

河北省土地生产率的空间差异及其影响因素

李 义^{1,2}, 朱会义¹

(1.中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2.中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要:在耕地总面积持续减少的背景下,提高土地生产率无疑是保障中国粮食安全的长期出路,而要提高土地生产率则需要科学地认识土地生产率的时空差异及其演变规律。本文选取作为中国粮食主产区之一的河北省为研究区域,以省内136个县(市)为基本空间单元,分析当前区域土地生产率的时空差异,并运用偏相关分析和主成分分析的方法探讨这一差异的主要影响因素。研究表明,当前区域土地生产率的时空差异不是由单一影响因素决定,而是受到地形条件和生产要素投入等自然因素和社会经济因素共同作用的结果,并且不同土地生产率水平地区内的主导影响因素明显不同,从而为如何提高区域土地生产率提供了科学依据。

关 键 词:土地生产率;空间差异;影响因素;河北省

1 引言

对于人地矛盾突出的中国而言,粮食安全始终是关系着社会稳定和国家经济发展的一个重大问题^[1-2]。传统意义上,解决这一问题主要依赖于两条途径:一是增加耕地面积,扩大粮食生产规模;二是提高土地生产率^[3]。然而,从近20年的耕地面积及其变化趋势看,中国的耕地面积仍存在持续减少的趋势^[4-7],提高土地生产率已经成为现在和未来我国粮食产量增长的主要途径^[8-9]。

土地生产率受自然因素和社会经济因素等的共同影响,因主导影响因素的不同,其在空间上表现出明显的差异,因此科学地认识土地生产率的时空差异及其影响因素是进行粮食生产布局、全面提高中国土地生产率的基础。现有的一些研究认为,自然因素中的气候条件,特别是水热状况,对耕地生产率水平具有决定性影响,它不仅决定了当地的种植制度,也影响管理措施^[10-11]。此外区域的地形条件对水、热、养分等具有再分配的作用,不但影响耕地的空间分布,还影响耕地的质量^[12]。

总之,自然条件的差异主要决定了土地生产率的空间差异。但也有一些研究认为,土地肥力的差异可以通过增加生产投入来消除^[13-15],是生产投入要素的差异决定了土地生产率的空间差异。由此看来,对土地生产率的空间差异及其影响因素的认识,仍然有待于进一步深化。

收稿日期:2010-10; 修订日期:2011-02.

基金项目:国家自然科学基金项目(41171087)。

作者简介:李义(1985-),女,河北衡水人,硕士研究生,研究方向为土地利用/土地覆被变化。E-mail: liyi.08s@igsnrr.ac.cn

通讯作者:朱会义, E-mail: zhuhy@igsnrr.ac.cn

本文选取中国粮食主产区之一的河北省作为研究区域,以辖区内136个县(市)(不包括市辖区)为空间单元,基于县域对研究区内土地生产率的空间差异进行分析,并利用自然背景数据和农业生产统计数据,分析各自然因素和社会经济因素对土地生产率的影响程度,探讨当前区域土地生产率空间差异的主要影响因素。

2 研究方法与数据来源

2.1 土地生产率及其影响因素

土地生产率是一个反映一定生产周期内单位耕地面积农产品产量或产值的指标,本文利用单位播种面积的粮食产量来计算土地生产率。单位播种面积的粮食产量依据各县粮食总产量和粮食作物播种面积进行计算,数据来源于《河北农村统计年鉴》。

影响土地生产率的因素错综复杂,归纳起来主要包括自然因素和社会经济因素等,同一地区的自然条件相对较稳定,社会经济因素中的生产要素投入的变化较大。本文中,土地生产率的影响因素中主要考虑了自然因素和社会经济因素两方面,具体包括9种影响因素(表1),其中自然因素包括地形、年积温和降水量,社会经济因素包括劳动力投入、机械动力投入、化肥投入、有效灌溉率和成灾率。此外,还存在一些随机因素,除解释变量以外的因

素对粮食产量的干扰,包含政策、技术进步等难以具体量化的因素的影响,因此本文未进行分析。

这9种因素中社会经济数据分别来源于历年的《河北农村统计年鉴》和《河北经济统计年鉴》等河北省正式发布的统计资料。气象数据来自国家气象信息中心的中国地面气候资料日值数据集,从中选取河北省及周边地区的40个气象台站2008年气温、降水资料的逐日数据,以及各气象站的经纬度以及高程数据(图1)。河北省DEM数据分辨率为100 m×100 m。

2.2 自然要素的选择

影响土地生产率的自然要素中,本文主要考虑地形、年积温和降水量3个因素,土壤肥力因是在基本相似的成土母质条件下的环境要素长期作用的结果而被忽略。3个因素中,地形条件包含平均坡度和平均海拔两个因子,在DEM数据基础上,采用查找区域范围内所有图斑的坡度和海拔值,并采用计算其平均值的方法来获取各区域的平均坡度和平均海拔的特征值。

年积温与农作物的生长发育有着密切的关系,通常以 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温作为衡量热量资源的重要指标^[16],本文选取了逐日 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温指标,年积温和降水量需要利用气象站点的数据进行空间插值来获取空间分布数据。利用区域内气象站点的资料,研究气象要素的空间分布的方法很多^[17-20],本文选取克里格(Kriging)插值法来获取各地区的自然要素的度量值。通过计算各气象台站逐日 $\geq 0^{\circ}\text{C}$

积温和逐日的降水量进行空间插值,由此得到各县(市)当年的年积温和降水量数值,分别用来表征累积热量和降水对粮食生产的影响。

2.3 数据分析方法

影响土地生产率的多种因素不仅与因变量土地生产率之间存在着相关关系,而且相互之间耦合关联,因此单因素间的相关分析难以刻画各影响因素对土地生产率的影响程度。为了定量比较不同影响因素对土地生产率的影响程度,利用SPSS软件分别对各影响要素与土地生产率进行偏相关分析,用偏相关系数来判断二者的相关度。偏相关系数反映的是排除其他变量之后自变量与因变量之

表1 土地生产率各主要影响因子描述
Tab.1 Description of the influencing factors
of land productivity

影响因素层	因子编号	因子层	单位	备注
自然因素	X ₁	平均坡度	°	基于DEM求得
	X ₂	平均海拔	m	基于DEM求得
	X ₃	年积温	℃	逐日 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 温度的累积
	X ₄	降水量	mm	年降水量
社会经济因素	X ₅	劳动力投入	人/hm ²	乡村劳动力/农作物播种面积
	X ₆	机械动力投入	kW/hm ²	农业机械总动力/农作物播种面积
	X ₇	化肥投入	kg/hm ²	化肥施用量/农作物播种面积
	X ₈	有效灌溉率	无量纲	有效灌溉面积/农作物播种面积
	X ₉	成灾率	无量纲	成灾面积/农作物播种面积
土地生产率	Y	粮食单产量	kg/hm ²	粮食总产量/粮食播种面积

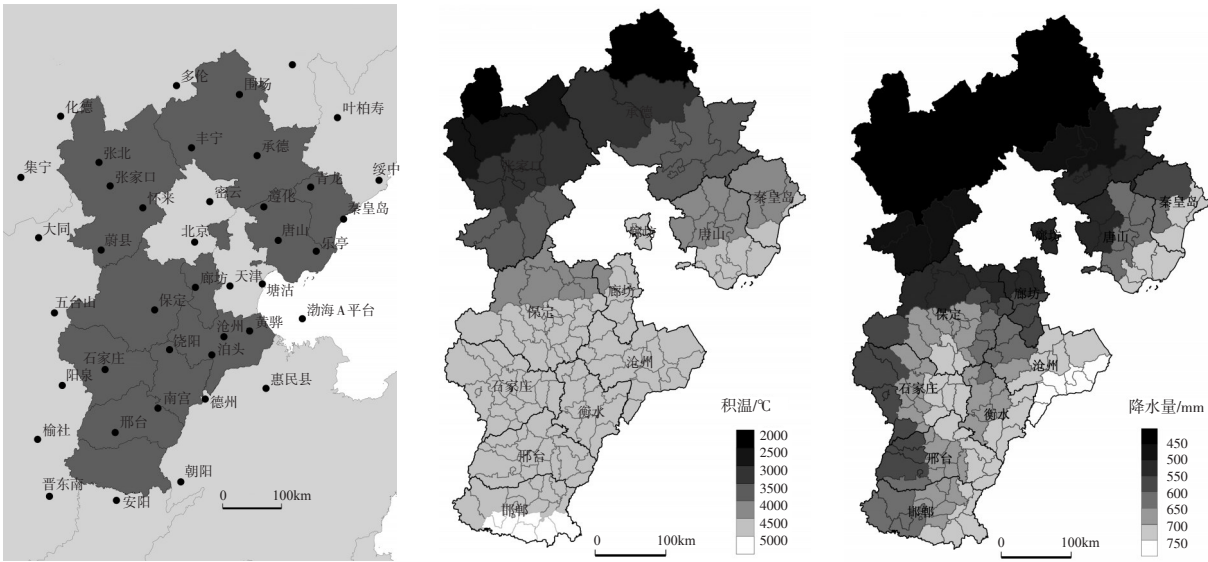


图1 河北省及周边地区气象站点(a)、2008年年积温(b)和降水量(c)分布图
Fig.1 Distribution map of meteorological stations in and around Hebei Province (a) and accumulated temperature (b) and rainfall (c) in Hebei Province in 2008

间的相关程度,其绝对值大小常用于表示各变量的相对重要性。

仅用相关分析,结果必然存在一定的误差冗余。系统分析中的主成分分析可以将若干个自变量压缩成几个独立成分,以此来减弱自变量之间的相互干扰^[21]。因此主成分分析方法比较适用于辨识土地生产率水平差异的主导影响因素。在土地生产率影响因素的研究中,每个因子都在不同程度上反映了对土地生产率水平高低的某方面影响,并且指标之间有一定的相关性,因而统计数据反映的信息在一定程度上有重叠,主成分分析利用降维的思想,把多指标转化为少数几个综合指标,减轻指标重叠的程度,集中反映主导影响因子指标对土地生产率水平的影响。

采用SPSS统计软件对土地生产率的9个直接影响因子(表1)进行主成分分析,考虑研究区内各县(市)土地生产率水平高低的空间差异和农业生产条件的差异,分别对不同水平区内土地生产率的影响因子进行主成分分析。原始数据进行标准化处理后,按公因子特征值大于1,同时累计贡献率超过80%的原则,提取出公因子作为反映不同地区间土地生产率水平差异的综合指标。

3 结果分析

3.1 河北省土地生产率的空间差异

分析2008年河北省土地生产率水平的空间格局,在县域之间存在着明显的差异(图2)。全省土地生产率水平最高的县是石家庄地区的赵县,高达8022 kg/hm²,最低的县是张家口地区的阳原县,仅为1290 kg/hm²,全省土地生产率的平均水平为5697 kg/hm²。

全省土地生产率水平大于6000 kg/hm²的高值县(市)有52个,占全省县(市)总数的38.24%,这些地区的粮食播种面积占全省总播种面积的40.95%,粮食产量占全省粮食总产量的48.13%,主要包括石

家庄、保定和邢台市等河北省中南部的山前平原地区,以及唐山市滦县、秦皇岛市抚宁县等部分沿海地区,其中石家庄地区的藁城市、正定县等6个县(市)的生产率水平均超过了7000 kg/hm²。

土地生产率水平介于5000~6000 kg/hm²的次高值县(市)个数为53个,占全省县(市)总数的38.97%,主要包括保定、沧州、衡水、邯郸地区的大部分县(市)所处的冀东南平原地区,全区以占全省粮食总播种面积的37.04%的面积生产了全省粮食总产量的36.30%(表2)。

土地生产率介于4000~5000 kg/hm²的中值县(市)个数为18个,包括井陘县、阜平县、灵寿县、临城等西部山地丘陵地区和沧州市黄骅市、盐山县等滨海盐碱地地区。该区以占全省粮食总播种面积的11.04%的播种面积仅生产出了全省粮食总产量的8.92%。

土地生产率小于4000 kg/hm²的低值县(市)有13个,占全省县(市)总数的9.56%。全区以占全省

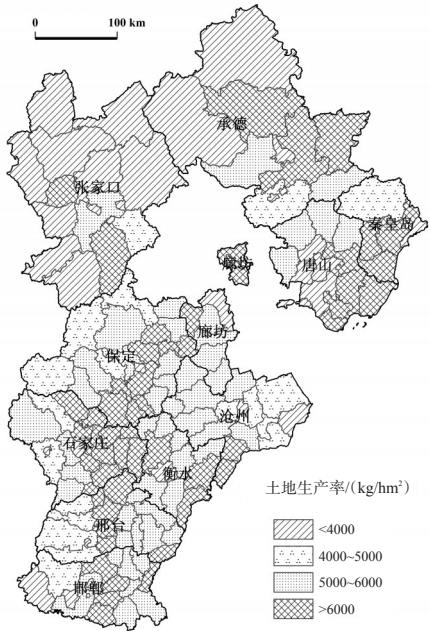


图2 2008年河北省土地生产率的空间差异
Fig.2 Spatial differences of land productivity in Hebei Province in 2008

表2 2008年河北省基于县域的土地生产率水平

Tab.2 Land productivity at county level in Hebei Province in 2008

水平区	土地生产率 /(kg/hm ²)	县(市) 个数	占全省总 数比例/%	主要分布地区
高值区	>6000	52	38.24	石家庄市、保定市、邯郸市等中南部山前平原地区,以及唐山市滦县、秦皇岛抚宁县等部分沿海地区
次高值区	5000~6000	53	38.97	保定市、沧州市、衡水市和邢台市等地区的大部分县(市)的冀东南平原地区
中值区	4000~5000	18	13.24	井陘县、阜平县、灵寿县、临城等西部山地丘陵地区和沧州市黄骅市等滨海盐碱地地区
低值区	<4000	13	9.56	张家口阳泉县、尚义县等9个县和承德市的丰宁和围场县等北部坝上地区

7.96%的粮食播种面积仅生产了全省粮食总产量的3.52%,主要分布在北部自然条件较差的坝上高原和山地地区,包括张家口阳泉县、尚义县等9个县和承德市的丰宁和围场县等。这些地区耕地复种指数均低于全省平均水平,尤其是张家口地区的尚义县、康保县等6个县(市)的耕地复种指数普遍小于或等于1。

3.2 土地生产率与影响因子的相关性

不同土地生产率水平地区各影响因子与土地生产率的偏相关系数如表3所示,由表中可以看出,自然因素中平均坡度和平均海拔均表现出与土地生产率的负相关关系,其中以低值区的系数绝对值最大,平均海拔的相关系数达到-0.599的显著负相关,说明当前该地区的土地生产率水平受到地形海拔高度的明显负向影响。对比河北省土地生产率水平与地形要素的空间分布关系,全省北部坝上高原的海拔相对较高,平均坡度较大,该地区的土地生产率水平为全省的低值区,相反中部和东南部的广大平原地区的地势较平坦,便于大规模农业生产的开展,土地生产率水平则明显较高。

从分析结果看,≥0℃积温变化对农作物产量产生的影响与土地生产率呈现出正向的偏相关关系,其中低值区的相关系数最高,中值区次之,而高值区和次高值区的系数相对较小,说明气温对粮食生产的影响主要集中在高海拔地区,当前低值区年积温值较低是影响农作物产量的增长的一个重要因子。降水量对土地生产率的影响,分析结果显示为负相关关系,可能与降水比较集中有关,但相关系数普遍较低,当前耕地有效灌溉面积的不断增加使得粮食生产对降水量的依赖性降低。

社会经济因素中,化肥投入量和有效灌溉率与土地生产率的正向偏相关关系显著,尤其是中值区的正相关度较高,明显高于其他地区。此外有效灌溉率对高值区和低值区的影响达到了显著水平。而劳动力和机械动力投入对土地生产率的影响表现出不一致,低值区的劳动力投入为0.714的显著正相关,而高值区机械动力投入的正相关关系明显,为0.438,表明随着全省农业产业化推进,大规模的机械应用将有利于土地生产率水平的提

高。成灾率则一致表现出自然灾害对土地生产率的负向影响,但均未达到显著水平。对比不同水平区土地生产率与各种影响因子的相关性,地形条件与生产要素投入与土地生产率的相关性相对均较显著,说明不同地区内这两种因素的差别对土地生产率水平的空间差异的影响较大。

3.3 土地生产率影响因子的主成分分析

根据土地生产率水平的不同分区,利用SPSS软件分别对土地生产率的各主要影响因子进行主成分分析,得到各主成分的特征值、贡献率、累积贡献率和主成分因子载荷矩阵(表4)。

分析结果显示,不同地区均有两个特征值大于1,第一主成分贡献率均在74%以上,第二主成分对土地生产率仍然有较强的决定作用,与其对应的两个主成分的累计贡献率均大于80%,其中次高值区最大,达到了88.392%,即所携带的数据信息基本包含了原来9个变量所携带的数据信息,完全符合分析的要求,说明前两个主成分能够充分反映土地生产率水平差异的影响因素。

载荷矩阵中载荷系数表征的是主成分中各影响因子在相应主成分中的相对重要性。从主成分载荷矩阵(表5)可以看出,9个直接影响因子对土地生产率的影响差别很大,第一主成分主要由平均坡度 X_1 、平均海拔 X_2 、劳动力投入 X_5 、化肥投入 X_7 等因子决定,且不同生产率水平区各影响因子的载荷系数大小不同,影响程度不同。第二主成分的决定变量不同地区表现为不同的影响因子,高值区以机械

表3 不同水平区各影响因子与土地生产率的偏相关系数
Tab.3 The partial correlation coefficients between the influencing factors and the land productivity in regions at different levels

水平区 Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
高值区	0.049	-0.059	0.027	-0.193	0.026	0.438**	0.221*	0.436*	-0.012
次高值区	-0.078	-0.025	0.017	-0.027	0.159*	0.221*	0.179*	0.250*	-0.175
中值区	-0.297*	-0.195*	0.192	-0.322	0.296*	0.375*	0.528*	0.715**	-0.019
低值区	-0.351*	-0.599*	0.322	-0.293	0.714*	0.420*	0.295	0.428*	-0.294

注: *表示显著性在 0.05 水平; **表示显著性在 0.01 水平。

表4 不同水平区特征值及主成分贡献率
Tab.4 Eigenvalues and contribution proportion of primary factors in regions at different levels

	主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
高值区	1	5.745	76.666	76.666
	2	1.555	12.828	84.748
次高值区	1	6.235	79.641	79.641
	2	1.720	8.751	88.392
中值区	1	6.711	74.564	74.564
	2	1.721	10.271	84.835
低值区	1	6.844	76.048	76.048
	2	1.442	10.271	86.697

表5 不同水平区各因子的主成分载荷矩阵
Tab.5 Matrices of primary factor loadings in regions at different levels

影响因子	高值区		次高值区		中值区		低值区	
	第一主成分	第二主成分	第一主成分	第二主成分	第一主成分	第二主成分	第一主成分	第二主成分
X ₁	0.932	0.171	0.955	0.043	0.913	-0.291	0.761	0.558
X ₂	0.934	-0.021	0.881	-0.232	0.772	-0.544	-0.333	0.867
X ₃	0.039	0.022	0.234	0.325	0.369	0.205	0.244	0.340
X ₄	-0.433	-0.547	-0.756	-0.397	-0.859	-0.083	-0.707	-0.425
X ₅	0.790	0.317	0.776	0.157	0.890	0.008	0.844	0.191
X ₆	-0.366	0.730	0.028	0.150	0.344	0.340	0.629	-0.152
X ₇	0.060	0.812	0.237	0.838	0.728	0.582	0.805	-0.465
X ₈	0.807	0.146	-0.534	0.441	0.045	0.914	0.758	-0.219
X ₉	-0.139	0.014	-0.546	0.105	-0.232	0.215	-0.447	0.100

动力投入X₆、化肥投入X₇的载荷系数较高,次高值区为化肥投入X₇,中值区为有效灌溉率X₈,而低值区则以平均海拔X₂的影响较大。由此可见,地形要素和生产要素投入是影响全省各地区土地生产率水平空间差异的主要因素。

3.3.1 自然因素的区域差异分析

在不同水平区域内,第一主成分中平均坡度和平均海拔的载荷系数均较高,除低值区的载荷系数为0.761外,两个影响因子均是其余3个地区第一主成分的决定变量,尤其是在高值区和次高值区对土地生产率水平的影响尤为显著。河北省地势由西北向东南倾斜,高值区和次高值区集中分布的山前平原地区和冀东南平原地区地势平坦,从而地形因素成为当地粮食生产的有利条件,便于大规模农业生产的开展。不同地区的第一、二主成分中,年积温的载荷系数均较小,并未表现出对提取的主成分决定性变量的作用。河北省多年平均累积≥0℃积温,南部明显多于北部,并且由北向南逐渐增多,南北差异较大,最南部积温达到了5000℃以上,而北部地区仅在2000~2500℃之间,中部地区为3000~4500℃。当前年积温年际间的小幅波动较为稳定,同时表中的载荷系数均为正值,说明年积温增加有助于作物产量的增长,从而对于土地生产率水平的提高有促进作用。

在4个水平区内,除高值区的载荷系数值较低外,其余3个地区内第一主成分与降水量的系数绝对值均大于0.700,表明二者存在着一定的负相关性。河北省降水量分布不均匀,一般是南部多于北部地区,面向东南季风的山区多于平原,并且主要集中在每年的7、8月份。全省年降水量偏少,且年降水量具有波动强度高、年际间波动变化幅度大的特征。然而降水量是目前技术条件下人类很难控制的气候因素,所以由于降水导致的粮食产量变化只能通过对灌溉的调整加以缓和。近年来,河北省

耕地有效灌溉面积不断扩大,2008年全省的平均有效灌溉率达到了77.54%,其中有20个县(市)的有效灌溉率达到了100%,占全省的14.71%,集中分布在石家庄、保定和沧州地区等土地生产率高值地区,可见耕地的高有效灌溉率使粮食生产对降水的依赖性明显降低。

3.3.2 社会经济因素的区域差异分析

不同农业生产投入要素对农用地利用的作用方式和影响程度不同,对耕地粮食产出的影响不同。根据载荷矩阵表中的系数值,社会经济影响因素中,可看出不同生产率水平地区的主导影响因子存在一定的差异,劳动力投入X₅和化肥投入X₇与各地区主成分的相关程度均很高,机械动力投入X₆对低值区和中值区的影响较大,而有效灌溉率X₈对高值区土地生产率的贡献较大。

在第一主成分的构成要素中,劳动力投入的载荷系数值均较高,其中以中值区和低值区内对土地生产率水平的正相关作用尤为显著,表现出对第一主成分因子的决定性作用,而高值区和次高值区该因子的影响程度相对较小。近年来,全省大部分地区粮食生产的劳动力投入量呈现逐年下降的趋势,对比1994年和2008年各县(市)单位播种面积的劳动力投入,占全省72.06%的县(市)的劳动力投入量减少,其中以沧州地区任丘市和黄骅市减少幅最大,达到了60%以上,而低值区集中分布的北部承德和张家口地区各县(市)农业生产的劳动力投入量均呈现出了小幅上升,尤其是崇礼县、尚义县等增加比例超过了50%。2008年全省平均单位播种面积的劳动力投入量为1.69人/hm²,其中18个县(市)的投入量小于1人/hm²,主要分布在高值区和次高值区,全省以中值区的劳动力平均投入量最高,为2.78人/hm²。近年来随着农业机械化水平的提高,虽然机械对劳动力的替代作用在一定程度上弥补了劳动力投入减少对粮食单产的影响,但是如果在

外界条件保持不变的情况下,劳动力投入的持续减少必将影响土地生产率的提高。

机械动力投入在低值区第一、二主成分中的载荷系数分别为0.629和-0.152,对土地生产率的正相关性起主导作用。在其余3个水平地区,机械动力投入的载荷系数均不是主成分因子的决定变量。全省机械动力投入的区域差异很大,北部山区机械动力投入量远低于中南部平原地区的投入量。2008年低值区分布的张家口地区各县(市)的机械动力投入均不足 5 kW/hm^2 ,单位播种面积机械动力投入高的石家庄市的赵县与投入低张家口市的阳原县之间差14倍左右,占全省19.85%的县(市)的机耕率达到了100%,而16.91%的县(市)的机耕率不足60%。可见机械动力投入量偏低是影响低值地区土地生产率水平的重要因素之一。

在载荷矩阵中可以看出,在中值区和低值区的第一主成分中化肥投入的系数值较高,在高值区和次高值区的第二主成分中化肥投入的系数值也达到了0.800,化肥投入量的多少对土地生产率水平差异的主导作用显著。2008年从低值区到高值区4个不同水平区的平均化肥投入量(折纯量)分别为 150 kg/hm^2 、 326 kg/hm^2 、 339 kg/hm^2 和 453 kg/hm^2 ,低值区的化肥施用量明显偏低,且其中6个县(市)的投入量不足 100 kg/hm^2 ,当前增加化肥的投入量将有利于北部大部分土地生产率水平较低地区的耕地粮食产量的提高。

耕地灌溉面积与粮食产量一致保持着较高的关联度,有效灌溉率在高值区和低值区的第一主成分和中值区第二主成分中的载荷系数较高。近年来,河北省耕地有效灌溉面积不断扩大,2008年全省有20个县(市)的有效灌溉率达到了100%,占全省的14.71%,集中分布在石家庄、保定和沧州地区的部分县(市),且其中高值地区的正定县、栾城县、赵县等9个县(市)近10年来的有效灌溉率均为100%。全省有效灌溉率达到70%以上的县(市)有95个,占全省的69.85%,有效灌溉率不足50%的县(市)仅有13个,集中分布在低值地区,主要包括了张家口地区的康保县等7个县(市)、承德市的平泉县等3个县(市)、以及保定地区的涞源县、沧州地区的海兴县和邯郸地区的涉县,说明这些县(市)在灌溉方面仍然存在较大的粮食增产潜力。

自然灾害对土地生产率水平的影响也不容忽视。在载荷矩阵表中,自然灾害因子对各主成分的

贡献并不突出,但是在各地区第一主成分中的系数均为负值,说明自然灾害对土地生产率有负向影响,因载荷系数值偏低并不能对该因子的影响做出很好的解释。

4 结论和讨论

(1) 当前河北省土地生产率水平的空间差异很大,中南部平原地区的生产率水平普遍较高,明显高于全省平均水平,其中高值区集中分布在石家庄地区等农业生产条件优越的冀东南平原的腹地地区;而西北部山区张家口和承德市等高海拔地区、以及沧州市滨海地区的部分县(市)的土地生产率水平明显较低。

(2) 综合偏相关分析和主成分分析的结果,当前区域土地生产率的空间差异不是由单一影响因素决定,而是受到地形条件和生产要素投入等多种自然因素和社会经济因素共同作用的结果,并且不同水平区域内的主导影响因素明显不同。

自然因素中,不同地区的平均坡度和平均海拔均与土地生产率存在明显的负相关关系,尤其是低值区的粮食生产受海拔高度的影响较大。 $\geq 0^\circ\text{C}$ 的年积温对土地生产率有一定的正向影响,但对主因子的贡献率均不高。在耕地通过灌溉水进行补给的情况下,粮食生产对降水的依赖性降低,很大程度上使降水量的变化对土地生产率水平的影响并不明显。

社会经济因素中,劳动力投入量在中值区和低值区内的影响程度相对较高,而化肥投入量的多少在各个水平地区对土地生产率水平变化的主导作用均表现显著。此外,高值地区的高生产率水平同时得益于大规模农业机械的应用和有效灌溉面积的不断增长。除地形条件和年积温等自然因素的影响外,中值区和低值区的化肥投入量少和有效灌溉率偏低是当前造成这些地区土地生产率水平较低的重要因子。

(3) 由于气象要素本身不同的特性、气象站点数目及其分布特征等的区别,选用一种相对适合又便于运用的方法对气象要素进行空间插值非常重要,插值方法的选择可进一步对比分析。此外,土地生产率的影响因素来自各方面,选取的影响因子不可能包括全部影响因素,尤其是政策、市场因素等难以进行量化分析。

参考文献

- [1] Yang H, Li X B. Cultivated land and food supply in China. *Land Use Policy*, 2000, 17(2): 73-88.
- [2] Yang J, Qiu H G, Huang J K, et al. Fighting global food price rises in the developing world: The response of China and its effect on domestic and world markets. *Agricultural Economics*, 2008, 39(S1): 453-464.
- [3] 高帆. 中国农业生产率提高的优先序及政策选择. *经济理论与经济管理*, 2008(8): 12-19.
- [4] 陈利顶. 我国近年来耕地资源动态变化的区域特征及对策分析. *资源科学*, 1996, 18(5): 1-8.
- [5] 李秀彬. 中国近20年来耕地面积的变化及其政策启示. *自然资源学报*, 1999, 14(4): 329-333.
- [6] 田光进, 庄大方, 刘明亮. 近10年中国耕地资源时空变化特征. *地球科学进展*, 2003, 18(1): 30-36.
- [7] 朱会义, 李秀彬, 辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示. *自然资源学报*, 2007, 22(6): 907-915.
- [8] 林毅夫. 我国主要粮食作物单产潜力与增产前景. *中国农业资源与区划*, 1995(3): 4-7.
- [9] 陈百明. 中国土地资源现状、未来变化趋势与粮食生产潜力. *Ambio-人类环境杂志*, 1999, 28(8): 682-686.
- [10] 高涛, 于晓. 近50年内蒙古自治区粮食产量波动影响因素分析. *干旱区资源与环境*, 2003, 17(2): 60-64.
- [11] 史培军, 王静爱, 谢云, 等. 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. *自然资源学报*, 1997, 12(3): 197-203.
- [12] 韦乐章, 邓南荣, 吴志峰, 等. 粤北山区地形因素对耕地分布及其动态变化的影响. *山地学报*, 2008, 26(1): 76-83.
- [13] 陈同斌, 曾希柏, 胡清秀. 中国化肥增产潜力的区域差异. *地理学报*, 2002, 57(5): 531-538.
- [14] 王征兵. 农业生产要素贡献份额分析. *生产力研究*, 2002(3): 175-179.
- [15] 李谷成. 转型期中国农业单要素生产率变化及资源利用特征. *经济问题探索*, 2009(5): 28-34.
- [16] 刘勤, 严昌荣, 何文, 等. 黄河流域近40a积温动态变化研究. *自然资源学报*, 2009, 24(1): 147-153.
- [17] 廖顺宝, 李泽辉. 积温数据栅格化方法的实验. *地理研究*, 2004, 23(5): 633-640.
- [18] 朱会义, 刘述林, 贾绍凤. 自然地理要素空间插值的几个问题. *地理研究*, 2004, 23(4): 425-432.
- [19] 朱会义, 贾绍凤. 降雨信息空间插值的不确定性分析. *地理科学进展*, 2004, 23(2): 34-42.
- [20] 游松财, 李军. 海拔误差影响气温空间插值误差的研究. *自然资源学报*, 2005, 20(1): 140-145.
- [21] 李世平, 岳永胜. 陕西省耕地变化驱动力区域差异分析. *干旱区资源与环境*, 2010, 24(2): 12-16.

Spatial Difference of Land Productivity and Its Influencing Factors in Hebei Province

LI Yi^{1,2}, ZHU Huiyi¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Food security is an extremely important factor which affects the regional and national socio-economic stability and development. In the context of continuing reduction of cultivated area, the improvement of land productivity is a long term task for China's grain security, and that requires scientific understanding the spatio-temporal differences of land productivity and their influencing mechanism. This paper chooses Hebei Province as the study area which is one of the major grain producing areas, and 136 counties (cities) as the basic spatial units in the province, presents and analyzes spatial differences of land productivity, and then identifies the main influencing factors by using the methods of partial correlation analysis and principal component analysis. The results show that the current regional spatial difference of land productivity is not affected by a single factor, but is the result of several factors influencing together including factors such as terrain and production inputs, and the dominant factor is significantly different in regions at different levels. This is the scientific basis for improving land productivity in different regions.

Key words: land productivity; spatial difference; influencing factors; Hebei Province

本文引用格式:

李义, 朱会义. 河北省土地生产率的区域差异及其影响因素. *地理科学进展*, 2011, 30(9): 1173-1179.