

# 黄腹角雉研究概述

张雁云

(北京师范大学生命科学学院 教育部生物多样性与生态工程重点实验室 北京 100875)

摘要:介绍了对黄腹角雉的栖息地选择与对片段化的生态适应、活动区与活动性、繁殖生物学、笼养种群等生态生物学方面的研究进展。

关键词:黄腹角雉 栖息地 活动区与活动性 繁殖

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2005)01-104-04

## A Review on the Research of the Cabot's Tragopan

ZHANG Yan-Yun

(College of Life Science, Beijing Normal University, Ministry of Education Key Laboratory of Biodiversity and Ecological Engineering, Beijing 100875, China)

**Abstract:** The research progress on Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*) is summarized in this paper. The important research conducted on the pheasant including habitat using home range activity reproductive biology adaption to the fragmented habitat and population biology in captivity.

**Key words:** Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*); Habitat; Home range and activity; Reproduction

黄腹角雉 (*Tragopan caboti*) 隶属于鸡形目(Galliformes) 雉科(Phasianidae) 角雉属(*Tragopan*) ,分布于湖南东南部、浙江南部和西南部、江西、福建、广东北部和广西东北部,估计数量约为4000只<sup>[1]</sup> ,是我国特产濒危雉类,国家一级重点保护野生动物,已被列入《中国濒危动物红皮书·鸟类卷》和《世界受胁鸟类名录》,为《世界雉类保护行动计划2000~2004》<sup>[2]</sup> 确定的急需保护种类。自20世纪80年代起,北京师范大学生命科学院在黄腹角雉的生态生物学方面进行了长期深入的研究。内容主要涉及种群结构与动态<sup>[3]</sup>、栖息地和巢址选择<sup>[4-7]</sup>、繁殖生态<sup>[8]</sup>、栖息地片段化<sup>[9]</sup>、行为<sup>[10-13]</sup>、生长发育<sup>[11,14]</sup>、食性<sup>[15]</sup>、越冬与迁移<sup>[16]</sup>、活动区与活动性<sup>[16,17]</sup>、生理生态<sup>[14,18,19]</sup>、换羽<sup>[10]</sup>、人工种群的建立<sup>[20,21]</sup>、人工授精和精子<sup>[22-25]</sup>、再补充<sup>[26]</sup>、人工招引<sup>[27]</sup>、种群生存力分析<sup>[28]</sup>、形态结构<sup>[29-31]</sup>、细胞分子生态<sup>[32,33]</sup>等。研究成果2000年获国家自然科学基金二等奖等6项国家级和省部级奖励。本文介绍其中的一些主要研究工作。

### 1 栖息地选择与对片段化的生态适应

栖息地(habitat)是鸟类生活和繁殖的场所,包括生

物和非生物环境,特别是植被条件。确定典型栖息地类型及在不同季节的差异,是鸟类保护研究的首要内容。20世纪80年代,利用栖息地选择理论分析了黄腹角雉的栖息地,这是这一理论首次应用于我国鸟类学研究中。通过比较活动区与对照样方间植被特征的差异,分析了栖息地内异质性(栖息地尺度)以及黄腹角雉的选择倾向。发现黄腹角雉主要栖息于亚热带山地森林内海拔800~1400m的常绿阔叶林和常绿阔叶-针叶混交林内,典型栖息地的建群树种有壳斗科(Fagaceae) 樟科(Lauraceae) 山茶科(Theaceae) 冬青科(Aquifoliaceae) 山矾科(Symplocaceae) 蔷薇科(Rosaceae) 和杜鹃花科(Ericaceae)等植物。同时发现,黄腹角雉冬、春、夏三季的栖息地有较大的相似性,无季节性的垂直迁移现象,这与分布在西部高山地带的其他几种角雉不同。

对与巢址选择有关的9项指标进行的主成分分析

基金项目 国家自然科学基金重点资助项目(No.30330050);  
第一作者介绍 张雁云,男,博士,副教授,研究方向:鸟类;  
E-mail: zhangyy@bnu.edu.cn.

收稿日期:2004-11-10

结果表明,黄腹角雉倾向于筑巢接近山脊的阴坡和半阴坡、盖度较大的粗大树木上。多建在大树的水平枝杈基部或水平枝干的凹陷处。1985年4月下旬,郑光美先生在浙江乌岩岭海拔1400m的针阔混交林拍摄到了雌鸟孵卵的照片(见封面图片)。20世纪80年代早期,在乌岩岭保护区发现的黄腹角雉巢多位于阔叶林中。但随着人工林的长成以及原生林地内巢址不足,黄腹角雉逐渐向该地1958~1960年间栽植的人工柳杉林(*Cryptomeria fortunei*)内扩散。1991~1993年调查到的15个黄腹角雉巢中,有12巢位于人工柳杉林中,2001~2002年的调查结果进一步证实了这一点。此外,2002年在柳杉林中布放了200人工巢,有8%被黄腹角雉利用。表明黄腹角雉对变化着的栖息地条件有一定的适应能力。

1988年,无线电遥测(radio tracking)技术用于黄腹角雉的追踪研究,这也是这项技术首次引入到国内鸟类学研究中。通过多年的连续追踪研究,获取了大量翔实可靠的数据。统计分析结果显示,黄腹角雉秋、冬季节的栖息地选择与当地一种植物——交让木(*Daphniphyllum macropodum*)的分布显著相关。进一步的调查发现,交让木的叶片和果实是黄腹角雉渡过食物短缺的秋冬季的依赖性食物。交让木的分布和数量,直接影响着黄腹角雉的分布。根据这一发现,1993年在湖南省莽山、2004年在江西省官山发现了黄腹角雉新的分布区。

黄腹角雉为地栖性鸟类,迁移能力差,活动范围相对较小,对栖息地依赖性高,抗干扰能力较差。随着低海拔地带的林业采伐、毁林开荒、兴修公路和乡镇建设等所造成的干扰,使其分布范围不断向中、高山地带退缩,并严重分割,使现存的栖息地破碎化分布,有如一个个孤岛,对雉类种群的生存和遗传多样性构成威胁。20世纪90年代以来,以景观生态学的原理和方法为指导,采用地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、种群生存力分析(PVA)等技术和方法,从大尺度对物种栖息地间异质性(景观尺度),即在不同质量的栖息地斑块中的生存状况进行研究,了解其生态适应机制和生活史对策,对隔离的小种群的发展趋势进行预测,找出维持种群存活的最低条件,探讨栖息地片段化(habitat fragmentation)过程与物种丧失的关系。调查发现,在浙江乌岩岭保护区内,黄腹角雉生活分布在不同的栖息地斑块中,当这些斑块间的距离在500m以上时,黄腹角雉在斑块间扩散的概率就非常低。利用漩涡模型对乌岩岭黄腹角雉种群未来100年的预测结果显示,100年时种群遗传多样性损失率为13.72%(SD =

0.0025)种群绝灭的概率为5.7%,其中巢卵破坏率是制约种群发展最重要的因子。

## 2 活动区与活动性

活动区(home range)是鸟类经常活动和游荡的区域。雉类以植物性食物为主食,其全年和日活动区与活动性(activity)变化较大,也成为保护生物学研究的重点。无线电遥测技术的兴起和发展,使这一研究得以深入。

1988年以来,共对23只(11雌10雄,2亚成体)黄腹角雉进行了全年的无线电追踪研究。发现其平均活动区面积为 $0.24 \text{ km}^2$  ( $0.029 \sim 0.39 \text{ km}^2$ ),全年的最大扩散距离约为3km。在深冬以及进入繁殖期以后,有较大的活动区。前者系由于冬季食物短缺,需在较大范围内觅食之故;繁殖期活动区扩大与求偶活动有关。无线电遥测结果还证实被标记个体间的活动区常有较大的重叠,这与多年在野外对群体活动观察结果是一致的,即入秋以后,黄腹角雉多以雌鸟为核心组成5~9只的小群,每群内有一优势雄鸟以及其它数量不等的雌鸟和幼鸟,它们白天以松散的形式在地面觅食,傍晚或雨、雪天气则聚集在少数大树上栖息。也有少数于冬季为单只或成对活动。遥测结果同时表明,孵卵期间雌鸟在比较固定的区域觅食,其离巢与归巢的方位和路线也是有规律的。

被标记的个体分布位点与植被图叠加以及实地调查显示,黄腹角雉冬季大多聚集栖息在所嗜食的植物交让木上,每日常有1~2h的采食树叶活动。

## 3 繁殖生物学

雄鸟在繁殖期的清晨,常站在粗大树木的横枝上,发出响亮的“wear, wear, ar... Ga-ga-ga”的占区鸣叫声,以3~5s为一节,频率在4000Hz以内。遇到入侵者,亦会从树上冲下来进行攻击。繁殖前期,雄鸟常在雌鸟面前求偶炫耀(courtship display)。此时若雌鸟未进入发情期,反应淡漠,雄鸟的求偶炫耀常会中途终止;如雌鸟伫立不动并注视雄鸟,则雄鸟极其兴奋并完成炫耀的全过程。在野外最早见到炫耀行为的日期为1988年1月27日,求偶炫耀的高潮期为3~4月;而在12月中旬则可见到笼养雄鸟的求偶炫耀,求偶的高潮时期为3~5月。首次采用定性与定量相结合,野外研究与笼养观察相结合的方法,对黄腹角雉的求偶炫耀进行了细致研究。指出角雉属的求偶炫耀为正面型(frontal display),炫耀过程由6个阶段组成,每次平均需时 $52.15 \pm 0.4(45 \sim 68) \text{ s}$ 。而雌性角雉的“侧炫耀”只是

确立社群等级或吓退入侵者的一种示威行为,该行为在一年各季中均可观察到。黄腹角雉的炫耀特征与笼养的红腹角雉(*T. temminckii*)和红胸角雉(*T. satyra*)基本一致。从而修正了原世界雉类协会会长 J. Delacour<sup>[34]</sup>所提出的“角雉求偶炫耀为侧面型(lateral display)”的观点。此外还观察到笼养下的部分雌性个体在繁殖期亦可表现出类似雄性的炫耀行为,吸引雄鸟与之交配。

野外调查发现黄腹角雉于3月中旬左右开始产卵,平均窝卵数为3.30(SD = 0.22, n = 30)枚。孵卵全由雌鸟担任,孵卵期约28 d(在人工孵化下为27.5 ~ 29.5 d)。雌鸟待满窝卵产出之后才开始坐巢,一般昼夜仅离巢一次(1 ~ 2 h)外出觅食。大多数雄鸟在雌鸟进入产卵期即已离开。由此可见黄腹角雉在繁殖早期为单配型(monogamous),而后期雄鸟是否有可能另寻配偶而成为多配型(polygamous),尚有待揭示。

由于雄鸟不参加孵卵及育幼,因此在孵化期及育幼期间,卵、雏及孵卵雌鸟被松鸦(*Garrulus glandarius*)、豹猫(*Felis bengalensis*)、青鼬(*Charronia flavigulta*)等天敌破坏和杀害的频率甚高,是黄腹角雉的主要致危因素之一。20世纪80年代对18巢的野外观察结果发现仅有1巢顺利孵出,其余的巢多被天敌掠食。

#### 4 笼养种群研究

在濒危物种的原产地(自然分布区)之外,通过人工饲养方式建立适宜生存和繁衍条件,育成具有相当规模的、健康的人工种群,以备在适宜条件下向种群数量已十分稀少的地区进行补充(supplementation)以及向现已绝迹的原产地进行再引入(reintroduction),称为易地保护(*ex-situ* conservation),是拯救濒危物种的重要手段之一。这也是建立黄腹角雉易地人工种群的主旨。

野生雉类在长期笼养条件下受精率低、孵化率低、幼鸟成活率低,成为制约人工种群壮大的“瓶颈”。经过多年摸索,我们成功地解决了饲养、繁殖等难题,并建立了黄腹角雉人工采精、精液分析和人工输精等成套技术。通过开展人工授精,卵受精率从20世纪90年代中期的30%左右上升到85%以上,同时对精液品质和精子进行了较为深入的研究。发现不同年龄黄腹角雉的平均射精量存在较大差异,结合行为及内分泌研究结果,确认雄性黄腹角雉性成熟为3岁,8岁以后生殖能力开始下降,12岁以后生殖能力基本丧失。将采集到的黄腹角雉精液用Beltsville液稀释后,保存于4℃的冰箱中,48 h后仍有60%以上的精子存活,稀释精液经添加保护剂(DMSO)梯度降温后保存于-196℃液氮

中,解冻后精子的活率为35%左右,达到或超过了国外同类研究水平。扫描电镜下黄腹角雉的精子为长条形,明显分为头部和尾部两部分。头部为圆形的棒状体,电子密度非常高,尾部为丝状。透射电镜对黄腹角雉精子结构的研究发现,黄腹角雉精子的结构与家鸡相似,但精子中段的线粒体数少于家鸡、珠鸡、火鸡等,亦无家鸡、家鸭等精子所具有的三角形的终环。

对人工繁育出的黄腹角雉雏鸟的研究发现,9日龄前的雏鸟体温变动幅度最大,表明雏鸟尚未具有良好的化学体温调节能力,9日龄后体温比较稳定,雏鸟体温调节能力基本建成。幼鸟各部量衡度的增长与日龄密切相关,其中翅长增长与日龄的相关最为符合Logist曲线,所得的增长模型为:

$$Y = \frac{210.5054}{1 + e^{0.7047 - 0.0256X}} \quad (n = 27, P = 0.995)$$

黄腹角雉雏鸟稚后换羽的尾羽更换是从中央一对开始,这符合鹤族特征,但随后其它尾羽的更换又大体是自外侧向内侧进行,又近于雉族。而翅羽(小翼羽、初级飞羽和次级飞羽)的生长和更换规律不似鹤族而与雉族相似。结合角雉属的雌雄羽色不同以及树栖性生活等,也均与鹤族不同而更似雉族。据此认为角雉属归入雉族更为恰当,Randi等利用角雉线粒体DNA研究的结果与我们的看法一致<sup>[35]</sup>。

经过多年的努力,北京师范大学饲养的黄腹角雉种群已经进入快速、稳定增长期。已繁殖出包括子6代的100余个个体的、可自我维持的黄腹角雉人工纯系种群。为开展再引入和补充提供了种源。我们曾于1991年将人工繁育出的亚成鸟向原产地释放,开展补充实验。无线电遥测结果显示,释放了2只黄腹角雉亚成体,其中1只在保护区的核心区固定下来并存活半年(无线电发射器的寿命只有半年)以上,另一只走出了保护区,无法继续追踪。此外,研究组对黄腹角雉染色体核型、带型以及线粒体细胞色素*b*基因序列进行了分析。

经过长期的研究,研究组从多层次、多学科的角度入手,采用宏观与微观相结合、定性与定量相结合,系统地研究了黄腹角雉的生态生物学特征,深入探讨了黄腹角雉的生态适应机制和生活史对策,为该物种的保护构建了非常翔实、合理的框架。在黄腹角雉研究中所采用的研究方法和手段已被应用于海南孔雀雉(*Polyplectron bicalcaratum*)、白冠长尾雉(*Syrmaticus reevesii*)、褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)、红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、红腹角雉等濒危雉类的研究中。目前北京师范大学正在利用线粒体DNA分析、微卫星DNA标记等技术,研究黄腹角雉种

群内、种群间的遗传多样性,结合地质学、生态学、形态学等研究,分析黄腹角雉不同地理种群的遗传亲缘度(kinship)和扩散(dispersal)。

致谢 本文承蒙郑光美院士的大力支持,特致谢忱!

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 郑光美,王岐山.中国濒危动物红皮书 鸟类卷.北京:科学出版社,1998.
- [ 2 ] Garson P, McGowan M. Status survey and conservation action plan 2000~2004. Gland, Switzerland: Pheasants IUCN 2000.
- [ 3 ] 张军平,郑光美.黄腹角雉的种群数量及其结构研究.动物学研究,1990,11(4):291~297.
- [ 4 ] Young L, Zheng G M, Zhang Z W. Winter movements and habitat use by Cabot's Tragopan in southeastern China. *Ibis*, 1991, 133(1):121~126.
- [ 5 ] 钱法文,郑光美.黄腹角雉的栖息地研究.北京师范大学学报(自然科学版),1993,29(2):256~264.
- [ 6 ] 丁长青,郑光美.黄腹角雉的巢址选择.动物学报,1997,43(1):27~33.
- [ 7 ] 郑光美.黄腹角雉.动物学杂志,1987,22(5):40~43.
- [ 8 ] 郑光美,赵欣如,宋杰等.黄腹角雉的繁殖生态研究.生态学报,1985,5(4):379~385.
- [ 9 ] Deng Wenhong, Zheng Guangmei. Landscape and habitat factors affecting the occurrence of Cabot's Tragopan in fragmented forests. *Biological Conservation*, 2004, 117:25~32.
- [ 10 ] 郑光美,尹荣伦,张正旺等.黄腹角雉的人工繁殖及雏鸟的生长发育.野生动物,1986(6):39~43.
- [ 11 ] 郑光美,尹荣伦,张正旺等.黄腹角雉求偶炫耀行为.动物学报,1989,35(3):328~332.
- [ 12 ] 张正旺,尹荣伦,郑光美.笼养黄腹角雉繁殖期取食活动性的研究.动物学研究,1989,10(4):333~339.
- [ 13 ] 温战强,郑光美.黄腹角雉繁殖期行为研究.北京师范大学学报(自然科学版),1997,33(2):263~269.
- [ 14 ] 李晶,李庆芬,郑光美.黄腹角雉静止代谢率研究.动物学研究,1993,14(4):341~345.
- [ 15 ] 郑光美,赵欣如,宋杰等.黄腹角雉的食性研究.生态学报,1986,6(3):283~288.
- [ 16 ] 孙悦华,郑光美.黄腹角雉活动区的无线电遥测研究.动物学报,1992,38(4):385~392.
- [ 17 ] Zheng Guangmei. The use of radio-telemetry to study Cabot's Tragopan in Wuyanling Natural Reserve, China. *Pheasants in Asia* (WPA), 1989, 48~53.
- [ 18 ] 丁长青,郑光美.人工光照对黄腹角雉繁殖行为的影响.北京师范大学学报(自然科学版),1992,28(2):240~244.
- [ 19 ] 张雁云,郑光美.笼养下黄腹角雉(*Tragopan caboti*)粪便中性激素的变化研究.北京师范大学学报(自然科学版),2001,37(5):685~689.
- [ 20 ] Zhao Xinru, Zheng Guangmei. The breeding of Cabot's Tragopan in captivity. *Pheasant in Asia* (WPA), 1989, 54~59.
- [ 21 ] 温战强,郑光美.黄腹角雉的饲养繁殖.动物学杂志,1998,33(3):22~27.
- [ 22 ] 张雁云,郑光美等.黄腹角雉(*Tragopan caboti*)的人工授精研究.北京师范大学学报(自然科学版),2002,38(1):117~122.
- [ 23 ] 温战强,郑光美等.黄腹角雉精子超微结构的研究.动物学报,1997,43(2):127~132.
- [ 24 ] 张雁云,郑光美.黄腹角雉精液的精液品质研究.见:第5届海峡两岸鸟类学术研讨会论文集.台湾:台湾自然科学博物馆出版,2003a,295~298.
- [ 25 ] 张雁云,郑光美.黄腹角雉精液的低温保存.北京师范大学学报(自然科学版),2003b,39(6):819~822.
- [ 26 ] 丁长青,郑光美.黄腹角雉再引入的初步研究.动物学报,1996,42(增刊):69~73.
- [ 27 ] Deng Wenhong, Zheng Guangmei, Zhang Zhengwang, et al. The use of nest platforms by Cabot's Tragopan *Tragopan caboti* in Southeastern China. The Third International Galliformes Symposium, 2004, 88.
- [ 28 ] Zhang Yanun, Zheng Guangmei. A preliminary analysis of population viability in Cabot's Tragopan in Wuyanling National Nature reserve, Zhejiang Province, China. 23rd international Ornithological Congress, 2002, 207.
- [ 29 ] 张子慧,郑光美.黄腹角雉的骨骼系统.动物学杂志,2000,35(2):25~27.
- [ 30 ] 张子慧,郑光美.黄腹角雉附肢肌肉的研究.见:中国鸟类学会等主编.中国鸟类学研究.北京:中国林业出版社,1996a,210~216.
- [ 31 ] 张子慧,郑光美.黄腹角雉肉褶和肉角的研究.动物学报,1996b,42(增刊):6~10.
- [ 32 ] 刘彦,刘凌云.三种角雉染色体 R-带带型的比较研究.见:中国鸟类学会等主编.中国鸟类学研究.北京:中国林业出版社,1996a,217~221.
- [ 33 ] 刘彦,刘凌云.三种角雉染色体 G-带带型的比较研究.动物学报,1996b,42(增刊):122~128.
- [ 34 ] Delacour J. *The Pheasants of the World*. 2nd rev. ed. Surry, Lonon: Spur Publications, 1977.
- [ 35 ] Randi E, Lucchini V, Armijo-Prewitt T, et al. Mitochondrial DNA phylogeny and speciation in the tragopans. *Auk*, 2000, 117:1003~1015.