

研究課題名

「メキシコ産ワニにおける微量元素蓄積の評価」

共同研究者名（所属）

渡邊 泉（東京農工大学 大学院 農学研究院）、山口大樹（東京農工大学 農学部 環境資源科学科）、大矢悠幾（東京農工大学 連合農学研究科）、岩田久人（愛媛大学 沿岸環境科学研究センター）

研究目的

メキシコで採取されるワニ類の組織・器官に蓄積された微量元素（カドミウムや鉛など強毒性元素、鉄や亜鉛など必須元素を含めた合計 35 元素）を分析し、他生物との比較からその蓄積特性を解析することを目的とした。今年度はメキシコから試料が到着し、研究の推進に一步を進めることができたが、到着が秋季であったため、年度はじめの 4 月からスタートした「比較のための日本産爬虫類の分析」を主に遂行した。

分析を進めた対象種はミシシippアカミミガメ (*Trachemys scripta elegans*) である。ミシシippアカミミガメは本来、アメリカ合衆国南部に生息しており、日本では外来種として全国で生息が確認されている。寿命が長い点、生息地への定着性がある点、陸水環境における高次捕食者である点から陸水環境のモニタリングに適しているとされている¹⁾。しかし、国内産の本種における生体内の微量元素蓄積・体内動態の詳細は未だ明らかになっていない。本年度は東京都世田谷区弁天池で採取された本種の微量元素濃度を分析することで、組織器官での分布、成長段階による蓄積パターン、雌雄による差を解明することを目的とした。

研究方法

2020 年 6 月および 7 月に東京都世田谷区弁天池で捕獲されたミシシippアカミミガメを解剖し、体内分布を解明するために筋肉、肝臓、腎臓、膵臓、脾臓、卵胞、精巣、卵巣、心臓、肺、消化管、脂肪および甲羅を供試した。

試料は乾燥・粉化後、約 0.100g を 61%硝酸でマイクロウェーブ (MW) を用い湿式灰化を行い、約 250 倍に希釈後、精秤した。ICP-MS を用いて 34 元素 (Li、Na、Mg、Al、K、Ca、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、As、Se、Rb、Sr、Y、Mo、Cd、In、Sn、Sb、Cs、Ba、La、Ce、Pt、Gd、Tl および Bi) 濃度の測定を行った。

得られたデータは標準化後、多変量解析を定法しながら組織器官分布の特徴、成長に伴う元素濃度の変動、性別による差異を解析した。

研究成果

ミシシippアカミミガメにおける微量元素濃度の体内分布（組織・器官分布）は、分析した 13 の組織・器官でそれぞれ特徴的な組成を示したが、それらの多くはこれまでに知られ

る脊椎動物の傾向と一致した。つまり微量元素の多くは肝臓・腎臓などに蓄積し、脾臓や甲羅などにはそれぞれ生理的に要求量が高いと考えられる元素が特異的に蓄積していた。たとえば前者では Fe、後者では Ca と関係して Sr や Ba などが高濃度であった。また後述するが生殖器も特徴的な蓄積傾向が伺え、成長に伴う微量元素の蓄積パターンや雌雄差に影響していることが考えられた。

成長に伴う変化は、成体のオス、メスおよび幼体でそれぞれ異なる傾向がみられた。つまり、As は成体のオスの筋肉および腎臓で、また、Sb は成体のオスの肝臓で成長に伴い濃度が上昇した ($p<0.05$: Spearman の順位相関検定、Fig. に示す)。As は脾臓、脾臓、肺および消化管と、Sb は脾臓と心臓とも同様の関係がみられた。

非必須元素は、オスにおいては産卵のような排出経路が存在しないため、成長とともに蓄積することが考えられた。さらに Cd は幼体で肝臓と腎臓において成長とともに濃度が上昇し ($p<0.05$: Spearman の順位相関検定)、その後成体では低いレベルで安定する傾向がみられた (Fig に示す)。本種は雑食であるが幼体では動物食の割合が大きく、成長するにつれて植物食の割合が大きくな²⁾。As、Sb および Cd は非必須な毒性元素であり、生物学的半減期が長ければ、エサからの生物濃縮による生物蓄積の差が生じる可能性が考えられた。

微量元素の雌雄差として、メスは肝臓で K、Zn および Rb、腎臓において Ca および Sr がオスより有意に高濃度であった ($p<0.05$: Mann-Whitney の U test)。これらの元素は心臓および肺で類似の傾向がみられた。

ほかに特徴的だった傾向として、筋肉で Mn と Cd がメスで有意に低濃度であった ($p<0.05$: Mann-Whitney の U test)。K は Na や Rb と、また Sr は Ca とイオン半径が近い³⁾ため、それぞれの元素が生体内で同様の挙動をとる可能性があ³⁾。産卵期はメスで摂食量の増加や卵胞への移行が起こる。そのためメスで元素の摂取や卵胞への分配が起こる可能性が示された。とくに Ca は卵胞への移行だけでなく卵殻形成に利用されるため、Sr とともにメスで積極的に摂取され、その結果、濃度が上昇したと考えられた。

興味深いことに以上の結果はウミガメ類や海棲哺乳類でも知られており、食性の変化や繁殖に関する情報を微量元素分析が明らかにする可能性を強く支持した。今後、メキシコ産のワニの結果を解析するとき、有効な比較研究の事例となることが期待される。

1) Tryfonas et al., 2006, *Chemosphere*, 63, 39-48.

2) 日高ら, 2005, 日本動物大百科 5 両生類・爬虫類・軟骨魚類. 189pp., 株式会社平凡社, 東京都.

3) 桜井ら, 2021, 元素 118 の新知識 引いて重宝, 読んでおもしろい. 542pp., 株式会社講談社, 東京都.

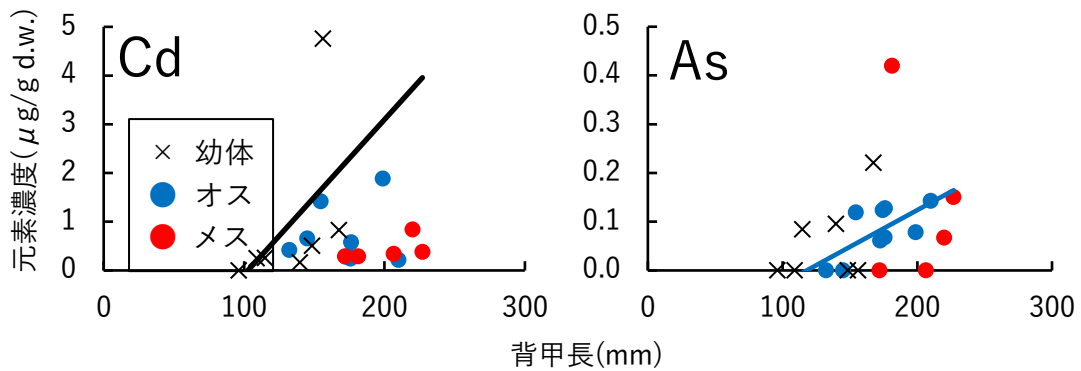


Fig. 世田谷区の弁天池で採取されたミシシippアカミミガメの成長に伴う腎臓におけるAsとCd濃度（図中、黒の線は幼体での回帰直線、青の線はオスの回帰直線）。

今後の課題

今年度はメキシコ産ワニ類の試料到着が秋季であったことから、当初、比較のために利用する予定だった国内産爬虫類の分析および結果の解析を優先して先に遂行した。今後は、到着したワニ類の硬組織・血液を中心に微量元素や放射性セシウム等の分析を行い、その特徴解明に迫る。その中で、基礎情報としての組織蓄積特異性（体内分布）の解明、成長に伴う濃度変化、雌雄差、採取された地域差などに本年度の知見が活かされると期待される。