

内蒙古 1990—2018 年土地利用变化及生态系统服务价值

王宁¹, 杨光¹, 韩雪莹¹, 贾光普¹, 刘峰¹, 李涛², 贾宁²

(1.内蒙古农业大学沙漠治理学院, 呼和浩特 010018; 2.察哈尔右翼前旗水利局, 内蒙古 乌兰察布 012200)

摘要: 利用内蒙古自治区 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2018 年 7 期 TM/ETM 影像作为数据源, 基于 GIS 方法提取内蒙古自治区各年的土地利用数据。采用中国陆地生态服务价值表的计算方法对内蒙古自治区的土地利用数据进行分析, 计算内蒙古自治区的生态服务价值。结果表明: 1990—2018 年内蒙古自治区土地利用各地类整体在时空上呈变化趋势, 具体变化为耕地、林地和未利用土地呈下降趋势, 草地和城镇建设用地呈增长趋势, 其中未利用土地减少面积最多, 草地增幅最大; 结合土地利用转移矩阵可知, 减少的未利用土地、林地和耕地主要都转化为草地; 近 30 年内蒙古的生态服务价值总体呈现增长趋势, 其中草地生态服务价值最高, 未利用土地的生态服务价值最低, 与土地利用变化情况相同; 生态服务价值的敏感性指数均 < 1 , 这说明近 30 年内蒙古地区的生态服务价值相对较稳定, 结果可信。

关键词: 土地利用变化; 生态服务价值; 转移矩阵; 敏感性指数

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2020)05-0244-07

DOI: 10.13870/j.cnki.stbcxb.2020.05.034

Land Use Change and Ecosystem Service Value in Inner Mongolia From 1990 to 2018

WANG Ning¹, YANG Guang¹, HAN Xueying¹, JIA Guangpu¹, LIU Feng¹, LI Tao², JIA Ning²

(1. College of Desert Control Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University,

Hohhot 010018; 2. Chahar Right Front Banner, Water Resources Bureau, Ulanchabu, Inner Mongolia 012200)

Abstract: Using TM/ETM images of Inner Mongolia Autonomous Region in 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 and 2018 as data sources, land use data of Inner Mongolia Autonomous Region based on GIS was extracted. Using the calculation method of China Terrestrial Ecological Service Value Table, the land use data of Inner Mongolia Autonomous Region was analyzed and the ecological service value was calculated. The results showed that: From 1990 to 2018, the land use and land types in the Inner Mongolia Autonomous Region as a whole showed a changing trend in space and time. The specific changes were as follows: The cultivated land, forest land, and unused land are on the decline, the grassland and urban construction land are on the rise. The unused land had the largest reduction in area, and the grassland had the largest increase in area. Combined with the land-use transfer matrix, the reduced unused land, forest land, and cultivated land were mainly converted into grassland. In the past 30 years, the value of ecological service in Inner Mongolia had shown an overall growth trend, with the highest value of grassland ecological service and the lowest value of unused land ecological service. Sensitivity index of ecological service value was < 1 , and it indicated that the value of ecological services in Inner Mongolia has been relatively stable in the past 30 years and the results were credible.

Keywords: land use change; ecological service value; transition matrix; sensitivity index

土地利用是指人类基于土地本身的属性, 根据人类的社会经济发展, 采取一系列手段, 对土地进行的一定时期内的管理应用^[1]。土地利用变化与人类生活息息相关, 土地利用在一个时期内的变化往往可

以反映出一个地区环境、经济、社会的发展情况。

生态系统服务(ecosystem services)是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务^[2]。人类从 20 世纪 60 年代就开始

了对生态系统服务的研究,但是基于当时地球整个生态系统的研究环境,难以精确计量其价值,所以一开始对于生态系统的研究只提供了一些研究方法,没有定量的价值评估,因此对于生态系统服务价值的定量研究进展缓慢^[3-4],直到 1997 年,Costanza 等^[5]通过综合全球已有的研究方法,首次明确了生态系统服务价值的研究方法,由于此方法是基于全球生态系统服务价值的研究,所以应用于我国时会有较大误差,因此在 2003 年,谢高地等^[6-7]综合各种关于生态系统的研究成果,通过对生态系统相关的科研人员的调查,制定了“中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表”。之后,谢高地等^[6-7]又根据我国土地利用现状不断的对之前的当量表进行了修正。后期,又有学者^[8-10]对全球的生态系统服务价值进行了新的评估,近年来,对于生态系统服务价值的研究也不再仅限于陆地。

从改革开放以来,为响应国家政策,内蒙古土地利用也在不同时期呈现出不同的变化,在 20 年代初期,林地不断减少,而耕地在不断增加,这是由于人口的增加,使得人们大面积开垦林地和草地为耕地;但是从 2005 年开始,内蒙古自治区在退耕还林、还草政策的响应下,林地和草地又开始不断增加。目前,国内外学者对生态系统价值的研究主要有 2 个方面,一是利用 GIS 和 ENVI 等软件,提取土地利用变化的原因,进而分析土地利用变化的驱动力、对生态系统服务价值的影响以及景观格局的变化^[11-12];二是根据土地利用变化数据结合一些模型,以达到预测各土地类型变化的目的^[13-14]。

目前对于内蒙古自治区的生态系统服务价值研究都是基于某一旗县或小流域,对整个自治区的土地利用变化和生态系统服务价值鲜有研究。内蒙古属于我国北方地区典型的农牧交错带,并且中国四大沙地在内蒙古均有分布,因此研究内蒙古地区土地利用的动态变化及生态服务价值对于了解内蒙古的土地潜在发展以及区域社会生态经济发展有着重要意义。

1 研究区概况

内蒙古自治区地域辽阔,呈狭长型由东北向西南方向延伸,地处 37°24′—53°23′N,97°12′—126°04′E,全区土地总面积约 118.3 万 km²^[15],是中国的第三大省区,跨越我国东北、西北、华北地区,北部与蒙古国和俄罗斯交界,南部与宁夏、陕西、山西和河北接壤,西部与甘肃省为邻,东部与黑龙江和吉林省毗邻。国境线长 4 200 km。距离海洋较远,并且多山脉阻隔,气候以温带大陆性季风气候为主,冬冷夏热,昼夜温差较大,年温差同样较大,年降水量 30~450 mm,由西南向东北递增,年蒸发量较大,大部分地区都大于

1 200 mm。春天多风沙天气^[16]。年平均气温 0~18℃。地形多样复杂,主要以高原为主,高原地形占内蒙古总面积的 50%左右,山地和平原呈带状分布^[17]。其中巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、库布齐沙漠和乌兰布和沙漠均在内蒙古有分布。

2 数据与方法

2.1 数据来源

通过地理空间数据云下载内蒙古自治区 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 年和最新的 2018 年 7 期 Landsat TM/ETM 遥感影像为数据源,运用 ENVI5.1 和 ArcGIS 9.2 软件对 7 期遥感影像进行波段组合、几何校正、投影转换、图像镶嵌、区域裁剪等预处理的基础上,根据中国土地利用分类/土地覆盖研究系统,将研究区土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、城镇建设用地和未利用土地 6 种类型^[18]。

同时通过搜集 1990—2018 年的内蒙古自治区的粮食总产量和粮食价格等资料,整理作为数据来源^[15]。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用研究方法 土地利用动态度指研究区某一特定时段内不同土地利用类型的动态变化速度和幅度,用来反映土地利用变化的特征,分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度^[19]。

(1)综合土地利用动态度。反映整个研究区土地利用的整体变化情况,计算公式为:

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

式中:LC 为综合土地利用动态度(%); LU_i 为第 i 类土地类型在研究时段内的起始面积(km²); ΔLU_{i-j} 为研究时段内第 i 类土地转化为 j 类土地的面积的绝对值(km²); T 为研究时段; i, j 为土地利用类型。

(2)单一土地利用动态度。反映研究区内某一种土地利用的变化情况,计算公式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中:K 为单一土地利用动态度(%); U_b 为研究期末某种土地利用的面积(km²); U_a 为研究期初某一种土地利用的面积(km²); T 为研究时段。

(3)土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵是用来分析一个研究系统中状态与状况转移的定量描述,来源于系统分析学,转移矩阵可以全面又具体的分析各土地利用类型的定量转变以及变化的结构,其数学表达式^[20]为:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中： S 为土地利用面积； i, j 分别为研究期初和研究期末的土地利用类型； n 为土地利用的类型数。

2.2.2 生态系统服务价值研究方法 目前较常用的生态系统服务价值的研究方法共有 3 种,价值量评价法、质量评价法和能值分析法^[21]。谢高地等^[6-7]基于 Costanza 等^[5]制定的适用于中国的单位面积生态系统服务价值当量所用的是能值分析法,因此本文也将采用能值分析法,参考谢高地等^[6]的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表(表 1),分别计算 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2018 年的生态系统服务价值。因为分类系统与土地利用分类标准有差别,因此本次研究就用谢高地等^[6]2003 年修订后的生态系统服务价值表,但是因为表中土地类型分类与土地利用/覆盖原始数据分类标准稍有不同,因此把建设用地的当量值做 0。根据研究^[6],确定生态服务价值当量因子的经济价值量约等于当年全国平均粮食单产市场价值的 1/7。

表 1 中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量

指标	森林	草地	农田	湿地	水体	荒漠
气体调节	3.50	0.80	0.50	1.80	0.00	0.00
气候调节	2.70	0.90	0.89	17.10	0.46	0.00
水源涵养	3.20	0.80	0.60	15.50	20.38	0.03
土壤形成与保护	3.90	1.95	1.46	1.71	0.01	0.02
废物处理	1.31	1.31	1.64	18.18	18.18	0.02
生物多样性保护	3.26	1.09	0.71	2.50	2.49	0.34
食物生产	0.10	0.30	1.00	0.30	0.10	0.01
原材料	2.60	0.05	0.10	0.07	0.01	0.00
娱乐文化	1.28	0.04	0.01	5.55	4.34	0.01

根据内蒙古的实际情况,以及 Costanza 等^[5]和谢高地等^[6]的计算公式计算内蒙古自治区土地利用类型的生态服务利用价值,公式为:

$$ESV = \sum (A_i \times VC) \quad (4)$$

式中:ESV 为生态系统服务价值(元); A 为研究区内某一种土地利用类型的面积(km^2); VC 为生态系统服务系数(元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)^[11]; i 为土地利用类型。

2.2.3 生态服务价值敏感性分析 敏感性指数(coefficient of sensitive, CS)用于生态服务价值随时间变化对于生态服务价值系数的依赖程度,指生态服务价值系数变化 1% 对生态服务价值造成的影响^[22]。如果 $CS > 1$,表明 ESV 相对于 VC 是富有弹性,准确度和可信度偏低;如果 $CS < 1$,ESV 则被认为是缺乏弹性的,结果可信,并且比值越大,表明生态服务功能价值指数的准确性越关键。一般都将生态系统服务价值系数上

下调整 50% 来计算敏感性指数。

$$CS = \frac{\frac{ESV_i - ESV_j}{ESV_j}}{\frac{VC_i - VC_j}{VC_j}} \quad (5)$$

式中:ESV_{*i*} 为初始的生态系统服务价值;ESV_{*j*} 为调整 ±50% 后的生态服务价值;VC_{*i*} 为调整前的生态服务价值系数;VC_{*j*} 为调整 ±50% 后的生态服务价值系数。

3 结果与分析

3.1 内蒙古自治区土地利用动态变化分析

从 2018 年最新的土地利用影像可知,内蒙古自治区土地利用类型在地理分布上呈现区域性差异,东北至西南主要的土地利用变化类型依次为林地—草地—未利用土地,其中除了西南部的阿拉善盟,其他地区均有耕地呈带状分布。在 1990—2018 年,虽然各土地利用类型面积都有变化,但是变化不大(图 1)。内蒙古自治区土地利用类型中,面积最大的土地利用类型为草地,其次为未利用土地、林地、耕地、城镇建设用地,最后为水域。草地在近 30 年面积一直居首位,在 2000—2010 年虽然有过幅度不大的减少,但在 2010—2018 年一直持续增长,林地与草地的变化趋势相同;耕地虽然在 2000—2005 年有过短期内的增长,但是总体面积一直在减小;城镇建设用地的面积一直稳步增长,未利用土地则与城镇建设用地相反,一直在减少。

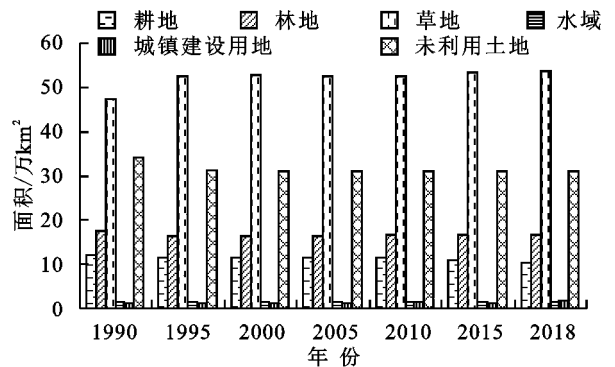


图 1 内蒙古自治区 1990—2018 年不同土地利用类型变化

从整个研究期来看,内蒙古自治区面积比例最大的是草地,最小的是水域。内蒙古自治区东北部主要以林地为主,中部主要以草地为主,西南部以未利用土地为主,其中耕地以条带状分布于东北部和中部地区,城镇建设用地则零星分布于内蒙古自治区各个地方。

结合内蒙古自治区区域分布以及地形地貌图来看,内蒙古自治区东北部林地居多是因为东北部属三北防护林体系建设工程中的一部分,并且还有辽河流域防护林体系建设工程;而中部地区则包括锡林郭勒盟,西南部未利用土地主要是阿拉善盟,其中包括巴丹吉林沙漠,人口稀少,因此未利用土地居多(图 2)。

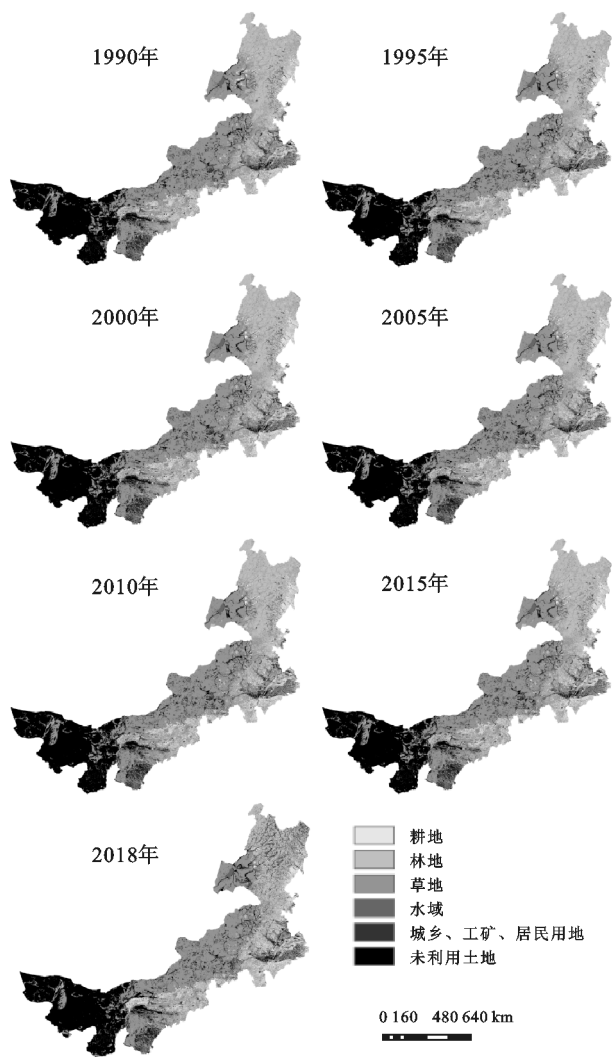


图 2 内蒙古自治区 1990—2018 年土地利用情况

由表 2 可知,在 1990—2018 年,林地、草地和城镇用地的面积总体上都呈增加趋势,而耕地、水域、未利用土地在总体上呈减少趋势;近 30 年中,变化最大的是城镇建设用地,最小的是水域,区域社会经济的迅速发展是城镇建设用地一直增加的原因。

表 2 内蒙古自治区土地利用年变化率

年份	单位: %					
	耕地	林地	草地	水域	城镇用地	未利用地
1990—1995	1.467	-1.528	2.778	-2.031	1.466	-2.163
1995—2000	0.005	-0.234	0.162	1.510	-0.795	0.185
2000—2005	0.085	0.216	-0.135	-1.250	-0.459	0.106
2005—2010	-0.037	0.030	-0.027	0.719	7.865	-0.210
2010—2015	-1.168	0.107	0.366	-0.422	-4.805	-0.047
2015—2018	-0.859	0.168	0.141	0.321	10.694	-0.042
1990—2018	-3.300	1.260	3.342	-1.297	13.138	-2.422

耕地在 1990—2005 年有所增加,但在 2005—2018 年却开始减少,而林地与草地却正好与之相反,这是因为 2003 年开始我国开始实施“退耕还林、还草”政策。未利用土地从 2005 年开始也一直呈减少趋势,这是因为内蒙古自 2000 年参加了京津风沙源治理等工程,也积极响应号召进行“封山育林、飞播造

林”等工程。这使得内蒙古自治区的生态环境得到很大的改善。

3.2 土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵是研究土地利用类型变化的常用方法之一,利用 ArcGIS9.2 的叠加分析功能,对内蒙古 1990—2018 年的土地利用数据进行转移矩阵分析(表 3)。

(1)耕地:耕地主要转化为草地,转化面积为 3.6 万 km^2 ,其次为林地、未利用土地和城镇建设用地,转化面积分别为 0.88 万 km^2 和 0.53,0.38 km^2 。

(2)林地:林地主要转化为草地,转化面积达到 3.79 km^2 ,其次为耕地,转化面积为 0.66 km^2 ,城镇建设用地和水域相同,为 0.04 km^2 ,

(3)草地:草地主要转化为未利用土地,转化面积为 3.45 km^2 ,其次为耕地和林地,转化面积分别为 2.2,1.67 km^2 ,只有小部分转化为水域和城镇建设用地,分别为 0.24,0.20 km^2 ;

(4)水域:水域主要转化为草地,面积为 0.34 km^2 ,其次为未利用土地和耕地,面积分别为 0.20,0.16 km^2 ,而林地和城镇建设用地总共只有 0.07 km^2 ;

(5)城镇建设用地:城镇建设用地变化不明显,主要转化为草地和耕地,转化面积分别为 0.56,0.46 km^2 ,只有 0.08 km^2 转化为林地和水域;

(6)未利用土地:未利用主要转化为草地,转化面积为 5.81 km^2 ,还有 1.2 km^2 转化为林地,耕地和水域的转化面积分别为 0.36,0.24 km^2 ,城镇建设用地只有 0.05 km^2 。

表 3 土地利用转移矩阵 单位:万 km^2

土地利用类型	2018 年					
	耕地	林地	草地	水域	城镇建设用地	未利用土地
耕地	6.55	0.88	3.60	0.16	0.38	0.53
林地	0.66	13.00	3.79	0.04	0.04	0.29
草地	2.20	1.67	39.96	0.24	0.20	3.45
水域	0.16	0.05	0.34	0.60	0.02	0.20
城镇建设用地	0.46	0.06	0.56	0.02	0.27	0.13
未利用土地	0.36	1.20	5.81	0.24	0.05	25.91

3.3 生态系统服务价值

为了反映内蒙古土地利用对生态系统服务价值的影响,利用 1990—2018 年内蒙古年均粮食产量 749.18 kg/km^2 ,1990—2018 年内蒙古粮食平均价格 2.9 元/ kg ^[15],计算内蒙古自治区 1 个生态系统服务价值当量因子的经济价值。生态系统服务价值则参考谢高地等在 2003 年更新的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表,根据修正系数等算出内蒙古自治区 1 个生态服务价值当量因子的经济价值为 310 元,根据上述信息算出内蒙古自治区各土地利用

类型所对应的生态系统类型的生态价值系数(表 4)。

表 4 内蒙古自治区各土地利用类型所对应的生态系统类型及其生态价值系数 单位:元/(hm²·a)

指标	耕地	林地	草地	水域	城镇建设 用地	未利用 土地
相应生态系统类型	农田	森林	草地	水体	城镇用地	荒漠
气体调节	155.0	1085.0	248.0	0	0	0
气候调节	275.9	837.0	279.0	142.6	0	0
水源涵养	186.0	992.0	248.0	6317.8	0	9.3
土壤形成与保护	452.6	1209.0	604.5	3.1	0	6.2
废物处理	508.4	406.1	406.1	5635.8	0	6.2
生物多样性保护	220.1	1010.6	337.9	771.9	0	105.4
食物生产	310.0	31.0	93.0	31.0	0	3.1
原材料	31.0	806.0	15.5	3.1	0	0
娱乐文化	3.1	396.8	12.4	1345.4	0	3.1
总计	2142.1	6773.5	2244.4	14250.7	0	133.3

由表 4 可知,水域的生态价值系数最大,这是因为其水源涵养和废物处理的生态价值及作用较大;其次为林地,这是因为森林生态系统在生态调节的各个方面作用都比较大,尤其是在气体调节、土壤形成与保护和生物多样性保护方面的作用最大;耕地

与草地的生态价值系数相近,两者都是在土壤形成与保护和废物处理方面作用较大;而未利用土地的生态价值主要体现在生物多样性方面。整体来看,生态价值系数的大小与其生态价值作用的大小是相对应的。

根据内蒙古自治区各地类生态服务价值系数和土地利用面积计算研究了 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2018 年的生态系统服务价值(表 5)。由表 5 可知,1990—2018 年,内蒙古自治区生态系统服务价值总量虽然变化幅度不大,但一直呈增长趋势;其中,草地的生态系统服务价值自 2005 年后一直稳步上升,价值比例在 2018 年达到近 30 年最高的 44.35%,增长了 242.08 亿元;林地生态系统服务价值在 1990—2000 年呈下降趋势,在 2000—2018 年间呈增长趋势,增加了 123.26 亿元;水域和未利用土地在 1990—2018 年整体呈下降趋势,分别下降 22.3、5.7 亿元;而耕地的生态服务价值则一直呈下降趋势,近 30 年下降了 81.25 亿元。林地和草地是生态系统服务价值构成中贡献最大的 2 种土地利用类型,占到了总生态系统服务价值的 86.19%。

表 5 1990—2018 年内蒙古自治区生态系统服务价值

年份	指标	耕地	林地	草地	水域	城镇建设 用地	未利用 土地	合计
1990	价值/(亿元·a ⁻¹)	258.23	1190.88	1062.69	212.06	0	45.58	2769.45
	价值比例/%	9.33	43.01	38.38	7.66	0	1.65	100.00
1995	价值/(亿元·a ⁻¹)	243.08	1118.08	1180.78	194.84	0	41.64	2778.41
	价值比例/%	8.75	40.25	42.51	7.01	0	1.50	100.00
2000	价值/(亿元·a ⁻¹)	243.03	1107.62	1188.43	206.61	0	41.33	2787.02
	价值比例/%	8.72	39.74	42.64	7.41	0	1.48	100.00
2005	价值/(亿元·a ⁻¹)	243.85	1117.19	1182.02	196.27	0	41.51	2780.84
	价值比例/%	8.77	40.17	42.50	7.06	0	1.49	100.00
2010	价值/(亿元·a ⁻¹)	243.49	1118.54	1180.72	201.92	0	41.16	2785.82
	价值比例/%	8.74	40.18	42.38	7.25	0	1.48	100.00
2015	价值/(亿元·a ⁻¹)	232.12	1123.32	1198.02	198.51	0	41.23	2793.20
	价值比例/%	8.31	40.22	42.89	7.11	0	1.48	100.00
2018	价值/(亿元·a ⁻¹)	176.98	1230.88	1304.77	189.76	0	39.88	2942.27
	价值比例/%	6.02	41.84	44.35	6.45	0	1.36	100.00

3.4 生态服务价值敏感性分析

将内蒙古各项生态服务价值系数分别上下调整 50%,得到各年生态服务价值敏感性系数(表 6)。各个时期草地的敏感性指数都相对较大,从 2005 年开始林地的敏感性指数一直增加,说明在 2005 年以后对于生态服务价值的贡献逐渐增大;也是在以后的环境保护中最应该关注的地类;从 2005 年开始林地的敏感性指数一直增加,而水域未利用土地的敏感性指数一直偏低。但是整体上各地类的敏感性指数一直 < 1,这表明研究区内生态系统服务价值对生态服务功能价值指数是缺乏弹性的,研究结果是可信的。

表 6 1990—2018 年内蒙古生态服务价值敏感性指数

年份	耕地	林地	草地	水域	未利用 土地
1990	0.11	0.14	0.62	0.04	0.03
1995	0.15	0.11	0.59	0.03	0.04
2000	0.22	0.18	0.52	0.07	0.02
2005	0.34	0.28	0.46	0.06	0
2010	0.12	0.36	0.51	0.04	0
2015	0.26	0.49	0.60	0.03	0
2018	0.09	0.56	0.72	0.03	0

3.5 土地利用变化对生态服务价值的影响

通过分析土地利用变化度和生态服务价值在不同时间内的变化幅度(图 3)可知,土地利用面积的变化与

生态服务价值的变化呈正相关,但是生态服务价值的变化幅度相对土地利用面积的变化幅度较大,可知,不同土地利用类型面积的变化会引起生态服务价值的较大幅度的增加或减少。耕地的面积在 2010 年后就在持续减少,相应的生态服务价值也在减小,与之相反的是林地与草地的变化趋势,在 2010 年后林地与草地的生态服务价值是越来越大的,但是二者的增加幅度明显小于耕地减少的幅度,因为组成生态服务价值系数的功能中,耕地的食物生产价值系数远大于林地与草地的,而林地与草地的价值系数组成中明显是土壤形成与保护等生态效益的价值系数更高,在耕地的减少过程中,食物生产的价值明显可以达到锐减,但是林地与草地可以达到的高生态效益却无法在短期内增加。这也为以后的土地利用提供了合理规划的思路。

4 讨论

关于生态系统服务价值的研究虽然从 2000 年后一直是热点,但是大多数研究都是基于小流域,鲜少有从整个内蒙古自治区的角度研究生态系统服务价值,本文基于谢高地等人的单位面积价值当量因子的研究来评价内蒙古自治区的生态系统服务价值,此方法是基于专家知识的评估体系,比较适用于中国现在生态经济的发展的评估,但是此方法也有一些不足,因为中国地理面积较大,在空间尺度上,生态系统的多样性决定了生态系统服务价值的空间差异性,例如,草地在农牧区主要用于饲养,但是若在城市等非农牧区主要用于观赏;林地在森林生态中主要作用是改善环境涵养水源,在城市中,虽然也有一定的改善环境的作用,但主要用于观赏,因此根据不同的环境条件当量因子系数也应该有差异。因此在之后的研究中,应该根据实际情况对生态系统服务价值单价进行一定的修正和更正。

综合内蒙古自治区的土地利用现状和生态服务价值,为了后续内蒙古土地的可持续利用,提出主要建议:(1)根据内蒙古土地利用最新影像,东北部林地和中部地区草地应持续加强保护管理,“适度”放牧,积极开展各项水土流失以及草原荒漠化的综合治理;同时要提提高“造林还草”的质量。(2)耕地应该特别加强管理,不能无节制的复垦,防止耕地出现较明显的土地退化而造成水土的进一步流失,基本农田的水土保持治理工作要加强落实;但是在推进生态退耕工程的基础上也要兼顾粮食以及农民的生活问题。(3)建设用地在近 30 年的扩张速度很快,对于建设用地的扩张,应在兼顾当地经济发展的条件下,实现建设用地的集约高效利用,提高其容积率,例如,严格管控人口稀少地区的“一户一宅”制度;同时,可以合理规划开发“未利用土地”,例如,难利用的盐碱地等可进行合理的开发利用。

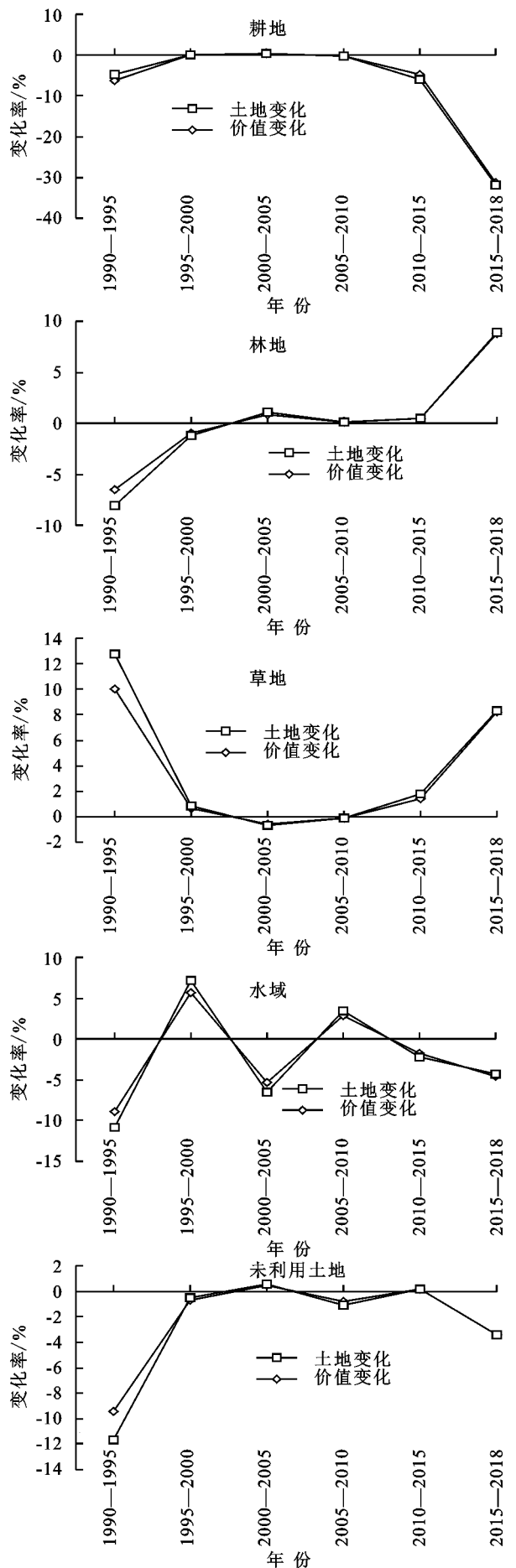


图 3 不同类型土地利用变化和生态服务价值变化对比

5 结论

(1)内蒙古自治区近 30 年土地利用各地类虽然在时空差异上变化不明显,但面积都发生了变化:草地一直是内蒙古面积最大的地类,所占比例一直在 40% 以上,其次是未利用土地、林地、耕地、城镇建设用地,最后为水域,水域所占比例一直在 1% 左右;耕地、林地和未利用土地总体呈减少趋势,分别减少了 1.59, 0.89, 3.31 km²,而草地和城镇建设用地总体呈现增长趋势,分别增加了 6.33, 0.57 km²;水域基本保持不变。

(2)根据内蒙古自治区 1990—2018 年土地利用转移矩阵可知,增幅较大的是草地,主要减少的是未利用土地,草地的转化面积主要来自未利用土地、耕地和林地,分别为 5.81, 3.60, 3.79 km²。

(3)从总体来看,内蒙古自治区的生态服务价值主要是由林地和草地支撑的,平均每年的林地与草地的生态服务价值都会占总价值的 83%;由于从 2005 年开始,内蒙古自治区开始大力实施“退耕还林、还草”“京津风沙源治理工程”等生态工程建设,所以从 2005 年之后内蒙古自治区的生态服务价值一直呈增加趋势,这说明各种生态建设工程效益显著。

(4)生态服务价值敏感性指数均 < 1,这说明尽管近 30 年内蒙古生态服务价值一直在变化,但是变化幅度并不大,在保持内蒙古土地利用现状的情况下,应该合理规划土地利用情况,继续实施各种生态建设工程,保证土地的可持续利用。

参考文献:

- [1] 贺可,吴世新,杨怡,等.近 40 年新疆土地利用及其绿洲动态变化[J].干旱区地理,2018,41(6):1333-1340.
- [2] 李理,朱连奇,朱文博,等.生态系统服务价值与人类活动强度关联性分析及权衡:以淇河流域为例[J].中国环境科学,2020,40(1):365-374.
- [3] 王锦.基于土地利用变化的生态系统服务价值研究[D].西安:西安科技大学,2019.
- [4] 赵文江.基于地形的长治市土地利用及生态系统服务价值变化研究[D].太原:太原理工大学,2019.
- [5] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [6] 谢高地,张彩霞,张雷明,等.基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J].自然资源学报,2015,30(8):1243-1254.
- [7] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等.中国生态系统服务的价值[J].资源科学,2015,37(9):1740-1746.
- [8] Jalil B, Roya M. Quantitative assessment of land use/land cover changes on the value of ecosystem services in the coastal landscape of Anzali International Wetland [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2019, 191(11): 1-13.
- [9] 杨青,刘耕源.湿地生态系统服务价值能值评估:以珠江三角洲城市群为例[J].环境科学学报,2018,38(11):4527-4538.
- [10] Meyerhoff J, Klefoth T, Arlinghaus R. The value artificial lake ecosystems provide to recreational anglers: Implications for management of biodiversity and outdoor recreation[J]. Journal of Environmental Management, 2019(10), 1-12.
- [11] 吴海珍,阿如早,郭田保,等.基于 RS 和 GIS 的内蒙古多伦县土地利用变化对生态服务价值的影响[J].地理科学,2011,31(1):110-116.
- [12] 卢周扬帆,许端阳,张绪教,等.阿拉善干旱荒漠区土地利用变化对生态系统服务的影响[J].水土保持研究,2019,26(6):296-302.
- [13] 马新萍,韩申山,王磊,等.大西安地区土地利用类型时空演变分析[J].干旱区地理,2020,43(2):499-507.
- [14] 李志明,宋戈,鲁帅,等.基于 CA-Markov 模型的哈尔滨市土地利用变化预测研究[J].中国农业资源与区划,2017,38(12):41-48.
- [15] 内蒙古自治区统计局.内蒙古统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1990-2018.
- [16] 邱艳超,张军,王红,等.内蒙古中部城市土地利用绩效及其障碍因素[J].水土保持通报,2017,37(6):269-276.
- [17] 李佳鸣,冯长春.基于土地利用变化的生态系统服务价值及其改善效果研究:以内蒙古自治区为例[J].生态学报,2019,39(13):4741-4750.
- [18] 黄木易,岳文泽,方斌,等.1970—2015 年大别山区生态服务价值尺度响应特征及地理探测机制[J].地理学报,2019,74(9):1904-1920.
- [19] 肖建设,乔斌,陈国茜,等.黄河源区玛多县土地利用和生态系统服务价值的演变[J].生态学报,2020,40(2):510-521.
- [20] 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.
- [21] 李丽,王心源,骆磊,等.生态系统服务价值评估方法综述[J].生态学杂志,2018,37(4):1233-1245.
- [22] 肖红,李洪忠,王莉,等.粤港澳大湾区土地利用及生态系统服务价值的变化:以广佛肇为例[J].水土保持研究,2020,27(1):290-297.