

鉛汚染影響評価の手法の検討について

○今年度の達成目標、アウトプット

- ・鉛汚染評価のための個体群動態モデルの考え方を暴露経路ごとに作成する。
- ・モデルの考え方を踏まえた調査設計を作成する

○目標達成に向けた業務の進め方

事務局で個体群動態モデル案の検討


ヒアリングを通じて、個体群動態モデル、調査設計の検討

ヒアリングは林先生、赤坂先生に実施。

○おおよそのスケジュール

	12月	1月	2月	3月
ヒアリング	○	○	○	○
個体群動態モデル の検討				
調査設計の検討				
検討会・作業部会			○	○

全体設計

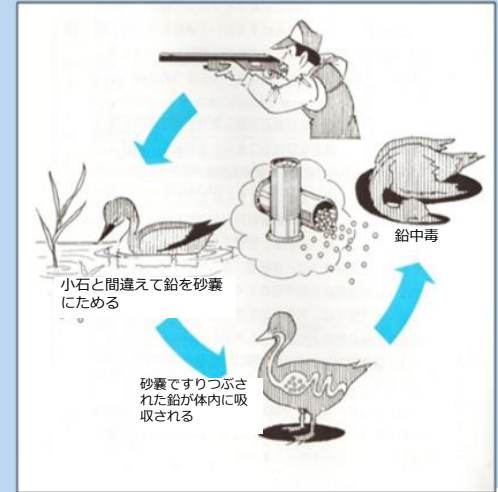
- 
- 2022～2024 鉛汚染の鳥類への影響評価のための
モデル地域でのサンプル採取、影響評価の実施
影響評価を踏まえたリスク管理対策の検討
 - 2025 モデル地域での影響評価の実施
評価結果によってモデル地域での規制の検討
 - 2025～ モデル地域でのBefore After Control Impact
(BACI) デザインでの評価を前提とした
モニタリングの実施
 - 2030～ 全国での鳥類での鉛中毒ゼロの実現
(必要な対策実施)

ワーストケースを想定したモデル地域で評価を実施し、全国での必要な対策について検討をしていく。

評価を想定する暴露経路

①カモ類など湖沼に生息する水鳥を対象とした系

- ・対象種：カルガモ等のカモ類
- ・対象地域：検討中



②カモ類を捕食する猛禽類を対象とした系

- ・対象種：ノスリ
- ・対象地域：検討中

③シカ残滓を摂食する猛禽類を対象とした系

- ・対象種：クマタカ
- ・対象地域：中部地方、近畿地方



調査地選定の考え方

- ①カモ類など湖沼に生息する水鳥を対象とした系
- ・カモ類、カモ類を捕食する猛禽類の捕獲が可能
 - ・周辺地域で一定の鉛弾の使用がある
(※釣り錘からの影響も考慮できるように留意)
 - ・過去に鉛汚染の個体が確認されている
 - ・継続的にモニタリングできる体制が構築可能
 - ・飛来個体数などモデルに使用するデータがある

- ②カモ類を捕食する猛禽類を対象とした系
- ①と同様

- ③シカ残滓を摂食する猛禽類を対象とした系
- ・クマタカの捕獲が可能
 - ・シカ（イノシシも含む）の残滓があることが想定される
 - ・過去に鉛汚染の個体が確認されている
 - ・継続的にモニタリングできる体制が構築可能
 - ・つがい数などモデルに使用するデータがある

暴露経路ごとの影響評価の考え方(湖沼の水鳥)

(経路1) 湖沼中の散弾の誤飲

- 暴露経路：湖沼中で誤飲した鉛製銃弾（散弾）
- 評価対象：水鳥（カモ類）
- 目的：鉛製銃弾に起因する鉛汚染による水鳥の種又は個体群への影響
- 生態学的関連性：消化促進のため水鳥が砂嚢にため込む小石（グリット）と誤り、鉛製銃弾を飲み混むこと
- 想定される管理（Impact）：湖沼及び周辺地域における鉛製銃弾（散弾）の使用規制
- 評価方法：個体群動態モデル作成し、規制前後での動態を評価（BACIデザイン）



暴露経路ごとの影響評価の考え方(湖沼の水鳥)

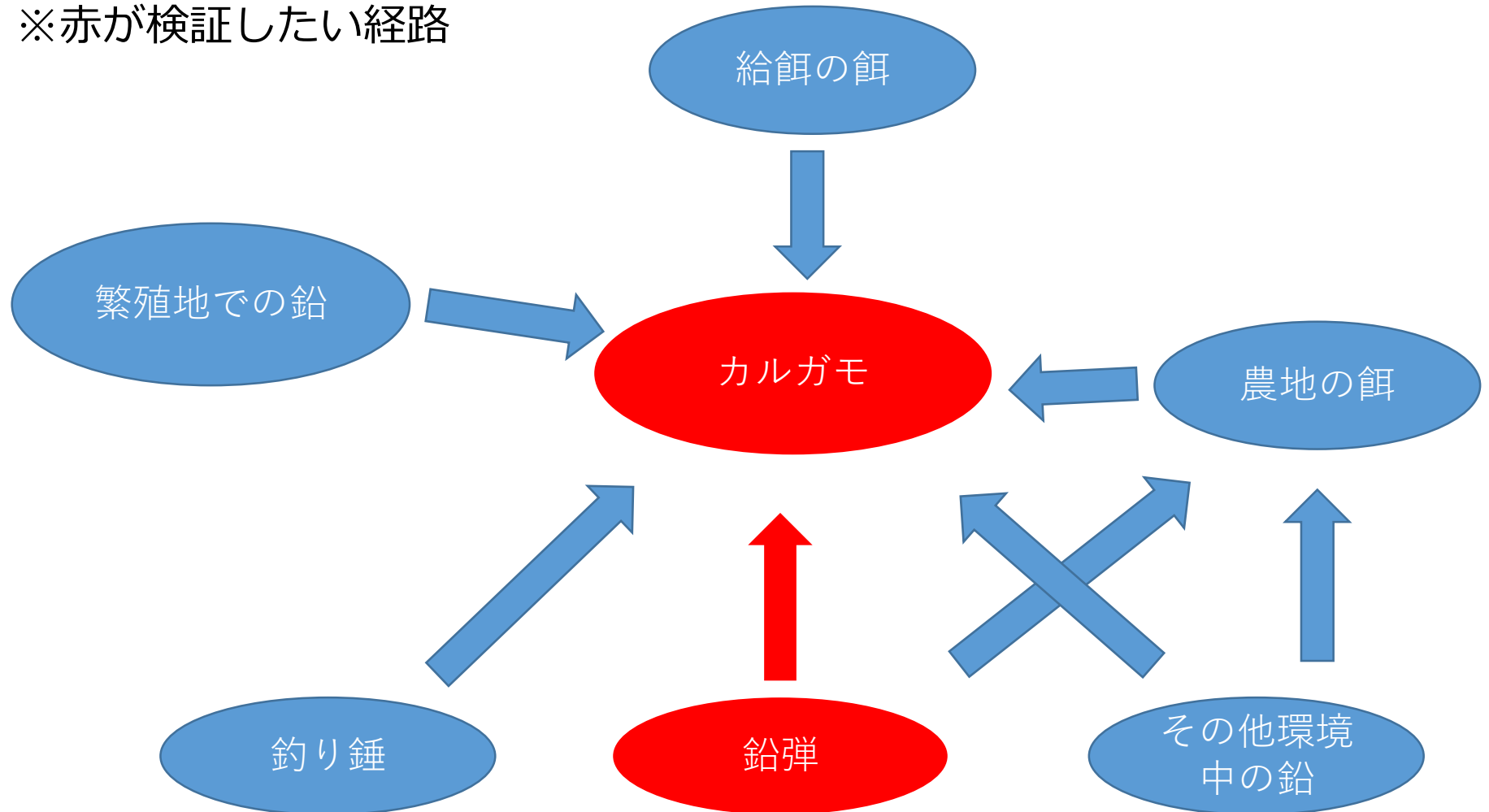
(経路1) 湖沼中の散弾の誤飲

スケジュール	実施内容
2022~2024	<ul style="list-style-type: none">・ Impact前後の影響評価を想定の上、必要なサンプルサイズを確保可能な調査区域、カモ類捕獲数を設定・ カモ類の捕獲・鉛濃度分析調査を実施。・ 鉛弾の堆積状況についても調査（釣り錘／散弾の別、総排出量の推計）・ 個体群モデルを生成し、影響を評価
2025~ 影響ありの場合	<ul style="list-style-type: none">・ 調査区域のうち、特に影響が顕著と考えられる地域（優先的に規制を行うべき地域）について使用規制を開始・ 使用規制区域、非規制区域それぞれについて継続したモニタリングを実施。・ BACIデザインによるImpact評価を実施
2030~ 影響ありの場合	<ul style="list-style-type: none">・ 鳥類での鉛中毒ゼロの実現(必要な対策実施)

暴露経路ごとの影響評価の考え方(湖沼の水鳥)

- ・ 調査対象種：カルガモ
- ・ 想定される鉛暴露の経路図

※赤が検証したい経路

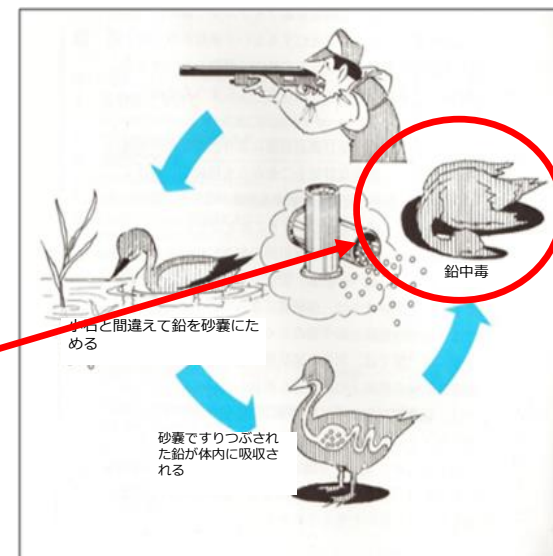


暴露経路ごとの影響評価の考え方（水鳥を摂食する猛禽類）

（経路2）湖沼中の散弾誤飲により汚染された水鳥を猛禽類が捕食

- 暴露経路：湖沼中で誤飲した鉛製銃弾（散弾）により汚染された水鳥を猛禽類が捕食
- 評価対象：水鳥（カモ、ハクチョウ類）を捕食する猛禽類
- 目的：鉛製銃弾に起因する鉛汚染による猛禽類の種又は個体群への影響
- 生態学的関連性：鉛汚染された水鳥を猛禽類が捕食することで生じる生物濃縮
- 想定される管理（Impact）：“猛禽類生息地に存在する”湖沼及び周辺地域における鉛製銃弾（散弾）の使用規制
- 評価方法：個体群動態モデル作成し、規制前後での動態を評価（BACIデザイン）

猛禽類が捕食



暴露経路ごとの影響評価の考え方（水鳥を摂食する猛禽類）

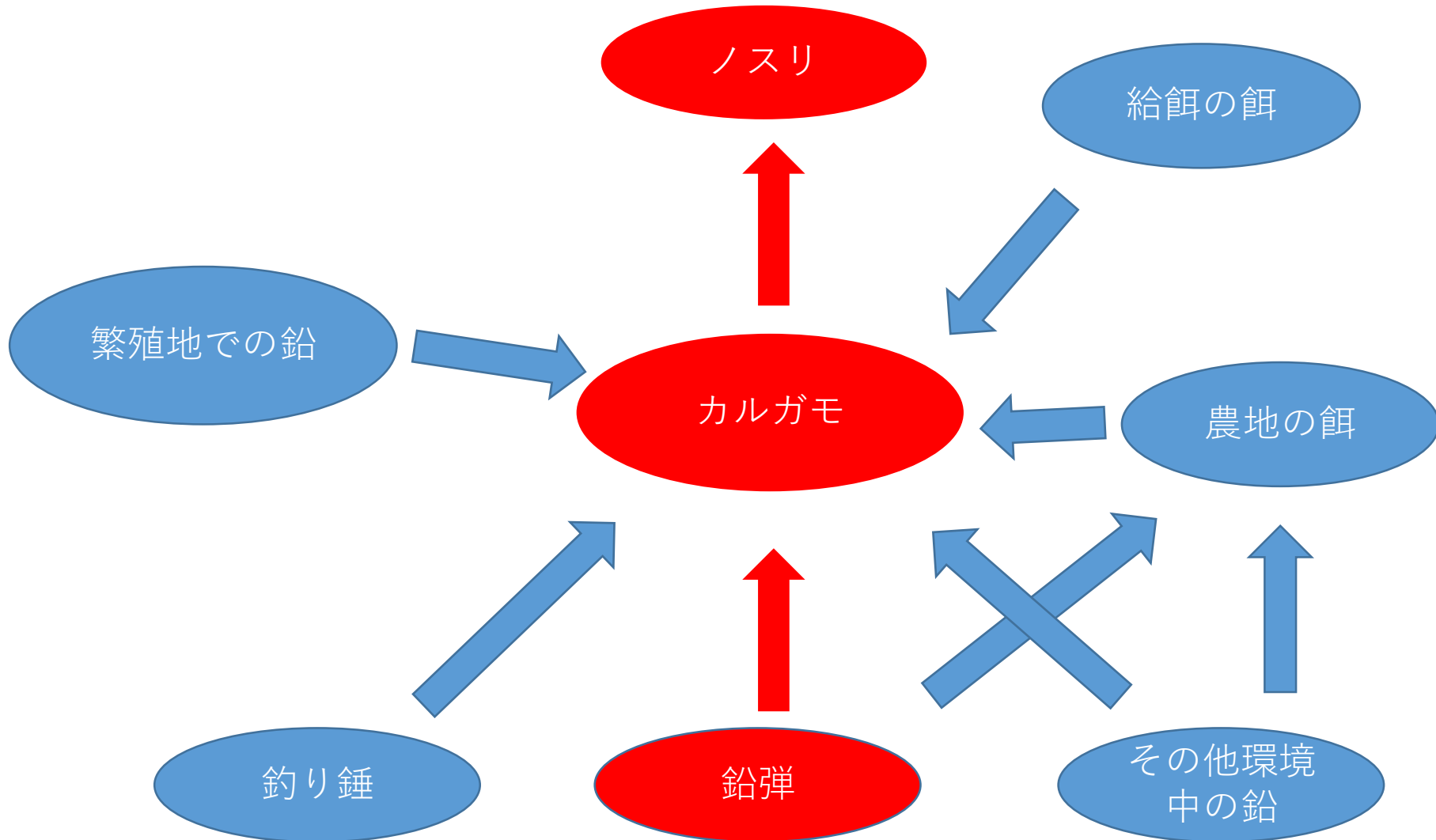
（経路2）湖沼中の散弾誤飲により汚染された水鳥を猛禽類が捕食

スケジュール	実施内容
2022～2024	<ul style="list-style-type: none">・（経路1）の調査実施により、カモ類の鉛汚染率を計出。・ 既往文献、または猛禽類の生態調査・食性調査等により、カモ類の摂食頻度等を計出。・ 調査結果から、個体群モデルを生成し、鉛汚染カモによる猛禽類への影響を評価
2025～ 影響ありの場合	<ul style="list-style-type: none">・ 調査区域のうち、特に影響が顕著と考えられる地域（優先的に規制を行うべき地域）について使用規制を開始・ 使用規制区域、非規制区域それぞれについて継続したモニタリングを実施。・ BACIデザインによるImpact評価を実施
2030～ 影響ありの場合	<ul style="list-style-type: none">・ 鳥類での鉛中毒ゼロの実現(必要な対策実施)

暴露経路ごとの影響評価の考え方（水鳥を摂食する猛禽類）

・ 想定される鉛暴露の経路図

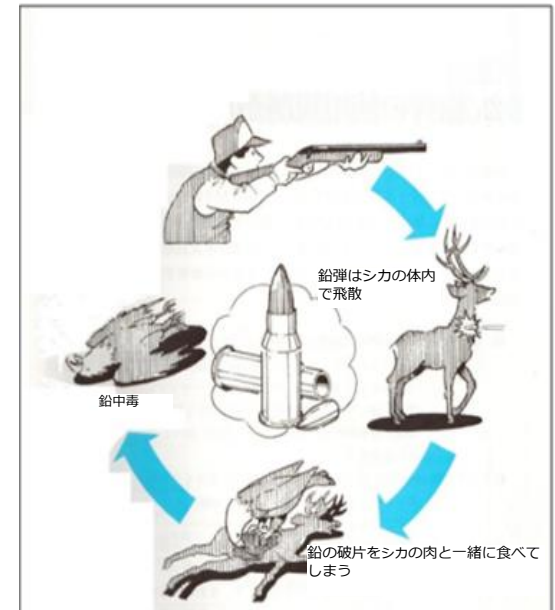
※赤が検証したい経路



暴露経路ごとの影響評価の考え方（シカ残滓を摂食する猛禽類）

（経路3）シカ等の残滓に残った鉛製銃弾を猛禽類が誤飲

- 暴露経路：鉛製銃弾で捕獲されたシカ等の残滓を猛禽類が摂食する際に、残滓内に残った鉛製銃弾を誤飲
- 評価対象：シカ等の残滓を摂食する猛禽類（クマタカを想定）
- 目的：鉛製銃弾に起因する鉛汚染による猛禽類の種又は個体群への影響
- 生態学的関連性：猛禽類が鉛製銃弾を誤飲すること
- 想定される管理（Impact）：シカ等の残滓を摂食する猛禽類の生息地における鉛製銃弾（散弾）の使用規制



暴露経路ごとの影響評価の考え方（シカ残滓を摂食する猛禽類）

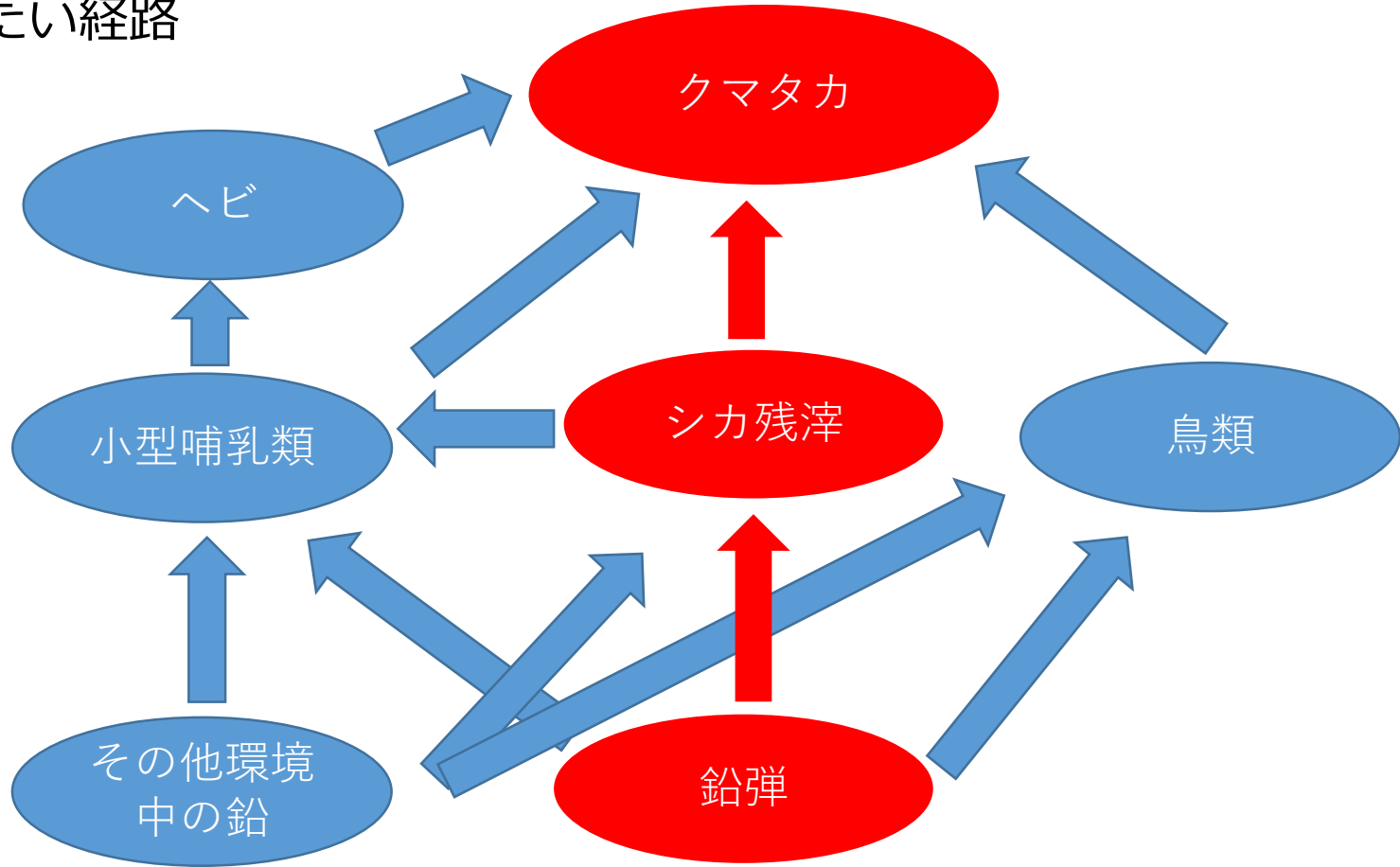
（経路3）シカ等の残滓に残った鉛製銃弾を猛禽類が誤飲

スケジュール	実施内容
2022～2024	<ul style="list-style-type: none">・ Impact前後の影響評価を想定の上、必要なサンプルサイズを計算。必要な調査区域、捕獲数を設定。・ 猛禽類の生体捕獲・標本収集などにより収集したサンプルの鉛濃度測定・同位体分析を実施。・ 調査結果から、個体群モデルを生成し、影響を評価
2025～ 影響ありの場合	<ul style="list-style-type: none">・ 調査区域のうち、特に影響が顕著と考えられる地域（優先的に規制を行うべき地域）について使用規制を開始・ 使用規制区域、非規制区域それぞれについて継続したモニタリングを実施。・ BACIデザインによるImpact評価を実施
2030～ 影響ありの場合	<ul style="list-style-type: none">・ 鳥類での鉛中毒ゼロの実現(必要な対策実施)

暴露経路ごとの影響評価の考え方（シカ残滓を摂食する猛禽類）

- ・ 想定している調査地：中部地方、近畿地方
- ・ 調査対象種：クマタカ
- ・ 想定される鉛暴露の経路図

※赤が検証したい経路



想定される個体群動態モデル

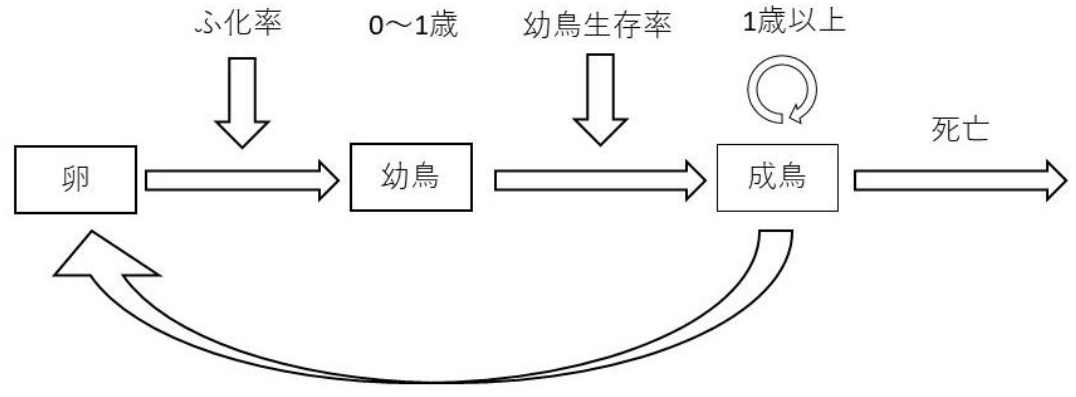
○想定される個体群動態モデル

➤ 推移行列モデル

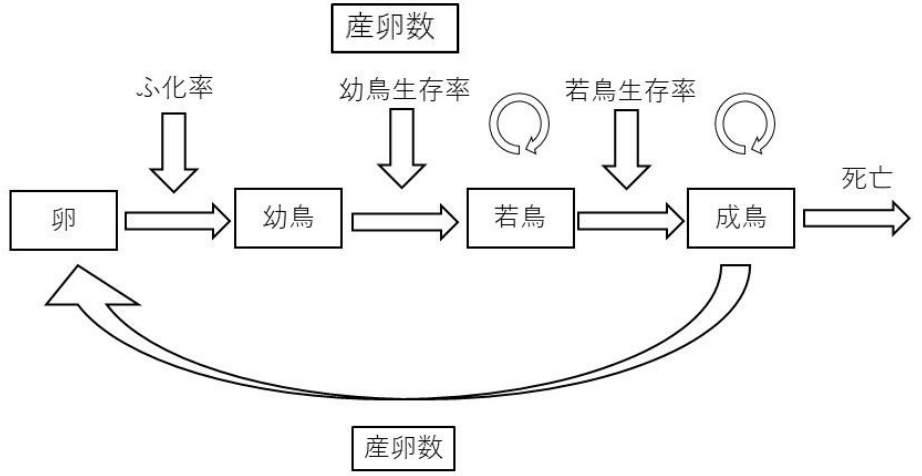
$$\begin{pmatrix} N_{t+1,0} \\ N_{t+1,1} \\ N_{t+1,2} \\ \vdots \\ N_{t+1,A-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_0 m_1 & p_1 m_2 & \cdots & p_{A-2} m_{A-1} & p_{A-1} m_A \\ p_0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & p_1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_{A-2} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_{t,0} \\ N_{t,1} \\ N_{t,2} \\ \vdots \\ N_{t,A-1} \end{pmatrix}$$

○想定されるモデルの構造

➤ カモ類



➤ 猛禽類



想定される個体群動態モデル

○鉛の影響が想定されるパラメータ

- 生存率（幼鳥、亜成鳥、成鳥別）
- 産卵数
- ふ化率

○鉛の影響が想定されるパラメータ

飼育個体への暴露実験データなどから収集予定

パラメータに使用するデータの例

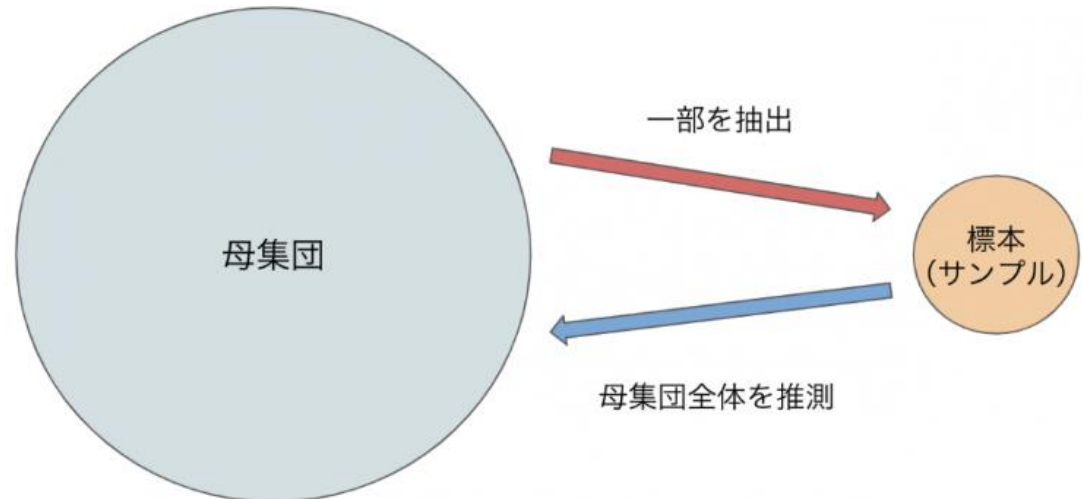
- ・不妊率（1～10%：マガモ Elder 1954）
- ・卵のふ化率の低下（10～20%：マガモ Elder 1954）
- ・ふ化後死亡率（10～15%:猛禽類 Scheuhammer & Norris 1996)
- ・生存率の低下（約1%：猛禽類 Green et al 2022)

必要なサンプルサイズの検討

個体群動態モデルで評価を行うことを前提にサンプルの収集、データの蓄積を行っていく必要がある。このため、既存の鉛汚染状況の分析結果から必要なサンプルサイズを検討した。

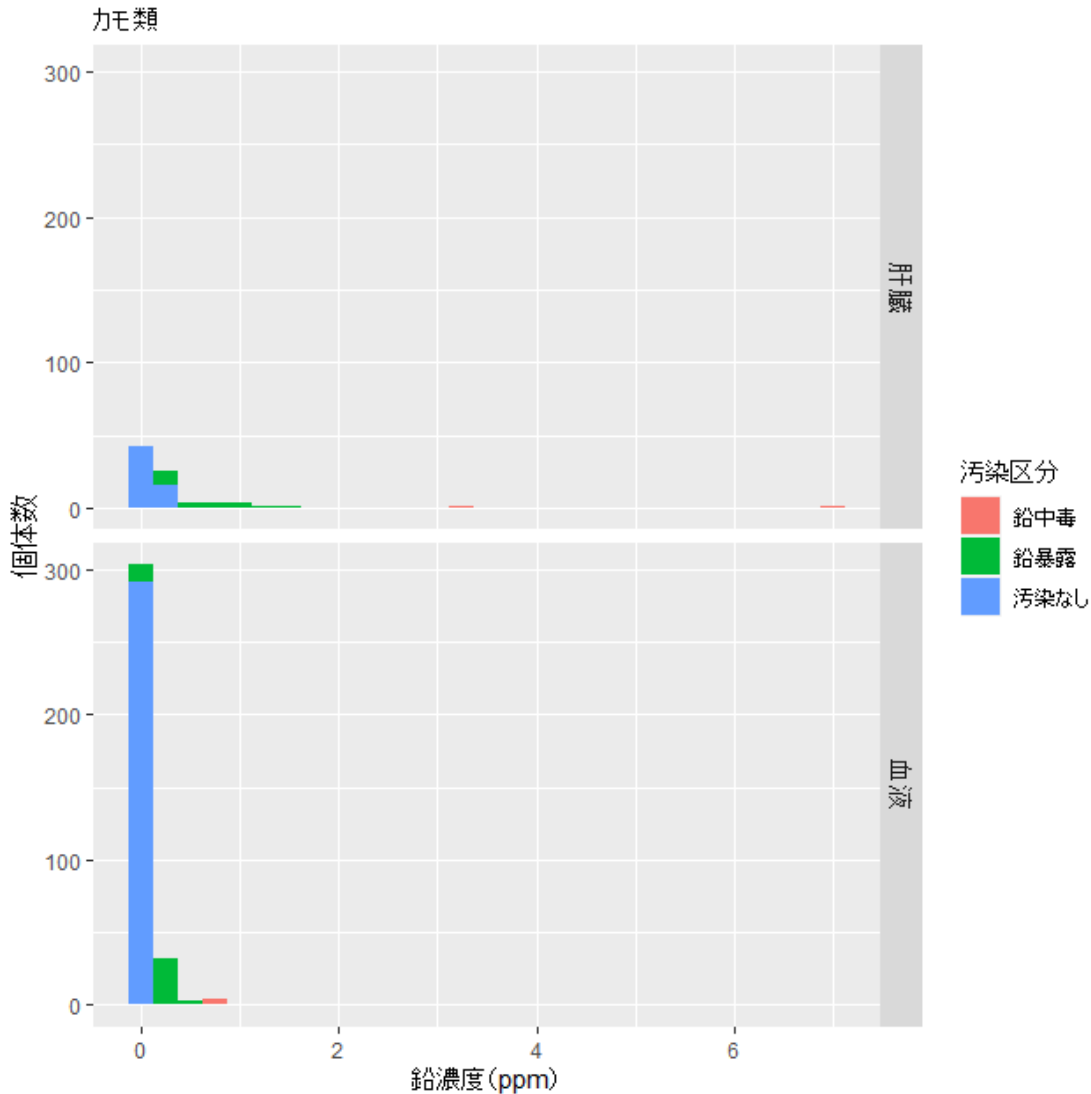
必要なサンプルサイズについては、母集団のばらつきを再現できる数とする必要がある。

そこで、これまで全国で収集されてきたサンプルを母集団と仮定して、必要なサンプルサイズの検討を行うこととした。検討にあたり、まずはこれまでのデータの整理を行った。



カモ類の汚染状況

●カモ類全体

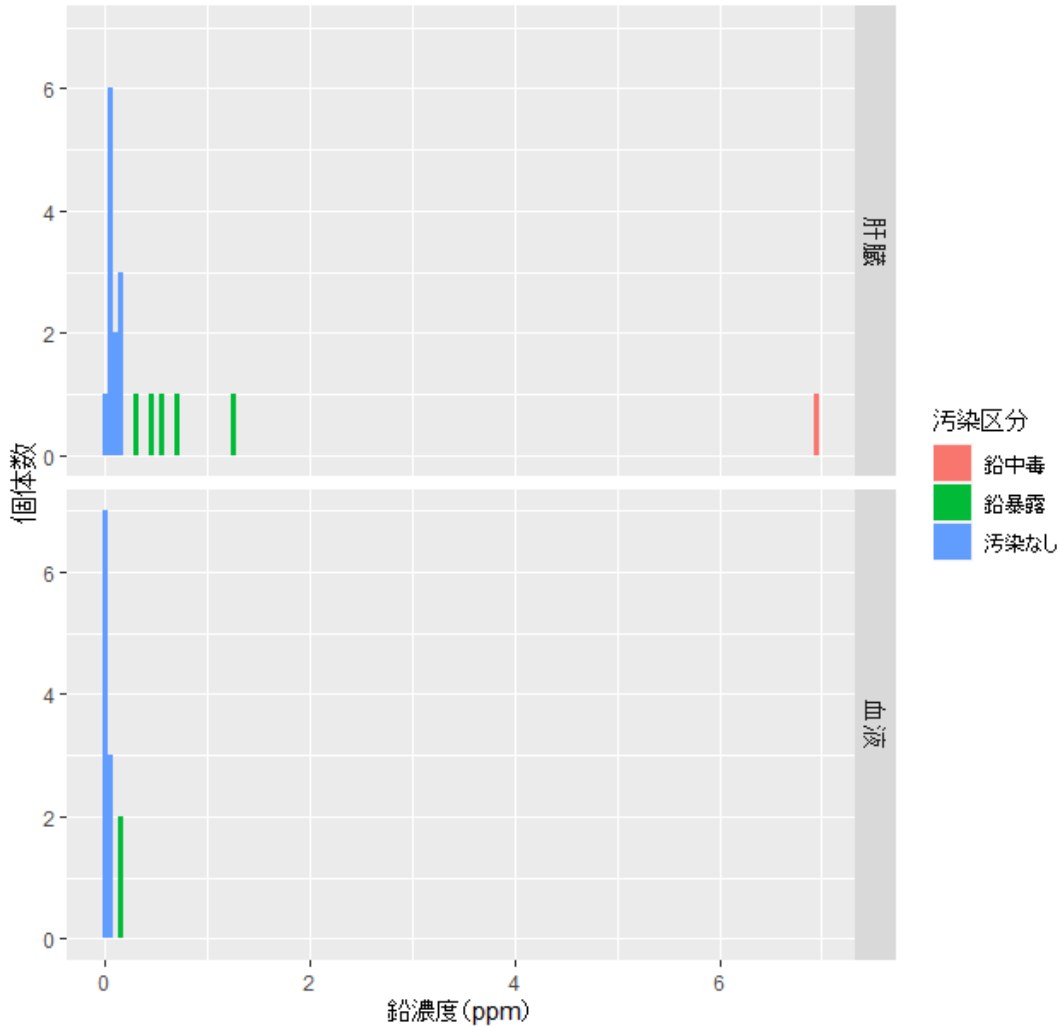


	肝臓	血液
使用したサンプルサイズ	82	343
鉛濃度の中央値	0.12 ppm	0.03 ppm
暴露以上の割合	29.2%	15.1%

カモ類の汚染状況

● カルガモのみ

カルガモ

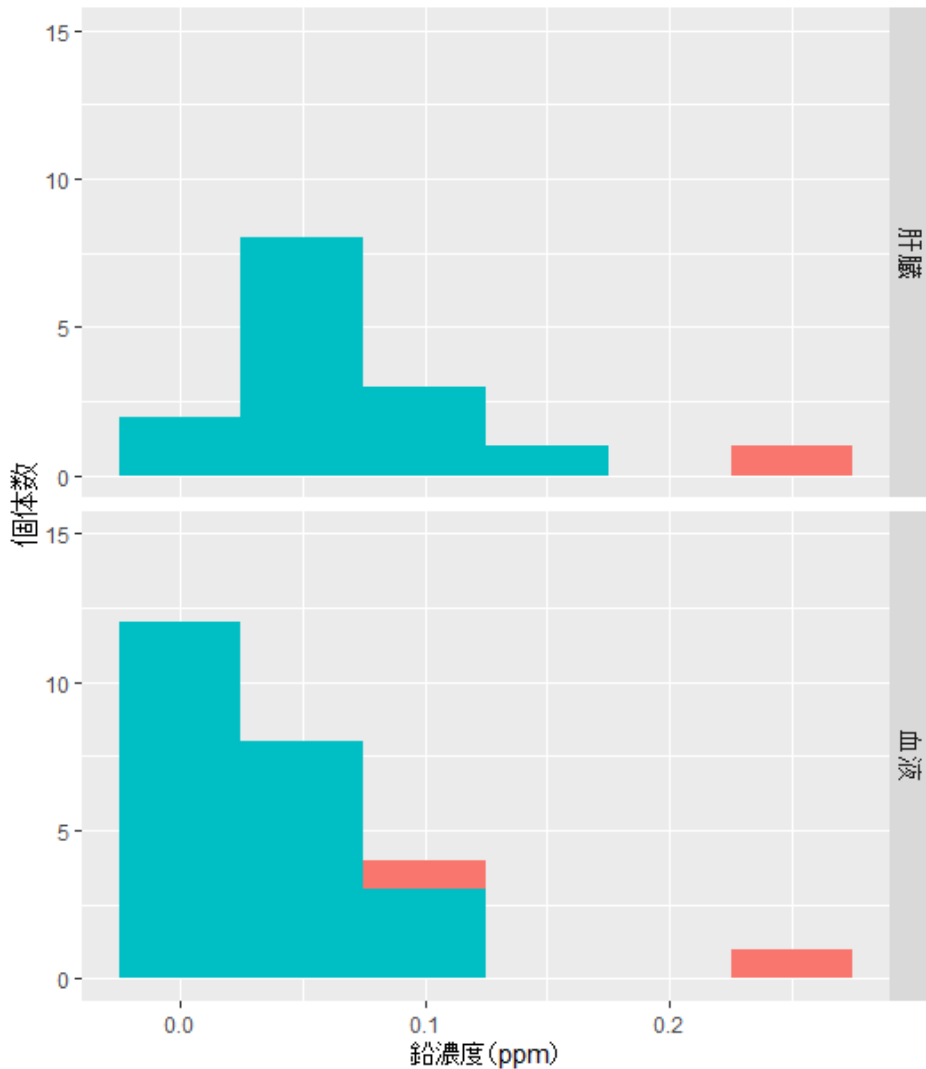


	肝臓	血液
使用したサンプルサイズ	18	16
鉛濃度の中央値	0.125p pm	0.005 ppm
暴露以上の割合	33.3%	16.7%

ノスリの汚染状況

● ノスリ

ノスリ

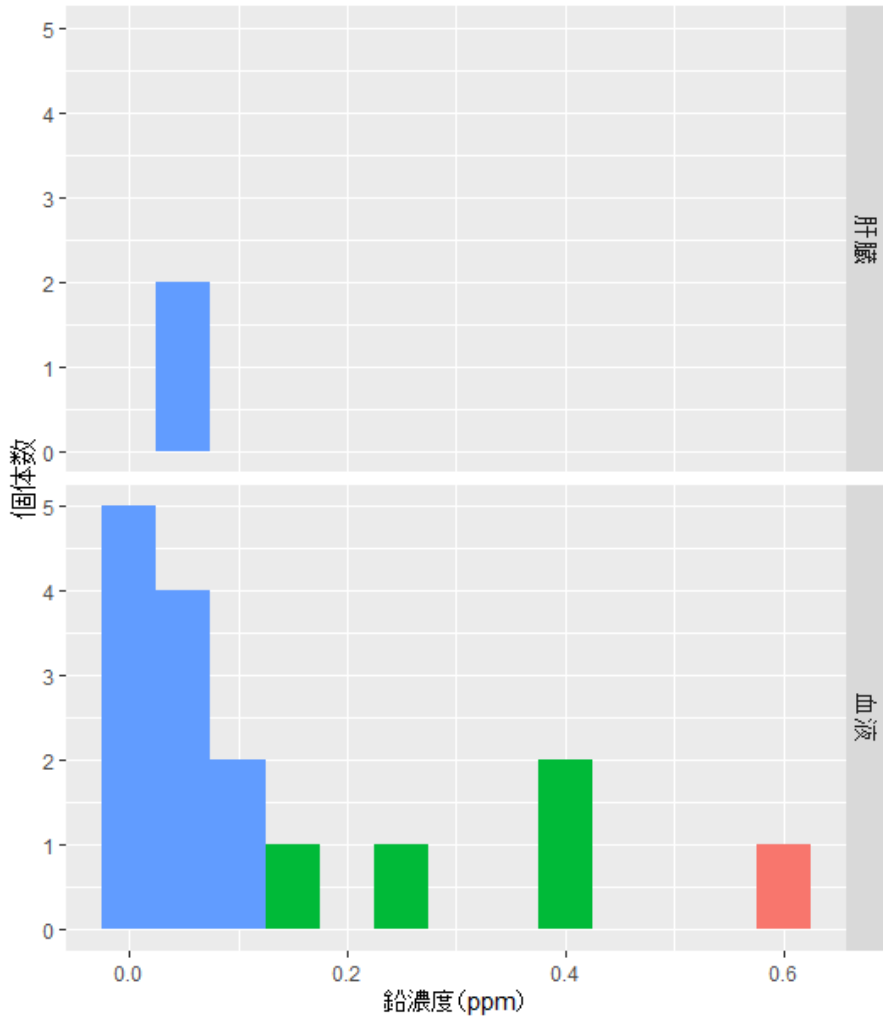


	肝臓	血液
使用したサンプルサイズ	15	25
鉛濃度の中央値	0.05ppm	0.027ppm
暴露以上の割合	6.7%	8.0%

クマタカの汚染状況

●クマタカ

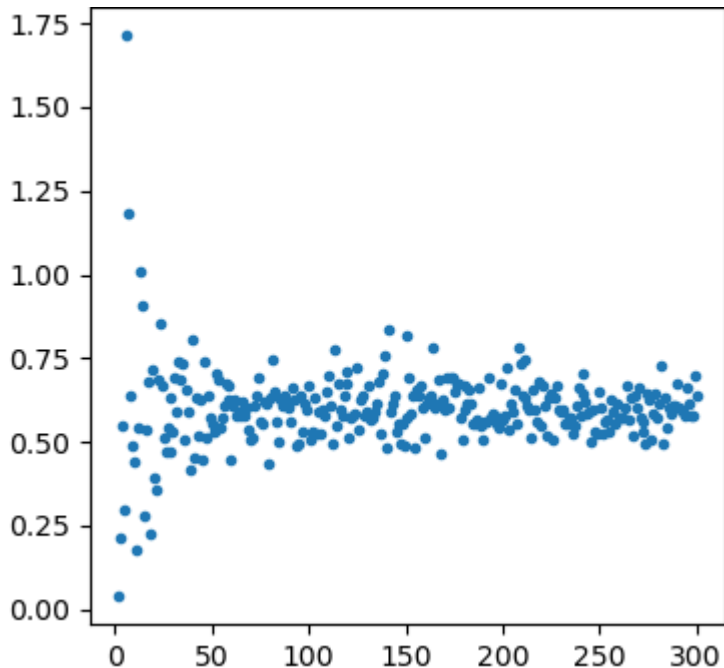
クマタカ



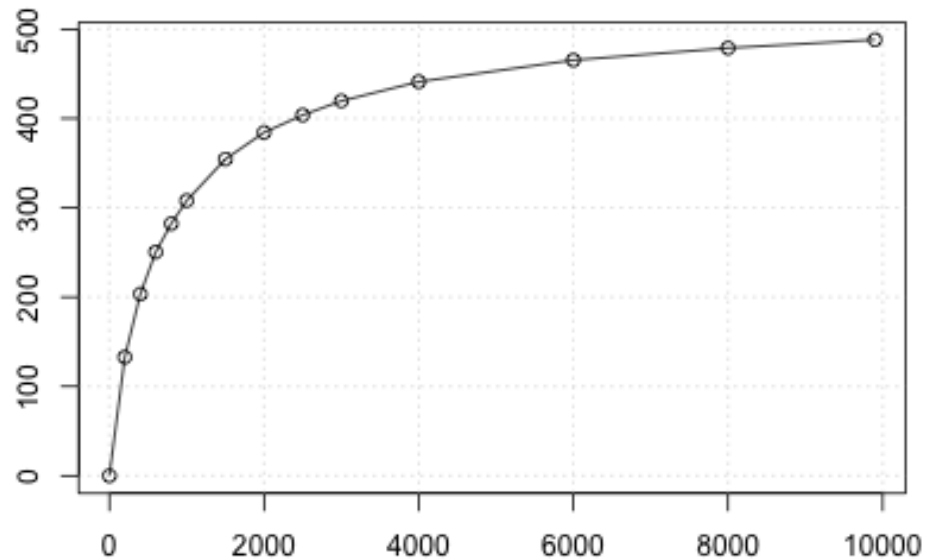
	肝臓	血液
使用したサンプルサイズ	2	16
鉛濃度の中央値	0.04 ppm	0.068 ppm
暴露以上の割合	0.0%	31.2%

サンプルサイズの検討

- 上記データを用いて、中央値や鉛汚染等の閾値以上の個体割合などを基準に必要なサンプルサイズを検討
- 必要なサンプルサイズの検討には、リサンプリングやレアファクションなどシミュレーションを用い、データの増幅等を実施予定



リサンプリングのイメージ



レアファクションのイメージ

課題

○課題

- 既存サンプルは分析手法が違ったものが含まれている
- サンプルの地域的な偏りがある
- 分析している部位（血液、肝臓など）の違いがある
- 誤同定の可能性

データの不確実性がある中で安全を見て、計算上よりも多くサンプルサイズは検討しておく必要がある