

气候变化对中国历史上 蝗灾爆发影响研究*

于 革 沈华东

(中国科学院南京地理与湖泊研究所 南京 210008)

摘要 气候变暖是否会加剧蝗灾爆发、导致全国范围的农作物歉收,我们研究这两者的关系并上溯到过去 1 000 年。结果表明,年均温和 10 年均温较高的年份以及干旱的组合年份是蝗灾爆发的高发年份。此外,在过去 1 000 年中,气候变暖加剧了虫灾爆发的频率。考虑到我国是世界上最大的农业大国,出于全球粮食安全考虑,这项研究所揭示的气候变化诱导的虫灾威胁应引起我们足够的重视。

关键词 过去 1 000 年,气候响应,蝗灾爆发,年际和 10 年变率,中国东部

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3045.2010.02.012



中国科学院



于革研究员

全球变暖导致了环境变化、灾害频发,而近来很多研究发现,气候变化在控制生物物种和数量,引发的虫灾频数和强度等方面具有一定的相关性。

由于人类的定量观测数据局限在近代 100—200 年以内,长期的资料数据就显得至关重要了。中国悠久的历史提供了丰盛的历史记录,其中也涵盖了大量的气候与物种、环境与虫灾的珍贵记录。这使得研究人

员转而研究蝗灾爆发的历史记录,追踪长期气候和环境变化的印迹^[1]。

蝗虫是对中国主要食物来源如谷类、小麦和玉米等禾本科植物危害最大的害虫之一。历史上蝗灾爆发往往会降低粮食产量,甚至造成饥荒。这些灾害在我国繁浩的历史资料上有着详细的记录。最早的记录可见于《诗经》(公元前 770—476 年),介绍了农田中使用篝火吸引蝗虫并将蝗虫及蝗虫卵烧死的方法。据《资治通鉴》(公元 1019—1086 年)记载,公元 382 年蝗虫爆发,前秦皇帝苻坚(公元 338—385 年)派了数千名士兵前往黄河地区协助清除蝗虫。由于蝗灾爆发造成了严重的粮食短缺,并威胁到政权的稳定。据《汉书》(公元 25—220 年)记载,蝗虫爆发造成了持续的农民起义而且加快了西汉王朝和王莽政权的加速灭亡。北宋时中央政府出台了两个治蝗的法律条文,第一个是在公元 1075 年制定的,第二个是在 1182 年制定

* 本研究得到中国科学院知识创新工程重要方向项目 KZCX2-YW-338-2 的资助
收稿日期:2009 年 12 月 21 日

的。唐宋明清不乏专门介绍控制蝗灾的书籍,如公元 1193 出版的《治蝗法》和 1857 出版的《治蝗全书》。根据历史记录公元前 707 年到公元 1935 年期间,记录在册的蝗灾达 796 次,每 2—3 年就有 1 次小型蝗灾爆发,每 7—8 年就有 1 次规模较大的蝗灾爆发。

蝗虫大多生长在洪泛区、湖泊漫滩、沼泽和东部的沿海低地。这些地方在水位较低、降雨较少的时候是干涸的陆地,而在水位较高、降水较多的时候则被水淹没。据《农政全书》(公元 1562—1633 年)记载:“湖泊的干涸有助于蝗虫繁殖和蝗灾爆发”;《治蝗全书》也提到“池塘、湖泊和河流水位变低会加速蝗虫的生长”。《宋史》中记录到春季和夏季的暴雨可能导致蝗虫死亡。这些记录揭示了与气候关系,蝗虫卵在潮湿土地的环境下成倍增加,但完全被水淹没的地方则不利其生长,因为,蝗虫迁移和扩散需要干燥的环境,而降雨阻碍其展翅飞行。现代生物生态学研究已经证明,土壤含水量在 10%—20% 之间最有利于蝗虫产卵,其中蝗虫卵的含量可达至 20 万—40 万个 /m² [2]。由于蝗虫

卵需要 5—10 天的生长,连续 15 天淹没则可使水中蝗虫卵 100% 致死。因此,从生物生态学上看,水位线以上的湖泊 / 河流 / 沿岸区的陆地最有利于蝗虫的发展,而春季和夏季干燥的环境容易导致蝗灾爆发。

我国已经开展了许多关于蝗灾的爆发与气候变化相关的研究。许多研究表明,根据过去 50 年的气候记录,暖冬年(1 月平均气温较高的年份)、炎夏年(4—9 月平均气温较高的年份)和干夏年(4—8 月平均降水量较低的年份),通常都会导致中国东部蝗灾的爆发^[3],更详细的情况参见文献中的综述^[4]。这些研究表明,蝗虫爆发与过去气候变化关系明显,而我国在过去 50 年的蝗灾的爆发与气候的温暖和干旱有关。

为了证明气候变暖会加剧蝗灾爆发,并将进一步导致全国范围的农作物欠收,我们研究了历史上这两者的统计关系上溯到过去 1 000 年^[4]。分别对气候和虫灾在过去 100 年、300 年和 1 000 年在年际和 10 年际的时间尺度上,对气候变化对蝗灾爆发的长期影响进行了时间序列和统计特征分析(图 1)。

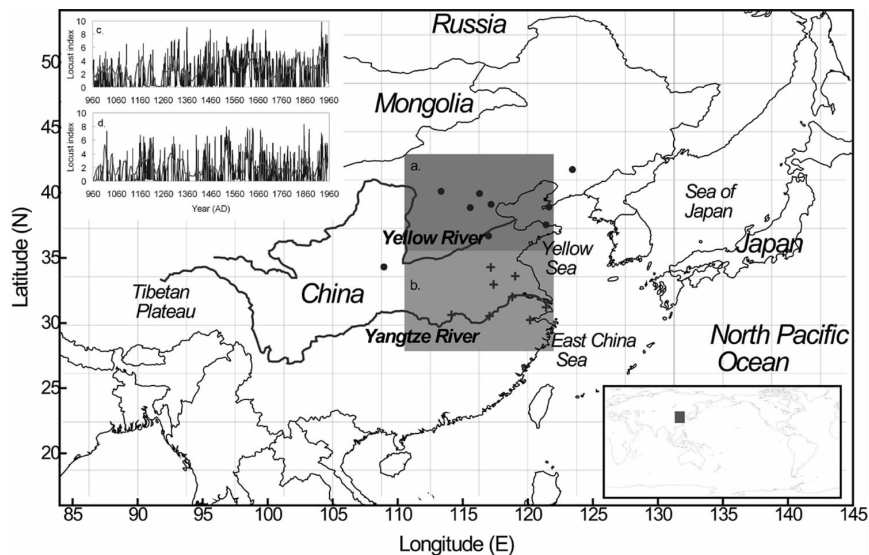


图 1 研究区域及蝗虫爆发与气候变化区域和时间序列

(a) 黄河中下游地区为大气环流模型格网,圆点为该区内的气候站。(b) 长江中下游地区为气候模拟的格网区,十字为该区内的气候站。(c) 黄河和(d) 长江两区的过去 1000 年蝗虫爆发指数,粗线为十年平均序列

结果表明,在温暖及干旱的气候条件下更可能发生蝗灾。过去 100 年的年际时间序列结果表明:最严重的蝗虫爆发几乎都发生在气候温暖的年份:即北部地区(黄河-海河地区)经历温暖干燥的夏天和温暖湿润的冬天或者是南部地区(长江-淮河地区)经历温暖湿润的春天的那些年份。对这些序列进行小波方差分析表明,10 年尺度的温度与蝗灾爆发的同步变化,在过去 1 000 年里的 58%—60%的时间里具有 2—10 年的周期。

全球大气环流模型对过去 1 000 年的气候模拟提供了东亚的逐年和季节温度、降水变化,使我们认识蝗灾爆发特征与增温干旱相关性成为可能。分析结果表明,黄河中下游地区的冬半年偏暖、5—6 月暖干及年均温偏高与蝗灾的爆发具有显著的关系(概率置信度 95%),长江中下游地区 8—9 月和全年的暖干与蝗灾的爆发也具有显著的

相关性(90%)。这种 10 年尺度的温度与蝗灾爆发的同步变化在过去的 1 000 年里达到 56%—65%,显著的频率峰值在 21 年、27 年以及这两个周期的回归年份(图 2)。大量历史文献中记录“旱蝗”具有一定的合理性,因为研究发现,北方春夏季的干旱最容易引发蝗灾的区域性爆发。不过在湿润潮湿的长江地区干旱并不是导致蝗灾爆发的敏感因素。虽然暖冬条件是蝗虫卵生存的关键因素,但在温暖的南部地区它不是蝗虫生存的限制因素,因为南方难以达到如北方冬季 -10°C — -30°C 温度条件。这个结果证实了我国南北区域性和季节性虫灾对气候变化的不同响应。

回顾过去 1 000 年蝗灾爆发的强度和频率,表 1 列出了大于第 70 百分位和第 90 百分位的蝗虫爆发指数的变化(表 1)。可以看到,在过去的 1 000 年里中国北方地区,

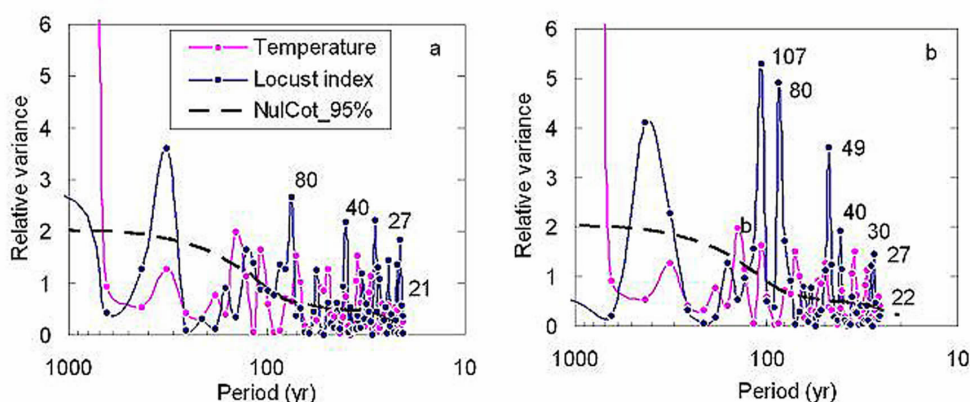


图 2 傅立叶谱分析 10 年尺度的温度和虫灾指数的周期峰值(a.黄河中下游地区, b. 长江中下游地区)

表 1 过去 1000 年各时期蝗虫爆发强度

年份 (AD)	强度(虫灾指数大于 70th 百分位)		强度(虫灾指数大于 90th 百分位)	
	北方	南方	北方	南方
1 000—1 250	20%	32%	12%	24%
1 250—1 500	16%	36%	12%	16%
1 500—1 750	44%	36%	28%	32%
1 750—1 950	45%	15%	35%	10%
1 850—1 950	60%	30%	50%	20%

蝗灾的爆发无论是在频率还是强度上都具有逐渐上升的趋势。由此看到,气候变化实际上加剧了蝗灾的频率和严重程度。

分析过去 1 000 年中国蝗灾爆发的数据,结果表明,年均温和 10 年均温较高的年份是蝗灾爆发的高发年份,这表明气候变暖将加剧虫灾的严重性及蝗灾爆发的频率。该结果给全球变化即将带来的其他严重后果敲响了警钟,考虑到中国是世界上最大的农业国,出于全球粮食安全考虑,这个发现所揭示的即将带来的威胁应该引起足够的重视^[5]。

主要参考文献

- 1 Qiu J. Global warming may worsen locust swarms -Ancient records link a hotter climate to more damaging infestations. *Nature*, 2009. doi:10.1038/

news.2009,978.

- 2 Wu F Z. Ma S J, Zhu H F. Encyclopedia of Agriculture in China (Hexapod Book) (in Chinese), Eds. China Agriculture Press, Beijing, 1990,73-78.
- 3 Ma S C. Process dynamics of the Oriental migratory locust (*Locustamigratoria manilensis*) in China (in Chinese). *Acta Entomologica Sinica*, 1958,8: 1-40.
- 4 Yu G, Shen H, Liu J. Impacts of climate change on historical locust outbreaks in China. *Journal of Geophysics Research*, 2009, 114, D18104 (2009). doi: 10.1029/2009JD011833.
- 5 Cheung F. Climate change: Looming locusts *Nature* 2009, 461(7264): 573. doi:10.1038 /461573a/ Research Highlights.

Study of Impacts of Climate Change on Locust Outbreaks in China's History

Yu Ge Shen Huadong

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS 210008 Nanjing)

When looking into the data concerning locust outbreaks over the last 1000 years in China, the authors find that both interannual and decadal variability of higher temperature changes combined with the arid years have led to the highest locust outbreaks, which suggests that greenhouse-effected climate warming would increase the severity of this pest plague.

Keywords the last millennia, response to climate, locust outbreaks, interannual and decadal variability, eastern China

于革 中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员,博士生导师。1982年毕业于南京大学,1996年获瑞典隆德大学古气候动力学专业理学博士学位。1996—2003年期间分别完成南京大学、瑞典隆德大学、德国马普科学院和加拿大里加那大学博士后研究。已完成和正承担着中科院“百人计划”——国外杰出人才基金、院创新、重大、方向性科研项目,以及科技部、国家自然科学基金等 20 余个项目。在国内外学术期刊上发表论文 140 余篇,其中 *SCI* 40 篇;出版中、英文专著 4 部。在国际会议、国外大学做特邀学术报告 20 余次。主要学术研究方向是湖泊沉积与第四纪环境、古气候模拟、流域环境模拟、花粉学与古植被环境。2007 年“湖泊沉积与区域环境变化”研究成果获得国家自然科学奖二等奖(第二获奖者)。E-mail: geyu@niglas.ac.cn