

全球环境变化人文因素课题
温室气体统计及环境监管能力建设课题 共同资助

气候变化与中国 粮食安全脆弱区

VULNERABLE REGIONS OF
FOOD SECURITY AND CLIMATE
CHANGE IN CHINA

殷培红 著



中国环境科学出版社

气候变化与中国 粮食安全脆弱区

VULNERABLE REGIONS OF
FOOD SECURITY AND CLIMATE
CHANGE IN CHINA

殷培红 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

气候变化和中国粮食安全脆弱区/殷培红著. —北京: 中国环境科学出版社, 2010.12

ISBN 978-7-5111-0418-2

I. ①气… II. ①殷… III. ①气候变化—气候影响—粮食—问题—研究—中国 IV. ①F326.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 229933 号

责任编辑 周艳萍
责任校对 尹 芳
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
010-67112738 (编辑出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2011 年 1 月第 1 版
印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 10.25
字 数 215 千字
定 价 48.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序言

中国是全球气候变化及区域差异最明显的地区。作为世界粮食的生产大国和消费大国,中国的粮食安全问题以及气候变化对中国粮食安全的影响等问题一直是国际粮食安全研究、全球变化和区域安全研究的理论热点。《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020年)》指出,今后受全球气候变暖影响,我国旱涝灾害特别是干旱缺水状况呈加重趋势,可能会给农业生产带来诸多不利影响,将对我国中长期粮食安全构成极大威胁。特别是最近两三年,全球以及我国各种极端天气、气候事件频发,尤以今年为甚,多国出现粮食歉收甚至绝收。炎热和干旱天气造成德国、英国、波兰、匈牙利和法国北部的小麦产量降低;在中国,由于西南干旱、南北方洪灾,夏粮7年来首次减产;小麦出口大国俄罗斯宣布从8月15日起至年底禁止粮食及粮食产品出口。这些事件必将进一步提升各界人士关注气候变化与粮食安全的热度,并深刻地影响着近期的粮食供应和居民生活。同时,对决策者而言,也更加希望了解当前与未来哪些地区的粮食安全问题最突出?哪些地区是粮食生产适应气候变化的脆弱地区?这也正是本书研究的主题——粮食安全脆弱区的空间识别。通过辨识粮食生产对气候变化的脆弱区,将有利于区域粮食生产布局调整、提高粮食安全宏观调控政策的地区针对性,为科学决策提供依据,增强区域适应气候变化的能力。

本书利用1985—2004年全国2300个县(市)单产数据和730个基础站点的气温、降水数据,运用多种统计分析方法,重点研究了以下五个方面的内容。

1. 21世纪80年代以来中国粮食生产的社会经济条件发生了许多重大变化,为了了解目前粮食生产的空间分布特征,本书首先以人均粮食占有量划分了粮食供需平衡类型,描述了21世纪初中国粮食供需平衡的区域差异,为整个研究提供了基础背景。

2. “最大限度地稳定粮食供应”、“粮食获取能力的稳定性”是国内外粮食安全评价重要目标和内容之一。粮食产量波动是影响粮食价格波动的首要因素。为此,本书从粮食单产和粮食播种面积两个角度分别评价了中国粮食产量形成系统的稳定性,并在空间上识别出粮食生产稳定性小的区域,并划分了单产年际变化的空间型。

3. 在分析 1985—2004 年中国主要生长期的温度和降水变化以及其它季节性气候因子的气候变化类型及其区域差异的基础上,着重分析了粮食单产对关键气候因子气候波动变化响应的复杂性,运用相关系数法和协整检验方法,识别出中国粮食单产对气候变化的敏感区。

4. 依据历史典型灾年的气候条件,选取东北低温冷害、华北大旱等重大灾害建立假设情景,利用单产年际变化的空间型和单产—气候变化响应方程,分析了极端气候事件对中国粮食供需平衡的影响。

5. 从粮食生产和经济补偿能力出发,综合粮食供需、安全储备、地方经济实力等因素,构建了粮食安全脆弱性评价体系,将全国分为 6 个不同类型的粮食安全脆弱区,初步分析了气候变化与不同粮食安全脆弱区的关系。

本书是根据我在北京师范大学的博士学位论文修改完成的。借此,我要再次向那些在我攻读博士学位期间关心和帮助我的老师、同门师弟师妹们表示感谢。特别是要感谢我的博士生导师方修琦教授,多年来不仅仅是三年的博士研究生期间对我的指导与帮助。感谢我的学位论文答辩委员会王绍武先生、张兰生先生、邵雪梅研究员、任国玉研究员、王静爱教授将我的论文评定为“具有明显创新性的优秀博士学位论文”。还要感谢我的家人长期以来容忍我异常繁忙的工作生活,为我提供了宽松的学习、工作的生活氛围和条件。此外,还要感谢我的妹妹殷培芳在 SAS 软件程序编程、张学珍博士在多种工具软件使用方面给予的帮助。如果没有他们俩的技术支持,很难想象我这项基于大量数据的研究能否如期完成。最后,我还要感谢我现任职单位的领导夏光主任对我的鼓励和支持,也正是在夏主任的热情鼓励下,我才最终鼓起勇气将本研究公开出版。

我深知,中国粮食安全和气候变化是一个研究领域非常广泛、难度很大的跨学科问题。短短几年的研究也很难说是触及冰山一角,尚有许多问题值得继续深入研究,书中难免还有许多不足之处需要完善。诚恳希望有关专家和读者批评指正。

未来的气候变化仍然存在许多未知领域,对农业生产影响还存在相当大的不确定性,迫切需要我们深入探索一条可持续发展道路,去适应和减缓气候变化。希望本书的出版能够为此贡献一点微薄之力。

殷培红

2010 年 10 月

内容提要

本书主要利用 1985—2004 年全国 2 300 个县（市）的粮食单产数据和全国 730 个基础气象站点的逐月气温、降水数据，通过多种统计分析方法和综合指标评价方法，重点识别了粮食单产对气候变化的敏感区和粮食安全的脆弱区，分析其脆弱的原因，分析了不同极端气候变化情景对中国粮食单产和粮食供需平衡的影响，评估可接受产量波动水平及风险等内容，得到以下主要结论。

（1）1985—2004 年，中国气候变化区域差异明显。受人类适应活动的影响，粮食单产对气候变化区域响应情况十分复杂。1985—2004 年，全国有 38%~45% 的地区在 1994 年前后两个时间段内，单产和主要气候指标的波动项相关系数显著水平发生了明显变化。在单产与各气候指标具有长期互动关系（协整关系）的地区中，有 24%~35% 的地区相关系数符号发生显著变化。

（2）运用协整分析方法提高了气候变化敏感区的辨识能力，得到以下结论：第一，典型相关分析结果说明 4—10 月温度，其次 5—9 月降水是影响中国粮食单产空间分异的主导因素。第二，在 240 个单产趋势增加显著地区中，识别出 137 个地区的单产趋势增长与 4—10 月温度变化存在长期互动关系，主要分布在地势阶梯转换带以及长江沿岸等重要地理过渡带上。第三，在数据有效的 328 个地区中，有 41.6% 的地区粮食单产波动项对 4—10 月温度和 5—9 月降水两个气候波动项都敏感，主要集中在：①夏季风区与非季风区分界线和胡焕庸人口地理线之间的地区，常年缺粮区占优势，秦岭以北单产波动系数很高；②江西、浙江、福建，是余粮区和常年缺粮区并存、单产波动变化很小的地区；③吉林、辽宁东部、河南、安徽，粮食播种总面积的波动系数低，单产波动系数全国高，主要为受气候波动变化影响而产量不稳定的主要余粮区。这说明气候变化背景下中国粮食供应稳定性下降。

（3）从粮食获取能力和粮食安全保障阈值的角度，综合考虑粮食供需平衡、粮食安全储备、经济补偿能力等因素，构造综合评价指标——粮食安全保障的财政压力水平，以粮食安全保障费用不超过地方财政收入水平的 25% 作为可接受水平，共识别出 6 个不同类型的粮食安全区。在没有重大灾害事件发生和现有粮食播种面积不变的前提下，全国有 14.5% 的县（市）（1 级和 3 级粮食安全区）能够通过粮食生产或者经济补偿能力保障小康水平的粮食安全。全国 29.4% 的县（市）属于 2 级粮食安全区，其中 57% 的地区是中国的主要余粮区，约占全国主要余粮区中的 72%，因财政收入低、人口密度大，不能负担庞大的小康水平粮食安全储备费用。中国粮食安全最脆弱的地区（6 级区）占全国县（市）总数的 30%，不具备温饱水平粮食

生产能力和经济补偿能力,主要包括两类地区:①夏季季风区边缘地带的农牧交错带及秦岭地区,以及南方贫困的丘陵地区属于“资源型粮食短缺地区”;②广西、广东南部以及东部沿海等富裕地区属于“结构性粮食短缺地区”,过低的粮食自给率已影响到粮食安全应急保障能力。

(4) 气候变化对粮食安全的脆弱区和安全区都有影响。在 4 级和 6 级两个粮食安全脆弱区内,粮食单产对主要气候因子变化敏感的地区比例最高,约为 68%;在 1 级和 2 级两个粮食安全区内,单产对主要生长期温度变化敏感的地区比例分别占 20%和 22%。中国两大主要余粮区中,东北区粮食总产量最多的地区由平原中部气候变化非敏感区向两侧气候变化敏感区扩展;山东黄河沿岸、山东半岛东部和江苏南部等主要余粮区基本都是单产对气候变化的敏感区。近 20 年来粮食总产量和单产增加很快的内蒙古中部、甘肃、宁夏、云南东部和贵州等地区多数也属于温度和降水变化的公共敏感区。目前,中国的粮食生产“北移西扩”空间变化格局和气候变化敏感区的空间分布对应关系加大了粮食供需平衡的不稳定性和应对气候变化的风险。

(5) 根据极端气候事件对单产影响随机性强的特点,采用随机波动序列(差分序列)的回归分析法建立单产—气候变化响应方程,运用历史相似灾年情景设计方法估算假想受灾区域的单产平均减产幅度,以单产变化空间型(EOF 分解)的 328 个地区特征向量值作为比例系数估算全国其他地区的减产幅度,以近 10 年来农业气候最适宜年 2004 年的粮食总产量为标准,分析在气候暖期、现有技术和种植结构条件下极端气候事件对中国粮食供需平衡的影响。当长江沿岸地带、广东、云贵高原等主要粮食消费区普遍增产,全国除了河北中南部、河南北部、关中盆地等粮食主产区增产之外,其余绝大部地区与东北同时减产时,如果东北再次遭受类似 1957 年的新中国成立以来强度(距平值)最大的低温冷害,东北区大部分地区因灾平均单产减产 17.3%,全国粮食减产总量约占 2004 年中国粮食进口总量的 40%;如果华北平原区再次受到类似 1972 年百年不遇大旱的影响,造成山东、河南部分地区、安徽和江苏北部等地区平均单产减产 4.8%时,全国粮食减产产量约占 2004 年中国粮食进口总量的 15.3%。

Abstract

Based on the statistic agricultural data with a county resolution and monthly mean temperature and precipitation data at 730 national basic weather stations for the time period of 1985—2004, it is focused in this paper identify the susceptible and vulnerable regions to climate change, to assess impacts of extreme climate events on grain yield and the balance between supply and demand for grain in China, to and to assess the acceptable risk of grain shortage etc.. The following main conclusions can be drawn.

(1) Climate change and warming trends are obvious with remarkable regional differences in 1985—2004. The relationship between grain yield per unit sown-area and climate change shows very complex and uncertain. Correlation analysis shows the level of significant test has changed in 38%~45% of regions; The direction of Pearson correlation coefficients has changed before and after 1994 in 24%~35% of regions that grain yield per unit sown-area varies notably with climate change analyzed by Cointegration (EG-test) .

(2) The linearity trends of grain yield per unit sown-area have increased remarkably in most regions since 1985, especially in the northern China. Canonical Correlation Analysis (CCA) reveals that this kind of spatial pattern has high correlation with the change of temperature in April to October ($\alpha=0.01$) . The impacts of precipitation change are less than that of temperature change in corresponding period. Most notable yield-increased regions sensitively to the temperature change in April to October are located at the climate transition zones in China. The fluctuation of temperature, as well as that of precipitation, plays important roles on change of grain yield per unit sown-area.

(3) There are 41.6% of valid statistic regions that grain yield suspect to both the changes of temperature in April to October and precipitation in May to September analyzed by Cointegration (EG-test) . Most of them are distributed in the four regions, the largest one is between the borderline of summer monsoon and the sideline of Chinese population geography from Heihe City in Heilongjiang Province to Tengchong City in Yunnan Province.

(4) In recent 20 years, the main grain producing area continuously moves toward northern China and expands toward western China. Most of the regions are susceptible to climate change. The climate risk of grain production has been increasing whereas the

stability of the balance between supply and demand has been decreasing.

(5) Taking the threshold as acceptable level of revenue burden below 25% of local financial income, six types of food security have been identified in this paper based on the balance between supply and demand for grain, reserves for food security and food affordability etc.. About 14.5% of total counties and cities have in a certain stable ability to ensure food security at 400 kg per capita grain level, and lower risk of yield reduction. 72% of main grain-output regions could not afford huge reserves for food security because of the lowest local revenue and large population. The most vulnerable regions in food security in China are in 30% of total counties and cities, which can be divided into two sub-types of the grain-shortage region. One is natural resource domain with poor grain production conditions located in the marginal zone of summer monsoon and the hill areas in the southern China, and the other is industrial structure domain with the highest local financial income concentrated in the coastal regions in southeast China.

(6) Climate change impacted grain harvest not only in food security region but also especially in the vulnerable regions in food security. There are about 68% of regions that grain yield susceptible to climate change in the two types of vulnerable region in food security in China. The regions in the first two types of food security have much higher proportion of that grain yield per unit sown-area suspected to temperature change in April to October than the other types have.

(7) In the scenario of current warm period, agricultural technology, crops structure and grain-sown area, supposed that the low summer temperature as 1957 happened, the grain yield per unit sown-area would decrease by 17.3% in the Northeast China, and the loss of whole county would be in 40% of total grain import in 2004; supposed that the drought disaster as 1972 happened, the grain yield per unit sown-area would decrease by 4.8% in parts of North China, and the loss of whole county would be in 15.3% of total grain import in 2004.

目录

- 1 导论 1
 - 1.1 背景及意义 1
 - 1.2 国内外研究综述 5
 - 1.3 研究方案 27
- 2 21 世纪初中国粮食供需格局 36
 - 2.1 研究方法 36
 - 2.2 中国粮食供需平衡类型的空间格局 37
 - 2.3 中国粮食供需平衡的区域分异规律 40
- 3 区域粮食产量形成系统的稳定性评价 44
 - 3.1 中国粮食产量波动研究评述 44
 - 3.2 主要研究方法 46
 - 3.3 中国粮食生产的空间变化特征 54
 - 3.4 粮食产量系统稳定性的综合评价 61
- 4 粮食单产对气候变化的敏感性评价 70
 - 4.1 研究方法 70
 - 4.2 近 20 年中国气候变化的区域差异 78
 - 4.3 气候变化对中国粮食单产变化的主要影响 87
 - 4.4 粮食单产对气候变化的敏感性评价 93
- 5 极端气候事件对中国粮食供需平衡的影响 106
 - 5.1 研究方法 106
 - 5.2 东北低温冷害对中国粮食供需平衡的影响 111
 - 5.3 典型旱灾年景下的中国粮食供需平衡 114
 - 5.4 减产风险分析 115

6 粮食安全脆弱区的识别	117
6.1 研究方法	117
6.2 粮食安全脆弱性的区域差异及政策含义	124
7 主要结论与研究展望	135
7.1 主要结论	135
7.2 研究展望	140
参考文献	143

CONTENTS

1	Introduction.....	1
1.1	Research Background.....	1
1.2	Review on Related Researches.....	5
1.3	Research Framework.....	27
2	Regional Pattern of Grain Supply-demand in China in the 21st Century.....	36
2.1	Methods.....	36
2.2	Distribution of Pattern of Grain Supply-demand in China.....	37
2.3	Regional Characteristics of Grain Supply-demand in China.....	40
3	Assessment on the Stability of Grain Production System.....	44
3.1	Review on the Researches on the Stability of Grain Production in China	44
3.2	Methods.....	46
3.3	The Regional Differences of Grain Production Change in China	54
3.4	Integrated Assessment on the Stability of Grain Production System	61
4	Assessment on the Susceptivity of Grain Yield Per Unit Sown-Area to Climate Change	70
4.1	Methods.....	70
4.2	Regional Differences of Climate Change in China during 1985~2004.....	78
4.3	Impacts of Climate Change on Grain Yield Per Unit Sown-area	87
4.4	Assessment on the Susceptivity of Grain Yield Per Unit Sown-area to Climate Change	93
5	Impacts of Extreme Climate Events to the Balance of Grain Supply-demand in China	106
5.1	Methods.....	106
5.2	Impacts of Damage of Cool Summer in Northeast China	111
5.3	The Balance of Grain Supply-demand in the Scenario of Typical Severest Drought Disaster	114

5.4 The Risk of Crop Failure	115
6 Identification on the Vulnerable Regions in Food Security	117
6.1 Methods	117
6.2 Regional Differences of Vulnerability in Food Security and the Policy Implication	124
7 Conclusions and Discussion.....	135
7.1 Conclusions.....	135
7.2 Discussion and Projection on Forward Research.....	140
References	143

1 导论

1.1 背景及意义

1.1.1 背景

1.1.1.1 中国粮食安全面临的主要问题

粮食问题是关系国计民生的大事，在国民经济和社会发展中占有极其重要的地位，是国家发展和社会稳定的基础。中国是一个粮食的生产和消费大国，中国的粮食问题不仅影响全国的发展，也对世界粮食市场构成影响。自 20 世纪 90 年代以来，中国的粮食产业市场化政策、粮食供求关系和粮食生产格局都发生了巨大变化。中国仅用占世界 9% 的耕地（封志明等，2005）养活了世界 22% 的人口，实现了低消费水平下的粮食供应与需求的紧平衡（刘晓梅，2004）。虽然中国粮食生产取得了很大成就，但是粮食安全面临的一些问题不容忽视。

1) 自 20 世纪 90 年代以来，中国主要余粮区向环境变化敏感地区以及粮食产量波动大的地区集中，增大了自然风险对粮食生产的影响，供求平衡的稳定性降低（Fang Xiuqi, et al., 2005）

历史上形成的“南粮北调”的粮食生产格局，在 90 年代中期被“北粮南运”取代。1998 年，北方农区的粮食产量在全国粮食增加总量中占有的份额，由 1982—1985 年平均的 38.4% 上升到 1998 年的 69.4%（国家统计局，1999）。2000—2003 年，东北地区的小康水平总余粮量约占全国的 45.1%，华北平原生产全国 33% 的余粮。常年缺粮区主要分布在长江中下游以南地区、北方农牧交错带上。上述余粮地区大部分位于环境变化敏感地区。中国 1950—1990 年，东北地区粮食灾损率最高为 17.6%，其次是华北（郑景云和黄金火，1998）；中国北方地区的粮食单产减产风险程度最大（邓国等，2002）。中国粮食主产区粮食波动系数最大，尤其是东北三省（钟甫宁和邢鹂，2004）。粮食产量的波动程度是粮食供需平衡矛盾的主要方面，主要余粮区的粮食丰歉情况将直接影响到全国粮食供需平衡的稳定程度和粮食市场价格的稳定。

2) 中国粮食生产越来越多地受到水土资源的制约，粮食单产开始出现土地边际报酬递减现象

据国家统计局的全国统计数据显示，20 世纪 90 年代中后期开始，财政农业总

投入、财政三项科技费用、农业机械化总动力等方面的投入增多,每亩粮食生产成本上升,每亩减税收益下降,粮食单产增加不明显甚至下降。60年代中期到80年代中期,中国单位面积粮食产量以年均3%~5%的速度快速增长。1985—1993年单产年增加率降至1.7%(梁鹰,1996)。1998年粮食单产达到历史最高水平后开始出现下降趋势(刘晓梅,2004)。化肥施用总量对粮食单产水平提高也存在报酬递减趋势(刘泽良,1985;毛育刚,2001)。

作为世界上13个水资源最短缺的国家之一,中国的人均水资源量仅为世界的1/4(刘晓梅,2004),人均耕地灌溉用水只有世界平均水平的1/2,地区分布南北差异明显,中国的北方地区集中了全国64%的土地资源,但是水资源量却不到全国的18%(严瑞珍、程漱兰,2001)。特别是目前,中国主要的粮食生产区集中分布在北方,灌溉水资源紧张对单产增加的限制作用将更加突出。与此同时,随着中国工业化、城市化进程的加快,粮食播种面积不断下滑,耕地的非农使用现象越来越突出,导致用水、争地等矛盾日趋尖锐。农业生态环境破坏越来越严重,土地退化问题不容忽视。全国已有666个县的人均耕地数量低于FAO制定的 0.05hm^2 的耕地警戒线,其中有463个县低于 0.03hm^2 。如果耕地继续减少,到2030—2040年全国的人均耕地数量也将低于 0.05hm^2 (蔡运龙,2000)。

3) 气候变化对中国粮食生产影响显著

中国是一个农业气候资源丰富的国家,但又是一个农业气象气候灾害频繁的国家,素有“三岁一饥,六岁一衰,十二岁一荒”之说。冬夏季风的强弱和进退时间的迟早,往往出现旱、涝、低温、霜冻和干热风等多种农业气象灾害,严重地威胁着农业的稳产、高产(张养才等,1991)。近几十年来,中国自然灾害日益频繁,受害程度加重。因自然灾害粮食减产量占粮食总产量的比重由20世纪50年代的2.1%上升到90年代的5.0%(林善浪和张国,2003)。极端气候是造成中国农业大幅度减产和粮食产量波动的重要因素(刘明亮和陈百明,2000)。近50年来,中国北方干旱受灾面积扩大,南方洪涝加重。农业生产的不稳定性增加,局部干旱高温危害加重,春季霜冻的危害因变暖使作物发育期提前、抗旱性减弱而增大(国家气候变化评估报告(II),2006)。气候变化将使中国未来农业面临以下3个突出问题:①农业生产不稳定性增加,产量波动大;②农业生产布局和结构将出现变动;③农业生产条件改变,农业成本和投资将大幅度增加(秦大河,2002)。模拟结果表明:在 CO_2 倍增条件下,中国一熟制地区面积将由现在的62.3%减至39.2%,两熟制地区面积基本不变,将北移至目前一熟制地区中部,而三熟制地区由当前的13.5%提高到35.9%(Wang Futang, 1997)。气候变化国家评估报告(II)(2006)中指出:在现有的种植制度、种植品种和生产水平不变的前提下,到2030—2050年,由于气候变化和极端气候事件会使中国粮食生产潜力下降5%~10%,其中小麦、水稻和玉米三大作物产量最多可下降37%。

1.1.1.2 中国是全球气候变化及区域差异最明显的地区

中国独特的地理环境,使之成为全球环境变化比较明显的区域。据国际政府间

气候变化委员 (IPCC, 2001a) 第三次评估报告, 20 世纪全球地面平均气温上升了 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。过去 100 多年中国经历了与全球相似的变暖过程。根据中国国家气候变化评估报告 (I) (2006), 最近 100 年, 中国年平均地表气温明显增加, 升温幅度约为 $0.5 \sim 0.8^{\circ}\text{C}$, 略高于同期全球升温幅度平均值。20 世纪, 中国分别在 20~40 年代与 80 年代中期以后出现两个增暖期。这两个增温期的温度上升幅度大致相同, 并与全球及北半球平均状况一样。如果这种变暖的趋势继续持续下去, 预计到 2020 年, 全国年平均气温将增加 $1.3 \sim 2.1^{\circ}\text{C}$, 2030 年全国平均气温将上升 $1.5 \sim 2.8^{\circ}\text{C}$ 。

近 50 年中国增温尤其明显, 年平均地表气温增加 1.1°C , 增温速率为 $0.22^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 明显高于全球或北半球同期平均增温速率。北方和青藏高原增温比其他地区显著。中国西南地区出现降温现象, 春季和夏季降温尤为突出。长江中下游地区夏季平均气温也呈降低趋势。由于气温上升, 中国的气候生长期已明显增长, 青藏高原和北方地区增长更多 (国家气候变化评估报告 (I), 2006)。20 世纪 80 年代以来, 中国春季物候期提前了 2~4 天 (国家气候变化评估报告 (II), 2006)。1951—1999 年期间, 中国霜冻日数显著下降, 50 年缩短了 12 天, 霜冻日下降意味着生长期的延长, 同时病虫害也可能更容易发生。北方霜冻日减少趋势明显, 东部地区的变率大于西部地区, 华北中北部和西北东部的变率最大, 其次是东北西南部 (Zhai Panmao, Pan X H, 2003)。

近 100 年和近 50 年来, 中国年降水量变化趋势不明显, 但年际波动较大。近 20 年降水呈增加趋势。1990 年以来, 多数年份全国年降水量均高于常年。中国年降水量趋势变化存在明显区域差异。长江中下游和东南地区年降水量平均增加了 60~130mm, 西部大部分地区的年降水量也有比较明显的增加, 东北北部和内蒙古大部分地区的年降水量有一定程度的增加。但是华北、西北东部、东北南部等地区年降水量出现下降趋势。其中黄河、海河、辽河和淮河流域平均年降水量 1956—2000 年减少 50~120mm (国家气候变化评估报告 (I), 2006)。

总体上看, 中国的气温与降水变化是不同步的, 区域差异也十分显著。这些特征必然会使得中国粮食生产对气候变化的区域响应具有明显的复杂性, 气候变化对中国粮食供需总平衡的影响存在更多的不确定性。

1.1.1.3 全球气候变化的区域适应研究兴起

面对气候变化, 为了更好地应对气候变化带来的不利影响, 缓解气候变化可能带来的危害, 自 20 世纪 70 年代起, 国际上就气候变化可能造成的影响问题展开了广泛研究。在此过程中, 人们逐渐认识到: 全球变化是不可避免的; 全球变化的影响是全球变化的危害性与人类社会的脆弱性相互作用的结果; 全球变化对人类而言是危害与危机并存, 人类可以通过改变人类社会的脆弱性而规避全球变化带来的风险 (葛全胜等, 2004)。

在如何减小气候变化带来的不利影响 (消除威胁) 的对策研究方面, 自 20 世纪 70 年代开始的预防和阻止 (prevention) 对策的研究与实施, 80 年代的围绕减缓 (mitigation) 对策展开的“减排”方案研究和国际谈判等, 以及近些年开始普遍为

人们接受的适应气候变化的对策研究。目前,世界上许多国家,包括发展中国家,或是独立(如美国、加拿大、澳大利亚)或联合(如欧盟、加勒比海地区国家)开展了本国或地区对全球变化的适应性研究(葛全胜等,2004)。

IPCC 第二次评估报告中指出(R T Watson, et al., 1996)适应性可以是自发的也可以是规划的,它能够在实际过程中,付诸于实施以响应已发生的或者是预期的气候变化。IPCC 又于第三次评估报告(2001a)中进一步明确了“影响,适应性和脆弱性”的研究主题,强调加强全球变化适应性研究的必要性,并把人类社会对气候变化的脆弱性评价作为适应能力研究的重要部分之一。Burton (1998)认为“适应”是指在过程、措施或结构上的改变,以减轻或抵消与气候变化相关联的潜在危害,或利用气候变化带来的机会,它包括降低社会、地区和活动对气候变化的脆弱性。B Smit (1993)和 Smith. J B (1996)认为,“适应”人们为应对短期和长期的气候变化,以及极端灾害天气而采取的调整措施(包括经济结构的调整),这些措施将增强社会经济活动的生存能力,降低人类社会对气候变化的脆弱性。B Smit 和 J Wandel (2006)总结的4个气候变化适应研究的主要目的中有两个是关于脆弱性评价的。

1.1.2 选题意义

1.1.2.1 现实意义

(1) 在粮食供需紧平衡背景下,气候变化对中国粮食生产波动影响的研究对保证粮食供需平衡的稳定性,确保国家粮食安全具有重要意义。

(2) 在中国粮食需求压力不断增大,单产提高困难重重的困境下,充分利用当地气候资源,粮食生产适应当地气候变化,趋利避害,对于提高粮食单产、降低粮食生产成本、提高粮食供给能力具有特殊意义。

(3) 加强中国不同区域粮食产量形成系统对气候变化的脆弱性研究,可以提高不同区域应对自然突发事件和气候变化的适应能力。

(4) 在中长期粮食供需平衡研究中加强气候变化对中国粮食单产影响的定量分析,对国家制定合理的粮食储备数量、建立长期效应的粮食安全保障体系均具有重要意义。

(5) 对气候变化的脆弱性随区域差异而不同。不同区域的自然、社会系统的内在特征、资源条件和法规体系的不同,而具有不同的敏感性和适应能力(IPCC, 2001b)。加强粮食安全的脆弱性评价及区域差异研究,有利于区域粮食生产布局调整和提高国家粮食宏观调控政策的针对性,对于实现国家更高层次的粮食供需平衡具有战略意义。

1.1.2.2 科学意义

在国际自然科学和人文科学交叉研究中,全球环境变化与粮食保障系统