

文章编号: 1000-2022(2002) 05-0620-05

黄土高原地区农业生产对气候变化的脆弱性分析

刘文泉, 王馥棠
(中国气象科学研究院, 北京 100081)

摘 要: 根据 IPCC 定义和实地考察、文献、问卷调查等结果确定了评价黄土高原地区农业生产对气候变化的脆弱性判别指标体系及其权重分配结果, 并对几个代表站点做了脆弱性现状评估, 为进一步完成黄土高原地区农业生产对气候变化的脆弱性地区分布和对策研究提供了一定的基础和方法。
关键词: 气候变化; 脆弱性; 农业生产; 黄土高原
中图分类号: S162.5 **文献标识码:** A

黄土高原曾是我国文化的发源地之一, 秦、汉、唐等兴盛的朝代都建都在黄土高原, 但是由于气候干旱, 降水变率大, 植被破坏, 水土流失严重, 土地贫瘠化和土壤荒漠化问题日趋突出, 气象灾害尤其是旱灾频繁, 加之长期不合理开发, 区内各地区农业生产差别很大, 对气候变化反应脆弱。在西部大开发过程中, 各地政府和农业部门在进行农业发展规划时需要了解当地农业生产对气候变化响应的脆弱性以及气候变化可能带来的影响, 以便有的放矢, 制定政策, 合理安排开发资金, 防患于未然; 同时也可当地农业种植结构调整, 中低产田改造, 生态农业、精准农业推广及退耕还林还草等生态再建设工程提供科学的参考。

根据 IPCC^[1] 的最新定义, 脆弱性分析包括敏感性分析和适应能力分析两部分, 因此根据文献[2]关于农业生产对气候变化的脆弱性的阐述, 本文拟从农业生产、气候变化和可持续发展等方面考虑, 选择黄土高原地区分析农业生产对气候变化的脆弱性。

1 研究区域基本情况介绍

黄土高原地区东起太行山, 西至日月山和贺兰山, 北起阴山, 南到秦岭, 含青、甘、陕、蒙、宁、晋、豫七省(区)的 289 个县(市)。黄土高原地区是夏季风活动的边缘地区, 气候具有干旱、半干旱性质, 雨季分明, 降水变率大, 既有长期干旱, 又有短时暴雨。西部和北部临近大陆干旱气候区, 受到沙漠化的严重威胁; 而其他地区农田较多, 植被稀少, 土壤以黄土为主, 水土流失危害甚大。区内年均温 0~12℃, ≥10℃持续日数为 140~200 d, ≥10℃积温一般在 3 000~4 000℃; 年降水量几十毫米到几百毫米, 自东南向西北逐渐减少, 400 mm 等值线贯穿本区, 降水主要集中在夏、秋季, 年降水变率在 10%~50% 之间, 季降水变率因地而异, 个别地区的

收稿日期: 2001-10-09; 改回日期: 2001-12-12
基金项目: 科技部社会公益研究专项“我国西北地区生态气候环境监测预测方法研究”
第一作者简介: 刘文泉(1969-), 男, 陕西富平人, 助研, 硕士生, 主要从事气候变化对农业的影响及其适应对策研究。

月降水变率可超过 100 %; 年蒸发量在 1 400~3 000 mm 之间, 干燥度在 1~5 之间。气候要素的剧烈年际变化, 造成气象灾害尤其是旱灾频繁, 严重影响本地区农业生产^[3]。黄土高原地区气候状况局地差异很大, 加之又处于农牧交错带, 植被破坏严重, 生态环境和农业生产对气候变化的反应非常脆弱。

本研究选取黄土高原地区陕、甘、宁三省区内的 130 个县市作为资料收集的重点(图 1)。收集的资料来自于有关单位内部资料和历年相关统计年鉴, 主要包括气象、土地、水土流失监测和治理及有关工、农业统计资料等(基本情况见表 1)。

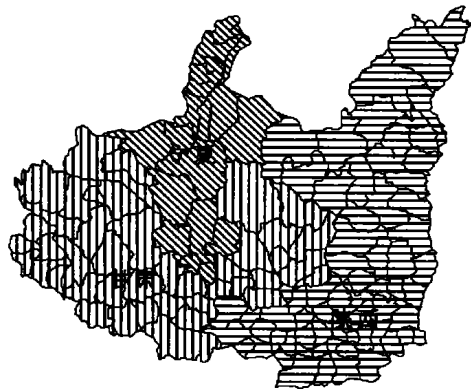


图 1 研究区域县界图(1988 年行政区划边界)

Fig. 1 County boundary of research region

表 1 研究区基本情况统计(资料取自 1997 年相关统计资料)

Table 1 The basic statistics data for research region
(data from related statistics data-collections of 1997)

省份	县市数 / 个	总人口 / 万人	耕地面积 / 10 ³ hm ²	粮食面积 / 10 ³ hm ²	农业人口 / 万人	总面积 / km ²	垦殖率 / %	人均耕地 / hm ²
陕西	67	2 660. 27	2 645. 99	2 716. 64	2 006. 22	129 529. 0	20. 43	0. 10
甘肃	43	1 653. 85	2 461. 49	2 037. 88	1 326. 10	113 387. 0	21. 71	0. 15
宁夏	20	528. 92	823. 68	725. 04	382. 66	51 800. 0	15. 90	0. 16
总计	130	4 843. 04	5 931. 16	5 479. 56	3 714. 98	294 716. 0	19. 35	0. 13

2 脆弱性指标和权重的确定及脆弱度计算

脆弱性指标的确定有很多方法, 如专家推荐法、数学分析方法等^[4-5]; 权重确定方法也有专家打分法、AHP 层次确定法等^[6-7]。各种方法均有利弊, 要么定性成分较重, 要么与实际状况脱离。本文中农业生产对气候变化的脆弱性研究的指标体系确定, 是在参考已有生态脆弱性相关研究和有关气候变化影响研究成果的基础上, 充分考虑研究区内的实际生产状况, 选取和农业生产密切相关的气候条件、生态环境和可持续发展有关的因子, 采用实地调查和专家推荐相结合确定指标^[2], 专家打分和 AHP 层次分析法结合确定权重^[8]。

2.1 敏感性指标及权重

敏感性因子选取气候、生态环境和土壤地貌三方面因素共 10 个指标, 具体权重列于表 2。

表 2 敏感性因子各指标权重

Table 2 The weight coefficients of sensitivity factors

气候因素	权重	生态环境因素	权重	土地地貌因素	权重
干燥度	0. 042 3	水土流失率	0. 126 6	劣土地比例	0. 112 5
关键月份降水变率	0. 263 3	大风日数	0. 044 6	陡坡地比例	0. 037 5
作物生长关键期积温变化	0. 137 8	暴雨日数	0. 066 0		
气象灾害成灾率	0. 156 6	侵蚀模数	0. 012 7		

敏感性 V_1 计算采用文献[2] 方法, 具体如下

$$V_1 = \sum X_i \times W_{i_0}$$

(1)

其中 X_i 表示第 i 种指标的得分值, W_i 表示第 i 种指标所占权重。

指标得分值 X_i 计算采用两种方法, 一种是专家分级打分法(100 分表示敏感程度最高, 打分标准见文献[8]), 一种是相应指标归一化百分值(h_i) 或比例, 归一化采用下式:

$$h_i = \frac{(X_i - \min(X_i))}{(\max(x_i) - \min(x_i))} \times 100\%。$$

(2)

其中 $\max(x_i)$ 、 $\min(x_i)$ 值分别取相应指标在本省区内的最大最小值。

2. 2 适应能力指标及权重

适应能力因子选取社会经济、农业生产和环境治理三方面因素共 10 个指标, 具体权重列于表 3。

表 3 适应能力因子各指标权重

Table 3 The weight coefficients of adaptive capacity factors

社会经济因素	权重	农业生产条件因素	权重	环境治理因素	权重
人均农民纯收入	0. 201 8	人均耕地	0. 079 1	水土流失治理率	0. 171 9
非农业社会总产值比重	0. 061 1	可灌溉地比例	0. 169 2	优等地比例	0. 063 4
农业人口比例	0. 037 0	复种指数	0. 051 7	退耕还林比例	0. 034 1
				草地、森林覆盖率	0. 130 6

适应能力 V_2 计算采用文献[2] 方法, 具体如下

$$V_2 = \sum Y_i \times W_i - \sum Z_i \times W_j。$$

(3)

其中 Y_i 表示有利因素的指标, Z_i 表示不利因素的指标, W_i 、 W_j 表示相应的权重, Y_i 和 Z_i 具体取值方法同上。

2. 3 脆弱度计算

综合考虑上述两方面的影响, 农业生产对气候变化的脆弱度 V 可用下式^[2]计算:

$$V = V_1 / V_2。$$

(4)

计算出各地脆弱度后, 结合实际农业经济发展状况, 以及未来气候变化的有关情景, 并根据农业可持续发展和生态环境保护等有关原则, 即可讨论提出一定的适应对策及建议措施。

3 计算结果及分析

文中根据已有资料, 先行选取陕西榆林、延安、渭南和宝鸡作为陕北北部、陕北南部、关中东部、关中西部四个主要区域的代表站点, 选取甘肃定西、庆阳、天水作为河东、陇东北和陇东

南三个主要区域的代表站点, 选取宁夏永宁和固原为宁北灌区、宁南山区的代表站点。各站点部分指标值列于表 4。

表 4 各代表站点主要指标值

Table 4 The main values at referenced sites

指标	陕西				甘肃			宁夏	
	榆林	延安	渭南	宝鸡	天水	庆阳	定西	固原	永宁
干燥度	1.49	1.06	1.52	1.15	1.57	1.49	1.80	2.50	3.50
降水变率/ %	44.28	23.62	39.14	33.41	28.55	24.41	19.10	35.83	72.80
陡坡地比例/ %	12.59	88.22	11.32	22.52	56.96	58.42	42.98	38.34	0
水土流失率/ %	77	89	68	40	38	88	100	68.6	46.9
暴雨日数/ d	3.7	5.7	5.6	6.9	3.7	4.5	1.9	3.1	0.8
人均农民纯收入/ 元	249	664	500	716	403	363	367	348	941
非农业社会总产值比重/ %	66	68	65	98	85.4	81.3	44.8	39	39
可灌溉地比例/ %	52.5	8.4	65.3	41.1	14.5	2.3	8.6	16.2	73.2
水土流失治理率/ %	76	35	51	100	48.7	61.7	62	30.5	100
草地覆盖率/ %	94.8	14.1	20.9	7.8	8.9	41.1	25.6	36.5	39.9

注: 本表资料主要取自 1990 年相关统计资料。

根据上述表 2~4 和式(1)~(4) 可计算各代表站相应的 V_1 、 V_2 和 V , 结果如表 5。

表 5 代表站点 V_1 、 V_2 和 V 计算结果

Table 5 The calculated values at sites V_1 、 V_2 and V

物理量	陕西				甘肃			宁夏	
	榆林	延安	渭南	宝鸡	天水	庆阳	定西	固原	永宁
V_1	33	46	40	45	53	51	34	37	33
总排序 1	8	3	5	4	1	2	7	6	9
省内等级	L	H	L	H	H	H	L	H	L
V_2	29	26	44	43	32	29	32	23	40
总排序 2	6	8	1	2	4	7	5	9	3
省内等级	L	L	H	H	H	L	H	L	H
V	1.1	1.8	0.9	1	1.7	1.8	1.1	1.6	0.8
总排序 3	5	1	8	7	3	2	6	4	9
省内等级	H	H	L	L	H	H	L	H	L

注: H、L 表示高、低。

对比各地区农业生产和经济状况, 表 5 的计算结果基本反映了当地农业生产对气候条件和生态环境条件的敏感程度和适应能力, 在本省区内的排序, 也与实际农业状况和生态状况是吻合的, 可以用做适应气候变化影响的有关对策研究的参考。

4 小结

本文主要是在有关 IPCC 报告中提出的气候变化背景下考虑农业生产系统本身适应气候变化影响的脆弱性问题, 强调的是二者之间的联系, 并没有像其它研究那样更多地考虑系统自身的脆弱性, 主要目的是为制定适应对策做准备。比较其它脆弱性研究成果, 更能使地方决策者了解到本地对气候变化是否敏感和是否有能力适应气候变化的影响, 规避不利影响, 迎合有

利影响,发展地方经济。从这个意义上看,县域上的分析将会更有社会效益。

就农业生产对气候变化的脆弱性这一问题而言,仅仅完成现状分析远远是不够的,还应进一步收集逐年度资料,结合有关 GCM 模型输出的黄土高原地区未来气候变化的情景以及生态环境变化情况、经济发展状况建立未来变化的可能情景,了解黄土高原地区各县市农业生产和土地利用的可能变化趋势,预测和分析各地可能遇到的问题,根据农业和环境的可持续发展原则,结合当地人口增长、土地利用现状和趋势完成相关的对策建议,为黄土高原地区的经济大开发,生态环境治理,“再造一个山川秀美的大西北”做出贡献。

参考文献:

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC). Working Group II, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers, IPCC WG2 Third Assessment Report(TAR)[R]. 2001: 3-26.
- [2] 刘文泉. 农业生产对气候变化的脆弱性研究方法初探[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(2): 214-220.
- [3] 钱林清. 黄土高原气候[M]. 北京: 气象出版社, 1991: 30-220.
- [4] 赵名茶. 脆弱生境与贫困——桂西北喀斯特山区研究[A] //赵桂久, 刘燕华, 赵名茶. 生态环境综合整治和恢复技术研究(二)[C]. 北京: 科学技术出版社, 1995: 118-134.
- [5] 赵跃龙, 张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究[J]. 地理科学, 1998, 18(1): 73-79.
- [6] 黎东升. AHP 法在确定农村小康水平指标权重中的应用[J]. 农业系统科学与综合研究, 1993(4): 265-268.
- [7] 赵焕臣, 许树柏, 和金生. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 1-43.
- [8] 刘文泉, 雷向杰. 农业生产的气候脆弱性指标及权重的确定[J]. 陕西气象, 2002(3): 32-35.

Analysis on Vulnerability of Agro-production to Climate Change in the Loess Plateau

LIU Wen-quan, WANG Fu-tang

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the definition of vulnerability by IPCC reports and literature review, investigation, and feedbacks from questionnaire, a vulnerability indicators system and the relative weight coefficients were established for assessing the vulnerability of agro-production to climate change in the Loess plateau. Present vulnerability assessment was carried out for a few representing locations. It is expected in this paper to provide a methodological basis for assessing the regional vulnerability of agro-production to climate change and performing strategic response studies in the Loess Plateau.

Key words: climate change; vulnerability; agro-production; Loess Plateau