

西北干旱区农业资源利用正效应因子分析^{*}

——以塔里木河流域为例

杨君¹, 郝晋珉^{1*}, 李香云², 谢敏¹, 邝敏仪¹

(1. 中国农业大学资源环境学院, 北京 100094; 2. 清华大学公共管理学院, 北京 100084)

摘要: 以西北干旱区塔里木河流域为例, 选取了9个指标, 利用因子分析法针对人类对水土资源利用所产生的正效应进行了分析, 结果表明, 第一公因子在GDP、粮食产量、人口总数、牲畜头数、财政收入、耕地面积、农林牧等总产值和有效灌溉面积的载荷较高, 说明这些指标可综合反映农业资源利用正效应之一, 即人口环境经济容量; 第二公因子在机电排灌面积上的载荷最高, 说明机电排灌面积可反映水、土等环境容量。

关键词: 因子分析; 正效应; 农业资源; 西北干旱区; 塔里木流域

中图分类号: F323.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)02-0148-04

人类的经济活动包括两方面, 一所谓“正效应”, 即为社会创造财富; 一所谓“负效应”, 即又在以种种形式、手段对社会生产力的发展起着阻碍作用。资源利用是人类重要的经济活动。研究资源利用的负效应的报道很多, 这在一定程度上起到了保护资源的作用。但由于研究正效应的报道很少, 容易导致忽略某些资源的正效应, 只看到资源利用的消极方面, 可能使决策者踟躇不前。只有综合研究资源利用的效应才能为合理地利用资源提供参考, 为可持续发展服务。

水、土、气资源是西北干旱区人们赖以生存的最重要的农业自然资源, 也是构成自然环境的重要因素, 水资源是其中最重要的制约因素。在气候资源相对稳定的西北干旱区, 人类活动主要以水土资源利用为主, 即人类经济活动主要以农业资源利用为主。西北干旱区的性质又决定了水土资源间的相互制约作用更为突出。近50年来西北干旱区进行的大规模的水土资源开发利用活动, 不仅产生了提高干旱环境的承载力、改善人类的生存环境等正效应, 同时也产生了一系列生态、环境等问题。目前水土资源利用所产生的负效应如生态环境问题这类现象已多有研究, 而水土资源所产生的正效应研究较少, 对应的判别指标的研究及提取则更少。本文利用多元统计方法中的因子分析法, 对西北干旱区塔里木河流域的农业资源利用的正效应进行了分析, 并提取了2个

综合反映人口、环境、经济容量的公因子。

1 研究区概况

塔里木河流域在行政区域上包含了新疆维吾尔自治区的5个地州: 克孜勒苏柯尔克孜自治州(以下简称克州)、巴音郭楞蒙古自治州(巴州)、阿克苏地区(阿克苏)、喀什地区(喀什)、和田地区(和田)共计42县市, 行政区面积为 $1.05 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。气候极为干旱, 多年平均降水量为76 mm (由流域内40个气象站统计而得), 大部分地区年均降水量不足50 mm; 地表水资源受补给源的影响供给较为稳定^[1]; 土壤贫瘠且盐渍化现象普遍, 自然植被多沿河而生, 为地带性耐盐碱植被。人类生存条件较差, 但区域自然条件中光热资源十分充足。虽然其多年平均气温为 -3.2°C , 但是, 由于本研究区昼夜温差大, 所以, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的年积温仍不低, 为 $3\ 300 \sim 4\ 400^\circ\text{C}$ 。光照充足和热量丰富的气候条件使区域农业生产条件良好, 尤其适合于早熟长绒棉和瓜果的生产。由于水的影响, 流域土地生产力表现为隐性: 在供水条件较好的地带, 植被生产力就有较大的改善, 因此流域内自有种植业开始, 人类就通过水资源开发——兴修水利、引水灌溉和土地垦殖等活动, 使大片荒漠发展成人工绿洲^[2~3], 在此过程中土地生产力不断得以提高, 逐渐发展成我国主要粮棉产区之一^[4]。

* 收稿日期: 2005-08-30

基金项目: 国家科技攻关课题(2004BA508B01); 长江学者和创新团队发展计划(IRT0412)

作者简介: 杨君(1976-), 女, 湖南邵东人, 博士, 主要研究方向为土地资源管理和土地利用规划。E-mail: yangjun-ly@163.com。

通讯作者: 郝晋珉(1960-), 男, 山西太谷人, 教授, 博导, 主要研究方向为土地资源管理和土地利用规划。

2 研究方法

2.1 相关概念

相关概念的解释:(1) 因子得分系数:即各个因子的负荷,它的绝对值越大,说明该因子对当前变量的影响程度越大;(2) 公因子方差比:是指提取公因子后,各变量中信息分别被提取出的比例,或者说是原变量的方差中由公因子决定的比例。它在0~1之间取值,值越大,说明该变量能被因子说明的程度越高;(3) 特征根:它是主成分影响力度的指标,代表引入该因子或主成分后可以解释平均多少原始变量的信息。如果特征根小于1,说明该主成分的解释力度还不如直接引入一个原变量的平均解释力度大,因此一般可以用特征根大于1作为纳入标准^[6]。

2.2 指标的选择

农业资源主要包含水、土、光、热等资源。农业是进行第一性物质生产的产业,主要途径是经过植物(作物)利用光温资源、水资源和土壤有效营养成分的合成,将无机成分转化为有机物质的过程^[5]。

西北干旱区的光热资源丰富,水土资源的综合利用是关键。考虑到数据的可靠性和可比性,并综合人口环境容量和经济等因素,因此在4个方面选取了指标:(1) 资源方面选取了1990~2001年的耕地面积(单位:km²)、有效灌溉面积(单位:km²)、机电排灌面积(单位:km²);(2) 本研究区的产业以农业为主,因此在经济方面选取了同时期的农林牧副渔总产值(单位:万元)、国民生产总值(单位:万元)、财政收入(单位:万元)(产值均按1990年不变价格计);(3) 在环境容量方面选取了人口(单位:万人)、牲畜头数(单位:万头);(4) 还选取了粮食产量(单位:万t)作为反映农业资源利用正效应的另一个方面,因为它又是品种改良、科技含量增加的一个方面。

当然,许多生物质能源也是农业资源利用的结果。例如,种植业带来的产物——作物秸秆也可以作为能源。还有,耕作措施等暂时还无法系统地量化。由于这些资源的数据较难获取,本文只做定性分析。数据来源于1991~2002年的《新疆统计年鉴》。

2.3 因子分析法提取公因子

一般认为^[6],在相关性非常显著的情况下,如果直接用于分析,可能会带来严重的共线性问题。因此,本文利用因子分析方法,对研究区相关性较高的数据资料的有关信息进行有效“提纯”和合理综合。这在信息处理方面显示出许多的优势。选取了研究区1990~2001年的9个指标(人口、粮食产量、耕地面积、有效灌溉面积、国民生产总值、财政收入、农林牧副渔总产值、机电排灌面积、牲畜头数)对人口环境、经济容量进行分析。

如果要进行综合打分,综合得分值的公式为: $V = \lambda \times f_1 + \lambda \times f_2 + \dots + \lambda \times f_n$,式中, V 为评价单元综合得分值, f_1, f_2, \dots, f_n 为前 n 个公因子, $\lambda, \lambda, \dots, \lambda$ 为前 n 个特征根^[7]。

具体分析步骤:(1) 相关性分析;(2) 对相关性较强的指标采用KMO检验和球形检验来判断是否合乎分析要求;(3) 进行主成分分析、因子分析;(4) 方差最大化正交旋转;(4) 提取公因子。

3 结果与讨论

3.1 相关性分析

通过相关系数矩阵,可见指标间的相关性非常高。即,在研究区,人口、水土、经济等各因素息息相关。反映农业资源利用的这9个指标间相互依赖性很强,而且均呈显著正相关(见表1)。

因子分析将与资源利用、经济、人口容量等息息相关的9个指标中的相关或重叠的信息进行必要的剔除和归并。由因子分析总方差解释表可知,前两个因子的累计贡献率已经达到97.665%(一般认为大于70%即可提取主要信息^[8]),在本研究中,9个变量反映的信息可由2个主成分($\lambda + \lambda = 8.79$ 个变量)反映97.665%;因此,在9个特征根中提取前2个特征根。

3.2 因子分析解释

由因子成分得分系数矩阵知,第一因子在国民生产总值、粮食产量、人口总数、牲畜头数、财政收入、耕地面积、农林牧等总产值和有效灌溉面积的载荷较高,也即,这几个指标可综合反映人口环境经济容量,可以称为农业资源总体利用因子;第二因子在机电排灌面积上的载荷最高(为0.903),且远高于其他变量,说明可以从机电排灌面积来反映水、土等环境容量,因此,可称为水土结合因子。这两个公因子的获得也是用数学方法进行综合评价的结果,是一种从9维变量降低到2维变量的映射,是研究区的有关农业资源利用的9个相关指标的简洁的反映表2,表3。

3.3 结果分析

3.3.1 有关资源的分析 反映农业资源利用的9个主要指标分别来自资源、经济、环境容量等方面,分为资源投入(耕地面积、有效灌溉面积和机电排灌面积)、经济产出(国民生产总值、财政收入、农林牧副渔总产值和粮食产量)和环境容量(人口、牲畜头数等)。看出这些指标在最近的十几年的变化特征:随着时间的推进,对农业资源的利用均呈明显的正效应(机电排灌面积稍有变化)。这也进一步说明塔里木河流域处于极端干旱区的生态环境,土地生产力极其低下,现实土地生产力是人类利用农业资源的结果,也是人类活动正效应的主要表现。

表1 相关系数矩阵
Table 1 Correlation matrix

指标 Index	人口 Population	粮食产量 Grain yield	耕地面积 Farmland acreage	有效灌溉面积 Valid irrigated acreage	国民生产总值 GDP	财政收入 Financial income	农林牧副渔 总产值 Gross agricultural output	机电排灌面积 Electric irrigation and drainage acreage	牲畜头数 Amount of livestock
人口 Population	1.00								
粮食产量 Grain yield	0.99**	1.00							
耕地面积 Farmland acreage	0.96**	0.98**	1.00						
有效灌溉面积 Valid irrigated acreage	0.94**	0.95**	0.98**	1.00					
国民生产总值 GDP	0.98**	0.96**	0.93**	0.89**	1.00				
财政收入 Financial income	0.99**	0.98**	0.98**	0.97**	0.96**	1.00			
农林牧副渔总产值 Gross agricultural output	0.98**	0.95**	0.94**	0.93**	0.96**	0.98**	1.00		
机电排灌面积 Electric irrigation and drainage acreage	0.78**	0.76**	0.82**	0.80**	0.72**	0.82**	0.83**	1.00	
牲畜头数 Amount of livestock	0.99**	0.99**	0.99**	0.96**	0.97**	0.99**	0.97**	0.81**	1.00

注:**表示在0.01水平下显著相关。 **Standard Significant level at 0.01.

表2 因子分析总方差解释
Table 2 Total variance explained

因子 Component	旋转提取值 Rotation sums of squared loadings		
	特征根 λ Characteristic root	方差 Variance (%)	累计方差 Cumulative (%)
1	6.143	68.254	68.254
2	2.647	29.411	97.665

注:提取方法:主成分分析法。

Note:Extraction method: Principal Component Analysis

表3 因子成分得分系数矩阵

Table 3 Component score coefficient matrix

变量 Component	因子得分系数 Score coefficient	
	1	2
人口 Population	0.890	0.443
粮食产量 Grain yield	0.899	0.422
耕地面积 Farmland acreage	0.835	0.522
有效灌溉面积 Valid irrigated acreage	0.809	0.532
国民生产总值 GDP	0.915	0.352
财政收入 Financial income	0.851	0.519
农林牧副渔总产值 Gross agricultural output	0.832	0.521
机电排灌面积 Electric irrigation and drainage acreage	0.422	0.903
牲畜头数 Amount of livestock	0.871	0.487

注:提取方法:主成分分析法; 旋转方法:方差最大正交旋转。

Note: Extraction method: Principle Component Analysis;
Rotation method: Varimax with Kaiser Normalization.

在产出方面,比如对于粮食问题,西北干旱区光热资源丰富,通过开垦、间作、套作等措施,提高太阳能的有效接受,从而充分利用农业资源与光能的结

合。农业资源高效利用的出发点是满足十几亿人口的粮食需求^[8]。粮食是人类生存、经济发展、社会进步的基础,“发展生产,保障供给”仍将是做好粮食安全工作的基础,要切实从本地的农业资源条件出发,在“持续发展”方针的指导下,通过有序的结构调整来发展农业生产,保障绝大多数人从增产、增收中获得生活必需的粮食。FAO 提出粮食安全的目标为“确保所有的人在任何时候都能买得到又能买得起所需要的基本食品”^[9]。因此,农业资源利用首先在解决粮食问题上体现了正效应。生产了粮食,解决了粮食问题,即解决了人们的吃饭问题。反之,如果没有耕地,那么就要买粮食,甚至还要付出大量的运输、分配成本,更何况还有买不到粮食的可能。因此,农业资源利用首先在解决粮食问题上体现了正效应。另外,它也体现在产值增加上。

在环境容量方面,人口增加了,牲畜头数增加了,使环境容量增大,这从另一个方面反映了人们利用农业资源的正效应。

在水土资源方面,人们加大了资源的开发,从某种角度上是加大了环境的负担,但是只要合理利用资源,适当加大科技含量,变粗放经营为集约经营,那么就可在一定程度上克服水土资源的限制,让正效应大于负效应。机电排灌充分体现了人们合理利用水资源的一个方面。另一个重要方面,耕地的增加、机电排灌的增加对景观也起到了一定的正效应。

3.3.2 公因子分析 由因子分析结果可得到,如果

只考虑一个公因子的话,机电排灌面积的效应还不是很突出。这说明,在过去的十几年中,对机电灌溉不是很重视或者技术条件不够。从数据得知,1991~1998年投入的较少(低于 60 km^2),而1998年以后增加很快(2001年为 101.9 km^2)。这体现了人们正从解决影响农业资源利用的因素着手来开发资源。在选取两个公因子的情况下,机电排灌的效应就很明显了(为0.903),且其特征根(λ)为2.65。这两个公因子反映9个变量的97.665%。

第一因子(农业资源总体利用因子)可综合反映人口环境经济容量,特征根(λ)为6.14;第二因子(水土结合因子)可反映水、土等环境容量,在以后关于研究区的农业资源利用的正效应研究可以只从这两个公因子着手,即,如果研究人口环境容量,可以选取国民生产总值、粮食产量、人口总数、牲畜头数、财政收入、耕地面积、农林牧等总产值和有效灌溉面积等二级指标;如果在雨水相对充裕的季节、年份或地区,也可以只选取第一个因子。其综合得分值的公式为:

$$V = 6.14f_1 + 2.65f_2$$

式中 f_1 、 f_2 分别为第一公因子(即农业资源总体利用因子)和第二公因子(即水土结合因子)。

4 结 语

由分析可知,塔里木河流域处于极端干旱的生态环境,由于人类活动(包括生产、决策等)改变了土地生产力极其低下的生产环境,使现实土地生产力得以提高,出现了粮食产量增加,产值增加等正效应。但是,由于灌溉技术等影响,没有充分利用光热资源优势。因此,建议在以后的生产、决策中应加强技术创新,尤其是灌溉措施和节水农业,加强水资源管理,在最大程度上克服水这一限制因子的影响;另

外,西北干旱区光热资源极丰富,而水资源有限,土壤较瘠薄,科技应用的力度不够,因此研究适合农情,并且能最大限度地利用气候资源和社会资源的种植方式、提高种子品质十分重要,不但能提高单位面积产量和产品的质量,解决多收粮食问题,而且还能提高农民的经济效益,使经济效益、社会效益和生态效益达到高度统一,从而逐步实现可持续发展。

本文只就农业资源利用的9个指标进行了反映正效应的定量分析,还有许多相关的指标没有涉及,在数据可靠齐全、资料充分的地区可以再填充,以便于更加全面地分析。例如,作物品质改良耕作措施导也是提高农业资源利用效率的重要技术措施。

参 考 文 献:

- [1] 王选庆,王磊荣.农业土地生产力定量分析[J].中国农业资源与区划,1999,20(5):28~33.
- [2] 樊自立,马映军.塔里木盆地水资源利用与生态平衡及土地沙漠化[J].中国历史地理论丛,2002,17(3):27~32.
- [3] 李香云,杨 君,王立新.干旱区土地荒漠化的人为驱动作用分析[J].资源科学,2004,26(5):30~37.
- [4] 李香云,杨君,杨力行,等.干旱区农业土地生产力增进中人类活动要素定量研究[J].干旱地区农业研究,2004,22(3):168~174.
- [5] 张文彤.SPSS应用系列丛书(2)-世界优秀统计工具SPSS11.0统计分析教程(高级篇)[M].北京:希望电子出版社,2002.
- [6] 申元村.柴达木盆地自然环境基本特征与农业可持续发展体系建设[J].干旱区资源与环境,1998,12(4):1~13.
- [7] 王秀红,何书金,张镡铨,等.基于因子分析的中国西部土地利用程度分区[J].地理研究,2001,20(6):731~738.
- [8] 谢高地,齐文虎,章子舒,等.中国农业资源高效利用的背景与核心内容[J].资源科学,1999,21(3):1~5.
- [9] 雷玉桃,谢建春,王雅鹏.退耕还林与粮食安全协调机制浅析[J].农业现代化研究,2003,24(3):222~224.

Analysis on positive effects of agricultural resources in arid areas of northwest China

— A case study of Tarim River Basin

YANG Jun¹, HAO Jin-min¹, LI Xiang-yun², XIE Min¹, KUANG Min-ying¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094;

2. School of Public Policy & Management/Development

Research Academy for the 21st Century, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract: In this paper, taking Tarim River Basin as a case, the positive effects of agricultural resources are studied by using 9 important indexes to assess the utilization of water and soil resources. It is discovered that the loading of the first common factor is high in GDP, grain yield, population, amount of livestock, financial income, farmland acreage, gross agricultural output and valid irrigated acreage, which can be used to reflect the capacity of population, environment and economy; the loading of the second common factor is high in electric irrigation and drainage acreage, which can be used to reflect the capacity of water and soil resources.

Key words: factor analysis; positive effect; agricultural resource; arid areas of northwest China; Tarim River Basin