

侯婉,侯西勇,孙敏,等. 2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化及驱动力分析. 世界地理研究, 2021, 30(4): 813-825. [HOU Wan, Hou Xiyong, Sun Min, et al. Land use/land cover change along low-middle latitude coastal areas of Eurasia and their driving forces from 2000 to 2010. World Regional Studies, 2021, 30(4): 813-825.]

DOI: 10.3969/j.issn.1004-9479.2021.04.2019549

2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带 土地利用/覆盖变化及驱动力分析

侯婉^{1,2,3,4,5}, 侯西勇^{1,4,5}, 孙敏^{1,4,5}, 宋百媛^{1,3,4,5}

- (1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 山东烟台 264003; 2. 安徽师范大学地理与旅游学院, 安徽芜湖 241002; 3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 中国科学院海岸带环境过程与生态修复重点实验室, 山东烟台 264003; 5. 中国科学院海洋大科学研究中心, 山东青岛 266071)

摘要:土地利用/覆盖变化是全球变化研究的重要问题,而海岸带则是该领域研究的热点区域。以三套土地利用/覆盖数据(MCD12Q1、CCI-LC和GlobeLand30)为基础,采用基于一致性分析和模糊集合理论的数据融合方法,获取2000年和2010年亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖分类信息,进而分析土地利用/覆盖变化特征及驱动因素。结果表明:十年间亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化方式主要以耕地萎缩和林地扩张为主,其次是湿地扩张,再次是草地和裸地萎缩,最后是灌木地和人造地表扩张;土地利用/覆盖类型之间的相互转换面积较小,仅占研究区总面积的4.22%,其中分布面积占优势的变化类型为耕地-林地-草地相互转换、灌木地-裸地相互转换、林地转为湿地以及林地转为灌木地等。地形因素、气候分异等自然驱动力深刻影响着土地利用/覆盖变化的宏观格局,而人口压力增大、经济高速发展、政策的颁布与实施等人文驱动力则是推动十年间亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的主要原因。

关键词:土地利用/覆盖变化;驱动力分析;多源数据融合;亚欧大陆中低纬度海岸带

0 引言

土地利用/覆盖是地球表层各种物质类型及其自然属性与人文特征的综合体,是生态系统评估、气候变化模拟、地理国情监测、宏观调控分析等不可或缺的重要基础信息^[1-3]。土地利用/覆盖变化是人类活动与自然环境相互作用的直接表现形式,是全球变化与区域可持续发展研究的重要组成部分^[4,5]。监测和研究土地利用/覆盖变化会对研究地表辐射能量平衡、生物地球化学循环、生物多样性以及生态系统服务功能产生深远影响^[6,7]。近年来,土地利用/覆盖变化研究多以区域案例为基础进行,其科学分类、动态监测、驱动力分析和环境影响评价已逐渐成为研究关注的焦点。如刘纪远等以卫星遥感影像为主要信息源,建成了中国国家尺度长时间序列高精度的土地利用变化数据库^[8];何英彬等在总结以往研究的基础上对土地利用/覆盖变化驱动力机制方法进行了探讨^[9];Bhagawat Rimal等对尼泊尔东部科西

收稿日期:2019-10-31; 修订日期:2020-01-31

基金项目:中国科学院战略性先导科技专项项目(XDA19060205);国家自然科学基金国际合作项目(31461143032)。

作者简介:侯婉(1991-),女,博士,讲师,主要研究方向为海岸带土地利用/覆盖变化等,E-mail:whou@ahnu.edu.cn。

通讯作者:侯西勇(1975-),男,博士,研究员,博士生导师,主要从事海岸带土地利用变化与海岸线变化遥感监测、海岸带脆弱性评价、海岸带综合管理等方面的研究,E-mail:xyhou@yic.ac.cn。

河流域土地利用/覆盖变化及其对生态系统服务价值产生的影响进行了分析^[10]。截至目前,针对广大陆地区域的土地利用/覆盖变化研究已相对成熟,但针对海岸带区域的研究较少。

亚欧大陆中低纬度地区东起蓬勃发展的亚太经济圈,西至高度发达的欧洲经济圈,其发展不仅给沿线国家带来了巨大的利益,也给沿线生态环境带来了一定的影响^[11,12]。亚欧大陆中低纬度海岸带地处陆地和海洋两大生态系统之间,不仅是城市、人口和工业聚集的经济文化繁荣区,也是极易受人类活动和气候变化双重影响的生态环境脆弱区^[13,14]。掌握和揭示其海岸带土地利用/覆盖变化特征及其驱动机制对研究其区域经济开发、资源环境演变、土地资源管理、生态环境保护等具有重要意义。以往关于海岸带土地利用/覆盖的研究多以区域至国家尺度为主,鲜有洲际尺度^[15-18]。20世纪80年代初以来,世界各国及组织相继运用不同的遥感影像和分类技术,开展了大量以土地利用/覆盖为主体的遥感制图研究,形成了众多区域至全球尺度的土地利用/覆盖数据集^[19,20]。然而,由于数据来源、分类体系和分类技术方法不同,单一数据来源的土地利用/覆盖数据集存在数据精度不高、数据间一致性不足、与统计数据差异显著等问题,不能满足洲际尺度海岸带高精度的土地利用/覆盖研究^[21,22]。因此本文综合已有研究对各种数据集的评价^[20,23],选取总体精度相对较高的三套土地利用/覆盖数据集为信息源,利用基于一致性分析和模糊集合理论的数据融合方法,获取2000、2010年亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖分类信息,揭示十年间亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化特征及其驱动机制,以期为亚欧大陆中低纬度海岸带人地关系研究、土地资源管理、生态环境保护以及经济协调发展提供参考和建议,也为“一带一路”倡议的推进和实施提供生态环境基础数据和科学研究背景资料。

1 研究方法 with 数据基础

1.1 研究区概况

选取东亚、东南亚、南亚、西亚和南欧从海岸线向内陆缓冲100 km范围内的陆地和向海洋扩展至100m等深线范围内的海域作为研究区;为便于研究,依据综合自然区划方法论,将整个研究区(EuAs)划分为东亚(EAs)、东南亚(SEA)、南亚(SAs)、西亚(WAs)和南欧(SEu)海岸带五个子区域(图1)。根据气候特点,研究区可划分为温带、亚热带、热带、地中海气候

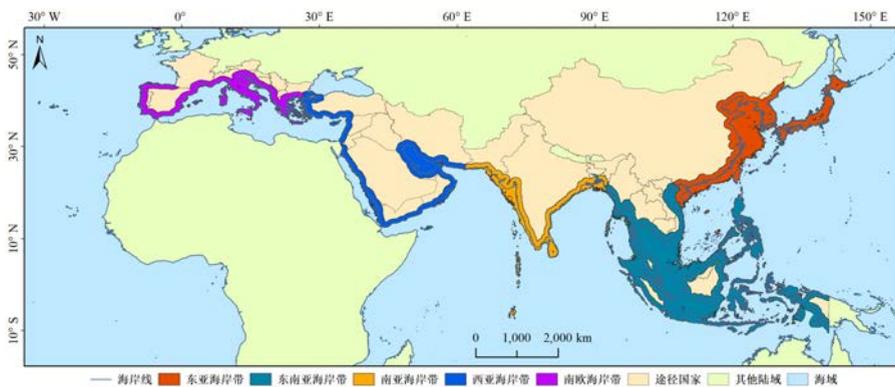


图1 研究区地理位置、范围及分区

Fig.1 The location, extent and subregions of the study area

注:所有地图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)2948号的地图制作,底图无修改。

等多种气候类型,多样的气候类型产生复杂的自然植被类型,包括温带落叶阔叶林、亚热带常绿硬叶林、亚热带常绿阔叶林、热带雨林、热带草原等。此外,研究区内重要航线、地理节点与天然港口广布,例如,中国-新加坡-马来西亚、中国-印度尼西亚、中国-北加里曼丹、中国-阿拉伯海-波斯湾、中国-红海和中国-地中海等航线在我国能源进口和对外贸易中具有重要地位;台湾海峡、马六甲海峡、巽他海峡、霍尔木兹海峡、曼德海峡和苏伊士运河等是世界经贸和能源运输的战略要地;越南金兰湾港、菲律宾苏比克湾港、新加坡港、斯里兰卡南港、马尔代夫马累港等港口具有极其重要的经济地位^[24]。

1.2 土地利用/覆盖数据获取方法

采用基于一致性分析和模糊集合理论的数据融合方法获取亚欧大陆中低纬度海岸带2000年和2010年土地利用/覆盖数据集。源数据集包括:美国波士顿大学制作的MCD12Q1^[25]、欧洲空间局制成的CCI-LC^[26]和中国国家基础地理信息中心牵头研制的GlobeLand30^[27]。进而需完成数据预处理工作,包括:研究区数据拼接和裁剪、投影变换(WGS_1984_Cylindrical_Equal_Area)、空间尺度转换(300 m)、分类体系归置、误差处理等。此外,参考已有的研究成果^[28],形成适用于亚欧大陆中低纬度海岸带的目标土地利用/覆盖分类体系,包括八个主要类型:耕地、林地、草地、灌木地、湿地、人造地表、裸地和永久性冰川雪地。

多源数据融合分为一致性分析、异质性重建和数据集产出^[29]。首先,源数据集的一致性分析:先将三种源数据的土地利用/覆盖类型归并至八个目标类型,而后进行空间叠置,获得三种数据间逐像元的土地利用/覆盖类型对应关系,找出三种数据的一致性及其异质性区域^[30]。其次,异质性区域的分类重建:对于每种源数据的每个初始类型,都赋予八个归属程度值,分别与每个目标类型建立对应关系,表示每个初始类型属于每个目标类型的程度(这里借助亲和力和指数来表征“归属程度”,构建归属程度评分表:如果亲和力和指数为4,表示初始类型与目标类型是完全相同的;如果亲和力和指数为0,表示这两个类型是完全不同的;如果亲和力和指数为1、2和3,分值越高,说明两者之间的归属程度越强);依次固定异质性区域的一个像元,根据上述归属程度评分表对三种数据的初始类型与目标类型的归属程度进行评分;评分结束后,对像元各个目标类型的总分进行比较,将像元定义为总分最高的目标类型^[31]。最终产出亚欧大陆中低纬度海岸带2000年和2010年土地利用/覆盖数据集。

通过在Google Earth的高分影像上随机选取验证样本的方法对数据集进行统一的质量控制和核对检查。具体过程如下^[17,32]:1)利用ArcGIS软件,在研究区内随机生成2000年5257个、2010年5269个采样点;2)通过叠置分析获得数据集采样点土地利用/覆盖分类信息(待验证数据);3)根据Google Earth高分影像目视判读采样点土地利用/覆盖类型(参考数据);4)基于误差矩阵获得数据集精度分析结果。结果表明,两期数据的总体精度均大于88.9%,Kappa系数均超过0.83,数据精度整体较高,可以满足研究需求。

1.3 土地利用/覆盖变化分析方法

选取净变化面积、年变化率、单一类型动态度、综合动态度和转移矩阵等指标来分析亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化特征^[33,34]。第*i*种土地利用/覆盖类型的净变化面积(ΔS_i)的计算公式为:

$$\Delta S_i = S_{ib} - S_{ia} \quad (1)$$

式中, S_{ia} 为监测开始时间土地利用/覆盖类型*i*的面积; S_{ib} 为监测结束时间土地利用/覆盖类型*i*的面积;第*i*种土地利用/覆盖类型净变化面积 ΔS_i 反映了监测时段内土地利用/覆盖类型

i 与其他土地利用/覆盖类型相互转换后的面积变化量。第 i 种土地利用/覆盖类型的年变化率(K_i)的计算公式为:

$$K_i = \frac{\Delta S_i}{S_{ia}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, T 为监测时间段;第 i 种土地利用/覆盖类型年变化率 K_i 反映了监测时段内土地利用/覆盖类型 i 的年变化速率。第 i 种土地利用/覆盖类型的动态度 D_i 的计算公式为:

$$D_i = \frac{|\Delta S_i|}{S} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中, S 为监测区总面积。第 i 种土地利用/覆盖类型动态度 D_i 反映了监测时段内土地利用/覆盖类型 i 的变化剧烈程度。监测区的综合土地利用/覆盖动态度(D)的计算公式为:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^8 |\Delta S_i|}{2S} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (4)$$

式中,监测区综合土地利用/覆盖动态度 D 反映了监测区监测时段内土地利用/覆盖的年综合变化率。监测区的土地利用/覆盖类型转移矩阵(S_{ij})的数学形式为:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中, n 为土地利用/覆盖类型数; S_{ij} 为监测时段内第 i 种土地利用/覆盖类型转移为第 j 种土地利用/覆盖类型的面积。

2 结果分析

2.1 亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖基本格局

基于一致性分析和模糊集合理论的数据融合方法得到亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖数据集(图2)。耕地主要分布在朝鲜半岛西部沿岸、中国杭州湾以北沿岸、越南南部-柬埔寨-泰国沿岸、菲律宾西部沿岸、印度尼西亚北部沿岸、印度东部沿岸和地中海北部沿岸。林地主要分布在日本海沿岸、中国杭州湾以南沿岸、东南亚沿岸、斯里兰卡沿岸、印度西部沿岸和南欧沿岸。草地和灌木地交错分布在西班牙南部沿岸、希腊沿岸、土耳其南部沿岸和也门西部沿岸,人造地表零星分布在整个研究区内,裸地集中分布在阿拉伯半岛-伊朗-巴基斯坦沿岸,永久性冰川雪地集中分布在南欧海岸带阿尔卑斯山脉处。其中需要强调的是,文中的湿地是广义概念上的湿地,包含了100 m等深线范围内的近海和浅海,在沿海地区连续分布。

2.2 土地利用/覆盖变化总体特征

2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带及各子区域土地利用/覆盖变化总体特征如表1所示。可见,耕地和林地是亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化最为活跃的两个类型:面积扩张以林地最为显著,净变化面积、年变化率和单一类型动态度分别为25190.64 km²、0.0922%和0.0206%,面积萎缩以耕地最为显著,净变化面积、年变化率和单一类型动态度分别为-36772.92 km²、-0.1654%和0.0300%,即,2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化方式主要以耕地萎缩和林地扩张为主;其次是湿地扩张,共有15784.56 km²的其他土地利用/覆盖类型转为湿地;再次是草地和裸地收缩,分别为-6244.56 km²和-5230.44 km²;最后,灌木地和人造地表扩大现象也较为明显,分别为

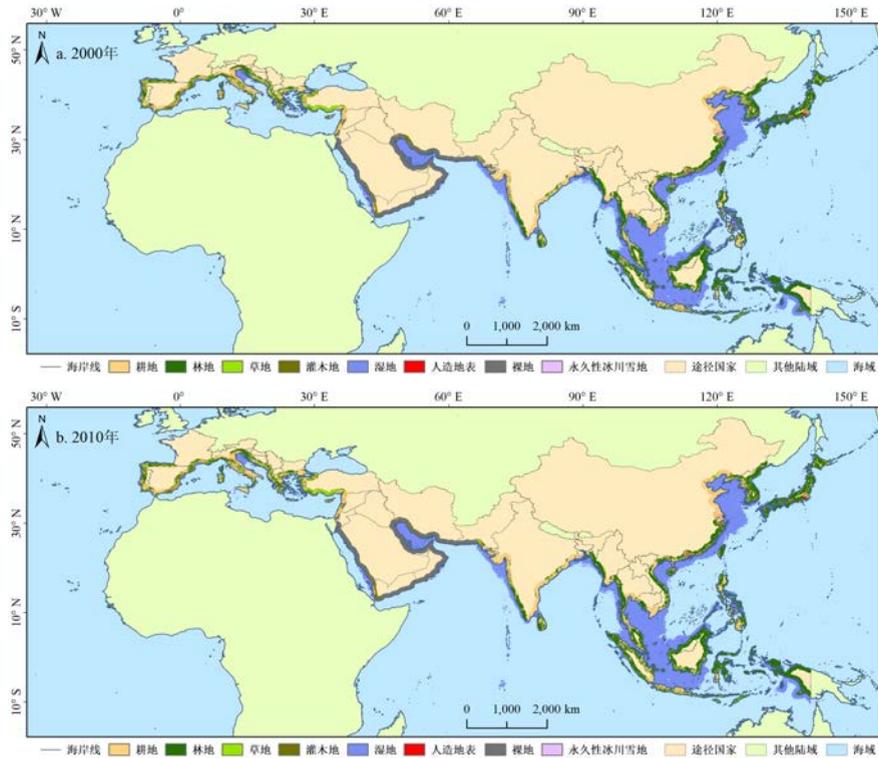


图2 2000年和2010年亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖基本格局

Fig.2 Land use/land cover along low-middle latitude coastal areas of Eurasia in 2000 and 2010

5461.11 km²和1824.75 km²。

同时,分析各子区域土地利用/覆盖变化主要特征如下:东亚海岸带林地面积增加幅度最大,草地和耕地面积减少较多;东南亚海岸带耕地面积减少幅度最大,林地面积增加较多;南亚海岸带裸地面积减少幅度最大,灌木地面积增加较多;西亚海岸带裸地面积增加幅度最大,灌木地和耕地面积减少较多;南欧海岸带灌木地面积增加幅度最大,耕地面积减少较多。总的来看,东亚海岸带和东南亚海岸带变化最为活跃的类型是耕地和林地,南亚海岸带和西亚海岸带变化最为活跃的类型是灌木地和裸地,南欧海岸带变化最为活跃的类型是耕地和灌木地。可见,2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的区域特征存在一定的区域差异,而该差异主要是由各子区域的生态环境基质和社会发展水平所共同决定的。此外,2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带及各子区域土地利用/覆盖变化的综合动态度分别为0.0394%、0.0432%、0.0580%、0.1073%、0.0659%和0.0552%,其中东亚海岸带综合动态度最小,南亚海岸带综合动态度最大,表明十年间东亚海岸带土地利用/覆盖变化最为微弱,南亚海岸带土地利用/覆盖变化最为剧烈。

2.3 土地利用/覆盖类型转移特征

整体而言,8个土地利用/覆盖类型之间的相互转换面积较小,仅占整个研究区总面积的4.22%(表2),其中,分布面积占优势的变化类型有:耕地向林地和草地转化,转换面积分别为154436.31 km²和25056.36 km²;林地向耕地、草地、湿地和灌木地转化,转换面积分别为118484.01 km²、16920.00 km²、13826.70 km²和13127.76 km²;草地向耕地和林地转化,转换

表1 2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带及各子区域土地利用/覆盖变化度量指标

Tab.1 Indicators of land use/land cover change in the low-middle latitude coastal areas of Eurasia and in each of the five subregions from 2000 to 2010

区域	指标	1	2	3	4	5	6	7	8
EuAs ($D=0.0394$)	ΔS_i	-36772.92	25190.64	-6244.56	5461.11	15784.56	1824.75	-5230.44	-13.14
	K_i	-0.1654	0.0922	-0.3344	0.3919	0.0263	0.1544	-0.0612	-7.2277
	D_i	0.0300	0.0206	0.0051	0.0045	0.0129	0.0015	0.0043	0.0000
EAs ($D=0.0432$)	ΔS_i	-4176.81	6353.10	-6045.03	-386.64	2419.56	1541.88	293.40	0.54
	K_i	-0.0925	0.1004	-2.5456	-3.7140	0.0187	0.2986	26.8977	60.0000
	D_i	0.0170	0.0259	0.0246	0.0016	0.0099	0.0063	0.0012	0.0000
SEA ($D=0.0580$)	ΔS_i	-26251.47	22197.06	-6265.98	-815.49	11461.14	-253.17	-72.00	-0.09
	K_i	-0.3273	0.1387	-1.6907	-5.4108	0.0342	-0.1367	-2.8041	-10.0000
	D_i	0.0452	0.0382	0.0108	0.0014	0.0197	0.0004	0.0001	0.0000
SAs ($D=0.1073$)	ΔS_i	2873.34	-1205.64	2587.68	5600.43	2326.05	-75.15	-12106.71	0.00
	K_i	0.0686	-0.0725	1.3306	8.8591	0.0418	-0.0980	-1.6701	0.0000
	D_i	0.0230	0.0097	0.0207	0.0449	0.0186	0.0006	0.0970	0.0000
WAs ($D=0.0659$)	ΔS_i	-4408.74	-934.38	3855.78	-4529.88	-543.51	8.64	6552.09	0.00
	K_i	-0.3144	-0.1809	0.6079	-0.6885	-0.0116	0.0066	0.0842	0.0000
	D_i	0.0279	0.0059	0.0244	0.0287	0.0034	0.0001	0.0415	0.0000
SEu ($D=0.0552$)	ΔS_i	-4809.24	-1219.50	-377.01	5592.69	121.32	602.55	102.78	-13.59
	K_i	-0.1171	-0.0433	-0.0876	0.8646	0.0036	0.2207	0.2942	0.0000
	D_i	0.0413	0.0105	0.0032	0.0481	0.0010	0.0052	0.0009	0.0001

注:EuAs为亚欧大陆中低纬度海岸带,EAs为东亚海岸带,SEA为东南亚海岸带,SAs为南亚海岸带,WAs为西亚海岸带,SEu为南欧海岸带; ΔS_i 为净变化面积(km^2), K_i 为年变化率(%), D_i 为单一类型动态度(%), D 为综合动态度(%);1为耕地,2为林地,3为草地,4为灌木地,5为湿地,6为人造地表,7为裸地,8为永久性冰川雪地;正值表示面积增加,负值表示面积减少。

面积分别为30908.88 km^2 、20771.91 km^2 ;灌木地向裸地转化,转换面积为12254.22 km^2 ;裸地向灌木地转化,转换面积为13681.08 km^2 。可见,2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带以耕地-林地-草地相互转换、灌木地-裸地相互转换、林地转为湿地以及林地转为灌木地为主要土地利用/覆盖变化类型,这些主导变化类型的面积合计占变化区域总面积的81.08%。

同时,分析各子区域土地利用/覆盖类型转移主要特征如下:东亚海岸带最主要的土地利用/覆盖变化类型是耕地转为林地,面积高达18062.82 km^2 ,其次是林地转为耕地,有12674.79 km^2 ;东南亚海岸带最主要的变化类型是耕地转为林地,面积高达107257.05 km^2 ,其次是林地转为耕地,有82695.51 km^2 ;南亚海岸带最主要的变化类型是林地转为耕地,面积高达7688.70 km^2 ,其次是耕地转为林地,有7198.29 km^2 ;西亚海岸带最主要的变化类型是灌木地转为裸地,面积高达11943.72 km^2 ,其次是林地转为草地,有7392.60 km^2 ,再次是裸地转为灌木地,有7027.83 km^2 ;南欧海岸带最主要的变化类型是耕地转为林地,面积高达19460.07 km^2 ,其次是林地转为耕地和灌木地,分别有13785.75 km^2 和11947.59 km^2 。总的来看,东亚海岸带、东南亚海岸带、南亚海岸带和南欧海岸带转移变化最为剧烈的类型是耕地-林地相互转换,西亚海岸带转移变化最为剧烈的类型是灌木地-裸地相互转换,究其原

表2 2000—2010年亚欧大陆中低纬度海岸带及各子区域土地利用/覆盖类型转移度量指标

Tab.2 Indicators of land use/land cover transfer in the low-middle latitude coastal areas of Eurasia and in each of the five subregions from 2000 to 2010

前10 变化 类型	EuAs		EAs		SEA		SAs		WAs		SEu	
	变化 类型	面积 /km ²	变化 类型	面积/km ²	变化 类型	面积 /km ²	变化 类型	面积/ km ²	变化 类型	面积/km ²	变化 类型	面积/km ²
1	1→2	154436.31	1→2	18062.82	1→2	107257.05	2→1	7688.70	4→7	11943.72	1→2	19460.07
2	2→1	118484.01	2→1	12674.79	2→1	82695.51	1→2	7198.29	2→3	7392.60	2→1	13785.75
3	3→1	30908.88	3→1	8327.70	2→5	11473.29	7→4	6553.53	7→4	7027.83	2→4	11947.59
4	1→3	25056.36	1→3	4825.71	3→2	7662.96	7→3	3742.20	3→2	6195.06	3→1	9398.97
5	3→2	20771.91	1→6	3634.02	1→5	5305.41	3→1	3629.61	1→3	5680.62	1→3	8260.92
6	2→3	16920.00	1→5	2471.67	3→1	4560.03	1→3	2675.16	3→1	4992.57	4→2	4853.97
7	2→5	13826.70	3→2	2419.11	5→2	4335.84	1→5	2024.01	4→3	3549.51	4→1	4611.33
8	7→4	13681.08	6→1	2218.14	1→3	3613.95	4→1	1617.39	1→4	3279.15	1→4	4300.74
9	2→4	13127.76	3→5	1889.10	2→3	3293.64	5→1	1280.34	1→2	2458.08	3→2	3918.69
10	4→7	12254.22	2→3	1661.40	5→1	2184.39	7→1	1240.20	1→7	2017.08	2→3	3647.34
A		419467.23		58184.46		232382.07		37649.43		54536.22		84185.37
B		81.08		89.22		97.66		82.35		80.61		83.52
C		3.42		2.37		4.00		3.02		3.45		7.23

注:A为前十名总面积(km²),B为与变化区域总面积百分比(%),C为与监测区域总面积百分比(%);A→B代表监测时段内土地利用/覆盖类型A转为土地利用/覆盖类型B。

因主要是与各子区域植被类型、土壤属性、地形地貌、气候条件等有关。

3 驱动力分析

3.1 自然驱动力

自然驱动力是土地利用/覆盖变化的物质基础和环境条件,包括气候、土壤、水文及地形地貌等^[35]。通常而言,这些因素在较短的时间段内不会或极少会发生变化,但由于其显著的空间差异性以及良好的空间差异表达,使其在大空间尺度范围内得以应用^[9]。鉴于此,本文分析地形因素和气候分异对土地利用/覆盖变化的影响如下:

第一,亚欧大陆中低纬度海岸带76.47%的土地利用/覆盖变化集中分布在海拔0~500 m范围内的平原和丘陵地带,究其原因主要是因为与平原和丘陵相比,高原和山地在很大程度上限制了人类活动。耕地、林地、草地、湿地和人造地表的变化主要集中在海拔0~200 m范围内,各类型面积转出量分别占各自转出总量的63.46%、68.81%、50.96%、53.29%和68.32%,各类型面积转入量分别占各自转入总量的71.16%、62.38%、40.29%、63.30%和71.57%(表3),并且,随着海拔的升高,面积转出量与转入量降低显著,受海拔影响较大。灌木地和裸地的变化主要发生在海拔0~1000 m范围内,各类型面积转出量分别占各自转出总量的79.97%和88.94%,各类型面积转入量分别占各自转入总量的86.96%和80.72%,并且,随着海拔的升高,面积转出量与转入量变化不大,受海拔影响相对较小。

第二,亚欧大陆中低纬度海岸带67.68%的土地利用/覆盖变化分布在地中海气候区和热带雨林气候区,主要因为与沙漠气候区和季风气候区相比,地中海气候区和热带雨林气候

区自然环境优越且人类活动剧烈,有效地推动了土地利用/覆盖变化。耕地、林地和湿地的变化主要集中在全年高温多雨的热带雨林气候区;草地、灌木地、人造地表和永久性冰川雪地的变化主要发生在夏季炎热干燥、冬季温和多雨的地中海气候区;裸地的变化主要集中在全年高温干旱的热带沙漠气候区和全年气温较高、干湿两季分明的热带季风气候区(表4)。在全球气候变暖趋势下,十年间亚欧大陆中低纬度海岸带年均气温和年降水量都呈现不断上升趋势,但是趋势较为平缓,总体上气候变暖对土地利用/覆盖变化的影响相对较小^[36]。

表3 土地利用/覆盖变化与地形因素(海拔高度)的空间分析结果

Tab.3 Results of spatial analysis between land use/land cover change and terrain factor

百分比	海拔高度/m	1→	2→	3→	4→	5→	6→	7→	8→
各类型面积转出量占各自转出总量的百分比/%	< 0	7.17	6.83	9.95	7.62	43.45	18.18	5.15	0.00
	0~200	63.46	68.81	50.96	28.54	53.29	68.32	49.56	1.25
	200~500	17.61	13.03	17.19	20.75	1.52	8.64	24.76	32.50
	500~1000	9.63	8.50	14.19	30.68	1.44	4.01	14.62	23.12
	> 1000	2.13	2.83	7.71	12.41	0.30	0.85	5.91	43.13
各类型面积转入量占各自转入总量的百分比/%	< 0	6.56	6.43	9.19	4.74	34.34	16.57	8.61	0.00
	0~200	71.16	62.38	40.29	41.11	63.30	71.57	31.00	50.00
	200~500	12.08	18.14	22.05	27.80	1.01	7.86	17.58	7.14
	500~1000	8.02	10.36	18.66	18.05	1.12	3.41	32.14	28.57
	> 1000	2.18	2.69	9.81	8.30	0.23	0.59	10.67	14.29

注:A→代表监测时段内土地利用/覆盖类型A转出为其他土地利用/覆盖类型;→A代表监测时段内其他土地利用/覆盖类型转入为土地利用/覆盖类型A。

表4 土地利用/覆盖变化与气候分异(气候类型)的空间分析结果

Tab.4 Results of spatial analysis between land use/land cover change and climate factor

气候分异	各类型面积转出量占各自转出总量的百分比/%								各类型面积转入量占各自转入总量的百分比/%							
	1→	2→	3→	4→	5→	6→	7→	8→	→1	→2	→3	→4	→5	→6	→7	→8
I	22.46	24.73	45.90	50.90	14.95	45.74	6.13	98.74	22.88	20.30	56.77	57.53	8.19	44.34	10.76	50.00
II	1.39	0.04	1.75	36.83	7.31	4.37	42.37	0.00	0.77	0.03	4.58	20.82	1.49	3.15	83.91	0.00
III	11.08	12.84	15.97	9.07	24.56	8.44	51.20	0.00	16.59	8.99	17.37	20.67	27.12	7.51	3.23	0.00
IV	51.00	52.65	14.61	1.08	32.11	10.42	0.10	0.63	45.19	58.79	8.05	0.12	44.94	5.51	0.19	0.00
V	7.50	6.79	8.87	2.07	12.57	23.04	0.08	0.00	8.33	7.53	4.20	0.84	10.76	22.14	0.14	0.00
VI	6.57	2.95	12.90	0.05	8.50	7.99	0.12	0.63	6.24	4.36	9.03	0.02	7.50	17.35	1.77	50.00

注:表中I代表地中海气候区;II代表热带沙漠气候区;III代表热带季风气候区;IV代表热带雨林气候区;V代表亚热带季风和季风性湿润气候区;VI代表温带季风气候区。

3.2 人文驱动力

人文驱动力是土地利用/覆盖变化的主导因素和根本原因,包括人口、经济、科技及国家政策等^[37]。经研究短期内的土地利用/覆盖变化主要是由人类活动主导^[9],为此,从人口、经济、政策三个方面来分析人类活动对土地利用/覆盖变化的影响。以国家尺度为基础,研究区途径亚欧大陆中低纬度五十余个国家,2000—2010年各国人口及GDP趋势如图3所示。

第一,人口压力增大是推动亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的重要原因。

亚欧大陆中低纬度绝大多数(86.54%)国家的人口持续增长,人口呈减少趋势的国家较少,多分布于南欧地区(图3a)。在空间上人口持续向沿海大城市聚集,逐渐形成经济高度发达、人口相对稠密的沿海大城市群,城市化进程加快^[38]。人口持续增长和城市化水平提高加大对居住用地、商服用地、基础设施的需求,从而导致亚欧大陆中低纬度海岸带人造地表扩张。研究区内人造地表扩张主要以占用耕地为主,有72.04%的新增人造地表来自于对耕地的侵占,且多发生于沿海大中城市周边地区。综上,人口压力增大和城市化水平提高导致人造地表扩张以及耕地萎缩。

第二,经济高速发展也对亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化起到重要作用。虽然受到全球金融危机的影响,亚欧大陆中低纬度59.62%的国家GDP在2009年前后微降,但总体上仍保持稳步增长态势(图3b)。亚欧大陆中低纬度海岸带工业用地需求增加,同时又鼓励和发展住宿餐饮、商品零售、通讯信息、交通运输、文化教育、卫生医疗等服务业,十年间人造地表增加1824.75 km²;农业地位有所下降,十年间耕地减少36772.92 km²。综上,经济高速发展和产业结构调整导致人造地表面积增加以及耕地面积减少。

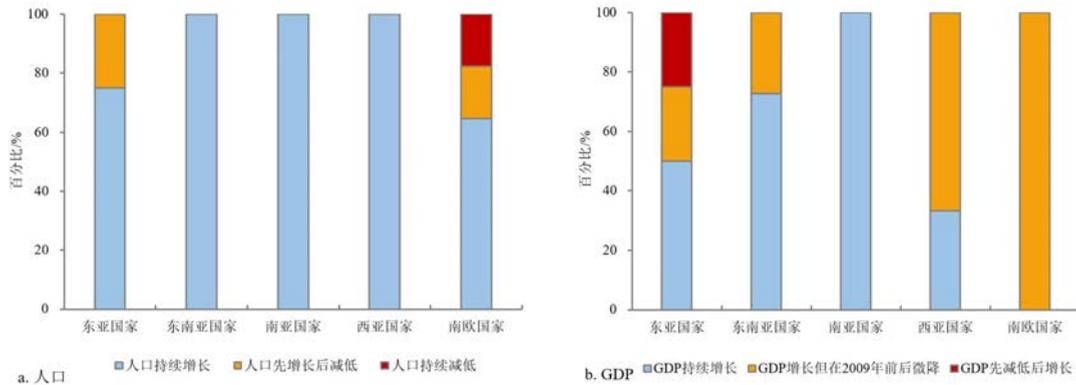


图3 2000—2010年亚欧大陆中低纬度国家人口及GDP趋势

Fig.3 Variation of population and gross domestic product in countries along low-middle latitude of Eurasia from 2000 to 2010

注:人口和GDP数据源自<https://datacatalog.worldbank.org/>;梵蒂冈数据缺失。

第三,政策的颁布和实施是影响亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的重要因素。一方面,各个国家都制定了符合自身国情的城市发展政策,例如,中国沿海城市群、印度特大城市、意大利大都市带等^[38-40],导致人造地表面积增加以及耕地面积减少都较为显著。另一方面,受到人类活动和气候变化的双重影响,亚欧大陆中低纬度海岸带的环境问题日益突出,各个国家相继制定了一系列关于土地资源保护与管理的政策法规,例如,中国退耕还林条例、中国-东盟滨海湿地保护倡议、欧洲环境管理方案等^[41],受政策法规影响,林地、灌木地和湿地面积增加都极为显著。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文以总体精度相对较高的三套土地利用/覆盖数据(MCD12Q1、CCI-LC和Globe-Land30)作为信息源,采用基于一致性分析和模糊集合理论的数据融合方法,获取2000年和

2010年两期亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖现状及动态变化信息,主要结论如下:

(1)2000—2010年,亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化方式主要以耕地萎缩和林地扩张为主,其次是湿地扩张,再次是草地和裸地收缩,最后是灌木地和人造地表扩大。八个土地利用/覆盖类型相互转换面积较小,仅占研究区总面积的4.22%,其中耕地-林地-草地相互转换、灌木地-裸地相互转换、林地转为湿地以及林地转为灌木地等变化类型分布面积占优势。(2)亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的区域特征存在一定的区域差异。东亚和东南亚海岸带土地利用/覆盖变化最为活跃的类型是耕地和林地,南亚和西亚海岸带变化最为活跃的类型是灌木地和裸地,南欧海岸带是耕地和灌木地。东亚、东南亚、南亚和南欧海岸带转移变化最为剧烈的类型是耕地-林地相互转换,西亚海岸带是灌木地-裸地相互转换。究其原因主要与各子区域植被类型、土壤属性、地形地貌、气候条件、社会状况、经济水平等有关。(3)地形因素、气候分异等自然驱动力深刻影响着土地利用/覆盖变化的宏观格局,气候变暖对土地利用/覆盖变化具有一定的影响,但影响相对较小。人口压力增大、经济高速发展、政策的颁布与实施等人文驱动力是导致十年间亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的直接原因。

4.2 讨论

在多源数据共存和融合研究兴起的背景下,我们提出了一种基于一致性分析和模糊集合理论的数据融合方法^[29],该方法实现了MCD12Q1、CCI-LC、GlobeLand30三种土地利用/覆盖数据的有效融合,充分发挥了已有数据资源的价值,在很大程度上综合了多源数据的优势,削弱了单一数据的缺陷,使得融合得到的数据精度远远高于单一数据。在此基础上,监测和研究亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化将有利于认知该区域:(1)土地资源特征(类型数量特征和空间分布情况):以湿地(及近海和浅海)为主,林地和耕地次之,裸地、草地、灌木地和人造地表较少,永久性冰川雪地最少,且空间分布情况与目视Google Earth所形成的主观认识相一致;(2)开发利用程度(人工类型的数量特征和分布情况):2000年和2010年,耕地面积分别为2223698.76 km²和2186925.84 km²,人造地表面积分别为118192.59 km²和120017.34 km²,且耕地广泛分布在中国杭州湾以北沿岸、印度东部沿岸和地中海北部沿岸,人造地表则零星分布在整个研究区内;(3)土地利用/覆盖变化特征及其驱动因素:耕地、草地、裸地和永久性冰川雪地面积极萎缩,林地、灌木地、湿地和人造地表面积扩张是变化的基本特征,地形因素、气候分异、人口压力增大、经济高速发展、政策的颁布与实施等是变化的主要原因;(4)土地利用/覆盖变化的生态环境与社会经济效益特征:人造地表面积增加占用大量耕地资源致使生态环境质量有所降低,土地资源保护与管理政策法规的实施促进生态环境质量有所改善,且土地利用/覆盖变化会对研究区经济水平、产业结构、社会发展产生深远影响;(5)未来时期气候变化和“一带一路”背景对土地利用/覆盖变化的潜在影响^[11]:加强对亚欧大陆中低纬度海岸带土地利用/覆盖变化的研究,建成长时间序列高精度的土地利用/覆盖变化数据库,可为“丝绸之路经济带”和“二十一世纪海上丝绸之路”倡议的推进和实施提供生态环境基础数据和科学研究背景资料。

参考文献(References):

- [1] Foley J A, DeFries R, Asner G P, et al. Global consequences of land use. *Science*, 2005, 309: 570-574.
[2] 陈军,陈晋,宫鹏,等. 全球地表覆盖高分辨率遥感制图. *地理信息世界*, 2011, 9(2): 12-14. [Chen J, Chen J, Gong P, et

- al. Higher resolution global land cover mapping. *Geomatics World*, 2011, 9(2): 12-14.]
- [3] Erb K H, Luysaert S, Meyfroidt P, et al. Land management: data availability and process understanding for global change studies. *Global Change Biology*, 2017, 23: 512-533.
- [4] Liu J, Zhang Z, Xu X, et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(4): 483-494.
- [5] 于皓,张柏,王宗明,等. 1990~2015年韩国土地覆被变化及其驱动因素. *地理科学*, 2017, 37(11): 1755-1763. [Yu H, Zhang B, Wang Z, et al. Land cover change and its driving forces in the Republic of Korea since the 1990s. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(11): 1755-1763.]
- [6] Turner II B L, Lambin E F, Reenberg A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *PNAS*, 2007, 104(52): 20666-20671.
- [7] Mooney H A, Duraiappah A, Larigauderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs. *PNAS*, 2013, 110(1): 3665-3672.
- [8] Ning J, Liu J, Kuang W, et al. Spatiotemporal patterns and characteristics of land-use change in China during 2010-2015. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(5): 547-562.
- [9] 何英彬,姚艳敏,唐华俊,等. 土地利用/覆盖变化驱动力机制研究新进展. *中国农学通报*, 2013, 29(2): 190-195. [He Y, Yao Y, Tang H, et al. An overview on progress of land use and land cover change dynamics. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2013, 29(2): 190-195.]
- [10] Rimal B, Sharma R, Kunwar R, et al. Effects of land use and land cover change on ecosystem services in the Koshi River Basin, Eastern Nepal. *Ecosystem Services*, 2019, 38: 100963.
- [11] 范泽孟,李赛博. 新亚欧大陆桥经济走廊土地覆被变化及驱动力分析. *生态学报*, 2019, 39(14): 5015-5027. [Fan Z, Li S. Change pattern of land cover and its driving force since 2001 in the New Eurasian Continental Bridge Economic Corridor. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(14): 5015-5027.]
- [12] 范泽孟,范斌,岳天祥. 欧亚大陆植被生态系统潜在分布情景及其对气候变化的响应. *中国科学:地球科学*, 2019, 49: 1817-1830. [Fan Z, Fan B, Yue T. Terrestrial ecosystem scenarios and their response to climate change in Eurasia. *Science China-Earth Sciences*, 2019, 62: 1607-1618.]
- [13] 马万栋,张渊智,施平,等. 海岸带土地利用/土地覆被变化研究进展. *地理科学进展*, 2008, 27(5): 87-94. [Ma W, Zhang Y, Shi P, et al. Review of research on land use and land cover change in coastal zone. *Progress in Geography*, 2008, 27(5): 87-94.]
- [14] Swaney D P, Humborg C, Emeis K, et al. Five critical questions of scale for the coastal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2012, 96: 9-21.
- [15] 吴琛璐,王强,董政,等. 福建省海岸带土地利用/覆盖变化及其驱动力. *水土保持通报*, 2018, 38(3): 318-323. [Wu C, Wang Q, Dong Z, et al. Land use/cover change and its driving forces in coastal zone of Fujian province. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2018, 38(3): 318-323.]
- [16] 刘彦随,彭留英,王大伟. 东南沿海地区土地利用转换态势与机制分析. *自然资源学报*, 2005, 20(3): 333-339. [Liu Y, Peng L, Wang D. Analysis of the situation and mechanism of land use conversion in the Southeast coastal area. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(3): 333-339.]
- [17] 侯西勇,邸向红,侯婉,等. 中国海岸带土地利用遥感制图及精度评价. *地球信息科学学报*, 2018, 20(10): 1478-1488. [Hou X, Di X, Hou W, et al. Accuracy evaluation of land use mapping using remote sensing techniques in coastal zone of China. *Journal of Geo-information Science*, 2018, 20(10): 1478-1488.]
- [18] 王俊惠,侯西勇,张安定. 美国本土海岸带土地利用变化特征研究. *世界地理研究*, 2018, 27(3): 19-29. [Wang J, Hou X, Zhang A. Study on the characteristics of land use change in American coastal zone. *World Regional Studies*, 2018, 27(3): 19-29.]
- [19] Congalton R G, Gu Jianyu, Yadav K, et al. Global land cover mapping: a review and uncertainty analysis. *Remote Sensing*, 2014, 6: 12070-12093.
- [20] Grekousis G, Mountrakis G, Kavouras M. An overview of 21 global and 43 regional land-cover mapping products. *International Journal of Remote Sensing*, 2015, 36(21): 5309-5335.
- [21] 陈迪,吴文斌,陆苗,等. 基于多源数据融合的地表覆盖数据重建研究进展综述. *中国农业资源与区划*, 2016, 37(9): 62-70. [Chen D, Wu W, Lu M, et al. Progresses in land cover data reconstruction method based on multi-source data fusion. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2016, 37(9): 62-70.]
- [22] Chen B, Huang B, Xu B. Multi-source remotely sensed data fusion for improving land cover classification. *ISPRS*

- Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2017, 124: 27-39.
- [23] 侯婉,侯西勇. 全球海岸带多源土地利用/覆盖遥感分类产品一致性分析. 地球信息科学学报,2019,21(7):1061-1073. [Hou W, Hou X. Consistency of the multiple remote sensing-based land use and land cover classification products in the global coastal zones. Journal of Geo-information Science, 2019, 21(7): 1061-1073.]
- [24] 郑崇伟,孙威,黎鑫,等. 经略21世纪海上丝路:重要航线、节点及港口特征. 海洋开发与管理,2016,33(1):4-13. [Zheng C, Sun W, Li X, et al. Strategy of the 21st century Maritime Silk Road: on the important routes, crucial nodes and characteristics of ports. Ocean Development and Management, 2016, 33(1): 4-13.]
- [25] Friedl M A, McIver D K, Hodges J C F, et al. Global land cover mapping from MODIS: Algorithms and early results. Remote Sensing of Environment, 2002, 83: 287-302.
- [26] Mousivand A, Jokar Arsanjani J. Insights on the historical and emerging global land cover changes: The case of ESA-CCI-LC datasets. Applied Geography, 2019, 106: 82-92.
- [27] Chen Jun, Chen Jin, Liao Anping, et al. Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2015, 103: 7-27.
- [28] 侯婉,侯西勇. 考虑湿地精细分类的全球海岸带土地利用/覆盖遥感分类系统. 热带地理,2018,38(6):866-873. [Hou W, Hou X. Remote sensing classification system of land use and land cover for global coastal zone considering fine classification of wetlands. Tropical Geography, 2018, 38(6): 866-873.]
- [29] Hou W, Hou X Y. Data fusion and accuracy analysis of multi-source land use/land cover datasets along coastal areas of the Maritime Silk Road. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2019, 8(12): 557.
- [30] Ramankutty N, Evan A T, Monfreda C, et al. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. Global Biogeochemical Cycles, 2008, 22: GB1003.
- [31] Jung M, Henkel K, Herold M, et al. Exploiting synergies of global land cover products for carbon cycle modeling. Remote Sensing of Environment, 2006, 101: 534-553.
- [32] Foody G M. Valuing map validation: The need for rigorous land cover map accuracy assessment in economic valuations of ecosystem services. Ecological Economics, 2015, 111: 23-28.
- [33] 张宇硕,陈军,陈利军,等. 2000-2010年西伯利亚地表覆盖变化特征—基于GlobeLand30的分析. 地理科学进展,2015, 34(10): 1324-1333. [Zhang Y, Chen J, Chen L, et al. Characteristics of land cover change in Siberia based on GlobeLand30, 2000-2010. Progress in Geography, 2015, 34(10): 1324-1333.]
- [34] 张海燕,樊江文,邵全琴. 2000-2010年中国退牧还草工程区土地利用/覆被变化. 地理科学进展,2015,34(7):840-853. [Zhang H, Fan J, Shao Q. Land use/land cover change in the grassland restoration program areas in China, 2000-2010. Progress in Geography, 2015, 34(7): 840-853.]
- [35] 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. 农业资源与环境科学,2008,24(4):408-414. [Guo B, Chen Y, Yao Y, et al. A review of the research on the driving force of land use and land cover change. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(4): 408-414.]
- [36] Parry M L, Canziani O F, Palutikof J P, et al. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
- [37] Liu Jiyan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(2): 195-210.
- [38] 任梅,王小敏,刘雷,等. 中国沿海城市群环境规制效率时空变化及影响因素分析. 地理科学,2019,39(7):1119-1128. [Ren M, Wang X, Liu L, et al. Spatio-temporal change and influencing factors of environmental regulation in China's coastal urban agglomerations. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(7): 1119-1128.]
- [39] 熊瑶,潘润秋,许刚,等. 1990-2014年印度城市扩张时空特征对比分析. 地理科学进展,2019,38(2):271-282. [Xiong Y, Pan R, Xu G, et al. A comparison of spatial and temporal characteristics of urban expansion in India during 1990-2014. Progress in Geography, 2019, 38(2): 271-282.]
- [40] 克劳斯·昆兹曼,彼得拉·波茨,王纺,等. 从意大利城市和区域空间规划与发展中能学到什么?. 国际城市规划, 2010,25(03):1-4. [Kunzmann K R, Potz P, Wang F, et al. What can be learnt from spatial (urban and regional) planning and development in Italy?. Urban Planning International, 2010, 25(03): 1-4.]
- [41] Viallon F X, Schweizer R, Varone F. When the regime goes local: Local regulatory arrangements and land use sustainability. Environmental Science and Policy, 2019, 96: 77-84.

Land use/land cover change along low-middle latitude coastal areas of Eurasia and their driving forces from 2000 to 2010

HOU Wan^{1,2,3,4,5}, HOU Xiyong^{1,4,5}, SUN Min^{1,4,5}, SONG Baiyuan^{1,3,4,5}

(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China; 2. School of Geography and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241002, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. Key Laboratory of Coastal Environmental Processes and Ecological Remediation, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China; 5. Center for Ocean Mega-Science, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Land use/land cover change is an important issue in the study of global change, and the coastal area is a hot spot region in this field. In this paper, three land use/land cover datasets (MCD12Q1, CCI-LC and GlobeLand30) were used as the research object and a fusion method based on agreement analysis and fuzzy-set theory was adopted to obtain the classification information of land use/land cover along low-middle latitude coastal areas of Eurasia in 2000 and 2010. Then, the variation characteristics and driving factors of land use/land cover were analyzed. Main findings are as follows: land use/land cover change along low-middle latitude coastal areas of Eurasia from 2000 to 2010 was shown that, cropland shrinkage and forest expansion ranked top one, followed by wetland expansion, next were grassland and bare land shrinkage, and lastly shrubland and artificial surfaces expansion. The area of interconversion between land use/land cover types was small, accounting for only 4.22% of the total area of the study area; thereinto, the dominant variation types were the interconversion of cropland, forest and grassland, the interconversion of shrubland and bare land, forest that turned into wetland and forest that turned into shrubland. The regional characteristics of land use/land cover change in various subregions along low-middle latitude coastal areas of Eurasia were different from each other, and the reasons were mainly related to the vegetation types, soil properties, topography, climatic conditions, social conditions and economic levels of each subregion. Although natural driving forces such as terrain, climate, and so on profoundly affected the macro pattern of land use/land cover change, humanistic driving forces such as population growth, economy development, and policy implementation were the direct causes of land use/land cover change along low-middle latitude coastal areas of Eurasia from 2000 to 2010. Overall, this paper fills the gap in the study of land use/land cover change along low-middle latitude coastal areas of Eurasia, and provides information and suggestions for scientific research on man-earth relationship, land resource management, ecological environmental protection and coordinated economic development along low-middle latitude coastal areas of Eurasia.

Key words: land use/land cover change; analysis of driving force; multi-source data fusion; low-middle latitude coastal areas of Eurasia