

基于局部空间自相关的思茅区耕地利用保护综合分区

刘 洋¹, 余建新², 向冬蕾², 杨 鸿², 李建华²

(1.云南农业大学 资环学院, 昆明 650210; 2.云南农业大学 水利学院, 昆明 650210)

摘 要:对耕地质量在空间上分布的规律研究,是进行耕地质量保护与制定合适土地政策的基础。使用 Moran 指数的局部空间自相关为研究方法,以思茅区为例,对思茅区内所有耕地图斑进行聚类分析,并依据分析结果对耕地进行利用保护分区。结果表明:(1) 思茅区内耕地质量在空间上呈现较强的聚类,耕地质量高分聚集的优质耕地主要分布在城区与六顺镇的周围,低分聚集的劣质耕地主要分布在思茅区的西北部高山峡谷地区。只有少量区域的耕地质量存在负相关或不显著相关,分散分布于思茅区内;(2) 根据耕地自然等指数与利用等指数的局部空间自相关的聚类差异,将耕地分为优先保护集约利用区、重点保护高效利用区、提质改良潜力利用区与综合改良低效利用区 4 个区域,并对分区提出相应的耕地利用保护策略。该研究结果客观反映了思茅区耕地的自然与利用状况,为研究区内优化产业布局与基本农田保护区的划定提供参考。

关键词:局部空间自相关; 耕地质量; 思茅区; 耕地分区

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2020)01-0183-06

Integrated Zoning of Cultivated Land Use Protection in Simao District Based on Local Spatial Autocorrelation

LIU Yang¹, YU Jianxin², XIANG Donglei², YANG Hong², LI Jianhua²

(1.College of Resources and Environment, Yunnan Agricultural University, Kunming 650210, China;

2.College of Water Conservancy, Yunnan Agricultural University, Kunming 650210, China)

Abstract: The study of the characteristics of spatial distribution of cultivated land quality is the basis for the protection of cultivated land quality and the formulation of appropriate land policies. In this paper, the local spatial autocorrelation of the Moran index is used as the research method. Simao was taken as an example, Cluster analysis was carried out to identify the patch of the cultivated land map of Simao. According to the analysis results, cultivated land was zoned by use and protection methods. The results show that: (1) the quality of cultivated land in Simao presents a strong cluster in space, high-quality cultivated land with high scores cluster mainly distributes in the urban area and around Liushun Town; inferior cultivated land with low scores cluster mainly distributes in the alpine valley area in the northwest of Simao; only a small number of cultivated land quality is negatively correlated or not significantly correlated, which is scattered across Simao; (2) based on clustering differences of local spatial autocorrelation of cultivated land natural index and utilization index, the cultivated land is divided into four areas: priority protection intensive use area; key protection high-efficiency utilization area; quality improvement potential utilization area and comprehensive improvement inefficient use area, and the corresponding strategies for cultivated land use and protection are proposed for the zoning. The research results can serve as the objective reflection of the natural and utilization status of the cultivated land in Simao District, and have the reference value for the research on the intra-regional optimization of industrial layout and the delimitation of protective zone of basic farmland.

Keywords: local spatial autocorrelation; cultivated land quality; Simao District; cultivated land zoning

耕地是进行农业活动的基础,耕地质量关乎农业效益、农产品质量安全、农业生态安全与土地资源的

可持续利用等^[1],但我国耕地土地污染、退化现象严重,占有补劣现象普遍,致使我国耕地面临粮食安全

收稿日期:2019-06-22

修回日期:2019-07-18

资助项目:国土资源部公益性行业科研专项经费项目“乌蒙山立体区域特征分异下的土地利用分区及综合评价”(201511003-1)

第一作者:刘洋(1996—),男,江西抚州人,在读硕士研究生,主要研究方向为土地开发整理。E-mail:838120202@qq.com

通信作者:李建华(1980—),男,湖南娄底人,博士,副教授,主要从事土地利用与整治研究。E-mail:wenniforever@126.com

保障、农产品安全等诸多现实问题^[2],对耕地的分区能依据资源的差异进行差别化利用与保护,针对耕地质量的分区保护工作迫在眉睫。目前国内对于耕地质量与耕地保护等问题的研究大多对于耕地质量评价^[3-4]、耕地安全^[5-6]与耕地数量变化^[7]等。而基于空间特性的耕地分区保护研究,多基于选定的影响耕地质量的指标。奉婷通过构建耕地质量综合评价体系,基于 GIS 平台实现各指标量化分析与耕地质量综合指数测算,分析耕地质量特征,得到北京平谷区基本农田划定时空配置方案^[8];杜昭阳以河南省望都县为例,从耕地的自然状况与利用状况中选取指标,使用加权平均的评价方法对耕地进行评价,对研究区耕地质量划分为 4 个区域^[9];张孟容对山西省 10 a 的县级耕地地力评价数据、测土配方采样点及土地利用现状进行多尺度分析,将山西省耕地分为 5 个区域^[10]。

一般而言,选定的耕地质量评定指标只能代表耕地质量的一部分,根据农用地分等规程中计算所得耕地质量指数更能代表耕地的整体情况,使用空间自相关的研究方法,能够体现不同耕地区域在空间中的相似性,对于耕地保护的分区具有更好的效果。因此,本文选取思茅区为研究对象,以研究区内每块耕地的自然等指数与利用等指数作为空间变量,采用局部空间自相关的分析方法,研究思茅区内耕地质量的空间分异规律,以此对思茅区耕地进行分区,并提出相应的保护分区建议,为区县级耕地的空间保护政策提供一定的参考与借鉴。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

思茅区位于云南省南部,澜沧江中下游,位于北纬 22°27′—23°06′,东经 100°19′—101°27′,辖区总面积 3 928 km²,其中,山区面积 3 582 km²,占总面积的 91.19%;坝区面积 346 km²,占总面积的 8.81%。海拔范围 578~2 154.8 m,境内地形分割破碎起伏较大。思茅区属低纬高原南亚热带季风气候区,境内立体气候明显,具有低纬、高温、多雨、湿润、静风的特点。年均气温 17.8℃,年均降雨量 1 524.4 mm,无霜期 318 d,冬无严寒,夏无酷暑,四季温和。地带性土壤以红棕壤为主,呈明显的垂直分布。研究区包括 7 个乡镇、50 个村民委员会,耕地面积共 268.11 km²,其中包括旱地面积 176.34 km²;水浇地面积为 3.03 km²;水田面积 88.73 km²。

1.2 数据来源与处理

本文以思茅区所有耕地图斑为研究对象,研究数据来源包括:(1) 文件资料。思茅区 2015 年耕地分等参数调查表格、地形图及相关农业统计资料。(2) 图件资料。

思茅区 2015 年度耕地等别渐变类型分布范围及监测单元分布图、县级分等单元图件及其他矢量图件等。本文基础数据预处理是根据《GB/T28407—2012 农用地质量分等规程》中农用地分等的计算方法,对耕地分等参数进行计算得到各耕地图斑的国家自然等指数与国家利用等指数。

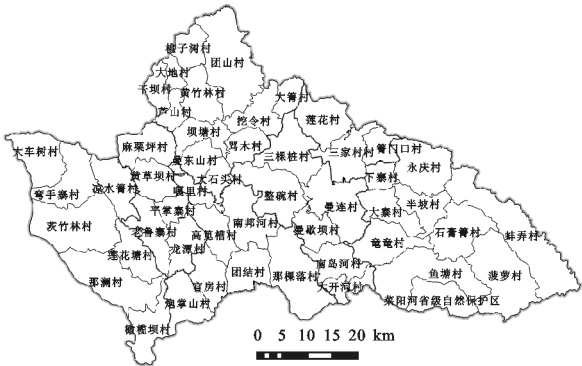


图 1 思茅区 50 个村民委员会分布

2 研究方法

2.1 局部空间自相关模型

地理学第一定律指出,地理事物或属性在空间上分布互为相关,存在聚集,随机,规则分布^[11]。空间自相关分析是为确定某一变量在空间中是否存在相关性,局部空间自相关分析能够进一步反映每个地块与其相邻地块在某一属性上的相关性^[12]。本文通过局部莫兰指数来进行空间自相关分析。

局部莫兰指数:

$$I_j = \frac{(X_i - \bar{X})}{S^2} \sum_j w_{ij} (X_j - \bar{X})$$

式中: X_i 为空间单元 i 的属性值; \bar{X} 为 X_i 的平均值; S 为方差; w 为空间权重矩阵; w_{ij} 代表单元 i 和 j 之间的影响程度。

2.2 空间权重的确定

能否构建恰当的空间权重矩阵直接关系到模型的最终估计结果与解释力^[13]。空间权重的使用一般包括邻接权重、距离权重和最近 K 点关系。邻接权重仅以空间是否相邻判定权重,对零散的耕地图斑不能判定全部单元,最近 K 点关系对随机分布的耕地等数据效果不明显,使用距离权重来拟合模型,能够保证空间权重对距离的差异进行判定。通过对研究区耕地图斑分析,本文选用距离矩阵作为空间自相关分析的基础。

2.3 耕地保护空间格局分析

由于在区域之间形成的差距是通过多种因素不断影响形成,各区域对相同环境变化的刺激反应各不相同。根据极化理论,处于不同极化层的区域趋于异质,处于同一极化层的区域趋于同质,且对周边区域

产生两种效应,一种是对周围地区产生阻碍作用与不利影响的回流效应,另一是对周围区域产生推动作用与积极影响的扩散效应^[14]。在极化效应理论下,结合国家自然等指数与国家利用等指数的局部空间自相关类型,对耕地空间格局提出保护措施。

3 结果与分析

3.1 局部空间自相关结果与分析

本文利用 GeoDa 软件对 2015 年思茅区 14 153

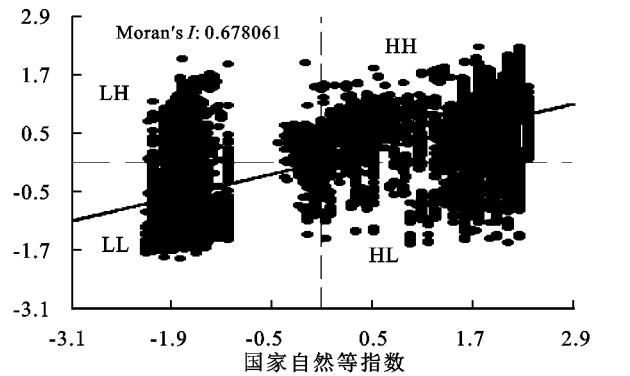


图 2 思茅区耕地质量指数 Moran 散点图

基于局部空间自相关的国家自然等指数类型:正相关类型 HH 型与 LL 型分别有 4 933 个与 4 239 个耕地图斑,分别占耕地图斑总数的 34.85%与 29.95%,占有耕地面积分别为 69.26 km²与 69.72 km²,分别占耕地面积总量的 25.82%与 25.99%;负相关类型 HL 型与 LH 型分别有 794,1 375 个耕地图斑,分别占耕地图斑总数的 5.61%与 9.72%,占有耕地面积分别为 13.42 km²与 7.66 km²,分别占耕地面积总量的 5.00%与 2.85%;不显著相关型的耕地图斑数为 2 812 个,面积为 108.16 km²,占耕地图斑总数的 19.87%,面积总量的 40.32%。

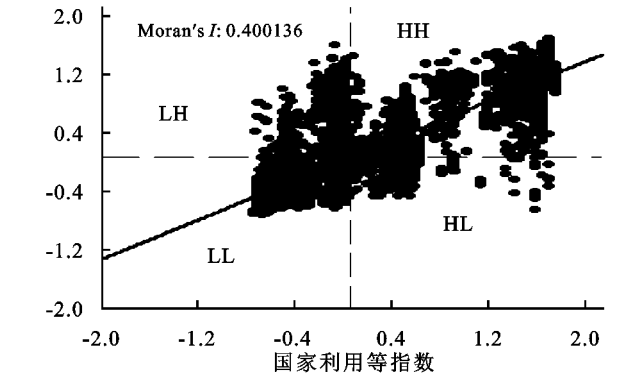
表 1 思茅区耕地质量指数局部空间自相关类型统计结果

自相关类型	自然等指数				利用等指数			
	个数/个	比例/%	耕地面积/km ²	比例/%	个数/个	比例/%	耕地面积/km ²	比例/%
高一高(H-H)型	4933	34.85	69.26	25.82	2839	20.05	40.99	15.28
高一低(H-L)型	794	5.61	13.42	5.00	584	4.12	2.67	1.00
低—低(L-L)型	4239	29.95	69.72	25.99	5696	40.22	78.00	29.08
低—高(L-H)型	1375	9.72	7.66	2.85	642	4.60	1.36	0.51
不显著型	2812	19.87	108.16	40.32	4392	31.01	145.20	54.13
总计	14153	100.00	268.22	100.00	14153	100.00	268.22	100.00

3.1.2 国家自然等指数 国家自然等指数中 HH 型主要分布在龙潭乡的麻栗坪村、龙潭村北部、平掌寨村,六顺镇的炮掌山村、官房村、高笕槽村,云仙乡的坝塘村、骂木村、大石头村;倚象镇西部的下寨村、永庆村、半坡村、大寨村、竜竜村,南屏镇中东部的整碗村、曼连村、曼歇坝村和三颗桩村北部,以及思茅镇三家村。LL 型主要分布在思茅港镇,龙潭乡的老鲁寨

个耕地图斑的国家自然等和国家利用指数等进行局部空间自相关分析。

3.1.1 Moran 散点图分析 分析结果由 Moran 散点图与 LISA 分布图表示。LISA 图中的 HH 与 LL 反应空间正相关,具有较高的空间聚集性;HL 与 LH 表明空间负相关,空间具有离散的特点。根据图 2 的 Moran 指数表明耕地的自然等指数与利用等指数都具有较强的正相关性,在空间上显示为质量相近的耕地较为聚集,因此为耕地的分区提供依据。



基于局部空间自相关的国家利用等指数类型:正相关类型 HH 型与 LL 型分别有 2 839 个与 5 696 个图斑,分别占耕地图斑总数的 20.05%与 40.22%,占有耕地面积分别为 40.99 km²与 78.00 km²,占研究区耕地总数的 15.28%与 29.08%;负相关类型的 HL 型与 LH 型分别有 584 个与 642 个图斑,分别占耕地图斑总数的 4.12%与 4.60%,占有耕地面积分别为 2.67 km²与 1.36 km²,分别占耕地面积总量的 1.00%与 0.51%;不显著相关的耕地有 4 392 块图斑,面积为 145.22 km²,占耕地图斑总数的 31.01%,面积总量的 54.13%。

村和龙潭村南部,六顺镇北部嘎里村,以及倚象镇的石膏箐村和菠萝村。负相关类型 HL 型与 LH 型在思茅区较少,HL 型主要分布在南屏镇三棵桩村,LH 型主要在倚象镇永庆村与云仙乡黄竹林村。显著性不相关地区在云仙乡的桃子树村、大地村、干坝村、芦山村以及大箐村集中分布,在倚象镇的东南部有少量分散分布。思茅区耕地质量国家自然等指数的 LI-

SA 聚集图及分布见图 3—4。

总体上看,思茅城区周围及六顺乡西部地区相对其他乡镇海拔较低,地势起伏较小,土地的可耕性强;龙潭村与麻栗坡村是龙潭乡两个海拔较低的坝子,由于耕地平坦,水资源丰富,土壤肥力较好。由于这些区域自然条件相对更好,HH 型耕地即分布于此;思茅港镇处于横断山脉的无量山南延部分,区域内海拔

较高,气温更低,导致此区域光温气候生产潜力指数偏低;六顺镇嘎里村的耕地多修建于山坡上,水肥气热条件较差,LL 型耕地集中存在于这些区域。云仙乡土地一半为喀斯特地质,喀斯特地貌导致耕地图斑破碎,且耕地集中在山体间^[15],岩石露头度,地形坡度等受随机因素太大,导致云仙乡耕地聚类类型主要为不显著。

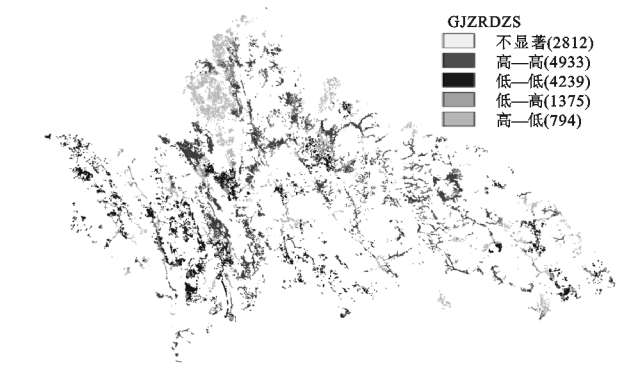


图 3 思茅区耕地质量国家自然等指数 LISA 聚类分析

3.1.3 国家利用等指数 国家利用等指数中 HH 型耕地主要分布在思茅镇三家村村;倚象镇的永庆村、下寨村、大寨村、竜竜村、半坡村;南屏镇的整碗村、曼连村、曼歇坝村、南岛河村;六顺镇的高笕槽村、官房村;思茅港镇的橄榄坝村;龙潭镇的龙潭村北部与麻栗坪村北部。LL 型耕地在思茅镇广泛分布,主要分布在思茅港镇;龙潭乡的老鲁寨村、龙潭村南部与黄草坝村;六顺镇的嘎里村、南邦河村、团结村、那棵落村;云仙乡的桃子树村、芦山村、大地村的部分地区以及部分倚象镇的东南地区。HL 与 LH 型耕地在思茅区地图上分布较少,仅在倚象镇东南部、南屏镇三棵树村、龙潭乡麻栗坪村有零星分布;不显著型耕地主要分布在云仙乡除桃子树村外区域,其他不显著型耕地以分散的形式分布在倚象镇的东南部。

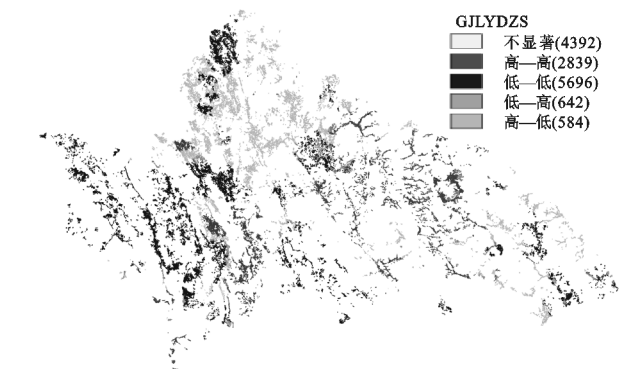


图 5 思茅区耕地质量国家利用等指数 LISA 聚类分析

3.2 基于局部空间自相关的耕地利用保护综合分区

3.2.1 耕地利用保护空间分区原则 分区的原则是根据分区的尺度、目的以及分区对象特点所决定的^[16]。因此基于局部空间自相关的耕地利用保护综合分区按

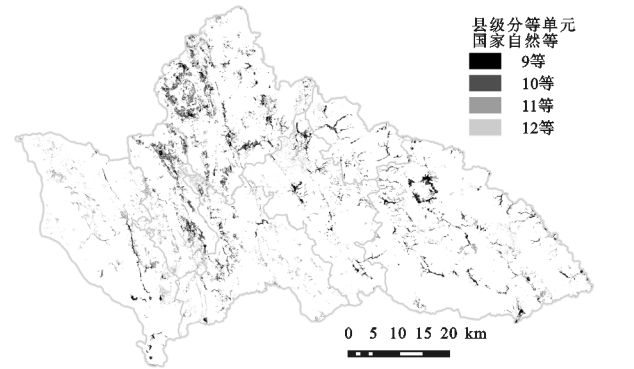


图 4 思茅区耕地质量国家自然等分布

总体上看,由于思茅城区的区位优势明显,经济发展要优于其他乡镇,且地势平坦,有利于农业发展;六顺镇西部交通便利,思澜公路横穿六顺镇,耕地面积大,集中连片度高。这些区域对灌溉及道路的使用较为便利,耕地利用效率较高,利用等指数 HH 型多分布于此。思茅港镇处于思茅区西北部,远离城区,交通不便,地形高山峡谷居多,对水资源的利用不易;六顺镇及倚象镇的东南部耕地分布分散,道路交通较差,LL 型多分布于此。云仙乡地势呈现西部高,东部低,虽有多条河流过境,水资源丰富,但由于山高谷深,河床低,山坡陡,对水资源开发利用极为困难。云仙乡西北部山势不利于道路的修建,农业机械化水平较差,因此耕地类型为 LL 型;云仙乡其余区域耕地因用水效率差异明显,在区域内形成主要类型为不显著型的分布。

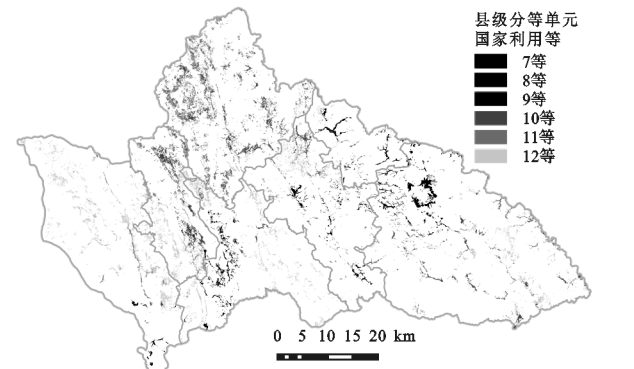


图 6 思茅区耕地质量国家利用等分布

分区目的、分区尺度、分区特点三点进行划分。

(1) 分区的目的。通过对当地自然资源与土地利用状况进行分析,得到思茅区的耕地利用保护分区,结合当地的农业资源优势,优化当地的农业生产

布局,推动当地农业的生产导向由提量转变为提质,提升当地农业的整体质量与效率。

(2) 分区的尺度。耕地图斑是耕地的基本单位,以耕地图斑的质量指数作为分区的基础单元。行政区划是国家为进行分级管理而设置的区域划分,每个行政区划有不同的资源配置、治理方式等,为方便对耕地利用保护的管理,选择行政区划作为分区尺度的最小单元。通过结合各乡镇的行政区划,分析乡镇内耕地图斑的聚类类型,得到乡镇的利用保护分区。

(3) 分区的特点。针对研究区内耕地的不同空间自相关类型,从耕地利用保护的角度出发,做到区域内差异最小,区间差异最大,对分区的划分提出相应的依据。对于 HH 型耕地的自然状况上应当给予该区域最大的保护,维持其较高的自然水平,利用方向上也应维持现有耕地利用水平;LL 型耕地自然状况较差,是经济作物、绿肥及饲料的理想种植区,需进行综合改良,利用方向上可积极改造,提高耕地的交通便利度及机械化水平;LH 型耕地在自然质量上应着重于耕地的保护,对其低分值耕地进行适当的改良,利用方向上主要提升耕地的利用效率;不显著型(F 型)耕地在区域内质量指数的分布无聚集状态,自然状况上该类型耕地灌溉差异较大,在自然与利用状况都应适当改造;HL 型耕地较少,不作为主要类型分析。

3.2.2 耕地利用保护综合分区 根据综合分区原则,将思茅区耕地划分为 4 个分区,分别是优先保护集约利用区、重点保护高效利用区、提质改良潜力利用区与综合改良低效利用区。通过对思茅区耕地进行分区,建立利用保护区域布局,优化农业生产布局(表 2)。

(1) 优先保护集约利用区。针对自然等指数与利用等指数都高分聚集的 HH—HH 型区域,包括高箐槽村、官房村、炮掌山村、整碗村、曼连村、南岛河村、永庆村、半坡村、下寨村、大寨村、竜竜村、鱼塘村、橄榄坝村、莲花村、箐门口村、三家村村、曼歇坝村。分区内耕地面积 63.11 km^2 ,包括 2.81 km^2 的水浇地, 21.51 km^2 的旱地, 38.79 km^2 的水田,其中思茅区近半数的水田与水浇地分布于此。这些地方既有优秀的自然条件,又有良好的区位优势,耕作便利度高,水利设施齐全,应重点保护。但由于这些区域区位优势明显,经济发展也强于其他区域,致使该区域耕地虽处于 HH—HH 型耕地范围,但耕地更易受人为因素影响,不规范的建设用地挤占耕地空间,致使耕地呈现斑块化、破碎化,耕地的自然状况发生退化,导致即使有良好的区位优势,却没有质量良好的耕地为基础来实现农业的发展。建议这些地区继续保持甚至增加现有的投入,完善耕地的监管保护机制,发挥该

区域的区位优势,加强土地整治工程,保障耕地的利用水平,并提升对非农业用地的管理,提升农业机械与信息化水平,实现耕地的精细化管理,保护农业的发展。将该类地块作为思茅区的粮食主产区,保障当地的粮食生产安全,巩固当地的粮食生产能力,打造成粮食的供应基地。

(2) 重点保护高效利用区。对于自然等指数高分聚集或高分值围绕低分值,利用等指数聚类不相关的区域,如坝塘村、骂木村、大石头村、挖令村、团山村、黄竹林村、平掌寨村、麻栗坪村;自然等指数高分聚集但利用等指数低分聚集的黄草坝村。该分区耕地面积共 61.7 km^2 。包括少量的水浇地, 47.92 km^2 的旱地; 13.78 km^2 的水田,虽然自然条件也相对优越,但相对于优先集约利用区耕地灌溉率较低。且由于缺乏区位优势,耕地相对分散,道路对于耕地不能起到足够的连通效果,农用机械的使用程度较低,因此对于土地的利用差于 HH—HH 型耕地。建议加强此类区域对优质耕地的保护,并重点进行基本农田整治工程的建设,提升农业生产活动的便利,并提高对土地的利用效率,使之能转化为 HH—HH 型耕地。耕地利用方式与集约利用区相同,但在耕地的保护上应着重于耕地质量的提升,预防耕地在人为因素影响下向

(3) 提质改良潜力利用区。对于耕地自然等指数聚类为高分值耕地围绕在低分值耕地周围或不相关类型,利用等指数低分聚集的桃子树村、芦山村;自然等指数与利用等指数聚类皆为不相关类型的大地村、干坝村、曼东山村、大箐村、石膏箐村。该分区内耕地共 42.34 km^2 。其中包括少量水浇地, 34.73 km^2 的旱地以及 7.59 km^2 的水田,虽然水田的在耕地总量中占比较大,但由于区域中自然等高分值耕地与低分值耕地交互存在,该区域耕地的自然质量有概率在极化效应的影响下降低,并且该区域土地利用指数分值一般较低。建议针对该类耕地指定严格政策方针,以政策为导向,既对自然条件较差耕地进行改良或对农业基础设施薄弱地块进行补充建设,又对高分值耕地进行监测控制,找出当地可能造成高分值耕地退化的原因,以此预防区域内优质耕地在自然因素影响下衰退。在耕地的利用方面,需尽快调整产业结构,限制需要大量自然资源的土地生产项目,有序调整非优势农产品的生产,优化特色农产品产业,提升耕地的经济产出。

(4) 综合改良低效利用区。对于自然等指数低分聚集,利用等指数低分聚集的 LL—LL 型区域,包括大车树村、弯手寨村、茨竹林村、凉水箐村、莲花塘村、那澜村、老鲁寨村、三棵桩村、嘎里村、南邦河村、

菠萝村、那棵落村、龙潭村、蚌弄村、大开河村。该分区耕地面积为 100.96 km²,其中思茅区近半数的旱地分布在此区域,面积为 72.18 km²,分区内还有 28.58 km²水田及少量水浇地。区域内灌溉条件普遍较差,且区位优势不明显,农业基础设施建设不健全。对于耕地图斑较为集中的区域进行提质改造,平整田块,方便施肥管理,使土壤肥力提升至较高水平;并完

善基础设施建设,如灌排设施、田间道路等,方便进行农业生产活动;对于部分较小且分散的耕地图斑,这些区域不便进行农业生产活动,可进行增减挂钩工程,作为耕地应适当舍弃。耕地在利用上,可作为茶叶、烟叶等特色农产品的种植区域。合理利用耕地的种植空间,调整种植的生产结构,发展种植与养殖一体,农牧结合的现代农业,促进农业结构的升级。

表 2 基于局部空间自相关的思茅区耕地保护改良分区

耕地保护 分区类型	自相关 空间类型	分布 区域	分区方案	利用保护 方案
优先保护 集约利用区	HH-HH	高笕槽村、官房村、炮掌山村、整碗村、曼连村、南岛河村、永庆村、半坡村、下寨村、大寨村、竜竜村、鱼塘村、橄榄坝村、莲花村、箐门口村、三家村村、曼歇坝村	自然条件优越,且耕作便利度高	维持现有的农业生产投入,加强土地整治工程,发挥其区位优势,作为粮食主产区
重点保护高 效利用区	HH/LH-F HH-LL	坝塘村、骂木村、大石头村、挖令村、团山村、黄竹林村、平掌寨村、麻栗坪村 黄草坝村	自然条件优越,但耕地利用水平不高	维持的耕地自然质量,对分散的地块进行整合,提升土地利用效率
提质改良 潜力利用区	F/LH-LL F-F	桃子树村、芦山村 大地村、干坝村、曼东山村、大箐村、石膏箐村	耕地自然质量一般,且耕地利用水平不高	提升劣质耕地的自然条件,并重点进行土地整治工程,避免非农建设
综合改良 低效利用区	LL-LL	大车树村、弯手寨村、茨竹林村、凉水箐村、莲花塘村、那澜村、老鲁寨村、三棵桩村、嘎里村、南邦河村、菠萝村、那棵落村、龙潭村、蚌弄村、大开河村、团结村	耕地自然条件差,且耕地利用水平不高	实施综合性的耕地保护政策,该类区域是非农建设的理想区域

4 结论与讨论

(1) 总体来看,思茅区耕地质量在空间上呈现较强的聚集分布,正相关类型占耕地总量的多数并呈聚集分布,负相关类型分布较少且为分散分布。就自然等指数而言,高分聚集大多分布在地势较平,海拔较低区域,低分聚集多分布在思茅区西北部高山峡谷区;对于耕地利用等指数,高分聚集区域主要靠近城区及道路交通方便地区,低分聚集区域与自然等指数低分聚集区域重合度高。

(2) 根据局部自相关的 LISA 图分析结果,对思茅区耕地的自然等指数与利用等指数聚类进行分析,将思茅区耕地分为 4 个分区,并针对不同分区提出合适的利用保护建议,对思茅区耕地利用与农业发展提供思路与借鉴。

本文对于耕地的利用保护分区仅使用耕地自然等指数与利用等指数进行聚类分析,并未对经济等指数的影响加入分析。经济等指数是在利用等的基础上,通过成本—产量指数计算所得,但由于农作物产量易受气象变化、农业政策和科技进步等因素影响^[17],作物种植成本会随着经济形式、耕作效率等产生较大幅度的波动,因此经济等指数的分析对农户的农业生产具有较高的指导意义,但将经济等指数的分析加入对耕地保护改良的分区规划有待商榷。由于不同行政单位的政策对于耕地有绝对的影响,文中对

于耕地的分区基于村级行政单位进行,为不同行政单位对所属耕地进行的改良保护提供参考,但部分村存在多种聚类类型,因此分区结果对于村内大部分耕地适用,部分与主要聚类类型有差异的耕地图斑管理措施应根据实际情况设置不同的利用保护政策,才能对农户的农业生产提供更有效的帮助。

参考文献:

[1] 杜国明,刘彦随,于凤荣,等.耕地质量观的演变与再认识[J].农业工程学报,2016,32(14):243-249.

[2] 付国珍,摆万奇.耕地质量评价研究进展及发展趋势[J].资源科学,2015,37(2):226-236.

[3] 马瑞明,马仁会,韩冬梅,等.基于多层级指标的省域耕地质量评价体系构建[J].农业工程学报,2018,34(16):249-257.

[4] 汤思阳,雷国平,张慧,等.基于耕地质量评价的基本农田划定方法[J].水土保持研究,2013,20(1):173-176,181.

[5] 陆文勋,李峥,孙鹏举,等.基于脱钩理论的城市化水平与耕地安全水平的近程耦合关系研究[J].生态与农村环境学报,2017,33(11):968-974.

[6] 宁纪群.基于粮食安全约束的山东省耕地安全评价与预警研究[D].山东曲阜:曲阜师范大学,2017.

[7] 张天中,刘春芳,张春红,等.甘肃省耕地数量动态变化分析及对策研究[J].西北师范大学学报:自然科学版,2010,46(4):96-100.

[8] 奉婷,张凤荣,李灿,等.基于耕地质量综合评价的县域基本农田空间布局[J].农业工程学报,2014,30(1):200-210,293.

- [6] 陈洪松,邵明安.黄土区坡地土壤水分运动与转化机理研究进展[J].水科学进展,2003,14(4):513-520.
- [7] 邹焱,陈洪松,苏以荣,等.红壤积水入渗及土壤水分再分布规律室内模拟试验研究[J].水土保持学报,2005,19(3):174-177.
- [8] 王永东,张宏武,徐新文,等.风沙土水分入渗与再分布过程中湿润锋运移试验研究[J].干旱区资源与环境,2009,23(8):190-194.
- [9] 肖茜,张洪培,沈玉芳,等.生物炭对黄土区土壤水分入渗、蒸发及硝态氮淋溶的影响[J].农业工程学报,2015,31(16):128-134.
- [10] 李帅霖,王霞,王朔,等.生物炭施用方式及用量对土壤水分入渗与蒸发的影响[J].农业工程学报,2016,32(14):135-144.
- [11] Sui Y, Thompson M L, Mize C W. Redistribution of biosolids-derived total phosphorus applied to a mollisol [J]. Journal of Environmental Quality, 1999, 28(4): 1068-1074.
- [12] Casado-Vela J, Sellés S, Navarro J, et al. Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils [J]. Waste Management, 2006, 26(9):946-952.
- [13] Wu L, Cheng M, Li Z, et al. Major nutrients, heavy metals and PBDEs in soils after long-term sewage sludge application[J]. Journal of Soils and Sediments, 2012,12(4):531-541.
- [14] 赖发英,王国锋,孙永明,等.城市污泥对矿区土壤性状的影响[J].核农学报,2010,24(2):349-354.
- [15] 李东洁.污泥及赤泥农用对油菜生长、品质及土壤环境的影响[D].河北保定:河北农业大学,2013.
- [16] 王洋洋.污泥用量对土壤重金属积累及空心菜品质的影响[D].郑州:河南农业大学,2008.
- [17] Singh R P, Agrawal M. Variations in heavy metal accumulation, growth and yield of rice plants grown at different sewage sludge amendment rates[J]. Ecotoxicology & Environmental Safety, 2010,73(4):632-641.
- [18] 黄殿男,谭杰,傅金祥,等.城市污水厂污泥改良水蚀沙土对地下水风险模拟[J].生态学杂志,2017,36(10):2926-2932.
- [19] 王新,周启星.污泥堆肥土地利用对树木生长和土壤环境的影响[J].农业环境科学学报,2005,24(1):174-177.
- [20] 张启昌,孟庆繁,兰晓龙.黄土低山丘陵区湿润锋运动的试验研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(4):84-88.
- [21] 康金林,杨洁,刘窑军,等.初始含水率及容重影响下红壤水分入渗规律[J].水土保持学报,2016,30(1):122-126.
- [22] 原林虎. PHILIP 入渗模型参数预报模型研究与应用 [D].太原:太原理工大学,2013.
- [23] 王家智. Kostiakov 模型在辽西低山丘陵区土壤水分中的应用[J].水科学与工程,2015(6):35-37.
- [24] 邵明安,王全九,黄明斌.土壤物理学[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [25] 黄殿男,谭杰,傅金祥,等.城市污水处理厂污泥对沙漠化土壤的改良效果[J].水土保持学报,2017,31(1):326-330.
- [26] 吴奇凡.层状土壤水分运动特征及植物生长适宜性 [D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [27] 彭柳君.水在原状黄土中的入渗过程研究[D].北京:北京工业大学,2016.

(上接第 188 页)

- [9] 杜昭阳,辛磊,李超,等.基于质量评价的耕地建设分区研究:以河北省望都县为例[J].农业现代化研究,2013,34(6):733-737.
- [10] 张孟容,毕如田,赵建民,等.基于分区决策树的省级耕地地力评价:以山西省为例[J].土壤通报,2016,47(3):580-587.
- [11] Tobler W R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region[J]. Economic Geography, 1970,46(2):234-240.
- [12] 李武艳,朱从谋,王华,等.浙江省耕地质量多尺度空间自相关分析[J].农业工程学报,2016,32(23):239-245,315.
- [13] 王守坤.空间计量模型中权重矩阵的类型与选择[J].经济数学,2013,30(3):57-63.
- [14] 赵映慧,修春亮,姜博,等.1990 年代以来空间极化研究综述[J].经济地理,2010,30(3):383-387.
- [15] 兰安军,张百平,熊康宁,等.黔西南脆弱喀斯特生态环境空间格局分析[J].地理研究,2003,22(6):733-741,811.
- [16] 王治国,王春红.对我国水土保持区划与规划中若干问题的认识[J].中国水土保持科学,2007,5(1):105-109.
- [17] 郭梁,Andreas Wilkes,于海英,等.中国主要农作物产量波动影响因素分析[J].植物分类与资源学报,2013,35(4):513-521.