



•综述•

中国麋鹿种群重建35年：历程、成就与挑战

白加德^{1,2}, 张渊媛^{ID 1,2*}, 钟震宇^{1,2}, 程志斌^{1,2}, 曹明³, 孟玉萍^{1,2}

1. 北京生物多样性保护研究中心, 北京 100076; 2. 北京麋鹿生态实验中心, 北京 100076; 3. 中国环境科学研究院国家环境保护区域生态过程与功能评估重点实验室, 北京 100012

摘要: 迁地保护是《生物多样性公约》的重要内容, 是“爱知生物多样性目标”的目标之一, 也是《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011–2030)的战略任务和优先行动。麋鹿(*Elaphurus davidianus*)是国家I级重点保护野生动物。中国麋鹿经历了本土野外灭绝、圈养种群引至国外、国外圈养种群重引入国内、种群复壮、迁地保护、放归野外, 最终建立野生种群的历程。北京麋鹿苑自1985年重引入38只后, 于1991年就已恢复到60–80只的麋鹿基础种群。种群扩大后, 逐年向外输出, 35年来共计输出546只, 苑内数量维持在150只左右。江苏大丰1986年引入麋鹿39只, 于1990年达到78只的基础种群, 2019年底种群数量发展至5,016只, 是建群时的129倍。大丰自1995年开始向外输出麋鹿, 至2020年底共计输出164只。麋鹿分布点从重引入时的2个发展至2020年的81个, 已几乎全面覆盖麋鹿灭绝前原有的栖息地。其中野生种群分布在6处, 数量总计达2,855只。中国麋鹿野生种群的重建是野生动物迁地保护和回归自然的典范, 为全球野外灭绝物种的保护贡献了中国智慧。然而, 当前麋鹿保护也遇到诸多挑战: (1)尚没有国家层级的麋鹿保护整体规划, 缺乏统一的监测平台与规范; (2)麋鹿遗传多样性匮乏, 种群抗风险能力差; (3)野生种群分布不广, 且数量较小, 不利于野生种群的稳定性; (4)麋鹿种群与环境承载力的矛盾凸显, 不利于麋鹿种群的健康发展; (5)麋鹿保护缺乏国际交流机制, 不利于麋鹿相关研究的国际交流。因此, 麋鹿的保护和研究仍任重道远, 今后需加强各地麋鹿种群生态监测, 建立麋鹿共享数据库; 采用技术手段增加遗传多样性, 建立麋鹿种质资源库; 建立更多野生种群, 以增加麋鹿野生种群的稳定性, 使这一野外灭绝物种能够真正实现自然回归。

关键词: 中国; 麋鹿; 迁地保护; 种群重建

白加德, 张渊媛, 钟震宇, 程志斌, 曹明, 孟玉萍 (2021) 中国麋鹿种群重建35年: 历程、成就与挑战. 生物多样性, 29, 160–166. doi: 10.17520/biods.2021018.

Bai JD, Zhang YY, Zhong ZY, Cheng ZB, Cao M, Meng YP (2021) The 35th anniversary of the reintroduction of Milu deer to China: History, population status, achievements and challenges. Biodiversity Science, 29, 160–166. doi: 10.17520/biods.2021018.

The 35th anniversary of the reintroduction of Milu deer to China: History, population status, achievements and challenges

Jiade Bai^{1,2}, Yuanyuan Zhang^{ID 1,2*}, Zhenyu Zhong^{1,2}, Zhibin Cheng^{1,2}, Ming Cao³, Yuping Meng^{1,2}

1 Beijing Biodiversity Conservation Research Center, Beijing 100076

2 Beijing Milu Ecological Research Center, Beijing 100076

3 State Environmental Protection Key Laboratory of Regional Eco-process and Function Assessment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012

ABSTRACT

Background & Aims: *Ex-situ* conservation is an important part of the Convention on Biological Diversity, one of the objectives of the “Aichi Biodiversity Targets” and a strategic task and priority action of the China Biodiversity Conservation Strategy and Action Plan (2011–2030). Milu (Père David’s deer) (*Elaphurus davidianus*) is listed as Class I National Key Protected Species of China. Before the wild population of Milu deer became extinct in China, captive populations were established overseas, which formed the basis for a reintroduction to China in 1985. Since reintroduction, the native population has become established and has expanded. The starting point for the reintroduction process was Beijing Milu Park, where 38 deer were reintroduced in 1985. After successful expansion of the population,

收稿日期: 2021-01-13; 接受日期: 2021-02-01

基金项目: 国家林业和草原局“麋鹿、野马种群扩散与扩大放归(2020)”和“麋鹿疫病防治及健康管理的关键技术集成研究(2020)”

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zhang.yuanyuan@hotmail.com

the Beijing Milu Park began to send deer to other parts of the country. This article reviews the history and achievements of the reintroduction of Milu deer to China, examines the status of population development, and identifies challenges for the conservation of this species.

Results: Over the last 35 years, a total of 546 deer have been sent to other locations and, as at January 2021, Beijing Milu Park retains 183 deer in total. Dafeng Nature Reserve in Jiangsu Province is the second pillar of Milu deer's reintroduction. After 39 deer were reintroduced to Dafeng in 1986, the population expanded to 78 in 1990, and to 5,016 by the end of 2019, a 129-fold increase in the population since reintroduction. In 1995, Dafeng also began to send Milu deer to other sites across the country and, by the end of 2020, 164 had been sent to other locations. The distribution of Milu deer has expanded from just two sites in 1985-1986 to 81 in 2020, covering all previous habitats before its extinction. Among these sites, six support wild populations, amounting to 2,855 individuals.

Perspectives & Suggestions: The restoration of the Milu deer population in China is a successful example of *ex-situ* conservation. However, the conservation of Milu deer faces challenges. There is no master plan for Milu deer conservation at the national level, so a coordinated monitoring platform and guidelines are lacking. Additionally, the Milu deer population lacks genetic diversity and is therefore vulnerable to multiple risks. The distribution of the wild population is limited and the number is small, thus hindering population stability. There is also a growing tension between population development and habitat carrying capacity, which hinders the sustainable growth of the population. In addition, the lack of an international cooperation mechanism hampers international collaboration and communication on Milu deer's research. For all these reasons and others, the conservation of Milu deer is not secure. This article suggests strengthening ecological monitoring of the Milu deer population and developing a shared database and germplasm databank in order to improve genetic diversity. There is a need to expand the wild population in order to improve population stability, so as to secure the long-term conservation of this once extinct species.

Key words: China; Milu deer; *ex-situ* conservation; population development

《生物多样性公约》第9条(易地保护)规定: 最好在生物多样性组成部分的原产国采取措施易地保护这些组成部分; 采取措施恢复受威胁物种并在适当情况下将这些物种重新引入自然生境中(<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-zh.pdf>)。2010年《生物多样性公约》第十次缔约方大会通过的“爱知目标”战略目标12提出, 到2020年要防止已知受威胁物种的灭绝, 尤其是使那些数量锐减的物种的保护状况得到改善和持续保护(<https://www.cbd.int/sp/targets/>)。2010年发布的《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011-2030)在其优先领域五(科学开展生物多样性迁地保护)优先行动19中要求: “加强人工种群野化与野生种群恢复”、“开展人工种群回归自然的试点示范, 在哺乳动物、爬行动物、鱼类、鸟类以及极度濒危野生植物中选择3-5种实现自然回归”。

麋鹿(*Elaphurus davidianus*)是国家I级重点保护野生动物。中国麋鹿经历了本土野外灭绝、圈养种群引至国外、国外圈养种群重引入国内、种群复壮、迁地保护、放归野外、野外种群形成的历程, 是世界生物物种迁地保护与回归自然的典范, 为全球野生动物保护贡献了中国智慧。本文以中国麋鹿种群

重建35年历程为例, 阐述中国在物种迁地保护方面的努力, 阐明中国履行《生物多样性公约》的成就。

1 中国麋鹿的灭绝与重引入历程

麋鹿是一种大型鹿科草食性动物, 属于偶蹄目鹿科麋鹿属, 原产于我国, 被IUCN红皮书列为野外灭绝物种(王立波等, 2009)。历史上麋鹿有双叉种(*E. bifurcatus*)、蓝田种(*E. lantianensis*)、台湾种(*E. formosanus*)、晋南种(*E. chinanensis*)和达氏种(*E. davidianus*)共5个种, 现存麋鹿为达氏种, 其他4个种均已灭绝。

1.1 本土野外灭绝, 皇家猎苑保存

麋鹿原产于我国长江、黄河中下游沼泽地带。已查明的野生麋鹿化石点和出土的野生麋鹿化石数量都表明, 麋鹿起源于200万年前, 距今约1万年到3,000年时种群数量最大(白加德, 2014)。截至1978年就已报道了64个化石点, 以江苏地区最多(曹克清, 1978)。

汉朝末年, 由于栖息地丧失与捕猎增加, 麋鹿数量锐减。元朝时, 蒙古士兵将残余的野生麋鹿从黄海滩涂运到大都(北京), 供皇族子孙们骑马射杀, 至此, 麋鹿野外种群消失。清朝初期, 中国境内最

后一群麋鹿放养在北京南海子皇家猎苑(白加德, 2014)。1865年, 法国传教士阿芒·大卫到北京南苑考察, 发现了麋鹿, 并取得麋鹿标本, 将其运到法国巴黎自然博物馆, 经鉴定, 这不但是一个新种, 而且是一个单独的属。至此, 中国麋鹿名扬世界。

1.2 麋鹿种群在国外延续

1866年后, 英国、法国、德国、比利时等国的驻清公使及教会人士通过明索暗购等方式, 从北京南海子猎苑运走几十只麋鹿, 饲养在各国动物园中。1894年, 永定河河水泛滥, 南苑围墙被冲垮, 逃散的麋鹿被饥民猎杀, 用以果腹。1900年, 八国联军侵入北京, 南海子麋鹿被西方列强劫杀一空, 一部分被运往欧洲各地。至此, 麋鹿在中国本土灭绝。

由于环境不适应等原因, 圈养于欧洲动物园的麋鹿种群规模逐渐减小。从1898年起, 英国贝福特公爵陆续将饲养在各国动物园中的18只麋鹿悉数买下, 放养在占地3,000英亩的乌邦寺庄园内。第二次世界大战时, 乌邦寺庄园的麋鹿数量达到255只, 为躲避战火, 乌邦寺开始向世界一些大的动物园转让麋鹿。截至1983年底, 全世界麋鹿数量达到1,320只(白加德, 2014)。

1.3 麋鹿的重引入

物种重引入的最终目的是建立完全脱离对人类的依赖、可长期自我维持的野生种群。麋鹿重引入有两个目标: 一是通过将存留在国外的麋鹿引回国内, 进行种群复壮; 二是将圈养条件下扩大的麋鹿种群再放归到原有的野外生境, 使其恢复行为和生理等方面已丢失的野生特性, 形成野生种群。

1985年中国启动了麋鹿重引入项目, 来自英国乌邦寺庄园的22只麋鹿被运抵北京大兴南海子(其中两只运抵后直接转运至上海动物园), 并建立了北京麋鹿生态实验中心(又称麋鹿苑)。1987年又引入18只, 麋鹿苑两次引入共计38只(5♂, 33♀)。同期, 另有39只麋鹿(13♂, 26♀)于1986年从英国伦敦等地的动物园引至江苏大丰的黄海滩涂, 并建立了江苏大丰麋鹿国家级自然保护区。

2 中国麋鹿种群的重建过程

2.1 饲养繁殖与种群扩大

北京南海子麋鹿苑与江苏大丰麋鹿国家级自然保护区承担了最初引入的麋鹿种群的饲养与种群复壮任务。麋鹿苑位于北京大兴区东北部, 平均

海拔31.5 m, 年平均温度13.1℃, 1月平均气温-3.4℃, 7月平均气温26.4℃, 年平均降水量568.3 mm, 总面积为66 ha, 其中湿地面积10 ha, 平均水深0.8 m(张鹏等, 2020)。麋鹿的科学研究和繁殖扩群工作起步于此。北京南海子被认定为麋鹿的模式种产地, 1991年就已达到重引入的第一阶段目标, 即恢复到60–80只的麋鹿基础种群。至1996年, 在北京南海子麋鹿苑出生的麋鹿达250只(张林源等, 1998)。为平衡麋鹿种群数量与环境承载力的关系, 通过对外输出使其种群数量维持在150只左右, 截至2021年1月, 南海子麋鹿苑的麋鹿数量为183只。

大丰麋鹿国家级自然保护区位于江苏省大丰市东南角的黄海之滨, 总面积2,667 ha, 其中核心区1,657 ha, 缓冲区288 ha, 实验区722 ha。当地年均降水量1,068 mm, 年平均气温14.1℃, 1月平均气温为0.8℃, 7月平均气温为27℃, 平均海拔2–4 m, 区内有可采食植物199种, 是比较合适的麋鹿栖息地(徐安宏和俞晓鹏, 2019; 王立波等, 2020)。1986年, 来自英国伦敦动物园等处的39只麋鹿到达这里, 经过饲养繁殖, 出生率基本维持在20%–30%, 麋鹿种群逐年扩大。1990年就达到78只的基础种群, 2000年达到468只(苏继申等, 2003)。为缓解种群快速增长对环境的压力, 将麋鹿种群调整到环境容纳量水平上的固定年龄分布后, 每年调出麋鹿, 将种群规模维持在适当范围(于长青等, 1996)。截至2019年底, 种群数量发展至5,016只。

2.2 迁地保护

为实现麋鹿引入第二阶段目标, 即恢复自然种群, 同时减少麋鹿种群数量压力, 北京麋鹿苑制定了迁地保护规划, 将部分麋鹿输出至湖北石首市的长江天鹅洲湿地, 当地为此建立了湖北石首麋鹿国家级自然保护区。北京麋鹿苑于1993年和1994年分两批向该保护区共输出64只麋鹿(张林源等, 1998)。此后, 北京麋鹿苑每年向全国各地输出麋鹿, 例如, 2002年12月输出30只到河南省原阳县麋鹿散养场, 2006年输出31只至浙江临安国家濒危野生动植物种质基因保护中心建立繁育种群。截至2020年底, 北京麋鹿苑共计输出麋鹿546只(图1)。

大丰麋鹿保护区自1995年开始向其他地方输出麋鹿, 截至2020年底共计输出164只(图2)。

2.3 放归野外形成野生种群

1998年, 长江洪水泛滥, 湖北石首麋鹿国家级

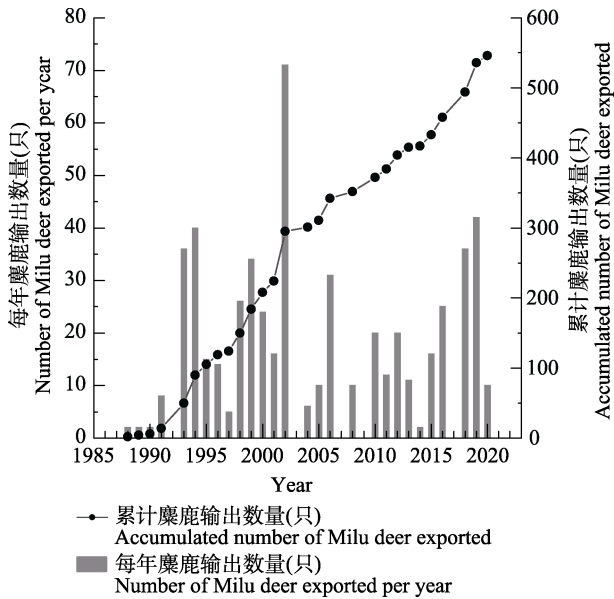


图1 北京麋鹿苑35年来输出麋鹿数量

Fig. 1 Number of Milu deer exported from Beijing Milu Park over 35 years

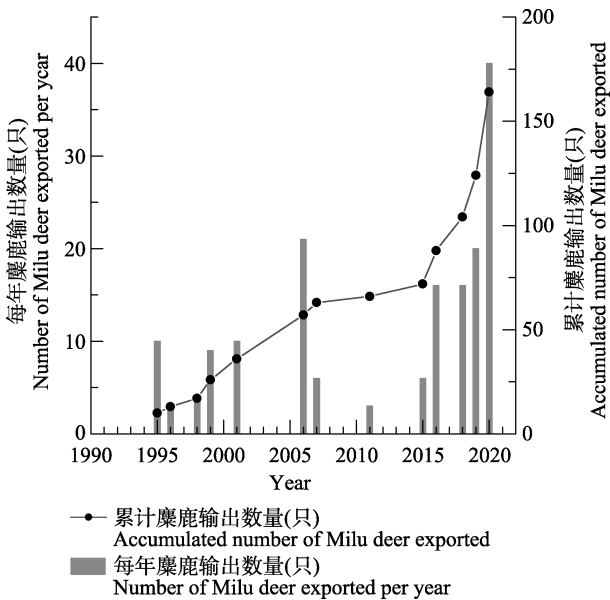


图2 江苏大丰麋鹿国家级自然保护区25年来输出麋鹿数量

Fig. 2 Number of Milu deer exported from Dafeng Milu National Nature Reserve over 25 years

自然保护区内散养的麋鹿遭遇了洪水, 据统计共有34只外逃, 其中11只外逃至石首县杨坡坦湿地, 23只溺水横渡长江至石首市三合垸湿地; 另外有5只随洪水漂流到湖南省洞庭湖湖区, 后续又有一些麋鹿来这里定居。因为杨坡坦湿地人为开垦改造, 外逃至该湿地的种群大部分又转移到监利县的兔儿洲, 数量增至200余只。目前进入三合垸湿地的麋鹿

逐渐形成了约200只的种群; 进入湖南东洞庭湖自然保护区的麋鹿数量已达220只左右。

1998年11月5日, 国家选定在大丰实施有计划的野生放养试验。大丰麋鹿保护区挑选了8只麋鹿开展首次麋鹿野化放归试验。放归的麋鹿很快适应了野外环境, 成功进行自然繁殖。此后, 为继续优化野生麋鹿种群结构, 从2002年开始, 大丰麋鹿保护区又多次进行麋鹿野生放养, 通过实地观测, 截至2020年已经发展成为1,820只麋鹿的野外种群。

2018年4月3日, 由北京麋鹿苑输出的30只麋鹿与鄱阳湖国家湿地公园的17只麋鹿混群, 一起被野放至鄱阳湖湖区。2019年3月我们对鄱阳湖野放麋鹿进行调查, 种群数量已达到50多只, 并呈现从鄱阳县向湖区其他县市湿地扩散的趋势。

3 中国麋鹿种群重建的成就

麋鹿从繁盛到本土灭绝, 从重引入到成功恢复野生种群, 中国麋鹿保护工作得到世界认可。IUCN 2012年发布的《物种引进指南》认为, 中国麋鹿重引进项目是全世界138个物种重引进项目中最成功的15个之一(杜悦英, 2018)。

3.1 为世界濒危野生动物种群重建提供了“三步走”的中国智慧

中国麋鹿自重引入后, 逆着麋鹿种群灭绝的路径, 经过了圈养与半散放种群、保护区野化训练种群到逐步归化为自然种群的过程。

在北京麋鹿苑, 1985–1993年实现重引入麋鹿种群的复壮; 1993–1998年在湖北石首麋鹿国家级自然保护区(以下简称湖北石首)进行野化训练; 1998–2002年在杨坡坦、三合垸、东洞庭湖形成自然种群。此成功经验被总结为“三步走模式”。在“三步走模式”的示范下, 北京麋鹿苑又于2013年在鄱阳湖湿地公园建立了麋鹿迁地种群, 2018年4月将迁地种群的47只麋鹿成功野放, 2020年野外种群数量达到60余只。

与此同时, 在江苏大丰, 1986–1998年实现了麋鹿种群的扩大; 1998–2003年进行野外归化试验; 2003年至今野外种群已经建立。

北京麋鹿苑和大丰的成功经验都证明了麋鹿野生种群重建的这种“三步走模式”是一种有效的野生动物迁地保护和自然回归的路径, 它为世界濒危野生动物保护贡献了中国智慧。

3.2 麋鹿建群后, 数量快速增长, 分布点增多

江苏大丰1996年引入麋鹿39只, 2019年达到5,016只, 是建群时的129倍。湖北石首1993年和1994年引入64只, 2002年引入30只, 现在保护区内麋鹿达1,000只, 保护区外的自然种群也有800只左右, 是建群时的19倍。江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区1998年引入麋鹿10只, 2019年时达230只, 数量是引入时的23倍。如果按1985年、1986年重引入麋鹿77只计算, 全国现有数量已超过8,000只, 是建群时数量的100多倍。

麋鹿分布点从最初的两个, 即北京南海子麋鹿苑和江苏大丰麋鹿国家级自然保护区, 发展到2020年的81个, 已几乎全面覆盖麋鹿灭绝前原有的栖息地(图3)。其中野生种群分布在6处, 包括江苏大丰黄海滩涂种群(约为1,820只)、湖南东洞庭湖种群(约为220只)、湖北石首(含杨坡坦和三合垸)种群(约为500只)、江西鄱阳湖种群(约为60只)、江苏盐城种群(约为230只)、河北木兰围场种群(约为25只)。截至2020年底, 全国野生麋鹿数量总计达2,855只。

3.3 形成了麋鹿饲养管理技术

35年来, 在麋鹿生物学研究中取得多项成果。代表性著作包括《中国麋鹿研究》(丁玉华等, 2004)、

《麋鹿研究》(曹克清, 2005)、《大丰麋鹿与生物多样性》(蒋志刚, 2011)以及《麋鹿生物学研究》(白加德, 2014), 这些著作较为系统地阐述了麋鹿的起源与进化及其生物学特性、行为特征、种群生态学特性、饲养管理、繁育等内容。

在麋鹿饲养标准和管理技术方面, 北京麋鹿生态实验中心于2019年主持了国家林业和草原局下达的“麋鹿人工繁育及放归规范”项目, 起草了麋鹿人工繁育及放归的场地与圈舍、引种建群、繁殖、饲养管理、卫生防疫、麋鹿种群的监测等技术要求, 可应用于麋鹿人工繁殖及野化放归种群管护。

在麋鹿组织解剖及疾病防治防控技术方面取得突破, 为麋鹿保护提供了科学支撑。在迁地种群保护推进过程中, 通过开展麋鹿遗传学研究, 不断完善基因交流机制, 促进了不同迁地种群间的个体交流。通过开展麋鹿迁地保护种群监测工作, 完善了迁地保护与野外放归等关键技术, 为我国珍稀濒危野生动物开展迁地保护提供了有益示范。

3.4 麋鹿保护促进了公众的生物多样性保护意识

北京麋鹿苑率先开展麋鹿科普教育和展览, 苑内的麋鹿博物馆免费向公众开放, 每年有50多万人参观学习。江苏大丰麋鹿成为国家5A级旅游景区, 每年接待游客20多万人。与此同时, 麋鹿保护的相关知识纳入学校课程, 并进入社区、广播电视、报纸等媒体, 受到公众的广泛欢迎与关注。麋鹿保护教育增强了公众保护野生动物的意识和参与生物多样性保护的积极性, 也为全社会生态文明建设蓄积了巨大的知识力量。

4 中国麋鹿种群重建的挑战

4.1 尚缺乏统一的保护整体规划和监测平台

尽管麋鹿保护取得了可喜成绩, 但35年来麋鹿数量100多倍的增长速度对麋鹿未来的保护与管理提出了新的挑战。现今麋鹿的三大保护地各自都有自己的管理办法、发展规划、监测技术方案等。北京麋鹿苑采用视频监控系统, 定期测定水质, 结合大气监测、麋鹿血液生理指标测定、疫源疫病调查等手段对麋鹿进行健康监测。江苏大丰通过视频监控、环境监测、麋鹿血液生理指标测定、网格化调查、保护区植物调查等开展监测。湖北石首的监测手段主要为视频监控、生物多样性调查等。对于野外种群, 主要依托原保护区和当地林草局等部门进

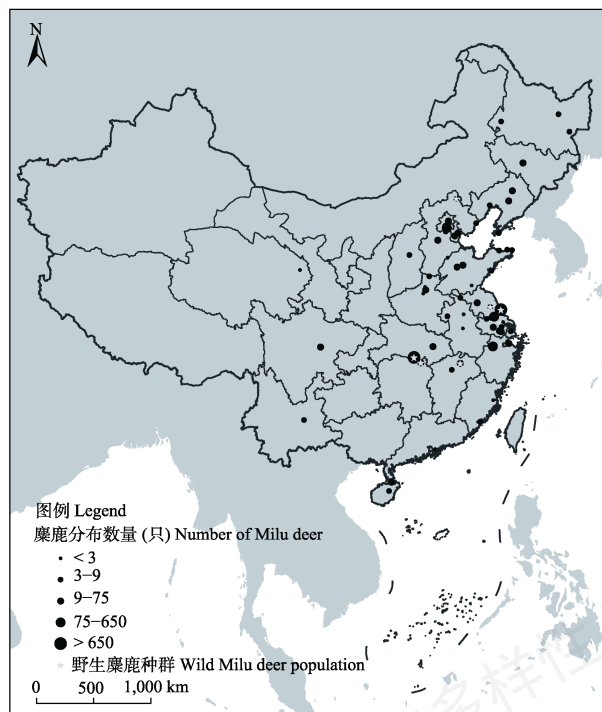


图3 麋鹿全国分布图

Fig. 3 Distribution status of Milu deer in China

行管理, 并与 IUCN/SSC (Species Survival Commission) 专家 Neil Madison 合作编制了石首保护区总体规划。综上, 从事麋鹿保护的各保护区对监测的认识不一, 标准不一, 管理无规范, 也没有统一的种群监测工作机制和方法, 缺乏共享的监测平台, 对麋鹿可能发生的重大疾病灾害缺乏预判预警机制。因此, 应加强顶层设计, 建立全国统一的规范的麋鹿研究与监测平台, 对放归麋鹿进行动态监测, 掌握其种群动态变化情况, 并实现数据共享, 从而提高预防风险的能力, 通过各方协调合作, 编制麋鹿种群发展的总体规划, 以促进麋鹿保护工作的可持续发展。

4.2 麋鹿遗传多样性匮乏, 种群抗风险能力差

长期近亲繁殖导致麋鹿遗传多样性匮乏(王立波等, 2020)。从中国 4 个野生麋鹿种群现状看, 石首、洞庭湖、盐城 3 处野生种群都是英国乌邦寺和北京南海子麋鹿群的后代, 大丰野生麋鹿群为英国 7 家动物园麋鹿的后代。这 4 群野生麋鹿都属于种群内繁殖, 群内个体亲缘关系很近, 近交系数为 0.2–0.3 (于长青等, 1996), 其基因观测杂合度、期望杂合度、等位基因丰富度都很低, 导致难产率和流产率增加, 寿命降低, 抗系统性疾病能力差, 易暴发大规模死亡事件, 不利于麋鹿种群的可持续健康发展(丁玉华等, 2014)。可尝试通过麋鹿人工受精技术(钟震宇, 2011), 尽可能地丰富其遗传多样性。在此基础上, 建立国内麋鹿种质资源库, 对每一份种质资源进行备案, 为国内外麋鹿遗传多样性的研究奠定基础。

4.3 野生分布点少, 不利于野生种群的稳定性

当前自然野生种群的分布区域十分有限, 主要集中在江苏盐城市、湖北石首市、湖南洞庭湖, 以及江西鄱阳湖一带。需根据麋鹿种群的生态位、适合麋鹿生存的自然环境(生境、植物、动物等)、气象因子(温度、日照、无霜期、降水量等)、可食植物及水质等要求选择适宜的栖息地, 多点位建立麋鹿自然种群, 为扩大野生麋鹿种群创造条件(丁玉华等, 2014), 以最终形成稳定的野生麋鹿种群。

4.4 麋鹿种群与环境承载力的矛盾凸显

麋鹿数量的快速增长对栖息地的环境承载力造成一定挑战。在麋鹿的迁地保护场所中圈养种群达 47 处, 占全国迁地保护场所的 65%。圈养场所面积小、环境差, 存在种群选育和难产等问题。由于

饲养场所面积小、麋鹿个体密度高, 种群长期处于紧张、应急状态, 易引发疾病并加速传染病的传播(张树苗, 2017)。麋鹿种群密度过大, 也会导致群体抗疫病风险能力降低。

4.5 麋鹿保护缺乏国际交流机制

麋鹿的重引入和种群重建凸显了国际合作在生物多样性保护中的重要性。麋鹿经历了本土灭绝后, 从英国重引入回归, 而包括欧洲在内的全球范围内都散布着为数不小的麋鹿种群。各国地理环境各异, 生物区系、气候条件也差别很大, 麋鹿种群在发展过程中对当地环境已产生了进化适应, 形成了丰富的遗传多样性。我国麋鹿保护单位可以和国际相关机构开展合作, 建立麋鹿遗传资源保护跨国交流机制, 收集各国麋鹿种质资源, 建立种质资源库, 以促进麋鹿遗传多样性及其保护的深入研究(Zhang et al, 2021)。

5 结语

中国麋鹿种群重建是中国生物多样性保护的一个缩影, 特别是野生动物迁地保护和自然回归的成功实施, 展示了中国保护生物多样性的智慧, 为国际社会提供了野生动物保护的有益示范。在麋鹿种群重建的同时, 也面临各种挑战, 麋鹿保护仍任重道远。为此, 应加强麋鹿保护相关单位的合作, 着力加强顶层设计, 推动形成国家级的监测平台和研究基地, 规范引种、饲养繁殖与野放。加强麋鹿遗传多样性研究, 收集整理麋鹿种质资源并建立种质资源库, 为种群间基因交流奠定基础。加强对野生麋鹿种群的监测和评估, 提高其稳定性。研究麋鹿种群与其生境承载力的相关关系, 减弱麋鹿种群与环境承载力的矛盾, 促进麋鹿种群健康发展。

ORCID

张渊媛  <http://orcid.org/0000-0002-7220-5879>

参考文献

- Bai JD (2014) Biological Research of David's deer. Beijing Science and Technology Publishing House, Beijing. (in Chinese) [白加德 (2014) 麋鹿生物学研究. 北京科学技术出版社, 北京.]
- Cao KQ (1978) On the time of extinction of the wild Mi-deer in China. *Acta Zoologica Sinica*, 24, 289–291. [曹克清 (1978) 野生麋鹿绝灭时间初探. *动物学报*, 24, 289–291.]
- Ding YH, Ren YJ, Wen HJ, Li PF, Gao DL, Chang Q (2014)

Research on recovery and conservation of wild Père David's deer population in China. Chinese Journal of Wildlife, 35, 228–233. (in Chinese with English abstract) [丁玉华, 任义军, 温华军, 李鹏飞, 高大立, 常青 (2014) 中国野生麋鹿种群的恢复与保护研究. 野生动物学报, 35, 228–233.]

Du YY (2018) Milu: China's example in wildlife conservation. China Development Observation, 8, 50–52. [杜悦英 (2018) 麋鹿: 野生动物保护的中国样本. 中国发展观察, 8, 50–52.]

Jiang ZG, Ding YH (2011) Dafeng Milu Deer and Biodiversity. China Forestry Publishing House, Beijing. [蒋志刚, 丁玉华 (2011) 大丰麋鹿与生物多样性. 中国林业出版社, 北京.]

Su JS, Xue JH, Ding YH (2003) A study on the David's Deer population dynamics in Dafeng Nature Reserve area. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 27(3), 44–46. (in Chinese with English abstract) [苏继申, 薛建辉, 丁玉华 (2003) 大丰国家级自然保护区麋鹿的种群动态. 南京林业大学学报(自然科学版), 27(3), 44–46.]

Wang LB, Ding YH, Wei JX (2009) Restrictive factors on population development of Milu deer in Dafeng National Nature Reserve. Chinese Journal of Wildlife, 30, 299–301. (in Chinese with English abstract) [王立波, 丁玉华, 魏吉祥 (2009) 大丰麋鹿种群增长抑制因素初步探讨. 野生动物, 30, 299–301.]

Wang LB, Jiang H, An YT, Yang YZ, Yuan BD (2020) Current status and conservation measures for Père David's deer in China. Chinese Journal of Wildlife, 41, 806–813. (in Chinese with English abstract) [王立波, 姜慧, 安玉亭, 杨禹治, 原宝东 (2020) 中国麋鹿种群现状分析及保护对策探讨. 野生动物学报, 41, 806–813.]

Xu AH, Yu XP (2019) Conservation status and sustainable development strategy of Milu (*Elaphurus davidianus*) in Dafeng. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 47, 107–109. (in Chinese with English abstract) [徐安宏, 俞晓鹏 (2019) 大丰麋鹿保护现状与可持续发展策略探讨. 安徽农业科学, 47, 107–109.]

Yu CQ, Liang CQ, Lu J, Ding YH (1996) Population growth and management of Père David's deer in Dafeng Reserve.

Acta Theriologica Sinica, 16, 259–263. (in Chinese with English abstract) [于长青, 梁崇歧, 陆军, 丁玉华 (1996) 大丰麋鹿种群的增长与管理. 兽类学报, 16, 259–263.]

Zhang LY, Chen Y, Yu CQ (1998) *Ex-situ* protection and genetic diversity of Chinese Milu (*Elaphurus Davidinus*). Proceedings of Second National Symposium on Biodiversity Conservation and Sustainable Use, pp. 48–53. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese with English abstract) [张林源, 陈耘, 于长青 (1998) 中国麋鹿的迁地保护与遗传多样性现状. 第二届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集, 第48–53页. 中国林业出版社, 北京.]

Zhang PQ, Zhang ZM, Bai JD, Liu YJ, Zhou CX, Meng YP, Zhong ZY, Yang Z (2020) Bird diversity in Nanhaizi Milu Park of Beijing, China. Acta Ecologica Sinica, 40, 1740–1749. (in Chinese with English abstract) [张鹏骞, 张志明, 白加德, 刘艳菊, 周彩贤, 孟玉萍, 钟震宇, 杨峥 (2020) 北京南海子麋鹿苑鸟类多样性研究. 生态学报, 40, 1740–1749.]

Zhang SM, Bai JD, Li YP, Chen Q, Cheng ZB, Meng QH, Hu DF, Liang BK (2017) Père David's deer's *ex-situ* conservation status, conservation patterns and conservation suggestions in China. Forest Resources Management, (2), 16–22. (in Chinese with English abstract) [张树苗, 白加德, 李夷平, 陈颀, 程志斌, 孟庆辉, 胡德夫, 梁兵宽 (2017) 中国麋鹿迁地保护现状保护模式及保护建议. 林业资源管理, (2), 16–22.]

Zhong ZY, Zhang LY, Li K, Zhao GH, Wang W, Zhao YF (2011) Preliminary studies on artificial insemination of Père David's deer. Sichuan Journal of Zoology, 30, 224. (in Chinese with English abstract) [钟震宇, 张林源, 李坤, 赵广华, 王文, 赵裕方 (2011) 麋鹿人工授精技术初步研究. 四川动物, 30, 21–24.]

Zhang YY, Bai JD, Zhu Annah Z, Chen, RS, Xue DY, Zhong ZY, Cheng ZB (2021) Reversing extinction in China's Père David's deer. Science, 371, 685.

(责任编辑: 薛达元 责任编辑: 周玉荣)