

环渤海地区农业地域功能演进及其影响因素

鲁莎莎^{1,2}, 刘彦随², 秦 凡¹

(1. 北京林业大学经济管理学院, 北京 100083; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 农业地域功能是农业地理学的重点理论问题之一,也是关乎粮食安全和区域农业可持续发展的重要实践课题。以环渤海地区为例,通过构建评价体系开展农业地域功能划分及其演进分析,利用空间计量模型诊断农业地域多功能形成的影响因素。结果表明:①环渤海地区生态保育功能的空间集中度较高,农产品供给、就业与社会保障、文化遗产与休闲功能则较低,4种功能空间格局具有显著规律性。②农产品供给功能显著增强,主要分布区域向平原农区聚集;就业与社会保障高值区从内陆向沿海转移;山地丘陵生态保育功能有所增强;市辖区及周边的文化遗产和休闲功能较显著。③农产品供给功能主导型县域集中于冀中南平原、鲁西北冲击平原、胶莱平原和辽河平原西部;社会保障主导型集中在燕山山麓平原、滨海平原、胶东半岛以及黄河三角洲;生态保育主导型集中在冀北坝上高原、燕山山地地区,以及辽西、辽东山地丘陵区 and 京津冀都市圈周边;文化遗产与休闲功能集中于京津冀、辽中南和济南都市圈及周边;综合型位于鲁西南黄淮平原与鲁中南丘陵地区。④自然因素对农产品供给、就业与社会保障和生态保育功能的形成均具有显著影响;社会经济因素对4种功能的作用则具有较大差异。

关键词: 农业地域功能;农业地域类型;城乡融合发展;影响因素;空间计量模型;环渤海地区
DOI: 10.11821/dlxb201910005

1 引言

快速的工业化、城镇化、农业现代化带来了区域人地关系的剧烈变革和农业地域类型的多样化发展^[1]。中国农业发展已步入了快速转型升级的新阶段,农业地域功能分异日渐凸显,农业地域多功能统筹成为社会经济发展需要解决的重大课题^[2]。当前城镇居民消费方式改变及其对农业的诱发性需求增加,日益增长的美好生活需要对农业地域提供更多产品、更优服务提出了新要求;然而,多数都市区农业地域却因城市的“直接”占用而日趋萎缩,在长期“城市优先发展”的战略导向下暴露出系列的地域价值塌陷问题,抑制了农业的可持续发展^[3]。例如,产粮大县,往往也是财政穷县,农村经济发展缓慢甚至衰退,粮食生产功能的价值尚未显现,乡村振兴迫在眉睫^[4]。中国实施最严格的耕地保护政策,但建设用地扩展占用耕地的势头不减,严重威胁到农业生产和粮食安全^[5];还有部分地区为维持生态平衡做出突出贡献,但缺乏相应的生态补偿机制,当地居民生活困

收稿日期: 2018-04-10; 修订日期: 2019-07-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401192, 41871175); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2018RW01); 北京林业大学“杰出青年人才”培育计划(2019JQ03011) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41401192, No.41871175; The Fundamental Research Funds for the Central Universities, No.2018RW01; Beijing Forestry University Outstanding Young Talent Cultivation Project, No.2019JQ03011]

作者简介: 鲁莎莎(1984-), 女, 甘肃天水人, 博士, 副教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110011760M), 主要从事林业与林区转型发展、精准扶贫与乡村振兴研究。E-mail: sasafly0505@163.com

通讯作者: 刘彦随(1965-), 男, 陕西绥德人, 研究员、长江学者特聘教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110005331M), 主要从事农业与乡村地理学、土地利用、城乡发展与精准扶贫研究。E-mail: liuys@igsnrr.ac.cn

2011-2026 页

难^[6], 这些问题在很大程度上是由农业区域战略定位不明、功能分区不清; 农业区域之间以及区域内部多功能间的统筹机制尚未有效建立; 主导功能区建设和区域协同发展的机制创新不足等一系列因素造成的^[7]。如何构建合理的农业地域结构与空间布局、促进农业地域多功能协同发展是解决这些问题的关键^[8]。

党的“十八大”报告明确指出“优化国土空间开发格局……加快实施主体功能区战略, 推动各地区严格按照主体功能定位发展, 构建科学合理的城市化格局、农业发展格局、生态安全格局”。党的“十九大”报告进一步提出“要坚持农业农村优先发展, 按照产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕的总要求, 建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系, 加快推进农业农村现代化”的重大战略。现代农业不只是一种产业形态, 还能以特色产业、生物质产业、生态产业、旅游休闲产业、文化产业等新业态存在。农业地域不仅是为城乡供给农业产品、为农村居民提供生活保障的地区, 也是生态安全承载地和传统农耕文化的保留地, 具有经济、文化、生态、就业保障等多种功能^[9]。城乡转型发展的新时期, 遵循农业地域分异规律、依据现代农业区划^[10], 协调安排区域农业发展方向, 促进传统农业与二、三产业融合发展, 建设具有地域特色的优势农业区带, 打造优势互补、富有竞争力的国家农业区域分工布局体系, 是解决中国“三农”问题和挖掘农村发展新动能的必然要求, 也为农业地理学的发展开辟了新的领域。

现有国内外农业地域多功能的研究成果主要包括农业多功能性与农业多功能化经营方式^[11]、农业多功能性的价值量化^[12]、农业多功能性的特征^[13]、农业多功能产生和起源的理论基础^[14]、农业多功能性价值分析^[15]和农业多功能分区研究^[16]。总的来说, 已有大量学者以农业地域作为研究对象进行地域多功能研究, 但尚存在诸多不足: ① 已些研究或是基于经济功能、农产品供给功能、社会功能、生态功能和旅游休闲等功能进行研究^[17-20], 或是综合地域的农业和非农业特征, 进行乡村地域功能的确定和划分^[21], 而通过多功能类型识别, 探索主辅功能结构对区域发展支撑作用的相关研究较薄弱; ② 综合动态与静态分析, 全面定量探究农业地域功能的空间分布和演化规律的研究较少; ③ 针对功能结构形成的影响因素, 以及地域间的相互作用研究有待加强。为此, 本文以环渤海地区为例, 将农业地域功能分为农产品供给、就业与社会保障、生态保育、文化遗产与休闲4类, 深刻把握城乡发展转型中农业地域功能的分异规律、演化过程, 考察影响其变化的因素, 并从综合视角揭示其驱动机制, 以期构建区域特色鲜明、优势互补的现代农业产业体系, 合理布局农业生产提供决策参考。

2 概念界定与评价方法

2.1 概念辨析

(1) 农业地域。一般来说, 农业生产过程相似、空间上紧密关联的地区称为农业地域, 它是拥有特定功能、结构和类型的经济、社会、自然有机体^[22]。在空间上, 不同空间尺度、不同地域范围和结构要素的农业地域是相互关联和相互作用的, 使得农业地域在形成和演变的过程中呈现分化、组合和深度融合的特征规律, 并形成具有等级结构、规模结构、要素结构等的网络结构系统^[23]。由于区位条件、资源禀赋、社会文化、经济基础、产业结构等存在差异, 农业地域分布呈现地区多样性和空间异质性^[24]。

(2) 农业地域功能。农业地域系统自身组成会影响农业地域的功能, 农业地域结构改善可以增强农业地域系统的功能, 同时农业地域功能会对结构产生一种反馈机制, 使结构的变化朝向有利于功能发挥的方向发展^[25]。农业地域结构是系统内部联系作用的规

律，而功能是系统外部联系作用的秩序和能力。在快速城镇化和城乡转型背景下，农业系统发展通过借助内力与外力，经过连续不断的农业新要素整合与农业地域结构优化，实现农业地域功能朝多元化推进。在产业、社会和生态等方面实现农业全面发展，达到区域互补、城乡融合与一体化的目标^[26]。

(3) 农业地域功能类型。在一定时期内的农业地域系统往往拥有多种功能，而不同功能的呈现方式和作用程度差别明显。这些强弱不等的功能组成了一定时期内农业地域特定的功能体系。其中体现区域特色且对地区农业生产产生关键影响的功能，定义为区域的主导功能；其他功能位于从属地位，位于第二位的功能称为区域的辅助功能^[27]。依照主辅功能的不同，可以把农业地域划为多种类别。其主要目的在于能够明确地域功能优势，促进地域功能与社会需求相契合，实现具有自身特色的区域发展；能够优化生产要素配置，推动不同县域主辅功能的相互配合与补充，实现农业地域整体功能价值的最大化。

2.2 功能核算

根据全面性、可比较性、可获得性指标选取原则构建指标体系。各功能层内部采用主成分分析法确定各指标权重，以此测度4种农业地域功能评价价值（表1）。

(1) 农产品供给功能层（Agricultural Products Supplying Function, APF）。该评价主要考虑农业用地丰富度和农业生产水平，以及农产品供给数量规模、品种结构等因素。选取垦殖指数、粮食单产、人均粮食占有量、粮食商品率、人均非粮产品占有量5个指标，核算农产品供给功能。

(2) 就业与社会保障功能层（Labor Employment and Social Security Function, LEF）。

表1 环渤海地区农业地域功能评价指标体系
Tab. 1 Evaluation index system of agricultural region function in the Bohai Rim region

功能层	指标层	计算方法	权重
农产品供给 (APF)	C ₁ 垦殖指数	耕地面积/区域土地总面积	0.213
	C ₂ 粮食单产	粮食总产量/粮食作物播种面积	0.221
	C ₃ 人均粮食占有量	粮食总产量/区域总人口	0.258
	C ₄ 粮食商品率	(粮食总产量-400×区域农业人口)/粮食总产量	0.223
	C ₅ 人均非粮产品占有量	(肉类+油料+棉花+蔬菜+水果产量)/区域总人口	0.085
就业与社会 保障(LEF)	C ₆ 农业人口占乡村总人口比例	区域农业人口/区域乡村总人口	0.147
	C ₇ 农业劳动力占乡村总劳动力比例	区域农业劳动力/乡村总劳动力	0.211
	C ₈ 耕地承载劳动力数量	区域农业劳动力/耕地面积	0.195
	C ₉ 劳均农业总产值	区域农业总产值/农业劳动力	0.130
	C ₁₀ 农业总产值占GDP的比例	区域农业总产值/GDP	0.191
	C ₁₁ 农民人均纯收入	年内农村居民人均纯收入	0.126
生态保育 (ECF)	C ₁₂ 地区生态服务价值总量	根据 Costanza、谢高地等提出的方法计算	0.335
	C ₁₃ 地均生态服务价值量	生态服务价值总量/区域土地总面积	0.332
	C ₁₄ 森林覆盖率	森林覆盖面积/区域土地总面积	0.333
文化传承与 休闲(CRF)	C ₁₅ 农业文化遗产数	县域主要农业文化遗产个数	0.355
	C ₁₆ 县市周围 100 km 范围内地级以上城市人口总数	在 ArcGIS 中用 Point Distance 工具模块计算后，导入 Excel，借助 Vlookup、Sumif 和 Countif 函数计算获取	0.159
	C ₁₇ 县市周边 100 km 范围的地级以上城市人口人均年收入	同上	0.358
	C ₁₈ 休闲农业资源禀赋	专家打分法定性评价与赋权重	0.128

注：为消除量纲的影响，先选用极差标准化方法对粮食、肉类、油料、棉花、蔬菜、水果分别作标准化处理后，再取均值。

该功能测度以考虑农业所承载的就业与生存保障额度、压力大小及其作用状况等几个方面,受农村富余劳动力数量、城市化进程、非农产业发展水平等因素的影响。为此,选取农业人口占乡村总人口比例、农业劳动力占乡村总劳动力比例、耕地承载劳动力数量、劳均农业总产值、农业总产值占GDP的比例、农民人均纯收入6个指标来表征。

(3) 生态保育功能层(Ecological Conservation Function, ECF)。选取地区生态服务价值总量、地均生态服务价值量、森林覆盖率进行评价。其中,地区生态服务价值总量根据Costanza等提出的方法^[28],利用杜红亮等^[29]建立的河北地均生态功能理论价值表,综合谢高地等设计的不同省份农田生态系统生物量因子进行修正^[30],最后核算得出环渤海地区分县域的生态服务价值总量和单位面积生态服务价值量。

(4) 文化传承和休闲功能层(Cultural Heritage and Recreational Function, CRF)。该功能在具有特定生产方式或独特农耕文化、地域文化的区域表现显著,该功能通常受城镇化、交通可达性、市场运作及人们的认识程度等因素影响。因此,采用农业文化遗产数、县市周围100 km范围内地级以上城市人口总数、人均年收入及休闲资源禀赋来核算该功能的价值。其中资源禀赋得分通过专家打分的方式定性评价,考虑的因素涵盖特色农业品种的数量和影响力、休闲和观光项目个数及经营情况等。

本文使用1996年与2015年环渤海地区(涵盖北京、天津、河北、山东和辽宁五省)各县(市、区)的截面数据,选取县级行政单位和城市辖区(下文统称县域)作为基础单元探索农业地域功能空间演化规律。结合数据的可获性和研究需要,对研究单元进行必要处理,最后确定327个县域单元。所需社会经济数据主要来自《中国县域统计年鉴》(2016年)以及北京、天津、河北、山东和辽宁的省级统计年鉴(1997年和2016年);土地使用现状数据取自五省(市)国土资源部门提供的各区县土地使用详查变更数据。农业文化遗产和休闲资源数据来自农业部及各省市《农业文化遗产名单》和农业旅游产业统计报告。极少数区县存在数据缺失,利用相关地市统计年鉴补充或通过相近年份数据插值获取。

2.3 空间集中度分析

为了从总体上把握4种功能的空间分异规律,引入空间集中度进行定量评价。空间集中度由基尼系数演化得到,用于衡量县域尺度农业地域功能的集聚程度,用空间基尼系数表征。地域功能的空间基尼系数介于[0, 1],越接近1,表明经济变量在地理上越趋于集中,地域之间同一变量的数值差别就越大;反之,越接近0,表示不同地域相同变量差别越小。把各项功能评价价值视作研究对象,空间基尼系数可表示为:

$$G_j = \frac{\sum_{i=1}^n \left| D_{ij} - \frac{D_j}{n} \right|}{\sum_{i=1}^n D_{ij} + (n-2) \frac{D_j}{n}} \quad (1)$$

式中: G_j 表示 j 功能的基尼系数,其值介于0~1之间; D_{ij} 表示在第 i 个县(市区) j 功能的价值; D_j 表示研究区域 j 功能的总价值; n 表示各县市数量,式中 $n = 327$,即环渤海地区327个县(市区)行政单元; j 值表示功能类型编号, j 的取值范围为1~4,分别表示研究选取的4类功能。

2.4 空间功能分类

采用加权主成分距离的聚类分析方法^[31],结合指标权重分析地域功能结构^[32]。该方法有效解决现有聚类分析在特定情形下的失真问题,避免以等权的主成分因子代替原始

指标时,忽略不同主成分因子对分类重要性的客观差异。具体步骤为:

① 确定指标。根据指标体系获取并梳理327个县域的18个指标,得到一个 327×18 的样本矩阵。由于变量的数量级与量纲都存在差异,不具有可比性。为了比较不同变量大小,排除量纲的影响,对数据进行标准化,从而得到标准化后的矩阵:

$$X' = \begin{bmatrix} X'_{11} & X'_{12} & \cdots & \cdots & X'_{118} \\ X'_{21} & X'_{22} & \cdots & \cdots & X'_{218} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X'_{3271} & X'_{3272} & \cdots & \cdots & X'_{32718} \end{bmatrix} \quad (2)$$

② 构造关系矩阵。样本之间的关联程度可用关系矩阵表征。首先进行主成分分析,将原始多指标降维成少数主成分因子,计算相关系数矩阵或协方差矩阵的特征值和特征向量,以及各主成分因子的贡献率和累计贡献率,提取主成分因子,并结合因子载荷矩阵对所提取的主成分因子进行命名。设 F_1, F_2, \dots, F_s ($s \leq p$) 为由 p 维指标向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ 提取的主成分因子向量列, G_1, G_2, \dots, G_n 为提取主成分因子后所对应的县域指标行向量, F_{ij} 表示第 i 个单元的第 j 个主成分因子 ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, s$)。主成分因子 F_1, F_2, \dots, F_s 向量相应的特征值为 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s$,主成分因子 F_k 对应的特征权重 β_k 为:

$$\beta_k = \lambda_k / \sum_{k=1}^s \lambda_k, \quad (k = 1, 2, \dots, s) \quad (3)$$

式中: $\sum_{k=1}^s \beta_k = 1$ 。则考虑了权重的加权主成分距离的聚类分析方法定义的样本距离为:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^s \beta_k (F_{ik} - F_{jk})^2}, \quad (i = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, s; k = 1, 2, \dots, s) \quad (4)$$

式中: i, j 是系统单元数(聚类涉及的县域); k 是主成分因子的数量。利用上述公式计算,得到 327×327 阶的矩阵 D_{ij} ,用来刻画不同聚类单元间的近似度:

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \cdots & d_{1,326} & d_{1,327} \\ d_{21} & 0 & \cdots & d_{2,326} & d_{2,327} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ d_{326,1} & d_{326,2} & \cdots & 0 & d_{326,327} \\ d_{327,1} & d_{327,2} & \cdots & d_{327,326} & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

距离矩阵关于对角线对称, $d_{ij} = d_{ji}$, 即 i 县和 j 县相似度与 j 县和 i 县相似度相同。

③ 聚类分析。基于距离矩阵进行系统聚类分析,首先将各个县域独自视为一类,接着把距离最近的两县域 G_i 与 G_j 合并成新类别 $G_r = (G_i, G_j)$,再计算该新类别 G_r 与其他县域 G_k 之间的距离。计算公式为:

$$d_{rk} = \min\{G_{ik}, G_{jk}\} \quad (6)$$

式中: r 是合并出的新类别; k 是尚未合并的类别(县域)。反复执行上述步骤,直到所有县域合并为一类。记录合并过程,得出一个系统聚类图。基于系统聚类图谱,综合专家意见对结果进行定性调整,将环渤海地区县域划分为若干大类。

④ 功能结构确定。首先进行各大类内县域纵向比较,采用计算各农业功能所属指标权重系数的办法,计算各类型内部各农业功能所占份额,从而对4种农业功能重要程度进行排序,摸清功能结构,再进行横向排序。对于一个类别的若干功能在环渤海地区排名相同的状况,根据功能评价综合权重系数对每个类别的农业功能做一次横向比较,权重系数可写作:

$$e_{ij} = Q_{ij} / \sum_{j=1}^n Q_{ij} \quad (7)$$

式中： e_{ij} 表征第 i 区第 j 个功能的权重系数； Q_{ij} 为第 i 区第 j 项功能的多项综合权重系数。据此对聚类分析中划分出的若干类型进行功能的总排序，最终确定各大类的农业功能结构，识别县域的功能类型。

3 环渤海地区农业地域功能演变与功能类型识别

3.1 县域尺度下农业地域功能的时空演变格局

3.1.1 4 种功能的描述性统计和空间集中度分析 1996-2015 年环渤海地区 APF、LEF 和 CRF 功能的均值均有一定提升，而 ECF 均值有部分下降（表 2）。CRF 的变异系数减小较多，差值达到 0.354，而其他 3 种功能变化不大。4 种功能的空间集中度指数均无显著变化，其中，APF、LEF 和 CRF 的空间集中度指数维持在较低水平，县域间存在一定差距；而 ECF 空间集中度则始终大于 0.4，处于较高水平，县域间差距显著。

表 2 1996 和 2015 年环渤海地区 4 种功能的描述性统计和空间集中度指数

Tab. 2 Descriptive statistics and spatial concentration index of four functions in the Bohai Rim region

年份	APF		LEF		ECF		CRF	
	1996 年	2015 年	1996 年	2015 年	1996 年	2015 年	1996 年	2015 年
最大值	0.797	0.865	0.726	0.666	0.799	0.553	0.821	0.825
最小值	0.074	0.028	0.090	0.116	0.002	0.006	0.001	0.025
平均值	0.470	0.489	0.272	0.279	0.137	0.133	0.314	0.379
变异系数	0.316	0.310	0.241	0.225	1.115	1.565	0.541	0.187
空间集中度	0.125	0.121	0.102	0.113	0.405	0.479	0.223	0.174

3.1.2 农产品供给功能的时空演变特征 1996 年环渤海地区 APF 功能值处于 0.074~0.797 范围内，高值区（ $APF \geq 0.513$ ）包含 127 个县域，呈点簇状、条带状分布在太行山山麓平原、辽河平原北部和鲁西北平原（图 1a）；2015 年 APF 值介于 0.028~0.865 之间（图 1b），高值区增加至 148 个县域，集中连片地分布在冀中南平原区、鲁西北平原与胶莱平原、辽宁西部低山丘陵区 and 辽河平原地区。1996-2015 年，自然条件良好、水资源和土地资源充足、多种农产品供给功能具有显著优势的平原农区 APF 显著提升，西部低山丘陵区 APF 亦呈总体上升趋势。相比而言，平原区县域 APF 上升最快，丘陵区次之；山区和城市辖区变动不明显。

3.1.3 就业与社会保障功能的时空演变特征 1996 年环渤海地区 LEF 高值区（ $LEF \geq 0.302$ ）共有 91 个县域，主要位于鲁西北平原地区、辽西低山丘陵区、辽河平原区、以及京津冀都市区周围，呈小集中、大分散的散点簇状分布特征（图 2a）；2015 年 LEF 高值区增加至 130 个县域，且进一步向沿海地区和京津冀、辽中南等城市群周边地区集聚（图 2b）。上述县域通过拓展现代农业产业链，农业以及相关产业提供了大量就业机会，保障生存的功能较强；而山地丘陵区农业生产条件较差，农业提供的就业机会有限，社会保障能力不强。比较而言，1996-2015 年环渤海地区 LEF 总体呈上升趋势，各市辖区及其周边县市 LEF 日益凸显，而山地丘陵区与传统平原农区则成为 LEF “低谷区”。

3.1.4 生态保育功能的时空演变特征 环渤海地区 ECF 呈“山地区 > 丘陵区 > 平原区 > 城市辖区”的梯度变化特征（图 3）。1996 年和 2015 年高值区（ $ECF \geq 0.205$ ）分别包含 42

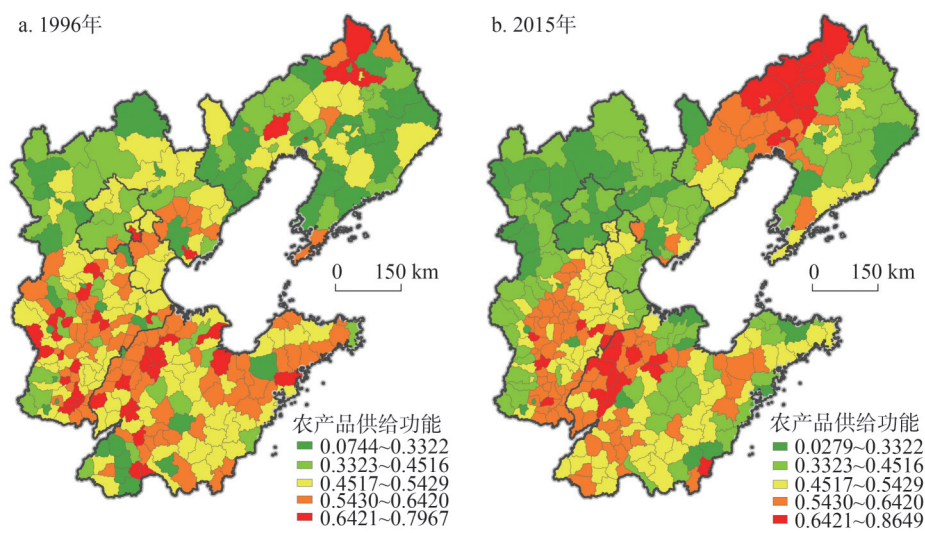


图1 1996年和2015年环渤海地区县域农产品供给功能的空间格局

Fig. 1 Spatial pattern of agricultural product supplying function of counties in the Bohai Rim region

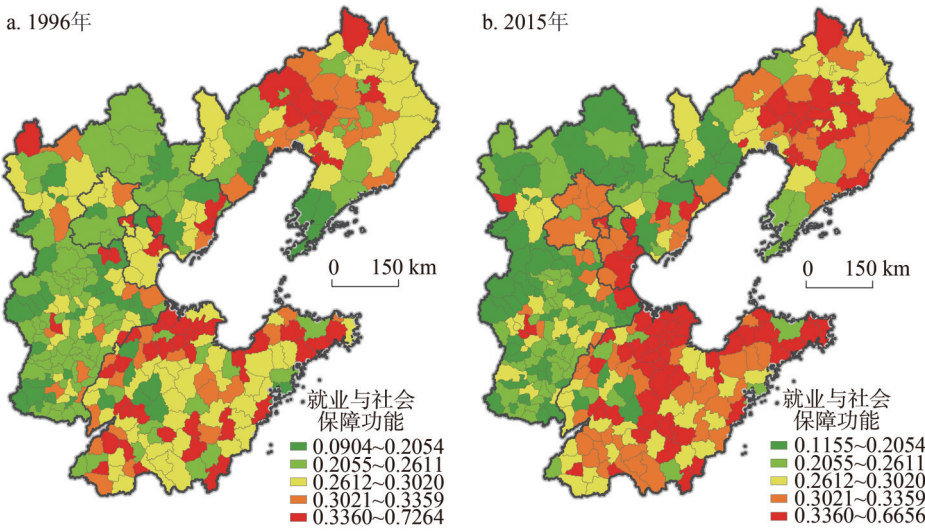


图2 1996年和2015年环渤海地区县域就业与社会保障功能的空间格局

Fig. 2 Spatial pattern of the labor employment and social security function of counties in the Bohai Rim region

个和63个县域，集中在燕山山地丘陵区、冀西北丘陵区、太行山山地丘陵区、辽东与辽西低山丘陵区等自然禀赋较好、生态条件优越的地区；城市辖区及其周围县域由于建设用地扩张占用土地，ECF较弱。1996-2015年ECF总体呈下降态势。辽东山地和燕山山地丘陵区ECF提升较为明显，而城市辖区及其近郊区以及传统农业区ECF显著下降，特别是济南都市圈周边、河北滨海平原和辽河平原县域。

3.1.5 文化遗产与休闲功能的时空演变特征 环渤海地区CRF优势区空间集聚效应明显，高值县域大多分布在京津冀都市圈、辽中南城市群和济南都市圈及其周边地域（图4）。这些县域环绕于中心城市附近，农村休闲旅游的需求较大，客源丰富，多种旅游项目发展迅速且效益良好，特别是在京津冀都市圈CRF优势突出。总体来说，1996-2015年环渤

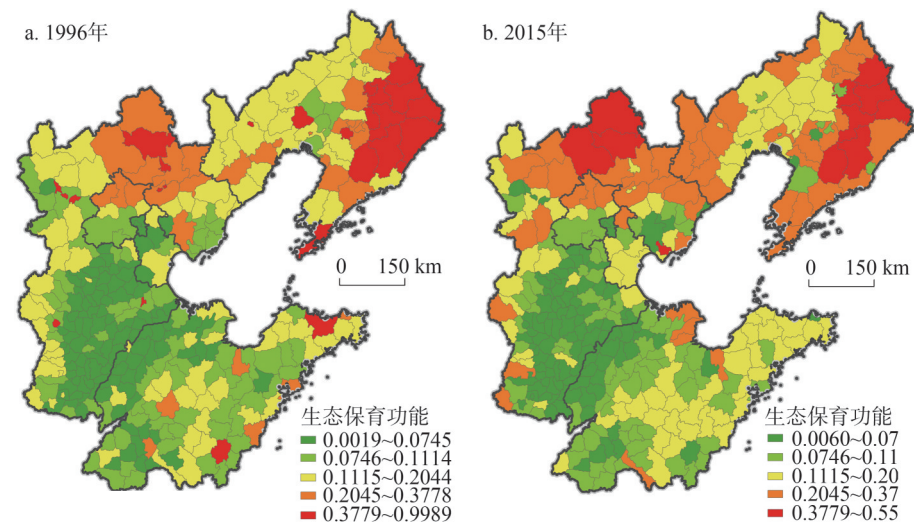


图3 1996年和2015年环渤海地区县域生态保育功能的空间格局

Fig. 3 Spatial pattern of the ecological conservation function of counties in the Bohai Rim region

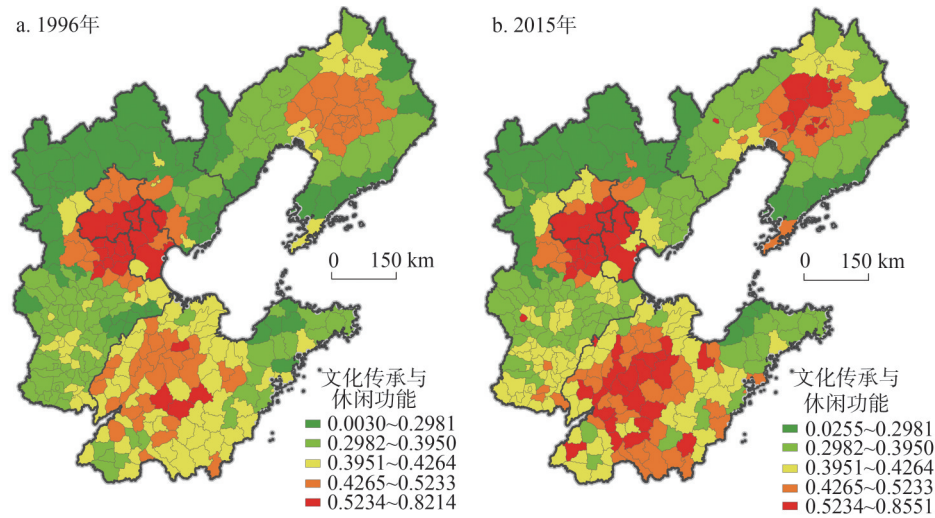


图4 1996年和2015年环渤海地区县域文化传承与休闲功能的空间格局

Fig. 4 Spatial pattern of the cultural heritage and recreational function of counties in the Bohai Rim region

海地区除高青县外的所有县域CRF均有所提升,原有高值区($CRF \geq 0.427$)的县域数量增加显著,由1996年的44个县域增加到2015年的68个县域,而其他地区虽有增加但不明显。

3.2 县域农业地域功能类型识别

依据环渤海地区2015年的县域聚类分析结果,将县域功能结构分为5大类13种不同类型。为充分发挥地区农业比较优势,加快农业战略性结构调整,兼顾影响区域农业拓展的辅助功能因素,采用“主导功能+辅助工能”的命名模式划分功能类型。将农产品供给、就业与社会保障、生态保育、文化传承与休闲4种功能类型简写为生产型、生活型、生态型和休闲型,则13个类型分别为:①农产品供给功能主导型,包括生产—生活型、生产—生态型、生产—休闲型;②就业与社会保障功能主导型,包括生活—生产

型、生活—生态型、生活—休闲型；③生态保育功能主导型，包括生态—生产型、生态—生活型、生态—休闲型；④ 文化与休闲功能主导型，包括休闲—生产型、休闲—生活型、休闲—生态型；⑤ 4项功能值均处于低水平的综合型。

总体上看，主功能相同的地区呈现组团分布特征（图5）。① APF主导型共涉及112个县域。其中，生产—生活型与生产—生态型县域交错分布在冀中南平原、鲁西北冲击平原以及辽河平原西部；生产—休闲型县域集中分部在冀中南平原和鲁西北平原。② LEF主导型共涉及65个县域。其中，生活—生产型县域散布在山东西部和冀中南平原；生活—生态型县域主要集中在黄河三角洲；生活—休闲型集中分布在鲁西北平原北部和滨海平原。③ ECF主导型共涉及78个县域。其中，生态—生产型和生态—生活型县域分布在冀北坝上高原、燕山山地地区以及辽西、辽东山地丘陵区；生态—休闲型县域分布在京津冀都市圈周边县域。④ CRF主导型共涉及55个县域，集中分布于京津冀都市圈、辽中南城市群和济南城市圈周边县域。⑤ 综合型共涉及18个县域，集中在鲁西南黄淮平原和鲁中南丘陵地区。由于自然禀赋和发展模式存在差异，各功能类型区具有差别化的基本特征和发展导向（表3）。

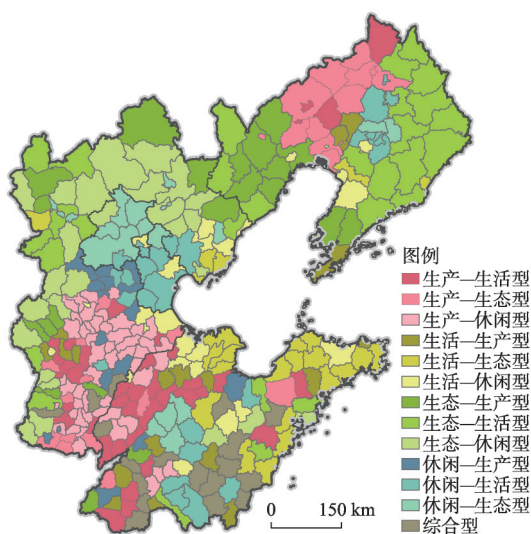


图5 2015年环渤海地区县域功能类型的空间识别
Fig. 5 Spatial identification of functional types of counties in the Bohai Rim region in 2015

4 环渤海地区农业地域多功能时空分异的影响因素分析

4.1 影响因素指标选取

综合地区经济社会系统运行特点、数据可获性，着重从自然、人口、经济社会、技术进步、土地利用效率和交通区位等方面考察农业地域功能差异的形成机制。

① 自然因素在大尺度上深刻影响着农业生产的总体分布与结构，通常对农业发展影响显著。选取地形起伏度 x_1 、海拔 x_2 (m)、积温 x_3 (°C)、干燥度 x_4 等作为反映地理条件的因素。其中地形起伏度定义如下^[33]：

$$RDLS = \{[\text{Max}(H) - \text{Min}(H)] \times [1 - P(A)/A]\} / 500 \quad (8)$$

式中： $RDLS$ 为地形起伏度； $\text{Max}(H)$ 和 $\text{Min}(H)$ 分别为区域内的最高与最低海拔 (m)； $P(A)$ 为区域内的平地面积 (km^2)； A 为区域总面积 (km^2)。本文是区域尺度的地形地貌度量，故采用 $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ 栅格作为基础测量地块，即 A 的值是 25 km^2 。② 人口因素从土地使用的数量结构、使用方式和产品需求等方面影响土地使用结构以及农业生产构成等的变化，从而引起农业地域功能变化，选取人口结构 x_5 (%)、城镇化率 x_6 (%)表征。③ 社会经济因素从土地在城市乡村之间、不同产业之间与同一产业不同主体之间的调整等方面引起农用地总量、性质和布局改变，同时从农产品消费结构和农业设备设施投入等方面影响农业生产能力与结构。选取人均居民储蓄存款余额 x_7 (万元/人)、人均年末金融机构各项贷款余额 x_8 (万元/人)、二产占GDP比例 x_9 (%)、人均规模以上工业总

表3 环渤海地区13种县域功能类型基本特征及其发展导向

Tab. 3 Basic features and development orientation of 13 kinds of county functional types in the Bohai Rim region							基本特征	发展导向
主导功能	功能类型	县域数量	人均粮食产量(kg)	人均GDP(元)	农民人均纯收入(元)	城镇化率(%)		
APF	生产—生活型	37	639	34700	9250	53.0	该类型区多为传统粮棉生产基地,农业生产受水资源匮乏和土壤盐碱的限制;地区工业化、城镇化迟缓,社会保障功能弱,农民人均纯收入普遍处于低水平。	未来应围绕国家粮食战略工程重点区域开发,提升农业生产规模与产业化水平,建设高质量农产品种植基地、技术研发基地、农产品深加工基地、现期货交易和商品流通平台,不断提升农产品供给能力与农业内部增产潜能。
	生产—生态型	25	722	37214	9365	51.2		
	生产—休闲型	49	734	24713	8965	56.6		
LEF	生活—生产型	18	332	59184	9690	67.4	该类型区多为沿海地区,特色农产品供给优势明显,经济发展水平较高,就业和社会保障功能强,但水资源匮乏,盐渍化严重,生态环境脆弱。	未来应紧紧围绕农业供给侧结构性改革主线,推进农产品品种和结构的调整创新,强化农业高新技术推广、示范带动、服务辐射等服务功能,进一步提升沿海地区农业就业保障能力与生态屏障功能。
	生活—生态型	23	481	62759	11007	63.1		
	生活—休闲型	24	173	94282	12543	55.0		
ECF	生态—生产型	21	528	44745	9278	62.6	该类型区地势起伏大,森林蓄积量大;耕地质量差,农业生产水平落后;人口密度较小,二三产业欠发达,保障生活的功能弱。	未来要以生态文明建设为契机,加快实施重大生态工程和农业生态保护修复工程,合理构建生态补偿机制;立足贫困山区资源禀赋,构建支撑农业绿色发展的科技术创新体系,推进特色产业精准扶贫,引导贫困农户脱贫致富。
	生态—生活型	30	466	51826	9340	53.7		
	生态—休闲型	27	171	90335	12633	60.9		
CRF	休闲—生产型	15	341	62393	11670	69.1	该类型区凭借特色资源和优越区位条件,集聚的特有优势,引导农林业与农业休闲旅游业蓬勃发展,但空间布局杂乱无序,开发项目单一且缺乏特色,基础设施落后且服务水平低。	未来需结合该区物质与文化资源,集聚的特有优势,引导农林业与农业休闲旅游业蓬勃发展,促进农村休闲观光业态多元化、产业规模化、主体多样化、设备现代化和服务专业化,使之成为兴村富民的新型支柱产业。
	休闲—生活型	25	493	130657	12310	59.2		
	休闲—生态型	15	212	60167	12070	67.7		
综合	4项功能型值均偏低	18	536	20180	8368	32.2	鲁中南地区农业生态调节功能较弱,水土流失多发,土壤肥力低下;鲁西南平原是传统粮棉主产区,产业发展水平低,经济建设基础薄弱。	未来鲁中南地区需因地制宜发展特色高效农业,并构建水土流失综合治理与防护体系;鲁西南粮棉种植应向优质、专用、特供方向发展,培育粮食深加工与物流,推进农产品在产业循环链条中互补增值,带动农民就业增收和精准脱贫。

产值 x_{10} (万元/人)、出口占GDP比例 x_{11} (%)衡量经济发展状况;选取人均固定资产投资 x_{12} (万元/人)、人均公共财政支出 x_{13} (万元/人)衡量投资状况;采用人均社会消费品零售额 x_{14} (万元/人)表征社会消费状况;选取人均固定电话数 x_{15} (万元/人)表征信息化水平。④ 技术进步因素使得农业生产打破原有的区域限制,农业资源利用效率、农作物生产布局、农产品结构和品质结构得到改善,为此选取公顷化肥 x_{16} (t/hm²)、公顷总动力 x_{17} (万kW·h/hm²)表征。⑤ 土地利用效率因素直接影响农作物产量,选用衡量耕地集约化使用情况的基础性指标复种指数 x_{18} (次)来表征。⑥ 交通区位因素,选取区位条件 x_{19} (km),即县域到所属地级市市辖区的距离表征地区基础设施条件和市场化水平。

4.2 模型构建及检验

选取多元回归模型探索影响4种功能评价值的因素,考虑到变量可能存在空间关联

性,即空间分布非独立性,除采用一般线性回归(OLS)外,还采用了空间计量模型中的空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM)估计比较县域的空间关联性。

SLM模型可以表示为:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (9)$$

式中: ρ 表示空间自回归系数; W 为权重矩阵; Wy 表示空间滞后算子; β 是未知系数向量; ε 是随机干扰项向量。

SEM模型可以表示为:

$$y = X\beta + u, \quad u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (10)$$

式中: λ 是空间相关误差的参数; u 是误差项,其方差固定且互不相关; ε 为随机干扰项。空间相关性统计研究和空间计量模型利用ArcGIS和GeoDA实现。考虑到计算的准确性和简便性,空间权重矩阵采用基于欧式距离的K近邻算法(k-nearest neighbors),取 $k=6$ 测算权重矩阵,最终得到327×327的权重矩阵。

根据相关性检验,剔除与多个变量具有相关性的公顷总动力 x_{17} ,并进行OLS回归分析(表4)。就业保障功能Moran's I 值(0.826, $P=0.409$)没有通过空间依赖性检验,而其他3种功能Moran's I 指数全部处于0.000显著水平,显示空间依赖程度较强,而且3种功能的LMLAG、LMERR均通过了0.01显著性检验,农产品供给功能的R-LMLAG、生态保育和文化遗产与休闲功能的R-LMERR均通过了0.01显著性检验,鉴于此应引入空间滞后模型(SLM)或空间误差模型(SEM)。

经测算,3种功能的SLM和SEM模型回归结果与OLS结果一致,且在考虑空间关联性后 R^2 值提高,即模型解释度提高。APF、ECF和CRF的SLM空间滞后项估计值为0.330、0.427和0.877,均在1%水平下显著,表明3种功能存在很强的空间上的内生交互效应,这意味着某一县域APF、ECF或CRF的提升将正向促进周边县域相应功能的提升。而APF和ECF的SEM空间误差项为0.291和0.031,均在1%水平下显著,表明两种功能可能有遗漏的解释变量且这些变量也存在空间上的误差项交互效应。

4.3 回归结果分析

回归结果显示,自然地理因素对APF、LEF和ECF均有显著的影响,而社会经济因素对4种功能作用则具有较大差异:

(1) APF与自然环境紧密相关,地形平坦、气候适宜、积温较低的地域更适宜开展农作物耕种;居民储蓄与农户生产性投资在短期内呈现竞争关系,高人均居民储蓄率意味着短期内会减少农业生产性投资;固定资产投资增加以及技术进步有助于提升农产品供给功能,而城镇化水平和区位条件对农产品供给功能具有负向作用。

(2) 地形起伏度和积温与LEF负相关;增加人均公共财政支出,可以缓解农业主产区的财政困难,激励地区农业产业发展和农业相关就业岗位的增加,提升就业与社会保障功能;城镇化水平和二产占GDP比例越高,意味着非农就业机会越多,农业收入占总收入的比例下降,农业就业和社会保障压力降低。

(3) 地形起伏越大、气候越湿润,ECF越强;增加在林牧业、水利、环保、科技、污染治理等方面的人均公共财政支出,有利于提升生态保育功能;而增加固定资产投资可能会导致部分项目过度投资、占用土地、污染环境,从而削弱农业生态保育功能。

(4) 城镇化水平、金融机构贷款、区位条件和信息化水平对CRF具有稳健而积极的影响。为切实统筹协调农业地域多功能,今后应加强对农业的财政投资和金融扶持力度,引导社会资本向农业投资,激发农户增加对农地的投入水平,改善固定资产投资结构和效率,进一步提高农村生产性设施装备投资和信息化水平,科学合理推进新型城镇化进程。

表 4 4 种功能影响因子分析
Tab. 4 Analysis of influencing factors of four functions

影响因子	APF			LEF		ECF			CRF		
	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM
x_1	-0.061***	-0.057**	-0.054***	-0.029**	9.63e-03***	0.012***	9.37e-03***	9.37e-03***	-3.63e-04	-4.21e-03	-3.82e-03
x_2	-1.47e-05	-6.62e-06	-3.76e-06	1.66e-05	-1.22e-05***	-1.85e-05***	-1.32e-05***	-1.32e-05***	-2.49e-06	3.76e-06	-1.96e-05
x_3	-2.85e-06***	-2.91e-06**	-2.43e-06**	-7.86e-07	-1.91e-07***	-5.25e-07***	-2.83e-07***	-2.83e-07***	2.50e-06	1.83e-07	6.24e-07
x_4	5.88e-05**	4.54e-05**	5.56e-05**	-8.28e-06	4.01e-06**	-5.84e-06***	-3.57e-06**	-3.57e-06**	-7.73e-06	6.73e-06	6.23e-06
x_5	-0.057**	-0.056	-0.051	0.001	-1.68e-03	-5.13e-03	2.82e-03	2.82e-03	0.055	0.041	0.048*
x_6	0.037***	0.025***	0.038***	-0.065***	1.12e-03	1.12e-03	1.54e-03	1.54e-03	-0.017	-1.34e-03*	-2.96e-03
x_7	-7.10e-07**	-7.20e-07**	-6.63e-07***	-4.25e-08	-3.19e-08	-2.46e-08	-2.92e-08	-2.92e-08	-6.81e-07***	-4.95e-07**	-5.76e-07*
x_8	-8.86e-08	8.31e-09	-7.83e-08	1.14e-07	-5.41e-08*	-4.43e-08	-3.90e-08	-3.90e-08	5.72e-07***	1.12e-07**	6.89e-08**
x_9	-2.96e-03	-2.73e-03	-2.87e-03	-4.20e-03*	3.97e-04	3.97e-04	3.45e-04	3.45e-04	1.89e-03	2.24e-03	2.71e-03
x_{10}	-9.71e-09	-2.09e-08	-1.72e-08	-1.48e-08	8.25e-09	5.81e-09	5.40e-09	5.40e-09	-4.85e-08	-2.31e-08	-3.37e-08
x_{11}	-2.13e-03	-2.19e-03	-2.16e-03	-2.32e-04	7.31e-05	1.17e-04	1.35e-05	1.35e-05	-1.54e-03	-1.65e-03*	-1.86e-03
x_{12}	1.98e-07*	2.80e-07**	2.83e-07*	-8.06e-08	-3.54e-08*	-3.22e-08*	-2.75e-08*	-2.75e-08*	5.30e-08	6.56e-08	7.67e-08
x_{13}	-7.98e-07	-7.22e-08	-3.89e-07	1.97e-06*	3.15e-07***	3.15e-07***	2.57e-07**	2.57e-07**	6.85e-07	7.523e-07	5.82e-07
x_{14}	2.04e-07*	4.03e-09	3.63e-07	3.75e-07	-8.96e-09	-8.96e-09	-3.24e-09	-3.24e-09	1.89e-07	3.01e-07	4.03e-07
x_{15}	-4.69e-03	-1.89e-02	-5.88e-03	-0.037	7.35e-03	3.94e-03	5.20e-03	5.20e-03	0.086***	0.076*	0.036*
x_{16}	4.21e-03***	4.35e-03**	4.42e-03**	1.71e-03	4.33e-04	2.53e-04	3.49e-04	3.49e-04	-6.225e-04	-5.23e-04	-3.67e-04
x_{18}	1.16e-03	6.83e-04	-3.68e-04	-2.07e-03	1.96e-04	3.45e-04	1.64e-04	1.64e-04	2.53e-03	2.08e-03	4.53e-03
x_{19}	-1.91e-07*	-1.79e-07***	-1.56e-07***	-3.78e-08	1.35e-09	8.07e-09	9.53e-09	9.53e-09	-1.78e-08*	-2.43e-08*	1.67e-08*
C	0.311**	0.643**	0.238**	0.164***	0.014*	0.037***	0.013	0.013	-0.039*	-0.061*	-0.046
p (空间滞后项) λ (空间误差项)	0.330*** (2.93)	0.330*** (2.93)	0.291*** (5.56)	0.427*** (5.60)	0.427*** (5.60)	0.427*** (5.60)	0.031*** (3.12)	0.031*** (3.12)	0.877*** (21.38)	0.877*** (21.38)	-0.089 (-1.64)
统计检验											
R^2	0.671	0.676	0.682	0.565	0.721	0.674	0.727	0.727	0.693	0.747	0.753
调整 R^2	0.667			0.554		0.641			0.679		
F	24.182			17.075		27.177			6.642		
LogL		640.51	641.89		1154.71		1161.13	1161.13		757.16	763.92
AIC		-1240.31	-1241.10		-2203.36		-2207.75	-2207.75		-1464.11	-1471.80
SC		-1160.73	-1165.85		-2127.80		-2135.78	-2135.78		-1393.67	-1396.81
空间依赖性检验											
Moran's I (error)	4.761***			0.826		7.73***			7.89***		
LMLAG	23.749***			0.013		35.33***			37.01***		
R-LMLAG	9.823***			0.079		0.12			0.13		
LMERR	16.960***			0.024		45.34***			45.89***		
R-LMERR	0.476			0.090		10.13***			11.73***		

注: **、*和*分别表示0.01、0.05和0.1的显著性水平。

(5) 先进农业技术扩散、市场带动和产业集聚效应使APF在县域间呈现相互促进状态。生态状况良好的县域会产生明显的空间溢出效应,促进周边地区ECF提升。伴随农业休闲资源的开发利用和文化的交流融合,县域CRF功能会对周边地区产生辐射带动作用。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 1996-2015年环渤海地区不同县域农产品供给功能(APF)、就业与社会保障功能(LEF)以及文化传承和休闲功能(CRF)的空间差异不明显,而生态保育功能(ECF)则表现出较大的地区差异。平原区县域APF提升最显著,丘陵地区次之,山区和城市区域几乎不变。LEF高值区由内陆传统农业区向沿海经济发达县域转移。ECF高值区分布变化不大,山地丘陵区功能进一步提升,城市辖区及临近县域和传统农业区生态保育功能下降较多。CRF不断增强,其范围以京津冀都市圈、辽中南城市群和济南都市圈为核心向周边县域扩展。

(2) 环渤海地区13种农业功能类型的地域分布具有显著的规律性。APF主导型集中于农业自然禀赋较好、土地资源丰富、多种农产品供给功能优势明显的冀中南平原、鲁西北冲击平原、鲁北的胶莱平原和辽河平原西部;LEF主导型集中分布在燕山山麓平原区、滨海平原、胶东半岛和黄河三角洲地区等经济发达的沿海地区;ECF呈现“山地丘陵区>平原区>城市辖区”的梯度变化,主导县域主要分布在冀北坝上高原、燕山山地地区,以及辽西、辽东山地丘陵区 and 京津冀都市圈周边县域;CRF主导型县域集中分布在人口稠密、交通便利的京津冀都市圈、辽中南城市群和济南都市圈周边县域;综合区集中位于经济水平落后的鲁西南黄淮平原与鲁中山地丘陵区。

(3) APF在地形平坦、气候适宜、积温较低的地域较为突出,固定资产投资增加以及技术进步有助于提升农产品供给功能。LEF受地形起伏度和积温负向影响,增加人均公共财政支出有助于提升就业与社会保障功能,而城镇化水平和二产占GDP比例与之负相关。ECF在地形起伏度大、气候湿润度高的地区较强,增加人均公共财政支出有助于提升ECF,而增加固定资产投资会导致过度投资、占用土地、污染环境,从而削弱农业生态保育功能。城镇化水平、金融机构贷款、区位条件和信息化水平对CRF具有稳健而积极的影响。同时,APF、ECF、CRF功能也存在极强的区域间正向促进作用。

5.2 讨论

农业地域功能统筹既是构建优势互融、利益紧密连接的现代农业协调发展新格局的主要支撑,也是推行绿色生产方式、深化农业产业价值链,进而实现农民收入增加的重要手段。中国正处于城乡转型发展的新时期,如何进一步优化产品产业结构,把农业多功能价值发掘出来,促进新产业新业态与传统产业深度融合,形成产业协同、市场协同、科技服务协同、生态建设协同、城乡发展协同的区域协作新模式,是农业地域多功能协同发展现阶段的主要问题。这既需要学术界展开农业地域多功能统筹研究,提炼农业地域功能整合方案和管控路径,构建拥有地域特色、协同互补的现代农业体系,更需要中央和各级政府基于区域发展的科学实践,制定农业地域差异化发展战略。

具体而言:① APF主导功能区要以推动农业生产供给结构调整方向,把促进农产品质量提升作为重点,统筹协调粮经饲种植结构,促进规模化优质养殖业发展;落实精准扶贫政策,强化对粮农技术扶持和粮食收购价保护,拓宽销售渠道;鼓励社会资本向

农业投资,发展适度规模经营,保障农产品有效供给、确保食品安全。② LEF 主导功能区要合理推进地区城镇化和非农产业发展,促进农业富余劳动力转移,减轻农业就业与社会保障压力;进一步做强地区优势产业,延长农业产业价值链,推进现代农产品深加工产业和农村电商平台建设,拓展农民增收渠道。③ ECF 主导功能区要注重公共财政在水土流失综合治理、生态修复工程建设、野生动植物和珍稀种质资源保护上的作用;同时合理配置山区资源,推进现代化生态循环农业,促进环境友好型特色现代农业快速发展。④ CRF 主导功能区要结合地区独特自然文化优势,利用“旅游+”“生态+”等模式,发展多种形态的休闲观光农业;多渠道筹措建设资金,大力改善公共服务设施条件,提高村落的信息化水平;增强农村休闲旅游业规范化管理水平,改进管理模式。

本文对农业地域多功能类型的评价尚不全面,对于各县域内部不同地区的功能及其相互关系也有待细致的探究。随着技术手段的进步和统计制度的完善,以及社会需求的变化,未来应着眼于农业地域多功能演进的规律性,深入研究其区域内部地理背景、影响机制与区域之间的关联作用;探究农业发展转型进程中农业地域多功能的扩展以及空间分布差异,研究基于优势条件推进不同类型农业地域共同发展的方式。

参考文献(References)

- [1] Lu Dadao, Fan Jie. Regional Development in China in 2050. Beijing: Science Press, 2009. [陆大道, 樊杰. 2050: 中国的区域发展. 北京: 科学出版社, 2009.]
- [2] Liu Y, Long H, Chen Y, et al. Progress of research on urban-rural transformation and rural development in China in the past decade and future prospects. *Journal of Geographical Sciences*, 2016, 26(8): 1117-1132.
- [3] Long Hualou, Liu Yansui, Zou Jian. Assessment of rural development types and their rurality in eastern coastal China. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 64(4): 426-434. [龙花楼, 刘彦随, 邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价. *地理学报*, 2009, 64(4): 426-434.]
- [4] Liu Y, Li Y. Revitalize the world's countryside. *Nature*, 2017, 548(7667): 275-277.
- [5] Cai Yunlong, Wang Yong, Li Yuping. Study on changing relationship of demand and supply of cultivated land in China. *China Land Science*, 2009, 23(3): 11-18. [蔡运龙, 汪涌, 李玉平. 中国耕地供需变化规律研究. *中国土地科学*, 2009, 23(3): 11-18.]
- [6] Zhang Xiaolin. On discrimination of rural definitions. *Acta Geographica Sinica*, 1998, 53(4): 365-371. [张小林. 乡村概念辨析. *地理学报*, 1998, 53(4): 365-371.]
- [7] Liu Yansui, Liu Yu, Chen Yufu. Territorial multi-functionality evaluation and decision-making mechanism at county scale in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(10): 1379-1389. [刘彦随, 刘玉, 陈玉福. 中国地域多功能性评价及其决策机制. *地理学报*, 2011, 66(10): 1379-1389.]
- [8] Lu Shasha, Liu Yansui, Guan Xingliang. Study on agricultural comprehensive regionalization under the background of urban rural transformation in China: Taking the typical transect area along the 106 national highway as an example. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(8): 909-917. [鲁莎莎, 刘彦随, 关兴良. 中国城乡转型背景下农业综合区划研究: 以 106 国道沿线典型样带区为例. *地理科学*, 2013, 33(8): 909-917.]
- [9] Wu Chuanjun. *Economic Geography of China*. Beijing: Science Press, 2007. [吴传钧. *中国经济地理*. 北京: 科学出版社, 2007.]
- [10] Liu Yansui, Zhang Ziwen, Wang Jieyong. Regional differentiation and comprehensive regionalization scheme of modern agriculture in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 203-219. [刘彦随, 张紫雯, 王介勇. 中国农业地域分异与现代农业区划方案. *地理学报*, 2018, 73(2): 203-219.]
- [11] Vanslebrouck I, Huylenbroeck G, Meensel J. Impact of agriculture on rural tourism: A hedonic pricing approach. *Journal of Agricultural Economics*, 2005, 56(1): 17-30.
- [12] Randall A. Valuating the outputs of multifunctional agriculture. *European Review of Agricultural Economics*, 2002, 29(3): 289-307.
- [13] Zhu Qirong, Yan Guohong, Wang Shengli. Multipurpose agriculture in the trade liberalization process. *Journal of International Trade*, 2003(6): 20-24. [朱启荣, 闫国宏, 王胜利. 贸易自由化进程中的农业多功能性问题. *国际贸易问题*, 2003(6): 20-24.]
- [14] Lv Yao, Zhang Yushu. Identification, evaluation and internalization of externalities of agriculture. *Progress in*

- Geography, 2007, 26(1): 123-132. [吕耀, 章予舒. 农业外部性识别、评价及其内部化. 地理科学进展, 2007, 26(1): 123-132.]
- [15] Zhang Hongyu, Zhao Ge. Multi- functions of agriculture should be displayed in new rural construction. Rural Economy, 2006(5): 29-32. [张红宇, 赵革. 新农村建设要充分释放农业的多重功能. 农村经济, 2006(5): 29-32.]
- [16] Luo Qiyu, Tao Tao, Jiang Wenlai, et al. Research on agricultural functions regionalization in Northeast China. Research of Agricultural Modernization, 2005, 26(6): 9-14. [罗其友, 陶陶, 姜文来, 等. 我国东北地区农业功能区划研究. 农业现代化研究, 2005, 26(6): 9-14.]
- [17] Zhao Hongbo, Ma Yanji. Spatial-temporal pattern and obstacle factors of cultivated land ecological security in major grain producing areas of Northeast China: A case study in Jilin Province. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(2): 515-524. [赵宏波, 马延吉. 东北粮食主产区耕地生态安全的时空格局及障碍因子: 以吉林省为例. 应用生态学报, 2014, 25(2): 515-524.]
- [18] Zou Xiuqing. Measurement of farmland safeguard function and its regional difference: Based on 506 farm household survey in Zhejiang, Jiangxi and Guangxi provinces. Resources Science, 2012, 24(10): 1898-1904. [邹秀清. 农地保障功能测度及其区域差异: 基于浙、赣、桂三省506份农户调查. 资源科学, 2012, 24(10): 1898-1904.]
- [19] Sun Caizhi, Zhang Lei. Changes in spatial and temporal differences of agricultural product virtual water versus cultivated land in China. Resources Science, 2009, 31(1): 84-93. [孙才志, 张蕾. 中国农产品虚拟水-耕地资源区域时空差异演变. 资源科学, 2009, 31(1): 84-93.]
- [20] Xiao Junze. Develop Entertainment agriculture and exploit and expand agricultural function. Research of Agricultural Modernization, 2009(4): 453-456. [肖君泽. 发展休闲农业开发和拓展农业功能. 农业现代化研究, 2009(4): 453-456.]
- [21] Li Pingxing, Chen Cheng, Chen Jianglong. Spatial differentiation and influencing factors of rural territorial multifunctions in developed regions: A case study of Jiangsu province. Acta Geographica Sinica, 2015, 35(7): 845-851. [李平星, 陈诚, 陈江龙. 乡村地域多功能时空格局演变及影响因素研究: 以江苏省为例. 地理学报, 2015, 35(7): 845-851.]
- [22] Deng Jingzhong. Some views of division of the national agriculture status. Acta Geographica Sinica, 1963, 29(4): 265-280. [邓静中. 全国农业现状区划的初步探讨. 地理学报, 1963, 29(4): 265-280.]
- [23] Cheng Hong. A preliminary study on the agricultural types in Ganzi Aba area. Acta Ecologica Sinica, 1963, 29(2): 156-169. [程鸿. 甘孜阿坝地区农业类型的初步研究. 地理学报, 1963, 29(2): 156-169.]
- [24] Guo Huancheng, Yao Jianqu, Ren Guozhu. A preliminary study of agricultural types in China. Acta Geographica Sinica, 1992, 59(6): 507-515. [郭焕成, 姚建衢, 任国柱. 中国农业类型划分的初步研究. 地理学报, 1992, 59(6): 507-515.]
- [25] Zhou Lisan. Research on the formation, evolution, internal structure and division system of agricultural area. Acta Geographica Sinica, 1964, 30(1): 14-22. [周立三. 试论农业区域的形成演变、内部结构及其区划体系. 地理学报, 1964, 30(1): 14-22.]
- [26] Liu Yansui, Yang Ren. The spatial pattern measure of urban-rural development transformation in the Bohai Rim region in China. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(2): 248-256. [刘彦随, 杨忍. 中国环渤海地区城乡发展转型格局测度. 地理学报, 2015, 70(2): 248-256.]
- [27] Tang Huajun, Luo Qiyu. Introduction to the Development of Agricultural Regional Studies. Beijing: Science Press, 2008: 18-20. [唐华俊, 罗其友. 农业区域发展学导论. 北京: 科学出版社, 2008: 18-20.]
- [28] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 386: 253-260.
- [29] Du Hongliang, Chen Baiming, Yang Ke. Spatial temporal distribution of the corrected ecological function values in Hebei province. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(9): 2361-2370. [杜红亮, 陈百明, 杨克. 河北省生态功能修正价值的时空分布. 生态学报, 2010, 30(9): 2361-2370.]
- [30] Xie Gaodi, Zhang Yili, Lu Chunxia, et al. Study on valuation of rangeland ecosystem services of China. Journal of Natural Resources, 2001, 16(1): 47-53. [谢高地, 张钊铤, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值. 自然资源学报, 2001, 16(1): 47-53.]
- [31] Lv Yanwei, Li Ping. A clustering analysis method of weighted principal component distance. Statistical Research, 2016, 33(11): 102-108. [吕岩威, 李平. 一种加权主成分距离的聚类分析方法. 统计研究, 2016, 33(11): 102-108.]
- [32] Lv Jingtang, Lv Daming, Zhang Hao. A cluster district method for agriculture function based on SPSS. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2010(1): 68-74. [吕敬堂, 吕大明, 张浩. 基于SPSS的农业功能聚类分区方法. 中国农业资源与区划, 2010(1): 68-74.]
- [33] Feng Zhiming, Tang Yan, Yang Yanzhao, et al. The relief degree of land surface in China and its correlation with population distribution. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(10): 1073-1082. [封志明, 唐焰, 杨艳昭, 等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性. 地理学报, 2007, 62(10): 1073-1082.]

Spatio-temporal differentiation of agricultural regional function and its impact factors in the Bohai Rim region of China

LU Shasha^{1,2}, LIU Yansui², QIN Fan¹

(1. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The agricultural regional function is an important scientific problem in agricultural geography research, and it is also the important practical issue related to the national food security and sustainable development of regional agriculture. Taking the Bohai Rim region of China as an example, this paper identified the agricultural regional function as four types including agricultural products supplying function (APF), labor employment and social security function (LEF), ecological conservation function (ECF), and cultural heritage and recreational function (CRF) and their spatial pattern and evolution process were explored. The study also identified the agricultural regional type and the impact factors affecting the four functions using cluster analysis method and spatial econometric model. The results indicate that: Firstly, the degrees of spatial concentration of the APF, LEF and CRF were low, while that of the ECF was high. The spatial distributions of the four functions presented obvious regularity. Secondly, the APF enhanced largely, its center of gravity was further concentrated in plain agricultural areas. The high value areas of the LEF shifted from inland to coastal areas. The ECF of hilly areas further highlighted. Advantage areas of the CRF were concentrating in the municipal districts and their surrounding counties. Thirdly, the leading counties of the APF were distributed in central and southern plains of Hebei province, the impact plain of northwest Shandong, the Jiaolai plain and the west of Liaohe plain. The leading counties of LEF were distributed in piedmont plain of Yanshan and coastal plain of Hebei province, Jiaodong Peninsula and the Yellow River Delta region. The leading counties of the ECF were distributed in Bashang plateau, mountainous region of Yanshan, hilly area of eastern and western Liaoning province, and the surrounding areas of Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. The leading counties of the CRF were distributed in the surrounding areas of central- south Liaoning urban agglomerations, Beijing- Tianjin- Hebei metropolitan region and Jinan metropolitan area. Comprehensive counties were distributed in the Huang-Huai plain and hilly areas of central-south of Shandong province. Fourthly, natural factors possessed a significant impact on the formation of the three functions including APF, LEF and ECF, while social and economic factors on the impact of the four functions were quite different. The study reveals the regularity and influence mechanism of the evolution of agricultural regional function, which can provide theoretical basis for scientific guidance of regional division of labor, strengthening of leading function, highlighting regional value and promoting regional coordinated development.

Keywords: agricultural regional function; agricultural regional type; urban-rural integration development; impact factors; spatial econometric model; Bohai Rim region