

変動性低周波音の印象評価に関する検討

Study on impression evaluation of fluctuating low-frequency sound

○蛇子寛治<sup>1</sup>, 富田智晶<sup>1</sup>, 松田礼<sup>2</sup>, 町田信夫<sup>3</sup>

\*Kanji Jako<sup>1</sup>, Chiaki Tomita<sup>1</sup>, Hiroshi Matsuda<sup>2</sup>, Nobuo Machida<sup>3</sup>

Abstract: The purpose of this study is to clarify an impression of fluctuating low-frequency sound. The fluctuating low frequency sound used in the study periodically varied the sound pressure level of carrier wave by amplitude modulation. In the experiment, the low frequency sound exceeding the sensory threshold was exposed to whole body, and the impression of the fluctuating low-frequency sound was examined by comparing it with steady low-frequency sound.

1. はじめに

周波数 100Hz 以下の低周波音は、騒音・振動などの環境問題と同様に苦情を引き起こしており、低周波音問題として認知されている<sup>[1]</sup>。しかし、風力発電用風車等から発生する、音の大きさが時間変動する変動性低周波音の人体影響は研究例も少なく、人体に及ぼす心理、生理学的影響は解明されていないのが現状である<sup>[2]</sup>。環境省は 2004 年に「低周波音問題対応の手引書」<sup>[3]</sup>を公布したが、これは音の大きさが時間変動しない定常性低周波音のみを対象としているため、変動性低周波音に適用することはできない。また、低周波音は騒音問題のような、負の側面に注目されることが多い。しかし、打ち上げ花火や和太鼓のような低周波数成分を含む音でも迫力感や快適感などの印象をもつ正の側面も存在する。

本研究の目的は、変動性低周波音が心理的にどのような印象を人間に与えるかを調べることである。本報では、低周波音を全身暴露したときの心理影響について自由連想法<sup>[4]</sup>を用いて調査・分析し、変動性低周波音が人間の深層心理に与える影響について実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2-1. 実験概要

被験者には防音室（床面積 2.7 m<sup>2</sup>, 天井高さ 2.2 m, 壁面パネル厚 45 mm, 直径 380 mm のスピーカ 4 基設置）に入ってもらい、低周波音を 20 秒間全身暴露し、その後心理アンケートを実施した。被験者は健康かつ聴覚の正常な大学生 18 名（21±1 歳, 男性 16 名, 女性 2 名）で、実験中は防音室内の中央に設置した椅子にスピーカ向きに座位、開眼状態とし、消灯した。なお、被験者の負担を考慮し、1 回の連続実験時間は最長 30 分と設定した。また、実験 1 回の終了後は必ず 30 分以上のインターバルを設けた。

Table 1. Fluctuating low-frequency sound conditions

搬送波周波数 [Hz]	等価音圧レベル [dB]	変動周期 [s]	振幅変調レベル [dB]
20	84	1	2.5
40	65		
63	52		
80	47	3	7.5
100	35		
200	23		

2-2. 音刺激条件

本実験で用いた音刺激条件を Table 1. に示す。変動性低周波音（以下、変動音）は搬送波周波数、変動周期、振幅変調レベルを Table 1. のように設定した。また、比較のため、搬送波周波数と等価音圧レベルの条件を変動音と一致させた定常音も音刺激条件に加え、全 30 条件で実験を行った。暴露する音圧レベルは被験者に聞こえることを前提に等価音圧レベルを設定した。

2-3. 印象評価の測定方法

印象評価はアンケートを用いた自由連想法<sup>[4]</sup>とし、暴露した低周波音から連想されることを自由に回答してもらい、クラスター解析<sup>[5]</sup>を行い、印象を評価した。

3. 実験結果

Figure 1. に搬送波周波数 20Hz の変動音について条件別にクラスター解析<sup>[5]</sup>によって得られた印象の一部を示す。上下方向の 7.5dB と 2.5dB は振幅変調レベル、左右方向の 1s と 3s は変動周期で、各象限には得られた印象から代表的な単語を 2 つ示している。例えば、右上の振動、不快の印象は振幅変調レベル 7.5dB, 変動周期 3s の条件における結果である。同様に Figure 2. は

1 : 日大理工・院 (前)・精機      2 : 日大理工・教員・精機      3 : 日大名誉教授

搬送波周波数 80Hz, Figure 3.は搬送波周波数 100Hz の結果を示している. Figure 1.によると, すべての条件で共通しているのは振動という印象で振幅変調レベルや変動周期を変化させても振動という印象は変わらなかった. 搬送波周波数 40Hz, 63Hz でも振動という印象が得られた. また, ほぼすべての条件で不快な印象が得られた. Figure 2.によると, すべての条件で不快な印象が得られた.

Figure 3.によると, Figure 1., Figure 2.と同様に不快な印象が得られたが, 振幅変調レベル 7.5dB の条件で快い印象が得られた. しかし, 振幅変調レベル 2.5dB のときは不快な印象であり, 振幅変調レベルを 7.5dB に変化させることで不快な印象が心地よい印象に変化した. Figure 4.では, 不快な印象であり, 快い印象は搬送波周波数 100Hz のみで得られた. 以上の結果から, 変動性低周波音の振幅変調レベルは変動音の快・不快の印象を変化させる構成要素の一つなのではないかと考えられる. Figure 4.によると, 高い印象が得られ振動という印象が得られない. 金属音という印象が得られ, 音の印象が初めて得られた.

#### 4. おわりに

本研究では, 変動音を全身暴露したときの印象評価について検討した. 得られた結論を以下に示す.

- (1) 変動音の印象とは不快のようなネガティブな印象が多く得られた.
- (2) 搬送波周波数 100Hz, 振幅変調レベル 7.5dB の条件で振幅変調レベルが変化したとき快い, 心地よい印象が得られた.
- (3) 搬送波周波数 200Hz で, 振動という印象がなくなり, 高い印象が得られた.

今後は, 変動音を暴露したときの生理反応や心理反応を測定し, 変動音の人体に及ぼす影響についても検討を進めつつ, 音の構成要素の変化による印象の変化との関係性について検討を進める予定である.

#### 5. 参考文献

- [1] 土井哲也:「低周波音—低い音の知られざる世界—」, コロナ社, pp.iii, 2017.
- [2] 田代他:「変動性低周波音の測定と人体影響について」, 日本人間工学会誌, 第 50 巻特別号, pp.342-343, 2014.
- [3] 環境省環境管理局大気生活環境室:「低周波音問題対応の手引書」, 2004.
- [4] 須賀伸介他:「自由連想調査を通じた湖環境に対する

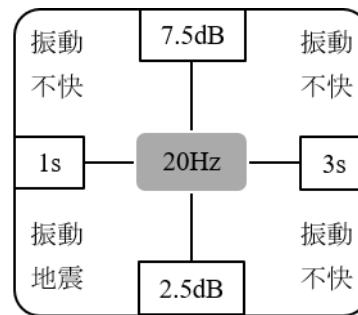


Figure 1. Impression from cluster analysis results of each condition at 20Hz

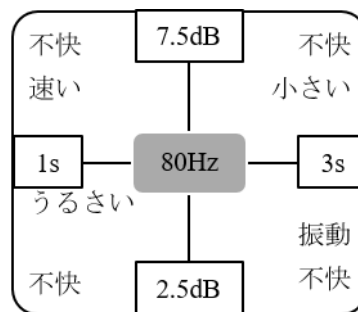


Figure 2. Impression from cluster analysis results of each condition at 80Hz

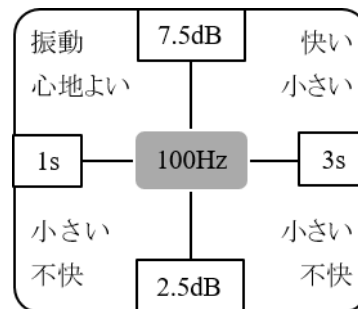


Figure 3. Impression from cluster analysis results of each condition at 100Hz

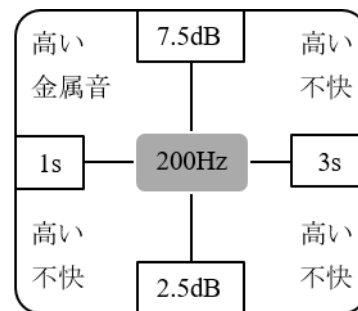


Figure 4. Impression from cluster analysis results of each condition at 200Hz

る住民意識の研究」, 環境科学会誌, 1991, pp. 103-114.

- [5] 高柳良太:「SAS Enterprise Guide 多変量解析編」, オーム社, 2014, pp. 163-190.