

平成 21 年度 環境研究 技術開発推進費
クマ類の個体数推定法の開発に関する研究

－研究打合せ会議記録－
(2009 年 4 月 2 日-3 日)

2009 年 4 月 2 日

1. 研究計画マトリックス (RPDM) Ver.1.0
DNA 分析班作業分担・スケジュールメモ
2. 参加者分析
3. 問題点分析
追加：DNA 分析班、推進費打合せ会議メモ (玉手)

2009 年 4 月 3 日

4. 重点検討項目 (4 月 3 日打合せメモ)

クマ類の個体数推定法の開発に関する研究：研究計画マトリックス (RPDM) Ver. 1.0 (Draft : 2009/04/02 現在)

対象地域：奥羽（岩手大演習林）／北上／北海道

研究期間：2009年（～2011年）

上位目標	高精度の個体数推定・モニタリングに基づく国・地方自治体におけるクマ類の保護管理の進展						
研究目標	研究開発成果を統合した標準調査マニュアルの作成			検証方法			
研究項目	1. ヘア・トラップ法による個体数推定法を確立する						
	2. 個体数推定に関わる効果的なDNA分析法を確立する*						
	3. 補完法・代替法の開発する						
	4. 個体群モデルによるモニタリング手法及び生息数推定法を確立する*						
個別項目	目標・研究項目	投入（分担者）	H21	H22	H23	検証方法/註釈	
ヘア・トラップ	申請書記載 ・ 既存調査のレビューとモデル地域予備調査 ・ 大面積ヘア・トラップの実施 ・ 検証及びマニュアル作成（日本の自然環境に適したヘア・トラップ法の確立）						
	1-1. 既存資料のレビューを行う（生データを含む）		佐藤/WMO 協力	○			レビュー
	1-2. 効果的なヘア・トラップの構造を比較調査する（レビュー）		佐藤/釣賀/WMO	○			
	1-3. 効果的な誘引餌を明らかにする		自然研-現地チーム(山内)	○ 試験地			
	1-4. 設置に最適な時期を明らかにする (実証試験 DNA 劣化)		近藤(山内)	○ 奥羽	○		レビュー
	1-5. 効果的なヘア・トラップ配置を明らかにする		自然研-現地チーム(山内)	○ 奥羽	○ 北上		
	* テレメトリー調査個体の対応をとる（奥羽）						
	1-6. 最適見回り頻度を明らかにする		自然研-現地チーム	○			レビュー
	1-7. (生息地利用頻度を考慮した) トラップの空間配置分析		自然研-現地チーム	○			
	1-8. ヘア・トラップ法のマニュアルを作成する		(H23)			○	
1-9. 実施体制の構築を進める（研究紹介；県、市町村、住民）		チーム全体	△	△	△		
DNA 分析	申請書記載 ・ ヘア・トラップ法におけるDNA分析プロトコルの確立 ・ 標準サンプルを用いてデータの精度管理と標準化を行うデータ解析環境の開発 ・ DNA分析による遺伝的有效集団サイズ (Ne) の推定法の開発						
	2-1. DNA分析プロトコルを確立する			○			
	2-2. 試料の管理方法が確立を行う		別紙参照（玉手 さんメモ）	○			
	2-3. 分析エラーを減らす						
	2-4. 分析効率（成功試料数/総試料数）を向上させる						

	2-5. 識別個体 DNA データの適切な管理を行う					
	2-6. 標準試料による精度管理する	別紙参照（玉手さんメモ）				
	* 捕獲個体からの DNA 採集					
代替法・補完法	申請書記載 <ul style="list-style-type: none"> カメラトラップ画像の個体識別精度向上と個体数推定法への応用 痕跡密度法とヘア・トラップ法による生息数推定法の開発 痕跡からの DNA 抽出による個体識別法の開発 					
	3-1. 部位の探索（顔、頭骨計測による可能性）		○			
	3-2. 部位の探索と撮影法（を確立する）（顔、鼻紋、ツキノワ紋）		○			クマ牧場
	3-3. 撮影法の検討（を行う）			○		クマ牧場
	3-4. 野外での撮影法の確立（する）				○	
	代替法の効果を検証する					
個体群モデル	<ul style="list-style-type: none"> 申請書記載 既存の生息数推定法とヘア・トラップ法の精度分析 標識再捕獲法（ヘア・トラップ法）による個体数推定法の改良 個体群パラメータ及び捕獲数動向による個体群モデル構築 					
	4-1. 捕捉率（ヘア回収個体/地域総個体数）の推定法を明らかにする			○		
	4-2. 再捕獲率が低い場合の個体数推定（を明らかにする）			○	○	
	4-3. 空間モデルから最適トラップ配置数（を決定する）			○	○	
	4-4. 最適セッション数（を明らかにする）			○	○	
	4-5. クマ個体の質（人慣れ）とヘア・トラップ捕捉率（を明らかにする）		○			
	4-6. 条件に合う再捕モデルの選択（を行う）				○	
	4-7. 高標高地域（ヘアトラップ実施困難な所）の推定（を行う）			○	○	
	4-8. 蜂蜜による誘因効果をいかに差し引くか				○	トラップ班課題
	4-9. 多量のサンプルがとれたときの分析試料数（を明らかにする）				○	
	4-10. 推定値の誤差幅（を明らかにする）				○	
	4-11. セッション間のトラップ移動をしなくてもよい推定モデルを開発する			○		
	* 他の推定法と同じ地域で年次別捕獲統計が得られるなら、比較、補完法を考えられるだろう					
	* 個体群モデル班は、トラップ班などからのデータ提供が前提となる					
その他	5. 低密度地域の扱い（奥羽/北上で開発した方法のコピー適用は困難）					
	5-1. 低密度地域研究者／関係者との合同ワークショップを開催する				○	

注釈：サブテーマ2（DNA分析）に関しては別紙メモ参照

DNA 分析班作業分担・スケジュールメモ

(玉手：2009年4月3日)

目的2-1:性能向上:数値として明示する→マニュアルか論文

目的2-2:精度管理システムを形として作る→標準サンプルを提供する体制+自然研のポータル

	目標・研究項目	2-1から2-5												2-6
	ステップ	時期・回収	保存	同定	抽出	PCR	サイズ読み取り	データ解析	再分析	データ管理	マニュアル	種差による条件の違い	Ne	精度管理ポータル
レビュー	現在の効率													
	問題点													
	テストすべき内容													
ラボワーク	岩手	近藤	近藤	近藤	近藤									
	北海道					○	○	○	○	○		○		
	WMO					○	○	○	○	○				
	山形								○	○	○	○	○	○
	自然研										○			○

クマ類の個体数推定法の開発に関する研究：参加者分析

2009年4月2日

区分	機関・個人	備考
研究チーム	自然環境研究センター（JWRC）	
	山形大学	
	岩手大学	
	早稲田大学	
	日本大学	
	横浜国立大学	
	森林総合研究所	
	北海道環境科学研究センター	
	岩手県環境保健研究センター	
	(株)野生動物保護管理事務所（WMO）	
	院生／ポスドク（１）	
	院生／ポスドク（２）	
	現場作業補助チーム（アルバイト）	
	分析補助チーム（アルバイト）	
関係機関	環境省 環境研究技術室	
	環境省 生物多様性センター	
	森林総研（岡さんグループ）	補完法情報交換
	兵庫県立大	連携
その他	環境省 東北地方事務所	
	東北森林管理局	
	岩手県、各都道府県	
	北大クマ研	ボランティア
	岩大クマ研	ボランティア
	岐阜大クマ研	
	アースウォッチ（NGO ボランティア）	
	企業など個人の大規模地所有者	
		* 低密度地域

問題点分析（. . . がない／わからない）

例示

【全体】 1. 捕獲効率/費用対効果の高い、標準ヘア・トラップ法がない

- 捕捉率の高いトラップ・デザインがわからない
- バラ線の段数と捕捉率の関係がわからない
- バラ線の周囲長と捕捉率の関係がわからない
- 捕捉率とエサの関係がわからない（捕捉率を高めるにはどのようなエサを使うのがよいか）
- 適切なトラップ間隔がわからない
- 有効ワナ面積がわからない
- （広域といってもどれだけカバーすればよいのか）
- 試料採集率の季節差が大きい
- 最適見回り頻度をどう決めればよいか
- 捕捉率（セッション数を増やす）、トラップ面積を広くする、どちらが重要（有効）か

1. ヘア・トラップ法の開発

【全体課題】

- 実効的調査実施体制の構築
- 設置場所の許認可手続き

1. トラップ設計 ⇒ 構造のレビュー、

1-1 構造

- ⇒ 地上高をどうするか
- ⇒ バラ線の巻方本数など

1-2 誘引餌（餌は取れないようにする）

- ⇒ 別の試験地で調査

1-3 時期

- ⇒ 最適な時期とは何かを明らかにする

1-4 配置（←地形、アクセス条件等から、現実には理想的グリッド配置困難）

- ⇒ ①線配置、②面配置の比較による①による手法の提案

1-5 場所

- ⇒ 別の場所で面配置の試験ができないか？
- ⇒ 北上調査地の準備と構築（実際の作業？）

1-6 最適見回り頻度

- ⇒ 見回り頻度。高密度でのみまわり試行 実証試験（DNAの劣化）近藤さんの出したアイデア

1-7 トラップの空間配置を明らかにする

- ⇒ 生息地利用頻度と関連づけた空間配置（トラップ間距離）の分析

1-8 マニュアル作成

1-9 実効的調査実施体制の構築

個別事項

- 密度 ⇒
- 面積 ⇒
- 実施体制 ⇒
- 生息地の不均一性

- 個体差

捕捉率と餌との関係がわからない（捕捉率を高めるにはどのような餌を使うのが良いか）

- 餌を利用できるか否か？ → 利用できない構造にしてもツキノワグマでは食べられる例が多い
- 餌で誘引しているのも本来そこにいないクマもかかっている
- 餌は利用可 or 不可のどちらが良いか
- 誘引餌の選択

捕捉率の高いトラップデザインがわからない／バラ線段数と捕捉率の関係がわからない／バラ線の周囲長と捕捉率の関係がわからない

- 誘引時における体毛採取率
- 最適なトラップサイズ（周囲長）
- 簡便なトラップ構造
- 有刺鉄線以外のトラップの可能性は？
- ヘアトラップのデザイン ⇔ 手法の検討

再捕率の決定の要因（トラップデザイン・設置）

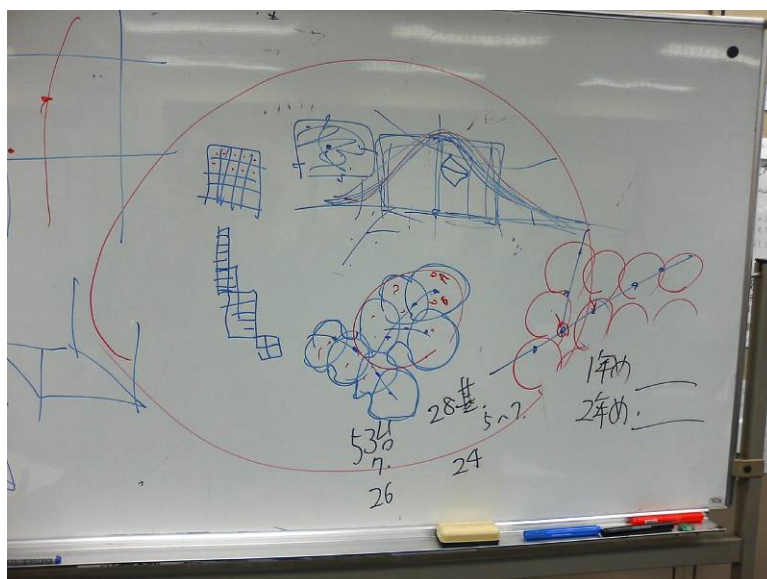
- トラップ地点へのアクセス（林道の存在 etc.）
- トラップ設置位置は地形的な制約を受ける
- トラップ設置配置基準
- トラップを設置する場所（環境）をどのように選択するか？
- ドーナツ化現象 トラップ設置地点のバイアスをどう考慮するか（人里に近い地域のみ？）
- 調査対象を連続するクマ分布域の一部の設定した場合、調査対象面積の決定法がない
- 無作為抽出性（ランダムサンプルか？）の検討

有効罫面積がわからない（広域といってもどれだけカバーすればよいのか）

- 対象範囲を決める基準
- 個体群分布範囲で生息密度に勾配がある時どこにヘアトラップを設置すべきか

試料採取率の季節差が大きい

- 同じトラップ数ならば高密度で狭い範囲、低い密度で広い範囲、どちらがよいか
- ヘア・トラップの配置と密度
- トラップにかかりやすい個体とかかりにくい個体がいる場合はどうするのか



トラップ配置に関するメモ（羽澄、山村さんメモ）

2. DNA 分析法の確立

例示

【全体】 2. ヘア・トラップ DNA 試料標準分析法が確立されていない

- 分析の標準プロトコルがない
- 標準試料による精度管理がなかった
- どうすれば分析効率（成功試料数/総試料数）が上がるか
- 分析エラーを減らすにはどうするか
- 識別個体 DNA データをどう管理するか
- Ne をどう算出するか

2-1 分析の標準プロトコルがない

2-1A

- 試料の管理方法が確立していない
- 他種の体毛の混入の可能性は？（ハクビシンか？）

2-1B 分析エラーを減らすにはどうするか

- 再分析により実際のところ PCR エラーをどこまで軽減できているかわからない
- 採集時期により分析成功率が変化するメカニズムがわからない
- 到達目標はなにか？「何%向上すれば OK なのか」
- 再分析はどこまで必要か

2-1C どうすれば分析効率が上がるか

- マルチプレックスの組み合わせプライマーの再設計の可能性は？
- 多大な作業量

2-1D 識別個体 DNA データをどう管理するか

- 過大見積りの可能性？サンプルの実の体毛の扱い
- データの入力エラーを減らす手法が確立していない
- 異なる調査官のデータ互換性を保証すべきか

2-2 標準試料による精度管理がなかった

(2-3 Ne をどう算出するか)

3. 代替法・補完法の開発（カメラトラップ）補完法（痕跡法）が確立されていない

例示

【全体】 3. 代替法（カメラトラップ）・補完法（痕跡法）が確立されていない

- 画像分析可能な撮影方法がわからない
- クマ類の画像分析法がない
- カメラトラップをどのように配置すればよいか
- 痕跡から生息数推定をするにはどうすればよいか

3-1 カメラトラップ：

画像分析可能な撮影方法がわからない

- クマ類の画像分析法がない
- 痕跡から生息数推定をするにはどうすればよいか
- カメラトラップをどのように配置すればよいか
- どの部位が個体認証になるか明になるか
- カメラによる個体識別？

- 複数の指標の同所的な比較

3-2 代替法の効果を検証するところまでできるのか

3-3 推定値の誤差幅まで出せるのか

[実施計画メモ]

- 部位の探索 顔、頭骨計測による可能性 初年度
- 部位の探索と撮影法 クマ牧場 画像パラメーターの抽出 カメラ 10台 初年度
 - 1) 顔
 - 2) 鼻紋
 - 3) ツキノワ紋
- 撮影法の検討 クマ牧場と野外 大量のカメラ 各種カメラの試験 2年目
- 野外での撮影法の確立 個体数推定（ヘアトラップとの比較）

4. 個体群モデルによる生息数推定法が確立されていない

例示

【全体】 4. 個体群モデルによる生息数推定法が確立されていない

- 捕捉率（ヘア回収個体/地域総個体数）をどう推定する
- 再捕獲率が低い場合の個体数推定はどうか（Huggins 法/リンカーン法）
- 空間モデルから最適トラップ配置が決められるか
- 最適セッション数をどう決めればよいか

[実施計画メモ（年度計画論議も追加）]

- 補足率（ヘア回収個体/地域総個体数）をどう推定するか（→ H22 以降）
- 再捕獲率が低い場合の個体数推定はどうか（Huggings 法/リンカーン法）（→初年度レビュー、2-3年目以降）
- 空間モデルから最適トラップ配置数が決められるか（→ 2-3年目以降）
- 最適セッション数をどう決めればよいか（→ 2-3年目以降）
- グリッドサイズ、必要採取数の統計的設計（→ 初年度）
- クマ個体の質（人慣れ）をヘアトラップなどでどう仮定するのか。クマ管理は個体数だけではできないはず（→ 初年度から）
- 条件に合う再捕モデルの選択（→ 3年目）
- 高標高地域（ヘアトラップ実施困難な所）の推定？（→ 3年目）
- 蜂蜜による誘因効果をいかに差し引くか（→ 2-3年目）
- あるトラップで多量のサンプルがとれたとき、どれだけ分析するか（→ 3年目）
- 推定値の誤差幅（→ 3年目）
- セッション間のトラップ移動をしなくてもよい推定モデルはないか（→ 2年目）

[その他検討事項、方向性]

- 閉鎖性・規模など
- 地域で年次別捕獲統計がえられるなら、比較補完法が考えられる

* 追加 *

5. 低密度地域の扱い

- 低密度地域には、岩手県の方法をそのままあてはめるのは困難でないか？

【追加：DNA 分析班】

推進費打合せ会議メモ*

玉手 2009 年 4 月 2 日

I 全体計画

期待される成果：環境技術の開発・改善を具体的に示す
10 月末までに DNA 分析技術で具体的な成果を出す

II DNA パート

(1) 分析技術の向上

①性能評価の基本的考え方：性能＝個体識別の成功率

- 開発目標：何%向上すれば良いか（コスト）
- 個体識別＝サンプル採取＋判別＋保存＋抽出＋PCR＋泳動＋遺伝子型決定＋個体判別
- それぞれのパートの現在の効率と、改善後の効率を明示する。

③工程：最重要のポイントを絞り込み、分担する

- どのパートが重要か？
- どのように分担するか？
- 共通サンプルの使用
- パートごとにテスト項目を列挙する
- サンプル数と評価方法をあらかじめ決定する。
- プライマー

④アウトプット：どこまで公開するかについても検討する

- マニュアル
- トラブルシューティング

(2) “公定法”としての精度管理体制

ポータル

技術情報の公開、標準試料の提供、遺伝子データベース

III レポート

- 学会発表と論文発表は評価対象
- PD クラスの若手が論文を書けるような、新規検討項目を加える。

(*2009 年 4 月 3 日、玉手さん配布メモを再録)

**クマ類の個体数推定法の開発に関する研究
重点検討項目（2009年4月3日打合せメモ）**

1. 平成21年度の現地調査組み立て

[ツキノワグマ]

- 調査地：岩手県、岩手大学演習林周辺（奥羽）、誘因エサなどの試験地（詳細は山内さんと検討）、平成22年度以降の大規模調査のための北上トラップ候補地下見、準備
- 平成22年度以降の大規模調査地は北上中部～北部を予定する。

[ヒグマ]

- 渡島半島及び定山溪周辺（北海道の研究テーマと補完しあう調査体制）

*H22 以降の本格調査に向けて、技術開発を済ませたところを明らかにする（レビュー、トラップ設計、大面積トラップへの準備、DNA分析法、カメラトラップ撮影法、クマの個体の質とトラップ捕捉率など）。

2. 餌問題（目的分析1-3）：エサを食べさせる／食べさせない

[背景]

- 岩手ではこれまでエサを食べさせる方式をとってきた。
- エサを食べさせない方式にするには、現場作業負担が増える。
- 捕捉効率が低下するかもしれない。
- Trap happy 個体をさけるには食べさせないのがよい。
- 米国などでは食べさせない方式が一般的。

[暫定結論]

- 広域調査のための試験では「食べさせない方式」を基本とする
- H21 岩手大学演習林（奥羽）では従来どおり「食べさせる方式」を含めた多様なトラップ設置を試みる。

3. 実施体制

- 環境省一委託契約完了は早くても5月下旬、経理上は6月開始
- 岩手の奥羽ヘア・トラップ設置は早めに開始する必要がある。6月までのポストク/院生/アルバイト（必要な場合）の開始時期作業補助員は、自然研での賃金負担を考える。
- 現場作業アルバイトが必要。自然研/岩手大/森林総研の助言を得て人選する。
- 現地チーム（ポストク/院生+アルバイトチーム）の具体的作業（H21）：1）奥羽調査地、2）エサ試験地、3）広域調査準備（北上、H22 から実施予定）

*注：現地チームの拠点として、岩手に調査ステーションを設置する（自然研で対応する）

4. 今後の予定

[全体打合せ（会議、東京）]

- 中間評価に向けたまとめ：2009年10月
- 来年度計画：2009年12月

[関係者（トラップ班など）]

- 来年度に向けた現地打ち合わせ：2009年11月頃

[学会等のスケジュール]

- 哺乳類学会（台湾）
- その他学会発表は、適宜行う

5. その他

- 遺伝子分析はビジネスモデル—知的財産とも関連することを念頭において作業をすすめる。
- ヘア・トラップは国/都道府県委託調査が多いため、トラップ設置のノウハウなどは基本的には発注者に所属する。