

## 個体識別を目的とした牛音声の音響情報分析

曾我真子<sup>†</sup> 入部百合絵<sup>‡</sup> 兒嶋朋貴<sup>‡</sup> 増田達明<sup>‡</sup>

愛知県立大学情報科学部<sup>†</sup> 愛知県農業総合試験場<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

近年、牛などの畜産動物を飼養している畜産農家は、高齢化や若者の就業数の減少などの理由により年々減少する傾向にある。しかし、飼養される畜産動物の数は一定であるため、農家一戸当たりの畜産動物の数は年々増加する傾向にある。また、畜産動物の個体識別や状態把握を行う際、飼養者は畜産動物を捕獲して識別や計測を行うための機器を取り付ける必要があるため、飼養者と畜産動物の両者に負担がかかる。このことから畜産農業の分野においても IT/ICT による支援が重要と考えられる。特に個体識別は、家畜個々の健康状態や発情時期を把握するために必要となるため、本研究では牛が自然に発する情報の一つである鳴き声に注目し、IT/ICT を用いて個体識別を簡便かつ正確に行うための手法を提案する。牛の鳴き声は人間と同様に発声方法や声質に違いがある可能性が高いため、個体識別の判定材料として有用であると考えられる。

牛の鳴き声を用いた個体識別には、鳴き声の線形予測係数を用いた石井ら[1]の研究がある。しかし、牛音声の音響的特徴の中でも線形予測係数しかみておらず、識別の正答率も低いことから、多様な音響的特徴を対象に牛の個体性との関係性を明らかにする必要がある。そこで本研究では、比較的収集が容易な牛の鳴き声から個体識別に適した音響情報を特定することを目的とする。

### 2. 収集データ

牛の鳴き声を収録するにあたって、愛知県農業総合試験場のホルスタイン種乾乳牛 6 頭から 1 日約 4~6 時間程度の収録を 5 日間に亘って実施した。収録の様子を図 1 に示す。収録機器（ビデオカメラ：GOD HAND モバイルバッテリー型 および SONY HANDYCAM、録音機器：TASCOM PCM-RECORDER）は柵からおよそ 2m、高さ 1~3m の位置に設置した。収録中の天気は晴天もしくは曇天で、背景雑音は牛舎内に



図 1 収録の様子

ある換気扇の音や牛が柵にぶつかる音、周辺に存在する他の牛舎から定常的に発生している機械音などがあった。そのため、牛の鳴き声が機械音にかき消されている部分は排除し、その他の音声に対して前処理としてスペクトル引き算法による雑音除去を行った。ラベリングに関しては、音声収録と同時に撮影した動画により、牛毎に鳴き声を分類した。牛 6 頭から収集した音声データの内訳を表 1 に示す。表 1 の発声回数および発声時間は各牛の総計を示している。また、牛の鳴き声の音声波形とスペクトログラムの一例を図 2 に示す。

### 3. 分析方法と結果

#### 3.1. 抽出する音響的特徴量

牛も人間と同様に声帯を持っているため、声帯音源が牛毎に異なっている可能性が高い。そのため、声帯特性に関わる特徴として基本周波数と残差波形の MFCC (Mel-Frequency Cepstrum Coefficients) を抽出した。また、個体によって声道の長さや発声時の調音運動にも違いが生じると考えられるため、音声波形の MFCC とそれら

表 1 収集した牛の鳴き声

牛番号	発声回数 (回)	発声時間 (s)
牛 1	136	246
牛 2	45	53
牛 3	46	70
牛 4	2	3
牛 5	6	10
牛 6	24	38

Analysis of cattle voice features for the individual identification of cattle

<sup>†</sup>Mako Soga, Yurie Iribe; Aichi Prefectural University

<sup>‡</sup>Tomoki Kojima, Tatsuki Masuda; Aichi Agricultural Research Center

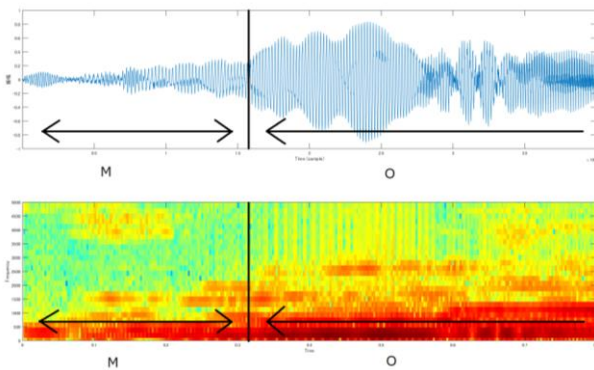


図2 牛の音声波形とスペクトログラムの一例

の微分値  $\Delta$ MFCC も求めた. さらに, 話者認識に用いられる RMS energy の変化幅についても確認した. 以上, 話者認識の研究も参考に, 牛の個体識別に関連のある音響的特徴量として, 以下の特徴を抽出した. これらの特徴量を牛の発声ごとに算出し時間平均を求めた.

- RMS energy 高低差 (最大値-最小値)
- 基本周波数 F0
- 音声波形の MFCC と  $\Delta$ MFCC
- 残差波形の MFCC と  $\Delta$ MFCC

一方, 牛の鳴き声には「MM」と「MO」と「MOH」の3つの発音型があり, それらは主に口の開け方や音声の大きさに差が生じると言われている[2]. それらの型の違いに牛の個性が含まれている可能性があり, 口の開け方は MFCC や  $\Delta$ MFCC に違いが現れると考えられる. そこで, 牛の鳴き声を/m/の区間と/o/の区間に分け, 音韻毎に MFCC および  $\Delta$ MFCC を求めた.

### 3.2. 分析結果

牛の鳴き声に含まれる音響的特徴量が個体毎に異なるかどうかを明らかにするために, 一元配置分散分析(ANOVA)を用いて検定を行った. この結果に基づいて, 牛の個体識別に有用な音響的特徴量を特定する.

#### 3.2.1. 有意差の認められた特徴量

ANOVA より, 有意水準 1%と 5%で有意差の認められた音響的特徴量の結果を表 2 に示す. 表中の高次数とは 7 次~12 次, 低次数とは 1 次~6 次を示しており, MFCC は標準偏差, RMS energy と  $\Delta$ MFCC は平均に有意差が確認された.

RMS energy の最大値から最小値を引いた高低差に関しては個体の鳴き方によって変化が現れやすいため, RMS energy の最大値あるいは最小値単体では見られなかった個性が現れたと考えられる. また, 残差波形の MFCC に有意差が生じたことから, 牛毎に声帯の特性が異なる可能性が示唆され, 残差波形は個体識別に有用で

表 2 各水準で有意差が認められた特徴量

音響的特徴量	p 値
RMS energy (高低差)	2.38E-12**
MFCC(高次数)	5.74E-3**
$\Delta$ MFCC(低次数)	6.22E-3**
$\Delta$ MFCC(高次数)	6.70E-4**
残差波形の MFCC(高次数)	1.42E-2*
残差波形の $\Delta$ MFCC(高次数)	2.60E-3**
残差波形の $\Delta$ MFCC(低次数)	1.03E-2*

\*p<0.05, \*\*p<0.01

表 3 鳴き声/m/と/o/に対する分析結果

音響的特徴量	p 値	
	/m/	/o/
MFCC	2.62E-2*	8.35E-3**
$\Delta$ MFCC	1.26E-3**	3.30E-7**

\*p<0.05, \*\*p<0.01

あると考えられる. 更に音声波形の MFCC にも有意な差が認められたため, 牛の声道の長さや形状, あるいは発声動作に個性が現れる可能性がある.

#### 3.2.2. /m/と/o/を個別に分析した結果

牛の鳴き声を/m/と/o/に分け, MFCC および  $\Delta$ MFCC をそれぞれ算出し ANOVA を行った. 有意水準 1%と 5%で有意差が認められた特徴量を表 3 に示す. 表中の結果は, MFCC は平均,  $\Delta$ MFCC は標準偏差の結果である. また, MFCC,  $\Delta$ MFCC 共に 7 次~12 次の高次数に対して有意差が認められた.

MFCC の高次数は人間の感情や状態推定に用いられる音響情報である. MFCC の高次数で有意差が認められたことから, 今回の実験では牛の状態の違いが MFCC の高次数に現れた可能性も考えられる.

### 4. まとめ

本研究では個体識別に有用な音響情報を明らかにするために, 収集した牛の鳴き声の音響的特徴を分析した. 分析結果より牛も人間の音声と同様に, RMS energy の高低差や MFCC, 残差波形などに個体の特徴が現れることが明らかとなった. 今後はこれらの特徴量を用いた牛の個体識別を行っていく予定である.

### 参考文献

- [1] 石井他: 鳴声による肉用牛の個体識別および状態識別, 農業機械学会誌, 62(5), p.50-58 (2000).
- [2] 柏村他: 牛における鳴声の分類と音声分析法の検討, 日本音響学会, 21(2), p.78-83(1985).