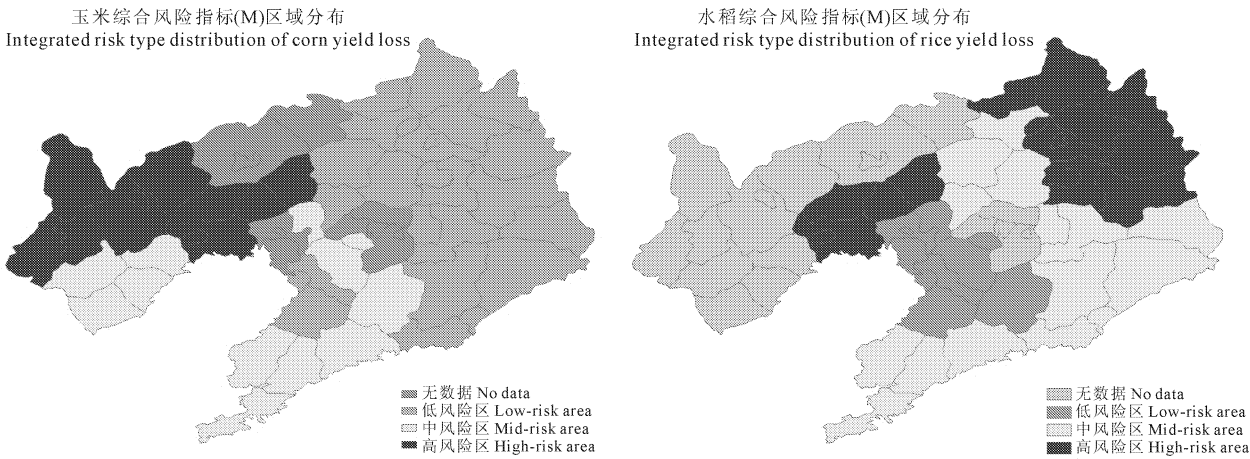


图 2 辽宁省玉米水稻灾损风险类型 (M) 的区域分布
Fig.2 Integrated risk type distribution of com and rice yield loss in Liaoning province

从图 2 可以看出,辽宁大部都是玉米生产的低风险区,高风险区主要分布在朝阳和锦州地区,大连、鞍山和葫芦岛为中风险区,无数据区域主要是由于得到的该地区产量数据不完整或不是主要种植的粮食作物,因此未做统计。水稻生产的低风险区主要位于盘锦、营口地区,高风险区位于辽宁北部的铁岭、抚顺及辽西的锦州地区,其余地区为中风险区。图中灰色区域的含义同玉米。

综合以上可以认为:盘锦、营口及鞍山地区,应因地制宜适当扩大水稻的种植面积,沈阳、大连、抚顺、本溪、丹东及铁岭等玉米生产的低风险区,应适当扩大玉米的种植面积,但在选择作物品种时,应根据其发育期特点,北部地区可适当选择早中熟品种,南部地区可选择中晚熟品种,锦州、朝阳地区,从历史气象灾害的统计来看,应适当扩大耐旱、矮秆作物的种植面积,如花生、大豆等,这类作物由于其植株体积小,需水量相对较小,作物耐旱程度高。

3 小 结

本文从产量灾损风险分析的角度构建了辽宁省主要粮食作物——玉米和水稻的产量灾损风险评估模型,根据评估结果,主要得到如下结论:

1) 辽宁省玉米生产的风险要高于水稻,这一点可以从历年平均减产率、灾年平均减产率、灾年次数、灾年产量变异系数等指标得到明显的体现,其原因主要是:从辽宁省农业生产的实际来看,玉米生产主

要为旱作栽培,受气象条件,尤其旱涝灾害的限制更加明显,而水稻生产则属于灌溉农业的范畴,相对来说,对旱涝灾害的反映并不是很敏感,受低温冷害的威胁较为严重。

2) 辽宁大部都是玉米生产的低风险区,高风险区主要分布在朝阳和锦州地区,大连、鞍山和葫芦岛为中风险区。水稻生产的低风险区主要位于盘锦、营口地区,高风险区位于辽宁北部的铁岭、抚顺及辽西的锦州地区,其余地区为中风险区。

3) 玉米的历年平均减产率在 9.2%~26.7% 之间,玉米历年平均减产率最小的地市为营口,最大的地市为朝阳,水稻的历年平均减产率在 6.7%~12.3% 之间,水稻历年平均减产率最小的地市为鞍山,最大的地市为锦州。

4) 1971~2008 年 38 a 间,玉米灾年的年数为 11~18a,平均每 2~4 a 就会出现一个减产率大于 5% 的灾年,灾年发生的频率较高;而水稻的灾年年数为 6~14 a,平均每 3~6 a 出现一个减产率大于 5% 的灾年。从灾年平均减产率来看,玉米的灾年平均减产率基本为中度减产年型标准,其中朝阳为重度减产年型标准,营口为轻度减产年型标准;而水稻,为轻到中度减产年型标准,灾年平均减产率最小的地区为盘锦,最大的为锦州。从灾年减产率变异系数的分布来看,玉米灾年减产率变异系数处于 0.529~0.732 之间,最小值出现在本溪,最大值出现在锦州;水稻灾年减产率变异系数处于 0.384~0.767 之

间,最小值出现在营口,最大值出现在丹东。

由于没有更加精细的产量数据,无法对全省玉米和水稻生产做分县乃至乡镇的风险评估,而且由于产量数据本身的局限性,也难以对地区的产量做准确地表达,反映的只是一个平均的或者小区域调查的结果,另外 1971~2008 年间,辽宁省的行政区划,做了多次的变动,而本文是以最新的行政区划来计算的,所以难免会有一些人为的误差。所以在实际生产中各地要因地制宜,充分结合当地的农业气象条件,最大限度地利用气候资源,做好粮食种植结构调整工作。

参 考 文 献:

[1] 李世奎,霍治国,王道龙,等.中国农业灾害风险评价与对策[M].北京:气象出版社,1999:1—400.
[2] 刘 玲,沙奕卓,白月明.中国主要农业气象灾害区域分布与减灾对策[J].自然灾害学报,2003,12(2):92—97.
[3] 江和文,李 春,曹士民,等.盘锦水稻产量灾损风险及气象影

响因子分析[J].气象,2008,34(5):38—43.
[4] 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.
[5] 薛昌颖,霍治国,李世奎,等.北方冬小麦产量灾损风险类型的地理分布[J].应用生态学报,2005,16(4):620—625.
[6] 张文宗,赵春雷,康西言,等.河北省冬小麦旱灾风险评估和区划方法研究[J].干旱地区农业研究,2009,27(2):10—16.
[7] 姜会飞,霍治国,潘学标,等.中国小麦生产的区域比较气候风险研究[J].自然灾害学报,2006,15(3):58—65.
[8] 王素艳,霍治国,李世奎,等.北方冬小麦干旱灾损风险区划[J].作物学报,2005,31(3):267—274.
[9] 刘荣花,朱自玺,方文松,等.华北平原冬小麦干旱灾损风险区划[J].生态学杂志,2006,25(9):1068—1072.
[10] 王素艳,霍治国,李世奎,等.北方冬小麦干旱和减产年型的时空分布分析[J].自然灾害学报,2003,12(2):161—169.
[11] 李 彬,武 恒.安徽省农业旱灾规律及其对粮食安全的影响[J].干旱地区农业研究,2009,27(5):18—23.
[12] 朱自玺,刘荣花,方文松,等.华北地区冬小麦干旱评估指标研究[J].自然灾害学报,2003,12(1):145—150.
[13] 霍治国,李世奎,王素艳,等.主要农业气象灾害风险评估技术及其应用研究[J].自然资源学报,2003,18(6):692—703.

Risk assessment of grain yield loss caused by meteorological disasters in Liaoning Province

JIANG He-wen^{1,2}, ZHANG Lu-jun², CAO Shi-min¹, GUO Ting-ting³, LIAO Jing-jing¹, ZHANG Li-min¹

(1. Huludao Meteorological Bureau, Huludao, Liaoning 125000, China;

2. School of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China;

3. Liaoning Provincial Meteorological Bureau, Shenyang, Liaoning 110003, China)

Abstract: From the perspective of risk analysis of yield loss caused by meteorological disasters, and used of the grain yield data from 1971~2008, an assessment model is constructed to analyze the risk of disastrous yield loss of major grain crops in Liaoning Province, namely corn and rice. Then the risks of grain yield loss in Liaoning caused by natural disasters are comprehensively analyzed from the aspects of average reduction rate of past years, the variation coefficient of yield reduction rate in disastrous years, risk index of yield losses, and etc. The results show that most areas across Liaoning are lowly-risky for corn production; the highly-risky areas are mainly in Jinzhou and Chaoyang, while Dalian, Anshan and Huludao belong to medium-risky zone. The lowly-risky areas for rice production are found mainly in Panjin and Yingkou, while the highly-risky zone is located in Tieling, Fushun of north Liaoning and Jinzhou of the west; the other areas of the province are all medium-risky for rice production. In the past 38 years, about corn, the number of disastrous years were from 11~18, the average reduction rate of all the years was from 9.2%~26.7%, the variation coefficient was from 0.529~0.732; and about rice, the number of disastrous years were from 6~14, the average reduction rate of all years was from 6.7%~12.3%, the variation coefficient was from 0.399~0.722.

Keywords: grain yield; risk of yield loss caused by meteorological disasters; meteorological yield