

E-2

生体反応に及ぼす変動性低周波音の影響に関する研究

Study of influence of the biological response by amplitude modulation low-frequency sound

○矢津田拓也¹, 松田礼², 町田信夫²*Takuya Yatsuda¹, Hiroshi Matsuda², Nobuo Machida¹

Abstract: The purpose of this study is to clarify the influence of difference of physical quantity such as frequency, period and amplitude constituting the amplitude modulation low-frequency sound on the human body. In this paper, we report examined the biological reactions when the amplitude modulation low-frequency sound is exposed to the whole human body, and investigate the relationship between the psychological and physiological response amount.

1. はじめに

周波数 100Hz 以下の低周波音は、環境問題の一要因とされている。特に、風力発電施設の風車や移動音源から発生する変動性低周波音の人体影響はよく分かっていない。環境省は「低周波音問題対応の手引書」^[1]を公表し、低周波音に対する評価指針を定めたが、この評価指針は固定音源から発生する定常性低周波音のみが対象であり、音圧が時間変動する変動性低周波音には適応できない。また、人体に及ぼす影響も不明な点が多く、評価方法も明確になっていない。

本研究では、変動性低周波音を人体に暴露した際の生体反応を調べ、変動性低周波音による心理反応量と生理反応量との関係性を検討したので報告する。

2. 実験方法

2-1. 実験概要

被験者は健康かつ聴覚の正常な大学生 10 名である。低周波音は床面積 2.7m²、天井高さ 2.2m、壁面パネル厚 45mm のチャンバ内に設置した直径 380mm のスピーカ 4 基から発生させた。実験は実験前安静を 5 分間、音暴露を 3 分間、実験後安静を 1 分間の合計 9 分間を 1 条件として、この間に後述する心理・生理反応量を測定した。また、被験者はチャンバ内の椅子に座位、開眼状態とし、チャンバ内は消灯して実験を行なった。

2-2. 音刺激条件

Table1 に実験で用いた音刺激条件を示す。変動性低周波音（以下、変動音）は振幅変調によって搬送波の変動周期と音圧レベル差（以下、振幅変調レベル）を変えて作成した。等価音圧レベル ($L_{P_{eq, T=30s}}$) は、定常性低周波音（以下、定常音）の閾値を基準として、標準偏差を考慮した 8dB を加えた大きさに設定した。また、比較検討のため、搬送波と音圧レベルを一致させた定常音も実験条件に加えた。

Table 1. 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 7.5
40	65	2	
80	47	3	

2-3. 心理反応の測定及び評価方法

心理反応測定は、低周波音の印象の特徴である「不快感」に対し、単極の 7 段階評定尺度法を用いて「全く感じない」を 1、「非常に感じる」を 7 とした得点を割り当てた心理アンケートにより評価した。

2-4. 生理反応の測定及び評価方法

生理反応測定は、低周波音の影響を心電図、脳波、アミラーゼ活性を用いることで測定した。

心電図は測定した心拍変動周期を周波数分析し、低周波数帯域 LF と高周波数帯域 HF のパワー比である LF/HF を求め、実験前安静時を基準とした音暴露中の LF/HF の変化率により評価した。

アミラーゼ活性は唾液腺から分泌されるアミラーゼを被験者の舌下に挿入したチップシートで採取し、濃度を測定した。測定は、実験前安静時と音暴露後の 2 回実施し、実験前安静時を基準とした音暴露後のアミラーゼ活性の変化率により評価した。

脳波は左耳朶を基準電極とした国際 10-20 法によって、 α 波が優勢に検出される頭頂部 (Cz, C3, C4) の 3 部位を測定した。測定した脳波データを FFT 解析し、 α 波帯域と β 波帯域のパワー比である β/α 比を求め、実験前安静時を基準とした音暴露中の β/α の変化率により評価した。

1 : 日大理工・院 (前)・精機 2 : 日大理工・教員・精機

3. 実験結果

3-1. 不快感の測定結果

Figure1 に、不快感における定常音と変動音の差を示す。縦軸の正の値は定常音よりも変動音の方が不快感が大きく、負の値は小さいことを表す。20Hz はほとんどの条件で不快感を定常音と同等、または弱く感じるが、40, 80Hz は全ての条件で定常音よりも変動音を暴露した時の方が不快感を強く感じる傾向がみられた。また、多くの条件で振幅変調レベル 2.5dB より 7.5dB の方がわずかに不快感を強く感じる傾向がみられたが、同一搬送波周波数、変動周期の条件で *t* 検定 (有意水準 5%) により振幅変調レベルの違いによる統計的有意差を調べた結果、有意差は認められなかった。

3-2. 不快感と生理反応量の関係

Figure2 に、不快感と LF/HF 変化率、アミラーゼ活性変化率の関係を示す。LF/HF はほぼ全ての条件で変化率が 1 以上であることから、低周波音暴露によって交感神経が優位に働く傾向がみられた。アミラーゼ活性はほぼ全ての条件で変化率 1 の近傍であることから低周波音暴露による影響はほとんどないと考えられる。また、LF/HF、アミラーゼ活性はいずれも変動周期や振幅変調レベル等の音条件による違いはみられず、不快感との相関関係も認められなかったことから、両者の関係性は低いと考えられる。

Figure3 に、不快感と β/α 変化率の関係を示す。40, 80Hz は多くの条件で変化率が 1 以下、不快感の評定値も 3「あまり感じない」の付近に集中していることから、ストレスを感じていない傾向がみられた。これに対して、20Hz は多くの条件で変化率が 1 を超えており、不快感の評定値も 4「やや感じる」～5「感じる」の範囲で集中していることから、20Hz の低周波音暴露により、ストレスを感じていると考えられる。以上の結果から、不快感と β/α は対応関係が認められ、変動性低周波音による不快感は β/α から推定できる可能性を示した。

4. おわりに

実験より、不快感は、40, 80Hz においては定常音より変動音の方が強く感じる傾向がみられたが、本実験の音条件範囲内では変動周期、振幅変調レベル等の物理量の違いによる統計的な有意差は認められなかった。また、不快感と β/α の関係から、両者に対応関係がある可能性が示された。

今後は変動性低周波音を構成する物理量と心理・生理反応量との関係性をより明確にするため、実験条件を増やし、検討を重ねていく予定である。

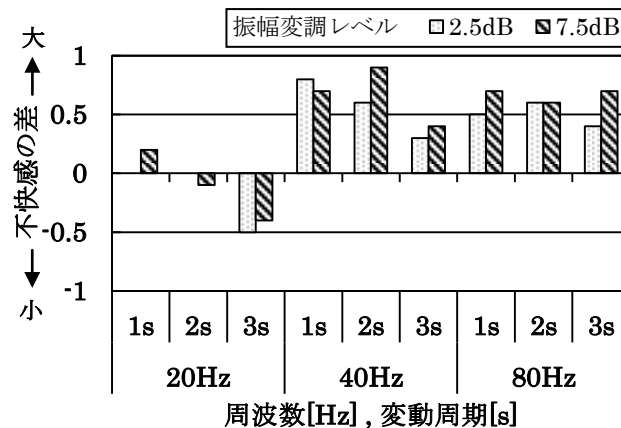


Figure1. Measurement results of uncomfortable sensation of amplitude modulation low-frequency sound

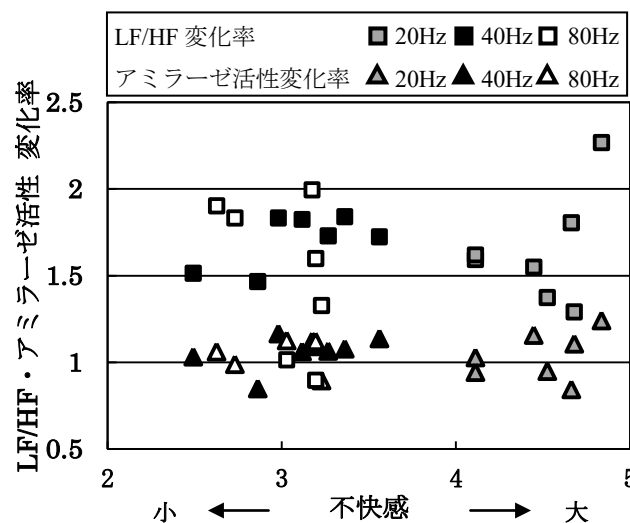


Figure2. Relationships between uncomfortable sensation to LF/HF and amylase activity change rate

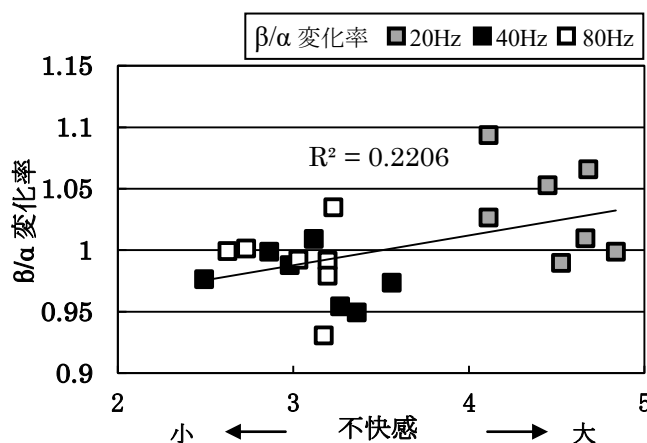


Figure3. Relationship between uncomfortable sensation and β/α change rate

5. 参考文献

[1] 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」，平成 16 年。