

2010—2020年巢湖流域生态系统类型的时空变化特征及驱动力分析

袁步先, 吴楠*, 程鹏 (安徽省生态环境科学研究院, 安徽合肥 230071)

摘要 基于巢湖流域生态系统类型分布的持续观测数据,从年变化率、动态度和转移矩阵3个方面分析2010—2020年巢湖流域生态系统类型的时空变化特征,并剖析变化的驱动因素。结果表明,2010—2020年巢湖流域生态系统类型面积变化最为明显的趋势是农田面积的持续大幅缩减和城镇用地的急剧大幅扩张。生态系统动态度(LC值)较大的是其他建设用地和城镇用地,全巢湖流域LC值为0.5%。10年间巢湖流域开发建设对农业和生态空间的大量挤占主要发生在城市周边。此外,流域内农田与湿地的相互转化也较明显。城市化以及工业和矿山开发是巢湖流域近10年最为主要的生态系统类型变化的驱动因素。

关键词 巢湖流域;生态系统类型;动态度;转移矩阵;时空变化特征;驱动力

中图分类号 X 171.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)07-0059-06

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.07.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis on Spatial Temporal Variation Characteristics and Driving Forces of Ecosystem Types in Chaohu Lake Basin from 2010 to 2020

YUAN Bu-xian, WU Nan, CHENG Peng (Anhui Provincial Academy of Eco-Environmental Science Research, Hefei, Anhui 230071)

Abstract Based on the continuous observation data of the distribution of ecosystem types in Chaohu Lake Basin, this paper analyzed the temporal and spatial variation characteristics of ecosystem types in Chaohu Lake Basin from 2010 to 2020 from three aspects (annual change rate, dynamic change index and transfer matrix), and analyzed the driving factors of change. The results showed that from 2010 to 2020, the most obvious trend of ecosystem type area change in Chaohu Lake Basin was the continuous sharp reduction of farmland area and the sharp expansion of urban land. The ecosystem dynamic change index (LC value) was large, which was other construction land and urban land, and the LC value of the whole Chaohu Lake Basin was 0.5%. In the past 10 years, the development and construction of Chaohu Lake Basin had occupied a large amount of agricultural and ecological space, mainly around the city. In addition, the mutual transformation of farmland and wetland in the basin was also obvious. Urbanization and industry and mine development were the most important driving factors for the change of ecosystem types in Chaohu Lake Basin in recent 10 years.

Key words Chaohu Lake Basin; Ecosystem types; Dynamic degree; Transition matrix; Temporal and spatial variation characteristics; Driving force

巢湖位于安徽省中部和长江下游左岸,是全国五大淡水湖之一^[1]。巢湖流域是典型的湖泊型流域,具有山水林田湖等全要素,水陆生态系统交织,是统筹各自然生态要素和人类活动影响、进行生态保护修复研究的理想流域。近10年来,巢湖流域工业化、城镇化和农业现代化的快速增长对其复合生态系统的空间结构和格局产生了深远影响。虽然全力推进的巢湖流域生态保护修复工作取得了一定成效,但流域整体的生态胁迫压力仍然较重。对照合肥市建设长三角世界级城市群中心的要求,“十四五”期间合肥的开发规模与强度将进一步加大,处理好合肥市乃至巢湖流域“四化”(新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化)快速发展与生态安全格局构建之间的矛盾,是实现巢湖流域可持续发展的必然要求。

研究区域(流域)尺度生态系统类型演变的原因、内部机制、基本过程、预测未来变化方向和后果,既是认识自然生态系统和经济社会系统对其耦合作用关系的重要渠道,也是掌握区域(流域)生态状况、制定生态保护修复策略与生态文明建设政策与措施的基础和依据^[2-3]。该研究定量定位地分析了巢湖流域2010—2020年生态系统状况及格局的时空变化

特征,剖析导致格局演变的驱动力因素及其影响作用,有助于量化评价巢湖流域经济社会活动对生态系统的扰动程度以及生态保护修复政策实施的实际效果,发现前期存在的问题并提出后期应对策略,为巢湖流域高水平保护和高质量发展提供科学依据和决策支持。

1 资料与方法

1.1 研究区概况 巢湖流域面积13 486 km²,流域跨合肥市、芜湖市、马鞍山市、六安市和安庆市5市17个县(市、区)。流域地势总体是西高东低、中间低洼,湖区形似鸟巢。流域西南部大别山余脉,南部和东部为沿巢及沿江圩区,西部和北部是江淮丘陵。巢湖流域属北热带湿润季风气候区,四季分明、气候温和,年均气温15.8℃,年降雨量1 120.3 mm。巢湖闸上流域面积9 153 km²,入湖的主要河流有南淝河、派河、杭埠河(丰乐河)、白石天河、兆河、柘皋河等,呈放射状汇入巢湖。巢湖闸下流域面积4 333 km²,主要河流有裕溪河、西河、清溪河、牛屯河等直接入江河道。流域内天然湖泊有巢湖、黄陂湖和已围垦的白湖等(图1)。流域年均地表水资源总量53.6亿m³,杭埠河、南淝河、白石天河3条河流入湖径流量占75%以上,其中杭埠河注入巢湖的水量最大^[4]。

2019年巢湖流域户籍人口1 085.17万,人口密度801人/km²,流域内人口分布不均,其中合肥人口密度最高,达到1 026人/km²,安庆最低,为287人/km²。2019年巢湖流域实现地区生产总值10 561.6亿元,以占全省9.6%的土地面积聚集了全省15.2%的人口,创造了全省28.5%的经济

基金项目 安徽省生态环境科学研究院资金资助项目“基于遥感的巢湖蓝藻水华时空分布变化监测技术研究”(HKYKY2020-03)。

作者简介 袁步先(1962—),男,安徽庐江人,正高级工程师,从事区域水污染防治研究。*通信作者,正高级工程师,博士,从事区域生态规划与生态评价研究。

收稿日期 2021-01-07

总量,是省内综合实力最强、经济最活跃、开放程度最高的区域^[5]。

2020 年巢湖全湖及东、西半湖水水质均为Ⅳ类,呈轻度富营养状态,主要污染指标为总磷。21 条环湖河流中,4 条河流水质状况为优,11 条为良好,5 条为轻度污染,1 条为中度

污染。“十三五”期间,巢湖湖体水质有所好转,水质类别保持稳定,主要污染指标总磷和总氮浓度分别下降 25% 和 15%。环湖河流总体水质明显好转,由中度污染好转为良好,Ⅰ~Ⅲ类水质断面比例上升 7.4 个百分点,劣Ⅴ类断面实现清零,下降 31.6 百分点^[6]。

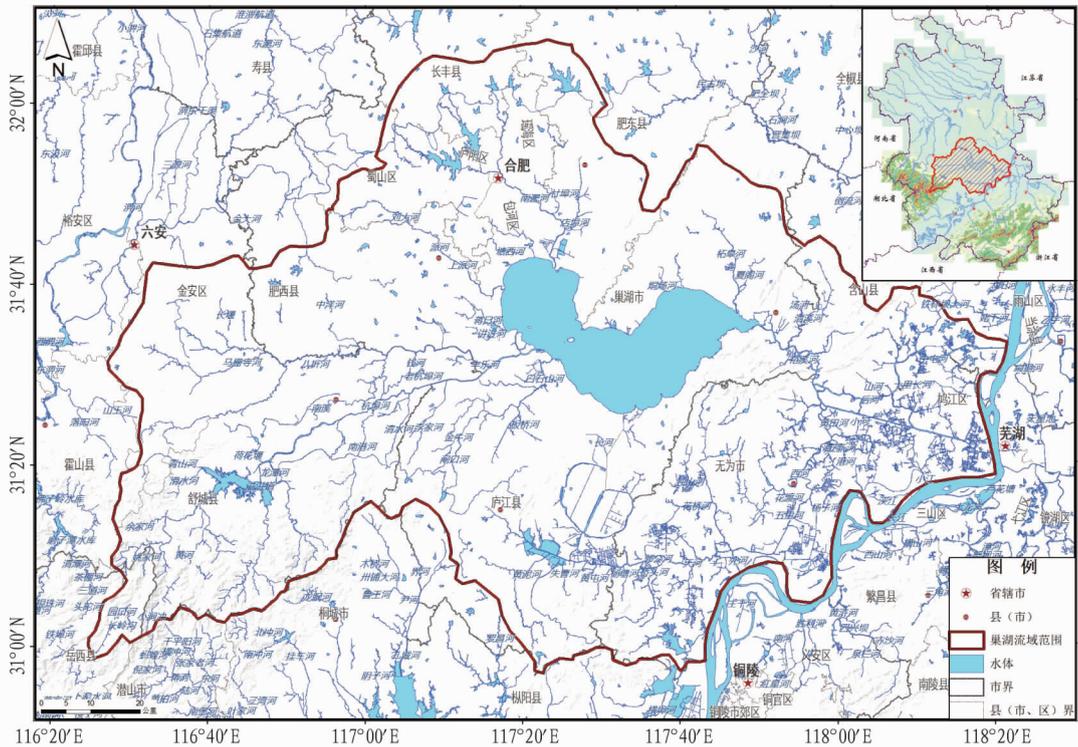


图 1 巢湖流域水系

Fig. 1 Water system of Chaohu Lake Basin

1.2 数据来源 选择 2010、2015 和 2020 年 3 个时段,对巢湖流域的生态系统类型时空变化特征及驱动力进行分析。巢湖流域生态系统类型数据源于中国科学院资源环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn>) 的中国土地覆被现状遥感监测数据库,该数据以美国陆地卫星 Landsat 遥感影像数据作为主信息源,通过人工目视解译获取,空间分辨率为 30 m,地理坐标系为 GCS_Krasovsky_1940,投影坐标系采用 Albers 正轴等面积割圆锥投影。生态系统类型包括农田、森林、草地、湿地、城镇和其他 6 个一级生态系统类型以及 25 个二级类型,其中巢湖流域涉及 6 个一级类型,18 个二级类型,详见表 1。

表 1 生态系统类型和编码

Table 1 Ecosystem types and coding

一级类型编码 First-level type code	一级类型 First-level type	二级类型及编码 Secondary type and coding
1	农田	水田 11、旱地 12
2	森林	有林地 21、灌木林 22、疏林地 23、其他林地 24
3	草地	高覆盖度草地 31、中覆盖度草地 32、低覆盖度草地 33
4	湿地	河渠 41、湖泊 42、水库坑塘 43、滩地 46
5	建设用地	城镇用地 51、农村居民点 52、其他建设用地 53
6	未利用地	裸土地 65、裸岩石质地 66

1.3 研究方法

1.3.1 生态系统动态度。采用动态度分析安徽省生态系统变化特征,分为单一生态系统动态度和综合生态系统动态度。单一生态系统动态度计算公式如下^[7-9]:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中, U_a 、 U_b 分别为研究初期和研究末期某一种生态系统类型的数量; T 为研究时段长度,当 T 的时段设定为年时, K 值就是该研究区某种生态系统类型年变化率。

综合生态系统动态度计算公式如下^[10-13]:

$$LC = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right| \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, LU_i 为监测起始时间第 i 类生态系统类型面积; ΔLU_{i-j} 为研究时段第 i 类生态系统类型转化为其他类生态系统类型面积的绝对值; T 为研究时段长度,当 T 的时段设定为年时, LC 的值就是该研究区域生态系统年变化率。

1.3.2 转移矩阵模型。为了便于叠加分析生态系统格局变化,在 ArcGIS 10.3 软件中,将巢湖流域 2 个时期(2010—2015,2015—2020 年)的生态系统格局栅格数据进行 Combine 运算,进而算出 2 个时段生态系统格局的转移矩阵。为了进

一步研究生态系统格局的动态变化强度,在此基础上,采用转移概率矩阵模型^[14]:

$$P_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_{j=1}^n S_{ij}} \quad (3)$$

式中, S_{ij} 为*i*类生态系统转变为*j*类生态系统的面积, P_{ij} 为*i*类生态系统转变为*j*类生态系统的转移概率, n 为生态系统

类型分类数量。

1.3.3 驱动因素提取。依据生态系统类型之间的相互转化关系以及巢湖流域生态系统类型分布特点,并结合相关内容^[15-16],提取出城镇化、农业开发和农村建设、工业和矿山开发、生态环境修复与改善、水资源利用共 5 类驱动因素(表 2),计算 5 个驱动因素的贡献率。

表 2 驱动力与生态系统转化关系

Table 2 Transformation relationship between driving forces and ecosystem types

驱动力 Driving force	转出类型及编码 Transfer out type and code	转入类型及编码 Transfer in type and code
城镇化 Urbanization	农田 1、森林 2、草地 3、湿地 4、农村居民点 52、其他建设用地 53、未利用地 6	城镇用地 51
农业开发和农村建设 Agricultural development and rural construction	森林 2、草地 3、湿地 4、未利用地 6、城镇用地 51、其他建设用地 53	农田 1、农村居民点 52
工业和矿山开发 Industrial and mine development	农田 1、森林 2、草地 3、湿地 4、未利用地 6、城镇用地 51、农村居民点 52	其他建设用地 53
生态环境修复与改善 Restoration and improvement of ecological environment	农田 1、建设用地 5、未利用地 6	森林 2、草地 3、湿地 4
水资源利用 Water resource utilization	农田 1、森林 2、草地 3、建设用地 5、未利用地 6	湿地 4

1.4 数据统计分析 在 ArcGIS 10.3 中进行数据配准、切割、合并、叠加、分类和分区统计等;其他相关数据的统计及计算等均在 Excel 中完成。

2 结果与分析

2.1 流域生态系统格局变化特征

2.1.1 分布面积变化。2010—2020 年巢湖流域的生态系统类型一直以农田为主,其次为森林和建设用地,3 类合计占流域土地总面积的 85% 以上,是巢湖流域景观基质的主要构成。农田在整个流域的平原、圩区广泛分布,其中散布有农村居民点和旱地。城镇和其他建设用地集中分布在合肥城区以及流域内的各个县(市)城区,其中合肥城区体量巨大且 10 年间蔓延扩张明显,其他各县(市)城区规模也都有不同程度的增加。森林主要集中在流域西南部的大别山余脉、杭埠河和丰乐河上游,在庐江县南部山区和巢湖市银屏山、浮槎山脉也有森林分布(图 2)。

10 年间巢湖流域生态系统类型面积变化最为明显的趋势是农田面积的持续大幅缩减和城镇用地的急剧大幅扩张;湿地面积小幅增加的同时,林地和草地面积小幅减少。其中,湿地大类下的水库坑塘和草地大类下的低覆盖度草地面积出现了波动,前 5 年较大幅度增加、后 5 年小幅减少,建设用地大类下的农村居民点前 5 年小幅减少、后 5 年小幅增加,其余土地覆被类型面积变化趋势前后 5 年基本一致。从面积年变化率上看(表 3),2010—2015 年,面积变化较大的是建设用地大类下的其他建设用地和城镇用地,年变化率(K 值)分别为 22.5% 和 9.2%;农田大类下的水田虽然年变化率(K 值)仅为-0.4%,但由于其面积基数大(占全流域总面积的 50% 以上),水田面积的净减少仍然很大。2015—2020 年,延续前 5 年的趋势,建设用地大类下的其他建设用地和城镇用地仍保持大幅增加态势,年变化率(K 值)分别为 24.4% 和 12.1%;水田年变化率(K 值)幅度减至-0.8%,持续大量减少。裸土地、低覆盖度草地、中覆盖度草地的年变化率(K

值)幅度虽然很大,但由于其面积基数小,对整个流域的生态系统格局影响很小。

从表 4 可以看出,2010—2020 年各生态系统类型面积转出转入绝对量较大的主要是农田大类下的水田(以转出为主)以及建设用地大类下的城镇用地(以转入为主)、农村居民点(转出转入较平衡)和其他建设用地(以转入为主)。10 年间综合生态系统动态度(LC 值)较大的是其他建设用地和城镇用地,分别达到 22.8% 和 6.8%。全巢湖流域 LC 值为 0.5%。

2.1.2 生态系统类型之间的相互转化。通过构建 2010—2020 年巢湖流域生态系统类型的面积转移矩阵(表 5)及转移概率矩阵,多数二级生态系统类型都在 90% 以上的面积被保留,相对稳定,其中疏林地、中覆盖度草地、低覆盖度草地、湖泊、裸岩石质地 100% 的面积被保留,没有转出。农村居民点和其他建设用地有较大比例的面积转出(主要转为城镇用地),保留率较低,分别为 89.60% 和 57.12%。

从表 5 可以看出,2010—2020 年的变化趋势主要有:①农田有 531.61 km²,森林有 6.32 km²,草地有 10.18 km²,湿地有 7.17 km² 的土地面积转变成建设用地,农田来源的转变主要发生在合肥城区和各个县(市)周边,草地来源的转变主要发生在巢湖市周边,森林和湿地来源的转变相对零散。这种转变反映了人类开发建设对农业和生态空间的挤占,更为显著的城镇化过程则发生在城市周边。②农田与湿地的相互转化,这是退田还湖(主要是大房郢水库的建设)和围湖造田(主要发生在黄陂湖周边)相互的博弈。③农田向森林和草地的转化,这反映出森林增长和生态保护修复工程的成效。④建设用地有部分转为农田或草地,这是村庄用地集约规划、农田复垦的结果。⑤水田 5.47 km² 转为旱地,主要是部分地区推行“水改旱”的结果;农村居民点 91.28 km² 转为城镇用地,表明显著的城镇化过程;8.80 km² 转为其他建设用地,表明开发区、基础设施以及矿区建设对农村的征用;其

他建设用地有 10.38 km² 转为城镇用地,有 4.10 km² 转为农

村居民点,表明部分厂矿的“退二进三”过程。

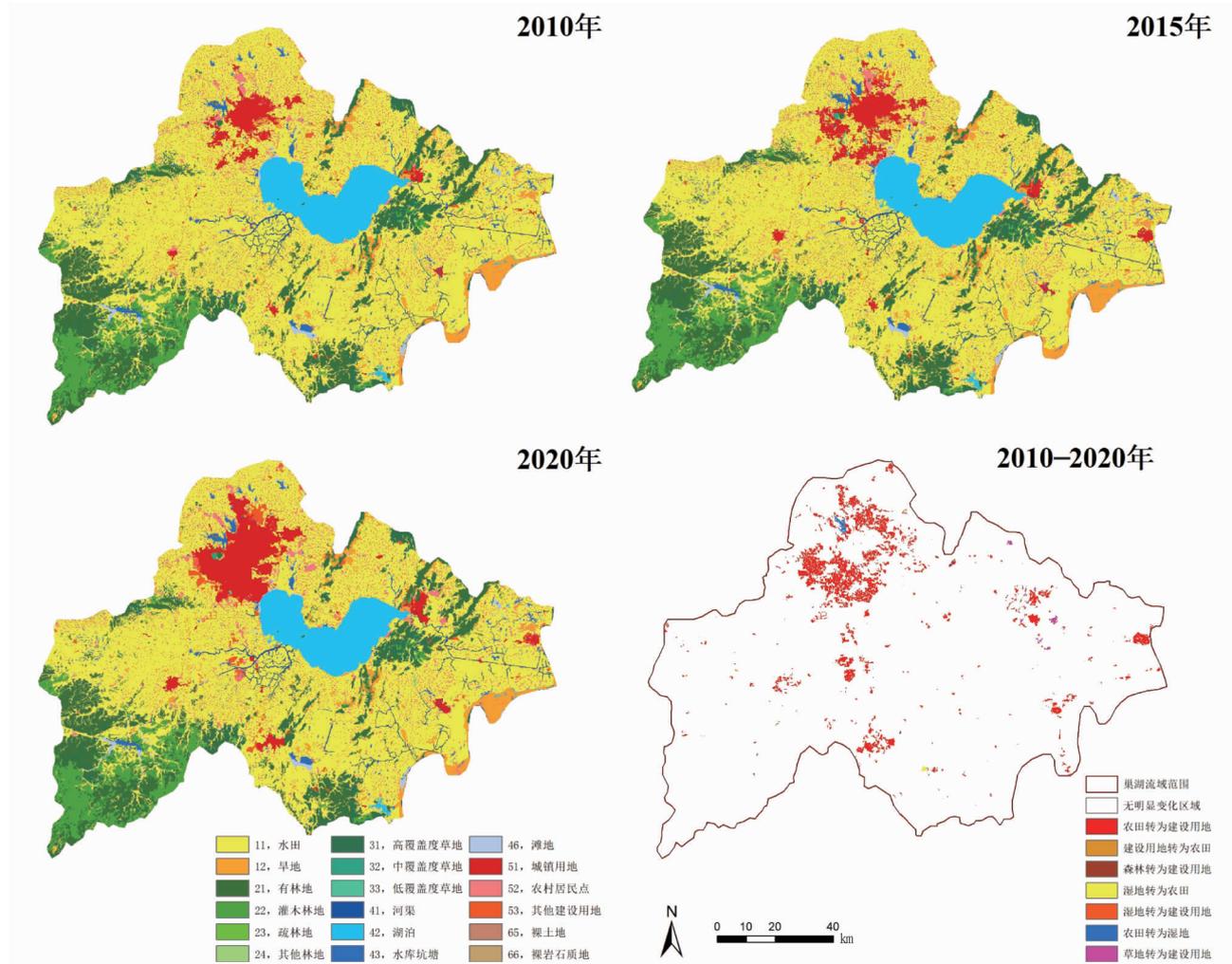


图2 巢湖流域生态系统分布及变化

Fig. 2 Ecosystem distribution and changes in Chaohu Lake Basin

表3 2010—2020年巢湖流域各生态系统类型面积及变化

Table 3 Area and changes of different ecosystem types in Chaohu Lake Basin from 2010 to 2020

类型编码 Type code	类型名称 Type name	2010年		2015年		2010—2015年 变化率 Change rate during 2010—2015//%	2020年		2015—2020年 变化率 Change rate during 2015—2020//%
		面积 Area km ²	比例 Proportion %	面积 Area km ²	比例 Proportion %		面积 Area km ²	比例 Proportion %	
11	水田	8 313.4	59.7	8 133.0	58.4	-0.4	7 788.0	55.9	-0.8
12	旱地	393.0	2.8	395.3	2.8	0.1	379.8	2.8	-0.8
21	有林地	1 324.3	9.5	1 321.1	9.5	0.0	1 320.1	9.5	0.0
22	灌木林	776.5	5.6	776.4	5.6	0.0	774.9	5.6	0.0
23	疏林地	5.7	0.0	5.7	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0
24	其他林地	7.9	0.1	7.9	0.1	0.0	7.9	0.1	-0.2
31	高覆盖度草地	543.9	3.9	540.8	3.9	-0.1	533.7	3.8	-0.3
32	中覆盖度草地	1.3	0.0	4.8	0.0	53.2	4.9	0.0	0.1
33	低覆盖度草地	1.0	0.0	7.6	0.1	140.0	2.1	0.0	-14.4
41	河渠	134.0	1.0	133.0	1.0	-0.2	132.9	1.0	0.0
42	湖泊	802.4	5.8	802.4	5.8	0.0	802.4	5.8	0.0
43	水库坑塘	179.1	1.3	188.2	1.4	1.0	184.3	1.3	-0.4
46	滩地	73.5	0.5	71.2	0.5	-0.6	70.2	0.5	-0.3
51	城镇用地	304.8	2.2	445.1	3.2	9.2	714.5	5.1	12.1
52	农村居民点	1 025.3	7.4	1 009.1	7.2	-0.3	1 033.5	7.4	0.5
53	其他建设用地	34.8	0.2	73.8	0.5	22.5	163.7	1.2	24.4
65	裸土地	0.4	0.0	5.9	0.0	288.4	2.7	0.0	-10.7
66	裸岩石质地	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
合计 Total		13 921.6	100	13 921.6	100		13 921.6	100.0	

表 4 2010—2020 年巢湖流域各生态系统类型转入转出面积及动态度

Table 4 Transfer in and transfer out area and dynamic degree of different ecosystem types in Chaohu Lake Basin from 2010 to 2020

类型编码 Type code	类型名称 Type name	转出面积 Transfer out area//km ²	转入面积 Transfer in area//km ²	净变化面积 Net change area//km ²	年变化率 Annual change rate//%	动态度 Dynamic degree %
11	水田	530.7	5.5	-525.2	-0.6	0.3
12	旱地	19.8	6.6	-13.2	-0.3	0.3
21	有林地	4.7	0.5	-4.2	0.0	0.0
22	灌木林	1.8	0.1	-1.7	0.0	0.0
23	疏林地	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	其他林地	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.1
31	高覆盖度草地	10.4	0.1	-10.2	-0.2	0.1
32	中覆盖度草地	0.0	3.5	3.5	26.7	13.4
33	低覆盖度草地	0.0	1.2	1.2	12.2	6.1
41	河渠	1.3	0.2	-1.2	-0.1	0.1
42	湖泊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	水库坑塘	5.0	10.2	5.2	0.3	0.4
46	滩地	3.4	0.1	-3.4	-0.5	0.2
51	城镇用地	3.9	413.5	409.7	13.4	6.8
52	农村居民点	106.6	114.8	8.2	0.1	1.1
53	其他建设用地	14.9	143.9	128.9	37.1	22.8
65	裸土地	0.0	2.4	2.4	61.8	31.2
66	裸岩石质地	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计 Total		702.6	702.6	—	—	0.5

2.2 流域生态系统类型变化驱动力 根据提取的 5 类驱动因素,计算 2010—2020 年巢湖流域在各驱动力作用下生态系统面积变化和各驱动因素贡献率(表 6)。10 年间,城市化驱动导致生态系统类型变化的贡献率占绝对优势,达到 68.97%,主要来源是农田、农村居民点和其他建设用地,来源为生态空间(森林、草地和湿地)的面积相对较小;其次是工业和矿山开发驱动,体现在开发区、基础设施建设和矿区开发上,贡献率达到 23.99%,主要来源是农田和农村居民点,

生态空间也有一定面积的转化;农业开发和农村建设以及生态环境修复与改善的驱动相对贡献率较小,分别仅为 2.70%和 2.60%,其中农业开发和农村建设驱动来源城镇空间和生态空间面积相当,生态环境修复与改善驱动多数还是湿地生态系统的修复,来源主要仍为农业空间,城镇空间相对较少;水资源利用的驱动主要体现在引江济淮工程、环巢湖湿地工程和流域内一些水库坑塘建设工程上,但面积相对流域范围较小,驱动贡献最小,仅占 1.74%,主要来源也是农田。

表 5 2010—2020 年巢湖流域生态系统面积变化转移矩阵

Table 5 Transfer matrix of ecosystem area change in Chaohu Lake Basin from 2010 to 2020

km²

2010 年	2020 年									
	水田 Paddy field	旱地 Dry land	有林地 Woodland	灌木林 Shrubwood	疏林地 Open forest land	其他林地 Other woodland	高覆盖度 草地 High coverage grass	中覆盖度 草地 Medium coverage grass	低覆盖度 草地 Low coverage grass	河渠 Canals
水田 Paddy field	7 782.69	5.47	0.30	0.08		0.01	0.05	0.97	1.01	0.15
旱地 Dry land	0.04	373.19								
有林地 Woodland	0.06	0.02	1 319.53	0.02			0.10			
灌木林 Shrubwood	0.08		0.01	774.74						
疏林地 Open forest land					5.73					
其他林地 Other woodland						7.84				
高覆盖度草地 High coverage grass	0.05	0.01	0.13				533.51			
中覆盖度草地 Medium coverage grass								1.32		
低覆盖度草地 Low coverage grass									0.95	
河渠 Canals	0.17									132.72
湖泊 Lake	0.01	0.01								
水库坑塘 Reservoir pond	0.44					0.01				
滩地 Beach land	1.93									
城镇用地 Urban land	0.10	0.08		0.01		0.01		1.28		0.01
农村居民点 Rural settlement	2.14	1.03	0.08			0.01		1.28	0.15	0.01
其他建设用地 Other construction land	0.42									
裸土地 Bare earth	0.01									
裸岩石质地 Bare rock texture										
合计 Total	7 788.14	379.81	1 320.05	774.85	5.73	7.88	533.66	4.85	2.11	132.89

接下表

续表 5

2010 年	2020 年								2010 年合计
	湖泊 Lake	水库坑塘 Reservoir pond	滩地 Beach land	城镇用地 Urban land	农村居民点 Rural settlement	其他建设 用地 Other construction land	裸土地 Bare earth	裸岩石质地 Bare rock texture	
水田 Paddy field		8.35	0.06	293.17	98.09	121.49	1.38		8 313.27
旱地 Dry land		0.47		13.77	3.91	1.18	0.47		393.03
有林地 Woodland				0.01	0.64	3.88			1 324.26
灌木林 Shrubwood				0.11	0.84	0.74			776.52
疏林地 Open forest land									5.73
其他林地 Other woodland					0.10				7.94
高覆盖度草地 High coverage grass					3.96	6.22	0.01		543.89
中覆盖度草地 Medium coverage grass									1.32
低覆盖度草地 Low coverage grass									0.95
河渠 Canals				0.99	0.02	0.14			134.04
湖泊 Lake	802.37								802.39
水库坑塘 Reservoir pond		174.14	0.01	3.61	0.25	0.66			179.12
滩地 Beach land			70.11	0.27	0.49	0.74			73.54
城镇用地 Urban land		0.01		300.95	2.38				304.83
农村居民点 Rural settlement		1.35		91.28	918.68	8.80	0.50		1 025.31
其他建设用地 Other construction land		0.01		10.38	4.10	19.86			34.77
裸土地 Bare earth							0.37		0.38
裸岩石质地 Bare rock texture								0.34	0.34
合计 Total	802.37	184.33	70.18	714.54	1 033.46	163.71	2.73	0.34	13 921.63

表 6 驱动力作用下生态系统面积变化和贡献率统计

Table 6 Statistics of ecosystem area change and contribution rate under driving force

km²

类型 Type	城市化 Urbanization	农业开发和农村建设 Agricultural development and rural construction	工业和矿山开发 Industrial and mine development	生态环境修复与改善 Restoration and improvement of ecological environment	水资源利用 Water resource utilization
农田 Farmland	306.94	—	122.67	11.45	9.03
森林 Forest	0.12	1.74	4.62	—	0
草地 Grassland	0	4.02	6.22	—	0
湿地 Wetland	4.87	3.32	1.54	—	—
城镇用地 Urban land	—	2.56	0	1.32	0.02
农村居民点 Rural settlement	91.28	—	8.80	2.88	1.36
其他建设用地 Other construction land	10.38	4.52	—	0.01	0.01
未利用地 Unused	0	0.01	0	0	0
总计 Total	413.59	16.17	143.85	15.66	10.42
贡献率 Contribution rate//%	68.97	2.70	23.99	2.60	1.74

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 2010—2020 年巢湖流域的生态系统类型一直以农田、森林和建设用地区为主导。10 年间巢湖流域生态系统类型面积变化最为明显的趋势是农田面积的持续大幅缩减和城镇用地的急剧大幅扩张。2010—2015 年,其他建设用地区和城镇用地区面积变化较大,年变化率(K 值)分别为 22.5% 和 9.2%;2015—2020 年,延续前 5 年的趋势,其他建设用地区和城镇用地区仍保持大幅增加态势,年变化率(K 值)分别提高至 24.4% 和 12.1%。10 年间综合生态系统动态度(LC 值)较大的也是其他建设用地区和城镇用地区,分别达到 22.8% 和 6.8%,全巢湖流域 LC 值为 0.5%。

(2) 2010—2020 年农田有 531.61 km²、森林有 6.32 km²、草地有 10.18 km²、湿地有 7.17 km² 的土地面积转变成建设

用地区,反映了人类开发建设对农业和生态空间的大量挤占,主要发生在城市周边。10 年间流域内农田与湿地的相互转化较明显,反映了退田还湖和围湖造田的过程。此外,流域内生态修复和农田复垦过程也有体现。

(3) 2010—2020 年城市化驱动导致生态系统类型变化的贡献率占绝对优势,达到 68.97%,主要来源是农田、农村居民点和其他建设用地区;其次是工业和矿山开发的驱动,体现在开发区、基础设施建设和矿区开发上,贡献率达到 23.99%,主要来源是农田和农村居民点,生态空间也有一定面积的转化。

3.2 讨论 该研究基于巢湖流域生态系统类型分布的持续观测数据,定量定位地分析了 2010—2020 年生态系统分布面积变化以及类型之间相互转化的态势和规律,根据提取的

(下转第 77 页)

障能力,筑牢优质粮仓。从源头上杜绝耕地污染,引导农民综合采取秸秆还田、深松整地、减少化肥农药用量、施用有机肥等措施,提升耕地地力。定期开展耕地数量、质量和生态变化动态监管,推进耕地“三位一体”保护。优化农业生产布局,建立完善粮食生产功能区和重要农产品生产保护区,保障粮食安全和农产品供给的特色种植。依托国土空间基础信息平台、国土空间规划“一张图”和自然资源执法综合监管平台严格履行耕地保护责任,压实耕地保护监管责任,加强耕地保护信息化建设,对耕地进行全程在线监督管理。

4.4 开展休耕轮作,保障生态安全 耕地休耕轮作制度是国家落实“藏粮于地,藏粮于技”、促进农业绿色可持续发展的重要举措,根本目标是恢复地力、提升耕地质量、促进耕地生态健康和可持续利用^[17]。2019年新疆重点在塔里木河流域地下水超采区开展轮作休耕试点工作,将耗水量大、靠抽取地下水灌溉的冬小麦休耕,有效遏制地下水超采势头,满足胡杨林正常生长发育的需求。2021年中央一号文件再次提出,坚决守住18亿亩耕地红线,加快推进农业现代化,推进农业绿色发展,健全耕地休耕轮作制度。应对现行新疆地下水超采及水资源压力,在保障人民生活、做好适当补助的前提下,结合现状耕地情况,准确把握耕地轮作休耕制度试点的总体要求,转变农业发展方式,合理安排耕地休耕轮作任务。

参考文献

[1] 建立国土空间规划体系并监督实施《若干意见》发布会[EB/OL].

(上接第64页)

5个驱动因子,识别出城市化以及工业和矿山开发是巢湖流域近10年最为主要的生态系统类型变化的驱动因素,为巢湖流域的生态保护修复与可持续发展提供最新的数据支撑。下一步将根据各类入湖河流流域的典型特征,结合实测数据,开展小流域生态系统(或土地覆被)类型变化的生态环境效应研究。

参考文献

- [1] 安徽省巢湖管理局. 巢湖概况[EB/OL]. (2021-01-18)[2022-01-07]. <http://chglj.hefei.gov.cn/chwh/18009115.html>.
- [2] 马赫,石龙宇,付晓. 泸沽湖生态系统格局变化及其驱动力[J]. 生态学报,2019,39(10):3507-3516.
- [3] 欧阳志云. 我国生态系统面临的问题与对策[J]. 中国国情国力,2017(3):6-10.
- [4] 安徽省水利水电勘测设计研究院,合肥市规划设计研究院,安徽省环境科学研究院. 巢湖综合治理绿色发展总体规划[R]. 合肥,2018.9.
- [5] 合肥市人民政府. 巢湖流域山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目实施方案[R]. 2021.

(上接第67页)

- [11] 徐方继,李桂鼎,李沁元,等. 怒江大峡谷怒江州段土壤放线菌多样性[J]. 微生物学通报,2018,45(2):250-265.
- [12] 方羽生,杨卫华,张洪玲,等. 放线菌对4种病原真菌的拮抗作用初探[J]. 广东农业科学,2001,28(5):39-41.

(2019-05-27)[2021-03-14]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-05/27/content_5395215.htm.

- [2] 庄少勤. 新时代的空间规划逻辑[J]. 中国土地,2019(1):4-8.
- [3] 陈磊,姜海. 国土空间规划:发展历程、治理现状与管制策略[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(2):61-68.
- [4] 本刊综合. 耕地保护与粮食安全——中央一号文件中的关键词和硬举措[J]. 中国农业综合开发,2021(3):12-16.
- [5] 白世强. 在国土空间规划编制和实施中加强耕地保护[J]. 资源导刊,2020(7):20-21.
- [6] 刘新卫,赵崔莉. 改革开放以来中国耕地保护政策演变[J]. 中国国土资源经济,2009,22(3):11-13.
- [7] LIU X W,ZHAO C L,SONG W. Review of the evolution of cultivated land protection policies in the period following China's reform and liberalization[J]. Land use policy,2017,67:660-669.
- [8] 王文旭,曹银贵,苏锐清,等. 我国耕地保护政策研究:基于背景、效果与未来趋势[J]. 中国农业资源与区划,2020,41(10):40-51.
- [9] 刘丹,巩前文,杨文杰. 改革开放40年来中国耕地保护政策演变及优化路径[J]. 中国农村经济,2018(12):37-51.
- [10] 赵振勇,乔木,吴世新,等. 新疆耕地资源安全问题及保护策略[J]. 干旱区地理,2010,33(6):1019-1025.
- [11] 杨志莹,刘新平,单娜娜,等. 新疆耕地保护机制现状与对策研究[J]. 农业与技术,2015,35(20):68-70.
- [12] 袁晓妮,鲁春阳,吕开云,等. 我国耕地非农业化研究进展及展望[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(1):128-133.
- [13] 杜娟. 中美贸易争端对中国农业的影响及启示[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2019,19(3):152-160.
- [14] 冯锋,战勇,田志喜. 新疆地区发展大豆生产的可行性和初步建议[J]. 植物学报,2020,55(2):199-204.
- [15] 严金明,赵哲,夏方舟. 后疫情时代中国“自然资源安全之治”的战略思考[J]. 中国土地科学,2020,34(7):1-8.
- [16] 郑旭媛,徐志刚,应瑞瑶. 城市化与结构调整背景下的中国粮食生产变迁与区域异质性[J]. 中国软科学,2014(11):71-86.
- [17] 苏康传,杨庆媛,张忠训,等. 中国耕地差异化休耕模式及技术措施探讨[J]. 农业工程学报,2020,36(9):283-291.

- [6] 安徽省生态环境厅. 2020年安徽省生态环境状况公报[R]. 2021.
- [7] 李忠锋,王一谋,冯毓菝,等. 基于RS与GIS的榆林地区土地利用变化分析[J]. 水土保持学报,2003,17(2):97-99,140.
- [8] 王思远,张增祥,周全斌,等. 近10年中国土地利用格局及其演变[J]. 地理学报,2002,57(5):523-530.
- [9] 刘弘远,张增祥,庄大方,等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究,2003,22(1):1-12.
- [10] 王思远,刘弘远,张增祥,等. 中国土地利用时空特征分析[J]. 地理学报,2001,56(6):631-639.
- [11] 张永民,赵士洞. 科尔沁沙地及其周围地区土地利用的时空动态变化研究[J]. 应用生态学报,2004,15(3):429-435.
- [12] 牛星,欧名豪. 扬州市土地利用变化的驱动力机制研究[J]. 中国人口·资源与环境,2007,17(1):102-108.
- [13] 郭斌,陈佑启,姚艳敏,等. 土地利用与土地覆被变化驱动力研究综述[J]. 中国农学通报,2008,24(4):408-414.
- [14] 吴晓蕾,唐志尧,崔海亭,等. 北京地区不同地形条件下的土地覆盖动态[J]. 植物生态学报,2006,30(2):239-251.
- [15] 史娜娜,肖能文,王琦,等. 长江经济带生态系统格局特征及其驱动力分析[J]. 环境科学研究,2019,32(11):1779-1789.
- [16] 孔令桥,张路,郑华,等. 长江流域生态系统格局演变及驱动力[J]. 生态学报,2018,38(3):741-749.

- [13] 阎逊初. 放线菌的分类和鉴定[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [14] 郑丹,李鹤鸣,韩力. 土壤放线菌资源及其应用[J]. 绿色科技,2021,23(2):183-187,193.
- [15] 马爱爱,徐世健,敏玉霞,等. 祁连山高山植物根际土壤放线菌生物多样性[J]. 生态学报,2014,34(11):2916-2928.