

環境音観測によるコオロギの活動と気象との関係

1240157 村上敢大

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

フェノロジーのモニタリングは、環境の変化が生態系に及ぼす影響の評価を行い、観測結果から総合的な気象状況を把握するために行われていた。しかし、気象庁で行われていた動物季節観測が終了しており、観測事例が大幅に減少している。また、環境音から生物季節観測を行う研究は人間の耳で行われているものが多く、フェノロジーを定量的に解析する研究は少ない。そこで、国土情報処理工学研究室では里山研究フィールド母屋付近の環境音を録音し、録音データを周波数解析することで、気象と周波数の関係やコオロギの鳴き声と気温・日の出との関係を相関で表した。

Key Words : フェノロジー, コオロギ, 環境音, 周波数解析

1. はじめに

生物季節観測は、自然的または人為的な環境の変化が生態系に及ぼす影響の評価を目的に行っている。気象庁は2021年まで動物23種、植物34種を観測していたが、2021年以降は植物6種の季節観測のみに絞られた。それに伴い、気象庁と環境省は市民調査員と協力し、廃止された季節観測プロジェクトを行っているが、定量的評価や持続の面で問題が存在している。そこで、定量的な季節観測の手法としてサウンドスケープの利用が期待できる。

サウンドスケープは「音の風景」を意味する造語で、生活の中に存在する環境音を風景として捉える概念のことである¹⁾。これまでのサウンドスケープ解析では、農村や都市部などで録音を行い、環境音全体を評価するものが多いが²⁾、気象や動物の鳴き声を評価する事も可能である。動物の鳴き声を解析した事例では、人間の耳で動物の鳴き声のデータを判別し、生息域の変化を捉えている³⁾。そこで、本研究は、佐岡研究フィールドで録音した環境音データの周波数解析を行うことで音源を分類し、分類した音源の中で十分なデータを取得できたコオロギの鳴き声と気象との関係を定量的に評価した。

2. 対象地域, 使用データ

2.1 研究対象地

録音は、高知県香美市土佐山田町後入に位置する佐岡研究フィールド母屋（図1）で行った。自然が多く、町から離れているため、人工音が少なく、雨や風、生物の鳴き声などが録音できる。

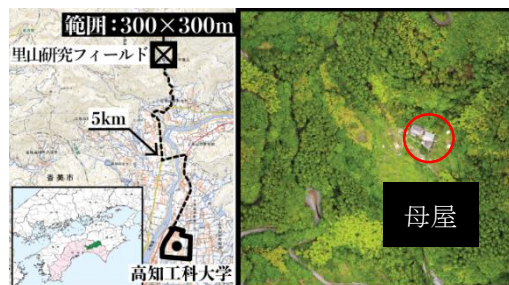


図1 対象地域

2.2 使用機材と録音設定

録音機材には、ノートPC (Dynabook R73/NB24E) にマイク (SONY ECM-PCV80U) を組み合わせたものを使用した。（図2）



図2 録音状況

また,1時間ごとの録音データを利用しやすいファイル形式にするためにPythonでプログラムを作成し,表1の設定で録音した.

表 1 録音設定

録音形式	モノラル
録音時間	59分30秒
サンプリングレート	44100Hz
録音 bit 数	16bit
保存形式	wav

2.3 録音データ

録音は3つの期間で行った.(表2)

表 2 録音期間

期間Ⅰ	2023 9月30日～10月14日
期間Ⅱ	2023 10月20日～11月28日
期間Ⅲ	2023 11月29日～12月13日

図3は,期間Ⅰの2023年10月1日の24時間録音データを示しており,0時～7時40分と18時50分～24時の間にそれぞれコオロギの鳴き声が捉えられている.

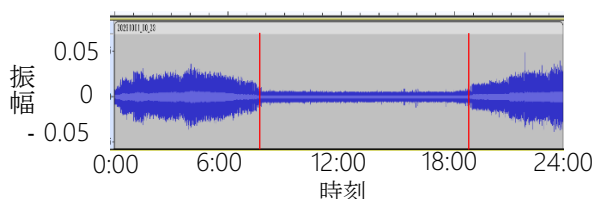


図 3 2023 10/01 00:00～23:59の音声データ

3. 環境音の周波数解析

録音データを時間領域の信号を周波数領域の信号に変換し,周波数ごとの振幅を取得するために高速フーリエ変換を行った.そして,1時間ごとの各音源で周波数解析を行った.

3.1 気象

図4は降水量0.8mmのときの周波数分布を示している.0～10000Hzの区間は雨が強まることで全体的に振幅も大きくなる現象が見られた.具体的には10分間雨量0.2mmと0.8mmの音声の振幅では約1.2倍の違いが確認できた.

図5は風の周波数分布を示しており,突風が吹き,マイクに風が当たると0～200Hzの低周波数帯で振幅を示した.

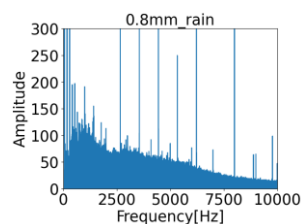


図 4 10分間雨量0.8mmの周波数分布

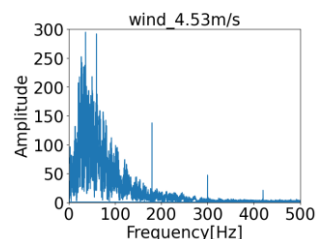


図 5 突風(4.53m/s)の周波数分布(10秒データ)

3.2 鳥類

鳥類は鳴き声がノイズに埋もれている音源がほとんどであった.その中で振幅を観測できたヒヨドリの鳴き声を解析したものが図6である.ヒヨドリは3500～5500Hz帯で大きな振幅を示す.

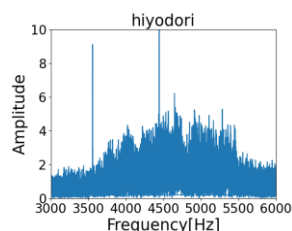


図 6 ヒヨドリの周波数分布

3.3 昆虫

昆虫は夜間に活発に鳴いていることが確認できた.しかし,コオロギ以外の虫はデータが十分になかったため,今回はデータが十分あり,解析に適していたコオロギの鳴き声の解析を行った.

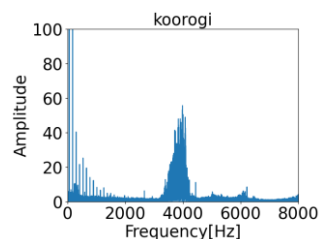


図 7 コオロギの周波数分布(10秒データ)

3000～3500Hz は、振幅が見られ、3500～4000Hz では、日によって振幅が見られないデータがあった。その原因には気象との関係が考えられる。

4. コオロギの鳴き声と気象との関係

4.1 気温による鳴き声の周波数の変化

変温動物である昆虫は周囲の温度変化によって活動の盛衰が左右されている。そこで、虫の鳴き声が気温によって異なるという一般的に知られていることを期間Ⅰのコオロギの鳴き声の周波数帯を解析することで確認した。

10月2日、10月5日、10月9日に活動していたコオロギの鳴き声の周波数解析を行った結果（図8）、気温の変化によってコオロギの鳴き声に影響が生じ、気温が下がると3500～4000Hzの振幅が減少していくことが分かる。

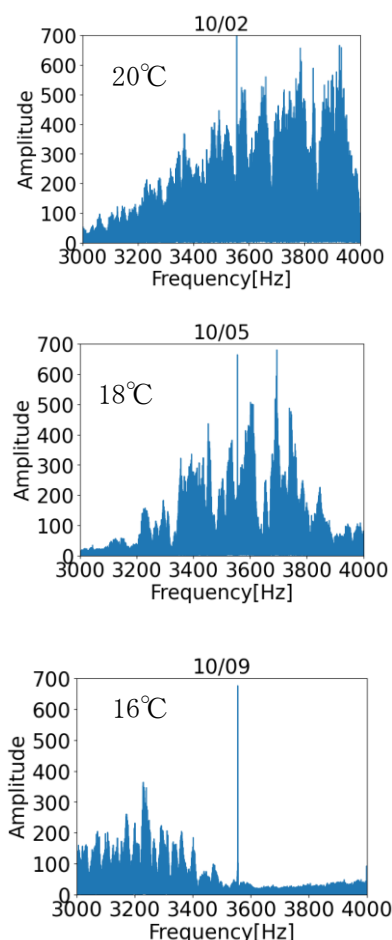


図 8 気温による鳴き声の周波数分布の違い

図9は気温が高い時に大きい振幅を示す3500～4000Hzの音の割合が気温とともにどう変化していくかをグラフ化したものである。コオロギの周波数帯のうち3500～4000Hzの割合と気温の関係の相関係数は0.79となっており、気温の減少とともに3500～4000Hzの割合が下がっていることが分かる。

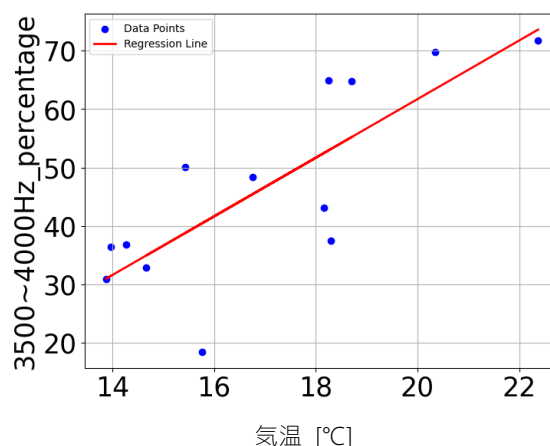


図 9 3500～400Hz の割合と気温の関係

4.2 コオロギの活動時間と PAR・温度の関係

コオロギの鳴き始めと鳴き終わりを特定するために3000～3500Hzを10分間の周波数分解能で区切り、各区間で振幅が50を超えたか判断し、50を超えた区間の数でコオロギが鳴いたか判断するプログラムを作成した。プログラムと赤塚研究室が里山研究フィールドで観測している気温と光合成有効放射（PAR[$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$]）のデータを使用し、10月1日のコオロギの鳴き声と気温や日射の関係をグラフ化したものが図10、図11である。PARは晴れの時に日の入りの約10分後、最低値を記録していた。一方、PARの立ち上がりは晴れの日には日の出とほぼ一致していた。

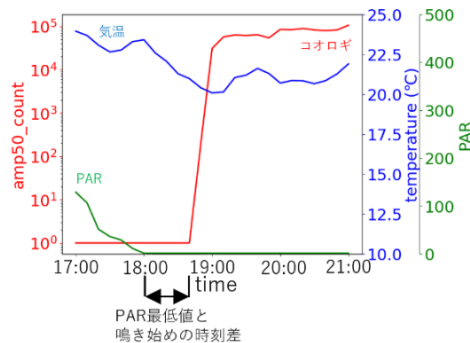


図 10 コオロギの鳴き始まり時間帯における
気温と PAR の変化 (10/1 17:00~21:00)

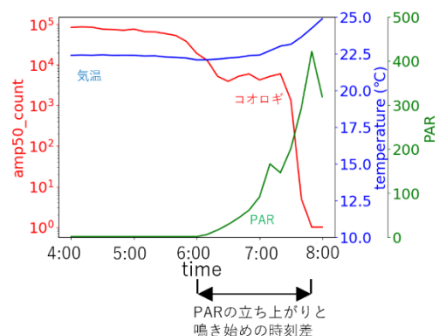


図 11 コオロギの鳴き終わり時間帯における
気温と PAR の変化 (10/1 4:00~8:00)

図 10, 図 11 で確認した鳴き声と日の出の時刻差と気温の関係を期間 I のデータで確かめるために、コオロギの鳴き始めの時刻と PAR が最低になった時の時刻差と気温の関係を図 12 に、鳴き終わり時刻と PAR の立ち上がりの時刻差と気温の関係を図 13 に示した。

図 12 のコオロギの鳴き始めと PAR が最低値になる時刻差と気温の関係には相関がなく、活動の始まりは薄明時間の終了が影響しているように見られた。

しかし、図 13 のコオロギの鳴き終わりと PAR の立ち上がりの時刻差と気温の相関係数は 0.90 と非常に高く、気温が高くなると日が出ててもコオロギは活動を続け、活動の終わりと日の出の時間差は大きくなると考えられる。

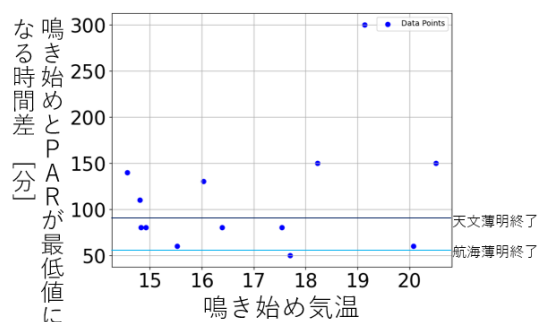


図 12 コオロギの鳴き始めと PAR が最低値になる
時刻差と気温の関係

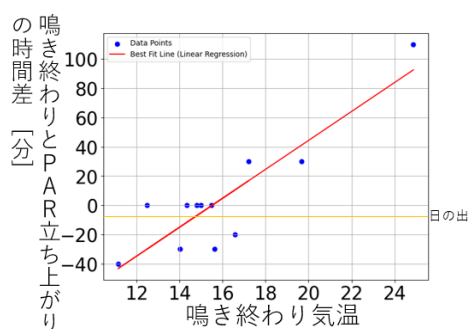


図 13 コオロギの鳴き終わりと PAR の立ち上がりの
時刻差と気温の関係

5. おわりに

本研究では佐岡研究フィールドで録音した期間 I のデータを用いて、周波数解析による音源の分離、及びコオロギの鳴き声と気象の相関を求めた。結果、周波数解析を行い、雨や風、生物の環境音を分離することができた。また、気象との相関からコオロギの鳴き声は気温が低くなるにつれて 3500~4000Hz の振幅が弱まることと日の出と鳴き始めの時刻差が縮まることが確認できた。しかし一方でほかの生物の気象との関係は表すことができなかった。今後はノイズ除去を行い、精度を向上させ、環境音の自動マッチングを行う必要がある。

6. 参考文献

- 1) 日本サウンドスケープ協会 概説 (用語と考え方)
- 2) 山本徳司. 2008, 農村と都市におけるサウンドスケープの定量的評価
- 3) 西廣淳. 2022, 音の生物季節観測プログラム. アースウォッチ・ジャパン 調査プログラム解説書 2023