

猛禽類羽根・羽毛中金属元素の PIXE 分析

千葉啓子¹、平塚 明²、由井正敏³、海田輝之⁴、菅木洋一⁵、世良耕一郎⁶

¹岩手県立大学盛岡短期大学部生活科学科
020-0193 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字巣子 152-52

²岩手県立大学総合政策学部
020-0193 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字巣子 152-52

³東北鳥類研究所
020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字巣子 152-137

⁴岩手大学工学部
020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8

⁵いであ株式会社環境創造研究所
421-0212 静岡県焼津市利右衛門 1334-5

⁶岩手医科大学サイクロトロンセンター
020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森 348-58

1. はじめに

環境中の汚染化学物質の存在によって、生態系では食物連鎖の上位にいる猛禽類、とくに魚食性の猛禽類に、より大きな影響が現れると推測されている¹⁾が、その実態は十分に検討されていない。

例えば、魚食性で海岸部をおもな生息地とするタカ科ミサゴは、近年では内陸部へ進出しているのが観察されているが、生息地移動の原因は明確ではない。そこで我々は、岩手県内陸部のダム湖近傍を生息地とするミサゴを対象とし、生体試料や環境試料中の環境汚染化学物質を分析することにより、ミサゴの生態に及ぼす影響を明らかにすることを目的として調査を実施した²⁾。

猛禽類を始め、鳥類の羽根や羽毛は環境汚染、とくに重金属類による汚染の指標としても有用であることが知られている³⁾。今回、ミサゴの羽根・羽毛試料の他に对照として同じ魚食性の海鳥及び肉食・雑食性の猛禽類の羽根・羽毛を採取し、これらの試料について、有害金属元素であるクロム(Cr)、ヒ素(As)、カドミウム(Cd)、水銀(Hg)および鉛(Pb)濃度を PIXE 分析し、ミサゴにおける有害金属汚染の実態を検討したので報告する。

2. 対象と方法

2.1 調査地域

調査地の四十四田ダム湖は北上川の上流域に位置しており、岩手県内5大ダムの一つである。北上川は岩手県北部の岩手町御堂を水源とし、岩手県、宮城県にまたがり、流域面積では東北最大の河川であるが、昭和47年まで操業していた松尾鉱山からの高濃度の重金属を含んだ酸性水が北上川支流に流入し、流域の自然環境や農業に大きな被害をもたらした。新中和処理施設と四十四田ダムの完成で水質は浄化されたが、ダム湖の底泥堆積物中には中和処理開始以前に流入した重金属類が堆積し、現在に至った経緯がある。四十四田ダムでは1998年に始めてミサゴの生息及び繁殖が確認されて以来、その後の建設省河川局の河川水辺の国勢調査において、春から秋に複数のつがいならびに幼鳥を連れたミサゴが観察されている²⁾。



図1 調査地域 (赤の楕円で囲まれた地域)

2.2 対象

四十四田ダム近傍の独立行政法人「農業・食品産業技術総合研究機関・東北農業研究センター」敷地内のアカマツ樹上(約20m)に営巣するミサゴつがいを対象とした。このつがいは最近の河川水辺の国勢調査において確認されたつがいのうちの一組と推測される。今回の調査においては2009年3月に越冬した暖地漂行先から帰巣を確認し、観察を開始した。



図2 抱卵中のつがい



図3 湖上で過ごすつがい

2.3 試料採取

ミサゴつがいの換羽した羽根および胸部羽毛を巣および営巣木周辺から採取した。対照試料として、四十四田と同じ内陸部の宮守村および沿岸部のむつ市海岸で採取したミサゴの羽根、八戸市海岸で採取した魚食性のウミネコの羽根、四十四田ダム近傍（滝沢村）および早池峰山で採取した肉食性猛禽類フクロウの羽根についても分析に供した。今回の報告には、換羽した風切羽根（滝沢村フクロウを除き、初列風切）を使用し、羽根内弁の褐色部位を測定部位とした。

2.4 試料の前処理及び分析

羽根は表面の汚れをアセトンで軽く拭いたのち、風乾した羽根内弁の中央部分を羽軸に垂直に幅 3mm（長さは 20mm 程度）を切り出し、ターゲットフレーム中央の円形にくりぬいた部分に直接貼り付けた。PIXE 分析は世良の開発した無標準法⁴⁾により、(社)日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンターで行った。

3. 結果と考察

ミサゴ他鳥類羽根中の重金属元素濃度

ミサゴをはじめ、鳥類の風切羽根からは 20 種類以上の元素の存在が認められたが、定量性の低い元素も多かった。表 1 にはミサゴ、同じ魚食性のウミネコ、雑食性のフクロウの風切羽根における、有害重金属類の Cr、As、Cd、Hg 及び Pb 濃度 ($\mu\text{g/g}$) を示した。

表 1 ミサゴ他鳥類羽根中の重金属元素含有量 ($\mu\text{g/g}$)

		Cr	As	Cd	Hg	Pb
ミサゴ	対象 (盛岡市)	tr.	—	—	25.2±2.3	3.40±1.32
	宮守村	—	—	—	34.7±2.0	6.82±1.15
	むつ市	tr.	tr.	—	20.0±2.4	27.6±2.22
ウミネコ	八戸市	1.64±0.35	—	—	20.5±1.2	6.06±0.79
フクロウ	滝沢村	—	1.20±0.39	—	4.3±1.0	19.5±2.84
	早池峰山	—	tr.	—	20.3±1.6	5.15±1.01

tr.: 定量下限以下 —: 未検出

Hg と Pb は全ての鳥類で検出された (Hg:4.3–34.7 $\mu\text{g/g}$ 、Pb: 3.4–27.6 $\mu\text{g/g}$)。Hg は滝沢村のフクロウを除いて 20 $\mu\text{g/g}$ を超えており、Hahn et al.⁵⁾ によりミサゴ初列風切羽根の Hg 濃度は 6–16 $\mu\text{g/g}$ と報告されているのに比較して全体的に高濃度であった。Yashoshima et al.³⁾ はクマタカにおいて羽毛部位別の重金属濃度を測定し、同一個体でも部位によって元素濃度に差がみられ、Hg は初列風切羽根で他の部位に比較して高濃度であったと報告している。今回の結果でも羽根の Hg 濃度には食性による差は明確ではなく、初列風切羽で高濃度を示す特徴がみられた。Pb は一般的に海鳥に比べて陸鳥で高濃度であり、とくに鉛銃弾による影響として鉛中毒が指摘されている⁶⁾ が、今回の濃度の違いは食性や羽根の部位による説明は難しく、理由は明らかでない。一方、Cr および As は定量性が低く、多くが痕跡程度か未検

出であった。クマタカでは Cd 濃度が 1980 年代以降増加傾向にあると報告されている³⁾が、今回はいずれの鳥類からも検出されなかった。

猛禽類の多くは絶滅危惧種もしくは準絶滅危惧種であることが多い。猛禽類は捕獲が難しく、分析試料数を増やす事は容易ではないが、有害金属元素の環境汚染がこれら貴重な鳥類の生態にいかに関与しているかを明らかにし、早急に保全対策を講じていくことが重要と考える。

4. まとめ

今回、自然界における食物連鎖上の高次捕食者である魚食性猛禽類ミサゴと、対照鳥類の羽根の PIXE 分析を行い、環境汚染、とくに重金属元素類による汚染の実態を検討した。ミサゴ他、鳥類の羽根において、20 種以上の元素組成が確認されたが、定量性の低い元素も多かった。Hg と Pb は全ての鳥類で検出され、食性による差は明らかでなかった。また、Cr および As は定量性が低く、多くが痕跡程度か未検出であった。さらに Cd はいずれの鳥類からも検出されなかった。

参考文献

- 1) 安田雅俊, 猛禽類における有毒化学物質の蓄積, 私たちの自然, No.513, 20-23 (2006).
- 2) 由井正敏, 平塚明, 千葉啓子, 海田輝之, 世良耕一郎, 荻木洋一, 食政務菌類ミサゴの生態とその食物連鎖に関する基礎的研究, H20 年度 ExTEND2005 基盤的研究フーズビリティースタディー研究成果報告書 (2009).
- 3) M. Yashoshima, K. Sakemi, S. Asai, S. Harada, Y. Ikeda, T. Hattori and S. Yamagishi, Characteristics and temporal variations of trace element levels in feather samples of Hodgson's Hawk-eagle in Japan, J. Yamashina Inst. Ornithol., 41, 153-169 (2010).
- 4) 世良耕一郎, ニッ川章二, 畠山智他“無標準定量法の開発—第二報”NMCC 共同利用研究成果報文集 5, 223-248 (1997).
- 5) Hahn, E., Hahn, K. & Stoepler, M., Bird feathers as bioindicators in areas of the German Environmental Specimen Bank-bioaccumulation of mercury in food chains and exogenous deposition of atmospheric pollution with lead and cadmium, Science of the Total Environment 139/140: 259-270 (1993).
- 6) Miller, M.J.R., Restani, M., Harmata, A.R., Bortolotti, G.R. & Wayland, M.E., A comparison of blood lead levels in bald eagles from two regions on the Great Plains of North America, J. of Wildlife Diseases, 34: 704-714 (1998).

PIXE analysis of trace element levels in feather samples of birds of prey

Keiko Chiba¹, Akira Hiratsuka², Masatoshi Yui³,
Teruyuki Umita⁴, Youichi Chisaki⁵ and Kouichiro Sera⁶

¹ Science of Living Department, Morioka Junior College, Iwate Prefectural University
152-52 Sugo, Takizawa, Iwate 020-0193, Japan

² Faculty of Policy Studies, Iwate Prefectural University
152-52 Sugo, Takizawa, Iwate 020-0193, Japan

³ Tohoku Ornithological Research Institute
152-137 Sugo, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

⁴ Faculty of Engineering, Iwate University
4-3-5 Ueda, Morioka, Iwate 020-8551 Japan

⁵ IDEA Consultants, Inc.
1334-5 Riemon, Yaizu, Shizuoka 421-0212, Japan

⁶ Cyclotron Research Center, Iwate Medical University
348-58 Tamegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

Abstract

The purpose of this research is to observe the effects of harmful trace elements in birds of prey.

The feathers of Osprey *Pandion haliaetus*, Black-tailed Gull *Larus crassirostris* and Ural Owl *Strix uralensis* were analyzed for 5 harmful trace elements (Cr, As, Cd, Hg, Pb) using PIXE at NMCC. The concentration of Hg and Pb were detected from all samples. Range of those elements' concentrations were as follows: (Hg 4.3–34.7µg/g, Pb 3.4–27.6µg/g). It seemed that the difference of Hg concentrations was not caused by the difference of food habits among birds of prey. Cr and As were not detected from most of samples. Cd was not detected from all samples.