

气候变化对农业生产的影响及其适应

房世波¹ 韩国军¹ 张新时² 周广胜¹

(1 中国气象科学研究院生态环境与农业气象研究所, 北京 100081;

2 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093)

摘要: 基于国内有关研究, 综述了气候变化对我国农业气候资源和农作物种植结构影响的观测事实, 分析了气候变化中农业气象灾害时间变化趋势, 评述了未来气候变化对农作物生产的可能影响和适应策略。得出: (1) 中国大陆(西南地区除外)光温生产潜力呈明显增长趋势, 其中北方增幅大于南方, 气候变化对不同地区的不同作物的生产潜力影响不同。(2) 气温升高增加了各地的农业热量资源, 促进了复种指数增加和农业气候带向北向西推移, 喜温作物播种面积比例增加; 同时我国北方干暖化趋势, 南方洪涝灾害频发, 也引起不同地区的种植制度发生变化。(3) 气候变化背景下, 我国近50年来因气象灾害导致的农业受灾面积不断扩大, 农业经济损失逐年升高, 同时极端气候事件发生的频率和强度在加大, 增加了农业生产的风险。(4) 未来气候变化对我国农业生产有利有弊, 气候变暖将导致适宜作物种植和多熟种植的北界都将北移, 作物布局和品种熟制也将发生变化; 同时气候变化可能导致未来气象灾害更加频繁, 农业生产的不稳定性增加。(5) 基于已有的科学认识, 提出了优化我国农业种植制度、调整作物种植结构、加强农业基础设施建设和选育抗逆品种等农业适应气候变化策略。

关键词: 气候变化, 气候变暖, 农业气象灾害, 极端气候事件, 适应

引言

地球气候正在经历着以变暖为主要特征的变化过程, 根据1901—2000年和1906—2005年的温度线性趋势, IPCC最近两次评估报告分别得出过去100年来全球平均气温上升为 0.6°C ($0.4\sim 0.8^{\circ}\text{C}$) 和 0.74°C ($0.56\sim 0.92^{\circ}\text{C}$) 的结论^[1, 2]。同时, 气候变化背景下, 极端天气事件趋多趋强^[3, 4], 导致气象灾害发生频率、强度和区域分布变得更加复杂。气候变化对农作物生产已经产生了深刻影响^[5, 6], 本文综述国内气候变化对农业生产的影响文献, 综合分析气候变化对我国农作物生产的影响及其适应对策。

1 已有气候变化对农业气候资源和农业气象灾害发生的影响

1.1 气候资源和生产潜力变化

中国大陆(西南地区除外)光温生产潜力呈明显大幅度增长的趋势, 其中北方增幅大于南方^[7]。我国东北地区(黑龙江、吉林和辽宁三省)由于温度的明显上升, 作物的光温生产潜力和气候生产潜力呈不同程度的上升趋势, 松嫩平原玉米气候生产潜力递增趋势明显, 20世纪90年代气候生产潜力与50年(1951—2000年)来各年平均相比平均增加 $1057\text{kg}/\text{hm}^2$; 松嫩平原水稻气候生产潜力总体也呈递增趋势, 90年代气候生产潜力与50年各年平均相比平均增加 $787\text{kg}/\text{hm}^2$ ^[8]。山东省年气候变暖有利于生产潜力的提高, 冬小麦气候生产潜力总的变化趋势是波动性的上升^[9]。浙江省

1961—2002近42年来作物气候生产力的趋势系数为 $0.211\sim 0.603$, 气候生产潜力呈增加趋势, 尤其是20世纪90年代以来(1991—2002年), 随着气温的升高和降水量的增加, 浙江省植物气候生产力比平均值偏多 $1.7\%\sim 9.6\%$ ^[10]。

不同地区限制作物生长的气象因子不同, 气候变化对不同地区的不同作物的生产潜力影响也不同。在东北地区温度是主要限制因子, 研究得出温度变化对水稻的气候生产潜力影响最大, 其次为玉米, 大豆对温度变化的敏感性最小^[8]。我国北方冬麦区1961—2004年光合生产潜力呈下降趋势, 而光温生产潜力和气候生产力均呈上升趋势, 日照时数的减少是光合生产潜力降低的主要原因, 温度升高是导致光温生产潜力增加的主要原因^[11]。而西部干旱区主要受水分条件影响显著, 关中平原90年代气温升高导致农田光温生产潜力增加, 降水量的减少导致气候生产潜力减少^[12]。

1.2 农业气象灾害变化

我国是世界上遭受气象灾害影响最严重的国家之一, 气象灾害每年造成的损失占整个自然灾害损失的70%左右, 造成的直接经济损失占国民生产总值的3%~6%^[13, 14]。在全球气候变化背景下, 天气和气候极端事件发生的频率和强度在加大^[15]。20世纪50年代以来, 我国农作物由于极端气候事件的影响受灾、成灾面积日益扩大。我国农业受灾面积、经济损失、农业粮食损失变化见图1(根据文献[16]修改), 可以看出近50年来气象灾害导致的农业受灾面积不断扩大, 粮食减产量逐年增加, 农业经济损失逐年升高。

收稿日期: 2011年5月30日; 修回日期: 2011年7月29日

第一作者: 房世波(1974—), Email: sbfang0110@163.com

资助信息: 全球变化研究国家重大科学研究计划

(2010CB951300)

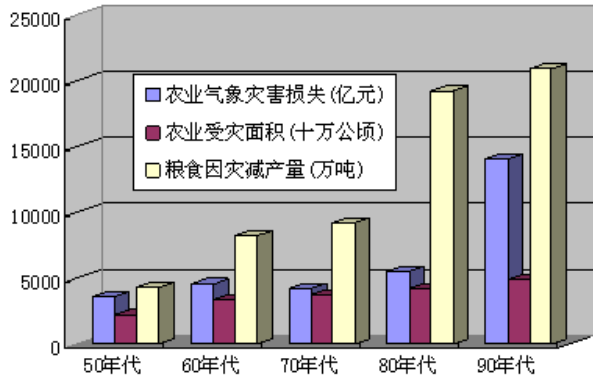


图1 1950—2000年以来我国农业气象灾害受灾损失、作物受灾面积和粮食减产趋势

2 气候变化对主要粮食作物种植结构影响的事实

2.1 主要粮食作物种植结构的变化

中国农业种植结构的分布主要是由自然条件决定的，而其分布的变化除了受经济行为的影响外主要受气候变化影响。

气温升高增加了各地的农业热量资源，促进了复种指数增加和农业气候带向北向西推移。气候变暖使各地的潜在生长季有所延长， $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温有所增加，双季稻种植北缘由原先的 28°N 推进到 $31^\circ\text{—}32^\circ\text{N}$ 地区，稻麦二熟由原先的长江流域推进到华北平原的北缘（ 40°N ）^[17]；华北地区两年三熟制已改为冬小麦—玉米一年平播两作^[18]；我国冬小麦种植北界（长城沿线）与我国20世纪50年代所确定的冬小麦种植北界（长城沿线）相比，从大连（ $38^\circ 54' \text{N}$ ）推移到了抚顺—法库—彰武—线（ $42^\circ 30' \text{N}$ ）^[19]，北移了近4个纬度，这些导致我国复种指数逐年增加，有效地促进了粮食增产，50年来我国复种指数增加和粮食产量关系见图2（引自文献[20]）。

随着热量增加，喜温作物播种面积比例增加。我国气候变暖最为显著的区域东北三省1980年水稻面积仅 84.88万hm^2 ，到2002年水稻面积达 278.69万hm^2 。在20年内，面积扩大 193.81万hm^2 ，2000年水稻面积占全国水稻面积的9.88%，总产占全国水稻总产的9.72%^[21]。甘肃省因气候变暖使喜热作物棉花和玉米的种植面积迅速扩大^[22]，棉花种植海拔高度提高100m，其主产区河西走廊的种植面积比20世纪80年代扩大了7倍^[23]，喜温作物玉米、谷子等作物种植面积也有所扩大，复种指数提高^[24]。气温增加明显，越冬作物冬小麦、冬油菜西伸北扩，冬小麦的种植海拔高度超越 2000m ^[25]。

我国北方干暖化趋势明显，南方洪涝灾害频发，不同地区的种植制度也随之发生变化。甘肃近些年玉米及马铃薯种植面积有所增加，小麦播种面积有所下降，是农民适应干暖气候特点而自觉调整了作

物种植比例^[26]；甘肃省中部半干旱地区，干旱灾害发生频率非常之高，小麦产量低而不稳，而耐旱作物糜、谷、马铃薯、胡麻、豆类等作物的种植面积迅速扩大^[27, 28]。在洪灾胁迫下，地跨湖南和湖北的两湖平原，通过发展早熟早稻品种与迟熟晚稻组合搭配错开洪涝高峰期，部分实现了农业避洪减灾^[29, 30]。

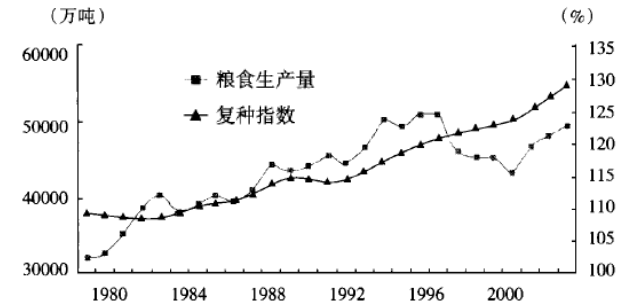


图2 1980—2006年我国复种指数和粮食产量变化趋势图(引自文献[20])

2.2 盲目改变农业种植制度和引种对粮食生产造成了影响

气候变暖为我国多熟种植制度的增加带来了可能。但气候干暖化会使作物的可利用水资源量减少，同时极端气候事件发生的频率和强度在加大，增加了种植制度改变的风险。盲目的没有科学论证的种植制度，极易给粮食生产带来严重灾害。

例1：由于全球气候变暖，东北地区多数年份无霜期延长，黑龙江和吉林省一些农业科研、技术推广单位试种生育期长的玉米品种并获得高产，在此推动下，两省多数地区玉米种植品种的生育期越来越长，使越区种植现象越来越普遍，造成玉米的生育期超过当地的无霜期，不能安全成熟的现象。1999年，吉林省初霜期较常年提早一周左右，致使全省玉米平均含水量达26%，等外玉米占玉米产量的17%^[31]。

例2：由于气候变暖，我国的黄淮冬麦区、长江中下游冬麦区与西南冬麦区等我国小麦主产区推广的春性品种的比例显著提高，小麦品种的春性过强、抗寒能力差，遇到不强的低温也极易造成冻害或寒害。尤其是2004年小麦良种补贴项目开始实施以后，一些地区不适当地推广春性较强的小麦品种造成冻害，已经引起多起群众集体上访事件，严重影响了地区的稳定与发展^[32]。

例3：1990年前后，湖北天门市从湖北三峡库区引种蜜橘，然而蜜橘最怕冻害，经统计发现，某些温度指标在天门市多数年份都不能满足。1993年冬季江汉平原发生了一次大范围低温冻害过程，天门蜜橘一夜之间几乎全部被冻死，造成了普遍性经济损失，这都是预先没有从气候学角度进行科学论证而盲目发展

新品种的结果^[33]。

3 未来气候变化对农业的可能影响

3.1 未来气候变化对农业气候资源 and 生产潜力的影响

气候变暖将影响气候资源的时空分布，在HadCM2 GX（英国哈德莱中心的一种集合结果的强迫方案）条件下，气候变化将明显增加中国东北地区的土地生产潜力，2020s，2050s，2080s中国东北地区的土地生产潜力将分别比现在增加16.0%，24.9%，36.8%；“雨养”条件下将分别增加12.1%，10.1%，35.3%；相反，气候变化也将明显减少中国华南、西藏地区的土地生产潜力^[34]。

3.2 未来气候变化对主要粮食作物产量和品质的影响

气候变化对农作物产量影响有利有弊。气候变化改变了水热条件，促进了作物复种指数的变化和作物种植制度的变化，气温升高促使复种指数增加对粮食增产有益，尤其在温度为限制因子的我国北方地区。在现有的种植制度、种植品种和生产水平不变的前提下，在CO₂加倍的条件下，到2030年由于气候变暖的影响，全国主要农作物总产量将平均减少5%~10%左右，其中小麦、玉米和水稻三大粮食作物均以下降为主^[35]。另外，最新的研究认为温度对某些作物产量影响是非线性的，当温度高于关键温度后其产量可能会迅速下降^[36]。气候变化同时也会对农作物产品品质产生影响。在CO₂浓度升高的情况下，作物吸收的C增加、N减少，体内C/N比值升高，蛋白质含量将降低，从而使作物品质降低^[37]。

3.3 未来气候变化对种植制度的影响

研究表明，中国年平均气温增加1℃，≥10℃积温的持续日数平均延长15天，适宜作物种植和多熟种植的北界都将北移。由合成GCM模式模拟的2050年气候变化情景下我国不同作物种植制度分布面积的可能变化得出，一熟种制由当前的63%下降为34%，二熟种制由24.2%变为24.9%，三熟种制由当前的13.5%提高到35.9%^[38]。目前大部分两熟制地区将会被不同组合的三熟制所替代，两熟制地区将会北移到目前一熟制地区的中部，三熟制的北界将明显地由目前的长江流域北移到黄河流域^[39]。值得注意的是，以上关于多熟种制范围变化的分析是在仅仅考虑热量条件的基础上进行的，但考虑气候变化对我国水分条件可能的不利影响，多熟种制范围的变化将受到很大的限制。

气候变暖后，作物布局和品种熟制也将发生变化。华北目前推广的冬小麦品种（冬性品种），因冬季无法经历足够的寒冷期而不能满足春化作用对低温

的要求，将不得而被其他类型的冬小麦品种（半冬性和春性品种）所取代。较耐高温的水稻品种将在南方占主导地位，而且还将逐渐向北方稻区发展。东北地区玉米的早熟品种逐渐被中、晚熟品种取代^[35]。

3.4 未来气候变化对农业气象灾害和病虫害的影响

未来农业气象灾害会更加频繁，农业生产的不稳定性加大，农业在气候变化下变得更加脆弱。华北和华东春末高温干热风近50年发生频率和强度呈增加趋势^[40]，未来气候变暖干热风影响将更加严重，干热风可影响小麦授粉、灌浆过程，导致小麦减产10%~20%^[41]；江南、华南高温可能导致水稻灌浆不足而减产，而黄淮海地区暴雨引发的持续洪涝灾害和连阴雨天气可导致棉花生长受阻^[42]。总体而言，气候变化对农业生产的影响利弊并存，但以负面影响为主。土壤有机质分解速率随温度而加强，很多全球气候变化模型都显示全球变暖将导致土壤中碳的损失^[43-45]，Kirschbaum^[46]综述了土壤碳库对全球变暖响应的研究，认为在气候变暖条件下，温度每升高1℃，土壤有机碳损失10%或更高，有机质的快速消耗加速了C循环过程，增加了CO₂释放速率，进一步加剧温室效应，是对气候变暖的负反馈。

气候变暖病虫害发生的地理范围将扩大。由于温度直接影响病虫害的生长发育及其危害能力，因此温度的变化及其分布也直接影响病虫害的发生流行及其地域分布^[47]。受热量限制的病虫害向高纬度地区扩散，而中纬度地区病虫害加重，病虫害爆发频率逐年提高，气候变暖可使粘虫越冬北界北移约3个纬度、稻飞虱越冬北界北移约2.5~3.5个纬度，粘虫、草地螟、稻飞虱繁殖代数增加^[48]。无论是小麦、水稻、玉米、大豆等粮食作物，还是蔬菜、果树等园艺作物，其病虫害都呈加重态势，种植结构单一加大了病虫害的发生，温度高还为各种杂草的生长提供了优越的条件，因此，气候变暖可能会导致虫害的流行和杂草蔓延，目前，我国农业因病、虫、草害造成的损失约为农业总产值的20%~25%^[42]。

4 科学应对气候变化，保障我国粮食安全

应对全球气候变化，规避极端气象和气候灾害风险，农业产业结构和种植制度调整将面临一个新的课题。气象观测年序列增长、气候变化或短期气候异常也迫使人们重新认识一个地区的农业气候资源，需要修改以往利用较少年数资料得到的气候资源的农业分析和区划结果；改变以往仅考虑热量和最低温时间来确定作物种植界线的做法，进而需要考虑气候变暖和变干的趋势给气候资源带来的影响，为了充分利用热

量资源和保证水分的可持续利用，并需要兼顾考虑气象灾害风险，我们迫切需要对作物配置和种植制度进行重新分析和规划，减少风险，增加效益。

4.1 优化我国农业种植制度

优化种植制度是适应气候变化最重要的且能立竿见影的技术手段。利用我国长时间序列的加密气象观测数据，分析我国以及我国不同区域的气候变化趋势，分析未来气候变化对农业的可能影响，分析当前气候变化和未来气候变化对光、热、水资源重新分布和农业气象灾害分布格局的影响，充分利用气候变化带来的热量资源增加、复种指数增加等优势，规避高温热害、干热风、干旱等气候变化带来的不利因素，进而改进作物布局，科学的调整种植制度，趋利避害，减缓气候变化的不利影响，保证粮食生长的高产稳产。

4.2 调整作物种植结构（趋利避害）

合理调整作物种植结构可以趋利避害，合理利用气候资源而规避气候变化带来的风险。例如甘肃近些年玉米及马铃薯种植面积有所增加，小麦播种面积有所下降，调整了作物种植比例而提高了当地农民收入；而在洪灾多发的两湖平原，通过发展早熟早稻品种与迟熟晚稻组合搭配错开洪涝高峰期，部分实现了农业避洪减灾。可见合理调整作物种植结构可以减少气候变化的负面影响，由于我国气候类型多样，应该开展适应当地气候变化的作物种植结构研究，调整种植结构，研究和探索适合当地气候条件的种植结构，促进农业增产增收。

4.3 加强农业基础设施，提高农业抗灾能力

加强农业基础设施和农田基本建设。开发高效灌溉和节水技术，扩大灌溉面积；强化综合防治气象灾害的工程设施建设，科学地推进农业现代化的进程，从而增强农业的生产能力和抵御灾害风险的能力。

4.4 发展现代生物技术，选育抗逆品种

发展生物技术是重要的应对策略。选育适应气候变化的新品种。要加强光合作用、生物固氮、生物技术、抗御逆境等生物控制技术开发，培育抗逆性强、高产优质的作物品种是最根本的适应性对策之一。然而作物育种周期较长，需要长期持续的研究推进。

参考文献：

[1] IPCC. IPCC Third Assessment Report: Climate Change, 2001 (TAR). <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/index.htm>.
 [2] IPCC. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change, 2007(AR4). http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm.
 [3] 马宗晋, 高庆华. 中国第四纪气候变化和未来北方干旱灾害分析. 第四纪研究, 2004, 24(3): 245-251.
 [4] 钱维宏, 符娇兰, 张玮玮. 近40年中国平均气候与极值气候变化的概述. 地球科学进展, 2007, 22(7): 673-684.

[5] 房世波, 谭凯炎, 任三学, 等. 夜间增温对冬小麦生长的影响. 中国农业科学, 2010, 43(15): 3251-3258.
 [6] 房世波, 沈斌, 谭凯炎, 等. 大气(CO₂)和温度升高对农作物的影响. 中国生态农业学报, 2010, 18(5): 1116-1124.
 [7] 章基嘉, 徐祥德, 苗俊峰. 气候变化及其对农作物生产潜力的影响. 气象, 1992, 18(8): 3-7.
 [8] 周光明. 松嫩平原作物气候生产潜力分析及其气候变化响应. 黑龙江农业科学, 2009 (5): 35-37.
 [9] 李长军, 刘焕彬. 山东省气候变化及其对冬小麦生产潜力的影响. 气象, 2004, 30(8): 49-53.
 [10] 毛裕定, 苏高利, 李发东, 等. 气候变化对浙江省植物气候生产力的影响. 中国生态农业学报, 2008, 16(2): 273-278.
 [11] 宁金花. 气候变率和变化对中国北方冬小麦气候生产力的影响. 南京信息工程大学硕士论文, 2008.
 [12] 刘引鸽. 关中平原土地利用及农业气候生产潜力分析. 水土保持研究, 2005, 12(6): 21-22, 49.
 [13] 李泽椿. 我国的气象灾害及科学防灾减灾. http://english.cma.gov.cn/jw/gk/yingji/t20080423_232437.phtml.
 [14] 翟盘茂, 王萃萃, 李威. 极端降水事件变化的观测研究. 气候变化研究进展, 2009, 3(3): 144-148.
 [15] 丁一汇, 张锦, 宋亚芳. 天气和气候极端事件的变化及其与全球变暖的联系. 气象, 2002, 28(3): 3-7.
 [16] 周京平, 王卫丹. 极端气候因素对中国农业经济影响初探. 现代经济, 2009, 8(7): 142-145.
 [17] 章秀福, 王丹英. 我国稻—麦两熟种植制度的创新与发展. 中国稻米, 2003, 2: 3-5.
 [18] 江爱良. 中国40年来气候变化的某些方面及其对农业的影响, 气候变化对中国农业的影响. 北京: 科学出版社, 1993.
 [19] 郝志新, 郑景云, 陶向新. 北京气候变暖背景下的冬小麦种植北界研究. 地理科学进展, 2001, 20(3): 254-261.
 [20] 汪涌, 王滨, 马仓, 等. 基于耕地面积订正的中国复种指数研究. 中国土地科学, 2008, 22(12): 46-52.
 [21] 李克勤. 东北三省水稻生产概况、经验及启示. 中国稻米, 2004, 6: 15-16.
 [22] 刘德祥, 董安祥, 梁东升, 等. 气候变暖对西北干旱区农作物种植结构的影响. 中国沙漠, 2007, 27(5): 831-836.
 [23] 周震, 王鹤龄, 李耀辉. 甘肃河西地区棉花生长对气候变暖的响应及对策研究. 中国棉花, 2006, 33(11): 17-18.
 [24] 邓振镛, 张强, 徐金芳, 等. 全球气候变暖对甘肃农作物生长影响的研究进展. 地球科学进展, 2008, 23(10): 1070-1078.
 [25] 杨晓光, 刘志娟, 陈卓. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响 I. 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析. 中国农业科学, 2010, 43(2): 329-336.
 [26] 杨小利, 姚小英, 蒲金涌, 等. 天水市干旱气候变化特征及粮食作物结构调整. 气候变化研究进展, 2009, 5(3): 179-184.
 [27] 邓振镛, 张强, 韩永翔, 等. 甘肃省农业种植结构影响因素调整原则探讨. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 126-129.
 [28] 姚小英, 邓振镛, 蒲金涌, 等. 甘肃省糜子生态气候研究及适生种植区划. 干旱气象, 2004, 22(2): 52-56.
 [29] 王德仁, 陈苇. 长江中游及分洪区种植结构调整与减灾避灾种植制度研究. 中国农学通报, 2000, 16(4): 1-8.
 [30] 陶建平, 李翠霞. 两湖平原种植制度调整与农业避洪减灾策略. 农业现代化研究, 2002, 23(1): 26-29.
 [31] 蒋相梅. 东北地区控制玉米越区种植取得明显成效. 中国农业信息快讯, 2001, 1(8): 8-9.
 [32] 林而达. 气候变化与减灾. 中国减灾, 2008, 3: 16-17.
 [33] 赵建平, 帅文卫. 天门市农业产业结构调整中的气候问题初探. 湖北气象, 2002, 4: 33-34.
 [34] 唐国平, 李秀彬, Guen ther Fischer, 等. 气候变化对中国农业生产的影响. 地理学报, 2000, 55(2): 129-138.
 [35] 气候变化国家评估报告编写委员会. 气候变化国家评估报告. 北京: 科学出版社, 2007.
 [36] 谭凯炎, 房世波, 任三学, 等. 气候变化中的非对称性增温对农作物生长的影响. 应用气象学报, 2009, 20(5): 634-641.
 [37] 高素华, 王春乙. CO₂浓度升高对冬小麦、大豆籽粒成分的影响. 环境科学, 1994, 15(5): 24-30.
 [38] 张厚. 中国种植制度对全球气候变化响应的有关问题——I 气候变化对我国种植制度的影响. 中国农业气象, 2000, 2(1): 9-13.
 [39] 王馥棠. 近十年来中国气候变暖影响研究的若干进展. 应用气象学报, 2002, 12(6): 755-765.
 [40] 邓振镛, 张强, 倾继祖, 等. 气候暖干化对中国北方干热风的影

- 响. 冰川冻土, 2009, 31(4): 664-671.
- [41] 李赛. 干热风袭击北方冬麦区. 中国气象报. 2007-5-10. <http://www.envir.gov.cn/info/2007/5/510116.htm>.
- [42] 熊伟. 气候变化“威胁”中国农业. 农经, 2009, (7): 58-59.
- [43] Sundquist E T. The global carbon dioxide budget. Science, 1993, 259: 934-941.
- [44] Kevenbolden K. Gas hydrates-geological perspective and global change. Review Geophysics, 1993, 31: 173-187.
- [45] McKane R B, Rastetter E B, Shaver G R, et al. Climatic effects on tundra carbon storage inferred from experimental data and a model. Ecology, 1997, 78: 1170-1187.
- [46] Kirschbaum M U F. The temperature dependence of soil organic matter decomposition, and the effect of global warming on soil organic C storage. Soil Biology and Biochemistry, 1995, 27: 753-760.
- [47] Drake V A. The influence of weather and climate on agriculturally important insects: An Australian perspective. Australian Journal of Agricultural Research, 1994, 45(3):487-509.
- [48] 李淑华. 气候变化对中国农业病虫害的影响. 北京: 北京科学技术出版社, 1993.

Climate Change Affects Crop Production and Its Adaptation

Fang Shibo¹, Han Guojun¹, Zhang Xinshi², Zhou Guangsheng¹

(1 Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081 2 Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

Abstract: Based on relevant domestic research, the paper gives an overview of the observed facts of climate change impacting on agro-climatic resources and crop planting structure, the detected trends in frequency and intensity of agro-meteorological disasters, and the potential impacts and adaptation strategies for the future of climate change on crop production. It shows that: (1) Light and temperature productivity have an increasing trend on China's mainland (except southwest). They tend to increase to a greater degree in the north of China than the south of China. Climate change has different roles on potential productivity among different crops or in different regions of China. (2) Higher temperature increases the heat resource for crop growth, enhances the multiple cropping index, pushes the agro-climatic zone northward and westward, and increases the proportion of thermophilic crops' sown areas. The dry warming trend in northern China and southern flood disasters have also resulted in the change of the cropping system to some extent. (3) The meteorological disasters expand agricultural disaster areas which have led to increasing agricultural economic losses year by year in China in the recent 50 years. They increase the risk of crop production with the frequency and intensity of extreme weather events. (4) They would have pros and cons of the future climate change impact on China's crop production. Warming will lead to the northern boundary of multi-cropping northward, and induce the change of crop varieties and cropping layout. Weather disasters will be more and more frequent in future, which would increase the instability of crop production. (5) Based on the existing scientific knowledge, strategies for crop plant adaptation to climate change are proposed, optimizing our farming system, crop planting structure adjustment, strengthening the crop plant infrastructure, as well as cultivating new stress-resistant crop varieties.

Key words: climate change, global warming, agricultural meteorological disasters, extreme weather events, adaptation

下期要目

- ◆ 阳江第八届国际探空比对综述
- ◆ 季节气候预测的进展和前景
- ◆ 从“气候”到“全球气候系统”概念的发展
- ◆ 强对流天气的多普勒天气雷达探测和预警
- ◆ 气象卫星数据资料共享服务现状分析
- ◆ GIS在民航气象业务系统中的应用研究