

# 农业旱灾脆弱性评价及生态减灾研究 ——以湖南省衡阳市为例

刘兰芳<sup>1</sup>, 关欣<sup>3</sup>, 唐云松<sup>2,4</sup>

(1. 湖南农业大学 农学院, 湖南 衡阳 421008; 2. 衡阳师范学院 资源环境与旅游管理系, 湖南 衡阳 421008;  
3. 湖南农业大学 资源与环境学, 湖南 衡阳 421008; 4. 南京大学 城市与资源系, 江苏 南京 210093)

**摘要:** 农业旱情是农业旱灾脆弱性和干旱风险性共同作用的结果。随着全球变暖, 蒸发力增大, 干旱的风险性变大, 因此降低农业旱灾脆弱性是防旱抗旱的重要措施。灾害脆弱性可以看成是生态安全性的另一面, 故加强生态安全建设可以降低农业旱灾脆弱性。衡阳市是湖南省重要的农业生产基地之一, 也是农业旱情较重地区之一, 而其农业旱情与农业旱灾脆弱性密切相关。这种脆弱性是生态环境因素和社会因素在一定的时空条件下偶合的产物。详细地分析了气候因素、植被和土壤等环境因素和水利设施、经济发展水平等社会因素在农业旱灾脆弱性形成中的作用。依据长时间序列的气象资料和经济统计数据, 运用数学模型和有关优化分析方法, 对衡阳市农业旱灾脆弱性进行定量评估。提出了降低农业旱灾脆弱性的生态措施。

**关键词:** 农业旱情; 旱灾脆弱性; 生态减灾

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)02-0069-05

中图分类号: S423

## Vulnerability of Agricultural Drought and Agricultural Losses Reduction During Drought Through Implementation of Ecological Measures

——A Case Study of Hengyang, Hu'nan Province

LIU Lan-fang<sup>1</sup>, Guan Xin<sup>3</sup>, TANG Yun-song<sup>2,4</sup>

(1. College of Agronomy, Hu'nan Agriculture University, Hengyang 410128, Hun'an Province, China;

2. Resources Environment and Tourism Management Department, Hengyang Normal University, Hengyang 421008,

Hu'nan Province, China; 3. College of Resources and Environment, Hu'nan Agriculture University, 410128, Hu'nan Province, China; 4. Department of Urban and Resource Scien, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu Province, China)

**Abstract:** Drought can severely reduce agricultural productivity. Since the risk of drought is likely to intensify with projected global warming and increases in evaporation potential, it is critical to identify methods for minimizing the manifestation of drought conditions and reducing agriculture's vulnerability to drought. The vulnerability of land-based production systems to natural disasters is a function of the systems' underlying ecological integrity. Therefore, ecological improvement and reconstruction may reduce agriculture's vulnerability to drought. Hengyang, an important agricultural area in China, experiences severe drought from time to time. This study demonstrates the close correlation between agricultural losses in the area during drought and certain environmental and social factors, under particular space-time considerations. Factors contributing to agricultural vulnerability, such as local weather conditions, vegetation and soil conditions, irrigation works and the level of economic development were analyzed in detail. The vulnerability of agriculture to drought in the area is assessed based on a long time series of meteorological data and economic statistical data, and by the use of a mathematical model and a correlation optimization method. The results of this assessment are used to determine optimal methods for ecological improvement and reconstruction to reduce agriculture's vulnerability to drought.

**Keywords:** the Agricultural losses to drought; the agricultural vulnerability to drought; reducing agricultural losses of a drought by ecological measures

收稿日期: 2004-07-08

资助项目: 湖南省杰出青年资助项目(01JZY2102); 2003 年湖南省教育厅课题(03C101)

作者简介: 刘兰芳(1965-), 女(汉族), 湖南祁东人, 在读博士生, 副教授。主要从事区域灾害的教学与研究工作。电话(0734) 8485966,

E-mail: LLFHengyang@126.com。

# 1 引言

国内外对灾害形成机制的研究出现了许多理论,如有重视致灾因子作用的致灾因子论和强调孕灾环境作用的孕灾环境论以及区域灾害系统论<sup>[1]</sup>。随着灾害研究的深入,从 80 年代起国际灾害学界较重视脆弱性在灾害形成过程中的作用<sup>[2]</sup>。如灾害学家 Pelanda 指出:“灾害是社会脆弱性的体现”。“灾害是一种或多种致灾因子对脆弱性人口、建筑物、经济财产或敏感性环境打击的结果,这些致灾事件超过了当地社会的应对能力”(Carter, 1991; Cuny, Ward, 1994)<sup>[3]</sup>。“At Risk”一书提出了灾害形成的压力与释放模型,在同一致灾强度下,灾情随脆弱性的增强而加重<sup>[4]</sup>。而这种脆弱性可理解为承灾体易于或敏感于遭受自然灾变破坏和伤害的状态,又可看成是安全性的另一面,即脆弱性增强,安全性降低<sup>[5]</sup>。因此,加强生态安全建设有利于降低灾害脆弱性,对防旱抗旱具有重要意义。

衡阳市位于湖南省中部,介于东经  $111^{\circ}32'16''$ — $113^{\circ}16'132''$ ,北纬  $26^{\circ}07'05''$ — $27^{\circ}28'24''$ 之间,总面积为  $1531000\text{ hm}^2$ 。包括北部的衡东、衡山、衡阳 3 县;中部的祁东县、衡南县以及南部的常宁市和莱阳市。该区已成为湖南省重要的农业生产基地之一,但也是湖南省旱灾最严重的地带,7 个县(市)除常宁市外,其余都是湖南省严重干旱区。旱灾已严重制约衡阳市农业经济可持续发展,旱灾虽不可避免,但可通过生态措施,发展生态农业降低农业旱灾的脆弱性,从而减轻农业旱情。

## 2 衡阳市农业旱灾脆弱性评价

### 2.1 农业旱灾脆弱性的形成

影响农业旱灾脆弱性的因素涉及到生态环境和社会经济因素。就衡阳市而言,生态环境因素主要有气候因素、水系特征、土壤状况与植被状况等,社会经济因素主要包括人口密度、水塘水库等水利设施、经济发展水平及耕作方式等。

2.1.1 生态环境因素对农业旱灾脆弱性的影响 气候对农业旱灾脆弱性的影响主要包括降水量和蒸发量。降水量与旱灾脆弱性呈负相关。受季风环流和一些特定的天气系统的影响,衡阳市降水时空差异大。春夏两季降水量约占全年的 70% 以上,其中 4—6 月降水量约占全年的 40%~48%,7—9 月降水较少,仅占全年降水量的 18% 左右。该区降水除有明显的季节变化外,还有较大的年际变化。最多年份降

水量为  $1813.7\text{ mm}$ (1997 年),最少年份降水量为  $956.1\text{ mm}$ (1963 年),多年平均降水变率为 12%~29%。从空间分布来看,周围山地降水较丰富,中部盆地降水较少。故降水的时空分布不均是农业旱灾脆弱性形成的直接原因。蒸发量与农业旱灾脆弱性呈正相关。衡阳市夏秋季节气温高,加之“焚风效应”和盆地“聚热效应”的影响,蒸发量很大,一般为降水量的 2~3 倍,所以常常出现夏秋干旱。从历年的蒸发量来看,1963 年蒸发量最大,为  $1852.7\text{ mm}$ <sup>[6]</sup>。2003 年又遇上暑热高温,故该年蒸发量旺盛,农业面临严重旱灾。

衡阳市属于湘江水系,河长 5 km 或流域面积  $10\text{ km}^2$  以上的大小河流 390 多条,河网密度  $0.41/\text{km}^2$ 。全区地表水  $5.28 \times 10^{10}\text{ m}^3$ ,但 82.4% 是客水,对它的控制利用率仅为 20% 左右,如果不计客水,该区为湖南省地表水的低值区之一,同时地下水也十分贫乏。该区河流以雨水补给为主,7—9 月降水量减少,蒸发量增大,加之此时农业用水量激增,常引起一些河流水不足,农业灌溉也就受到影响,夏秋旱灾接踵而来。衡阳市地貌以盆地、丘陵为主,致使山塘、水库容量偏小,一遇干旱季节,山塘、水库的水量很快蒸发,也加强了农业旱灾脆弱性。

森林具有调节气候、涵养水源、防止农业旱灾等功能。衡阳市自建国以来,植被遭受了 3 次严重破坏。第 1 次是 1958 年“大跃进”时期,仅油茶损毁  $6666\text{ hm}^2$  多;第 2 次是 1966 年到 1975 年“文化大革命”期间,境内林木蓄积量减少了  $1.16 \times 10^7\text{ m}^3$ ,减少 89%;第 3 次是 20 世纪 70 年代末到 80 年代初,由于田地实行承包,一些农民目光短浅,盲目地开荒种地,使大面积森林被砍伐。目前衡阳市森林覆盖率为 43%,低于湖南省森林覆盖率,且区域内森林分布很不均匀,周围山地覆盖率较高,盆地内部森林较少。最高的是衡东县,森林覆盖率为 51.2%;最低的是衡南县,森林覆盖率为 29.4%。衡阳市红壤土、紫色土、黄壤土分布广,分别占全区土壤面积的 57.9%, 14.03%, 1.30%, 这些土壤蓄水保水能力差,一旦降水减少,土壤常因缺水而干旱,强化农业旱灾脆弱性。

2.1.2 社会经济因素对农业旱灾脆弱性的影响 人既是承灾体,又是致灾因子,人口密度过大对资源环境的压力大,就成为环境系统失衡的诱因,故人口密度与农业旱灾脆弱性成正相关。衡阳市人口增长较快,人口密度大。具体来说,祁东县人口密度最大,为  $484\text{ 人}/\text{km}^2$ ,衡东县最小,为  $338\text{ 人}/\text{km}^2$ ,在总人口中,农业人口和非农业人口分别占 80.6% 和 19.4%。

农业人口中文化程度偏低, 科技兴农意识淡薄, 大多数农民存在“靠天吃饭”的思想, 主动抗旱能力不足, 激化了农业旱灾脆弱性。每遇干旱季节, 引水灌溉时又缺乏协作精神, 没有统一调配和科学调度, 各家各户随意从河塘水库放水灌溉, 极大地浪费本就不足的水资源, 强化了农业旱灾脆弱性。

水库水塘是衡阳市重要的蓄水工程。全区有中小型水库 1 529 座, 其中中型 28 座, 山坪塘 428 186 口, 但由于该区丘陵、冈地分布广, 使得山坪塘容量偏小。大多数水库水塘又是 20 世纪 60—70 年代修建的, 限于当时客观条件, 质量差, 标准低, 不配套。而又“后天失补”, 有的多年停修, 有的打打停停, 大多尚未达到设计效应, 加速了工程老化。全市 28 座中型水库严重险病水库为 16 座, 占中型水库总数的 58%。在小型水库中, 隐患险库 508 处, 漏塘占山坪塘总数的 11%。本就不足的水利工程又因失修, 更降低了灌溉功能。加之生态环境破坏严重, 水土流失日益加剧, 进一步诱发农业旱灾的发生。目前土壤侵蚀模数可达  $8\ 000\sim\ 10\ 000\ t/(km^2\cdot a)^{[7]}$ 。由于水土流失严重, 致使 28 座中型水库中, 中度淤积 3 处, 强度淤积 2 处, 从而使水库的灌溉效应下降。因此, 综合治理水土流失和整治水利设施是降低农业旱灾脆弱性的重要手段。

经济发展水平与农业旱灾脆弱性密切相关。农民人均收入是衡量经济发展水平的重要指标。农民所有收入中需扣除基本生活费用部分, 剩余的才能

转化经营生产或减灾投入, 进而影响农业旱灾脆弱性。1999 年, 衡阳市农民年人均总收入 3 282.1 元, 年人均农民纯收入 2 422.4 元, 而生活消费支出年人均均为 1 848.2 元, 年资金节余为 574.2 元, 因此用于其它经营或减灾投入的资金有限, 农业旱灾脆弱性较强。一般地说, 人均总收入与灾害脆弱性呈负相关。衡阳市各县农民人均收入以衡东县最高, 为 4 660 元, 衡阳县最低, 为 3 325 元。

耕地面积及耕作方式与农业旱灾脆弱性也有一定的相关性。衡阳市耕地占土地面积的 19.9%, 其水田占耕地面积的 86.99%, 由于水田主要分布在衡阳市中部低平的地方, 且多种植双季水稻, 耗水量大, 灌溉不方便, 致使水田成为旱灾敏感区。从耕作方式来看, 近几十年来, 农村庭院制作有机肥数量少, 作物秸秆基本用作燃料烧掉, 肥料投入严重依赖化肥, 中耕也愈来愈借助于除草剂, 使土壤肥力降低, 土壤板结, 保水供水能力下降, 旱灾脆弱性增强。该区盲目地推广双季稻或三季稻等耕作制度, 使农业用水急剧上升。同时大多数地区又采用传统的土质沟渠等漫灌方式引水, 水的有效利用率仅 30%~40%, 浪费了水资源, 也加剧了衡阳市农业旱灾脆弱性。

## 2.2 农业旱灾脆弱性定量评估

2.2.1 评估指标体系及评估数据 依据上述农业旱灾脆弱性的形成因素, 兼顾资料的可取性和详尽程度, 选出表 1 中的 7 项指标, 对衡阳市的 7 个县域农业旱灾脆弱性进行定量评估。

表 1 衡阳市农业旱灾脆弱性评估指标数据

县名	水田密度/ ( $hm^2\cdot hm^{-2}$ )	人口密度/ ( $人\cdot km^{-2}$ )	蒸发量(7— 9月)/mm	人均收 入/元	水库水塘密度/ ( $10^4m^3\cdot hm^{-2}$ )	降水量(7— 9月)/mm	森林覆盖 率/%
耒阳	14.6	455	554.1	3 637	0.256	233.6	48.9
常宁	16.1	407	541.9	3 927	0.129	292.2	49.5
衡阳	19.9	435	486.5	3 325	0.194	275.9	42.7
衡南	20.9	377	492.6	3 912	0.154	285.0	29.4
衡山	17.3	424	554.2	3 894	0.165	282.8	44.4
祁东	17.3	484	615.8	3 762	0.169	324.7	35.7
衡东	15.4	338	529.6	4 660	0.163	233.6	51.2

注: 资料来源《衡阳市志》、《衡阳统计年鉴(2000)》及衡阳市气象局。

为了计算的方便, 对表 1 中有关原始数据进行标准化处理。由于不同的因素对农业旱灾脆弱性影响程度不同, 分别采用公式(1)和公式(2)进行处理。

$$X_j = X_j^* / X_{j(\max)}^* \quad (1)$$

$$X_j = 1 - X_j^* / X_{j(\max)}^* \quad (2)$$

式中:  $X_j^*$  —— 各指标数列中的每一项, 例如森林覆

盖率指标中某个县域的森林覆盖率;  $X_{j(\max)}^*$  —— 该指标中的最大值, 例如最大的森林覆盖率是衡东县, 为 51.2%。

表 1 中的水田密度、人口密度、蒸发量与农业旱灾脆弱性呈正相关, 采用公式(1)处理; 而人均收入、水库水塘密度、降水量、森林覆盖率等等与农业旱灾

脆弱性呈负相关。利用公式(2)处理, 所用数据处理结果见表 2。

表 2 衡阳市农业旱灾脆弱性评价指标处理结果

县名	水田密度	人口密度	蒸发量	人均收入	水库水塘密度	雨量	森林覆盖率
耒阳	0.70	0.93	0.90	0.22	0.00	0.28	0.05
常宁	0.77	0.84	0.88	0.15	0.50	0.10	0.04
衡阳	0.95	0.89	0.79	0.29	0.25	0.15	0.17
衡南	1.00	0.77	0.80	0.17	0.40	0.12	0.43
衡山	0.83	0.87	0.90	0.18	0.36	0.13	0.14
祁东	0.83	1.00	1.00	0.19	0.34	0.00	0.31
衡东	0.74	0.69	0.86	0.00	0.37	0.28	0.00
权重	0.06	0.17	0.21	0.02	0.20	0.24	0.10

2.2.2 农业旱灾脆弱性评估模型 根据上面指标体系, 建立如下数学模型计算衡阳市 7 个县域农业旱灾脆弱度。

$$V_i = \sum_{j=1}^7 \frac{X_{ij} - X_{j(\min)}}{X_{j(\max)} - X_{j(\min)}} W_j \quad (3)$$

式中:  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ;  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ 。  
 $V_i$  —— 农业旱灾脆弱度;  $X_{ij}$  —— 第  $i$  个县第  $j$  个指标的处理值;  $X_{j(\max)}$  —— 第  $j$  个指标处理值中的最大值;  $X_{j(\min)}$  —— 第  $j$  个指标处理值中的最小值;  $W_j$  —— 第  $j$  个指标的权重。其中指标权重运用因素成对比较法确定, 结果见表 2。

依据表 2 数据和公式(3), 计算了湖南省衡阳市 7 个县域的农业旱灾脆弱度, 其结果列于表 3。以平均脆弱度为参考值, 高于平均值作为高度脆弱区, 低于平均值算作低度脆弱区, 为了直观地反映衡阳市农业旱灾脆弱度的地理分布规律性, 以空间地图 1 表示出来。

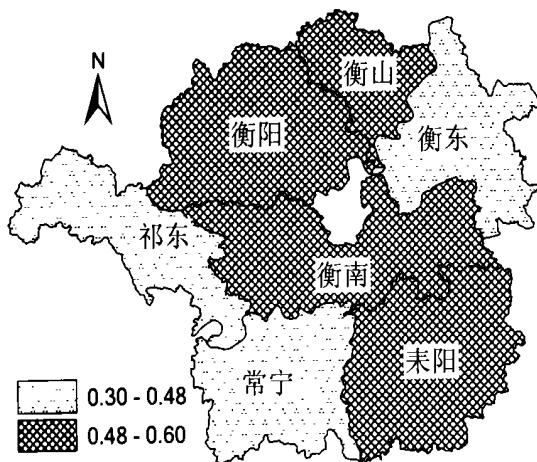


图 1 衡阳市农业旱灾脆弱度分布

表 3 衡阳市农业旱灾脆弱性评价结果

县名	农业旱灾脆弱度
耒阳	0.49
常宁	0.39
衡阳	0.51
衡南	0.57
衡山	0.49
祁东	0.47
衡东	0.48
平均	0.48

2.2.3 结果分析 由表 3 看出: 衡阳市农业旱灾脆弱性存在明显的地域差异, 以衡南县的农业旱灾脆弱性最大, 高达 0.57, 衡阳县次之, 为 0.51, 常宁最小, 仅 0.39。由图 2 得出: 祁东、常宁、衡东 3 个县域为低度脆弱区, 衡山、衡阳、衡南、耒阳为高度脆弱区, 即大体上呈现中部的脆弱度高于东西两侧的脆弱度。这种农业旱灾脆弱性的地域差异是生态环境各异与社会经济条件不同综合作用的结果。

### 3 衡阳市防旱抗旱的生态措施

从上述定性分析与定量评估可知, 衡阳市农业旱灾脆弱性较强, 这反映了该区域生态与农业发展的失衡性。因此, 只有依靠生态措施, 发展生态农业, 协调环境与发展关系, 才能从根本上降低农业旱灾脆弱性, 减轻农业旱情。生态农业是指在保护、改善农业生态环境的前提下, 遵循生态学、生态经济学规律, 运用系统工程方法和现代科学技术, 集约化经营的农业发展模式。<sup>[8]</sup> 生态农业要求农业发展同其资源、环境及相关产业协调发展, 强调因地制宜, 以便合理布局农业生产力, 适应最佳生态环境, 实现优质高产高效。由于生态农业能使农业作物与环境之间达到最优配置, 使生态与农业经济达到良性循环, 因此, 生态农业模式可以降低农业旱灾脆弱性, 增强农业抗御自然灾害的能力, 减轻农业旱灾损失。根据衡阳市环境特征和社会经济现状, 可建设下列防旱抗旱的生态农业模式。

#### 3.1 林果生态模式

衡阳市周围山区森林覆盖率较高, 应作为水源涵养林分布区加以保护与建设<sup>[9]</sup>。由于山区村落零散、耕地分散且多为旱地, 同时人地矛盾突出, 纯粹的生态林建设是不允许的, 必须兼顾水源涵养与经济效益的发挥, 因此可发展林果生态模式。

首先在山区农村实行植树造林的责任承包制。把荒山、荒地承包给农户, 由政府投入一部分资金, 动员承包农户科学植树。建立以户为单元的水土利用

与减灾相结合的生态农业发展模式,要求山区每个农户建一口水塘,种一片薪炭林,建一个果园。

其次,加强环境保护的教育,逐步提高人口素质,使人口增长与森林资源和环境相适应。利用电台、电视广播对农民进行植树造林的宣传,动员每家农户投入到植树造林的运动中,同时参与森林保护与管理。

最后,制订详细的造林和伐林的计划。衡阳市山区农村燃料以木材为主,不可能实行封山育林。为此必须科学地进行造林和伐林,实实用材林和经济林相结合,大量地植树,有计划地开采。同时,也要依靠农业科技,发展小型水利工程和沼气生产,改善山区农民的生产生活条件,促使山区农村生态环境良性发展。

### 3.2 农田水塘生态模式

衡阳市大部分地区属于衡阳盆地,降水丰富,但季节差异大,因此,农田水塘生产方式是本区重要的生态农业发展模式。即在水田连片的区域,将一些易旱的水田开挖成中小型的水塘,塘基种上经济果木,塘里养鱼。入冬后就干塘捉鱼,并把塘泥挖上来肥田和肥基,这样,大田里水塘成片,塘基上绿树成荫,构成“百亩一口塘一片林”的良性生态环境,同时又促使农林渔副综合发展。如果能够实现“百亩一口塘一片林”,雨季来临,降水大部分被森林和水塘截留,不致涌入江河及低洼之地。雨季结束,水塘和森林的蓄水又可重新利用,从而不易发生旱灾。衡阳市地势低平之地较多,降水又较丰富集中,要实现“百亩一口塘一片林”并不困难。只要领导重视,带头大干,动员各家各户齐心协力,很快可见大田里水塘星罗棋布,果树密布,呈现欣欣向荣的景象。而且这种繁荣的生产方式可持续发展,造福于子孙后代。此外,政府部门应组织科技人才,认真研究衡阳市各地的干旱规律,根

据干旱出现的时间,合理调整农作物的耕作制度。对于一些灌溉条件较差的水稻田,就不能盲目种植双季稻,而应改成“稻——经”耕作制度,即只种植早稻,把晚稻改成经济作物。做到“宜稻则稻”,“宜经则经”。在干旱季节,选育和种植耐旱品种,同时使用抗旱化学药剂,抑制蒸发,减少蒸腾,增强作物的抗旱能力。在能种植双季稻的地方,将双季稻全期供水改为合理灌溉,积极采取滴灌、喷灌、微灌、渗灌等先进技术<sup>[10]</sup>,节约用水,发展节水生态农业。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 史培军. 再论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(4): 140—144.
- [2] 毛德华. 湖南省洪涝灾害研究[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 2000. 1—4.
- [3] Kenneth Hewitt. Regions of Risk [M]. Produced by Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd. Printed in Singapore, 1997. 14—15.
- [4] Blakic Cannon P T, Davis, Wisner B. At Risk: Natural Hazard, People's Vulnerability and Disasters [M]. London: Routledge, 1994. 13—21.
- [5] 商彦蕊. 自然灾害综合研究的新进展——脆弱性研究[J]. 地域研究与开发, 2000, 19(2): 73—77.
- [6] 夏德光. 衡阳五十年[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999. 2—10.
- [7] 李景宝, 秦建新, 等. 湖南省水土保持与生态环境建设[J]. 水土保持通报, 2001, 21(3): 70—75.
- [8] 刘沛林, 田亚平. 湘江流域红壤区土地退化及生态安全建设研究[J]. 衡阳师范学院学报, 2003, 24(3): 87—93.
- [9] 邹冬生, 廖桂平. 农业生态学[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2002. 225—230.
- [10] 吴洪伟, 刘斌, 等. 农业综合开发与节水高效农业[J]. 中国水利, 2001, 460(10): 63—64.