



我国区域 农业环境问题 及其综合治理

WOGUO QUYU
NONGYE HUANJING WENTI
JIQI ZONGHE ZHILI

万洪富 主编 ◀

●
中国环境科学出版社

我国区域农业环境问题 及其综合治理

万洪富 主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

我国区域农业环境问题及其综合治理 / 万洪富主编.

—北京: 中国环境科学出版社, 2004.12

ISBN 7-80163-987-1

I. 我… II. 万… III. 农业环境-综合治理-研究-中国
IV. X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 116369 号

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
电子信箱: bianji4@cesp.cn
电话: 010-67112738 **传真:** 010-67112734

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2005 年 1 月第一版 2005 年 1 月第一次印刷
印 数 3 000
开 本 787×1092 1/16
印 张 15
字 数 388 千字
定 价 35.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

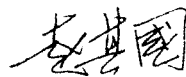
序 言

农业是国民经济的基础，农业的可持续发展将直接影响到整个社会经济的全面发展，而农业的可持续发展与环境密切相关。自然环境中的大气、水和土壤对农业生产来说，既是资源，又是环境要素。环境条件良好，农业生产就发展；环境条件恶劣，农业生产就停滞甚至遭到破坏。长期以来，由于人类大规模的生产开发活动，农业生态环境的自我保护机制受到破坏，使得农业环境的缓冲和承受自然灾害的能力越来越低，导致我国的农业环境形势非常严峻，森林与耕地减少、环境污染、土地退化、水土流失、水资源短缺等一系列问题相继出现。广东省的农业环境问题也不容忽视。广东省处于改革开放的最前沿，经济社会发展迅速。而经济的高速发展，在很大程度上是以破坏环境为代价的。工业化、现代化及城市化过程中人口的剧增，对资源掠夺式的开发利用，工业“三废”及生活废弃物的大量排放，污染工业向近郊农村的转移，特别是农业集约化、规模化、现代化发展过程中，农用化学物质的大量使用，大规模集约化畜牧业的发展，等等，在环境保护未受到足够的重视，特别是农村环境管理滞后的情况下，必然会引发一系列诸如大气污染、温室效应、酸雨，森林植被破坏严重、水土流失加剧，土地退化，资源衰竭、生态失衡、农产品品质下降等严重的环境问题。所有这些农业环境问题，不仅直接威胁人类健康，而且直接影响农业的可持续发展，甚至影响国民经济的发展。开展农业环境问题研究，推行农业环境保护策略势在必行。

目前，农业环境问题已受到政府和社会的高度重视。“破坏生态环境，就是破坏生产力，保护生态环境，就是保护生产力，改善生态环境，就是发展生产力”，这已成为全社会的共识。广东省早在 1998 年就制定颁布了《广东省农业环境保护条例》，立法保护和改善农业环境，防止农业环境污染和破坏，

合理开发和利用农业资源；近日审议通过的《广东省环境保护条例》对环境保护规划、污染物集中处理、生态环境保护等分别辟出专章规定。在农业环境保护成为全社会的共识并纳入法制轨道的情况下，迫切需要发展相关的科学理论与实践。以万洪富研究员为学术带头人的项目组多年来开展了一系列有关广东省农业环境方面的研究，《我国区域农业环境问题及其综合治理》一书是其研究成果之一。作者以广东省为例，系统地阐述了我国区域农业环境问题，以大量的调查实测数据，介绍了广东省农业环境中的土壤污染、农业非点源污染、酸雨、水土流失、农业固体废弃物、土壤退化和外来种入侵等问题，并进行了深入全面的分析和论述，提出了治理和保护农业环境的措施和对策。最后，对广东省生态农业示范区建设进行了综合论述。全书内容丰富，结构合理，逻辑性强，数据可靠，论据充分，观点新颖，是一部在农业环境及其管理研究方面颇有广度和深度的著作，具有较高的理论水平，可为各级政府和生产应用部门提供信息与参考，也可作为环境科学及其相关学科的研究人员、高等院校师生的参考书。

本书的出版，对我国的农业环境保护有重要的实践意义，必将促进我国农业的可持续发展。时值此书即将出版之际，谨对作者表示祝贺。



2004年10月

前 言

农业环境是自然生态环境的重要组成部分,是人类赖以生存和发展的基础,也是农业生产持续稳定发展的根本保障。良好的自然生态环境,既是一个地区的优势所在,也是发展特色经济的重要基础。在农业发展新阶段,必须高度重视农业发展中的生态环境问题,保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力。因此,坚持不懈地做好农业环境建设和保护工作,不仅是农村经济和社会发展的必然要求,也是实现农业资源永续利用、保持农业发展后劲的现实选择。

长期以来,环境保护工作的重点放在工业污染防治和城市环境综合整治方面,农业环境保护相对滞后。随着农村社会、经济的迅速发展,工业化、城市化进程的加快,农业环境问题日趋突出,以城市为中心的环境污染也已向近郊农村蔓延,诸如土壤污染、农业非点源污染、酸雨、水土流失、农业固体废弃物、土壤退化和外来种入侵等一系列问题相继出现,导致农业生态系统恶化,自然灾害频繁,农业环境污染严重,农产品质量下降,农业环境恶化的严重性远远超出了人们的预料,成为制约广东省农业可持续发展的重要因素。

农业环境污染具有隐蔽性、潜伏性和不可逆性的特点,一旦遭到污染,往往就会通过食物链危害动物和人类健康。农业环境与农产品的质量安全密切相关。我国历来十分注重增加农产品的产量,以满足需求的增长,而对农产品质量安全却未能引起足够的重视。在国际市场上,利用农产品质量标准为限制进口的非关税壁垒,已经成为一些国家的“绿色壁垒”,这是我国农产品参与国际竞争需要正视的严峻问题。在农村经济和城市化快速发展的同时,农村环境管理能力却十分薄弱,管理滞后。农业环境保护面临种种压力。全面探查农业环境状况并采取有效措施改善目前的状况,成为目前亟待解决的重大问题。

广东省生态环境与土壤研究所、广东省农业环境综合治理重点实验室从上世纪末、本世纪初开展了一系列相关项目的研究,包括国家环保总局、广东省环保局项目“广东省典型区域土壤污染状况探查研究”、广东省科技攻关项目“广东省农业农村环境问题调查及对策研究”和“广东省典型区域土壤污染及其控制对策”、珠海市科技项目“珠海非点源污染及其控制研究”、广东省科学院项目“小流域农业非点源污染定量研究”等,对广东省农业环境进行了全面的调查与分析,掌握了第一手材料,并在此基础上,编写了《我国区域农业环境问题及其综合治理》一书。

本书从广东省农业环境要素分析入手,围绕土壤污染、农业非点源污染、酸雨、水土流失、农业固体废弃物、土壤退化和外来种入侵等专题,系统地分析阐述了广东省目前的农业农村环境现状,深入揭示农业环境恶化产生的内在因素与外在原因,针对各类环境问题,提出防治对策。同时,就农业环境问题,对广东省农业生态示范区建设进行简要的评述。全书分为九章,第一章 广东省农业环境概述;第二章 土壤污染及其修复

技术；第三章 农业非点源污染；第四章 广东省水土保持与生态环境建设；第五章 酸雨对广东省农业生态系统的影响；第六章 广东省农业固体废弃物的综合利用及防治对策；第七章 土壤退化及其防治；第八章 广东省外来种入侵及其对农业生态系统的危害；第九章 生态农业示范区建设。各章编写人员分工如下：第一章由卓慕宁、万洪富编写，第二章由夏运生、万洪富、张天彬编写，第三章由吴志峰、万洪富、程炯编写，第四章由王继增、朱立安编写，第五章由刘菊秀（中国科学院华南植物园）编写，第六章由杨国义、万洪富编写，第七章由钟继洪编写，第八章由叶万辉、严岳鸿、许凯扬（中国科学院华南植物园）编写，第九章由郭庆荣、高淑涛编写。全书由万洪富和卓慕宁统稿与编辑。

本书由中国科学院院士、中国科学院南京土壤研究所研究员赵其国作序，在此谨致诚挚的谢意。本书在编写过程中还得到中国环境科学出版社的支持和帮助，在此一并表示谢意。由于编者水平有限，书中不足之处，敬请有关专家和读者批评指正。

作者

2004年12月于广州

目 录

1 广东省农业环境概述	1
1.1 广东省农业环境条件分析	1
1.1.1 农业自然条件分析	1
1.1.2 农业社会环境条件分析	3
1.2 广东省农业环境问题的产生	3
1.2.1 农业自然灾害引发的环境问题	4
1.2.2 农业生产内部引发的环境污染问题	4
1.2.3 “三废”引发的环境污染问题	5
1.2.4 环境激素引发的环境污染问题	6
1.2.5 人为水土流失引发的环境问题	6
1.2.6 耕地面积不断减少引发的环境问题	7
1.2.7 村镇建设落后引发的环境问题	7
1.2.8 人类环保意识滞后引发的环境问题	7
1.2.9 外来物种生物入侵引发的环境问题	8
1.3 广东省面临的主要农业环境问题	8
1.3.1 土壤污染	8
1.3.2 农业非点源污染	9
1.3.3 水土流失	9
1.3.4 酸沉降	10
1.3.5 固体废弃物污染	10
1.3.6 土壤退化	11
1.3.7 外来物种生物入侵	11
1.4 广东省农业环境发展趋势	11
2 土壤污染及其修复技术	13
2.1 土壤重金属的污染	15
2.1.1 土壤重金属背景值	15
2.1.2 土壤重金属污染状况分析	16
2.1.3 蔬菜重金属污染状况分析	22
2.2 土壤农药的残留	23
2.2.1 土壤中有机磷的残留	26
2.2.2 土壤中有机氯的残留	28
2.3 土壤多环芳烃的污染	35

2.3.1	土壤中多环芳烃类有机物的含量状况	38
2.3.2	土壤中多环芳烃类有机物的污染现状	39
2.3.3	不同类型土壤致癌多环芳烃类有机物的污染现状	40
2.3.4	农业土壤中致癌多环芳烃类有机物含量的区域分异	41
2.3.5	土壤致癌多环芳烃类有机物含量的垂直分布	42
2.4	土壤中邻苯二甲酸酯的污染	43
2.4.1	土壤中邻苯二甲酸酯类有机物含量状况	46
2.4.2	不同类型土壤优控邻苯二甲酸酯类污染的分异	46
2.4.3	农业土壤中优控邻苯二甲酸酯类含量的区域分异	48
2.4.4	土壤优控邻苯二甲酸酯类含量的垂直分异	48
2.5	土壤污染的修复技术	49
2.5.1	土壤重金属污染的修复技术	49
2.5.2	土壤有机污染的修复技术	54
3	农业非点源污染	61
3.1	农业非点源污染概述	61
3.1.1	非点源污染	61
3.1.2	农业非点源污染	64
3.1.3	农业非点源污染背景调查	67
3.1.4	农业非点源污染的防治与控制	68
3.2	广东省主要农业非点源污染现状	69
3.2.1	化肥污染	70
3.2.2	农药施用与流失	72
3.2.3	规模化畜禽养殖污染	72
3.2.4	农村生活污水和废弃物	75
3.3	典型农业小流域非点源污染研究	75
3.3.1	小流域景观结构特征与野外试验设置	75
3.3.2	地表径流与非点源污染物的迁移	77
3.3.3	非点源污染负荷估算	78
4	广东省水土保持与生态环境建设	86
4.1	水土保持——生态建设的重要组成	86
4.2	广东省水土流失现状及宏观区域差异	87
4.2.1	广东省水土流失现状	87
4.2.2	广东省水土流失区域差异分析	89
4.3	广东省水土保持工作实践和成果	92
4.3.1	广东省水土流失预防治理“三区”的划分	92
4.3.2	广东省典型水土流失的治理	93
4.4	广东省水土保持工作的主要经验	106

4.4.1	治理与预防并重,制定和完善配套法规,全面贯彻落实《水土保持法》...	106
4.4.2	设立议案是治理水土流失的好形式	106
4.4.3	以小流域为单元进行集中、连片的规模化治理.....	106
4.4.4	治理与开发利用相结合,以开发促治理	106
4.4.5	治理与科学试验相结合	107
4.4.6	防治并举,确保治理成果	107
4.4.7	重视和推广水土保持生态修复工程	107
4.4.8	强化政府职能,全面建立水土保持方案编报审批制度.....	107
5	酸雨对广东省农业生态系统的影响	108
5.1	酸雨概述	108
5.1.1	酸雨定义	108
5.1.2	酸雨历史回顾	108
5.1.3	酸雨对农业生态系统的影响	109
5.2	广东省酸雨形势	110
5.2.1	广东省酸雨污染的年际变化	110
5.2.2	广东省酸雨污染的区域分布特征	110
5.2.3	广东省酸雨污染的类型	112
5.3	酸雨对广东省农业生态系统的影响	113
5.3.1	酸雨对农业生态系统的直接危害	113
5.3.2	酸雨对农业生态系统的间接危害	121
5.3.3	酸雨与其他胁迫因子对农业生态系统的联合影响.....	123
5.4	广东省酸雨污染的防治对策	125
5.4.1	大力推广清洁能源	125
5.4.2	关停污染严重的企业	125
5.4.3	治理重点污染源	126
5.4.4	改善交通	126
5.4.5	推广抗酸雨和大气污染的植物,增强植被的抗污染能力.....	127
6	广东省农业固体废弃物的综合利用及防治对策	128
6.1	广东省畜禽粪便污染及综合防治对策	128
6.1.1	广东省畜禽养殖污染现状	128
6.1.2	防治对策	131
6.1.3	畜禽粪便的综合治理技术,多次利用技术	134
6.2	广东省农作物秸秆资源的综合利用技术	135
6.2.1	广东省农业秸秆利用现状和存在问题	135
6.2.2	秸秆的综合利用技术	136
6.3	塑料农膜的综合利用与污染防治	138
6.3.1	广东省农膜应用的发展历程	139

6.3.2 农膜的污染	140
6.3.3 残膜污染的原因	141
6.3.4 残留农膜污染的防治措施	142
7 土壤退化及其防治	144
7.1 土壤退化概述	144
7.2 广东农业土壤退化特征	145
7.2.1 耕地资源整体质量下降	146
7.2.2 土壤物理性质退化	147
7.3 土壤退化成因与机理分析	153
7.3.1 耕地变化驱动因素分析	153
7.3.2 土壤理化性质退化的因素分析	153
7.4 土壤退化防治的对策与措施	157
7.4.1 耕地资源的保护对策	157
7.4.2 土壤肥力退化的防治	158
8 广东省外来种入侵及其对农业生态系统的危害	169
8.1 广东省外来生物入侵现状及种类分布	169
8.1.1 广东省外来生物入侵现状	169
8.1.2 外来入侵种种类与分布	170
8.2 广东省主要外来入侵物种及其危害	177
8.2.1 主要外来入侵物种及其危害	177
8.2.2 外来种入侵对广东省农业生态系统的危害与影响	186
9 生态农业示范区建设	190
9.1 生态农业示范区概述	190
9.1.1 解决农业环境问题——建设生态农业示范区	190
9.1.2 生态示范区建设的主要内容	190
9.1.3 生态农业型生态示范区建设的原则	191
9.1.4 我国生态农业示范区建设概况	191
9.2 广东省生态农业示范区建设	192
9.2.1 广东省生态农业建设的基本情况	192
9.2.2 广东省典型的生态农业模式	193
9.3 广东省生态示范区指标体系及考核办法(试行)	196
9.3.1 基本条件	196
9.3.2 考核指标	197
9.3.3 指标说明	199
参考文献	204

1 广东省农业环境概述

1.1 广东省农业环境条件分析

农业环境是以农业生物（包括各种栽培植物、林木植物、牲畜、家禽和鱼类等）为主体，围绕主体的一切客观物质条件（如水、空气、阳光和土壤以及与农业生物并存的生物和微生物等）以及社会条件（如生产关系、生产力水平、经营管理方式、农业政策、社会安定程度等）的总和（高怀友，2002）。这里的客观条件叫农业的自然环境，社会条件叫农业的社会环境。

农业是国民经济的基础，农业的可持续发展将直接影响到广东省整个社会经济的全面发展，而农业的可持续发展与环境密切相关。首先，农业生产对自然环境的依赖性很大，农业环境质量决定了农业可持续发展的长期性和食物安全的稳固性。农业生产是第一性生产，是一个自然生产的过程，自然环境中的水质、土壤、空气、阳光、温度等植物生长所必需的条件将深刻影响农业生产。良好的自然条件，可以促进农业的发展；相反，恶劣的自然条件，将制约农业的发展。其次，农业发展水平受经济社会条件的影响。经济社会环境是农业发展的物质基础，农业生产过程中的物质投入、生产条件、技术水平及经营模式等，无不与经济社会发展水平同步。

1.1.1 农业自然条件分析

（1）地理位置

广东省位于我国大陆南部，东邻福建，北接江西、湖南，西与广西接壤，南临南海，西南端隔琼州海峡与海南省相望，毗邻港澳。地理坐标为北纬 $20^{\circ}9' \sim 25^{\circ}31'$ ，东经 $109^{\circ}45' \sim 117^{\circ}20'$ ，北回归线横贯全省中部。地处南疆、濒临海洋以及毗邻港澳的地理位置，使广东省自然条件优越，具有发展农业得天独厚的优势，也具有发展农业的区位优势。

（2）地形地貌

广东省北依南岭，南临海洋，地势北高南低，境内地貌类型复杂多样，山地、丘陵、台地、盆地、平原交错。其中海拔 500 m 以上的山地占全省土地面积的 21.08%，丘陵占 41.26%，台地占 13.50%，平原占 23.42%，内陆水域占 0.89%（《中国农业全书·广东卷》编辑委员会，1994）。此外，海域广阔，海岸线长。北高南低的地势，有利于形成丰富的降水和冬暖的气候；绵延不断的丘陵台地和辽阔肥沃的平原为农业提供了广阔的发展空间，大面积的低山丘陵是发展林业、水果及早作的主要地区，而平坦连片的平原则是农副产品的主产区，它们在农业发展中占有极其重要的地位。由于低山丘陵处于江河的上、中游，在农业利用过程中对全省的生态环境有着重大的影响；而平原则分布于

河流的中、下游,易受到上游地区生态环境破坏的影响。

(3) 气候

广东省除粤北山区属中亚热带气候外,大部分地区为南亚热带和热带季风气候类型。气候温暖,雨量充沛,光照充足。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $6\,000\sim 8\,500^{\circ}\text{C}$,年平均气温 21.5°C ;年降雨量 $1\,500\sim 2\,000\text{ mm}$;平均日照时数 $1\,500\sim 2\,200\text{ h}$ 。全年夏长冬暖,无霜期长,干湿季节分明,雨热同期。4~9 月为高热多雨期,最高气温 7 月,月均温 $20\sim 29^{\circ}\text{C}$,全期降雨量占全年的 80%;10 月至翌年 3 月为低热少雨期,最低气温 1 月,月均温 $10\sim 18^{\circ}\text{C}$,最少月降雨量 $20\sim 40\text{ mm}$ (彭少麟等, 2001)。气候条件对农业生产十分有利,生长期全年,农业生产可终年进行,绝大部分地区农业生产可一年二熟或三熟。但由于受季风环流的影响,气候变化较大,热带气旋频繁,气象灾害较多。如夏秋的风暴暴雨,冬春少雨期的季节性干旱,冬季的低温阴雨,汛期发生的洪涝灾害等,往往成为农业生产的制约因素。

(4) 土地与土壤

广东省土地面积 17.98 万 km^2 ,其中耕地面积 223.00 万 hm^2 。按总人口计,人平均耕地 0.03 hm^2 (广东省统计局, 2003)。土地类型包括滩涂、平原、岗台地、丘陵地、低山和中山地。土壤主要为赤红壤、红壤、黄壤、砖红壤等地带性土壤,北部为中亚热带红壤,中南部为南亚热带赤红壤,雷州半岛一带则为砖红壤,其中分布面积最广的是赤红壤和红壤,分别占 45.03%和 20.99%,其次为黄壤和砖红壤。此外还有一些受岩石类型、地貌等因素影响的非地带性土壤类型,主要有石灰土和紫色土两类。耕地中分布面积较大的耕作土壤是水稻土。总的来说,广东省土地类型复杂,土壤类型多样,可因地制宜发展特色农业。

(5) 水资源

广东省降水丰沛,河流多,流量大。年平均降水总量 $3\,760\text{ 亿 m}^3$,平均年径流量 $2\,110\text{ 亿 m}^3$,加上邻省流入的过境客水总量达 $4\,380\text{ 亿 m}^3$,平均每公顷耕地有水量 7.12 万 m^3 (广东省地方史志编纂委员会, 2002)。境内主要河流有珠江、韩江、鉴江等,珠江全长 $2\,122\text{ km}$,由西江、北江、东江汇流而成为中国第三大河流。河流大多自北向南流,各干支流河水符合农田灌溉用水质的标准。水利设施比较完备,全省耕地有效灌溉面积 142.40 万 hm^2 ,占当年耕地面积的 60.4% (广东省统计局, 2003),在干旱的情况下农业生产可得到有效保障。

(6) 农业生物资源

广东省由南至北为热带常绿季雨林、南亚热带季风常绿阔叶林及亚热带常绿阔叶林。由于长期以来受人类经济活动的影响,原生植被多已被破坏,大部分均已消失,代之以次生林和人工补植林。近年经过人工绿化,全省森林覆盖率达 57.29%。这对防治土壤侵蚀、保护农业环境有重要的作用。植物种类繁多,主要农作物有水稻、甘蔗、花生、水果、茶叶、蔬菜、蚕桑等。2002 年,广东省农作物总播种面积 480.50 万 hm^2 ,其中粮食作物面积总计 26.83 万 hm^2 ,经济作物面积 71.23 万 hm^2 ,其它作物面积 134.40 万 hm^2 (广东省统计局, 2003)。

畜禽品种主要有猪、牛、羊、兔、鸡、鸭、鹅和珍禽等。水生生物资源主要包括鱼类、软体动物类、甲壳类和藻类等。除可供捕捞海面外,全省有淡水可养殖面积 44.60

万 hm^2 , 海水可养殖面积 77.57 万 hm^2 (广东省统计局, 2003)。

1.1.2 农业社会环境条件分析

(1) 经济基础

广东省利用得天独厚的地理位置和区位优势, 经历了一段思想大解放、经济大发展、生活大提高的黄金时期, 20 余年间获得 GDP 年均增幅 13.4% 的快速增长, 2002 年占有全国 1/9 的 GDP 总量 (广东省统计局, 2003), 社会消费品零售总额、出口总额、利用外资、固定资产、地方税收等经济指标, 也先后跃居全国各省、市、自治区第一位。进入新世纪, 广东省进入新的发展环境, 对外, 随着我国不断融入世界经济全球化, 广东省面临新的各种发展机遇; 对内, 不同地区之间的竞争态势已经形成, 从“大珠三角经济融合”到“泛珠三角经济协作”, 经济建设进入新一轮扩张期。经济的快速发展, 为农业发展提供了雄厚的经济基础。

(2) 农业基础

广东省农业人口占总人口的 63.8%, 人多耕地少。由于具有优越的地理条件和区位优势, 农业发展迅速, 尤其是通过全面落实农业政策, 调整农业结构和生产布局, 优化资源配置, 大力发展“三高农业”, 积极引进外资和先进的农业技术, 大办外向型农业生产基地, 发展外向型农业, 依靠科技兴农, 发展农业生产力等, 逐步建立了现代化的农业体系, 农业开始走向商品化、现代化的道路, 并初具效益农业、优质农业、生态农业、基地农业、加工农业、创汇农业和开发农业的规模, 农业稳步发展。自改革开放以来, 农业产值以 6.2% 的速度增长, 至 2002 年, 全年农业总产值达 1781.06 亿元, 位居全国第四 (广东省统计局, 2003)。

(3) 社会基础

广东省基础设施日臻完善, 交通、通讯、能源、水利、环保以及城市公共设施等建设发展迅速, 通车里程、道路密度均居全国前列; 现代信息、污水垃圾处理、发电等基础设施不断完善。沿海地区, 尤其是珠江三角洲地区城市化速度迅速加快, 城市化水平已达 46%, 其增长速度为全国平均正常值的 1.76 倍。人文环境建设与社会各项事业均取得新成果。

综上所述, 广东省地处热带、亚热带湿润区, 气候温暖, 热量丰富, 雨水充沛, 且雨热同季, 境内河流多, 土地类型多种多样, 不仅全年宜农, 而且农作物种类多, 品种丰富, 是我国热带、亚热带的主要农业区, 农业生产比较发达。但自然灾害较多, 农业生产受到一定的影响。广东省地处南疆、濒临海洋、毗邻港澳的区位优势, 不仅占经济先发优势, 而且对发展农业十分有利, 农业发展速度及水平均居全国前列。复杂的自然条件造就了广东生态环境的多样性, 而高速发展的经济建设, 又使广东的生态环境受到人为的剧烈干扰, 有向恶化方向转化的趋势。

1.2 广东省农业环境问题的产生

广东省是一个自然资源丰富、地理条件复杂、区位占尽优势的省份, 也是生态环境问题众多的省份。由于广东省处于改革开放的最前沿, 经济发展具有先发优势。随着工

业化、现代化和社会经济的快速发展,人口的急剧增长以及人类对资源不合理的开发活动,农业环境污染与生态破坏问题日益突出,工业“三废”及生活废弃物的排放、农用化学物质的大量使用、大规模集约化畜牧业的发展、掠夺式的资源开发利用方式,等等,引发一系列严重的环境问题,诸如大气污染、温室效应、酸雨,森林植被破坏严重、水土流失加剧,土地退化,资源衰竭、生态失衡、农产品品质下降等情况相继发生,且愈演愈烈,不仅直接威胁人体健康,而且直接影响国民经济的发展。

据广东省环境状况公报(广东省环保局,2003),2002 年全省共发生环境污染与破坏事故 59 宗,其中水污染事故 45 宗,大气污染事故 14 宗,比上年有所增加。上述污染事故中较大污染事故 13 宗,一般污染事故 46 宗。由污染事故造成的直接经济损失 73.30 万元,农作物受害面积 141.68 hm^2 ,鱼塘受污染面积 10.67 hm^2 。

1.2.1 农业自然灾害引发的环境问题

农业自然灾害是指旱、涝、低温、台风等。广东省是自然灾害的多发区,平均每年发生 20~30 次,台风、暴雨、低温、干旱等连年不断,四季不断。在广东省境内发生的各种自然灾害中,发生频率最高、危害最严重的是旱灾和涝灾,旱灾约两年一遇。广东省处于季风气候区,受季风环流的影响,气候不稳定,降雨时空分布不均匀,一年有明显的干、湿季交替,全年有 80%的降雨集中在夏秋季期间,因此,在夏季风暴发盛行期间为多雨季节。由于季风的进退、停留时间及其发生强度不同,加上广东省地处西太平洋热带风暴活动区,热带气旋登陆季节也集中在雨季,这时期极易发生洪涝灾害。如果气候发生异常,导致雨季推迟到来或提前结束,就会造成春旱或秋旱。由于农业生产是一个自然再生产的过程,自然条件作为农业环境的基础,深刻地影响支配着农业生产,当自然条件变化成为一种灾害时,往往是大范围地、强烈地影响农业生产,而且人为可控性差,因而造成严重的生态危害和巨大的经济损失,尤其在生态环境脆弱的地方表现更为严重,甚至成为制约农业发展的主要因素。这类自然灾害导致的农业环境恶化的问题始终存在于整个农业生产过程中。据统计,广东省 2002 年农作物受灾面积 191.51 万 hm^2 ,其中成灾面积 77.66 万 hm^2 ,直接经济损失达 59.70 亿元(广东省统计局,2003)。

由于人类长期以来大规模的开发生产活动,农业生态环境的自我保护机制受到破坏,使得农业环境的缓冲和承受自然灾害的能力越来越低,加上全球气候变化不稳定性的加剧,自然灾害的发生有频率增加、范围扩大的趋势。

1.2.2 农业生产内部引发的环境污染问题

这类生态环境问题起因于农业生产本身。农业生产本身带来了越来越值得注意的环境污染问题,如农用化学品的大量使用对农田、农产品及水体的污染,畜牧业大规模、集约化生产的发展对水体的有机污染等。随着农业的发展,当代农业生产水平虽得到极大的提高,但由于人类需求数量、种类的增长以及人口的迅速膨胀,农业生产通常都会在提高效率上下功夫,最直接的措施就是施用化肥、农药及生长激素等。其结果是人类在得到物质、能量的同时,也失去了良好的生态环境。

20 世纪 80 年代末中国就已成为世界上最大的化肥使用国,90 年代中期,单位面积平均施肥量是世界的 3.8 倍,其施用量目前还在日益增长,仅 1995—1998 年间就提高近

10% (汪庆平, 2003)。据 2002 年统计资料, 广东省化肥使用量 (折纯) 196.40 万 t, 其中氮肥施用量 96.55 万 t, 磷肥 201.50 万 t, 钾肥 38.86 万 t (广东省统计局, 2003)。化肥的大量使用, 使土壤酸性增加, 有机质减少, 板结, 耕地质量下降, 生物活性降低, 农产品受到污染, 特别是由于大量偏施氮肥而导致蔬菜类作物中硝酸盐和亚硝酸盐的污染。硝酸盐通过食物链进入人体, 在体内形成强致癌物——亚硝胺, 严重威胁人类健康。化肥使用愈多, 植物利用率愈低, 进入环境的量就愈多。广东省化肥施用量已达 834 kg/hm^2 (广东省统计局, 2003), 超过世界平均数的数倍, 但肥料利用率并不高, 约为 30%, 余下 70% 通过土壤淋溶、排水及地表径流、挥发等途径进入环境, 造成水环境的污染与江、湖水体的富营养化, 水质恶化。

农药施用量也越来越大。2002 年广东省农药施用量 8.47 万 t, 平均 36 kg/hm^2 (广东省统计局, 2003), 而依附在植物体上能被植物利用的最多达 30%, 甚至只有 10%~20%。进入农业生态环境的农药高达 70%, 甚至达 80%~90%, 并随大气和水迁移, 污染大气、土壤、水体和作物。这些难降解、高残留物质几乎未经任何分解而反复在环境中循环, 一方面破坏生态平衡; 另一方面, 增强了病虫害的抗药性, 天敌数量剧减, 最终使农业生态环境更加脆弱。

农用塑料薄膜的使用所带来的环境“白色污染”也日益严重。2002 年广东省农用塑料薄膜用量 2.86 万 t, 其中地膜 1.55 万 t, 覆盖面积为 9.01 万 hm^2 (广东省统计局, 2003)。农用塑料薄膜不易分解而且具有一定的毒性, 地膜使用后, 约有 20% 残留在土壤中 (王玉庆, 1998), 可分解释放环境激素, 污染环境, 或影响耕作, 堵塞农田灌溉设施。

规模化、集约化畜禽养殖业迅速发展带来严重的环境污染。畜禽养殖场所大多数都未建设相应的废弃物处理设施, 污染物浓度极高的畜禽粪便及污水未经处理直接排入环境中, 造成严重的环境污染。据广东省农业厅和广东省环保局 2001 年调查资料, 目前广东省 50 头以上的养殖场 (户) 有 4.8 万家, 每年排放污水约 4.60 亿 t, 数量巨大, 对环境极具威胁。

因此, 农业已经成为生态破坏和环境污染的行业。

1.2.3 “三废”引发的环境污染问题

广东省工业与城市“三废”排放正由厂区周边与城市向近郊农村地区蔓延。工业与城市污染转嫁到农村, 加大了农业环境的压力。尤其是星罗棋布的乡镇企业, 数量巨大、布局分散, 技术、设备落后, 治污能力低, 而且不少还是从城市转移到农村的重污染行业。工业“三废”未经处理直接排放, 造成水、大气和土壤的污染。大量“三废”直接排放到周围农村环境, 污染农业生态环境, 导致不少农田、农用灌溉水受到污染, 农作物减产, 污染严重的农田甚至不得不弃耕, 给农业生产造成严重的经济损失。不少农业区域长期用污染水灌溉, 农产品质量得不到保障, 直接危害人类的健康。

水污染: 2002 年全省废水排放总量为 49.05 亿 t, 其中工业废水 14.62 亿 t, 生活污水 34.42 亿 t, 占总排放量的 70.19%, 城镇生活污水的处理率仅 21.15% (广东省统计局, 2003)。废水中污染物种类多、成分复杂。工业废水中 COD 排放量 20.73 万 t, 有毒污染物 (氰化物、砷、汞、铬、挥发酚等) 排放量 93.27 t, 石油类排放量 741.97 t, 氨氮排放量 0.96 万 t (广东省统计局, 2003)。未经处理的废水直接排放, 污染了江河湖海,

水质下降,许多地区不得不饮用污染超标水,更有许多农田长期用污水灌溉,严重影响土壤和作物质量。废水还直接污染周围农田,危害作物正常生长。

大气污染:工业废气中的 SO_2 和氮氧化物进入大气,除污染大气外,经扩散、迁移、转化生成酸性物质,通过大气降水降落到地面成为酸雨。农业环境是酸雨的主要受体,酸雨酸化土壤、河流,破坏农田生态系统和水生生态系统,从而危害作物正常生长和水生生物的生存。酸雨不但影响范围广,而且过程缓慢,不易直接察觉,因而往往不易引起人们的重视,使农业环境在不知不觉中逐渐恶化。

固体废弃物对环境的污染:2002 年全省工业固体废弃物产生量达 2 045 万 t,而处置率仅 15.24%,排放量为 29.02 万 t,贮存量为 137.70 万 t(广东省统计局,2003)。固体废弃物数量巨大,成分复杂,未经无害化处理而随意堆放、填埋,不仅占用耕地,而且污染毁损耕地,污染地下水,对农业甚至整个环境造成污染。随着社会的发展,人口的增长,城镇生活垃圾也在增加。据广东省农业厅与广东省环保局的调查报告,广东省 2000 年城镇生活垃圾产生量 879.10 万 t,处理率仅为 30.3%,大部分未经妥善处理,加大了对环境的污染。此外,农业有机废弃物如使用农用薄膜带来的化学污染,大中型猪场每年排放粪便等废弃物约 $3\,800 \times 10^4 \text{ t}$,大多未经过处理即排放,引起农村水体污染。

1.2.4 环境激素引发的环境污染问题

环境激素(Environmental Endocrine Disruptors, EEDs)是近年来被人们逐渐关注的新名词,是指由于人类活动而释放到环境中的化学物质。这类环境荷尔蒙化学物质带着毒性和危害进入环境,破坏环境,干扰生物体内的激素,造成生物体内分泌系统、免疫系统和神经系统的异常,严重的会加速物种的灭绝,从而威胁生物多样性,严重破坏生态系统。环境激素直接或间接地隐藏在我们生活中的多种物质里,典型的一类被叫做“持久性有机污染物”(Persistent Organic Pollutants, POPs),它们最具代表性的是:滴滴涕(DDT)类杀虫剂和除草剂物质,多氯联苯(PCB)类绝缘材料和塑料物质,二噁英等垃圾焚烧产生的物质,激素类医用药物。这些环境激素通过农业生产中直接施用化肥、农药、生长激素,废弃农用塑料薄膜经过日积月累的溶解释放,工业“三废”排放,垃圾焚烧产生的废气,垃圾填埋的渗透水等各种途径进入农业环境。虽然含量不高,但均具有不断浓缩性,在环境中极微量就能产生极大的破坏作用,有十分明显的生物放大效应,并具有“三致”作用。目前,在农业环境研究中还较少涉及这类污染问题。

1.2.5 人为水土流失引发的环境问题

广东省高温多雨的气候与厚层风化壳的存在,为水土流失的发生提供了强大的动力与物质基础。同时,广东省是一个多山的省份,境内山地面积所占比例较大。由于山区地势高,受重力梯度影响,在森林植被遭受破坏后,极易形成水土流失。因此,广东省山区水土流失相当普遍。由于大部分的坡地均处于容易产生强烈侵蚀的坡度范围内,在农业开垦耕作过程中,具有发生严重水土流失的潜在危险。加上人类长期以来形成的以粗放式经营为主的开发利用方式,陡坡开荒、毁林(草)开荒、乱砍滥伐森林植被以及其它不合理的利用方式,加剧了水土流失。此外,在工业化、城市化过程中,因建设需要而进行的人为大规模的开发建设活动,破坏植被及地表结构;为满足经济发展需要而