

1990年以来中国小麦农业气象灾害时空变化特征

张朝¹, 王品¹, 陈一¹, 张帅², 陶福禄², 刘晓菲¹

(1. 北京师范大学 地表过程与资源生态国家重点实验室/减灾与应急管理研究院, 北京 100875;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 利用1991-2009年中国农业气象站点记录的灾害及物候资料, 首先对小麦各类气象灾害发生的频次及所在生长发育期进行了时空特征分析; 然后通过对比较暖10年(2000-2009)与其前10(1990-1999)年两个时期的灾害时空变化特点, 探讨气候变化对灾害发生的影响。结果表明: 干旱是小麦发生频率最高的灾害类型, 其发生频率高达79.21%, 冰雹、干热风、大风、连阴雨等灾害类型也在小麦生产过程中有较多发生。气候变化背景下, 小麦典型气象灾害发生频次有所增加, 并且主要发生在生殖生长期。空间上, 灾害类型增加较为明显的有: 山东半岛的干热风、西北地区东部的干旱、暴雨及冰雹。分析表明: 不同灾害种类的发生及变化的空间分布与中国气候变化特征有很强的关系。

关键词: 小麦; 农业气象灾害; 干旱; 气候变化; 高温热害

DOI: 10.11821/dlxb201311001

我国是农业大国, 提高粮食生产能力、确保国家粮食安全, 始终是我国各个发展阶段的重要任务。然而我国又是世界上自然灾害最为严重的国家, 加之农业科技水平尚待提高, 农业气象灾害的频繁发生严重影响着我国粮食安全。据统计, 我国每年农业受灾面积达50000~70000万亩, 占农作物总播面积的30%~35%, 因灾粮食损失占全国粮食总产量的8%~10%^[1], 给我国农业带来巨大损失。

在当今气候变化的背景下, 各种灾害的发生频次有显著上升, 农业气象灾害及其影响也越来越多地受到人们的关注。早在1983年, 张养才就分析了中国农业气象灾害的特征, 并对其成因及类型进行了介绍^[2]; 2005年开始, 国家气象局开始出版《中国气象灾害年鉴》对前一年各地气象灾害的发生和损失情况进行整理, 我国学者也就不同区域内的农业气象灾害发生、影响及预测等方面进行了许多卓有成效的研究。如, 卢丽萍等^[3]以及房世波等^[4]利用省级及以上统计数据分析了我国主要农业气象灾害对农业生产的影响并进行了空间特征分析。针对极端温度对作物产量影响的研究也陆续开展^[5-7]; 此外, 对于不同地区的干旱、洪涝以及小麦干热风等灾害类型也有广泛研究^[8-13]。然而, 以上研究多是要么基于省级统计年鉴资料, 要么针对局地灾害发生及其影响进行统计, 或者根据某种灾害指标进行趋势分析, 尚没有基于详细的多灾种记录的全国性综合分析报道。因此, 特别需要详细分析我国实际农业气象灾害的时空特征、主要灾害所发生的发育时期以及灾害频次的变化, 了解在气候变化大背景下, 我国主要农业灾害风险变化的新特点。

玉米、小麦和水稻是我国最重要的三大粮食作物, 播种面积约占粮食播种总面积的

收稿日期: 2013-02-25; 修订日期: 2013-07-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071030); 中央高校基本科研业务费专项资金; 国家重大科学研究计划(2012CB955404) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41001057; Fundamental Research Funds for the Central Universities; The National Basic Research Program of China, No.2012CB955404]

作者简介: 张朝, 副教授, 研究方向为全球变化、气象灾害和粮食安全。E-mail: zhangzhao@bnu.edu.cn

通讯作者: 陶福禄, 研究员, 中国地理学会会员(S110008518M), 方向为农作物模型和全球变化与区域农业生产。

E-mail: taofl@igsnrr.ac.cn

75%，也是我国每年因灾损失最多作物^[14]。其中，水稻普遍栽种于我国南方地区，其农业气象灾害发生特征已由Tao等进行了总结^[15]。小麦是世界上总产量第二的粮食作物，也是我国北方地区居民的主食，统计数据显示，2011年我国小麦播种面积达到2427万公顷，占我国粮食作物播种总面积的21.9%，以冬小麦为主。小麦在我国大部分地区均有种植，全国可以划分为北方冬麦区、南方冬麦区和春麦区3个主区，集中产区位于东北、西北-华东北部片区及和西南东北部地区。小麦产量波动受气候条件影响非常明显，蔡剑和姜冬^[16]针对北方麦区和黄淮海麦区连续的干旱和灌浆后期频发的“干热风”、长江中下游冬麦区灌浆期的“高温逼熟”以及长江中下游麦区和黄淮麦区南部地区越来越频发的连续阴雨天及强降雨等频繁发生的灾害事件，总结了高温、干旱、渍水等灾害对小麦的影响，指出了其对中国小麦生产发展产生了巨大的负面效应。近年来气候变化对我国大部分地区的天气气候状况都有一定影响，小麦灾害事件发生的地点、频次等也有所变化。针对以上情况，本文就1990-2009年小麦的农业气象灾害发生情况进行研究，通过分析其发生的时空差异及其作用的作物生长阶段，对近几十年来小麦农业气象灾害变化特征的较全面认识。

1 数据与方法

农业气象灾害数据来自中国气象局收集整理的《中国农业气象灾情旬值数据集》，由中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/home.do>)获得。数据集包含了1991-2009年我国农业气象台站观测的农业灾情旬月报报告，是根据中国农业气象台站上报的农业气象旬月报报文资料整理而得。该数据集包括全国588个农业气象站逐旬发生的农业气象灾害名称、受害作物、灾害发生日期、受害程度、灾害强度、受害面积以及受害百分比。本文将每个站点每个旬的一条灾害记录定义为一次灾害。选取小麦遭受干旱、洪涝、暴雨、连阴雨、冷害、高温、大风、龙卷风和干热风9种农业气象灾害进行统计。

各个农业气象站点作物及发育期数据整理自《中国农作物生长发育和农田土壤湿度旬值数据集》，也是从中国气象科学数据共享服务网获得，该数据集包含了1991-2009年我国农气站观测的农作物生长发育状况报告。本研究选取了其中的逐旬站点种植作物、发育期名称、发育期日期、发育程度资料，经过筛选和平均计算，确定了有小麦(包括冬小麦和春小麦)种植的农气站点的发育期所在日期。小麦生长分为播种期、出苗期、(冬小麦有休眠期)、分蘖期、拔节期、抽穗期、乳熟期、成熟期，根据站点的农业气象灾害记录以及各站点的作物物候记录，利用Matlab软件对应确定每个小麦站点的农业气象灾害类型、发生年份、以及所处的作物发育期，利用ArcGIS软件进行空间分布呈现。

2 结果与分析

2.1 1991-2009年小麦不同类型农业气象灾害发生频率分析

1991-2009年间，共有246个农业气象观测站点记录了5902次小麦灾害(每个站点每旬记录一条灾害即为一次)，平均每个站点23.99次，平均每年为310.6次。其不同类型灾害发生频率统计结果(表1)可见：干旱是小麦发生频率最高的灾害，占有所有灾害事件的79.21%，即水分不足是导致小麦农业气象灾害的主要原因；其次冰雹发生频次达到5.57%，是小麦发生频次的第二的气象灾害；另外暴雨灾害也占了2.00%的比例；最后由降水偏多带来的洪涝和连阴雨的灾害频率也分别达到了1.29%和2.73%；综上，降水异常导致的灾害事件占其全部灾害的90.8%，是造成的小麦农业气象灾害发生的最主要的原因。这主要是由于小麦种植多分布于我国半湿润气候区^[17]，当地水资源不足，且受季风气候影响导致降水季节性差异非常明显，加之小麦属于C3植物，对干旱环境的适应能力差^[18]，

表1 1991-2009年农气站点记录的小麦不同类型灾害发生频率(%)

Tab. 1 Frequency of agrometeorological disasters recorded by wheat stations during 1991-2009 (%)

灾害类型	冰雹	暴雨	洪涝	连阴雨	干旱	大风	干热风	龙卷风	冷害	高温
小麦	5.57	2.00	1.29	2.73	79.21	3.91	3.27	0.05	1.32	0.64

使得小麦干旱灾害的频次非常高。对于冰雹、暴雨等极端情况来说,由于其主要形成于北方内陆地区的4-10月份,正好处于小麦生长季节,严重的雹灾、暴雨会造成小麦倒伏,给农作物带来严重的影响,也是非常值得关注的灾害类型。此外,小麦观测站点在江淮地区分布较多,而当地的梅雨季节往往会带来连阴雨灾害的发生。

由风速造成的灾害中,大风灾害的比例较高(3.91%),风灾造成倒伏往往会给小麦带来减产;干热风是小麦特有的灾害类型,在高温、低湿配合一定风速的天气条件下给成熟期的小麦带来减产危害,也在小麦灾害事件中占了较高比例(3.27%);龙卷风发生频次较少(0.05%),主要是由于龙卷风事件本身发生较少,且小麦在东南沿海地区种植较少。就温度条件而言,低温造成的冷害发生频率占1.32%,高温灾害事件比例只有0.64%,因此整体来看,温度事件造成的灾害比例并不大。

2.2 1991-2009年小麦农业气象灾害发生空间及生长时期分布

由1991-2009年各农气站小麦不同灾害类型及不同发育期农业气象灾害的频次(图1)可见,我国北方地区是小麦农业气象灾害多发地区,尤其是秦岭—淮河沿线以北地区,是灾害频次高并且集中的地区。农业气象灾害记录最多的站点是甘肃的环县站,共有172次灾害记录(其中167次为干旱记录)。全国灾害记录在100条及以上的站点有9个,其中7个站点位于山东省境内。

由灾害所处发育期(表2)可见,小麦生长的各个发育期(春小麦没有休眠期)均有灾害发生,并且前期的营养生长阶段(以下简称营养期)灾害发生频率较低,播种—出苗期、分蘖(分蘖—休眠)期的灾害发生比例分别为11.24%和13.90%;而进入生殖生长期以后(以下简称生殖期)受灾比率则大幅增加,拔节—抽穗和乳熟—成熟期灾害发生比率分别为39.85%、和35.02%,生殖期灾害发生占小麦总生长期的74.87%,远高于营养期。

2.3 小麦典型类型灾害发生特征分析

不同类型的灾害发生时间和空间特征都有不同。在此,我们选取比较典型的灾害类型,将1991-2009年分为两个时段,对不同灾害所处发育期及其空间特征进行分析。此

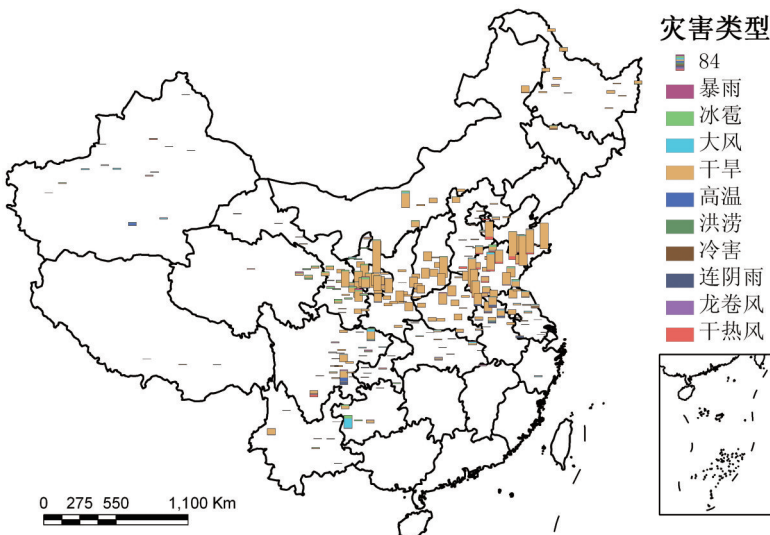


图1 1991-2009年各农气站小麦不同类型灾害频次

Fig. 1 Frequency of different disasters for wheat during 1991-2009

表2 1991–2009年农气站记录的小麦、玉米不同发育期灾害发生频率(%)

Tab. 2 Frequency of agrometeorological disasters in each wheat growing stages during 1991–2009 (%)

发育期	营养期				生殖期			
	播种	出苗	分蘖/三叶	休眠/七叶	拔节	抽穗	乳熟	成熟
小麦	7.00	4.24	9.17	4.73	19.81	20.04	18.28	16.74

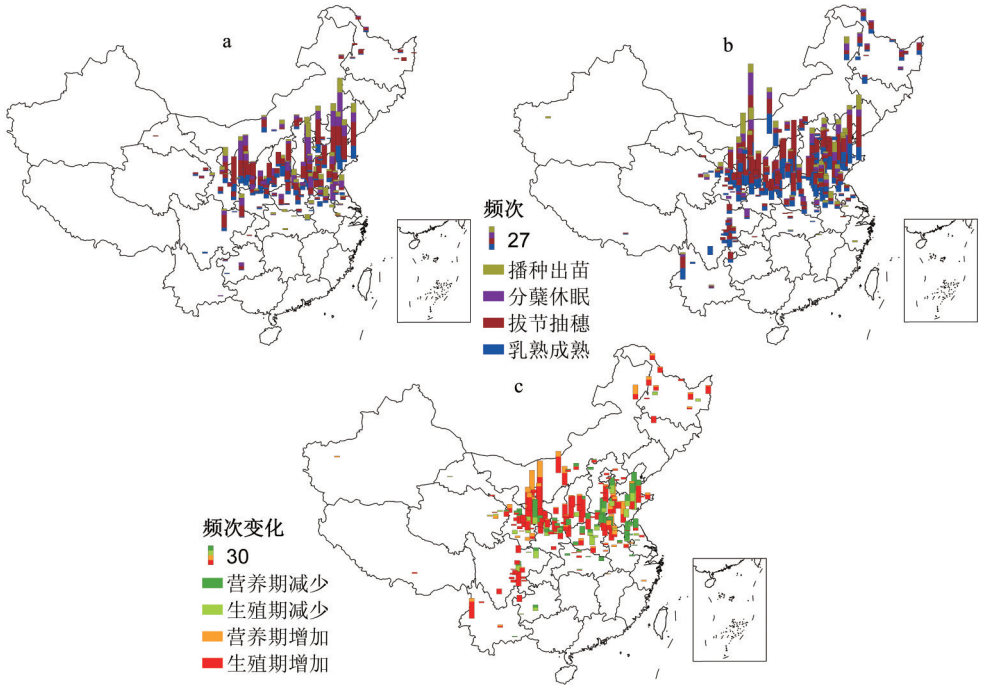


图2 1991-2000年间 (a) 和2000-2009年间 (b) 各农气站小麦干旱灾害各个时期发生频次及其变化 (c)

Fig. 2 Frequency and its change (c) for wheat drought during 1991-2000 (a) and 2000-2009 (b), respectively

外，我们将这两个时间段内发生于营养期及生殖期灾害发生的频次进行了比较，以反映气候变化背景下农业气象灾害的变化特点。

2.3.1 小麦干旱灾害频次分布及其变化 1991-2009年间，有干旱灾害记录的站点有185个，占246个小麦农气站的75.2% (表3)，主要分布在我国东部各小麦种植地区，尤其是华北平原和黄土高原的干旱最为频繁 (图2a, b)。1991-2009年间，站点干旱总记录为4675次，平均每个干旱记录站点年均发生1.33次。28%的干旱灾害发生在小麦生长前期 (即营养期)，72%发生在小麦生长后期 (即生殖期) (图2a)。2000-2009年间各地区的干旱发生频次明显增多 (图2b)，并且营养期及生殖期灾害记录占比变为20%和80%，生殖期干旱占比明显增加。由两个时间段小麦干旱频次差异也可见，2000-2009年间我国小麦种植干旱灾害有所增加 (图2c)，在185个有干旱发生记录的站点中，总的灾害频次增加的站点有122个，频次减少的站点有55个 (其余频次不变)；灾害频次增加主要在黄河流域、东北和西南地区的小麦生殖期 (有126个站点的生殖期干旱频次有所增加，达到1389次，62个站点营养期干旱频次增加了351次)；干旱灾害减少主要是集中在淮河流域，减少的情况为营养期减少多于生殖期，(有60个站点在营养期干旱频次减少了438次，生殖期减少情况则为36个站点共减少了240次) (图2c)。

2.3.2 小麦干热风灾害频次分布及其变化 干热风是小麦特有的灾害类型，一般发生于

表3 小麦典型灾害类型特征要素

Tab. 3 Characteristics of wheat typical disasters

灾害类型	记录站 点数	记录 灾害数	营养期占比 (%)	生殖期占比 (%)
干旱	185	4675	28.0	72.0
干热风	50	193	无	100
暴雨	64	118	11.9	88.1
冰雹	117	329	3.6	96.4

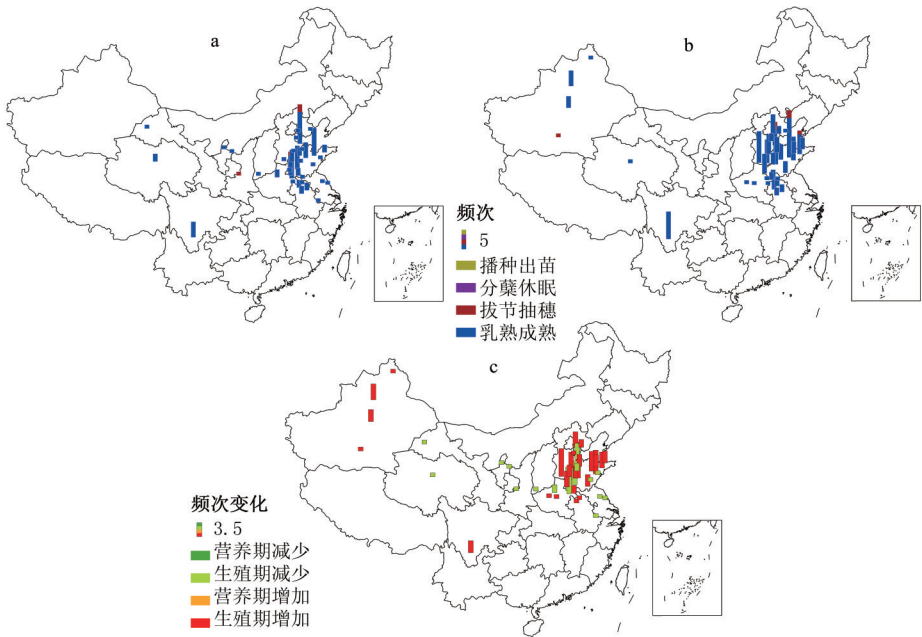


图3 1991-2000年间 (a) 和2000-2009年间 (b) 各农气站小麦干热风灾害各个时期发生频次及其变化 (c)

Fig. 3 Frequency and its change (c) for wheat dry-hot wind during 1991-2000 (a) and 2000-2009 (b), respectively

小麦成熟前期, 往往给小麦带来严重损失。我国小麦干热风主要集中在黄淮平原, 其余则分布在西北、华北、甚至云贵高原地区 (图3a, b)。1991-2009年间, 共50个站点有193次干热风灾害记录, 每年平均约有20个站点会受其影响, 均发生在小麦生殖期 (表3)。由灾害频次变化图可见 (图3c), 有26个小麦记录站点在2000-2009年间干热风频次有所增加, 增加显著的地区位于山东半岛, 西北西部地区, 另外云贵高原也有少量增加; 有17个站点干热风频次有所下降, 主要位于山东半岛西部, 西北中东部地区也普遍有所减缓。

2.3.3 小麦暴雨灾害频次分布及其变化 1991-2009年间, 共有64个农气站点记录了118次小麦暴雨灾害, 其中, 88.1%的暴雨灾害发生于小麦生殖期, 只有少量发生于营养期 (表3)。后期 (2000-2009年) 暴雨频次增加比较明显 (图4a, b), 有53个站点 (82.8%) 的频次均高于前期 (1991-2000年) 的频次 (图4c)。前期小麦暴雨多发生于我国中东部地区; 近十年来, 东北、西北、以及长江中下游地区的暴雨频次有比较明显的升高, 最为显著的地区位于黄土高原西部和四川盆地; 华北平原中部则有少量的减少 (图4c)。

2.3.4 小麦冰雹灾害频次分布及其变化 我国小麦冰雹灾害多发于黄淮平原东部及中西部地区, 近十年来, 在东北地区及新疆、西藏的小麦观测站点也有冰雹记录 (图5a, b); 1991-2009年间, 我国共有117个小麦农气站点记录了329次冰雹灾害, 绝大部分发生在小麦生殖期, 占总数的96.4% (表3)。近十年来冰雹频次以增加为主, 在冰雹发生频次有变化的112个站点中, 有97个站点频次都有所增加, 占了全部冰雹记录站点的82.9%; 增加最明显为黄土高原西部和黄淮平原东部沿海地区, 也是以生殖期频次增加为主 (图5c)。

3 结论

1991-2009年间我国小麦农业气象灾害发生频次、典型灾害空间分布变化的特点是:

(1) 1991-2009年间, 我国小麦农业气象站点平均每年站点灾害记录为310.6次, 灾害发生十分频繁。小麦、玉米灾害发生及分布有其特殊性, 我国北方地区是小麦农业气象灾害的多发地区, 尤其是秦岭淮河沿线北侧一带。

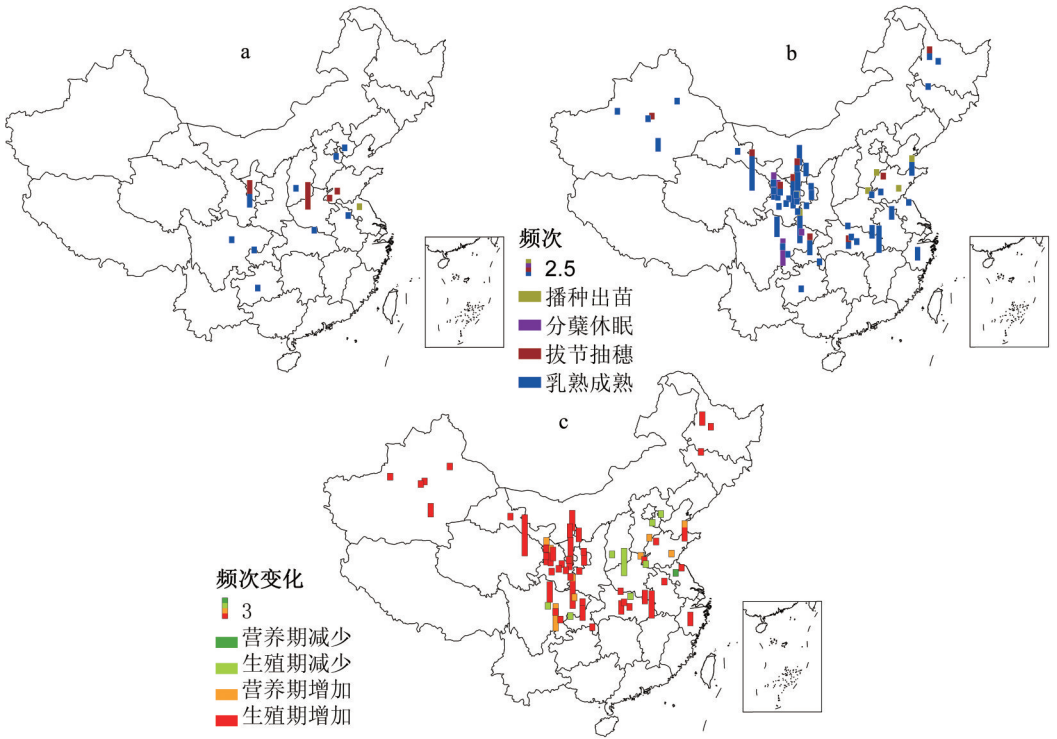


图4 1991-2000年间 (a) 和2000-2009年 (b) 各农气站小麦暴雨各个时期发生频次及其变化 (c)
 Fig. 4 Frequency and its change (c) for wheat rainstorm during 1991-2000 (a) and 2000-2009 (b), respectively

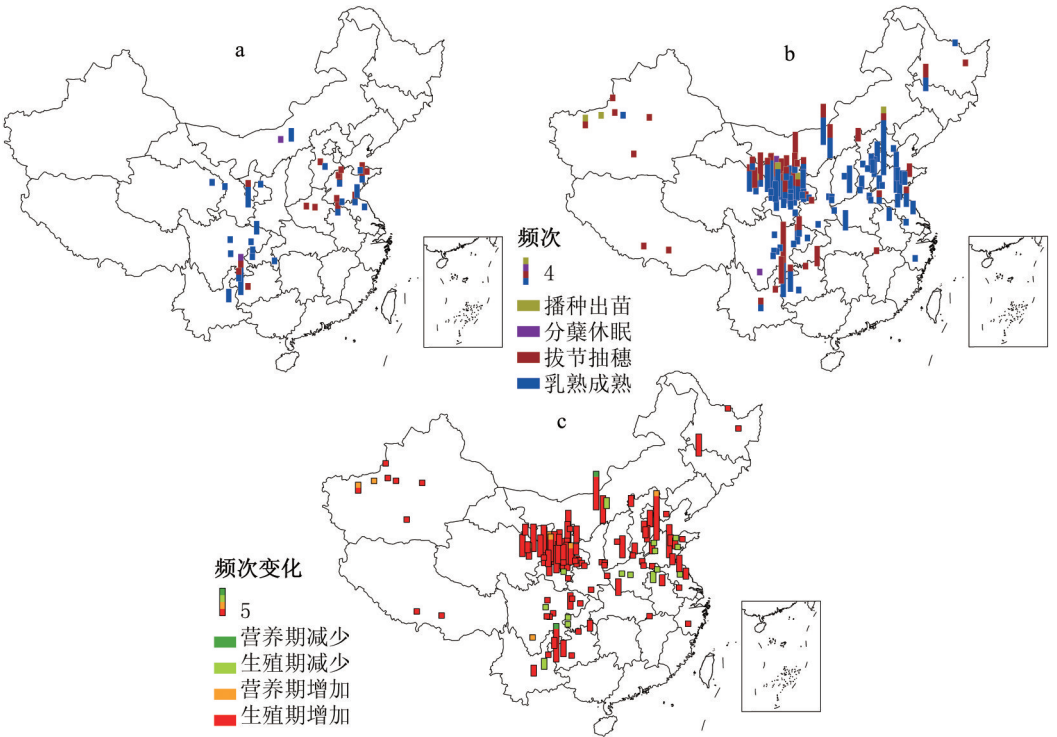


图5 1991-2000年间 (a) 和2000-2009年 (b) 各农气站小麦冰雹灾害各个时期发生频次及其变化 (c)
 Fig. 5 Frequency and its change (c) for wheat hail during 1991-2000 (a) and 2000-2009 (b), respectively

(2) 不同灾害发生频次差异非常大, 发生频次最高的灾害是干旱, 其余较典型的灾害有干热风、冰雹和暴雨等灾害类型; 并且小麦生殖期的受灾频次大于营养期。

(3) 我国近十年来的小麦灾害发生频次增加明显, 并且不同灾害类型的变化有一定差异。从灾害发生所处的生长期来看, 小麦典型灾害的增加主要是在其生殖期; 从灾害变化的空间分布上看不同灾害类型有比较明显的地域差异, 频次增加明显的灾害有: 山东半岛的小麦干热风、西北地区东部的小麦干旱、暴雨及冰雹。

4 讨论

近几十年来的气候变化及随之而来的气候不稳定性升高, 导致了极端气候事件的增加(例如暴雨、冰雹等灾害发生基本完全取决于极端天气事件), 这些是农业气象灾害频繁发生的诱因^[2, 19]。我国学者通过对气候要素的时空分析发现, 降水在我国东北南部、华北、西北东部, 西南东北部及华东地区北部等地有逐年减少趋势, 其余地区变化不明显或者有增加趋势^[20-22], 小麦干旱灾害频次增加地区与降水减少地区分布基本一致, 不同灾害种类的发生及变化的空间分布与中国气候变化特征有很强的关系。

参考文献 (References)

- [1] Qin Zhihao, Xu Bin, Li Maosong et al. Advances in research on mechanism and monitoring of agro-meteorological disasters in China. *Journal of Natural Disasters*, 2005, 14(2): 61-69. [覃志豪, 徐斌, 李茂松等. 我国主要农业气象灾害机理与监测研究进展. *自然灾害学报*, 2005, 14(2): 61-69.]
- [2] Zhang Yangcai. research on mechanism and type of agro-meteorological disasters in China. *Journal of Catastrophology*, 1989, 4(2): 9-15. [张养才. 中国农业气象灾害的成因及其类型的研究. *灾害学*, 1989, 4(2): 9-15.]
- [3] Lu Liping, Cheng Conglan, Liu Weidong et al. Effect of the agricultural meteorological disasters on agricultural production and its spatial distribution characteristics during the last 30 years in China. *Ecology and Environmental Sciences*, 2009, 18(4): 1573-1578. [卢丽萍, 程丛兰, 刘伟东等. 30年来我国农业气象灾害对农业生产的影响及其空间分布特征. *生态环境学报*, 2009, 18(4): 1573-1578.]
- [4] Fang Shibo, Yanf Jinjin, Zhou Guangsheng. Change trend and distributive characteristics of agrometeorological disasters in China in recent 30 years. *Journal of Natural Disasters*, 2011, 20(5): 69-73. [房世波, 阳晶晶, 周广胜. 30年来我国农业气象灾害变化趋势和分布特征. *自然灾害学报*, 2011, 20(5): 69-73.]
- [5] Sun W, Huang Y. Global warming over the period 1961-2008 did not increase high-temperature stress but did reduce low-temperature stress in irrigated rice across China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2011, 151(9): 1193-1201.
- [6] Craufurd P Q, Wheeler T R. Climate change and the flowering time of annual crops. *Journal of Experimental Botany*, 2009, 60(9): 2529-2539.
- [7] Liu X, Zhang Z, Shuai J et al. Impact of chilling injury and global warming on rice yield in Heilongjiang Province. *Journal of Geographical Sciences*, 2013, 23(1): 85-97.
- [8] Tao F, Yokozawa M, Hayashi Y et al. Changes in agricultural water demands and soil moisture in China over the last half-century and their effects on agricultural production. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2003, 118(3/4): 251-261.
- [9] Wang E, Yu Q, Wu D et al. Climate, agricultural production and hydrological balance in the North China Plain. *International Journal of Climatology*, 2008, 28(14): 1959-1970.
- [10] Vimal M, Keith A C. Retrospective droughts in the crop growing season: Implications to corn and soybean yield in the Midwestern United States. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2010, 150(7/8): 1030-1045.
- [11] Zhao Xianli, Li Liguang, Jia Qingyu et al. Analysis of main agrometeorological disasters from 1988 to 2007 in Liaoning province. *Journal of Meteorology and Environment*, 2009, 25(2): 33-37. [赵先丽, 李丽光, 贾庆宇等. 1988-2007年辽宁主要农业气象灾害分析. *气象与环境学报*, 2009, 25(2): 33-37.]
- [12] Zhang Aimin, Ma Xiaoqun, Yang Taiming et al. The influence of drought and waterlogging disasters on crop yields in Anhui Province. *Journal of Applied Meteorological Science*, 2007, 18(5): 619-626. [张爱民, 马晓群, 杨太明等. 安徽省旱涝灾害及其对农作物产量影响. *应用气象学报*, 2007, 18(5): 619-626.]
- [13] Deng Zhenyong, Xu Jinfang, Huang Leinuo et al. Research summary of the damage characteristics of the wheat dry hot wind in northern China. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*. 2009, 37(20): 9575-9577. [邓振镛, 徐金芳, 黄蕾诺等. 我国北方小麦干热风危害特征研究. *安徽农业科学*, 2009, 37(20): 9575-9577.]
- [14] National Bureau of Statistics. China Statistical Database, accessed on Jan. 2013. <http://219.235.129.58/>

- indicatorYearQuery.do. [国家统计局. 国家统计数据库. 2013年1月进入. <http://219.235.129.58/indicatorYearQuery.do>
- [15] Tao F, Zhang S, Zhang Z. Changes in rice disasters across China in recent decades and the meteorological and agronomic causes. *Regional Environmental Change*, 2013, doi: 10.1007/s10113-012-0357-7.
- [16] Cai Jian. The effect of climate change on winter wheat production in China. *Journal of Agro-Environment Science*. 2011, 30(9): 1726-1733. [蔡剑. 气候变化对中国冬小麦生产的影响. *农业环境科学学报*, 2011, 30(9): 1726-1733.]
- [17] Shen Shuanghe, Zhang Fangmin, Sheng Qiong. Spatio-temporal changes of wetness index in China from 1975 to 2004. *Transactions of the CSAE*, 2009, 25(1): 11-15. [申双和, 张方敏, 盛琼. 1975-2004年中国湿润指数时空变化特征. *农业工程学报*, 2009, 25(1): 11-15.]
- [18] Ward J K, Tissue D T, Thomas R B et al. Comparative responses of model C3 and C4 plants to drought in low and elevated CO₂. *Global Change Biology*, 1995, 5(8): 857-867.
- [19] Salinger M J, Stigterb C J, Dasc H P. Agrometeorological adaptation strategies to increasing climate variability and climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2000, 103(1/2): 167-184.
- [20] Ren Guoyu, Guo Jun. Climate changes of China's mainland over the past half century. *Acta Meteorologica Sinica*, 2005, 63(6): 942-956. [任国玉, 郭军. 近50年中国地面气候变化基本特征. *气象学报*, 2005, 63(6): 942-956.]
- [21] Li Shuang, Wang Yang, Li Shuangcheng. Spatio-temporal patterns of climatic change in China in recent 30 years. *Geographical Research*, 2009, 28(6): 1593-1605. [李爽, 王羊, 李双成. 中国近30年气候要素时空变化特征. *地理研究*, 2009, 28(6): 1593-1605.]
- [22] Zhai P, Zhang X, Pan X et al. Trends in total precipitation and frequency of daily precipitation extremes over China. *Journal of Climate*, 2005, 18(7): 1096-1108.
- [23] Yang Xiaoguang, Li Yong, Dai Shuwei et al. Changes of China agricultural climate resources under the background of climate change (IX): Spatiotemporal change characteristics of China agricultural climate resources. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22(12): 3177-3188. [杨晓光, 李勇, 代姝玮 等. 气候变化背景下中国农业气候资源变化 (IX): 中国农业气候资源时空变化特征. *应用生态学报*, 2011, 22(12): 3177-3188.]

Spatio-temporal changes of agrometeorological disasters for wheat production across China since 1990

ZHANG Zhao¹, WANG Pin¹, CHEN Yi¹, ZHANG Shuai², TAO Fulu², LIU Xiaofei¹

(1. *Academy of Disaster Reduction and Emergency Management/State Key Laboratory of Earth Surface Process and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;*

2. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)*

Abstract: Agro-meteorological disasters (AMDs) are increasingly of concerns due to their critical stresses on crop production. In this study, firstly the temporal and spatial changes in the occurrence frequency of major AMDs on wheat production were investigated using the observed records at national agro-meteorological stations of China from 1990 to 2009. Then the impacts of climate change on AMDs were investigated by comparing the spatiotemporal pattern of AMDs in the warmer decade (2000-2009) with that in the other decade (1991-2000). We found that drought was the most frequent disaster during the last two decades, accounting for 79% of total disasters. The frequency of wheat disasters increased significantly in the warmer decade. The major disasters occurred more frequently during reproductive growth period than during vegetative growth period. The spatial changes in the frequency of main disasters were region-specific. For example, the wheat cultivation areas in the Loess Plateau and the middle-lower reaches of Yellow River suffered mainly from drought. These changes in AMDs during the last two decades were closely related to changes in climate extremes. Effective adaptation options should be developed timely to reduce crop loss based on the new characteristic of AMDs under global warming.

Key words: wheat; agrometeorological disasters; drought; climate change