

CLIMATE CHANGE AND WORLD AGRICULTURE Martin Parry

气候变化与世界农业

〔英〕马丁·帕里 著 周克前 译 汪永钦 校

气象出版社

气候变化与世界农业

〔英〕马丁·帕里 著 周克前 译 汪永钦 校

气象出版社

(京)新登字 046 号

**Climate Change and
World Agriculture**

Martin Parry, 1990

气候变化与世界农业

[英]马丁·帕里 著 周克前 译 汪永钦 校

责任编辑 潘根娣

气象出版社出版·发行

河南省地理所激光照排印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:4.625 字数:101千字

1994年4月第一版 1994年4月第一次印刷

印数:1—1000 定价:7.80元

ISBN 7-5029-1688-1/P·0679

作 者 简 介

马丁·帕里(M. Parry)曾是伯明翰大学环境管理学教授,他是这个大学大气影响研究(AIR)小组的负责人。他又是英国气候变化影响评论组的主席和世界气候影响计划科学咨询委员会的成员。在政府间气候变化专门委员会(IPCC)对农业可能影响评估中,他任主要作者。他还是国际应用系统分析研究所(IIASA)/联合国环境规划署(UNEP)关于气候变化和农业研究计划(1983~1986年)的领导人。他目前是牛津大学环境变化研究所(Environmental Change Unit)领导人。帕里教授在气候变化的可能影响方面有许多论著,包括三本专著。

插图与表格一览

插图

- 图 1.1 粮食自给能力处于危急状态的地区
- 图 2.1 在 IPCC 选取的 4 种情景下辐射强迫(也可用当量 CO_2 浓度来表示)的变化
- 图 2.2 按 IPCC 所设 4 种情景,对全球平均温度变化的预测
- 图 2.3 由 $2 \times \text{CO}_2$ 减去 $1 \times \text{CO}_2$ 模式所得到的地表气温(T)变化的平均值
- 图 2.4 由 3 个高分辨率模式模拟的 CO_2 倍增时土壤水分的变化
- 图 2.5 1861~1989 年由陆地气温和海面温度综合的全球平均值相对于 1951~1980 年平均值的变化
- 图 3.1 气候影响评估中的影响法(a)与相互作用法(b)的框图
- 图 3.2 具有分层次相互作用的气候影响评估的框图
- 图 3.3 综合气候影响评估模式的体系
- 图 3.4 IIASA/UNEP 计划中采用的气候影响评估模式
- 图 3.5 IIASA/UNEP 计划中采用的两种气候影响评估方法:a)直接方法,b)共轭方法
- 图 3.6 a)经验—统计模式和 b)仿真模式的结构、操作和证实
- 图 4.1 具有代表性的植物的光合作用对 CO_2 的反应
- 图 4.2 温度、发育与植冠的扩大
- 图 4.3 温度偏离 1951~1980 年平均值时,(a)加拿大萨斯喀彻温全省平均及 1a 和 9a 作物区生长季长度变化,(b)春小麦成熟期的变化以及(c)对春小麦发育阶段长度的影响
- 图 4.4 模拟的冬小麦干物质总量和谷物产量的变化
- 图 4.5 畜禽适应的温度范围
- 图 4.6 干旱性或温量取线性尺度(分布是正态的),作物歉收、绝收或严重短缺的概率
- 图 4.7 欧洲玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)在 a)目前(1951~1980 年)的气候

条件下,以及当 b)年平均温度升高 1°C 时可能的代数

- 图 4.8 按 GISS $2\times\text{CO}_2$ 气候情景所计算的北方森林带与计算的目前北方森林带之间的对比
- 图 4.9 欧洲 a)根据目前的平均温度和降水,以及 b)根据平均温度升高 5°C ,平均降水量增加 10%可能的自然植被图
- 图 5.1 气候变化对美国玉米带地理范围影响的估算
- 图 5.2 以(a)GISS 的 GCM 和(b) CO_2 倍增模拟的北美小麦区
- 图 5.3 欧洲粒用玉米界线(a)目前气候(1951~1980 年)以及(b)GISS, (c)GFDL, (d)OSU $2\times\text{CO}_2$ 平衡气候
- 图 5.4 日本北部水稻安全种植区(a)目前气候(1951~1980 年)以及 (b)GISS $2\times\text{CO}_2$ 平衡气候
- 图 5.5 按 GISS 在情景 A 下,20 世纪 90 年代、21 世纪 20 年代和 50 年代粒用玉米界线的瞬时反应(与目前气候相比较)
- 图 5.6 根据温度假定的粒用玉米和青贮玉米种植界线
- 图 5.7 在 IIASA/UNEP 的研究中所选择的一些地区(包括萨斯喀彻温、冰岛、芬兰、列宁格勒和切尔金、北海道和东北)在 GISS $2\times\text{CO}_2$ 情景下的气候将与另一些地区目前的气候相类似
- 图 5.8 年平均温度升高 1°C (以 1856~1895 年为准)不列颠诸岛燕麦歉收频率为 1/3.3 范围的迁移
- 图 5.9 当大气中 CO_2 浓度大致相当于倍增的气候情况下,相对于目前气候的净初级生产力的百分率变化
- 图 5.10 假设的在同一区域两种作物(A 和 B)产量—温度反应曲线
- 图 5.11 芬兰、苏联北部、日本北部在 GISS $2\times\text{CO}_2$ 情景下按现今及调整作物品种和管理后所做的产量估算
- 图 5.12 在 GISS 和 GFDL $2\times\text{CO}_2$ 气候情景下,分别考虑有无 CO_2 直接影响(DE)时,对美国旱地和灌溉玉米产量的估算
- 图 5.13 在 GISS 和 GFDL $2\times\text{CO}_2$ 气候情景下,分别考虑有无 CO_2 直接影响时,对美国旱地和灌溉地小麦产量的估算
- 图 6.1 在 GISS 和 GFDL $2\times\text{CO}_2$ 气候情景下,由于作物产量变化,对美国各地区土地利用变化(%)的估算
- 图 6.2 气候变化对萨斯喀彻温农业生产影响的估计
- 图 6.3 气候变化对北海道和东北及全日本农业生产影响的估计
- 图 6.4 气候变化对冰岛农业生产影响的估计

- 图 6.5 气候变化对芬兰北部(N)、中部(C)和南部(S)农业生产影响的估计
- 图 6.6 气候变化对苏联北欧部分农业影响的估计
- 图 7.1 用 IFS 模式模拟 2000 年前扰动“气候”对农业的影响与对照的比较
- 图 7.2 当美国、欧共体、加拿大产量下降时,预计主要农产品价格的变化
- 图 8.1 日本北部北海道 1974~1983 年在观测到的(即现今)气候条件下和在 GISS $2\times\text{CO}_2$ 气候条件下模拟的水稻产量年际变化
- 图 8.2 中央地区(苏联北部)作物分配的调整对农业收入和生产成本的影响

表 格

- 表 1.1 主要的谷物净进口国
- 表 1.2 主要的谷物净出口国
- 表 2.1 按 IPCC 所设的“照旧行事”情景,从工业化前到 2030 年,几个地区的地面气温和降水量变化的平均值
- 表 2.2 假定平均温度升高 3F (1.7℃),某些城市热浪发生概率的可能变化
- 表 4.1 各种 C_3 类作物在大气中 CO_2 浓度倍增时(从 330ppmv 到 660ppmv)平均预计增加的生长量和可利用的产量
- 表 4.2 春小麦产量(长期平均值的百分比)随生长季气温变化(ΔT)和降雨量变化(ΔR)的反应 (切尔金(Чердынь),森林带)
- 表 4.3 春小麦产量(长期平均值的百分比)随生长季气温变化(ΔT)和降雨量变化(ΔP)的反应 (帕拉索夫卡(Паласовка),伏尔加格勒地区)
- 表 7.1 在大范围变暖情景 I 下,2000 年全球谷物总产量的模拟结果
- 表 7.2 加拿大 AES 研究中所采用的全球变暖情景
- 表 7.3 加拿大 AES 研究中对总产量可能变化的估计
- 表 7.4 在变化的气候条件下假定的产量变化(%)
- 表 7.5 在气候变化三种情景条件下,国家或地区福利事业的变化
- 表 7.6 在气候变化情况下,粮食产量的情景

缩略语一览

- AES Atmospheric Environment Service (Canada)
大气环境局(加拿大)
- CCC Canadian Climate Centre
加拿大气候中心
- CFCs Chlorofluorocarbons
氯氟烃类
- CIAP Climate Impact Assessment Program
气候影响评估计划
- ENSO El Nino/Southern Oscillation
恩索,厄尔尼诺/南方涛动
- EPA Environmental Protection Agency (U. S.)
环境保护局(美国)
- ETS Effective Temperature Sum
有效积温
- FAO Food and Agriculture Organisation of the United Nations
联合国粮食与农业组织
- GCM General Circulation Model
大气环流模式
- GDD Growing Degree—Days
生长期积温℃
- GDP Gross Domestic Product
国内生产总值
- GFDL Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
地球物理流体力学实验室
- GHG Greenhouse Gases
温室气体
- GISS Goddard Institute for Space Studies
戈达德空间研究所

GNP Gross National Product
国民生产总值

IFIAS International Federation of Institute of Advanced Study
国际高级研究院所联合会

IFS International Futures Simulation
国际未来模拟

IIASA International Institute for Applied Systems Analysis
国际应用系统分析研究所

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change
政府间气候变化专门委员会

ITCZ Intertropical Convergence Zone
热带辐合区

NCAR National Centre for Atmospheric Research
国家大气研究中心(美国)

NDU National Defense University (U. S.)
国防大学(美国)

OSU Oregon State University
俄勒冈州大学

SWOPSIM Static World Policy Simulation
静态世界政策模拟

UKMO United Kingdom Meteorological Office
英国气象局

UNEP United Nations Environment Programme
联合国环境规划署

USDA United States Department of Agriculture
美国农业部

WMO World Meteorological Organisation
世界气象组织

中译本序

这本书于 1990 年初版,它直接源于政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 有关气候变化对农业可能影响的评估。作为这个评估的主要作者,我意识到,需要有大量的省略,才能把 50 位科学家 150 多篇论文的结果浓缩到不足 30 页的报告中。这本书作为 IPCC 评估的扩充,试图对我们目前与农业有关的气候变化方面的知识进行评述,其中必定要提到许多科学家的工作,以至难以逐一地列举他们的姓名。但是,在这里我还是要感谢我的夫人 Gynthia Parry 对全书的校核和所做的索引。

我很高兴周克前先生能把这本书译成中文,以飨中国读者。

Martin Parry

牛津

1993 年 7 月

目 次

插图与表格一览	VI
缩略语一览	IX
中译本序	XI
第一章 农业对气候的敏感性.....	1
第二章 气候的可能变化.....	9
第三章 评估气候变化影响的方法	22
第四章 对植物、土壤和病虫害的影响.....	34
第五章 对农业潜力的影响	55
第六章 对生产和土地利用的影响	79
第七章 关于全球粮食保障问题	93
第八章 对气候变化的适应.....	105
第九章 结论.....	112
进一步的读物.....	117
参考文献与注释.....	119
地名索引.....	134
后记.....	137

第一章 农业对气候的敏感性

引言

1990年,政府间气候变化专门委员会(IPCC)完成了它的有关温室效应的报告。IPCC是在世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署(UNEP)赞助下建立的,其任务是研究气候和海平面可能发生怎样的变化,这些变化可能有怎样的影响,以及应采取何种最适当的对策。对这三方面的问题,由IPCC的各个工作组分别进行了研究。第二工作组(影响组)认为,由温室气体(GHG)引起的气候变化将对农业产生重大影响,特别是对那些目前在技术上难以适应这种影响的脆弱地区,还可能发生极其严重的后果^[1]。本书旨在对IPCC报告中有关农业的部分进行更详细的讨论,包括对其结论的论证、同全球粮食保障有关的问题以及应采取的行动方针。

全球变暖

按IPCC的估计,如果GHG的排放继续以目前的趋势增长(即所谓“照旧行事”情景(“Business—As—Usual”Scenario)*),那末,到下一个世纪,全球平均温度将以每10年 $0.2\sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 的速率升高^[2]。在过去的一个世纪里,全球变暖相当明显,其数值在 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 之间。变暖主要集中在两个时段里,即:1920~1940年和1975年以后。在80年代,记录到6个最暖年。虽然变暖的幅度大体上同气候模拟的结果相一致,但是由于地球上的气候还有自然的变化,IPCC的科学家们并不认为他们已经检测到人

* 为了研究温室效应的变化,IPCC的第三工作组(对策组)对2100年前温室气体的排放提出了A、B、C、D四种假设的情景。其中情景A又称“照旧行事”情景,是最坏的一种情景,即能源仍以燃煤为主,利用效率的提高也很有限,热带森林继续被砍伐,农业上 CH_4 和 N_2O 的排放没有控制,有关CFCs的蒙特利尔议定书只在部分成员中得以执行,等等。

2 气候变化与世界农业

为气候变化的确切“信号”^[2]。

围绕这个问题的种种不确定性,将在下一章讨论。在这一章里,让我们概略地讨论一下气候是如何变化的,以及如果发生这种变化,对世界粮食供应最可能带来什么样的影响。

高纬度地区的变暖

GHG 导致的变暖效应,将在高纬度地区表现得更为明显^[3]。对此,意见是比较一致的。这样一来,可能会减少像目前那样对农业的某些温度限制,并可能提高生产潜力,在北美洲、欧洲和亚洲的北部地区尤其如此。然而,由于土壤和地形条件的制约,这些地区农业产量的提高实际上可能是有限的。况且,在高纬度地区所增加的生产潜力,也许还抵偿不了中、低纬度地区在生产潜力方面可能受到的重大损失^[4]。

季风降水的极向迁移

在一个更加温暖的地球上,由于海陆间气压梯度增大(这是因为在夏季风来到前,陆地比海洋变暖得更快),非洲和亚洲的季风降水将可能向极地方向伸展^[5]。如果发生这种情况的话(应强调指出,这还有很大的不确定性),那末,目前易干旱的地区,如非洲的萨赫尔(Sahel)地区和印度西北部,总降水量可能会增加。然而,所增加的降水可能主要是在较短的降水时段里以更强烈的暴雨形式出现。如果季风来到前的降雨(这对生长季开始时作物的出苗是非常重要的)减少,生长季就会缩短,那末,农业生产潜力也随之降低。此外,暴雨过多还会使洪涝和土壤侵蚀问题加剧。

作物水分有效性降低

对农业来说,预期的气候变化所带来的最重要后果可能莫过于实际蒸散量的增加,这主要归因于较高的大气温度和地面温度。即使在热带,温度的升高预期要比其它地区少,但是所引起的植物和土壤水分损耗率的增大仍然是不可忽视的。在雨季里,由于湿度较大和云量增多,水分损耗有所减少,但是到了旱季,水分损耗却会更大。

对这些预期气候变化的更多细节,包括有关的诸多不确定性,将在第二章中讨论;它所涉及到的农业方面,则在本书随后几章中讨论。然而,从一个方面来看,农业受气候可能变化的危害程度,既取决于未来气候如何变化,也同当今农业受天气危害的程度有关。下一节便讨论这方面的内

容。

最脆弱的地区

当今在世界上许多地区,农业产量常常受到气候的限制。这种情形大多是在发展中国家。降水不足使作物可利用的生长期缩短,乃是这些地区的主要气候限制因素。总的来说,在发展中国家,有63%的土地面积在气候上是适于雨养农业的,但这种有利的自然条件在不同地区之间有很大差别^[6]。在南美洲,适于雨养农业的面积高达85%,东南亚为84%,而在中美洲和非洲则分别为64%和53%。农业受气候限制最严重的是西南亚,这里17%的地区多山和寒冷,65%的地区极端干旱,只剩下18%的地区具有生产潜力^[6]。

因此,某些地区雨养农业的潜力基础本来就很薄弱,而且这种潜力还会因气候变化进一步降低,使得这些地区的粮食自给能力变得非常紧张。联合国粮食与农业组织(FAO)提出了那些在气候和土壤资源方面现在已不能满足当地人口需求的地区(见图1.1)。这里的土地面积占全球的22%,人口是全世界的11%。这些地区主要位于冷凉的热带(如南美的安第斯地区、北非的马格里布地区和西南亚的山区),萨赫尔地区和非洲之角,印度次大陆以及东南亚的部分大陆和岛屿。后面我们还将谈到,其中的某些地区,在未来可能发生的气候变化中,也许是最为危险的。

世界粮食体系的敏感性

其它一些易受气候变化影响国家,往往就是目前那些粮食净进口国,这些国家的国民收支平衡与否,在很大程度上要受世界粮价的左右。现在在有8个国家每年进口的谷物超过500万吨(见表1.1)。在这些国家中,苏联*和日本是最主要的进口国。但是,一些需要大量净进口的发展中国家可能是最脆弱的(如埃及、韩国、墨西哥)。

气候上特别有利或不利的变化,还会通过对现今粮食出口地区产量的潜在影响而左右粮食贸易的数量和价格。在世界粮食体系中,起到关键作用的只是少数几个粮食出口国。目前在世界上172个国家中,只有21个是谷物净出口国(表1.2)。1988年,在世界谷物总贸易中,美国、加拿大

* 本书原版写作时苏联尚未解体,故仍按原称翻译,下同。



图 1.1 粮食自给能力处于危急状态的地区



(取自:FAO,1984^[6])

6 气候变化与世界农业

和法国三个国家占 80%，而其中美国便独占了一半以上的出口（包括远超过一半的世界玉米贸易和四分之三的大豆贸易）^[7]。

表 1.1 主要的谷物净进口国 1988 年 (百万吨)

苏 联	34	墨西哥	6
日 本	28	伊 朗	5
中 国	17	意大利	5
韩 国	9	伊拉克	4
埃 及	8	沙特阿拉伯	3

取自:FAO,1988^[7]

表 1.2 主要的谷物净出口国 1988 年 (百万吨)

美 国	98	泰 国	6
法 国	27	丹 麦	2
加拿大	23	英 国	1
澳大利亚	15	南 非	1
阿根廷	10	新西兰	—

取自:FAO,1988^[7]

这些主要的粮食生产国,由于掌握大量的粮食储备而起到关键的作用,对世界粮食体系具有加倍的重要性。1988~1989 年度,美国、加拿大和欧共体几乎占有世界小麦和杂粮(玉米、高粱和大麦)储备总量的三分之一。美国则独占小麦储备量的 17%和玉米储备量的 47%^[8]。

此外,还应当注意到,世界粮食保障对天气变化具有怎样的敏感性。在一个好年景里,全世界的粮食产量大约能超过需求的 20%,但遇上歉收年,超出的部分则可能被抵消。例如,1987~1988 年度,世界小麦和杂粮储备达到 35300 万吨,即相当于 78 天的供应量,但在 1988~1989 年度,主要由于 1988 年美国玉米带和大平原发生干旱和热浪,致使小麦和杂粮的储备下跌到 24800 万吨,即相当于 54 天的供应量^[8]。美国一家的小麦储备从 1986~1987 年度的 4900 万吨减少到 1987~1988 年度的