

## 野外音声に基づく無尾類の種判別と繁殖行動評価

### Species Identification and Reproductive Behavior Assessment of Anurans Based on Field Acoustic Recordings

○松原 陽\*, 福田 信二\*\*, 中島 直久\*\*\*

○Hinata MATSUBARA\*, Shinji FUKUDA\*\*, Naohisa NAKASHIMA\*\*\*

1. はじめに 近年、「30by30」やネイチャー・ポジティブ経済への移行戦略が注目を集めしており、人為活動と自然の調和を実現するための取組が重要視されている。その達成を妨げる要因の一つが外来種の侵入・拡散であり、在来種との生息域の競合や農業被害などの多面的な影響を及ぼすことから、早期発見と迅速な対策が急務となっている。また、外来種の早期検知や影響評価のためには、繁殖行動の動態の把握が非常に重要である。北海道の岩見沢地方では、トノサマガエルの分布拡大による在来種との生息域の競合が懸念されているが、生態学・行動学的な知見は乏しい。本報では、水田に生息する在来種ヒガシニホンアマガエル (*Dryophytes leopardus*) および国内外来種トノサマガエル (*Pelophylax nigromaculatus*) の鳴音を含む野外環境音に対し種判別モデルを適用し、両種の繁殖行動における日周性の推定結果について報告する。

2. 方法 水田圃場における定点録音により収録した音響データの前処理、種判別モデルを用いた繁殖行動の日周変動の解析・評価について述べる。現地調査では、Fig. 1 に示すように北海道岩見沢市北村豊正地区の水田 2 筆に音響収録器 Song Meter SM4TS (Wildlife Acoustics, Concord, MA, USA) を 7 台設置し、2024 年 6 月 30 日～7 月 30 日までの期間に、音響データを収録した。収録された音響データ (18～27 時) にダウンサンプリングを施し、自然音および人工音の除去のためパスフィルターを適用した。本研究では、種判別モデルとして ImageNet で事前学習された VGG16<sup>[1]</sup>の構造を用い、画像分類を行った。モデルの学習には、ヒガシニホンアマガエル (DL), トノサマガエル (PN) および両種の鳴音 (MX), 背景音 (BG) のメルスペクトログラムからなる 4 クラスのデータを入力として用いた。ここでは、左右のチャンネルに分離し、それぞれ 1 秒ごとに分割した音声を学習モデルへの入力データとした。学習データ数の増強のために、Time Warping (TW), Gain Shift (GS), Additive Noise (AN), Time Masking (TM), Frequency Masking (FM) の 5 種の単体および組み合わせをデータ拡張として適用した<sup>[2]</sup>。

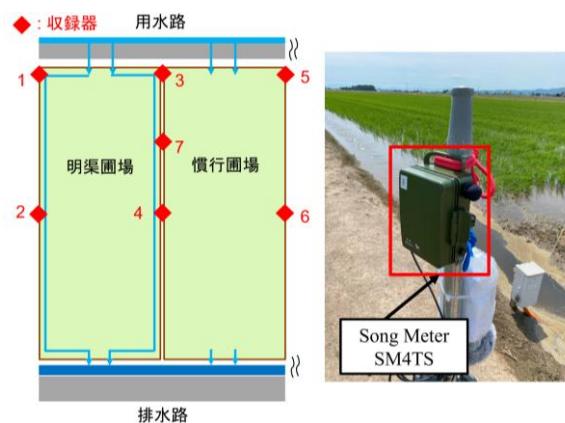


Fig. 1 定点観測機材  
Fixed-point survey equipment.

\*東京農工大学大学院農学府 (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology)

\*\*東京農工大学大学院農学研究院 (Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology)

\*\*\*帯広畜産大学環境農学研究部門 (Department of Environmental Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine)

キーワード：生物音響モニタリング、深層学習、画像分類、繁殖行動評価

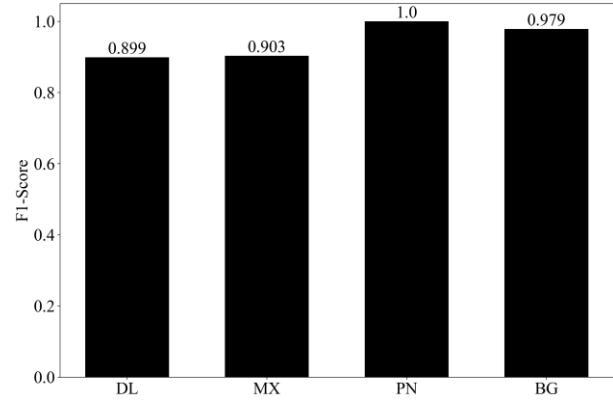
データ拡張を適用し学習させたモデルのうち、最も正解率 (Accuracy) が高いものをベストモデルとして採用した。対象期間における野外環境音から、無尾類の鳴音のセグメント数を各水田の長辺ごとに整理することで、繁殖活動の日周性を推定した<sup>[3]</sup>。なお、2024年7月1日～20日に収録された野外音声を解析対象とし、収録器番号4および5は収録不良により解析対象から除外した。

**3. 結果および考察** ベストモデルの F1-Score を Fig. 2 に示す。4つの全てのクラスに TW, GS の2種のデータ拡張手法を適用した場合の正解率は 92.3% となった。また、いずれのクラスにおいても F1-Score が高い値を示していることから、種判別においてモデルが精度良く安定した性能を発揮することが示唆された。次に、ベストモデルによって明渠圃場に設置した収録器で得られた野外環境音を解析し、推定された無尾類の繁殖活動の日周変動を Fig. 3 に示す。ヒガシニホンアマガエルは、20～23 時の時間帯に繁殖行動が活発になる一方で、トノサマガエルは、0～2 時に活発になることが推察された。このように解析対象時間帯の両種のセグメント数を比較することで、種間で繁殖活動のピークが重複しないよう、活発になる時間帯を部分的にずらして鳴音を発していることが明らかになった。ただし、一部の時間帯や収録器では、実際にはトノサマガエルの鳴音は確認されず、鳥類の鳴音や圃場内における水音が混在することで誤検出が確認された。今後、クラス分類時における尤度の閾値設定の導入や音響特徴量の追加による他種の鳴音や雑音の排除によって、より高精度な種判別が求められる。

**4. 結論** 本報では、野外音声に基づいて無尾類の種判別モデルを構築し、ヒガシニホンアマガエルおよびトノサマガエルの鳴音の分類結果から、繁殖行動の日周変動を解析した。本研究の対象水田においては、両種が互いに繁殖行動が活発化する時間帯を重複しないように鳴音を発することで、時間的な棲み分けが行われている可能性が示唆された。今後、クラス分類の尤度の閾値設定や他種の生物音の分離によって識別精度向上が期待される。

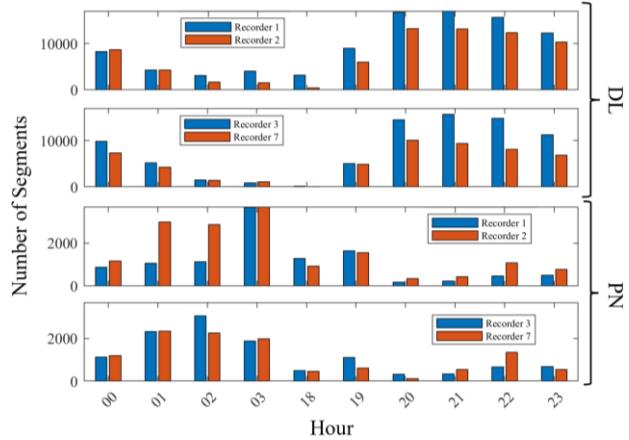
#### 【引用文献】

- [1] Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. *CoRR*, abs/1409.1556.
- [2] Park, D.S., Chan, W., Zhang, Y., Chiu, C.-C., Zoph, B., Cubuk, E.D., Le, Q.V. (2019) SpecAugment: A Simple Data Augmentation Method for Automatic Speech Recognition. *Proc. Interspeech 2019*, 2613-2617.
- [3] Kimura, K., & Sota, T. (2023). Evaluation of Deep Learning-Based Monitoring of Frog Reproductive Phenology. *Ichthyology & Herpetology*, 111(4), 563-570.



**Fig. 2** VGG16 の学習済みモデル性能

Performance of the trained model of VGG16.



**Fig. 3** 無尾類の繁殖行動の日周性：

ヒガシニホンアマガエル(DL), トノサマガエル(PN)

Diurnal cycle of reproductive behavior in anurans.