

区域虚拟休耕规模与空间布局研究

赵雲泰, 黄贤金, 钟太洋, 吕 晓

(南京大学 地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093)

摘 要: 在分析国内耕地利用现状和国外休耕研究成果的基础上, 提出开展土地休耕是中国未来耕地保护的可选模式, 以提高耕地质量, 改善区域生态环境, 促进耕地可持续利用, 保障国家长期的粮食生产能力和食品安全。结合中国粮食安全需求保障确定休耕现实规模, 并综合自然质量条件、耕地利用强度和经济保障水平 3 个方面进行休耕区域适宜性空间评价, 确定休耕空间布局。以江苏省南通市为例对不同发展情景下休耕规模和布局的虚拟实证分析结果表明, 不同发展情景下南通市休耕现实规模在 661 ~ 6 410 hm² 之间, 休耕区域主要分布在石港镇、骑岸镇、川姜镇等镇。虚拟研究为中国未来开展土地休耕提供了有益的参考。

关键词: 休耕; 耕地质量; 粮食安全; 虚拟研究; 江苏省南通市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)05-0103-05

中图分类号: F323.22

Simulating Fallow Land at Regional Scale: Size and Spatial Distribution

ZHAO Yun-tai, HUANG Xian-jin, ZHONG Tai-yang, LÜ Xiao

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China)

Abstract: Based on the analysis of current status of land use in China and the research findings on land retirement from abroad, the authors suggested that land retirement could be an alternative practice for future cultivated land protection in China. Land retirement as a part of sustainable land use, can improve the quality of cultivated land and regional ecological environment, and ensure national long-term food production capacity and food security. Considering the requirement of national food security, a feasible size of land retirement was estimated. An index system consisting of natural environmental quality, utilization intensity of cultivated land and socio-economic development, was constructed to evaluate the regional suitability of land retirement for identify suitable sites for land retirement. Virtual research on land retirement of Tongzhou City of Jiangsu Province was carried out under different development scenarios. The results show that the practicable size of land retirement in Tongzhou City ranged from 661 hm² to 6 410 hm² under different development scenarios. The land retirement areas were mainly distributed in Shigang Town, Qi'an Town and Chuanjiang Town, etc. The virtual research provides a useful reference for the future land retirement policy making in China.

Keywords: land retirement; cultivated land quality; food security; virtual research; Tongzhou City

长期以来,我国通过落实耕地保护、推进农地综合整治等措施改善农业生产条件、提高农地利用效率,为国家粮食安全提供有力的保障。当前的农业和农村经济已从主要农产品全面短缺转变为总量大体平衡、部分农产品自给有余、一些农产品相对过剩的状态^[1],人们更加注重品质优良的多元目标的追

求^[2]。粮食安全已经由供给总量短缺的数量问题,转化为供求之间的食品安全(粮食质量)问题。而这一问题的存在,与作为“基础载体”的耕地资源的质量退化不无关系^[3]。长期不合理的化肥农药等施用造成土壤污染问题突出^[4]。为了实现耕地资源的可持续利用,借鉴国外成熟的耕地管理经验,探讨我国未来

收稿日期:2011-05-22

修回日期:2011-07-21

资助项目:国土资源部重点科技项目“国家可持续发展国土资源战略研究”;公益性行业(农业)科研专项经费项目“盐碱地农业高效利用配套技术模式研究与示范”(200903001);国家自然科学基金项目“区域农产品市场发展的农户土地利用变化响应研究:以长江三角洲典型村庄及农户问卷调查为例”(40971104)、非农就业对土地利用变化的影响研究:基于农户层面的分析(40801063)

作者简介:赵雲泰(1985—),男(汉族),安徽省阜阳市人,博士研究生,主要从事土地利用与国土规划研究。E-mail:andy_nju@126.com。

通信作者:黄贤金(1968—),男(汉族),江苏省扬州市人,教授、博导,主要从事自然资源与区域土地利用变化研究。E-mail:hxj369@nju.edu.cn。

耕地保护的可选模式——对部分宜耕性低的耕地开展休耕,以提高耕地的综合产能。

休耕最早开始于美国,1961 年美国规定农场主至少停耕 20% 的土地^[5],1985 年《食品安全法案》中将其分为短期和长期休耕,前者为了调节国内农产品产量,后者主要是针对土壤侵蚀严重的土地开展养护^[6]。1992 年欧盟开始“麦克萨里(Ray Macsharry)”改革,鼓励农民休耕(5~20 a),以改善土壤质量,保护自然栖息地^[7]。休耕计划初始考虑的主要是水土流失程度,伴随计划的开展发现休耕还具有改善耕作区水质、维持良好的生物多样性、调节农产品产量等环境和经济效益^[8-9];Landgraf 等^[10]研究休耕期内土壤营养成分流动发现休耕地土壤侵蚀有效减少,微生物量明显增加;Karlen 等^[11]和 Randall 等^[12]通过休耕前后的土壤成分对比试验发现,与连续耕作和季节性休耕相比,休耕计划中微生物的碳含量要高出 17%~64%,土壤呼吸作用增强。也有研究表明休耕可以产生良好的生态环境效益,如恢复破碎化的景观,维护生物多样性,创造野生动物栖息地以及区域碳通量排放向有利方向逆转等^[13];并且对于农业面源污染如农药、化肥等污染具有明显的改善作用^[14]。国内学者近年来也开始关注休耕,大多从耕地储备的角度进行理论探讨^[15],尚未开展休耕的实证研究。本文试图在国内外研究成果的基础上,探讨区域休耕的规模与空间布局。由于休耕在我国当前国情下尚未有相关的经济和政策支撑条件,因此本研究为区域虚拟下的休耕研究,以期对未来开展土地休耕进行前期的实证探讨。

1 休耕及其规模与空间布局

休耕作为耕地储备的一种形式^[15],不同于轮耕、退耕和季节性休耕,是对耕地养护的长期过程。通过在休耕期内对农田取消耕作,并投入技术、资金对休耕地进行修复并开展养护管理,促进耕地资源的可持续利用;同时采取相关政策,对休耕的农民进行适当的农业补贴,保证农民的生产生活不因休耕而降低。国外的休耕期限从 5~20 a 间不等,根据已实施休耕的效果评价的研究成果来看,休耕期为 3~10 a 内耕地质量、区域生态环境产生的积极效果最为明显;考虑到科学技术的进步,休耕技术的日趋成熟,以及我国国民经济和社会发展的计划时限,初步将我国休耕期限设定为 5 a。

1.1 休耕的规模

美国在 1990 年采用环境效益指数(environmental benefits index)作为评价休耕地的标准,重点考虑

了水土流失、空气质量、地表水地下水可能造成的污染、野生动植物多样性、可能的实施成本与实施的长期效益等评价指标^[16]。由于国外更注重生态环境的改善,因此休耕的规模相对较高。借鉴耕地保护理论的相关成果,本文认为休耕的规模可以分为理论规模和现实规模。理论规模主要考虑在不同自然资源禀赋下耕地的宜耕性程度,对宜耕性指数低如有机质含量过低、pH 值超标等受自然因素限制的耕地采取休耕政策。现实规模则需考虑当前我国将保证粮食安全作为长期战略性任务的背景,以保障国家粮食安全为前提,从而实现耕地保护与经济社会的协调发展。借鉴耕地保有量的测算方法^[17],我国休耕现实规模测算模型如下:

$$S = E - \frac{P_t \cdot D_t \cdot r_t}{n_t \cdot k_t \cdot m_t} + \Delta E' - \Delta C'$$

式中: S ——耕地休耕量(hm^2); E ——现有耕地面积(hm^2); P_t ——休耕目标年人口数(10^4 人); D_t ——休耕目标年人均粮食需求量($\text{kg}/\text{人}$); r_t ——目标年粮食自给率(%); n_t ——目标年粮食作物播种面积占农作物总播种面积的比例(无量纲); k_t ——目标年复种指数(无量纲); m_t ——目标年粮食播种面积单产(kg/hm^2); $\Delta E'$ ——休耕期新增耕地面积(hm^2); $\Delta C'$ ——休耕期耕地减少面积(hm^2)。

1.2 休耕空间布局的影响因素分析

合理的空间布局是休耕顺利实施的关键。休耕区域的选择本质上取决于区域耕地宜耕性程度的高低,对宜耕性低的耕地应采取休耕措施以恢复地力。而在粮食安全对休耕规模的约束下,休耕区域的选择不仅要考虑耕地自然质量条件,还应考虑社会、经济等因素对耕地利用时空变化的影响。通过对休耕适宜程度开展综合评价,优先对适宜程度高的区域实行休耕。

1.2.1 自然条件与休耕区域选择 不同的气候、地貌、土壤、水文、地质等条件下,耕地质量呈现空间异质性分布的状态。我国耕地利用自然限制性的时空差异较大,如西北地区的耕地资源面临荒漠化的风险;东北地区耕地资源水土匹配度差,盐渍化严重;西南地区宜耕地比例小,生态环境较差;东部沿海地区普遍存在不同程度的盐渍化问题。因此,休耕自然适宜性评价指标应当结合区域耕地具体自然质量条件和问题有针对性选取。

1.2.2 人类活动与休耕区域选择 人类耕作活动是影响耕地质量的重要因素,不同的利用方式、投入强度、利用程度直接影响耕地质量的变化^[18]。随着人地矛盾的加剧,为了在有限的耕地上获取更多的收益,人类对耕地的利用强度越来越高。尤其是在当前

农户耕地经营以获取纯收入的最大化为目标的前提下,农户更加注重耕地的即时产出率和短期的经济效益,其往往以牺牲长远效益为代价,采用非持续性的利用方式。据中国农业科学研究院土壤肥料研究所的调查显示,全国已有 17 个省氮肥平均施用量超过国际公认的上限 225 kg/hm²。而伴随着化肥施用量的增加,单位质量化肥投入所带来的边际粮食产量不断减少^[19]。因此,对于耕地利用强度高导致不可持续利用的区域应当优先开展休耕。

1.2.3 经济社会发展与休耕区域选择 人类对耕地资源的认识伴随着经济社会的进步而不断深化。从最初的仅仅注重耕地产出的经济价值到逐渐意识到耕地的伦理价值、社会保障、生态涵养、文化承载等方面功能,人类对耕地资源的要求已经从单一的经济价值逐渐转向整体的综合价值^[20]。因此,经济社会的发展有助于提升人们保护耕地的理念,从而有助于休耕的顺利开展。而休耕的实施涉及到政府对采取休耕行为的农民进行补偿以及在休耕期间对耕地投入资金、技术以及相关配套设施进行养护,是一个典型的经济行为。因此,能否有充分的经济支持,是休耕工作实施的关键,也决定了休耕最终目标能否实现。

2 虚拟实证研究

2.1 研究区概况和数据来源

通州市位于江苏省的东南部,长江三角洲的北翼,地处北纬 31°48′35″—32°15′25″,东经 120°37′50″—121°25′35″之间,东临黄海,西部平潮地区南濒长江,全境地势低平,地面高程一般为 3.2~4.3 m,2008 年全区辖 19 镇,总人口 124.89 万人,耕地总面积 76 510 hm²,全区垦殖率约为 52.9%,第一产业产值为 25.54 亿元,占 GDP 总量的 8.14%。数据来源于

通州市国土局提供的 2008 年通州市 1:1 万土地利用数据库,通州市 1:1 万 DEM 图,1:5 万通州市土壤类型图,有机质含量图,盐渍化程度图,通州市统计年鉴(2000—2008 年)。

2.2 休耕现实规模测算

根据《通州市“十二五”人口和计划生育事业发展规划》和 2008 年通州市常住人口数据,采用人口自然增长法测算至 2013 年快速发展、中速发展、低速发展 3 种情景下的人口规模:全市人口出生率稳定在 5.5‰,人口自然增长率继续保持负增长,分别定为 -2.31‰,-2.52‰,-2.72‰;低方案人口机械增长数为 6,7 和 8 万人,中方案人口机械增长数为 12,14 和 16 万人,高方案人口机械增长数为 18,21 和 24 万人来预测人口规模;借鉴卢良恕等^[21]关于不同发展阶段粮食安全目标的研究成果,2013 年(基本小康水平)粮食人均需求量采用 391 kg 估算;2000—2007 年通州市复种指数在 1.68~1.77,且伴随农田基本建设和水利事业的开展,以及国家惠农政策的实施,复种指数会有所提高,预测 2013 年复种指数为 1.79;全区粮播比基本稳定在 62%~59%,考虑到农业生产的经济效益,至目标年粮播比略有降低,预测 2013 年粮播比为 58%;通过对历年的粮食作物的产潜比分析,确定目标年粮食播面单产年均产潜比增长率为 0.000 48,至 2013 年单产为 6 380 kg/(hm²·a),根据《全国粮食生产发展规划 2006—2020 年》设置粮食自给率分别为 100%和 95%,参考《通州市土地利用总体规划(2006—2020 年)》,至 2013 年土地整理复垦开发可新增耕地面积为 4 860 hm²,建设占用等造成耕地减少面积为 3 852 hm²;由上述可影响参数计算可以得到不同情景下通州市 2013 年休耕现实规模(表 1)。

表 1 不同发展情景下通州市休耕现实规模

发展情景	目标年人口/ 10 ⁴ 人	人均粮食 需求/kg	粮播比	复种 指数	粮食单产/ (kg·hm ⁻²)	新增耕地/ hm ²	耕地减少/ hm ²	粮食自 给率/%	休耕规模/ hm ²
低速发展	126.8	391	0.58	1.79	6 350	4 860	3 852	100 95	2 668 6 410
中速发展	128.3	391	0.58	1.79	6 350	4 860	3 852	100 95	1 782 5 569
高速发展	130.2	391	0.58	1.79	6 350	4 860	3 852	100 95	661 4 503

2.3 休耕适宜性空间决策

2.3.1 休耕自然适宜性评价 休耕区域的自然适宜性分析主要考虑在自然质量条件下耕地休耕适宜性

的等级。评价指标的选取以反映耕地质量的全面性、代表性、评价因子的相对独立性、稳定性及资料的可获取性为原则。参照农用地分等规程和江苏省农用

地资源分等研究,结合通州市实际选取地形坡度、土壤质地、有机质含量、土壤耕作层厚度、pH 值、盐渍化程度 6 个评价因子,指标级别标准的划分见表 2。评

价单元的划分利用 ArcGIS 9.3 软件的空间分析功能,从数据库中提取有关评价因子图,叠加之后产生的最小多边形(封闭的图斑)即为评价单元。

表 2 休耕自然适宜性评价级别

级别	地面坡度	土壤质地	盐渍化水平	土壤有机质级别	土壤耕作层厚度	pH 值
I	0°~2°	壤质土	无盐化	≥2.5	≥100	6.5~7.5
II	2°~6°	壤质偏黏或偏沙	轻盐渍化	1.5~2.5	80—100	6~6.5;7.5~8
III	6°~15°	黏质土或沙质土	中盐渍化	1~1.2	60—80	5.5~6;8~8.5
IV	15°~25°	砾质土	重盐渍化	0.4~1.0	30—60	4~5.5;8.5~9.5
V	25°以上	石渣土	盐 土	0~0.4	<30	<4;>9.5

注:地面坡度级别的划分参考了《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1012—2000),土壤质地级别的划分参考了《中国土壤质地试行分类》;盐渍化水平、土壤有机质级别、土壤耕作层厚度、pH 值划分参考了《农用地分等规程》(TD/T1004—2003)。

根据评价的级别和标准划分,遵循经济学中“木桶效应”理论,以最小限制因子的适宜等级作为评价单元的休耕适宜性等级。适宜类共分为 5 类,从 I—V 依次表示:不适宜休耕、较不适宜休耕、中适宜休耕、较适宜休耕和适宜休耕(权重见表 3),根据评价单元的属性提取评价信息,建立空间属性数据库。

表 3 休耕区域适宜性空间评价体系

目标层	因素层 (权重)	指标层	权重
休耕区域适宜性空间评价	自然质量条件 (0.4)	适宜休耕 I	0.513
		较适宜休耕 II	0.171
		中适宜休耕 III	0.128
		较不适宜休耕 IV	0.103
		不适宜休耕 V	0.085
	耕地利用强度 (0.3)	单位面积化肥使用量	0.427
		单位面积农药使用量	0.214
		单位面积农膜使用量	0.214
		机械化动力水平	0.143
	经济保障水平 (0.3)	一般预算内财政收入/ 10^4 元	0.429
		人均 GDP/ 10^4 元	0.214
		农民人均纯收入/(元·a ⁻¹)	0.214
		第一产业所占比重	0.143

注:CI=0.028,RI=0.9,CR<0.1,判断矩阵通过一致性检验。

2.3.2 休耕适宜性空间综合评价 选择单位面积耕地机械化动力水平、单位面积耕地化肥施用量、农药施用量、农膜施用量表征耕地利用强度;选择人均 GDP、农民人均纯收入、第一产业所占比重和一般预算内财政收入表征开展休耕地区经济社会发展水平。结合休耕自然适宜性的评价结果标准,采用层次分析法,得到休耕区域适宜性空间评价指标体系及其权重(表 3)。

对于耕地利用强度和经济社会保障水平的因素层,首先对原始数据进行极差标准化处理以消除量纲

影响。由于该标准化处理值反映的是一种比较的趋势,因此参评因子指标最小值的标准化值不按零考虑,而是根据各因子层的衰减程度采用经验数据。采用加权求和法得到休耕区域适宜性综合分值,反映了区域之间开展休耕的先后次序、优先级别的趋势,建立休耕区域适宜性空间评价的属性数据库。

2.4 休耕区域空间表达

根据前文中速发展情景下休耕现实规模测算结果,结合休耕区域适宜性综合分值,利用 ArcGIS 9.3 空间查询和筛选命令,可分别测度中速发展情景下,不同粮食自给率控制指标的土地休耕区域。

在中速发展且粮食自给率 100%的情景下,通州市的休耕区域除二甲镇以外,其余各镇均有分布,主要集中在石港镇、骑岸镇和川姜镇;在粮食自给率 95%的情景下,休耕区域在各镇均有分布,主要集中于石港镇、骑岸镇、川姜镇、兴东镇和兴仁镇。石港镇和骑岸镇休耕规模较高主要是由于土壤有机质含量较低,且近年来作为通州市主要的农业生产基地,耕地一直处于高强度利用状态;而川姜镇、兴东镇和兴仁镇自然条件下耕地质量较高,但耕地的利用强度高,尤其是化肥和农药的施用量近年来增速较快,存在耕地不可持续利用的潜在威胁,因此休耕的规模也相对较高。

3 结 论

当前由于过度利用、土壤污染等问题造成我国耕地质量不断下降,直接影响国家长期的粮食生产能力和食品安全。基于上述背景,借鉴国外研究成果和较为成熟的休耕实践经验,提出开展土地休耕是我国未来耕地保护的可选模式,以缓解我国耕地长期重用轻养的压力,提高耕地质量,改善区域生态环境,促进耕地资源的可持续利用。以江苏省通州市为例开展区

域实证分析,基于目标年人口规模、粮食需求、粮食播种面积比例、复种指数、耕地增加来源和减少去向等因素确定不同发展情景下区域虚拟休耕规模为 661~6 410 hm²。中等发展情景下休耕空间集中在石港、骑岸和川姜等镇。通过对通州虚拟休耕区域分布的研究发现,耕地自然质量的相对较低和利用强度高是休耕布局的主导因素。研究对区域虚拟休耕进行了初步探索,为我国未来开展土地休耕提供有益的参考。

在休耕规模的测算中,粮食需求仅采用了 100% 和 95% 的自给率 2 种方案,对全国尺度的休耕规模测度可作参考,但在地域分析尤其涉及粮食主产和非主产区的分析中有欠稳妥,若采用实地历年的粮食自给水平更切合实际;此外,农民作为实施休耕的微观主体,其开展休耕的意愿是能否顺利实现休耕目标的重要影响因素,而政府的政策措施、补偿力度等直接影响农户的选择,如何结合农民意愿进行休耕活动的探讨是下一步需要研究的重点;同时,由于缺乏当地土壤污染等资料,受土壤污染因素影响的休耕规模及空间布局也未加论述。

[参 考 文 献]

- [1] 谭淑豪,曲福田,黄贤金. 市场经济环境下不同类型农户土地利用行为差异及土地保护政策分析[J]. 南京农业大学学报,2001,24(2):110-114.
- [2] 黄贤金. 论质量农业[J]. 农业现代化研究,2000,21(2):78-81.
- [3] 蔡运龙,傅泽强,戴尔阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控[J]. 地理学报,2002,57(2):127-134.
- [4] 赵其国,周生路,吴绍华,等. 中国耕地资源变化及其可持续利用与保护对策[J]. 土壤学报,2006,43(4):662-672.
- [5] 周明建,叶文琴. 发达国家确保粮食安全的对策及对我国的借鉴意义[J]. 农业经济问题,2005,26(6):74-78.
- [6] Steiner F. The food security act of 1985: Land use planning implications for the United States[J]. Land Use Policy, 1989,6(2):132-140.
- [7] 肖主安. 欧盟环境政策与农业政策的协调措施[J]. 世界农业,2004(5):12-17.
- [8] Swanson D A, Scott D P, Risley D L. Wildlife benefits of the conservation reserve program in Ohio[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1999,54(1):390-394.
- [9] USDA. Conservation reserve program sign-up 26 environmental benefits index[EB/OL]. www.fs.usda.gov/internet/fsa_file/crpebi03.pdf.
- [10] Landgraf D, Bohm C, Makeschin F. Dynamic of different C and N fractions in a Cambisol under five year succession fallow in Saxony (Germany) [J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2003, 166(3): 319-325.
- [11] Karlen D L, Rosek M J, Gardner J C. Conservation reserve program effects on soil quality indicators [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1999, 54(1): 439-444.
- [12] Randall G W, Huggins D R, Russelle M P. Nitrate losses through subsurface tile drainage in conservation reserve program, alfalfa, and row crop systems [J]. Journal of Environmental Quality, 1997, 26(5): 1240-1247.
- [13] Dunn C P, Stearns F, Guntenspergen G R, et al. Ecological benefits of the conservation reserve program[J]. Conservation Biology, 1993,7(1):132-139.
- [14] Lant C L. Potential of conservation reserve program to control agricultural surface-water pollution[J]. Environmental Management, 1991, 15(4): 507-518.
- [15] 揣小伟,黄贤金,钟太洋. 休耕模式下我国耕地保有量初探[J]. 山东师范大学学报,2008,23(3):99-102.
- [16] Haeze D, Deckers J, Raes D, et al. Environmental and socio-economic impacts of institutional reforms on the agricultural sector of Vietnam land suitability assessment for Robusta coffee in the Dak Gan region[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2005, 105(1): 59-76.
- [17] 钟太洋,黄贤金,马其芳,等. 区域人均基本农田需求面积测算模型及应用[J]. 自然资源学报,2006,21(5):717-726.
- [18] 孔祥斌,刘灵伟,秦静,等. 基于农户行为的耕地质量评价指标体系构建的理论与方法[J]. 地理科学进展,2007,26(4):75-85.
- [19] 张利库,彭辉,靳兴初. 不同阶段化肥施用量对我国粮食产量的影响分析:基于 1952—2006 年 30 个省份的面板数据[J]. 农业技术经济,2008(4):85-94.
- [20] 黄贤金,陈志刚,钟太洋,等. 土地经济学[M]. 北京:科学出版社,2009:47-51.
- [21] 卢良恕,孙君茂. 加强现代化农业建设满足食物与营养需求[J]. 中国食物与营养,2003(4):1-5.