

耕地粮食生产能力隐性损失测算方法研究

李遥^{1,2} 梁颖¹ 赵晶¹ 孔祥斌^{1*} 刘小刚³ 张宝芳⁴

(1. 中国农业大学 资源与环境学院,北京 100193; 2. 河北农业大学 城乡建设学院,河北 保定 071001;
3. 滦县国土资源局,河北 唐山 063700; 4. 邯郸县国土资源局,河北 邯郸 056005)

摘要 对于耕地的粮食生产能力研究国内外多集中于评价其刚性损失,而缺乏对于其隐性损失的评价方法。本研究利用经济计量分析方法及 Arc GIS 空间分析技术,以 2008 年北京市大兴区农户调研样点数据进行实例验证,分析粮食生产能力的隐性损失。结果表明:农户的耕地利用比较效益可导致耕地利用方式的变化和耕地利用强度的降低。其中耕地利用方式的变化可通过粮食播种面积的变化计算,耕地利用强度的变化可通过粮食作物的单产差异计算。同时在大兴区的实例研究中发现,测算样点潜力值呈现出区域分布规律:经济越发达的区域,耕地隐性生产能力损失越大,其粮食生产潜力也越大。

关键词 耕地利用; 粮食生产能力; 隐性损失; 农户

中图分类号 S 159

文章编号 1007-4333(2011)01-0132-08

文献标志码 A

Method to measure the elastic loss of grain productivity of arable lands

LI Yao^{1,2}, LIANG Ying¹, ZHAO Jing¹, KONG Xiang-bin^{1*}, LIU Xiao-gang³, ZHANG Bao-fang⁴

(1. College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. College of Urban and Rural Construction, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China;

3. Luanxian Land Resources Bureau, Tangshan 063700, China; 4. Handan Land Resources Bureau, Handan 056005, China)

Abstract The research on the productivity lose of the cultivated land was mostly put emphasis on land use conversion and few on the elastic loss of grain productivity. The method of the calculation was made to analyze the elastic loss of grain productivity in this paper, and methods as econometrics analysis, Arc GIS's spatial analysis and a case study of Daxing district in Beijing were employed. The result shows that comparative benefits of farm land could be the main reason to lead to the land use pattern change and land use intensity declining. Land use pattern conversion was calculated by change of grain planting area and the intensity change was calculated by grain yield difference. In the case study of Daxing district, the figures of the quantitative values of samples show that the regional distributing regularity is that the elastic loss of potential production was correlated with the economic developed degree.

Key words cultivated land use; grain production capacity; resilient loss; household

国内外关于粮食生产力损失的研究多侧重于耕地变化而导致的刚性损失的研究。国外学者曾分析过非洲耕地集约化利用造成的对粮食生产能力的影[1];国内学者分析了 1996—2004 年中国耕地生产潜力的变化,得出中国 2004 年耕地的粮食总生产潜力为 9.2 亿 t,有较大的增产潜力[2];还有学者从生态安全的角度探讨了耕地流失和粮食生产能力的问

题,并通过东北地区的水土流失研究来估算粮食生产能力的损失[3]。有研究表明东北地区的耕地数量与质量变化造成的粮食生产能力降低[4]、耕地面积变化对于粮食生产能力有影响[5]。总体来说,大部分研究集中在耕地数量变化及其土壤质量变化对粮食生产潜力刚性损失的影响的测算上,也有学者关注耕地集约利用变化的因素,但对于耕地生产能力

收稿日期: 2010-08-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40871254)

第一作者: 李遥, 学士, E-mail: bigyao627961949@163.com

通讯作者: 孔祥斌, 副教授, 博士, 主要从事土地资源可持续利用、评价与规划研究, E-mail: kxb@cau.edu.cn

测算的准确数值研究较少。

继一些学者系统阐述了土地生产力的研究进程并认为构建指标体系和 3S 技术是今后的研究方向^[6]并提出了耕地的隐性流失之后^[7-8]和,有学者提出了基于农户用地行为的耕地生产力及隐性损失研究相关研究^[9-10],并提出了粮食生产能力具有刚性损失和隐性损失之分。建设侵占耕地、耕地质量退化等因素造成的损失具有一定程度的不可逆性,相对而言可以称之为刚性损失。而由于农户土地利用的决策选择可出现以下 3 种情况:进行农业结构调整而改变耕地利用方式;耕地利用强度降低,比如复种指数降低;耕地的单产水平与区域的高产田之间的差异。这 3 种情况造成的粮食生产能力损失的恢复和实现的程度具有很大弹性,相对而言可以称之为弹性损失。因为造成的耕地粮食生产能力的损失主要是农户土地利用选择的结果,具有一定的主观性,因此也可以称之为隐性损失。

本研究在对农户土地利用行为差异对耕地粮食生产能力影响进行理论分析的基础上,提出了基于农户土地利用变化的耕地粮食生产能力隐性损失的测算方法,丰富了耕地粮食生产能力实现程度差异的测算方法体系。

1 耕地粮食生产能力隐性损失测算的总体框架设计

1.1 耕地粮食生产能力的解释

从耕地粮食生产能力来讲,耕地粮食生产潜力的实现程度主要受到了自然条件、基础设施条件和农户土地利用条件的影响。因此,将耕地粮食生产能力分为 3 个层次:耕地粮食理论、可实现粮食生产能力和实际单产。耕地粮食理论单产潜力是指在一定的自然条件和基础设施条件下可能实现的最高产量水平,未考虑区域农户对于技术水平的接受程度损失的产量水平。粮食可实现生产能力是指区域技术条件最优下可以实现的产量,这个产量是在当地自然条件下,区域基础设施现有水平下,农户掌握技术而实现的一个最高粮食单产。耕地实际粮食生产能力即是指农户在既定的气候因素、土壤质量、农业政策、等因素的限制下实际获得的产量水平^[10,15]。

1.2 农户行为引起耕地粮食生产能力隐性损失的作用机制

农户土地利用行为引起的耕地粮食生产能力隐性损失主要反映在 2 个方面,分别是耕地利用方式

变化和耕地的利用强度变化引起的耕地生产能力损失(图 1)。

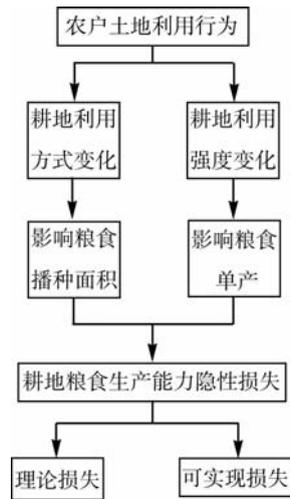


图 1 耕地隐性生产能力损失测算思路

Fig. 1 Measurement of grain production capacity of cultivated land

耕地利用方式变化是农户对粮食作物的需求程度的差别,引起粮食作物播种面积的变化,使得耕地的粮食生产能力暂时不能实现;隐性损失的测算是以粮食播种的耕地面积的减少所引起的单位面积耕地粮食理论生产能力损失和单位面积粮食可实现生产能力损失来衡量。

耕地利用强度变化对耕地粮食生产能力的影 响主要是通过单位面积粮食作物的单产水平来体现,并且与农户的耕地利用意愿、投入水平和农田管理密切相关;隐性损失值是在一定利用强度下,耕地粮食作物实际产出能力与理论生产能力、可实现生产能力的差值。

2 研究区域与数据来源

2.1 研究区域选择与数据来源

北京市大兴区经济发展速度快,建设用地与农用地矛盾日益增加,耕地保护形势严峻,农户的种植意愿受到经济影响显著,同时研究所需的农户调研数据易于获取。因此本研究选择北京市大兴区进行耕地粮食生产能力隐性损失的测算。大兴区属暖温带半湿润季风气候,春夏多雨,冬季寒冷干燥。年均气温 11.5℃。>10℃活动积温 4 161℃,无霜期 190 d。积温一年一熟有余,一年两熟略不足。地形因素(坡度和坡向)的差异性不明显,不对作物生长和土地耕作产生限制。

本项研究基础图件主要包括 2008 年大兴区土地利用现状图、大兴区行政区划图、大兴区土壤图和大兴区农用地分等定级图,图件均来自大兴区国土资源局;其他相关社会经济统计资料来自大兴区统计局;2008 年的农户调研数据来自实地调研。

2.2 调研样点与研究分区

于 2009-07 在大兴区选取典型乡镇进行农户调

查,由于样点的选择需要土壤和基础条件因素的修正,因此样点的选取在第二次土壤普查、2000 和 2006 年土壤抽样调查数据的基础上,依据土壤样点并且遵循均匀分布原则。主要调查内容包括农户耕地利用情况、农户家庭农业生产投入、产出等。样点总数为 191 个,农户调研样点空间分布如图 2 所示。

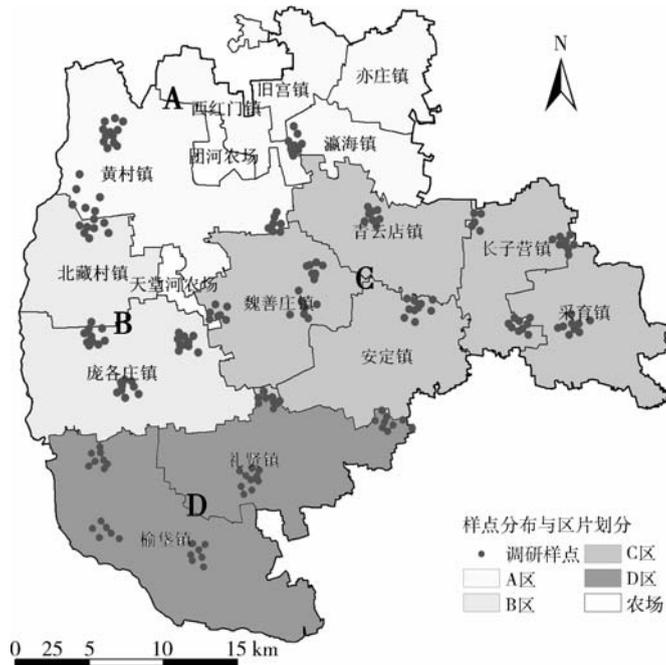


图 2 大兴区调研样点分布与区片划分结果

Fig. 2 Distribution of interviewed samples and result of area division of Daxing District

考虑到不同区域对应的耕地利用方式的驱动因素有所差异,同时为了进一步分析大兴区耕地利用对粮食生产能力造成的影响的时空规律,本研究结合调研样点的选择以及大兴区各乡镇统计数据,对研究区域进行进一步的空间划分,以不同的分区为核心进行样点数据的空间分析。利用层次聚类分析方法,选取相关评价指标:年财政总收入、农林牧渔业总产值、工业总产值、农业人口、非农业人口、耕地面积、户均耕地面积、粮食播种面积、蔬菜播种面积、农业机械总动力和粮播面积/经济作物播种面积 11 个指标。利用 SPSS 软件 Hierarchical Cluster (聚类)功能,将大兴区划为 4 个区片,划分结果见图 2:共分为 A、B、C、D 4 个区,A、B 两区靠近市区,经济相对发达,C、D 两区相对以农业生产为主。A 区

包括黄村、西红门、旧宫、瀛海和亦庄镇;B 区包括庞各庄和北臧村镇;C 区包括魏善庄、长子营、采育和安定镇;D 区包括礼贤和榆垓镇。因为团河农场和天堂河农场属于国家所有,本项研究的粮食生产能力是基于农户的测算,故未将团河农场和天堂河农场列入。

3 耕地粮食生产能力隐形损失测算方法构建

3.1 粮食生产能力损失测算体系方法

3.1.1 粮食理论生产能力测算方法

依据 FAO (联合国粮农组织) AEZ (Agro-Ecological Zoning, 农业生态区) 粮食生产能力测算理论、农用地分等以及耕地产能核算^[11-12]的技术方法,采用逐级修正方法形成的具体计算公式如下:

$$P_{\text{grain}} = P_{\text{w光温}} \cdot K_{\text{slw}} \cdot K_{\text{jcw}} + P_{\text{m光温}} \cdot K_{\text{slm}} \cdot K_{\text{jcm}} \quad (1)$$

式中: P_{grain} 为粮食的理论生产能力, kg/hm^2 ; $P_{\text{w光温}}$ 、 $P_{\text{m光温}}$ 分别为小麦、玉米的光温生产潜力, 值为21 360和29 355 kg/hm^2 (数据取自全国农用地分等规程及北京市分等技术报告); K_{slw} 、 K_{slm} 分别为小麦、玉米的土壤修正分; K_{jcw} 、 K_{jcm} 分别为小麦、玉米的基础条件修正分。 K_{slw} 、 K_{slm} 的测算公式如下:

$$K_{\text{slw}} = \sum F_{\text{isw}} \cdot W_{\text{isw}}/100$$

$$K_{\text{slm}} = \sum F_{\text{ism}} \cdot W_{\text{ism}}/100 \quad (2)$$

式中: F_{isw} 、 F_{ism} 为分等单元小麦、玉米第*i*个土壤因素的分值, 满分为100; W_{isw} 、 W_{ism} 分别为分等单元小麦、玉米第*i*个土壤因素的权重, 最大为1; K_{jcw} 、 K_{jcm} 的测算方式与过程同 K_{slw} 、 K_{slm} 。

3.1.2 粮食理论生产能力修正因素的分值确定

结合专家知识和研究区域的具体情况, 并参考相关的研究成果^[14-15], 初步确定的土壤修正因素(即 K_{slw} 、 K_{slm} 的确定)包括8个方面: 表土质地、土地构型、土壤有机质含量、全氮、速效磷、速效钾、pH和土壤盐渍化等; 基础条件因素(即 K_{jcw} 、 K_{jcm} 的确定)包括2个方面: 排水状况和灌溉保证率。

3.1.3 粮食可实现生产能力测算方法

粮食可实现生产能力是基于粮食理论生产能力, 进行土地利用条件修正得到的。土地可实现的生产能力受到当期农业生产技术、投入强度等因素影响。具体测算公式如下:

$$AV_{\text{grain}} = P_{\text{mwh}} \cdot K_{\text{c1}} + P_{\text{mma}} \cdot K_{\text{c2}} \quad (3)$$

式中: AV_{grain} 指粮食的可实现生产能力, kg/hm^2 ; P_{mwh} 、 P_{mma} 分别指小麦、玉米的理论生产能力, kg/hm^2 ; K_{c1} 、 K_{c2} 分别指种植小麦和玉米的耕地利用修正系数。

耕地利用修正系数计算公式:

$$K_{\text{c}} = \frac{P_{\text{实际}}}{P_{\text{最高}}} \quad (4)$$

式中: $P_{\text{实际}}$ 为各乡镇小麦或玉米的实际单产, kg/hm^2 ; $P_{\text{最高}}$ 为相应作物在2008试验田水平能够达到的最高单产, kg/hm^2 。

3.1.4 粮食实际单产能力测算方法

依据研究目标, 进行农户粮食产量、土地利用行为等实地调研, 收集2008年大兴区农户第一手数据

资料进行农户单产数据汇总。

3.2 耕地隐性生产能力的损失测算方法

3.2.1 耕地利用方式对粮食生产能力损失的测算方法

衡量耕地利用方式改变对粮食生产能力的影 响, 主要是通过测算不同时空粮食播种的耕地面积减少而造成的粮食生产能力的隐性损失^[13-14]。样点农户家庭单位面积耕地粮食生产能力损失 L_{fs} 测算思路: 样点损失的粮食播种面积(家庭耕地总面积乘以复种指数, 减去目前粮食总播种面积之差), 乘以样点地块理论粮食单产能力, 得到农户总损失粮食理论生产能力, 除以家庭耕地总面积, 得到样点单位面积耕地粮食理论生产能力损失值。单位面积耕地粮食可实现生产能力损失的测算思路类同。计算公式如下:

$$L_{\text{fsm}} = \frac{(P_{\text{mwh}} + P_{\text{mma}}) \cdot (S_{\text{land}} \cdot r - S_{\text{wh}} - S_{\text{ma}})/r}{S_{\text{land}}} \quad (5)$$

$$L_{\text{fisa}} = \frac{(AV_{\text{wh}} + AV_{\text{ma}}) \cdot (S_{\text{land}} \cdot r - S_{\text{wh}} - S_{\text{ma}})/r}{S_{\text{land}}} \quad (6)$$

式中: L_{fsm} 、 L_{fisa} 分别为样点单位面积粮食理论生产能力损失、可实现生产能力损失, kg/hm^2 ; P_{mwh} 、 P_{mma} 分别为乡镇农户平均小麦、玉米理论单产, kg/hm^2 ; AV_{wh} 、 AV_{ma} 为乡镇农户平均小麦、玉米可实现单产, kg/hm^2 ; S_{wh} 、 S_{ma} 分别为小麦播种面积与玉米播种面积, S_{land} 为调研农户拥有的耕地面积总和, hm^2 ; r 为与所在区域标准耕作制度相对应的最大复种指数, 大兴区的标准耕作制度是一年两熟, r 取2。

3.2.2 耕地利用强度对粮食生产能力损失的测算方法

耕地利用强度的变化对粮食生产能力的影 响主要是通过其单位面积粮食作物生产能力实现程度来体现的。耕地利用强度变化造成的粮食生产能力的损失即在一定利用强度下, 耕地粮食作物实际产出能力与可实现生产能力、理论生产能力的差值^[13-14]。粮食生产能力损失测算公式:

$$L_{\text{qdm}} = (P_{\text{mwh}} - P_{\text{wh}}) + (P_{\text{mma}} - P_{\text{ma}})$$

$$L_{\text{qdm}} = (AV_{\text{wh}} - P_{\text{wh}}) + (AV_{\text{ma}} - P_{\text{ma}}) \quad (7)$$

式中:前提假设复种指数为2, L_{qdm} 、 L_{qda} 分别为样点单位面积粮食理论生产能力损失、可实现生产能力

损失, kg/hm²; P_{mwh} 、 P_{mma} 分别为小麦、玉米理论单产能力, kg/hm²; AV_{wh} 、 AV_{ma} 为小麦、玉米可实现单产能力, kg/hm²; P_{wh} 、 P_{ma} 为小麦、玉米实际单产能力, kg/hm²。

4 研究结果

4.1 区域理论单产和可实现单产

4.1.1 理论单产修正系数测算结果

1) 土壤修正因素表中表土质地和土体构型的分级和分值确定采用大兴区农用地分等技术报告标准(表1,表2)。

表1 大兴区表土质地和土体构型的分级和赋分
Table 1 Classification and scoring of topsoil texture and soil body configuration in Daxing

分值	小麦		玉米	
	表土质地	剖面构型	表土质地	剖面构型
100	重壤质	1级	中壤质	1级
90	黏质	2级	重壤质	2级
80	中壤质	3级	黏质	3级
70	轻壤质	4级	轻壤质	4级
60	砂壤质	5级	砂壤质	5级
50	砂质	6级	砂质	6级
40	—	7级	砾质	7级
30	砾质	—	—	—

表2 剖面构型指标分级

Table 2 Classification of soil body configuration

1级	2级	3级	4级	5级	6级	7级
黏身轻壤	夹砂重壤	夹砂轻壤	均质砂壤	夹壤砂土	夹黏砂土	均质砂土
黏底轻壤	砂身重壤	夹黏轻壤	夹壤砂壤	壤身砂土	黏身砂土	均质砾土
均质中壤	砂底重壤	砂身轻壤	夹黏砂壤	壤底砂土	黏底砂土	
夹黏中壤	夹砂黏土	砂底轻壤	壤身砂壤			
黏身中壤	夹壤黏土	夹砂中壤	黏身砂壤			
黏底中壤	砂身黏土	砂身中壤	壤底砂壤			
均质重壤	壤身黏土	砂底中壤	黏底砂壤			
夹壤重壤	砂底黏土		均质黏土			
壤身重壤	壤底黏土					
壤底重壤						
均质轻壤						

2) 灌溉保证率分级与分值的确定。本项研究中,灌溉保证率以地块的土地利用类型为依据进行赋分。菜地、水浇地、旱地和荒草地的分值分别为100、70、40和40。

3) 排水条件分级与分值的确定。排水状况是以大兴农用地分等的评价结果,与土壤样点图与农

用地分等结果图进行叠加,得到各样点所在地块的排水状况。

4) 土壤有机质、土壤养分分级标准、土壤pH值与土壤盐渍化的分值确定参考其他学者的相关研究成果^[14-15](表3,表4)。

表3 大兴土壤养分的分级结果

Table 3 Classification and scoring of soil organic matter and soil nutrition in Daxing

级别	分值	w(有机质)/(g/kg)	w(全氮)/(g/kg)	w(速效磷)/(mg/kg)	w(速效钾)/(mg/kg)
1	100	>18.10	>1.20	>60.5	>136.5
2	80	13.30~18.10	0.92~1.20	31.6~60.5	87.7~136.5
3	60	11.00~13.30	0.73~0.92	15.4~31.6	66.7~87.7
4	40	9.14~11.00	0.60~0.73	7.6~15.4	51.0~66.7
5	20	<9.14	<0.60	<7.3	<51.0

注:样点的速效磷含量超过150,赋分为50。

表 4 土壤 pH 和土壤盐渍化的分级赋分标准

Table 4 Classification and scoring of soil pH and soil salinization in Daxing

级别	分值	pH	土壤盐渍化
1	100	6.0~7.9	无盐渍化
2	90		轻度盐渍化
3	80	5.0~6.0,7.9~9.0	
4	70		中度盐化
5	60	4.5~5.0	
6	40		重度盐化
7	30	<4.5,9.0~9.5	
8	10	>9.5	

5) 权重的确定。为了提高评价结果的客观性和精确性,运用灰色关联度进行土地评价因子的选择,权重的确定。灰色关联度是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断因子间的联系是否紧密。测算思路:以大兴调研样点的土壤养分数据和样点的小麦和玉米单产数据为基础,测算评价因素与小麦和玉米单产能力的灰色关联度。根据评价因素与相对关联度为测算评价因素的权重,最后确定大兴区小麦、玉米修正因素权重值(表 5)。

4.1.2 可实现单产修正系数测算结果

耕地利用修正系数测算(K_c)结果如表 6、7。

表 5 大兴区小麦和玉米依土壤特性修正因素权重表

Table 5 Weight of each soil quality indicator in Daxing

作物	表土质地	土体构型	土壤有机质含量	全氮	速效磷	速效钾	pH	土壤盐渍化	排水状况	灌溉保证率
小麦	0.09	0.09	0.06	0.13	0.08	0.12	0.06	0.10	0.09	0.18
玉米	0.11	0.11	0.07	0.09	0.06	0.11	0.06	0.11	0.11	0.17

表 6 大兴区各乡镇耕地利用修正系数测算结果

Table 6 Calculation results of land use modified coefficient in Daxing

作物	黄村	瀛海	北臧村	庞各庄	安定	采育	长子营	青云店	魏善庄	礼贤	榆堡
小麦	0.16	0	0	0.27	0.44	0.20	0.27	0.57	0.52	0.48	0.36
玉米	0.47	0	0.08	0.53	0.59	0.70	0.48	0.71	0.62	0.69	0.54

表 7 大兴区样点测算结果

Table 7 Calculation results of Daxing

样点均值	A 区	B 区	C 区	D 区	全区	平均
利用方式导致的隐性损失	理论	1 627	1 555	1 090	1 042	1 328
	可实现	1 196	1 202	818	792	1 001
利用强度导致的隐性损失	理论	1 853	1 715	1 694	1 644	1 726
	可实现	1 300	1 237	1 139	1 076	1 188
理论损失		3 479	3 270	2 785	2 686	3 055
实现损失		2 496	2 439	1 957	1 868	2 189

4.2 测算结果

4.2.1 研究区域样点测算结果

从表 7 的样点均值可以看出,整个大兴区的粮食隐性损失量相当可观,仅样点平均的可实现损失量就达到了 2 189 kg/hm²,理论损失量更是达到了 3 055 kg/hm²。这一结果反映了本项研究测算粮食生产能力的重要性,在耕地面积不断降低的情况下,由于粮播面积和农户投入强度的降低同样对粮食产量产生巨大的影响,2 种原因造成的损失在全区的

平均数值达到了 1 000 kg/hm² 以上,A、B 两个经济较发达的区域粮食的隐性损失明显大于以农业生产为主的 C、D 区域。

4.2.2 研究区域利用方式造成的隐形生产能力损失结果

从利用方式来看,结合表 7 和图 3 分析如下。A 区和 B 区的样点单位面积粮食理论和可实现生产能力损失大于 C 区和 D 区。A、B 两区类似,经济发展状况较好,2008 年耕地利用方式造成的粮食生

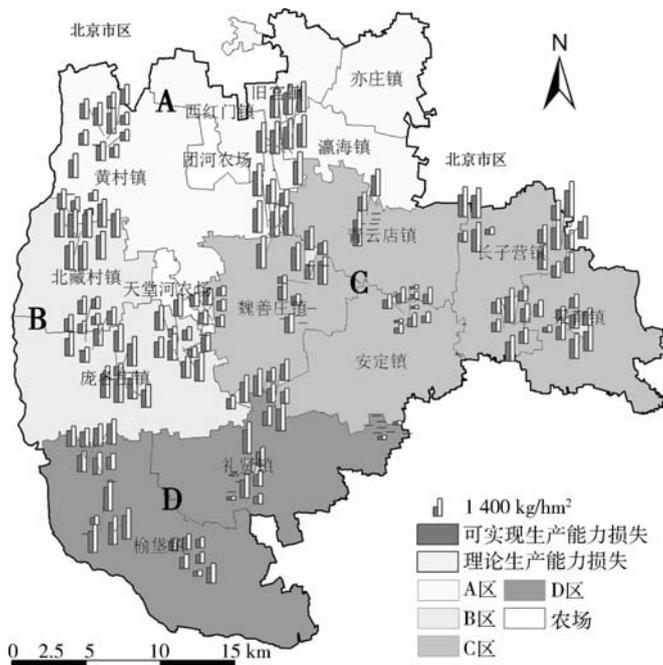


图3 利用方式变化造成的粮食产量损失

Fig. 3 Grain production ability loss caused by the land use pattern change

产能力损失比重较大。其样点均值损失高于C、D两区 500 kg/hm^2 左右,且A区60%和B区45%以上的样点农户地块由于利用方式的改变造成的粮食理论损失量和可实现损失量多于 1400 kg/hm^2 。C、D两区经济条件有一定的限制,相对来说农户在耕作过程中粮食生产投入较多。但C区中紧邻城区的青云店、长子营损失较大,理论与可实现损失量最大的3个地块达到 2634 和 1950 kg/hm^2 ,其中有多于半数的样点农户地块在损失量在 1000 kg/hm^2 以上。C区的其余3个乡镇和D区整体上有近90%的地块损失量低于平均数。

4.2.3 研究区域耕地利用强度造成的隐形生产能力损失结果

从利用强度来看,粮食生产能力损失从大到小为A区>B区>C区>D区。但A、B2个区域与C、D两区相对于利用方式造成的损失量差异小,只有 100 kg/hm^2 左右的差异。同时A区与B区有多于一半的农户由于利用强度降低造成的粮食理论损失量和可实现损失量在 1400 kg/hm^2 以上。C区和D区半数以上的样点农户地块理论与可实现损失在 1400 kg/hm^2 以下。C、D区限制粮食生产能力的主要因素还是耕地利用强度(表7和图4)。

5 结论与讨论

本研究从农户角度研究微观层面的土地利用

变化,构建了以耕地利用方式变化和利用强度变化来测算粮食理论产量和可实现产量损失的体系,并以紧邻北京城区的北京市大兴区为例,完成其样点地块的耕地生产能力隐性损失计算。为此,基于农户土地利用行为的粮食生产潜力隐性损失计算方法得以检验。

我国经济快速发展导致城市快速扩张,受非农用地的挤占导致耕地数量不断减少^[16-17],粮食安全问题严峻。虽然现阶段粮食单产水平较高,但随着耕地数量减少、耕地利用方式转变、耕地利用强度变化,粮食播种面积逐年下降。从粮食安全角度考虑,耕地的利用差异是影响区域粮食生产的重要原因。相对于耕地数量变化造成的粮食生产能力刚性损失,隐形损失可以通过调整耕地利用方式及提高耕地利用强度来提高耕地的粮食生产潜力来弥补。因此,测算耕地利用变化对粮食生产能力的影响程度,对于从宏观上判断区域粮食生产形势,进而通过改进耕地利用及保护区域耕地等方式以保障区域粮食安全具有重要意义。

本项研究提出了基于农户土地利用行为具体测算耕地隐形生产能力损失的计算方法,包括刻画利用方式变化的和集约利用强度生产能力损失测算方法。通过实际验证发现测算方法具有良好的测算效果,对于耕地生产能力的损失及其原因也更加清楚。

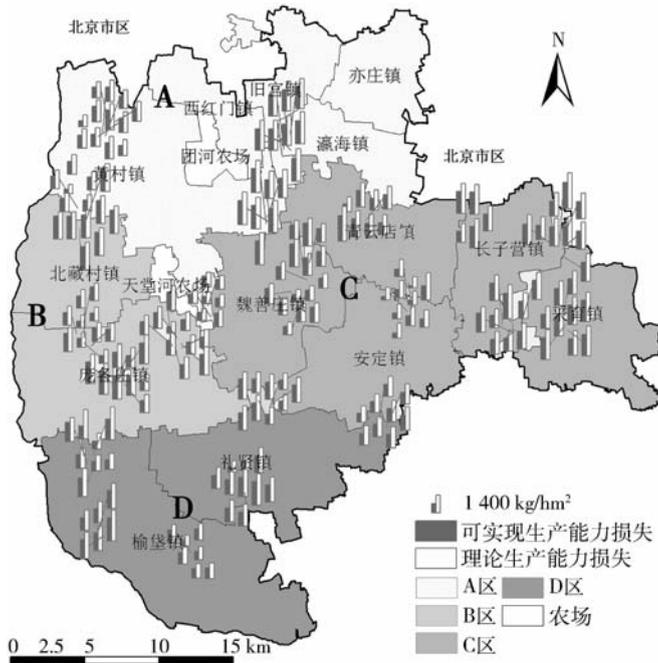


图 4 利用强度变化造成的粮食产量损失

Fig. 4 Grain production ability loss caused by the land use intensity change

如大兴区耕地粮食生产潜力隐性损失的测算结果表明：大兴区由于农户自身土地利用决策起重要作用的粮食产量隐性损失数量可观。其粮食生产能力在耕地资源紧缺的情况下仍然是有潜可挖的。在大兴区的 A、B 地区，即紧邻城区经济发达的东北部及西部，其在耕地利用方式和耕地利用强度的影响都大于 C、D 2 个区域，同时其耕地利用方式造成的粮食生产能力损失比重较大。而 C、D 2 个区域在单位面积耕地上，其隐性损失小于经济发达的 A、B 区域，且由于利用方式导致的粮食理论单产损失要小于耕地利用强度导致的理论单产损失。

本项研究仍然存在以下不足和在进一步研究中需要完善的地方：光温生产潜力、气候生产潜力是依据已有的研究结果，更为精确的研究应该建立在地块尺度上进行测算等。

参 考 文 献

[1] Drechsel P, Gyiele L, Kunze D, et al. Population density, soil nutrient depletion, and economic growth in sub-Saharan Africa [J]. *Ecological Economics*, 2001, 38(2) : 251-258

[2] 张凤荣, 张晋科, 张迪, 等. 1996—2004 年中国耕地的粮食生产能力变化研究[J]. *中国土地科学*, 2006, 20(2): 10-11

[3] 刘兴土, 阎百兴. 东北黑土区水土流失与粮食安全[J]. *中国水土保持*, 2009(1): 17-19

[4] 石淑芹, 陈佑启, 姚艳敏, 等. 东北地区耕地变化对粮食生产能

力的影响评价[J]. *地理学报*, 2008, 63(6) : 574-686

[5] 王玉珏. 耕地面积增减变化对粮食生产能力的影响-以山西省为例[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009

[6] 张洁瑕, 陈佑启, 万利, 等. 我国土地生产力研究进展与展望[J]. *中国农业大学学报*, 2009, 14(3): 135-144

[7] 李青凤. 生态安全对防止耕地隐性流失和保证粮食安全的意义[J]. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(3): 12-15

[8] 马文杰, 冯中朝. 粮食综合生产能力与耕地流失的关系研究[J]. *农业现代化研究*, 2005, 26(5): 354-357

[9] 孔祥斌, 李翠珍, 梁颖, 等. 基于农户用地行为的耕地生产力及隐性损失研究[J]. *地理科学进展*, 2010, 29(7): 869-877

[10] 李涛, 孔祥斌, 梁颖, 等. 基于农户决策行为的耕地质量评价理论与方法构建[J]. *中国农业大学学报*, 2010, 15(3): 101-107

[11] 姜涛, 孔令聪, 王光宇, 等. 安徽省粮食生产能力研究与分析[J]. *中国农学通报*, 2009, 25(6): 285-289

[12] 姚慧敏, 孔祥斌, 等. 农用地分等中的土地利用系数计算[J]. *资源科学*, 2004, 26(4): 90-95

[13] 梁颖. 城市快速拓展区耕地利用差异及其对粮食生产能力的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2009

[14] 李翠珍. 京津冀平原区农户耕地利用及对粮食生产能力的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2009

[15] 李翠珍, 孔祥斌, 秦静, 等. 大都市区农户耕地利用及对粮食生产能力的影响[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(1): 102-107

[16] 石淑芹, 陈佑启, 姚艳敏, 等. 耕地变化对粮食生产能力的影响评价: 以吉林中西部地区为例[J]. *资源科学*, 2007, 29(5): 143-149

[17] 陈丽, 曲福田, 师学义. 耕地资源社会价值测算方法探讨: 以山西省柳林县为例[J]. *资源科学*, 2006, 28(6): 86-90

(责任编辑: 袁文业)