

中国环境科学问题委员会
(SCOPE/CHINA) 丛书之三



痕量气体对我国农业 和生态系统影响研究

主编 丁一汇 高素华

中国科学技术出版社

痕量气体对我国农业 和生态系统影响研究

丁一汇 高素华 主编

中国科学技术出版社

• 北京 •

(京)新登字 175 号

图书在版编目(CIP)数据

痕量气体对我国农业和生态系统影响研究/丁一
汇,高素华主编. —北京:中国科学技术出版社,1994
ISBN 7-5046-1887-X

I. 中… II. ①丁… ②高… III. 痕量元素—温室
效应—影响—农业科学:生态学 IV. S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 10938 号

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国地质大学轻印刷厂印刷

※

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:16.375 插页:字数:430 千字

1995 年 3 月第 1 版 1995 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—1000 册 定价:14.50 元

内 容 提 要

痕量气体,特别是温室气体对农业生态系统的直接、间接影响,是人们当前关注的一个核心问题。本书主要介绍了温室气体对农业生态系统影响的研究方法,影响的诸方面及应采取的农业对策,而且还介绍了几种主要痕量气体对农业的影响。

责任编辑:李文兰
封面设计:沈颖
正文设计:王立荣

前 言

气候变化问题已成为一个全球性问题,愈来愈引起世界各国政府和人民的关注与重视。气候变化问题最初是从科学方面提出的,主要是研究人类活动造成的温室气体的增加与近百年全球变暖之间的关系。但由于这个问题涉及到多学科、多部门的相互配合,现在已演变成一个包括科学、社会、经济、外交、法律等多方面的综合性问题。1990年世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署(UNEP)下属的政府间气候变化专业委员会(IPCC)发表了第一次全球气候变化的科学评估报告。这个报告全面而系统地评估了全球气候变化的科学问题(事实、原因和预测),气候变化对环境与社会—经济影响及其相应对策。1992年,IPCC又根据后来两年中取得的新成果和新发现编写了补充报告。根据这两个报告所得到的主要结论有以下几点:

(1)过去 100 多年,全球平均地面温度已升高 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$,其中 5 个最暖的年份发生在 80 年代。全球变暖的现象是一个事实。

(2)与此同时,由于人类活动引起的大气中温室气体(二氧化碳、甲烷、氯氟烃和一氧化碳等)的排放量也不断增加。但现在还不能完全肯定近百年全球气候变暖趋势就是由温室气体增加产生的温室效应造成的,因为 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 的增温与自然变率具有相同的量级。

(3)根据世界上 20 多个气候模式的预测,当二氧化碳增加一倍时(大约在今后 40~100 年达到),全球平均地面温度增加的幅度在 $1.5\sim 4.5^{\circ}\text{C}$,最可能在 2.5°C 。但是这种预测包含有许多不确定因素,特别是对于全球气候变化的时间、量级和区域分布特征尚

未了解。

(4)臭氧是温室气体之一。最近 10 年内中高纬地区平流层下部(15~25 公里)的臭氧含量明显减少,这对大气产生了冷却作用。另一种产生冷却作用的物质是火山、工业和其他污染源向大气排放的硫化物(如二氧化硫),它主要通过反射太阳辐射和形成更多的云层(作为凝结核)产生冷却作用。这种现象主要发生在北半球。

(5)这种由人类活动引起的气候变化对社会、经济、农业、生态环境等产生深远的影响和后果。这种影响有有利的,也有不利的,但不利的影响将是严重的,尤其是对农业。在一些易受气候影响的地区,农业产量将下降。由气候变化而加剧的干旱对全球和区域的农业生产也将产生最为严重的影响。

(6)气候变化的另一个严重后果是引起海平面高度以每 10 年 6 厘米的速度上升。到 2050 年,海平面将上升 20~50 厘米,到 2100 年将上升 1 米。这对一些低洼岛国和沿岸地区将造成严重威胁。

气候变化的研究最终是要阐明这种气候变化对国民经济方面的影响,在此基础上进而制定调整、减缓或防护措施与对策。因而研究或评估气候变化的影响是气候变化研究的中心问题之一。至少有 3 种方法可以对气候影响进行评估:影响法,相互作用法和集成法。其中集成法是一种比较复杂的评估方法,它全面考虑了气候与社会的相互作用。气候影响的评估方法一般包括 7 个步骤:定义问题,选取方法,验证方法和敏感性,预测未来的气候变化,评估生物物理和社会经济影响,评估技术调整过程 and 对策选择。

根据上述方法和步骤近十几年来开展了不少有关气候变化影响的研究,但国内的研究并不多,系统的研究更少。我国是一个发展中的国家,同时大部分国土又位于干旱与半干旱的气候脆弱带上。气候变化会对国民经济各部门带来明显的影响,尤其是对农

业、森林、水资源等影响更为显著,因而选取适合我国国情的对策是至关重要的,要作到这一点,必须对气候变化对我国的影响作比较全面和深入的研究。

本书是向着实现这一目标迈出的第一步。全书除了重点阐述二氧化碳引起的气候变化所造成的对农业和生态系统等影响外,还介绍了其它痕量气体和酸雨等对社会经济的影响。在国内是第一本比较系统阐述温室气体与其它痕量气体及有关的气候变化对社会经济影响的专著。此书是在中国 SCOPE(国际科联环境问题委员会)委员会大力支持下写成的,庄亚辉和刘静宜先生给了很多帮助。我们也希望本书成为中国气候和环境工作者对国际 SCOPE 委员会的一个贡献。

本书是集体分工写成的。各章的作者为:

前言丁一汇,第一章第一节王馥棠,第二节王春乙,第三节崔读昌,第四节于沪宁,第五节陈冠雄,第六节李其长;第二章第一节、第二节高素华,第三节王馥棠,第四节王春乙,第五节王馥棠,第六节高素华;第三章冯宗伟;第四章王宏康;第五章吴坤君。由于这个学科是一个迅速发展的领域,有不少结果会在今后更新,我们希望在若干年之后,再以新的结果和内容来重新改写这本书。

丁一汇

国家气候中心

1994 年 3 月

国际科联 SCOPE 丛书编者的前言

我欢迎中国科协下属的环境问题委员会(SCOPE CAST/CHINA)支持出版一套环境专著。下列第一批专著将在 1994~1997 年间陆续问世。

- * 中国污染物的毒性和危害评价
- * 中国大陆痕量气体的源与汇
- * 痕量气体对中国农业和生态系统影响研究
- * 中国沿海环境中污染物的源、迁移和冲击

这些用英文出版的专著将对中国环境研究的现状进行有益的综合,对于一些从事全球和区域研究的国际环境机构大有用途。

中国科协下属的环境问题委员会作为中国科协(CAST)的代表参加总部设在法国巴黎的国际科联的环境问题委员会(SCOPE)。中国科协下属的环境问题委员会的使命是:(1)收集中国已有信息和评估人类活动引起的环境变化以及这些变化对人类的冲击;(2)评价中国在环境研究中所采取的方法;(3)编撰和出版中国环境研究新成就的 SCOPE CAST/CHINA 丛书,以便有效地保护环境。

R. E. Munn

SCOPE, ICSU 丛书编辑
多伦多大学

目 录

前 言

第一章 痕量气体农业生态系统影响的研究与测量方法····· (1)

第一节 数值模拟方法····· (1)

一、数值模拟的基本概念和原理 ····· (1)

二、数值模拟方法的种类 ····· (2)

三、作物生长数值模拟 ····· (6)

四、数值模拟的设计与试验····· (13)

五、数值模拟方法的发展与应用····· (19)

第二节 人工模拟试验研究方法 ····· (20)

一、国外气室的发展及使用概况····· (21)

二、国内气室的发展及使用概况····· (23)

三、OTC-1 型开顶式气室的构造 ····· (26)

四、OTC-1 型开顶式气室的 CO₂ 浓度控制和自动采集 测量系统 ····· (30)

五、OTC-1 型开顶式气室物理性能的测试评价 ····· (34)

六、OTC-1 型开顶式气室的使用性能及评价 ····· (40)

七、结束语····· (46)

第三节 封闭式 CO₂ 浓度调控装置及群体光合测定方法 ····· (46)

一、装置····· (47)

二、测量····· (51)

三、计算····· (52)

四、应用····· (52)

第四节 农用生态系统中二氧化碳浓度和通量	(55)
一、测定方法和观测系统的建立	(56)
二、作物冠层附近 CO_2 浓度变化	(62)
三、用梯度扩散法计算 CO_2 通量密度	(69)
四、能量平衡法测算玉米生育后期能量传输与二氧化碳通量	(76)
第五节 陆地生态系统 N_2O 排放通量测定方法	(80)
一、引言	(80)
二、箱法	(80)
三、微气象学方法与超大箱长光路红外光度法	(90)
四、 N_2O 的气相色谱分析和排放通量计算	(90)
第六节 反刍动物甲烷排放的测定方法(AMI—200 型甲烷测定箱)	(92)
一、国内外研究概况	(93)
二、甲烷测定箱的结构统计	(94)
第二章 大气中二氧化碳及其对农业的影响	(106)
第一节 大气中二氧化碳的含量与生物圈	(106)
一、地球上的二氧化碳	(106)
二、森林减消与大气中的二氧化碳	(107)
三、地球温室气体的变化	(111)
四、大气中二氧化碳浓度上升对生态系统的影响	(113)
第二节 大气中二氧化碳浓度的变化对中国农业气候资源的影响	(121)
一、地球变暖趋势	(121)
二、温室效应对热量资源的可能影响	(125)
三、温室效应对水分资源的可能影响	(134)
四、二氧化碳倍增时植被生产力的变化	(139)

第三节 大气中 CO_2 浓度变化对中国作物生产及产量的间接影响	(148)
一、对作物生长发育与产量形成的影响	(149)
二、对农业气候资源的影响	(152)
三、对我国种植熟制和作物区域布局的影响	(154)
四、对农业生产与作物产量的影响	(157)
五、对农作物病虫害和杂草害的影响	(164)
六、结束语	(166)
第四节 大气中 CO_2 浓度增加对中国作物生长发育的直接影响	(168)
一、 CO_2 浓度增加对大豆的影响	(168)
二、 CO_2 浓度增加对冬小麦的影响	(176)
三、 CO_2 浓度增加对棉花的影响	(187)
四、 CO_2 浓度增加对水稻的影响	(192)
五、 CO_2 浓度对花生的影响	(194)
六、 CO_2 浓度增加对大豆和冬小麦籽粒成分的影响	(197)
第五节 大气中二氧化碳浓度升高的农业对策	(203)
一、控制减少农业活动中二氧化碳的排放源	(204)
二、提高农业生产活动的库容碳汇潜力	(205)
三、调整国家有关发展农业的方针政策,使农业的发展与环境的保护和治理相结合,协调发展	(206)
第六节 二氧化碳施用的现状和前景	(209)
一、二氧化碳施用的概况	(209)
二、二氧化碳施用及对不同作物的作用	(215)
三、二氧化碳施用的未来前景	(225)
第三章 酸雨的生态效应	(233)
第一节 酸雨的基本概念	(233)

第二节 酸雨在中国的地理分布	(235)
一、酸雨在中国的监测简述	(235)
二、酸雨在中国的地理分布	(236)
三、我国酸雨的特征	(237)
第三节 酸雨对植物的影响	(241)
一、直接影响	(242)
二、间接影响	(247)
第四节 酸雨对农作物的影响	(254)
一、酸雨对作物的影响	(254)
二、酸雨对蔬菜的影响	(262)
三、酸雨对农作物、蔬菜产量影响的经济损失估计	(268)
第五节 酸雨对森林的影响	(273)
一、乔灌木树种对酸雨敏感性反应	(273)
二、模拟酸雨对幼苗和幼树生长的影响	(276)
三、不同酸雨污染地区森林生长状况	(276)
四、酸雨对森林危害的经济损失	(281)
第六节 酸雨对水生生物的影响	(290)
一、对微生物的影响	(291)
二、对藻类的影响	(291)
三、对大型水生植物的影响	(292)
四、对浮游动物的影响	(292)
五、对软体动物的影响	(294)
六、对水生昆虫的影响	(295)
七、对鱼类的影响	(295)
八、酸雨对我国西南地区水体及水生生物影响的调查与 评估	(298)
第四章 痕量污染气体的生态效应	(303)

第一节 痕量污染气体的概况	(303)
一、大气中痕量污染气体的来源	(303)
二、我国大气污染概况	(309)
三、大气污染对人体健康的影响	(312)
四、大气污染对家畜的危害	(323)
五、大气污染对植物的影响	(328)
六、大气污染物对生态环境的其他影响	(347)
第二节 含硫化合物	(350)
一、含硫化合物的存在	(350)
二、含硫化合物的性质	(352)
三、含硫化合物对人体健康的影响	(355)
四、硫化合物沉降对土壤的影响	(356)
五、硫化合物对植物的伤害	(363)
第三节 氮的氧化物	(368)
一、氮的存在	(368)
二、氮氧化化合物的性质	(371)
三、氮氧化化合物对人体健康的影响	(376)
四、氮氧化化合物对植物的伤害	(377)
第四节 氟化物	(379)
一、氟化物的存在	(379)
二、氟化物的性质	(381)
三、氟化物对人畜的影响	(384)
四、氟化物对植物的影响	(391)
第五节 大气中的有机化合物	(397)
一、大气中有机化合物的存在	(397)
二、大气中有机化合物的性质	(401)
三、多环芳烃	(404)
四、乙烯	(410)

第六节 光化学烟雾·····	(414)
一、光化学烟雾的存在 ·····	(414)
二、光化学烟雾的产生 ·····	(415)
三、光化学烟雾对人体健康的影响·····	()
四、臭氧对植物的危害 ·····	(420)
五、过氧乙酰硝酸酯(PAN)对植物的伤害 ·····	(424)
第七节 大气中的卤代烃和臭氧层·····	(426)
一、平流层的臭氧层 ·····	(426)
二、卤代烃的种类和来源 ·····	(428)
三、大气中卤代烃和臭氧的反应 ·····	(430)
四、臭氧层破坏对生态的危害 ·····	(432)
五、平流层大气中臭氧的保护 ·····	(432)
第八节 大气中的微粒污染物·····	(434)
一、大气中微粒污染物的来源 ·····	(434)
二、大气中颗粒物的性质 ·····	(436)
三、大气中的微粒对生态的全面影响 ·····	(442)
四、大气中的微粒和土壤污染 ·····	(445)
五、大气中的微粒对植物的危害 ·····	(449)
第九节 大气中的其他污染气体·····	(450)
一、氯气 ·····	(450)
二、氨 ·····	(453)
三、氯化氢 ·····	(454)
四、其他污染气体 ·····	(455)
五、大气污染物对植物的复合污染 ·····	(458)
第五章 痕量气体对昆虫的影响·····	(463)
第一节 昆虫在生态系统中的重要性·····	(463)
一、昆虫在生态系统中的地位 ·····	(463)
二、昆虫种类的多样性 ·····	(464)

三、昆虫和人类的关系	(464)
第二节 痕量气体对昆虫影响的研究方法	(465)
一、痕量气体对昆虫的直接影响和间接影响	(465)
二、熏气装置	(466)
三、过滤系统	(467)
四、昆虫对痕量气体反应的测定	(467)
第三节 不同痕量气体对昆虫的影响	(469)
一、氟化氢	(469)
二、二氧化硫	(481)
三、臭氧	(489)
四、氮氧化物(NO_x)	(491)
五、汽车尾气和城市空气	(492)
六、二氧化碳	(495)
第四节 痕量气体对昆虫影响的机制	(497)
一、氟化氢	(497)
二、二氧化碳	(498)
三、其它痕量气体	(500)

第一章

痕量气体对农业生态系统 影响的研究与测量方法

第一节 数值模拟方法

在痕量气体对生物(农业)影响的研究中,数值模拟方法是综合运用气象学、物理学、计算数学、生物学、生态学和土壤学等众多学科知识的一种定量研究方法。它是近年来,土壤—植物—大气系统(常称 SPAS)研究方法的发展与延伸,是一种比较客观的、能在不同程度上反映内在机理的有效模拟方法。

一、数值模拟的基本概念和原理

数值模拟指的是在上述各学科有关理论假设的基础上,利用各种相关的基本资料,建立表述痕量气体与生物生态关系的数学模型(或模式、方程等);通过计算试验、推演和求解、分析、定量地再现痕量气体对生态影响的形成和演变过程,并进而探求其可能的调节和控制方法。

应用数值模拟方法可以迅速查明不同浓度的痕量气体在不同环境气象土壤下,对各种生物群落和生态系统的利弊影响,预测其可能的演变趋势,进而评估其对社会经济发展的影响及后果。在当前全球变化影响的研究中,数值模拟方法更可用以估测气候变化