

DNA捜査～王者の痕跡を辿る～

井上 幸治¹・中村 敏弥²

^{1,2}九州地方整備局 筑後川河川事務所 開発調査第二課 (〒849-0918 佐賀県佐賀市兵庫2-1-34)

城原川ダムは筑後川水系城原川に計画されている実施計画調査中のダムであり、現在、地質調査、施設概略設計及び環境調査等を促進している。諸事情による当事業の予算及び調査期間などの問題点を一掃すべく、新しい分析手法であるDNA分析を採用した。

ここでは、DNA分析によるテンの生態調査結果を、独自の考察等を交えながら紹介するとともに、DNA分析の今後の限りない可能性について述べる。

キーワード 環境調査, 糞, DNA分析, テン

1. はじめに

城原川ダムは、佐賀県に位置し、筑後川水系城原川(図-1)に計画されている実施計画調査中のダムである。当事業の本格的調査は、H19年1月より開始可能となり、現在は地質調査、施設概略設計、及び環境調査等を早期建設事業着手に向け促進している。この2年間、諸事情による限られた予算及び調査期間で各種調査を行う中、環境調査の上位性については、ある新しい分析方法を採用した。

ここでは、新しい分析方法による上位性の生態調査について、調査結果を独自の考察等を交えながら紹介するとともに、今後の限りない可能性について述べる。

2. 王者の所以

城原川ダムの動植物調査では、当事業の環境委員会により環境影響検討を実施する上で更に必要とされた、以下の調査項目を抽出した。

○調査が必要とされた重要種

○生態系への影響検討に必要な項目

- ・生態系上位性
テン/サシバ(陸域を指標する種)
カワガラス/カワセミ(河川域を指標する種)
- ・生態系典型性
哺乳類/昆虫類/鳥類/植物



図-1 城原川位置図

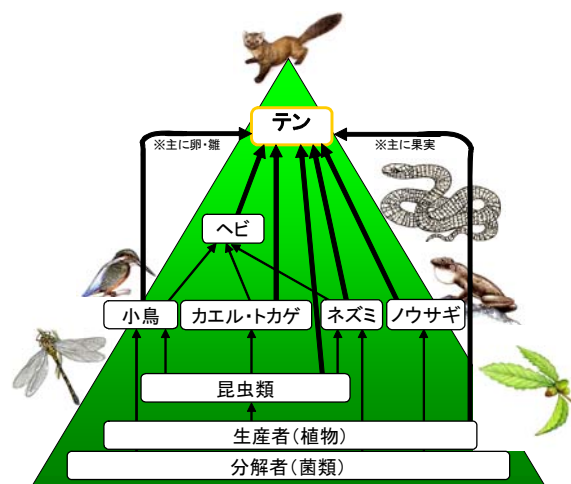


図-2 食物連鎖のイメージ図

生態系上位性となる種の概略は、図-2に示す通り、食物連鎖のトップとなる種であり、流域全体の生態系保全につながる重要な種となる。

本文の標題に示す「王者」とは上位種のことであり、城原川ダム流域においてはテン・サンバ・カワガラス・カワセミが王者ということとなる。

このような中、特に高度に効率化を図れたテンに注目し調査結果について述べるものとする。

3. 王者を探る

(1) テンの調査

テン（図-3）は、里山を中心に広く生息しており、イタチを大きくしたような動物で、胴は細長く尾も長いものの、手足が短いという体型の哺乳類である。また、雑食性で、ネズミやヤマドリ・ヘビ・カエル・サワガニ・バッタなどの動物、カキ・アケビ・ヤマブドウなどの植物の実を食べる。以上に述べたようなことは明らかであるが、現状としてはテンの詳しい生態系はまだ解明されていない。



図-3 テンの写真

テンの調査は、上位性の調査として行うものである。具体的には、事業により影響を受けてしまう個体（つがい）が確認された場合、その個体への影響の程度を調査・検討するための調査である。

①事業が影響を及ぼす個体（つがい）の有無

②①が確認された場合、事業が影響を及ぼさない個体（つがい）の有無

周辺に「事業が影響を及ぼす個体」のみ生息する場合、事業による影響が大きいと判断される。また、「事業が影響を及ぼす個体」が生息する場合は、「事業が影響を

及ぼさない個体」がどの程度周辺に生息しているかにより影響の程度が変わることとなる。

(2) テンの調査項目

既往調査の結果から、ダム周辺にテンが生息している資料¹⁾は存在するが、テンの生態については不明な点が多い。当事業において、生態系の上位性を指標とする種としてテンに注目し、以下の4項目が環境影響検討上必要な調査項目とされた。

- ①個体数
- ②分布と行動圏
- ③生息環境
- ④餌生物

(3) 従来の調査方法

調査例の概略フローを図-4に示す。通常、前述の4項目を把握するために、調査範囲内を踏査して、糞、足跡、食痕、及び巣などの生息痕跡から生息する動物種を確認するフィールドサイン調査による生物の痕跡確認と、捕獲ワナ等で捉えた動物に小型発信機を装着し、電波を追跡して動物の位置を特定するテレメトリ調査による「②行動圏」と「③生息環境」の確認、及び別途調査による「④餌生物」の確認を行う。

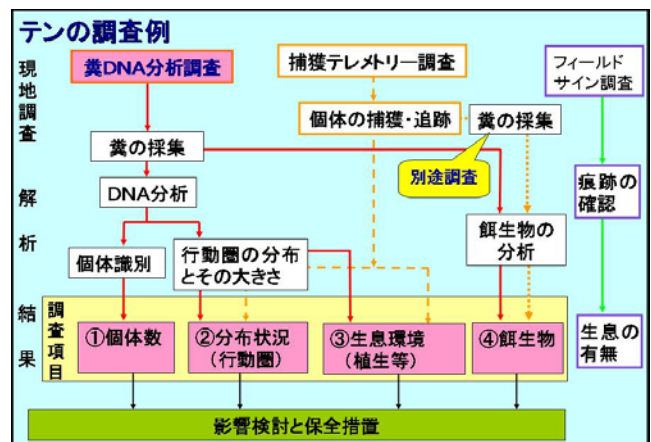


図-4 調査例のフローチャート

テレメトリ調査では、目視や痕跡調査において得られない詳細な行動範囲等のデータを収集可能である。しかし、調査個体以外の情報は得られない上、早期に捕獲した個体が「事業が影響を及ぼす個体」であるか否かの判断が困難とされている。結果として「影響検討に必要なデータ」が取得できる確証はない。また捕獲可能な個体数に限りがあり、「①個体数」「②分布と（多くの個体の）行動圏」の確認が困難なことや、捕獲・追跡時にテンに負荷を与える結果となる。このため、単年度では影響検討に必要な情報を十分に把握

できないことから、複数年かけて調査データを蓄積し、検討を実施するのが通常である。

がある。

表-1 調査能力の比較

	糞DNA	捕獲テレメトリー
① 個体数	確実な個体数分かる	個体数は分からない
② 行動圏	分布する全個体の行動圏が分かる 事業との関係明確	捕獲した個体のみ
③ 生息環境	行動圏結果と植生図から解析	行動圏結果と植生図から解析
④ 餌生物	糞分析により可能	餌動物は分からない

4. 糞DNA分析

DNA鑑定は、今や親子判定や農作物の品種鑑定だけでなく、犯罪捜査にも用いられており、特にDNAを証拠とした科学捜査は周知の通りである。

城原川ダム環境調査では、このDNA鑑定を用いて効果的かつ高度に効率化した環境調査を実施した。

(1) 糞の特徴

テンの糞(図-5)は、概ね太さ1cm・長さ5cm程度のソーセージ形で、橋梁や林道の石の上、及び階段など自分の糞をアピールするように目立つ場所で糞をする習性がある。

図-5からは糞の表面に黄色いつぶつぶが確認できる。これは果実の種であり、このようにテンの餌生物を糞から分析することができる。また、テンは雑食であり、季節によって餌生物が変わるため糞の様子も季節によって大きさ、形状、及び色彩などが大きく変化する。糞DNA分析では、糞の尖っている部分に付着している粘膜のDNAを分析するため、糞が新鮮なほど分析の精度は上がる。



図-5 テンの糞 (夏季)

(2) 調査項目の比較

従来のテレメトリー調査と糞DNA分析調査の調査能力を表-1に整理した。

糞DNA分析調査は、①個体数、②分布と行動圏、③生息環境、④餌生物の環境影響検討の上で必要な4項目の情報を全て把握可能であり、1年で影響検討に必要な最低限の情報を取得することが可能である。

一方、捕獲テレメトリー調査では、①個体数が分からない、②行動圏は捕獲した個体の情報のみしか分からない、④餌生物が分からないと調査能力に大きな差

(3) 調査能力の比較

両調査の利点と欠点を表-2に整理した。

DNA分析調査では1年間で影響検討に必要な最低限の情報を全て取得可能であるとともに、テンへ負荷を与えることはない。また、糞の収集にあたり私有地に立入ることなく林道や道路周辺での調査が可能である。さらに、個体数の把握と同時に、調査地域内の多くの個体の行動圏が把握できる。

一方、テレメトリー調査では、捕獲や発信機を装着することにより個体へ負荷を与える他、事業が影響を及ぼす個体を捕獲できるとは限らない。また、発信機からの信号を受信するために追跡者は私有地へ立入らざるを得ない場合がある上、多数の人手が必要である。さらに、テンは夜行性のため安全面も含め追跡者の多大な労力を要する。

また、両調査の価格面での比較では、同程度の金額で得られる結果の差が大きいことから、今回採用した「糞DNA分析調査」は、効果的かつ高度に効率化を図れた調査と言える。

表-2 両調査のメリットデメリット

	捕獲テレメトリー調査	糞DNA分析調査
メリット	・行動圏を詳しく把握することができる (捕獲した個体のみ)	・個体への負荷がかからない ・1年で情報を取得可能 ・個体数が把握できる ・同時に多数の行動圏が把握可能 ・日中に道端で調査できるため安全かつ私有地に立入る必要がない
デメリット	・捕まえにくい上、個体に負荷がかかる (事業に関係する個体か不明) ・個体数が把握できない ・私有地に入る場合がある ・個体の追跡が大変な上、夜間なので危険を伴うこともある。	・新しい技術のために前例が少ない
価格面	・(年間)2千~3千万程度で捕獲した個体のみ情報が取得可能(数年間調査が必要)	・(年間)2千~3千万程度で全項目の情報が取得可能(1年でOK)

(4) DNA分析調査方法

城原川ダムでは、平成20年8月~平成21年5月に4季の調査を実施し、季別に約1週間連続でテンの糞を収集した。次に糞よりDNAを抽出し、データの分析や解

析をおこない、塩基配列 (図-6) による個体の識別や染色体 (図-7) の有無による雌雄の判別を行った。また分析フローの概略を図-8 に示す。

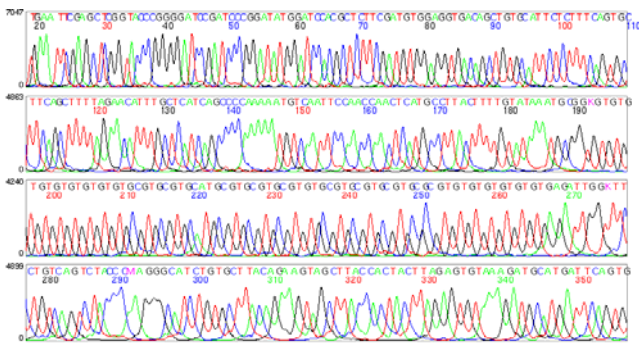


図-6 塩基配列

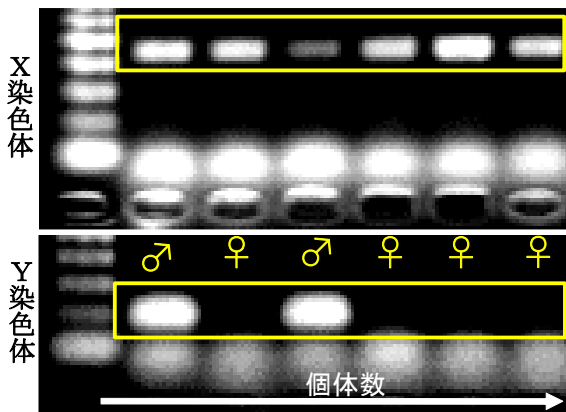


図-7 染色体

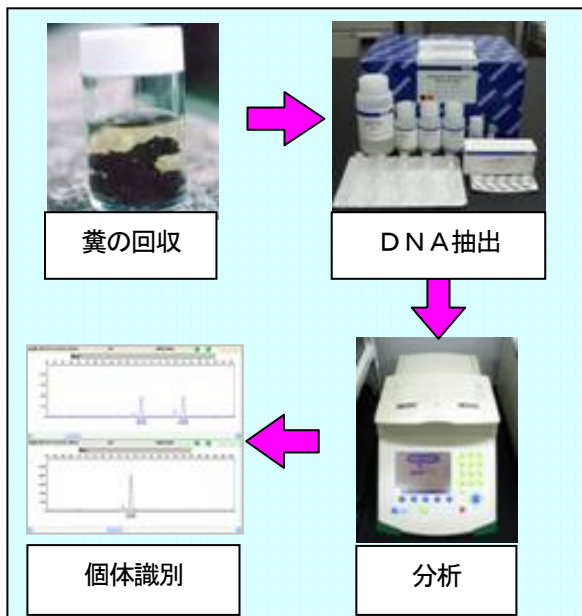


図-8 分析フロー

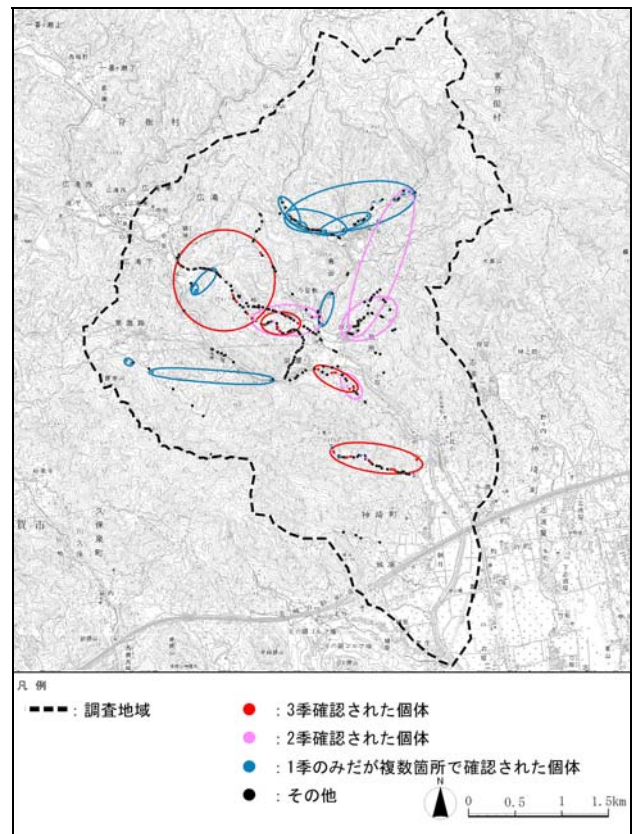


図-9 分布と行動圏

5. 調査結果・考察

現在までの結果を以下に示す。

(1) 調査結果

a) 個体の確認

H20年8月～1月の3季で採取した262個の糞を分析し、調査範囲に51個体のテンが生息していることを確認できた。糞DNA分析を行うことによって初めて個体数を把握可能とした。

b) 分布と行動圏の把握

分布と行動圏の範囲を図-9に示す。

また3季に渡り4個体、2季に渡り6個体を確認しているため、少なくとも10個体は事業影響範囲内に定着住していることを把握した。

c) 生息環境の把握

b)で把握した行動圏に植生図を重ね合わせることで生息環境を把握した。

d) 餌生物の確認

目視による餌生物の確認を行った。また、今後詳細な餌生物の分析が必要となった場合は、保存している糞を分析することにより、餌生物の詳細な確認が可能である。

上記の通り、影響検討に必要な全ての情報を収集することを可能とした。さらに今回の調査での独自の考

察を下記に述べる。

(2) 独自の考察

a) 縄張り、そして王者の影

DNAの分析結果より雌雄別に行動範囲を示すと図-10 のようになる。雄(♂)は青、雌(♀)は赤で示す。図-10 からわかるように、テンには縄張りがあり、♂は♂同士、♀は♀同士で縄張り争いをしていることが考えられる。同性の行動圏の端部が重なっていることから、自分の縄張りを拡大しようとする努力が確認できる。また、♀は♂に比べ行動範囲が狭くなっている。♂の行動圏の中に複数の♀がいることから、テンは一夫多妻である可能性が高いと言える。その場合、最北に位置する♂は現時点では王者の中の王者として君臨しているということに他ならない。

b) 王者の風格

最北に位置する♂のテン(以下王者)の縄張りには神崎市背振町の倉谷地区が含まれている。倉谷は柿で有名な土地で、秋には辺り一面が山吹色に彩られる。テンは柿を好むという情報もあったが、王者は縄張りの中に高級倉谷柿の果樹園を含み、好条件の縄張りを支配していることがわかった。なお、現地地の柿が荒らされているという報告が無いことから、王者は落ちていた熟れた良質の柿を食べていると推測される。

テンの中には強弱があり、強者は好条件の縄張りを持ち、多くの妻がいるという考察を加える。

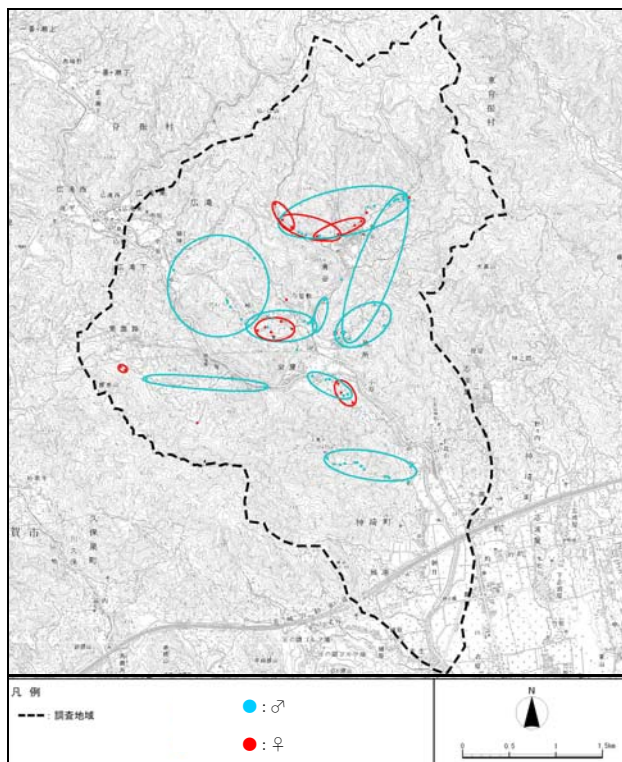


図-10 雌雄別行動範囲

6. まとめ

テンの糞DNA分析調査を用いることによって従来の調査よりも短期間に安価でかつ、飛躍的な結果の取得が可能とした。また、調査結果を異なる視点から分析することにより、多くの独自の考察が生まれた。このことから糞DNA分析調査によって今後の環境調査に革命がおこると考える。

7. 今後の展望

DNA分析調査は、他事業の環境調査等においてもかなり有効であると考えられる。その中、テンの糞DNA分析手法においては、本調査で正確な結果を見ており、その誤差は約1/650万と信憑性が高く、確立された手法であると言える。

今後は、テン以外の生物へDNA分析調査に十分な期待がもてることより、当事業においてイタチのDNA分析調査の試行を実施することとしている。イタチはチョウセンイタチとの区別が困難とされていることより糞DNA分析による調査は有効と考える。更にイタチだけでなく、DNA分析調査は、鳥類や魚類その他の生物にも活用できる可能性がある。

また、テンの糞DNA分析調査結果を応用することによって、健康状態の把握、社会構造、テンの一族の時系列的な分散過程の把握に活用できる可能性がある。今回の飛躍的なテンの上位性の調査結果から推測するとDNA分析調査が今後の生態系調査にとって限りない可能性を秘めていると言える。

参考文献

- 1) 環境省:第5回自然環境保全基礎調査 動物分布調査報告書 哺乳類(平成14年)
第5回自然環境保全基礎調査 動植物分布調査(生物多様性情報システムホームページ)
http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_f.html