

项目名称

大尺度气候变化对有害生物种群调控机制研究

提名单位

中国科学院

提名意见

种群暴发问题是生态学研究重要内容，也是生物灾害预警和防控的基础。项目完成人研究了大尺度气候因子如厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）、北大西洋涛动（NAO）、全球温度对有害生物种群动态的影响与调控机制，有如下原创性重要发现：

（1）发现 ENSO/NAO 对鼠类（兔）等种群动态具有重要影响；发现其在雪兔-猞猁种群 9-11 年周期性波动起着不可或缺的作用，拓展了“猎物-捕食者相互作用是导致种群周期振荡主因”的传统观点。

（2）发现温度对蝗灾种群动态具有尺度依赖的正负双效作用；发现我国历史上蝗灾发生与冷气候正相关，拓展了“气候变暖有利于生物灾害发生”的传统观点。

（3）发现降水对鼠疫发生具有环境依赖的正负双效作用；发现高降水在干旱环境下有利于鼠疫发生，而在潮湿环境下不利于鼠疫发生，拓展了“较高降水有利于鼠疫发生”的传统观点。

上述发现丰富和发展了大尺度种群生态学理论，为中长期生物灾害预警和防控提供了科学依据，得到国际著名杂志

Science、Discovery News, New Scientist 等专题评论。

第一完成人相关成果得到国内外高度认可。他于 2014 年当选挪威科学院外籍院士,2017 年当选欧洲科学院外籍院士,2018 年荣获国际鼠类生物学与治理大会 (ICRBM) 终身成就奖,2019 年荣获国际生物科学联合会 (IUBS) 突出贡献奖。

提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

项目简介

种群暴发问题是生态学研究重要内容,也是生物灾害预警和防控的基础。传统气候学说主要强调小尺度气候(如局地温度、降水等)的作用,忽视了大尺度气候(如全球气温、厄尔尼诺-南方涛动、北大西洋涛动)的影响。项目完成人通过整理和分析一系列生物类群种群的长期变动资料,发现多种有害生物类群种群暴发与大尺度气候因子密切相关,发现气候变化对种群的影响具有尺度依赖或环境依赖的双效作用,揭示了气候影响有害生物发生的新机制,丰富和发展了大尺度种群生态学理论,为中长期生物灾害预警和防控提供了科学依据。主要创新性发现如下:

(1)发现厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)和北大西洋涛动(NAO)是影响鼠(兔)类种群动态的大尺度气候因子。发现我国多种鼠类等种群发生与 ENSO 密切关联,发现 ENSO 可通过温度、降水、植被等对这些生物产生直接或间接作用,拓展了“局地气候影响有害生物发生”的传统认知。利用将近一百年的数据,发现猎物-捕食者相互作用不是形成加拿大地区雪兔-猞猁种

群数量 9-11 年周期性波动的充分必要条件，而大尺度气候因子 ENSO 和 NAO 对种群周期性波动起着不可或缺的作用，拓展了生态学教科书中关于“猎物-捕食者相互作用是导致其种群周期振荡主因”的传统观点，研究成果得到著名生态学家 Stenseth 教授在 *Climate Research* 杂志上发表主编专题评论。

(2) 发现全球性气温对蝗灾发生具有尺度依赖的正负双效作用。通过重建近 2000 年我国东亚飞蝗种群发生的时间序列，发现蝗灾与古代中国的冷气候关系是正相关的；大尺度温度可通过影响降雨对飞蝗种群发生产生间接的负调节作用，而小尺度温度可对飞蝗种群具有直接的、正调节作用。该研究拓展了“气候变暖有利于生物灾害发生”的传统观点。研究成果得到国际著名杂志 *New Scientist*, *Faculty 1000* 等专题评论。

(3) 发现降水对鼠疫发生具有环境依赖的正负双效作用。通过分析中国近 200 余年千余县鼠疫流行的时空动态，发现高降水在干旱环境下有利于鼠疫发生，而在潮湿环境下却不利于鼠疫发生。该研究拓展了“较高降水有利于鼠疫发生”的传统观点。创建了一种依据历史记录资料重建鼠疫传播路线、估算其传播速度的新方法，解决鼠疫长距离和短距离扩散难以兼容的难题，发现道路、河流和海岸线加速了我国鼠疫的传播。相关研究成果得到国际著名杂志 *Science*、*Discovery News* 等专题评论。

第一完成人的相关研究得到了国内外本领域的高度认可。他于 2009 年荣获俄罗斯科学院荣誉教授称号，2014 年当选挪威科学院外籍院士，2017 年当选欧洲科学院外籍院士，2018 年荣

获国际鼠类生物学与治理大会（ICRBM）终身成就奖，2019 年荣获国际生物科学联合会（IUBS）突出贡献奖，2018 年入选联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第二工作组专家成员，作为主要作者 (Leading author) 参与第 6 次报告编写。

代表性论文（专著）目录（不超过 8 篇）

1. Periodic temperature-associated drought/flood drives locust plagues in China/ Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences/ Zhang Z*, Cazelles B, Tian H, Stige LC, Br äuning A and Stenseth. 2009, 276, 823–831.
2. Nonlinear effect of climate on plague during the third pandemic in China/PNAS/ Xu L#, Liu Q#, Stige LC, Ben-Ari T, Fang X, Chan K-S, Wang S*, Stenseth NC*, and Zhang Z*. 2011, 108, 25:10214-10219.
3. Wet climate and transportation routes accelerate spread of human plague/Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences/ Xu L, Stige LC, Kausrud KL, Ari TB, Wang S, Fang X, Schmid BV, Liu Q*, Stenseth NC*, and Zhang Z*. 2014, 281, 20133159.
4. Factors affecting hare–lynx dynamics in the classic time series of the Hudson Bay Company, Canada/Climate Research/ Zhang Z*, Tao Y, Li Z. 2007, 34: 83-89.
5. The trophic responses of two different rodent–vector–plague systems to climate change/ Proc. R. Soc. B/ Xu L, Schmid BV, Liu J, Si X, Stenseth NC*, Zhang Z*. 2015, 282: 20141846.
6. Linking climate change to population cycles of hares and lynx/ Global Change Biology/ Yan C, Stenseth NC, Krebs CJ, Zhang Z*. 2013, 19, 3263–3271.

7. Reconstruction of a 1,910-y-long locust series reveals consistent associations with climate fluctuations in China/ PNAS/ Tian H, Stige LC, Cazelles B, Kausrud KL, Svarverud R, Stenseth NC* and Zhang Z*. 2011, 108, 35:14521–14526.

8. Extrinsic and intrinsic factors determine the eruptive dynamics of Brandt's voles *Microtus brandti* in Inner Mongolia, China/Oikos/ Zhang Z, Pech R*, Davis S, Shi D, Wan X and Zhong W. 2003, 100: 299–310.

主要完成人（完成单位）

张知彬（中国科学院动物研究所）

刘起勇（中国疾病预防控制中心传染病预防控制所）

许 磊（中国科学院动物研究所）

田会东（中国科学院动物研究所）

严 川（中国科学院动物研究所）