

## 魚食性猛禽類であるミサゴの水銀濃度に影響を及ぼす要因を探る

鈴木 龍晟 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 庄子 晶子 (筑波大学 生命環境系)

### 【背景・目的】

人為的な水銀の排出によって海洋の水銀汚染が問題となっている。水銀は低濃度の蓄積であっても鳥類の繁殖機能などに悪影響を及ぼすことが知られている。猛禽類であるミサゴ *Pandion haliaetus* は水圏生態系における高次捕食者であり、食物連鎖の過程で高濃度の水銀を体内に蓄積する。鳥類では餌動物の栄養段階や採餌場所などの要因が体内の水銀蓄積量に影響することが知られており、ミサゴも同様に様々な要因によって水銀蓄積量が決定すると考えられる。しかし、ミサゴの水銀蓄積量がどのような要因によって決定されるかは明らかになっていない。本研究ではミサゴの羽に蓄積した水銀濃度を測定し、安定同位体比分析の結果や営巣地内で撮影した餌動物の情報を基に、ミサゴの水銀曝露状況を明らかにしたうえで、水銀濃度に影響を及ぼす要因を検討した。

### 【方法】

2019年から2022年にかけてミサゴの巣の下および巣の中から羽サンプルを採取した。2019年は宮城県気仙沼市と秋田県湯沢市において、2020年から2022年には宮城県岩沼市と仙台市において調査を実施し、羽を採取した。また、2020年から2022年にかけて繁殖期における各巣の営巣観察を行い、繁殖状況を記録した。各巣において雛の巣立ちが確認できた場合を「繁殖成功」、雛の巣立ちがなかった場合を「繁殖失敗」と定義した。さらに、2021年から巣近辺の樹冠にセンサーカメラを設置し、1年ごとに回収した。2021年は3巣(岩沼市)にカメラを設置し、画像データを入手した。2022年は前年の3巣に加えて新たに1巣(仙台市)にカメラを設置し、そのうちの3巣から画像データを入手した。

調査で採取した羽の種類を同定し、水銀濃度の測定と安定同位体比分析を行った。風切羽は繁殖期の水銀の蓄積を反映し、体羽は非繁殖期の蓄積を反映するとして解析を実施した。安定同位体比は、採餌場所が淡水域か沿岸かを調べるために炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) を、餌動物の栄養段階を調べるために窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) を分析した。また、センサーカメラで撮影された画像データから、繁殖期にミサゴが巣に持ち帰った餌動物について科レベルの分類群の同定および体長の推定を行った。

### 【結果】

4年間で体羽・風切羽合わせて61枚の羽を11巣から入手し、全ての羽の水銀濃度は  $7.55 \pm 5.06 \mu\text{g/g}$  (平均±標準偏差) であった。水銀濃度と  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  はともに相関が見られなかった。気仙沼市の個体群 ( $18.4 \pm 8.57 \mu\text{g/g}$ ,  $n=3$ ) は岩沼市 ( $6.33 \pm 3.02 \mu\text{g/g}$ ,  $n=22$ ) および仙台市 ( $5.62 \pm 1.82 \mu\text{g/g}$ ,  $n=6$ ) の個体群よりも水銀濃度が高かった(気仙沼市-岩沼市:  $p=0.018$ 、気仙沼市-仙台市:  $p=0.036$ , 図1a)。湯沢市の個体の水銀濃度も  $13.4 \mu\text{g/g}$  ( $n=1$ ) であり、仙台市や岩沼市の個体群よりも高かった。仙台市 ( $-21.3\%$ ) や岩沼市 ( $-19.4\%$ ) は気仙沼市 ( $-16.4\%$ ) と比較して  $\delta^{13}\text{C}$  の最小値が小さかった。また、沿岸の調査地(岩沼市、気仙沼市、仙台市)における水銀濃度は  $7.20 \pm 5.74 \mu\text{g/g}$  ( $n=17$ ) であり、内陸の調査地(湯沢市)よりも低かった。

$\delta^{15}\text{N}$  は沿岸で  $12.5 \pm 0.43\%$  (平均±標準誤差)、内陸では  $9.20\%$  であり、 $\delta^{15}\text{N}$  は内陸の個体の方が沿岸の個体群よりも低かった。また、「繁殖成功」の巣では体羽の水銀濃度が  $6.50 \pm 2.37 \mu\text{g/g}$  ( $n=12$ ) であるのに対して、「繁殖失敗」の巣では  $2.57 \pm 0.99 \mu\text{g/g}$  ( $n=3$ ) であり、「繁殖成功」の巣の方が水銀濃度が高かった ( $p=0.017$ )。一方、風切羽の水銀濃度は繁殖成績間で違いは見られなかった ( $p>0.05$ )。

画像データから、2021年は21個体、2022年は94個体の餌動物(魚類)の搬入を確認し、そのうち2021年は5個体、2022年は15個体の魚類の科を同定できた。その結果、コイ科やボラ科などの10科の魚類が確認でき、巣間で利用する魚類の科組成や体長に違いが見られた。一方で、2021、2022年ともにカメラを設置した巣間では水銀濃度に違いは見られなかった ( $p>0.05$ )。

### 【考察】

気仙沼市や湯沢市の2地点で水銀濃度が高かったことから、繁殖場所により水銀濃度が異なることが確認できた(図1a)。また、 $\delta^{13}\text{C}$  の値の低さは、より淡水を含む水域で採餌していたことを示す。仙台市や岩沼市の個体群は気仙沼市よりも  $\delta^{13}\text{C}$  の値が低かった。よって、気仙沼市の個体群は主に沿岸で採餌しているのに対して、仙台市や岩沼市の個体群では沿岸だけでなく淡水域でも採餌していたと考えられる。しかし、 $\delta^{13}\text{C}$  と水銀濃度に相関が見られなかったことから採餌環境では水銀濃度を説明できなかった。

また、「繁殖成功」と「繁殖失敗」の巣間で体羽の水銀濃度に差が見られたことから、非繁殖期に蓄積した水銀量が異なっていると考えられる。ミサゴは長距離の渡りを行い、繁殖地と越冬地を移動する。繁殖成績と水銀濃度間で見られた関係は、越冬地での水銀曝露量の違いを反映していると考えられる。

鳥類では餌動物の栄養段階と水銀濃度に正の相関が見られる傾向があるが、本研究では餌動物の栄養段階と水銀濃度には関連がなかった。さらに、巣間で餌動物の科組成は異なっていたが、水銀濃度には差がなかったことから、餌動物は水銀濃度に影響していなかった。先行研究では、内陸で繁殖するミサゴは沿岸で繁殖するミサゴよりも高い水銀濃度が報告されている。ダムや湖などの閉鎖的な環境では水銀が滞留しやすいことから、内陸で繁殖するミサゴには水銀が蓄積しやすい可能性がある。

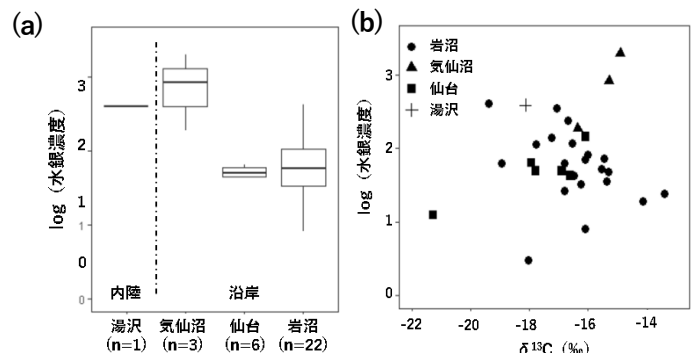


図1. 各調査地の (a) 対数変換した水銀濃度 ( $\mu\text{g/g}$ ) と (b)  $\delta^{13}\text{C}$  (‰)

【文献】 Cahill et al. 1998. Arch. Environ. Contam. Toxicol.; 千葉 et al. 2009. NMCC 共同利用研究成果報文集