

珠三角农地利用中的碳排放时空特征及影响因素

——基于1996—2014年数据

洪凯, 朱子玉

(暨南大学公共管理学院, 广东 广州 510632)

摘要: 农地利用碳排放加速了农地污染。从化肥、农药、农膜、农机、灌溉、翻耕等六方面测算并分析了珠江三角洲(珠三角) 1996—2014年农地利用碳排放量、碳排放的时空特征及其影响因素。结果显示, 珠三角农地利用碳排放总量及强度均处于阶段性上涨态势, 各地区之间碳排放总量及强度均差异悬殊, 农业经济水平和产业结构对碳排放增长产生正效应, 农地利用效率和农业劳动力则对碳减排具有推动作用。降低农地利用碳排放, 需要大力发展循环农业, 创新生产方式与技术, 优化产业结构, 促进农地规模经营, 加大政策扶持与资金投入。

关键词: 农地利用; 碳排放; 时空特征; LMDI模型; 珠江三角洲

中图分类号: F205; F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2017)01-0070-07

Temporal and spatial characteristics and influential factors of agricultural land use carbon emissions in Pearl River Delta: Based on the data from 1996 to 2014

HONG Kai, ZHU Ziyu

(School of Public Administration, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: Agricultural land use carbon emissions are accelerating farmland pollution. From six aspects such as chemical fertilizers, pesticides, agricultural films, agricultural machinery, irrigations and tilling ways, this study calculated the amounts of agricultural land use carbon emissions on Pearl River Delta from 1996 to 2014, and analyzed the spatial and temporal features and influential factors. Several conclusions were drawn: First, both amounts and intensities of agricultural land use carbon emissions in Pearl River Delta were in rising trends. Second, both amounts and intensities of carbon emissions within the region had great disparities. Third, agricultural economy level and agricultural structure had most positive effect on growth of agricultural land use carbon emissions, meanwhile, agricultural land use efficiency and agricultural labor restrained agricultural land use carbon emissions. To reduce the carbon emissions of agricultural land use, we need to strengthen the development of cycle agriculture, emphasize the innovation of agricultural technology and productive mode, pay attention to the optimization of agricultural industrial structure, promote the enlarging of agricultural land use scale and enhance financial input and policy support.

Keywords: agricultural land use; carbon emission; temporal and spatial characteristics; LMDI model; Pearl River Delta

一、问题的提出

随着农地利用朝着集约化、机械化、化学化的

方向发展, 农地利用碳排放加速了农地污染。相关研究表明: 全球 20%的 CO₂、70%的 CH₄ 和 90%的 N₂O 来源于农地利用及其相关过程^[1], 以农地为载体的生产活动是气候加速变暖的重要诱因^[2]。因此, 要实现低碳循环发展, 农地利用碳减排必不可少。我国对农地利用碳排放研究虽然起步较晚, 但研究成果颇多。郑晶通过对低碳经济与农地利用模式关系定性探讨, 提出改革农地利用方式对处理好“碳减

收稿日期: 2016-12-04

基金项目: 国家社会科学基金项目(12BMZ076); 广东省农业攻关项目(2012B020315001)

作者简介: 洪凯(1970—), 男, 辽宁沈阳人, 博士后, 副教授, 研究方向为土地利用与政策。

排”和“经济发展”至关重要^[3]。田云测算并分析了全国 1993—2008 年农地利用碳排放量及其影响因素，认为我国农地利用碳排放量处于阶段性上涨时期，农业生产资料效率提高和种植业比重下降会抑制碳排放，而农业规模扩大则会促进碳排放^[4]。李俊杰研究了民族地区碳排放时空分布特征及其影响因素，发现民族地区碳排放空间差异大，经济发展是碳排放增加的主要原因^[5]。张小洁通过研究土地规模经营对农业碳排放的影响，发现规模化经营对碳减排有促进作用^[6]。李波等对湖北省农地利用碳排放与农业经济发展间关系进行了脱钩弹性研究，发现两者关系以弱脱钩和强脱钩为主^[7]。靳祥峰从低碳、农户行为与土地管理的关系入手进行研究，提出政府可通过调整管理政策引导农户行为，从而实现碳减排^[8]。游和远基于松弛度模型探讨了我国 31 个省份农地集约利用程度与其碳排放的关系并提出了针对性优化方案^[9]。以上对农地利用碳排放的研究多集中在国家层面，地域层面分析不多。

珠三角地区农地资源数量不算丰富，农业产值占比也很小，但农地利用碳减排却是“世界级”难题。一方面，居高不下的农地利用碳排放量带来巨大减排压力。在工业化、城镇化高速发展的大环境下，珠三角的农地资源不断遭到侵蚀，为利用有限的农地获得高产出，农业生产者大规模投入农药、化肥等高碳化农资，致使该地碳排放量急剧增加。另一方面，经济社会发展也为碳减排带来阻碍。一是农业发展目标间存在矛盾。除环境保护目标外，珠三角农业发展更要保证农民增收、粮食安全等多重目标，这意味着简单地制定诸如“降低农资使用强度”或“退耕还林”等常规碳减排政策并不可行。二是减排政策及技术推行难度大。首先，珠三角农地细碎化程度高，不利于减排技术的推广。其次，农民兼业化现象严重，他们从事其他产业可获得更

高利润，缺乏在收入较低的农业上投入人力物力用以降低碳排放量的主观意愿。本研究通过研究“农地利用碳减排”与“农业经济发展”矛盾尖锐的珠三角地区农地利用碳排放现状，在测算珠三角 1996—2014 年农地利用碳排放的基础上，分析其时空演变特征，并采用 LMDI 模型剖析影响因素，为科学制定碳减排政策提出建议。

二、研究方法数据来源

1. 农地利用碳排放测算方法

农地利用碳排放指人类依靠农地从事生产活动而直接或间接产生的温室气体排放，林地、草地、园地、耕地利用都会产生碳排放。由于林地及草地主要为自然碳汇^[9]，园地历年资料缺失且所占比重较小，因此该三类农用地不纳入碳排放测算及分析；而珠三角牲畜养殖以圈养为主，其所属农业生产设施用地面积难以估计，亦不考虑畜牧业所带来的碳排放，本研究所指农地利用碳排放主要为耕地利用碳排放。

农地利用碳排放主要来自三类活动：一是农地利用化学化，包括化肥、农药和农膜在生产和使用过程中带来的碳排放；二是能源消耗，包括农业机械使用过程中消耗能源(柴油、电力等)、灌溉所耗用电量(火电部分)在生产和使用过程中所带来的碳排放；三是农地种植，翻耕行为造成土壤有机碳库的破坏，导致有机碳的释放。据此，本研究将珠三角农地利用碳排放源归纳为化肥、农药、农膜、农机、灌溉及翻耕六种，测算公式如下：

$$E = E_f + E_p + E_m + E_e + E_i + E_t \quad (1)$$

在式(1)中，E 表示农地利用碳排放总量， E_f 、 E_p 、 E_m 、 E_e 、 E_i 、 E_t 分别表示化肥、农药、农膜、农机、灌溉及翻耕的碳排放量。参考文献[5][10-12]，得出农地利用碳排放公式及排放系数(表 1)。

表 1 农地利用碳排放源计算公式及排放系数

农地利用	碳源	公式	碳源投入量	碳排放系数
农地利用化学化	化肥	$E_f = G_f \times A$	G_f 为化肥折纯量(kg)	$A = 0.8956 \text{ kg C/kg}^{①}$
	农药	$E_p = G_p \times B$	G_p 为农药使用量(kg)	$B = 4.9341 \text{ kg C/kg}^{②}$
	农膜	$E_m = G_m \times C$	G_m 为农膜使用量(kg)	$C = 5.18 \text{ kg C/kg}^{③}$
能源消耗	农机	$E_e = (A_e \times D) + (W_e \times F)$	A_e 为农作物播种总面积(hm^2) W_e 为农业机械总动力(KW)	$D = 16.47 \text{ kg C/hm}^{2④}$ $F = 0.18 \text{ kg C/KW}^{⑤}$
	灌溉	$E_i = A_i \times G$	A_i 为有效实灌面积(hm^2)	$G = 20.5 \text{ kg C/hm}^{2⑥}$
农地种植	翻耕	$E_t = A_t \times H$	A_t 为农作物播种总面积(hm^2)	$H = 3.126 \text{ kg C/hm}^{2⑦}$

资料来源：①②来源于美国橡树岭国家实验室；③来源于南京农业大学农业资源与生态环境研究所；④⑤来源于赵钦荣研究成果；⑥来源于 Dubey 和 Lal 给出灌溉碳排放系数为 25 kg C/hm^2 ，李波测算我国农用电力中火电所占比例约为 0.82，故得出；⑦来源于中国农业大学生物与技术学院。

2. 农地利用碳排放因素分解方法

近年来,影响因素分解法被广泛运用到能源及碳排放问题的驱动力研究中,通过数学原理和方法定量地建立碳排放与经济、政策、城镇化等影响因素的联系。本研究采用对数平均迪氏分解法(LMDI),对珠三角农地利用碳排放的相关因素进行定量分解。LMDI具有显著的优越性,一是因素可逆,二是残差可消除,三是分部门效应加总与总效应结果一致,在多层次分析上较为适用^[13]。基于LMDI分析框架,结合前人相关研究成果,对珠三角农地利用碳排放总量分解如下:

$$E = \frac{E}{PLA} \times \frac{PLA}{AGRI} \times \frac{AGRI}{APOP} \times APOP \quad (2)$$

$$EI = \frac{E}{PLA}、CI = \frac{PLA}{AGRI}、SI = \frac{AGRI}{APOP}、AL = APOP \quad (3)$$

其中,式(2)中 E 、 PLA 、 $AGRI$ 、 $APOP$ 分别为珠三角农地利用碳排放量、种植业总产值、农林牧渔总产值、农业劳动力数量。式(3)中 EI 为农地利用效率因素, CI 为农业产业结构因素, SI 为农业经济水平因素, AL 为农业劳动力因素。LMDI方法有“乘积分解”和“加和分解”两种分解方法,但两种方法最终分解结果一致。采用加和分解,将差分解为:

$$\Delta E_{tot} = E^t - E^0 = \Delta EI + \Delta CI + \Delta SI + \Delta AL \quad (4)$$

式(4)中, E^0 为基期碳排放总量, E^t 为第 t 期碳

排放总量, ΔE_{tot} 表示基期到第 t 期的碳排放总量变化。 ΔEI 、 ΔCI 、 ΔSI 、 ΔAL 为农地利用效率因素、农业产业结构因素、农业经济水平因素和农业劳动力因素对珠三角农地利用碳排放的贡献量。各自的分解结果表达为:

$$\Delta EI = \sum \omega \ln \frac{EI^t}{EI^0}; \Delta CI = \sum \omega \ln \frac{CI^t}{CI^0}; \Delta SI = \sum \omega \frac{SI^t}{SI^0}; \Delta AL = \sum \omega \ln \frac{EI^t}{EI^0}; \text{其中 } \omega = \frac{E^t - E^0}{\ln E^t - \ln E^0} \quad (5)$$

3. 数据来源

化肥、农药、农膜、农业机械总动力、有效实灌面积、农业劳动力数量来自历年《广东省农村统计年鉴》,农作物总播种面积、种植业总产值、农林牧渔总产值来自《广东省统计年鉴》。其中,缺失年份数据由 SPSS18 的多元线性回归法补齐,考虑到种植业总产值和农林牧渔总产值数据实价不具备可比性,故采用《广东省统计年鉴》中的 1990 年不变价进行分析。

三、农地利用的碳排放时空特征

1. 时间特征

根据上文所述公式,测算了 1996—2014 年珠三角的农地利用碳排放总量和强度,得出以下结论。

珠三角农地利用碳排放总量。如表 2 所示,珠三角农地利用碳排放总量呈波浪式上升。具体可分

表 2 1996—2014 年珠三角农地利用碳排放量及排放强度

年份	农药 (万 t)	农膜 (万 t)	化肥 (万 t)	灌溉 (万 t)	农机 (万 t)	翻耕 (万 t)	珠三角总量 (万 t)	珠三角强度 (kg/hm ²)
1996	13.44	6.39	50.73	1.45	3.05	0.55	75.61	
1997	13.50	8.80	49.81	1.44	3.08	0.56	77.19	
1998	13.32	5.90	49.48	1.44	3.09	0.56	73.78	
1999	13.49	6.40	50.85	1.43	3.11	0.56	75.84	
2000	12.92	6.56	48.55	1.39	2.96	0.53	72.91	821.34
2001	12.30	6.89	50.36	1.37	2.90	0.52	74.35	840.26
2002	11.80	7.14	49.79	1.33	2.76	0.50	73.32	861.88
2003	11.31	7.73	50.64	1.31	2.56	0.46	74.02	881.11
2004	11.33	8.64	49.88	1.30	2.62	0.47	74.24	890.83
2005	11.09	8.78	49.44	1.26	2.61	0.47	73.63	1 163.48
2006	12.23	9.05	52.71	1.22	2.65	0.48	78.33	1 081.35
2007	12.15	7.64	50.63	1.21	2.26	0.40	74.30	1 032.92
2008	12.60	8.47	50.86	1.20	2.28	0.40	75.81	1 057.21
2009	13.61	10.97	51.98	1.20	2.30	0.41	80.47	1 122.20
2010	13.80	11.14	54.93	1.19	2.33	0.41	83.81	1 168.88
2011	13.85	11.20	54.45	1.24	2.36	0.42	83.53	1 164.96
2012	13.50	10.92	55.18	1.17	2.38	0.42	83.59	1 354.46
2013	13.74	11.05	55.13	1.17	2.39	0.43	83.91	1 275.99
2014	13.83	11.13	56.30	1.21	2.41	0.43	85.31	1 387.80

为两个阶段，第一阶段为 1996—2006 年，除 1997 年的 77.19 万吨和 2006 年 78.33 万吨两个峰值外，一直在 73 万吨到 76 万吨之间起伏；第二阶段为 2007—2014 年，由 74.30 万吨稳步上升至 85.31 万吨，上涨势头明显。比较各类碳源，发现农地利用化学化带来的碳排放增加占首要位置，农膜碳排放上升速度最快，增长了 74%；化肥导致的碳排放增加尤为明显，贡献量常年超总量的三分之二，1996—2014 年共增长了 11%；农药以 2005 年为转折点呈先减后增趋势，从 13.44 万吨先减少 17%再增长 25%至 13.83 万吨；而翻耕、农机及灌溉的碳排放量处于降低趋势，下降了 23%、21%、17%。

珠三角农地利用碳排放强度。由于珠三角农地资源数量的不断缩减，单位面积碳排放能更有效地反映农地利用碳排放的变化趋势。而耕地面积统计口径在 2000 年有所调整，调整当年已增加 6 万公顷之多，为保证数据可比性，本研究分析 2000 年以后的碳排放强度变化。如表 2 所示，珠三角农地利用碳排放强度总体呈上升趋势，由 2000 年的 821.34 kg/hm² 到 2005 年突破 1 000 kg/hm² 到 2014 年为 1 387.80 kg/hm²，年平均增速为 4.20%。与排放总量方面部分碳源存在下降趋势不同，在碳排放强度方面，化肥、农药、农膜、农机、翻耕和灌溉等各碳源均不同程度地上涨，年平均增长率分别为 4.15%、3.49%、7.37%、1.71%、1.59%和 2.03%。从排放比例来看，化肥、农药和农膜等农地利用化学化活动导致的碳排放强度最大，化肥从基期起数值就远高于发达国家公认的安全警戒线 225 kg/hm²；农机使用和灌溉等能源消耗活动引发的碳排放次之，翻耕带来的农地种植活动碳排放强度最小，经年数据最大值仍不超 7 kg/hm²。

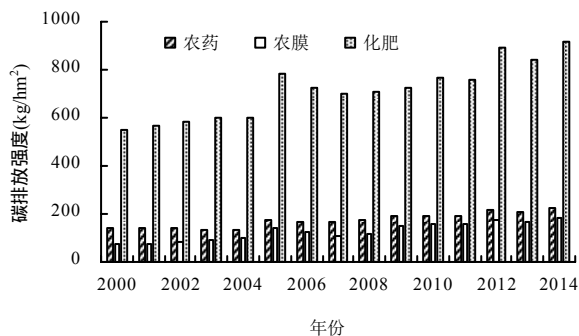


图 1 农地利用化学化碳排放强度

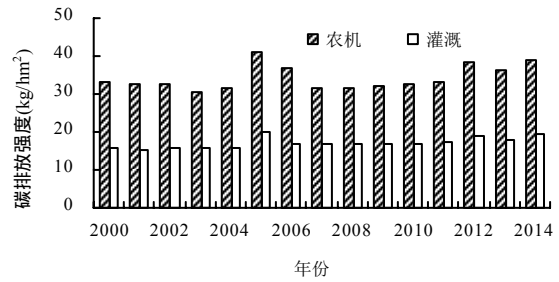


图 2 能源消耗碳排放强度

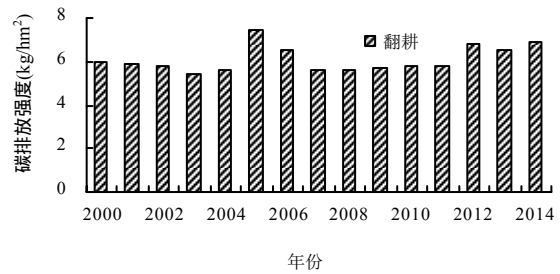


图 3 农地种植碳排放强度

2. 空间特征

为了准确比较珠三角内部差异，本研究采用可获取的最新公开数据，即 2014 年珠三角各地区数据进行横向分析。首先，各地区农地利用碳排放总量存在差异。如表 3 所示，珠江三角洲 9 个地区的农地利用碳排放总量差异明显，总体呈现西北高、东南低的趋势，肇庆和江门等地碳排放相对较高，东莞和深圳等地碳排放相对较低。其中，总量最大的肇庆 2014 年排放量达 24.21 万吨，总量最小的深圳为 0.53 万吨，为肇庆的百分之二。之所以差异如此悬殊，主要原因为农业生产规模的不同，深圳和东莞等地是二三产业聚集地，农业占比微小，肇庆、江门等地则是珠三角主要的农业区。从各碳源来看，除珠海首要碳源为农膜外，其余地区首要碳源均为化肥。中山和深圳的次重要碳源为农膜，其余地区次重要碳源均为农药。

其次，各地区农地利用碳排放强度有差异。如表 3 所示，中山的碳排放强度最高，达到了 3 397.23 kg/hm²，而其总量仅仅 4.12 万吨；珠海、佛山的碳排放强度紧随其后，分别为 2 060.9 kg/hm²和 1 700.04 kg/hm²，而总量也只有 3.71 万吨和 6.17 万吨；东莞的碳排放强度最低，仅 858.81 kg/hm²，为中山的四分之一；深圳碳排放总量上居于末尾，碳排放强度却达到了 1 315.42kg/hm²，是肇庆的 85%。导致总量-强度极度不平衡状况的原因在于高能耗农地

利用方式的发展,中山及珠海等地农地资源不丰富,因而机械化及化学化的农地利用成为其主要方

式。碳源的排放强度方面,各地区情况基本与总量保持一致。

表 3 2014 年珠三角各地区农地利用碳排放情况

各地区	化肥 (万 t)	农药 (万 t)	农膜 (万 t)	农机运用 (万 t)	灌溉 (万 t)	翻耕 (万 t)	总量 (万 t)	强度 (kg/hm ²)
肇庆	17.90	3.74	1.58	0.61	0.27	0.11	24.21	1 623.74
江门	11.38	3.31	2.52	0.50	0.29	0.09	18.08	1 150.68
广州	10.11	1.59	1.38	0.48	0.16	0.08	13.81	1 657.96
惠州	8.63	2.63	1.44	0.46	0.25	0.08	13.48	957.17
佛山	4.14	1.27	0.46	0.18	0.10	0.03	6.17	1 700.04
中山	2.72	0.54	0.71	0.09	0.05	0.01	4.12	3 397.23
珠海	0.58	0.36	2.71	0.03	0.03	0.01	3.71	2 060.90
东莞	0.48	0.35	0.26	0.05	0.03	0.01	1.18	858.81
深圳	0.37	0.05	0.07	0.01	0.04	0.00	0.53	1 315.42

再次,各地农地利用碳排放总量和强度变化趋势不同。由表 3 可知,珠三角 9 个地区农地利用碳排放情况存在显著差异。为了更具体地了解差异特性,使用 ArcGIS 19.0 中的几何间断法将珠三角 9 个地区依照碳排放总量及碳排放强度情况划分为四种类型:“高-高”型,指农地利用碳排放总量、强度双高的地区,包括肇庆、广州,该类地区农地资源相对较丰富,因而碳排放总量大,同时农业机械化、化学化水平较高,因而单位面积排放强度高;“高-低”型,指碳排放总量高、强度低的地区,包括江门和惠州,该类地区农地资源丰富,这使得碳排放总量较大,而农业机械及化学化程度却并不高,因而强度较低;“低-高”型,指碳排放总量低、强度高的地区,包括佛山、中山和珠海,该类地区农地资源相对不丰富,碳排放总量较小,但为了获得高产出,农机及化学品使用程度高,故单位面积排放强度高企不下;“低-低”型,碳排放总量、强度双低的地区,包括东莞、深圳,该类地区城镇化程度极高,农地资源极少,故碳排放量小,农业占比非常少,因而务农者无心司农,投入农资亦不多,故碳排放强度低。

四、农地利用碳排放影响因素分析

根据 LMDI 模型,依据前文测算的珠三角农地利用碳排放数据以及珠三角种植业总产值、农林牧渔总产值、农业劳动力人数、户籍总人口数据,将 1996—2014 年珠三角农地利用碳排放的影响因素定量分解为农地利用效率因素、农业产业结构因素、农业经济水平因素、农业劳动力因素四个方面,

计算各因素对珠三角农地利用碳排放的影响结果如表 4 所示。

表 4 1997—2014 年珠三角农地利用碳排放影响因素分解结果 万 t

年份	农地利用效率	农业产业结构	农业经济水平	农业劳动力规模	总效应
1997	-3.51	-0.39	+4.38	+1.11	+1.58
1998	-8.57	-2.05	+6.56	+2.23	-1.83
1999	-15.38	+1.45	+11.26	+2.91	+0.23
2000	-18.27	-2.14	+9.85	+7.86	-2.70
2001	-20.33	-2.33	+17.84	+3.55	-1.26
2002	-31.22	+2.49	+25.35	+1.09	-2.29
2003	-29.62	+2.33	+27.42	-1.72	-1.59
2004	-32.24	+1.73	+34.04	-4.90	-1.37
2005	-35.53	+1.31	+37.16	-4.92	-1.98
2006	-33.37	+1.51	+38.05	-3.84	+2.35
2007	-36.21	+0.84	+40.73	-6.67	-1.31
2008	-35.39	-1.46	+44.35	-7.30	+0.20
2009	-35.25	-1.07	+48.52	-7.34	+4.86
2010	-36.26	-0.72	+54.30	-9.11	+8.21
2011	-40.70	+0.75	+59.43	-11.55	+7.93
2012	-43.81	+1.52	+62.70	-12.43	+7.98
2013	-46.02	+2.20	+63.81	-11.69	+8.30
2014	-48.77	+3.97	+67.23	-12.81	+9.62
合计	-550.46	+9.95	+652.96	-75.53	+36.93

注:“+”表示该因素导致该年碳排放增加,“-”表示该因素导致该年碳排放减少。

农业经济快速发展是导致碳排放不断增加的最重要驱动因素。相比于 1996 年,农业经济水平因素使得珠三角农地利用碳排放累积增加了 863.61%(652.96 万吨)。从历年数据看来,该因素带来的碳排放一直处于增加趋势,年平均增速为 18.7%,这表明农业经济发展对农地利用碳排放增加有着极强的正效应。珠三角农业经济发展与环境的的关系仍处于“环境倒 U 曲线”左侧,即随着经济的增长环境恶化程度加剧,而拐点尚未出现,预计经济发展将继续促进碳排放量增加。农业经济发展

对于农民增收、社会稳定有着非常重要的作用,若单为实现碳减排而忽视农业经济发展并不现实,因此促进“环境倒 U 曲线”拐点的到来,使经济增长与碳排放呈负相关是未来农业发展的重点。

农业产业结构调整也是促进珠三角农地利用碳排放的重要驱动力。相对基期,1997—2014 年珠三角产业结构调整增释 13.15%(9.95 万吨)碳量。农业产业结构因素在前期主要发挥减排效应,而 2002—2007 年,产业结构因素一直处于增加碳排放的态势中,2008—2010 年主要发挥减排效应,从 2011 年至今又处于增加碳排放状态。珠三角“增排—减排交替”的情况与多数相关文献^[4, 5, 10]的研究结果有所不同。可能的原因是,珠三角二三产业发展能带来丰厚的比较利润,致使多数地区无心司农,而同时,严格的耕地保护制度在珠三角逐步付诸实施,如 2002 年出台了《广东省基本农田保护区管理条例》,这使种植业相对于林业、畜牧及渔业而言能获得更加稳定的发展空间,种植业是农地利用碳排放的主要来源,其比例的高企会增加碳排放量。

农地利用效率提高对珠三角农地利用碳减排有很强的驱动作用。相比 1996 年,农地利用效率因素使碳减排 728%(550.46 万吨),且对碳排放的抑制作用不断加强,年平均增长率达 19.71%。这表明珠三角作为全国经济的排头兵,其二三产业的发展对农业发展产生了良好的反哺效应,在充足资金的支撑下,农业科技的研究、推广及应用得到了长足的发展,技术水平的提高带动了农地利用方式的升级,进而提高了农地利用效率,带来显著的碳减排效应。因此,进一步提高农地利用效率是今后农地利用碳减排的发展方向。

农业劳动力规模减小对碳排放抑制作用不断增强。相对于基期,农业劳动力因素给珠三角带来的农地利用碳减排累计为 99.89%(75.53 万吨)。具体来看,分为两个阶段:1997—2002 年,农业劳动力因素对碳排放起促进作用,但从 2003 年开始,珠三角农业劳动力规模因素带来了碳减排且效应逐步增强,12 年间平均增长率达 25.78%。可能的原因是:随着珠三角城镇化的飞速发展,农村劳动力的非农化现象日益突出,农业劳动力规模逐年下

降。尽管初期为了保证农业的增产增收,采取高度机械化及化学化的生产方式,在一定程度上促进了碳排放的增加。然而,农村劳动力的非农转移又同时为珠三角实现农业规模化经营创造了更有利的条件,规模化生产可以促使农业科技大规模实行及提高农机利用效率,减少碳排放。

五、结论及政策建议

上述研究可得出如下结论:(1) 珠三角农地利用碳排放呈上涨态势,与碳排放总量增长趋势在 2006 年后才愈加明显相比,碳排放强度增长一直保持强劲势头。农地利用化学化是农地利用碳排放增加的关键,其中化肥利用为第一大源头;农机运用及灌溉的碳排放虽总量下降,但强度却不断攀升,翻耕对碳排放增加的贡献最小且年间变化不大。

(2) 珠三角各地区之间的农地利用碳排放差异悬殊,各地区碳排放情况与其三种产业分布差异相关。(3) 农业经济发展是导致农地利用碳排放增长的最重要因素,农业产业结构调整也带来了一定的碳排放增长,农地利用效率提高则是碳减排的主要驱动力,其减排效果非常明显,农业劳动力规模也在一定程度上抑制了碳排放增长。

针对以上研究结论,提出如下政策建议:(1) 促进循环农业的发展,转变珠三角农业经济发展方式。农业经济发展是农地利用碳排放增长的主要原因,既然以放弃农业经济发展来实现碳减排并不可行,那么有效的方式就是转变现有农业发展方式,走“经济-环境”双友好的循环农业发展道路。一是重拾升级传统“桑基鱼塘”生产方式,因地制宜地改革传统方式,改种经济价值及社会需求更多的农作物,形成如“鸭稻共养”、“桑基甲鱼互供”等新型基塘模式。二是发展农作物秸秆还田及综合利用,大力发展以秸秆、禽畜粪便及其他农业废弃物为加工对象的沼气能源。(2) 创新农业技术及生产方式,提高珠三角农地利用效率。农业技术进步带来的农地利用效率提高是抑制碳排放的主要驱动力,可从如下角度促进农业技术进步:一是提高化学农业利用效率。着力研发及推广运用测土配方施肥、平衡施肥等施肥新技术;逐步引导农民采取生物控制、物理诱杀方式及选用高效低毒农药;进一步加强双降解塑料膜等低碳农膜的开发与利

用。二是降低农业能源消耗。改进目前广泛使用的以石油为动力的农业机械,加大对节能降耗型、生态环保型农业技术的研发推广;结合区域特点,发展太阳能、小风电和微水电等农村可再生能源,逐步发展清洁煤及其他清洁燃料技术。三是改进耕作方式。采用保护性耕作和机械化的免耕覆盖模式等耕作方法,加强土壤固碳作用,抑制土壤有机质流失^[14]。(3)优化调整农业产业结构,促进珠三角农地利用结构低碳化。鉴于珠三角种植业比重过高是碳排放不断增加的重要原因,各地区应结合自身特点,优化农业生产结构。一是积极调整农林牧渔各产业比例,适当向林业、渔业等碳汇作用明显的产业倾斜。二是在保证粮食安全的基础上,充分利用各地耕地资源,减少化学品投入大、能源消耗量高的农作物的生产,增加产量高、价值高且绿色环保作物的种植。(4)促进农地利用规模化程度,适应珠三角城镇化趋势。在珠三角人口城镇化进程中,逐步实现农地耕作规模化、提高农业机械运用水平有助于抑制碳排放。要推进农业规模化经营,一是促进农地经营权流转,在推进农村土地确权工作的基础上,创新农地经营权流转方式,做好农地估价、农业保险等配套措施建设。二是提高农业主体经营能力,大力发展家庭农场,研究制定职业农民的认定标准,壮大农业龙头企业,加强对合作社的监督管理,引导农民发展实体化的专业合作社。(5)加大资金投入及政策支持力度。实现农地利用低碳化离不开资金投入及政策支持,具体而言,一是要加大财政投入力度。各级各地区财政应安排农地利用碳减排专项资金,支持水利设施等低碳农业基础设施建设、低碳技术研发和推广,对有机肥、高效低毒农药、节能农机等低碳农资的使用企业及农户予以补贴及免税。二是要创新低碳金融支持机制。根据各地农业实际情况及村民现实需求,鼓励资本下乡开拓服务于低碳化农地利用的金融产品^{[14]73}。三是要完善碳排放交易市场。在合理测度碳排放的基础上,促进农地利用与其他领域碳交易,促进珠三角各类碳排放强度地区之间以及与其他区域之间的碳交易,将碳减排变为实际经济收益。四是要建立区域农地利用碳减排中长期规划。

从碳排放总量、强度两方面入手,对碳减排工作进行合理规划,并落实责任主体予以推进。五是要大力推动农业生产制度创新,实行农地利用碳减排的管理考核责任制,开发完善农业能源效率标准,建立完备的农地利用碳减排生态补偿技术体系,多手段激发农民休耕、免耕以及植树造林的热情。

参考文献:

- [1] Bouwman A F. Soils and the Greenhouse Effect[M]. Chichester, England: John Wiley & Sons, 1990.
- [2] Keith Paustian, Vernon Cole C. CO₂ mitigation by agriculture: An overview[J]. Climatic Change, 1998, 40: 135-162.
- [3] 郑晶. 低碳经济视野下的农地利用模式探讨[J]. 科技和产业, 2010, 10(9): 61-64.
- [4] 田云, 李波, 张俊彪. 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.
- [5] 李俊杰. 民族地区农地利用碳排放测算及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(9): 42-44.
- [6] 张小洁, 李忠潮. 土地规模化经营对农业碳排放的影响机制[J]. 广东农业科学, 2012(20): 176-179.
- [7] 田云, 李波. 湖北省农地利用碳排放时空特征与脱钩弹性研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012(12): 1514-1519.
- [8] 靳祥锋. 低碳经济、农户行为与政府农地管理[J]. 金融发展研究, 2013(4): 22-26.
- [9] 游和远, 吴次芳. 农地集约利用的碳排放效率分析与低碳优化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(2): 224-234.
- [10] 李波, 李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(8): 80-86.
- [11] West T O, Marland G. A synthesis of carbon sequestration, carbon missions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2002(9): 117-232.
- [12] 赵荣钦, 刘英, 丁明磊, 等. 河南省农田生态系统碳源/汇研究[J]. 河南农业科学, 2010(7): 40-44.
- [13] 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, 26(12): 2035-2039.
- [14] 谢淑娟. 基于低碳经济视角下的广东农业发展方式转型分析[J]. 林业经济, 2012(6): 68-73.

责任编辑: 黄燕妮