生物多様性センター企画展

新たな手法でひもとく大阪の生物多様性

どの種類の生物が、どこにどれだけいるのか、どのような相互作用を持って暮らしているのか・・・

これらは生物多様性を守るためにはなくてはならない情報ですが、

一体どのように調べているのか、気になったことはありませんか？

生物多様性センターでは、大阪に暮らす生物たちやそのつながりを、日々様々な方法で調べています。

今回の企画展では、その中でも最先端の調査研究手法について、最新の調査結果とともにご紹介します。

パネルや、実際に調査に使用している機器、実際の調査で撮影された大阪府内の生物の写真や動画等の

展示を通して、大阪の生物たちの暮らしぶりをどのように把握しているのか、

この機会にぜひご覧ください。

２０２１年１１月作成

地方独立行政法人 大阪府立 環境農林水産総合研究所
生物多様性センター

新たな手法：自動撮影カメラ

- 警戒心の強い野生動物たち。その生息状況を直接観察して調べることは非常に困難です。
- でも、赤外線センサーのついた自動撮影カメラなら、森に仕掛けておくだけで、どこにどんな動物がどのくらいいるのかを、簡単に調べることができます。
- 季節を問わず24時間記録ができるので、希少種や外来種の生息状況を効率よく把握することなどに適しています。

自動撮影カメラとは

- 動物の熱を感知する赤外線センサー付きのカメラです。
- 動物がセンサーの範囲内を移動すると、センサーが温度変化を感知して、自動的に撮影が開始されます。
- 写真だけでなく、動画を撮影することもできます。

自動撮影カメラのメリット

箕面の森で撮影されたツキノワグマ

調査範囲（正方形）を設定して生息密度を推定するRESTモデルの適用例
（出典：兵庫県森林動物研究センター）

効率的な調査が可能

- 特定の種に限定することなく、その地域に生息している様々な野生動物をまとめて調査できます。
- カメラの設置と回収を行うだけで、設置期間中24時間体制で記録をとることができます。

人の影響を減らした調査が可能

- 人がいない状態での記録ができるので、警戒心の強い動物にもストレスを与えずに調べることができます。

工夫次第でさらなる応用も

- カメラの設置方法の工夫や動画データの活用によって、生息密度の推定や行動解析も可能になります。

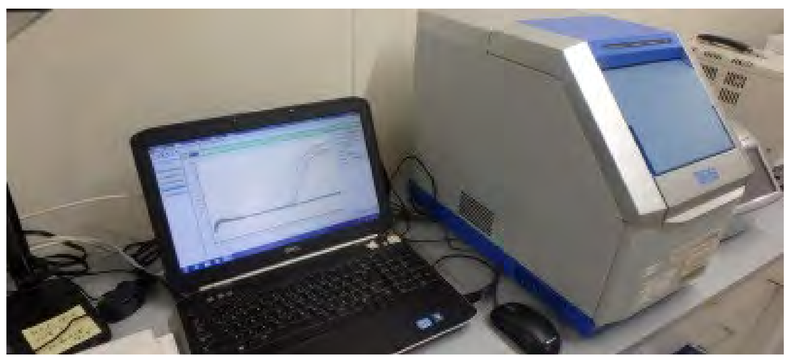
地方独立行政法人 大阪府立 環境農林水産総合研究所
生物多様性センター

新たな手法：環境DNA分析

- コップ一杯の水を調べれば、そこにどんな生物が生息するのかを調べることができます。これを環境DNA分析と言います。
- 環境DNAとは、環境中に存在するDNAのことです。広義には生きた生物そのものも含みますが、狭義には糞や組織のかけらに含まれた状態など、生物から離れて存在するDNAを言います。
- ここでは、水の中に存在する魚類の環境DNAを分析する手法について紹介します。

環境DNA分析とは

現地での採水の様子



上：ろ過作業、下：分析装置の例

現地調査は水を汲むだけ！

- 調査したい川や池の水から水を汲んで、フィルターでろ過し、フィルター上に残ったものから、DNAを抽出して分析に用います。

調べたい種に応じて、対象のDNAを増やして分析

- 抽出したDNAの中には、微生物や鳥類、人間など様々な種類の生物のDNAが含まれています。そのため、魚類のDNAのみを増幅する試薬を用いて分析をします。
- 対象種が決まっている場合は特定のDNAのみを増幅させて、そこに生息するすべての魚類を調べる場合には網羅的に魚類のDNAを増幅させて分析します。

環境DNA分析のメリットとデメリット

電気ショッカーによる採捕

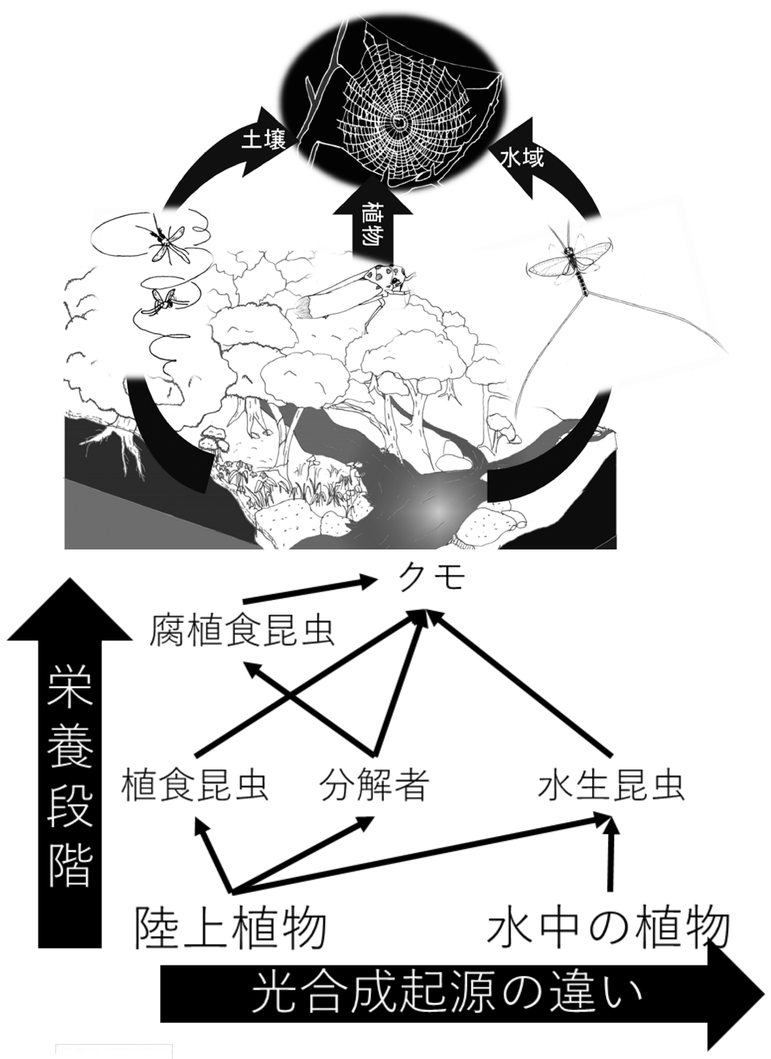
- 投網や電気ショッカー等による採捕は、技術や経験、特別な許可が必要ですが、採水なら少しのトレーニングで、誰でも同じように実施できます。
- そこにすむ魚の大きさや、個体数まではわかりません。

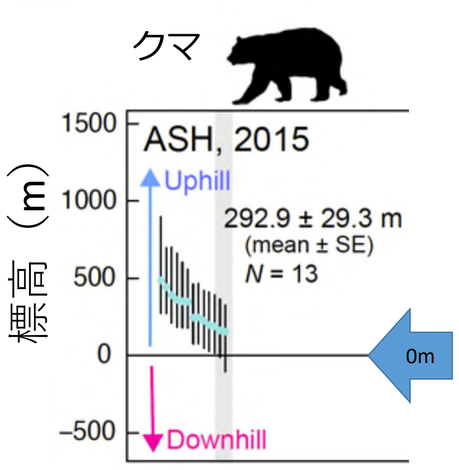
地方独立行政法人 大阪府立 環境農林水産総合研究所
生物多様性センター

新たな手法：安定同位体分析

- 全ての生物は、他の生物由来の物質を取り込んで生きています。この取り込む過程で、様々な「物の流れ」が生じます。
- 「物の流れ」は、植物が光合成によって生産したものが消費され、最終的に二酸化炭素に還るといったように循環しています。
- 安定同位体を用いれば、普通には見えないこの「物の流れ」を明らかにすることができます。自然の中での「物の流れ」を追跡できるとしたら、どんなことが分かるでしょうか？

同位体比を分析して分かること





山中で採取したクマの糞中の植物種子の酸素同位体比を調べた例。（Tsunamoto et al., 2020より）

糞中の種子の同位体比（グラフ中の水色線）は、その場所の植物から採れた種子とは異なる値を示す。その“差”を標高に換算すると、クマが果実を食べて移動することで、より標高の高い場所へ種子を運んでいることがわかる。

食物連鎖 (生物の食べる－食べられる関係) の解析

- 生物は自分の食べたものに関わる情報を同位体比というかたちで蓄えています。
- 様々な生物の同位体比を測り比べることで、食物連鎖を通じた生物同士の「関係」を調べることができます。

生物の移動履歴の追跡

- 水文や地質、生えている植物が違うために、同位体比は場所によって違った値を示します。
- あらかじめ同位体の地図を作っておけば、生物が「どこで食べたのか」を推測することができます。
- ひいては、渡りや回遊といった生物の移動履歴を明らかにするために役立つ情報となります。

環境変化のモニタリング

- 人間活動などによって環境が改変されると、食物連鎖の在り方の変化や水質の変化が生じます。
- 特定の生物や物の同位体比を継続的に調べることによって、「つながりの変化」を捉えることができます。

地方独立行政法人 大阪府立 環境農林水産総合研究所
生物多様性センター

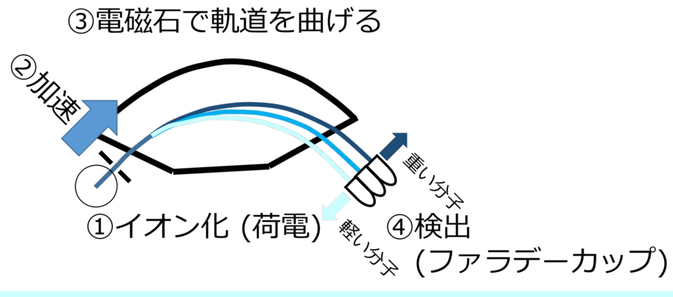
少し詳しく：安定同位体とは？

- 全ての生物を「物の流れ」のなかに位置づけることで、生物の生態や機能に迫ることが、安定同位体分析をもちいた環境動態解析の核心です。
- 自然を生物と非生物の織りなす物質循環のシステムであると見立てれば、生物は循環を駆動する化学反応の担い手です。同位体分析は、この化学反応を部分的に眼に見えるものとして示してくれるツールです。

そもそも安定同位体比とは？

同位体比の測定

- 重さの違いを利用して分子を弁別し、電気的に計数します。



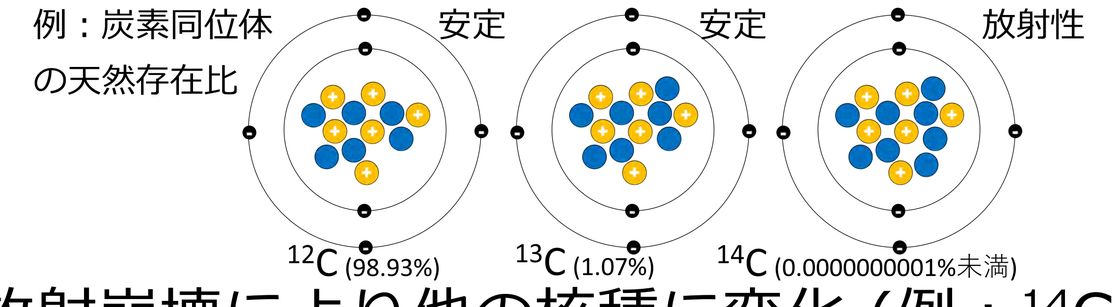
同位体「比」の ”表現” の仕方

- 標準物質の同位体比からの偏差の千分率で表します。

$\delta^{13}C|\delta^{15}N$ (δ; 差の数学記号デルタ)
＝(R未知試料/R国際標準物質)－1
(千倍して‰；パーミルで表記)

同位体：陽電子数が同じで中性子数が違う元素

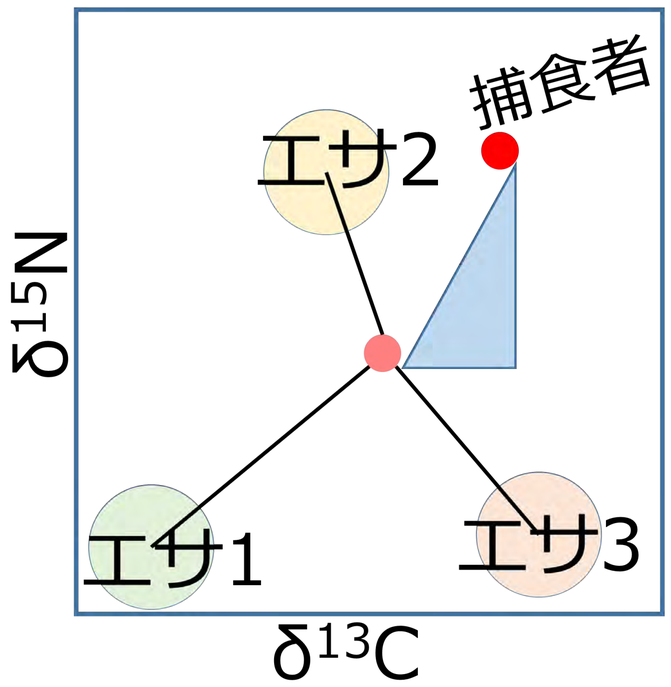
- 原子は陽子、電子、中性子から出来ています。
- 陽子、電子数が同じ元素は同種(H, He, Li,…)です。
- 同種元素で中性子数が異なり、したがって重さの違うものが互いに同位体の関係にあります。



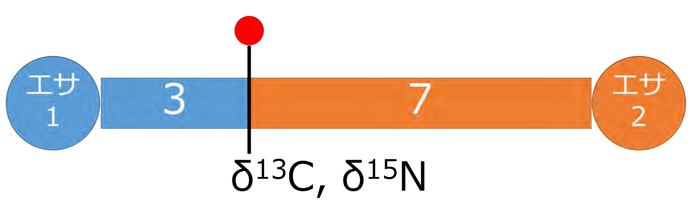
- 同位体のうち放射崩壊により他の核種に変化 (例；$^{14}C \rightarrow {}^{14}N + e^-$) しないものを安定同位体と呼びます。
- 同位体は同じ性質を持ち、同じ様に化学反応しますが、重い同位体のほうが反応速度が遅くなります。

同位体比から食べている物を定量的に評価する

エサの混合とエサの取込過程における変化量⊿によって決まる炭素窒素同位体比(概念図)



例：二種類の食べ物を7:3で食べている場合



基本的な考え方

- あなたの(生物の)同位体比は　**食べ物の同位体比 ＋ 取込(消化)過程での同位体比の変化**　で決まります。
- 取込過程での同位体比の変化は、体の中で起きる化学反応速度が重い同位体で遅くなるために生じます。
- 一般に、$\delta^{13}C$では食べ物の同位体比、 $\delta^{15}N$では取込過程での同位体比の変化が強く表れる傾向にあります。
- 横軸に$\delta^{13}C$、縦軸に$\delta^{15}N$をとると、ちょうど食物連鎖を表すピラミッドのように、上に食べる側(捕食者)、下に食べられる側(被食者)が図示されます。

複数種類の餌を食べる場合

- 食べた割合の大きい餌の値が強く影響します。
- 吸収しやすいものの値が強く影響することがあります。(口に入れたもの≠取り込まれたもの)

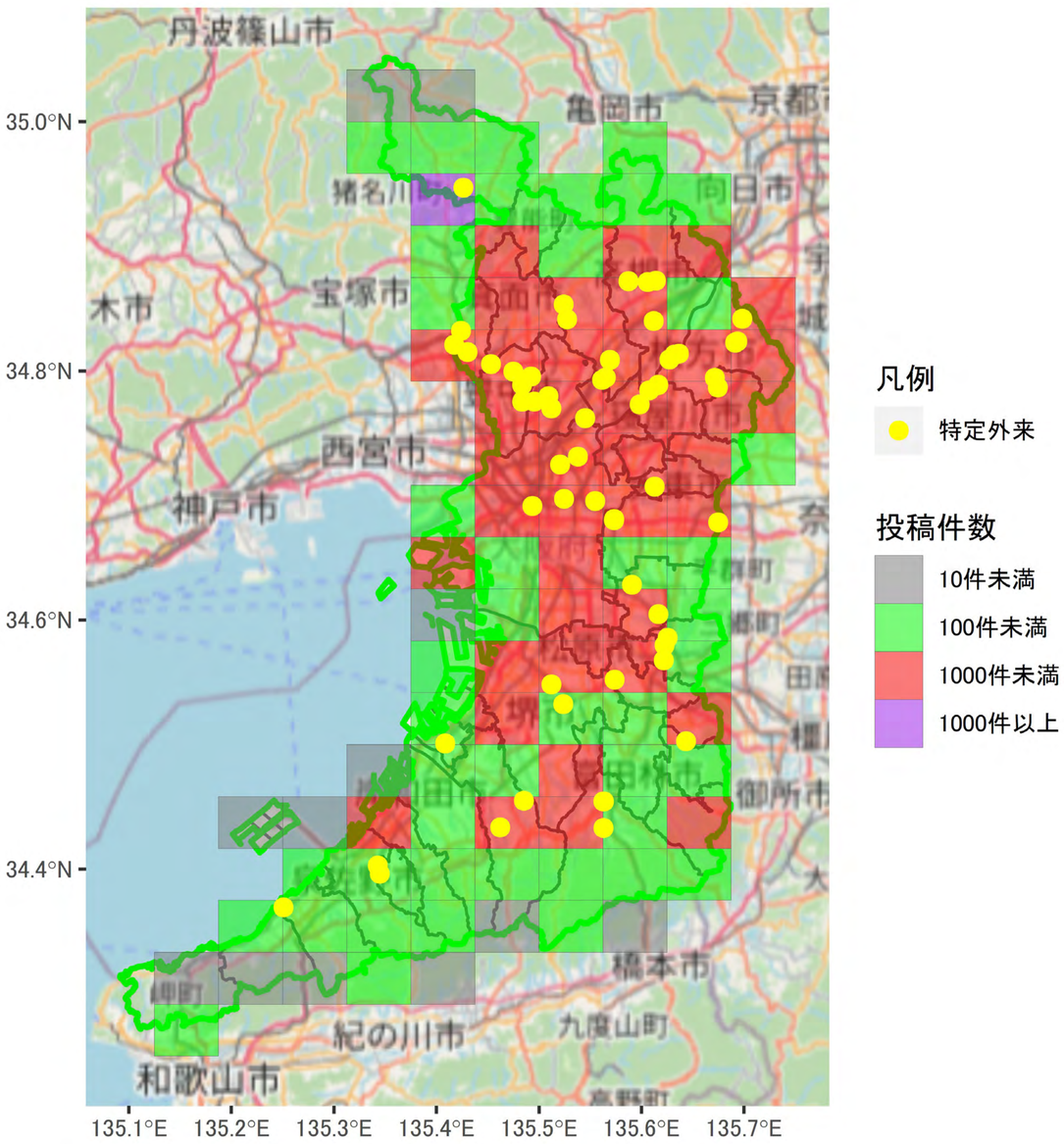
地方独立行政法人 大阪府立 環境農林水産総合研究所
生物多様性センター

新たな手法：
スマートフォンアプリを活用した取組

- 生物の生息状況を広域的に把握するためには、専門家だけではなく、たくさんの人の目で生物を観察し、記録することが有効です。市民参加による調査によって科学的知見が蓄積されることは市民科学とも呼ばれ、貴重な情報をもたらします。
- 株式会社バイオームと連携し、同社が開発したスマートフォンアプリ「Biome（バイオーム）」を用いて、大阪府内で一斉生物調査を行った事例を紹介します。

スマートフォンアプリを活用した一斉生物調査

いきもの観察クエスト「おおさかはどっちが多い？在来種VS外来種」



府内における投稿件数（5kmメッシュ）と、特定外来生物の確認地点

- 2020年７月25日から9月30日にかけて、いきもの観察クエスト「おおさかはどっちが多い？在来種ＶＳ外来種」と題した一斉生物調査を実施しました。
- 参加者が、大阪府内で撮影した生物の写真を、位置情報を付してアプリから投稿することで情報が集められました。
- 在来種、外来種併せて13,000件超の写真が投稿されました。ベッドタウンなどの投稿数の多い地域では特定外来生物の写真が投稿され、市民の監視の眼が確実に行き届いていることが視覚的に確認されました。
- 投稿件数が多い、つまり、参加する人が多いほど、見つけられる生物の数も増え、モニタリング力も強化されます。一人一人の身近な生物への関心の高まりが、生物多様性を守ることにつながります。

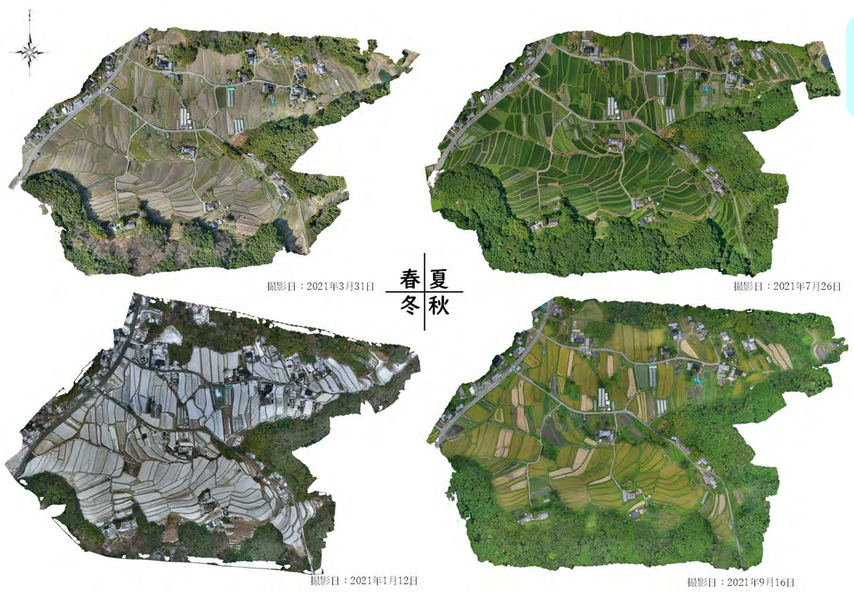
新たな手法：ドローン

- 森林の調査には、膨大な時間と人手が必要です。現地調査のみで広範囲を全て調べることは現実的には不可能です。危険も多く、たどり着くことすらできない場所もあります。
- ドローンによる空撮を使えば、広範囲の森林を迅速に調査可能で、危険な場所に人が立ち入る必要もありません。
- 撮影した画像や位置情報等を用いれば、対象となる森林の面積の計算、樹種の判別、樹高の測定などにも応用可能です。

ドローンとは

- 無人航空機のうち、複数の回転翼をもつマルチコプターのことを指します。
- 近年、森林資源量や災害の調査にも活用されています。
- 空撮画像による写真測量をおこなうことも可能です。

ドローンのメリット



豊能町牧地区における棚田のオルソ画像

和泉市における風倒木被害地

広範囲を効率的に調査することが可能

- 広い範囲の森林を迅速に調査することができます。
- 多数の空撮画像や位置情報から3次元点群データを作成し、樹木１本１本の樹高を測定することができます。
- 立木の混みあい具合や樹木の生育状態から、間伐が必要な箇所の抽出等に役立てることができます。また、ゆがみを取り除いた画像（オルソ画像）を作成し、面積を簡単に計算することもできます。

人の立ち入ることのできない危険地域での調査が可能

- 斜面崩壊や風倒木発生地などの危険な場所でも、安全かつ迅速に被害状況を調べることができます。

地方独立行政法人 大阪府立 環境農林水産総合研究所
生物多様性センター