

土地利用变化对植被碳储量的影响——以安徽省芜湖县为例

彭丰, 王建全, 谷家川*, 任浩然 (滁州学院地理信息与旅游学院, 安徽滁州 239000)

摘要 土地利用/植被覆盖是影响陆地上植被碳循环重要因子之一。该研究采用 2000、2005、2010 年 3 期的遥感影像, 综合运用 GIS 和 RS 技术提取芜湖县 2000~2010 年土地利用变化数据, 再根据前人对植被净初级生产力的研究成果, 估算芜湖县土地利用变化对植被碳储量的影响。结果表明: 在 2000~2005 年期间, 约 33.60 km² 耕地与 19.50 km² 林地转化为草地、水域和建设用地, 使得芜湖县植被碳储量约减少了 9.54 × 10³ t。2005~2010 年林地及草地大面积转化为建设用地, 致使植被碳储量持续下降了约 9.51 × 10³ t。该研究表明芜湖县植被碳储量减少趋势较为明显, 其中林地面积变化对芜湖县植被碳储量影响最大。

关键词 芜湖县; 植被碳储量; 土地利用/植被覆盖

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)24-261-04

Effects of Land Use Change on the Vegetation Carbon

PENG Feng, WANG Jian-quan, GU Jia-chuan* et al (College of Geographical Information and Tourism, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000)

Abstract Land use/vegetation coverage is one of the important factors influencing the land vegetation carbon cycle. By 2000, 2005 and 2010 issue of remote sensing image interpretation and integrated use of GIS and RS technology to extract the Wuhu County land use change data during 2000-2010. According to the research achievements of predecessors to vegetation net primary productivity, influence of land use change on the vegetation carbon was estimated. The results showed that from 2000 to 2010, about 33.60 km² forest land and 19.50 km² cultivated land transferred into grassland, water area and construction land, makes the Wuhu County vegetation carbon decreased 9.54 × 10³ t. From 2005 to 2010, woodland and grassland area transferred into construction land, the vegetation carbon declining 9.51 × 10³ t. The results showed that Wuhu County vegetation carbon showed a trend of decrease, and woodland area of change was the main factor influencing the vegetation carbon changes in Wuhu County.

Key words Wuhu County; Vegetation carbon; Land use/vegetation cover age

近年来关于全球气温变化的研究逐渐增多, 其中最受关注的就是关于陆地的研究。陆地作为人类生存的基础, 承受着在全球气温变化中最复杂、最多样的变化。不仅如此, 陆地生态系统中碳储量变化在二氧化碳变化和全球碳循环中也有着重要影响。作为人类活动与气候变化相互作用的重要环节, 陆地生态系统在全球碳循环中起着源/汇的双重作用, 从碳库的储量和积累速率上能体现出碳汇功能, 碳源则从碳的排放强度上体现出来。

陆地碳储量变化往往受以下因素影响: ①自然干扰; ②人类活动及土地利用引起地表发生变化。土地利用/植被变化影响着陆地生态系统的分布和结构, 从而改变陆地生态系统的碳储量。因此要客观认识和评价陆地生态系统的碳源/汇功能, 需要了解土地利用变化对生态系统碳储量的影响^[1]。研究表明: 土地利用变化是影响陆地系统碳循环过程的重要原因^[2-4]。土地利用变化带来的直接结果是植被覆盖的变化, 植被覆盖方式的变化影响着陆地生态系统的分布和结构, 进而影响着陆地生态系统的碳储量^[5-7]。有数据表明, 在过去一个世纪里由土地利用方式转变引起的碳排放量占当时同期碳排放总量的 1/3 左右^[8-10]。近年来国内学者对于植被碳储量的研究方面建树颇多, 但是大多是对不同植被碳储量的研究与土地利用变化对碳循环的影响以及气候带范围内或全国范围的碳储量和动态变化特征等方面, 较少涉及区域土地利用变化对植被碳储量的长时间及遥感高空

间分辨率地表植被碳储量变化影响方面的研究。该文选用 2000、2005、2010 年 3 期的 Landsat 5 卫星影像, 结合 RS 及 GIS 技术, 重点研究近年来芜湖县土地利用变化对植被碳储量的影响, 以期对芜湖县低碳建设及城市发展提供借鉴。

1 研究区概况

芜湖县坐落于安徽省东南部, 长江下游南岸。地处 118°16'~118°45'E, 30°56'~31°25'N。现辖湾沚、六郎、陶辛、红杨、花桥 5 个镇, 总面积 670 km², 人口 35 万人。地势南高北低, 地形表现为不规则长条状; 地貌类型多样, 包括平原与丘陵, 且河湖水网密布。北与芜湖市郊区及当涂县毗连, 东以襄公河、东南以九连山脊与宣城市分界, 西南隔漳河与南陵、繁昌 2 县为邻, 西濒长江。境域呈矩形, 东西境最宽约 40 km, 南北长约 51 km, 全境 970 km²。芜湖县属亚热带湿润季风气候, 四季分明, 阳光充足, 雨量丰沛, 年平均气温 14~17℃, 日照时数约 2 000 h。最热月份为 7~8 月, 平均气温 27℃, 极端最高气温接近 39℃, 最冷月份为 1 月, 月平均气温为 3℃, 曾经出现过 -11℃ 的极端最低气温。芜湖县降雨比较充沛, 年降雨量约 1 100 mm, 分布不均, 主要集中在初冬、春季以及梅雨季节。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理 该文采用的数据为 2000、2005 年、2010 年 3 期的 Landsat5 的 TM 影像。数据处理平台基于 Arcgis10.0 和 ENVI5.0。首先用 ENVI5.0 对芜湖的遥感影像进行预处理、辐射校正、几何校正、图像的配准和图像拼接以及芜湖县区域剪切工作。再以植被覆盖特征以及土地の利用方式为依据, 对遥感影像进行分类, 分为以下 5 种类型: ①林地, 人工林及天然林、灌木林等; ②耕地, 以种农作物为主

基金项目 国家自然科学基金项目 (41271545)。

作者简介 彭丰 (1990 -), 男, 安徽颍上人, 本科生, 专业: 测绘工程。
* 通讯作者, 助教, 硕士, 从事气候环境变化与 GIS 应用研究。

收稿日期 2015-06-30

的农田;③草地,包括天然和人工草地;④水域,主要包括池塘、河流、湖泊等;⑤建设用地,包括道路用地及农村城市居民点和未利用土地等。接着对分类后的细碎斑块进行 Majority 函数平滑处理,最后导入 Arcgis10.0 中,进而获得土地利用/植被覆盖的空间特征。图 1~3 分别是 2000、2005、2010 年 3 个时期的土地利用类型图。

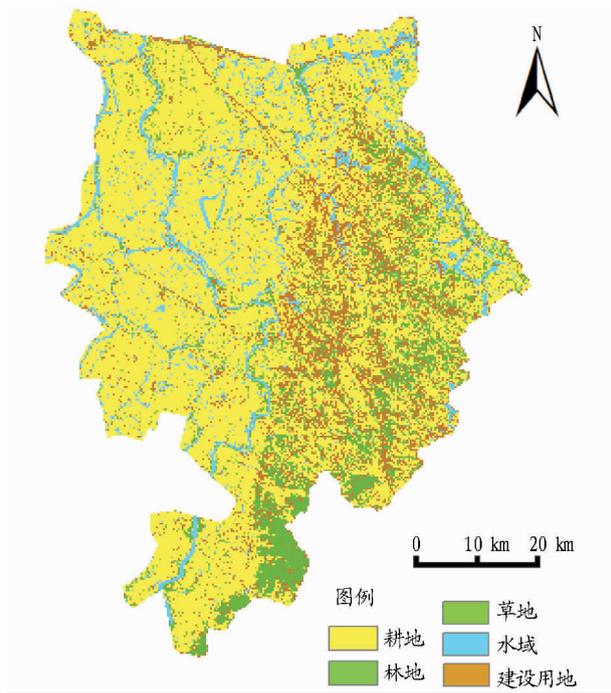


图 1 2000 年土地利用类型

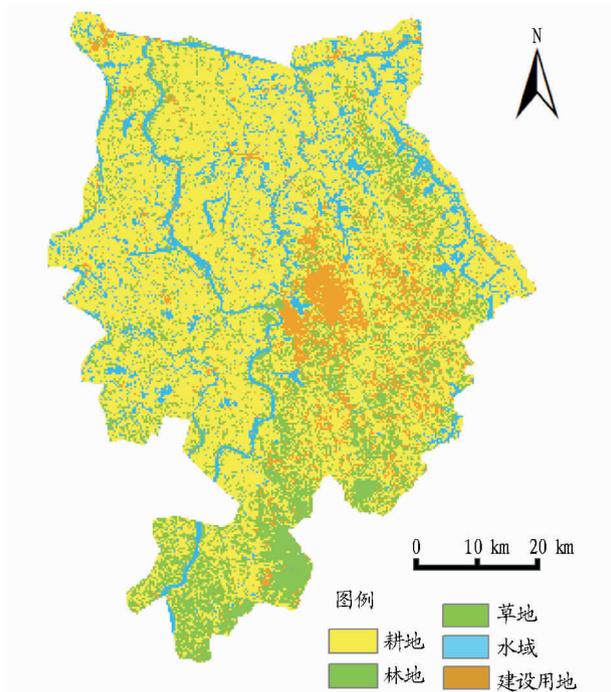


图 2 2005 年土地利用类型

2.2 研究方法 由于试验数据有限,该文各种地表覆盖类型的植被净初级生产力引用了前人的研究成果。该文主要研究土地利用变化对植被碳储量影响,兼之研究范围较小,

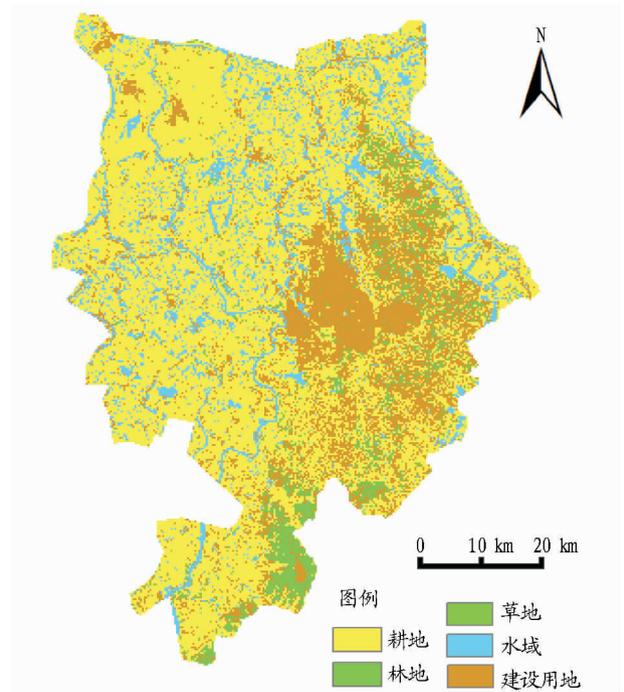


图 3 2010 年土地利用类型

故可以忽略其中气候差异。植被固碳估算公式^[11-12]如下:

$$E_i = T_i \times \delta_i \times C \quad (I)$$

式中: T_i 表示第 i 种植被对应的土地面积(km^2); δ_i 为第 i 种植被所对应的净初级生产力 [$\text{gC}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$]; C 为碳含量与植被生物量之间转换因子(取 0.45); E_i 表示第 i 种植被覆盖类型的固碳量。据前人研究^[13],林地、草地、耕地净初级生产力分别为 672.91、296.62、458.57 $\text{gC}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 。其中林地和草地的植被净初级生产力都是各种林(草)地的生产力加权平均值。

3 结果与分析

3.1 芜湖县土地利用变化分析 依据不同土地利用类型把研究区域分成五部分:林地、耕地、草地、水域及建设用地。利用处理后的 2000、2005、2010 年 3 期的遥感影像,从中解译出芜湖县 3 期土地利用数据,使用 Arcgis 空间分析功能对数据进行分析加工,从而获得 2000~2005 年、2005~2010 年 2 个时间段的土地利用与植被覆盖类型变化。

3.1.1 芜湖县土地利用/土地覆盖的数量变化。从芜湖县 2000、2005、2010 年不同的土地利用及植被覆盖变化(表 1)可以看出,2000~2005 年耕地、林地分别减少了 33.60、19.50 km^2 ;同期草地、水域及建设用地增加了 24.70、22.50、5.10 km^2 ;2005~2010 年耕地基本无变化,林地持续减少 15.4 km^2 ,草地减少了 39.40 km^2 ,水域及建设用地分别增加了 5.70、46.50 km^2 。其中耕地、林地与草地占所有土地利用类型的比例分别由 2000 年的 65.72%、10.22%、3.70% 下降到 2010 年的 61.46%、5.40% 和 1.66%,水域与建设用地则分别从 2000 年的 7.73%、12.62% 增加到了 2010 年的 11.66%、19.76%。不难发现耕地与林地的减少与建设用地的增加有直接关系,也就是说建设用地的增加导致了植被碳储量的下降。

3.1.2 芜湖县土地利用/土地覆盖的转移特征。由表 2 可

表 1 芜湖市 2000、2005、2010 年不同土地利用/植被覆盖变化及各类型植被碳库

土地类型	2000 年			2005 年			2010 年		
	面积//km ²	比例//%	碳储量// ×10 ³ t	面积//km ²	比例//%	碳储量// ×10 ³ t	面积//km ²	比例//%	碳储量// ×10 ³ t
耕地	474.30	65.72	97.87	440.70	61.40	90.94	442.70	61.46	91.35
林地	73.80	10.22	22.35	54.30	7.52	16.44	38.90	5.40	11.78
草地	26.70	3.70	3.56	51.40	7.12	6.86	12.00	1.66	1.60
水域	55.80	7.73	-	78.30	10.85	-	84.00	11.66	-
建设用地	91.00	12.62	-	96.10	13.32	-	142.60	19.76	-

可以看出 2000~2010 年芜湖市不同的土地利用/植被类型的变化主角是耕地、林地与建设用地。2000~2005 年期间,芜湖市耕地面积下降,部分耕地转变成林地与建设用地,其中林地与建设用地分别为 24.22、41.11 km²。耕地不仅是土地的转出者,同时也是土地的转入者。在 2000~2005 年期间林地、水域、草地及建设用地变化为耕地。其中最突出的是草地,累计有 61.10 km² 的草地转为耕地。建设用地面积增加最为迅速,是因为它接受着来自草地、耕地、林地及水域的

大量转入。其他关于 2000~2005 年土地利用类型的变化详情见图 4,表 2。在 2005~2010 年期间,芜湖市经济快速发展导致了各种土地利用类型变化也更加丰富多样,其中最为明显的是耕地变化为建设用地及林地,分别增加了 58.12、24.17 km²,林地主要转变为耕地和草地分别是 7.09、9.03 km²,水域主要转变为耕地,约为 25.30 km²。2005~2010 年参与土地利用类型转出与转入的变化土地类型的面积占总土地面积的 37%,具体变化见图 5,表 2。

表 2 2000~2010 年芜湖市土地利用变化转移矩阵

土地类型	2000~2005 年					2005~2010 年				
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	耕地	林地	草地	水域	建设用地
耕地	343.50	24.22	16.62	15.33	41.11	330.90	24.17	20.72	8.81	58.12
林地	20.70	25.09	1.93	2.33	4.30	7.09	20.94	9.03	0.65	1.21
草地	61.10	15.38	5.66	0.67	13.34	4.07	1.42	3.42	0.44	2.07
水域	27.71	2.88	0.45	35.71	11.61	25.30	1.50	1.19	55.30	0.57
建设用地	21.37	6.32	2.11	0.96	0.70	73.93	7.91	20.67	3.50	36.62

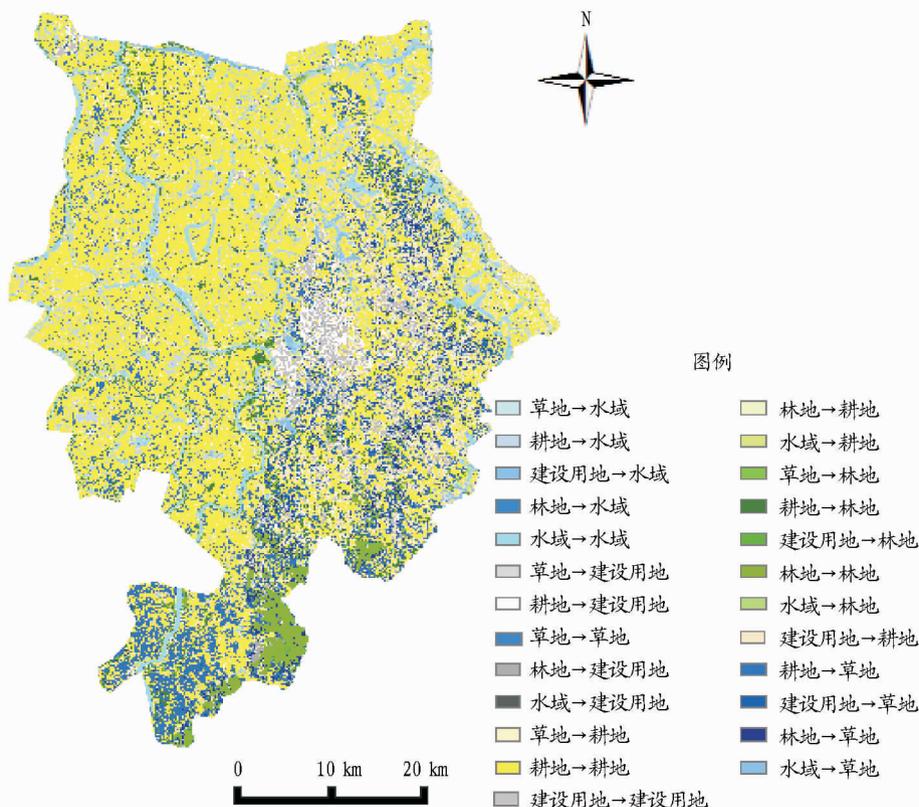


图 4 芜湖市 2000~2005 年土地利用类型转移空间分布

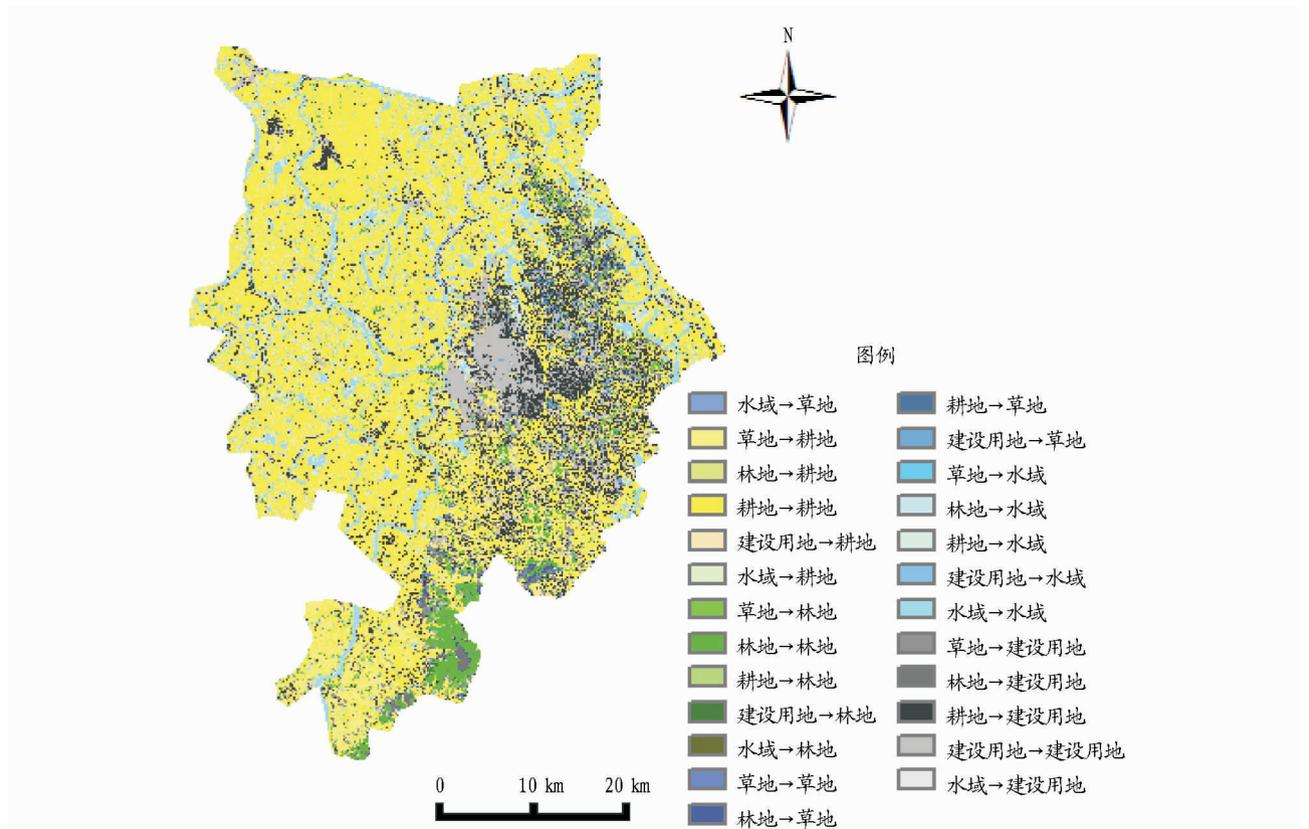


图5 芜湖县2005~2010年土地利用类型转移空间分布

3.2 芜湖县土地利用变化对植被碳储量的影响

3.2.1 芜湖县植被碳储量的变化。芜湖县植被碳储量的变化是耕地、林地与草地面积的变化,利用公式(I)计算出芜湖县的2000、2005、2010年植被碳储量分别是 123.78×10^3 、 114.24×10^3 、 104.73×10^3 t,其中草地、林地、耕地各自的碳储量如表1所示。根据表1得到:2000、2005、2010年耕地面积占土地利用总面积的65.72%、61.40%、61.46%,其碳储量占总碳储量比例分别为79.07%、79.60%、87.22%。与此同时林地占总植被面积比例为10.22%、7.52%、5.40%,碳储量占总碳储量比例分别是18.06%、14.39%、11.25%。不难看出林地的植被碳储量在植被碳库中占很大优势。2000~2005年由于林地面积下降迅速减少的植被碳储量约为 5.91×10^3 t,而总体上2005年芜湖县植被碳储量相对2000年仅减少了 9.54×10^3 t。

3.2.2 芜湖县不同土地利用类型的转移对植被碳储量的影响。近年来,芜湖县人口快速增长,促使经济活动更加频繁

以及土地利用方式变化加剧,对植被碳储量变化产生了巨大影响。在分析不同土地覆盖类型的同时,计算耕地、草地、林地等土地利用类型的转变对植被碳储量变化的具体影响,依据公式(I)计算得出芜湖县近年土地利用变化对于植被碳储量的具体影响如表3所示。计算结果表明:2000~2005年芜湖县植被碳储量净减少了 9.54×10^3 t,表明这段时间土地使用方式的变化使得了芜湖县生态系统中的植被储碳能力下降。其中耕地、林地大面积转化为草地及水域,虽然有部分建设用地及水域转换为耕地、林地,但面积仅有 49.08 km^2 ,而仅仅耕地转换为水域及草地的面积已经达 56.44 km^2 ,以致于碳储量下降了 1.51×10^3 t。其中各种土地类型之间变化引起的碳储量变化情况见表3。在2005~2010年之间碳储量持续下降,其中耕地转变林地、草地中碳储量增加了 7.33×10^3 、 2.22×10^3 t。但是建设用地面积的增加与草地面积的大幅度下降,仍然导致了碳储量总量下降。

计算结果显示,在2000~2010年期间,芜湖县植被碳储

表3 芜湖县2000~2010年土地利用变化过程中植被碳储量的变化

年份	土地变化	碳储量// $\times 10^3$ t	土地变化	碳储量// $\times 10^3$ t	土地变化	碳储量// $\times 10^3$ t
2000~2005	耕→林	+2.34 ~ +11.68	林→耕	-1.97 ~ -9.98	草→耕	-4.45 ~ -20.26
	耕→草	-1.21 ~ -6.06	林→草	-0.32 ~ -1.63	草→林	-2.60 ~ -13.02
	耕→水建	-11.65 ~ -58.23	林→水建	-2.01 ~ -10.09	草→水建	-1.87 ~ -9.35
	水建→耕	+10.13 ~ +50.64	水建→林	+2.78 ~ +13.93	水建→草	+0.34 ~ +1.71
2005~2010	耕→林	+2.33 ~ +11.66	林→耕	-0.68 ~ -3.42	草→耕	+0.30 ~ +1.48
	耕→草	-1.51 ~ -7.55	林→草	-1.53 ~ -7.65	草→林	-0.24 ~ -1.20
	耕→水建	-13.81 ~ -69.06	林→水建	-0.56 ~ -2.82	草→水建	-0.33 ~ -1.65
	水建→耕	+20.47 ~ +102.35	水建→林	+2.85 ~ +14.25	水建→草	+2.91 ~ +14.55

注:“+”“-”分别表示碳储量的增加与减少;水建是水域与建设用地的合称。

售价格对生产价格的波动影响很弱,这表明水果产品价格存在价格传动效率低下。

3 结论

(1) 水果产品生产价格和零售价格为平稳序列,并且从趋势图中看出没有明显的趋势性,这与水果产品的生产周期有关,呈现周期波动。从波动趋势来看,两者的趋势图大致相符,两者的相关系数达到 0.639 96。

(2) 分布滞后动态模型分析结果表明,水果产品价格间的双向传递是通畅的,水果产品生产价格会对同期的零售价格产生正的影响。从影响系数大小来看,同期 pl 对 ps 的影响大于 ps 对 pl 的影响,上期对本期的影响则生产价格对零售价格影响较为深远,而且超过了同期的表现。说明双方的影响通道出现了不均衡现象。

(3) 脉冲响应函数和方差分解分析针对 ps 和 pl 之间相互作用的强度没有达成一致分析意见。脉冲响应函数认为零售价格对生产价格的作用强度更大,而方差分解认为生产函数的影响力更大一些。其实两种分析并无实质矛盾,因为

(上接第 264 页)

量减少了约 19.05×10^3 t,期间芜湖县陆地生态系统中的植被储藏能力持续减弱,其中林地面积的减少是植被储藏能力下降的主要原因。由此说明固碳能力相对较低的草地、耕地、建设用地及水域变化为固碳能力较高的林地时,对生态系统中的植被碳储量变化起着正向影响效果,即土地利用的变化带动了生态系统中植被碳储量的增加;反之当固碳能力较高的林地变化为其他土地利用类型或者耕地转变为固碳能力低的草地、建设用地、水域或者草地转变为建设用地或者水域时,土地的利用变化对于植被碳储量起着负面影响,即土地利用变化导致了植被碳储量下降。2000 年以后,林地面积持续减少,10 年间大约减少了 34.9 km^2 ,导致碳储量减少约 10.56×10^3 t,占了 10 年植被碳储量变化中的 50% 左右,因此可以说林地面积变化是影响芜湖县植被碳储量变化的重要因素。

4 结论

该文利用前人对植被净初级生产力的研究结论,结合 2000~2010 年芜湖县遥感影像资料,综合对芜湖县植被碳储量进行估算和分析,总结出 2000~2010 年芜湖县土地利用变化对其植被碳储量的影响,研究结果如下。

(1) 芜湖县 2000~2005 年耕地、林地分别减少了 33.60 、 19.50 km^2 ,草地增加了 24.70 km^2 。其中耕地与林地主要转出为建设用地、水域以及草地。2005~2010 年期间耕地面积变化不大,林地略微减少 15.40 km^2 ,草地大幅度减少 39.40 km^2 ,建设用地面积增加了 46.50 km^2 。其中林地与草地大多转化为建设用地,少部分转化为水域。

(2) 芜湖县 2000~2005 年植被碳储量表现为减少,在此期间植被碳储量减少了 9.54×10^3 t,其中固碳能力较强的耕地、林地大量转变为固碳能力比较弱的草地及水域是植被碳储量减少的主要原因。2005~2010 年期间植被碳储量持续

我们知道零售价格对生产价格的影响是通过中间批发价格逐步的有层次的回压回去,不会对生产价格产生直接的影响,所以在数据中较难体现。从方差分解中得知,我国的水果产品仍然没有改变传统种植的误区,没有按照市场需求来改善种植的方向和品种(pl 对 ps 影响力仅有 0.48%)。总之以上两种分析均表明,我国水果产品的价格传导机制无论是顺向还是逆向都存在不顺畅的情况。

该研究结果表明,现代水果产业的流通体系应该建立起来,可以兴建适宜的农村合作社组织,尽力减少中间环节的消耗;广泛地普及电子商务的运作,实现“线上线下对接”;并不断扩展手机 APP 的应用方式,实现双向传导机制的无障碍。

参考文献

- [1] 李玫瑰,台述金. 烟台市农产品出口对农业经济增长的实证分析[J]. 贵州农业科学,2013,41(10):247-250.
- [2] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [3] 陈军. 中国水果产品的出口竞争力分析及对策研究[J]. 价格月刊,2014(11):66-69.

下降,植被碳储量约减少了 9.51×10^3 t,原因是芜湖县经济发展迅速以及人口增加,导致了城镇周边地区农田、林地被大量占用转化为建设用地,还有就是人们片面追求经济效益,对林地进行乱砍滥伐或者种植固碳能力比较低的植被类型。总体上表明,芜湖县植被储碳能力持续减弱。

(3) 芜湖县不同土地覆盖类型与林地变化呈现出双向变化机制,植被覆盖变化比较大。2000~2010 年期间草地与林地受到人类活动干扰比较大,从而影响芜湖县植被碳储量变化。

参考文献

- [1] 葛全胜,戴君虎,何凡能,等. 过去 300 年中国土地利用、土地覆被变化与碳循环研究[J]. 中国科学,2008,38(2):197-210.
- [2] 陈四清. 基于遥感和 GIS 的内蒙古锡林河流域土地利用/土地覆盖变化和碳循环研究[D]. 北京:中国科学院地理科学与资源研究所,2002:1-4.
- [3] SCHINEL D S. Terrestrial ecosystems and the carbon cycle[J]. Global Change Biology,1995,1(1):77-91.
- [4] 刘英,赵荣钦,焦世兴. 河南省土地利用碳源/汇及其变化分析[J]. 水土保持研究,2010,17(5):154-162.
- [5] 李博. 现代生态学讲座[M]. 北京:科学出版社,1995:129-142.
- [6] HOUGHTON R A,SKOLE D L,NOBRE C A,et al. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon[J]. Nature,2000,403:301-304.
- [7] DERFRIES R S. Past and future sensitivity of primary production to human modification of landscape[J]. Geophysical Research Letters,2002,29(7):361-364.
- [8] 吴建国,张小全,徐德应. 土地利用变化对生态系统碳汇功能影响的综合评价[J]. 中国工程科学,2003,5(9):65-71.
- [9] 李克让,王绍强,曹明奎. 中国植被和土壤碳储量[J]. 中国科学(D 辑),2013,33(1):72-80.
- [10] 李文华,邓坤枚,李飞. 长白山主要森林生态系统生物量研究[J]. 森林生态系统研究,1981(2):34-50.
- [11] 马长欣,刘建军,康博文,等. 1999-2003 年陕西省森林生态系统固碳释氧服务功能价值评估[J]. 生态学报,2010,30(6):1412-1422.
- [12] 刘海英,包安明,陈曦,等. 近 30 年来玛纳斯河流域土地利用/覆被变化对植被碳储量的影响[J]. 自然资源学报,2010,25(6):926-938.
- [13] 何勇,姜允迪,丹利,等. 中国气候、陆地生态系统碳循环研究[M]. 北京:气象出版社,2006.