

21 世纪初期湖北省农地利用碳排放估算研究

吴乐知, 吴云波 (湖北师范学院城市与环境学院, 湖北黄石 435002)

摘要 基于化肥、农药、农膜、农用柴油、灌溉、翻耕六个主要农地利用碳源, 从时间、空间两个维度对湖北省农地碳排放量进行估算。结果表明, 在时间尺度上, 历年农地碳排放总量呈逐渐缓慢上升趋势, 历年单位面积农地投入品使用量始终保持稳定; 在空间尺度上, 农地碳排放空间差异明显, 湖北省各地、州、市农地利用碳排放总量、碳排放强度存在较明显差异, 其中, 襄阳、黄冈、荆州分别位列碳排放总量前 3 位, 鄂州、随州、襄阳分别位列碳排放强度前 3 位。

关键词 农地利用; 碳排放; 时空特征; 湖北省

中图分类号 S181.3; X32022 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09501-02

Research on the Estimation of Carbon Emission during Agricultural Land Use in Hubei Province in the Early Period of Twenty-first Century

WU Le-zhi, WU Yun-bo (College of Urban and Environment Sciences, Hubei Normal University, Huangshi, Hubei 435002)

Abstract Based on agricultural statistical data, this paper estimated the carbon emission from six kinds of main carbon sources like chemical fertilizer, pesticide, farming film, agricultural diesel, irrigation and cultivate during agricultural land-using in Hubei Province from the spatial-temporal aspect. The results show that, during the period 2000-2010, the agricultural carbon emission load in Hubei Province presents gradual upward trend. From spatial-changing aspect, the carbon emission amount and emission intensity have obvious difference, in which, Xiangyang, Huanggang, Jingzhou are the places which stands at the first three ones of the high-emission-amount, besides these, Ezhou, Suizhou, Xiangyang are the first three ones of the high-emission-intensity.

Key words Agricultural land use; Carbon emission; Spatial-temporal characteristics; Hubei Province

农业作为我国三大产业之一的基础性产业, 在碳排放和碳循环中起着重要的作用。农业生产是温室气体的一个重要的排放源, 同时, 土壤圈是碳素的重要存储库和转化器。古老的传统农业基本上维持了农业碳源、碳汇的平衡, 但生产技术的落后, 使得粮食的产量远远跟不上人口的持续增加, 故而这种传统的耕作技术越来越不适用。随着工业革命的爆发, 近百年来, 以农药、化肥为代表的现代石化农业得到了蓬勃的发展, 它在为人类带来足够多的粮食产量的同时, 却也给人类带来了无穷的祸端。一方面, 随着农业集约程度的提高, 电气化、化学化的发展, 由此极大地耗费了石油等不可再生资源, 打破了农业本身的碳平衡, 使得农业生产过程中的碳排放日益严重, 直接威胁着全球的气候变化; 另一方面, 大量农药、化肥残留物污染了农村的土壤、水源、空气和农产品, 使得环境问题日益突出, 造成了环境污染与资源退化的双重恶果。研究表明, 我国的农业生产和农村生活都表现出典型的高碳特征, 据估算, 仅 1950~2005 年全国农地利用变化的累积碳排放便为 10.6 pgC, 占全部人为源碳排放量的 30%, 也占到了同期全球农地利用变化碳排放量的 12%^[1-2]。另外, 政府间气候变化专业委员会 (IPCC) 的第四次评估报告也显示, 农业已成为温室气体的第二大重要来源, 其排放量介于电热生产与尾气之间^[3]。在全球变化和低碳经济的背景下, 农业低碳发展势在必行, 而要真正发展低碳农业, 首先要弄清农业过程中的碳排放量, 因此开展区域农地利用碳排放估算研究具有极为重要的现实意义, 为制定

区域低碳农业发展战略提供相关的科学依据。该研究以湖北省为例, 估算了农业过程中的碳排放量, 为区域低碳农业发展提供研究基础。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源 该研究涉及的数据均来自《湖北统计年鉴》(各年度本)、《中国统计年鉴》(各年度本)、《中国农村统计年鉴》、湖北省经济社会发展统计数据库和相关期刊论文。具体来讲, 研究农地利用碳排放总量时, 涉及到的数据如湖北省化肥、农药、农膜、农用柴油等数据也均来自湖北统计年鉴, 并以当年实际使用量为准, 翻耕数据以当年农作物实际播种面积为准, 农业灌溉以当年实际灌溉面积为准, 农作物播种面积和灌溉面积数据也来自湖北统计年鉴、中国农村统计年鉴、中国统计年鉴。

1.2 研究方法 农地利用的碳排放主要是指耕地利用的碳排放, 即主要指农作物生产过程中由于化肥、农药、能源使用等经济行为所直接或间接导致的温室气体排放。一般而言, 农地利用的碳排放主要来源于农业活动中的主要环节: 化肥生产和使用过程, 农药生产和使用过程, 农膜生产和使用过程, 农业机械使用农用柴油过程, 农地翻耕以及灌溉过程等六个方面所导致的直接和间接的碳排放。可利用田云等^[2]研究中的公式对碳排放总量进行估算:

$$E = \sum E_i = \sum T_i \cdot \delta_i$$

式中, E 为农地利用的碳排放总量, E_i 为各种类型碳排放量, T_i 为各碳排放源的量, δ_i 为各碳排放源的碳排放系数。参考相关文献^[2, 4-6], 归纳出化肥的碳排放系数为 0.895 6 kg/kg, 农药的碳排放系数为 4.934 1 kg/kg, 农膜的碳排放系数为 5.18 kg/kg, 柴油的碳排放系数为 0.592 7 kg/kg, 农业翻耕的碳排放系数为 312.6 kg/km², 农业灌溉的碳排放系数为 266.48 kg/hm²。

基金项目 国家社科基金项目 (09CJL026); 湖北省人文社科基地资源枯竭型城市转型与发展研究中心开放基金项目 (KJ2013y04); 湖北师范学院人才引进项目 (2008F19) 资助。

作者简介 吴乐知 (1979-), 男, 安徽太湖人, 副教授, 博士, 从事全球变化与碳循环研究。

收稿日期 2014-08-11

2 结果与分析

2.1 湖北省农地利用碳排放的时序特征 根据已给出的碳排放量估算公式和相关碳源的碳排放系数,测算湖北省2000~2010年农地利用碳排放量,如图1所示。分析结果表明,2000年的农地碳排放量为375.36万t,2010年为458.06万t,年平均增长率为3.24%。

其中,2001~2003年,农地碳排放总量缓慢上升,增幅为51.52万t;而2004年,农地碳排放总量下降,在2003年基准上减少17.08万t;2005~2008年,碳排放总量逐年增加,到2008年达到430.48万t;2009~2010年,碳排放总量继续增加。具体到六大碳源排放量而言,从2000年到2010年均呈现不同程度的增加趋势,如表1所示,尤其是化肥、农药和农膜的使用导致的碳排放量增加尤为明显。化肥施用导致的碳排放量年均262.997万t,占年均碳排放总量的67.42%;农

药使用导致的碳排放量年均60.03万t,占年均碳排放总量的15.39%;而灌溉和翻耕导致的碳排放量占年均碳排放总量的比例分别只有1.12%和0.59%。

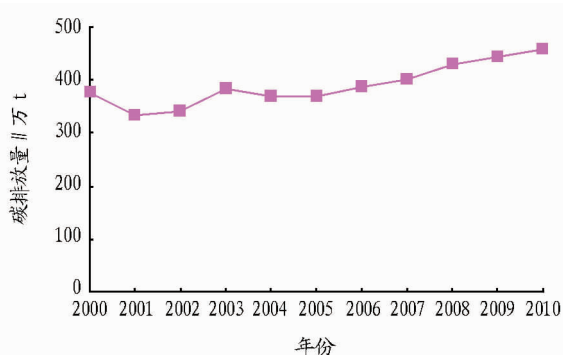


图1 2000~2010年湖北省农地碳排放总量

表1 2000~2010年湖北省农地利用各碳源的排放量

年份	化肥	农药	农膜	农用柴油	灌溉	翻耕	总量
2000	221.284 8	56.939 5	26.625 2	63.898 9	4.243 651	2.370 780	375.36
2001	219.663 8	54.127 0	27.713 0	25.011 9	4.152 328	2.341 058	333.01
2002	230.142 3	52.449 4	27.143 2	24.359 9	4.108 509	2.276 231	340.48
2003	270.507 0	49.291 6	35.016 8	23.293 1	4.184 680	2.236 103	384.53
2004	252.487 6	55.557 9	28.541 8	24.359 9	4.240 580	2.258 576	367.45
2005	255.989 3	54.373 7	28.282 8	24.484 4	4.227 475	2.310 520	369.67
2006	261.963 0	64.982 0	28.904 4	25.130 4	4.211 094	2.219 644	387.41
2007	268.590 4	66.906 3	30.251 2	28.568 1	4.290 541	2.228 841	400.83
2008	293.452 3	68.287 9	30.613 8	31.087 1	4.771 318	2.273 330	430.48
2009	304.736 9	68.337 2	31.701 6	31.650 1	4.812 065	2.353 097	443.59
2010	314.149 6	69.077 4	33.048 4	34.548 4	4.872 878	2.362 099	458.06

2.2 湖北省农地利用碳排放的空间特征现状 湖北省各地(神农架除外,缺乏数据)的农业发展情况不一致,导致农地利用造成的碳排放量表现出明显的区域差异,如表2所示。就农地碳排放总量来看,2010年襄阳市位列榜首,农地碳排放量高达65.06万t,黄冈市、荆州市则分别以60.27万t、54.59万t位列第二、第三;而农地碳排放量最少的是黄石市的8.16万t,潜江市、天门市分别位列倒数二、第三位,农地碳排放量分别为10.33万t、10.47万t。相比农业碳排放总量,

农业碳排放强度更能反映一个地区碳排放水平,更有利于不同地区的横向比较。具体而言,湖北省2010年农业碳排放强度最高的地区是鄂州市,高达985.14 kg/hm²,远高于其他地区,随州市、襄阳市分别位列第二、第三位,碳排放强度分别为787.21 kg/hm²、734.44 kg/hm²;而相应的,咸宁市碳排放强度最小,只有354.15 kg/hm²,恩施自治州、十堰市分别以360.03 kg/hm²、366.87 kg/hm²居于倒数第二、第三位。

表2 2010年湖北省各地、州、市农地利用碳排放量

地区	化肥//万t	农药//万t	农膜//万t	农用柴油//万t	灌溉//万t	翻耕//万t	总量//万t	排放强度//kg/hm ²
武汉市	14.72	5.15	3.77	2.11	0.32	0.17	26.24	475.84
黄石市	3.91	2.46	0.93	0.71	0.08	0.07	8.16	369.16
十堰市	11.49	1.65	1.46	0.89	0.08	0.13	15.70	366.89
荆州市	33.47	15.50	1.22	3.25	0.83	0.32	54.59	538.85
宜昌市	32.00	4.72	2.50	1.89	0.22	0.18	41.51	724.61
襄阳市	47.67	7.53	3.17	5.93	0.48	0.28	65.06	734.44
鄂州市	10.77	0.49	0.52	0.12	0.06	0.04	12.00	985.14
荆门市	26.26	7.40	1.55	1.78	0.38	0.18	37.55	652.11
孝感市	19.51	4.63	2.12	1.78	0.46	0.18	28.68	488.29
黄冈市	44.49	7.97	3.72	3.33	0.47	0.29	60.27	646.08
咸宁市	10.20	1.20	0.50	1.79	0.18	0.12	13.99	354.15
随州市	14.75	3.83	1.27	3.04	0.26	0.09	23.24	787.21
恩施	22.46	0.96	1.66	0.38	0.14	0.22	25.82	360.03
仙桃市	6.56	2.84	3.21	1.16	0.18	0.07	14.02	662.60
天门市	6.81	2.34	0.30	0.73	0.22	0.07	10.47	459.45
潜江市	8.53	0.99	0.52	0.12	0.12	0.05	10.33	708.16

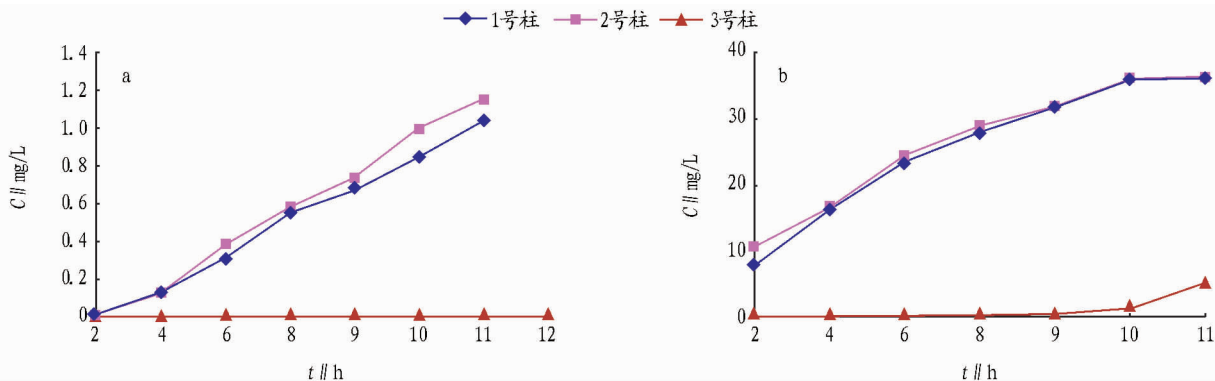


图3 不同介质材料下水 Cd(a)、Zn 浓度(b) 随时间的变化曲线

4 结语

(1) 湖南省硫酸锌企业主要沿湘江水系分布, 重金属污染严重, 是湘江流域重金属污染治理重点污染源。

(2) 湖南省硫酸锌企业主要集中在衡阳地区, 从水文地质地质层等分析, 该区域适宜采用连续式可渗透反应墙。

(3) 以石灰石(80~100目)与砾石(10~20目)作为PRB的介质材料, 最优配比为0.45时, 可以经济有效去除模拟污染地下水中的Zn、Cd浓度, 满足环境标准要求。

(上接第9502页)

3 结论与讨论

在农地利用的六大碳排放源中, 化肥的贡献首当其冲, 21世纪前10年中, 湖北省单位农地面积化肥施用量一直呈上升趋势, 如图2所示, 这和我当前农村农民追求粮食产量的现状是一致的, 化肥的大量使用直接导致了农业的高碳化。而其他碳排放源如农药、农膜等单位面积使用量较为稳定, 分别控制在0.01、0.02 t/hm²以下, 这与近些年来一直推崇绿色农业, 追求粮食安全观念有关。从播种面积的变化来看, 从2000年的758.4万hm²到2010年的755.63万hm², 前半段实际播种面积减少, 后半段呈现增加趋势, 整体呈现减少趋势, 而碳排放总量呈现增加趋势, 即单位实际播种面积上的碳排放量逐年增加, 仍表现出农业生产过程的高碳化形势。

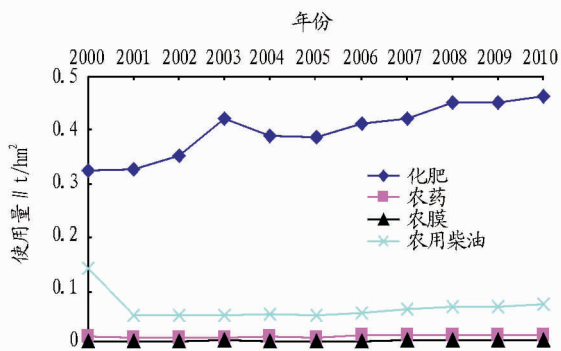


图2 湖北省单位农地面积农业投入品使用量(2000~2010年) 就区域差异而言, 农地利用碳排放总量主要集中在襄

参考文献

- [1] 陈仲如, 张澄博, 李洪艺, 等. 可渗透反应墙的结构与设计研究[J]. 安全与环境学报, 2012, 12(4): 56-61.
- [2] 杨维, 王立东, 徐丽, 等. 铬污染地下水的PRB反应介质筛选及修复试验[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2008, 38(5): 854-858.
- [3] 牛少凤, 李春晖, 富强, 等. PRB连续反应单元模拟与敏感性分析[J]. 环境科学研究, 2009, 22(6): 718-722.
- [4] 彭利群, 张澄博, 李洪艺, 等. 介质材料在可渗透反应墙中的应用进展[J]. 环境科学与管理, 2011, 36(10): 47-52.

阳、黄冈、荆州等农业面积较大区域, 而碳排放强度最高为鄂州, 这与其单位面积投入的化肥施用量最高有关, 其他较高区域如襄阳的碳排放高强度与其农用柴油使用量有关; 而恩施和十堰等地由于地处山区的农地较多, 农业耕作和管理相对不足, 其农业投入特别是化肥等相对较少, 因此体现为碳排放强度较低。

总体上, 湖北省仍旧没有走出现代化化石农业的生产模式, 在农业生产过程中, 化肥、农药、农膜、农用柴油等化工产品单位面积上的使用量虽有一定程度的减少, 但减少趋势不明显, 且这些化工产品的使用总量仍呈现出逐步上升的趋势。虽然发展低碳农业已被提倡, 但实际农业生产操作过程中, 却仍旧存在片面追求产量按着化石农业的生产方式进行生产。

参考文献

- [1] 黄贤金等. 低碳排放: 土地利用调控新课题[EB/OL]. www.mlr.gov.cn/x wdt/jrx w/200912/t20091225.
- [2] 田云, 李波, 张俊飏. 我国农地利用碳排放的阶段特征及因素分解研究[J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2011, 11(1): 59-63.
- [3] IPCC. Summary for Policymakers of the Synthesis Report of the IPCC Fourth Assessment Report[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [4] WEST T O, MARLAND G A. Synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture; Comparing tillage practices in the United States[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002, 91(1/3): 217-232.
- [5] 伍芬琳, 李琳, 张海林, 等. 保护性耕作对农田生态系统净碳释放量的影响[J]. 生态学杂志, 2007(12): 2035-2039.
- [6] 段华平, 张悦, 赵建波, 等. 中国农田生态系统的碳足迹分析[J]. 水土保持学报, 2011, 25(5): 203-208.