

中国草食家畜养殖的时空动态及其影响因素

王国刚,王明利,王济民,杨 春,刘玉凤

(中国农业科学院农业经济与发展研究所,北京 100081)

摘要: 发展草食家畜养殖是推动中国耗粮型畜牧业向节粮型畜牧业转型、解决人畜争粮矛盾的关键。本文运用探索性空间数据分析技术和计量模型方法,系统考察了中国草食家畜养殖的时序变化过程、地理集聚特征及其影响因素。研究表明:① 中国草食家畜养殖量整体增长态势明显,但畜种间养殖量存在较显著的差异。1978-2012年中国草食家畜养殖量增长了92.5%;同期养殖量肉牛>肉羊>奶牛。② 县域尺度上,草食家畜养殖量增长区数量多于减少区,而且北方地区养殖量增长明显快于南方地区,初步形成了“北热南冷”的空间格局。③ 空间杜宾模型显示,人均粮食产量、生产性土地面积比重、城镇人均可支配收入、农业机械化水平、农业劳动生产率与政策因素五项指标,对草食家畜养殖的发展有着正向效应,而人均GDP、城镇化水平和非农收入比重有着显著的负向效应。④ 中国草食家畜养殖可划分为6大类型区,各类型区应根据“区情、农情”从不同的侧重点加以调控。此外,还应优化调整区域种养结构、实行差别化的区域发展对策及重视养殖集聚区非农产业发展,稳定、促进草食家畜养殖业的发展。

关键词: 草食家畜;畜牧业;粮食;时空动态;影响因素

DOI: 10.11821/dlxb201507006

1 引言

建国后,中国主要牲畜养殖量增长迅速,1991年以来中国肉、禽、蛋的总产量更是连续多年保持世界第一,畜牧业总产值占农业总产值比重由1980年的18%上升到2012年的30%,近年来增长更为迅速^[1]。与此同时,饲料用粮刚性需求增长态势明显,解决饲料粮的供需问题已成为中国粮食安全的最主要任务之一^[2]。

中国草原可利用面积近50亿亩,是耕地面积的2.5倍,近年来随着草原生态修复和退牧还草等工程与政策的实施,草原生产能力得到较好提升,这为畜禽饲草料产业的发展提供了重要支撑条件。草食家畜能以其特殊结构的消化系统和生理机能将非粮饲料资源转化为畜产品,为人类提供牛羊肉及奶产品。发展草食家畜养殖,符合中国耕地面积少、草地资源丰富的国情,顺应了居民食物消费结构变化的趋势,同时减少了饲料用粮消耗,是解决中国人畜争粮矛盾的关键,对保障国家粮食安全至关重要。在农业发展转型新时期,厘清中国草食家畜养殖的时空动态变化过程与特征,掌握其关键影响因素,

收稿日期: 2014-09-11; 修订日期: 2014-12-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401203); 中国农业科学院科技创新工程(ASTIP-IAED-2015-01); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(005201400127) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41401203; The Agricultural Science and Technology Innovation Program, No.ASTIP- IAED- 2015- 01; Central Research Institutes of Basic Research and Public Service Special Operations, No.005201400127]

作者简介: 王国刚(1984-), 男, 山东沂水人, 博士, 助理研究员, 主要从事农业经济与农村发展研究。

E-mail: caswang@126.com

通讯作者: 王明利(1968-), 男, 内蒙古丰镇人, 博士, 研究员, 主要从事畜牧业经济与政策研究。E-mail: wangmingli@caas.cn

对制定推动草食家畜畜牧业发展的宏观政策具有重大现实意义。然而，现有研究侧重对整体畜禽养殖的空间格局变化^[3-6]及其重心曲线特征的分析^[1]；研究区域主要集中在欧美国家^[1, 5, 7-9]，对中国的研究较少。关于中国草食家畜养殖的时空变化、空间格局、影响因素等问题，已有研究成果并未作出有效解答。为此，本文选取主要草食家畜畜种，采用探索性空间数据分析等方法，系统阐述中国草食家畜养殖的时空变化态势，揭示影响因素，划分类型区，明晰不同类型养殖区的优化调控重点，为中国草食家畜养殖业的健康持续发展提供参考。

2 研究方法 with 数据

2.1 方法与模型

2.1.1 养殖量换算标准 为了便于不同畜种进行统一分析比较，本文采用畜禽单元 (AU) 对畜禽养殖数量进行标准化换算，具体换算公式如下：

$$AU=\sum(T_i\times k_{ij}\times \lambda_{ij}/\mu_{ij})$$
 (1)

式中： T_i 为*i*畜种的存栏量； k_{ij} 表示*i*畜种*j*类型所占存栏比例； λ_{ij} 代表*i*畜种*j*类型的年出栏批次或存栏时间； μ_{ij} 为*i*畜种*j*类型的单位畜禽单元的畜禽数量^[10-11]（表1）。

2.1.2 探索性空间数据分析

探索性空间数据分析技术具有假设检验、变量筛选、规则发现、模型选择等功能^[13]。本文在ArcGIS 9.3 软件的支持下，基于Getis-OrdG*指数计算，采用一倍标准差分类法^[14]，将中国草食家畜养殖划分为冷点区域、次冷区域、过渡区域、次热区域和热点区域5级，

探测分析县域尺度上草食家畜养殖的空间集聚趋势，判断草食家畜养殖“热冷”的空间异质性。Getis-O rd G*指数具体计算公式如下^[15]：

$$G_i^*(d)^2=\sum_{j=1}^nW_{ij}(d)X_j/\sum_{j=1}^nX_j$$
 (2)

式中： X_i 为属性特征在空间单元*i*上的观测值； W_{ij} 为采用临近标准构建的空间权重矩阵，空间关系选择Inverse Distance，距离方法选择Euclidean Distance。

2.1.3 重心模型 要素重心即要素空间均值，是要素空间格局的统计描述^[16]，计算公式如下：

$$\bar{X}=\sum_{i=1}^n(A_i\times x_i)/\sum_{i=1}^nA_i$$
 (3)

$$\bar{Y}=\sum_{i=1}^n(A_i\times y_i)/\sum_{i=1}^nA_i$$
 (4)

式中： A_i 为地区*i*要素的总量；(x_i, y_i)为地区*i*几何中心坐标；(\bar{X}, \bar{Y})为该要素的重心坐标。

2.1.4 驱动力模型 结合草食家畜养殖发生条件，考虑到数据的可获得性，重点选取并考

表1 草食畜种畜禽单元换算标准参数^[10, 12]

Tab. 1 Conversion parameters of poultry unit standard for herbivorous livestock

草食家畜主要种类		存栏比例(%)	单位畜禽单元的 畜禽数量	年出栏 批次	年存栏时间(月/月)
奶牛	成母牛	60	0.74	—	12/12
	犍牛	15	4	—	5/12
	后备牛	25	0.94	—	12/12
肉牛	育肥牛	42	1.14	1.5	—
	种公牛	2	1	—	12/12
	犍牛	13	4	—	5/12
	能繁母牛	43	1.14	—	12/12
羊	小羊	15	12.97	—	4/12
	成年羊	85	6.98	1	—

察以下变量对草食家畜养殖的影响:①资源禀赋因素:劳均生产性土地面积(耕地与草地面积之和/农业劳动力 x_1)、人均粮食产量(粮食产量/总人口 x_2)、生产性土地面积比重(草地与耕地面积之和/土地面积 x_3);②宏观经济与市场因素:人均GDP(区域GDP/总人口 x_4)、人口城镇化率(城镇人口/总人口 x_5)、城镇人均可支配收入(x_6)、非农收入比重(x_7);③农业生产能力因素:粮食播面单产(粮食产量/播种面积 x_8)、农业机械化水平^[17](农业机械总动力/耕地面积 x_9)、农业劳动生产率^[17](第一产业总产值/农业劳动力 x_{10});④政策因素:按照农业部发布的肉牛、肉羊优势区域布局规划设置政策虚拟变量^[18] x_{11} (优势区域 $x_{11}=1$,非优势区 $x_{11}=0$)。

考虑到空间数据的复杂性、自相关性和变异性,使得解释变量对被解释变量的影响在不同区域之间可能是不同的,因此首先采用Global Moran's I 统计量检验数据的空间自相关性^[18],如果不存在空间自相关,则可采用全局线性回归模型(OLS回归)进行估计^[19-20],计算公式:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + \dots + b_nx_n + m \quad (5)$$

式中: Y 是草食家畜养殖量; b_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) 分别对应 x_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$) 的偏回归系数。如果存在空间自相关,则可进一步选用空间滞后模型(SLM)、空间误差模型(SEM)和空间杜宾模型(SDM)进行估计。空间杜宾模型不仅考虑了因变量的空间相关性,还考虑了自变量的空间相关性,即因变量不仅受到本地区自变量的影响,还受到其他地区自变量和因变量的影响,为此,符合检验条件下,本文将采用空间杜宾模型分析草食家畜养殖时空动态变化的影响因素。空间杜宾模型基本形式为^[21]:

$$Y = \rho WY + \beta X + \gamma WX + \varepsilon \quad (6)$$

式中: WY 、 WX 分别为因变量和自变量的空间滞后项; W 代表空间权重矩阵; ρ 、 γ 为空间滞后系数; β 为自变量的弹性系数; ε 为随机误差项,满足 $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)$ 。

2.2 数据来源及处理

中国分县行政区划矢量数据来源于国家测绘局国家基础地理信息数据库;鉴于数据的可获得性,本文只考虑肉牛、奶牛和肉羊三大主要草食家畜类型。社会经济数据和农业统计指标等数据主要来源于《中国统计年鉴》、《新中国农业60年统计资料》和《中国农村统计年鉴》,草食家畜养殖量数据主要来源于农业调查资料、畜牧业统计以及各省统计年鉴。为保证年际间可比性,本文对行政区划调整以及名称变更的县域单元,统一以2000年为基准进行修正;数据分析过程中,对出入较大的数据做了剔除处理,对异常值或对当年缺失数据的县域单元,以邻近年份进行替代,最终汇总整理了1926个县(市、区)的数据(未含港澳台地区)。

3 结果与分析

3.1 草食家畜养殖的时序变化特征

3.1.1 草食家畜养殖总量的增长态势明显 通过畜禽养殖量标准化换算方法,对1978-2012年中国草食家畜养殖量进行测算,结果显示,改革开放以来,养殖量总体增长态势明显,由1978年的 6060.8×10^4 AU,增长到2012年的 11665.7×10^4 AU,年均增长 164.9×10^4 AU,增长幅度达92.5%;从拟合趋势线可以进一步看出(图1),1978-2012年间中国草食家畜养殖量呈现出较为平稳的增长趋势,而且上升态势明显。但同时也要看到,部分时段出现波动,其中2005-2010年波动最大,养殖量由2005年的 10617.1×10^4 AU大幅下降到2006年的 9596.6×10^4 AU,直到2009年草食家畜养殖量才基本上恢复到与2005年

的水平。这一阶段养殖量猛然下降主要缘于国家对草原实行草畜平衡制度引起的。

3.1.2 草食家畜畜种间增长态势差异显著 1978-2012年中国三种草食家畜养殖量及其变化趋势存在显著差异(图2)。整体上看,研究时段内肉牛、奶牛和肉羊养殖量都有明显增长,分别提高了0.67倍、30.45倍和0.68倍;比较分析发现,同期养殖量肉牛>肉羊>奶牛。

总体上看,1978-2012年间中国肉牛养殖量呈现出明显的增长态势。其中,1978-2005年增长比较平稳,与2005年相比,2006年的养殖量减少了 688.9×10^4 AU,下跌幅度较大,2008年开始迅速恢复,2010年攀升到 6492×10^4 AU。研究时段内,中国肉羊养殖量整体上也呈上升趋势,但小幅波动较频繁,即呈现出小幅下降与缓慢上升演替态势。由1980年的 1212.7×10^4 AU下降到1985年的 1009.2×10^4 AU,然后上升到2004年的 1969.9×10^4 AU,再次下降到2012年的 1845.4×10^4 AU。肉羊养殖的波动特征与其生长速度快、饲养周期短等生产特点有着密切关系。相对于肉牛和肉羊养殖量变化而言,1978-2012年间奶牛养殖量的变化则呈现出了不同的趋势。整体上,研究时段内奶牛养殖量呈明显上升趋势,但1978-1997年间养殖量上升趋势缓慢,仅由1978年的 51.9×10^4 AU上升到1997年的 483.4×10^4 AU;而1998-2012年则呈现出快速上升趋势,到2012年养殖量达到了 1631.9×10^4 AU,比1998年增长了 1166×10^4 AU。由此可以看出,奶牛养殖的阶段变化特征十分明显。这与经济发展进程中,居民支付能力提升、营养膳食结构改善对牛奶制品的需求量增长有着密切的联系。

3.2 草食家畜养殖的空间格局及演变

3.2.1 草食家畜养殖的动态格局变化 根据要素重心模型计算了1990、1995、2000、2005、2008、2011年草食家畜养殖量重心,并绘制重心迁移路径(图3)。在经历了1990-1995年向东北方向的迁移后,1995-2000年草食家畜养殖量重心向西部方向转移,而后再次经历了2000-2005年向东北以及2005-2011年向西北方向的转移路径变迁。可见,1990-2011年中国北方地区草食家畜养殖量增长明显快于南方地区。

为进一步揭示中国草食家畜养殖的空间格局动态变化过程,将研究区划分为低速、

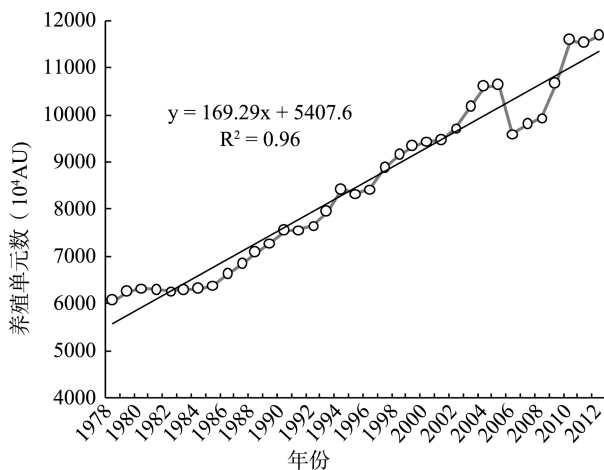


图1 1978-2012年中国草食家畜养殖量的总体变化态势
Fig. 1 The general trend of herbivorous livestock breeding during 1978-2012

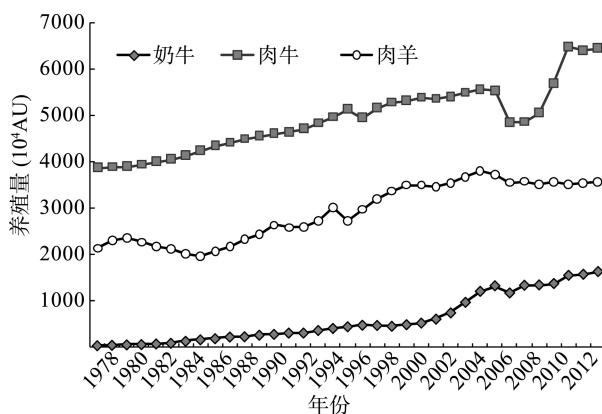


图2 1978-2012年中国奶牛、肉牛、肉羊养殖量的总体变化态势

Fig. 2 The general trend of cows, sheep and beef cattle breeding respectively during 1978-2012

快速减少区, 以及低速、中速和快速增长区5类(图3)。全国县域尺度上, 1990-2011年中国县域草食家畜养殖量增长区远远多于减少区。具体地, 减少区集中分布在中部地区以及长三角和珠三角地区; 增长区分布较为分散, 其中东北地区以快速增长类型为主; 其他类型的增长区主要分布在西部地区, 以及黄淮海平原区。

3.2.2 草食家畜养殖的集聚分异特征 中国草食家畜养殖的空间分布格局具有明显地域分异性, 并且其空间集聚特征十分显著(图4)。1990年中国草食家畜养殖的热点区几乎全部聚集在西部地区, 呈现出清晰的“西热东冷”格局(图4a)。2011年中国草食家畜养殖的热点区域集中在内蒙古农牧区、青藏区、新疆以及黄淮海平原区、大兴安岭与东北平原区; 草食家畜养殖的冷点区则主要分布在江南丘陵、南陵山地和东南沿海经济发达地区, 次冷区域主要分布在黄土高原、秦岭淮阳山地以及云贵高原东北部等生态脆弱区域(图4b)。

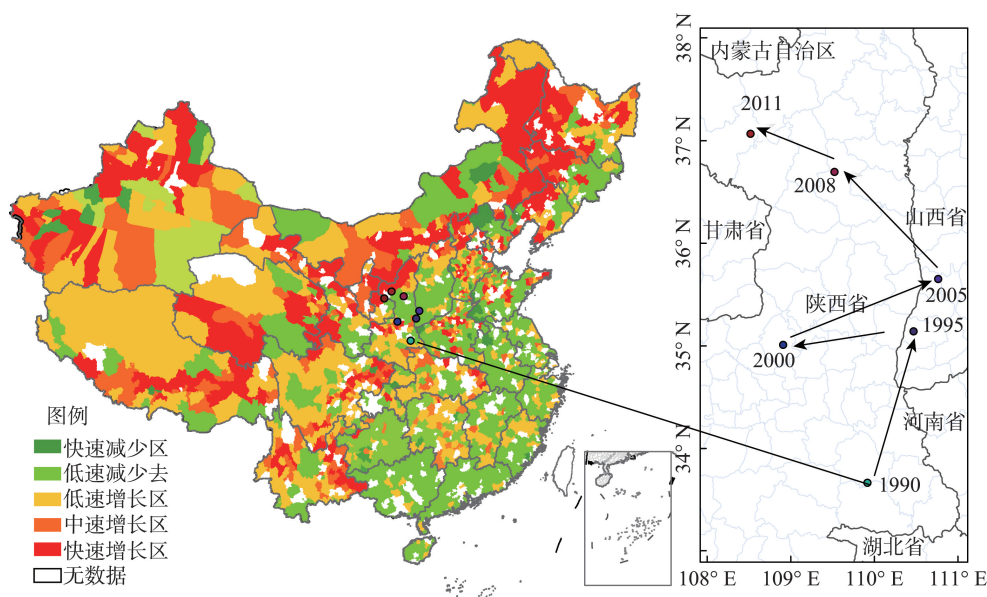


图3 1990-2011年中国草食家畜养殖动态变化及重心迁移

Fig. 3 Dynamic pattern of herbivorous livestock breeding and its gravity centers during 1990-2011

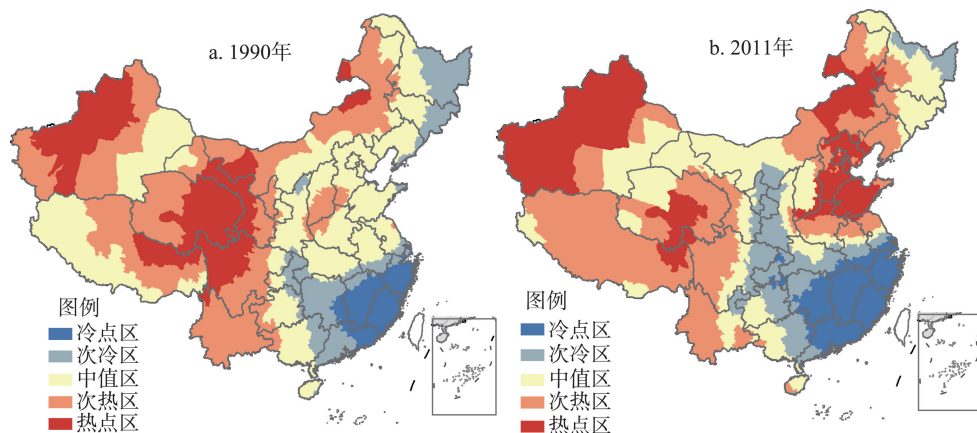


图4 1990、2011年中国草食家畜养殖量冷热点区域格局

Fig. 4 Cold and hot spots of herbivorous livestock breeding of China in 1990 and 2011

通过对比分析发现, 1990 年至 2011 年中国草食家畜养殖空间分异格局有所打破, 突出表现为西部部分地区养殖热点的消退, 以及黄淮海平原区、东北地区养殖的兴起。内蒙古农牧区、青藏地区以及新疆等中国的传统牧区主体, 其广阔的草场资源及养殖经验为草食畜牧业的发展提供了坚实的基础, 一直是草食家畜养殖的热点区域; 而长三角和珠三角等城镇化快速发展地区一直是养殖冷点区, 这与中国区域经济带差异的空间分异格局具有一定的耦合关系。此外, 近年来, 中国双季稻的主产区域草食畜牧业虽然有所发展, 但大部分区域仍以传统的稻作农业生产为主, 处于养殖的冷点及次冷区。

3.3 草食家畜养殖时空演变的影响因素

Moran's I 指数值均为正值, 且在 1%统计水平下显著 (表 2)。空间相关性检验结果表明, 中国草食家畜养殖存在着正的空间自相关性。因此, 运用空间计量模型进行回归将更加适宜。Hausman 检验拒绝固定效应模型与随机效应模型之间无差别的零假设, 故选用固定效应空间杜宾模型分析影响因素。空间杜宾模型中, 自变量通过直接效应、间接效应和总效应综合反映对因变量的影响程度 (表 3)。

(1) 资源禀赋因素的影响。表 3 显示, 劳均生产性土地的直接效应、间接效应和总效应系数分别为-0.019、-0.014和-0.033, 均为负但不显著, 而人均粮食产量和生产性土地面积比重总效应系数分别为 0.286、0.391, 直接效应也明显强于间接效应, 说明区域饲草料及生产性土地丰度对草食家畜养殖业的发展有着直接显著的正向影响。这是因为草食家畜养殖的对象是有生命的家畜动物, 必要规模的生产性土地及饲草料等资源是其生产和发展的基础。因而, 草食家畜养殖会在自然资源禀赋较好的区域集聚 (图 4)。

(2) 宏观经济与市场因素的影响。人均 GDP、城镇化水平和非农收入比重有着显著的负向效应, 总效应值分别为-0.173、-1.328和-0.665。这说明区域经济的发展和城镇化水平的提高, 为农民提供了非农就业机会、提高了农民非农收入, 但同时对于草食家畜养殖产生了强烈的直接负效应, 而且对相邻区域的负效应也十分明显。城镇人均可支配收入更主要的反映为消费能力, 其对草食家畜养殖的间接效应较为显著, 效应值为 0.203, 在 5%的置信水平上显著。由此可以说明, 草食家畜养殖空间上呈现出生产地域与市场分离的特点 (图 4)。

(3) 农业生产力因素的影响。估计结果显示: 粮食播面单产对草食家畜养殖的直接效应、间接效应和总效应均不显著, 说明与区域粮食丰度相比, 粮食单产能力对草食家畜养殖的影响作用较小。其主要原因在于草食家畜养殖过程中, 对作物如玉米等是全株利用, 不仅仅是籽实部分, 因此粮食单纯能力并不能完全反映饲草料的生产能力。农业

表 2 空间相关性检验与 Hausman 检验
Tab. 2 The results of spatial correlation test and Hausman test

指数	1995	2000	2005	2008	2011
Moran's I	0.392***	0.473***	0.514***	0.374***	0.489***
Hausman Test	297.3				
R ² Adj	0.923				
Log Likelihood	2.0596				

注: ***代表统计量在 1%的水平下显著。

表 3 草食家畜养殖变化影响因素的效应估计
Tab. 3 Estimated results of factors affecting herbivorous livestock breeding

变量	总效应	直接效应	间接效应
x_1	-0.033	-0.019	-0.014
x_2	0.286***	0.266***	0.060**
x_3	0.391***	0.303***	0.088*
x_4	-0.173***	-0.097***	-0.076
x_5	-1.328***	-1.030***	-0.298***
x_6	0.486**	0.283*	0.203**
x_7	-0.665**	-0.353***	-0.312
x_8	-0.031	-0.018	-0.013
x_9	0.222***	0.130***	0.092***
x_{10}	0.169**	0.098**	0.071**
x_{11}	0.264***	0.154**	0.110

注: **、*和“”分别代表统计量在 1%、5%和 10%的置信水平上显著。

机械化水平与农业劳动生产率的总效应分别为0.222和0.169,说明农业机械化水平与农业劳动生产率的提高对草食家畜养殖业的发展有促进作用。

(4) 政策因素的影响。政策因素的总效应估计系数为0.264,且在1%的置信水平上显著,直接效应估计系数为0.154,在5%的水平上显著不为零,间接效应不显著,说明国家优势区域布局规划对地方草食家畜养殖发展有着显著正向效应。这主要是因为国家宏观布局引导下,地方配套政策与措施跟进促进了草食家畜养殖业的发展。但值得注意的是,政策因素对草食家畜养殖的正向作用程度并不高。

3.4 草食家畜养殖类型分区

中国草食家畜养殖表现出明显的差异性,为揭示其地域分异现状特征,以县域为基本单元,选取草食家畜养殖动态度、Getis-Ord G^* 指数值、养殖量及单位土地承载量等4项指标,采用聚类分析法^[22],将草食家畜养殖区域划分为6大类型区(图5)。

① 类型I区。主要包括中国的东北三省及内蒙古东北部的农牧区。该类型区养殖量大,是中国重要的肉牛奶牛养殖优势区和热点区之一,近年来随着草食家畜养殖量的快速增长,该区单位土地承载压力不断增大。

② 类型II区。由黄淮海平原的主体县市组成,是中国重要的粮食主产区。养殖量中速增长,单位土地承载压力也在不断加大,是中国草食家畜养殖的重要热点区。

③ 类型III区。分布在华东和华南地区。该区经济较为发达、城镇化水平高,但草食家畜养殖量小,并呈现出快速减少态势,土地承载压力较小。表明该区隶属草食家畜养殖的冷点区。

④ 类型IV区。主要分布在黄土高原和两湖地区。草食家畜养殖较小且增长速度缓慢,因而土地承载压力虽略有增加但整体仍以低压力为主。表明该区是草食家畜养殖的次冷区,有进一步发展的空间。

⑤ 类型V区。主要分布在西南地区。草食家畜养殖量较小,但由于本地自然环境较为脆弱,土地承载力较弱。表明该区草食家畜养殖发展空间有限。

⑥ 类型VI区。由西部牧区主体组成。草食家畜养殖量大、增长速度较快,土地承载压力大,是养殖的热点与次热点区。表明当前种养结构下,该区草食家畜养殖已经到了极限。

总的来看,草食家畜养殖主要集聚在中国传统五大牧区、东北三省以及黄淮海平原典型农业县市,其养殖格局的变化主要缘于资源禀赋及宏观经济与市场因素的区域差异。

4 讨论

4.1 优化调整区域种养结构

本文研究发现,区域资源禀赋特征对草食家畜养殖发展有着显著影响,表现为养殖发展热点区在饲草料资源丰富的地区集聚。这表明区域草食家畜养殖业的发展很大程度上依赖于区域饲草料的生产。因此,当前中国人畜用粮不分、南方粮食生产地位下降、北方地位上升背景下^[23],必然使得中国草食家畜养殖“北热南冷”的分异格局愈演愈

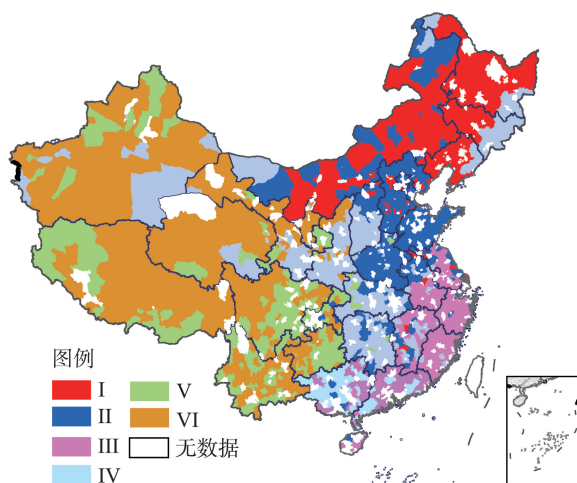


图5 中国草食家畜养殖类型区分

Fig. 5 Divisions of herbivorous livestock breeding in China

烈,这也意味着北方地区水土资源短缺的矛盾将会更为突出。反观南方地区,由于耗粮型畜牧业仍然占据主体地位,草食家畜养殖发展缓慢,这不仅使得南方广阔的草山草坡资源得不到有效利用,而且也加剧了中国“北粮南运”的紧张流通局势。据此,本文提出以下建议:① 优化区域种养结构。在草食家畜养殖热点区,种植青贮玉米、苜蓿和羊草等饲草料,探索区域粮改饲、种养结合等发展模式,推动“人畜共粮、粮饲共用”向“人畜分粮、粮饲分种”转变,提高土地供给能力。② 推动南方地区由耗粮型畜牧业向节粮型畜牧业转型。草食家畜养殖对饲草料资源有着很强的依赖性,未来应更加充分的发挥南方地区水热光土等自然资源优势,加大技术研发投入,加快发展牧草产业,促进草食家畜养殖业的发展。

4.2 实行差别化的区域发展对策

研究表明,中国草食家畜养殖具有显著地域差异特征。因而,建议综合草食家畜养殖类型分区与各地区的“区情、农情”及养殖现状,在不同区域实行差别化的发展对策,具体地:① 类型Ⅰ区应加快转变饲养生产方式,控制区域养殖量,牧区更是必须严格落实国家草畜平衡制度;② 类型Ⅱ区可结合区域粮食生产基地的优势,发展育肥产业及相关二三产业,引导草食家畜产业化发展、专业化分工;③ 类型Ⅲ区应严格保护耕地,适当增加养殖量,发展高效现代畜牧业;④ 类型Ⅳ区可适量发展设施饲养,资源合理利用与生态保护并重;⑤ 类型Ⅴ区降水量大、水土流失严重,今后以生态保育为主的同时,南方县市可充分利用草山草坡及草场资源发展草食家畜养殖;⑥ 类型Ⅵ区由于大部分区域属于干旱区和青藏高原高寒区,生态环境十分脆弱,因此,该区域可依托区域资源与环境特点,转变畜牧业生产方式,种草控畜发展特色草食畜牧业经济,打造高端品牌,以质而非以量取胜,带动养殖户增收。

4.3 重视草食家畜养殖集聚区非农产业发展

整体上,1978-2012年中国草食家畜养殖量快速增长,养殖空间分异特征显著。分析发现,非农收入比重大、人均GDP和城镇化水平高的地区草食家畜养殖量较少,而饲草料资源丰富、非农就业机会少、农业机械化水平高的地区草食家畜养殖量大且集聚。这意味着与养殖冷点区相比,草食家畜养殖热点集聚区经济发展相对落后、人均收入较低。此外,这一区域还是政策优势区的主体,说明政策并未对区域社会经济发展带来太大的效益。基于以上分析,本文提出以下建议:① 依托区域自然本底优势,做好传统草食家畜养殖业的同时,发展特色养殖业,打造区域品牌,拓展精深加工业、旅游业等二三产业,提升草食家畜养殖业的比较效益,提高产品竞争力和附加值。由农业产业化孕育和衍生出非农产业,推动草食家畜养殖集聚区的发展。② 对养殖优势区进一步加强政策扶持,制定配套的、可操作的财税金融政策,支持、稳定优势区域草食家畜养殖业的发展。

5 结论

(1) 中国草食家畜养殖量增长态势明显,畜种间存在较显著的差异,同期肉牛养殖量最大,其次是肉羊和奶牛。

(2) 到2011年中国草食家畜养殖逐步形成了“北热南冷”的空间分异特征,与养殖冷点区相比,草食家畜养殖热点集聚区经济发展相对落后、人均收入较低。

(3) 草食家畜养殖业的发展受制于区域饲草料资源的丰度,探索区域粮改饲、种养结合等发展模式,优化区域养殖结构,是促进草食家畜养殖发展的关键。

(4) 加快草食家畜养殖集聚区非农产业的发展, 制定出台财税金融支持政策, 提升草食家畜养殖业的比较效益, 提高产品竞争力, 是稳定、推动草食家畜养殖集聚区发展的有效途径。

发展草食家畜养殖对保障畜产品供给、缓解人畜争粮矛盾意义重大, 该议题日益受到政府及社会各界的重视。本文初步揭示了中国草食家畜养殖的时空分异特征及影响因素, 种养结构、专业化分工等视角下草食家畜养殖格局优化有待进一步研究。

参考文献(References)

- [1] Fu Qiang, Zhu Yunqiang, Sun Jiulin, et al. Spatial analysis and districting of the livestock and poultry breeding in China. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 22(6): 1079-1100.
- [2] Wang Jinmin, Xiao Hongbo. The nature and the prospect of China's grain production for eight years. *Issues in Agricultural Economy*, 2013(2): 22-31. [王济民, 肖红波. 我国粮食八年增产的性质与前景. *农业经济问题*, 2013(2): 22-31.]
- [3] Saizen I, Maekawa A, Yamamura N. Spatial analysis of time-series changes in livestock distribution by detection of local spatial associations in Mongolia. *Applied Geography*, 2010, 30(4): 639-649.
- [4] Cecchi G, Wint W, Shaw A, et al. Geographic distribution and environmental characterization of livestock production systems in Eastern Africa. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2010, 135(1/2): 98-110.
- [5] Neumann K, Elbersen B S, Verburg P H, et al. Modelling the spatial distribution of livestock in Europe. *Landscape Ecology*, 2009, 24(9): 1207-1222.
- [6] Li Wei, Li Yanxia, Yang Ming, et al. Spatial distribution of livestock and poultry production and land application accessibility of animal manure in Beijing. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(5): 746-755. [李帷, 李艳霞, 杨明, 等. 北京市畜禽养殖的空间分布特征及其粪便耕地施用的可达性. *自然资源学报*, 2010, 25(5): 746-755.]
- [7] Sanderson M A, Feldmann C, Schmidt J, et al. Spatial distribution of livestock concentration areas and soil nutrients in pastures. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 65(3): 180-189.
- [8] Orhan H, Ozturk I, Dogan Z, et al. Examining structural distribution of livestock in eastern and south-eastern Anatolia of Turkey by multivariate statistics. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2009, 8(3): 481-487.
- [9] Eshel G, Shepon A, Makov T, et al. Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of the Sciences of the United States of America*, 2014, 111 (33): 11996-12001.
- [10] Kellogg R L, Lander C H, Moffitt D C, et al. Manure nutrients relative to the capacity of cropland and pastureland to assimilate nutrients: Spatial and temporal trends for the United States. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service and Economic Research Service, 2000: 2-16.
- [11] Li Wei, Li Yanxia, Zhang Fengsong, et al. The spatial and temporal distribution features of animal production in Three Northeast Provinces and impacts of manure nutrients on local environment. *Journal of Agro-Environment Science*, 2007, 26(6): 2350-2357. [李帷, 李艳霞, 张丰松, 等. 东北三省畜禽养殖时空分布特征及粪便养分环境影响研究. *农业环境科学学报*, 2007, 26(6): 2350-2357.]
- [12] Wang Kaijun. *Technology and Policy of Preventing Livestock and Poultry Pollution*. Beijing: Chemical Industry Press, 2004. [王凯军. 畜禽养殖污染防治技术与政策. 北京: 化学工业出版社, 2004.]
- [13] Wang Jingfeng, Liao Yilan, Liu Xin. *Course of Spatial Data Analysis*. Beijing: Science Press, 2010. [王劲峰, 廖一兰, 刘鑫. 空间数据分析教程. 北京: 科学出版社, 2010.]
- [14] Wang Guogang, Liu Yansui, Fang Fang. Comprehensive evaluation and spatial distinction of land use efficiency around Bohai Rim in China. *Progress in Geography*, 2013, 32(4): 649-656. [王国刚, 刘彦随, 方方. 环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异. *地理科学进展*, 2013, 32(4): 649-656.]
- [15] Qi Yuanjing, Yang Yu, Jin Fengjun. China's economic development stage and its patio-temporal evolution: A prefectural-level analysis. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(4): 517-531. [齐元静, 杨宇, 金凤君. 中国经济发展阶段及其时空格局演变特征. *地理学报*, 2013, 68(4): 517-531.]
- [16] Song Xiaoqing, Ouyang Zhu. Key influencing factors of food security guarantee in China during 1999-2007. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(6): 793-803. [宋小青, 欧阳竹. 1999-2007年中国粮食安全的关键影响因素. *地理学报*, 2012, 67(6): 793-803.]
- [17] Long Dongping, Li Tongsheng, Miao Yuanyuan, et al. The spatial distribution and types of the development level of Chinese agricultural modernization. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(2): 213-226. [龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 中国

- 农业现代化发展水平空间分异及类型. 地理学报, 2014, 69(2): 213-226.]
- [18] Yang Chun, Wang Mingli. Research on regional agglomeration of beef cattle production in China and its reason based on spatial effect. *Technology Economics*, 2013, 32(10): 80-87. [杨春, 王明利. 考虑空间效应的中国肉牛生产区域集聚及成因. 技术经济, 2013, 32(10): 80-87.]
- [19] Wang Guogang, Liu Yansui, Chen Yangfen. Dynamic trends and driving forces of land-use intensification in the cultivated land of China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(7): 907-915. [王国刚, 刘彦随, 陈秧分. 中国省域耕地集约利用态势与驱动力分析. 地理学报, 2014, 69(7): 907-915.]
- [20] He Xiaoqun, Liu Wenqing. *Applied Regression Analysis*. 2nd ed. Beijing: China Renmin University Press, 2007. [何晓群, 刘文卿. 应用回归分析. 2版. 北京: 中国人民大学出版社, 2007.]
- [21] Ye Mingque, Fang Ying. Relationship between export and total factor productivity growth in China: A study based on spatial Durbin model. *Journal of International Trade*, 2013, (5): 19-31. [叶明确, 方莹. 出口与我国全要素生产率增长的关系: 基于空间杜宾模型. 国际贸易问题, 2013, (5): 19-31.]
- [22] Li Yurui, Liu Yansui, Long Hualou. Study on the pattern and types of rural development in the Huang-Huai-Hai region. *Geographical Research*, 2011, 30(9): 1637-1647. [李裕瑞, 刘彦随, 龙花楼. 黄淮海地区乡村发展格局与类型. 地理研究, 2011, 30(9): 1637-1647.]
- [23] Liu Yansui, Wang Jieyong, Guo Liying. The spatial-temporal changes of grain production and arable land in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(12): 4269-4274. [刘彦随, 王介勇, 郭丽英. 中国粮食生产与耕地变化的时空动态. 中国农业科学, 2009, 42(12): 4269-4274.]

Spatial-temporal dynamics and its influencing factors of herbivorous livestock breeding in China

WANG Guogang, WANG Mingli, WANG Jimin, YANG Chun, LIU Yufeng
(Institute of Agricultural Economics and Development, CAAS, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on economic geography perspective and county-level statistical data, this paper examined the temporal-spatial processes of herbivorous livestock industry and its environmental pressure using GIS technology and mathematical modeling approach. The results showed that: (1) The whole breeding quantity of herbivorous livestock increased obviously, but there were significant differences between breeds. From 1978 to 2012, the quantity of herbivorous livestock increased by 92.5%, and the order of breeding quantity is beef cattle > mutton sheep > cow. (2) The number of counties with an increasing herbivorous livestock quantity was larger than that with a decreasing quantity. Besides, the breeding quantity in northern China grew significantly faster than that of southern China, presenting a pattern of "the north is more active than the south". (3) Spatial Dubin-Model (SDM) showed that five indexes including per capita grain yield, productive land area proportion, per capita available income of downtown, agricultural mechanization level, agricultural labor productivity, and policies had positive effects on the development of herbivorous livestock breeding, while per capita GDP, urbanization level and non-agricultural income proportion had significantly negative effects. (4) Based on the self-organizing feature map (SOM), herbivorous livestock breeding counties in China could be divided into six types, and different measures should be taken for different priorities.

Keywords: herbivorous livestock; animal husbandry; grain; spatio-temporal dynamics; factor