

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）

大矢悠幾（東京農工大学）

山口大樹（東京農工大学）

岩田久人（愛媛大学）

研究目的

淡水環境は、ヒトを含め多くの生物にとって水源や生息の場として重要な役割を持っている。その環境へは自然由来のほかに排水や廃棄物など人為的な微量元素の放出がなされている¹⁾。水圏に放出された微量元素は栄養段階の低い生物が吸収することで食物網に組み込まれ、食物連鎖を通じて高次の生物へ蓄積/濃縮する²⁾。淡水環境において爬虫類、とくにワニ類は、寿命の長さおよび栄養段階の高さから水圏環境における微量元素モニタリングの指標生物として適している³⁾。生物を用いた微量元素モニタリングにおいて、種の保全の観点から非捕殺組織を用いた手法が求められている⁴⁾。本研究は、メキシコのユカタン半島に生息するモレレットワニの非捕殺組織である爪、全血および鱗試料を用いて微量元素蓄積の詳細を明らかにし、ユカタン半島の湖における微量元素のモニタリングを試み、本種における各非捕殺組織がモニタリング指標としての有用かその特徴を明確にすることを目的とした。

研究方法

2021年の7月および11月にメキシコ・ユカタン半島の7つの湖（Chichankanab Lake, Noh Ha Lake, Moku Lake, Balam-ku(Xtok), Calakmul, La Sabana Lake および Noh Bec Lake)でモレレットワニ計30個体が捕獲された。体長および体重が測定され、爪(29試料)、全血(29試料)および鱗(27試料)が採取された後に解放された。試料は乾燥・粉化後MW分解を行い、ICP-MSで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, ¹⁵⁵Gd, ¹⁵⁷Gd, Pt, Tl, Pb およびBiの濃度測定を、Hg測定装置(MD-700)を用いてHgの濃度測定をそれぞれ行った。統計解析にはR 4.2.1を用いた。有意水準を $p < 0.05$ と

し、グループ間の検定として Kruskal-Wallis 検定, Mann-Whitney の U 検定さらに変量の関係を Spearman の順位相関検定にて解析した。また、標準化したデータを用いて主成分分析(PCA)およびヒートマップ分析を行った。

研究成果

本研究で供されたモレレットワニの爪、全血および鱗試料はそれぞれ異なる微量元素の蓄積特性を示した(Fig. 1)。爪試料は3組織のうち最も検出された元素数が多く、とくに Al, 希土類元素, さらにユカタン半島がカルスト地形を形成していることから Ca や Sr などが全血や鱗組織と比較して高濃度であった。全血は検出された元素が他種試料と比較して最も少なく, Na, K および Fe など生命活動に必須の元素が高濃度であった。鱗試料は強毒性元素である As や Sb などが高濃度であった。鱗組織はケラチンなどのタンパク質のほかに筋肉や脂肪が含まれており, As は脂溶性の形態で蓄積することから, 非捕殺組織のうち鱗組織で As および Sb が特異的な蓄積を示したと考えられた^{5,6)}。

本研究で供されたモレレットワニの試料において、雌雄間の微量元素濃度を比較した結果、全血試料にてメスでオスより有意に高い Hg 濃度を示した($p < 0.05$ by Mann-Whitney U test)。また、鱗試料はオスでメスと比較して Mg, Ca, Fe, As および Rb が有意に高濃度であった($p < 0.05$ by Mann-Whitney U test)。と

くに Ca は産卵期に卵殻形成や卵への分配に伴って体内から消費されたことでメスの低濃度を導いたと考えられた。また、As はメスで産卵に伴う体外への排出がある⁷⁾。一方、オスは産卵のような As を多量に排出するイベントが存在しないため鱗組織に蓄積し、結果としてオスで高濃度を示したと考えられた。

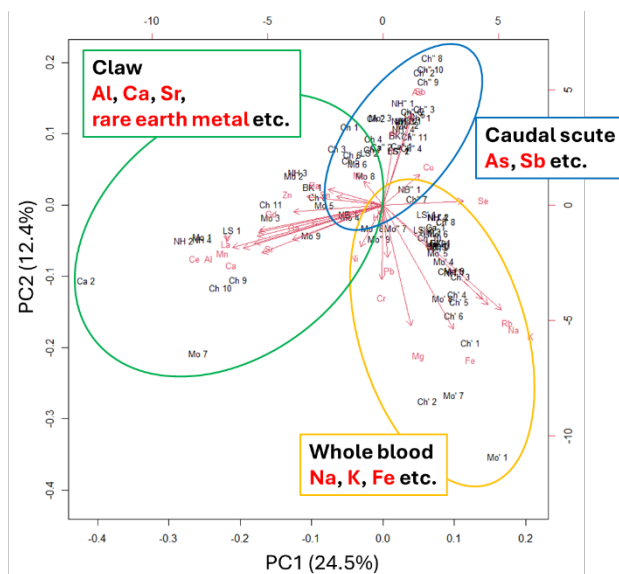


Fig. 1. Result of principal component analysis using trace element concentration in claw, whole blood, and caudal scute tissues of *C. moreletii* captured from the Yucatan Peninsula, Mexico, in 2021.

本研究で供されたモレットワニの試料において、成長に伴う微量元素濃度の蓄積を評価した。鱗試料はオス個体でV, Mo およびAsの濃度が体長と正の相関を示し、Na, Ca, Cr, Rb, Sr および Ba の濃度が体長と負の相関を示した($p < 0.05$ by Spearman's rank correlation test)。Na や Ca といった必須元素が成長とともに減少したことから、成長に伴う必須元素の希釈、または代謝などに利用されたことで濃度が減少したと考えられた。また、雌雄および成長に伴う蓄積の傾向から、As はオス個体で成長とともに鱗に蓄積し続けることで濃度が上昇したことが支持された。

今後の課題など

本研究で供されたモレットワニの非捕殺組織である爪、血液および鱗組織は検出された元素種や雌雄・成長の影響から異なる微量元素の蓄積特性が示された。このことから総合的なモニタリングを行う場合、単一の非捕殺組織のみを用いたモニタリングは不十分といえ、複数の組織を用いたモニタリングが必要であると結論された。

【引用文献】

- 1) Steen *et al.*, 2015, *Environmental Research*, 138, 38-48.
- 2) Hatje *et al.*, 2003, *Environment International*, 29, 629.
- 3) Buenfil-Rojas *et al.*, 2020, *Chemosphere*, 244, 125551.
- 4) Kocagöz *et al.*, 2014, *Toxicology Letters*, 230, 208-217.
- 5) Grillitsch & Schiesari, 2010, In *DW Sparling, G Linder, CA Bishop, SK Krest*, eds, *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*, 2nd ed. SETAC, Pensacola, FL, USA, pp 337-448.
- 6) Sherwin *et al.*, 2016, *Journal of Herpetology*, 50, 552-558.
- 7) 坂爪, 2024. 78pp 修士論文, 東京農工大学.