

莱州湾南岸海岸带土地利用时空演变及稳定性研究

田立鑫, 韩美, 王敏, 魏帆, 孔凡彪, 孔祥伦

(山东师范大学 地理与环境学院, 济南 250358)

摘要:土地资源是人类生存发展的基本资源,海岸带是人类活动密集区。为探究经济发展背景下土地利用变化状况,给予国土空间规划提供适当的理论支撑,运用图谱分析、强度分析、交叉列联表等方法研究1989—2019年莱州湾南岸海岸带土地利用结构变化、地类转化以及演变稳定性。结果表明:(1)土地利用结构时空变化方面,莱州湾南岸海岸带地类以盐田养殖池、耕地、建设用地为主,1989—2019年耕地和滩涂面积减少最多,建设用地和盐田养殖池扩张面积最大。(2)地类转化方面,1989—2009年建设用地转入面积最大,2009—2019年耕地涨势最强。(3)土地利用演变稳定性方面,除滩涂和盐田养殖池外,其余地类面积的增长均表现为稳定性;除盐田养殖池和水库坑塘外,其余地类面积的减少均表现出稳定性。结果表明不同地类的转换和空间分布存在明显差异,自然因素和人类土地利用行为会对土地利用时空演变过程和稳定性产生重要影响。

关键词:稳定性;强度分析;土地利用图谱分析;时空演变;莱州湾南岸海岸带

中图分类号:U412.1⁺4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)04-0259-07

Spatiotemporal Evolution and Stability of Land Use Type in the Coastal Zone of the South Coast in Laizhou Bay

TIAN Lixin, HAN Mei, WANG Min, WEI Fan, KONG Fanbiao, KONG Xianglun

(College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250358, China)

Abstract: Land resource is an important foundation for human life. Coastal zone is one of the most concentrated and active areas for human activities. In order to explore the status of land use change in the context of economic development, we provided appropriate theoretical support for spatial planning. The changes of land use structure, the land class transformation and the stability of land use evolution of the south coast of Laizhou Bay from 1989 to 2019 were studied by using geographic information map, intensity analysis methods and confusion table. The results indicated that: (1) in terms of temporal and spatial changes in land use structure, the land types in coastal zone of Laizhou Bay were mainly salt farming ponds, cultivated land and construction land; from 1989 to 2019, the area of cultivated land and tidal flats had decreased the most, at the same time, the areas of construction land and salt farming ponds had increased the most; (2) in terms of the land type transformation, from 1989 to 2009, the area of construction land had increased the most, at the same time, the most obvious change was the decrease of cultivated land from 2009 to 2019; (3) in terms of the stability of land use evolution, the increase of other land types showed stability except for tidal flat and salt pond; the decrease of other land types showed stability except for salt pond and reservoirs. There were obvious differences in the conversion and spatial distribution of different land types in the coastal zone of the south coast of Laizhou Bay. Natural factors and human land use behaviors will play a significant role in the processes and patterns of land use change.

Keywords: stability; intensity analysis; geographic information map; spatiotemporal evolution; coastal zone of south coast in Laizhou Bay

收稿日期:2021-01-27

修回日期:2021-02-19

资助项目:国家自然科学基金面上项目“黄河三角洲湿地生态价值评估与生态补偿标准研究”(41371517);山东省社科规划重点项目“人类活动对莱州湾海岸带生态系统影响机制及预警研究”(18BJJ05)

第一作者:田立鑫(1996—),女,山东潍坊人,硕士,主要研究方向为环境变化与区域可持续发展。E-mail:lixintian163@163.com

通信作者:韩美(1963—),女,山东潍坊人,博士,教授,主要研究方向为资源与环境。E-mail:hanmei568568@126.com

海岸带受海陆相互作用,是全球三大生态环境脆弱带之一^[1]。近年来,沿岸城市化、工业化等人类活动与日俱增,海岸带地区成为资源开发热点区域^[2],作为人类活动对地球表层系统影响最直接的表现形式^[3],海岸带土地利用时空格局的变化不仅会带来资源的变化,还会引起生态过程的改变^[4],例如水动力条件改变^[5]、滩涂萎缩^[6]、海水入侵^[7]与土壤次生盐渍化等^[8]。探究海岸带土地利用演变过程及模式,可为海岸带环境变化研究和资源可持续管理与开发等提供理论支撑^[9]。

海岸带是以海岸线为基准向陆地和海洋两侧各延伸一定宽度的带状区域^[10]。关于海岸带的范围国际上和国内至今未有统一界定,根据不同的海岸带类型和研究内容,各学者界定的海岸带宽度也不尽相同^[11]。近年来,关于海岸带土地利用,国内外学者聚焦视角在不同时空尺度和不同海岸带类型中,研究内容囊括海岸带土地利用动态变化监测^[12-13]、土地开发模式的数量和空间变化预测^[14-15]、驱动机制研究^[16-17]、土地利用评价^[18]以及生态环境响应^[19-21]等方面。在研究土地利用结构数量变化特征时,马尔柯夫链模型^[22]、土地利用动态度^[23]、土地利用程度等^[24]相关模型被大多学者使用,这些模型可以在一定程度上反映其动态变化,但难以具体分析土地利用演变过程、模式与其稳定性。Pontius 等创建了一种称为强度分析的方法,通过独立的计算来分析两个时间点之间类别的损失和受益^[25],后被 Aldwaik 等进一步发展为一种土地利用变化强度分析框架,从时间间隔、地类和转换 3 个层面综合分析土地利用变化强度特征和土地利用模式^[26],已被一些学者应用于土地利用变化研究^[27-29],但该方法无法应用于土地利用动态变化过程分析,各层次的利用强度也不能空间化表示。

本文利用 1989—2019 年 Landsat 卫星的 4 期遥感影像为数据源,运用图谱分析从土地利用结构变化和地类转化两方面分析土地利用动态演化,同时通过强度分析和交叉列联表研究土地利用演变的稳定性特征,并讨论土地利用时空演变过程和特征与社会经济驱动因素的联系,以深入探究海岸带土地利用变化过程模式,细化该区域土地利用变化过程以及探究其变化模式,可为今后国土空间开发提供理论借鉴。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区域

莱州湾南岸海岸带位于 118°32′—119°37′E, 36°25′—37°19′N,海岸线西起淄脉沟口,东至胶莱河口,北邻莱州湾,南至县级行政区域的边界,属淤泥质堆积海岸^[30],总面积为 5 702.95 km²,陆域范围以行政边界

为标准确定,包括潍坊市的寿光市、寒亭区和昌邑市三县区,参照以往学者对海岸带的划分标准^[31],同时结合研究内容,确定海域边界以-6 m 等深线为界线,整个研究区包含上述陆域部分以及海域部分。研究区地势平坦开阔,属冲积平原地貌,港口建设、海水养殖、盐化工等人类活动在此集聚,土地利用变化剧烈。

1.2 数据来源

本文所用遥感影像数据来源于美国地质调查局 USGS(<http://www.usgs.gov/>)、地理空间数据云(www.gscloud.cn),包括 1989 年、1999 年、2009 年和 2019 年 10 月份的 Landsat TM, ETM+ 和 OLI 影像,经过几何、大气校正等预处理,通过 eCognition 9.0 软件利用面向对象最邻近法,参考自然资源部最新土地利用现状分类标准(GB/T 21010—2017)和国际地圈—生物圈计划(IGBP)土地利用/土地覆被分类系统^[32]、莱州湾南岸的地理特征,结合相关学者的分类标准^[33],将研究区土地利用类型划分为耕地等十种地类。结合野外实测,采用人机交互法进行人工修正,经验证,人工修正后各地类精度均高于 93%, Kappa 系数均大于 0.85,分类精度满足研究需求。

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用图谱分析 土地利用图谱是将土地利用时空变化通过地理图谱单元来记录的一种方法^[34],该方法弥补了非空间属性数据在地理位置上变化表达的不足^[35]。本文通过图谱分析,探究莱州湾南岸海岸带各地类转入转出的时空变化规律及发展过程。土地利用图谱的主要构造步骤如下:

(1) 基本单元的确定。首先确定图谱空间单元。结合研究区自然条件和研究需求,选取 30 m 空间分辨率网格采样构建图谱。其次确定图谱时序单元,根据研究区 4 个时间节点的遥感影像,确定 1989—1999 年、1999—2009 年、2009—2019 年为图谱时序单元。

(2) 图谱构建。首先,在 ArcGIS 10.2 中将相邻两期土地利用数据做相交处理;其次,将初、末期土地利用编码进行代数运算,初期土地利用编码乘以十,再加上末期土地利用编码,生成 3 期土地利用变化图谱。

(3) 涨落势图谱构建。在图层空间分析生成的地类转入、转出数据中,涨势图谱即为其他地类转入该地类面积的集合表示;相反,落势图谱则为该地类转为其他地类面积的集合。

1.3.2 强度分析 强度分析是一种基于转移矩阵的地类变化过程分析框架^[28],它通过 3 个逐渐细化的层次,将地类变化过程可视化展示。本文通过强度分析法,探究莱州湾南岸海岸带在研究时段内的地类转化过程以及土地利用变化稳定性。它具体包括时间

间隔、地类、转换3个层面的分析。

(1) 间隔层面:分析不同时间间隔地类的总体变化速率。如果 S_t 的值在每个时间点 t 都相等的话,则 $S_t = U$,说明不同时间段地类均匀变化,即地类变化在时间尺度上具有绝对稳定性。若 $S_t > U$ 则说明该时期地类变化为快速,反之地类变化为慢速。

$$S_t = \frac{\sum_{j=1}^J [(\sum_{i=1}^I C_{tij}) - C_{tij}]}{Y_{t+1} - Y_t} \times 100\% \quad (1)$$

$$U = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \{ \sum_{j=1}^J [(\sum_{i=1}^I C_{tij}) - C_{tij}] \} / [\sum_{j=1}^J (\sum_{i=1}^I C_{tij})]}{Y_T - Y_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中: S_t 为时间间隔 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 的地类变化强度; C_{tij} 为从 Y_t 年份的地类 i 转换至 Y_{t+1} 年份的地类 j 的面积; U 为整个研究时段内地类的平均变化强度; J 为地类数量; i 表示起始时间点的地类类别; j 表示时间间隔末时间点的地类类别; T 为时间间隔的数量;下标 t 是 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 期间的某一时间点, $1 < t < T-1$ 。

(2) 地类层面:分析不同地类在不同时间间隔内的增加或减少变化强度,通过对比增加减少强度与各地类变化平均强度 S_t 的大小,可以反映不同地类增长或减少的活跃程度。若增加和减少强度均等于各地类变化强度即 $L_{ii} = S_t, G_{ij} = S_t$ 时,说明在特定时间间隔内该地类的变化是绝对稳定的;若 $L_{ii} > S_t, G_{ij} > S_t$ 时,说明在特定时间间隔内各地类变化是较为活跃的;若 $L_{ii} < S_t, G_{ij} < S_t$, 则说明在时间间隔内各地类变化是不活跃的。若某一地类在连续时间间隔内的增加或减少均表现为活跃或均表现为不活跃,则称该地类的增长或减少在整个研究期内表现为稳定性变化模式^[28]。

$$G_{ij} = \frac{[(\sum_{i=1}^I C_{tij}) - C_{tij}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{i=1}^I C_{tij}} \times 100\% \quad (3)$$

式中: G_{ij} 为 j 地类在时间间隔 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 中的年均增加强度。

$$L_{ii} = \frac{[(\sum_{j=1}^J C_{tij}) - C_{tij}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{j=1}^J C_{tij}} \times 100\% \quad (4)$$

式中: L_{ii} 为 i 地类在时间间隔 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 中的年均减少强度。

(3) 转换层面:分析不同时间间隔内不同地类间相互转换强度的大小。在地类转入强度方面,若地类 n 从期初各个地类 i 中同比例获取相同转入面积,则 $R_{in} = W_{in}$,说明地类 n 从期初不同地类获取转入的

过程是均匀的。若 $R_{in} > W_{in}$,则说明地类 n 倾向于从地类 i 获取转入面积,否则说明地类 n 避免从地类 i 获取转入。如果地类 n 在整个研究时段内都表现出倾向或者都表现出避免从地类 i 中获取转入,则说明从地类 i 到地类 n 的转入过程具有稳定性^[29]。

$$R_{in} = \frac{C_{in} / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{j=1}^J C_{in}} \times 100\% \quad (5)$$

式中: R_{in} 为 i 地类至 n ($i \neq n$) 地类在 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 中的年转换强度。

$$W_{in} = \frac{[(\sum_{i=1}^I C_{in}) - C_{in}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{j=1}^J [(\sum_{i=1}^I C_{ij}) - C_{ij}]} \times 100\% \quad (6)$$

式中: W_{in} 为 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 中从时间点 Y_t 的非 n 地类至 n 地类的统一转换强度。

在地类转出强度方面,若地类 m 以地类 j ($j \neq m$) 的面积同比例转出为地类 j ,则 $Q_{tmj} = V_{tm}$,说明地类 m 转出为地类 j 的过程是均匀的,其变化较少受到外部因素的驱动。若 $Q_{tmj} > V_{tm}$,则说明地类 m 倾向于转出为地类 j ,否则说明地类 m 避免转出为地类 j 。如果地类 m 在研究时段内,都表现出倾向或者都表现出避免转出为地类 j ,则说明从地类 m 向 j 转出的过程具有稳定性。

$$Q_{tmj} = \frac{C_{tmj} / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{i=1}^I C_{tmj}} \times 100\% \quad (7)$$

式中: Q_{tmj} 为在 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 中地类 m 至地类 j ($j \neq m$) 的年转换强度。

$$V_{tm} = \frac{[(\sum_{j=1}^J C_{tmj}) - C_{tm}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{i=1}^I [(\sum_{j=1}^J C_{tij}) - C_{tim}]} \times 100\% \quad (8)$$

式中: V_{tm} 为在 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 中从时间点 Y_{t+1} 的地类 m 转换至所有非地类 m 的强度。

1.3.3 交叉列联表 在进行地类转换层面变化强度分析时,由于时间间隔和地类数量较多,从多种转换过程中识别地类变化稳定性较为繁琐,所以本文借鉴其他学者,将地类转换过程通过交叉列联表进行可视化^[29]。交叉列联表以网格表示期初地类 i 和期末地类 j 之间的转入转出。由图1看出,网格 a 表示在时间间隔1内地类 j 是否倾向于从地类 i 获取转入,是则为深灰色,否则为浅灰色;单元格 b 表示在相同时间间隔内,地类 i 是否倾向于转出为地类 j ,是则为深灰色,否则为浅灰色。单元格 c, d 和 e, f 表示其他时间间隔内地类 i 和 j 之间的转换模式。若横向中 a 和 b 同色,则表示时间间隔1内期初地类向期末地类的转换具有系统性特征(倾向性或避免性);纵向上如果 a, c, e (或者 b, d, f)

同色,则表示期初地类向期末地类的转化具有稳定性;如果所有单元格具有相同的颜色,则说明地类 i 向地类 j 的转化是一种稳定性的系统变化模式^[29]。

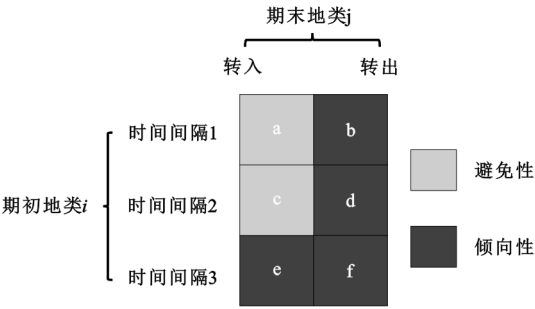


图 1 地类转换模式交叉列联表

2 结果与分析

2.1 土地利用结构变化分析

1989—2019 年莱州湾南岸海岸带土地利用结构以耕地、盐田养殖池、城乡建设用地为主(附图 1)。浅海水域、滩涂、盐田养殖池等地类呈带状分布在北部沿海地区,耕地和建设用地大多分布在南部内陆地区。建设用地面积呈上升趋势,其占比由 1989 年的 6.15% 上升至 12.72%;耕地面积在 1989—2009 年迅速下降,面积由 1989 年的 33.45 万 hm^2 (58.65%) 下降至 2009 年的 29.44 万 hm^2 (51.62%),之后又缓慢上升至 2019 年的 31.33 万 hm^2 (54.93%);盐田养殖池面积占比由 12.35% 增加至 15.94%,浅海水域和滩涂面积占比分别由 8.36% 和 10.04% 下降至 3.48% 和 7.86%;未利用地面积由 1.63% 下降至 0.85%。相对于耕地和建设用地等主要土地利用类型,林地和草地的面积没有明显变化。从土地利用结构空间变化上来说,耕地和滩涂面积减少最多,建设用地和盐田养殖池扩张面积最大。由此可见,近 30 a 来研究区盐田养殖池、建设用地等以人类活动为主的人工地貌激增。

2.2 不同土地利用转化分析

2.2.1 土地利用转移图谱分析 1989—2019 年 3 个时间间隔内,莱州湾南岸海岸带土地利用转移图谱共有 66,74,74 类图谱单元发生了变化(附图 2)。其中以耕地和建设用地之间的相互转换占比最大,主要发生在研究区南部内陆地区。“耕地—建设用地(编码 17)”在 1989—2009 年转换面积最大,达 30 293.56 hm^2 , 主要集中在寿光市南部镇街道以及寒亭区南部街道。2009—2019 年“耕地—建设用地(编码 17)”的转换面积逐渐减少,为 13 036.39 hm^2 ,但“建设用地—耕地(编码 71)”的转换面积由 1999—2009 年的 15 509.66 hm^2 上升至 22 778.48 hm^2 。研究时段内“滩涂—盐田养殖池(编码 86)”的转换面积仅次于建设用地和

耕地相互转换的面积,其转换面积由 2 247.49 hm^2 (1989—1999 年)增长至 8 790.84 hm^2 (1999—2009 年),又下降到 7 021.88 hm^2 (2009—2019 年)。

2.2.2 土地利用涨落势图谱分析 利用图谱分析方法生成莱州湾南岸海岸带 1989—1999 年、1999—2009 年和 2009—2019 年 3 个时序单元的涨落势图谱(附图 3)。1989—2009 年中,建设用地涨势最强,转入面积高达 36 255.54 hm^2 , 主要集中分布在研究区南部城镇附近;在此期间,盐田养殖池的涨势也较为明显,集中分布于北部沿海区域。2009—2019 年耕地的涨势最强,转入面积合计为 35 081.55 hm^2 , 主要以各地镇为中心,呈“摊饼式”分别向四周蔓延分布;建设用地涨势趋缓,转入面积为 25 053.59 hm^2 。整个土地利用变化过程中,耕地的落势最强,主要转出为建设用地和盐田养殖池两地类;其次为 2009—2019 年建设用地的落势,转出面积达 24 027.74 hm^2 。

2.3 土地利用演变稳定性分析

2.3.1 间隔层面变化 在间隔层面,计算并对比 3 个时间间隔的地类变化强度(0 刻度线右侧)及 1989—2019 年的平均变化强度(虚线)。由结果(图 2)可知图中右侧整个研究时段平均变化强度均小于每一个时间间隔内的地类变化强度,这说明莱州湾南岸海岸带地类在 1989—2019 年的变化均为快速。由图中左侧不同时间间隔的变化面积来看,1999—2009 年地类变化面积最大,2009—2019 年次之,1989—1999 年地类变化面积最小。

2.3.2 地类层面变化 在地类层面,从图 3 右侧的变化强度来看,耕地和浅海水域的转入和转出的变化强度均小于平均变化强度,所以两地类在整个研究时间范围内的变化均不活跃;建设用地、林地、草地、河流、其他用地在 3 个时间间隔内转入变化强度和转出变化强度均大于平均值,在 1989—2019 年内的变化都是活跃的;盐田养殖池在 1989—2009 年的增加强度上升较明显,其变化强度也较剧烈;整个研究时段内滩涂的减少变化强度较大。在整个研究时段,除滩涂和盐田养殖池外,其余地类面积的增长均表现为稳定性;除盐田养殖池和水库坑塘外,其余地类面积的减少均表现出稳定性。

2.3.3 转换层面变化 从转换层面的交叉列联表(图 4)可以看出,莱州湾南岸海岸带各地类土地利用变化呈现多种转换模式,其中草地—其他用地、耕地—建设用地、河流—滩涂、其他用地—滩涂等地类转换过程是一种稳定的倾向性转换模式;草地—建设用地、耕地—盐田养殖池、建设用地—河流、建设用地—滩涂、盐田养殖池—建设用地等转换过程是稳定

的避免性转换模式。

3 讨论

研究区面积减少最多的地类为耕地和滩涂,建设用地和盐田养殖池扩张面积最大。我国其他沿海区域的建设用地和耕地变化也较为活跃,在 2010 年之前,沿海区域土地利用变化特征主要表现为建设用地的增加和耕地的减少^[35],建设用地侵占耕地被认为是我国东部沿海地区耕地流失的主要原因之一^[36-37],与本文的研究结果具有一致性。

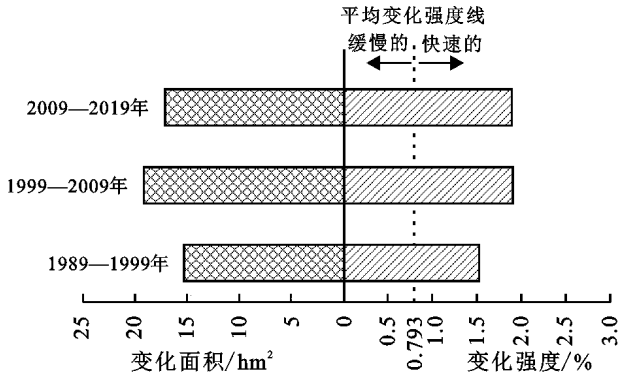


图 2 莱州湾南岸海岸带间隔层面土地利用变化强度

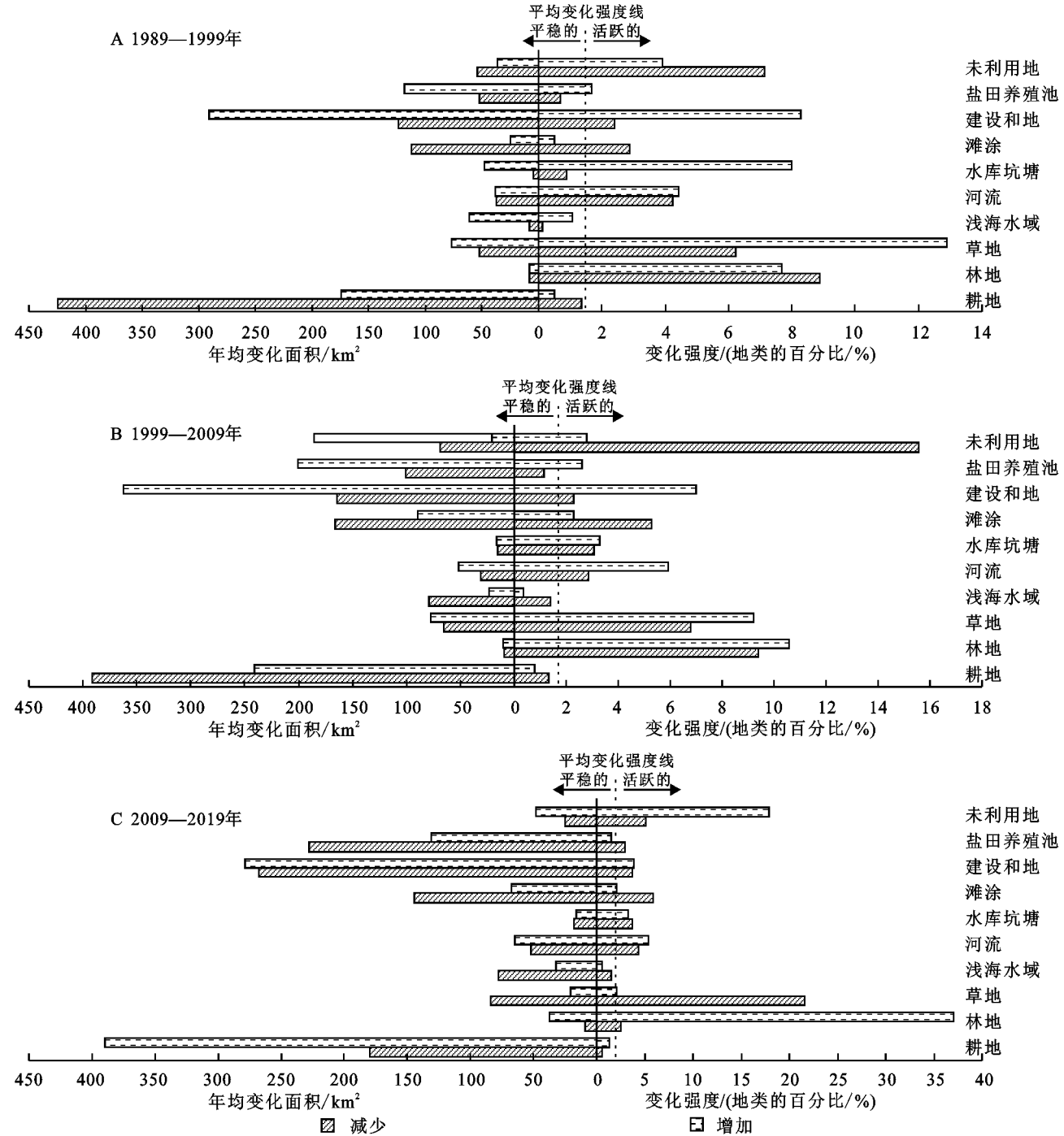


图 3 莱州湾南岸海岸带地类层面土地利用变化强度

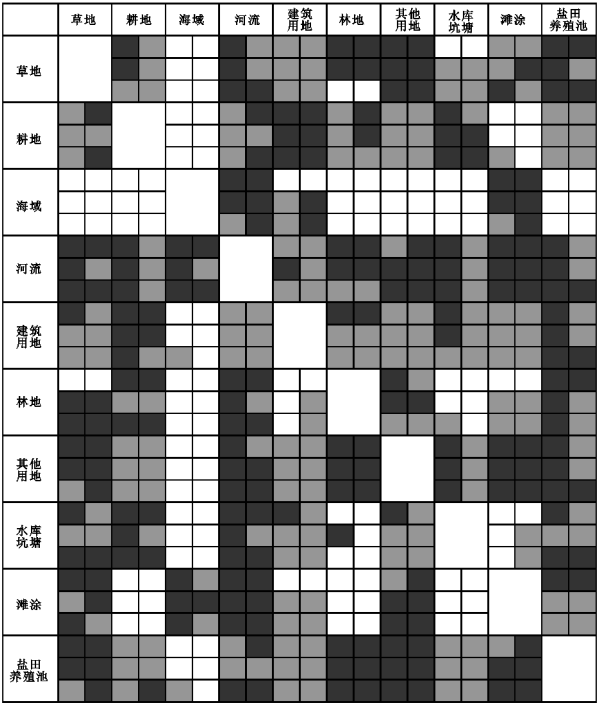


图 4 1989—2019 年莱州湾南岸海岸带转换层面土地利用变化模式交叉列联表

1989—2009 年莱州湾南岸海岸带建设用地涨势最强,耕地的落势最为显著,并且“耕地—建设用地(编码 17)”图谱类型转换主要集中于寿光市和昌邑市且分布范围不断扩大。城市化进程伴随经济的增长开始快速推进,大量农民涌入城市,新修住宅和道路等建设用地不断增加,加之莱州湾南岸地势平坦,为人类开发活动提供了有利的地势基础,人类生产生活强度大,经济开发区、工业园迅速建设,提升了耕地的开发强度。寿光市经济相对较发达,位居潍坊市之首,耕地转出为建设用地的面积增长较快,寒亭区城镇化起步相对较晚,所以耕地向建设用地转换的速度相对缓慢。2009—2019 年莱州湾南岸海岸带耕地面积呈现增长态势,2009 年国家提出“划定和管控永久基本农田”等相关举措,制定严格的基本农田管控措施,保护耕地红线,将城市周边易被占用的生产条件较好的耕地划为永久性基本农田,强制拆除违规占用耕地的农业园以及直接在耕地上违法违规建设的别墅、休闲娱乐场所等用地,加之随着农业机械化水平的提升和灌溉设施的改进,一些荒地、低洼泥沼地被开垦为耕地,细碎耕地连接成片,耕地面积逐渐增加。

1989—2009 年“滩涂—盐田养殖池”的转换面积剧增。中国沿海地区围海活动从 20 世纪 80 年代起进入高潮,因其自然条件优越,莱州湾盐场作为中国开发最早的盐区——山东盐场的一部分,盐田和养殖池广布;2002 年《中华人民共和国海域使用管理法》开始施行,围填海活动强度减弱,海岸带开发进入“蛰

伏期”^[38],但地类转换仍在继续;2009—2019 年,随着经济的进步,莱州湾海岸带围填海活动进入“城市扩张期”,围填海的主要土地利用类型由盐田养殖池向建设用地转换,港口、临海工业园等大量在沿海地区建设,故“盐田养殖池—建设用地”变化的面积在第三时间间隔(2009—2019 年)内仅次于“耕地—建设用地”的变化面积。耕地和建设用地的相互转化为稳定的倾向性系统变化模式,其相互转换受自然或人类有目的的土地利用行为影响而不断增强,另一方面也是由于两者面积较大,其转出转入概率相对较高,同样具有稳定的倾向性转换模式的地类例如林地和盐田养殖池,林地和其他地类等也是因为地类之间存在紧密镶嵌的空间分布格局有关。

本文在分析莱州湾南岸海岸带地类结构的基础上,通过构建地理信息图谱,将研究区地类转化进行空间化表示,同时运用强度分析和交叉列联表分析了莱州湾南岸海岸带土地利用的变化速度、地类转入转出层面的转化模式。地理信息图谱弥补了强度分析在空间上无法展示的不足,强度分析能够用一种层层深入的方式分析不同地类间相互转化的过程,不同的地类转换稳定性也反映了其变化背后的不同机制,为后期分析土地利用变化模式分析奠定基础,有助于管理者基于人地耦合关系视角制定合适的区域发展战略。本文对于莱州湾南岸海岸带土地利用变化过程的影响因素仅进行了初步定性分析,未来还将进一步定量分析影响研究区内部地类转变的驱动机制,提出相应的规划建议。

4 结 论

在土地利用结构变化方面,浅海水域、滩涂、盐田养殖池等地类呈带状分布在北部沿海地区,耕地和建设用地大多分布在内陆地区。耕地和滩涂面积减少最多,建设用地和盐田养殖池扩张面积最大。

在不同地类转化方面,近 30 a 来研究区土地利用以耕地与建设用地、滩涂与盐田养殖池、耕地与盐田养殖池的转移为主。1989—2009 年,莱州湾南岸海岸带建设用地涨势最强,耕地的落势最为显著;2009—2019 年耕地面积不断增长,建设用地的落势最为明显。

在土地利用演变的稳定性方面,3 个时间间隔(1989—1999 年、1999—2009 年、2009—2019 年)地类变化均为快速,除滩涂和盐田养殖池外,其余地类面积的增加表现出时间上的相对稳定性;除盐田养殖池和水库坑塘外,在时间尺度上其余地类面积的减少均表现出相对稳定性。从转换层面来看,耕地—建设

用地、林地—盐田养殖池、林地—其他用地、河流—滩涂、其他用地—滩涂等转换过程是一种稳定的倾向性转换模式;耕地—其他用地、耕地—盐田养殖池、草地—建设用地、盐田养殖池—建设用地等转换过程是稳定的避免性转换模式。

参考文献:

- [1] 骆永明.中国海岸带可持续发展中的生态环境问题与海岸科学发展[J].中国科学院院刊,2016,31(10):1133-1142.
- [2] 吝涛,薛雄志,崔胜辉,等.快速城市化进程中海岛景观格局变化研究[J].海洋环境科学,2009,28(1):87-91.
- [3] Lawler J J, Lewis D J, Nelson E, et al. Projected land-use change impacts on ecosystem services in the United States[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2014,111(20):7492-7497.
- [4] 赵莉莉,何东进,覃德华,等.2000—2014年闽东海岸带土地利用动态变化[J].热带作物学报,2017,38(5):803-810.
- [5] 莫永杰.广西海岸带水动力过程与海岸地貌演化[J].海洋科学,1988(2):25-27.
- [6] Cao W, Wong M H. Current status of coastal zone issues and management in China: A review[J]. Environment International, 2007,33(7):985-992.
- [7] 庄振业,刘冬雁,杨鸣,等.莱州湾沿岸平原海水入侵灾害的发展进程[J].青岛海洋大学学报:自然科学版,1999,29(1):141-147.
- [8] 孙晓明,徐建国,杨齐青,等.环渤海地区海(咸)水入侵特征与防治对策[J].地质调查与研究,2006,29(3):203-211.
- [9] 毋亭,侯西勇.海岸线变化研究综述[J].生态学报,2016,36(4):1170-1182.
- [10] 邱彭华,徐颂军,符英,等.海南岛海岸带土地利用现状及问题分析[J].热带地理,2012,32(6):582-592.
- [11] 刘瑀,马龙,李颖,等.海岸带生态系统及其主要研究内容[J].海洋环境科学,2008(5):122-124.
- [12] Mondal I, Thakur S, Ghosh P, et al. Land Use/Land Cover Modeling of Sagar Island, India Using Remote Sensing and GIS Techniques[M]//Emerging Technologies in Data mining and Information Security. Springer, Singapore, 2019:771-785.
- [13] 范业婷,金晓斌,项晓敏,等.江苏省土地利用功能变化及其空间格局特征[J].地理研究,2019,38(2):193-208.
- [14] Noszczyk T. A review of approaches to land use changes modeling[J]. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 2019,25(6):1377-1405.
- [15] 李娜,张丽,闫冬梅,等.基于 CLUE—S 模型的天津滨海新区土地利用变化情景模拟[J].遥感信息,2013,28(4):62-68.
- [16] 陈磊,孙佳新,姜海,等.南京市土地利用结构时空格局及驱动因素[J].水土保持研究,2020,27(1):197-206.
- [17] Shaji J. Evaluating landuse change along thiruvananthapuram coast, south west coast of india using geo-spatial techniques[J]. Journal of Geography, Environment and Earth Science International, 2019,43:1-11.
- [18] 纪学朋,黄贤金,陈逸,等.基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价:以辽宁省为例[J].自然资源学报,2019,34(3):3-15.
- [19] Bao J, Gao S, Ge J. Dynamic land use and its policy in response to environmental and social-economic changes in China: A case study of the Jiangsu coast (1750—2015)[J]. Land Use Policy, 2019,82:169-180.
- [20] 张健,濮励杰,陕永杰,等.海岸带土地开发利用及生态环境效应研究简述[J].长江流域资源与环境,2012,21(1):36-43.
- [21] 韩美,路广,史丽华,等.东营市海岸带区域综合承载力评估[J].中国人口·资源与环境,2017,27(2):93-101.
- [22] 朱增云,阿里木江,卡斯木.基于 CA-Markov 模型的呼图壁县土地利用景观格局预测研究[J].生态科学,2020,39(1):136-145.
- [23] 董光,何兰,王艺积,等.1990—2017年河北省易县土地利用时空格局动态变化[J].中国农业资源与区划,2020,41(1):242-249.
- [24] 王蕾,张雪萍,张树文,等.松嫩平原西部土地利用变化及沙漠化响应:以黑龙江泰来县为例[J].地理研究,2010,29(3):449-459.
- [25] Pontius R G, Malizia N R. Effect of category aggregation on map comparison[C]//International Conference on Geographic Information Science. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004:251-268.
- [26] Aldwaik S Z, Pontius R G. Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition[J]. Landscape and Urban Planning, 2012,106(1):103-114.
- [27] Huang J, Pontius Jr R G, Li Q, et al. Use of intensity analysis to link patterns with processes of land change from 1986 to 2007 in a coastal watershed of southeast China[J]. Applied Geography, 2012,34:371-384.
- [28] 孙云华,郭涛,崔希民.昆明市土地利用变化的强度分析与稳定性研究[J].地理科学进展,2016,35(2):245-254.
- [29] 杨建新,龚健,高静,等.国家中心城市土地利用变化稳定性和系统性特征:以武汉市为例[J].资源科学,2019,41(4):701-716.
- [30] 张绪良,张朝晖,徐宗军,等.莱州湾南岸滨海湿地的景观格局变化及累积环境效应[J].生态学杂志,2009,28(12):2437-2443.
- [31] 侯西勇,于新洋,毋亭,等.中国海岸带土地利用遥感制图及精度评价[J].地球信息科学学报,2018,20(10):1478-1488.