

## 慶南地域에棲息하는狩獵鳥獸類의重金屬蓄積<sup>1</sup>

崔在植<sup>2</sup> · 鄭濟鉉<sup>2</sup> · 尹基植<sup>2</sup> · 李斗杓<sup>3</sup>

### Heavy Metal Concentrations of Some Game Species Captured in Kyeongsangnam-do, Korea.

Jai Sik Choi<sup>2</sup> · Wee Hyun Jung<sup>2</sup> · Ki Sick Youn<sup>2</sup> · Doo Pyo Lee<sup>3</sup>

#### 要約

慶尙南道一帶에서採集한狩獵鳥獸類4種에대한重金屬을分析한結果,一般的으로生體必須元素인Fe, Zn, Cu의濃度수준은國內의非汚染地域에서採集發表된山林鳥獸類및水禽類에대한分析結果와비슷한수준을보이고있는것으로나타났으나汚染元素인Pb와Cd는一部組織에서백그라운드레벨을넘어높은濃度を나타내었다.특히Pb의경우正常的인組織分布패턴과는달리一部筋肉組織에서높은濃도로檢出되었으며이것은포획당시霰彈(Pb탄알)에의한汚染인것으로判斷되었다.또한霰彈에汚染된筋肉組織은Pb濃도가높아食用으로不適合한것으로評價되었으며國民健康側面에서볼때앞으로이에關한研究가時急한실정에있다고하겠다.

#### ABSTRACT

Three different types of tissue taken from three game birds such as Ring-necked Pheasant, Rufous Turtle Dove, Mallard and a mammal, Korean Water Deer were analyzed for five heavy metals such as iron, zinc, copper, lead and cadmium. The main purpose of this study was to make clear the background levels of the metal concentrations in the tissues of these game species. The metal levels were generally low and could be considered as the background levels. But some markedly high levels of lead were recorded in the muscles of birds shot by the shotgun. The implications of these results were discussed with respect to the health of people.

Key words : tissues, game species, heavy metal level

#### 緒論

最近經濟發達과 더불어産業化過程에서放出된重金屬및人工有機鹽素系化合物등各種毒性汚染物質은自然生態系의循環過程을거치는동안인간을포함한많은生物體內에서서서히

濃縮되어가고있다.그중에서도특히먹이連鎖상의高位에位置한野生動物의경우대도시또는대규모工業園地등일부限定된지역이지만이미高濃度汚染에의해그毒性영향이나타나고있는것이밝혀졌다(李等, 1988, 1991; Lee et al., 1988).

그러나최근들어도시와농촌의均衡發展이라

<sup>1</sup> 接受 1993年 7月 26日 Received on July 26, 1993.

<sup>2</sup> 慶尙南道산림환경연구소 Kyeongsangnam-do Forest Environment Research Institute, Chinyang, Kyeong-nam 663-870, Korea.

<sup>3</sup> 호남대학교 생물학과 Dept. of Biology, Honam University, Kwangju 506-090, Korea.

는 次元에서 농촌지역에도 곳곳에서 農工團地가 들어서게 되고 주변도시의 쓰레기 處理場이 밀려 들어옴에 따라 重金屬 등 毒性汚染物質의 汚染源은 이제 농촌지역에도 到處에 散在하게 되었고 따라서 이러한 地域을 중심으로 棲息하고 있는 各種 野生動物은 이들 汚染物質에 의해 적지않은 영향을 받게 될 것으로 예상된다. 그 중에서도 농촌 및 山林地域을 主棲息處로 하는 고라니, 꿩 등 狩獵鳥獸類는 포획 후 食用으로 이용하기 때문에 環境汚染과 健康이란 側面에서 특히 注目되는 野生動物이라 할 수 있다. 더욱이 近來에 들어 여가활동의 활성화와 함께 적극 실시되고 있는 道別 循環狩獵場 運營制度 등으로 인하여 狩獵人口가 每年 增加一路에 있으며, 이에 따라 狩獵鳥獸類의 포획량도 상당히 增加할 것으로 豫想되고 있다.

이에 本 研究은 豫備의 研究의 次元에서 慶南一帶에 棲息하는 代表的인 狩獵鳥獸類 몇種에 대하여 生體內 各組織중의 重金屬(Fe, Zn, Cu, Pb, Cd) 蓄積수준을 評價함을 目的으로 遂行하

였다.

材料 및 方法

1991年 부터 1992年에 걸쳐 慶尙南道 一帶에서 狩獵後 食用으로 많이 利用되는 代表的인 狩獵鳥獸類 즉, 고라니(Korean Water Deer, *Hydropotes inermis*), 꿩(Ring-necked Pheasant, *Phasianus colchicus*), 멧비둘기(Rufous Turtle Dove, *Streptopelia orientalis*), 청둥오리(Mallard, *Anas platyrhynchos*) 등 4種을 採集하여 重金屬을 分析하였다. 그 상세한 內譯은 Table 1에 표시하였다.

試料중 慶尙南道林業試驗場에서 飼育한 고라니 및 꿩의 一部와 그리고 毒劇物에 의해 죽은 채로 발견된 청둥오리를 제외한 나머지 鳥獸類는 獵銃(霰彈)을 使用하여 포획하였으며, 포획 즉시 解剖하여 銃에 맞은 部位는 미리 除去한 다음 肝, 筋肉, 腎臟 등 各組織을 分離해 내어 Polyethylene 봉지에 넣어 零下 20℃로 凍結시켜 重金屬

Table 1. List of Samples analyzed

Species	Sex	Tissue analyzed*	Data	Sampling locations	Remarks
1. <i>Hydropotes inermis</i>	♂	L	Mar. 1991	Chinyang country	Breeding
2. <i>Hydropotes inermis</i>	♂	L	Feb. 1991	Changyong country	Free living
3. <i>Hydropotes inermis</i>	♂	L & M	Feb. 1991	Sanchung country	Free living
4. <i>Hydropotes inermis</i>	♂	L, M & K	Feb. 1992	Chinyang country	Free living
5. <i>Hydropotes inermis</i>	♀	L & M	Mar. 1992	Chinyang country	Free living
6. <i>Phasianus colchicus</i>	♂	L	Mar. 1991	Chinyang country	Breeding
7. <i>Phasianus colchicus</i>	♀	L	Mar. 1991	Chinyang country	Breeding
8. <i>Phasianus colchicus</i>	♂	L & M	Mar. 1992	Chinyang country	Free living
9. <i>Phasianus colchicus</i>	♀	L & M	Apr. 1992	Chinyang country	Free living
10. <i>Phasianus colchicus</i>	♂	L & M	May. 1992	Chinyang country	Free living
11. <i>Streptopelia orientalis</i>	♀	L & M	Feb. 1991	Chinyang country	Free living
12. <i>Streptopelia orientalis</i>	♀	L & M	Feb. 1991	Chinyang country	Free living
13. <i>Streptopelia orientalis</i>	♂	L, M & K	Jan. 1992	Sanchung country	Free living
14. <i>Streptopelia orientalis</i>	♂	L & M	Feb. 1992	Chinyang country	Free living
15. <i>Anas platyrhynchos</i>	♂	L, M & K	Jan. 1991	Changwon country	Free living
16. <i>Anas platyrhynchos</i>	♂	L, M & K	Jan. 1991	Changwon country	Free living
17. <i>Anas platyrhynchos</i>	♂	L, M & K	Jan. 1991	Changwon country	Free living
18. <i>Anas platyrhynchos</i>	♀	L, M & K	Jan. 1991	Changwon country	Free living
19. <i>Anas platyrhynchos</i>	♀	L, M & K	Jan. 1991	Changwon country	Free living
20. <i>Anas platyrhynchos</i>	♂	L, M & K	Feb. 1992	Changwon country	Free living
21. <i>Anas platyrhynchos</i>	♂	L, M & K	Feb. 1992	Changwon country	Free living
22. <i>Anas platyrhynchos</i>	♀	L, M & K	Feb. 1992	Changwon country	Free living
23. <i>Anas platyrhynchos</i>	♀	L, M & K	Feb. 1992	Changwon country	Free living
24. <i>Anas platyrhynchos</i>	♀	L, M & K	Feb. 1992	Changwon country	Free living

\* L-Liver, M-Muscle, K-Kidney

分析時까지 保管하였다.

冷凍된 試料는 解凍시켜 均質化한 다음 約 3g 정도씩 採取하여 황산, 질산 및 과염소산으로 分解하였고 分解液은 100ml로 稀釋하였다. 分析할 重金屬중 Fe, Zn, Cu는 直接 原子吸光度計 (Shimadzu AA-680)을 利用하여 定量하였고 Cd와 Pb는 DDTc-MIBK法으로 抽出濃縮한 다음 原子吸光度計로 定量 分析하였다(Honda et al., 1982).

### 結果 및 考察

分析된 狩獵鳥獸의 重金屬 濃度는 各組織別로 平均하여 Table 2와 같이 表示하였다. 一般的으로 生體의 必須元素인 Fe, Zn, Cu의 濃度수준은 國內의 非汚染地域에서 採集 發表된 山林 鳥獸類 및 水禽類에 대한 結果와 비슷한 水準을 보이고 있는 것으로 나타났으나 汚染元素인 Pb와 Cd는 一部組織에서 백그라운드수준을 넘는 높은 濃度를 나타내었다(李 等, 1988, 1991; 崔, 1991). 이에 대한 상세한 내용을 元素別로 살펴보면 다음과 같다.

### 1. Fe

Fe 濃度는 分析對象種類 모두에서 肝臟이 가장 높았고 다음으로 腎臟, 筋肉의 順으로 一定한 패턴을 보이고 있으며 組織의 種類間에는 물론 個體間에도 顯著的한 差異를 나타내고 있다(Table 2). Underwood(1971)에 의하면 體內 Fe의 대부분은 여러 단백질과 結合한 複合體 形態로 存在하며 사람의 경우 그 존재비율은 血液 Hemoglobin에 60-70%, Myoglobin 3-5%, Ferritin 7-15%로 그 대부분이 혈액헤모글로빈에 존재하고 있어 造血作用에 있어서 중요한 역할을 담당하고 있다. 그리고 豫備 또는 貯藏 Fe는 주로 두 가지의 비철화합물 즉, Ferritin과 Hemosiderin의 形態로 존재한다. 이들은 體內組織內에서 넓게 분포하고 있으나 그 貯藏能力은 肝臟이 가장 크며 또한 종류에 따라 현저하게 다르다고 하였다.

한편, 鳥類의 肝臟 중 Fe 濃度는 成長段階 또는 季節에 따라 큰 폭으로 變動한다고 알려져 있다(Honda et al., 1986; Osborn, 1979; Haarakangas et al., 1974). 따라서 본 研究에서 Fe의 組織 蓄積패턴 및 種類間 顯著的한 濃度差異는 위

Table 2. Concentrations of heavy metals in tissues of game species

Unit:  $\mu\text{g}/\text{wet g}$

Species	Tissues(N)	Mean $\pm$ SD(Range)				
		Fe	Zn	Cu	Pb	Cd
<i>Hydropotes inermis</i>	Liver (5)	130 $\pm$ 90.0 (53.8-239)	34.3 $\pm$ 11.1 (25.9-52.2)	176 $\pm$ 45.0 (131-226)	0.48 $\pm$ 0.22 (0.33-0.86)	0.24 $\pm$ 0.11 (0.11-0.38)
	Muscle (3)	36.7 $\pm$ 9.58 (28.6-47.4)	16.2 $\pm$ 3.48 (18.8-20.2)	2.26 $\pm$ 0.17 (2.09-2.43)	0.57 $\pm$ 0.32 (0.22-0.85)	0.04 $\pm$ 0.03 (0.02-0.08)
	Kidney (1)	102	18.5	4.26	0.22	0.18
<i>Phasianus colchicus</i>	Liver (5)	131 $\pm$ 65.9 (76.6-229)	22.9 $\pm$ 4.68 (18.1-29.5)	4.38 $\pm$ 0.95 (3.68-5.82)	0.40 $\pm$ 0.13 (0.22-0.57)	0.19 $\pm$ 0.06 (0.12-0.24)
	Muscle (3)	37.5 $\pm$ 22.3 (21.6-63.0)	7.92 $\pm$ 4.22 (5.40-12.8)	0.69 $\pm$ 0.27 (0.39-0.93)	0.50 $\pm$ 0.49 (0.17-1.07)	0.10 $\pm$ 0.09 (0.04-0.20)
<i>Streptopelia orientalis</i>	Liver (4)	348 $\pm$ 19.9 (331-375)	18.0 $\pm$ 3.06 (14.5-21.7)	2.91 $\pm$ 0.20 (2.71-3.14)	0.49 $\pm$ 0.18 (0.36-0.76)	0.47 $\pm$ 0.19 (0.27-0.67)
	Muscle (4)	44.8 $\pm$ 3.41 (44.5-52.8)	5.81 $\pm$ 0.26 (5.58-6.17)	3.87 $\pm$ 0.55 (3.00-4.53)	0.24 $\pm$ 0.04 (0.20-0.28)	0.07 $\pm$ 0.03 (0.02-0.09)
	Kidney (1)	98.5	16.0	1.64	1.41	0.59
<i>Anas platyrhynchos</i>	Liver (10)	980 $\pm$ 256 (580-1,550)	38.5 $\pm$ 6.80 (23.0-58.3)	32.0 $\pm$ 25.5 (15.8-120.0)	0.08 $\pm$ 0.02 (0.06-0.10)	0.18 $\pm$ 0.10 (0.08-0.25)
	Muscle (10)	65.5 $\pm$ 10.2 (52.0-98.3)	9.09 $\pm$ 0.56 (7.82-11.0)	5.21 $\pm$ 0.40 (4.42-5.85)	0.01 $\pm$ 0.00 (0.01-0.02)	0.02 $\pm$ 0.01 (0.01-0.05)
	Kidney (10)	195 $\pm$ 50.5 (105-290)	20.4 $\pm$ 3.05 (18.1-25.4)	5.83 $\pm$ 1.42 (3.93-8.20)	0.03 $\pm$ 0.02 (0.01-0.05)	0.80 $\pm$ 0.50 (0.10-2.34)

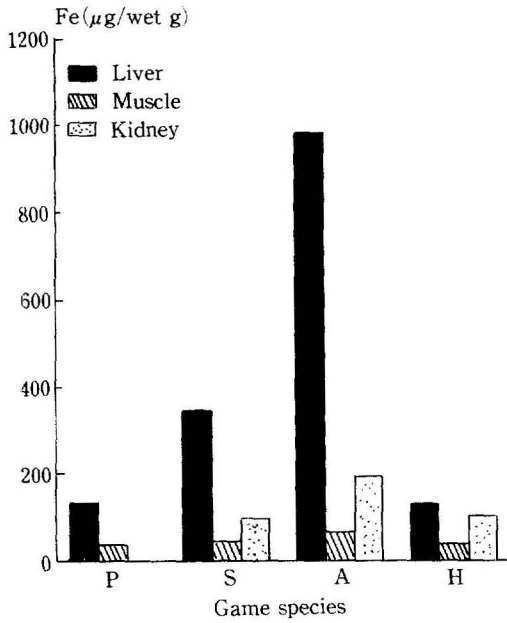


Fig. 1. Iron concentrations in tissues of Ring-necked Pheasant(P), Rufous Turtle Dove(S), Mallard(A) and Korean Water Deer(H)

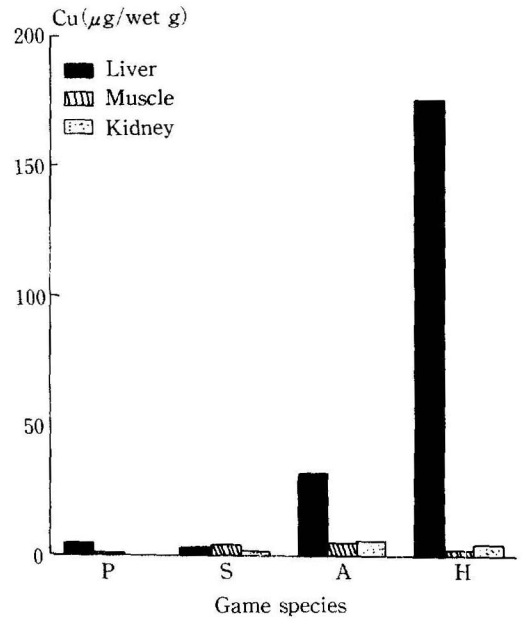


Fig. 3. Copper concentrations in tissues of Ring-necked Pheasant(P), Rufous Turtle Dove(S), Mallard(A) and Korean Water Deer(H)

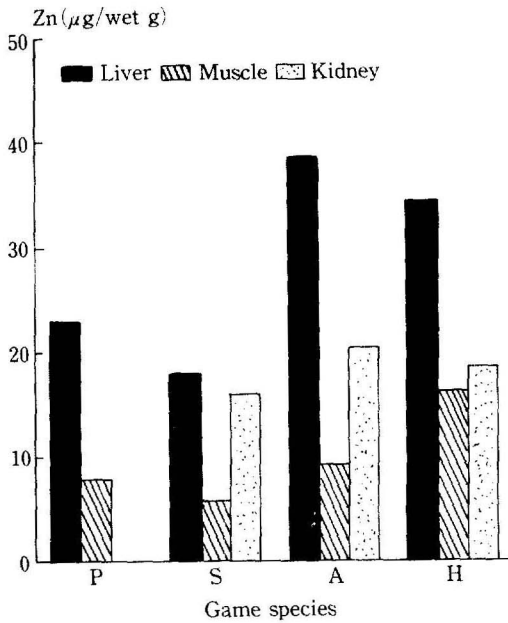


Fig. 2. Zinc concentrations in tissues of Ring-necked Pheasant(P), Rufous Turtle Dove(S), Mallard(A) and Korean Water Deer(H)

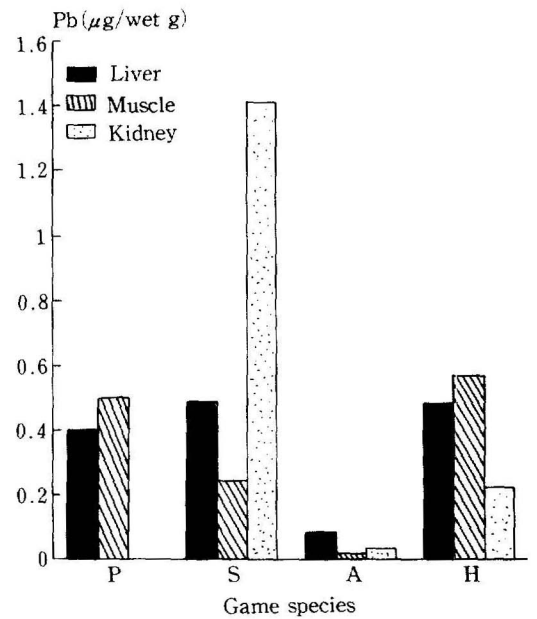


Fig. 4. Lead concentrations in tissues of Ring-necked Pheasant(P), Rufous Turtle Dove(S), Mallard(A) and Korean Water Deer(H)

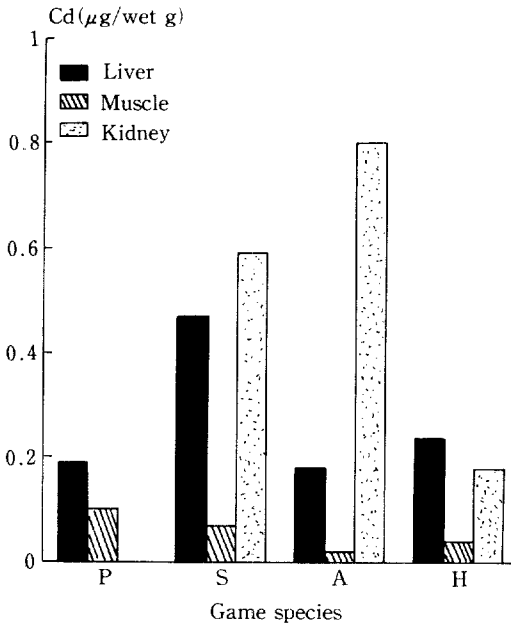


Fig. 5. Cadmium concentrations in tissues of Ring-necked Pheasant (D), Rufous Turtle Dove (S), Mallard (A) and Korean Water Deer (H)

에서 言及한 生理水準 次元에서 이해될 수 있으며 특별한 外部 汚染의 근거는 없는 것으로 판단된다.

2. Zn

Zn은 대체로 낮은 농도로 종류간에도 현저한 차이가 없이 비슷한 蓄積레벨을 보였으며 특별히 高濃度 汚染은 없는 것으로 나타났다 (Table 2).

Zn은 일반적으로 肝臟, 腎臟, 筋肉 등 軟組織 보다는 뼈, 깃털 등과 같은 硬組織에 많이 蓄積되어 骨化 및 깃털의 色素形成에 參與하는 必須元素로 알려져 있다 (Underwood, 1971).

3. Cu

Cu의 濃度는 일반적으로 간장에서 높은 경향을 보이고 있으며 특히 고라니와 청둥오리에서 顯著하게 높았다 (Table 2).

Cu는 Fe와 마찬가지로 體內에서 造血作用에 關與하며 기타 體內動態도 Fe와 비슷한 것으로 알려져 있다. 또한 Underwood(1971)는 닭, 칠면조, 집오리(청둥오리의 改良種)를 대상으로한 實驗에서 똑같은 飼料를 이들에게 給與하였음에

도 불구하고 집오리는 다른 두 종류에 비해 肝臟의 Cu濃度가 顯著히 높아진 사실로부터 肝臟內 Cu蓄積의 種類間 差異는 먹이로부터 Cu攝取量과 無關하다는 것을 示唆하였다.

이러한 사실을 고려해 보면 本 研究에서 보이고 있는 고라니 및 청둥오리의 肝臟中 Cu의 높은 蓄積은 外部의 汚染이라기 보다는 이들 草食性 種類의 種特異性에 의한 것이라고 판단되었다.

4. Pb

Pb는 肝臟의 경우 우리나라 鳥類의 백그라운드레벨을 초과하지 않고 있으나 筋肉의 경우는 상당히 높은 것으로 나타났다 (Table 2) (李 等, 1988; 崔, 1991).

일반적으로 棲息地 汚染으로 인한 즉, 먹이連鎖를 통한 Pb汚染의 경우에는 肝臟, 腎臟, 뼈組織의 濃度가 높고 筋肉의 濃度는 낮은 傾向을 나타낸다 (李 等, 1988; Honda et al., 1982, 1986; 崔, 1991; Osborn, 1979).

그러나 本 研究에서는 평균 고라니에 있어 筋肉組織中의 Pb濃度가 (0.57±0.32µg/wet g) 肝臟에서의 濃度(0.48±0.22µg/wet g) 보다 오히려 높게 나타나는 特異한 現象을 보이고 있다. 이러한 結果는 鳥獸類의 棲息地에 의한 汚染이라기 보다는 試料採集方法을 考慮해 볼 때 포획시 銃器의 霰彈(Pb 탄알)에 의한 汚染인 것으로 推定된다. 試料解剖時에 筋肉의 곳곳에 霰彈이 박혀 있거나 뚫고 지나간 痕迹이 발견된 사실은 이러한 推定을 뒷받침해 주고 있다.

한편 Pb 탄알을 사용하는 銃器類에 의해 採集된 고라니 및 꿩의 筋肉中 Pb濃度는 平均 0.57 및 0.50µg/wet g으로 世界保健機構가 勸告하고 있는 食品으로서의 Pb 最大安全레벨 0.3ppm을 超過하고 있어 (World Health Organization, 1972) 이들을 食用으로 할 때 健康上의 問題가 있을 것으로 판단된다.

따라서 國民健康次元에서 볼 때 狩獵鳥獸類의 霰彈에 의한 Pb 汚染에 관한 具體的인 研究가 하루속히 遂行되어야 할 것으로 생각된다.

5. Cd

고라니, 꿩, 청둥오리의 各組織中 Cd濃度는 비교적 낮은편으로 나타났으나 멧비둘기의 肝臟

과 腎臟에서는 높은 數値를 보이고 있다(Table 2).

이는 고라니, 평과 같은 鳥獸類의 棲息地가山野地域 또는 農村地域의 農耕地를 選好하는데 비하여 멧비둘기는 都市近郊에 주로 棲息하는 生態의 特徵에 비추어 都市먼지에 汚染된 먹이의 影響으로 인하여 肝臟중의 Cd, Pb 등 汚染元素의 蓄積濃度가 높은 것으로 생각된다.

그러나 멧비둘기의 筋肉組織中의 Cd 濃度는 비교적 낮은 편으로 肝臟과 腎臟 등 內臟器官을 除外한 筋肉만을 食用으로 할 경우 Cd 毒性에 의한 健康上의 問題는 없을 것으로 생각된다.

### 引用 文 獻

1. 崔在植·金在生. 1991. 韓國產 山林鳥類의 重金屬 蓄積. 韓國林學會誌. 80(2) : 177-186.
2. 崔在植·金在生. 1991. 韓國產 山林鳥獸類의 棲息生態. 韓國林學會誌. 80(2) : 162-176.
3. Harakangas, H., H. Hyvarinen and M. Ojanen. 1974. Seasonal variation and the effects of nesting and moulting on liver mineral in the House Sparrow (*Passer domesticus* L.). Comp. Biochem. Physiol. 47A : 153-163.
4. Honda, K., R. Tatsukawa and T. Fujiyama. 1982. Distribution characteristics of heavy metals in the organs and tissues of Striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*. Agric. Biol. Chem. 46 : 3011-3021.
5. Honda, K., B.Y. Min and R. Tatsukawa. 1986. Organ and tissue distribution of heavy metals and age-related changes in the Eastern Great White Egret, *Egretta alba modesta*, in Korea. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 15 : 185-197.
6. Lee, D.P., K. Honda, and R. Tatsukawa. 1987. Comparison of tissue distribution of heavy metals in birds in Japan and Korea. J. Yamashina Inst. Ornith. 19 : 103-116.
7. 李斗杓·元炳晔·閔丙允·本田克久·立川京. 1988. 韓國產 鳥類의 重金屬 蓄積. 韓國鳥類研究所 研究所報. 2 : 22-31.
8. Lee, D.P., K. Honda, R. Tatsukawa and P.O. Won. 1988. Heavy metal accumulation in the livers of waders in the Naktong estuary. Bull. Inst. Ornith. Kyunghee Univ. II : 17-21.
9. 李斗杓. 1991. 野生動物 數種에 대한 重金屬 및 有機鹽素化合物의 汚染實態調查研究. 韓國自然保護協會研究報告書 11 : 1-10.
10. Osborn, D. 1979. Seasonal changes in the fat, protein and metal content of the liver of the starling *Sturnus vulgaris*. Environ. Pollut. 19 : 145-155.
11. Underwood, E.J., 1971. Trace element in human and animal nutrition. 3rd ed., Academic Press. New York.
12. World Health Organization. 1972. Evaluation of certain food additives and of the contaminants mercury, lead and cadmium. Sixteen report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. Geneva. 33pp.