

猛禽類の鳴き声による位置推定システム： 音声レーダーの開発

環境アセスメント等において実施される猛禽類の調査は、主に目視観察や現地踏査により行われている。しかし調査に多くの労力を要しており、かつ発見漏れ等の課題もある。本研究では、効率的・効果的な猛禽類調査のツールとして、複数の地点で長時間録音された音声データから、オオタカ *Accipiter gentilis* の鳴き声を自動で判別・抽出し、その位置を推定するシステム（音声レーダー）を開発した。

オオタカの鳴き声の判別と抽出では、3パターン（警戒、餌乞、幼鳥）に分類することとし、スペクトログラム（声紋）の特徴を基に、決定木分析により判別した。さらに鳴き声による個体位置の推定は、音の距離減衰式を用いて、4地点の平面座標と音圧レベルから3元連立方程式を立式し、これを解くことにより行った。鳴き声の判別の適合率（正答率）は学習データで0.8~0.9、検証データで0.5~0.8であった。また、音声レーダーによる推定位置と現地確認の結果は、概ね一致していた。



写真1 猛禽類調査（目視）

✓ 音声レーダーの構成

まず、オオタカの生息林内の各所で同時にICレコーダーを用いて録音した音声データから、声紋（スペクトログラム）を作成し、画像処理を行い特徴量を抽出して、成鳥（オス、メス）、幼鳥の鳴き声を判別した。次に、それら抽出した音声データを用いて、複数の地点における同一時刻の鳴き声の音の強さ（音圧レベル）の違いを用いて、オオタカが鳴いていた位置を推定した。音源位置の推定は、音源を囲むように配置した4地点の録音データから音圧レベルを計算し、音圧レベルの距離減衰の式から、三元連立方程式を立式し、これを解くことにより求めた。

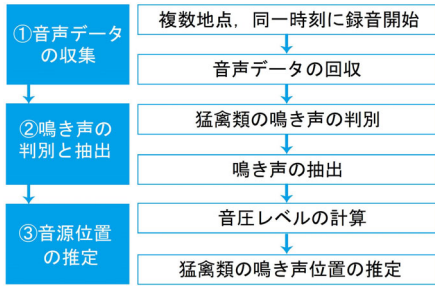


図1. 音声レーダーの構成

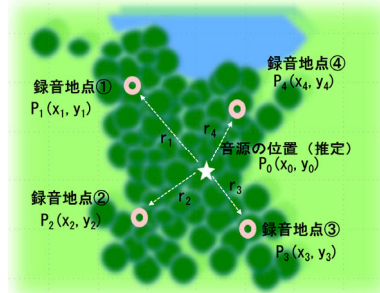


図2. 音源と録音地点の位置関係

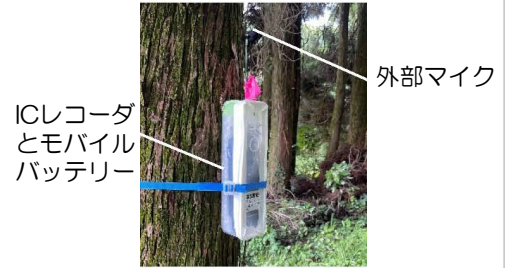


写真2 ICレコーダーの設置状況

<p>■ 音圧レベルの距離減衰式</p> $P_0 = P_i + 10 \log(r_i^2) + 8$ $\Rightarrow \frac{P_0}{10^{0.8}} = P_i \left((x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 \right)$ <p>ここで、 P_0 : 音源の音圧レベル P_i : 音源から離れた地点での音圧レベル r : 音源からの距離、 x_0, y_0 : 音源の平面座標 x_i, y_i : 音源から離れた地点の平面座標</p>	<p>■ 三元連立方程式</p> $\frac{P_0}{10^{0.8}}(P_1 - P_2) = x_1^2 - x_2^2 - 2x_0(x_1 - x_2) - y_1^2 - y_2^2 - 2y_0(y_1 - y_2)$ $\frac{P_0}{10^{0.8}}(P_2 - P_3) = x_2^2 - x_3^2 - 2x_0(x_2 - x_3) - y_2^2 - y_3^2 - 2y_0(y_2 - y_3)$ $\frac{P_0}{10^{0.8}}(P_3 - P_4) = x_3^2 - x_4^2 - 2x_0(x_3 - x_4) - y_3^2 - y_4^2 - 2y_0(y_3 - y_4)$
---	--

✓ 音声レーダーの検証

現地調査によるオオタカの確認位置（図3）と音声レーダーによる推定位置（図4）は概ね一致した。位置推定には4地点での音声データが必要であるが、直近（図4）と林縁（図5）に設置したケースを比較すると後者では位置がばらついてきた。



図3. 現地調査による確認位置
目視または鳴き声による



図4. 音声レーダーによる推定位置
直近4地点での推定結果

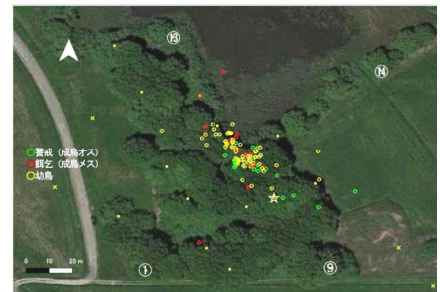


図5. 音声レーダーによる推定位置
林縁4地点での推定結果

✓ 今後の課題

直近4地点と林縁4地点では推定位置に相違がみられた。これは、音源と録音地点との位置関係により、音の伝搬特性（遮蔽、吸収、反射等）が異なるためと考えられる。地形の影響も含め、音圧レベルを補正する方法を検討する必要がある。

※共同研究者：石川県立大学 緑地環境学研究室 上野裕介准教授