

272-276

21158(8)

第17卷第3期
1997年5月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 17, No. 3
May, 1997

Zn、Cd 在太原工业区和紫金山非工业区 环颈雉不同组织中的分布及比较研究

郭东龙

周梅素 黄淑萍

(山西大学生命科学系, 太原, 030006)

(山西大学分析测试中心, 太原, 030006)

A

摘要 为了探讨 Zn、Cd 在环颈雉(*Phasianus colchicus*)体内的积累和分布规律, 对太原工业区环颈雉体内不同组织的 Zn、Cd 进行了分析, 并以紫荆山区为对照区(相对非污染区), 对两区环颈雉体内不同组织的 Zn、Cd 进行了比较。研究表明: Zn 在环颈雉体内的分布规律为: 股骨>胸骨>心>肝>肾>肺>股肌>胸肌, Cd 在环颈雉体内的分布规律为: 肾>胸骨>股骨>肝>肺>胸肌>心>股肌。两区环颈雉各组织中, Zn 的含量没有明显差异, 而肾脏中的 Cd 含量差异显著。

关键词: 环颈雉, 锌, 镉, 太原工业区, 紫金山非工业区。

DISTRIBUTION AND COMPARATIVE STUDY OF ZINC AND CADMIUM IN TISSUES OF RING-NECKED PHEASANTS FROM TAIYUAN CITY AND ZIJIN MOUNTAIN AREA OF XING COUNTY, SHANXI

Guo Donglong

(Department of Life Science, Shanxi University, Taiyuan, 030006, China)

Zhou Meisu Huang Shuping

(Analysis and Test Center, Shanxi University, Taiyuan, 030006)

Abstract In investigating the accumulation and distribution patterns of Zinc and Cadmium, we have analyzed tissues of ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*) from an industrialized region(Taiyuan city) and from a non-industrialized region(Zijin mountain area, Xing County, Shanxi). It is showed that Zinc concentration in all these tissues are as follows: Femur>Sternum> Heart>Liver>Kidney>Lungs>Femoral muscle>Pectoral muscle. Cadmium distribution pattern conforms to the order; Kidney>Sternum>Femur>Liver>Lungs>Heart>Pectoral muscle>Femoral muscle. Levels of Zinc element in tissues of ring-necked pheasants

• 山西省自然科学基金资助项目, 编号 911043。

本文得到山西大学环保系范文标, 孟紫强教授的大力支持和帮助, 环保系席玉英副教授提供两区土壤背景值, 在此一并致谢。

收稿日期: 1994-12-11, 修改稿收到日期: 1995-12-01。

from the two study areas have no significant difference. Kidney Cadmium from Taiyuan city is significantly higher than that from Zijin mountain area.

Key words: ring-necked pheasant, Zinc, Cadmium, Taiyuan city, Zijin mountain area.

Zn 为动物体内的必需元素,参与动物体的各种代谢活动,Cd 为毒性较大的重金属,直接影响动物体的正常生理代谢过程^[1],并且 Zn 和 Cd 在生物学效应上有着拮抗作用^[2]。近年来,国外对鸟体中重金属元素污染的研究十分活跃^[3~12]。国外大量的研究结果表明,野生鸟类组织中 Cd 的含量随其年龄的增长而相应增高^[13],同种野生鸟类组织中 Cd 的含量,因其生活环境中 Cd 元素含量的不同而有明显差异,Cd 含量较高的环境中生活的鸟类组织中 Cd 含量明显增高。

环颈雉是山西省年产量最大的狩猎鸟类,也是我国常见的猎用鸟类,和人们的经济生活有着密切关系。环颈雉广布于古北界和东洋界,以浅山灌丛地带数量较多,其食性以农作物种籽和杂草种籽为主,冬季多食浆果(特别是沙棘果实),偶尔也捕食昆虫。环颈雉在我国各地均为留鸟,不作远距离迁徙。太原是我国的能源、重、化工基地,近年来由于众多厂矿,企业的兴起,大气飘尘、污水排放,给本区的环境造成了一定程度的污染,而且城区机动车辆的迅猛增加,又成为城市大气等 Cd 污染的一个新的来源。选择环颈雉,通过对其体内不同组织 Zn、Cd 元素的测量,用来探讨 Zn、Cd 在环颈雉不同组织中的分布规律,并以此为指标,用以评估太原工业区重金属污染的程度,从而为本区环境污染的生物监测等研究工作提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 样品采集

环颈雉样品于 1991 年 11 月~1992 年 5 月间采自太原地区和相距太原市 180 km 的兴县紫金山区,各 8 只,均用枪击法猎获。在 -18℃ 冰箱中冷冻保存。为了避免样品处理过程中被测元素的流失而影响测定结果的可靠性,分析前先解剖标本,分别取其心脏、肝脏、肺脏、肾脏、胸大肌,股肌、胸骨和股骨,用自来水、蒸馏水、去离子水依次充分洗涤,以除去各组织表面的血污,吸干组织表面的水分。用干净不锈钢剪破碎组织样,在鼓风干燥箱中 90℃ 鼓风干燥 24 h,用研钵研碎组织样品,再在同样条件下干燥 10 h 至恒重,粉样保存在干燥器内备用。

1.2 样品测定

称取 0.3~0.4 g 样品于高脚烧杯中,加入 20 ml 混酸(HClO₄:HNO₃=1:4)进行消化,消化液用 2% HNO₃ 稀释定容至 25 ml 容量瓶中,用 10-9021 型等离子发射光谱仪(美国 Leeman 公司)进行测定。

2 结果

2.1 太原地区与紫金山区环颈雉组织中 Zn 的含量和比较

两区环颈雉组织中 Zn 的含量见表 1。由表 1 可以看出:两区环颈雉组织中 Zn 的含量以骨骼组织的含量为最高,其次为内脏的器官组织(心、肝、肾),而在肌肉组织中(股肌、胸肌)的含量最低。Zn 在两区环颈雉体内不同组织的分布为:股骨>胸骨>心>肝>肾>肺>股肌>胸肌。其中,胸骨和股骨中 Zn 的含量显著或极显著地高于其它组织。心、肝、肾脏的 Zn 含量显著高于肺脏和肌肉组织。值得注意的是,股骨和胸骨以及股肌和胸肌,虽然属于同一种组织,但 Zn 含量却有明显差异,股骨中 Zn 含量明显高于胸骨($P<0.025$),股肌中 Zn 含量明显高于胸肌($P<0.025$),大白鹭(*Egretta alba*)骨骼和肌肉组织中 Zn 含量也有相同差异^[4]。

两区环颈雉同种组织中 Zn 的含量比较见图 1。由图 1 可以看出,两区环颈雉同种组织中 Zn 的含量比较接近,经统计分析,同种组织间 Zn 的含量均没有显著差异(见表 2)。

2.2 太原地区与紫荆山区环颈雉组织中 Cd 的含量和比较

两区环颈雉组织中 Cd 的含量见表 3。

由表 3 可以看出,太原地区环颈雉不同组织中 Cd 的含量以肾脏为最高,其次为骨骼、肝脏、肺脏,其由高到低的顺序为:肾脏>股骨>胸骨>肝脏>肺脏>胸肌>心脏>股肌。紫金山区环颈雉不同组织

表1 太原地区与紫金山区环颈雉组织中Zn的含量(μg/g, 干重)

Table 1 Zn contents in the tissues of ring-necked pheasant from Taiyuan city area and Zijin mountain area(μg/g, dry weight)

项目 Item	土壤 Soil	胸肌	股肌	胸骨	股骨	心脏	肝脏	肺脏	肾脏	
太原地区 n=8	①	107.45	25.52	48.02	185.0	213.7	167.7	103.8	70.84	94.81
	②		0.849	7.48	26.6	18.1	37.4	12.1	7.98	4.70
紫金山区 n=8	①	58.35	29.03	38.06	184.0	225.0	155.9	104.6	67.73	88.76
	②		5.36	10.1	27.1	28.4	16.6	9.41	2.01	5.99
总计 n=16	①	27.27	43.04	184.5	219.5	1661.8	104.2	69.27	91.97	
	②		4.12	5.27	25.9	23.5	28.6	10.5	5.85	6.06

① Mean, ② Standard error

肾脏高2.4倍, 心脏高12倍, 胸骨高1.6倍, 胸肌高6.2倍, 股肌高10倍(见图2)。

3 讨论

环颈雉体内不同组织中Zn的分布规律为: 股骨>胸骨>心>肝>肾>肺>股肌>胸肌。这和原鸽、大贼鸥、蛎鹬、银鸥、大白鹭等鸟类组织中Zn的分布规律一致(见图3)。这些鸟类其亲缘关系虽然较远(均属于不同的目), 并且其生活习性和食性有很大差别, 但是其组织中Zn的分布规律却相似。骨骼中Zn含量最高, 这说明Zn对骨的形成是必需的, 它的积累同骨细胞的骨化过程有着密切关系^[4]。心、肝、肾、肺中Zn的含量较高, 这可能同这些内脏组织中含Zn酶类的多少有关。

太原污染区土壤中Zn的含量虽然明显高于紫金山区, 但两区环颈雉体内Zn的含量却十分接近。作者认为这是由Zn的生理学特性所决定的, 因为Zn是动物机体的必需元素, 参与机体各种生理代谢活动, 正常组织中Zn的含量是由正常机体中内环境稳定机制所维持^[15]。

表2 两区环颈雉同种组织间Zn含量显著性检验(t-检验)

Table 2 Significance test of tissue Zn contents of ring-necked pheasants from the two study areas (t-test)

组织 Tissues	胸肌 Pectoral muscle	股肌 Femoral muscle	胸骨 Sternum	股骨 Femur	心 Heart	肝 Liver	肺 Lungs	肾 Kidney
t	1.829	2.242	0.075	0.949	0.816	0.148	1.069	-

中Cd的含量以骨骼为最高, 其次为肾脏、肝脏、肺脏, 其分布规律为: 胸骨>股骨>肾脏>肝脏>肺脏>胸肌>心脏>股肌。经统计分析, 无论是太原地区还是紫金山区, 肾脏、胸骨、股骨中Cd的含量均显著地高于肺脏、肝脏、心脏、胸肌和股肌。

将太原地区和紫金山区环颈雉组织中Cd的含量进行比较, 太原地区环颈雉各种组织中Cd含量均高于紫金山区, 其中肾脏中Cd的含量高2.8倍, 肝脏中高1.9倍、

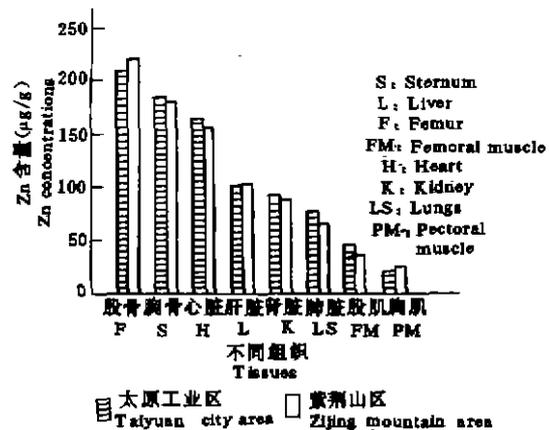


图1 两区环颈雉同种组织中Zn含量比较

Fig. 1 Comparison of Zn levels in the same tissue of ring-necked pheasant from the two study areas

- 1. 太原工业区 Taiyuan city area,
- 2. 紫金山区 Zijin mountain area

表 3 太原地区与紫金山区环颈雉组织中 Cd 的含量(μg/g, 干重)
Table 3 Cd contents in the tissues of ring-necked pheasant from Taiyuan city area and Zijin mountain area (μg/g), dry weight)

项目 Item	土壤 Soil	胸肌 Pectoral muscle	股肌 Femoral muscle	胸骨 Sternum	股骨 Femur	心脏 Heart	肝脏 Liver	肺脏 Lungs	肾脏 Kidney
太原地区 Taiyuan city n=8	①平均值 \bar{x} ②标准偏差	1.74 0.93	2.935 0.89	9.98 1.58	10.21 1.81	2.605 0.73	4.226 0.85	4.080 0.82	12.52 1.88
紫金山区 Zijin mountain area n=8	平均值 \bar{x} 标准偏差	0.12 0.069	0.4067 0.012	3.823 0.785	3.495 0.44	0.2092 0.103	1.464 0.415	1.195 0.197	3.257 0.991
总计 Total n=16	平均值 \bar{x} 标准偏差	1.671 1.45	1.243 1.24	7.017 3.51	6.741 3.59	1.430 1.38	2.845 1.57	2.672 1.57	7.889 5.00

① Mean, ② Standard deviation

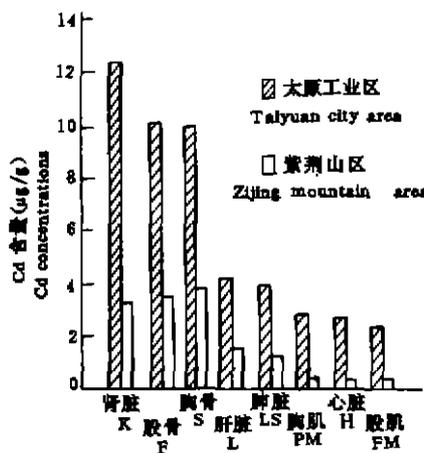


图 2 两区环颈雉组织中 Cd 含量的比较
Fig. 2 Comparison of Cd levels in tissues of ring-necked pheasant from the two study areas

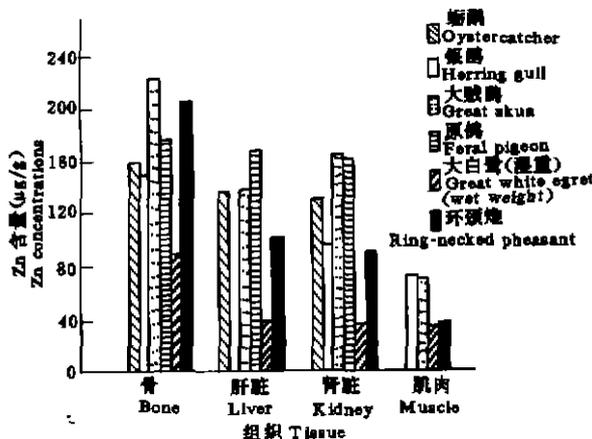


图 3 环颈雉体内 Zn 分布与其它鸟类 Zn 分布的比较
Fig. 3 Comparison of Zn distribution in ring-necked pheasant with other birds

太原地区环颈雉体内 Cd 的分布规律为: 肾>股骨>胸骨>肝>肺>胸肌>心>股肌。和普通燕鸥^[10]、原鸽^[2]、燕鸥、大贼鸥、银鸥^[5]、大白鹭^[4]成体体内 Cd 的分布规律一致(见图 4)。Hutton^[2]和 Gochfeld^[6]对脊椎动物的研究及 Friberg^[17]和 Kowal^[18]对人体内 Cd 的研究结果都表明, 镉在肾脏中的含量最高, 这说明 Cd 选择性地积累于肾脏。

环颈雉体内 Zn 和 Cd 有着相似的分布规律, 其分布规律的相似性, 是因 Zn 和 Cd 同属于 IB 族元素, 有着某些生理学的相似性。事实上, Zn 和 Cd 在毒理学上存在着拮抗作用, 从环颈雉体内 Zn、Cd 相似的分布规律也可以看出这一点。Cd 能够不可逆地取代组织中的 Zn, 从而对动物造成毒害。

环颈雉肾脏中 Cd 含量远低于大贼鸥、燕鸥、普通燕鸥, 这可能与 Cd 随食物链的积累有关。因为同环

颈雉相比,大贼鸥、蛎鹬、普通燕鸥均属于肉食性鸟类,处于食物链中较高的层次,因而Cd含量较高。太原地区耕作层土壤中Cd的含量远大于紫金山区,这从本次研究结果太原地区环颈雉各组织中Cd的含量均高于紫金山区也能够直接反映出两区土壤中Cd含量的高低,并且同土壤中Cd含量相比,太原地区环颈雉肾脏中Cd含量比土壤高7.2倍,这表明太原地区生态系统中重金属Cd已随食物链转移至鸟体之中,同时也说明,环颈雉的组织,尤其是肾脏可作为太原地区陆生生态系统中Cd污染——灵敏指示物,用来对太原地区的环境进行生物监测。

参 考 文 献

- 1 柴之芳,痕量金属的生物效应及其分析方法. 环境科学, 1978, (3): 47~55
- 2 Hutton M *et al.* Metal contamination of feral pigeons *columba* from the London area; Part 1-Tissue accumulation of lead, cadmium and zinc. *Environment Pollution* (Series A). 1980, **22**: 207~217
- 3 Appelquist H *et al.* Mercury monitoring; Mercury stability in bird feathers. *Marine Pollution Bulletin*. 1984, **1**: 22~24
- 4 Honda K *et al.* Heavy metal distribution in organs and tissues of the eastern white egret *egretta alba modesta*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1985, **35**: 781
- 5 Turner J C *et al.* Organochlorine, fluorine and heavy metal levels in some birds from New Zealand estuaries. *New Zealand Journal of Science*. 1978, **21**: 99
- 6 Gochfeld M *et al.* Heavy metal concentrations in the liver of three duck species; Influence of species and sex. *Environmental Pollution*. 1987, **45**: 1~15
- 7 Goede A A *et al.* The use of bird feathers for indicating heavy metal pollution. *The use of bird feathers for indicating heavy metal pollution. Environmental Monitoring and Assessment*. 1986, **7**: 249~256
- 8 Connors P G. *et al.* Investigations of metals in common tern populations. *The Canadian Field-Naturalist*. 1975, **89**: 157~162
- 9 Hutton M *et al.* Accumulation of heavy metals and selenium in three seabird species from the United Kingdom. *Environmental Pollution* (series A). 1981, **26**: 129~145
- 10 Howarth D M *et al.* A comparative study of heavy metal accumulation in tissues of the crested tern, *Sterna bergii*, breeding near an industrial port before and after harbour dredging and ocean dumping. *Aust. Wildl. Res.* 1982, **9**: 571~577
- 11 Howarth D M *et al.* A comparative study of heavy metal accumulation in tissues of the crested tern, *Sterna bergii*, breeding near industrialized and non-industrialized area. *Aust. Wildl. Res.* 1981, **8**: 665~672
- 12 Hulse M *et al.* Environmentally acquired lead, cadmium and manganese in the cattle egret, *Bubulcus ibis*, and the laughing gull, *Larus atricilla*. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.* 1980, **9**: 65~78
- 13 Honda K *et al.* Distribution of heavy metals, and their age-related changes in the eastern great white egret, *Egretta alba modesta*, in Korea. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.* 1986, **15**: 185
- 14 Underwood E J. *Trace elements in human and animal nutrition 3rd Ed.* New York, Academic Press Inc. 1971. 491
- 15 Fisher G L. Function and homeostasis of copper and zinc in mammals. *Sci. Total Environ.* 1975, **4**: 373~412
- 16 Johnson M A *et al.* Distribution of lead, zinc and cadmium in small mammals from polluted environments. *Oikos*. 1978, **30**: 153~159
- 17 Friberg *et al.* *Cadmium in the environment 2nd ed.* Cleveland, Ohio, CRC Press. 1974
- 18 Kowal N E *et al.* Normal levels of cadmium in diet, urine, blood, and tissues of inhabitants of the United States. *J. Toxicol. environ. Hlth.* 1979, **5**: 995~1014

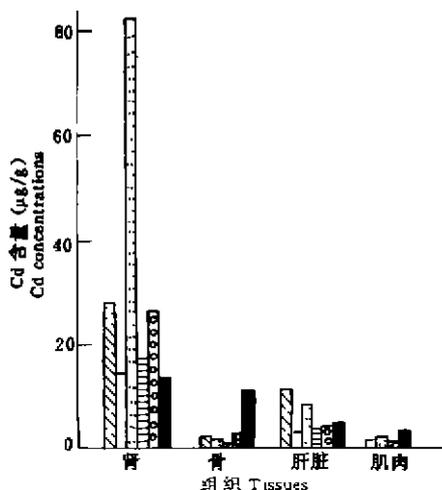


图4 环颈雉体内Cd分布与其它鸟类Cd分布的比较
Fig. 4 Comparison Cd distribution in ring-necked pheasant with other birds
1. 蛎鹬 Oystercatcher, 2. 银鸥 Herring gull, 3. 大贼鸥 Great skua, 4. 原鸽 Feral pigeon, 5. 大白鹭(湿重) great white egret (wet weight), 6. 普通燕鸥 Common tern, 7. 环颈雉 Ring-necked pheasant.