

福建粮食生产对气象灾害的敏感性研究

张星^{1, 2}

(1 南京信息工程大学, 南京 210044; 2 福建省气象局, 福州 350001)

摘要 根据农业生产和灾害面积数据分析发现, 福建省农业成灾面积与产量成明显的反相关关系, 而且气象灾害对粮食生产的影响呈范围逐年扩大、强度明显增大的趋势。气象灾害损失强度的变动必然使粮食产量产生波动, 因此用剔除播种面积变化影响后的粮食产量变动率与成灾面积变化率的比值来表征粮食生产对气象灾害的敏感性。通过敏感度的计算和分析, 较好地解释了 20 世纪 80~90 年代气象灾害频繁但粮食产量仍持续增长的事实, 以及 21 世纪初粮食产量减幅与灾害强度增幅不同步的原因。

关键词 敏感性 粮食生产 气象灾害 成灾面积

引言

在国内, 对农业自然灾害影响粮食生产的研究已做了大量的工作^[1~4]。朱晓华等研究指出: 频发的灾害已经成为影响我国粮食生产持续稳定发展的重要障碍; 史培军等分析讨论了农业自然灾害与粮食生产的关系, 定量计算出因农业自然灾害造成的粮食减产幅度一般在 5%~10%, 个别超过 10%^[5]。而在农业生产的敏感性研究方面, 多以气候变化为主要对象, 如林而达通过对全国降水量和蒸发量的统计分析, 研究了我国农业对全球变暖的敏感性, 并划分了我国的农业敏感区; 谢云通过定义敏感性指数和气候影响程度指数, 初步探讨了我国粮食生产对气候资源波动响应的敏感性, 以及气候的影响程度^[6]。本文从气象灾害变化引起粮食产量波动方面入手, 定量分析研究粮食生产对气象灾害的敏感性, 以期提高人们的减灾防灾意识, 从而有针对性地制定科学的防灾减灾政策。

1 气象灾害对粮食生产的影响

影响福建省农业生产的灾害主要有旱、涝、台风、寒害、冰雹、大风等, 一年四季都有可能出现, 对粮食生产构成很大危害。本文选择 1980~2004 年为分析时段, 因为它是福建农业生产自 1949 年以来

持续发展时间最长、速度最快的一个时期, 同时在这一时期农业气象灾害也进入多发期。利用 25 年的粮食生产及气象灾害情况^[7]作为分析样本, 通过分析受灾面积、成灾面积以及受灾率(当年农作物受灾面积与当年总播种面积的比值为受灾率, 它基本可以反映灾害的影响范围和规模)、成灾率(当年成灾面积与总播种面积的比值为成灾率, 它反映灾害的致灾程度)的变化, 反映上述灾害对农业生产的影响, 结果见表 1。

表 1 福建省 1980~2004 年平均受、成灾面积与受、成灾率

时间	受灾面积 (万 hm^2)	成灾面积 (万 hm^2)	受灾率	成灾率
1980~1989	52.09	21.88	0.2575	0.109
1990~1999	82.99	38.63	0.4075	0.190
2000~2004	67.88	33.35	0.4305	0.209

从表 1 可以发现, 1980~1989 年, 全省粮食生产受灾面积平均每年为 52.09 万 hm^2 , 成灾面积 21.88 万 hm^2 ; 80 年代受、成灾面积以较大幅度增长; 90 年代增长幅度继续扩大并达到最高点, 年均受灾 83 万 hm^2 , 成灾面积 38.63 万 hm^2 ; 21 世纪初开始几年有所下降, 但依然高于 80 年代。1980~2004 年 25 年的平均受灾面积为 67.65 万 hm^2 , 成灾面积 31.29 万 hm^2 。受灾率和成灾率则随时间持续递增。80 年代受灾率为 25.75%, 到 21 世纪头 4

国家自然科学基金(40175029)项目资助

作者简介: 张星, 男, 1974 年生, 在读硕士, 工程师, 主要从事应用气象研究, Email: fjqxpx@163.com

收稿日期: 2006 年 2 月 13 日; 定稿日期: 2006 年 4 月 3 日

年已上升到了 43.05%，升幅惊人。成灾率从 10.9% 上升到了 20.9%，升幅近 10%。从 90 年代开始，平均受灾率始终在 40% 以上。

为解决数据的可比性，采用指数化处理方法对 1980~2004 年粮食作物成灾面积与粮食产量资料进行数据无量纲化处理。指数化处理以数据的最大值和最小值的差距进行数学计算。具体计算公式如下：

$$Y_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

其中： Y_i 为数据的标准分数， X_i 为数据的值， X_{\max} 为全部数据中的最大值， X_{\min} 为全部数据中的最小值。

经过上述标准化处理，原始数据均转换为无量纲化的值，即各指标值都处于同一个数量级别上，可以进行综合分析（图 1）。

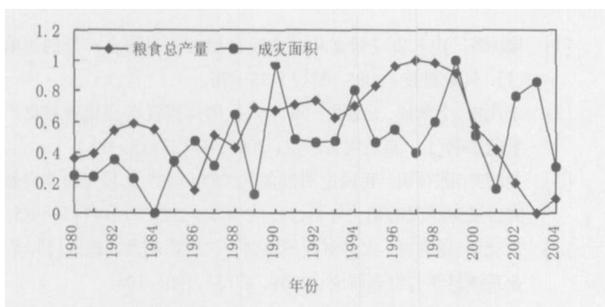


图 1 福建粮食产量与成灾面积(无量纲值)时间分布

图 1 表明粮食成灾面积对粮食总产量有明显的影响。二者呈明显的反相关关系，成灾面积大，则该年的粮食产量就减少，反之亦然。

由以上分析可以得出结论：福建省气象灾害对粮食生产的影响呈范围逐年扩大，强度明显增大的趋势。

2 粮食产量敏感性分析

粮食产量对气象灾害的敏感性是指气象灾害的变动对粮食产量效果所产生的影响程度，有时候即使发生较强的气象灾害，引发的粮食产量变动幅度却较小，称粮食产量对其敏感性小；反之，则敏感性大^[8]。为表示粮食产量对气象灾害的敏感性的程度，引入敏感度（ r ）， $r = \text{粮食产量变化率} / \text{气象灾害变动率}$ ，它是一个无量纲量。

2.1 气象灾害变动和粮食产量波动指标

粮食播种面积和气象灾害目前被普遍认为是影响粮食生产的两大主要因素^[9]。总产下降，除了面

积因素外，气象灾害也是导致粮食产量下降的一个重要原因。于是把第 i 年粮食产量与粮食播种面积变化（即第 i 年与第 $i-1$ 年播种面积的比）之间的比值，再与第 $i-1$ 年粮食产量相比，就可以得到剔除播种面积变化影响后的粮食产量变化 ΔP ，用它表示粮食产量变动幅度：

$$\Delta P = \frac{P_i S_{i-1}}{P_{i-1} S_i} \quad (1)$$

用第 i 年相对于第 $i-1$ 年的成灾面积变化 ΔM （即第 i 年与第 $i-1$ 年成灾面积的比）表示气象灾害变化程度：

$$\Delta M = \frac{\$i}{\$i-1} \quad (2)$$

指标确定后，敏感度 r 就可以用如下公式计算：

$$r = \frac{\Delta P}{\Delta M} = \frac{P_i S_{i-1} \$i-1}{P_{i-1} S_i \$i} \quad (3)$$

2.2 敏感度计算

下面通过敏感度的计算来分析福建粮食产量对气象灾害的敏感性。根据公式（1）~（3）分别计算 1980~2004 年各年份的敏感度 r ，列于表 2。

表 2 福建粮食生产对气象灾害的敏感度（ r ）值

年份	r	年份	r
1980	0.042851	1993	1.012265
1981	1.045901	1994	0.65007
1982	0.830209	1995	1.613932
1983	1.360755	1996	0.896803
1984	2.789068	1997	1.296132
1985	0.278348	1998	0.732906
1986	0.731285	1999	0.636422
1987	1.467978	2000	1.763801
1988	0.564987	2001	2.245482
1989	3.131249	2002	0.316529
1990	0.225111	2003	0.940338
1991	1.806363	2004	2.369932
1992	1.042412		

从表 2 可以得出各个年代的敏感度平均值为：

$$80 \text{ 年代: } r_{80} = \sum r/n = 1.2243 \quad (n = 10)$$

$$90 \text{ 年代: } r_{90} = \sum r/n = 0.9912 \quad (n = 10)$$

$$2000 \sim 2004 \text{ 年: } r_0 = \sum r/n = 1.5272 \quad (n = 5)$$

2.3 结果分析

进一步建立 80、90 年代这两个时段的敏感度回归方程：

$$r = 4.242 - 0.00158t$$

其中 t 为年份 ($1979 < t < 2000$)。

粮食产量敏感度与时间之间线性关系的斜率为 -0.00158 , 以上分析表明福建粮食生产对气象灾害的敏感性在 20 世纪 80、90 年代表现为逐年降低, 90 年代的敏感度仅为 80 年代的 81%。分析致灾因子可以发现: 20 世纪 80 年代, 受全球气候变暖影响, 干旱发生频率增加, 灾情重, 水灾的受灾率小于旱灾受灾率, 农业生产受旱灾的影响大。以 1986 年为例, 该年的严重夏秋旱, 造成福建秋粮减产 6.6×10^5 t; 进入 90 年代后, 洪涝灾害明显增加, 全省仅出现 2 次重旱, 洪涝灾害则出现 5 次重灾, 表现为旱灾的受、成灾率随时间降低, 受灾(成灾)面积与总受灾(成灾)面积的比值下降; 水灾受、成灾率、受灾面积占总受灾面积的比值均增大。也就是说, 90 年代旱灾对粮食的影响减弱, 洪涝灾害的影响加剧。对粮食生产而言, “水灾一条线, 旱灾一大片”, 旱灾造成的损失往往强于水灾。从孕灾环境来看, 80 年代由于放松农田水利建设, 基础设施老化, 抗灾能力削弱; 进入 90 年代, 福建省依靠科技进步, 增加农业投入, 加速农业现代化进程, 抗灾能力得到提高。以上两个方面的综合作用, 导致福建粮食生产在 80 年代对气象灾害的敏感度较大, 敏感性高, 90 年代粮食生产对气象灾害的敏感性大为降低, 这也使得 90 年代的粮食生产在气象灾害强度不断增大的情况下能够保持连续 6 年增产, 而且总产量达到了历史最高水平。

2000~2004 年敏感度平均值为 1.5272, 比 80、90 年代都大, 粮食生产对气象灾害的敏感程度增加。可能的原因在于粮食价格持续下降, 农民收入减少, 种粮积极性受到挫伤^[10-11], 进而导致农业投入减少, 管理水平降低, 农业抗灾能力减弱。同时进入 21 世纪以来, 旱涝灾害对农业生产的影响在加剧, 体现在平均粮食总产与 90 年代相比, 减产 138.7×10^4 t, 减幅显著。

3 结论

福建灾害天气频繁, 水、旱、风、寒历年可见, 常

影响农业生产的正常进行, 敏感度能从总体上较好地反映粮食生产对受灾程度变化的动态特性。通过敏感性研究, 可以较好地解释 80~90 年代气象灾害的影响日益严重而粮食产量总体上却持续增长以及 21 世纪初, 粮食产量减幅与灾害强度增幅不同步的现象。

粮食生产过程中, 多个生产要素的投入或多或少都会对减灾抗灾能力产生影响。因此, 通过田间工程建设、小型农田水利建设、更新改造老化机电设备、完善灌排体系、鼓励节水灌溉、鼓励粮食主产区中低产田综合治理和沿海旱地改造等途径, 加强农田水利建设力度, 提高农业抗御气象灾害的能力, 是提高粮食生产能力、保障粮食安全的基本要求。

参考文献

- [1] 廉丽姝. 山东省气候变化及农业自然灾害对粮食产量的影响[J]. 气象科技, 2005, 33(1): 73-76.
- [2] 李茂松, 李章成, 王道龙. 50 年来我国自然灾害变化对粮食产量的影响[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(2): 55-60.
- [3] 刘明亮, 陈百明. 我国近期粮食生产的波动性及其与农业自然灾害发生状况的相关分析[J]. 灾害学, 2000, 15(4): 78-85.
- [4] 朱晓华, 杨秀春. 灾害对我国粮食生产的影响及其模式[J]. 农业系统科学与综合研究, 2001, 17(3): 196-198.
- [5] 史培军, 王静爱, 谢云, 等. 最近 15 年来中国气候变化、农业自然灾害与粮食生产的初步研究[J]. 自然资源学报, 1997, 12(3): 197-203.
- [6] 谢云. 中国粮食生产对气候资源波动响应的敏感性分析[J]. 资源科学, 1999, 21(6): 13-17.
- [7] 《中国农业全书·福建卷》编辑委员会. 中国农业全书(福建卷)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 3-9.
- [8] 福建省统计局. 福建统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1980-2004.
- [9] 叶堂林. 我国农业各政策变量对粮食产量提高的效果及对策研究[J]. 科学·经济·社会, 2005, 23(1): 20-23.
- [10] 马九杰. 农业自然灾害风险对粮食综合生产能力的影响分析[J]. 农业经济问题, 2005, (4): 14-17.
- [11] 陈奇榕, 丁中文. 福建粮食安全现状及科技发展对策[J]. 农业科研经济管理, 2005, (3): 32-35.

Research on Sensitivity of Grain Yields to Meteorological Disasters in Fujian Province

Zhang Xing^{1, 2}

(1 Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044;

2 Fujian Provincial Meteorological Bureau, Fuzhou 350001)

Abstract: The analysis of the statistical data of grain production and disaster area from 1985 to 2004 in Fujian Province indicates that the disaster area in Fujian Province is inversely correlated with grain yields; the severity and impact of meteorological disasters on grain yields increase year by year. The sensitivity of grain yields to meteorological disasters is studied with the ratio of the grain yield variation rate after eliminating the plating area variation to the variation rate of the disaster area. The resulting sensitivity explains well the fact that disasters increase, but grain yields increase also from the 1980s to the 1990s; and that grain yields decrease obviously, but disasters increase slightly in the early 21 century.

Key words: sensitivity, grain yields, meteorological disaster, disaster area

IPCC 第 4 次气候变化评估报告要点

据日本气象厅网 2007 年 2 月 6 日报道, 政府间气候变化专门委员会(IPCC)于 2007 年 2 月 2 日, 在法国巴黎召开的 IPCC 第 1 工作组会议上, 发布了 IPCC 第 4 次气候变化评估报告, 其要点如下:

- (1) IPCC 第 3 次气候变化评估报告曾认为, 气候变暖至少 66% 以上与人类活动排放的二氧化碳有关, 而本次报告认为过去 50 年全球平均气温升高 90% 以上与人类使用化石燃料排放的温室气体有关。
- (2) 20 世纪后半期, 北半球的平均气温是过去 1300 年间最高的; 除 1996 年外, 最近 12 年(1995 ~ 2006 年)全球地面平均气温是 1850 年以来最高的时期。
- (3) 过去 100 年(1906 ~ 2005 年), 全球平均气温升高了 0.75 °C, 最近 50 年升温约是过去 100 年升温的 2 倍。
- (4) IPCC 第 3 次气候变化评估报告预测 21 世纪末升温 1.4 ~ 5.8 °C, 而本次报告预测 21 世纪末全球平均气温约升温 2.4 ~ 6.4 °C。
- (5) 北极冻土表层的温度自 20 世纪 80 年代起升高 3 °C。
- (6) 21 世纪末气候变暖引起的平均海平面升高 26 ~ 59 cm, 因海平面升高等异常气象灾害造成的“气象难民”将达到 2 亿人。
- (7) 若国际社会和各国政府不采取有效减缓气候变暖对策, 今后每 10 年将增温 0.2 °C。
- (8) 21 世纪北半球高纬度陆地气候变暖最为显著。
- (9) 因气候变暖, 热带低压的强度将增强。
- (10) 由于气候变暖, 积雪面积和极域海冰面积缩小, 到 21 世纪后期北极海的海冰将基本融化。
- (11) 由于人为因素导致的大气二氧化碳增加将加剧海洋酸化。
- (12) 因气候变暖, 大气二氧化碳的陆地和海洋吸收减少, 二氧化碳在大气中的残留量呈增加趋势。
- (13) 气候变暖将持续数百年, 会带来一系列灾难性后果, 各国政府应采取有效措施, 减缓气候变暖。