

비들기를 이용한 내분비계장애물질 검색 기법 연구

유 정 칠

경희대학교 부설 한국조류연구소 (jcyoo@khu.ac.kr)

환경변화 모니터링을 위한 지표생물로서의 척추동물의 중요성

생태계 에너지피라미드(energy pyramid)에서는 영양단계가 한 단계 올라갈 때마다 포식자들은 섭취한 먹이량의 약 90%를 생활에 필요한 호흡과 생리작용을 통해 소비하고 단지 10% 정도만이 다음 영양단계로 올라간다고 알려져 있다(Brum et al 1994). 그러나 염화탄화수소와 같은 오염물질들의 생체내에서의 대사효율은 다른 먹이의 약 20%에 불과하여 결국 50% 정도가 다음 단계의 소비자에게 전달되게 되는 셈이다. 특히 생태계의 최종소비자에 해당되는 조류나 포유류가 오염된 식물이나 어류 등을 먹게 되면 농축된 오염물질을 먹게 되므로 더 큰 피해를 입게 된다. 예를 들면, 주로 어류를 잡아먹는 잠수성 조류인 가마우지의 DDT 농도는 생산자인 플랑크톤의 약 625배에 달한다고 알려져 있다. 내분비계장애물질의 문제는 지속성이 있고 생물학적으로 농축되어 다음 영양 단계에 전달될 뿐만 아니라, 그것이 다음 세대에게도 이전(across generations)될 수도 있다는 것이다. 더 심각한 문제는 많은 내분비계장애물질들이 최초로 발생한 곳에 머물지 않고 멀리 북극이나 남극 같은 먼 곳까지 전달된다는 것이다. 예를 들면, PCBs에 노출되지 않았다고 생각된 스웨덴의 한 지역에서 채집된 흰꼬리수리의 체지방에서는 그 농도가 무려 17,000ppm에 달하기도 했다(Riseborough 1970).

1967년 San Diego 자연사박물관에서는 PCBs가 매의 알에 이상을 가져와서 번식성 공률을 떨어뜨린다는 것을 발견하였으며, 코넬 대학에서도 많은 맹금류들이 급속히 감소한 것은 살충제와 관련된 PCBs의 영향이라고 보고하였다.

야생동물들에 있어서 내분비계교란물질의 영향에 관한 연구는 1970년대에 접어들면서 활기를 띠었다. 재갈매기(Herring Gull)를 연구하던 Fox박사는 재갈매기 번식에 이상이 생긴 것을 발견하였다. 보통 재갈매기는 2개 또는 3개의 알을 낳는데, 온타리오 호수와 미시간 호수 주변에서 서식하고 있는 재갈매기들은 이보다 2배 가량 많은 4개에서 6개의 알을 낳는 것을 관찰한 것이다(Fox et al. 1978). 그 후 Fry 박사는 남부 캘리포니아의 재갈매기 군락내에서 암컷끼리 짝을 짓는 쌍을 관찰하였다. 그는 이곳의 갈매기 알들을 실험실에 가져와 갈매기 알들을 자연상태에서 검출되고 있는 동일한 농도의 DDT와 DDE에 노출시켜보았다. 부화한 새끼들은 모두 정상적인 것처럼 보였으나 약간 노출의 강도를 높였더니 몇몇 개체에서 암수 생식기가 나란히 붙어 있는 간성(間性)이 나타난 것을 발견하였다 (Fry & Toone 1981). 포유동물인 쥐에서도

estrogen 이나 testosterone의 미량의 변화만으로도 행동이 변화된다는 연구결과가 있다. 이처럼 estrogen 이나 testosterone와 비슷한 역할을 할 수 있는 내분비계교란물질은 생태계에 큰 변화를 가져오고 있다. 요즘 많은 관심을 끌고 있는 다이옥신과 같은 내분비계 교란 물질도 설치류의 경우 자궁내막염을 촉진시킨다고 알려져 있는 등 (Cummings et al. 1996) 현재 내분비계교란물질에 의한 생태계 교란은 앞으로 우리가 풀어가야 할 과제이다.

그러나 현재 우리나라에서는 먹이사슬(food-chain)에서 최종 소비자인 조류나 포유류에 관해서는 내분비계장애물질에 관한 연구가 거의 이루어지지 못하고 있다. 따라서 내분비계 장애물질이 생태계에 어떤 영향을 주는지를 지표생물종을 통해 지속적으로 그 변화 추이를 관찰하여 대책을 세우는 것이 시급하다.

환경지표생물종으로서의 비둘기의 적합성

1. 인간과 생활권을 공유한다.
2. 이동성이 거의 없어 그 지역의 환경을 잘 반영한다.
3. 전국적으로 분포하여 있다.
4. 채집이 용이하다.
5. 일년에 3~5의 번식이 가능한 종이다.
6. 자연상태에서 여러 세대를 걸쳐 관찰이 가능하다.
7. 행동생태관찰이 용이하다.

그러므로 비둘기는 환경감시동물(Monitoring Animals for the Biosphere)로 적합하다.

성조와 새끼의 중금속 오염 비교

각 조직별, 원소별로 비둘기의 성조와 새끼의 중금속 오염 상태를 보면 Fe는 신장(F=0.081, p<0.01)에서, Mn은 근육(F=4.011, p<0.05), 폐(F=6.576, p<0.05), 뼈(F=0.277, p<0.05)에서 유의한 차이가 있었다. Cu는 간(F=5.085, p<0.05), 근육(F=5.374, p<0.05), 신장(F=8.841, p<0.01)에서 유의한 차이가 있었으며, Zn은 간(F=9.011, p<0.01)과 근육(F=60.336, p<0.001)에서, Pb는 근육(F=0.295, p<0.05)과 신장(F=0.030, p<0.001)에서 유의한 차이가 있었다.

새끼의 경우, 간에서 부화 후 25일된 새끼와 35일된 새끼 사이에서 Mn(F=0.082, p<0.05), Cu(F=6.079, p<0.05), Pb(F=0.038, p<0.001), Cd(F=11.854, p<0.05)의 농도가 차이가 있었다. 근육은 25일된 새끼와 35일된 새끼 사이에서 Mn(F=0.183, p<0.05)의 농도가 유의적인 차이를 보였다. 폐는 15일 된 새끼와 25일된 새끼 사이에서 Fe(F=0.061, p<0.05), Cu(F=0.196, p<0.05), Zn(F=0.017, p<0.001)의 농도가 차이를 보였으며, 25일된 새끼와 35일된 새끼 사이에서 Cu(F=0.098, p<0.05)의 농도가 차이를 보였다. 뼈는 15일된 새끼와 25일된 새끼 사이에서 Zn(F=0.2, p<0.05)의 농도가 유의적인 차이를 보였다.

성조와 새끼의 중금속 오염 정도를 비교해 보면 Fe, Mn 모두 성조가 새끼들 보다 높은 수치를 보였다(Fig. 1 & 2). Cu와 Zn은 일반적으로 새끼가 높았으나 Zn의 경우 뼈에서는 성조가 약간 더 높은 것으로 나타났다(Fig. 3 & 4), Pb과 Cd는 모두 성조에서 나타났으며, Pb는 뼈와 신장에서, Cd는 신장에서 성조가 유의적으로 높게 나타났다(Fig. 5 & 6).

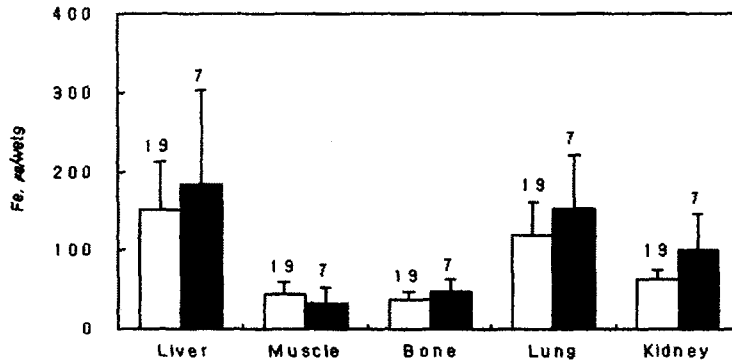


Fig. 1. Comparison of Fe concentration(mean) in tissues of chick(□) and adult(■) of *Columba livia*. Sample sizes(no. of chicks) are given above the SD bars.

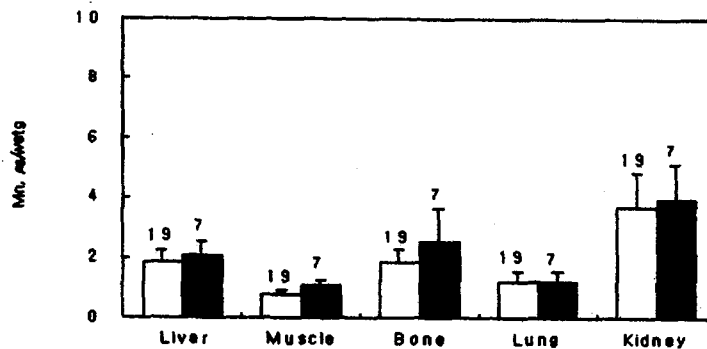


Fig. 2. Comparison of Mn concentration(mean) in tissues of chick(□) and adult(■) of *Columba livia*. Sample sizes(no. of chicks) are given above the SD bars.

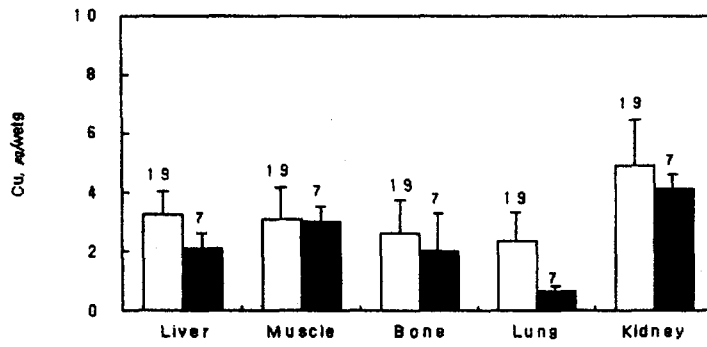


Fig. 3. Comparison of Cu concentration(mean) in tissues of chick(□) and adult(■) of *Columba livia*. Sample sizes(no. of chicks) are given above the SD bars.

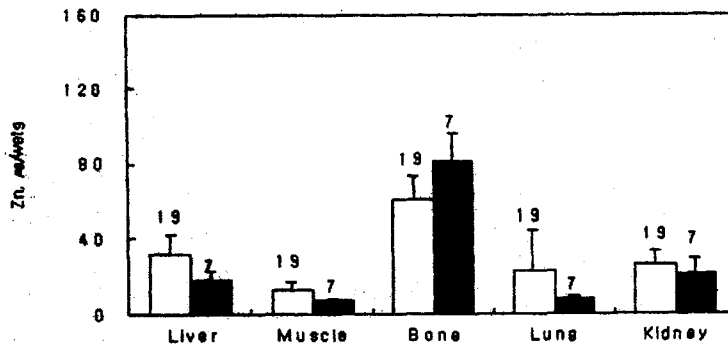


Fig. 4. Comparison of Zn concentration(mean) in tissues of chick(□) and adult(■) of *Columba livia*. Sample sizes(no. of chicks) are given above the SD bars.

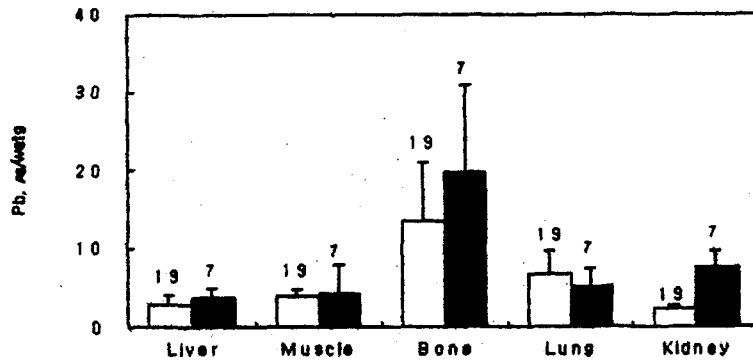


Fig. 5. Comparison of Pb concentration(mean) in tissues of chick(□) and adult(■) of *Columba livia*. Sample sizes(no. of chicks) are given above the SD bars.

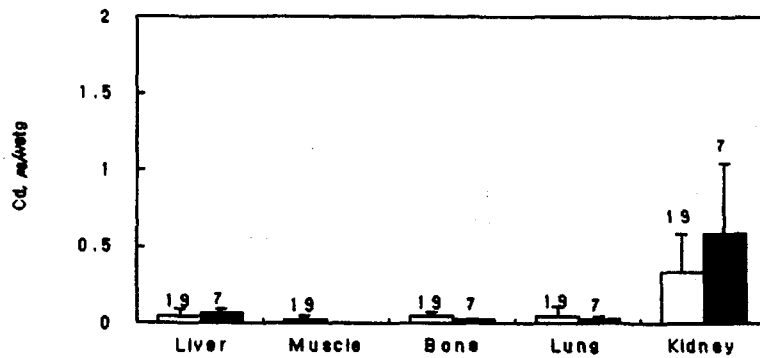


Fig. 6. Comparison of Cd concentration(mean) in tissues of chick(□) and adult(■) of *Columba livia*. Sample sizes(no. of chicks) are given above the SD bars.

인용문헌

- Brum, G., M. Larry, K. Gerry. 1994. *Biology: Exploring Life*. John Wiley & Sons, Inc.
- Cummings, A.M., J.L. Metcalf, L. Birnbaum. 1996. Promotion of endometriosis by 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin in rats and mice: Time-dose dependence and species comparison. *Toxicology and Applied Pharmacology* 138:131-139.
- Fox, G., A. Gilman, D. Peakall, F. Anderka. 1978. Behavioural abnormalities of nesting Lake Ontario herring gulls. *Journal of Wildlife Management* 42: 477-483.
- Fry, M.D. and C.K. Toone. 1981. DDT induced feminization of gull embryos. *Science* 213: 922-924.
- Riseborough, R. 1970. More letters in the wind. *Environment* 12:16-27.