

SⅡ-1-3 希少鳥類に免疫抑制を引き起こす鉛汚染の実態把握及び鳥インフルエンザ発生との関連性解明 (JPMEERF18S20130)

＜研究実施機関＞

平成30年度～令和3年度

＜研究代表機関＞

国立研究開発法人国立環境研究所

＜研究代表者＞

大沼学(サブテーマ1)

＜研究分担機関＞

北海道大学(サブテーマ2)

(株)猛禽類医学研究所(サブテーマ3)

サブテーマ1:生態ニッチモデリングを活用した希少鳥類鉛汚染リスク評価

サブテーマ2:希少鳥類の鉛汚染影響把握に必要な基盤技術開発

サブテーマ3:希少鳥類の鉛汚染実態把握を行うための効率的な
全国サーベイランス技術の開発

1. はじめに(研究背景等)

北海道

1996年以降、猛禽類で鉛中毒が発生

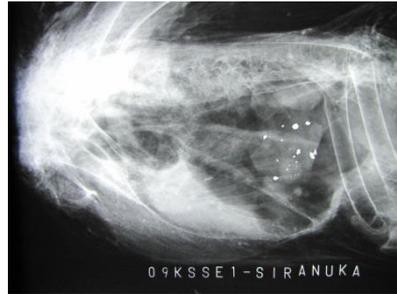
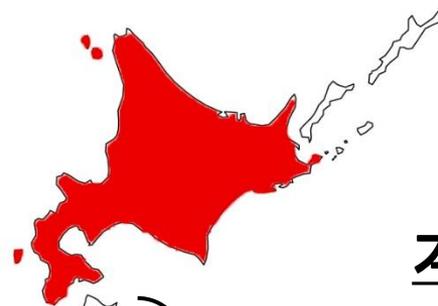


Photo by IRBJ

2000年
エゾシカ猟における鉛ライフル弾の使用規制

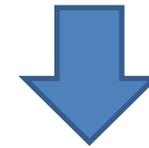
2004年
大型獣の狩猟における鉛ライフル弾鉛散弾の使用禁止

2014年
エゾシカ猟時の鉛弾所持の禁止



本州以南

情報は少ない。イヌワシ13羽中2羽の肝臓で鉛中毒・鉛曝露レベルの濃度を検出(Ishii *et al.* 2017)



鉛銃弾の規制は限定的



1. はじめに(研究背景等)

抜本的な鳥獣捕獲強化対策(平成25年12月環境省・農林水産省策定)

目標:シカ・イノシシの生息頭数を10年後(平成35年度)までに半減

シカ:325万頭(2011年度) → 160万頭(2023年度)

イノシシ:88万頭(2011年度) → 50万頭(2023年度)

農林水産省

★ホーム ▲サイトマップ □このサイトの使
🔍 サイト内検索 [検索] 文字サイズ変更 []

農林水産省について 組織・政策 報道・広報 統計情報 ご意見・お問い合わせ

ホーム > 報道・広報 > aff(あふ) 最新版 > aff(あふ) /バックナンバー-2015年 > 15年12月目次 > 特集 野生鳥獣と向き合う(3)
特集 野生鳥獣と向き合う(3)
[Part2 対策] ストップ! 鳥獣被害 被害防止に向けた活動が全国で進められています

前のページ 次のページ

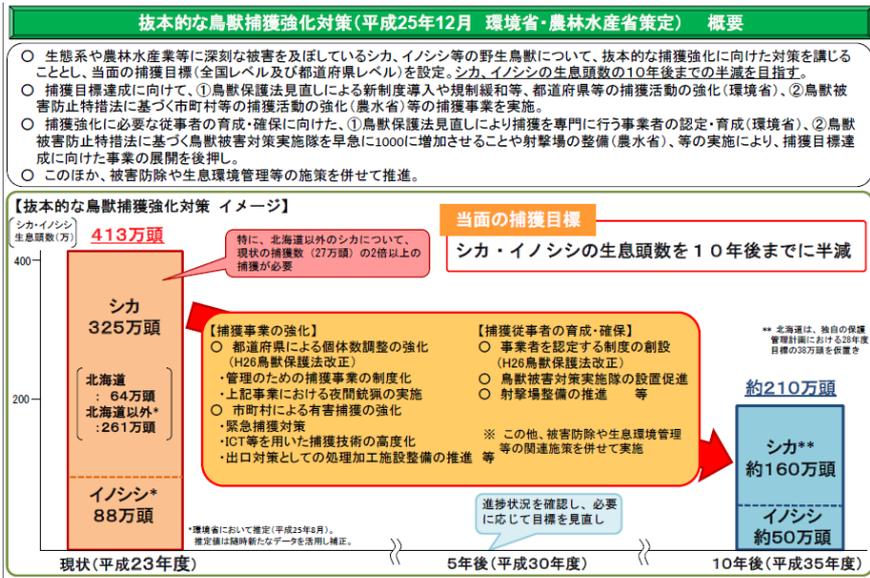
増え続ける野生鳥獣にどう向き合っていくのか、捕獲強化などの抜本的な取り組みが、全国各地で展開されています。



目標 シカ・イノシシの生息頭数
サルの加害群数
10年後までに半減

シカとイノシシは平成35年度までに約210万頭へ、
サルは被害を及ぼす群れの数の半減を目指しています

http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1512/spe1_03.html

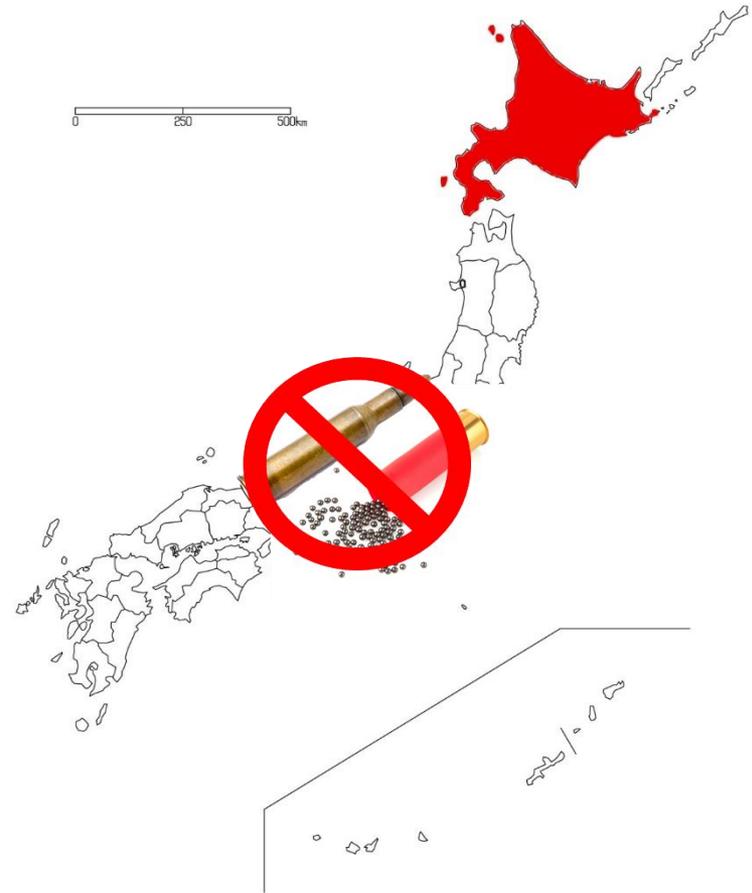


http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/pdf/h2803_meguji_zentai2.pdf

3. 研究目標(全体目標)

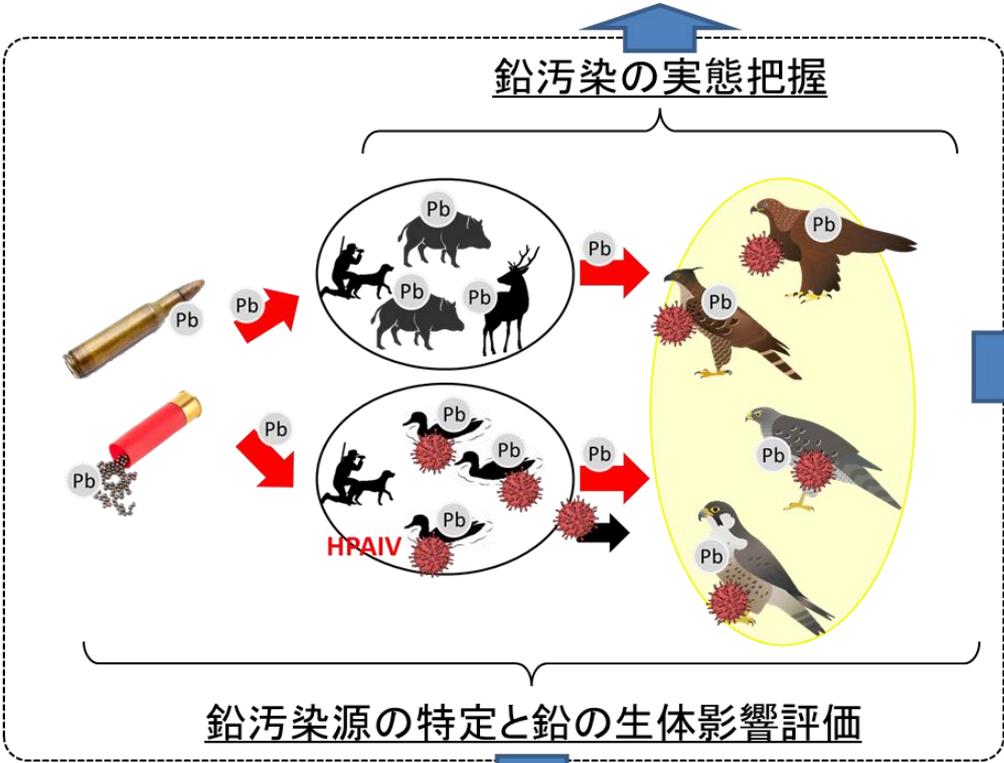
本州以南における猛禽類の鉛製銃弾等を介する鉛汚染状況の実態を把握するとともに、鉛製銃弾使用による猛禽類への直接的(特に**鉛中毒の発症**)および間接的なリスク(特に**高病原性鳥インフルエンザウイルスに対する感受性の変化**)を明らかにする。

最終的には、鉛中毒や低濃度の鉛汚染が個体群に影響を与える可能性が高い地域を特定し、アウトカムとして**鉛製銃弾等の使用規制を優先的に実施すべき地域について政策提言を行う。**



4. 研究開発内容

サブテーマ(3)
希少鳥類の鉛汚染実態把握を行うための
効率的な全国サーベイランス技術の開発
担当: 猛禽類医学研究所



サブテーマ(1)
生態ニッチモデリングを活用した
希少鳥類鉛汚染リスク評価
担当: 国立環境研究所

総合的なリスク評価
(鉛汚染+HPAIV)



サブテーマ(2)
希少鳥類の鉛汚染影響把握に必要な
基盤技術開発
担当: 北海道大学

5. 研究成果 5-1. 成果の概要

実態把握

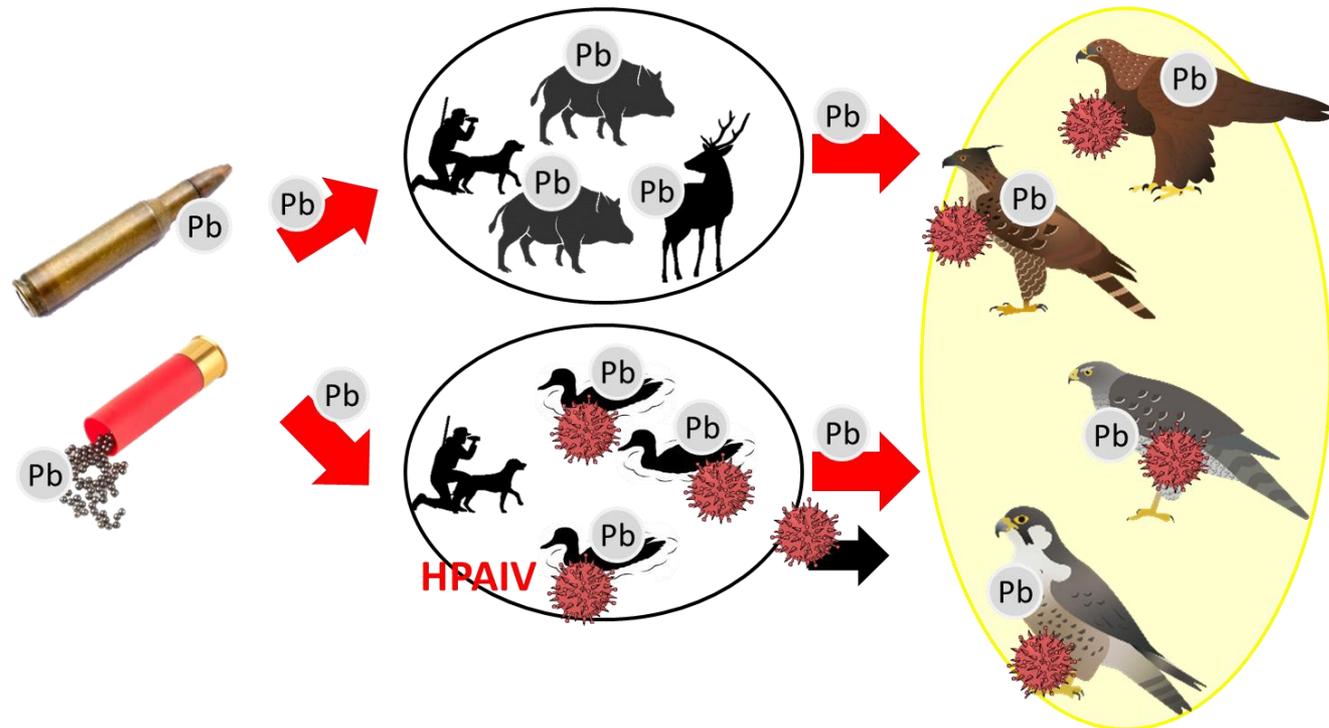
すでに報告されているイヌワシに加え、クマタカ、ハヤブサ、オオタカが本州以南で鉛製銃弾を介して鉛に曝露されていることを確認した。

生体影響

鳥類でも δ -ALAD活性が鉛曝露の指標となることを確認した。また、鉛曝露で免疫系遺伝子の発現が抑制されることを証明した。

リスク評価

リスク評価: 鉛曝露の高リスク地域を具体的に示し、その地域における高病原性鳥インフルエンザの発生との関連性を解析した。



本州以南における猛禽類の鉛曝露状況の把握

狩猟残滓への嗜好性が高いクマタカを対象に山梨県にて生体捕獲調査を実施

→2019年に捕獲したクマタカ4羽のうち1羽に鉛中毒を確認、

2020年に捕獲したクマタカ2羽のうち1羽に高濃度鉛曝露を確認

リング#	齢	捕獲日	捕獲地	血中鉛濃度 (mg/L)	備考
14C0989	幼鳥	2019年1月13日	山梨県A地点	0.02	
14C0990	成鳥	2019年1月18日	山梨県A地点	High	治療後、ロガーを装着し放鳥
14C0994	成鳥	2019年12月5日	山梨県A地点	0.09	GPS送信機装着
14C0989	亜成鳥	2019年12月6日	山梨県A地点	Low	GPS送信機装着
14C0997	成鳥	2020年1月16日	山梨県B地点	0.059	
未標識	成鳥	2020年1月16日	山梨県B地点	0.407	1月21日落鳥



捕獲したクマタカ

血液において鉛安定同位体比による鉛由来を推定

→鉛散弾と鉛ライフル弾、両者の可能性が考えられた

レントゲン検査で被弾を確認、摘出した鉛散弾の鉛安定同位体比を分析

→被弾散弾と血中の鉛の由来は一致せず、

鉛弾を経口摂取したことによる曝露と推察された



レントゲン検査にて確認された被弾(矢印)



鉛中毒のクマタカ(0990)



鉛曝露のクマタカ(未標識)

猛禽類の鉛汚染ルート：狩猟残滓からの鉛汚染

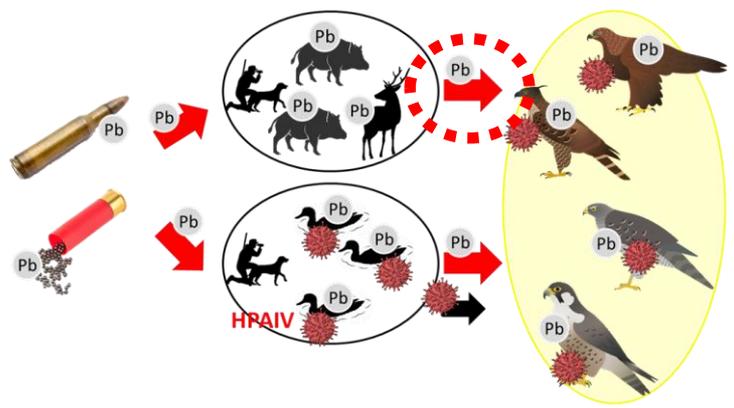


Photo by IRBJ

猛禽類の鉛汚染ルート：狩猟残滓からの鉛汚染

クマタカの行動解析による鉛汚染ルートの解明

GPS送信機を装着し、放鳥

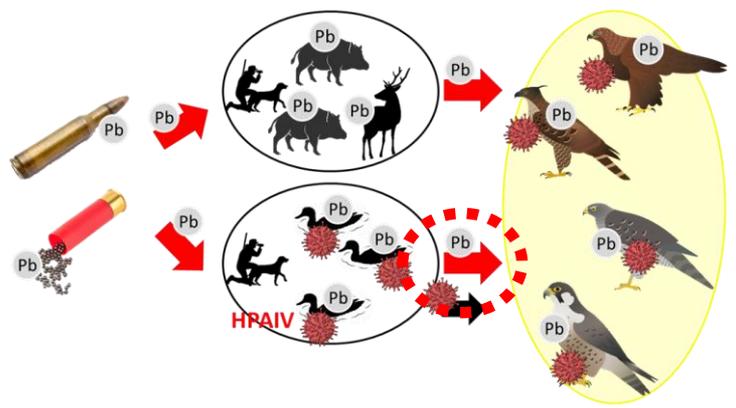
→亜成鳥が河川敷に放置された**狩猟残滓**を採食していたことを示唆



射止められた鳥獣体内における鉛弾の残存傾向

ニホンジカ 肝臓 N=25 元素(Cu, Zn, As, Cd, Pb)濃度を測定
→Pb 0.005~0.034 mg/kg 湿重量、**鉛汚染を確認せず**

猛禽類の鉛汚染ルート: 野生カモ類からの鉛汚染



猛禽類の鉛汚染ルート: 野生カモ類からの鉛汚染

- 宮内庁鴨場にて捕獲したオナガガモ(N=6)のGPS追跡
→ **6羽中4羽が猛禽類に捕食**された可能性が高い

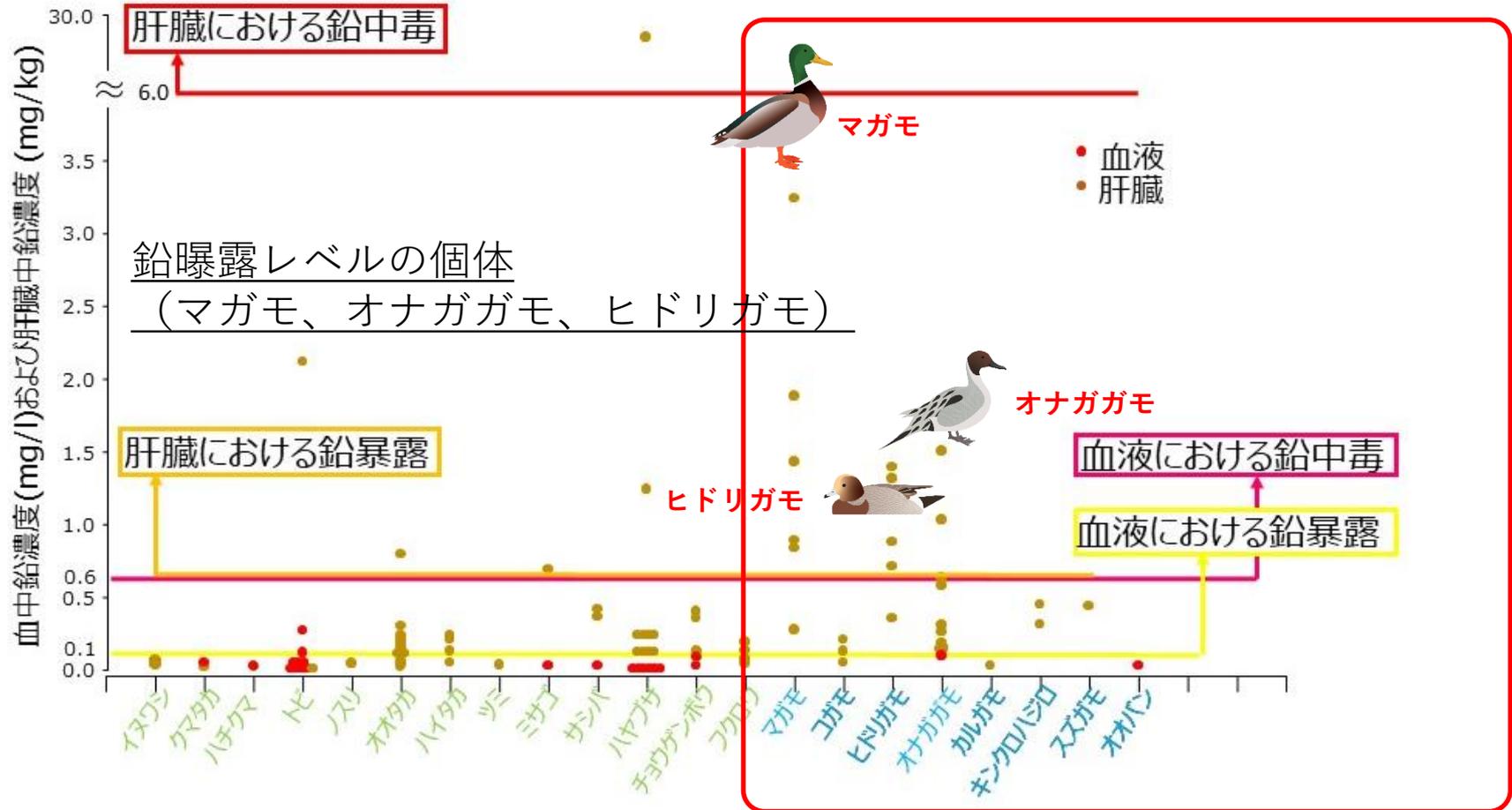


猛禽類の鉛汚染ルート：野生カモ類からの鉛汚染

本州以南における傷病収容された猛禽類や水鳥の血液、死体の分析

水鳥28羽の血液や肝臓の鉛濃度を測定

→ **12羽(42.8%)の高濃度鉛汚染を確認**



肝臓中鉛濃度(乾燥重量)： 0.6 mg/kg ≤ 鉛暴露 < 6.0 mg/kg ≤ 鉛中毒
 血液中鉛濃度(湿重量)： 0.1 mg/l ≤ 鉛暴露 < 0.6 mg/l ≤ 鉛中毒

猛禽類の鉛汚染ルート：野生カモ類からの鉛汚染

生体捕獲したカモ類の血中鉛濃度を測定

宮内庁鴨場：「埼玉鴨場」（埼玉県越谷市）、「新浜鴨場」（千葉県市川市）で合計309羽を捕獲。

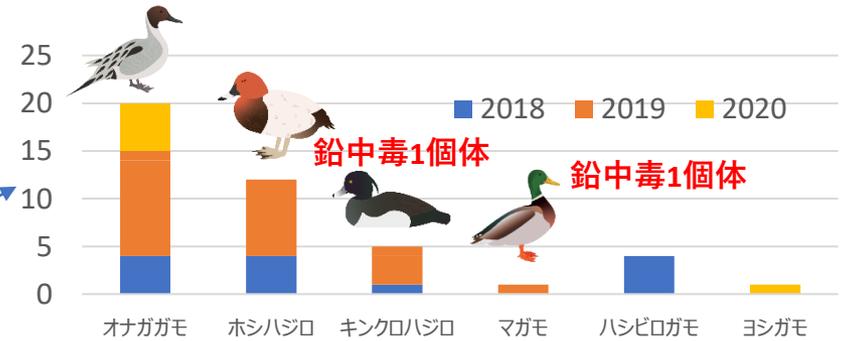
43個体で高濃度の鉛汚染を確認。

鉛中毒レベルの汚染が確認されたのはオナガガモ、マガモ、キンクロハジロ



	捕獲羽数		鉛汚染確認数		鉛汚染率
	埼玉県	千葉県	埼玉県	千葉県	
2019年2月	47	42	7	6	14.6%
2020年2月	92	43	16	8	17.8%
2020年11月	26	59	0	6	7.0%
計	165	144	23	20	
捕獲総数	309	鉛汚染確認数	43	13.9%	

鉛中毒1個体



高濃度鉛汚染が確認された種および羽数

銃による捕獲が実施されていない地域でもカモ類の鉛汚染を確認

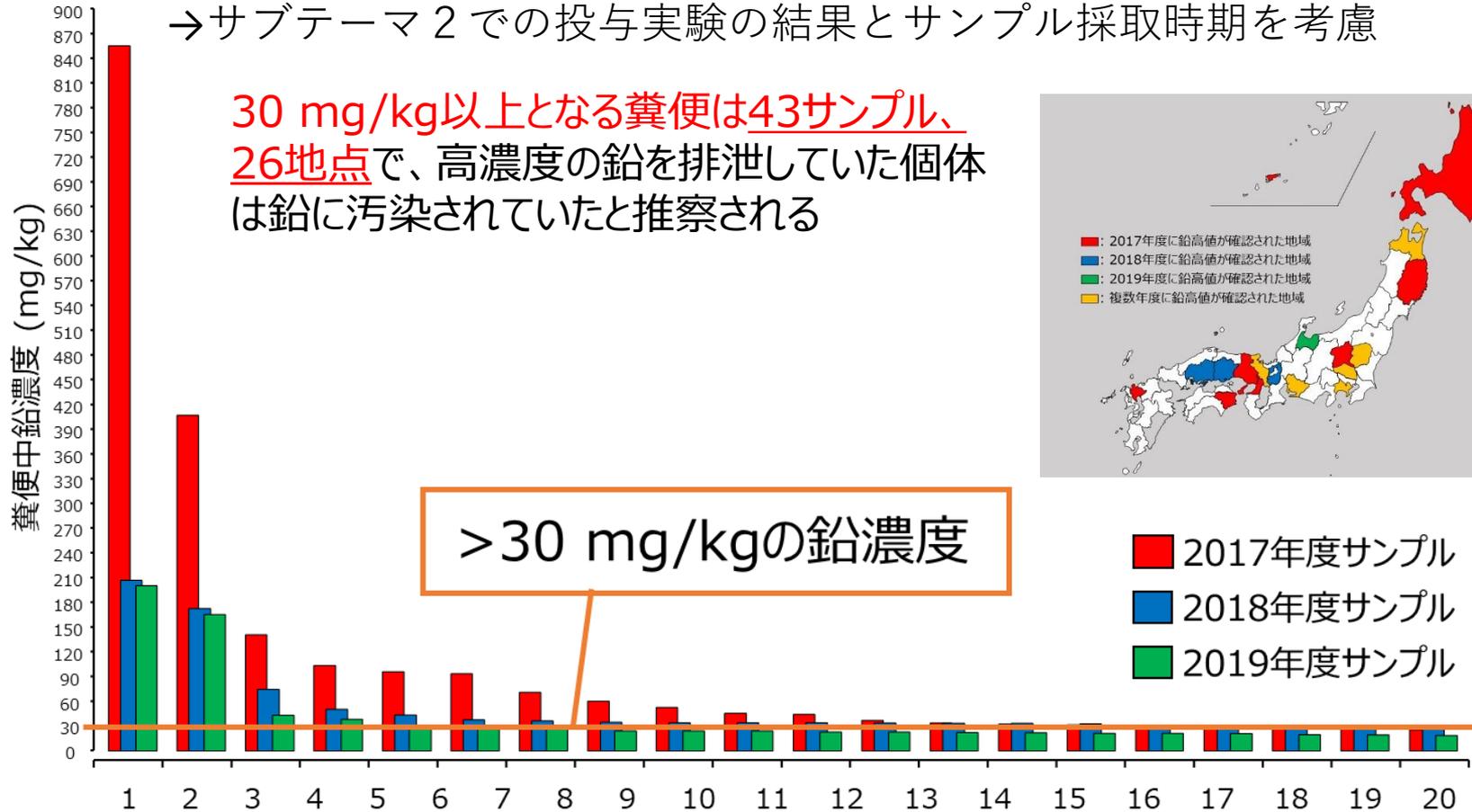
猛禽類の鉛汚染ルート：野生カモ類からの鉛汚染

環境省鳥インフルエンザ調査-糞便採取調査において収集されたサンプルの分析
(2017年 N=500、2018年 N=523、2019年 N=531)

鉛曝露個体のcut-off値を30 mg/kgに設定

→サブテーマ2での投与実験の結果とサンプル採取時期を考慮

30 mg/kg以上となる糞便は43サンプル、
26地点で、高濃度の鉛を排泄していた個体
は鉛に汚染されていたと推察される

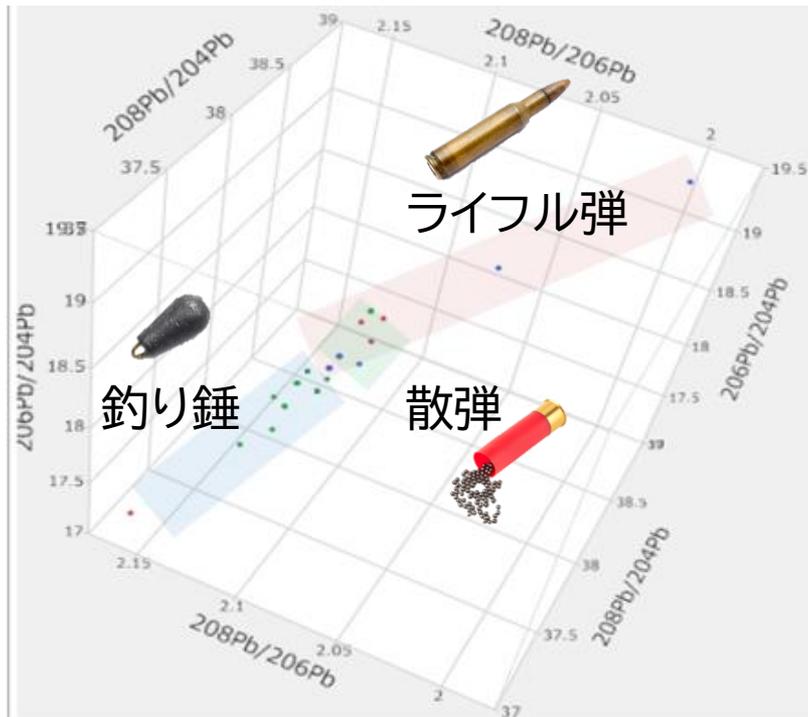


各年度の測定値上位20検体の濃度

特に高濃度だった13検体について鉛汚染源を調査

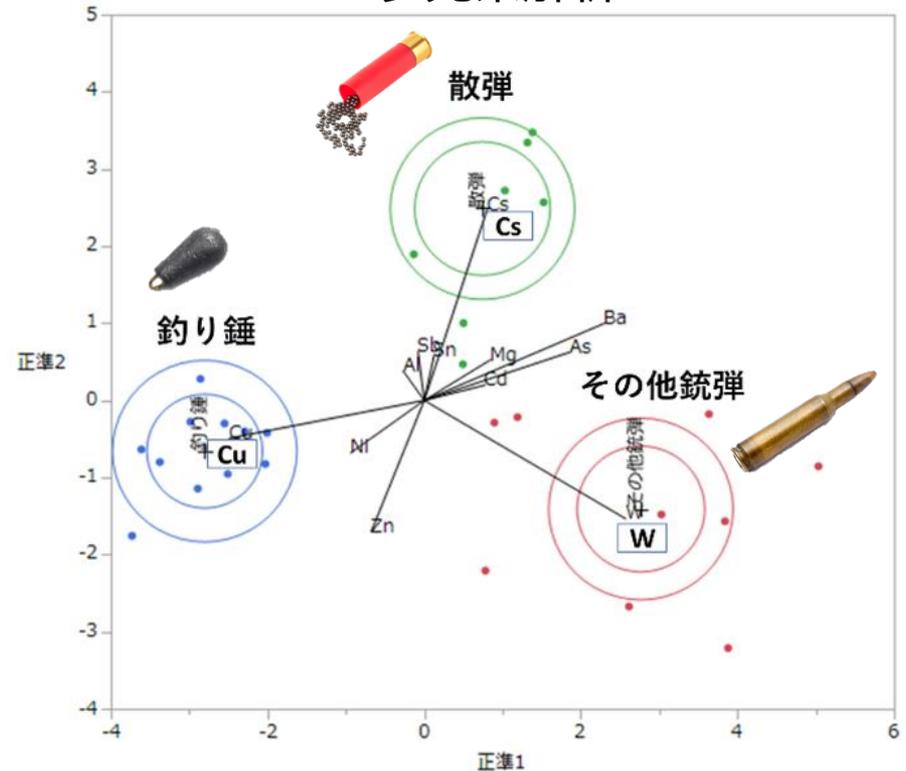
多元素分析/同定体による汚染源同定

鉛同位体比による同定



一定程度、鉛の由来を同定可能
血液などの生体試料にも適用可

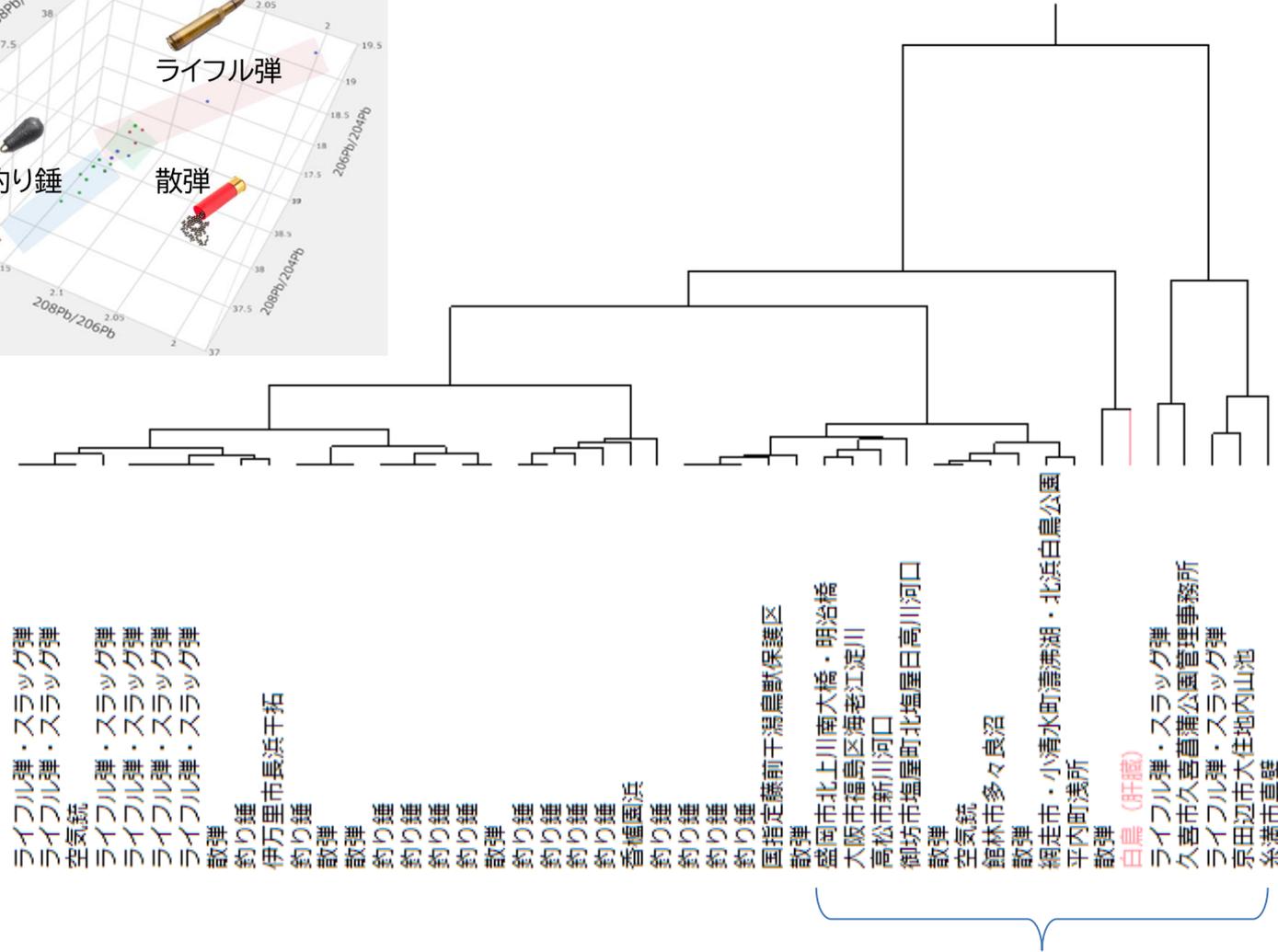
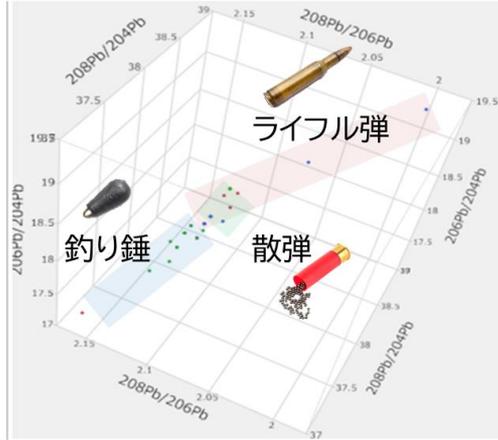
多元素解析



国内で使用されている鉛製品の分類可
胃内の鉛断片などに適用可

猛禽類の鉛汚染ルート: 野生カモ類からの鉛汚染

鉛同位体比による同定



13検体中11検体が鉛製銃弾による汚染

5. 研究成果 5-1. 成果の概要

実態把握

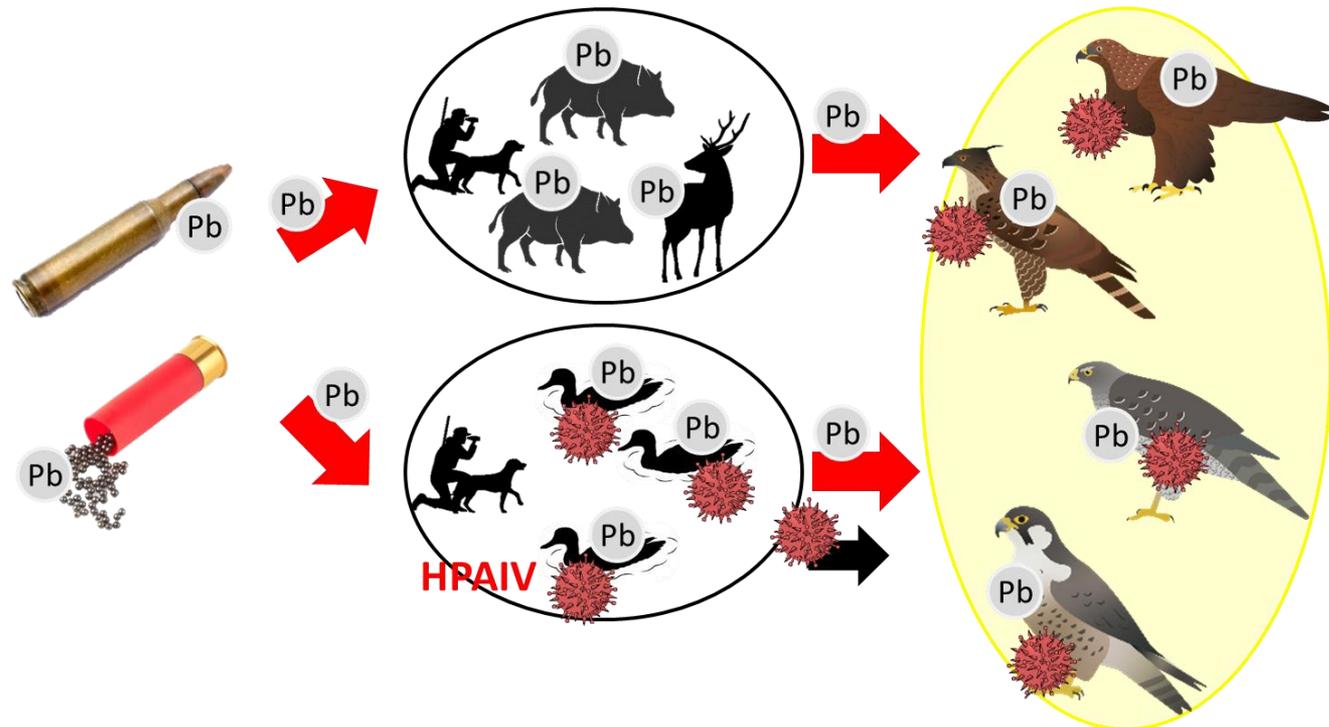
すでに報告されているイヌワシに加え、クマタカ、ハヤブサ、オオタカが本州以南で鉛製銃弾を介して鉛に曝露されていることを確認した。

生体影響

鳥類でも δ -ALAD活性が鉛曝露の指標となることを確認した。また、鉛曝露で鳥類の免疫系遺伝子の発現が抑制されることを証明した。

リスク評価

リスク評価：鉛曝露の高リスク地域を具体的に示し、その地域における高病原性鳥インフルエンザの発生との関連性を解析した。

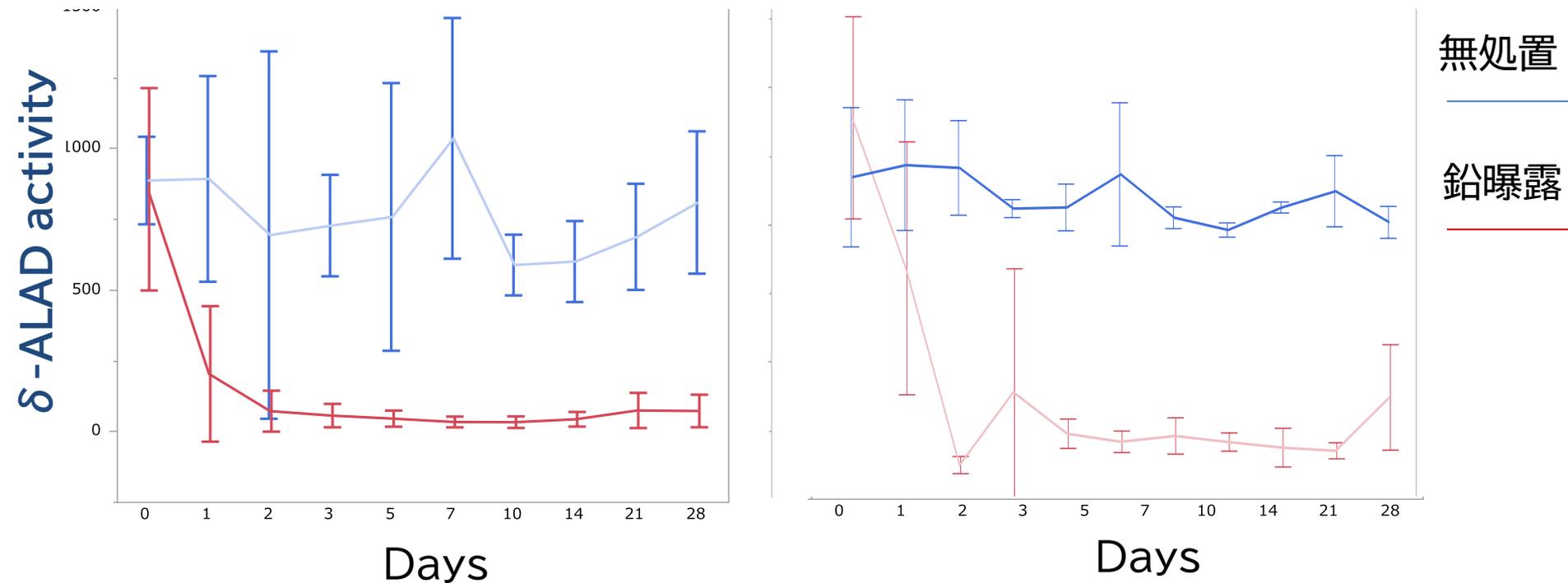


鉛曝露の生体影響評価： δ -ALAD活性

ALADは δ -アミノレブリン酸脱水酵素、ヘム合成に必要な酵素

カモ

トビ



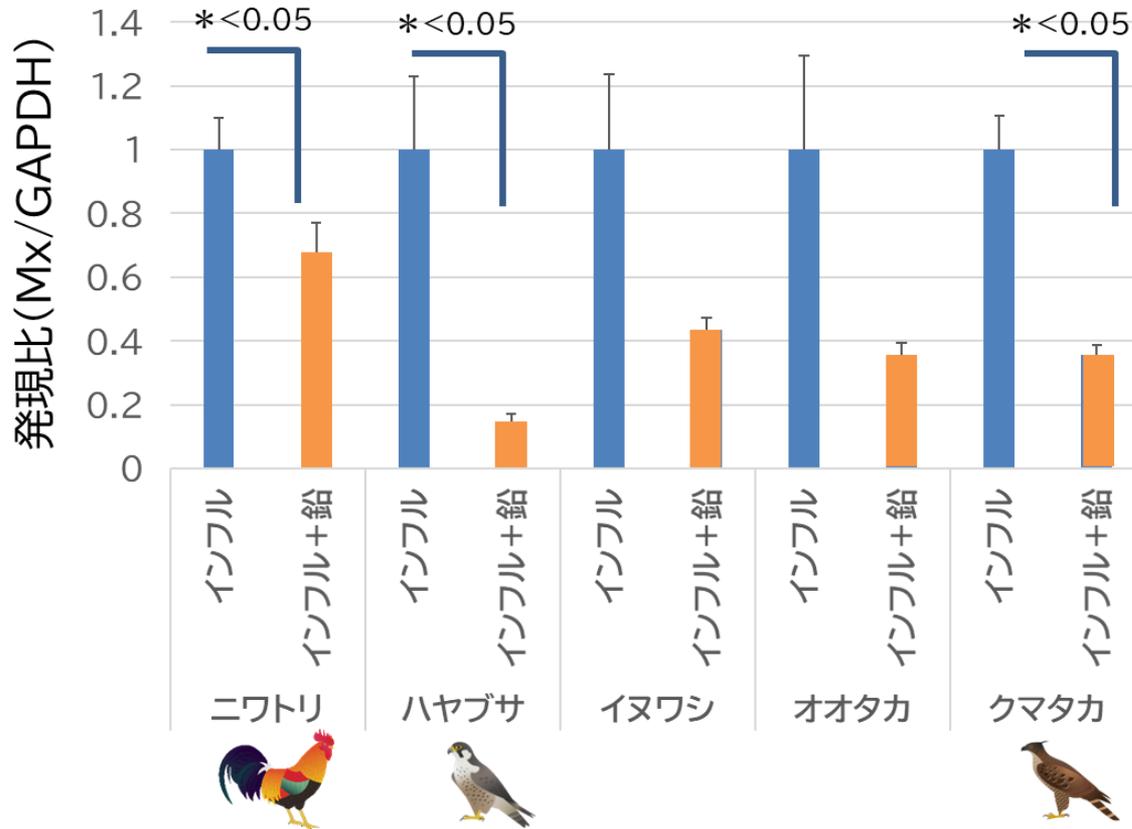
低濃度(実際にあり得る鉛曝露状況)でも両種において曝露後に速やかに減少



種をまたいで実際の環境下での鉛曝露のマーカーとして有用

鉛曝露の生体影響評価: 免疫系への影響評価

Mx遺伝子発現への影響



Mx遺伝子はインフルエンザウイルスの増殖を抑制する

■ 鳥インフルエンザ感染
■ 鳥インフルエンザ感染+Pb

鉛の曝露でMx遺伝子の発現が抑制され、**ウイルスが増殖しやすくなる**可能性がある

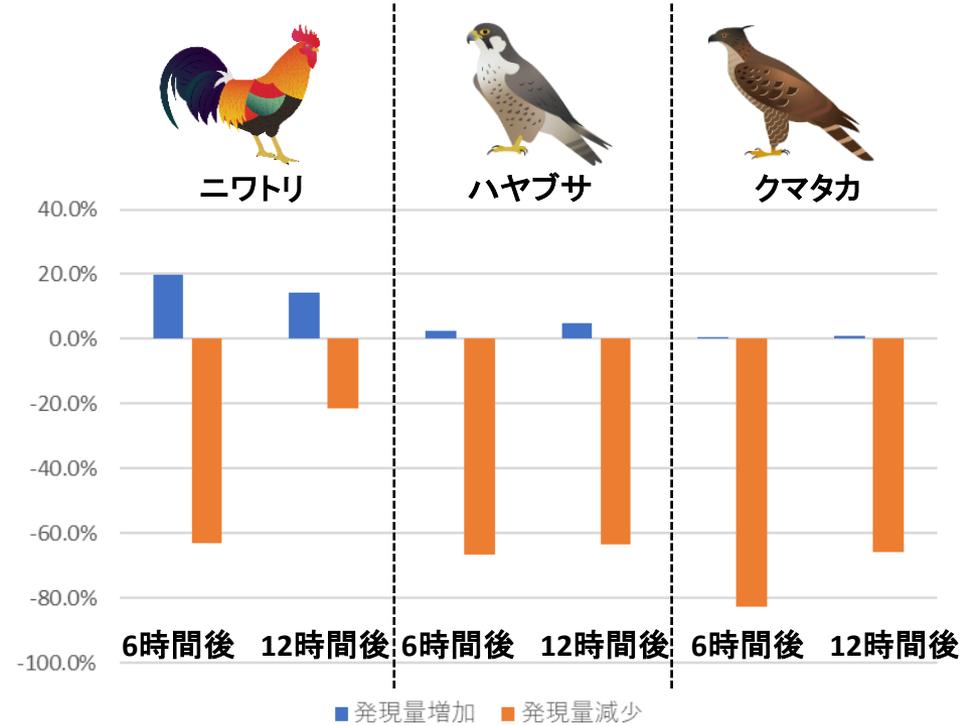
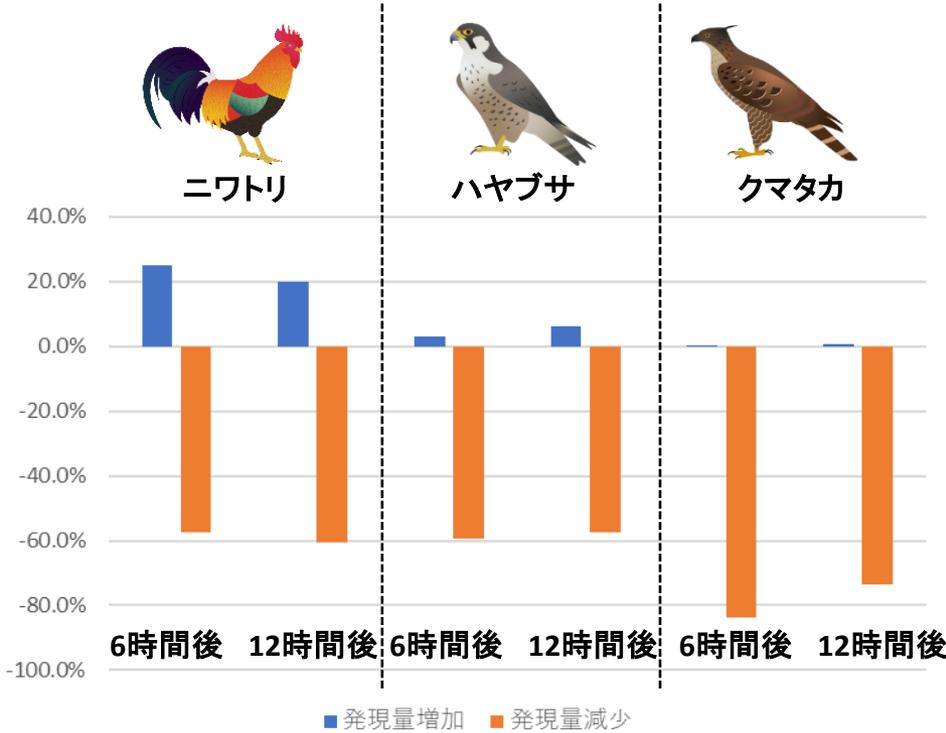
ニワトリ、ハヤブサ、クマタカで有意に減少→網羅的な遺伝子発現解析

鉛曝露の生体影響評価：免疫系への影響評価

鉛曝露によるウイルス感染時の遺伝子発現への影響

鉛添加で発現量が変化した遺伝子の割合
(全遺伝子)

鉛添加で発現量が変化した遺伝子の割合
(免疫関連遺伝子のみ)



鳥類では鉛の曝露での遺伝子(免疫関連を含む)の発現が抑制されることを細胞レベルで確認

5. 研究成果 5-1. 成果の概要

実態把握

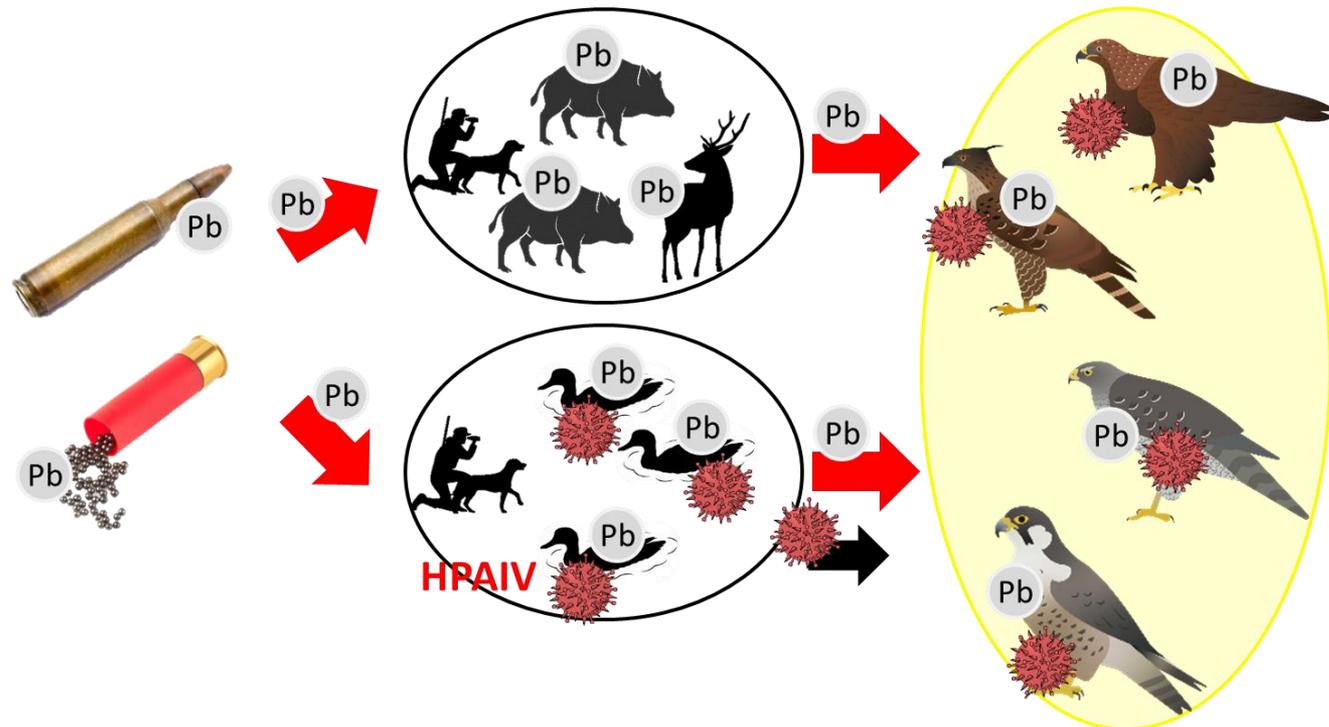
すでに報告されているイヌワシに加え、クマタカ、ハヤブサ、オオタカが本州以南で鉛製銃弾を介して鉛に曝露されていることを確認した。

生体影響

鳥類でも δ -ALAD活性が鉛曝露の指標となることを確認した。また、鉛曝露で免疫系遺伝子の発現が抑制されることを証明した。

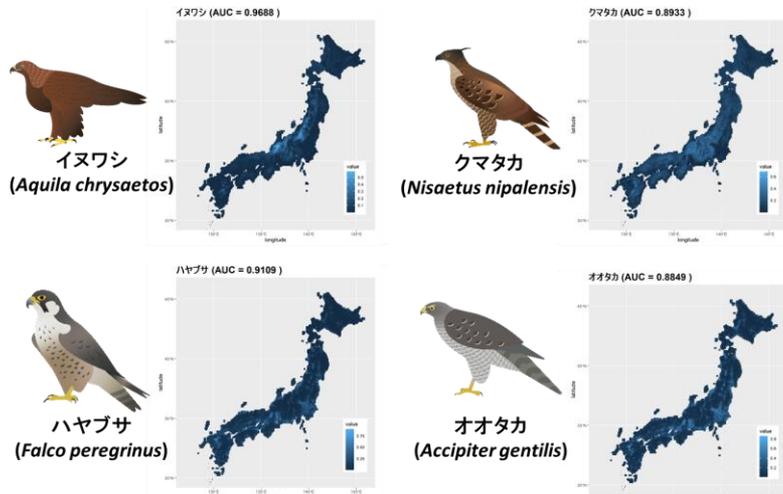
リスク評価

リスク評価: 鉛曝露の高リスク地域を具体的に示し、その地域における高病原性鳥インフルエンザの発生との関連性を解析した。



猛禽類における鉛曝露リスクの可視化

猛禽類の最適生息域の推定

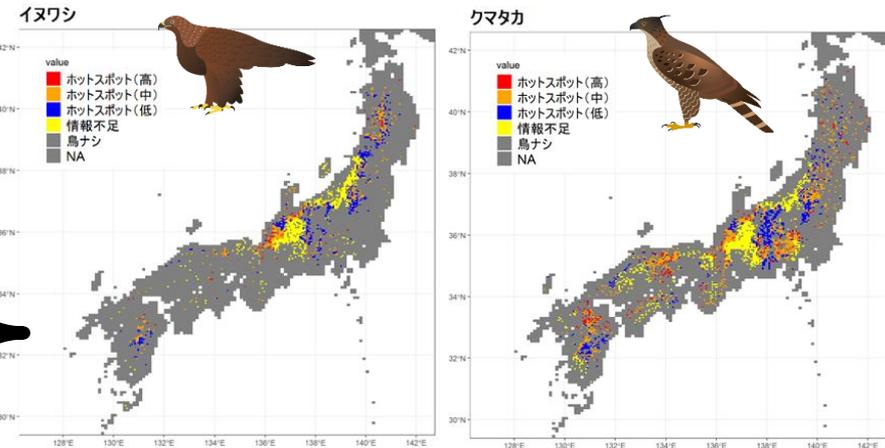


鉛曝露ホットスポットの特定

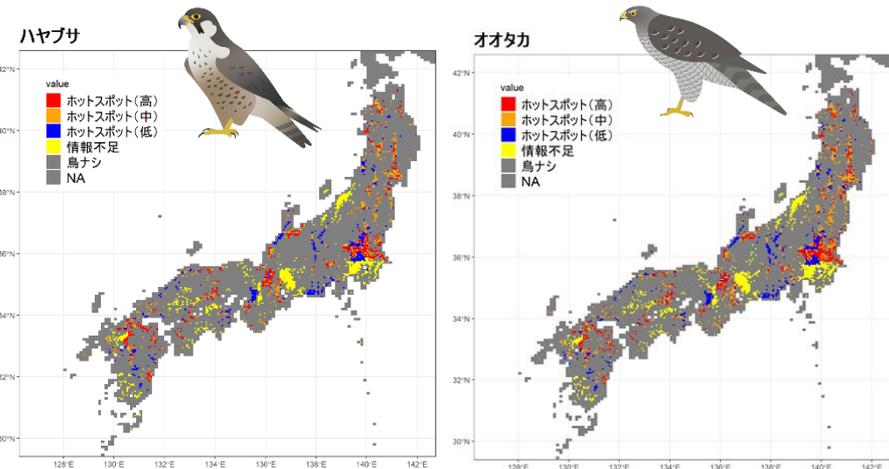
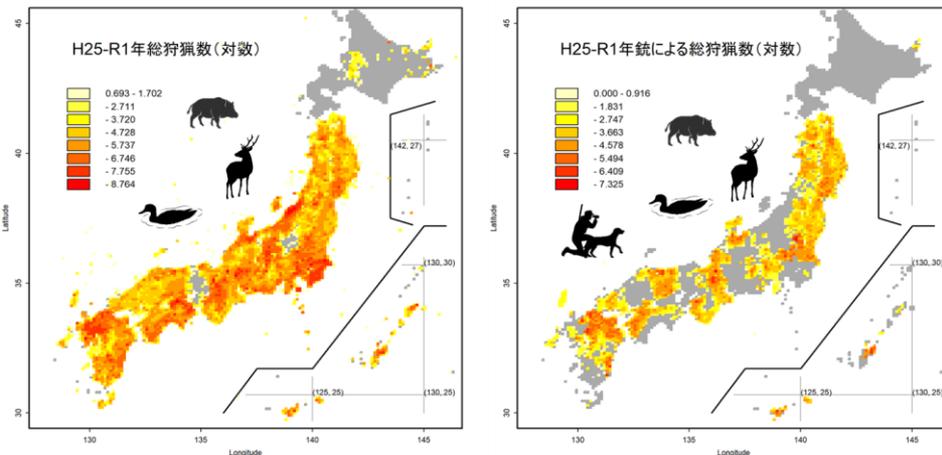
生息域でかつ狩猟数が多い
(赤～オレンジの部分)



特に鉛に曝露されやすい地域



狩猟実施地域の可視化



猛禽類における鉛曝露リスクの可視化

鉛曝露ホットスポットが猛禽類各種分布地点に占める比率

種名	ホットスポット 高(%)	ホットスポット 中(%)	ホットスポット 低(%)	情報不足 (%)
イヌワシ	4.79	30.01	27.58	37.62
クマタカ	9.34	37.82	21.34	31.50
ハヤブサ	23.74	26.87	18.58	30.82
オオタカ	23.56	28.57	17.90	29.97
*トビ	23.79	29.49	16.81	29.90

*参考データ



トビ

53.28



オオタカ

52.13



ハヤブサ

50.61



クマタカ

47.16



イヌワシ

34.8

中～高の合計(%)

曝露リスク

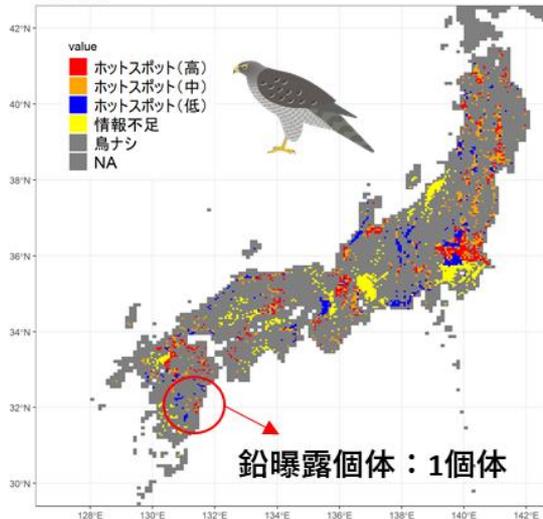
高

低

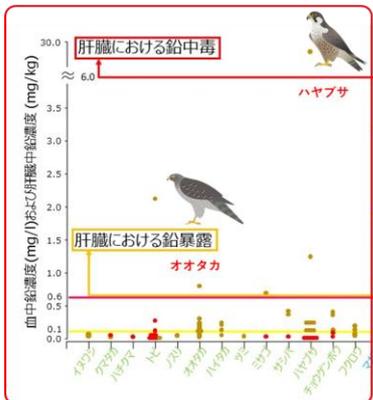
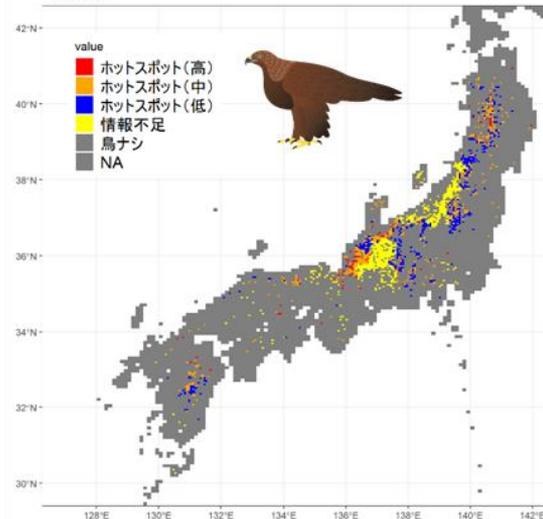
特にオオタカ、ハヤブサ、クマタカの生息地では狩猟数が多い
→鉛曝露リスクが高い

猛禽類における鉛曝露リスクの可視化

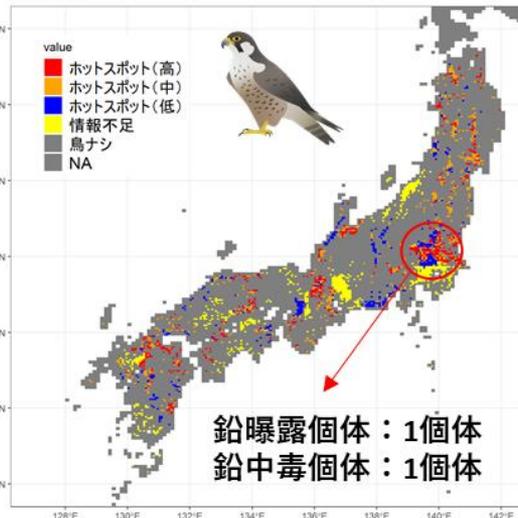
オオタカ



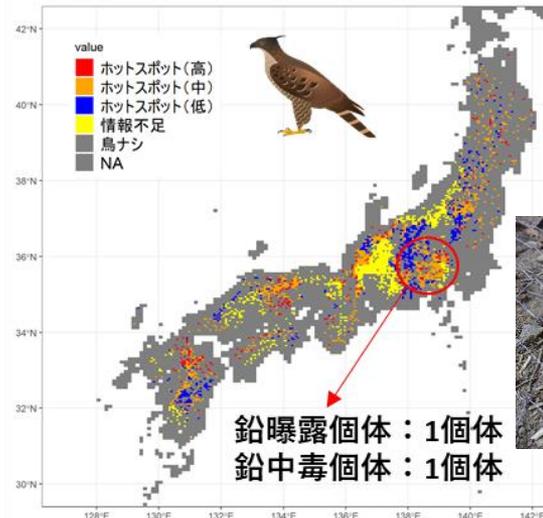
イヌワシ



ハヤブサ



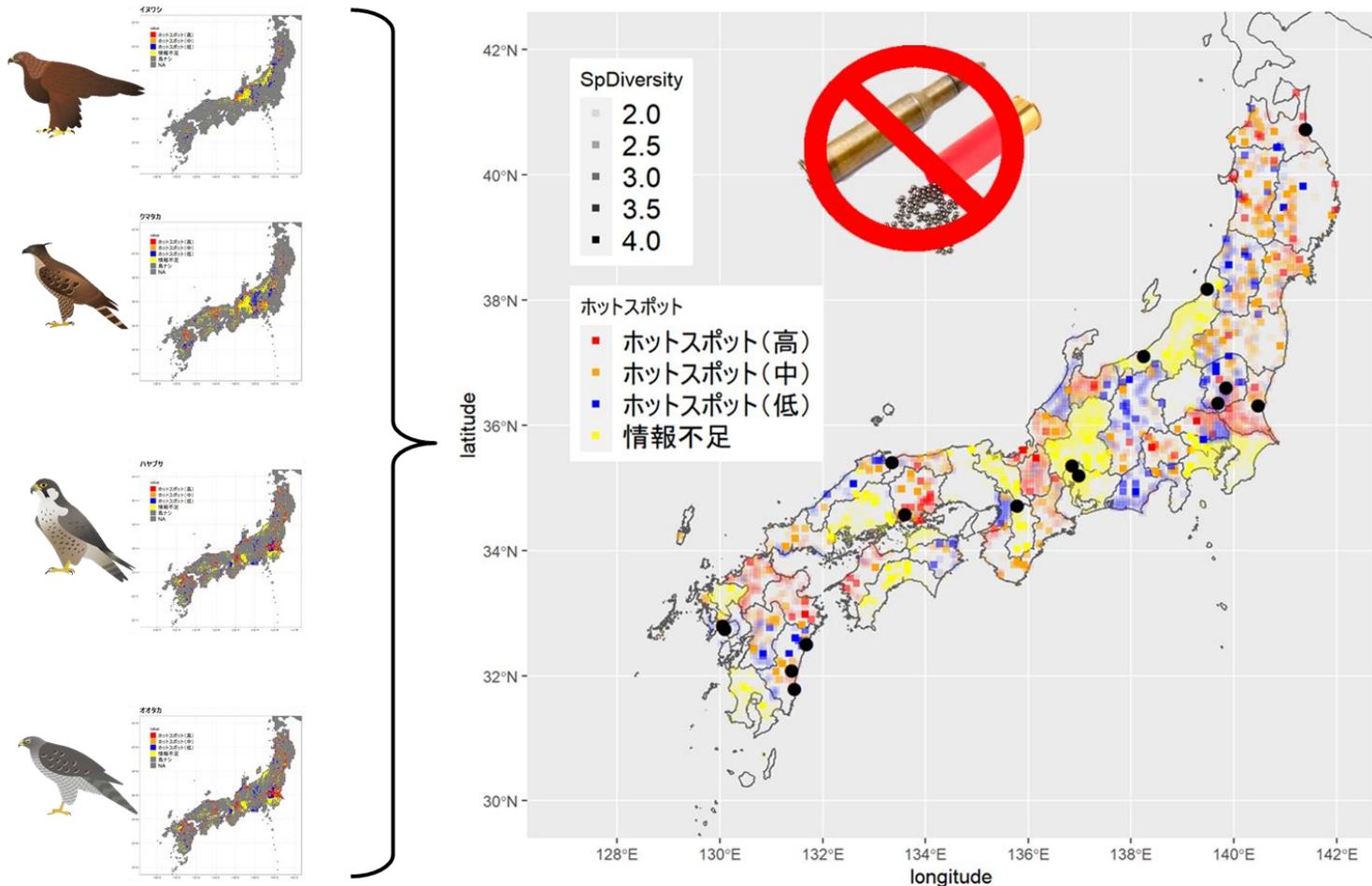
クマタカ



オオタカ、ハヤブサ、クマタカで実際に鉛曝露、鉛中毒個体を確認

猛禽類における鉛曝露リスクの可視化

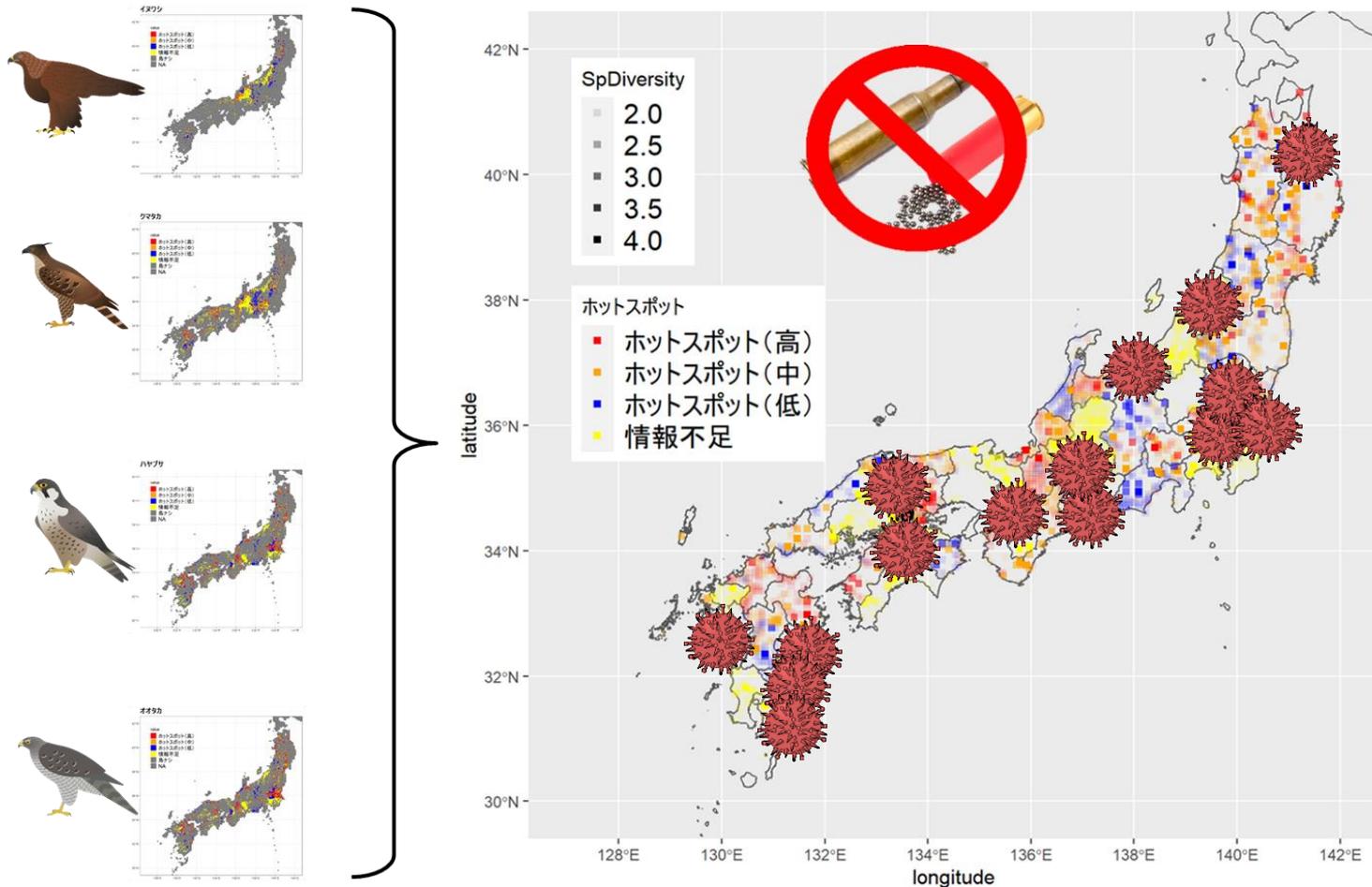
赤～オレンジの地域では猛禽類が鉛に曝露される危険性が高い



赤～オレンジの地域から優先的に鉛弾の規制を開始すべき

猛禽類における鉛曝露リスクの可視化

赤～オレンジの地域では猛禽類が鉛に曝露される危険性が高い

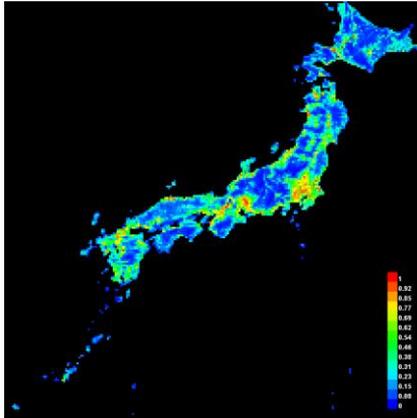


猛禽類からHPAIVが分離された地域では狩猟数が多い
→鉛曝露リスクが高いことが感染の要因になっている可能性がある
る(特に、ハヤブサ、クマタカ)

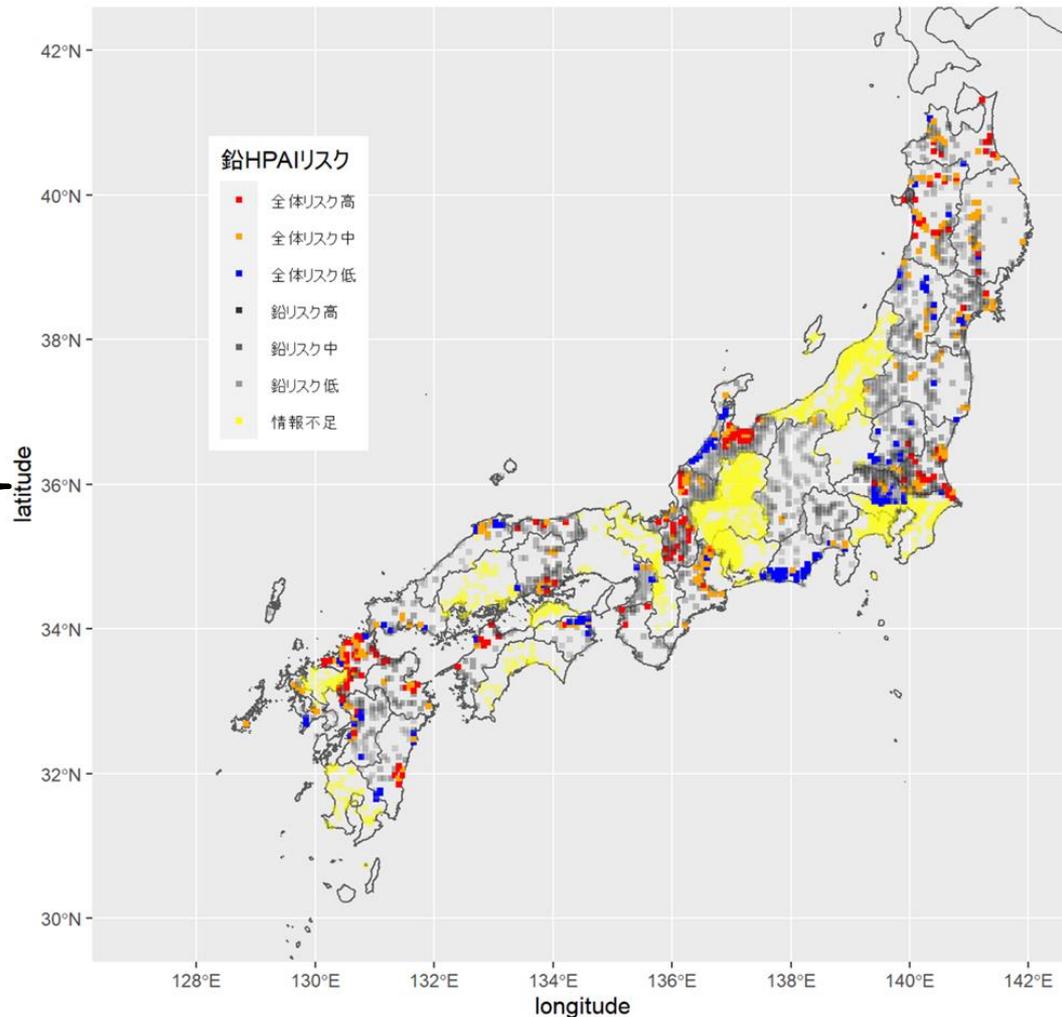
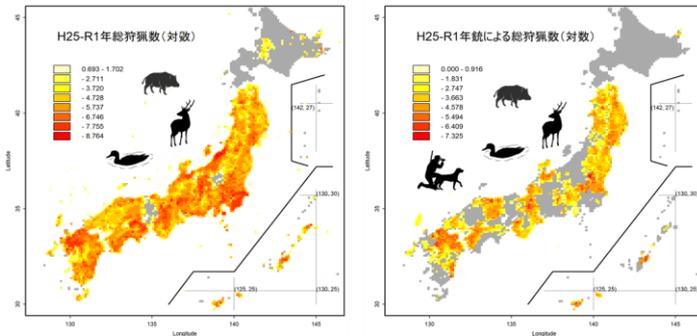
猛禽類における鉛曝露リスクの可視化

鉛曝露リスクを考慮した高病原性鳥インフルエンザリスクマップ

高病原性鳥インフルエンザリスクマップ



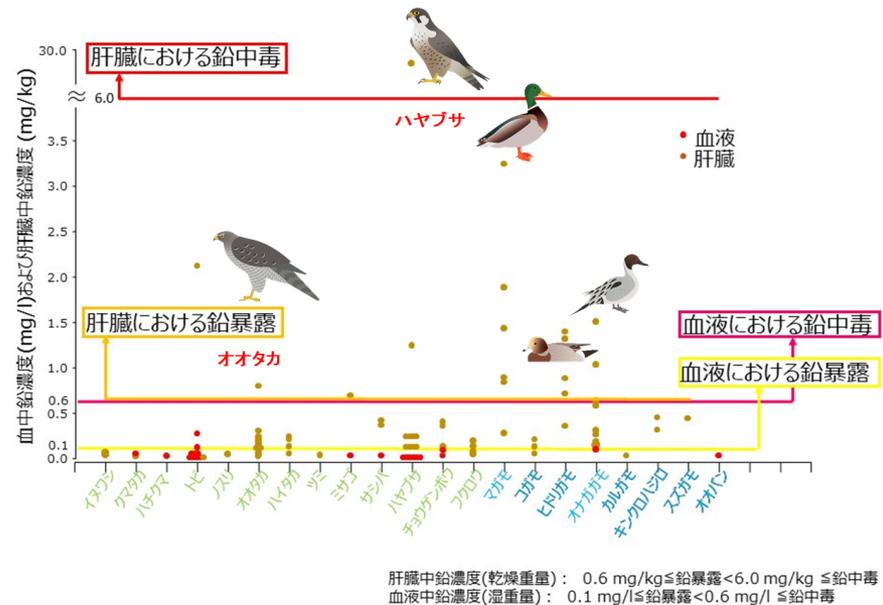
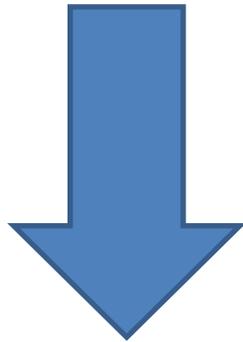
狩猟統計データ



赤～オレンジの地域では冬季間中、猛禽類の死亡事例の発生の監視を強化する必要がある。

5. 研究成果 5-2. 環境政策等への貢献

全国の猛禽類やカモ類の臓器等に蓄積する鉛濃度を分析し、北海道だけではなく、**本州にも鉛曝露、中毒個体**が発生していることを明らかにした。



2025年度から鉛弾の使用を段階的に規制し、2030年度までに野生鳥類の鉛中毒ゼロを目指す方針を環境省が表明する際の根拠資料として活用された(2021年9月10日発表)。

6. 研究成果の発表状況

査読付き論文（英文）	9件
査読付き論文に準ずる成果発表	0件
その他誌上発表（査読なし）	1件
口頭発表（学会等）	20件
「国民との科学・技術対話」の実施	8件
マスコミ等への公表・報道等	2件
本研究に関連する受賞	2件