

令和 3 年 6 月 30 日現在

機関番号：99999  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2020～2020  
課題番号：20H01174  
研究課題名 低周波分析を利用したセミ鳴音による環境分析方法の開発とESDへの活用

## 研究代表者

中里 直 (Tadashi, Nakazato)

新島村立式根島中学校・・主幹教諭

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 480,000円

研究成果の概要：セミ鳴音と環境要素との関係を分析することで、都市部の環境変化を理解できると考えた。主にアブラゼミに注目し、発鳴期間に4つの測定地(新島村、国分寺市、江戸川区と千葉市)で鳴音、温度、湿度と光強度を測定し、鳴音と環境要素との相関関係を調べ、多変量解析を行った。セミの夜間発鳴原因を探るため、新島村式根島の3地点で鳴音を測定した結果、アブラゼミとニイニイゼミの夜間鳴音を確認でき、FFT分析等により夜間鳴音の原因解明を試みた。また、セミ鳴音分析の実験系を確立するため、鳴音の距離と音量の関係を求め、鳴音の低周波音を測定し、FFTにより低周波数で特徴的な鳴音を見つけて個体数を得ることを試みた。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

近年のセミの分布、生態や行動の変化について、地球温暖化やヒートアイランド現象との関係が指摘されているが、不明なことが多い。セミ鳴音と環境要素との関係を分析することで、都市部の環境変化を理解できると考え、鳴音のスペクトログラムと環境要素から多変量解析を行い、日変化、季節変化や地域差を調べている。本研究の測定地の式根島は、自然が豊かで4種のセミ鳴音を測定でき、島の特徴的な気候を都市環境と比較できる。さらに鳴音から正確な個体数や空間的な配置を知るため、低周波騒音測定技術を応用して鳴音の低周波数分析を試みている。成果を活用して、セミ鳴音と環境の関係から地球環境変化について考えるESDを実践している。

研究分野：植物生理学、環境評価、理科教育

キーワード：低周波音分析 セミ鳴音 環境評価 アブラゼミ FFT解析 都市環境 多変量解析 ESD

## 1. 研究の目的

(1) 本研究では、主にアブラゼミに注目し、鳴音のスペクトログラムと生育環境要素から多変量解析を行い、日変化、季節変化や地域差を調べている。セミ鳴音はICレコーダーを用いて手動録音しているが、自動録音でより高音質の長時間録音を試みる。また、より小型で新しい環境要素測定を行い、対応した測定箱を作成し、測定方法を改善する。

(2) 低周波騒音測定技術を応用して鳴音のFFT低周波数分析を行い、鳴音から正確な個体数や空間的な配置を求めることを試みる。

(3) セミの夜間発鳴の原因を探るため、夜間照明の少ない新島村式根島の鳴音を測定し、東京都市部及び近郊の鳴音と比較し、分析する。

(4) 成果を活用して、地球温暖化の生物への影響をセミ鳴音から考えるESDを実践する。

## 2. 研究成果

### (1) セミ鳴音及び生育環境要素の収集方法の開発

これまでセミ鳴音は観測者が手動でICレコーダー(VN-722PC, OLYMPUS IMAGING CORP.)を用いて、MP3形式で60~70時間録音していた。音質の向上と自動録音を行うため、リニアPCMレコーダー(CS-901, OLYMPUS IMAGING CORP.)を複数台用いたリレー録音でタイマー録音する方法を確立できた(図1)。現在、約1週間後に1回、約24時間録音することが可能であるが、今後は予約回数を増やし、長時間録音するための充電器を作成した鳴音録音機器を開発する。また、温湿度データロガー(ThermoLeaf, TAISEI FINE CHEMICAL CO., LTD)と光量子計(UIZ-PAR-LR, (UIZIN co., LTD))を用い、軽量で安価な環境測定箱に改良した。



図1 測定の様子(千葉県千葉市)

a 温湿度データロガーとICレコーダー

b 光量子計

### (2) FFT低周波分析による個体数測定を活用したセミ鳴音分析の実験系開発

アブラゼミ鳴音分析の実験系を確立することで他種のセミの分析に応用できる。セミ鳴音を環境調査に活用するためには、より正確な鳴音測定値を得ることが必要である。そこで、アブラゼミ鳴音の空間的な配置と正確なアブラゼミの個体数を求めることを試みた。まず、100mの開放空間におけるセミ鳴音の距離と音量(dB)の関係を求めた。中学校の校庭でアブラゼミの基準音(改訂版日本産セミ科図鑑, 鳴き声CD編(誠文堂新光社, 2015))をスピーカーで約90dBになるように調整して出力し、10m毎に直線100mの距離を低周波音圧レベル計(TYPE6238LA, ACO CO., LTD)で測定した(図2)。今後は森の中などの場所や測定方法を変えて測定し、より正確なセミ鳴音の距離と音量の関係を導く。

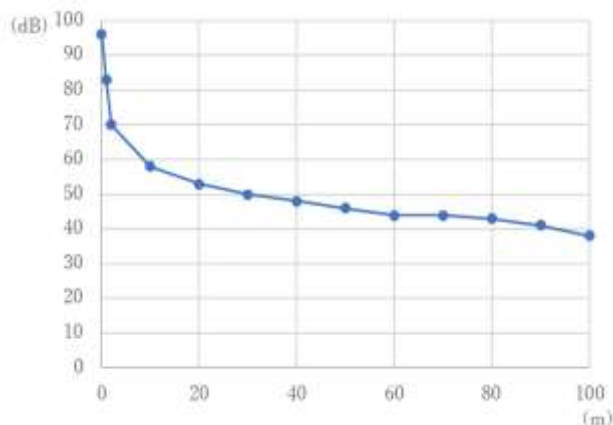


図2 開放空間におけるアブラゼミ鳴音の減衰

アブラゼミ個体数はフーリエ変換により低周波数でのアブラゼミの特徴的な周波数を求められれば、位相差の違いから個体数が求められると考えた。そのために低周波騒音測定技術を応用し、1-20kHz範囲の測定が可能な低周波音圧レベル計(TYPE6238LA, ACO CO., LTD)を用いて鳴音を発するアブラゼミ個体の特定を試みた。式根島の野外で測定をした結果、セミ鳴音が低周波の背景音より小さいため測定できなかった。そこで、風が吹く日と吹かない日に低周波音圧レベル計の測定dB範囲等の設定値を変え、低周波音圧レベル計を収納する測定容器を改良して測定方法を検討した(図3)。また、使用ソフト(SpectraPLUS-SC Sound Card Edition (Pioneer Hill Software) 試用版を使用, WavePad(NCH Software))と使用方法を検討し、試行実験から適切な実験系を考案できた。今後は個体レベルの低周波音測定を行い、セミ鳴音の低周波音を特定し、野外測定に応用することを試みる。

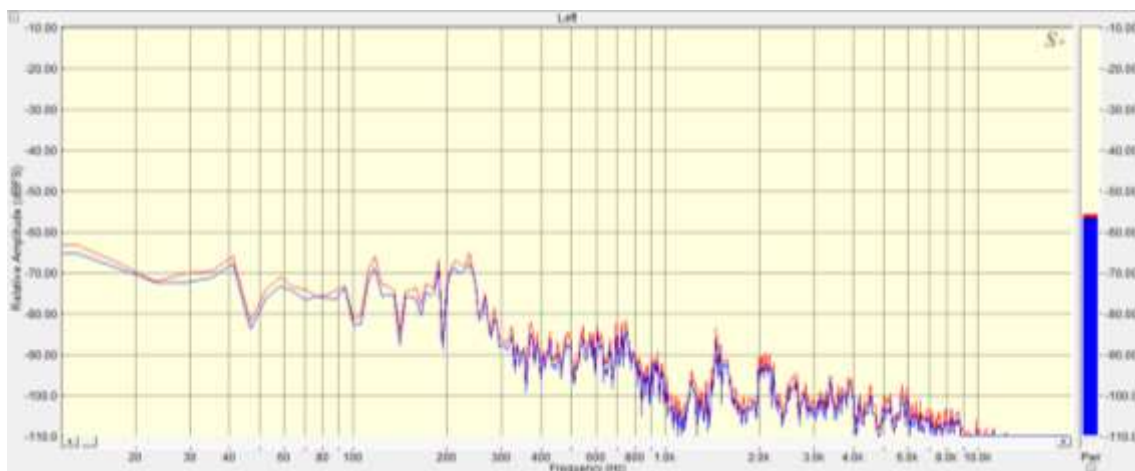


図3 セミ鳴音測定地の背景音スペクトログラム (30-100dB 範囲)

青線は平均値、赤線は最大値

### (3) セミの夜間鳴音分析

セミの夜間発鳴の原因を探るため、夜間照明の少ない新島村式根島の3地点(式根島中学校、野鳥の小道、浜津城)で鳴音を測定した。結果として、アブラゼミとニイニゼミの夜間鳴音を確認できた。アブラゼミの夜間鳴音を確認できた式根島と千葉市の鳴音測定結果を比較すると、式根島は鳴音期間が6月中旬から9月上旬までであり、夜間鳴音は7月中旬と下旬に確認でき、千葉市は鳴音期間が7月下旬から9月上旬までであり、夜間鳴音は8月上旬と中旬に確認できた。アブラゼミに注目し、昼、夜、日出と日没の1秒間のアブラゼミ鳴音の特徴的な周波数(4.5~15.5 kHz)を抽出してスペクトログラムを求めた。スペクトログラムと生育環境要素との相関関係を調べ、多変量解析を行った。その結果、夜間鳴音は測定地点間に差が最も大きく現れた。今後測定を続け、FFT分析等により夜間鳴音の原因解明を試みる。

### (4) セミ鳴音と環境の関係に関するESDの実践

近年の日本の台風被害増加は、地球温暖化による海水温上昇が原因の一つと考えられている。このことについて、島において倒木、塩害、家屋や施設の倒壊を経験している生徒は、強い関心を抱いている。中学2年の国語の教科書の中に、クマゼミ増加の原因における都市部のヒートアイランド現象の影響を明らかにしている「クマゼミ増加の原因を探る」(光村図書, 2021)という教材がある。この教材の授業において国語科教員と理科教員でティームティーチングを行い、生徒は地球温暖化の生物への影響について、近年のセミ鳴音の変化を取り上げて考えた。また、中学校3年生理科の単元「自然と人間」の授業において、生徒は自分たちの身近な環境で生活するセミとセミ鳴音の変化を知り、その原因を考えることで、持続可能な社会を築くことの重要性を理解できた。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
小石 裕之	(Koishi Hiroyuki)
石川 和輝	(Ishikawa Kazuki)
大久保 剛	(Ohkubo Go)