小山工業高等専門学校研究紀要
第 43 号 (2010) 75－ 80

ストレス負荷後の音楽聴取が心拍のR-R間隔変動に与える影響

小林 幸夫*1, 川上 泉*2

The Effect of the Listening to the Music on Heart Rate R-R Intervals Variability after the Stress Loading

Yukio KOBAYASHI, Izumi KAWAKAMI

In this study we researched the effect of the listening to music on heart rate R-R intervals variability after the stress loading. Eleven healthy people aged from 19 to 22 participated in the experiment as subjects. Heart rate R-R intervals were measured in each of the three cases when (1) subjects had no stress loading, (2)they were listening to the music after the stress loading, and (3)they were not listening to the music after the stress loading of all the subjects. Furthermore, the subjects were asked to respond to questionnaire about how much they felt relaxed when they were and were not listening to the music after the stress loading. The analysis of the results shows that the L/H of heart rate R-R intervals variability in the case of listening to the music after the stress loading is smaller than that in the case of not listening to the music after the stress loading. Moreover, questionnaire results also show that the degree of relaxing in the case of listening to the music after the stress loading is higher than that in the case of not listening to the music after the stress loading. These results suggest music has stress reduction effect.

KEYWORDS : Heart Rate Variability, Mental Stress, L/H

1. まえがき

現代社会では、日常生活の様々な場面にストレス因子が潜んでいる。このストレスは、精神疾患や生活習慣病、作業効率の低下など、人体に様々な悪影響を及ぼすとされ、身近で深刻な問題として様々な分野で注目を集めている。それに伴い、ストレス自体の研究や、それに関連したストレス低減方法、リラクゼーション誘導などの研究も行われている[1)]。

そこで重要になるのが、個人によって感じ方の異なるストレスを定量化するための、被験者の主観に基づく心理評価に加えて、生理学的な裏づけのある測定方法による客観的なストレス評価指標の確立、及びストレス低減方法の確立である。

これまで、いくつかの研究では生体情報の一つとして、計測が比較的容易であり、被験者への負荷も少ない心拍のR-R間隔変動が着目されてきた[2)]。

*1 電気情報工学科(Dept. of Electric and Computer Engineering), E-mail: ykoba@oyama-ct.ac.jp
*2 専攻科修了生(Advanced Course of Electronic System Engineering)

心拍の R-R 間隔変動の高周波成分(HF:周波数 0.15～0.4[Hz])は副交感神経、低周波成分(LF:周波数 0.04～0.15[Hz])は交感神経、及び副交感神経の活動を反映している。このとき、交感神経は、緊張や興奮など何らかのストレス状態になったときに優位となり、反対に副交感神経が優位のときは、心臓の働きは抑制される[3]。従って、ストレス負荷時のR-R間隔変動のLF成分とHF成分の比（以下 L/H）を求めることにより、自律神経の活動や、その変動の原因となっているストレスの程度などを類推することができるとされている[4]。

これまでの研究[5]では、4 名の被験者で、身体的ストレス負荷時、及び精神的ストレス負荷時における心拍のR-R間隔変動のL/Hを測定することにより、ストレスが心拍のR-R間隔変動に及ぼす影響を定量的に調べた。

その結果、L/H の上昇率には被験者ごとにばらつきが見られるものの、身体的ストレス負荷時では4名中3名の被験者で、精神的ストレス負荷時では4名の被験者全員で無負荷時と比較しL/Hの値に上昇が見られた。このように、身体的ストレス負荷時で若干1名の例外があるものの、ストレス負荷時での心拍のR-R間隔変動のL/Hの上昇が確認された。[5]

そこで次に重要になるのが、ストレスの低減方法の確立である。ここで、本研究では音楽が持つリラックス効果に着目した。ある種の音楽には精神を安定させ、集中力を向上させるリラックス(ヒーリング）効果があると言われている。また、特にクラシックミュージック、その中でもモーツァルトの作曲したクラシックミュージックはリラックス効果が高いとされている。

そこで本研究では、ストレス負荷後の音楽の聴取によるストレス低減効果を検証することを目的とし実験を行った。

2．実験

2．1　実験の諸条件

2．1．1　実験に用いたストレス負荷

本研究ではストレス負荷として、暗算による精神的ストレス負荷を用いた。

まず、被験者に安静座位状態で、3000 から 17 を順次減算していく暗算をなるべく早く行うように指示を与えた。被験者は回答を実験者に口頭で伝え、実験者はその回答が正解であれば更にその値から17を引くよう指示し、回答が不正解であるならば不正解であることを伝え、もう一度回答を求めた。以上のことを10分間連続で行い、ストレス負荷とした。

2．1．2　実験に用いた音楽刺激

本研究では、以前の研究で様々な音楽のリラックス効果を検証した際、その中で最も多くの被験者で、安定して高いリラックス効果を確認したモーツァルトのセレナード第4番二長調K.203をストレスの低減を目的とした音楽刺激として用いた。

2．1．3　実験環境

実験は、これまでに心臓に異常があると診断されたことがない19歳～22歳の男女合計11名に対して行った。実験は、実験の際に負荷として用いるもの以外のストレス因子をなるべく被験者に与えないように、騒音や外部刺激の少ない部屋で行った。

心拍の測定は、被験者の左手の人差し指末節に心拍計を装着し、安静座位状態で行った。このとき心拍の測定にはAD Instruments製の心拍計を用いた。心拍計は圧電センサ(AD Instruments製/MP100-DC-06A）と、A/D変換器(AD Instruments製/ML826)で構成され、パソコン(EPSON製/NJ3100)に接続し、AD Instruments製心拍測定ソフトLab Chart6により心拍の測定を行った。

また、音楽の提示には、北陸先端科学技術大学院大学宮原研究室で製作された本研究室所有のスピーカ（12cmフルレンジ、バスレフ型）に、スーパーツィータ（FOSTEX製/GS90A）を付加したものと、平面バッフル方式超低周波音再生用スピーカ（本研究室の以前の研究で製作/FOSTEX製コーン型ウーファFW108Nを同心円状に 16 個配置したものを左右に1つずつ設置）を用い、実験時の被験者とスピーカ及びスーパーツィータ、ウーファとの距離は1mとした。

2．1．4　心拍のR-R間隔変動の解析方法

AD Instruments製HRV解析ソフトPower Labを用いて、測定した心拍データの解析を行った。解析では、測定した心拍からR-R間隔変動を求め、求めた心拍のR-R間隔変動にFFT(FFTポイント1024,Welch窓)を施し、パワースペクトルを算出した。その後、求めたパワースペクトルから高周波成分HFと低周波成分LFを求め、その比L/Hの値を算出した。

なお、解析の際には、心拍のR-R間隔が極端に短かったものはアーティファクトとして、解析の

対象から除外した。

2．2　実験方法

2．2．1　ストレス負荷後の音楽聴取の有無による心拍測定実験

無負荷時、精神的ストレス負荷時、及びストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合、ストレス負荷後に音楽の聴取をした場合における被験者の心拍の測定を行った。

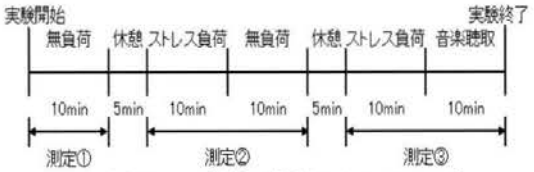

図 2.1 実験手順タイムテーブル

実験の手順を図 2.1 に示す。初めに無負荷状態で 10 分間被験者の心拍を測定した。次に、ストレス負荷を与えた状態で 10 分間測定し、ストレス負荷終了と同時に無負荷安静状態で 10 分間測定した。更に、もう一度ストレス負荷を与えた状態での心拍を 10 分間測定し、ストレス負荷終了と同時に音楽を提示し、その状態で 10 分間測定した。このとき、初めの無負荷時での心拍の測定を測定①、次のストレス負荷時とその後の無負荷時の心拍の測定を測定②、次のストレス負荷時とその後の音楽聴取時の心拍の測定を測定③とした。また、疲労などの影響が現れるのを避けるため、測定①、測定②、測定③の間にはそれぞれ約 5 分間程度の休憩をとらせた。

2．2．2　心理評価アンケート

実験後に各被験者に、実験についての心理評価アンケートを実施した。アンケートでは、ストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合（無負荷状態）と、音楽を聴取した場合でどの程度リラックス出来たかを、被験者の主観に基づき図 2.2 に示す 5 段階の尺度で回答してもらった。

図 2.2 心理評価アンケート

3．結果

3．1　心理評価アンケートの結果

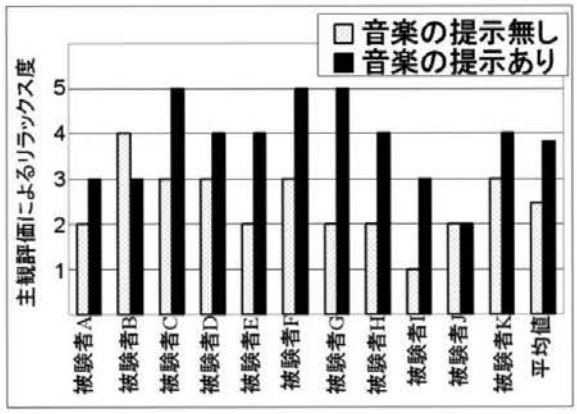

図 3.1 心理評価アンケートの回答

実験後の心理評価アンケートの結果を図 3.1 に示す。アンケートの結果、11 名中 6 名の被験者がストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合ではリラックス度が 1～2 と低くなり、4 以上と回答した被験者は 1 名だけであった。これに対し、音楽を聴取した場合のリラックス度を 2 以下と回答した被験者は 1 名しかいなかった。また、ストレス負荷後の音楽聴取の有無での結果を見ると、11 名中 9 名の被験者が、音楽を聴取した方がリラックス度が高かった。

3．2　全被験者でのL/Hの平均値

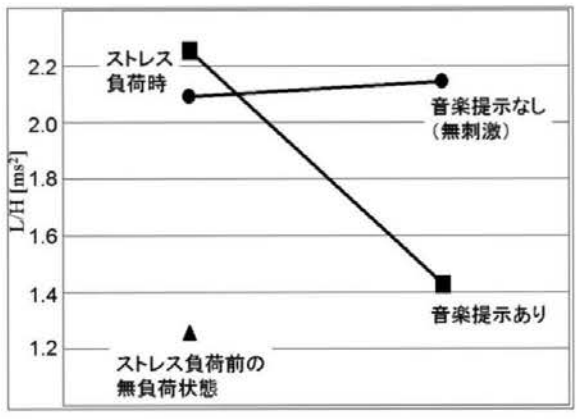

図 3.2 全被験者のL/Hの平均値

図 3.2 に、実験により得られたL/Hの値の、全被験者での平均を示す。図 3.2 より、全被験者でのL/Hの平均値は、測定①のストレス負荷前の無負荷安静状態では 1.26、測定②のストレス負荷時は 2.09、測定③のストレス負荷時は 2.26 と、無負荷時と比較し大幅に上昇した。

しかし、測定②でストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合のL/Hの平均値は2.15と、ストレス負荷時よりも上昇したのに対し、測定③でストレス負荷後に音楽を聴取した場合では、L/Hの平均値は1.43と大幅に低下した。

3．3　音楽聴取の有無によるL/H変化率の違い

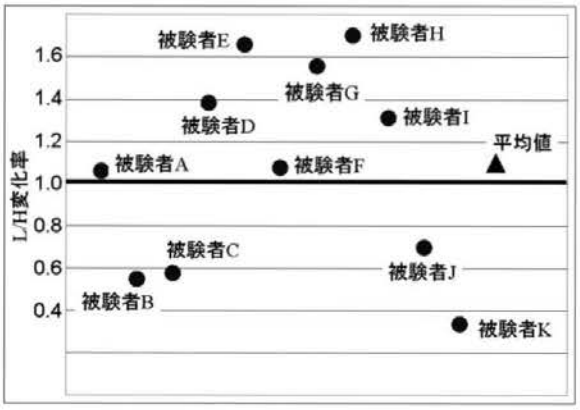

図3.3 音楽聴取なしの場合のL/H変化率

測定②での各被験者のストレス負荷時のL/Hを1としたときの、その後の音楽聴取なし（無刺激）の状態のL/Hの変化率を図3.3に示す。

図3.3より、音楽聴取なしでは、ストレス負荷後の無負荷安静状態のL/H変化率は、4名の被験者でストレス負荷時よりも低くなったが、7名の被験者ではストレス負荷時よりも高くなった。また、全被験者での変化率の平均値は約1.08となり、ストレス負荷時と比較し、若干ではあるが高い値を示した。

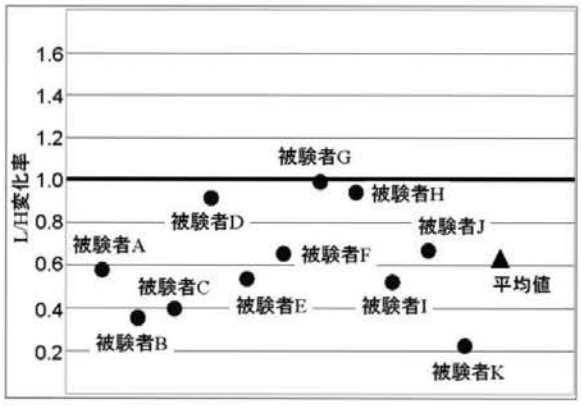

図3.4 音楽聴取ありの場合のL/H変化率

図3.3と同様に、測定③での各被験者のストレス負荷時のL/Hを1としたときの、その後の音楽聴取時のL/Hの変化率を図3.4に示す。

図3.4より、ストレス負荷後に音楽を聴取した場合では、L/H変化率は、ストレス負荷時と比較し、11名全員で低い値を示した。また、全被験者の変化率の平均値は約0.62となり、ストレス負荷時よりも低い値を示した。

3．4　L/Hと心理評価の結果との相関性

心理評価アンケートとL/Hの変化率との結果から、横軸をL/H変化率、縦軸を心理評価アンケートによるリラックス度とし、その相関を、ストレス負荷後の音楽聴取の有無それぞれの場合で求めた。

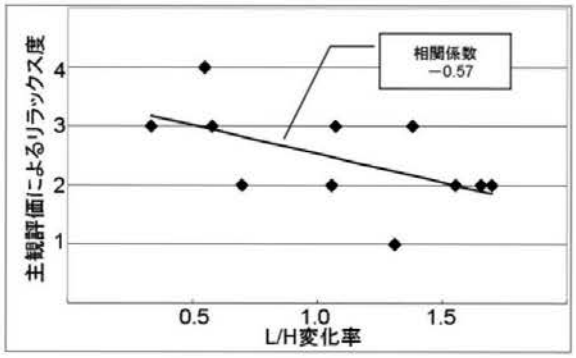

図3.5 音楽聴取なしの時のL/Hと心理評価の相関

図3.5に、ストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合でのL/H変化率と心理評価によるリラックス度との相関を示す。その結果、相関係数は−0.57であったが、データのばらつきが大きく、データ数も十分でないため、相関関係があるとは言い難い結果となった。

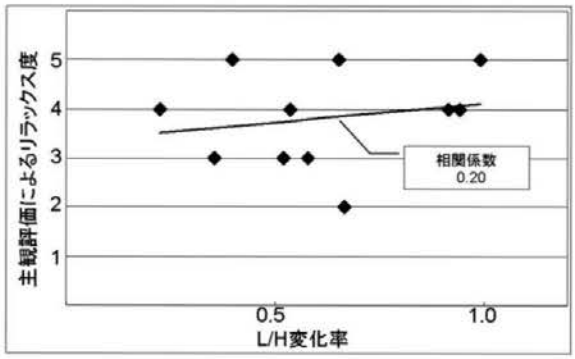

図3.6 音楽聴取時の場合のL/Hと心理評価の相関

図3.6に、ストレス負荷後に音楽を聴取した場合のL/H変化率と心理評価によるリラックス度との相関を示す。こちらも相関係数は0.20と低く、相関関係は認められなかった。

4．結論

11名の被験者で無負荷時、ストレス負荷時、及びストレス負荷後の音楽聴取の有無それぞれの場合の心拍を測定し、そのR-R間隔変動からL/Hを算出した。更に、算出したL/Hから全被験者での平均値と各被験者でのL/H変化率を求めた。また、実験後に心理評価アンケートを行い、ストレス負荷後の音楽聴取の主観評価によるリラックス度を求めた。更に、ストレス負荷後の音楽聴取の有無での、L/H変化率と被験者の主観によるリラックス度との相関を求めた。

その結果、次のようなことがわかった。

1) 心理評価アンケートでは、11名中9名の被験者が、ストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合より、音楽を聴取した場合の方がリラックス度が高かった。
2) 全被験者でのL/Hの平均値は、ストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合では、ストレス負荷時と比較しL/Hの値が微増しているのに対し、音楽を聴取した場合では大幅に減少した。
3) 各被験者での音楽聴取の有無によるL/H変化率の違いは、音楽を聴取しなかった場合では、11名中7名の被験者でL/H変化率がストレス負荷時よりも高くなったのに対し、ストレス負荷後に音楽を聴取した場合では全被験者でストレス負荷時よりも低くなった。
4) 心理評価アンケートの結果による主観的なリラックス度と、L/H変化率との相関係数は、ストレス負荷後に音楽を聴取しなかった場合と聴取した場合で、それぞれ-0.57、0.20となった。しかし、データのばらつきが大きく、データ数も十分とは言えないため、両者に相関関係があるとは言い難い結果となった。

以上のことから本研究では、心理評価アンケートによるリラックス度の評価では、音楽を聴取しなかった場合と比較し、音楽を聴取した場合のストレスの低減効果の高さが示唆された。

また、心拍のR-R間隔変動のL/Hによる評価でも、L/Hの低下がストレスの低減と言えるならば、音楽の聴取によるストレスの低減効果が確認できたと言える。しかし、L/Hと心理評価との相関性は確認できなかった。

参考文献

1)馬場信裕，高良富夫，星野聖:ストレス負荷時の心拍数と瞳孔反応，映像情報メディア学会,Vol.20，No.39，pp.75-79，(1996)
2)志賀哲，中尾光之，山本光璋:自立神経活動のスペクトル指標に基づく心拍リズムの解析，電子情報通信学会 技術報告，MBE96-90，pp.67-74(1996)
3)佐藤昭夫，佐藤優子，五嶋摩理:自律機能生理学，金芳堂,p33-54(1995)
4)橋本成広:生体システム工学入門，東京電機大学出版局，p43-46,p116-118(1996)
5)川上泉:音楽刺激が脳波に与える影響～音楽の種類によるα波含有率の違い～，H19年度電気情報工学科卒業研究概要集p3-4,(2008)

［受理年月日　2010年 9月 24日］