

中国麋鹿种群密度制约现象与发展策略*

蒋志刚

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

张林源 杨戎生 夏经世 饶成刚

(北京麋鹿苑, 北京 100076)

丁玉华 沈华 徐安红

(江苏大丰麋鹿自然保护区, 江苏大丰 224136)

于长青

(中国林业科学研究院森林生态资源研究所, 北京 100091)

摘要 1985年我国从英国引入在我国已灭绝的麋鹿, 分别建立了北京和大丰两个麋鹿种群。14年来, 这两个麋鹿种群经历了风土驯化和种群增长两个阶段。1997年底, 中国麋鹿数量达671只。麋鹿种群的性比已经基本平衡, 有效种群数目接近实际种群数目。北京麋鹿苑面积有限, 大丰麋鹿仍生活围栏之中。于是, 目前北京和大丰种群的增长都受到了种群密度的制约。对北京种群进一步的发展应加以人工调控, 目前可能采取的措施有人工迁出部分个体和控制雌性生育率。大丰保护区有大面积海滩, 将圈养麋鹿释放到没有围栏的海滩, 实现建立自然生境中的野生麋鹿种群的中国麋鹿保护战略目标。同时, 应考虑形成圈养麋鹿品系, 为未来开发利用麋鹿资源开创条件。

关键词 麋鹿 种群调节 野生动物圈养 易地保护 再引入

从第四纪更新世到全新世, 麋鹿 (*Elaphurus davidianus*) 曾是一个茂盛的物种。据化石出土地点推测, 麋鹿曾分布于东亚的中国、朝鲜和日本。在我国, 麋鹿的化石出土地点覆盖了辽宁以南的广大地区(曹克清等, 1990)。华南华东的平原湿地是麋鹿的适宜生境。随着气候变化和人类活动范围的扩大, 导致了野生麋鹿最终在我国灭绝。上世纪末, 北京南苑皇家猎苑麋鹿种群毁于接踵而来的洪灾和八国联军之役。这时, 英国乌邦寺庄园收集了当时世界上仅存的18头麋鹿组成繁殖群体。后来, 这群麋鹿的后代被引种到世界各地(Jones *et al.*, 1983)。我国1985年起从英国重新引入麋鹿, 分别建立了北京和大丰两个麋鹿保护种群。

10多年来, 北京和大丰麋鹿种群适应了引入地的生态环境, 种群稳步增长, 梁崇歧等(1992,

1994)曾系统研究了大丰麋鹿的光周期适应和风土驯化过程。我国引入的麋鹿圈养在围栏之中, 围栏环境限制了麋鹿的迁移, 麋鹿的种群数量持续增长, 种群密度将制约其种群增长率。对大型草食动物种群管理应考虑实施人工种群调控措施(Clutton-Brock *et al.*, 1994)。于是, 有必要探讨中国野生麋鹿种群的结构、增长趋势以及北京、大丰两地的麋鹿环境负载量, 对我国麋鹿种群实施种群管理。在本文中我们将探讨我国两个主要麋鹿种群的种群现状、种群密度制约问题和相应的种群管理措施。

1 研究地点和方法

本研究在北京麋鹿苑(北纬39°7', 东经116°3')和江苏大丰麋鹿自然保护区(北纬33°05', 东

1999-01-26 收稿, 1999-06-14 修回

* 国家重点基础研究发展规划项目(G2000046805)、中国科学院九五重大项目(KZ-95A1-105)、国家自然科学基金杰出青年基金(No. 39725005)和中国科学院百人计划项目资助

第一作者简介 蒋志刚, 男, 42岁, 博士, 研究员。研究方向: 保护生物学。

经 120°49′) 进行。北京麋鹿苑面积 60hm², 建苑初期, 植被以芦苇 (*Phragmites australis*) 为主, 现生植被中优势种类为蟋蟀草 (*Eleusine indica*), 画眉草 (*Eragrostis cilianensis*) 等。年均气温为 13.1℃, 年降雨量约为 600 mm。大丰保护区位于黄海之滨, 为古黄河入海泥沙淤积形成的滩地。海拔为 2~4m。现生植被有刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 疏林、盐蒿 (*Suaeda glauca*) - 糙叶苔 (*Carex scabrifolia*) - 獐毛草 (*Aeluropus litoralis*) 盐土草甸、芦苇、水烛 (*Typha angustifolia*) 沼泽, 狗尾草-苔草 (*Carex doniana*) - 白茅 (*Imperata cylindrica*) 草地等。年均气温为 14.1℃, 年降雨量约为 1 068 mm。大丰保护区建有 3 个 1km² 大小的麋鹿围栏。1996 年, 该保护区面积扩大为 26km²。

1985 年 8 月和 1987 年 8 月, 37 只麋鹿分两批运抵北京, 放养于北京麋鹿苑。1986 年 8 月, 另一群麋鹿从英国运抵江苏大丰。截止 1997 年底, 中国麋鹿已经增长到 671 多只, 并且已经人工扩散到 10 多个保护区、野生动物园和鹿场, 覆盖了麋鹿的历史分布区 (蒋志刚等, 1999)。

从 1995 年开始, 我们收集了有关麋鹿种群参数, 计算了有效种群大小、性比、育龄雌鹿产仔率、死亡率和种群净增率, 分析了麋鹿种群结构, 探讨了我国现生麋鹿的管理战略。麋鹿的有效种群大小用 Ballon 和 Foose (1996) 公式计算:

$$N_e = \frac{4MF}{M+F}$$

N_e : 有效种群大小; M : 种群中雄性个体数; F : 种群中雌性个体数。

2 结果

2.1 种群参数

北京和大丰麋鹿刚引入时, 有效种群大小远小于实际种群大小, 因为引入群体雌性居多, 最初的性比在北京种群是 3:1 (♀/♂), 大丰种群是 2:1 (♀/♂)。经历了 10 多年的繁殖后, 1997 年底, 北京种群性比为 1:1.27 (♀/♂), 大丰种群为 1.24:1 (♀/♂), 现在两个种群有效种群大小接近实际种群大小 (表 1)。从 1987 到 1997 年, 北京种群育龄雌鹿产仔率为 53% ± 29%, 死亡率为 9% ± 4%。种群年均净增长率为 16% ± 10%。同期, 大丰种群育龄雌鹿产仔率为 54% ± 20%, 死亡率为 3% ± 2%。种群年均净增长率为 17% ± 4%。目前, 北京麋鹿苑育龄雌鹿占种群总数的 38%, 大丰种群中

占 48%。

表 1 北京和大丰麋鹿种群的有效种群大小、性比、死亡率和净增长率

Table 1 Effective population size, sex ratio, death rate and net growth in Beijing and Dafeng Milu populations

年份 Year	有效种群大小 N_e		雌雄性比 Sex ratio (♀/♂)		死亡率 Death rate		种群净增长率 Net growth	
	BJ	DF	BJ	DF	BJ	DF	BJ	DF
1985	15		3.00		0.00		0.00	
1986	15	35	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	34	38	3.27	2.14	0.11	0.05	0.19	0.11
1988	32	50	4.10	1.70	0.18	0.04	0.08	0.22
1989	50	63	3.63	1.54	0.08	0.06	0.33	0.18
1990	86	76	2.06	1.36	0.04	0.03	0.24	0.17
1991	117	94	1.76	1.34	0.06	0.01	0.23	0.19
1992	130	119	1.67	1.39	0.03	0.02	0.26	0.21
1993	145	151	1.40	1.33	0.05	0.03	0.21	0.21
1994	123	186	1.05	1.39	0.10	0.02	0.04	0.19
1995	111	230	0.95	1.26	0.13	0.03	0.06	0.18
1996	104	253	0.84	1.29	0.13	0.07	0.04	0.09
1997	125	299	0.79	1.24	0.06	0.02	0.11	0.15

N_e : Effective population size

BJ: 北京 (Beijing) DF: 大丰 (Dafeng)

2.2 种群增长

北京种群引入时在繁殖季节后运到, 故引入后第 1 年这些麋鹿没有繁殖。但从引入后第 3 年开始, 北京和大丰两个种群的数量均呈指数增长 (图 1)。北京种群的增长持续到 1990 年初。1989 年底, 北京种群数量较引入时增长了近一倍, 达 66 只。1993 年, 北京麋鹿苑麋鹿增长到 202 只。这时, 北京种群中, 以育龄雌性麋鹿为基数计算的出生率开始下降, 麋鹿种群的增长受到种群密度因子的制约 (图 2)。1993 年和 1995 年, 90 只麋鹿从北京麋鹿苑迁到湖北天鹅洲自然保护区, 北京麋鹿种群出生率开始回升。1997 年底, 北京麋鹿总数占中国现生麋鹿的 19%。加上历年从北京麋鹿苑迁移到各地的麋鹿繁殖的后代数量, 中国现生麋鹿 49% 来自北京种群。

大丰保护区圈养面积较大, 麋鹿种群密度较低, 麋鹿数量增长较快。1997 年底, 大丰麋鹿占中国现生麋鹿的 45%。然而, 近几年随着圈养密度的上升, 麋鹿种群以育龄雌性麋鹿为基数计算的出生率亦开始下降 (图 2)。说明大丰麋鹿种群增长开

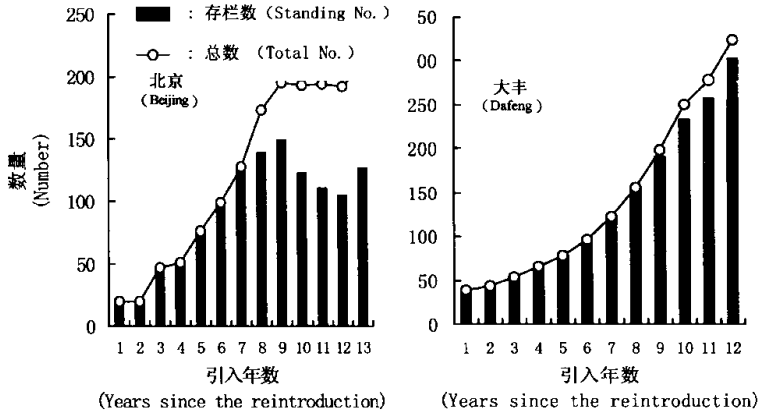


图 1 北京与大丰麋鹿种群繁殖的麋鹿数与存栏数

Fig.1 Numbers Milu bred by the Beijing and Dafeng Milu populations and standing number of Milu in the populations

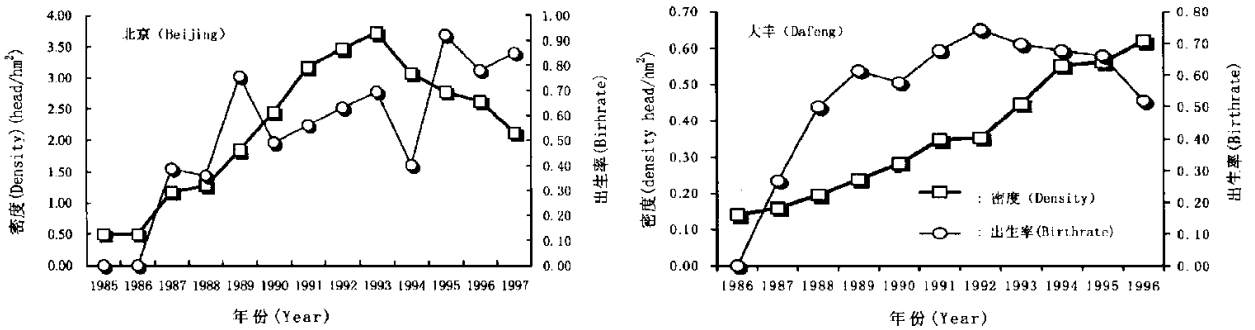


图 2 北京与大丰麋鹿种群的圈养密度与出生率

Fig.2 Density and birth rates in the Beijing and Dafeng Milu populations

始受到种群密度的影响。

3 讨论

3.1 麋鹿增长的密度制约

经过 10 多年的圈养繁殖，引入中国的麋鹿已经重新服了当地的气候和生态环境，我国已经先后建立北京、大丰、天鹅洲等麋鹿种群。在北京和大丰麋鹿种群中，种群的性比已经基本平衡，种群的有效种群数目接近实际种群数目。这种种群结构有利于保存种群的遗传异质性 (Ballon *et al.*, 1996)。

麋鹿已经从英国引种到世界上 20 多个国家。Collins (1983) 分析了麋鹿圈养环境面积与繁殖率之间的关系，发现生活在面积较大圈养环境中的麋鹿繁殖力强。目前，北京种群育龄雌鹿占种群总数的 38%，大丰种群中占 48%。但北京麋鹿苑面积

有限，有近三分之一的面积为管理附属建筑物。圈养的麋鹿密度已经高过 Foose 等 (1983) 报道的世界其它地区圈养麋鹿种群密度。目前，北京麋鹿苑的高密度种群和高种群增长率是建立在每年长达半年的人工补饲基础之上，人工补饲增加了麋鹿的饲养费用。饲养费用已经成为沉重的财政负担。大丰麋鹿从引入至今生活围栏之中。于是，北京和大丰麋鹿种群的增长相继都受到了种群密度的制约。而当北京麋鹿苑迁出部分个体后，种群增长率回升。

北京麋鹿种群是一个散放的种群，一年中相当长的时间麋鹿在苑内自由采食植物，故麋鹿的圈养种群密度不能按圈养家养动物的密度比较。随着，北京地区干旱趋势的加剧，麋鹿苑植被的演替，北京麋鹿苑内麋鹿可利用的植物初级生产力逐年下降，麋鹿依赖人工补饲的时间越来越长，造成饲养费用上升。我国引入的麋鹿是为了在野外恢复野生

种群,我们在大丰和天鹅洲均进行了麋鹿野化。这些野化麋鹿可以用于麋鹿野放实验研究。

3.2 中国麋鹿发展策略

在美国,由于野生白尾鹿繁殖过快,曾造成危害,人们不得不注射药物,以控制雌性白尾鹿的生育率。对其它大型动物,有计划狩猎则是主要的种群调控手段(Picton, 1991),英国乌邦寺经常淘汰一些麋鹿个体,以调整种群结构(Foose *et al.*, 1983)。中国麋鹿目前都生活在人工管理之下,除了进行人工补饲、生境管理、疾病控制等措施外,人工调控种群结构也是圈养种群管理的重要手段(蒋志刚等, 1997)。北京麋鹿苑面积小,能够容纳的麋鹿数目有限。目前种群增长受到了种群密度的制约。对种群应加以人工调控,目前可能采取的措施有人工迁出部分个体和控制雌性的生育率。北京麋鹿苑利用人工扩散的方法降低了种群密度,使得麋鹿出生率回升。

具有K对策的大型有蹄类动物,由于迁移和其它密度调节因素的作用,种群密度稳定在环境负载量上下,如生活在Rum岛的红鹿(Putman *et al.*, 1996),或围绕环境负载量上下波动,如野化的绵羊(Clutton-Brock *et al.*, 1992)。动物圈养密度高,可能导致传染病流行,麋鹿的正常繁殖潜力得不到发挥,并且增加饲养管理费用。在一个密度过高的种群中,自然力往往会将种群的密度调节到环境负载量以下的低密度(Krebs, 1972)。然而,在一个人工管理的种群中,我们自然不能等待种群的自我调节。

1993年和1994年,64只麋鹿迁入天鹅洲自然保护区。由于气候温暖,天鹅洲一年四季覆盖绿色植被,麋鹿冬季不用补饲。从生境条件看,天鹅洲是一处麋鹿的适宜生境。到1997年底,天鹅洲自然保护区的麋鹿增长到134只,2000年,到200余头,种群年均增长率达35%。并且,天鹅洲的麋鹿开始恢复野性(杨戎生, 1996)。天鹅洲自然保护区海拔低、面积有限。1998年夏天,长江暴发特大洪水,天鹅洲麋鹿自然保护区为了保护下游的武汉市,掘开了垸堤。天鹅洲麋鹿种群受到了长江洪水的严重威胁,但是由于保护区的全力保护,天鹅洲

麋鹿种群仅损失少数幼仔。1999年,保护区重建了垸堤,在保护区外由当地政府沿长江另筑了一道可防百年一遇洪水的防洪高堤。

长江中下游地区湖泊水网地带曾是我国麋鹿分布区,由于种种原因,麋鹿在长江中下游地区消失了。湖北石首天鹅洲自然保护区引入麋鹿后,在长江中下游地区恢复了麋鹿种群。1998年长江洪灾之后,洞庭湖地区开始实施移民建镇工程,洞庭湖中的一些小岛移民后成为可能放养麋鹿的地点。在这些地点开展野放麋鹿的可行性研究,在恰当的时候,将麋鹿引入洞庭湖地区,将进一步扩大麋鹿在中国的分布区,降低圈养麋鹿密度。

大丰保护区面积较大。1996年,该保护区又获得了16 km²的土地。这一得天独厚的地理条件,为大丰麋鹿种群的发展提供了条件。在过去的13年中,大丰现有麋鹿围栏不利于麋鹿种群增长。大丰自然保护区有大面积的海滩,将圈养麋鹿释放到没有围栏的海滩,建立自然生境中的野生麋鹿种群,正是我国麋鹿保护的第三步战略,也能降低大丰圈养麋鹿的种群密度。

麋鹿的野放是一项涉及多种因素的巨大工程,必须配合进行自然保护教育。圈养的动物回归自然,需要采取软释放(Campbell, 1980)。那就是,让圈养动物首先服习野生环境,获得在自然生境中生存的能力(Meffe *et al.*, 1994)。引入大丰的麋鹿已经顺利繁殖了第4代,在大丰保护区的围栏中,麋鹿处于半野化状态,已经完全服习了黄海滩涂的自然生态环境,为成功地放归大自然创造了条件。下一步的应当是开展小规模野放实验,探索圈养麋鹿回归自然的途径。

从长远着眼,人类保护野生动物的目的之一是为了持续地利用野生动物资源。麋鹿长期生活在圈养环境之中,人们已经取得圈养麋鹿的经验。我们在一方面考虑将麋鹿野放,恢复自然麋鹿种群的同时,另一方面,应开始考虑将一部分麋鹿继续圈养,形成圈养麋鹿品系,为未来人类开发利用麋鹿资源开创条件。如果人工选育适应高密度饲养的麋鹿品系,有可能提高麋鹿圈养密度,发展供生产用的麋鹿种群。

参 考 文 献 (References)

- Ballou, J. D. and T. J. Foose 1996 Demographic and genetic management of captive populations. In: Kleiman, D. G., M. E. Allen, K. V. Thompson and S. Lumpkin eds. *Wild Mammals in Captivity*. Chicago: University of Chicago Press, 263~283.
- Campbell, S. 1980 Is reintroduction a realistic goal? In: Soulé, M. E. and B. A. Wilcox eds. *Conservation Biology, An Evolutionary-Ecological Perspective*.

- ive. Massachusetts : Sinauer Associates Inc. , 263 ~ 269.
- Cao , K. Q. , L. Q. Qiu , B. Chen and B. M. Miao 1990 Chinese Milu. Shanghai : Xueling Press. [曹克清 , 邱莲卿 , 陈 彬 , 缪柏茂 1990 中国麋鹿 . 上海 : 学林出版社 .]
- Clutton-Brock , T. H. and M. E. Loneragan 1994 Culling regimes and sex ratio biases in Highland red deer. *Journal of Applied Ecology* **31** : 521 ~ 527.
- Clutton-Brock , T. H. , O. F. Price , S. D. Albon and P. A. Jewell 1992 Early development and population fluctuations in Soay sheep. *Journal of Animal Ecology* **61** : 381 ~ 396.
- Collins , L. R. 1983 The spectrum of captive habitats. In : Beck , B. B. and C. Wemmer eds. *The Biology and Management of an Extinct Species Père David 's deer*. New Jersey : Noyes Publications , 78 ~ 87.
- Foose , T. J. and E. Foose 1983 Demographic and genetic status and management. In : Beck , B. , B. and C. Wemmer eds. *The Biology and Management of an Extinct Species Père David 's deer*. New Jersey : Noyes Publications , 133 ~ 186.
- Jiang , Z. G. , K. P. Ma and X. G. Han 1997 Conservation Biology. Hangzhou : Zhejiang Science and Technology Press. [蒋志刚 , 马克平 , 韩兴国 1997 保护生物学 . 杭州 : 浙江科技出版社 .]
- Jones , M. L. and V. J. A. Manton 1983 History in captivity. In : Beck , B. B. and C. Wemmer eds. *The Biology and Management of an Extinct Species Père David 's deer*. New Jersey : Noyes Publications , 1 ~ 14.
- Krebs , C. J. 1972 Ecology. In : *The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York : Harper & Row Publishers.
- Liang , C. Q. , J. Lu and H. D. Sun 1994 Mating behavior and mating environment of semi-wild Milu. In : Chinese Zoological Society ed. *Proceedings to the 65th Anniversary of Chinese Zoological Society*. Beijing : Chinese Science and Technology Press , 451 ~ 456. [梁崇歧 , 陆 军 , 孙大明 1994 半野生麋鹿交配行为与交配环境的研究 . 中国动物学会主编 : 中国动物学会成立 60 周年纪念文集 . 北京 : 中国科技出版社 , 451 ~ 456.]
- Liang , C. Q. , J. Lu and H. D. Sun 1992 Population dynamics of the Milu herd in the Dafeng Reserve. In : Ohtaishi , N. and H. L. Sheng eds. *Deer of China. Biology and Management*. Elsevier Science Publishers B. V. , 301 ~ 308.
- Meffe , G. K. and C. R. Carroll 1994 *Principles of Conservation Biology*. Massachusetts : Sinauer Associates , Inc.
- Picton , D. H. 1991 The history of hunting in North America. In : Renecker , L. A. and R. J. Hudson eds. *Wildlife Production : Conservation and Sustainable Development*. Fairbanks : University of Alaska Press , 152 ~ 156.
- Putman , R. J. , J. Langbein , A. J. Hewison and S. K. Sharma 1996 Relative roles of density-dependent and density-independent factors in population dynamics of British deer. *Mammal Rev.* **26** : 81 ~ 101.
- Yang , R. S. 1996 Reintroduction of Milu to their natural habitat and the conservation of wetland ecosystem. *Journal of Hebei University* **16** : 62 ~ 65. [杨戎生 1996 麋鹿回归与湿地生态系统的保护 . 河北大学学报 (自然科学版) **16** : 62 ~ 65.]

外 文 摘 要 (Abstract)

**DENSITY DEPENDENT GROWTH AND POPULATION MANAGEMENT
STRATEGY FOR PÈRE DAVID 'S DEER IN CHINA ***

JIANG Zhi-Gang

(*Institute of Zoology , The Chinese Academy of Sciences , Beijing 100080 , China*)

ZHANG Lin-Yuan XIA Jing-Shi YANG Rong-Sheng RAO Cheng-Gang

(*Beijing Milu Park , Beijing 100076 , China*)

DING Yu-Hua SHEN Hua XU An-Hong

(*Jiangsu Dafeng Milu National Nature Reserve , Dafeng 224136 , Jiangsu , China*)

YU Chang-Qing

(*Institute of Forestry Resource , Chinese Academy of Forestry , Beijing 100091 , China*)

Since the reintroduction of the Père david 's deer in China in mid 1980 's , the Beijing and Dafeng Père david 's deer breeding populations have been established. During the past 14 years , the Beijing and Dafeng populations all experienced the periods of acclimatization and population growth. By the end of 1997 , the total number of the Père david 's deer reached 671 in China. The sex ratios in both Beijing and Dafeng Père david 's deer reached balanced sex ratios and the effective population sizes also approached to sizes of the actual population in both populations. However , the carrying capacity of the Beijing Milu Park is limited , the Père david 's deer in the Dafeng Père david 's Deer Natural Reserve are mainly living in three paddocks of 1km² , thus , population densities increased as the populations grew. In the 1990 's , the growths of both Beijing and Dafeng populations showed density-dependent patterns , especially in the Beijing population. Hence , population regulation measures such as artificial dispersal and controlling of birth rate must be taken in order to slow down the rapid growth in the Beijing population. There is vast seashore in the Dafeng Père david 's Deer Natural Reserve. Captive-bred Père david 's deer can be released into open coast area and to reestablish wild Père david 's deer population , thus , to reduce grazing pressure by Père david 's deer in the paddocks. The relocation of Père david 's deer to Tianezhou , Shishou , Hubei is met with a success. The relocated Père david 's deer adopted the climate of the lower reach of the Yangtze river , now the population of the Tianezhou reserve is over 200 , the population growth rate is 35% . That means the lower reach of Yangtze river is suitable for further field release of the Père david 's deer. When considering manipulating population structure and releasing captive-bred individuals to the field , we should also keep a group of Père david 's deer in captivity , to continue the process of domestication of the deer. Therefore , while restoring the Père david 's deer in the nature , we will also produce a domestic Père david 's deer breed , which can be farmed in the future.

Key words *Elaphurus davidianus* , Population regulation , Wildlife captive breeding , *Ex situ* conservation , Reintroduction

* This work was supported by The State Leading Program for Basic Research and Development Planning