



中国低碳农业发展 及其政策研究

谢培秀 徐和生 许 建 / 著



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



中国低碳农业发展 及其政策研究

谢培秀 徐和生 许 建 / 著



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国低碳农业发展及其政策研究/谢培秀,徐和生,许建著. —合肥:合肥工业大学出版社,2013.12

ISBN 978-7-5650-1613-4

I. ①中… II. ①谢…②徐…③许… III. ①节能—农业经济发展—农业政策—研究—中国 IV. ①F323

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 290046 号

中国低碳农业发展及其政策研究

谢培秀 徐和生 许建 著

责任编辑 权怡 郑洁

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2013 年 12 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2013 年 12 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1010 毫米 1/16
电 话	总 编 室:0551-62903038	印 张	15
	市场营销部:0551-62903198	字 数	246 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	印 刷	合肥现代印务有限公司
E-mail	hfutpress@163.com	发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1613-4

定价: 32.00

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

目 录

绪论	(001)
第一章 研究背景及意义	(005)
第一节 碳排放与生态危机	(005)
第二节 低碳经济的概念与内涵	(006)
第三节 中国国情要求发展低碳经济	(007)
第四节 农业对碳减排的作用和意义	(009)
第二章 低碳农业的概念、理论与特征	(014)
第一节 低碳农业的概念	(014)
第二节 低碳农业的固碳节碳机理	(016)
第三节 低碳农业的特征	(022)
第三章 中国林业生态工程的低碳改进	(025)
第一节 “三北”防护林工程	(026)
第二节 长江林业生态工程	(029)
第三节 其他江河林业生态工程	(032)
第四章 中国北方旱作农区的低碳农业	(034)
第一节 北方农区的灌溉农业	(034)
第二节 北方农区的节水农业	(040)
第三节 北方农区的粮食生产	(052)
第五章 中国南方河湖湿地的低碳农业	(060)
第一节 洼地与湖区湿地的低碳农业	(060)

第二节	南方种植业的低碳改进	(063)
第三节	丘陵红壤区的土地改良	(070)
第六章	中国山库区及丘陵的低碳农业	(072)
第一节	丘陵山区林业生态工程	(072)
第二节	丘陵山区的水土保持	(078)
第三节	库区山地生态农业系统	(082)
第四节	丘陵山区特色农业开发	(085)
第七章	中国西北草原绿洲的低碳农业	(094)
第一节	西北草原的退化沙化	(094)
第二节	西北地区的绿洲农业	(099)
第三节	青藏高原北缘地区的农牧业	(104)
第八章	中国发展低碳农业的重要意义	(111)
第一节	发展低碳农业可有效应对气候变化	(111)
第二节	发展低碳农业有利于当前节能减排	(114)
第三节	促进农业转变发展方式与持续发展	(116)
第四节	开辟新的低碳产业领域,扩大就业机会	(120)
第五节	增加农民收入,缩小城乡差距	(122)
第九章	中国发展低碳农业的优势和制约因素	(124)
第一节	发展低碳农业的优势分析(S-O 分析)	(124)
第二节	发展低碳农业的制约因素(W-T 分析)	(130)
第十章	低碳农业评价方法与指标体系	(139)
第一节	低碳农业评价方法	(139)
第二节	低碳农业评价指标体系	(141)
第三节	低碳农业发展评价案例	(145)
第十一章	低碳农业发展的技术措施与模式	(160)
第一节	低碳农业技术措施	(160)
第二节	低碳农业发展模式	(189)

第十二章 加快发展低碳农业的政策建议	(211)
第一节 加强发展低碳农业的宣传教育	(211)
第二节 制定低碳农业规划,优化结构和合理布局	(213)
第三节 创新农业生产组织形式与经营模式	(216)
第四节 加强低碳农业技术研发和应用推广	(217)
第五节 建立有利于低碳农业发展的机制体制	(220)
第六节 加强政府对发展低碳农业的支持	(225)
参考文献	(228)
后 记	(232)

绪论

近年来,在全球应对生态危机与气候变化的形势推动下,在世界范围内正在掀起一场改善能源结构、提高能源利用效率、发展低碳能源技术、转变经济增长方式、建立低碳经济发展和消费模式的经济和社会发展方式变革,其实质是推进高碳发展向低碳发展的转型。我国能耗占全球能源总消耗的比重居高不下,碳排放总量也居前列,气候变化也给我国国民经济发展尤其是农业生产带来较大危害,我国政府也多次强调发展低碳经济。2009年,我国国家领导人在国际气候变化峰会上承诺,到2020年,中国单位GDP二氧化碳排放量比2005年降低40%~45%。我国国民经济和社会发展“十二五”规划也指出“必须增强危机意识,树立绿色、低碳发展理念”;中共十八大报告提出要大力推进生态文明建设,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,支持节能低碳产业和新能源、可再生能源发展;2013年的政府工作报告又再次强调推进低碳发展,这突出说明了当前发展低碳经济的重要性以及我们党和政府对这项工作的高度重视。而在发展低碳经济中,发展低碳农业具有重要意义。据考古发现,水稻原产地在长江中下游地区,水稻在我国有7000多年的栽培历史,后经东亚、西亚传播至全世界,对世界农业文明做出了重大贡献。我国农业以其资源丰富、规模巨大、涵盖国土面积积极广著称,且农业人口众多,农业固碳减排潜力巨大,能够在我国节能减排和向低碳经济转型中发挥重大作用。

一、内容简介

本书第一章从课题研究背景 and 意义的角度,研究了碳排放与生态危机的关系,阐述了低碳经济的概念与内涵,以及我国发展低碳经济的必然性和必要性,分析了农业固碳减排的作用和意义,认为农业固碳减排潜力巨大,可以在我国节能减排和向低碳经济转型中发挥重大作用。第二章研究了低碳农业的概念、理论和特征,分析了低碳农业的固碳节碳机理,并将低碳农

业的核心特征概括为节约高效、优质环保和现代集约三个方面。

第三章至第七章,分别为林业生态工程以及北方旱作农区、南方河湖湿地、丘陵与山库区、西北草原绿洲四大农区,运用低碳农业理论,对改革开放以来我国低碳农业发展的历程、成就、技术与制度变化、面临问题及对策进行了全景式的回顾、分析与经验总结,着重从增加森林碳汇,改造中低产田,发展农牧结合农业、灌溉农业与节水农业,发展生态农业与立体农业,开展丘陵山区水土保持和发展特色农产品生产等方面,揭示了我国发展低碳农业在提高农业生产力、扶贫开发、促进农民节支增收、节能减排、固碳增汇、改善我国生态环境和抑制全球气候变暖等方面所做出的巨大贡献和积极作用,分析了发展低碳农业面临的问题及巨大潜力,对发展前景及可能对策进行了初步探讨。

第八章探讨了中国发展低碳农业的重要意义,可分为有效应对气候变化、有利于节能减排、促进农业发展方式转变、开辟新的就业机和增加农民收入、缩小城乡差距等五个方面。在第九章中,引入 SWOT 分析法,对我国发展低碳农业的优势和制约因素进行了客观分析。研究认为,优势包括当前国内外普遍重视发展低碳经济、国内外对低碳绿色农产品的需求日益扩大、我国具有地理与农业资源优势、我国发展低碳农业已有一定基础、我国农业固碳减排具有巨大空间等,制约因素主要是我国粮食安全保障限制、农业经营规模效益差而短期行为盛行、种田农民素质趋向下降、传统“高碳农业”生产习惯难以改变、农业生态环境恶化影响、低碳农业技术研发及服务体系薄弱、政府扶持力度不足及监督管理缺失等七个方面。在第十章中,对低碳农业评价方法与指标体系进行了探讨,提出了评价低碳农业发展的三个方面 16 个指标数据,并运用其中 9 个基础数据构建了 6 个实用评价指标,采用安徽省 2011 年 62 个县的农业发展实绩数据,运用主成分分析法对该省分县低碳农业发展情况进行了实证研究,并按照得分排序结果进行了具体分析,得出了一些对指导我国低碳农业发展有启发作用的结论。

在第十一章中,探讨了我国发展低碳农业的技术对策,分为低碳农业技术措施与发展模式两个部分,结合我国各地低碳农业发展的丰富实践,概括阐述了我国低碳农业运用的十大技术措施和八大模式。在第十二章中,探讨了我国发展低碳农业的制度对策。从加强发展低碳农业的宣传教育、制定低碳农业发展规划、优化结构和合理布局、创新农业生产组织形式与经营模式、加强低碳农业技术研发和应用推广、建立有利于低碳农业发展的机制

体制和加强政府对发展低碳农业的支持等六个方面,给出了促进我国低碳农业发展的具体建议。

二、主要观点及研究方法

本书的主要观点体现在以下五个方面:

①通过对改革开放以来我国各地低碳农业发展实践的全景式分析与总结,认为在全球面临生态危机、资源枯竭及气候变暖的形势下,我国多地农业发展实践已充分证明,低碳农业发展是一个不以人们意志为转移的必然趋势和客观规律,它对提高我国农业生产力、促进农民增收节支、改善农产品质量和保障食品安全、固碳增汇和节能减排、缓解全球气候变暖等方面有着重要意义和作用。②我国发展低碳农业并不是从近年才开始的,各地农民在长期的农业生产实践中所创造的生态农业、立体农业和循环农业等农业技术与模式,体现了低碳农业的发展要求与目的,是以往我国低碳农业发展的具体形式,也是当前促进我国低碳农业发展的现实基础。③当前我国低碳农业发展的时代特征是:低碳农业与现代农业逐渐融合,既有相互排斥、对立的一面,也有相互促进、统一的一面,现代低碳农业趋势与特征明显,这需要各地在指导低碳农业发展中予以区分和注意。④随着人口向城市集聚和畜禽规模化养殖取代散户饲养,改善“农业生物质→畜禽→粪便→沼气等有机肥→农田→粮食与秸秆”的农村物质能量小循环,建立“畜禽肉与粮食→城乡居民终极消费→人类粪便→沼气等有机肥→农田”或“城乡居民生活污水→污水处理厂→污泥→农田”的城乡物质能量大循环是当务之急,因此,构建起城乡资源、物质和能量的良性循环机制,尤其是让城乡居民作为最终消费者所产生的有机肥源在城乡之间实现良性循环,让沼气系统“进城入区”(生活小区),让沼气可压缩后驱动汽车,让沼渣、沼液可以作为生物有机肥和生物农药返田,是推进我国低碳农业发展的关键一环。⑤在我国“三农”问题中,农村主要是环境或面貌问题,农民是收入问题,而农业是土地问题。土地问题可以分为数量、质量及产权问题。自20世纪90年代以来,我国耕地面积以每年1000万亩的速度减少,而人口则以每年接近1000万人的速度递增,人增地减使我国粮食安全形势恶化,但耕地质量(肥力)下降的状况比数量减少的情况更令人担忧。改善耕地质量和提高土地生产力需要发展低碳农业,本书成果相信能够对解决我国耕地质量问题做出有益推动和贡献。

在本书各章节中,交替使用了规范分析、实证研究、案例说明和对比研究等多种研究方法。由于研究的时空跨度比较大,在对改革开放以来我国各地低碳农业发展实践进行一般性的概括总结时,本书主要采用规范分析和对比研究;在力求揭示某地农业生产或某项重大农业技术与制度变革所隐含的客观规律时,本书多采用实证研究和案例说明;在探讨我国发展低碳农业所可能采取的技术与制度对策时,本书多采取规范分析和案例说明方法。

三、学术创新与学术价值

本书的学术创新与学术价值包括以下几点:

(1)对低碳农业的固碳节碳机理进行了科学概括,将其分为碳吸收和碳固定、碳缓释和碳储存、碳节约和碳替代三个方面;(2)对改革开放以来我国低碳农业的丰富实践及其对减少温室气体排放、固碳增汇、抑制全球气候变暖等方面所做出的巨大贡献进行了科学分析和充分肯定,可以作为我国政府应对气候变化立场及所做贡献的有力佐证;(3)对我国发展低碳农业的优劣势进行了客观分析,构建了实用的低碳农业评价指标体系,有益于在实践和学术研究层面促进我国低碳农业发展;(4)概括、总结了我国当前低碳农业发展的具体形式,分为十大技术对策和八大应用模式,方便各地在发展或指导低碳农业发展时以及学者从事低碳农业理论研究时参考借鉴;(5)在最后探讨了加快我国低碳农业发展的制度对策,尤其是提出构建我国有机肥源与物质能量的城乡大循环理论,对提高我国耕地肥力有重要意义,可以为各级政府指导低碳农业发展所借鉴参考。

第一章 研究背景及意义

第一节 碳排放与生态危机

早在 20 世纪 60 年代,有位美国海洋学家蕾切尔·卡逊在《寂静的春天》一书中就警告人类将面临一个“幽灵”的侵袭,而今这一“幽灵”已经以“生态危机”的形式在全球肆虐,如全球气候变暖(冰川消失、海平面上升)、臭氧层遭到破坏、河流污染、能源矿产资源枯竭、热带雨林消失、物种灭绝、遗传多样性减少、水资源短缺、土地沙漠化、放射性污染、环境与食物毒性增加等。

从表面上看生态危机是一个自然现象,而实际上是一个人为的社会历史现象。由于对自然资源不合理的开发利用,在全球工业化、城市化和现代化快速发展的同时,人类与自然环境关系的不协调也在加剧。生态危机就是指长期累积的不符合自然生态规律的人类经济行为,对生态环境破坏而导致的灾难性冲突及后果。生态危机伴随着经济发展而产生,与经济危机如影随形,呈现出全球化的倾向。如同今天的国际金融危机背后,闪现的正是资本对自然的掠夺所导致的生态危机。

在人类面临的生态危机中,影响面最广、后果最严重的要数温室效应导致的全球气候变暖。自工业革命以来,各国对化石能源过度利用,在极大地促进了人类生产力发展的同时,也向大气层中排放了大量的温室气体。这些温室气体对太阳辐射的可见光有高度的穿透性,同时对地球反射出来的长波辐射有较高的吸收性,可以强烈吸收地面辐射中的红外线,也就是常说的“温室效应”,从而导致全球气候变暖。国际原子能机构发布的 2009 年《世界能源展望》披露,2007 年全球一次性能源消耗为 120 亿吨,目前正以每年 1.5% 的速度增长,到 2030 年预计达到 168 亿吨,增长 40%。按照目前的速度,届时全球二氧化碳排放量将达到 402 亿吨,为 1990 年的两倍。工业革命

开始前,地球大气中二氧化碳浓度基本维持在 280ppm(1ppm 为百万分之一)左右,现在已经上升到 380ppm 左右,如果不加控制,2030 年将突破 450ppm。这意味着地球大气层中温室气体浓度大幅上升,全球将面临灾难性的气候变化和能源安全后果。据政府间气候变化委员会(IPCC)报告,在 20 世纪(1906 年~2005 年),地球表面温度上升了 $0.56^{\circ}\text{C}\sim 0.92^{\circ}\text{C}$,到 2030 年估计将再升高 $1^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。另据欧洲海洋酸化研究项目一份报告指出,海洋每年吸收四分之一二氧化碳排放,现在海水酸度已经比工业革命开始时高三分之一左右。

全球平均温度升高 1°C ,山区冰川会后退,积雪区会缩小,海平面会上升。在过去的 100 年中,全球海平面每年以 1 毫米~2 毫米的速度在上升,预计至 2050 年海平面将继续上升 30 厘米~50 厘米,这将淹没沿海大量低洼土地。全球变暖也致使极端天气气候事件增加,如 2010 年的俄罗斯高温、撒哈拉以南的非洲严重干旱、巴基斯坦洪灾、我国中南部水灾、2011 年的泰国洪灾、2010 至 2012 年以来的我国云南等西南部省区大旱等,给全世界造成了每年数百亿美元以上的经济损失。据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)报告估计,大气中二氧化碳浓度每提高一倍,可以给发达国家造成相当于其国内生产总值(GDP)1%~1.5%的经济损失,给发展中国家造成 2%~9%的 GDP 损失。

德国波茨坦气候变化研究所的研究表明,如果不采取紧急措施,大幅度降低二氧化碳排放,地球将无法避免气温升高 2°C 这一对生命构成威胁的临界点。2000 年~2050 年,全球二氧化碳排放不能超过 1 万亿吨。然而 2000 年~2008 年,全世界已经排放了该总量的三分之一。如果继续这种速度,20 年内将消耗完所有可排放量。国际原子能机构发布的报告认为,应当将大气温室气体长期浓度控制在 450ppm 二氧化碳当量。而按照目前能源消耗及碳排放速度,届时大气二氧化碳浓度可能超过 1000ppm,人类将可能面对无法预见、灾难性的气候变化后果。

第二节 低碳经济的概念与内涵

造成全球气候变暖的根本原因是温室气体的大量排放,而温室气体的主要成分是二氧化碳(还包括甲烷、氧化亚氮等)。因此,要减缓甚至抑制全

球气候变暖,必须千方百计地减少二氧化碳等温室气体的排放量,并逐步降低大气中二氧化碳等温室气体的浓度。基于这种严峻形势,英国政府在2003年发布的能源白皮书《我们能源的未来:创建低碳经济》中,首次提出“低碳经济”概念,第一次从国家层面上肯定低碳经济发展道路。作为第一次工业革命的先驱和资源并不丰富的岛国,英国充分意识到了能源安全和气候变化的威胁。之后,美国、德国、澳大利亚、法国、日本、加拿大、印度等国都纷纷针对本国实际情况提出了未来发展低碳经济的目标、规划和具体措施。

低碳经济是以高效、低能耗、低排放和低污染为基础的一种经济形态和发展模式,它包括低碳产业、低碳技术、低碳城市、低碳农村和低碳生活等一系列内容,其实质是通过技术进步与创新、产业结构优化和开发使用清洁(可再生)能源等措施,达到节约、循环和高效利用能源,优化能源结构和大幅度提高能源利用效率,降低煤炭、石油等高碳能源消耗,最大限度地减少温室气体和污染物排放,来实现社会经济的可持续发展。2006年发表的《斯特恩报告》认为,以全球每年GDP的1%进行低碳经济投资,就可以避免将来每年GDP的5%~20%的经济损失。发展低碳经济是人类生存发展观念的根本性转变,是人类社会继原始文明、农业文明、工业文明之后的又一大进步,还有人认为是继工业革命、信息革命后,第五波改变世界经济的革命浪潮。

目前,在全球应对生态危机和气候变化的形势推动下,世界范围内正掀起一场经济和社会发展方式的变革,其核心内容是:改善能源结构、提高能源效率,发展低碳能源技术,转变经济增长方式,建立低碳经济发展模式和消费模式,其实质是推进高碳发展向低碳发展的转型,以应对全球气候变暖和生态危机。

第三节 中国国情要求发展低碳经济

据专家估计,2005年,我国能源消耗占到全球能源总消耗的60%左右,温室气体排放约占整个发展中国家排放量的50%。2008年,我国消费煤炭约28.5亿吨,碳基燃料排放二氧化碳量居全球第2位。我国能源结构中,化石能源占能源总量的92%,其中煤炭要占68%,78%的电力生产依赖燃煤发

电,而能源、汽车、钢铁、交通、化工、建材等六大高耗能产业的快速发展,使得我国成为“高碳经济”的典型代表。据国际能源署(IEA)公布的数据,我国2005年温室气体排放为5101Tg($1\text{Tg}=10^6$ 吨,即百万吨)二氧化碳当量;另据世界资源研究所(WRI)数据,2005年中国碳排放量为72.2亿吨,占全球排放量的19.12%,总量排名第1位;人均碳排放量5.5吨,在全球排名第72位。而据国际能源机构估测,到2020年中国温室气体排放总量将超过美国。

按照联合国通用的公式计算,碳排放总量是人口数量、人均GDP、单位GDP的能耗量(能耗强度)、单位能耗产生的碳排放(碳强度)这四个因素的乘积。我国人口众多、经济增长快速、能源消耗巨大,但自主创新能力不足,在目前世界生产和贸易分工格局下,我国实质上是“世界加工厂”或“世界制造业中心”,随着出口规模不断扩大,为了贸易顺差,不得不接受了巨额生态逆差,这些都导致了当前中国的碳排放量居高不下。有资料显示,我国二氧化碳排放量中的7%~14%是为美国消费者提供产品而产生的,美国从中国进口的商品如果在美国本土生产,美国的二氧化碳排放量将增加3%~6%。我国依靠高碳路径生产廉价产品出口,却背上了碳排放总量大的“黑锅”。在一些发达国家将气候问题当作一个政治问题之后,碳排放问题更容易产生一系列政治、经济、外交、生态等严重后果。

2010年,中国经历了历史罕见的自然灾害挑战,有25个省份遭受重旱,七大流域暴雨洪水都创下了21世纪以来的极值。受气候变化影响,我国西南省份春旱已渐成常态,甚至出现春夏连旱情况,这在历史上非常少见。我国人均水资源仅为世界平均水平的四分之一,一些地区时常遭受饮水短缺困扰。我国华北地区从1965年起降水连年减少,与20世纪50年代相比,现在华北地区的降水已经减少了三分之一,水资源减少了二分之一。我国每年因干旱受灾的面积约4亿亩,正常年份全国灌区每年缺水300亿立方米,城市缺水60亿立方米。

中国每年因气候变化造成的损失占整个GDP的3%。农业是最易遭受气候变化影响的产业。气候变暖引起极端气候事件频繁发生,会使农业生产不稳定性增加和产量波动。气候变暖造成降水减少和蒸发增加,农业需水量增大,水资源短缺将成为影响农业生产的重要因素。有研究表明,降水每减少1%,农田灌溉面积将减少1%,作物产量逐步减少,势必影响长期的粮食安全。此外,由于气候变暖,土壤有机质的微生物分解将加快,使得土壤地力下降,则需要施用更多的肥料以满足作物生长需要。气候变暖也使

作物生长发育速度加快,生育期相应缩短,农业病虫害发生规律出现变化,从而加重了农业生产(结构与品种)布局调整和植保任务。据联合国食物权特别报告员德舒特 2010 年访华时的分析,由于耕地面积缩减和土地大面积退化,使得中国保持现有农业产出的能力面临威胁。如果现在不采取任何改变的措施,预计到 2030 年,气候变化将令中国的农业产出下降 5%~10%。

在 2008 年的“两会”上,全国政协委员吴晓青将“低碳经济”提到议题上来。他认为,中国能否在未来几十年里走到世界发展的前列,很大程度上取决于中国应对低碳经济发展调整的能力。2009 年 9 月,胡锦涛主席在联合国气候变化峰会上承诺:“中国将进一步把应对气候变化纳入经济社会发展规划,并继续采取强有力的措施。一是加强节能、提高能效工作,争取到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放量比 2005 年有显著下降。二是大力发展可再生能源和核能,争取到 2020 年非化石能源占一次能源消费的比重达到 15%左右。三是大力增加森林碳汇,争取到 2020 年森林面积比 2005 年增加 6 亿亩,森林蓄积量比 2005 年增加 13 亿立方米。四是大力发展绿色经济,积极发展低碳经济和循环经济,研发和推广气候友好技术。”2009 年 11 月,国务院常务会议决定,到 2020 年中国单位 GDP 碳排放量比 2005 年下降 40%~45%,作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。在 2009 年 12 月召开的哥本哈根会议,更是将“低碳经济”推向了顶峰。中国国务院总理温家宝在会上向全世界郑重承诺:“中国延缓二氧化碳的排放,即到 2020 年中国单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放量比 2005 年降低 40%~45%。”

第四节 农业对碳减排的作用和意义

一、碳源与碳汇

农业既是温室气体的排放源或碳源(Carbon Source),又是温室气体的吸收汇或碳汇(Carbon Sink)。所谓碳源,是指生物体或人为活动向大气中释放二氧化碳的过程、活动和机制。例如生物体生命活动排放二氧化碳,人们的活动行为,特别是工业生产、汽车排放大量的二氧化碳。所谓碳汇,是指生物体及土壤等从大气中吸收或固定二氧化碳的过程、活动和机制。林

业碳汇是指森林等植被吸收大气中的二氧化碳,并将其固定在植被中或森林土壤中,从而减少二氧化碳在大气中的浓度。简单一句话,就是对大气中的二氧化碳的固定或吸收。一种生物体,如森林,它既是碳源也是碳汇,由于碳汇能力大于碳源能力,所以一般叫林业碳汇或森林碳汇。

二、气候变化与农业温室气体排放

农业是温室气体的第二大来源。据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)资料,农业温室气体排放量仅次于电热生产,所占比例大于运输业(尾气),约占全球温室气体排放总量的14%。农业温室气体主要包括农田氧化亚氮排放、稻田甲烷排放、动物饲养的甲烷和氧化亚氮排放。在农田中大量施用氮肥,有相当一部分以有机或无机氮形态的硝酸盐进入土壤,在土壤反硝化微生物作用下,会使难溶态、吸附态和水溶态的氮化合物还原成亚硝酸盐,同时转化生成氮氧化物进入大气,使空气质量恶化。种植水稻,因土壤长时间被水淹没,形成厌氧条件,从而产生并排放甲烷。据2005年估算,我国稻田甲烷排放589万吨,农田氧化亚氮排放78万吨。另外饲养的反刍动物,如牛、羊、骆驼等,饲料在其肠内发酵,从而引起甲烷排放;在家畜粪肥处理过程中,也会引起甲烷和氧化亚氮排放。

地球土壤圈是碳素的重要储存库和转化器,其碳源、碳汇作用和功能转换与气候变化密切相关。据联合国粮农组织统计,农业用地每年释放出的温室气体相当于150亿吨二氧化碳,超过全球人为温室气体排放总量的30%。土壤碳储存形式为土壤有机质,它们来自于动植物、微生物残体、排泄物、分泌物等,这些成分分解后以土壤腐殖质形式存在,相对稳定,构成了土壤质量和功能的核心,有利于农作物生长,其含有的有机碳量占整个生物圈总碳量的3/4。科学家估测,全球土壤总的有机碳储量在1200Pg~1600Pg(1Pg=10⁹吨,即10亿吨,全球为1.2万亿吨~1.6万亿吨),中国土壤中总的有机碳储存量约92Pg(即920亿吨),占世界总土壤有机碳库的6%~8%。大量施用化肥,加速了农田土壤中有机碳的矿化,进而向大气中排放了大量的二氧化碳和甲烷等温室气体。另一方面,气候变暖会降低土壤有机质含量。土壤有机质不仅是养分的重要来源,而且对土壤理化性状及各肥力因素有重要影响。随着全球气候变暖,地温升高,土壤中的各类微生物活性增强,加快了土壤中有机质的分解与养分的释放。若不及时补充土壤有机质,会加快土壤贫瘠化现象发生。据中国科学院的数据表明,我

国东北地区坡耕地黑土层厚度已从六七十年前的 80 厘米~100 厘米减少到现在的 20 厘米~30 厘米,土壤有机质含量由 12%下降到 1%~2%,大量的碳以温室气体的形式进入大气中,85%的黑土地处于养分亏缺状态。

我国是世界温室气体排放大国,当前正处于依靠大量投入化肥、农药、塑料薄膜、机械作业等方式来增加农产品产量和加快发展现代农业进程中,相对粗放的高碳农资投入、低利用率和高残留率的生产方式,已使农业成为温室气体排放的重要来源。如我国耕地面积仅占世界耕地总面积的 7%,却消费了接近世界 1/3 的肥料,且氮肥的当季利用率仅为 30%~35%,磷肥为 10%~20%,钾肥为 35%~50%。据有关资料表明,中国温室气体排放量的 17%来自农业,农业排放的甲烷和氧化亚氮分别占全国排放量的 50.2%和 92.5%。

三、气候变化与农业碳汇

在温室气体排放领域,相比工业系统一个最明显的区别是,农业既是碳源,又是碳汇,即农业在排放温室气体的同时,又在吸收温室气体,而且是最经济、最有效的手段固碳和减排。农作物等绿色植物通过光合作用吸收二氧化碳释放氧气,每生产 1 吨生物产量需从大气中吸收 1.6 吨二氧化碳,是全球最大的固碳和氧气制造车间。据估算,我国作物与草本植物每年通过光合作用可吸收 17.7 亿吨二氧化碳,释放 12.3 亿吨氧气。在过去的 600 年里,中国旱田改水田,使土壤有机碳储存量增加了 120Pg~584Pg。森林也是大规模储藏大气中二氧化碳的重要途径。据科学测定,一亩阔叶林,一般每天可吸收二氧化碳 67 千克,放出氧气 25 千克,可供 67 人一天的需要。森林蓄积量每增加 1 立方米,则平均吸收 0.35 吨二氧化碳。这就是说,造林就是固碳,绿化等同于减排。

四、农业固碳增汇潜力巨大

当前,人们对发展低碳经济的认识主要局限于工业领域,忽视了农业发展低碳经济的紧迫性和重要性。实际上,农业生产与全球气候变化息息相关,如果措施得当,生态农业系统的固碳效应不仅可以抵消掉自身的碳排放,还可以部分抵消工业及其他领域的温室气体排放,这意味着农业在创造经济效益的同时,还在创造生态效益和社会效益,使得当前在经济上提倡的“以工补农”、“以城带乡”有了理论上的依据,实施起来更加“名正言顺”。如