

環境音を含む音データからのヤンバルクイナの鳴き声検出の検討

宇根 健一郎[†] 蔵屋 英介[†] 野口 健太郎[†] 神里 志穂子[†]

金城 道男^{††} 長嶺 隆^{††} 嘉手苺 修^{†††}

[†]沖縄工業高等専門学校 ^{††}NPO 法人どうぶつたちの病院 ^{†††}株式会社 沖縄コカ・コーラボトリング

1 はじめに

沖縄本島の北部に位置するやんばる地域の固有種で特別天然記念物のヤンバルクイナは、1981年の発見当初から個体数が減少しており絶滅の危機にある[1]。個体数減少の主な原因は、「マングース」や「ノネコ」による捕食、交通事故によるものであり、現在では様々な対策がとられている。沖縄高専においては、どうぶつたちの病院と連携し、交通事故から守るシステムを開発[2]し実地試験を行っている。しかしながら、保護するために必要となるヤンバルクイナの生息状況など詳細に把握できていないのが現状であり、ヤンバルクイナの生息状況を調査するために、我々は(株)沖縄コカ・コーラボトリング、どうぶつたちの病院との協働プロジェクト「絶滅危惧種ヤンバルクイナ生態調査」を開始し、ヤンバルクイナの鳴き声に着目して調査している[3]。本稿では、これまでに録音された環境音を含む音データから、ヤンバルクイナの鳴き声の特徴を活用した簡便な鳴き声の検出法を提案する。

2 ヤンバルクイナの鳴き声検出法

2.1 ヤンバルクイナの鳴き声の特徴

ヤンバルクイナの鳴き声は、図1に示すように1秒間に7回から9回程度鳴き声を発し、図2に示すように2.5kHzから3.2kHzの帯域に特徴的なスペクトルが現れる。飛翔力のない森林性のヤンバルクイナが生息している地域の環境音を解析したところ、その周波数帯に強いスペクトルが現れることはほとんどないため、ヤンバルクイナは、この周波数帯を使って同種とのコミュニケーションを取っていると考えられる。

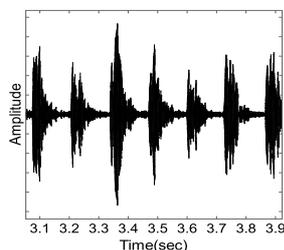


図1: 飼育下におけるヤンバルクイナの鳴き声の音データ

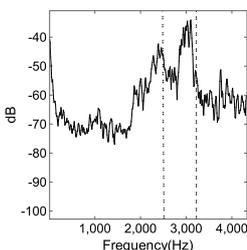


図2: ヤンバルクイナの鳴き声の周波数スペクトル

2.2 提案する鳴き声検出法

本研究では、図3に示すように音声レコーダーを道路脇にある複数箇所の自動販売機に設置し、ヤンバルクイナの生息状況を調査しており、将来的にはマイコンを用いた簡易な装置により自動的に鳴き声を検出するシステムを想定している。本稿ではヤンバルクイナの鳴き声の特徴を活用して、簡便にその鳴き声を検出する方法を提案する。

本稿で扱う音データは、図3に示した自動販売機の上に設置された音声レコーダーと外部マイクで録音されたデータ(サンプリング周波数 44.1kHz, 量子化精度 16bit, WAVE形式)である。録音されたデータには環境音が含まれ、録音データそのままではヤンバルクイナの鳴き声を検出することが非常に困難であるため、図4に示すような手法でその鳴き声を検出する。まず、ヤンバルクイナの鳴き声が2.5kHzから3.2kHzの帯域に強いスペクトルが現れる特徴を利用し、その周波数帯域をバンドパスフィルタによって抽出する。しかし、野鳥の鳴き声、車両の走行音や雨の音などの一部の雑音は残るために、もう一つの特徴であるヤンバルクイナが1秒間に7回から9回鳴き声を発する特徴を検出することとした。バンドパスフィルタによって抽出した鳴き声を絶対値処理することにより全波整流し、次に441点毎の平均を取る移動平均フィルタにより包絡線を得た。解析の一例として図1の音データの包絡線検波後の波形を図5に示す。この包絡線に対してゼロクロスカウントすることで1秒間に鳴く回数を得て、1秒毎のゼロクロスカウントからヤンバルクイナの鳴き声を検出した。この時、ゼロクロスはある閾値を設定するとともに、ヤンバルクイナの鳴き始めから鳴き終わりまでの時間が一定ではないため、1秒毎にゼロクロスカウントを得ている。雑音が含まれてしまった場合や複数のヤンバルクイナが同時に鳴いた場合を考慮し、ゼロクロスのカウント数が7回から20回の状態が5秒以上継続した箇所をヤンバルクイナが鳴いている箇所と判定した。

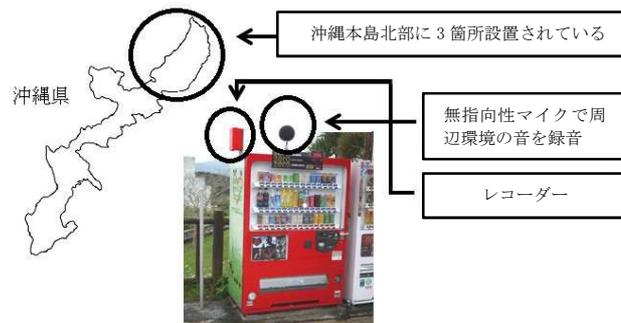


図3: 鳴き声録音装置とその設置場所

Detection of Gallirallus okinawae song including environmental sounds

Kenichiro Une[†], Eisuke Kuraya[†], Kentaro Noguchi[†], Kamisato Shihoko[†], Kinjou Michio^{††}, Nagamine Takashi^{††}, Kadekaru Osamu^{†††}

[†]Okinawa National College of Technology

^{††}Conservation & Animal Welfare Trust

^{†††}Okinawa Coca-Cola Bottling Company

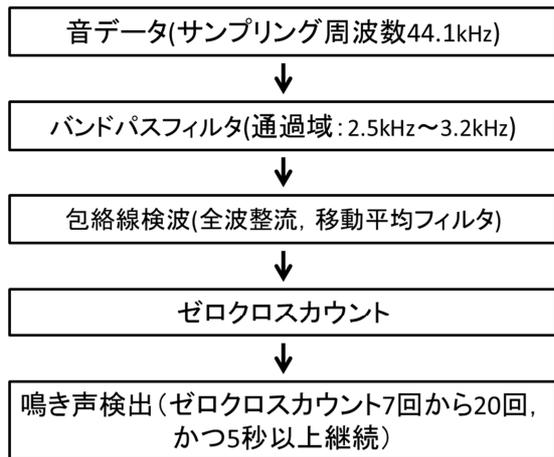


図 4: 提案する鳴き声検出法の流れ

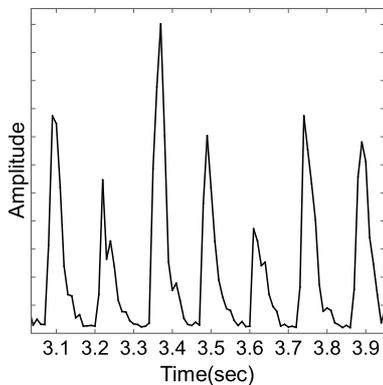


図 5: 包絡線検波した波形の例

3 鳴き声検出の実験結果

今回、ヤンバルクイナの鳴き声の箇所が分かっている環境音を含む 15 分の音データに対して、提案法を適用しヤンバルクイナの鳴き声を検出できるかを試みた。音データには、ヤンバルクイナが鳴いている箇所が 5 箇所あり、2 箇所は 2 匹のヤンバルクイナの鳴き声が重なっている。また、ヤンバルクイナの鳴き声と似た鳥の鳴き声やカメラのシャッター音など、様々な雑音が含まれている。まず、ゼロクロスカウントの閾値を変化させ、式(1)、(2)に示す検出率と適合率を求め、適合率と検出率が共に 100%に近いような閾値を求めた。

$$\text{検出率 (\%)} = \frac{\text{鳴いている箇所の検出数}}{\text{ヤンバルクイナが鳴いている回数}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{適合率 (\%)} = \frac{\text{鳴いている箇所の検出数}}{\text{全体の検出数}} \times 100 \quad (2)$$

ゼロクロスカウントの閾値の変化による検出率と適合率の値を表 1 に示す。これより、閾値が 0.01 の場合に検出率と適合率の値が最も高かったため、今回の閾値は 0.01 とした。

次に、環境音を含む 15 分の音データに対して提案法で鳴き声を検出した結果の一部を図 6 に示す。図の両端矢印の箇所はヤンバルクイナが実際に鳴いている箇所であり、点線で囲まれている箇所が提案法で検出された箇所である。鳴き声が重なった箇所も検出して

おり、検出率は 100%で、適合率は 83%であった。1 箇所の誤検出があったため適合率が 100%にならなかったが、その理由として、ヤンバルクイナの帯域、1 秒あたりの回数が近い野鳥が鳴いており、ゼロクロスのカウント数がほとんど同じだったためである。

表 1: ゼロクロスカウントの閾値の変化による検出率と適合率の値

閾値	検出率 (%)	適合率 (%)
0	0	0
0.01	100	83
0.02	20	50
0.03	0	0

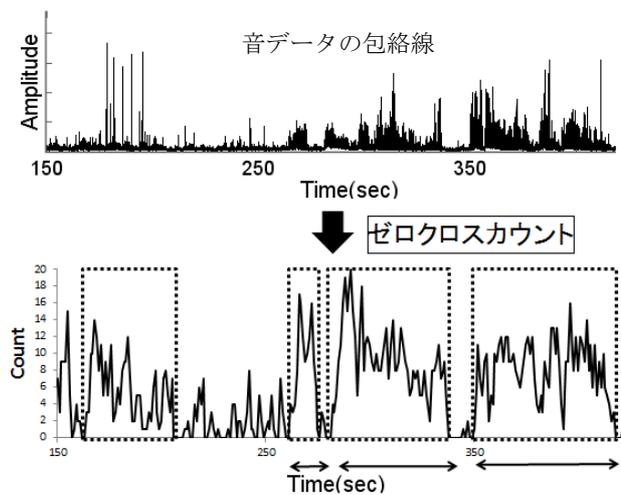


図 6: 音データのゼロクロスカウント数の経時変化と鳴き声の検出結果

4 まとめ

本稿では、ヤンバルクイナの鳴き声の特徴を調査し、その特徴を活かした簡便な鳴き声検出法を提案した。環境音を含む 15 分の音データに対して提案法を適用した結果、鳴き声の検出率は 100%であった。しかし、誤検出する箇所があり適合率は 83%となった。

今後の課題として、検出した箇所の周波数変化や包絡線などから、誤検出を取り除くための検討、およびヤンバルクイナの個体識別の検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 環境省, "ヤンバルクイナ保護増殖事業の概要," 平成 20 年度ヤンバルクイナ保護増殖事業者連絡会議資料, pp. 1-2, 2008.
- [2] 蔵屋英介, 塚原正俊, 中村大助, 豊里友彦, 小橋川 健, 金城道男, 仲地, 外村浩幸, "ヤンバルクイナロードキル回避システムにおける車両検出センサーの特性評価," 沖縄工業高等専門学校技術支援室技術報告, vol. 5, pp. 23-28, 2010.
- [3] 「日本コカコーラ・ニュースリリース」 http://www.cocacola.co.jp/corporate/news/news_20100514.html (2011/10/31 アクセス)