

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 22 期 Vol.31 No.22 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 22 期

2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

叶冠尺度野鸭湖湿地植物群落含水量的高光谱估算模型	林 川, 宫兆宁, 赵文吉 (6645)
中国水稻潜在分布及其气候特征	段居琦, 周广胜 (6659)
大豆异黄酮浸种对盐胁迫大豆幼苗的生理效应	武玉妹, 周 强, 於丙军 (6669)
黑河中游荒漠绿洲过渡带多枝桧柳对地下水位变化的生理生态响应与适应	张 佩, 袁国富, 庄 伟, 等 (6677)
高寒退化草地甘肃臭草种群分布格局及其对土壤水分的响应	赵成章, 高福元, 石福习, 等 (6688)
基于生态足迹思想的皂市水利枢纽工程生态补偿标准研究	肖建红, 陈绍金, 于庆东, 等 (6696)
基于 MODIS 黄河三角洲湿地 NPP 与 NDVI 相关性的时空变化特征	蒋蕊竹, 李秀启, 朱永安, 等 (6708)
高分辨率影像支持的群落尺度沼泽湿地分类制图	李 娜, 周德民, 赵魁义 (6717)
土壤食细菌线虫对拟南芥根系生长的影响及机理	成艳红, 陈小云, 刘满强, 等 (6727)
基于网络 K 函数的西双版纳人工林空间格局及动态	杨珏婕, 刘世梁, 赵清贺, 等 (6734)
树轮灰度与树轮密度的对比分析及其对气候要素的响应	张同文, 袁玉江, 喻树龙, 等 (6743)
冀北山地阴坡优势树种的树体分维结构	田 超, 刘 阳, 杨新兵, 等 (6753)
帽峰山常绿阔叶林辐射通量特征	陈 进, 陈步峰, 潘勇军, 等 (6766)
不同类型拌种剂对花生及其根际微生物的影响	刘登望, 周 山, 刘升锐, 等 (6777)
一种自优化 RBF 神经网络的叶绿素 a 浓度时序预测模型	仝玉华, 周洪亮, 黄浙丰, 等 (6788)
不同种源麻栎种子和苗木性状地理变异趋势面分析	刘志龙, 虞木奎, 马 跃, 等 (6796)
黄土丘陵区植物叶片与细根功能性状关系及其变化	施 宇, 温仲明, 龚时慧 (6805)
干旱区五种木本植物枝叶水分状况与其抗旱性能	谭永芹, 柏新富, 朱建军, 等 (6815)
火灾对马尾松林地土壤特性的影响	薛 立, 陈红跃, 杨振意, 等 (6824)
江苏省太湖流域产业结构的水环境污染效应	王 磊, 张 磊, 段学军, 等 (6832)
高温对两种卡帕藻的酶活性、色素含量与叶绿素荧光的影响	赵素芬, 何培民 (6845)
江苏省典型干旱过程特征	包云轩, 孟翠丽, 申双和, 等 (6853)
黄土高原半干旱草地地表能量通量及闭合率	岳 平, 张 强, 杨金虎, 等 (6866)
光质对烟叶光合特性、类胡萝卜素和表面提取物含量的影响	陈 伟, 蒋 卫, 邱雪柏, 等 (6877)
铜陵铜尾矿废弃地生物土壤结皮中的蓝藻多样性	刘 梅, 赵秀侠, 詹 婧, 等 (6886)
圈养马麝刻板行为表达频次及影响因素	孟秀祥, 贡保草, 薛达元, 等 (6896)
田湾核电站海域浮游动物生态特征	吴建新, 阎斌伦, 冯志华, 等 (6902)
马鞍列岛多种生境中鱼类群聚的昼夜变化	汪振华, 王 凯, 章守宇 (6912)
基于认知水平的非使用价值支付动机研究	钟满秀, 许丽忠, 杨 净 (6926)
综述	
植物盐胁迫应答蛋白质组学分析	张 恒, 郑宝江, 宋保华, 等 (6936)
沉积物氮形态与测定方法研究进展	刘 波, 周 锋, 王国祥, 等 (6947)
野生鸟类传染性疾病预防研究进展	刘冬平, 肖文发, 陆 军, 等 (6959)
鱼类通过鱼道内水流速度障碍能力的评估方法	石小涛, 陈求稳, 黄应平, 等 (6967)
专论	
IPBES 的建立、前景及应对策略	吴 军, 徐海根, 丁 晖 (6973)
研究简报	
柠条人工林幼林与成林细根动态比较研究	陈建文, 王孟本, 史建伟 (6978)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 344 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-11



封面图说: 滩涂芦苇及野鸭群——中国的海岸湿地, 尤其是长江入海口以北的海岸线, 多为泥质性海滩, 地势宽阔低洼, 动植物资源丰富, 生态类型独特, 为迁徙的鸟提供了丰富的食物和休息、庇护的良好环境, 成为东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙的重要中转站和越冬、繁殖地。一到迁徙季节, 成千上万的各种鸟类飞临这里, 尤其是雁鸭类数量庞大, 十分壮观。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

刘冬平, 肖文发, 陆军, 张正旺. 野生鸟类传染性疾病研究进展. 生态学报, 2011, 31 (22): 6959-6966.

Liu D P, Xiao W F, Lu J, Zhang Z W. Review of research progress of infectious diseases in wild birds. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (22): 6959-6966.

野生鸟类传染性疾病研究进展

刘冬平^{1, 2}, 肖文发¹, 陆 军^{1, 2}, 张正旺^{3, *}

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091;

2. 全国鸟类环志中心, 北京 100091; 3. 北京师范大学生命科学学院, 北京 100875)

摘要: 由于具有独特的飞行能力和极强的地理扩散能力, 鸟类活动为某些传染性疾病的快速传播和扩散带来了潜在风险。自 20 世纪以来, 以禽霍乱、禽波特淋菌病、西尼罗河热、禽流感等为代表的鸟类疾病频繁暴发, 导致为数众多的野生鸟类、家禽甚至人类死亡, 给社会造成巨大的经济损失。因此, 有关鸟类传染性疾病的研 究已引起了国内外学者的广泛关注。从鸟类传染性疾病的生态学特征、疾病对鸟类与人类社会的影响、鸟类对疾病的传播、鸟类疾病的监测、预警和防控等方面对野生鸟类的传染性 疾病研究进展进行了综述。不同疾病导致的鸟类死亡量、易感物种数量、暴发频率和地理扩散等特征差异显著。20 世纪以来, 疾病已成为全球生物多样性的七大威胁因子之一。疾病可能造成鸟类大量死亡, 从而对鸟类种群, 特别是濒危鸟类种群造成严重影响。其中, 人畜共患病还会导致家禽家畜甚至人类的死亡, 从而对社会产生严重的影响。野生鸟类作为多种疾病传播的媒介, 其移动和迁徙可能会导致疾病的传播与扩散。开展全面的监测活动和建立疾病预警体系, 对于疾病的防控具有重要意义。

关键词: 传染性疾病; 野生鸟类; 研究进展; 禽流感; 西尼罗河热

Review of research progress of infectious diseases in wild birds

LIU Dongping^{1, 2}, XIAO Wenfa¹, LU Jun^{1, 2}, ZHANG Zhengwang^{3, *}

1 Key Open Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration Research, Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 National Bird Banding Center, Beijing 100091, China

3 College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Due to their flight ability and strong geographic dispersal, birds play important roles in the transmission and dissemination of infectious diseases. Since last century, a variety of infectious diseases such as avian cholera, avian tuberculosis, West Nile fever, avian influenza, and so on, have emerged and reemerged, and consequently have resulted in the death of numerous wild birds and poultry and as well as humans, and caused huge economic loss and serious social impact that have raised considerable concern. In this paper, the ecological character of infectious diseases and their impact on wild birds and humans, transmission of bird diseases, surveillance, early warning, prevention, and control of bird diseases, status and prospect of wildlife diseases surveillance, and prevention and control in China are reviewed. Bird diseases can be caused by an array of bacteria, viruses, fungi, parasites, and other pathogens. Different diseases are highly variable in the magnitude of losses, species affected, frequency of recurrence, and geographic spread following initial events. Diseases have been one of the seven biggest threats to global biodiversity since last century. They are causative of physical and physiological dysfunction as well as problems in breeding, behavior, and other aspects that influence the health of birds and reduce their survival ability. Diseases could cause mass death of individuals, resulting in serious impact on bird populations, especially those of endangered species. Some diseases may also impact on habitat selection and geographic

基金项目: 国家科技部攻关项目(2004BA519A63); 国家林业局野生动物保护管理项目

收稿日期: 2010-08-23; **修订日期:** 2011-08-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zzw@bnu.edu.cn

distribution of birds. Moreover, birds are also involved in the dissemination of zoonoses that could infect livestock and humans, and affected birds may even be employed in biowarfare and bioterrorism deliberately. Because wild birds act as vectors for various diseases, their movement plays important roles in transmission of diseases. For example, wild birds are the natural vectors for low pathogenic avian influenza. Through direct contact or shedding dropping into soil, water, food, or other taints affected birds could transmit the virus to other birds and poultry periodically, and result in quick geographic dispersal of avian influenza. Birds can also make migrations carrying a variety of pathogens; bird migrations are closely related with outbreaks of many infectious diseases. Therefore the establishment of full-scale surveillance and early warning systems are of great importance for prevention and control of bird diseases. Passive surveillance is aimed at investigation of morbidity and mortality events and monitoring of sentinel species; active surveillance is aimed at early detection of diseases through sampling and testing of animal and environment. Based on these surveillance data, the OIE standard for risk assessment is a widely used method for risk analysis of animal diseases. The State Forestry Administration of China has established an epidemic diseases surveillance network since 2004; 717 cases of animal diseases involving 36, 538 individuals have been detected as of 2008, including the HPAI outbreak of wild birds at Qinghai Lake in 2005. However, we advocate establishment of more surveillance stations in Qinghai-Tibet area, development of related regulations and rules, enhancement of scientific support to the surveillance activities, and improvement of the capacities of local surveillance stations.

Key Words: infectious disease; wild birds; review; avian influenza; West Nile fever

野生动物传染性疾病是指在野生动物之间传播、流行,对野生动物种群构成威胁、甚至可能传染给人类和饲养动物的疾病^[1]。由于具有极强的地理扩散能力和广泛的分布范围,使鸟类在拥有很强环境适应力的同时,也为疾病的快速传播带来了潜在风险。自 20 个世纪以来,以禽霍乱、西尼罗河热、禽流感等为代表的鸟类疾病频频发作,导致为数众多的野生鸟类、家禽甚至人类死亡,造成了巨大的经济损失。因此,有关鸟类传染性疾病的研究已引起了国内外学者的广泛关注^[2-3]。

关于野生鸟类传染性疾病的研究可以追溯到许多世纪以前,但早期的研究往往只限于零星的描述。由于鸟类死亡以后尸体在自然界中消失的速度很快^[4],直到近几十年来科学家们才借助于检查病原体、抗体和抗原的先进技术对野生鸟类疾病进行了广泛的调查,并应用卫星跟踪等先进手段对野生鸟类的活动与疾病传播之间的关系进行了深入的探讨,现已取得一系列成果。本文从鸟类传染性疾病的生态学特征、鸟类对疾病的传播、疾病对鸟类和人类社会的影响、鸟类疾病的监测、预警和防控等方面对野生鸟类的传染性疾病研究进展进行了综述。

1 鸟类疾病及其易感物种

鸟类疾病通常由细菌、病毒、真菌和寄生虫等病原体引起。常见的细菌性疾病包括禽霍乱、禽结核病、沙门氏菌病、禽波特淋菌病、结膜炎等;病毒性疾病包括禽流感、新城疫、西尼罗河热、法氏囊病等;对鸟类影响较大的真菌性疾病包括曲霉菌病和念珠菌病等^[5]。

不同疾病导致的鸟类死亡量、易感物种数量、暴发频率和地理扩散等特征差异显著^[6]。单次疾病引起的鸟类死亡数量从单只个体到上百万只不等。例如,结核病等慢性病只引起单只个体死亡,肾球虫病可导致小群鸟类死亡,而禽霍乱、新城疫、高致病性禽流感和西尼罗河热则可一次性导致成千上万只鸟类死亡^[2]。2005 年 5 月,在我国青海湖暴发的高致病性禽流感导致 6000 余只野生水鸟死亡^[7-8]。迄今为止统计到的单次疫情致死鸟类最多的疾病是禽波特淋菌病。1910 年在美国犹他州 Bear River 湿地、1982 年在里海以及 1997 年在加拿大的马尼托巴,禽波特淋菌病都曾一次性导致上百万只水鸟死亡^[3]。

不同鸟类疾病的易感物种数量差异显著。野生鸟类结膜炎通常仅感染家朱雀(*Carpodacus mexicanus*),鸭瘟则仅限于雁形目鸟类^[9];H5N1 高致病禽流感病毒的易感鸟类已达到 12 目 139 种^[10]。而禽痘的易感鸟类

超过 60 种,新城疫的易感物种包括超过 50% 目的 230 余种鸟类^[11]。已被证实感染过禽霍乱的鸟类超过 100 种,而且理论上所有鸟类都可感染这一疾病^[11-12]。

野生鸟类疾病的地理扩散能力差别很大。呼吸道肠道病毒仅是一种地方病,会引起丘鹑(*Scolopax minor*)幼鸟死亡^[13]。很多疾病则会出现或大或小的地理扩散。禽霍乱于 1940 年首次在非洲肯尼亚感染野生水鸟,1944 年该病传播到北美,此后在北美各地逐渐扩散,成为当地多个水鸟迁徙停歇地的地方病^[11],并进一步扩散到南美、欧洲、非洲、南极和新西兰。1937 年在非洲乌干达西尼罗河流域首次暴发时,西尼罗河热还被认为是一种地方病;但该疾病自 1957 年到 20 世纪 90 年代开始在非洲大陆、中东、欧洲和亚洲相继流行。自 1999 年在美国纽约登陆以来,在随后的 4 a 中西尼罗河热以惊人的速度扩散到美国的 48 个州和加拿大、墨西哥、中美洲和加勒比海^[14]。高致病性禽流感于 2005 年在我国野生鸟类暴发后,在短时间内传播到哈萨克斯坦、俄罗斯、东欧、中东、西非和西欧^[15]。传染性法氏囊病毒(Infectious bursal disease virus, IBDV)甚至已经扩散到了南极,在帝企鹅(*Aptenodytes forsteri*)和阿德利企鹅(*Pygoscelis adeliae*)中都已检测到传染性法氏囊病毒^[6]。

2 传染性疾病对鸟类和人类社会的影响

20 世纪以来,疾病已成为全球生物多样性的七大威胁因子之一^[16-17]。疾病会对鸟类的身体、生理、繁殖能力、行为及其他方面造成功能障碍,影响鸟类的健康,从而降低其存活能力^[18]。疾病的影响有时会造成被感染鸟类种群数量的上下波动。1995 年,针尾鸭(*Anas acuta*)在北美的繁殖种群超过 1000 万只,1964 年下降到约 350 万只,1972 年回升到 700 万只,1991 年又下降到 200 余万只^[19]。这主要是因为禽波特淋菌病和禽霍乱经常导致针尾鸭大量死亡^[20]。

如果疾病影响的个体数量达到一定程度,其累积效果足以对鸟类种群的持续发展产生影响^[21]。历史上导致野生鸟类大规模死亡的疫情时有发生。其中致死鸟类最多的疫情记录是 1910 年发生在美国犹他州一块湿地的禽波特淋菌病,曾导致上百万只水鸟死亡^[2-3]。此后至 1997 年,致死量超过 5 万只鸟类的禽波特淋菌病共暴发了 12 次,总共导致 370 万只鸟类死亡^[3]。除了波特淋菌病以外,单次疫情很少杀死 5000 只以上的鸟类,直至 20 世纪 40 年代禽霍乱的出现。据统计,1930—1964 年该疾病导致北美 190 万只水鸟死亡,年死亡数量近 5.5 万只^[2]。1970 年以后,单次死亡 5 万只鸟类的疫情持续很多年。

疾病对鸟类种群影响的极端例子为白背兀鹫(*Gyps bengalensis*)和印度兀鹫(*Gyps indicus*)种群的下落^[22]。在 20 世纪的最后 3—5a,因病毒引发的疾病导致这两种鸟类在印度的数量下降超过了 95%^[23],从而被国际鸟盟列为极危种^[24]。2000—2003 年,巴基斯坦白背兀鹫成鸟和亚成鸟的死亡率达 5%—86%,直接导致种群下降 34%—95%。这很可能是因为白背兀鹫取食用过抗炎药双氯芬酸(Diclofenac)的死亡家畜引起的^[25]。20 世纪 80 年代以来,芬兰海湾的欧绒鸭(*Somateria mollissima*)的数量曾经以每年 6%—10% 的速度下降^[26],某些地区幼鸟的存活率只有 1%—5%^[27]。后来在幼鸟的血液中发现了含量极高的传染性法氏囊病毒抗体^[27],后者被怀疑是其种群下降的原因。自 1990 年以来,在加拿大和美国境内,新城疫周期性地在角鸮鸺(*Phalacrocorax auritus*)中暴发并导致所感染种群中 90% 的个体死亡^[28]。

疾病对濒危鸟类和种群数量处于下降状态的鸟类的影响尤为显著。1996 年,C 型鸟类波特淋菌中毒一次性地导致 15%—20% 的美洲鸬鹚(*Pelecanus erythrorhynchos*)和大量的褐鸬鹚(*Pelecanus occidentalis*)死亡。此后,这种疫病每年都导致加利福尼亚大量鸬鹚死亡,成为影响其种群增长的重要原因。为拯救美洲鸬(*Grus americana*),在美国西部曾建立了一个 32 只的再引入种群,随后 10 余只个体死于肺结核,几乎使这一种群遭受毁灭性打击^[29]。2003 年禽霍乱首次在韩国出现,并导致在 Cheonso Bay 越冬的 13000 只花脸鸭(*Anas formosa*)死亡^[30]。2004 年,禽霍乱连续第 3 年在南非代尔岛暴发,杀死了许多南非鸬鹚(*Phalacrocorax capensis*)和冠鸬鹚(*Phalacrocorax coronatus*)^[31]。这两种鸬鹚因种群数量持续下降已被列为全球近危种。禽霍乱还是导致美国加利福尼亚沙尔顿海赤麻鸭(*Oxyura jamaicensis*)和黑颈鸬鹚(*Podiceps nigricollis*)死亡的主要原因^[32]。目前已知新城疫、禽霍乱和沙门氏菌病会导致繁殖水鸟的大量死亡。1997—1998 年,新城疫导致

沙尔顿海大部分角鸬鹚卵发育中止^[32]。疾病对胚胎存活率和其他繁殖能力的影响尤其值得关注,如在欧绒鸭幼鸟中发现的传染性法氏囊病毒抗体^[27],表明该病毒可能会对这一物种的持续发展造成严重影响。

疾病还可影响鸟类的栖息地选择、行为和地理分布。例如,禽疟疾和禽痘的暴发对夏威夷岛森林鸟类的地理分布和丰富度具有调节作用^[33]。在迁徙过程中,感染低致病性禽流感病毒的天鹅因消化功能减弱被迫在中途停歇地聚集并停留更长的时间觅食,从而延缓了迁徙进程^[34]。2005 年在青海湖暴发的高致病性禽流感疫情导致大量野生鸟类死亡^[8],2006 年的水鸟监测表明,超过一半的棕头鸥(*Larus brunnicephalus*)个体从原繁殖地蛋岛转移到布哈河口进行繁殖^[35]。

20 世纪末以来,鸟类疾病的影响越来越深入到人类社会的各个方面。严重的传染性疾病一次性杀死上万、甚至上百万只野生鸟类,导致鸟类种群数量的急剧下降,从而影响旅游和狩猎行业的收入;在极端情况下,疾病甚至导致某些鸟类在特定地理区域内消亡,造成生物多样性的丧失和文化价值的损失。对人类社会影响最大的鸟类疾病类型是人畜共患病。它是指由同一种病原体引起,流行病学上相互关联,在人类和动物之间自然传播的疫病。人畜共患病的反复出现是 20 世纪后期至今的一个显著特点^[2, 21, 36-38]。在人类感染的 1709 种病原体中,832 种(49%)可在人和动物间传播^[39];目前已证实的人畜共患病达 250 多种^[40],其中常见于鸟类、家畜和人类之间传播的有 20 余种^[41]。在现代社会,随着人口的急剧增长和交通的便捷,人兽共患疾病的传播速度加快,对社会经济和人类安全的危害越来越严重。西尼罗河热和高致病性禽流感是其中最突出的代表。从 20 世纪末以来,感染西尼罗河热的人超过 6000 人,其中 300 余人死亡^[14]。截至 2010 年 3 月 16 日,禽流感在全球共感染 492 人,其中 291 人死亡。仅在 2004—2005 年,H5N1 高致病性禽流感在亚洲造成 1.4 亿只家禽死亡或被宰杀,造成的经济损失至少达 100 亿美元,使上亿家禽养殖者的生计受到威胁^[42]。

人畜共患病可因人为故意引入而对人类社会产生难以预测的后果。其中最极端的是将动物作为疾病的媒介或人为散布病原体实施生物细菌战争和生物恐怖活动。例如,二战时期日本在生物武器试验中杀死上万人,在战场上使用霍乱、沙门氏菌病、炭疽热等杀死 10 余万人;“911 事件”后不久,美国便发生了多起由炭疽热信件引发的恐怖事件^[43-44]。

3 鸟类对疾病的传播

通过身体接触和传播媒介(食物、水、空气),鸟类疾病通常可以从患病个体向其他鸟类、家禽、家畜甚至人类传播。例如禽霍乱对水鸟有很高的感染率,其病毒主要通过鸟与鸟之间的接触或鸟类摄取被污染的水而进行传播的。雪雁(*Anser caerulescens*)是禽霍乱菌的重要宿主。1984—1999 年在美国内布拉斯加州的监测表明,禽霍乱不仅每年导致大量雪雁死亡,而且还在伴生的白额雁(*Anser albifrons*)、加拿大雁(*Branta canadensis*)、针尾鸭(*Anas acuta*)和绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)种群中传播,并导致其大量死亡^[12]。

野生鸟类被认为是低致病性禽流感病毒的天然宿主^[45-46]。在北极繁殖的被感染鸟类,通过粪便向周边环境传播活体病毒,后者在冰冻环境中越冬。第二年返回北极的鸟类接触该病毒后被重新感染^[47]。通过直接的身体接触或间接接触粪便污染的土壤、水、食物及其它污染物,野生鸟类特别是雁鸭类有可能周期性地把禽流感病毒传染给家禽。迄今为止,家禽中暴发的高致病性禽流感都是由 H5 和 H7 系列病毒引起的。有一种 HPAI 暴发机制的理论认为,当野生水鸟中的 LPAIV 传播到鸡或火鸡等家禽身上时,LPAIV 在家禽体内复制的过程中出现变异,通过 HAO 裂解区氨基酸位点的改变产生新的生物学特性^[48],即由低致病性转为高致病性,从而导致高致病性禽流感疫情暴发。在东南亚和非洲的部分地区,野生水鸟和家禽在稻田中混杂活动,这种相互作用可能维持着野鸟和家禽中的 H5N1 高致病性禽流感病毒。另外,有些鸟类如鸭科鸟类(*Corvidae*)、麻雀(*Passer spp.*)、家八哥(*Acridotheres tristis*)、鸠鸽(*Columbidae*)等,经常到庭院活动,与人类和家禽的关系密切,因而可能充当野生水鸟、陆生鸟类和家禽之间禽流感传播的媒介鸟类(Bridge Bird)^[49]。

通常而言,如果能够伴随候鸟进行大规模的季节性迁徙,鸟类疾病则具有相当强的扩散能力^[50]。候鸟可携带病原体进行迁徙,特别是那些不显著影响其健康的病原体。除了西尼罗河热和禽流感外,其他很多疾病,如日本脑炎、辛德毕斯病毒、圣路易脑炎都可能通过鸟类迁徙进行快速的洲际传播^[51]。虽然健康候鸟一般不

携带 H5N1 病毒,而且感染 HPAI 等疫病的鸟类很难进行长距离的迁徙活动^[52],但有人认为,候鸟在欧亚大陆家禽 H5N1 病毒的扩散中发挥着重要作用^[53]。2005 年 7—8 月中国青海、俄罗斯西伯利亚、哈萨克斯坦和蒙古相继发生候鸟死亡事件,病毒出现明显的地理扩散。因为野鸟是 LPAIV 的天然宿主,且候鸟的迁徙路线横跨各个疫情暴发地点,因而候鸟被怀疑是禽流感病毒的传播源。2000—2001 年,美国加利福尼亚州多个家禽饲养区暴发禽流感。这些禽流感病毒亚型相同,暴发地点彼此分离且没有明显的流行病学联系,但却与当地候鸟的迁徙模式吻合,因而为候鸟迁徙与此次禽流感暴发的关系提供了佐证^[54]。近年来青海湖斑头雁(*Anser indicus*)和渔鸥(*Larus ichthyactus*)的研究也表明,这两种鸟类的迁徙与中亚-印度迁徙路线上的高致病性禽流感疫情暴发存在显著的空间相关性。

然而,鸟类的迁徙路径和迁徙时间与禽流感的传播路径和暴发时间有时并不十分吻合,因而不能总是用鸟类迁徙来解释疫情的暴发情况。频繁的家禽贸易和野生动物走私等活动在病毒传播中也可能起到了重要作用^[46, 55-56]。据估计,全球每年发生贸易运输的活体动物大约有 3.5 亿只,其中四分之一是非法贸易,这些动物没有经过检疫,存在传播疾病的风险。20 世纪 70 年代以前,由于对鸟类的进口缺乏有效管理,大量外来鸟类疾病如新城疫、禽流感等传入到美国^[57]。2004 年 1 月在西藏拉萨发生的 H5N1 疫情,最后查明是因为把 1500 km 以外甘肃兰州的一批患病家禽贩卖到拉萨所导致的。2004 年 10 月在比利时布鲁塞尔机场曾查获两只从曼谷鸟市走私到比利时的鹰雕(*Spizaetus nipalensis*),并检出 H5N1 病毒^[5]。对 52 个 H5N1 禽流感案例的传播途径的分析表明,欧洲大部分禽流感源于野生鸟类的迁徙,而亚洲和非洲的禽流感扩散则与野鸟迁徙、来自疫源国家的家禽贸易、野生鸟类的合法和非法贸易都密切相关^[58]。然而,无论是野生鸟类还是家禽贸易,其在 HPAI 病毒传播与扩散中所起的作用都存在很多不确定因素,难以骤下结论^[59-60]。

4 鸟类疾病的监测、预警和防控

野生鸟类疾病的防控方法是开展高效的疾病监测,进行早期发现和应对^[56]。鸟类疾病的监测通常可以划分为被动监测和主动监测两种类型。前者主要基于疾病感染对象的调查发现和诊断,常用的方法包括对鸟类发病和死亡事件的调查^[45,55]以及警示物种的监测^[14]等;后者则依靠建立监测网络对动物及其环境中的病原体及其抗体水平进行检测,从而实现疾病的早期发现和预警,常用方法有活体取样监测和粪便取样监测等。在高致病性禽流感的监测中,目前通常采用酶联接免疫吸附剂测定法^[61]检测样品血清中禽流感病毒抗体的相对水平,使用 RT-PCR 法(反转录聚合酶链反应)^[62]检测各种样品中的禽流感病毒的存在状况。

基于鸟类疾病监测和疾病生态学的系统研究,可以对疾病暴发进行预测预警和风险评估。世界动物健康组织的风险分析方法^[63]目前已被广泛应用于动物疾病风险分析^[64-65]。其分析程序包括风险因子辨识、风险评估、风险管理和风险信息交流。例如,Martinez 等^[65]将 25 种重要水鸟确定为风险因子评估了西班牙从欧洲其他国家传入 H5N1 HPAI 的风险。数学模拟模型也被广泛应用于对鸟类疾病的扩散状况进行分析,以及对疾病感染风险进行实时预测^[66-67]。这些方法的应用使人们能够掌握一些疾病的发生规律,在一定程度上可以对疾病的趋势进行预测,从而为疾病的防控提供依据。

成功的疾病防控需要在“防”和“控”两个层面开展工作。在“防”的层面,首先要做好疾病相关的基础研究,包括:(1)确定宿主鸟类(疫源鸟类)的种类、分布和迁徙规律;(2)进一步揭示野生鸟类在疾病传播中的作用;(3)监测疾病的变化趋势和病原体的变异规律。在此基础上,加强对疾病的主动监测,切断疾病的传播途径,加强栖息环境管理,制定疫情应急议案,积极研制疫苗和抗病药物。除了关注野生鸟类在疾病传播中所起作用,限制家禽与野生鸟类接触也是人畜共患病预防策略中的关键部分。应尽可能地减少人、家禽与野生鸟类间的接触,提高家禽饲养水平,避免散养;严格管理家禽与野生动物交易市场;加强检疫免疫工作;杜绝非法无证家禽和野生动物贸易。与此同时,开展公众宣传和教育,普及疾病预防知识,使公众做好自我防护。在“控”的层面,在疾病发现的第一时间整合各相关部门资源,确定疫情地点及范围,采取必要的隔离措施,对死亡鸟类进行无害处理。加强公众宣传,畅通消息渠道,避免社会恐慌。在有条件的情况下,积极应用疫苗和抗病药物。

我国幅员辽阔,横跨多个地理区系和气候带,拥有极为丰富的鸟类资源,但有关野生鸟类传染性疾病的研究却起步较晚。2005 年 5 月,青海湖暴发了全球首次野生鸟类的大规模高致病性禽流感疫情后,在我国的多个地点陆续暴发了高致病性禽流感疫情,才引发了社会各界的广泛关注。2004 年,国家林业局和中科院联合向国务院呈报《关于建立全国陆生野生动物疫源疫病监测预警系统的请示》,并组织编制了《全国陆生野生动物疫源疫病监测预警体系建设总体规划》。国务院将野生动物疫源疫病监测体系建设正式纳入《全国动物防疫体系建设规划》,并于 2006 年批复实施^[1]。2005 年,国家林业局成立了野生动物疫源疫病监测总站,为野生动物疫源疫病监测体系建设提供了有效保障。目前,我国疫源疫病监测网络已经形成,在配备必要的人员和设施设备的基础上,对我国陆生野生动物疫源疫病状况开展了全天候监测,取得了一系列成果。截至 2008 年,共发现、妥善处置了 717 起包括鸟类在内的野生动物(212 种 36538 只)异常死亡事件,成功防控了多起动物疫病和禽流感疫情^[1]。

我国鸟类疫源疫病监测工作还存在一些问题,主要体现在:(1)目前的监测站点数量虽然较多,但布局不均衡,尤其是在禽流感等疫病高发的青藏高原的很多地区还有监测空白;(2)监测站点的基础设施落后,缺乏稳定的资金投入;(3)法律法规和规章制度不健全,缺乏有效保障;在发现疫情后很难快速整合、利用其他部门的资源开展防控工作;(4)相关科技支撑不足,相关领域的专家不足,科研工作滞后;(5)监测站点的监测人员普遍缺乏必要的基础知识,监测工作缺乏针对性和科学性。

References:

- [1] Zhao X M. Avian Influenza Prevention and Wildlife Infectious Disease. Beijing: Chiese Forestry Publishing House, 2008.
- [2] Friend M. Evolving changes in diseases of waterbirds//Boere G C, Galbraith C A, Stroud D A, eds. Waterbirds Around the World. Edinburgh: The Stationery Office, 2006: 412-417.
- [3] Rocke T E. The global importance of avian botulism//Boere G C, Galbraith C A, Stroud D A, eds. Waterbirds Around the World. Edinburgh: The Stationery Office, 2006: 422-426.
- [4] Klopffleisch R, Wolf P U, Wolf C, Harder T, Starick E, Niebuhr M, Mettenleiter T C, Teifke J P. Encephalitis in a stone marten (*Martes foina*) after natural infection with highly pathogenic avian influenza virus subtype H5N1. Journal of Comparative Pathology, 2007, 137(2/3): 155-159.
- [5] Jones M P. Selected infectious diseases of birds of prey. Journal of Exotic Pet Medicine, 2006, 15(1): 5-17.
- [6] Friend M, Mclean R G, Dein F J. Disease emergence in birds: challenges for the twenty-first century. The Auk, 2001, 118(2): 290-303.
- [7] Chen H, Smith G J D, Zhang S Y, Qin K, Wang J, Li K S, Webster R G, Peiris J S M, Guan Y. H5N1 virus outbreak in migratory waterfowl. Nature, 2005, 436(7048): 191-192.
- [8] Liu J, Xiao H, Lei F, Zhu Q, Qin K, Zhang X W, Zhang X L, Zhao D, Wang G, Feng Y, Ma J, Liu W, Wang J, Gao G F. Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds. Science, 2005, 309(5783): 1206-1206.
- [9] Sandhu T S, Leibovitz L. Duck virus enteritis (duck plague)//Calnek BW, ed. Diseases of Poultry. 10th ed. Ames: Iowa State University Press, 1997: 675-683.
- [10] USGS. List of species affected by H5N1 (avian influenza). [2010-6-28]. http://www.nwhc.sgs.gov/disease_information/avian_influenza/affected_specieschart.jsp.
- [11] Friend M, Franson J C. Field Manual of Wildlife Diseases: General Field Procedures and Disease of Birds. US: US Geological Survey, 1999.
- [12] Samuel M D. Snow Goose *Chen caerulescens caerulescens* overabundance increases avian cholera mortality in other species//Boere G C, Galbraith C A, Stroud D A, eds. Waterbirds Around the World. Edinburgh: The Stationery Office, 2006: 443-445.
- [13] Docherty D E, Converse K A, Hansen W R, Norman G W. American Woodcock (*Scolopax minor*) mortality associated with a reovirus. Avian Diseases, 1994, 38(4): 899-904.
- [14] Dauphin G, Zientara S, Zeller H, Murgue B. West Nile: worldwide current situation in animals and humans. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases, 2004, 27(5): 343-355.
- [15] Peterson A T, Benz B W, Papeş M. Highly pathogenic H5N1 avian influenza: entry pathways into North America via bird migration. PLoS ONE, 2007, 2(2): e261-e261.
- [16] Groom M J, Meffe G K, Carroll C R. Principles of Conservation Biology. 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006.
- [17] Primack R B, Ma K P. A Primer of Conservation Biology. 4th ed. Beijing: High Education Publishing House, 2009.
- [18] Daszak P, Cunningham A A, Hyatt A D. Emerging infectious diseases of wildlife-threats to biodiversity and human health. Science, 2000, 287(5452): 443-449.
- [19] Wilkins K A, Cooch E G. Waterfowl Population Status, 1999. Washington DC: US Department of Interior, Fish and Wildlife Service, 1999.

- [20] Miller M R, Duncan D C. The northern pintail in North America: status and conservation needs of a struggling population. *Wildlife Society Bulletin*, 1999, 27(3): 788-800.
- [21] Thomas N J, Hunter D B, Atkinson C T. *Infectious Diseases of Wild Birds*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2007.
- [22] Holden C. India's vultures declining. *Science*, 2000, 289: 1679-1679.
- [23] Rahmani A R, Prakash V. A Brief Report on the International Seminar on Vulture Situation in India. Bombay: Bombay Natural History Society, 2000.
- [24] BirdLife International. *Threatened Birds of Asia: the BirdLife International Red Data Book*. Cambridge: BirdLife International, 2001: 588-620.
- [25] Oaks J L, Gilbert M, Virani M Z, Watson R T, Meteyer C U, Rideout B A, Shivaprasad H L, Ahmed S, Chaudhry M J I, Arshad M, Mahmood S, Ali A, Khan A A. Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. *Nature*, 2004, 427(6975): 630-633.
- [26] Hario M. Recent trends and research results for four archipelago bird species-common eider, velvet scoter, herring gull and lesser black-backed gull // Solonen T, Lammi E, eds. *The Yearbook of the Linnut Magazine*. Kuopio: Bird Life Finland, 1998: 12-24.
- [27] Hollmen T, Franson J C, Docherty D E, Kilpi M, Hario M, Creekmore L H, Petersen M R. Infectious bursal disease virus antibodies in eider ducks and Herring Gulls. *Condor*, 2000, 102(3): 688-691.
- [28] Docherty D E, Friend M. Newcastle disease // Friend M, Franson J C, eds. *Field Manual of Wildlife Diseases: General Field Procedures and Disease of Birds*. US: US Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report 1999—2001: 175-179.
- [29] Snyder S B, Richard M J, Drewien R C, Thomas N, Thilsted J P. Diseases of whooping cranes seen during annual migration of the Rocky Mountain flock // Junge R, ed. *Proceedings American Association of Zoo Veterinarians*. Media: American Association of Zoo Veterinarians, 1991: 74-80.
- [30] Kwon Y K, Kang M I. Outbreak of fowl cholera in Baikal teals in Korea. *Avian Diseases*, 2003, 47(4): 1491-1495.
- [31] Pro Med. Avian cholera, cormorants-South Africa. *Capetown Times*, 2004-01-06.
- [32] Friend M. Avian disease at the Salton Sea. *Hydrobiologia*, 2002, 473(1/3): 293-306.
- [33] Atkinson C T, Woods K L, Dusek R J, Sileo L S, Iko W M. Wildlife disease and conservation in Hawaii: pathogenicity of avian malaria (*Plasmodium relictum*) in experimentally infected Liwi (*Vestiaria coccinea*). *Parasitology*, 1995, 111(S1): S59-S69.
- [34] van Gils J A, Munster V J, Radersma R, Liefhebber D, Fouchier R A M, Klaassen M. Hampered foraging and migratory performance in swans infected with low-pathogenic avian influenza a virus. *PLoS ONE*, 2007, 2(1): e184-e184.
- [35] Zhang G G, Liu D P, Jiang H X, Hou Y Q, Dai M, Chu G Z. The current status of waterbirds after avian influenza outbreak at Qinghai Lake, China. *Chinese Journal of Zoology*, 2008, 43(2): 51-56.
- [36] Levins R, Awerbuch, T, Brinkmann U, Eckardt I, Epstein P, Makhoul N, de Possas C A, Puccia C, Spielman A, Eilson M E. The emergence of new diseases-Lessons learned from the emergence of new diseases and the resurgence of old ones may help us prepare for future epidemics. *American Scientist*, 1994, 82(1): 52-60.
- [37] DaSilva E, Laccarino M. Emerging diseases: a global threat. *Biotechnology Advances*, 1999, 17(4/5): 363-384.
- [38] Gratz N G. Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annual Review of Entomology*, 1999, 44(1): 51-75.
- [39] Enserink M. Malaysian researchers trace Nipah virus outbreak to bats. *Science*, 2000, 289(5476): 518-519.
- [40] Cong G S. The category, harm and prevention of zoonosis. *Technical Dvisor for Animal Husbandry*, 2009, (7): 109-109.
- [41] Harris J M. Zoonotic diseases of birds. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 1991, 21(6): 1289-1297.
- [42] FAO. FAO and the avian influenza crisis. Thirty-Third Session of FAO Conference. Rome, 2005: 19-26. http://www.fao.org/docrep/meeting/010/j6489e.htm#P18_396.
- [43] Morens D M, Folkers G K, Fauci A S. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature*, 2004, 430(6996): 242-249.
- [44] Friend M. Disease emergence and resurgence: the wildlife-human connection. Reston: Geological Survey, Circular 1285, 2006: 400-400.
- [45] Olsen B, Munster V J, Wallensten A, Waldenström J, Osterhaus A D M E, Fouchier R A M. Global patterns of influenza a virus in wild birds. *Science*, 2006, 312(5772): 384-388.
- [46] Causey D, Edwards S V. Ecology of avian influenza virus in birds. *The Journal of Infectious Disease*, 2008, 197(S1): S29-S33.
- [47] Rogers S O, Starmer W T, Castello J D. Recycling of pathogenic microbes through survival in ice. *Medical Hypotheses*, 2004, 63(5): 773-777.
- [48] Banks J, Speidel E S, Moore E, Plowright L, Piccirillo A, Capua I, Cordioli P, Fioretti A, Alexander D J. Changes in the haemagglutinin and the neuraminidase genes prior to the emergence of highly pathogenic H7N1 avian influenza viruses in Italy. *Archives of Virology*, 2001, 146(5): 963-973.
- [49] FAO. *Wild birds and avian influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques*. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations and World Bank, 2007.
- [50] Reed K D, Meece J K, Henkel J S, Shukla S K. Birds, migration and emerging zoonoses: West Nile Virus, Lyme disease, influenza a and enteropathogens. *Clinical Medicine and Research*, 2003, 1(1): 5-12.
- [51] Nett R J, Campbell G L, Reisen W K. Potential for the emergence of Japanese encephalitis virus in California. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 2009, 9(5): 511-517.
- [52] Weber T P, Stilianakis N I. Ecologic immunology of avian influenza (H5N1) in migratory birds. *Emerging Infectious Diseases*, 2007, 13(8):

1139-1143.

- [53] Fergus R, Fry M, Karesh W B, Marra P P, Newman S, Paul E. Migratory birds and avian flu. *Science*, 2006, 312(5775): 845-846.
- [54] Hanson B A, Swayne D E, Senne D A, Lobpries D S, Hurst J, Stallknecht D E. Avian influenza viruses and paramyxoviruses in wintering and resident ducks in Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 2005, 41(3): 624-628.
- [55] Gauthier-Clerc M, Lebarbenchon C, Thomas F. Recent expansion of highly pathogenic avian influenza H5N1: a critical review. *Ibis*, 2007, 149(2): 202-214.
- [56] Deliberto T J, Swafford S R, Nolte D L, Pedersen K, Lutman M W, Schmit B B, Baroch J A, Kohler D J, Franklin A. Surveillance for highly pathogenic avian influenza in wild birds in the USA. *Integrative Zoology*, 2009, 4(4): 426-439.
- [57] Karesh W B, Cook R A, Bennett E L, Newcomb J. Wildlife trade and global disease emergence. *Emerging Infectious Diseases*, 2005, 11(7): 1000-1002.
- [58] Kilpatrick A M, Chmura A A, Gibbons D W, Fleischer R C, Marra P P, Daszak P. Predicting the global spread of H5N1 avian influenza. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2006, 103(51): 19368-19373.
- [59] European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from Commission related to animal health and welfare aspects of avian influenza. [2008-09-10]. www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620772933.htm.
- [60] van den Berg T. The role of the legal and illegal trade of live birds and avian products in the spread of avian influenza. *Revue Scientifique et Technique*, 2009, 28(1): 93-111.
- [61] Office des Internationales Epizootes. Avian influenza//Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. Paris: World Organization of Animal Health, 2007.
- [62] Fouchier R A, Bestebroer T M, Herfst S, van der Kemp L, Rimmelzwaan G F, Osterhaus A D. Detection of influenza A viruses from different species by PCR amplification of conserved sequences in the matrix gene. *Journal of Clinical Microbiology*, 2000, 38(11): 4096-4101.
- [63] OIE. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products. Vol I and II. Paris: OIE, 2004.
- [64] Cumming G S, Hockey P A R, Bruinzeel L W, Du Plessis M A. Wild bird movements and avian influenza risk mapping in southern Africa. *Ecology and Society*, 2008, 13(2): 26-26.
- [65] Martinez M, Muñoz M J, de La Torre A, Iglesias I, Peris S, Infante O, Sanchez-Vizcaino L M. Risk of introduction of H5N1 HPAI from Europe to Spain by wild water birds in autumn. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2009, 56(3): 86-98.
- [66] Jewell C P, Kyraios T, Christley R M, Roberts G O. A novel approach to real-time risk prediction for emerging infectious diseases: a case study in avian influenza H5N1. *Preventive Veterinary Medicine*, 2009, 91(1): 19-28.
- [67] Maidana N A, Yang H M. Spatial spreading of West Nile Virus described by traveling waves. *Journal of Theoretical Biology*, 2009, 258(3): 403-417.

参考文献:

- [1] 赵学敏. 禽流感防治与野生动物疫病. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [17] Primack RB, 马克平. 保护生物学简明教程(第四版). 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [35] 张国钢, 刘冬平, 江红星, 侯韵秋, 戴铭, 楚国忠. 禽流感发生后青海湖水鸟的种群现状. *动物学杂志*, 2008, 43(2): 51-56.
- [40] 丛国顺. 人畜共患病的种类、危害及其防治措施. *养殖技术顾问*, 2009, (7): 109-109.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 22 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Hyperspectral estimation models for plant community water content at both leaf and canopy levels in Wild Duck Lake wetland	6645
Potential distribution of rice in china and its climate characteristics	6659
Effects of seed soaking with soybean isoflavones on soybean seedlings under salt stress	6669
Ecophysiological responses and adaptation of <i>Tamarix ramosissima</i> to changes in groundwater depth in the Heihe river basin	6677
<i>Melica przewalskyi</i> population spatial pattern and response to soil moisture in degraded alpine grassland	6688
A study on ecological compensation standard for Zaoshi Water Conservancy Project based on the idea of ecological footprint	6696
Spatial-temporal variation of NPP and NDVI correlation in wetland of Yellow River Delta based on MODIS data	6708
Marshclassification mapping at a community scale using high-resolution imagery	6717
The impact of bacterial-feeding nematodes on root growth of <i>Arabidopsis thaliana</i> L. and the possible mechanisms	6727
Spatial and dynamic analysis of plantations in Xishuangbanna using network <i>K</i> -function	6734
Contrastive analysis and climatic response of tree-ring gray values and tree-ring densities	6743
Fractal structure of dominant tree species in north-facing slope of mountain of northern Hebei	6753
Characteristics of radiation fluxes of an evergreen broad-leaved forest in Maofeng Mountain, Guangzhou, China	6766
Effects of seed-dressing agents on groundnut and rhizosphere microbes	6777
Time series prediction of the concentration of chlorophyll-a based on RBF neural network with parameters self-optimizing	6788
A trend surface analysis of geographic variation in the traits of seeds and seedlings from different <i>Quercus acutissima</i> provenances	6796
Comparisons of relationships between leaf and fine root traits in hilly area of the Loess Plateau, Yanhe River basin, Shaanxi Province, China	6805
An analysis on the water status in twigs and its relations to the drought resistance in Five woody plants living in arid zone	6815
The effect of fire on soil properties in a <i>Pinus massoniana</i> stand	6824
Water-environment effects of industry structure in Taihu Lake Basin in Jiangsu Province	6832
Effect of high temperature on enzymic activity, pigment content and chlorophyll fluorescence of two <i>Kappaphycus</i> species	6845
Analysis on characteristics of a typical drought event in Jiangsu Province	6853
Surface heat flux and energy budget for semi-arid grassland on the Loess Plateau	6866
Effects of light quality on photosynthetic characteristics and on the carotenoid and cuticular extract content in tobacco leaves	6877
Cyanobacterial diversity in biological soil crusts on wastelands of copper mine tailings	6886
Stereotypic behavior frequency and the influencing factors in captive Alpine musk deer (<i>Moschus sifanicus</i>)	6896
Zooplankton ecology near the Tianwan Nuclear Power Station	6902
Diel variations of fish assemblages in multiple habitats of Ma'an archipelago, Shengsi, China	6912
A novel cognitive-based approach to motivation for non-use value	6926
Review	
Salt-responsive proteomics in plants	6936
Research progress on forms of nitrogen and determination in the sediments	6947
Review of research progress of infectious diseases in wild birds	6959
Review on the methods to quantify fish's ability to cross velocity barriers in fish passage	6967
Monograph	
Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: foundation, prospect and response strategy	6973
Scientific Note	
A comparative study of the spatial-temporal patterns of fine roots between young and mature <i>Caragana korshinskii</i> plantations	6978

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 22 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 22 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元