

## E-7

## 変動性低周波音を構成する物理量の違いによる印象評価への影響

## Effect of Physical Quantity Composing Fluctuated Low-Frequency Sound on Impression Evaluation

○吉原山人イスル<sup>1</sup>, 蛇子寛治<sup>1</sup>, 松田礼<sup>2</sup>, 町田信夫<sup>3</sup>\*Yamato Isuru Yoshihara<sup>1</sup>, Kanji Jako<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 by the difference of the physical quantities. We conducted an impression evaluation experiment, by the free association method on the psychological effects of whole-body exposure of fluctuating low-frequency sound, and examined the relaxation effect by cluster analysis.

## 1. はじめに

周波数 100Hz 以下の低周波音による騒音は、物的、心理・生理的苦情を引き起こすことから低周波音問題として認知され、これまで様々な調査・研究が行われてきた<sup>1)</sup>。環境省は 2004 年に「低周波音問題対応の手引書」<sup>2)</sup>を公布し、音圧レベルが時間変動しない定常性低周波音による騒音を対象に評価指針を定めた。しかし、風力発電用風車等から発生する騒音は、低周波数成分の音波を含み、かつ音圧レベルが時間変動する変動性低周波音であり、現時点で変動性低周波音の評価方法は確立されていない。このような背景から、変動性低周波音による騒音を適切に測定、評価する基準やガイドラインなど指針の検討は急務である。

これに対して、低周波音には前述の負の側面だけでなく、正の側面も存在する。例えば、打ち揚げ花火や和太鼓のような低周波数成分を含む音は迫力感や快適感を感じさせる等、聴く人に良い印象を与える点が挙げられる。

本研究の目的は、変動性低周波音を構成する物理量の違いがどのような印象を人間に与えるかを実験によって調べることである。本報では、変動性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>3)</sup>による印象評価実験を行い、クラスター解析<sup>4)</sup>により変動性低周波音のリラクゼーション効果を検討した。

## 2. 実験方法

## 2-1. 実験概要

実験協力者には防音室（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）で、低周波音を 20 秒間全身暴露した後、自由連想法による心理アンケートを実施した。実験協力者は健康かつ聴覚の正常な大学生 10 名（21±1 歳、男性 9 名、女性 1 名）で、防音室内では中央に設置した椅子にス

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	81,83	1	2.5
40	67,71		
80	44,48		
100	35,37	3	10
200	35,39		

ピーカ向きに座位、開眼状態とし、消灯した。なお、実験協力者の負担を考慮し、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。

## 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）の搬送波周波数、等価音圧レベル、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 70 条件で実験を行った。暴露する音圧レベルは、定常性低周波音の感覚閾値をもとに全ての実験協力者が感じることを前提とした等価音圧レベルを各搬送波周波数で 2 条件ずつ設定した。

## 2-3. 印象評価の測定方法

実験協力者は暴露された低周波音に対して連想することを自由な形式で記述する自由連想法<sup>4)</sup>でアンケートに回答してもらう。得られた回答群をクラスター解析によっていくつかのグループに分類し、物理量毎の印象を評価した。

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

### 3. 実験結果

Table 2.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>[4]</sup>によって得られた印象の一部を示す。同様に Table 3.は搬送波周波数 40Hz, Table 4.は 100Hz, Table 5.は 200Hz の結果を示している。Table 2.によると、全ての条件に共通して振動・揺れという印象が得られ、振幅変調レベルが 7.5dB の条件にのみ不快の印象を得た。Table 3.によると、全ての条件に共通して不快という印象が得られ、Table 1.で多く見られた振動の印象は、変動周期が 3s, 振幅変調レベルが 10dB の条件にのみ得られた。振幅変調レベルが 2.5dB, 7.5dB の条件で低周波音固有の感覚である圧迫感の印象が得られた。Table 4.によると、Table 2., Table 3.で多く得た不快や振動の印象はほとんど見られず、殆どの条件で小さい、不快ではない、気にならないという印象を得た。Table 5.によると全ての条件に共通して高いという印象が得られた。また、振幅変調レベルが 10dB の条件にのみ不快の印象が得られ、変動周期 1s の条件では心地よいという印象が得られた。

以上をまとめると、可聴周波数の下限である 20Hz で振動・揺れや不快な印象が強いが、搬送波周波数が大きくなると気にならない・不快ではない印象に変化する傾向がみられた。

### 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。解析の結果、変動音の物理量である変動周期や振幅変調レベルの違いによる印象の違いはみられなかった。しかし、搬送波周波数によって印象が異なり、低周波音の範囲のうち、20Hz と 40Hz では不快・振動の印象を得た一方、100Hz は小さい・気にならない、200Hz では高い・不快ではないという印象を得て、一部条件では心地よいという印象を得た。著者らの一部による先行研究<sup>[5]</sup>によると、変動音の心理反応測定で得られた変動音に対する不快感は、搬送波周波数が高くなるほど減少する傾向であり、これは本実験の結果と一致する。今後はこの範囲でリラクゼーション効果を検討する予定である。

### 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] 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。  
 [3] 須賀伸介他：「自由連想調査を通じた湖環境に対す

**Table 2.** Impression from cluster analysis results of each conditions at 20Hz

変動周期 [s]	1	振動	揺れ
	3		
振幅変調 レベル [dB]	2.5	振動	揺れ
	7.5		不快
	10		揺れ

**Table 3.** Impression from cluster analysis results of each conditions at 40Hz

変動周期 [s]	1s	不快	重い
	3s		振動
振幅変調 レベル [dB]	2.5dB	不快	圧迫感
	7.5dB		
	10dB		振動

**Table 4.** Impression from cluster analysis results of each conditions at 100Hz

変動周期 [s]	1s	小さい	気にならない
	3s		不快ではない
振幅変調 レベル [dB]	2.5dB	小さい	響く
	7.5dB		気にならない
	10dB		

**Table 5.** Impression from cluster analysis results of each conditions at 200Hz

変動周期 [s]	1s	高い	心地よい
	3s		不快ではない
振幅変調 レベル [dB]	2.5dB	高い	不快ではない
	7.5dB		
	10dB		不快

る住民意識の研究」，環境科学会誌，pp.103-114，1991。

[4] 高柳良太：「SAS Enterprise Guide 多変量解析編」，オーム社，pp.163-190，2014。  
 [5] 蛇子他：「変動性低周波音による心理反応とその相関関係の検討」，音響学会春季研究発表会，2020。