서울지역에 서식하는 집비둘기 *Columba livia*의 깃털을 이용한 중금속오염 모니터링

김정수* · 이두표[1] · 구태회

*경희대학교 환경학 및 환경공학 전공

[1]호남대학교 생명과학과

적 요: 집비둘기 *Columba livia* 깃털의 중금속 농도를 파악하기 위하여 서울시에 서식하는 집비둘기를 서식지 환경에 따라 공단, 상업, 공원 및 주거지역으로 나누어 각 지역에 서식하는 개체들을 채집, 중금속 농도를 측정하였다. 깃털 중 철(Fe)의 농도는 공원지역에서, 망간(Mn)은 공업지역과 공원지역에서, 구리(Cu)는 공원지역에서 다른 지역에 비해 월등히 높게 나타났으며, 각 원소별로 지역간에 유의차가 존재하였다(ANOVA, $p<0.05$). 또한 아연(Zn)은 도심상업지역에서, 납(Pb)은 공업지역에서, 카드뮴(Cd)은 주거지역이 다른 지역에 비해 약간 높았지만 지역별로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 간에서의 중금속농도와 깃털에서의 중금속농도와의 상관관계는 구리($r^2=0.983$, $p<0.01$)와 카드뮴($r^2=0.632$, $p<0.01$)에서 고도의 유의차가 나타났지만, 다른 원소에서는 유의성이 나타나지 않았다.

검색어: 깃털, 서식지, 서울시, 중금속, 집비둘기 *Columba livia*

서 론

환경오염이 가중되면서 환경의 질을 정의하기 위한 많은 방법이 개발되고 있지만 환경의 질을 평가하는 데는 많은 시간과 경제적인 노력이 필요하기 때문에, 환경 스트레스를 찾기 위해 생물지표종이 많이 이용되고 있다(O'connor and Dewling 1986). 특히 그 중에서 조류는 생태계의 먹이연쇄(food web)과정에서 고차 소비자에 위치(육식성 포함)하기 때문에 환경오염에 대한 이상적인 생물학적 지표종으로서 많이 이용되고 있다. 또한 이들은 눈에 쉽게 띄고, 이들의 개체군 수준, 번식성공율 그리고 질병 등을 쉽게 평가하고, 측정할 수 있는 장점이 있다.

조류의 간이나 신장 같은 조직과 기관을 이용하는 모니터링 방법은 조류를 죽여야 하지만 깃털을 이용한 샘플링은 새들을 죽이지 않고 시료를 채취할 수 있는 효과적인 대안으로서, 깃털은 살아 있는 조류로부터 그들에게 해를 끼치지 않고 채취할 수 있다. 특히 몸 깃털의 경우는 날개 깃털과는 달리 훨씬 큰 샘플 사이즈를 얻을 수 있으며, 다른 조직이나 기관과는 달리 냉동시키지 않고 보관할 수 있는 편리함이 있다.

일반적으로 중금속은 깃털의 성장기간동안 혈액을 통해서 깃털로 들어가는 것으로 알려져 있다. 그렇지만 도심지역이나 공업지역에 서식하는 종들의 경우는 대기강하물(atmospheric deposit)에 의해 깃털에 많은 양의 중금속이 부착되고, 이러한 부착된 중금속은 체내에 축적된 중금속 양을 mask할 수도 있다. 이에 연구의 목적에 따라 깃털의 전처리 방법을 달리하는데, 식이물이나 호흡에 의해 체내 조직에 축적되어 혈액을 통해 이동한 중금속의 양을 파악하고자 할 때는 깃털의 세척이 필요하고, 이와는 달리 도심이나 공단지역에서 대기강하물의 영향까지 파악하고자 할 때는 세척을 하지 않고 시료로 이용한다(Ellenberg and Dietrich 1982, Rose and Parker 1982, Lee *et al.* 1989).

따라서 도심지역에 서식하는 집비둘기 *Columba livia*는 그들이 취식하는 식이물뿐만 아니라 대기강하물에 의한 영향까지 파악할 수 있는 대표적인 생물학적 지표종으로서 도심지역에서 이들은 거의 이동하지 않고 취식지역과 휴식지역에 따라 서로 다른 무리를 형성하기 (Murton *et al.* 1972) 때문에 이들이 그 지역의 오염특성을 인간보다 더 잘 나타내는 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구의 목적은 집비둘기 깃털의 오염정도와 서식지역에 따른 깃털의 중금속 농도 변화 그리고 깃털을 이용한 중금속 오염 모니터링 가능성에 대해 평가하고자 한다.

조사지역 및 방법

본 연구는 1999년 서울특별시의 포획허가를 받아 서식환경이 서로 다른 네 지역을 대상으로 집비둘기를 채집하였다. 서식환경에 따른 채집장소는 공단지역(industrial area)은 구로동(n=5)을, 도심상업지역(commercial area)은 종로(n=7)를, 주거지역(resident area)은 대치동 (n=7)을, 그리고 공원지역(park area)은 한강 잠실둔치(n=7)를 선택하였다. 채집시기는 1999년 1월부터 2월까지이며, 포획한 재료는 모두 비닐팩에 넣어 해부하여 분석할 때까지 약 −20℃에 냉동 보존하였다. 냉동된 시료는 해동시킨 후 체중

*Corresponding author; Phone: 82-31-201-3686, e-mail: herons@hanmail.net

을 측정한 다음 가슴깃털을 뽑은 후, 깃털을 세척하지 않고 시료로 사용하였다.

약 2~3g의 깃털을 황산, 질산, 과염소산에 의해 습식켈달분해법으로 가열분해 하였다. 분해액은 100ml로 정량하였으며 철, 망간, 아연 및 구리는 원자흡광광도법에 의해 직접 측정하였으며 납, 카드뮴과 같이 체내에 미량으로 분포하는 원소는 분해액을 DDTC-MIBK법에 의해 추출 농축한 다음 원자흡광광도계(Shimadzu 6401)로 분석하였다.

지역간 농도비교는 SPSS+ 10.0을 이용하여 one-way ANOVA test를 실시하여 유의성을 검정하였다. 그리고 서울지역 집비둘기의 간에서 혈류를 따라 깃털로 이동하는 중금속이 깃털농도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 두 조직간 상관관계를 분석하였다.

결 과

각 원소별로 지역간 차이를 살펴보면, 철(Fe)은 공원지역에서 229~2,451 ㎍/wet g의 범위를 나타냈고(평균 1,135±729 ㎍/wet g) 중간값은 1,170 ㎍/wet g으로서 네 지역 중에서 가장 농도가 높게 나타났으며, 농도범위가 135~243 ㎍/wet g인 도심상업지역(평균 169±38.2 ㎍/wet g)이 중간값은 149 ㎍/wet g으로 가장 낮게 나타났으며, 각 지역별로 유의한 차이가 있었다(ANOVA, $p<0.05$)(Table 1, Fig. 1).

아연(Zn)의 농도는 도심상업지역에서 33.9~365 ㎍/wet g의 농도분포를 보였고(평균 114±117 ㎍/wet g) 중간값은 59.1 ㎍/wet g로서 다른 지역에 비해 높게 나타났다. 이에 비하여 주거지역에서는 농도범위가 35.3~79.6 ㎍/wet g(평균 50.6±15.5 ㎍/wet g)이고 중간값이 59.1 ㎍/wet g으로서 가장 낮은 농도를 보였으며, 각 지역별로 유의적인 차이는 존재하지 않았다(Table 1, Fig. 1).

망간(Mn)은 공원지역과 공업지역이 비교적 높게 나타났는데, 공원지역은 농도분포가 4.82~44.7 ㎍/wet g(평균 22.1±12.9 ㎍/wet g)로서 중간값이 22.5 ㎍/wet g이었고, 공업지역은 10.8~42.0 ㎍/wet g(평균 21.9±12.3 ㎍/wet g), 중간값은 17.0 ㎍/wet g로 나타났다. 이에 비해 도심상업지역은 4.03~18.7 ㎍/wet g의 분포를 보이고(평균농도 7.36±5.19 ㎍/wet g), 중간값은 5.36 ㎍/wet g로서 네 지역 가운데서 가장 낮게 나타났으며, 각 지역간 유의적인 차이가 있었다(ANOVA, $p<0.05$)(Table 1, Fig. 1).

구리(Cu)는 공원지역에서 중간값이 8.14 ㎍/wet g, 농도범위가 n. d(not detected)~149 ㎍/wet g(평균 31.4±57.8 ㎍/wet g)으로서 다른 지역에 비해 농도가 월등히 높았으며, 개체간 농도 차이가 비교적 크게 나타났다. 이에 비해 도심상업지역은 n. d~7.11 ㎍/wet g의 분포를 보이고(평균농도 4.65±2.48 ㎍/wet g), 중간값은 5.88 ㎍/wet g으로서 네 지역 가운데서 가장 낮게 나타났으며, 각 지역간에 유의적인 차이가 나타났다(ANOVA, $p<0.05$)(Table 2, Fig. 1). 특히 공원지역에 서식하는 집비둘기의 개체간 농도차이가 비교적 크게 나타났다(Fig. 1).

납(Pb)은 공업지역과 주거지역에서 비교적 높게 나타났는데, 공업지역의 농도분포는 5.94~31.4 ㎍/wet g(평균 13.2±10.4 ㎍/wet g), 중간값은 9.07 ㎍/wet g이었으며, 주거지역은 2.84~17.9 ㎍/wet g(평균 10.2±5.66 ㎍/wet g)의 분포를 나타냈으며, 중간값은 8.82 ㎍/wet g 이었다. 각 지역간에 유의적인 차이는 없었다

Table 1. Heavy metal concentrations(㎍/wet g) in feathers of Feral Pigeon *Columba livia* from different habitats in Seoul

		Fe*	Zn	Mn*	Cu*	Pb	Cd
Commercial area	Range	135~243	33.9~365	4.03~18.7	n. d~7.11	3.72~10.6	n.d~0.91
	Median	149	59.1	5.36	5.88	7.29	0.29
	Mean±SD	169±38.2	114±117	7.36±5.19	4.65±2.48	7.53±2.55	0.41±0.35
Industrial area	Range	200~1,530	44.8~139	10.8~42.0	1.81~15.0	5.94~31.4	0.07~0.26
	Median	417	99.4	17.0	4.40	9.07	0.15
	Mean±SD	738±596	96.0±40.5	21.9±12.3	6.86±5.54	7.53±2.55	0.17±0.08
Park area	Range	229~2,451	23.7~98.4	4.82~44.7	n.d.~149	3.12~13.7	0.16~2.17
	Mmedian	1,170	62.3	22.5	8.14	5.95	0.23
	Mean±SD	1,135±729	59.4±23.4	22.1±12.9	31.4±57.8	7.23±3.53	0.50±0.74
Resident area	Range	295~1,698	35.3~80.0	1.25~28.0	n. d~20.1	2.84~17.9	0.28~4.05
	Median	986	51.5	16.8	5.40	8.82	0.29
	Mean±SD	897±487	50.6±15.5	14.5±9.26	7.40±6.48	10.2±5.66	1.10±1.48

*: $p<0.05$, n.d.: not detected.

(Table 2, Fig. 1). 각 지역별로 개체간 농도 차이는 비슷한 수준이었지만 공업지역의 1개체에서 비교적 높은 농도를 보였다(Fig. 1).

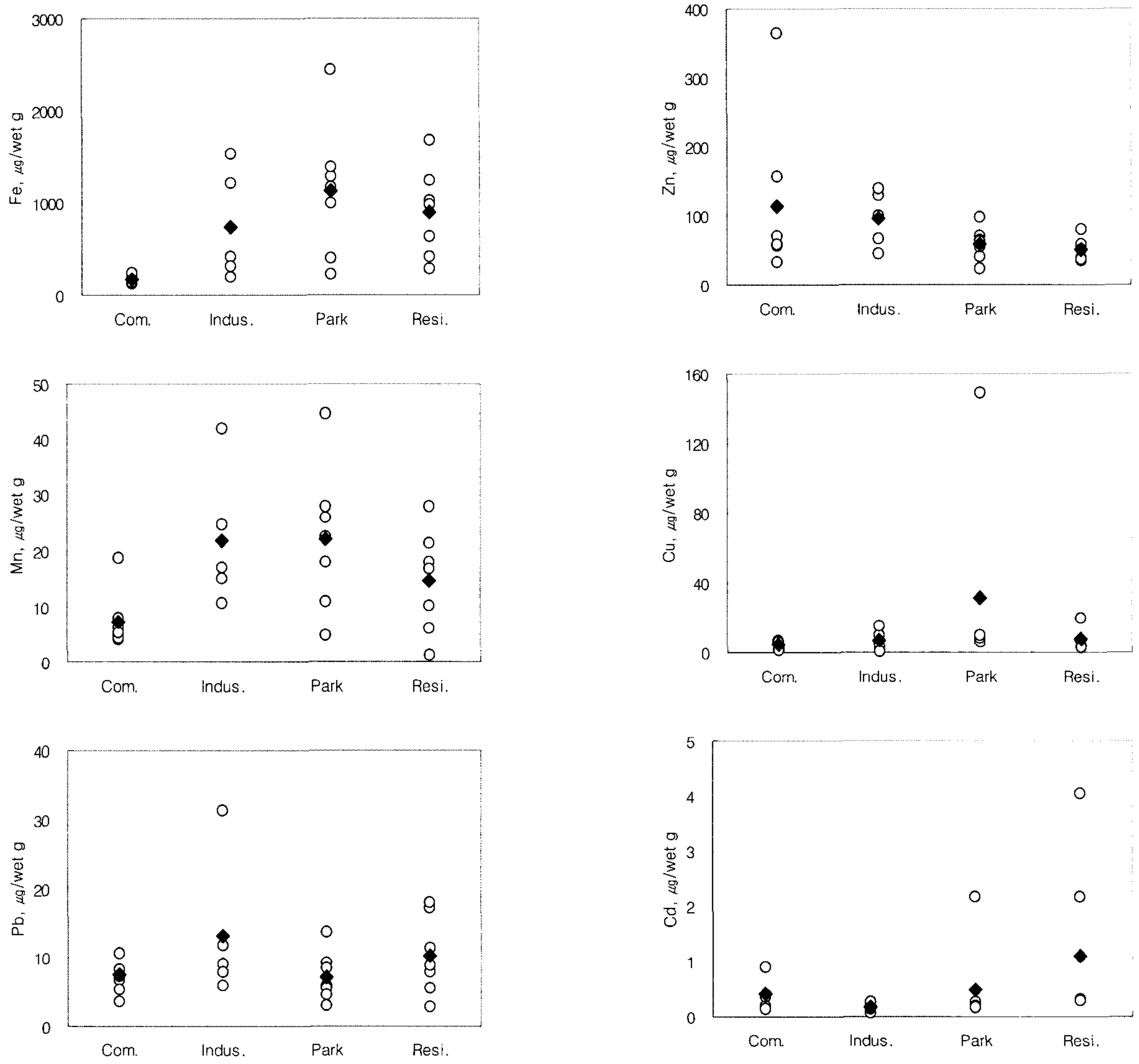
카드뮴(Cd)도 주거지역이 다른 지역에 비해 높게 나타났는데, 농도범위는 0.28～4.05 ㎍/wet g(평균 1.10±1.48 ㎍/wet g), 중간값은 0.29 ㎍/wet g였고, 이에 반해 공업지역은 0.07～0.26 ㎍/wet g(평균농도 0.15 ㎍/wet g)로서 가장 낮은 농도를 보였지만, 각 지역간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다(Table 2, Fig. 1). 공원지역과 주거지역에서 비교적 두드러진 농도변화를 보였다(Fig. 1).

서울지역 집비둘기의 간(김 등 2001)에서의 중금속농도와 깃털 농도의 상관관계를 살펴보면, 구리(r^2=0.983)와 카드뮴(r^2=0.632)의 농도는 두 조직 사이에 고도로 유의한 양의 상관관계를 나타냈지만($p<0.01$), 그 외 다른 원소들은 간과 깃털에서 유의한 상관관계가 나타나지 않았다(Table 2).

Table 2. Relationship between liver(x) and feather(y) concentrations (㎍/wet g) of the Feral Pigeon *Columba livia* in Seoul

Element	Regression equation	Correlation coefficient(r^2)
Iron	y=0.476x+461	0.028
Zinc	y=0.295x+70.0	0.003
Manganese	y=0.495x+8.12	0.019
Copper	y=2.179x+1.82	0.983**
Lead	y=－0.868x+10.5	0.012
Cadmium	y=3.941x-0.42	0.632**

** : p<0.01.



Com.: Commercial area, Indus.: Industrial area, Park: Park area, Resi: Resident area.

Fig. 1. Variations of heavy metal concentrations(◆ mean) in feathers of Feral Pigeon *Columba livia* from different habitats in Seoul.

고 찰

서울지역 집비둘기 깃털의 중금속 농도 중 철, 망간, 구리는 공원지역에서 높게 나타났고 아연은 상업지역에서, 납은 공업지역에서, 카드뮴은 주거지역에서 높게 나타났다. 각 원소들은 서식지역에 따라 개체간 농도변화가 나타났다(Fig. 1).

일반적으로 조류 체내의 철의 농도는 털갈이가 끝나는 시기에 높아지지만, 이러한 농도변화는 모두 정상레벨의 약 2배 이내이다(Osborn 1979, Cheney *et al.* 1981). Janiga *et al.* (1990)은 집비둘기에 있어서 깃털의 철 농도는 나이, 습성, 서식지역, 계절 그리고 먹이 같은 환경적 요인과는 관계가 없다고 하였으나 본 연구에서는 서식지역간에 농도차이가 나타났다. 지역별로 살펴보면 종로의 경우에는 모든 개체에서 비슷한 농도를 보였으나, 다른 지역에서는 개체간 변이가 크게 나타났다. 그리고 체코슬라바키아 Blatislava에서의 농도(Janiga *et al.* 1990)는 557∼590 ㎍/wet g(dry basis×3.5=wet basis) 으로서 서울의 도심상업지역을 제외하고는 서울지역이 비교적 높았다(Table 3). 이는 대기강하물에 포함된 철이 깃털에 부착되었기 때문으로 나타난 결과로 생각되고, 깃털을 이용하여 중금속을 모니터링 할 때에는 세척을 하지 않고 깃털에 묻어 있는 농도까지 포함하여야 할 것으로 판단된다.

서울지역 집비둘기 깃털에서의 망간농도는 지역간에 유의적인 차이가 나타났고, 공업지역이 가장 농도가 높았는데, 이는 체내의 다른 조직에서 나타난 경향과 일치하는 것으로서 (김 등 2001), 체내 조직의 농도가 혈액을 통해 이동하여 깃털농도에 영향을 미친 것으로 판단된다.

도시 대기 중 아연의 주요 발생원은 자동차 타이어가 마모되어 발생한 tire tread particle과 도로 표지판에 사용하는 페인트에 함유되어 있는 ZnO이다(손 등 1991). 따라서 아연의 축적은 자동차와 관련이 있고(Hamilton and Revitt 1984, Davies 1985) 교통량에 따라 증가한다(Hamilton and Revitt 1984). 교통량이 많은 상업지역에서 비교적 높게 나타났으며, 이 또한 체내 축적경향(김 등 2001)과 일치하였다.

본 연구에서 나타난 깃털의 구리농도는 체내 조직축적 경향과 일치하는 것으로서 구리 중독(2개체)이 발생한 공원지역의 농도가 현저히 높게 나타났다(ANOVA, $p<0.01$).

깃털에서의 납농도는 공업지역이 가장 높은 반면 체내 조직인 뼈에서는 상업지역이 가장 높게 나타났다(김 등 2001). 대기 중의 납이 비둘기의 체내조직에 축적되는 경로는 납입자가 바닥에 떨어져 있는 먹이에 묻어서 소화관을 통해 축적되는 경로와 호흡기를 통해 허파를 경유하여 축적되는 2가지 경로가 있다(García *et al.* 1988). 본 연구인 깃털에서는 지역간 납농도가 차이가 나타나지 않았지만, 만성노출의 지표인 뼈에서는 지역간에 고도의 유의적인 차이가 나타났다(김 등 2001). 그리고 두 조직의 납 축적 경향은 지역적인 차이가 나타났는데, 이는 먹이를 통한 섭취, 호흡뿐만 아니라 강하물에 의한 영향까지 상호 복합적으로 작용한 것으로 판단된다. 유연휘발유를 이용하던 시기의 다른 지역의 깃털농도는 미국의 필라델피아(Tansy and Roth 1970)에서는 40∼220 ㎍/dry g으로 wet basis로는 약 140∼770 ㎍/g이었고, 체코의 Blatislava(Janiga *et al.* 1990)에서는 약 29.05∼44.10 ㎍/ wet g으로서 서울지역의 7.23∼44.1 ㎍/ wet g보다 훨씬 높았다(Table 3). 따라서 무연휘발유를 사용하기 시작하면서 납농도가 감소한 것으로 생각된다.

서울지역에 서식하는 집비둘기의 깃털에서의 카드뮴농도는 주거지역이 가장 높고, 산업지역이 가장 낮게 나타났으며, 이는 체내의 다른 조직에서 나타나는 경향(김 등 2001)과 일치하였다. 카드뮴에서 나타나는 특징은 먹이를 흙과 함께 취식하는 지역에서 비교적 고농도가 나타난 것으로, 이는 환경 중의 카드뮴은 94∼96%가 토양 속에 존재(Huckabee and Blaylock 1973)하기 때문으로 판단되지만, 좀 더 자세한 연구가 필요하다. 서울지역의 평균 카드뮴농도 0.17∼1.10 ㎍/ wet g은 체코의 Blatislava(Janiga *et al.* 1990)에서 검출된 약 1.50∼5.50 ㎍/ wet g보다는 훨씬 낮았다(Table 3).

서울지역에 서식하는 집비둘기의 깃털 중 중금속 원소농도의 지역(서식환경)간 비교는 대부분 체내 조직 중 중금속축적 경향과 일치하였으나, 납은 체내 조직 중 중금속축적 경향과는 상이하게 나타났다. 이것은 집비둘기 내부 조직에서의 납농도는 도심상업지역에서 가장 높게 나타났지만, 깃털에서의 납농도는 공업지역이 가장 높게 나타났고 서울지역 집비둘기의 체내 중금속 축적량은 서식지역의 교통량과 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다(김 등 2001).

그리고 간에서의 중금속농도와 깃털에서의 중금속농도와의 상관관계는 구리와 카드뮴농도에서는 두 조직간에 고도의 유의한 양의 상관관계가 나타났지만, 구리와 카드뮴을 제외한 나머지 원소의 간과 깃털에서의 농도는 상관관계가 나타나지 않았다. 이는 깃털 중의 구리와 카드뮴의 농도는 체내 조직 중의 농도가 깃털농도에 반영된 것으로서 대기강하물에 의한 영향은 미미하고, 또한 대기 중에 부유하는 구리와 카드뮴 양이 상대적으로 많지 않다는 것을 간접적으로 나타내는 것으로 판단할 수

Table 3. Heavy metal concentrations(mean±SD) in feather of Feral Pigeons previously reported

	Iron	Lead	Cadmium	
Philadelphia city[a]				dry basis
Maximum values		220		
Minimum values		40		
Blatislava[b]				dry basis
Central	168±44.2	12.6±8.8	1.36±0.65	washing
Peripheral	168±35.5	8.0±5.9	1.57±1.18	
Suburban	159±37.1	8.3±3.5	1.02±0.37	

[a] Tansy and Roth 1970, [b] Janiga et al. 1990.

있다.

본 연구의 결과를 종합해 보면, 간과 깃털 농도의 상관관계는 구리와 카드뮴은 고도로 유의한 양의 상관관계가 나타났지만, 다른 원소들은 상관관계가 나타나지 않았다(Table 2). 이는 구리와 카드뮴을 제외하고는 대기강하물에 의해 깃털의 표면에 묻어 있는 중금속 양이 깃털농도에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되고, 또한 이는 도심에서 조류를 이용한 중금속오염 모니터링에서 깃털의 필요성을 대변해 주는 부분이다. 따라서 도심에서 중금속오염 모니터링을 위한 생물학적 지표종으로 조류(집비둘기)를 이용하고자 할 경우에는 간, 신장, 뼈와 같은 체내 조직뿐만 아니라 깃털도 함께 분석하여야 할 것으로 사료된다. 그리고 깃털은 세척하지 않고 시료로 이용하여야 대기강하물의 영향을 보다 명확하게 판단할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

김정수, 한상희, 이두표, 구태회. 2001. 서울지역 집비둘기 *Columba livia*의 서식지별 중금속 오염. 한국생태학회지 24(5): 303-307.

손동헌, 권창호, 정원태, 허문영. 1991. 대기부유분진 중 다환방향족 탄화수소 및 중금속의 농도. 한국대기보전학회지 7: 17-22.

Cheney, M.A., C.S. Hacker and G.D. Schroder. 1981. Bioaccumulation of lead and cadmium in the Lousiana Heron *Hydranassa tricolor* and the Cattle Egret *Bubulcus ibis*. Ecotoxicol. Environ. Safe 5: 211-224.

Davies, B.E. 1985. The relationship between heavy metals in garden soils and house dust in a old land mining area of North Wales Great Britain. Environ. Pollut.(Ser. B) 9: 255-266.

Ellenberg, H. and J. Dietrich. 1982. The Goshawk as a bioindicator, *In* Understanding the Goshawk(eds. R. E. Kenward and D. Lindsav), Int. Ass. Falconry, Oxford.

García, M.T.A, E. Martinez-Conde and I. Corpas Vazquez. 1988. Lead levels of Feral Pigeons *Columba livia* from Madrid (Spain). Environ. Pollut. 54: 89-96.

Hamilton, R.S. and D.H. Revitt. 1984. Levels and physio-chemical association of Cd, Cu, Pb and Zn in road sediments. The Sci. of Tot. Environ. 33: 59-74.

Huckabee, J.W. and B.G. Blaylock. 1973. Transfer of mercury and cadmium from terrestrial to aquatic ecosystems, *In* Metal Ions in Biological System(ed. Dhar, S. K.), Planum Press, New York, pp 125-160.

Janiga, M., B. Maňkovská, M. Bobáľová and G. Ďurčová. 1990. Significance of concentration of lead, cadmium and iron in the plumage of feral pigeon. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 19: 892-897.

Lee, D.P., K. Honda, R. Tatsukawa and P.O. Won. 1989. Distribution and residue level of mercury, cadmium and lead in Korean birds. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 43: 550-555.

Murton, R.K., R.J.P. Thearle and J. Thompson. 1972. Ecological studies of the feral pigeon *Columbia livia* var. 1. Population breeding biology and methods of control. J. Appl. Ecol. 9: 835-874.

O'Connor, J.S. and R.T. Dewling. 1986. Indices of marine degradation; their utility. Environ. Manage. 10: 335-343.

Osborn, D. 1979. Seasonal changes in the fat, protein and metal content of the liver the starling *Sturnus vulgaris*. Environ. Pollut. 19: 145-155.

Rose, G.A. and G.H. Parker. 1982. Effects of smelter emission on metal levels in the plumage of ruffed grouse near Sudbury Ontario, Canada. Can. J. Zool. 60: 2659-2667.

Tansy, M.F. and R.P. Roth. 1970. Pigeons: a new role in air pollution. J. Air. Pollut. Control Assoc. 20: 307-309.

(2003년 2월 11일 접수; 2003년 5월 16일 채택)

Monitoring of Heavy Metal Contaminations using Feathers of Feral Pigeons *Columba livia* in Seoul

Kim, Jungsoo*, Doo-Pyo Lee[1] and Tae-Hoe Koo

**Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University*

[1]*Department of Life Science, Honam University*

ABSTRACT : To monitor the heavy metal exposure conditions of Feral Pigeons *Columba livia*, we collected them at commercial area, industrial area, park area and resident area in Seoul. In feathers, iron concentrations were significantly different among habitats(ANOVA, $p<0.05$), and were the highest at park area. Manganese concentrations were relatively higher at industrial and park area than other areas(ANOVA, $p<0.05$). In case of copper levels were the significantly highest at park area(ANOVA, $p<0.05$). Zinc, lead and cadmium had no difference among habitats. Correlation between livers and feathers concentrations were highly significant to copper($r^2=0.983$, $p<0.01$) and cadmium($r^2=0.632$, $p<0.01$), but iron, zinc, manganese and lead were not significantly different.

Key words : *Columba livia,* Feather, Feral Pigeon, Habitat, Heavy metal, Seoul