DOI:10.19789/j.1004-9398.2016.04.015

海南省耕地集约利用水平的时空分异研究*

徐亚辉[1] 潘瑜春[2] 刘 玉[2]** 王学东[1]

(1. 首都师范大学资源环境与旅游学院,北京 100048; 2. 北京农业信息技术研究中心,北京 100097)

摘 要

本文以海南省18个县(市)为评价单元,从投入强度、利用效率和利用强度三个层面构建耕地集约利用评价指标体系,采用层次分析法和熵值法确定指标权重,深入分析1990、2000和2010年海南省各县(市)耕地集约利用度的时空分异格局,以期为海南省耕地集约利用和持续发展提供政策依据. 结果表明:1990—2010年海南省各县(市)耕地集约指数明显上升,耕地集约利用水平高的地区主要分布在东部的琼海市和万宁县,南部的三亚市、乐东县和五指山市,北部的临高县等,其他地区处在中度集约利用及以下水平. 1990—2010年间,平原地区的耕地集约利用水平高于山地丘陵地区,且集约利用水平高的地区向山地丘陵地区不断扩展.

关键词: 耕地集约利用,层次分析法,熵值法,时空分异,海南省.

中图分类号: F301.24

0 引 言

耕地是农业生产中不可替代的劳动对象、生产要素和空间场所. 耕地集约利用水平和方式将会直接或者间接地影响农业生产效益、粮食产量、农民收入和生态环境的质量. 随着经济社会的不断发展,耕地数量一直处于不断减少的态势,截至2012年底我国拥有耕地面积1.35亿 hm^2,其中3/4的耕地集中在粮食主产省份,并且低产田数量多. 在人口增长和后备资源有限的情况下,节约、集约利用非粮食大省的耕地,提高耕地产出率是缓解我国土地供需矛盾的重要途径[3].

耕地集约利用历来是学者们的关注热点,已针对耕地集约利用变化驱动力[4-5]、评价方法[6-7]、时间变化规律[8-9]、空间分异特征[10]等方面开展了一系列研究. 在研究区域上,学者对土地集约、节约利用研究的关注点多集中河南省、河北省、黑龙江省等粮食生产大省,龙冬冬、乔家君等人系统分析了河南省农用地集约利用的时空变化特征[11-12];安玉娟、崔丽等人对河北省耕地利用水平差异进行了探究[13-14];杜国明等[15]和王帅等[16]对黑龙江省耕地集约利用时空特征进行了评价. 这些研究为本文揭示海南省耕地集约利用特征提供了很好的思路和方法借鉴. 梳理相关文献发现,尽管已有学者开展了具体区域耕地集约利用时间变化规律或空间分异特征研究,但综合集成运用主客观评价方法开展区域耕地集约利用时序变化规律与空间分异特征的研究还较鲜见.

海南属于热带海洋性岛屿季风气候区,光热丰富,降雨充沛,物种资源丰富,是发展热带特色高效农业和冬季农业的黄金宝地. 由于光、热、水等条件优越,生物生长繁殖速率较温带和亚热带为优,很多作物每年可收获2~3次[17]. 深入开展海南省耕地集约利用评价研究,揭示县域尺度耕地集约利用水平的空间分异现状和演变特征,对提高区域耕地利用水平,保障全国热带农产品供应具有重要作用. 本文以海南省18个县(市)作为基本研究单元,揭示1990、2000和2010年耕地集约利用水平的时空差异规律,探讨各县域耕地集约利用水平的影响因素,为提高海南省耕地集约利用水平和保护国家的耕地资源服务.

收稿日期: 2014-08-15

* 国土资源部公益性行业科研专项课题(201211028-4)

**通讯作者

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　耕地集约利用评价指标的构建和研究方法

1.1　指标设计

评价指标体系的设计一方面要切实符合耕地集约利用内涵; 另一方面要客观全面地反映区域耕地利用实际. 据此,本研究借鉴相关研究成果,以耕地集约利用为目标,紧扣耕地集约利用的内涵,结合海南省的实际情况,遵循科学性、综合性、前瞻性、代表性等原则,分别从投入强度、利用效率和利用强度等 3 个方面入手,选择了单位耕地化肥施用量、单位耕地农药施用量、单位农业劳动力、单位农业机械总动力、劳均产值、地均产值、地均产量、复种指数、灌溉指数和稳产指数等 10 个指标,构建海南省耕地集约利用评价指标体系(表 1) .

1.2　评价方法与过程

1.2.1　指标的标准化

本研究指标权重的确定采用乘数合成归一法[18] ,即将主观赋权法(层次分析法[19]) 和客观赋权法(熵权法[20]) 这两种方法所得到的权重系数按照乘数合成归一法结合起来,客观地反映各指标层对目标层的影响程度.

(1) 层次分析法

①建立递阶层次以后,上下层之间元素的隶属关系就已确定,根据前人的数据资料和笔者的认识,得到海南省耕地集约利用评价指标层的判断矩阵.

$$A = (a_{ij})_{n\times m}$$

②权重即是判断矩阵的特征向量(W'_j) ,采用方根法求判断矩阵的最大特征根及其所对应的特征向量.

③并用最大特征根对判断矩阵进行一致性检验.

$CI = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$　　$CR = CI/RI < 0.1$ (一致性可以接受)

式中,CI 为一致性指标的值; λ_{max} 为判断矩阵最大特征根; RI 为与判断矩阵阶数相同的平均一致性指标; CR 为一致性指标检验值.

(2) 熵权法

①对评价指标进行综合标准化,即计算第 i 个县(市) 第 j 项指标值的比重:

$$P_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum X'_{ij}}$$

式中,P_{ij} 为第 i 个县(市) 第 j 项指标值得比重; X'_{ij} 为 i 县(市) j 指标的标准化值,i 为评价单元个数 $i=1,2,\cdots,n$; j 为评价指标个数, $j=1,2,\cdots,m$;

②计算第 j 项指标的熵值:

$e_j = -k\sum_{i=1}^{n} P_{ij}\ln P_{ij}$,令 $k = \frac{1}{\ln n}$,则 $0 \leqslant e_j \leqslant 1$

③计算第 j 项指标的差异性系数: $g_j = 1 - e_j$

④计算第 j 项指标的权重: $W''_{ij} = \frac{g_j}{\sum_j^g}$

(3) 乘数合成归一法

$$W_j = \frac{W'_j \times W''_j}{\sum W'_j \times W''_j}$$

式中,W_j 为乘数合成归一之后得到的指标最终权重; W'_j 为层次分析法求出的指标权重; W''_j 为熵权法求出的指标权重.

1.2.3　集约度计算

采用综合指数法计算集约度. 其计算表达式为:

$$f_i(W) = \sum_{j=1}^{m} W_j \times X'_{ij}$$

式中,$f_i(W)$ 表示第 i 个县(市) 的耕地集约利用度; W_j 为指标层各指标的权重; m 为评价指标的数量; X'_{ij} 为第 i 个县(市) 第 j 项指标的标准化值.

1.3　研究区概况与数据来源

海南省位于中国南端,东经 108°37′ ~ 111°05′,北纬 3°30′ ~ 20°18′,土地总面积为 3 416 670 hm^2 (包含周边岛屿) [20-21] . 海南岛的地貌特点是中间高四周低,由山地、丘陵、台地、阶地、平原、滨海沙滩逐级过渡,呈不对称的环状—层状结构. 海南地处热带北缘,属热带季风气候,光温充足,光合潜力高. 目前海南省耕地总面积为 42 万 hm^2,人均耕地面积 0.048 hm^2,远低于全国平均水平. 耕地、人口、粮食的矛盾日趋尖锐,即将到来的人口高峰、城市化高峰和工业化高峰等使得耕地保护面临更加严峻的压力. 在“国际旅游岛”建设和“中国—东盟自由贸易区”加快发展的新形势下,海南省已明确耕地开发利用战略,突出热带地区、经济特区、岛屿经济的区域耕地利用特色,推进热带现代农业发展. 所以,海南省发展农业必须走充分挖掘耕地集约利用潜力,提高集约利用水平的道路.

以县域作为基本的研究单元,研究所需数据来源于《1991 年海南省统计年鉴》、《2001 年海南省统计年鉴》和《2011 年海南省统计年鉴》(未统计周边岛屿) .

2　评价结果与分析

2.1　评价指标权重计算

为了便于耕地集约利用的时空比较,将 3 个年份

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的各项数据放在一起构成原始数据矩阵. 为了消除价格上涨因素的影响,采用农业增加值价格指数对地均产值和劳均产值进行修正,统一修正为 1990 年为基期的可比价. 采用极差标准化方法对原始数据进行标准化,进而通过层次分析法和熵权法,计算得到海南省耕地集约利用各评价指标的权重(表 1).

表 1 海南省县(市)耕地集约利用评价指标体系

准则层	评价因子	指标层	表达式	指标属性	指标权重
投入强度(0.409 8)	X_1	单位耕地化肥施用量	化肥施用量/耕地总面积	正	0.071 1
	X_2	单位耕地农药施用量	农药施用量/耕地总面积	正	0.149 0
	X_3	单位农业劳动力	农业劳动力/耕地总面积	正	0.012 3
	X_4	单位农业机械总动力	农业机械总动力/耕地总面积	正	0.177 4
利用效率(0.438 1)	X_5	劳均产值	种植业总产值/种植业总劳动力	正	0.130 3
	X_6	地均产值	种植业总产值/作物播种总面积	正	0.177 2
	X_7	地均产量	作物总产量/作物播种总面积	正	0.130 5
利用强度(0.152 1)	X_8	复种指数	作物播种总面积/耕地总面积×100%	正	0.140 3
	X_9	灌溉指数	有效灌溉总面积/耕地总面积×100%	正	0.005 1
	X_{10}	稳产指数	旱涝保收总面积/作物播种总面积×100%	正	0.006 8

从表 1 可以看出,就准则层而言,利用效率 > 投入强度 > 利用强度,说明在县(市)耕地集约利用评价中,利用效率的重要性最大,投入强度次之,利用强度的重要性最小. 按照各指标权重的大小各项评价指标重要性排序为: 单位农业机械总动力 > 地均产值 > 单位耕地农药施用量 > 复种指数 > 地均产量 > 劳均产值 > 单位耕地化肥施用量 > 单位农业劳动力 > 稳产指数 > 灌溉指数. 可见,单位农业机械总动力对耕地集约利用的影响性最大,而灌溉指数的影响性最低.

2.2 各县(市)耕地集约利用评价结果

2.2.1 投入强度

耕地投入强度在很大程度上决定了研究区耕地集约利用水平,海南省各县(市) 3 个时段耕地投入强度分布如图 1 所示,20 年间全省各个县(市)耕地投入水平均有不同程度的提高. 1990 年海南省各县(市)耕地投入强度得分全部低于 0.05,全省耕地投入强度平均值 0.020 1; 到 2010 年海南省耕地投入强度高于 0.20 的县(市)占据多数,全省耕地投入强度平均值 0.224 7.

全省耕地投入强度空间分异显著. 投入强度较高的地区主要集中在海南省东部和南部的沿海平原区,包括三亚市、琼海市和万宁县等地区; 同时发现,屯昌县和定安县的耕地投入强度在 2010 年远低于海南省其他地区. 中部地区的耕地投入强度提高幅度较大,其中琼中县较其他县(市)提高幅度明显. 投入强度提高的主要原因在于随着社会经济的发展,农业生产投入要素不断增加,各个地区的农药投入、化肥投入、劳动力投入、机械总动力投入都在增加; 加之,受到政策影响,沿海城市最先发展,耕地投入强度最先提高.

2.2.2 利用效率

耕地利用效率是耕地集约利用水平在一定程度上的反映,耕地利用效率的高低对耕地集约利用水平的影响较大. 将海南省各县(市) 3 个时间段耕地的利用效率得分划分为 5 个级别,并将其进行 GIS 空间表达(图 2),从而分析其时空变化情况. 20 年间全省多数县(市)耕地利用效率有不同程度的提高. 1990 年海南省各县(市)耕地利用效率的平均得分为 0.041 3,最大值出现在白沙县和五指山市; 2010 年,虽然海南省各县(市)耕地利用效率的全省平均值略有上升,但是两极分化严重,个别县(市)较之前出现下降情况.

全省耕地利用效率区域间存在一定差异,呈四周低中间高分布. 耕地利用效率较高的地区主要集中在中部的白沙县、五指山市和琼中县等地区. 这些地区主要依靠旅游区的特色农业和经济作物,其地均产值和劳均产值较高; 南部沿海三亚市利用效率较高,主要是农业生产条件较好,交通便利,利于农产品的流通; 而陵水县处在大城市附近,是城市农产品消费的供应来源,有利于耕地利用效率的提高. 除此之外,由于 2010 年海南省遭遇特大暴雨,保亭县受灾严重,耕地农作物产量显著下降,从而导致利用效率下降.

2.2.3 利用强度

耕地利用强度与耕地投入水平和利用效率相比,对耕地集约利用水平的影响相对较小,但能在一定程度上反映出耕地集约利用水平. 海南省耕地利用强度综合得分划分为 5 个级别,各级别数量变化及空间格局变化情况如图 3 所示. 1990 年海南省各

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



图 1　海南省各县(市) 3 个时段耕地投入强度分布图

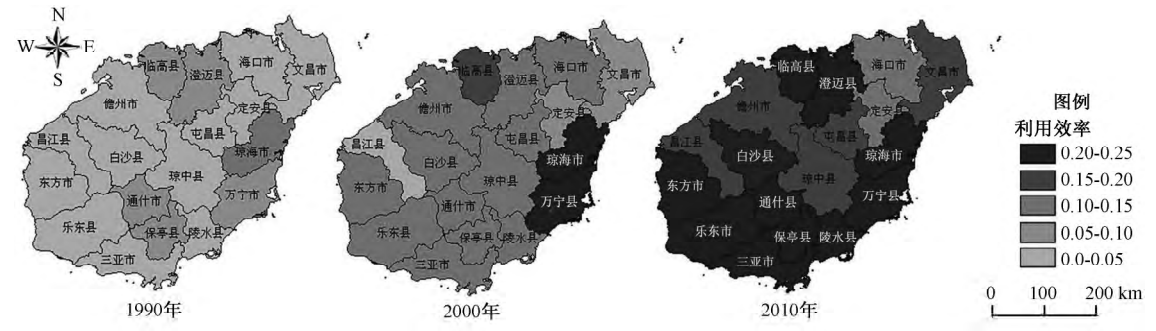


图 2　海南省各县(市) 3 个时段耕地利用效率分异图

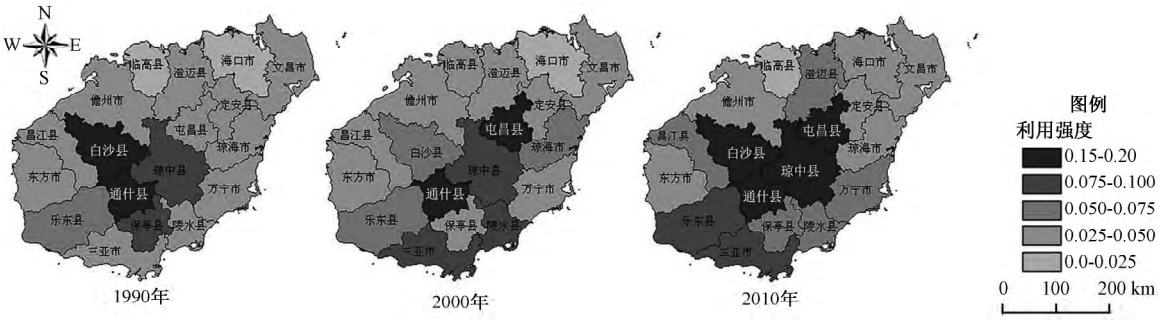


图 3　海南省各县(市) 3 个时段耕地利用强度分布图

县(市) 耕地利用强度的得分多集中在 0. 05 以下; 2000 年海南省各县(市) 耕地利用强度的得分明显提高,特别是琼海市和万宁市远高于全省平均值; 2010 年海南省耕地利用强度的得分在 0. 15 以上的县(市) 占据多数,并且沿海地区高于内陆地区.

全省耕地利用程度空间差异明显,呈现南高北低分布. 耕地利用强度较大的地区主要集中在南部沿海地区; 而中部白沙县的投入强度较高,耕地利用强度却较低,说明地形因素对耕地利用程度产生一定的影响. 耕地利用强度的提高,主要原因在于稳产指数和灌溉指数的不断提高. 海南省全省稳产指数从 1990 年的 11. 54% 提高到 2010 年的 26. 95% ,增长了 1 倍多; 灌溉指数从 1990 年的 37. 23% 提高到 2010 年的 45. 12% .

2. 2. 4　集约度指数

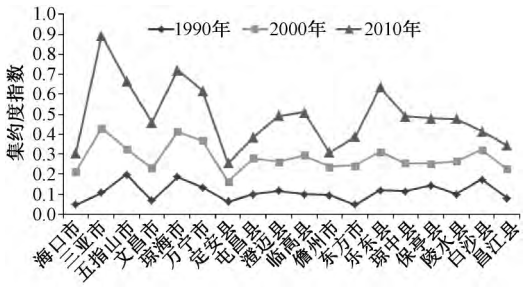


图 4　海南省各县(市) 3 个时段耕地集约度指数变化图

根据耕地集约利用水平评价结果,结合海南省各县(市) 耕地利用的现状及特点,将 18 个县(市)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

耕地集约利用评价结果分为 5 个级别: I 级: 集约度指数 $f(w) \geq 0.7$,耕地利用高度集约; II 级: 集约度指数 $0.50 \leq f(w) < 0.70$,耕地利用比较集约; III 级: 集约度指数 $0.30 \leq f(w) < 0.50$,耕地利用中等集约; IV 级: 集约度指数 $0.10 \leq f(w) < 0.30$,耕地利用基本集约; V 级: 集约度指数 $f(w) < 0.10$,耕地利用不集约.

由图 4 可知,1990—2010 年海南省各县(市)耕地集约度指数呈现明显上升的趋势. 1990 年海南省各县(市)耕地集约度指数整体低于 0.30,其平均值为 0.11; 2000 年海南省各县(市)耕地集约度指数提高显著,平均值为 0.284,达到中度集约,并且 6 个县(市)耕地集约度指数超过 0.50,表明海南省各县(市)整体耕地集约程度明显改善; 2010 年海南省各县(市)耕地集约度指数继续提高,平均值达到 0.49,其中琼海市和三亚市集约度指数高于 0.70,达到高度集约.

如图 5 所示,海南省耕地集约利用水平具有明显的区域性差异,且分布不均衡. 耕地集约利用水平高的地区主要分布在东部的琼海市和万宁县,南部的三亚市、乐东县和五指山市,北部的临高县等,其他地区处在中度集约利用及以下水平. 平原地区的耕地集约利用水平高于山地丘陵地区,原因在于平原地区地势平坦、土壤相对肥沃、农业基础设施比较完善,且具有相对较高的单位动力投入、灌溉指数、稳产指数等,易于耕地的耕作和开发利用; 处于海南中部山区的县(市)由于耕地自然条件恶劣,农业基础设施相对不完善,使得耕地集约利用水平较低.

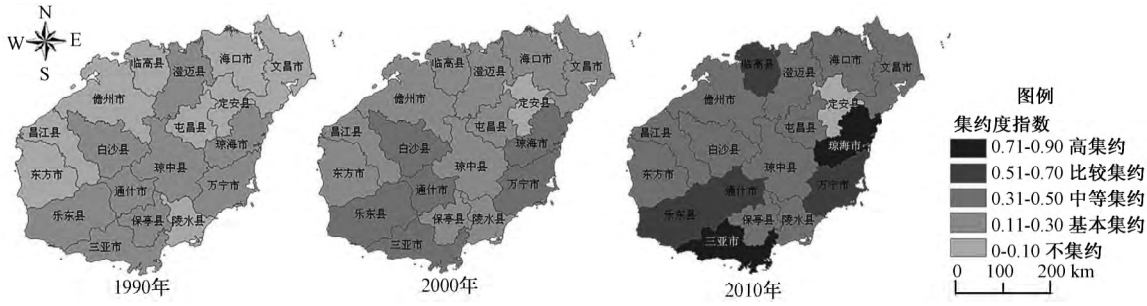


图 5 海南省各县(市) 3 个时段耕地集约度分布图

3 结 语

(1) 通过 1990—2010 年海南省耕地集约度指数,得到海南省耕地利用水平总体上呈现上升趋势; 在空间上,海南省耕地集约利用水平具有明显的区域性差异,且分布不均衡,海南省北部、东部、南部地区耕地集约利用水平较高,中部较低. 平原地区的耕地集约利用水平高于山地丘陵地区,耕地集约利用水平高的地区向山地丘陵地区不断扩展.

(2) 通过 1990—2010 年海南省耕地集约利用的投入强度、利用效率和利用强度计算数值,得到三者均有提高. 全省区域间投入强度、利用效率和利用强度差异明显,且出现错位发展,投入强度高的地区,由于受到地形、区位等因素的影响,利用强度反而低,这说明仅仅以耕地集约利用的投入强度、利用效率和利用强度等单项指标来衡量耕地集约利用水平具有一定的局限性. 耕地集约利用水平是受耕地投入强度、利用程度和利用效率综合作用的结果,投入强度和利用效率仍是影响海南省耕地集约利用空间分布的主要因素,耕地集约利用水平的高低与两者的分布基本具有一致性.

(3) 随着社会经济的发展和城市化进程的推进,耕地资源的数量将进一步减少,而社会对农产品的需求程度越来越大. 一方面,结合海南省耕地利用的情况,应充分发挥热带自然条件的优势,加大耕地的投入力度,不断提高土地利用程度,提高农产品产量,增加耕地产出率,使得耕地利用效率最大化,最终实现耕地的集约利用,缓解粮食大省的供应压力. 另一方面从目前的耕地效率上看到,在经济发展的同时应该继续加强对生态的保护,着力推进海南生态省建设,统筹人与自然和谐发展,促进海南经济与社会协调发展.

参 考 文 献

[1] 朱红梅,王小伟. 长沙城市土地集约利用评价[J]. 经济地理,2008,28(3):442-444.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[2] 曾明星,吴瑞君,张善余. 中国人口再分布新形势及其社会经济效应研究——基于"六普"数据的分析 [J]. 人口学刊,2013,5(3):20 – 23.
[3] 王静,邵晓梅. 土地节约集约利用技术方法研究: 现状、问题和趋势 [J]. 地理科学进展,2008,27(3):68 – 74.
[4] 祝小迁,程久苗,费罗成. 安徽省耕地集约利用及其驱动力分析 [J]. 中国土地科学,2009,23(2):11 – 17.
[5] 易军,梅昀. 基于 PSR 框架的耕地集约利用及其驱动力研究: 以江西省为例 [J]. 长江流域资源与环境,2010,19(8):895 – 900.
[6] 张世文,马素敏. 耕地集约节约利用评价方法及应用: 以福建省为例 [J]. 安徽农业科学,2006,34(24):6576 – 6579.
[7] 邵晓梅,王静. 小城镇耕地集约利用评价方法比较研究: 以浙江省慈溪市为例 [J]. 长江流域资源与环境,2008,17(1):93 – 97.
[8] 朱会义,李秀彬,辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示 [J]. 自然资源学报,2007,22(6):907 – 915.
[9] 安玉娟,门明新,霍习良,等. 河北省耕地利用集约度变化特征 [J]. 地理科学进展,2009,28(4):611 – 616.
[10] 骆东奇,李乐,郭英. 重庆市耕地集约利用评价及空间分异研究 [J]. 地域研究与开发,2010,29(1):98 – 103.
[11] 龙冬冬,赵宏波. 河南省耕地集约利用时空变化特征研究 [J]. 水土保持研究,2012,19(4):223 – 228.
[12] 乔家君,吴娜琳. 河南省农田利用集约度时空变化及其影响环境 [J]. 地理研究,2012,31(9):1598 – 1610.
[13] 安玉娟,门明新,霍习良,等. 河北省耕地利用集约度变化特征 [J]. 地理科学进展,2009,28(4):611 – 616.
[14] 杜国明,刘彦随. 黑龙江省耕地集约利用评价及分区研究 [J]. 资源科学,2013,35(3):554 – 560.
[15] 王帅,曲长祥,冯翔迪. 黑龙江省耕地集约利用的区域差异及影响因素分析 [J]. 东北农业大学学报,2012,43(5):142 – 146.
[16] 王业侨. 海南省经济社会发展与土地利用相关分析 [J]. 地域研究与开发,2006,25(3):81 – 85.
[17] 毕华,尤春花. 海南省农用土地资源生态环境问题及其控制对策 [J]. 农业环境保护,2000,19(5):317 – 319.
[18] 刘力,邱道持,粟辉,等. 城市土地集约利用评价 [J]. 西南师范大学学报,2004,29(10):887 – 890.
[19] 温长恩,欧阳统. 海南资源环境与经济开发战略研究 [C]. 海口: 海南出版社,1993,296 – 308.
[20] 余升国,陈钟,陈敏. 海南省经济发展的区域差异分析 [J]. 区域经济,2010,4(8):66 – 67.
[21] 李彬,李刚,高远,等. 海南省国际旅游岛建设用地需求及土地利用调控研究 [J]. 安徽农业科学,2012,40(33):419 – 422.

Spatial-Temporal Variance of Cultivated Land Use Intensity in Hainan Province

Xu Yahui[1]　Pan Yuchun[2]　Liu Yu[2]　Wang Xuedong[1]

(1. College of Resources Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing　100048;
2. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing　100097)

Abstract

This essay took the 18 counties (cities) of Hainan province as evaluation units, evaluation index system of cultivated land intensive utilization was built from the input intensity, efficiency and utilization intensity, index weight was determined by using Analytic Hierarchy Process (AHP) and entropy method. Based on the in-depth analysis on spatiotemporal diversity pattern of cultivated land intensive utilization of Hainan province in 1990, 2000 and 2010, the policy basis for cultivated land intensive utilization and sustainable development of Hainan province would be provided. The results showed, the index of cultivated land intensive utilization of Hainan province in 1990-2010 showed an obvious rising, the areas of high-level cultivated land intensive utilization were mainly distributed in the east part, such as Qionghai city and Zhengning county, in the south part, such as Sanya city, Ledong county and Wuzhishan city, and Lingao county in the north, etc., other areas were in a moderate level of

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

cultivated land intensive utilization. In 1990-2010, the level of cultivated land intensive utilization in plains was higher than that in the mountain and hilly areas, and the areas of high-level cultivated land intensive utilization expanded to mountainous and hilly areas.

Key words: intensive utilization of cultivated land, Analytic Hierarchy Process, entropy method, spatial difference, Hainan province.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net