

41-46

第20卷 第1期
1992年2月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.1
Feb. 1992

渭北旱原东部耕地资源及其 人口承载力的研究

杨改河 杨学农

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)

F323·211

摘要 在综合调查渭北旱原东部典型县的农业资源基础上, 运用正交多项式、逐步回归、灰色预测等方法对旱原耕地资源、生产力、人口发展、粮食供求关系等项目进行了分析, 得出在一定生产水平下的人口承载量, 并指出提高该区耕地人口承载量的关键是增加物质技术投入, 努力改造中低产田。

关键词 渭北旱原, 耕地资源, 人口承载力

中图分类号 S282

渭北旱原包括延安、渭南、咸阳、宝鸡和铜川5地(市)的23个县, 位于陕西中部偏北, 东西雨量及土壤条件差异较大, 全区有耕地1504万亩, 其中水地占22%, 旱地占78%; 总人口606.5万, 占全省19.7%, 人均耕地2.6亩。由于自然条件、物质技术等因素的限制, 该区以中、低产田为主。随着社会的发展, 人类衣食来源的基础——耕地日趋减少, 人口增加、消费水平提高的趋势已无法逆转, 解决人地矛盾成为摆在我们面前的严峻任务。渭北旱原人均耕地虽较全国高出1倍(全国人均耕地1.3亩), 但由于渭北旱原是黄土高原除汾渭平原外自然和社会条件较好、农业综合发展潜力大的地区, 是未来陕西乃至国家的重点开发区和重要的商品粮基地, 它的开发对减轻国家对北方旱区, 特别是对西北地区的粮食压力有着极为重要的意义, 如果不及早注意人地关系, 研究土地人口承载力, 制定相应的国土整治策略, 任其自由发展, 这一地区就将会失去做为重点开发区的意义和减少对国家商品粮的应有贡献。本文在综合调查洛川、韩城、白水、富平等县(以下简称4县)的基础上, 运用回归分析、正交多项式、灰色预测等手段, 对4县的耕地资源、生产力、人口发展、粮食供求关系以及土地的人口承载力进行了分析研究, 以期为该区的国土整治, 农业生产以及发展规范化提供宏观决策依据。

1 耕地资源现状及预测

1.1 耕地资源现状及趋势

洛川、韩城、白水、富平4县1989年实有耕地275.15万亩, 其中 $>25^\circ$ 的坡地为19.77万亩, 可望开垦的有17.66万亩(包括盐碱、石砾地), 天然草场草坡233.17万亩。对4县耕地面积进行时间序列回归分析(1960~1989年), 得如下方程: $\hat{Y}_t = 335.66 - 1.857t$ ($t = 1, 2, 3, \dots, n$; $F = 133.3 > F_{0.01} = 7.64$), 用该方程预测4县2000年耕地

文稿收到日期: 1991-01-18.

为 $\hat{Y}=259.52$ 万亩。现有 $>25^\circ$ 的坡耕地易产生严重的水土流失, 应退耕还林; 可望开垦的 17.66 万亩耕地, 因其有大量陡坡地、石砾和盐碱地, 开垦一易造成生态环境恶化, 二需巨额投资, 在近期内难以利用; 天然草场草坡部分可作为耕地的后备资源, 但综合考虑农、林、牧生态效益, 暂不宜开发。因此到 2000 年 4 县仅有宜农耕地 239.75 万亩。按近年耕地减少的势头, 若不加严格的限制和保护, 到 2000 年实有耕地面积还将会小于 239.75 万亩。

总之, 耕地面积呈不断下降趋势, 可供垦殖的土地后备资源已基本殆尽, 解决人地矛盾和粮食供求矛盾必须着眼于提高土地利用率, 即提高单位面积产量和单位投入产出率, 并辅之以有效措施保护现有耕地。奢望用扩大耕地面积解决日益尖锐的粮食供求矛盾, 将会导致更为严重的生态环境恶化, 遗患于子孙后代。

1.2 现有耕地质量的分析

增加粮食总产的途径不外乎有两种, 一是扩大耕地面积或提高复种指数, 增加作物播种面积; 二是提高单产。据上述分析, 该区增加耕地面积已不可能, 复种指数的潜力也十分有限, 因本区光、热资源虽可满足一些作物一年两熟, 但由于水分条件的限制, 只有少数地区

表 1 4 县土壤分类

土壤类型	面积(万亩)	占总面积(%)
黄绵土	379.603 7	45.53
褐土	120.506 9	14.45
垆土	93.161 5	11.17
淤土	68.628 9	8.23
黑垆土	62.084 5	7.45
其他	109.758 9	11.17

可一年两熟。四十多年来, 4 县的复种指数一直在 115% 左右波动。故提高单产是本区今后增加粮食总产的主要途径。单产的提高, 耕地质量是基础, 物质、技术投入量是保证。影响耕地质量的主要因素有土壤条件、肥力、降水、灌溉等。从表 1 可见, 渭北旱原东部以黄绵土、褐土、垆土、淤土和黑垆土为主, 土层深厚, 土质优良, 质地均匀, 有良好的蓄水保墒性能, 具备培养高产田的条件。但现有耕地却多为中低产田(表 2)。从表 2 可见: 现有高产田产极少, 中产田占 38.79%, 低产田占 60.6%, 可见改造中低产田是该区现阶段增加粮食总产的重要途径。

表 2 高中低产田现状

地 区	高产田			中产田			低产田		
	亩产 (kg)	面积 (万亩)	占耕地 (%)	亩产 (kg)	面积 (万亩)	占耕地 (%)	亩产 (kg)	面积 (万亩)	占耕地 (%)
白水县				171	4.09	6.60	108	58.04	93.40
韩城市				189	15.76	32.74	114	32.37	67.26
富平县	313	1.41	1.2	195	69.26	58.00	131	48.82	40.80
合 计	313	1.41	0.61		89.11	38.79		139.23	60.60

2 耕地生产力分析

耕地生产力的高低受自然和社会经济两大因素制约, 自然条件在一段时期内是一个较为稳定的因素, 对一个地区来说, 决定生产力高低的主要因素就是社会经济条件, 耕

地生产力是一个动态概念,它随社会经济条件的变化而变化。一般来说,耕地生产力随时间的推移,呈增加趋势。因此,对耕地生产力的分析必须用动态的观点。基于以上思路,我们把耕地生产力分为自然生产力和社会经济生产力,二者组成耕地生产力。

2.1 自然生产力

2.1.1 气候生产潜力 渭北东部处于暖温带半湿润易旱地区,日照充足,年辐射总量 502.54~518.68J/cm²,热量较为丰富,年均温 7~13.3℃, >10℃的积温 2 800~4 000℃,年降雨量 500~550mm,水热同季,降水多集中于 7, 8, 9 三个月,此时正值该区夏末初秋,有利于冬小麦和春玉米生长。据王立详等人估算,渭北东部冬小麦降水潜力可达 300~400kg/亩,春玉米可达 500kg/亩,目前该区高产田产量已接近或达到降水潜力,但大面积还有很大差距,冬小麦平均仅 150kg/亩左右,说明本区粮食增产有较大潜力可挖。

2.1.2 水分与生产力 在现有自然降水条件下,农作物产量只能达某一数值,即所谓的降水生产力,要进一步提高单位面积产量,需人工添加水分,扩大灌溉面积。目前尽管该区水资源开发利用率还较低(表 3),但是水资源和地理特点却决定了水浇地的发展潜力极其

表 3 水资源及利用状况 (万 m³)

地区	可开采量	已开采量	开发利用率(%)
韩城	26 876.86	5 519.8	20.54
富平	9 256.05	9 256.05	100.00
白水	3 826.9	1 590.9	41.57
洛川	1 553.7	1 553.7	100.00
合计	41 513.51	17 920.45	43.17

有限。在本文调查的县份中,富平、洛川今后水资源利用只能维持现状,韩城、白水虽有一定的可开采量,但因原高沟深,耕地多分布于丘陵沟壑区,开采利用需巨额投资,难度很大,加上人口增长,有限地下水资源必须首先解决生活用水。因此,在近期内或今后一段时间若无大型水利工程,人工添加水分提高耕地生产力是不可能的,必须积极挖掘现有降水生产潜力,实现降水生产潜力即是现阶段内该区的粮食增产潜力。

2.2 社会经济生产力

降水生产潜力的实现,有赖于社会经济条件的发展,包括人力、物力的投入以及技术水平的提高。单纯的降水潜力是由气候条件所决定,现实粮食产量则是由气候和生产水平共同决定,气候的变化是相对稳定的因素,具有周期性,生产水平,即社会经济生产力是较为活跃的因素,随着时间的推移则呈上升趋势。潜力的实现与否,社会经济条件是主导因素。据此,我们运用正交多项式对实际产量进行分解,即实际产量 $(Y) =$ 气候产量 $(Y_c) +$ 趋势产量 (Y_t) 。经计算机处理,得如下方程: $Y_t = 134.88 - 5.184 \times (t - 15.5)(t = 1, 2, \dots, 30; F = 55.09 > F_{0.01} = 7.82)$ 。将 t 值代入方程,求得产量分解结果于表 4。

表 4 洛川、韩城、白水、富平历年粮食产量分解

(kg·亩)

年份	序号	实际产量 Y	趋势产量 Y _T	气候产量 Y _C	年份	序号	实际产量 Y	趋势产量 Y _T	气候产量 Y _C
1960	1	76.1	59.7	16.4	1975	16	166.5	137.5	29.0
1961	2	63.9	64.9	-1.0	1976	17	159.6	142.7	16.9
1962	3	65.8	70.1	-4.3	1977	18	124.3	147.8	-23.5
1963	4	82.5	5.3	7.2	1978	19	142.4	153.0	-10.6
1964	5	89.8	80.5	9.3	1979	20	157.4	158.2	-0.8
1965	6	128.3	85.6	42.7	1980	21	124.1	163.4	-39.3
1966	7	100.8	90.8	10.0	1981	22	143.0	168.6	-25.6
1967	8	103.2	96.0	7.2	1982	23	184.1	173.8	10.3
1968	9	89.8	101.2	-11.4	1983	24	207.1	178.9	28.2
1969	10	107.6	106.4	1.2	1984	25	210.2	184.1	26.1
1970	11	100.1	116.4	-11.5	1985	26	206.4	189.3	17.1
1971	12	129.7	116.7	13.0	1986	27	205.6	194.5	11.1
1972	13	111.0	121.9	-10.9	1987	28	185.5	199.7	-14.2
1973	14	110.5	127.1	-16.6	1988	29	194.0	204.9	-10.9
1974	15	138.4	132.3	6.1	1989	30	238.7	210.0	28.7

为了进一步明确社会经济因素与粮食产量之关系,预测粮食产量,我们选择了化肥施用量、水地面积、农机动力、复种指数等四因素与趋势产量进行了逐步回归分析(表 5),得下列回归方程: $\hat{Y} = 87.72 + 1.36x_1 + 1.06x_2 + 0.31x_3$ ($R = 0.9907; F = 266.22$)

表 5 4 县趋势单产回归分析

年 份	序 号	Y _T	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
		趋势单产 (kg/亩)	化肥用量 (kg/亩)	水地占耕地 (%)	农机动力 (W/亩)	复种指数 (%)
1971	1	116.7	6.38	15.91	17.22	129.5
1972	2	121.9	7.77	16.54	23.88	126.8
1973	3	127.1	5.65	19.07	32.03	132.3
1974	4	132.3	5.66	20.92	40.70	131.6
1975	5	137.5	5.67	23.13	53.59	129.9
1976	6	142.7	6.81	25.87	53.44	128.6
1977	7	147.8	7.05	30.13	65.70	132.6
1978	8	153.0	16.15	26.66	77.79	139.6
1979	9	158.2	15.99	27.80	74.54	131.1
1980	10	163.4	12.34	30.42	81.33	135.4
1981	11	168.6	13.75	30.61	87.24	129.1
1982	12	173.8	19.86	29.67	93.15	120.5
1983	13	178.9	27.18	29.69	99.06	125.6
1984	14	184.1	27.54	28.57	104.98	119.3
1985	15	189.3	31.16	27.73	108.13	116.9
1986	16	194.5	36.45	28.04	86.36	116.6
1987	17	199.7	31.26	27.69	107.85	123.4
1988	18	204.9	35.71	27.71	110.31	121.4
1989	19	210.0	47.00	22.07	121.88	123.1
平 均		163.4	18.91	25.70	75.75	127.0
平均增长		5.2	2.26	0.34	5.81	

$> F_{0.01} = 5.03$)。结果表明, 亩施化肥量、水地面积、亩均农机动力与趋势产量关系密切, 复种指数则未被入选, 其中对趋势产量贡献大小依次为亩施化肥量、水地面积、亩均农机动力。

3 粮食产量预测

从表 5 可见, 自 1971 年到 1989 年, 亩施化肥量年增长率为 2.26 kg/亩, 亩农机动力增长率为 5.81 W/亩, 按此增长率计算, 到 2000 年亩化肥用量可达 71.86 kg/亩, 亩农机动力可达 185.87 W/亩, 水地面积因其变化甚微, 加之本区水资源有限, 扩大灌溉无望, 暂以多年平均计, 用方程 $\hat{Y} = 87.72 + 1.36x_1 + 1.06x_2 + 0.31x_3$ 预测, 到 2000 年趋势单产为 $\hat{Y} = 270.31 \text{ kg/亩}$, 由表 4 可知, 历年气候产量平均变幅为 $\pm 15.37 \text{ kg/亩}$, 由此推算, 4 县 2000 年粮食单产预测值为 254.94~285.69 kg/亩, 总产为 61.122 万 t~68.492 万 t。

4 人口发展与粮食供求

4.1 人口发展预测

人口发展受多种因素制约, 如人口政策、基数、教育水准、社会生产发展等。它们之间的关系是不确定的, 属灰色关系, 因而我们采用灰色理论的 GM(1,1)模型对 4 县人口进行了预测, 结果见表 6。

表 6 4 县人口预测值

万人

年 份	现状值	预测值	精度(%)	年 份	现状值	预测值	精度(%)
1971	108.15			1981	127.35	127.5	99.9
1972	111.68	114.3	97.7	1982	128.43	129.1	99.5
1973	114.42	115.7	98.9	1983	129.48	130.7	99.1
1974	116.80	117.1	99.7	1984	131.22	132.3	99.2
1975	119.23	118.5	99.4	1985	132.54	133.0	99.0
1976	121.35	120.0	98.9	1986	134.06	135.5	98.9
1977	123.73	121.5	98.2	1987	136.82	137.2	99.7
1978	124.73	123.0	98.6	1988	139.25	138.8	99.7
1979	126.00	124.5	98.8	1989	142.17	140.5	98.0
1980	126.73	126.0	99.4	2000		160.7	

4.2 粮食需求预测

粮食是人们日常生活中最重要的必需品, 在消费中呈刚性反应, 与人口数量的增减呈正相关; 随着社会生产的发展, 生活水平的提高, 人均需粮与时间也呈正相关。按照人们对粮食需求的组成, 可分为口粮、饲料粮、种子、贮备粮、工商用粮和其它用粮。我们参照有关单位制定的未来人们膳食营养结构标准, 结合本区生产发展水平, 对 4 县 2000 年粮食需求预测如下: 口粮, 每人年标准 210 kg, 总计 33 747 万 kg; 饲料粮, 每人年需肉 27.5 kg, 奶 25 kg, 蛋 12.5 kg, 折合粮人均 133.25 kg, 总计 21 413.3 万 kg; 种子, 夏田亩播量 11 kg, 秋田 4 kg, 夏秋比 3:1, 总计 2 217.69 万 kg; 贮备粮, 按新增人口, 人均两个月口粮计, 总计 707 万 kg; 工商用粮, 6 480.4 万 kg; 其他,

3 938.9 万 kg, 2000 年人均需粮 426.3 kg, 总计需要 68.503 万 t.

4.3 粮食供求平衡与人口承载量

综上所述, 4 县 2000 年粮食单产可达 254.94~285.68kg/亩, 可在 61.122 万 t~68.492 万 t 之间, 对粮食的总需求约 68.503 万 t. 可见, 按目前人口增长幅度, 到 2000 年, 在一般年份或较好年景下, 粮食供求可基本平衡; 在较差年份, 就会出现求过于供的状况. 若以 2000 年人均需粮 426.3 kg, 按正常年景计, 则 2000 年 4 县耕地可承载 152.02 万人, 即今后 4 县人口自然增长率必须控制在 7.19% 以下, 否则, 就是随生产力水平的提高, 现有降水生产潜力得以实现, 所增加的粮食数量也将会被增加的人口而吃掉, 到时该区也就将失去作为国家重点开发区和成为重要商品粮基地的意义. 这一点应引起决策部门的高度重视.

本文所用资料均取自陕西省统计年鉴和各县统计局, 在此一并致谢.

参 考 文 献

- 1 陕西省农牧厅等. 陕西省种植业资源与区划. 西安, 陕西出版社, 1987
- 2 郑振源, 谢俊奇. 我国土地的人口承载潜力研究中的几个方法问题. 全国土地人口承载力学术讨论会, 1989
- 3 刘国勋, 宋玉玲, 王兰凤. 土地生产潜力的理论研究与统计分析. 国土与自然资源研究, 1990 (1): 38~41
- 4 中国农科院. 中国粮食之研究. 北京: 中国农业科技出版社, 1969
- 5 杨改河. 澄城县种植业结构与粮食生产发展途径之研究. 干旱地区农业研究, 1990 (增刊): 14~22
- 6 尚忆初. 我国耕地现状及 2000 年预测. 国家科委兰皮书, 1985 第 10 号: 103~112
- 7 杨改河. 增加投入是提高渭北旱原粮食生产后劲的重要途径. 陕西农业科学, 1988 (5): 38~40

Research on the Cultivated Land Resources and Population Supporting Capacity in the East Part of the Weibei Rainfed Loess Plateau

Yang Gaihe Yang Xuening

(Agronomy Department of the Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Based on comprehensive investigation into resources in the typical east part of the East Part of Weibei Rainfed Loess Plateau, this paper analyse the cultivated land resources, productivity, population development and relationship of grain balance using orthogonal multionmial, multiple regression and grey forecast, thus, obtaining the population supporting capacity under certain productive levels. Also, the paper points out that the key link to raising the population supporting capacity of cultivated land in this region is to increase the material and technical inputs and to transform the middle-and low-yield farmlands.

Key words Weibei Rainfed Loess Plateau, cultivated land resources, population supporting capacity