

# 斑尾榛鸡消化系统的解剖学观察

王杰<sup>①③</sup> 吕楠<sup>①③</sup> 杨陈<sup>①③</sup> 常海忠<sup>②</sup> 孙悦华<sup>①\*</sup>

(<sup>①</sup> 中国科学院动物研究所 动物生态与保护生物学重点实验室 北京 100101;

<sup>②</sup> 莲花山自然保护区管理局 甘肃 康乐 731516; <sup>③</sup> 中国科学院研究生院 北京 100049)

**摘要:**对7只斑尾榛鸡(*Tetrastes sewerzowi*)成体的消化系统进行了解剖、测量。消化管总长(161 ± 21) cm,其中小肠、盲肠分别约占消化管总长的40.2% ± 3.2%和44.9% ± 2.4%。嗉囊容量约(42 ± 9) ml。相对于其他体重接近的松鸡科鸟类,斑尾榛鸡的盲肠与小肠之比较大,可能与适应消化高纤维的食物有关。

**关键词:**斑尾榛鸡;消化系统;解剖;盲肠;植食性

中图分类号:Q954 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2010)03-122-05

## Anatomy of Digestive System of the Chinese Grouse (*Tetrastes sewerzowi*)

WANG Jie<sup>①③</sup> LÜ Nan<sup>①③</sup> YANG Chen<sup>①③</sup> CHANG Hai-Zhong<sup>②</sup> SUN Yue-Hua<sup>①\*</sup>

(<sup>①</sup> Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology,

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; <sup>②</sup> Lianhuashan Nature Reserve, Kangle County, Gansu 731516;

<sup>③</sup> Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:**The digestive system of the Chinese Grouse (*Tetrastes sewerzowi*) was observed for the first time in seven adults from the Lianhuashan Natural Reserve in Gansu, China. The gut length was 161 ± 21 cm, with small intestine and cecum consisting of 40.2% ± 3.2% and 44.9% ± 2.4% of the total length. The crop volume was 42 ± 9 ml. The ratio of cecum to small intestine was higher than that of other grouse species with the similar weight, such as the Hazel Grouse (*T. bonasia*) and the White-tailed Ptarmigan (*Lagopus leucurus*), possibly due to the adaptation to fibrous diet.

**Key words:***Tetrastes sewerzowi*; Digestive system; Anatomy; Cecum; Herbivore

松鸡科18种鸟类,环北极分布于欧亚大陆和北美大陆北部的许多地区,占据了包括森林、草原和冻原在内的诸多生境<sup>[1]</sup>,全年主要以植物的叶、芽、嫩枝和花絮为食<sup>[2]</sup>,这些食物通常比动物性食物和果实的营养含量低并且难以消化<sup>[3]</sup>。Moss<sup>[4]</sup>发现松鸡科鸟类的消化系统能够很好地适应植食性的生活。小型植食性鸟类较难满足营养需求,因为消化管的长度随体重的减小呈比例减小,而单位体重的营养需求却随体重的减小而增加<sup>[5]</sup>。斑尾榛鸡(*Tetrastes sewerzowi*)是世界上最小的松鸡科鸟类<sup>[6]</sup>,为我

国I级重点保护野生动物,仅分布于青藏高原东缘和东北缘海拔2400~4300 m的高山针叶林中<sup>[7]</sup>。目前,斑尾榛鸡的解剖学研究尚属空白。本研究旨在观察其消化系统的主要特征,并与其他松鸡科鸟类进行比较,以了解其对植食性习性的适应,为斑尾榛鸡的食性研究和种

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30620130110);

\* 通讯作者,E-mail: sunyh@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 王杰,男,博士研究生;研究方向:鸟类生态学;E-mail: wjie621@163.com。

收稿日期:2009-09-01,修回日期:2010-01-30

群管理提供基础资料。

## 1 材料与方 法

7 只斑尾榛鸡(6 ♂, 1 ♀)采自甘肃省南部的莲花山自然保护区(34°55'N, 103°43'E),为 2006~2008 年发现的因天气、伤病等造成的死亡成体,由于尚无可靠的鉴定年龄的方法<sup>[8]</sup>,未区分年龄。先按制作皮质标本的方法取出机体,然后对消化系统进行解剖、观察和测量,消化管取出后在解剖盘中展开拉直测量,肌胃去除砂石和食糜后称量。在显微镜下辨认观察消

化管各段的皱褶和绒毛。数据以 Mean ± SD 表示。

## 2 结 果

斑尾榛鸡的消化系统由消化管和消化腺组成。消化管由前向后依次为喙、口咽腔、食管、嗉囊、腺胃、肌胃、小肠、大肠及肛道(图 1a),总长(161 ± 21)cm,其中食管、小肠、直肠和盲肠分别约占消化管总长的 9.1% ± 1.4%, 40.2% ± 3.2%, 6.7% ± 0.4% 和 44.9% ± 2.4% (表 1)。消化腺包括肝和胰。

表 1 斑尾榛鸡消化管的构成及与花尾榛鸡和白尾雷鸟的比较 (*t*-test, \* *P* < 0.05, \*\**P* < 0.01)

Table 1 The gut length of *Tetrastes sewerzowi* and the comparison to *T. bonasia* and *Lagopus leucurus*

	斑尾榛鸡 <i>Tetrastes sewerzowi</i>							平均 Average	花尾榛鸡 <sup>#</sup> <i>T. bonasia</i>	白尾雷鸟 <sup>#</sup> <i>Lagopus leucurus</i>	
	1	2	3	4	5	6	7			1	2
性别 Sex	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♀				
体重 Weight (g)	338	315	323	333	265	316	478	335 ± 68	390	390	360
食管 Esophagus (cm)	13.7	13.6	17.1	13.2	15.1	15.5	14.1	14.6 ± 1.4			
肌胃 Gizzard (g)	-	-	7.8	8.3	-	7.1	-	7.7 ± 0.6	12		13
小肠 Small intestine (cm)	65.5	50.3	63.1	63.4	69.3	66.0	74.1	64.5 ± 7.3 **	101	78	91
直肠 Large intestine (cm)	11.5	9.5	10.5	10.4	10.0	10.3	13.0	10.7 ± 1.2	10	10	11
盲肠 Both caeca (cm)	78.8	60.5	66.2	71.3	72.7	60.1	97.7	72.5 ± 13.0	86	73	88
消化管全长 Total Gut (cm)	169.5	133.9	156.9	158.3	167.1	141.5	198.9	160.9 ± 21.2			
消化管长/体长 Ratio gut/body length	4.44	3.64	4.11	4.21	4.72	3.50	5.25	4.27 ± 0.61			
盲肠与小肠长之比 Caeca/Small intestine length	1.20	1.20	1.05	1.12	1.05	0.91	1.32	1.12 ± 0.13 *	0.85	0.94	0.97
盲肠与消化管长之比 Caeca/gut length	0.46	0.45	0.42	0.45	0.44	0.42	0.49	0.45 ± 0.02			

# 数据来源: Moss R<sup>[4]</sup>; -: 数据丢失。# Sources: Moss R<sup>[4]</sup>; -: Data missed.

**2.1 喙** 喙呈粗短的三角锥形,上喙前端尖、下钩,嘴峰长(1.3 ± 1.1)cm(1.1~1.5 cm),口裂长(2.2 ± 1.3)cm(2.0~2.3 cm);喙基坚硬,宽(1.3 ± 1.1)cm(1.2~1.4 cm);喙上部两侧各有一鼻孔,被羽。

**2.2 口咽腔** 顶壁为硬腭,上有多排伸向后方的硬圆锥状乳突,中部两排乳突之间是一个短而狭窄的纵裂,前窄后宽,长 7.6~8.8 mm,最宽处 2.0~2.5 mm,为内鼻孔,后方有一短小的咽鼓管孔。底壁具角质化、长三角形的舌(12.8~13.6)mm × (6.0~7.1)mm。舌根黏

膜上有大小不等重叠在一起横行的角质乳头,尖端朝向食管。

**2.3 食管和嗉囊** 食管自咽沿颈的右侧下行进入胸腔,分颈段和胸段两部分。食管口宽大,呈伞形。食管内壁上有 3~6 条纵向皱褶,向下皱褶变低。食管壁厚(0.32 ± 0.11)mm(0.21~0.42 mm),周长(10.27 ± 1.86)mm(6.72~13.72 mm)。在距咽(8.6 ± 1.0)cm(7.9~10.3 cm)处,食管颈段膨大成拳头形、凸向胸前,为嗉囊(图 1a),长(4.7 ± 0.2)cm(4.5~5.0 cm),宽(2.5 ± 0.3)cm(2.2~2.9 cm),充



图 1 斑尾榛鸡的消化管(a)及盲肠(b)的外观和内壁

Fig. 1 The digestive gut (a) of *Tetrastes sewerzowi* and the outside and inside of the caecum (b)

a: 1. 食管; 2. 嗉囊; 3. 腺胃; 4. 肌胃; 5. 麦氏突(卵黄囊遗迹); 6. 小肠; 7. 盲肠; 8. 直肠。

b: 箭头所示为盲肠的内壁突起,即螺旋嵴。

a: 1. Esophagus; 2. Crop; 3. Glandular stomach; 4. Gizzard; 5. Mcburney's point (remnant of yolk sac); 6. Small intestine; 7. Caecum; 8. Large intestine. b: The yellow projection inside the caecum is spiral ligament, indicated by the black arrows.

水后容积约  $(42 \pm 9)$  ml  $(30 \sim 55)$  ml, 壁薄, 具伸缩性。

**2.4 腺胃和肌胃** 斑尾榛鸡的胃分前部的腺胃和后部的肌胃。腺胃在鸡体正中矢状面上, 呈纺锤形, 长约  $(17.4 \pm 1.8)$  mm  $(15.1 \sim 19.3)$  mm, 横径约  $(10.8 \pm 1.0)$  mm  $(9.2 \sim 11.7)$  mm, 重约 0.7 g。腺胃壁比食管壁厚, 最厚处约  $(2.7 \pm 0.6)$  mm。

腺胃与肌胃之间的峡部直径  $(7.0 \pm 1.3)$  mm  $(5.4 \sim 8.8)$  mm。肌胃呈侧扁的卵圆形, 长约  $(31.4 \pm 4.0)$  mm  $(24.9 \sim 35.3)$  mm, 横径约  $(27.6 \pm 2.1)$  mm  $(24.7 \sim 30.2)$  mm, 中央厚、边缘薄, 最大厚度约  $(7.2 \pm 1.8)$  mm  $(4.9 \sim 9.5)$  mm, 重约  $(8.0 \pm 0.4)$  g; 质地坚实, 斜位于腹腔的右侧和肝的背面。角质膜深黄色, 坚硬, 易剥离, 有 7~9 条皱褶, 厚 0.5~2.0 mm, 重约 1.2 g。肌层发达, 呈暗红色, 肌纤维之间夹杂着明显的腱纤维。肌胃内容物湿重约  $(4.5 \pm 1.7)$  g  $(3.0 \sim 6.7)$  g, 其中砂石  $(89 \pm 81)$  颗  $(24 \sim 230)$  颗, 约  $(1.4 \pm 0.9)$  g, 最大和最小砂石的尺寸分别为  $5.2$  mm  $\times$   $3.4$  mm  $\times$   $2.4$  mm、 $2.4$  mm  $\times$   $1.8$  mm  $\times$   $1.1$  mm。

在十二指肠与肌胃连接的部位, 肌层变薄膨大呈长囊状, 而后管径变小接十二指肠。

**2.5 小肠** 小肠可分为十二指肠、空肠和回肠。十二指肠沿肌胃右侧形成一长的“U”形肠袢, 灰黄色, 肠径 4.8~5.0 mm, 降袢约  $(73.2 \pm 14.7)$  mm, 升袢约  $(72.2 \pm 14.3)$  mm。在降袢与升袢之间是胰腺。肝管、胆总管和胰管开口于十二指肠升袢的末端。十二指肠壁厚 0.1~0.2 mm。显微镜下观察, 小肠有环状皱褶和绒毛。

空肠和回肠总长约  $(56 \pm 8)$  cm, 肠径约  $(4.7 \pm 2.2)$  mm  $(1.6 \sim 7.9)$  mm, 两者之间有麦氏突, 即卵黄囊和卵黄柄的残迹(图 1a)。

**2.6 大肠** 大肠由盲肠和直肠组成。盲肠色暗, 是位于小肠和直肠交界处的一对盲管, 左侧的盲肠长约  $(37.9 \pm 7.2)$  cm  $(30.5 \sim 49.2)$  cm, 右侧盲肠略短, 约  $(37.2 \pm 7.2)$  cm  $(30.0 \sim 48.5)$  cm, 总长约  $(75.2 \pm 14.3)$  cm  $(60.5 \sim 97.7)$

cm; 管径粗细不均, 1.2~8.0 mm; 管壁上各有一条肠带, 将盲肠的外形变成串珠状。显微镜下观察, 肠黏膜上具有较短的肠绒毛, 内壁有突出的螺旋峭(图 1b)。

直肠呈一前粗后细的直形管道, 长 9.5~13.0 cm, 肠径 9.2~4.2 mm, 后接泄殖腔。

**2.7 泄殖腔** 泄殖腔呈囊状, 是消化、泌尿、生殖 3 个系统的共同通道, 以黏膜褶分 3 部分, 前部较膨大为肛道, 以泄殖孔开口于外界。

**2.8 肝** 肝是体内最大的消化腺, 呈棕褐色, 位于腹腔的前半部, 胸骨的背侧, 前方通过隔膜与心相接触。肝重  $(4.1 \pm 1.1)$  g  $(3.3 \sim 6.0)$  g, 约占体重的  $1.2\% \pm 0.2\%$ 。可分为左右两叶, 左叶较小, 长约  $(32.1 \pm 4.3)$  mm  $(28.0 \sim 37.3)$  mm, 宽约  $(19.3 \pm 4.0)$  mm  $(14.8 \sim 24.6)$  mm; 右叶较大, 长约  $(43.5 \pm 3.4)$  mm  $(38.1 \sim 47.5)$  mm, 宽约  $(21.9 \pm 3.4)$  mm  $(16.6 \sim 26.6)$  mm。肝的脏面有长椭圆形的胆囊, 长 5.57~6.65 mm, 宽 5.05~5.54 mm。

**2.9 胰** 胰淡黄色, 位于十二指肠袢内, 长条形, 有明显的胰头和胰尾之分, 长约  $(69.3 \pm 5.2)$  mm  $(62.8 \sim 75.1)$  mm, 宽约  $(70.5 \pm 1.8)$  mm  $(4.4 \sim 8.6)$  mm, 重 0.2~0.5 g。

### 3 讨 论

**3.1 对柳芽的取食适应** 斑尾榛鸡在漫长的冬季主要以柳芽为食, 尖而下勾的喙, 非常适合从柳枝上啄取柳芽。莲花山冬季最丰富的 6 种柳中, 以皂柳(*Salix wallichiana*) 的柳芽最大, 长和宽分别约 0.6~1.1 cm 和 0.4~0.6 cm ( $n = 30$ ), 尺寸约为斑尾榛鸡喙峰长和喙基宽的 69% 和 38%, 这与斑尾榛鸡能够一次啄掉整个柳芽的行为观察一致。

**3.2 对纤维含量高食物的消化适应** Moss<sup>[4]</sup> 总结了 10 种松鸡科鸟类的体重 ( $w$ ) 与其消化管各部分长度或重量的关系, 发现, 肌胃重 (g) =  $0.0232 w^{1.06}$ ; 小肠长 (cm) =  $7.32 w^{0.41}$ ; 盲肠长 (cm) =  $14.4 w^{0.30}$ ; 直肠长 (cm) =  $1.57 w^{0.33}$ ; 消化管总长 (cm) =  $22.0 w^{0.36}$ 。将本观察中 7 只斑尾榛鸡的体重代入上述公式, 发现斑尾榛

鸡的直肠长度与预测值的差异不显著 ( $t = -0.19$ ,  $P = 0.85$ ) ,但小肠、盲肠及消化管总长均显著短于预测值 (paired  $t$ -test,  $t = -5.43$ ,  $P = 0.00$ ;  $t = -2.66$ ,  $P = 0.04$ ;  $t = -2.98$ ,  $P = 0.03$ ) 。与体重相近的花尾榛鸡和白尾雷鸟相比,本研究的斑尾榛鸡的直肠长度相似 ( $t = 0.57$ ,  $P = 0.59$ ) ,而小肠和盲肠均较短 (表 1,  $t = -4.30$ ,  $P = 0.00$ ;  $t = -1.19$ ,  $P = 0.27$ ) 。斑尾榛鸡直肠与消化管的长与上述公式的预测值差异不显著 ( $t = -0.19$ ,  $P = 0.85$ ) ,且与花尾榛鸡和白尾雷鸟<sup>[4]</sup>的直肠长度相似 ( $t = 0.57$ ,  $P = 0.59$ ) 。这表明,上述公式在预测斑尾榛鸡小肠和盲肠的长度时有较大偏差,可能是由于该公式主要依据大型松鸡科鸟类 (体重 > 500 g) 推导而来。

盲肠是木质素和纤维素的主要酵解场所<sup>[9]</sup>,研究发现食物的质量越差,比如纤维的含量越高,松鸡科鸟类的消化管越长,盲肠越发达<sup>[10-13]</sup>。斑尾榛鸡的盲肠与小肠的比值约  $1.12 \pm 0.13$ ,大于体重比较接近的花尾榛鸡和白尾雷鸟<sup>[4]</sup> (表 1,  $t = 2.44$ ,  $P = 0.04$ ) ,这表明斑尾榛鸡可能通过调整对消化管各部分的投入,即增加盲肠的相对长度来适应高纤维的食物。另有研究发现松鸡科鸟类消化管的长度有季节性变化,夏季一般短于冬季<sup>[14]</sup>,然而本实验中处于产卵期的雌鸟样本,其盲肠长度大于预测值 (97.7 cm vs. 91.7 cm, 表 1),是否因为繁殖前期雌鸟为了提高消化能力,以摄入更多的能量用于繁殖,还有待验证。

松鸡 (*Tetrao urogallus*)、蓝镰翅鸡 (*Dendragapus obscurus*) 和枞树鸡 (*Canachites canadensis*) 主要以松针为食,其肌胃重达 76 ~ 135 g,非常适应于取食难以磨碎的松针<sup>[4]</sup>。花尾榛鸡和白尾雷鸟主要以桦木科或杨柳科植物的嫩枝、芽和花絮为食<sup>[4]</sup>,斑尾榛鸡肌胃仅约为前者重量的 3/4 (表 1),可能是由于芽比嫩枝较易磨碎。

致谢 中国科学院动物研究所钟文勤研究员、

首都师范大学张子慧副教授与海南师范大学洪美玲副教授帮助修改本文,特此致谢。

## 参 考 文 献

- [1] del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. Handbook of the Birds of the World. Vol 2: New World Vultures to Guineafowl. Barcelona, Spain: Lynx Edicions, 1994, 434 - 552.
- [2] Sedinger J S. Adaptations to and consequences of an herbivorous diet in grouse and waterfowl. The Condor, 1997, 99(2): 314 - 326.
- [3] Robbins C T. Wildlife Feeding and Nutrition (2nd ed.). San Diego, CA, USA: Academic Press, 1994, 1 - 352.
- [4] Moss R. Gut size, body weight, and digestion of winter foods by grouse and ptarmigan. The Condor, 1983, 85(2): 185 - 193.
- [5] Demment M W, Van Soest P J. A nutritional explanation for body size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. The American Naturalist, 1985, 125(5): 641 - 672.
- [6] Sun Y H, Fang Y, Swenson J E, et al. Morphometrics of the Chinese Grouse *Bonasa sewerzowi*. Journal of Ornithology, 2005, 146(1): 24 - 26.
- [7] Sun Y H. Distribution and status of the Chinese grouse *Bonasa sewerzowi*. Wildlife Biology, 2000, 6(4): 271 - 275.
- [8] Swenson J E, Sun Y H, Liu N. A potential method for age determination of the Chinese grouse *Bonasa sewerzowi*. Journal für Ornithologie, 1996, 137(2): 255 - 258.
- [9] Moss R, Hanssen I. Grouse nutrition. Nutrition Abstracts and Reviews: Series B, 1980, 50: 555 - 567.
- [10] Leopold A S. Intestinal morphology of gallinaceous birds in relation to food habits. The Journal of Wildlife Management, 1953, 17(2): 197 - 203.
- [11] Lewins V. Reproduction and development of young in a population of California Quail. The Condor, 1963, 65(4): 249 - 278.
- [12] Moss R. Effects of capacity on gut lengths in red grouse. The Journal of Wildlife Management, 1972, 36(1): 99 - 204.
- [13] Moss R. Winter diets, gut lengths, and interspecific competition in Alaskan ptarmigan. The Auk, 1974, 91(4): 737 - 746.
- [14] Pendergast B A, Boag D A. Seasonal changes in the internal anatomy of Spruce Grouse in Alberta. The Auk, 1973, 90(2): 307 - 317.