

马悦,廖丽君,张建生,等.作物生产潜力订正对耕地自然质量等别的影响——以云南省陆良县3种指定作物为例[J].江苏农业科学,2017,45(20):259-263.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.20.064

作物生产潜力订正对耕地自然质量等别的影响 ——以云南省陆良县3种指定作物为例

马悦^{1,2},廖丽君^{1,2,3},张建生^{1,2},郑宏刚^{1,2,3},李海丛^{1,2},陈镜宇^{1,2},余建新^{1,2,3}

(1. 云南农业大学国土资源科学技术工程研究中心,云南昆明 650201; 2. 云南农业大学水利学院,云南昆明 650201;

3. 国土资源部“土地利用——云南陆良野外基地”,云南昆明 650201)

摘要:作物生产潜力是评定耕地质量等别的重要因素,但是能提供生产潜力数据的气象站点有限,因此,对气象站点处的生产潜力值进行订正,以获取气象站点未覆盖区域的生产潜力值便显得尤为重要。以云南省陆良县为例,通过对云南省气象站点提供的3种指定作物生产潜力值进行克里金插值订正,获得了陆良县气象站点以外区域的3种指定作物生产潜力值,并运用对比分析法,探讨生产潜力值的订正对耕地自然质量等别的影响。结果表明,采用克里金插值方法订正的作物光温和气候生产潜力值较订正前变化较大,对耕地自然质量等别有一定的影响,耕地自然质量水平有所降低。订正后的作物生产潜力值更加精确,可以提高耕地质量等别的科学性、准确性和实用性。

关键词:作物生产潜力;克里金插值;自然质量等别;作物光温生产潜力;作物气候生产潜力

中图分类号: F301.21 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)20-0259-05

作物生产潜力的确定是评定耕地质量等别工作中的重要步骤,耕地质量等别评定的思路是以指定作物的光温(气候)生产潜力为基础,通过分析土地自然质量、土地平均利用水平、土地平均经济水平,得到耕地自然质量等别指数、土地利用系数、土地经济系数,从而综合评定耕地等别。可见,在评定耕地质量等别的过程中,作物生产潜力指数的大小直接影响耕地质量等别的高低。

作物光温生产潜力是在一定的光、温条件下,其他环境因素(水分、二氧化碳、养分等)和作物群体因素均处于最适宜状态,作物利用当地的光、温资源的潜在生产力。作物气候生产潜力是充分和合理利用当地的光、热、水气候资源,而其他条件(土壤、养分、二氧化碳等)处于最适宜状况时,单位面积土地上可能获得的最高生物学产量或农业产量。

在作物生产潜力研究方面,李世奎从不同角度研究了气候生产潜力,并对我国气候生产潜力的空间分布进行了探讨^[1];王令超等对农用地分等中作物生产潜力空间插值的方法进行了研究^[2];张耀耀等研究了气候变化对作物生产潜力的影响^[3]。在作物生产潜力对耕地质量的影响方面,邹玥等以海拔差异较大的云南省香格里拉县为例,探讨了海拔对农用地自然质量等指数的影响,将海拔因子作为一个修正系数纳入自然质量等指数计算^[4];邱维理指出,《农用地质量分等规程》中作物生产潜力指数反映的是气象站点所在地的农业

气候条件,在农用地分等单元分布区的农业气候条件与气象站点所在地有差别,其差别会显著影响到作物的生长情况^[5]。已有成果对于作物生产潜力及其对耕地质量的影响研究比较充分,但针对气象站点未覆盖区域的作物生产潜力值的获取及其准确性对耕地自然质量等影响研究仍有欠缺。

本研究针对云南省陆良县耕地分等单元分布区的农业气候条件与气象站点所在地有所差别的问题,研究气象站点未覆盖区域的作物生产潜力指数的获取及其准确性对耕地自然质量等别的影响。目前云南省内所设的气象站覆盖面不广泛,多数县仅有1个气象站点,少数县除县级气象站点外设有高山站。依据气象站点的气象数据测出的作物生产潜力值仅能代表气象站点周围耕地的生产潜力,实际工作中却应用气象站点的1套数据代替整个县域范围内所有耕地的潜力值,这使得耕地质量等别评定结果与实际耕地情况有较大偏差。本研究对云南省气象站点指定作物光温(气候)生产潜力值进行克里金插值订正,以获取气象站点以外区域的指定作物生产潜力值,并运用对比分析法探讨其对耕地自然质量等别的影响,研究结果可在新一轮农用地质量及产能的全面调查评价工作中,为获取并采用更加精确的作物生产潜力值提供参考。

1 研究区域概况

陆良县隶属于云南省曲靖市,属于云南省5个耕作制度二级区分区的滇中高原盆地区。该县居南盘江上游,四面环山,中间是开阔平坦的湖积盆地,县域内最高点为龙海山,海拔2 687 m,最低点为万家河石板潭,海拔1 640 m,属亚热带高原季风型冬干夏湿气候区,年平均气温14.7℃,年总积温5 326℃,年降水量为900~1 000 mm,年日照时数为2 442.5 h。陆良县耕作制度为一年两熟,耕地面积共7.6万

收稿日期:2017-01-15

基金项目:公益性行业(国土资源)科研专项(编号:201511003-1)。

作者简介:马悦(1990—),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,主要从事土地规划与管理研究。E-mail:470330881@qq.com。

通信作者:余建新,教授,主要从事土地利用工程、水利水电工程研究。E-mail:ynndgtzx@163.com。

hm²。气象站点位于县域中部,站点海拔为 1 845 m。《农用地质量分等规程》(GB/T 28407—2012)依据气象站点数据测出的作物生产潜力值包括陆良县的冬小麦光温(气候)生产潜力值、夏玉米光温(气候)生产潜力值和一季稻光温生产潜力值。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本研究数据来源于《农用地质量分等规程》(GB/T 28407—2012)和陆良县农用地分等数据库、报告、基础数据汇编。具体包括依据气象站点测出数据获取的云南省 129 个县的冬小麦光温(气候)生产潜力值、夏玉米光温(气候)生产潜力值和一季稻光温生产潜力值,陆良县 25 907 个耕地图斑及其质量等别矢量数据。综合利用以上资料,对陆良县耕地自然质量等别进行核查分析。

2.2 研究方法

2.2.1 克里金插值法 克里金插值是空间插值的一个类型,它是根据未知点有限领域内的若干已知样本点数据,在考虑了样本点的形状、大小、空间方位与未知样点的相互空间位置关系,以及变异函数提供的结构信息之后,对未知样点进行的一种线性无偏最优估计。其对样本点的数据要求是呈正态分布。本研究利用 ArcGIS 软件的地统计工具进行克里金插值,

得到气象站点外各地区每个耕地单元的生产潜力值。

2.2.2 插值结果试算法 克里金插值后的作物光温(气候)生产潜力值产生变化,使得农用地等别划分计算中的自然质量等指数发生了变化,最终导致农用地自然质量等别的变化。所以,对指定作物光温(气候)生产潜力值订正的最终目的是为了订正耕地自然质量等,消除因地形变化而引起的等别误差,订正后的等别能更好地反映耕地质量的高低。插值结果试算是将克里金插值后的作物光温(气候)生产潜力值代入农用地分等计算公式中,没有变化的已知条件如自然质量分、土地利用系数及土地经济系数等直接引用,变化的条件即作物生产潜力值,采用插值后的冬小麦光温(气候)生产潜力值、夏玉米光温(气候)生产潜力值和一季稻光温生产潜力值,将算出的自然质量等转换为小数等。

2.2.3 对比分析法 对比分析法是分别将订正后的作物生产潜力值和采用订正后作物生产潜力值计算出的耕地自然质量等与订正前的相关数据进行对比。订正前的作物生产潜力值和自然质量等直接沿用气象站点测出的数据和陆良县农用地分等数据库中的耕地自然质量等别,并将耕地自然质量等别转换为小数等;订正后的作物生产潜力值采用克里金插值后的结果,订正后的自然质量等采用插值结果试算后的耕地自然质量等。具体流程见图 1。

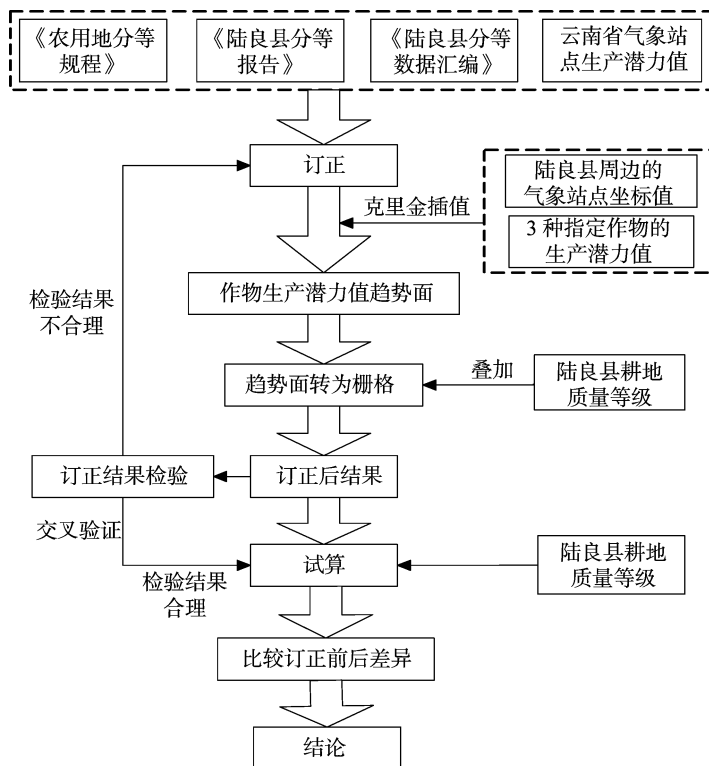


图1 陆良县作物光温气候生产潜力指数克里金插值订正流程

3 结果与分析

3.1 指定作物生产潜力指数地形订正结果及订正前后差异分析

基于克里金插值法对数据呈正态分布的要求,本研究只采用了部分云南省气象站点数据进行插值,冬小麦光温生产

潜力值采用了 117 个点;冬小麦气候生产潜力值取的是滇中高原盆地区的 39 个点;夏玉米光温生产潜力值用了 113 个点;夏玉米气候生产潜力值采用了滇中高原盆地区的 46 个点;一季稻光温生产潜力值取了滇中高原盆地区的 44 个点,选取的这些点都是包括陆良县在内的平面地理位置距其最近的云南省气象站点生产潜力值,因为基础数据是符合正态分

布的,且所求未知点的期望值是未知的,所以采用普通克里金法进行插值获取 5 组生产潜力值的趋势面。

经交叉验证,冬小麦光温(气候)生产潜力值、夏玉米光

温(气候)生产潜力值和一季稻光温生产潜力值的插值模型具体参数如表 1 所示。

表 1 作物光温(气候)生产潜力值插值模型参数

指标	生产潜力值(kg/hm ²)				
	冬小麦光温	冬小麦气候	夏玉米光温	夏玉米气候	一季稻光温
标准平均值	0.012	-0.053	0.008	-0.035	0.014
均方根	1.198	1.139	1.096	1.095	1.146
平均标准误差	199.315	86.273	334.289	221.738	151.178

由表 1 可知,上述 5 组数据插值模型的标准平均值最接近于 0,均方根最小,平均值误差最接近于均方根误差,平均标准误差最接近于 1,所以生成的趋势面是最优的。

趋势面生成后,选择导出至栅格工具,在工具对话框中,输入地统计图层为上述 5 组趋势面,输出像元大小为 200,设置工作环境的处理范围为陆良县县域范围向上下左右分别外延 2 km。然后将生成的 5 组栅格数据分别与陆良县分等数据进行裁剪操作,在工具对话框中,输入栅格为 5 组栅格数

据,输出范围为陆良县耕地质量分等数据,勾选“将输入要素用于裁剪几何”。由上述操作可得到陆良县 25 907 个分等单元相对应的小麦、玉米、水稻 3 种作物的光温(气候)生产潜力值。

订正后的生产潜力值与原生产潜力值相比更加精确细化,原生产潜力值都包括在订正后潜力值范围里或很接近此范围。这 5 个栅格图层订正前的潜力值和订正后的潜力值范围及平均值如表 2 所示。

表 2 订正前后作物生产潜力值情况

栅格图层	订正后县域内潜力值(kg/hm ²)			订正前气象站点潜力值(kg/hm ²)	订正前后潜力值差异范围(kg/hm ²)
	最大值	最小值	平均值		
冬小麦光温	18 225	14 490	16 357.5	18 390	-3 900 ~ -165
冬小麦气候	9 900	7 215	8 557.5	9 240	-2 025 ~ 660
夏玉米光温	29 115	26 340	27 727.5	28 815	-2 475 ~ 300
夏玉米气候	27 390	25 905	26 647.5	28 815	-2 910 ~ -1 425
一季稻光温	23 190	21 045	22 117.5	23 100	-2 055 ~ 90

由表 2 可知,订正前,依据陆良县气象站点测出的作物生产潜力值包括冬小麦光温生产潜力值 18 390 kg/hm²、夏玉米光温生产潜力值 28 815 kg/hm²、一季稻光温生产潜力值 23 100 kg/hm²、冬小麦气候生产潜力值 9 240 kg/hm² 和夏玉米气候生产潜力值 28 815 kg/hm²。全县所有耕地单元均采用上述值评定耕地质量等别。

订正后,陆良县域内的 25 907 个耕地单元都有各自的冬小麦光温生产潜力值、夏玉米光温生产潜力值、一季稻光温生产潜力值、冬小麦气候生产潜力值和夏玉米气候生产潜力值。

由图 2 可知,生产潜力地形订正前后的差异较大。冬小麦光温(气候)生产潜力值在陆良县西北部差异最大,其光温生产潜力值从中部地区到周边差异逐渐变大,气候生产潜力值从东到西差异变大;夏玉米光温(气候)生产潜力值在东南区域差异最大,光温生产潜力值从西北到东南差异逐渐增大,气候生产潜力从西南到东北差异变化逐渐增大;一季稻光温生产潜力值在陆良东北部差异最大,从西南到东北差异逐渐增大。

这种差异的出现是因为云南省地形复杂、高程变化频繁,所以采用普通克里金插值订正后的作物生产潜力指数相比订正前有很大变化,订正后的作物生产潜力指数更符合实际情况。总体而言,旱地地区的作物生产潜力订正前后的差异大,水田和水浇地地区订正前后的差异较小。

3.2 采用订正前后生产潜力指数计算耕地质量等别

由表 3 可知,运用订正前小麦、玉米、水稻生产潜力指数计算得到陆良县 25 907 块耕地国家级自然质量等别范围为 8.7~11.0,其中旱地 9.0~11.0,水浇地 9.0~10.7,水田 8.7~10.8。订正后小麦、玉米、水稻生产潜力指数计算得到

陆良县 25 907 块耕地国家级自然质量等别范围为 9.0~11.1,其中旱地 10.1~11.1,水浇地 10.2~10.9,水田 9.0~10.3。从订正前后结果可以看出,订正前 25 907 个评价单元的自然质量等别范围为 8.7~11.0。订正后的耕地国家级等别发生了变化,采用订正后小麦、玉米和水稻生产潜力值评定的陆良县 25 907 块耕地国家级自然质量等别范围是 9.0~11.1,变化范围在 -0.9~1.2 之间。

由表 3、表 4 可知,旱地和水浇地自然等变化范围为 -0.1~1.2;水田自然等变化范围为 -0.9~1.0。其中,旱地、水浇地和水田自然等主要呈降低趋势,等别变化都集中在 0.1~0.5 区间内;有小部分水田自然等别上升幅度较大,最大升高了 0.9 个等别;旱地和水浇地最大升高了 0.1 个等别。

由表 4 可知,25 907 块耕地等别变化的数值主要集中在 0.1~0.5 之间,少数的耕地等别变化数值在 -0.9~-0.1 和 0.6~1.2 之间。自然质量等别上升的耕地单元占陆良县全部耕地的 1.25%,其中有 6.5%的旱地、0.62%的水浇地和 92.88%的水田。自然质量等别降低的耕地分为 3 段:第 1 段为 0.1~0.5 等,这个范围内的耕地占全县耕地的 96.86%,旱地占 70.55%,水浇地占 3.77%,水田占 25.68%;第 2 段是 0.6~1.0 等,这个范围内的耕地占全县耕地的 0.48%,这部分耕地主要是水田;第 3 段是 1.1~1.2 等,这个范围内的耕地占全县耕地的 1.41%,包括 63.29%的旱地和 36.71%的水浇地。

综上所述,整个县域范围内耕地自然等变化主要趋势是降低了 0.1~0.5 个等别,少数评价单元的等别升高,水田自然等上升幅度比旱地和水浇地的大。其中,自然质量等别变

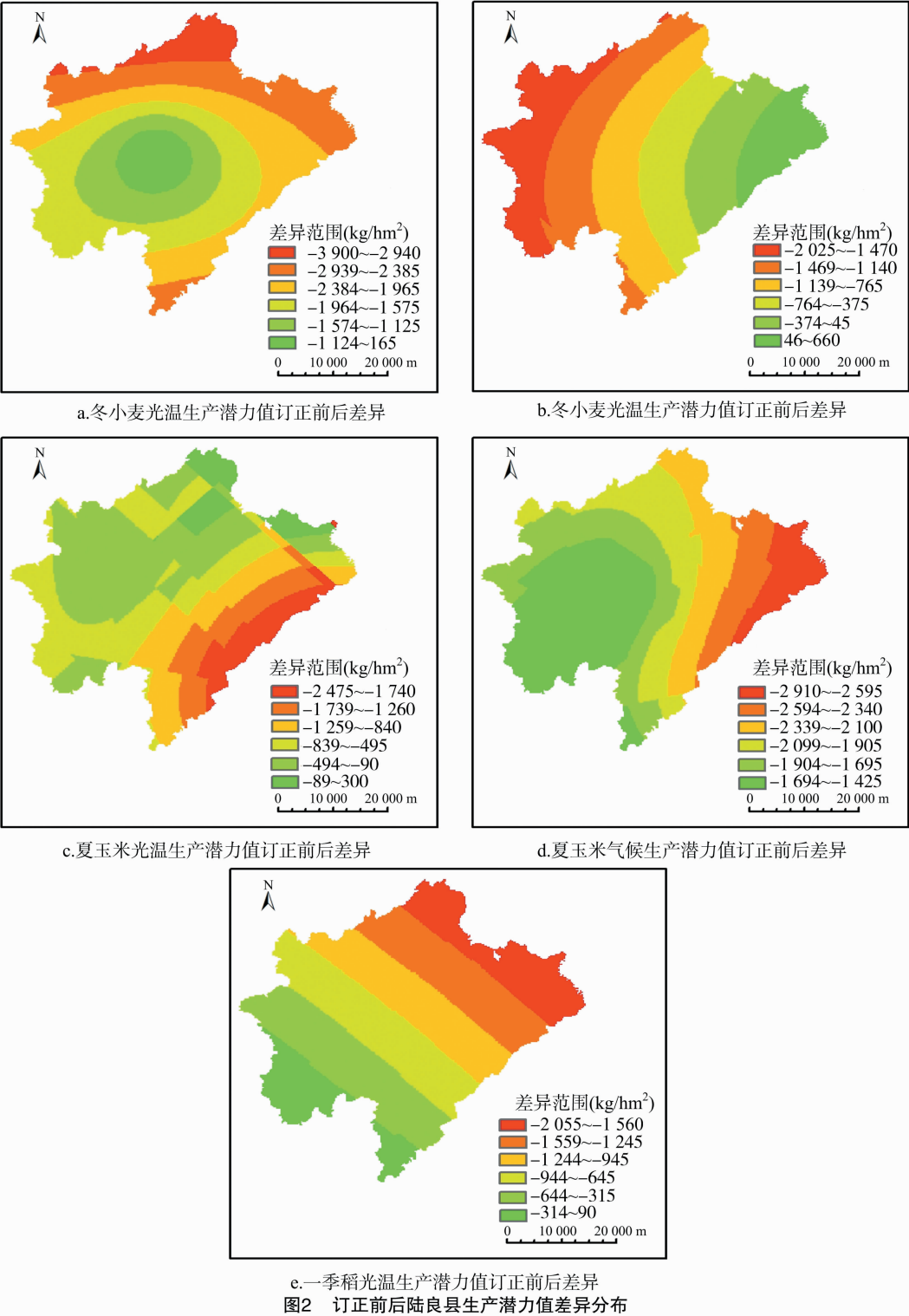


表 3 订正前后耕地自然质量等别

地类	订正前等别范围 (等)	订正后等别范围 (等)	订正前后等别差范围 (等)
耕地	8.7~11.0	9.0~11.1	-0.9~1.2
旱地	9.0~11.0	10.1~11.1	-0.1~1.2
水浇地	9.0~10.7	10.2~10.9	-0.1~1.2
水田	8.7~10.8	9.0~10.3	-0.9~1.0

化大的耕地单元主要分布在旱地;变化较小的耕地单元在旱地、水田和水浇地这 3 种地类中都有分布;变化极小和无变化的耕地单元主要分布于水田中。

4 结论与讨论

4.1 结论

作物光温(气候)生产潜力是构成耕地质量等别体系的

表 4 耕地自然质量等别变化范围与耕地数量之间关系

自然质量等别变化范围分段 (等)	范围内耕地数量 (个)	耕地数量占耕地总量比例 (%)	地类	单元数量 (个)	单元数量占耕地数量比例 (%)
-0.9 ~ -0.1	323	1.25	旱地	21	6.50
			水浇地	2	0.62
			水田	300	92.88
0	1	0	旱地	0	0
			水浇地	0	0
			水田	1	100
0.1 ~ 0.5	25 094	96.86	旱地	17 704	70.55
			水浇地	945	3.77
			水田	6 445	25.68
0.6 ~ 1.0	124	0.48	旱地	0	0
			水浇地	0	0
			水田	124	100
1.1 ~ 1.2	365	1.41	旱地	231	63.29
			水浇地	134	36.71
			水田	0	0

重要参数,在评定耕地质量等别过程中,作物生产潜力指数的大小直接影响耕地质量等别的高低。本研究以《农用地质量分等规程》(GB/T 28407—2012)中提供的云南省县级气象站点生产潜力值为基础,运用克里金插值对作物光温(气候)生产潜力值进行订正,获取气象站点以外的 25 907 个耕地单元的 3 种指定作物的生产潜力值。结果表明,订正前后差异范围冬小麦光温生产潜力值是 $-3\ 900 \sim -165\text{ kg/hm}^2$ 、冬小麦气候生产潜力值为 $-2\ 025 \sim 660\text{ kg/hm}^2$ 、夏玉米光温生产潜力值为 $-2\ 475 \sim 300\text{ kg/hm}^2$ 、夏玉米气候生产潜力值为 $-2\ 910 \sim -1\ 425\text{ kg/hm}^2$ 、一季稻光温生产潜力值为 $-2\ 055 \sim 90\text{ kg/hm}^2$,订正后的作物光温(气候)生产潜力值更接近实际。将订正后的 5 组生产潜力值应用于陆良县 25 907 块耕地中,重新评定县域内的每块耕地的自然质量等,订正后较订正前耕地自然等变化范围在 $-0.9 \sim 1.2$ 之间。整个县域范围内耕地质量主要呈降低趋势,96.86% 的耕地单元降低了 0.1 ~ 0.5 个等。等别变化主要集中于旱地。采用克里金插值方法订正的作物光温(气候)生产潜力值较订正前变化较大,对耕地自然质量等别有一定影响,耕地自然质量水平有所降低。

4.2 讨论

本研究创新点在于解决了气象站点未覆盖区域的作物生产潜力值的准确性问题,对作物光温(气候)生产潜力值进行订正并与订正前生产潜力值进行比较,采用订正后的生产潜力值重新计算耕地自然质量等别,并与订正前耕地自然质量比较,结果表明,作物生产潜力订正很有必要,且其订正后对耕地自然质量等别有一定的影响,耕地自然质量水平有所降低。此研究成果可应用于新一轮农用地质量及产能全面调查评价工作,为获取和采用更加精确的作物生产潜力值提供理论参考。

若要使耕地质量等别评定结果更准确,在实际工作中将气象站点未覆盖区域的作物生产潜力值的准确性考虑在内尤

为重要。耕地质量分等成果已被广泛应用于土地利用总体规划、基本农田保护、耕地占补平衡等。众多研究也是以耕地等级为重要依据,如耕地产能调查与评价以耕地等级为依据开展产能核算、耕地占补平衡补充耕地数量质量实行按等级折算、耕地等级是耕地价格的重要依据等。因此,评定的耕地等级结果的客观性、准确性对国土资源管理有重要影响。本研究中由于将气象站点未覆盖区域的作物生产潜力值的准确性考虑在内,可以使云南省耕地质量等别评定结果更符合实际。

虽然克里金插值法是考虑了样本点空间位置的方法,但由于云南省地形地貌复杂多样,是空间各个方向上地形地貌分异的综合。包括陆良县在内的云南省气象站点间的平面距离不大,地形地貌分异的特征不是很明显,所以,采用克里金插值法订正后的作物生产潜力值重新计算评定的耕地自然质量等别的差异不太悬殊。影响耕地自然质量水平的因素是多样的,若要获得更加准确的耕地自然质量等别,还需要在此次订正的基础上进一步考虑其他因素如海拔、地形等对作物生产潜力的影响,但是,此订正能够为其他因素的订正提供准确的基础数据。

参考文献:

- [1] 李世奎. 中国农业气候资源和农业气候区划[M]. 北京:科学出版社,1988:124-144.
- [2] 王令超,王国强,杨建波,等. 农用地分等中作物生产潜力空间插值方法研究[J]. 农业工程学报,2006,22(2):89-93.
- [3] 张耀耀,刘建刚,杨萌,等. 气候变化对作物生产潜力的影响研究进展[J]. 农学报,2015,5(1):119-123.
- [4] 邹玥,樊毅,郑宏刚,等. 海拔因子对农用地自然质量等指数影响研究[J]. 云南农业大学学报,2009,24(2):274-277.
- [5] 邱理理. 全国农用地分等作物生产潜力指数研究[M]. 北京:中国大地出版社,2014.