

## 動物園 飼育動物의 總水銀含量 調査

李康文 · 金成元 · 朴錫基 · 李容旭\*

서울特別市 保健環境研究院, 서울大學校 保健大學院

## Contents of Total Mercury in Zoo Animals

Lee, Kang Moon, Seong Won Kin, Seog Gee Park and Yong Wook Lee\*

Seoul Institute of Health and Environment Research

\*Seoul National University Graduate School of Public Health

### ABSTRACT

In order to investigate the contents of total mercury in zoo animal located near in Seoul, we measured the contents of total mercury in fur and feather collected in zoo animal by the Mercury Analyzer.

The contents of total mercury in mammals was  $61.56 \pm 20.32 \mu\text{g}/\text{kg}$ , but in birds  $659.49 \pm 162.73 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Compared with feeding pattern, the contents of total mercury of omniverous and carnivorous were detected higher than those of herbiverous in mammals, and also same as in birds.

The contents of total mercury of Cuculidae and Ciconidae were detected highestly among classification of family in zoo animal, but those of Camelidae and Cervidae were detected lowestly. Of carnivorous, 30.5 % was higher than  $1000 \mu\text{g}/\text{kg}$ , but the ratio of omniverous detected less than  $100 \mu\text{g}/\text{kg}$  was 45.5 %, and in herbiverous 95.4 %.

**Keywords :** Total mercury, zoo animals, feeding pattern.

### I. 서 론

현대 문명의 발달은 모든 생활환경을 오염시키는 결과를 초래하였고, 더불어 인간활동의 주변에 있는 자연 환경도 오염 내지는 파괴되는 결과를 초래하고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 오염은 먹이 사슬에도 영향을 주어 각종 중금속이 체내에 축적되어 각종 중독 증상을 야기시키고 있으며, 특히 수은 화합물은 생물에 대하여 강한 독성으로 중독 증상을 나타내고 있다.<sup>1,2)</sup> 수은중독의 대표적인 예로 일본에서 발생한 생선류 섭취에 의한 집단수은 중독인 Minamata병과, 이탁에서 곡물섭취로 인한 수은중독 등이 있다.

수은은 석탄, 석유에서 약 1,200 ton 정도<sup>3)</sup>가 화석 연료로서, 또 비철금속 제련 시에는 2,000~18,000 ton이 매년 환경 중에 방출되고 있다. 대기 중의 수은이 연료계 오염 물질과 상관이 깊다는 것은 伊藤 등<sup>4)</sup>이 東京에서, 松本<sup>5)</sup>이 奈良市에서, 小林 등<sup>6)</sup>이 兵庫縣에서 각각 행한 조사에서도 지적하고 있고, 金 등<sup>7)</sup>은 서울시의 수은 농도가 도심 지역은 평균 21.13

ng/m<sup>3</sup>, 인근 전원 지역은 평균 5.91 ng/m<sup>3</sup>으로 보고되고 있다. 이와 같은 상황에서 인간 생활의 활력소 역할을 하고있는 서울 근교에 위치한 동물원 동물들이 각종 중금속 특히 수은이 체내에 잔류되거나, 수은에 중독될 경우 인간 생활에도 심각한 영향을 주기 때문에 동물들 털에서의 총수은 함량을 측정함으로써 동물원 동물들의 수은 오염 현황을 조사하고자 하였다.

### II. 재료 및 방법

#### 1. 시료 및 시료 채취

서울시 인근에 소재한 동물원에서 사육되는 동물을 임의선택하여 털 및 깃을 수집 실험재료로 하였다. 시료로 수집한 털과 깃은 잡물을 제거하고 물로 깨끗이 세척한 다음 증류수로 다시 행군 후 실온에서 통풍건조시켰다. 시험한 동물들은 24과 66종류 112건을 시험 대상으로 하였으며, 그 종류는 Table 1과 같다.

**Table 1.** The name of sample

Animal name	scientific name	classification of family	food pattern
Pekingese	<i>Canis lupus familiaris</i>	Canidae	Omnivorous
Cavalier	<i>Canis lupus familiaris</i>	Canidae	Omnivorous
Poodles	<i>Canis lupus familiaris</i>	Canidae	Omnivorous
Yorkshire Terrier	<i>Canis lupus familiaris</i>	Canidae	Omnivorous
Raccoon Dog	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	Canidae	Carnivorous
Red Fox	<i>Vulpes vulpes</i>	Canidae	Carnivorous
Domestic Ass	<i>Equus asinus</i>	Equidae	Herbivorous
Miniature Ass	<i>Equus asinus</i>	Equidae	Herbivorous
Domestic Horse(Cheju pony)	<i>Equus przewalskii caballus</i>	Equidae	Herbivorous
Miniature Horse	<i>Equus przewalskii caballus</i>	Equidae	Herbivorous
Domestic Sheep(Merino)	<i>Ovis ammon aries</i>	Bovidae	Herbivorous
Domestic Goat	<i>Capra aegagrus hircus</i>	Bovidae	Herbivorous
Holstein	<i>Bos(Bos) Primigenius taurus</i>	Bovidae	Herbivorous
Domestic Cattle	<i>Bos(Bos) Primigenius taurus</i>	Bovidae	Herbivorous
Waterbuck	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Bovidae	Herbivorous
American Bison	<i>Bison bison</i>	Bovidae	Herbivorous
Scimitar-horned Oryx	<i>Oryx gazella dammah</i>	Bovidae	Herbivorous
Bactrian Camel	<i>Camelus ferus bactrianus</i>	Camelidae	Herbivorous
Llama	<i>Lama guanicoe glama</i>	Camelidae	Herbivorous
East Wapiti	<i>Cervus(C) elaphus canadensis</i>	Cervidae	Herbivorous
Red Deer	<i>Cervus(C) elaphus</i>	Cervidae	Herbivorous
Southern Black-&-white Colobus	<i>Colobus polykomos</i>	Colobidae	Omnivorous
Orang-utaan	<i>Pongo pygnaeus</i>	Pongidae	Omnivorous
Grey Kangaroo	<i>M(Macropus) giganteus</i>	Macropodidae	Herbivorous
Siberian Tiger	<i>Panthera tigris altaica</i>	Felidae	Carnivorous
Moon Bear	<i>Selenarctos thiberytanus</i>	Ursidae	Omnivorous
Sarus Crane	<i>Grus antigone</i>	Gruidae	Omnivorous
Manchurian Crane	<i>Grus japonesis</i>	Gruidae	Omnivorous
Common Crane	<i>Grus grus</i>	Gruidae	Omnivorous
Demoiselle Crance	<i>Anthropoides virgo</i>	Gruidae	Omnivorous
Hooded Crane	<i>Grus manacha</i>	Gruidae	Omnivorous
White-necked Crane	<i>Grus vipio</i>	Gruidae	Omnivorous
Crowned Crane	<i>Balearica pavonia</i>	Gruidae	Omnivorous
Domestic Pigeon	<i>Columba livia</i>	Phasianidae	Herbivorous
Domestic Pigeon	<i>Columba livia</i>	Phasianidae	Herbivorous
Ring-necked Pheasant	<i>Phasianus colchicus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Southern Green Pheasant	<i>Phasianus colchicus versico</i>	Phasianidae	Herbivorous
Golden Pheasant(Yellow)	<i>Chrysolophus pictus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Golden Pheasant	<i>Chrysolophus pictus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Domestic Fowl(sylky Fowl)	<i>Gallus gallus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Red Jungle Fowl	<i>Gallus gallus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Indian Peafowl	<i>Pavo cristatus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Indian Peafowl (white)	<i>Pavo cristatus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Green Peafowl	<i>Pavo muticus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Domestic Fowl(Bantan)	<i>Gallus gallus</i>	Phasianidae	Herbivorous
Common Queil	<i>Coturnix coturnix</i>	Phasianidae	Herbivorous
Silver Pheasant	<i>Gennaesus nyctemerus</i>	Phasianidae	Herbivorous
White-crested cockatoo	<i>Kakatoe alba</i>	Psittacidea	Herbivorous
Budgerigar	<i>Melopsitracus unduratus</i>	Psittacidae	Herbivorous
Scarlet Macaw	<i>Ara macao</i>	Psittacidae	Herbivorous
Greater Flamingo	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Phoenicopteridae	Carnivorous
Chilean Flamingo	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Phoenicopteridae	Carnivorous
European Flamingo	<i>Phoenicopterus ruber roseus</i>	Phoenicopteridae	Carnivorous

Table 1. continued

Animal name	Scientific name	Classification of family	Food pattern
European Black Vulture	<i>Aegypius monachus</i>	Accipitridae	Carnivorous
Common Buzzard	<i>Buteo buteo</i>	Actipitridae	Carnivorous
Oriental White Stork	<i>Ciconia ciconia boyciana</i>	Ciconidae	Carnivorous
Marabou	<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	Ciconidae	Carnivorous
Domestic Goose	<i>Anser anser</i>	Anatidae	Herbivorous
Mallard	<i>Anas platyrhynchos</i>	Anatidae	Herbivorous
African Ostrich	<i>Strythio camelus</i>	Struthionidae	Carnivorous
Andean Condor	<i>Vultur gryphus</i>	Cathartidae	Carnivorous
Donaldson's Tourako	<i>Turacus donaldsoni</i>	Cuculidae	Herbivorous
Brown Pelican	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelecanidae	Carnivorous
Great Spotted Woodpecker	<i>Dendrocopos major</i>	Picidae	Carnivorous
Eagle Owl	<i>Bubo bubo</i>	Strigidae	Carnivorous
Scarlet Ibis	<i>Eudocimus ruber</i>	Threskiornithidae	Carnivorous

## 2. 시약

1) 0.001 % L-cysteine solution : L-cysteine 10 mg과 질산 2 ml를 1000 ml의 flask에 넣고, 증류수로 1,000 ml가 되게 하여 잘 혼합한다.

2) Hg표준원액(100 ppm): HgCl<sub>2</sub> 67.7 mg를 0.001 % L-cystine solution 500 ml에 녹여 100 ppm의 수은 표준용액을 만들었다.

3) Hg 0.1 ppm 및 0.01 ppm: 수은표준원액을 적당량 취하고 0.001 % L-cystine solution으로 희석하여 0.1 ppm 및 0.01 ppm용액을 만들어 사용하였다.

## 3. 시험방법

총수은함량은 mercury analyzer(Nippon Instruments Corporation, MERCURY SP-3A)로 분석하였다. 시료 100 mg을 정확하게 평량하여 시료 boat에 넣고 800°C로 가열하여 측정하였다.

## III. 결 과

서울시 근교에 위치한 A 및 B 동물원에서 임의선택한 포유류의 총수은함량은 Table 2와 같았다. 포유류 털의 평균 총수은함량은  $61.56 \pm 10.55$  µg/kg이었으며, A 동물원 포유류의 총수은 함량은  $27.56 \pm 4.79$  µg/kg이었으나, B 동물원 포유류는  $112.56 \pm 20.32$  µg/kg이었다. 한편 평균 중앙값은 31.16 µg/kg이었으며, A 동물원은 24.34 µg/kg, B 동물원은 83.33 µg/kg이었다.

동물원에서 사육하는 조류의 총수은 함량은 Table 3과 같았다. 즉 조류 깃의 평균 총수은함량은

$659.49 \pm 162.73$  µg/kg이었으며, A 동물원의 조류는  $674.92 \pm 263.70$  µg/kg, B 동물원은  $645.37 \pm 201.14$  µg/kg이었다. 한편 조류의 총수은함량 중앙값은 87.50 µg/kg이었으며, A 동물원의 조류는 181.74 µg/kg, B 동물원은 46.01 µg/kg이었다.

포유류 45 두의 식성별 총수은 함량은 Table 4와 같았다. 총 수은함량은  $61.56 \pm 20.32$  µg/kg이었으며, 육식성 포유류 1 두는 130.63 µg/kg, 잡식성 동물 11 두는  $137.32 \pm 32.55$  µg/kg, 초식성 동물 33 두는  $34.22 \pm 4.34$  µg/kg이었다. 한편 포유류 45 종의 총수은함량 중앙값은 31.16 µg/kg이며, 육식성 포유류의 중앙값은 130.63 µg/kg, 잡식성 포유류의 중앙값은 139.62 µg/kg 그리고 초식성 포유류의 중앙값은 24.95 µg/kg이었다.

한편 조류 67 두의 식성별 총수은 함량은 Table 5와 같았다. 평균 총수은 함량은  $659.49 \pm 162.73$  µg/kg이었으며, 육식성 조류 18 두의 평균 총수은 함량은  $1176 \pm 348.12$  µg/kg, 잡식성 조류는  $1216.41 \pm 463.10$  µg/kg, 초식성 조류는  $72.87 \pm 25.12$  µg/kg이었다. 조류 67두의 평균중앙값은 87.50 µg/kg이었으며, 육식성 조류 351.63 µg/kg, 잡식성 조류 336.67 µg/kg, 초식성 조류 38.79 µg/kg이었다.

각과별 평균 총수은함량은 Table 6와 같았다. 개과의 평균 총수은함량은  $156.75 \pm 34.77$  µg/kg, 말과  $50.55 \pm 10.70$  µg/kg, 소과  $32.18 \pm 3.45$  µg/kg, 낙타과  $18.33 \pm 5.19$  µg/kg, 사슴과  $19.81 \pm 2.13$  µg/kg, 두루미과  $1216.14 \pm 463.12$  µg/kg, 펭과  $89.68 \pm 22.88$  µg/kg, 홍학과  $724.59 \pm 234.64$  µg/kg, 오리과  $44.00 \pm 3.17$  µg/kg, 앵무과  $27.47 \pm 5.68$  µg/kg, 황

**Table 2.** Contents of total mercury in mammalians

Name of park	No. of sample	Contents of total mercury( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		
		MEAN $\pm$ SE	Median	Range
A	27	27.56 $\pm$ 4.79	24.34	2.04~139.62
B	18	112.56 $\pm$ 20.32	83.33	15.94~282.74
Total	45	61.56 $\pm$ 20.32	31.16	2.04~282.74

**Table 3.** Contents of total mercury in birds

Name of park	No. of sample	Contents of total mercury( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		
		MEAN $\pm$ SE	Median	Range
A	32	674.92 $\pm$ 263.70	181.74	10.10~6444.06
B	35	645.37 $\pm$ 201.14	46.01	18.52~4644.78
Total	67	659.49 $\pm$ 162.73	87.50	10.10~6444.06

**Table 4.** Contents of total mercury in mammalians by feeding pattern

Feeding pattern	No. of samples	Mean $\pm$ S.E.	Mean	Range
Carnivorous	1	130.63	130.63	130.63
Omnivorous	11	137.32 $\pm$ 32.55	139.62	
Herbivorous	33	34.22 $\pm$ 4.34	24.95	
Total	45	61.56 $\pm$ 20.32	31.16	2.04~282.74

**Table 5.** Contents of total mercury in birds by feeding pattern

Feeding pattern	No. of samples	Mean $\pm$ S.E.	Mean	Range
Carnivorous	18	1176 $\pm$ 348.12	351.63	29.53~4644.78
Omnivorous	17	1216.411 $\pm$ 463.10	336.67	178.57~6444.06
Herbivorous	32	72.87 $\pm$ 25.12	38.79	10.10~807.57
Total	67	659.49 $\pm$ 162.73	87.50	10.10~6444.06

새과 3970.34 $\pm$ 674.45  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 수리과 28.08 $\pm$ 7.16  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 따오기과 4067  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 타조과 996.87  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 올빼미과 67  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 유인원과 83.30  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 딱다구리과 29.53  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 캥거루과 83.50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 고양이과 130.63  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 부채머리과 4644.78  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 콘돌과 46.01  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 사다새과 2173.59  $\mu\text{g}/\text{kg}$  그리고 곰과 252.39  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다. 한편 각과별 총수은함량의 중앙값은 개과 156.46  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 말과 42.61  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 소과 28.63  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 낙타과 26.39  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 사슴과 18.85  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 두루미과 336.67  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 꿩과 39.27  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 홍학과 351.63  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 오리과 40.25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 앵무과 25.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 황새과 3970.34  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 수리과 28.08  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다.

한편 식성별 총수은함량의 농도 분포는 Table 7과 같았다. 총 112 마리의 64.3 %가 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하였으며, 25.9 %는 100~1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  그리고 9.8 %가

1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이상이였다. 동물식성별로는 초식동물의 95.4 %가 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하였으며, 100~1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 은 4.6 %뿐이었다. 육식동물은 13.9 %가 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하였으며, 55.6 %가 100~1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었고 1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이상도 30.5 %나 되었다. 잡식성 동물은 45.5 %가 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하였으며, 나머지 55.5 %가 100-1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다.

포유류에서 각과별 총수은함량의 농도 분포는 Table 8과 같았다. 총 45 두의 포유류 중 38 두(84.4 %)가 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하였으며, 7 두(15.6 %)가 100~1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다. 동물 과별로는 소과는 14 두, 낙타과 5 두, 사슴과 5 두, 콜로버스과 1 두, 말과 8 두, 캥거루과 1 두, 유인원과 1 두 모두 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이였으며, 개과 5 두, 고양이과 1 두 및 곰과 1 두는 100~1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다.

조류에서 각과별 총수은함량의 농도분포는

**Table 6.** Comparison with contents of total mercury( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) in each family

Family	No. of sample	Contents of total mercury( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		
		MEAN $\pm$ SE	median	range
Canidae	9	144.80 $\pm$ 37.02	156.46	21.36~282.74
Equidae	8	50.55 $\pm$ 10.70	42.61	7.37~83.16
Bovidae	14	32.18 $\pm$ 3.45	28.63	9.53~96.59
Camelidae	5	18.33 $\pm$ 5.19	26.39	2.04~26.73
Cervidae	5	19.81 $\pm$ 2.13	18.85	14.15~25.50
Gruidae	17	1216.14 $\pm$ 463.12	336.67	141.30~6444.06
Phasianidae	23	89.68 $\pm$ 22.88	39.27	10.10~807.57
Phoenicopteridae	8	724.59 $\pm$ 234.64	351.63	115.00~1719.59
Anatidae	5	44.00 $\pm$ 3.17	40.25	36.86~52.73
Psittacidae	3	27.47 $\pm$ 5.68	25.00	19.11~38.31
Ciconiidae	2	3970.34 $\pm$ 674.45	3970.34	3295.89~4644.78
Accipitridae	2	28.08 $\pm$ 7.160	28.08	20.92~35.24
Threskiornithidae	1	4067	4067	4067
Struthionidae	1	996.87	996.87	996.87
Strigidae	1	67	67	67
Pongidae	1	83.30	83.30	83.30
Picidae	1	29.53	29.53	29.53
Macropodidae	1	83.50	83.50	83.50
Feline	1	130.63	130.63	130.63
Cuculidae	1	4644.78	4644.78	4644.78
Cathartidae	1	46.01	46.01	46.01
Pelecanidae	1	2173.59	2173.59	2173.59
Colobidae	1	15.94	15.94	15.94
Ursidae	1	252.39	252.39	252.39

**Table 7.** Distribution of total mercury by feed patterns

Range( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Feed pattern	Herbivorous	Carnivorous	Omnivorous	Total
<100.00		62(95.4%)	5(13.9%)	5(45.5%)	72(64.3%)
100.01~1000.00		3(4.6%)	20(55.6%)	6(55.5%)	29(25.9%)
>1000.01			11(30.5%)		11(9.8%)
Total		65	36	11	112

**Table 8.** Distribution of total mercury in accordance with family in mammalia

Classification	Range ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	<100	100.01~1000	>1000	Total
Bovidae		14			14
Camelidae		5			5
Canidae		3(37.5%)	5(62.5%)		8
Cervidae		5			5
Colobidae		1			1
Equidae		8	1		8
Felidae					1
Macropodidae		1			1
Pongidae		1	1		1
Ursidae					1
Total		38(84.4%)	7(15.6%)		45

**Table 9.** Distribution of total mercury in accordance with family classification in birds

Classification	Range (µg/kg)			Total
	<100	100.01~1000	>1000.01	
Accipitridae	2			2
Anatidae	5			5
Cathartidae	1			1
Ciconidae			2	2
Cuculidae	1			1
Gruidae		13(76.5%)	4(23.5%)	17
Pelecanidae			1	1
Picidae				1
Phasianidae	20(87%)	3(13%)		23
Phoenicopteridae		5(62.5%)	3(37.5%)	8
Psittacidae	3			3
Strigidae	1			1
Struthionidae		1		1
Threskiornithidae			1	1
Total	34(50.8%)	22(32.8%)	11(16.4%)	67

Table 9와 같았다. 총 67 수의 조류 중 34 수(50.8%)가 100 µg/kg 이하였으며, 22 수(32.8%)가 100-1000 µg/kg 그리고 11 수(16.4%)가 1000 µg/kg 이상이었다. 조류 과별로는 수리과, 오리과, 큰돌과, 부채머리과, 딱다구리과, 앵무과, 올빼미과는 모두 100 µg/kg 이하였으며, 꿩과의 87%는 100 µg/kg 이하였으나, 13%는 100~1000 µg/kg였으며, 두루미과의 76.5%, 홍학과의 62.5% 및 타조과 모두(100%)가 100-1000 µg/kg이었다. 한편 황새과, 따오기과 및 사다새과 모두(100%), 두루미과 23.5%, 홍학과 37.5%는 1000 µg/kg 이상이었다.

#### IV. 고 찰

사람의 체내에 흡수, 축적된 수은을 측정하기 위한 방법으로 혈청, 두발, 음모, 손톱 등을 이용하는 것이 보고되어 있으며, 이중 두발이 시료채취가 쉬울 뿐 아니라 또한 직업적 폭로, 대기오염 등 여러가지 환경오염이 인체두발중 수은의 양을 증가시켜 폭로의 정도, 형태를 평가하는 데 가장 가치가 있다고 하여 두발 중의 수은함량에 관한 연구가 많이 보고되었다.<sup>8,9</sup> 따라서 저자들은 사람에서와 같이 동물에서의 총수은함량조사를 하였다.

수은은 phenylmercury acetate(PMA)를 장기간 섭취하면 장기 내의 수은은 2 주일 후에 항상치에

도달하고 methylmercury를 섭취하면 체내장기에 수은이 축적되는 것으로 알려져있으며, 개와 토끼에서 methylmercury 총섭취량이 20 mgHg/Kg bodyweight, 마우스에서 10 mgHg/100 g bodyweight에 이르면 신경증상이 일어난다.<sup>10)</sup>

포유류에서의 총수은함량은 A 동물원에서는 27.56±4.79 µg/kg, B 동물원에서는 112.56±20.32 µg/kg으로 B 동물원에서 훨씬 높게 나타나고 있으나, 이 등<sup>11)</sup>이 조사한 소 털의 총수은함량 59.10±7.97 µg/kg에 비하여 A 동물원은 낮고, B 동물원은 높게 나타났으며, 조류에서는 A 동물원에서는 674.92±263.70 µg/kg, B 동물원에서는 645.37±201.14 µg/kg로 거의 차이가 없으나, Eyl<sup>12)</sup>의 캐나다 poultry feather에서 5.90 ppm, muskart fur에서 2.00 ppm으로 보고한 것보다는 훨씬 낮게 나타났다. 어류에서 손과 정<sup>13)</sup>은 0.167 ppm, 손등<sup>14)</sup>은 0.07 ppm, 손<sup>15)</sup>은 0.057 ppm, 한등<sup>16)</sup>은 어패류에서 0.02~0.07 ppm으로 보고하여 본실험과 유사하였다. 또한 원등<sup>17)</sup>은 생약에서 0.191~1.180ppm, 김 등<sup>18)</sup>은 대중 음식에서 0.01 ppm을 보고하였다. 또한 사람의 두발에서의 총수은함량을 이<sup>19,20)</sup>는 1.047±0.524 ppm, 0.885 ppm, Benson과 Gabica<sup>21)</sup>는 남자 2.45ppm, 여자 5.90ppm, Nord 등<sup>9)</sup>은 18.0~25.0 µg/kg, 손<sup>15)</sup>은 2.30±1.79ppm의 다양함을 나타내었다. 특히 이와 손<sup>22)</sup>이 수은을 많이 다루는 치과의사와 간

호사들이 5.79~8.57 ppm의 총수은함량을 나타내 일반 시민의 2.29 ppm보다 매우 높았다는 사실로 보아 수은을 많이 취급하거나 환경에 많이 존재할 때에는 체내에서도 다량 검출되므로 환경에서의 수은오염은 곧 장기나 두발, 표피, 털에 직접 관여하는 것으로 생각되며, 따라서 인간생활환경 가까이에 있는 동물원의 동물들에서의 검출 정도는 인간생활에도 영향을 줄 수 있다고 생각된다.

Yamaguchi 등<sup>20)</sup>은 정신병환자 중 통상 어류를 먹는 사람보다는 거의 먹지않는 Nepal사람에게서는 methylmercury가 검출되지 않았다고 하였다. 본 실험에서 두 동물원사이에서, A 동물원은 잡식성이 1153.65±471.45 µg/kg로 가장 높게 나타나고 있으나, B 동물원은 육식성이 1430.38±425.69 µg/kg로 높게 나타나고 있는 반면에, 초식성에서는 높지않게 나타나, 식성때문에 총수은함량이 높게 나타날수도 있다고 생각되나, 이는 좀더 조사 연구해 봐야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

서울시 근교에 위치한 동물원 동물에서의 수은함량을 조사하기 위하여 임의선택한 동물들의 깃 및 털에서 총수은함량을 비교 조사한 결과 다음과 같다.

1. 포유류의 평균 총수은함량은 61.56±20.32 µg/kg이었으며, 조류에서는 659.49±162.73 µg/kg으로 조류의 깃에서 총수은함량이 높았다.

2. 식성별 총수은함량을 비교할 때 포유류에서는 잡식성 및 육식성 포유류가 각각 137.32 µg/kg, 130.63 µg/kg으로 초식동물의 34.22 µg/kg보다 높았으며, 조류에서는 잡식성 조류와 육식성 조류가 각각 1216.41±463.10 µg/kg, 1176±348.12 µg/kg으로, 초식동물의 72.87±25.12 µg/kg보다 훨씬 많이 검출되었다.

3. 동물 과별 총수은 함량은 부채머리과 4644.78 µg/kg, 황새과 3970.34±674.45 µg/kg으로 가장 높았으며 낙타 및 사슴과가 각각 18.33 µg/kg, 19.81 µg/kg으로 가장 낮았다.

4. 총수은 농도별 분포는 육식성 동물 중 30.5 %가 1000 µg/kg 이상이 검출되었으며, 초식성 동물에서는 95.4 %가 100 µg/kg 이하였고 잡식성은 45.5 %가 100 µg/kg 이하였다.

## 참고문헌

- 1) 有馬澄雄: 水保病, 20年の研究と今日の課題: 青林舎, 東京, p 199, 1979.
- 2) Eyl, TB, Wilcox, KRJr and Reizen, MS: Mercury, fish and human health: Mich. Med., **69**, 873-880, 1970.
- 3) Klein,DI: Reprint of a paper presented at the mercury environment conference, Portland, Oregon, Feb. 25-26, 1971.
- 4) 伊瀬洋昭, 渡邊武春, 小野塚春吉, 朝野國彦: 大氣中水銀の分布と動態に關する調査(1): 東京都公害研究所報, 57-64, 1984.
- 5) 松本光弘: 一般環境および水銀鑛床地域における大氣中水銀濃度の舉動: 大氣汚染學會誌, 18(1), 67, 1983.
- 6) 小林禰樹: 環境大氣中における水銀の舉動に關する研究: 日本公衛誌, 23(10), 659, 1976.
- 7) 金受永, 姜熙坤, 朴聖培: 環境大氣中 水銀の 分布와 動態에 關한 研究(I): 韓國環境衛生學會誌, **13**(2), 9-24, 1987.
- 8) Giovanoli-Jakubczak, T, Greenwood, MR, Smith, JC and Clarkson, TW: Determination of total and inorganic mercury in hair by flameless atomic absorption and of methylmercury by gas chromatography, Clinical Chemistry, **20**(2), 222-229, 1974.
- 9) Nord, PJ, Kadaba, MP, Sorenson, JR: Mercury in Human Hair: Arch. Environ. Health, **27**, 40-44, 1973.
- 10) 態本大衛生, 入鹿山且朗, 甲斐文朗: メチル水銀化合物の動物體內における動向: 日衛生學會誌, **19**, 94, 1970.
- 11) 李康文, 金成元, 林鳳澤, 朴璇奎, 權純鏡, 朴錫基: 소의 總水銀 含量: 韓國수의공중보건학회지, **16**(3), 297-300, 1992.
- 12) Eyl, TB: Organic-mercury food poisoning, The New England Journal of Medicine, **284**(13), 706-709, 1971.
- 13) 東憲, 丁海允: 漢江流域의 淡水魚中 總水銀 含量에 關한 研究: 環境保全協會誌, **2**, 1-11, 1981.
- 14) 孫東憲, 洪淳珪, 宋哲鏞: 淡水魚中의 總水銀含量에 關한 研究: 韓國食品科學會誌, **14**, 168-173, 1982.
- 15) 孫東憲: 韓國沿岸 魚貝類中의 水銀含量에 關한 研究: 中大論文輯, **27**, 57-76, 1983.
- 16) 한천길, 김진곤, 김명희: 貝類中의 重金屬 含量調査: 서울特別市 保健環境研究院報, **23**, 41-46, 1987.
- 17) 원지숙, 김명희, 양기숙: 생약중의 총수은함량에 관한 연구: 서울특별시 보건환경연구원보, **23**, 20-22, 1987.
- 18) 김정현, 조남준, 한선희, 이충언, 허향록, 김시형, 이덕행, 박성배: 대중음식 재료중 총수은함량: 서울특별시 보건환경연구원보, **24**, 176-180, 1988.
- 19) 李康文: 職業別 女性頭髮의 總水銀含量 調査研究: 서울特別市 保健環境研究院報, **20**, 86-89, 1984.
- 20) 李康文: 職業別 男女頭髮의 總水銀含量 調査研究: 서울特別市 保健環境研究院報, **21**, 49-52, 1985.

- 21) Benson, WW, and Gabica, J: Total mercury in hair from 1,000 Idaho residents-1971, Pesticides Monitoring Journal, **6**(2), 80-83, 1972.
- 22) 李澤昇, 孫東憲: 齒科界從事者の頭髮中總水銀含量에 관한 研究. 藥學會誌, **23**, 17, 1979.
- 23) Yamaguchi, S., Matsumoto, H., Kaku, S., Tateishi, M., and Shiramizu, M. Factors affecting the amount of mercury in human scalp hair. A.J. P.H., **65**(5), 484, 1975.