

云南省耕地自然质量等流域空间分布特征研究

曾维军^{1,2}, 张建生^{1,2}, 刘淑霞^{1,2}, 李成学³, 葛兴燕^{1,2}, 陈运春², 李建华^{1,2}, 余建新^{1,2}

(1. 云南农业大学 国土资源科学技术工程研究中心, 昆明 650201;

2. 云南农业大学 水利学院, 昆明 650201; 3. 云南农业大学 资源与环境学院, 昆明 650201)

摘 要:合理利用耕地资源的首要问题是明确耕地自然质量状况,掌握其数量、质量和空间分布。以云南省 129 个县农用地分等省级数据为基础,结合该省流域分布现状,分析了全省耕地自然质量等别、质量等级在空间上的分布特征。结果表明:(1) 云南省耕地自然质量等呈典型偏正态分布,以 6—11 等为主,占比高达 67.69%;伊洛瓦底江流域耕地随自然质量等别变化呈波浪式起伏分布,其他流域耕地自然质量等别均呈偏正态分布。(2) 云南省耕地自然质量等总体水平趋于中等偏低,其平均等为 9.8 等。伊洛瓦底江流域耕地平均自然质量等最高,为 12.7 等;金沙江流域最低,为 8.9 等;优等地平均自然质量等最高,为 24.1 等;低等地最低,为 6.0 等。6 大流域耕地自然质量等级平均等发展趋势与全省平均等一致。(3) 云南省耕地以中、低等地为主,所占比例高达 88.29%,其中金沙江流域分布中、低等地比例最高,红河与南盘江流域则主要分布中等地;优等地主要分布在金沙江流域,占流域耕地总面积 76.38%,但仅占全省 0.81%;高等地除在伊洛瓦底江流域占比较高外,其他 5 大流域分布占比相对均匀。

关键词:耕地;自然质量等;分布;6 大流域;云南省

中图分类号:F301.21

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)05-0267-07

Research on the Spatial Distribution Characteristics of Arable Land Natural Quality Grade of Watersheds in Yunnan Province

ZENG Weijun^{1,2}, ZHANG Jiansheng^{1,2}, LIU Shuxia^{1,2}, LI Chengxue³,

GE Xingyan^{1,2}, CHEN Yunchun², LI Jianhua^{1,2}, YU Jianxin^{1,2}

(1. *Engineering Research Center of Science and Technology of Land and Resources, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China*; 2. *College of Water Conservancy, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China*; 3. *College of Resources and Environment, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China*)

Abstract: It is of primary importance to understand the conditions of the natural quality of the cultivated land, and its quantity, quality and spatial distribution for the reasonable utilization of the arable land resources. The natural quality grades of the arable land in Yunnan Province and their spatial distribution characteristics are analyzed based on the grading data of 129 counties and the watershed distribution in the province. The results showed that: (1) the average natural quality grade of the arable land for the whole province follows the positive skewed distribution, such as 6 to 11 account for as high as 67.69%, its distribution in the Irrawaddy watershed takes a wavy shape, going ups and downs; it is in a positive skewed distribution in the other watersheds; (2) the average natural quality grade, being grade 9.8, of the arable land for the whole province is at the medium to lower level the highest average natural quality grade of 12.7 occurs in the Irrawaddy Watershed, while the lowest of 6.0 is in the Jinshajiang Watershed, the average natural quality grade of the good-quality arable land is the highest (grade 24.1), and the low-quality arable land has the lowest average grade of 6.0, the development of the average quality of the arable land for the six big watersheds has little difference from the average natural quality grade of the whole province; (3) the cultivated land in Yunnan Province is mainly in the medium, or low-quality, accounting for 88.29% of the area, and is mostly found in the Jinshajiang Watershed, which is followed by the Nujiang Watershed. The cultivated land in the Red River and Nanpanjiang Watersheds is the medium-quality. The good-quality arable land mainly distributes in the Jinshajiang

收稿日期:2016-03-17

修回日期:2016-03-31

资助项目:国土资源部公益性行业科研专项“乌蒙山区扶贫国土开发关键技术研究及示范应用”(201511003-1)

第一作者:曾维军(1979—),男,湖南邵阳人,讲师,博士,主要从事 3S 技术、土地评价、资源环境规划研究。E-mail:zengweijunde@163.com

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

Watershed, accounting for 76.38% of its total area, but only 0.81% of the whole province. Except that the Irrawaddy Watershed is higher, the high-quality land evenly distributes in the other five watersheds.

Keywords: cultivated land ; natural quality grade; distribution; six watersheds; Yunnan Province

耕地作为人类生存必不可少的生产资料,对保证粮食安全、维持社会经济可持续发展具有重要的现实意义^[1-3]。耕地受自然条件和人类经济活动的影响,其自然质量、利用水平呈现出一定的自然地理和经济地理分布规律^[4]。自然质量等客观地反映了耕地土壤、地形、排水和灌溉等田间条件,以及指定作物的光温(气候)生产潜力^[5],是评价耕地质量与产能最为重要的指标。在耕地数量减少、质量退化日益加剧的背景下,合理利用有限耕地资源的首要问题就是明确耕地自然质量现状,掌握其数量、质量空间分布。耕地自然质量等别、质量等级空间分布研究有助于国土资源管理部门了解区域耕地现状,为合理调整耕地利用方式提供支撑。

地处我国西南边陲的云南省是一个地域特征凸显的农业大省。全省地势地貌复杂,高原山地约占全省总面积的94%,坝区仅占6%,坡耕地比重大,人地矛盾突出,伴随着经济发展和城镇化进程的推进,区域耕地资源面临更大的保护压力。为贯彻落实《中华人民共和国土地管理法》,科学量化耕地质量及其分布,云南省于2004年起对全省范围内耕地进行了耕地质量评价,并在此基础上完成农用地分等工作^[6-8],其成果全面反映耕地自然质量、利用状况,为国土资源管理提供准确的耕地质量信息。

应用农用地分等成果,科研工作者在耕地质量监测^[9-10]、耕地保护^[11-12]、耕地需求预测^[13]、基本农田划分^[14-15]、动态变化^[16]、产能核算^[17-18]、数据处理^[19-20]等方面做了大量研究,取得了丰硕成果。耕地分布研究则主要集中于土壤养分^[21-22]、耕地资源^[23]空间分布特征分析,相对来说,耕地等别空间分布研究较少,且大多基于海拔^[24-25]、土地利用和标准耕作制度分区^[26]等开展,流域分布研究往往在一个流域内进行^[27],流域间分布研究有待加强。本文依据云南省农用地分等成果,结合云南省6大流域现状,对全省耕地自然质量等别的空间分布特征进行分析,以期为制定差异化的耕地利用与保护政策提供依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

云南省位于我国西南边陲,地理位置为东经97°31'39"—106°11'47",北纬21°08'32"—29°15'8",属于低纬度的内陆地区。受低纬度、高海拔地理条件的

综合影响以及季风气候制约,形成了光能丰富、四季温差小和垂直变异显著的低纬山原季风气候。全省土地面积39.4万km²,其中,耕地面积占全省土地面积的15.97%,园地占2.12%,林地面积占57.69%,草地占2.05%。依据《云南土壤》对全省土壤的分类,云南土壤分属7个土纲、18个土类。

云南省地势西北高,西南和东南低,境内地形起伏不平,山地、高原、盆地和河谷相间分布,形成了复杂多样的地貌类型,其中山地约占全省总面积的84%,丘陵约占10%,坝子约占6%。云南省耕地主要分布于盆地和山丘区,坡耕地占耕地总面积的64%,且零星分散,水土流失严重,生产能力低。

1.2 数据来源

数据来源于云南省农用地分等省级汇总数据,包括129个县(市、区)、1353个乡镇和100391个村委会,总计13868个省级评价单元,结合云南省6大流域现状数据,对自然质量等别在6大流域分布特征进行分析。根据全省农用地分等成果,耕地自然质量等别总共分为28等,在不同流域中分布差异明显。

2 数据处理及分析方法

2.1 6大流域分布

流域指由分水线所包围的河流集水区,一个大流域按照水系等级可分成数个小流域。云南省共有6大水系,其中除红河、南盘江发源于云南外,其余均为过境河流,根据6大水系集水边界,共划分为6大流域。金沙江在云南省境内长1560km,位于迪庆—丽江—大理—楚雄—昆明—曲靖一线以北区域,流域面积10.9万km²,占全省总面积的28.6%,是云南省流域面积最大的河流;以南为南部的5大流域,自西向东依次为伊洛瓦底江流域、怒江流域、澜沧江流域、红河流域和南盘江流域。伊洛瓦底江流域位于云南省西南部,在云南省境内的流域面积为1.88万km²,仅占全省面积的4.9%,却是全省水资源最为丰富的地区。怒江全长2820km,云南省境内长650km,省内流域面积3.35万km²,占全省总面积的8.7%。澜沧江全长4500km,云南省境内长1289km,流域面积8.87万km²。红河在云南省境内全长692km,流域面积7.48万km²,占全省总面积的19.5%。南盘江在云南省境内长677km,流域面积5.8万km²,占全省总面积的15.2%。

2.2 数据处理方法

本研究在需要进行计算区域内平均自然质量等别时,采用面积加权平均法,即在统计出各等别总面积前提下,进行各等别面积加权^[28-30]。

$$Y = \frac{\sum_{i=i_{\min}}^{i_{\max}} i \cdot S_i}{S_{\text{总}}} \tag{1}$$

式中:Y 为区域平均经济等; i 为耕地经济等别; i_{\min} 为等别最小值; i_{\max} 为等别最大值; S_i 为 i 等耕地面积 (hm^2); $S_{\text{总}}$ 为区域耕地总面积 (hm^2)。

2.3 空间分析方法

以全省 129 个县(市、区)的农用地分等省级汇总成果为基础数据,结合 6 大流域边界,利用 ArcGIS 软件空间分析功能,采用空间叠加分析、网络分析、邻域分析、统计分析等方法,研究耕地自然质量等别在 6 大流域尺度上的分布特征。

2.4 耕地质量等级划分

云南省范围内各评价单元自然质量等指数为 158~5 441,根据评价单元的自然质量等指数值,采用等间距法,每隔 200 个等别分间距对耕地自然质量等进行初步划分。经计算,全省耕地自然质量等别范围为 1—28 等。为了分析不同等级耕地在 6 大流域分布状况,根据全省耕地自然质量等别分布特征,按照一定的综合分值间隔,均匀的划分耕地自然质量等。即采用等间距法,按照 1—7 等、8—14 等、15—21 等、22—28 等将全省耕地划分为低等、中等、高等和优等 4 个档次。

3 结果与分析

3.1 耕地自然质量等数量分布特征

根据云南省农用地分等结果,耕地共 13 868 个省级评价单元,总面积 6 119 551.28 hm^2 。耕地自然质量等分为 28 个等别,等别范围为 1—28 等,其中 1 等地自然质量水平最低,28 等地自然质量水平最高,面积加权平均等为 9.8 等。从图 1 可看出,云南省耕地自然质量等呈典型的偏正态分布,自然质量等别趋于中等偏低。自然质量等别耕地面积主要集中于 6—11 等,占全部耕地面积 67.69%;其中 8 等耕地面积最大,为 839 618.98 hm^2 ,所占比例为 13.72%,9 等耕地面积略次于 8 等,所占比例为 13.71%;其他自然质量等耕地面积所占比例从大到小依次为:10 等(11.21%)>6 等(10.04%)>11 等(9.81%)>7 等(9.19%)。自然质量等 1—3 等、19—28 等所占比例极小,都不足 1%;1—3 等耕地面积占 0.36%,19—28 等占 2.20%,28 等仅占 0.000 1%。此外,其他等别耕地

面积所占比例为 1.00%~5.52%。

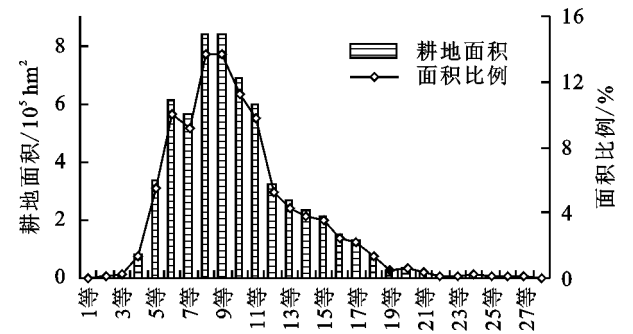


图 1 云南省耕地自然质量等别构成

从低等、中等、高等和优等 4 个档次耕地等级来看,云南省低等地有 1 619 249.74 hm^2 ,占全省耕地总面积的 24.46%;中等地 3 783 854.81 hm^2 ,占 61.83%;高等地 666 759.19 hm^2 ,占 10.90%;优等地 49 687.54 hm^2 ,仅占 0.81%。

3.2 6 大流域耕地分布特征

将云南省农用地分等结果与 6 大流域相叠加,分别统计不同流域耕地面积分布。由图 2 可知,金沙江流域评价单元数量为 3 616 个,面积 1 647 190.41 hm^2 ,占评价单元总数和耕地总面积的比例分别为 26.07%和 26.93%;伊洛瓦底江流域评价单元数量为 830 个,面积 272 339.92 hm^2 ,占评价单元总数和耕地总面积的比例分别为 5.99%和 4.45%;怒江流域评价单元数量为 1 309 个,面积 612 147.13 hm^2 ,占评价单元总数和耕地总面积的比例分别为 9.44%和 10.00%;澜沧江流域评价单元数量为 3 092 个,面积 1 077 705.68 hm^2 ,占评价单元总数和耕地总面积的比例分别为 22.30%和 17.61%;红河流域评价单元数量为 2 760 个,面积 1 112 798.69 hm^2 ,占评价单元总数和耕地总面积的比例分别为 19.90%和 18.18%;南盘江流域评价单元数量为 2 261 个,面积 1 397 369.45 hm^2 ,占评价单元总数和耕地总面积的比例分别为 16.30%和 22.83%。由此可知,金沙江流域耕地的总面积最大,伊洛瓦底江流域耕地总面积最小。

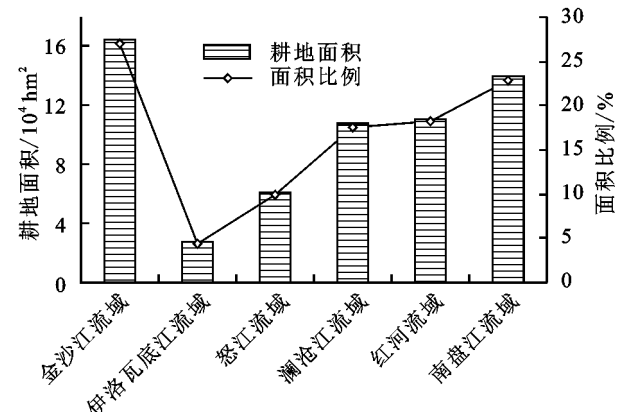


图 2 云南省 6 大流域耕地面积分布比例

从图2可知,耕地面积在不同流域中分布差异较大,为进一步研究耕地自然质量等别在不同流域的分

布特征,将不同自然质量等别、耕地质量等级耕地在不同流域分布面积及比例分别统计(图3—4)。

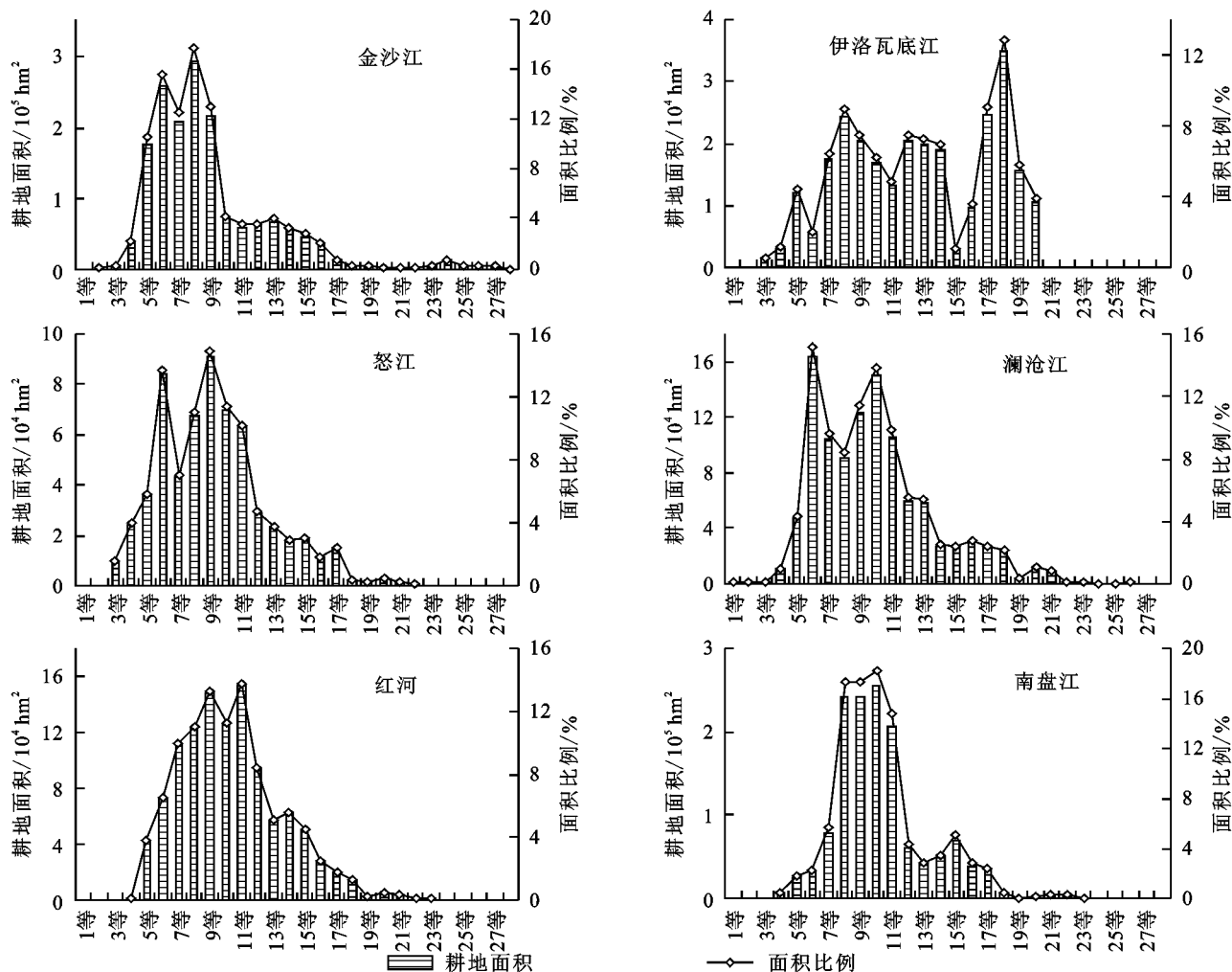


图3 6大流域耕地自然质量等别构成

(1) 金沙江流域耕地自然质量等别分布特征。金沙江流域主要包括昭通市、迪庆州、丽江市和楚雄州等,耕地自然质量等分布范围为2—28等,面积加权平均等为8.9等。该流域耕地等别面积呈偏正态分布,主要集中在5—9等,占耕地总面积的69.56%;其中,第8等耕地面积最大,为291 337.80 hm²,占17.69%;2等、3等、17—28等耕地面积占比极小,均不超过1.00%,17—28等耕地面积总占比仅为3.80%;其他等别耕地占比为2.10%~4.28%。从耕地质量等级来看,低等地占41.56%,中等地占49.72%,二者比例高达91.28%;而优等地分布仅为2.30%。

(2) 伊洛瓦底江流域耕地自然质量等别分布特征。伊洛瓦底江流域主要流经德宏州,有独龙江、大盈江和瑞丽江3条较大支流,是云南省水资源最为丰富的地区,耕地自然质量等分布范围为3—20等,面积加权平均等为12.7等,居6大流域之首。该流域耕地自然质量等别呈波浪式起伏分布,波浪峰值分别位于5等、8等、12等和18等,其中18等浪峰最高,耕地面积

为34 943.83 hm²,占流域耕地总面积12.83%;12等与18等浪峰间隔最大,浪底最低为15等,耕地面积3 000.95 hm²,占1.10%。从耕地质量等级来看,中等地占49.27%,高等地占36.17,二者比例高达85.43%;低等地占14.57%,而优等地则没有分布。

(3) 怒江流域耕地自然质量等别分布特征。怒江主要流经怒江州、保山市和临沧市等,耕地自然质量等分布范围为3—22等,面积加权平均等为9.2等。该流域耕地等别的分布为偏正态分布,第9等的耕地面积最大,为91 188.81 hm²,占流域耕地总面积14.9%,其次为6等,耕地面积83 742.62 hm²,占总面积13.68%;18—22等耕地面积占比极小,约占总面积1.53%。从耕地质量等级来看,中等地面积最大,占58.97%,低等地占32.17%,二者比例高达91.14%;高等地占比8.73%,而优等地分布仅为0.13%。

(4) 澜沧江流域耕地自然质量等别分布特征。澜沧江流域主要包括西双版纳州、大理州、临沧市和思茅市,耕地自然质量等分布范围为1—26等,面积

加权平均等为 9.9 等。该流域耕地等别分布与怒江流域极其相似,为偏正态分布,主要集中在 6—13 等,总面积 855 909.35 hm²,占 79.42%;其中,第 6 等耕地面积最大,为 163 828.95 hm²,占流域耕地总面积

15.2%;1—4 等、21—26 等耕地面积占比极小,1—4 等总占比 1.28%,21—26 等总占比 1.31%。从耕地质量等级来看,低、中等地占比高达 87.60%;高等地占 12.00%,而优等地分布仅为 0.40%,趋向于 0。

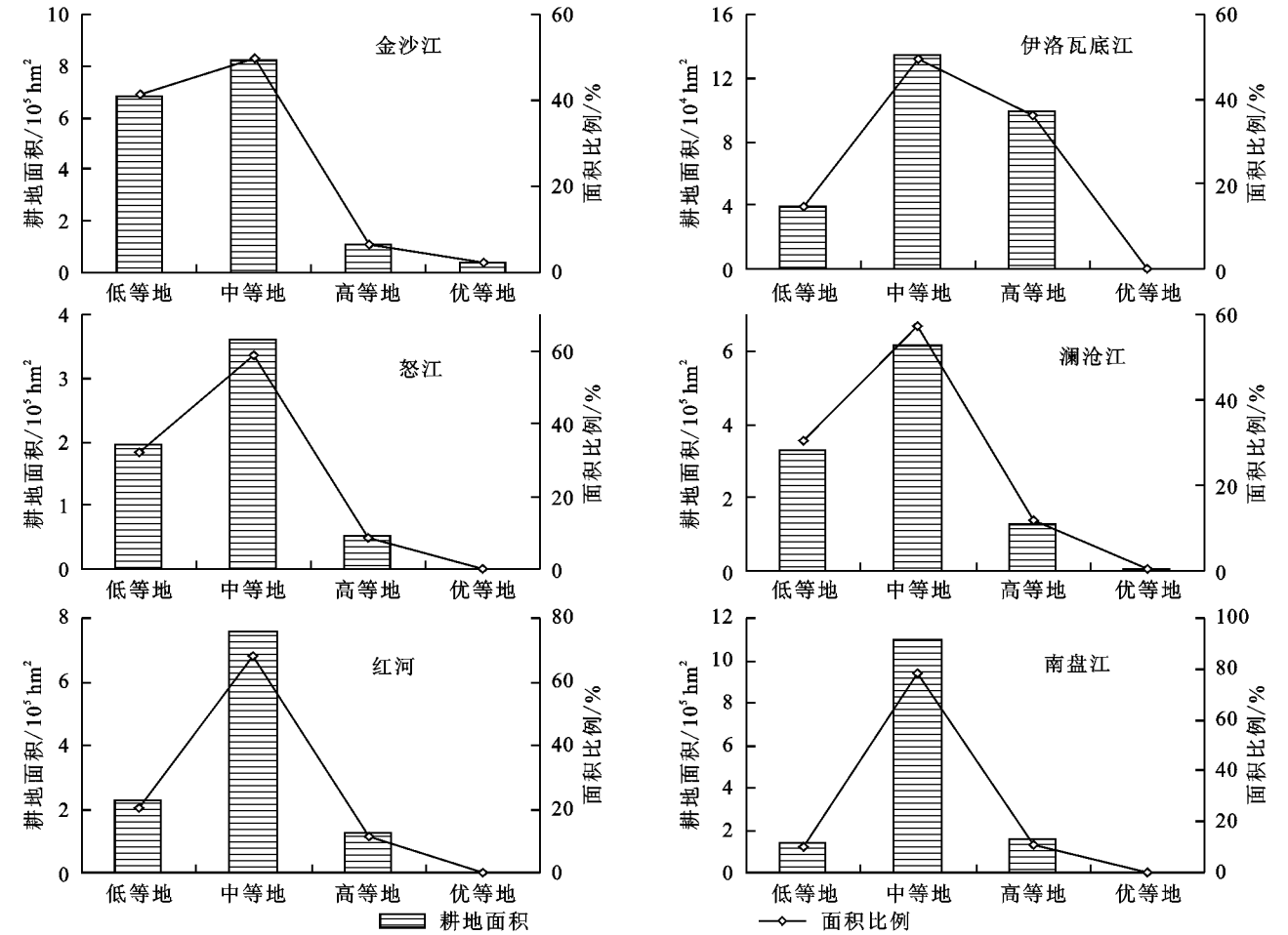


图 4 6 大流域耕地质量等级构成

(5) 红河流域耕地自然质量等别分布特征。红河主要流经玉溪市、红河州,耕地自然质量等分布范围是 4—23 等,面积加权平均等为 10.3 等。该流域耕地自然质量等别呈偏正态分布,主要集中在 6—15 等,总面积 993 465.32 hm²,占 89.27%;其中,第 11 等耕地面积最大,为 152 933.91 hm²,占 13.74%,其次为 9 等,为 147 491.95 hm²,占 13.26%;第 4 等耕地面积占比最小,为 0.11%;第 19—23 等等别耕地面积占比均未超过 0.5%,总计占比仅为 1.24%。从耕地质量等级来看,中等地高占 68.29%,居于绝对优势,而优等地分布仅为 0.25%。

(6) 南盘江流域耕地自然质量等别分布特征。南盘江主要流经曲靖市、文山州,耕地自然质量等分布范围是 4—24 等,面积加权平均等为 10.3 等。该流域耕地等别呈偏正态分布,但两极分化严重,8—11 等耕地面积积极大,约 944 579.02 hm²,占流域耕地总面积 67.59%;18—23 等耕地面积积极小,约 17 674.73

hm²,仅占流域耕地总面积 1.27%。从耕地质量等级来看,中等地高占 78.30%,居于绝对优势,而优等地分布仅为 0.27%,趋向于 0,两极分化极其明显。

从 6 大流域耕地质量等级分布来看,云南省耕地以中等地为主,低等地为辅,优等地不足 1.00%,耕地自然质量普遍较差。除伊洛瓦底江流域外,其他 5 大流域低等地、中等地分布比例为 87.60%~91.28%,低等地金沙江流域分布最高,达 41.56%;高等地分布比例伊洛瓦底江流域最高,达 36.17%,其余流域均在 10%左右。

3.3 6 大流域耕地自然质量等别关系

以耕地自然质量等别、质量等级为研究重点,在各流域间分别进行横向、纵向和综合分析(表 1)。

(1) 6 大流域耕地自然质量等别横向分析。横向分析是针对相同耕地质量等级范围、不同流域耕地的自然质量等别的分析。在优等地范围内,金沙江、伊洛瓦底江、怒江、澜沧江、红河和南盘江流域耕地面积比

例分别为 2.30%,0.00%,0.13%,0.40%,0.25%和 0.27%;从优等地的平均自然质量等来看,各流域比较接近,金沙江流域最高,为 24.5 等;南盘江流域平均等最低,为 22.1 等;其汇总平均等为 24.1 等。在高等地范围内,金沙江、伊洛瓦底江、怒江、澜沧江、红河和南盘江流域耕地面积比例分别为 6.42%,36.17%,8.73%,12.00%,11.09%和 11.19%,高等地在伊洛瓦底江流域的分布面积显著高于其他流域,说明伊洛瓦底江流域耕地自然质量较好;从平均自然质量等来看,各流域非常接近,伊洛瓦底江流域平均等最高,而金沙江流域平均等最低,其汇总平均等为 16.6 等。

表 1 云南省 6 大流域耕地平均自然质量等别

耕地自然 质量等别	金沙江流域		伊洛瓦底江流域		怒江流域		澜沧江流域		红河流域		南盘江流域		汇总 平均等
	耕地	平均	耕地	平均	耕地	平均	耕地	平均	耕地	平均	耕地	平均	
	面积/hm ²	等别	面积/hm ²	等别	面积/hm ²	等别	面积/hm ²	等别	面积/hm ²	等别	面积/hm ²	等别	
低等地	684596.2	5.9	39672.2	5.9	196944.9	5.6	328354.7	6.1	226665.4	6.3	143016.4	6.3	6.0
中等地	818907.0	9.8	134168.8	10.9	360996.3	10.1	615664.8	10.3	759951.7	10.5	1094166.2	9.9	10.1
高等地	105737.7	16.0	98498.9	17.8	53423.6	16.5	129342.3	17.2	123408.2	16.4	156348.6	16.1	16.6
优等地	37949.5	24.5	0.0	0.0	782.4	22.0	4344.0	23.4	2773.4	22.5	3838.3	22.1	24.1
总计	1647190.4	8.9	272339.9	12.7	612147.1	9.2	1077705.7	9.9	1112798.7	10.3	1397369.5	10.3	9.8

(2) 6 大流域耕地质量等级纵向分析。纵向分析是针对不同耕地质量等级范围、相同流域耕地自然质量等别的分析。金沙江流域:优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 2.30%,6.42%,49.72%和 41.56%,低等地的面积所占比例较大,流域耕地平均自然质量等趋于中等偏低,为 8.9 等,居 6 大流域最末位。伊洛瓦底江流域:优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.00%,36.17%,49.27%和 14.57%,以中等地和高等地面积为主,高等地面积所占比例在 6 大流域中最高,其平均自然质量等居第 1 位,为 12.7 等。怒江流域:优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.13%,8.73%,58.97%和 32.17%,中等地和低等地所占比例最高,平均自然质量等趋于中等偏低,为 9.2 等,仅略高于金沙江流域。澜沧江流域:优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.40%,12.00%,57.13%和 30.47%,中、低等地占比较高,整体平均自然质量等属中等水平,为 9.9 等,接近云南省耕地平均自然质量等水平。红河流域:优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.25%,11.09%,68.29%和 20.37%,中等地占比仅次于南盘江流域,其平均自然质量等为 10.3 等。南盘江流域:优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.27%,11.19%,78.30%和 10.23%,中等地占比最大,达 78.30%,其平均自然质量等也为 10.3 等。

(3) 6 大流域耕地综合分析。将上述纵向与横向分析相结合,从整体上反映云南省耕地自然质量总

在中等地范围内,金沙江、伊洛瓦底江、怒江、澜沧江、红河和南盘江流域耕地面积比例分别为 49.72%,49.27%,58.97%,57.13%,68.29%和 78.30%,南盘江流域占比最高;从平均自然质量等来看,除伊洛瓦底江流域的平均等稍高外,其余流域的平均等约为 10 等。在低等地范围内,金沙江、伊洛瓦底江、怒江、澜沧江、红河和南盘江流域耕地面积比例分别为 41.56%,14.57%,32.17%,30.47%,20.37%和 10.23%,金沙江流域分布最多,南盘江流域分布最少;从平均自然质量等来看,红河和南盘江流域最高,怒江流域最低,其汇总平均等为 6.0。

体分布情况。除伊洛瓦底江流域外,各耕地质量等级在其他流域均有分布。从平均自然质量等排序来看,金沙江流域(8.9 等)<怒江流域(9.2 等)<澜沧江流域(9.9 等)<红河流域、南盘江流域(10.3 等)<伊洛瓦底江流域(12.9);各流域主要分布中等地,其次为低等地,二者所占比例分别为 91.28%,91.14%,87.60%,88.66%(88.54%),63.83%;其中金沙江流域中、低等地占比最高,伊洛瓦底江流域中、低等地占比最低,与之相对应,金沙江流域耕地自然质量最差,伊洛瓦底江流域耕地自然质量最好。

从表 1 可以看出,在优等地、高等地所占比例大致相等的情况下,红河流域中等地比南盘江流域占比少 10%左右,低等地占比高约 10%,而二者平均自然质量等几乎相等,主要原因是红河流域中等地平均等别远高于南盘江流域。

4 结论

(1) 云南省耕地自然质量等呈典型偏正态分布,以 6—11 等为主,占比高达 67.69%。伊洛瓦底江流域耕地随自然质量等别变化呈波浪式起伏分布,其他流域耕地自然质量等别均呈偏正态分布。

(2) 从全省耕地平均自然质量等来看,为 9.8 等,总体水平趋于中等偏低。伊洛瓦底江流域耕地平均自然质量等最高,为 12.7 等;金沙江流域最低,为 8.9 等;优等地平均自然质量等最高,为 24.1 等;低等地最低,为 6.0 等。6 大流域耕地自然质量等级平均等发展趋势与全省平均等一致。

(3) 从全省耕地质量等级进行分析,云南省耕地以中、低等地为主,所占比例高达 88.29%,其中金沙江流域分布中、低等地比例最高,红河与南盘江流域则主要分布中等地;优等地主要分布在金沙江流域,占流域耕地总面积 76.38%,但仅占全省 0.81%;高等地除在伊洛瓦底江流域占比较高外,其他 5 大流域分布占比相对均匀。

金沙江流域耕地面积占全省耕地比例最高,为 26.93%,中、低等耕地占比最高,达 91.28%,自然质量等分布范围最广,从 2—28 等均有涉及,因而对云南省耕地自然质量等整体偏低影响最大;该流域优等地主要分布于下游永善县、水富县等地,占流域耕地总面积 2.30%,6 大流域中占比最高,但高等地在 6 大流域中占比最小,加之中、低等地耕地面积占比远大于其他流域,其平均自然质量等反而最低。怒江流域耕地以坡耕地为主,坡度大,土壤耕作层薄,因此,其耕地平均自然质量等仅稍高于金沙江流域,低于全省平均自然质量等。澜沧江流域贯穿西北—西南,跨越纬度最大,因而自然质量等分布范围较广。该流域高等地占比较高,耕地平均自然等略高于全省平均自然质量等,居于中等水平。红河流域与南盘江流域相邻,两流域中等地所占比重极大,低等地占比偏小,因而耕地平均自然质量等处于中等偏上水平。伊洛瓦底江流域属于亚热带季风气候,降雨充沛,地形多河谷盆地,因而其耕地平均自然质量等最高,为 12.67 等;但其耕地面积仅占全省的 4.45%,对提高云南省整体平均自然质量等作用有限。

参考文献:

- [1] 封志明. 中国未来人口发展的粮食安全与耕地保障[J]. 人口研究, 2007, 31(2): 15-29.
- [2] 李彬, 武恒. 安徽省耕地资源数量变化及其对粮食安全的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(12): 1115-1120.
- [3] 黄广宇, 蔡运龙. 福建省耕地资源态势与粮食安全对策[J]. 资源科学, 2002, 24(1): 45-50.
- [4] 贾树海, 邱志伟, 潘锦华, 等. 辽宁省农用地质量空间分布及影响因素[J]. 生态环境学报, 2011, 19(2): 273-279.
- [5] 曾维军. 基于农户意愿的减施化肥生态补偿研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2014.
- [6] 张耀武, 余建新. 中国耕地质量等级调查与评定(云南卷)[M]. 北京: 中国大地出版社, 2010.
- [7] 孔祥斌, 张青璞. 中国西部区耕地等别空间分布特征[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 1-7.
- [8] 闫宁, 郑宏刚, 余建新, 等. 云南省农用地分等省级数据汇总方法研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(8): 31-35.
- [9] 马建辉, 吴克宁, 赵华甫, 等. 基于农用地分等的耕地质量动态监测体系研究[J]. 中国农业资源与区划, 2013, 34(5): 133-139.
- [10] 刘需珈, 吴克宁, 赵华甫. 基于农用地分等与土地质量地球化学评估的耕地质量监测类型研究[J]. 资源科学, 2015, 37(1): 37-44.
- [11] 王波, 郑宏刚, 刘淑霞, 等. 云南省农用地分等成果在基本农田保护中的应用研究[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2009, 24(1): 99-103.
- [12] 赵玉领, 苏珍, 吴克宁, 等. 基于农用地分等的基本农田保护[J]. 农业工程学报, 2008, 24(S1): 137-140.
- [13] 袁秀杰, 赵庚星, 于海英, 等. 基于农用地分等成果的耕地需求量预测研究[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(2): 80-82.
- [14] 彭尔瑞, 王穗, 郝丽莎, 等. 云南耕地与基本农田保护现状分析及对策研究[J]. 资源与产业, 2009, 11(4): 59-63.
- [15] 钱凤魁, 王秋兵. 基于农用地分等和 LESA 方法的基本农田划定[J]. 水土保持研究, 2011, 18(2): 251-255.
- [16] 胡晓涛. 突变性因素引起的耕地等别质量变化研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2013.
- [17] 郎文聚, 王洪波, 王国强, 等. 基于农用地分等与农业统计的产能核算研究[J]. 中国土地科学, 2007, 21(4): 32-37.
- [18] 宋戈, 邹朝晖, 王越. 东北粮食主产区县域耕地产能核算及其影响因子分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(24): 308-317.
- [19] 余建新, 魏巍, 廖晓虹, 等. 土地整治项目区农用地质量分等方法的修正[J]. 农业工程学报, 2013, 29(10): 234-240.
- [20] 谷建华, 蔡恩香. 基于斑块数据处理的农用地分等更新研究[J]. 国土与自然资源研究, 2014(6): 90-92.
- [21] 李超, 李文峰. 高原耕地土壤养分空间分布与影响因子相关性研究[J]. 土壤通报, 2014, 45(5): 1114-1118.
- [22] 钟林忆, 徐剑波, 蔡德楠, 等. 粤北山区耕地土壤肥力空间分布及综合评价研究[J]. 广东农业科学, 2015, 42(16): 37-43.
- [23] 谭莉梅, 李红军, 刘慧涛, 等. 河北省太行山区耕地资源空间分布特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(4): 872-875.
- [24] 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.
- [25] 余菊, 郑宏刚, 文杰, 等. 云南省不同海拔梯度耕地自然质量等特征分析[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 224-228.
- [26] 魏洪斌, 吴克宁, 赵华甫, 等. 中国中部粮食主产区耕地等别空间分布特征[J]. 资源科学, 2015, 37(8): 1552-1560.
- [27] 施冰臣, 文杰, 李建华, 等. 云南省澜沧江流域耕地自然质量等空间分布特征研究[J]. 西南农业学报, 2015, 28(2): 696-699.
- [28] 中华人民共和国国土资源部. 农用地分等规程 TD/T1004—2003[S]. 北京: 2003.
- [29] 张凤荣, 徐艳, 张晋科, 等. 农用地分等定级估价的理论、方法与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [30] 郎文聚. 中国耕地等级评定与监测研究[M]. 北京: 中国大地出版社, 2010.