

〈第37回 山崎賞〉

# IC レコーダーを用いた鳥類の生態調査

浜松学芸中学校・高等学校  
探究活動（自然科学）2年 山田青 他6名

## 1. 対象と研究の背景

フクロウ *Strix uralensis* (図1) は、静岡県では準絶滅危惧 (NT) に指定されており、里山生態系におけるアンブレラ種であり、小型哺乳類や鳥類の有力な捕食者であると一般的に考えられている (内山ほか 2014)。フクロウは、平地から山地の林、農耕地、草原などに生息する留鳥であり、日中は暗い林内や樹洞で休息し、夕暮れから活動をはじめる (水谷・叶内 2020)。フクロウのような夜行性鳥類を対象とする調査では目視が困難なため、日中と比べて鳴き声による記録への依存度が高く、録音による調査が効果的である (植田 2008)。



図1. フクロウ

本研究では、目視による直接観察が困難な夜行性鳥類の代表であるだけでなく、身近な存在でもあるフクロウに着目して研究を進めていく。フクロウは夜行性であり、姿を直接観察することが困難である。また、木立が密集した暗い森のなかで活動するために目視での観察はなおさら困難である。さらに、過度な調査活動がフクロウの求愛・営巣・採餌といった繁殖・育雛行動に大きな悪影響を及ぼしかねない懸念がある。そのため、フクロウの繁殖・育雛期における現地での調査活動は、IC レコーダーの設置および回収といった短時間の活動に制限した。

本研究で明らかにすることは、以下の3点である。1つめは、IC レコーダーを用いた音声録音調査によって、静岡県立森林公園内でのフクロウの生息の有無を確認することである。2つめは、フクロウの森林公園内でのより詳細な生息状況（活動場所・時間）を明らかにすることである。3つめは、フクロウの録音データの音圧をもとに相対距離を算出することで、三角測量の原理を応用して営巣場所を正確に特定することである。これら3点を明らかにすることで、夜行性鳥類の IC レコーダーを用いた効率的な調査手法が構築され、調査者の労力を抑えたうえで夜行性鳥類の生息状況を正確に把握できるようになり、生息地の保全や希少な夜行性鳥類の保護へ向けた活動の助けるはずである。

## 2. 調査地

静岡県浜松市浜北区にある静岡県立森林公園を調査地として、本研究を行った。森林公園内には、アカマツ *Pinus densiflora* の明るい林、コナラ *Quercus serrata* やクヌギ *Quercus acutissima* の落葉樹林、スギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* の整備された人工林、スダジイ *Castanopsis sieboldii* やタブノキ *Machilus thunbergii* やアラカシ *Quercus glauca* などの常緑広葉樹の高木が樹冠を覆った暗い森など多様な植生と地形がみられ、フクロウの生態調査に最適な環境であった。

## 3. 方法

調査は、浜松市浜北区にある静岡県立森林公園内に生息するフクロウを対象として行った。公園内の園路沿いの10地点に、1台ずつ IC レコーダーを設置した。鳴き声の録音には、Panasonic 社製 IC レコーダー (PR-XS460) を10台用いた。IC レコーダーは、雨や露から機器を守るためビニール

袋に包み、木の枝や看板等に固定した。IC レコーダーを用いた音声録音調査は、フクロウが営巣・繁殖・抱卵・給餌・育雛をする期間である 5 月と 6 月に、週 1 回の間隔で 9 回、合計 89 地点（1 地点でデータ欠損）で実施した。また、本研究のデータ解析には、18:00 から翌日 6:00 までの録音データを用いた。

音声解析には、音声編集ソフト WavePad を用いた。フクロウの鳴く時間帯の特性についての検討は、植田（2008）を参考にした。まず、一晩を通したフクロウの鳴き声が記録される時間帯パターンをみるために、一定時間間隔の時間帯でフクロウの鳴き声の記録状況を集計した。次に、1 時間当たりの鳴き声が聞こえた合計時間（分）を記載した。

フクロウの営巣場所の特定するために、4 録音地点から営巣場所までの相対距離を算出した。IC レコーダーを用いてフクロウの生息調査を行った 10 地点のうち、鳴き声が確認できた地点を含む合計 4 地点において調査を行った（図 11-a）。調査は、雛の鳴き声が盛んに聞こえた 6 月 2 日から 3 日にかけて行った。音声を録音後、音声解析ソフト FFTAnalyzer を用いて、成鳥の鳴き声の音圧レベルを求めた。次に、A 式を用いて音圧（音の大きさ）を算出した。音圧（音の大きさ）は距離の 2 乗に反比例すると仮定して、B 式より相対距離  $x$  を算出した。4 地点からの相対距離をもとに地図上で円を描き、円弧の重なる地点でフクロウの巣を探索した。今回は、雛の鳴き声が小さく、音声解析に用いるのは困難であったため、成鳥の雄と雌の鳴き声だけを解析に用いた。

$$[A] \quad p_{\text{実効}} = 20 \times 10^{-5} \times 10^{\frac{L}{20}}$$

$$[B] \quad \text{相対距離 } x = (p_{\text{実効}})^{-0.5} \quad p_{\text{実効}} : \text{実行音圧 (Pa)} \quad L : \text{音圧レベル (dB)}$$

## 4. 結果

### 【A】フクロウの生態

本研究により、IC レコーダーを用いた音声録音調査から森林公园においてフクロウが生息していることに加えて、主要な活動場所が確認できた。調査を行った 10 地点のうち、フクロウの鳴き声が録音できたのは 2 地点だけであった。WavePad を用いて録音データを解析すると、同時に 2 羽の成鳥（雄と雌）が鳴き交わしているのが録音されただけでなく、雛の鳴き声も確認できた（図 2）。また、WavePad での音声データの解析から、フクロウの雄の地鳴きやさえずり、雌の地鳴き、雛の鳴き声が、音声からだけでなく WavePad における波形からも明確に識別できた。

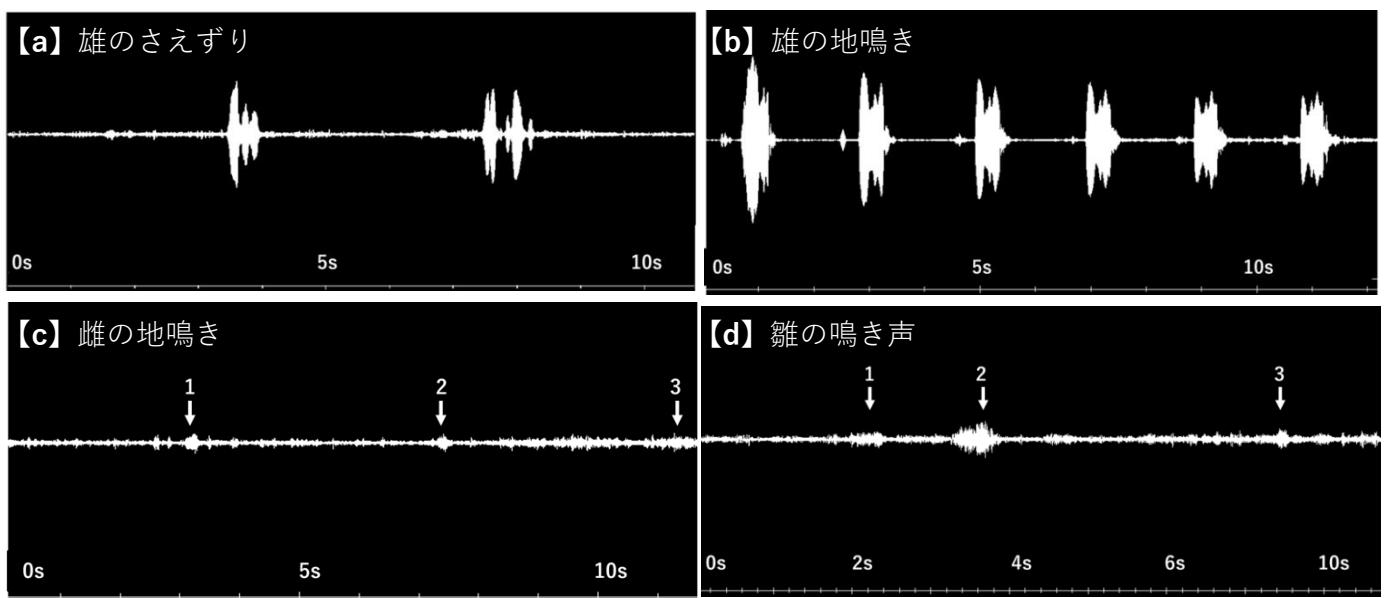


図 2. WavePad を用いて解析したフクロウの鳴き声の波形。

フクロウの鳴き声は、18:00 から翌日 6:00 まですべての時間帯で確認できた。時間帯によって 1 時間当たりの鳴き声の合計録音時間や録音回数には大きな差がみられた。日没前の 18:00 から 19:00 の時間帯には、フクロウの鳴き声はほとんど録音されなかつた。一方で、日没直後から録音時間と録音回数は高くなつていき、20:00 から 21:00 の時間帯に 1 つめのピークがみられた。その後、21:00 から 24:00 にかけての時間帯にかけて、録音時間と録音回数ともに低下した。その後、早朝にかけて録音時間と録音回数は増加して、2 つのピークがみられた。

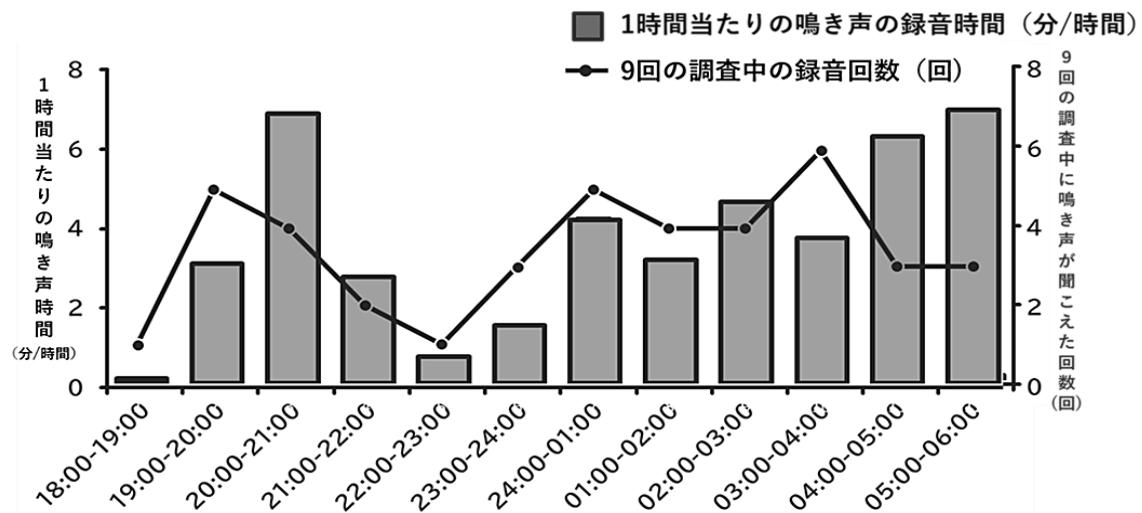


図 3. IC レコーダーによるフクロウの鳴き声の録音時間と録音回数。

#### 【B】フクロウの営巣場所

フクロウの営巣場所を特定するために、4 録音地点から営巣場所までの相対距離を算出した。本研究では、フクロウの雛の鳴き声が小さかつたため、フクロウの成鳥の雄と雌の鳴き声のみを相対距離の算出に用いた。相対距離は、もっとも値の小さな調査地点 3 を基準として 1.0 とした（表 1、2）。雄と雌の鳴き声をもとに算出した相対距離を比較すると、調査地点 1 から 3 ではほとんど同じ値となつたが、調査地点 4 では雌雄間で大きな差がみられた。

算出した相対距離（表 1、2）をもとに、各調査地点を中心とした円を描いた。円の半径は相対距離の比にもとづき、4 つ円が重なるように半径の大きさを調整して描いた。描いた 4 つの円の重なる付近（図 4-b 中の矢印）に、フクロウの営巣場所が存在すると仮説を立てて、調査地内で探索をした。赤色、緑色、青色、黄色の 4 つの円が重なる付近にはアカマツの高木が生えており、その地表 10m の位置に樹洞が確認できた。また、調査地点 4 の近辺において、ヒメユズリハ *Daphniphyllum teijsmannii* の地表から約 5m の位置に枯れ枝を組んでつくった巣があった。いずれの地点も、地表はコシダ *Dicranopteris linearis* の群落によって覆われ、フクロウの存在を示す巣材、糞、ペリット、羽根といった痕跡を発見することは困難であった。

表 1. フクロウの雄の鳴き声をもとに算出した相対距離。

調査地点	音圧レベル (n=5) [dB]	音圧 (実効値) [Pa]	実効値の逆数 [1/Pa]	$\sqrt{\text{実効値}} [1/\text{Pa}^2]$	相対距離 x [m]
1	74.8	0.110	9.10	3.02	2.0
2	83.7	0.306	3.27	1.81	1.2
3	86.6	0.426	2.35	1.53	1.0
4	71.4	0.074	13.5	3.67	2.4

表2. フクロウの雌の鳴き声をもとに算出した相対距離。

調査地点	音圧レベル (n=5) [dB]	音圧 (実効値) [Pa]	実効値の逆数 [1/Pa]	$\sqrt{\text{実効値}}[1/\text{Pa}^2]$	相対距離 $x$ [m]
1	70.4	0.066	15.1	3.89	2.1
2	78.7	0.172	5.80	2.41	1.3
3	82.9	0.279	3.58	1.89	1.0
4	72.4	0.083	12.0	3.46	1.8

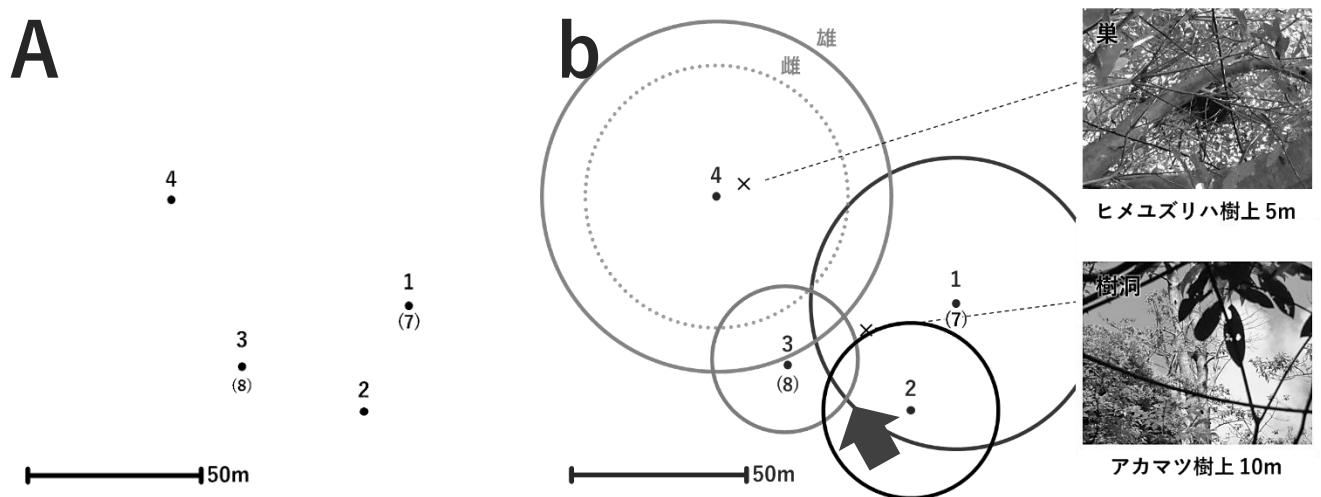


図4. 雄と雌の鳴き声をもとに算出した相対距離による営巣場所の特定. (a) 調査地の概要.

(b) 算出した相対距離を当てはめたようす.

※ フクロウ保護と生息地保全の観点から、詳細な地図は省略している.

※ 図4中の1~4の数値は各調査地点を示す.

※ 調査地点4は、雌雄で相対距離が大きく異なったため、雄は実線、雌は破線の円で示した.

## 5. 考察

### 【A】フクロウの生態

本研究より、ICレコーダーを用いた音声調査が夜行性鳥類であるフクロウの生態調査に有効であることが明らかになった。さらに、フクロウの生息の有無に加えて、雄雌や雛の存在、活動時間帯や活動範囲といったより詳細な生息状況を明らかにするうえで有効であることが確認できた。雌雄の成鳥のさえずりや地鳴き、雛の鳴き声が録音されたことから、本調査地において営巣・繁殖・育雛の活動をしていたと考えられる。録音データの利点としては、次の2点があげられる。1つめは、何度も反復して音声を聞き直すことができ、さらにWavePadを用いて録音データの波形で明瞭にフクロウと他種を判別できるため信頼性や正確性が増す点である。2つめは、音声を鳥類の鳴き声調査に熟練した調査員に確認することが容易である点である。植田(2008)は、調査員が識別できなかつた声を、録音音源により識別できた例がヨタカ *Caprimulgus indicus* で1例とフクロウで2例あったと報告している。熟練した調査員ではない場合、ICレコーダーを用いた調査は有効である。

### 【B】フクロウの営巣場所

本研究では、雛の鳴き声が小さく、相対距離の比較に用いることができなかつたため、雄と雌の

鳴き声を用いた。そのため、本研究ではフクロウの営巣場所そのものではなく、雄雌の成鳥が鳴いていた場所を推定したことになる。図4上の矢印で示した点で4つの円弧が重なる地点がみられた。円の半径は相対距離比にもとづき、4つ円が重なるように半径の大きさを調整してある。赤色、緑色、青色、黄色の4つの円が重なる付近にアカマツが生えており、そのアカマツの地表10mの位置に樹洞が確認できた。雌雄のフクロウの成鳥が鳴いていたのは、調査地点7、8付近であると推定された。フクロウ保護の観点から、繁殖・育雛期終了後にアカマツの幹周辺の地表部を探索した。地表はコシダの群落によって覆われ、時間が経過していたこともあり、フクロウの存在を示す巣材、糞、ペリット、羽毛といった痕跡を発見できなかった。

## 6. 結論

本研究により、夜行性鳥類であるフクロウの生態調査において、ICレコーダーを用いた音声録音調査が非常に有効であることが示された。はじめに、ICレコーダーを用いた音声録音調査は夜行性鳥類の調査に有効であり、静岡県立森林公園内においてフクロウの生息を確認できた。次に、音声データ解析により、調査地内でのより詳細なフクロウの生態解明にも活用することができ、調査地内での詳細な活動場所だけでなく、日没直後に時間帯に絞って録音することで、フクロウの鳴き声の音声解析の時間や労力を省力化できる可能性が示された。さらに、フクロウの音声やWavePadの波形を比較することで、調査地内にフクロウの雌雄の成鳥、雛も生息していることが分かった。

本研究により、夜行性鳥類フクロウのICレコーダーを用いた効率的な調査手法が構築され、調査者の労力を抑えたうえで夜行性鳥類の生息状況を正確に把握できるようになった。ICレコーダーを用いた音声録音調査手法は、熟練の調査員でなくとも希少な夜行性鳥類の保護や保全に向けた活動へ貢献する道を拓く可能性があることが示された。

## 7. 反省と課題 今後の展望

課題としては、以下の2点があげられる。1つめは、雑音である。森林公園内でICレコーダーを用いた調査をしていると、カエルや虫の鳴き声または沢の音、雨音、多種の鳥類の鳴き声が聞こえ、フクロウを対象とした音声調査を行う上で障害となった。2つめとして、解析に時間がかかり、非常に労力のいる作業であった。来年度は、森林公園においてフクロウの繁殖期に録音データをもとに相対距離を算出することでフクロウの営巣場所を正確に特定したい。

## 8. 引用文献

- 水谷高英・叶内拓哉 (2020) フィールド図鑑 日本の野鳥 第2版. 文一総合出版, 東京.  
大坂英樹 (2015) 大磯丘陵での一年を通じた夜明け時間帯の鳥類定点聞き取り調査. BINOS 22:25-35.  
植田睦之 (2008) 森林の夜行性鳥類の効率的な調査時刻と録音による調査の可能性. Bird Research 4 : T1-T8.  
内山未来・後藤涉・下岡ゆき子 (2014) 甲府市善光寺における野生フクロウの食性. 帝京科学大学紀要 10 : 31-36.

## 9. 謝辞

本研究は、公益財団法人 山崎自然科学教育振興会による助成金をもとに研究を進めた。ICレコーダーを用いたフクロウの音声録音調査では、静岡県立森林公園の職員・自然観察員の方々の協力によって、安全に調査を推進することができた。これら多くの方々の協力のもとに、本研究をまとめることができた。ここに謹んでお礼申し上げます。