

成渝地区双城经济圈土地利用与景观格局动态变化研究

孙贵艳^{1,2}, 王传胜³ (1. 重庆社会科学院生态与环境资源研究所, 重庆 400020; 2. 重庆社会科学院生态安全与绿色发展研究中心, 重庆 400020; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要 基于 2000、2010、2018 年 3 个时期的土地利用数据, 利用土地利用动态度、土地利用转移矩阵和景观格局指数, 对成渝地区双城经济圈的土地利用与景观格局动态变化特征进行分析, 并探究其影响因素。结果表明, 2000—2018 年成渝地区双城经济圈的各土地利用类型面积占比从大到小依次是耕地>林地>草地>建设用地>水域>未利用土地; 耕地、草地面积在减少, 林地、水域、建设用地面积在增加, 其中耕地、林地分别是土地利用的主要转出、转入类型; 类型水平上, 耕地、林地的破碎化程度、形状复杂均较高, 且除草地以外, 耕地、林地、水域、建设用地的破碎化程度、景观连通度、形状的复杂程度均有所提高; 整体上, 景观的聚集度和连续性下降, 多样性增加, 各土地利用类型分布变得更加均衡。通过驱动因素分析, 发现政策、规划、社会经济发展与自然条件变化是影响成渝地区双城经济圈土地利用景观格局变化的主要驱动因素。

关键词 土地利用; 景观格局; 动态变化; 成渝地区双城经济圈

中图分类号 F301.2

文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)13-0059-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.13.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on Dynamic Changes of Land Use and Landscape Pattern in Chengdu-Chongqing Economic Circle

SUN Gui-yan^{1,2}, WANG Chuan-sheng³ (1. Institute of Ecology and Environmental Resources, Chongqing Academy of Social Sciences, Chongqing 400020; 2. Research Center for Ecological Security and Green Development, Chongqing Academy of Social Sciences, Chongqing 400020; 3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101)

Abstract Based on the land use data of 2000, 2010 and 2018, this paper analyzed the dynamic change characteristics of land use and landscape pattern in Chengdu-Chongqing Economic Circle by using land use dynamic degree, land use transfer matrix and landscape pattern index, and explored its driving factors. The results showed that from 2000 to 2018, the proportion of land use types in Chengdu-Chongqing Economic Circle was cultivated land > forest > grassland > construction land > water area > unused land; the area of cultivated land and grassland were decreasing, while the area of forest, water area and construction land were increasing, among which cultivated land and forest respectively were the main transfer-out and transfer-in types of land use. At the type level, the degree of fragmentation and complex shape of cultivated land and forest land were higher, and except for grassland, the degree of fragmentation, landscape connectivity, and shape complexity of cultivated land, forest, water area and construction land had all increased. On the whole, the degree of aggregation and continuity of landscape were decreasing, the diversity was increasing, and the distribution of land use types had become more balanced. Through the analysis of driving factors, it was found that policy, planning, socio-economic development and natural conditions change were the main driving factors affecting the change of landscape pattern of land use in Chengdu-Chongqing Economic Circle.

Key words Land use; Landscape pattern; Dynamic change; Chengdu-Chongqing Economic Circle

土地利用变化是人类与自然相互作用的结果, 是生态要素时空格局分析中的重要环节, 是全球变化研究的热点问题。随着土地利用研究的深入, 基于土地利用的景观指数成为土地利用研究的重要方法^[1], 也逐渐由土地利用的数量、结构、时空变化延伸至景观稳定性变化等方面, 其中土地利用景观格局变化及其影响因素成为研究的焦点。目前国内学者主要利用土地利用动态度、转移矩阵来分析土地利用的时空变化, 运用斑块类型水平、景观水平的各项指数研究土地利用景观格局变化^[2-6]。对于土地利用景观格局变化, 总结国内外研究发现, 土地利用景观格局变化驱动因素已成为研究的重点。土地利用景观格局变化主要受气候、地理位置等自然因素, 以及人口、经济、技术和政策等社会经济因素的影响, 且在较长时间尺度上是受自然因素和人为因素共同作用, 在短时间尺度上主要受人为因素的影响^[7-10]。

成渝地区双城经济圈作为继京津冀、长三角和粤港澳大湾区之后的第 4 个国家级经济圈, 地形条件复杂, 生态环境

脆弱, 特别是西部大开发后经济快速发展, 城镇化、工业化进程的不断推进, 以及退耕还林(草)等政策的实施, 人类活动对自然环境的干扰不断增强, 必然导致该地区土地利用与景观格局发生变化。鉴于此, 该研究以成渝地区双城经济圈为研究对象, 运用 LUCC 和景观生态指数, 以 GIS 技术手段为支撑, 从土地利用变化速度、转移方向、景观格局指数和影响因素等研究成渝地区土地利用变化过程和景观格局变化规律, 以期成渝两地制定土地可持续发展、生态环境保护相关政策提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究区概况 2020 年 1 月中央财经委员会第六次会议提出, 大力推动成渝地区双城经济圈建设。考虑到地区发展条件差异、地理差距等, 在此确定成渝地区双城经济圈的范围为四川省除阿坝藏族羌族自治州、马尔康市甘孜藏族自治州、康定市凉山彝族自治州和攀枝花市以外各地市, 以及重庆市全域, 具体包括成都、自贡、泸州、德阳、广元、绵阳、遂宁、内江、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、达州、巴中、雅安、资阳共 17 个市, 以及重庆市全部 38 个区(县), 总面积 26.37 万 km²。2019 年, 成渝地区双城经济圈常住人口达 10 670.6 人, 占全国总人口的 7.62%; 地区生产总值达 66 756.59 亿元, 占国内生产总值的 6.74%。成渝地区双城

基金项目 重庆社会科学院青年学术创新团队项目(2020D0303); 重庆市社会科学规划项目(2021ZDK15); 重庆社会科学院青年学术创新团队项目(2021D0302)。

作者简介 孙贵艳(1984—), 女, 山东临沂人, 副研究员, 博士, 从事区域可持续发展研究。

收稿日期 2021-11-18

经济圈地处四川盆地、长江上游,地貌类型多样,以丘陵为主,具有优越的地理位置、资源禀赋,经济社会快速发展的良好条件,但也面临城乡建设用地的快速扩张、耕地的不断流失,生态用地被大量挤占等问题。

1.2 数据来源 成渝地区双城经济圈土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心,是 2000、2010、2018 年的空间分辨率为 30 m、综合精度达 95%以上的土地利用土地覆被遥感监测数据,其把土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地 6 类。成渝地区双城经济圈经济社会发展相关数据主要来源于《重庆统计年鉴》(2011—2019 年)、《四川统计年鉴》(2011—2019 年)以及 2020 年重庆、四川各地级市的统计公报。

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用数量变化。运用 ArcGIS 10.2 对成渝地区双城经济圈 2000、2010、2018 年的土地利用数据,经空间分析和统计计算得到不同土地利用类型的面积和构成。利用单一土地利用动态度(K)来研究一定时间内某一类土地利用的面积变化快慢^[11],表达式如下:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{1}$$

式中, K 为单一土地利用动态度; U_a 、 U_b 分别为研究时段内初期、末期的某一类土地利用的面积; T 为研究时段。

利用综合土地利用动态度(LC)来研究一定时间内整体景观的变化情况,表达式如下:

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{2}$$

式中, LU_i 为研究时段内初期第 i 类土地利用的面积; ΔLU_{i-j} 为研究时期内第 i 类土地利用转为其他类型土地利用的面积。

1.3.2 土地利用转化方向。土地利用转移矩阵主要是用来研究不同时期不同土地利用类型之间相互转化数量与方向^[12],具体公式如下:

$$S_{ij} = \begin{vmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{vmatrix} \tag{3}$$

式中, S_{ij} 为研究时段内第 i 类土地利用向第 j 类土地利用转化的面积, i 为前一时期的土地利用类型, j 为后一时期的土

地利用类型; n 为土地利用类型的数量。

1.3.3 景观格局的量化。景观指数高度集合了景观格局信息,可有效描述景观格局及其变化,分析土地利用格局与景观过程之间的紧密联系^[13-14]。为了实现对景观格局较为全面的分析,在类型水平和景观水平上共选取了 9 个指标,其中类型水平上包括斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、边缘密度(ED)、聚集度指数(COHESION);景观层级指数包括斑块数量(NP)、景观形状指数(LSI)、蔓延度指数(CONTAG)、香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)、聚集度(AI)。利用 Fragstats 4.2 软件对 2000、2010、2018 年成渝地区双城经济圈的土地利用数据进行景观指数的计算。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化分析

2.1.1 土地利用结构变化。成渝地区双城经济圈 2000、2010、2018 年土地利用状况如表 1 所示。总的来说,2000—2018 年各土地利用面积占比从大到小依次为耕地>林地>草地>建设用地>水域>未利用土地,其中耕地、林地面积分别占 52%以上、32%以上,是优势地类。从土地利用变化来看,2000—2018 年成渝地区双城经济圈土地利用类型中耕地、草地的面积在逐渐减少,减少量分别为 4 034.22、4 960.01 km²,面积占比分别从 54.10%、11.06%下降至 52.60%、9.22%。随着城市不断扩展,国土绿色工程、三峡工程等的实施,林地、水域、建设用地的面积在逐渐增加,增加量分别为达 3 924.69、636.65、4 326.30 km²,面积占比分别从 32.34%、1.20%、1.20%增加至 33.81%、1.44%、2.81%。

通过测算,2000—2010、2010—2018 年的综合土地利用动态度分别为 0.28%、0.64%,其中 2010—2018 年变化速率较快。从单一土地利用动态度来看,建设用地在 2000—2010、2010—2018 年的增加速率较快,其动态度分别达到 6.69%、5.09%。

2.1.2 土地利用转化过程。从成渝地区双城经济圈 2000—2010 年土地利用类型转移矩阵(表 2)可以看出,2000—2010 年耕地是成渝地区双城经济圈土地利用的主要转出类型,其次是草地、林地。受退耕还林(草)工程、天然林保护工程、公益林建设和自然保护区建设等实施的影响,成渝地区双城经济圈耕地面积减少中的 61.85%转化为林地、草地。林地是成渝地区双城经济圈土地利用的主要转入类型,其次是耕

表 1 2000、2010、2018 年土地利用类型组成、动态度
Table 1 Composition and dynamic degree of land use types in 2000,2010 and 2018

土地利用类型 Land use type	2000 年		2010 年		2018 年		动态度 Dynamic degree//%	
	面积 Area km ²	占比 Proportion %	面积 Area km ²	占比 Proportion %	面积 Area km ²	占比 Proportion %	2000—2010 年	2010—2018 年
耕地 Cultivated land	144 989.61	54.10	142 906.55	53.32	140 955.39	52.60	-0.14	-0.17
林地 Forest	86 673.66	32.34	89 621.89	33.44	90 598.35	33.81	0.34	0.14
草地 Grassland	29 653.45	11.06	26 171.78	9.77	24 693.44	9.22	-1.17	-0.71
水域 Water area	3 216.86	1.20	3 602.22	1.34	3 853.51	1.44	1.20	0.87
建设用地 Construction land	3 209.19	1.20	5 356.35	2.00	7 535.49	2.81	6.69	5.09
未利用土地 Unused land	257.95	0.10	345.15	0.13	334.28	0.12	3.38	-0.39

表 2 2000—2010 年土地利用类型转移矩阵

Table 2 Land use type transition matrix from 2000 to 2010

土地利用类型 Land use type	耕地 Cultivated land	林地 Forest	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用土地 Unused land	2000 年减少 Decrease in 2000
耕地 Cultivated land		3 128. 48	793. 52	309. 95	2 098. 86	10. 22	6 341. 03
林地 Forest	2 732. 01		594. 55	85. 80	138. 36	95. 46	3 646. 18
草地 Grassland	1 346. 91	3 401. 31		62. 75	77. 99	11. 24	4 900. 20
水域 Water area	60. 98	14. 95	4. 81		25. 92	0. 82	107. 48
建设用地 Construction land	114. 70	31. 84	21. 59	26. 03		0. 27	194. 43
未利用土地 Unused land	1. 81	16. 18	4. 20	8. 28	0. 34		30. 81
2010 年增加 Increase in 2010	4 256. 41	6 592. 76	1 418. 67	492. 81	2 341. 47	118. 01	15 220. 13

地、建设用地,其中林地增加面积的 51. 59%、47. 45%是分别来源于草地、耕地;耕地增加面积的 64. 19%、31. 64%是分别来源于林地、草地,且随着土地整治项目的实施,114. 70 km²的建设用地转化为耕地。此外,随成渝地区双城经济圈城镇化、工业化进程的不断加快,建设用地明显扩张且侵占耕地,导致由耕地转化为建设用地的占建设用地增加总面积的 89. 64%。

从表 3 可以看出,2010—2018 年成渝地区双城经济圈土

地利用变化情况与 2000—2010 年的类似。耕地仍然是成渝地区双城经济圈土地利用的主要转出类型。随着新一轮退耕还林(草)工程的实施,耕地面积减少中的 73. 26%转为林地、草地。同时,这一时段耕地成为成渝地区双城经济圈土地利用的主要转入类型,来源于林地、草地的比例分别达到 66. 23%、22. 24%。耕地仍然是建设用地的主要来源,其占建设用地增加总面积的比例达 88. 72%。除此之外,其他土地利用方式在 2 个时间段内也有不同程度的转化。

表 3 2010—2018 年土地利用类型转移矩阵

Table 3 Land use type transition matrix from 2010 to 2018

土地利用类型 Land use type	耕地 Cultivated land	林地 Forest	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用土地 Unused land	2010 年减少 Decrease in 2010
耕地 Cultivated land		7 069. 03	2 026. 58	584. 27	2 727. 06	7. 80	12 414. 74
林地 Forest	6 935. 51		1 214. 61	148. 96	216. 38	20. 14	8 535. 60
草地 Grassland	2 329. 01	2 295. 27		69. 19	62. 60	14. 09	4 770. 16
水域 Water area	454. 32	67. 68	25. 23		66. 38	4. 33	617. 94
建设用地 Construction land	744. 19	76. 71	19. 66	53. 81		0. 17	894. 54
未利用土地 Unused land	8. 98	20. 88	12. 49	12. 68	1. 31		56. 34
2018 年增加 Increase in 2018	10 472. 01	9 529. 57	3 298. 57	868. 91	3 073. 73	46. 53	27 289. 32

2.2 土地利用景观格局变化分析

2.2.1 斑块类型水平上的分析。2000—2018 年耕地、林地的斑块数量(NP)、斑块密度(PD)的数值较高,表明耕地、林地受人干扰较为严重,破碎化程度相对较高。其中耕地的 NP、PD 起伏较大,呈现先下降后上升的变化趋势,表明耕地的破碎化程度呈现先降低后增加。林地、草地、水域、建设用地的 NP、PD 总体均呈现上升的变化趋势,表明人类活动干扰程度增强,林地、草地、水域、建设用地的破碎化程度在加剧。

从聚集度指数(COHESION)来看,成渝地区双城经济圈各类土地利用类型的 COHESION 均较高,景观连通度较好。其中耕地、林地、建设用地的 COHESION 呈稳步增加态势,水域 COHESION 呈先上升后下降的变化趋势,斑块间整体上更加连通;而草地的 COHESION 呈稳步降低态势,未利用土地的 COHESION 呈先下降后上升的变化趋势,斑块间的连通度整体上有所降低。从边缘密度(ED)来看,耕地、林地的形状较为复杂,而水域、建设用地、未利用土地的形状较为简单。其中耕地的 ED 呈先下降后上升的趋势,大体来说耕地的斑块形状趋于复杂;林地、水域、建设用地、未利用土地的 ED 均在逐渐上升,说明它们的斑块形状变得更为复杂;草地的 ED

在逐渐下降,斑块形状变得更为简单。

表 4 2000—2018 年不同土地利用类型的景观指数

Table 4 Landscape indices of different land use types from 2000 to 2018

土地利用类型 Land use type	年份 Year	NP 个	PD 个/km ²	ED m/km ²	COHESION %
耕地 Cultivated land	2000	52 127	0. 194 5	26. 632 1	99. 872 9
	2010	47 595	0. 177 6	26. 573 6	99. 886 2
	2018	48 300	0. 180 2	26. 962 3	99. 906 9
林地 Forest	2000	50 627	0. 188 9	20. 784 5	99. 849 4
	2010	51 493	0. 192 1	21. 504 2	99. 867 8
	2018	51 157	0. 190 9	22. 049 6	99. 884 3
草地 Grassland	2000	21 530	0. 080 3	9. 486 1	99. 307 6
	2010	22 135	0. 082 6	8. 653 6	99. 015 4
	2018	22 389	0. 083 6	8. 234 0	98. 918 0
水域 Water area	2000	5 411	0. 020 2	1. 278 0	96. 201 2
	2010	5 409	0. 020 2	1. 378 3	99. 724 2
	2018	5 724	0. 021 4	1. 492 6	99. 709 5
建设用地 Construction land	2000	18 706	0. 069 8	1. 638 8	95. 633 0
	2010	19 932	0. 074 4	2. 025 5	97. 307 1
	2018	20 780	0. 077 5	2. 330 6	97. 947 7
未利用土地 Unused land	2000	489	0. 001 8	0. 075 8	99. 696 7
	2010	709	0. 002 6	1. 378 3	95. 823 3
	2018	659	0. 002 5	1. 492 6	96. 029 4

2.2.2 景观水平上的分析。从表 5 可以看出,2000—2018 年成渝地区双城经济圈的斑块数量(NP)呈先下降后上升的

态势,前后相差不大,表明景观破碎度总体上呈加剧态势,但变化不明显;景观形状指数(LSI)呈逐渐上升态势,景观形状日趋复杂;蔓延度指数(CONTAG)和聚集度(AI)呈下降趋势,同类土地利用的空间聚集程度越来越低,空间分布更加

分散,而不同土地利用类型之间相互融合的越来越多;香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)呈逐渐上升趋势,景观的异质性在逐渐提高,景观类型不断向均衡和多样化的方向发展,这有利于成渝地区生态系统的稳定性。

表 5 2000、2010、2018 年的景观格局状况
Table 5 Landscape pattern in 2000,2010 and 2018

年份 Year	NP 个	LSI	CONTAG %	SHDI	SHEI	AI %
2000	148 890	390.792 5	60.431 7	1.054 9	0.588 7	90.998 0
2010	147 273	392.922 6	59.795 9	1.074 5	0.599 7	90.947 9
2018	149 009	399.569 0	59.084 3	1.095 0	0.611 1	90.801 2

2.3 驱动因素分析

2.3.1 政策影响。国家、地方等不同层级的经济、土地、环保、农业、水利等政策会影响区域土地利用景观格局的状态,对区域土地利用景观格局变化起强制性作用^[15]。如按照国家的政策要求,成渝地区双城经济圈各市(区)县陆续实施了国土绿化提升行动,开展了天然林保护、退耕还林(草)、国家储备林、长江中上游防护林、长江上游消落带生态修复治理、湿地保护与恢复、土地整治等一系列工程,逐步促进耕地、林地、草地、水域等各类土地利用类型的相互转化,成为整个景观生态格局的重要影响因素。如重庆市、成都市相继被纳入全国统筹城乡综合配套改革试验区,加速推进成渝地区城镇化进程,导致建设用地面积不断扩大等;三峡工程修建完成及水库蓄水以后,库区部分城镇建设用地因淹水转变为水域,而库区移民迁移引起新的农田开垦与建设用地需求,导致水域面积增加,耕地、林地与草地相互间的转化及向建设用地转化。

2.3.2 规划影响。成渝地区双城经济圈各地区制定了不同级别不同类型的规划^[16],如五年规划/计划、城市规划、土地利用总体规划、《成渝城市群发展规划》以及省、市、县、乡镇规划等,可能会引起不同地区的发展重点、发展方向存在差异,从而影响土地利用结构和布局,进而导致整体景观发生改变。如城市规划会对城市建设、城市扩张起到较好的引导和促进作用^[17]。再比如土地利用总体规划是统筹城乡用地布局、实施土地用途管制制度和最严格耕地保护制度的纲领性文件,通过对具体地块数量、空间布局、时序安排等的管控,可以有效管控城市土地扩张强度。

2.3.3 社会经济影响。人口增长、经济发展、产业结构变化等社会经济因素是影响土地利用景观格局变化的另一主要因素^[18]。考虑到数据的统一性和可操作性,对 2010—2018 年成渝地区双城经济圈的常住人口统计发现,已由 2010 年的 10 152.62 万人稳步增加至 2019 年的 10 670.62 万人,年均增长率为 0.57%;城镇化率也由 2010 年的 45.08% 逐渐上升至 2019 年的 58.57%(图 1)。人口的不断增长势必需要新的承载空间,增加粮食和资源需求,尤其是城镇化水平的提高,势必增大对建设用地的需求,推动建成区的扩张,不可避免地导致草地、林地逐渐被建设用地所侵占或被开垦为农田^[19]。同时,成渝地区双城经济圈的地区生产总值(GDP)

不断持续增长,由 2010 年的 23 747.80 亿元增至 2019 年的 66 756.59 亿元,人均地区生产总值也由 23 390.81 元上升至 62 561.12 元(图 2),三次产业的比重也由 12.00:48.51:39.49 变为 8.64:38.29:53.07。经济的快速发展、居民收入的不断提高以及产业内部结构的调整,居民对居住环境、生活品质的要求更高,必然带来土地利用结构的转化以及建设用地的扩展,进一步提升耕地的转化速度。

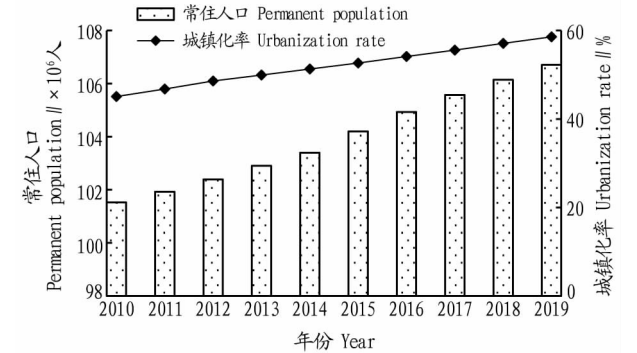


图 1 2010—2019 年成渝地区双城经济圈的常住人口与城镇化率
Fig.1 The permanent population and urbanization rate of the Chengdu-Chongqing Economic Circle from 2010 to 2019

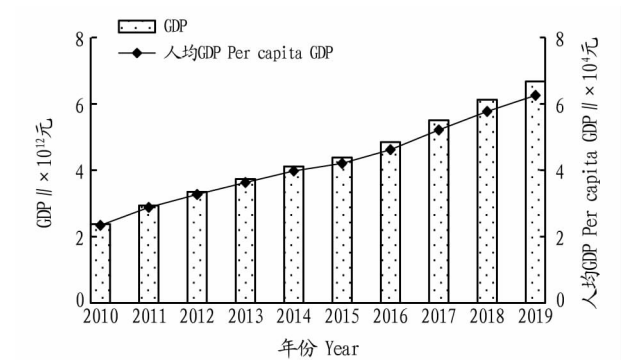


图 2 2010—2019 年成渝地区双城经济圈的 GDP 和人均 GDP
Fig.2 The GDP and per capita GDP of the Chengdu-Chongqing economic circle from 2010 to 2019

2.3.4 自然条件影响。气候是自然因素中影响区域土地发生变化的主要因素,对土地利用格局变化也具有较强的制约作用^[20],而气温、降水又是气候因素中的主要影响因子,通过限制植物种类及空间分布、农业生产数量与质量的重要因子,进而影响到土地利用的方式。成渝地区双城经济圈地处

中亚热带季风气候区,受到环绕山地地形影响,内部热量不易扩散,其温度、降雨量高于常规同纬度同气候带地区,特别是在全球气候变化背景下,成渝地区双城经济圈暖冬、伏旱现象变得更为突出^[21],暖湿的气候促使辖区内不同类型植被的生长,使林地和草地面积增加,加之人类活动影响,林地、草地与其他土地利用类型之间的快速转换,景观生态特征也随之改变。

3 结论

(1)从土地利用类型及其变化来看,成渝地区双城经济圈的優勢土地利用类型是耕地、林地。2000—2018 年耕地、草地逐渐在减少,林地、水域、建设用地则在逐渐增加;耕地、林地、草地之间的转移趋势较为显著;耕地一直是土地利用的主要转出类型,林地则是土地利用的主要转入类型,其中耕地是建设用地面积增加的主要来源;建设用地的增加速率较快,且 2010—2018 年土地利用变化较为明显。

(2)从斑块类型水平上分析,耕地、林地的破碎化程度较高,且除耕地的破碎化程度是先下降后增加外,林地、草地、水域、建设用地的破碎化程度均在加剧。所有土地利用类型的景观连通度较好,且耕地、林地、建设用地、水域的景观连通度有所提高,草地、未利用土地的连通度有所降低。耕地、林地的形状复杂程度较高,除草地、未利用土地以外,耕地、林地、水域、建设用地的形状则变得更为复杂。从景观水平上分析,成渝地区双城经济圈景观向更破碎化方向发展,但变化幅度较小,景观形状变得更复杂,同类土地利用的空间分布趋于分散,不同类型的土地利用融合程度更高,景观类型分布趋势呈均衡化,土地利用的丰富度也在增强。

(3)从土地利用景观格局变化的驱动因素来看,政策的实施、各级各项规划的引导、社会经济发展以及自然条件的改变都是成渝地区双城经济圈土地利用景观格局变化的主要影响因素。

(上接第 44 页)

[7] LI S N, SONG M, DUAN J Z, et al. Regulation of spraying 6-BA in the late jointing stage on the fertile floret development and grain setting in winter wheat [J]. *Agronomy*, 2019, 9(9): 1–12.

[8] 翁晓燕, 蒋德安, 陆庆, 等. 表油菜素内酯对水稻产量和光合特性的影响[J]. *浙江农业大学学报*, 1995, 21(1): 51–54.

[9] 李晓玲, 骆炳山, 屈映兰. 不同施肥水平下高油菜素内酯对小麦生长发育的影响[J]. *华中农业大学学报*, 2000, 19(5): 417–420.

[10] 王学奎, 骆炳山, 屈映兰. 油菜素内酯促进小麦灌浆结实及其生理基础的研究[J]. *华中农业大学学报*, 1990, 9(2): 123–128.

[11] 刘海英, 郭天财, 朱云集, 等. 开花期喷施表油菜素内酯对豫麦 49 蔗糖代谢和产量的影响[J]. *麦类作物学报*, 2006, 26(1): 77–81.

[12] 金先春, 徐威生, 刘安福, 等. 植物激素表油菜素内酯对小麦生理特性及产量的影响[J]. *华北农学报*, 1988, 3(2): 18–22.

[13] 崔金梅, 郭天财, 朱云集, 等. 小麦的穗[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 18–20.

[14] 赵春江, 郭晓维, 李鸿祥, 等. 不同水分条件下小麦各类茎蘖小花发育

参考文献

[1] 彭建, 王仰麟, 张源, 等. 土地利用分类对景观格局指数的影响[J]. *地理学报*, 2006, 61(2): 157–168.

[2] 潘竟虎, 苏有才, 黄永生, 等. 近 30 年玉门市土地利用与景观格局变化及其驱动力[J]. *地理研究*, 2012, 31(9): 1631–1639.

[3] 赵锐锋, 陈亚宁, 李卫红, 等. 塔里木河干流区土地覆被变化与景观格局分析[J]. *地理学报*, 2009, 64(1): 95–106.

[4] 田锡文, 王新军, 卡迪罗夫 K G, 等. 近 40a 凯拉库姆库区土地利用/覆盖变化及景观格局分析[J]. *农业工程学报*, 2014, 30(6): 232–241.

[5] 夏成琪, 毋语菲. 盐城海岸带土地利用与景观空间格局动态变化分析[J]. *西南林业大学学报(自然科学)*, 2021, 41(1): 140–149.

[6] 赵方圆, 杨宇翔, 张华堂, 等. 土地利用及景观格局动态变化分析: 以甘肃省党河流域为例[J]. *水土保持研究*, 2021, 28(3): 235–241.

[7] 吴健生, 王政, 张理卿, 等. 景观格局变化驱动力研究进展[J]. *地理科学进展*, 2012, 31(12): 1739–1746.

[8] 刘吉平, 赵丹丹, 田学智, 等. 1954—2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力[J]. *生态学报*, 2014, 34(12): 3234–3244.

[9] 佟光臣, 林杰, 陈杭, 等. 1986—2013 年南京市土地利用/覆被景观格局时空变化及驱动力因素分析[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(2): 240–245.

[10] 朱凯群, 朱永恒, 汪梦甜. 城市土地景观格局变化及其驱动力分析: 以安徽省芜湖市为例[J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(6): 55–61.

[11] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. *地理学报*, 2014, 69(1): 3–14.

[12] 吴琳娜, 杨胜天, 刘晓燕, 等. 1976 年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程度的响应[J]. *地理学报*, 2014, 69(1): 54–63.

[13] 张海燕, 樊江文, 邵金琴. 2000—2010 年中国退牧还草工程区土地利用/覆被变化[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(7): 840–853.

[14] 苏常红, 傅伯杰. 景观格局与生态过程的关系及其对生态系统服务的影响[J]. *自然杂志*, 2012, 34(5): 277–283.

[15] 吴坤, 王文杰, 刘军会, 等. 成渝经济区土地利用变化特征与驱动力分析[J]. *环境工程技术学报*, 2015, 5(1): 29–37.

[16] 陈文术, 王胜男, 杨波. 2007—2017 年三亚城市景观空间格局动态特征及驱动因素分析[J]. *环境监测管理*与技术, 2019, 31(3): 27–31.

[17] 毛蒋兴, 闫小培, 李志刚, 等. 深圳城市规划对土地利用的调控效能[J]. *地理学报*, 2008, 63(3): 311–320.

[18] 古丽米热·艾尔肯, 阿依吐尔逊·沙木西. 近 27 年焉耆县土地利用变化与景观空间格局演变研究[J]. *土壤通报*, 2020, 51(5): 1071–1078.

[19] 韩会然, 杨成凤, 宋金平. 北京市土地利用变化特征及驱动机制[J]. *经济地理*, 2015, 35(5): 148–154, 197.

[20] 李硕, 沈占锋, 柯映明, 等. 1974—2019 年大清河流域土地利用景观时空变化[J]. *水土保持研究*, 2021, 28(1): 195–203, 210.

[21] 陈忠升, 高翔富, 赵仕梅. 1960—2017 年成渝经济区气候变化时空特征分析[J]. *西华师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 40(3): 296–303.

进程[J]. *华北农学报*, 1998, 13(2): 1–5.

[15] GHIGLIONE H O, GONZALEZ F G, SERRAGO R, et al. Autophagy regulated by day length determines the number of fertile florets in wheat [J]. *Plant journal*, 2010, 55(6): 1010–1024.

[16] 金先春, 马平民, 徐威生, 等. 表油菜素内酯对小麦籽粒发育的影响[J]. *河南农业科学*, 1991, 20(11): 1–4.

[17] 樊小林, 李玲, 何文勤, 等. 氮肥、干旱胁迫、基因型差异对冬小麦吸氮量的效应[J]. *植物营养与肥料学报*, 1998, 4(2): 131–137.

[18] 朱元刚, 肖岩岩, 初金鹏, 等. 不同播期冬小麦小花发育特性与同化物代谢的相关性[J]. *植物营养与肥料学报*, 2019, 25(3): 370–381.

[19] DUAN J Z, WU Y P, ZHOU Y, et al. Grain number responses to pre-anthesis dry matter and nitrogen in improving wheat yield in the Huang-Huai Plain [J]. *Scientific reports*, 2018, 8(1): 1–10.

[20] 邱泽生, 刘捷平, 黄勤妮, 等. 冬小麦的小花发育与碳氮代谢的关系[J]. *作物学报*, 1980, 6(3): 139–146.

[21] 刘捷平, 邱泽生, 王沅, 等. 冬小麦小花分化和退化及其与碳氮代谢的关系[J]. *北京师院学报(自然科学版)*, 1980(00): 84–89.