

邬舒静. 农业气象灾害对粮食产量的影响分析——基于安徽省16个地级市的面板数据[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 65–69. [WU Shujing. The Impact of Agricultural Meteorological Disasters on Food Production——Based on the Panel Data of 16 Prefecture-Level City in Anhui Province[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(4): 65–69. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.04.012]

## 农业气象灾害对粮食产量的影响分析 ——基于安徽省16个地级市的面板数据\*

邬舒静

(河海大学商学院, 江苏南京 211100)

**摘要:** 根据2005–2014年安徽省16个地级市的农业生产统计资料, 利用面板数据模型, 分析农业气象灾害对安徽省粮食产量的影响, 并提出政策建议, 以期对安徽省粮食生产的科学决策和可持续发展提供借鉴。结果表明: ①干旱和洪涝灾害频繁的交替发生, 是导致安徽省粮食生产受到严重破坏的两个最主要因素; ②农业气象灾害对粮食生产具有明显的制约作用, 但安徽省粮食产量依旧保持着持续上升趋势; ③安徽省农业气象灾害的受灾面积每扩大1 000 hm<sup>2</sup>, 全省粮食产量将会减少370 kg, 并且各地级市的粮食安全自我保障能力不同, 从强到弱依次为: 六安市、滁州市、安庆市、合肥市、淮南市、阜阳市、芜湖市、马鞍山市、池州市、宣城市、铜陵市、黄山市、亳州市、蚌埠市、淮北市、宿州市。

**关键词:** 粮食产量; 农业; 气象灾害; 面板数据

**中图分类号:** X43; F293; S42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)04–0065–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.04.012

我国地域面积宽广, 地形构造复杂, 面临着人口众多、可利用耕地面积非常有限的现实国情, 粮食安全问题成为制约经济发展、社会稳定、国家独立自主的重大因素<sup>[1]</sup>。然而, 由于地理生态环境脆弱多变带来的自然灾害, 尤其是气象灾害频繁发生, 给我国农业及粮食生产造成非常重大的破坏损失<sup>[2]</sup>。探究农业气象灾害对我国粮食产量的影响问题不仅有助于深入了解我国农业发展现状, 农业耕作过程中增强预警防范气象灾害意识, 同时为促进我国农业基础设施建设提供有力指导支持。

农业气象灾害对粮食生产的影响已从多方面已经进行了广泛研究。史培军等<sup>[3]</sup>分析了1980–1993年间中国气候变化在1949–1993年间的比较特征, 并对期间气候变化、农业自然灾害与粮食生产的关系进行讨论, 发现农业自然灾害造成的粮食减产幅度一般在5%~10%, 个别可达10%左右。马九杰等<sup>[4]</sup>利用描述性统计和相关分析, 对

农业自然灾害对粮食综合生产能力及粮食安全的影响, 包括自然灾害抵御能力对培育粮食生产能力, 从而降低粮食不安全性的作用进行了分析。梁子谦等<sup>[5]</sup>通过因子分析试图探索影响中国粮食单产和播种面积的因素, 结果表明科技进步水平因子发挥着最主要的影响作用, 其次是物质投入因子、环境与气候因子和政策因子。庄道元等<sup>[6]</sup>利用面板数据模型, 分析了全国31个省市1979–2007年间不同阶段自然灾害对粮食产量的影响, 结果表明自然灾害对粮食产量具有显著的负面效应, 但是其影响程度呈下降趋势。龙方等<sup>[7]</sup>利用灰色关联分析, 研究我国1950–2008年自然灾害对粮食产量的影响, 结果表明我国稻谷总产量年际变化的主要决定方面为播种面积变化和单产变化, 结果进一步显示, 单产变化的影响程度接近60%, 是最主要的变化, 而稻谷单产变化影响程度占48%~56%, 由技术因素、社会因素和自然因素决定, 并以自然因素为主。李治国等<sup>[8]</sup>根据

\* 收稿日期: 2016–02–22 修回日期: 2016–04–06

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于粮食安全的虚拟水贸易对气候变化动态响应与调整”(41471456); 国家自然科学基金项目“区域经济系统虚拟水(VW)测算的可计算非线性动态水资源I–O模型研究”(41001377)

作者简介: 邬舒静(1989–), 女, 湖北武汉人, 硕士研究生, 主要从事资源与环境经济学、水资源管理等研究。

E-mail: whswusj@163.com

1971 - 2010 年河南省统计数据,对河南省农业气象灾害的特点和变化趋势进行分析,结果表明气象灾害对粮食生产的影响显著,其中水旱灾害的影响程度较大。刘晓敏等<sup>[9]</sup>根据 1985 - 2010 年河北省农业统计数据,利用灰色关联分析,针对河北省粮食产量研究其主要影响因素及各种自然灾害对粮食产量的不同影响,结果显示,粮食单位面积产量、有效灌溉面积、粮食播种面积、从事农林牧渔业的劳动人口、受灾面积对河北省粮食产量影响较强,包括风雹灾受灾未成灾率,粮食风雹灾成灾率、粮食旱灾受灾未成灾率在内相关因素都会对河北省粮食产量产生较强影响。田贵良等<sup>[10]</sup>根据 1984 - 2013 年福建省统计数据,运用相关分析和敏感性分析,分别研究了 5 种气象灾害对 5 种粮食作物的影响程度,结果表明对福建省粮食生产影响最大的气象灾害是台风,其次是风雹,受一般强度和高强度台风影响最大的分别是稻谷和小麦,而受一般强度和高强度风雹影响最大的分别是玉米和小麦。栾健等<sup>[11]</sup>根据 1978 - 2012 年山东省统计数据,分析了自然灾害对粮食生产的影响程度,结果表明自然因素是影响粮食单产量的首要因素,影响程度约为 59.50%,而且目前自然灾害与粮食产量表现为扩张耦合的关系,粮食总产量仍受到自然灾害的强力束缚。以上研究大多基于全国或省域农业生产统计数据,而基于市域面板数据的研究尚未报道。而且,因子分析、相关分析法、灰色关联分析、C - D 生产函数等常用的研究方法存在一定的局限性,而面板数据模型集合了时间序列数据和截面数据的共同优点,在控制个体行为差异方面获得了更大的灵活性,并提供了大量数据样本,增加了自由度并减少了解释变量之间的共线性。

鉴于此,根据 2005 - 2014 年安徽省的市域农业生产统计数据,利用面板数据模型,分析农业气象灾害对安徽省粮食产量的影响,并提出政策建议,以期对安徽省粮食生产的科学决策和可持

续发展提供借鉴。

1 模型设置与数据来源

1.1 变量选取及模型设置

参考以往对投入产出关系的常用研究方法,本文运用 C - D 生产函数(柯布 - 道格拉斯生产函数)建构粮食总产量模型。其中,以安徽省粮食总产量作为被解释变量,表征粮食生产情况,以粮食受灾面积作为解释变量,表征农业气象灾害对粮食产量损害情况,同时,以粮食播种面积、化肥施用量、农机总动力、有效灌溉面积、农药施用量等对粮食生产造成主要影响的因素为控制变量,构建模型如下:

$$T_{it} = a_0 + a_1A_{it} + a_2S_{it} + a_3C_{it} + a_4M_{it} + a_5I_{it} + a_6P_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

式中:  $T$  为粮食总产量;  $A$  为农业气象灾害受灾面积;  $S$  代表粮食播种面积;  $C$  为化肥施用量(折纯量);  $M$  为机械总动力;  $I$  为有效灌溉面积;  $P$  为农药施用量;  $\mu$  为回归误差; 下标  $i$  和下标  $t$  分别表示城市和时间趋势变量;  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$  为变量的待估参数。

面板数据常用的模型有三种类型,分别为混合回归模型、变截距模型和变系数模型,其中,变截距模型和变系数模型又均可分为固定效应和随机效应。考虑到不同市域的农业基础不同,粮食产量受影响的程度也会存在差异,因此本文希望利用变截距模型分离出不同城市的差别。考虑到模型设定的准确性决定了之后参数估计是否有效,需要对模型设定形式进行检验。

1.2 数据来源

安徽省粮食总产量、气象灾害受灾面积、粮食播种面积、化肥施用量(折纯量)、机械总动力、有效灌溉面积、农药施用量等粮食产量投入产出数据均来自对《安徽统计年鉴》(2005 - 2014 年)的搜集整理。由此,得到近 10 年来覆盖全省范围的 16 个截面的共 160 组观测数据。各变量的描述性统计见表 1。

表 1 变量描述性统计

变量	均值	中位数	最大值	最小值	标准差
粮食总产量 $T/10^4t$	2199346.00	1479766.00	5481457.00	131478.00	1580819.00
受灾面积 $A/khm^2$	127.42	80.22	608.08	0.00	123.41
粮食播种面积 $S/khm^2$	398881.50	265915.50	1027895.00	21267.00	299467.50
化肥施用量 $C/10^4t$	191537.50	181395.00	405206.00	18939.00	122296.00
机械总动力 $M/10^4kW$	319.60	226.54	839.22	35.98	235.30
有效灌溉面积 $I/khm^2$	216.50	199.35	585.75	23.90	137.54
农药施用量 $P/10^4t$	6645.64	5669.00	23799.00	570.00	4911.96
截面数	16		观测数	160	

## 2 结果与分析

### 2.1 农业气象灾害的变化特征

安徽省地处南北气候过渡带, 地形地貌结构复杂, 气象条件分布差异明显, 以旱涝为主的各种灾害发生频繁, 给安徽省农作物生产和经济建设造成了巨大的破坏性影响<sup>[12]</sup>。2005—2014 年安徽省每年受灾面积约为 2 100 km<sup>2</sup>, 其中干旱灾害年均 981.5 km<sup>2</sup>, 洪涝灾害年均 696.8 km<sup>2</sup>, 分别占总受灾面积的 46% 和 33%。由图 1 可知, 2005—2014 年安徽农业气象灾害受灾面积呈现不断波动, 在 2005 年达到近 10 年来的最大值, 为 3 184.46 km<sup>2</sup>。其中, 洪涝受灾面积高达 1 469.51 km<sup>2</sup>, 占到总受灾面积的 46%。往后的 8 年时间里, 全省每年的总受灾面积在 1 600~2 300 km<sup>2</sup> 范围上下波动, 在 2014 年降至最低, 仅有 710 km<sup>2</sup>。在 2005—2014 年间, 安徽洪涝灾害最为严重的年份是 2007 年, 受灾面积高达 1 470 km<sup>2</sup>, 占总受灾面积的 70%, 旱灾最为严重的年份是 2013 年, 受灾面积高达 1 796.21 km<sup>2</sup>, 占总受灾面积的 78%。由此可知, 旱涝灾害是安徽省导致农业生产受损最主要的农业气象灾害, 二者交替发生, 且波动幅度较大。

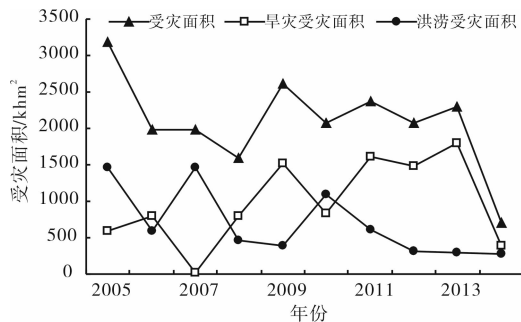


图1 安徽省农业气象灾害的变化特征

### 2.2 农业气象灾害与粮食产量的关系

农业气象灾害给粮食产量带来严重损失。图2所示为2005—2014年粮食总产和受灾面积的变化情况, 由图2可知, 2005—2014年内农业气象灾害的发生程度与粮食产量呈现明显的负向相关, 受灾程度越小的年份往往对应粮食产量的显著增加, 受灾程度越大的年份对应则为粮食产量大幅度锐减状况。例如, 将2005年与2014年的二者状况对比显示, 2005年受灾面积高达3 400 km<sup>2</sup>, 所获粮食产量仅  $2\,600 \times 10^4$  t, 2014年受灾面积由2 400 km<sup>2</sup>锐减为600 km<sup>2</sup>, 相应粮食产量得到较大幅上升。另外, 尽管受灾害影响, 不同年份粮

食产量增长幅度有差异, 但总体来看产量增长趋势明显, 说明政府在农田治理和抗灾能力的落实方面越来越重视, 投入大量旱涝保收措施的努力下, 农业的发展, 尤其是粮食生产活动得到了良好的控制和管理, 全省粮食安全能够得到有效保障。

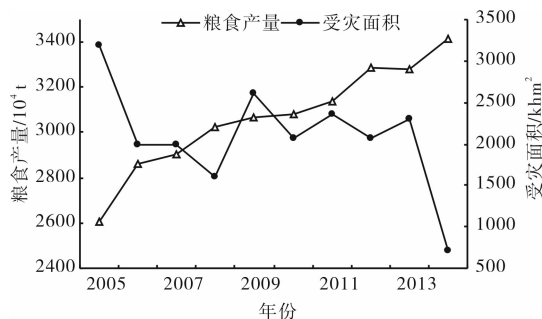


图2 安徽省粮食产量与气象灾害受灾面积的变化情况

### 2.3 农业气象灾害对粮食产量的影响

本文通过F检验对混合回归模型假设  $H_0(a_i = a_0)$ , 截距为同一数值) 和变截距模型假设  $H_1(a_i \text{ 各不相同, 截距为任意值})$  进行判断。构造F统计量, 得出检验结果(表2)。结果显示, F值为12.518 265, 在高显著性水平上拒绝假设  $H_0$ , 接受建立变截距模型。

表2 F检验结果

效应检验	统计量	自由度	概率
F 截面	12.518265	(15, 140)	0.0000***
截面卡方	136.109092	15	0.0000***

注: \*\*\*表示在1%的显著水平下通过检验。

本文通过豪斯曼检验确定个体的随机效应模型与固定效应模型的选取。豪斯曼检验的原假设为系数  $a_i$  与变量  $X_{it}$  不相关, 即若假设为:

$$Q_{it} = a_0 + a_1 A_{it} + a_2 S_{it} + a_3 C_{it} + a_4 M_{it} + a_5 I_{it} + a_6 P_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

式中:  $a_1, a_2, a_3, a_4$  不随变量变化而变化。该假设检验的统计量 Prob. 值大于0.1, 原假设未被拒绝, 则证明固定效应是一致并且有效的估计方式。反之, 备选假设为:

$$Q_{it} = a_0 + a_{1j} A_{it} + a_{2j} S_{it} + a_{3j} C_{it} + a_{4j} M_{it} + a_{5j} I_{it} + a_{6j} P_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

其中,  $a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, a_{4j}, a_{5j}, a_{6j}$  为随机效应模型的自变量系数, 根据自变量变化而变化。Prob. 值小于0.1表明随机效应是一致并且有效的估计方式, 固定效应是一致非有效的估计方式。表3所示为豪斯曼检验结果, 通过豪斯曼检验本文遂确定具体的模型形式。结果显示,  $p$  值远远小于0.1, 模型拒绝了原假设, 存在个体随机效应, 应该建立变截距的随机效应模型。

表 3 豪斯曼检验结果

检验结果	卡方统计量	卡方自由度	概率
随机效应	15.924906	4	0.0031***

注:\*\*\*表示在 1% 的显著水平下通过检验。

对农业气象灾害对安徽省粮食生产影响的进行模型估计,发现有效灌溉面积  $I$  和农药施用量  $P$  未通过显著性检验,所以将它们剔除,重新进行模型估计。结果显示(表 4),模型调整后的  $R^2$  为 0.88,说明在总变差中由模型做出解释的部分占较大的比重,该模型整体拟合优度较好。受灾面积系数 -370.448,即受灾面积扩大 1 000  $\text{hm}^2$ ,全省粮食产量减少 370 kg,依此看来,安徽省自 2005 年以来平均每年受灾面积为 2 100  $\text{km}^2$ ,则粮食减产量达 777 000 kg,若任由这种严重的受灾趋势发展而不采取措施治理,农业生产的损失将不可估量。

同时,安徽省各个市受灾害的影响也存在着明显的差异,根据模型估计结果,安徽省内包括六安市、滁州市、安庆市、合肥市、淮南市、阜阳市、芜湖市、马鞍山市在内 7 个市对常数项截距存在正向偏离,且六安市偏离程度最大,偏离常数项截距 464 734.3,其次为滁州市,偏离 336 044.1,正向偏离度最低的是马鞍山市,说明以上 7 个市区在粮食安全方面的自我保障能力较强,能够较好地保障粮食出产量,其中,和省内其他市区相比,六安市具有最强粮食保障能力,能够在受灾状况下保证最大粮食产量,其次粮食保障能力较强的依次是滁州市、安庆市和合肥市。马鞍山市虽然能够基本保证粮食产量不受威胁,但保障能力较弱。然而,包括池州市、宣城市、铜陵市、黄山市、亳州市、蚌埠市、淮北市、宿州市在内的 8 个市则对常数项截距存在负向偏离,负向偏离程度最大的是宿州市,偏离 -481 505.1,

其次为淮北市,偏离 -227 493.4,之后按各市截距的负向偏离程度缩小进行序列排列,依次为蚌埠市、亳州市、黄山市、铜陵市、宣城市、池州市,这说明相比 6 个对常数项截距存在正向偏离的城市,以上 8 个市在粮食安全方面的自我保障能力较弱,在同等灾害产生的破坏性影响条件下,池州市和宣城市的粮食安全会受到破坏性影响,但影响程度不大,而宿州市和淮北市的粮食安全保障能力最弱,粮食生产情况受到严重威胁。

### 3 结论与政策建议

#### 3.1 结论

根据以上实证分析,本文的计量结果证实了所下结论。

(1)旱涝灾害是导致安徽省农业生产受损最主要的气象灾害,二者交替发生,且波动幅度较大。2005 - 2014 年安徽省受灾面积每年约为 2 100  $\text{km}^2$ ,其中干旱灾害年均 981.5  $\text{km}^2$ ,洪涝灾害年均 696.8  $\text{km}^2$ ,分别占总受灾面积的 46% 和 33%。

(2)农业气象灾害的影响对粮食生产产生较明显的制约作用,农业气象灾害受灾面积较小的年份,粮食产量的增加幅度较大,反之,粮食产量增长则受到限制。但从总体上看,尽管不同年份农业气象灾害对粮食生产的影响程度不同,粮食产量依旧保持着持续上升趋势,说明政府在农田治理和抗灾能力的落实方面越来越重视。

(3)安徽省农业气象灾害的受灾面积每扩大 1 000  $\text{hm}^2$ ,全省粮食产量减少 370 kg,并且各地级市的粮食安全自我保障能力不同。安徽省各地级市粮食安全自我保障能力从强到弱依次为:六安市、滁州市、安庆市、合肥市、淮南市、阜阳

表 4 模型估计结果

变量			系数		标准差	$T$ 值	$P$ 值	
常数项 $a$			63671.19		84538.36	0.753163	0.4525	
受灾面积 $A$			−370.4481		174.5199	−2.122670	0.0354 **	
粮食播种面积 $S$			3.433672		0.403312	8.513683	0.0000 ***	
机械总动力 $M$			1514.501		312.1001	4.852614	0.0000 ***	
化肥施用量 $C$			1.718825		0.867701	1.980896	0.0494 **	
地区	六安市	滁州市	安庆市	合肥市	淮南市	阜阳市	芜湖市	马鞍山市
偏离常数项截距	464734.3	336044.1	192278.1	130527.6	64239.65	35806.03	27754.03	20646.55
地区	池州市	宣城市	铜陵市	黄山市	亳州市	蚌埠市	淮北市	宿州市
偏离常数项截距	−11883.21	−12785.57	−82410.43	−92248.88	−161620.9	−202083	−227493.4	−481505.1
模型参数	$R^2 = 0.8804$		$Adj - R^2 = 0.8773$		$F = 285.1500$	$P = 0.0000 ***$		观察值: 160

注:\*\*和\*\*\*分别表示 5% 和 1% 水平下显著。

市、芜湖市、马鞍山市、池州市、宣城市、铜陵市、黄山市、亳州市、蚌埠市、淮北市、宿州市。

### 3.2 政策建议

农业生产与气象变化存在着密切相关的联系，对当地的气候特点有充分的了解，特别注意减少和规避灾害性气象带来的损害，对各地农业生产都具有重要的实际意义。

(1)因地制宜发展现代农业。要求各地在农业生产过程中充分考虑当地的气候条件，因地制宜地改革耕作方式，适当调整作物生产的总布局，强调新品种作物的引进，对于受旱涝灾害较严重的区域，需要选育并且积极推广种植耐旱涝作物品种。重视农作物对特定气象条件的适应力，重视对抗旱抗涝型粮食作物品种的研发工作，加大新品种研发力度和新农业生产技术的推广力度。

(2)加大各地农田水利基础设施建设的投入力度，提高地方粮食生产抵抗农业气象灾害的能力。根据各地气象和土壤特点，因地制宜改良耕作方法，提高节水灌溉措施的利用效率和效益，引导农民对节水设备和技术的积极采用。加大对以农业洪涝、干旱、冷冻害等为主的农业气象灾害的发生发展规律、其对农业的危害机理、气象灾害防御对策及措施的实践性研究，为各级政府指挥农业生产，减轻灾害损失提供有力的决策服务。

(3)促进各地准确、及时地发布农业气象信息报告服务。加快新一代的全覆盖式农业生产气象专用警报网系统建设，推进落实气象信息进农村工程的顺利开展。加快突发公共事件应急预报预警信息发布平台建设，使其为农服务，建立畅通的气象信息发布和服务渠道。利用电视、广播、互联网和短信等多种形式扩大信息传播范围，将

天气预报、气象灾害的预报预警信息、农用天气预报、农作物病虫害发生发展趋势及时公开发布，传到农民手中，为“三农”建设提供及时、准确的气象服务。

### 参考文献：

- [1] 吕新业，冀县卿. 关于中国粮食安全问题的再思考[J]. 农业经济问题，2013(9)：15-24.
- [2] 陈卫洪，谢晓英. 气候灾害对粮食安全的影响机制研究[J]. 农业经济问题，2013(1)：12-19.
- [3] 史培军，王静爱. 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.
- [4] 马九杰，崔卫杰，朱信凯. 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.
- [5] 梁子谦，李小军. 影响中国粮食生产的因子分析[J]. 农业经济问题，2006(11)：19-22.
- [6] 庄道元，陈超，赵建东. 不同阶段自然灾害对我国粮食产量影响的分析——基于 31 个省市的面板数据[J]. 软科学，2010，24(9)：39-42.
- [7] 龙方，杨重玉，彭澧丽. 自然灾害对中国粮食产量影响的实证分析——以稻谷为例[J]. 中国农村经济，2011(5)：97-104.
- [8] 李治国. 近 40 年河南省农业气象灾害对粮食生产的影响研究[J]. 干旱区资源与环境，2013(5)：126-130.
- [9] 刘晓敏，王慧军. 自然灾害对河北省粮食产量影响的实证分析[J]. 灾害学，2014，29(1)：115-119.
- [10] 田贵良，林志宇. 气象灾害对粮食生产的影响研究——以福建省为例[J]. 灾害学，2016，31(1)：148-152.
- [11] 栾健，周玉玺. 自然灾害对山东省粮食生产影响的实证分析[J]. 干旱区资源与环境，2016(4)：127-131.
- [12] 安徽省气象局. 安徽省气象灾害年鉴[M]. 北京：气象出版社，2009.

## The Impact of Agricultural Meteorological Disasters on Food Production —— Based on the Panel Data of 16 Prefecture-Level City in Anhui Province

WU Shujing

(Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** Based on the 2005-2014 agricultural production statistics of 16 prefecture-level city in Anhui Province, using panel data model to analysis the impact of agricultural meteorological disasters on food production in Anhui and provide some policy recommendations, in order to provide reference for the Grain Production and scientific decision-making and sustainable development. The results are as follows: (1) frequent droughts and floods occur alternately, these are two main factors that lead to food production severely damaged in Anhui Province. (2) Agro-meteorological disasters have a significant restraining effect on food production, but the grain yield still maintained a sustained upward trend. (3) Each the affected area of Anhui Agricultural meteorological disasters expanded  $1000 \text{ hm}^{-2}$ , the province's grain production decreased 344kg, and to different parts of the city-level the food security self-support capabilities differs, ranged from strong to weak was: Luan City, Chuzhou City, Anqing City, Hefei City, Huainan City, Fuyang City, Wuhu City, Maanshan City, Chizhou City, Xuancheng City, Tongling City, Huangshan City, Haozhou City, Banggu City, HuaiBei City, Suzhou City.

**Key words:** food production; agricultural meteorological disasters; panel data