한국환경생태학회 학술대회논문집 20(1) : 160~162. 2010
Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con. 20(1) : 160~162. 2010

법적보호종 조류에서 납 축적에 관한 연구

A Study on the Pb Accumulation in Protected Bird Species of Korea

신용운[1]

[1]한국환경생태연구소

서 론

중금속은 비중이 4.0 이상인 금속원소로 오염원소인 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 납(Pb), 안티몬(Sb) 등은 생체에 불필요한 금속으로 강한 생리작용과 더불어 생체 내에서 분해되지 않고 축적되기 때문에 섭취량이 많으면 유해한 작용을 초래한다. 이러한 중금속 오염의 노출과 위해정도, 인간에게 잠재적인 피해의 조기경고를 제공하고 생태계와 그 구성요소의 피해를 평가하는데 생물학적 모니터링이 요구되고 있다. 그중 조류는 일반적으로 중금속 오염의 모니터링 또는 지표종으로 널리 사용되고 있다.

이에 본 연구는 한국에 서식하는 조류 중 각기 다른 먹이와 서식지를 가진 법적보호종 8종 41개체를 대상으로 체내 조직 내 납 축적 레벨에 따른 중금속 축적 특이성과 오염원소의 독성수준을 밝혀 법정보호종의 서식지 보호・관리에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

연구대상 조류는 한국조류보호 협회와 국립생물자원관의 도움을 받아 2000년부터 2009년까지 수집된 법정보호종 조류 3목 4과 8종 41개체로 멸종위기 Ⅰ급이 1종, 멸종위기 Ⅱ급 4종, 천연기념물이 6종이다. 목(Order)별로 구분해 보면 기러기목 1종 21개체, 매목 4종 10개체, 올빼미목 3종 10개체이다(Table 1).

Table 1. List of bird analyzed

Species	N	Date	Area	Protected level*
ANSERIFORMES				
Anas formosa	21	08.12.~09.03.	Jeollabuk-do Gimje-si	◎
FALCONIFORMES				
Haliaeetus albicilla	2	01.02.~03.01.	Chungcheongnam-do Seosan-si, Incheon-si Ganghwa-gun	● ○
Aegypius monachus	3	02.01.~04.02.	Gangwon-do Cheorwon-gun, Incheon Ganghwa-gun, Gangwon-do Hongcheon-gun	◎ ○
Accipiter gentilis	2	04.01.~05.12.	Jeollanam-do Hampyong-gun, Jeollabuk-do Jeonju-si	◎ ○
Falco tinnunculus	3	08.03.~09.06.	Jeollanam-do Naju-si, Gwangju-si	○
STRIGIFORMES				
Otus lempiji	2	06.05.~09.05.	Gyeonggi-do Gimpo-si, Gwangju-si	○
Bubo bubo	2	07.10.~09.03.	Jeollanam-do Naju-si, Jeollanam-do Muan-gun	◎
Ninox scutulata	6	06.06.~08.09.	Jeollanam-do Naju-si, Jeollanam-do Muan-gun, Gyeonggi-do Gimpo-si, Gyeongsangnam-do Masan-si, Gwangju-si	○

● : Endanged species Ⅰ, ◎ : Endanged species Ⅱ, ○ : Natural monument

2. 시료 전처리 및 중금속 측정

수집된 조류는 체내 중금속 분석을 위하여 간, 신장, 대퇴부뼈를 해부하고 각 조직을 건조한 후 균질화한 다음 시료 1～5g을 캘달플라스크에 황산, 질산, 과염소산을 넣고 가열 분해하였다. 분해액을 100㎖로 정량한 후 분해액을 DDTC-MIBK법에 의해 추출 농축한 다음 원자흡광광도계로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 납

조직 중 납(Pb)의 농도는 전체적으로 신장에서 높고 간과 뼈에서 낮은 경향을 보였다.

간에서 납(Pb)의 농도를 살펴보면 전체 평균 1.34㎍/g으로 나타났다. 종별로 살펴보면 참매가 9.67㎍/g으로 가장 높게 나타났으며, 흰꼬리수리가 0.21㎍/g으로 가장 낮게 나타났다.

신장에서 납(Pb)의 농도를 살펴보면 전체 평균 10.3㎍/g으로 나타났다. 종별로 살펴보면 황조롱이가 66.9±55.6㎍/g으로 가장 높게 나타났으며, 가창오리가 1.07±0.09㎍/g으로 가장 낮게 나타났다.

뼈에서 납(Pb)의 농도를 살펴보면 전체 평균 0.90㎍/g으로 나타났다. 종별로 살펴보면 큰소쩍새가 2.14㎍/g으로 가장 높게 나타났으며, 수리부엉이가 0.29㎍/g으로 가장 낮게 나타났다(Table 2, Figure 1).

본 연구에서 분석한 조류 8종의 체내 조직 중 납(Pb)의 농도는 간, 신장 뼈 조직에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p<0.05$). 이는 8종이 서식지, 먹이 등에 있어서 다른 생태학적 지위를 가지고 있기 때문으로 추정된다.

기러기목인 가창오리 간 조직 중 납(Pb)의 농도를 다른 연구 결과와 비교해보면 일본의 큰고니와 고니, 청둥오리, 쇠오리, 서울 한강의 흰죽지, 댕기흰죽지와 비슷하거나 약 2배 정도 낮은 경향이 나타났다.

맹금류 중 매목 조류의 간 조직 중 납(Pb)의 농도를 다른 연구결과와 비교해보면 영국의 맹금류와 비슷하거나 약간 낮은 경향을 보였으나, 본 연구에서 가장 높은 농도를 나타낸 참매에서 약 12배 이상 높게 나타났다. 본 연구의 맹금류 중 올빼미 목인 솔부엉이와 수리부엉이를 다른 연구결과와 비교해보면 영국의 쇠부엉이와 금눈쇠올빼미, 이탈리아 Parma 지역의 금눈쇠올빼미와 비슷하거나 약간 낮은 경향을 보였으나, 큰소쩍새의 경우 약 4～10배 가량 높은 경향이 나타났다.

연구결과 중 신장에서 높은 농도를 나타낸 황조롱이와 큰소쩍새는 납탄에 의해 오염되어 있을 가능성이 큰 들판이

Table 2. Pb concentrations(mean±SE, ㎍/g) in tissues of protected birds

Order/species	N	Liver	Kidney	Bone
ANSERIFORMES				
Anas formosa	21	0.63±0.08 0.18～1.94	1.07±0.09 0.40～1.99	0.77±0.07 0.45～1.70
FALCONIFORMES				
Haliaeetus albicilla	2	0.21 0.15, 0.28	2.57 2.15, 2.99	0.67 0.59, 0.75
Aegypius monachus	3	0.50±0.19 0.31～0.88	3.48±1.40 1.61～6.23	0.34±0.03 0.29～0.41
Accipiter gentilis	2	9.67 0.95, 18.4	4.48 2.49, 6.47	0.39 0.28, 0.49
Falco tinnunculus	3	0.56±0.26 0.11～1.03	66.9±55.6 5.46～178	1.18±0.12 0.95～1.33
STRIGIFORMES				
Otus lempiji	2	6.20 3.81, 8.60	47.6 24.7, 70.4	2.14 1.49, 2.80
Bubo bubo	2	0.36 0.35, 0.36	3.40 2.72, 4.08	0.29 0.07, 0.48
Ninox scutulata	6	0.94±0.14 0.55～1.37	11.9±4.23 2.79～27.4	1.55±0.26 0.37～2.18

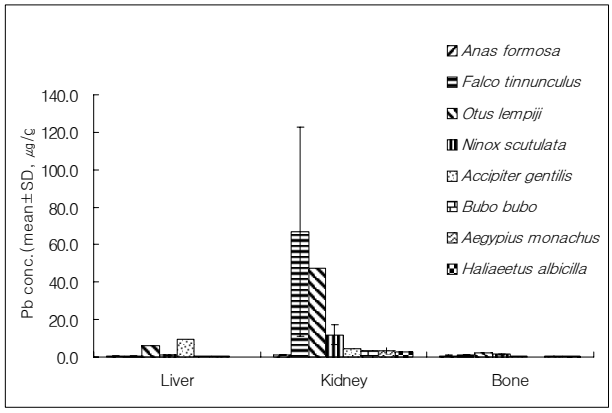

Figure 1. Pb tissue distributions in protected birds

나 농경지등에서 서식하는 설치류를 주로 섭식하는 종으로 먹이로 인해 비교적 고농도를 나타낸 것으로 사료된다.

2. 납(Pb)의 오염수준

간에서 납(Pb)의 오염수준을 기존 연구 결과에서 살펴보면 Pain과 Sears(1995)는 <6μg/g은 비오염, 6～20μg/g은 오염으로, Wayland와 Bollinger(1999)는 6～30μg/g은 오염, >30μg/g은 중독으로 규정하였고, Clark와 Scheuhammer (2003)는 <6μg/g은 비오염, 6～30μg/g은 오염, >30μg/g은 중독으로 규정하였다. 이를 근거로 본 연구에서는 간에서 납(Pb)의 농도가 <6μg/g은 비오염(background), 6～30μg/g은 오염(exposed), >30μg/g은 중독(poisoned)으로 판단하였다.

간에서 납(Pb)의 오염수준을 검토해 보면 비오염에 해당하는 개체가 95.1%(39개체), 오염수준인 개체가 4.9%(2개체)로 나타났으며, 중독수준인 개체는 없었다.

인용문헌

Pain, D. J. and J. Sears. 1995. Lead Concentrations in Birds of Prey in Britain. Environ. Pollut. 87: 173-180.

Scheuhammer AM. 1987. The Chronic Toxicity of Aluminium, Cadmium, Mercury, and Lead in Birds: a Review. Environ Pollut 46: 263-295.