

鳥の大きさを考慮した羽ばたき音の合成方法

五十嵐史郎[†] 徳永幸生[†] 杉山精[‡] 阿部匡伸^{*}芝浦工業大学大学院[†] 東京工芸大学[‡] NTT サイバーソリューション研究所^{*}

1. 研究の背景・目的

映画やテレビ、芝居などでは効果音が欠かせない。しかし、実際には現場で制作者の望む音を集音することは困難であり、自然に集音した音ではなく、対象となる場面にふさわしい作られた音、すなわち“擬音”を利用することが多い。優れた擬音を作成するには、一般にプロの熟練の技が必要であり、手間と時間、そして並々ならぬ労力が必要とされる。そこで、コンピュータを用いることで、簡単に擬音作成が出来るかどうかを検討する。

数多くの擬音の中から“鳥の羽ばたき音”を取り上げた理由は「作成方法が明らかになっている」「多彩な用途が見込める」ためである。

大きな鳥の羽ばたき音は傘を開閉によって作成できるとされ、小さな鳥の羽ばたき音は厚紙を手で弾くことで作成できる^[1]とされている。傘を用いた大きな鳥に関する検証は、過去に行われており^[2]、今回は厚紙で作成した擬音を中心に検討を行う。

2. 厚紙による擬音の分析

厚紙で作成する擬音は、作成時の速度調整などの力加減が難しく、意図した周波数の羽ばたき音を作成することは困難である。しかし、録音した音が「鳥らしくない音」になってしまっただけでは意味が無い。そこで、まずは可能な限り違和感のない擬音を作成し、その周波数を計算によって求めることにした。

東らにより、鳥の大きさ(従って体重)は翼面積及び周波数にある一定の関係にある^[3]ことが知られており、厚紙の大きさが翼面積に対応すると考えた。このことを踏まえ、擬音作成および分析に用いる厚紙は、厚さ 0.47mm、坪量 350g/m²の工作用方眼紙を用い、縦の長さを 12.5cm、横幅を 5cm および 6cm となるよう、カッターで 1 枚ずつ短冊状に切り出す。これを 30 枚束ね、厚紙の束を 2 種類作り、指で弾くことで音の作成を行う。録音条件は標準化周波数 48kHz、量子化レベル 16bit、モノラルで行った。

2 種類の厚紙から作成した音の波形を図 1 に示す。各波形の無音部分を無視して考えると、幅 5cm、6cm のどちらも約 1 秒間であった。

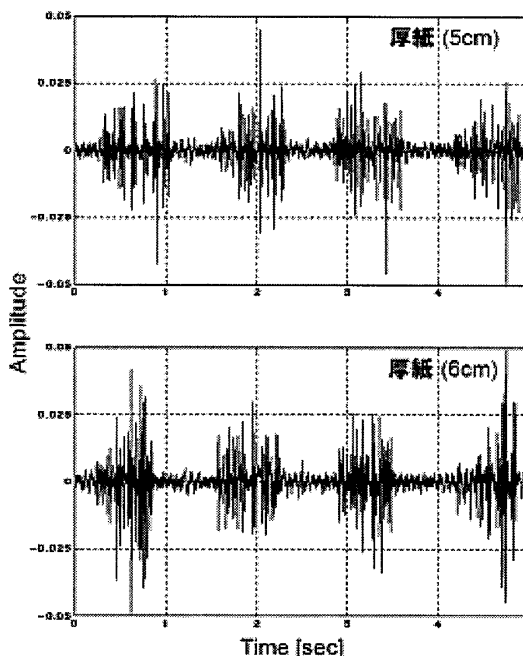


図 1. 厚紙(5cm,6cm)の時間波形(5秒間)

図 2 に周波数分析の結果を示す。分析にはシミュレーションソフト MATLAB の 1 次元高速フーリエ変換 (FFT) を用い、5cm, 6cm のどちらも 48,000 点で行う。ここでは比較のため、6cm の波形を 40dB 低くプロットしている。

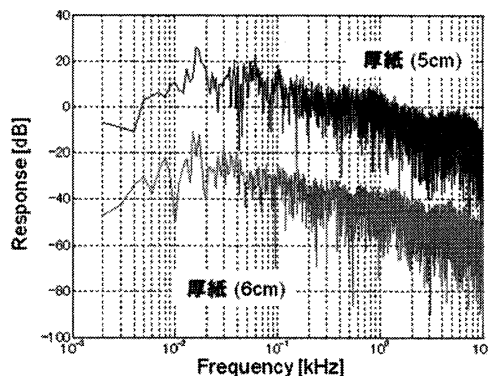


図 2. 厚紙(5cm,6cm)の周波数分析

図 2 の分析結果は、いくつかの帯域に分けて考えることができる。

- ・第 1 の帯域 [1 ~ 100Hz の区間]
羽ばたきの回数 (16Hz) が得られる

Generating bird-fluttering sound variable upon size of species

[†]Fumiro IGARASHI (m108012@shibaura-it.ac.jp)

[†]Yukio TOKUNAGA (tokunaga@shibaura-it.ac.jp)

[‡]Kiyoshi SUGIYAMA

^{*}Masanobu ABE (abe.masanobu@lab.ntt.co.jp)

[†]Graduate School of Engineering Shibaura Institute of Technology

[‡]Tokyo Polytechnic University

^{*}Cyber Solutions Laboratories, NTT

・第 2 の帯域 [100 ~ 1 kHz の区間]
厚紙の構造等に依存したものが得られる

・第 3 の帯域 [1 kHz ~ の区間]
-6dB/oct で下降する傾向がみられる

今回、厚紙で擬音を作るに当たり、鳥の翼の大きさは横幅に依存するという仮定の下、長さを 12.5cm に固定、幅 5cm, 6cm の 2 種類の比較を行った。しかし、2つの周波数分析の結果からは、帯域ごとに共通した特徴がみられ、波形も酷似している。図 2 では比較のために 40dB ずらしているが、これを行わずにプロットすると、ほぼ綺麗に重なる。

このことから、厚紙の羽ばたき音の場合、幅 5cm と 6cm の差による波形への影響はほとんど見受けられない。

3. 傘と厚紙の比較

2. で行った分析を、傘で作った音に対しても行い、厚紙の音とその特性の比較を行う。図 3 に傘の長さを 44cm にした場合の開閉音の波形を示す。

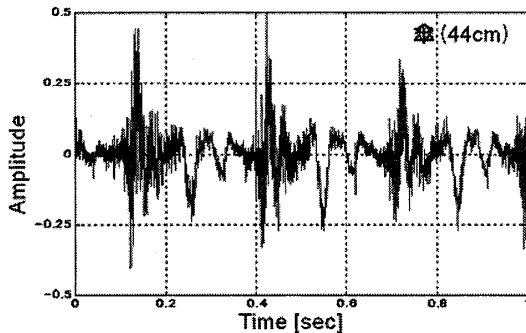


図 3. 傘(44cm)の時間波形 (1 秒間)

傘の開閉は、三角波とみなすことができ、人間の声帯の振動に類似していることが分かる。フォルマント周波数^[4]の理論に基づき、複数の大きさの傘の音から合成した音を鳥の羽ばたき音と比較したところ聴覚上の違和感はなかった。よって、この方法は傘の開閉による羽ばたき音の合成に使用できると考えられる。

図 4 に傘の擬音と厚紙の擬音の周波数分析の結果を示す。厚紙の分析と同様に、ここでも FFT は 48,000 点で行う。

傘と厚紙によって得られた羽ばたき音について波形を比較すると、傘の場合は 3.2Hz を基本音とした倍音構造が見えるが、厚紙の場合は 16Hz を基本音とした倍音構造が傘の場合ほど鮮明には現れていない。作成した鳥の羽ばたき音については、聞き取り試験を行い、羽ばたき音であることを確認した。

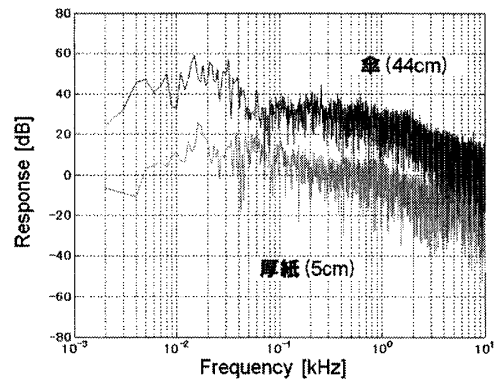


図 4. 傘と厚紙の周波数分析比較

4. 考察・結び

文献[3]に“羽ばたきの周波数と体重”の関係が与えられている。これに今回作成した傘の音、厚紙の音の羽ばたき回数を対応させたものを図 5 に示す。これより、今回作成した厚紙 (5cm, 6cm) から得られた擬音は、アマツバメやスズメほどの大きさであると考えられる。

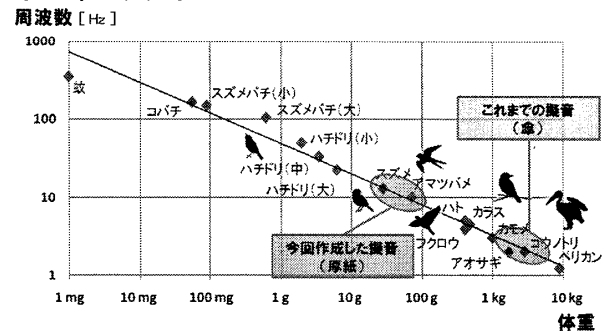


図 5. 傘や厚紙で作成した擬音の周波数

今回の結果より、新たに厚紙の擬音を作成する際、厚紙の幅にかかわらず、厚紙の長さや厚さに着目してデータの収集を行う必要がある。他にも、複数の厚紙擬音の合成、さらには傘と厚紙の中間に当たる音の作成方法を検討していく予定である。

<参考文献>

- [1] 木村哲人：キムラ式音の作り方 筑摩書房 (1999)
- [2] 五十嵐史郎, 徳永幸生, 杉山精, 阿部匡伸, “傘の開閉音を利用した鳥の羽ばたき音の合成方法”, 第 71 回情報処理学会全国大会, 2009. 3
- [3] 東昭, 吉良幸世：鳥の飛行性能に関する形態上の統計値 日本航空宇宙学会誌 28 巻 323 号 pp. 580~581, (1980)
- [4] 古井貞熙：音響・音声工学 近代科学社 (1992)