

音刺激がストレス回復に及ぼす影響

— 心音とホワイトノイズの比較 —

宮城 舜・鷺塚 愛・田井村明博

EFFECT OF THE SOUND ON RECOVERY FROM MENTAL STRESS

— COMPARISON OF WHITE NOISE AND HEART SOUND —

Shun MIYAGI, Ai WASHIZUKA, Akihiro TAIMURA

Abstract

This study examined the effect of listening to heart sound after stress on recovery period. Six healthy male university students gave their consent to participate in the measurement. The measurement consisted of three different sessions: (1) 5-min quiet baseline period, (2) 15-min stress period by mental arithmetic task, (3) 10-min stress period during exposure to heart sound or white noise. There was no statistical difference in any measured parameters between heart sound and white noise during recovery period. However heart sound tended to be more positive than white noise for recovery after stress. The order effect was observed only in the skin temperature during stress period.

キーワード: ストレス回復, 心音, 自律神経活動

Key words: *Stress recovery, Heart sound, Autonomic nervous activities*

1. 緒 言

厚生労働省の平成22年国民生活基礎調査では46.5%の人が悩みやストレスがあると回答している¹⁾。さらに、平成14年に厚生労働省により「VDT (Visual Display Terminals) 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」が発表されたにもかかわらず、平成20年の技術革新と労働に関する実態調査では、VDT作業者の約34.6%が精神的ストレスを感じており68.6%が身体的な疲労や症状を感じていると回答している²⁾。これらのデータが示すように、「現代の日本はストレス社会」と言われている。軽度のストレスは解消されれば生体に良い影響を与える場合もあるものの、過剰なストレスや長いストレス状態はPTSDの発症や免疫力の低下など精神的、肉体的ともに悪影響を与えることが知られており³⁾、リラクゼーション効果及びストレス軽減・回復効果を研究することは人間生活の改善・向上に資すると考えられる。

ストレス後の回復を促す方法として睡眠や入浴、ア

ロマセラピーなど様々であるが、その中の一つとして音楽の聴取が挙げられる。音楽がリラクゼーション効果をもたらす要因としては、個人の嗜好をはじめ、音楽の種類、音、声など様々である。テンポも重要な要因だと考えられており、水野らはストレス負荷後に聴取する音楽の拍子の違いが精神ストレスからの回復に好影響を与えることを報告している⁴⁾。また、L. ソークによって幼児に対して母親の心音はリラクゼーション効果があると報告されており⁵⁾、近年では、妊娠時に母親の心音を録音するサービスも行われている。成人に対しても、心拍数に近いテンポはリラクゼーション効果が期待されており、堀田らは、固定されたテンポの音楽やテンポがランダムに変化する音楽と比較して、被験者の心拍数に応じたテンポによる音楽の聴取が副交感神経を優位な状態にもたらすことを報告している⁶⁾。さらに、高井によって、安静時に心音を傾聴することは、統制条件やメトロノーム傾聴時よりも交感神経活動を抑制させることが明らかになった⁷⁾。

しかし、ストレス負荷後に心音を用いてストレス回復効果を検討した実験はほとんど見られない。本研究では、ストレス負荷後に音刺激として心音および対象としてホワイトノイズを聴取させ生理・心理反応を比較することで、心音の聴取がストレス回復にどのよう

な影響を与えるかを検証することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 被験者

実験前に口頭及び書面で実験の説明を行い、同意書にて承諾を得た健康な男子大学生6名(年齢 20.8 ± 0.8 歳)を対象とした。被験者には、実験前日の激しい運動、飲酒を禁止し、実験当日はカフェインの含まれる飲み物を控えてもらい実験開始2時間前は絶飲食状態とした。被験者は実験時、Tシャツ、短パンを着用させた。

2.2 環境条件

実験は、7月上旬から8月下旬に温度 25°C 、湿度 $50\%rh$ に設定した人工気象室内で実施した。ストレス負荷を教室や事務所などでのVDT作業と想定し、人工気象室内の照度は、JIS照度基準を元に、事務所の推奨照度である $500lx$ とし、音刺激の音量は、静かな事務所と想定しA特性音圧レベル $50dB$ とした。

2.3 実験手順

人工気象室の環境に慣れてもらうために実験開始30分以上前に被験者を人工気象室に入室させた。入室後、各種測定部位に血流計プローブ、サーミスターセンサー、心電図計測用電極を装着し、POMS (Profile of Mood States) 短縮版の測定、ストレス負荷課題の練習を行った。人工気象室入室30分経過後、各測定値の安定を確認し実験を開始した。実験開始後、5分間の安静、ストレス負荷として時間制限のある暗算課題を15分間、閉眼状態で心音またはホワイトノイズを10分間聴取させ、最後に再度POMS短縮版の測定と音刺激の評定として、音刺激聴取時の自身に関するアンケートの記入を求め、実験を終了とした。実験は、最後の回復期に心音(Heart Sound; 以下HS条件と略す)またはホワイトノイズ(White Noise; 以下WN条件と略す)を聴取させる2条件で、被験者は各条件1回ずつ計2回実施した。実験は、体温の概日リズムを考慮し1週間以内の異なる日のほぼ同じ時間帯に行った。また、クロスオーバー比較対照実験として、2条件を順不同で実施した。指皮膚温、指皮膚血流、心電図は実験中、連続的に測定した。ストレス指標として用いられている唾液中の α -アミラーゼ濃度を実験開始直前、ストレス負荷直後、回復期終了直後の計3回計測した。今回の実験のストレス課題は、パソコン用フリーソフト「暗算の特訓」(Copyright(c)2011 Vector Inc. All rights Reserved)を使用した。心音は、実際に録音された心音のサンプル(株式会社Heart Best)を使用し、ホワイトノイズは効果音源(<http://koukaongen.com/>)か

ら得られたホワイトノイズを使用した(Fig.1)。

2.4 分析方法

指皮膚温及び指皮膚血流量は、5秒毎のデータをパーソナルコンピューターに取り込み、1分間の平均値を求めた。心拍変動は、心電図データをパーソナルコンピューターに取り込み算出した、HF(High Frequency)、LF/HF(Low Frequency/High Frequency)及び心拍数を2秒毎に記録し1分間の平均値を求めた。セッションが変わることによる変化を最小限にするために、安静5分間、ストレス負荷最後の5分間、回復期最後の5分間それぞれの平均値及び標準偏差を条件別に求めた。また、安静5分間の平均値を100%とし、ストレス負荷最後の5分間、回復期最後の5分間それぞれの平均変化量及び標準偏差を条件別に示した。アミラーゼは、実験開始直前、ストレス負荷直後、回復期終了直後でそれぞれ平均値を求めた。条件間及びセッション間の比較には符号検定(ノンパラメトリック)を用い、統計的有意水準は5%未満($P < 0.05$)とした。

3. 結果

3.1 生理指標

(1) 皮膚温

HS条件における皮膚温の平均値は、安静時 $35.15 \pm 0.64^{\circ}\text{C}$ 、ストレス負荷時 $34.72 \pm 0.71^{\circ}\text{C}$ 、回復時 $34.95 \pm 0.57^{\circ}\text{C}$ であった。WN条件における皮膚温の平均値は、安静時 $35.30 \pm 0.34^{\circ}\text{C}$ 、ストレス負荷時 $34.79 \pm 0.47^{\circ}\text{C}$ 、回復時 $35.09 \pm 0.44^{\circ}\text{C}$ であった。

平均変化量は、HS条件でストレス負荷時 $98.78 \pm 1.42\%$ 、回復時 $99.46 \pm 0.48\%$ であった。WN条件では、ストレス負荷時 $98.56 \pm 1.36\%$ 、回復時 $99.41 \pm 1.61\%$ であった。

ストレス負荷時、回復期ともにHS条件が高値をしめしているものの、条件間に有意差は認められなかった(Fig.2)。

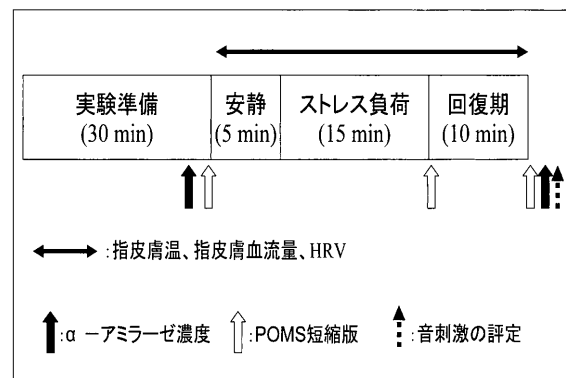


Fig.1 Experimental protocol.

(2) 皮膚血流量

HS 条件における血流量の平均値は、安静時 $112.18 \pm 63.15\text{mV}$ 、ストレス負荷時 $100.39 \pm 64.16\text{mV}$ 、回復時 $106.11 \pm 59.47\text{mV}$ であった。WN 条件における血流量の平均値は、安静時 $133.98 \pm 88.47\text{mV}$ 、ストレス負荷時 $139.73 \pm 91.40\text{mV}$ 、回復時 $134.80 \pm 88.01\text{mV}$ であった。

平均変化量は、HS 条件でストレス負荷時 $87.59 \pm 11.53\%$ 、回復時 $93.70 \pm 7.29\%$ であった。WN 条件ではストレス負荷時 $104.05 \pm 5.62\%$ 、回復時 $104.38 \pm 13.32\%$ であった。ストレス負荷時、回復期ともに HS 条件が低値を示している。ストレス負荷時の条件間に有意差が認められた (Fig.3)。

(3) 心拍数

HS 条件における心拍数の平均は、安静時 $72.31 \pm 8.1\text{bpm}$ 、ストレス負荷時 $77.14 \pm 7.63\text{bpm}$ 、回復時 $72.38 \pm 8.72\text{bpm}$ であった。WN 条件における心拍数の平均は、安静時 $374.39 \pm 6.57\text{bpm}$ 、ストレス負荷時 $78.54 \pm 6.49\text{bpm}$ 、回復時 $73.11 \pm 8.16\text{bpm}$ であった。

平均変化量は、HS 条件でストレス負荷時 $106.98 \pm 6.23\%$ 、回復時 $100.26 \pm 7.65\%$ であった。WN 条件では、平均変化量及はストレス負荷時 $105.76 \pm 4.07\%$ 、回復

時 $98.16 \pm 3.76\%$ であった。両条件ともストレス負荷時に上昇し、回復期に低下していたが、条件間に有意差は認められなかった (Fig.4)。

(4) HF

HS 条件における HF の平均値は、安静時 $679.09 \pm 595.97\text{ms}^2/\text{Hz}$ 、ストレス負荷時 $654.64 \pm 591.36\text{ms}^2/\text{Hz}$ 、回復時 $769.86 \pm 826.78\text{ms}^2/\text{Hz}$ であった。WN 条件における HF の平均値は、安静時 $912.99 \pm 731.26\text{ms}^2/\text{Hz}$ 、ストレス負荷時 $440.79 \pm 309.13\text{ms}^2/\text{Hz}$ 、回復時 $761.89 \pm 663.92\text{ms}^2/\text{Hz}$ であった。

平均変化量は、HS 条件でストレス負荷時 $104.00 \pm 45.97\%$ 、回復時 $115.57 \pm 83.01\%$ であった。WN 条件では、平均変化量及はストレス負荷時 $61.65 \pm 40.26\%$ 、回復時 $81.93 \pm 23.20\%$ であった。ストレス負荷時及び回復期ともに、HS 条件が WN 条件より高値を示したが、条件間に有意差は認められなかった (Fig.5)。

(5) LF/HF

HS 条件における LF/HF の平均値は、安静時 2.84 ± 1.32 、ストレス負荷時 3.38 ± 1.87 、回復時 2.64 ± 1.61 であった。WN 条件における LF/HF の平均値は、安静

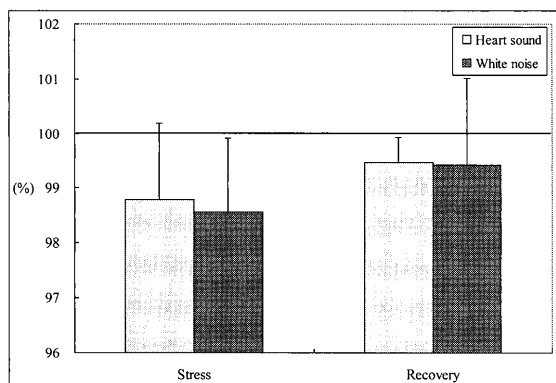


Fig. 2 Changes in the finger temperature of the stress and recovery based on the rest.

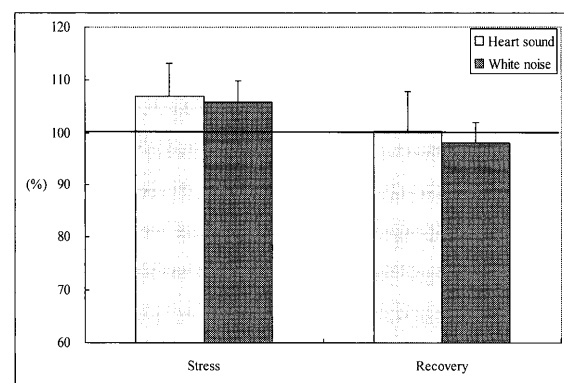


Fig. 4 Changes in the heart rate of the stress and recovery based on the rest.

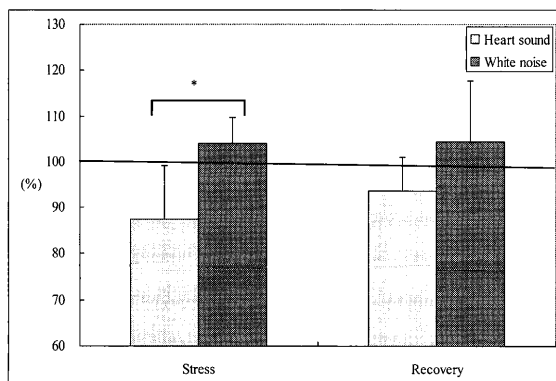


Fig. 3 Changes in the finger blood flow of the stress and recovery based on the rest. *: $P < 0.05$

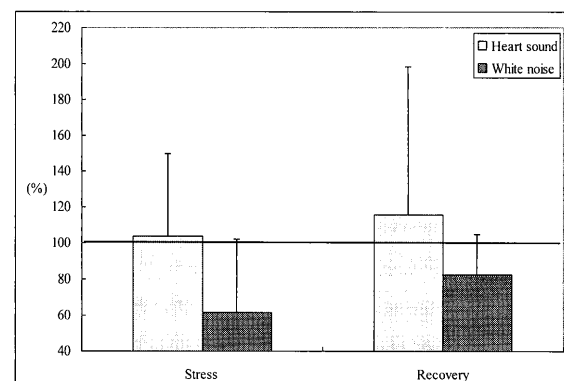


Fig. 5 Changes in the HF of the stress and recovery based on the rest.

時 1.45 ± 0.59 、ストレス負荷時 2.90 ± 1.21 、回復時 1.32 ± 0.58 であった。

平均変化量は、HS条件でストレス負荷時 $119.68 \pm 28.10\%$ 、回復時 $87.62 \pm 21.69\%$ であった。WN条件では、平均変化量及はストレス負荷時 $217.35 \pm 94.51\%$ 、回復時 $93.33 \pm 32.80\%$ であった。ストレス負荷時、回復期ともにWN条件がHS条件と比較し高い値を示している。条件による変化量の差の検定を行った結果、ストレス負荷時に条件間に有意差が認められた (Fig.6)。

(6) α -アミラーゼ濃度の推移

HS条件における α -アミラーゼ濃度の平均値は、実験前 21.47 ± 7.70 KIU/L、ストレス負荷後 33.10 ± 21.58 KIU/L、安静終了時 27.24 ± 14.31 KIU/Lであった。WN条件における α -アミラーゼ濃度の平均値は、実験前 1.762 ± 6.51 KIU/L、ストレス負荷後 30.80 ± 11.25 KIU/L、安静終了時 20.36 ± 14.58 KIU/Lであった。

条件間及びセッション間における平均値の差の検定を行った結果、条件間及びセッション間ともに有意差は認められなかった。

3.2 心理指標

(1) POMS 短縮版

実験後のPOMS短縮版の得点より実験開始の得点を引いた結果、HS条件において、抑うつ 0.0 ± 0.0 、活気 2.0 ± 4.1 、怒り 0.0 ± 0.0 、疲労 -1.6 ± 3.8 、緊張 0.2 ± 0.4 、混乱 0.8 ± 0.8 であった。WN条件では、抑うつ 0.2 ± 0.4 、活気 0.6 ± 4.5 、怒り 0.2 ± 0.4 、疲労 -1.2 ± 1.5 、緊張 0.8 ± 1.3 、混乱 1.0 ± 3.5 であった。各項目において、正の値が減少、0が変化なし、負の値が増加を示している。「疲労」の項目でのみ実験後にかけて増加しており、そのほかの項目では、変わらないまたは減少している。

条件における平均値の差の検定を行った結果、すべての項目において、有意差は認められなかった。

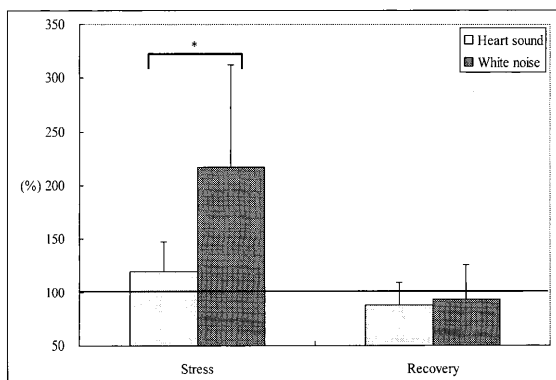


Fig. 6 Changes in the LF/HF of the stress and recovery based on the rest. *: $P < 0.05$

(2) 音刺激聴取時の被験者自身に関するアンケート

全ての項目においてHS条件が肯定的な結果となった。条件による平均値の差の検定を行った結果、「安心-不安」「眠くなる-目が冴える」「心地良い-心地悪い」の3項目において、有意差が認められた (Fig.7)。

4. 考 察

実験条件別の「ストレス負荷時-回復期」における平均値の推移では、全ての項目で有意差は認められなかった。変化量の差の検定の結果においても、全ての項目で回復期の条件間及び、条件ごとのセッション間に有意差が見られなかった。この結果より、本実験において心音、ホワイトノイズによるストレス回復効果の生理的な差はなかったと考えられる。なお、Jesperらは音が副交感神経よりも交感神経の方に強い影響を及ぼしているのではないかという推測をしている⁸⁾。今回、交感神経の指標であるLF/HFでも有意差が認められなかったことから、心音及びホワイトノイズがストレス回復効果に及ぼす生理的な影響は少ないと考えられる。

心理指標として、気分や感情の変化を測定するためにPOMS短縮版を、音刺激の評定として音刺激聴取時の自身に関するアンケートを行った。POMS短縮版は、すべての項目において、条件における有意差は認められなかった。POMSは本来、1週間の気分状態の変化を測定する指標であるため、比較的短時間である実験の前後の測定では影響が少なかったことが考えられる。一方で、アンケートでは、全ての項目で心音の方が肯定的な結果となり、中でも「安心-不安」「眠くなる-目が冴える」「心地良い-心地悪い」の3項目において、条件間で有意差が認められた (Fig.7)。このことから、気分や感情の変化を促進させるまではいかないが、心音の方がホワイトノイズと比較し、よりリラックス状態に導く可能性が示唆された。この結

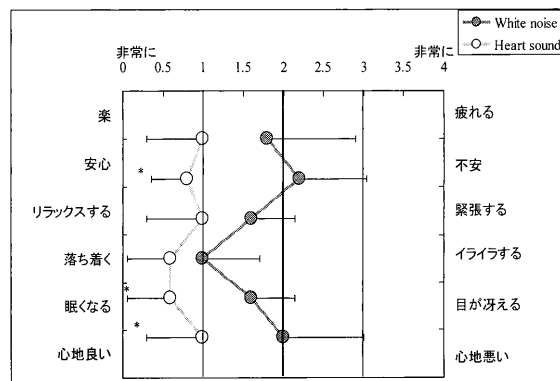


Fig. 7 SD Profile of Feeling while listening to sound. *: $P < 0.05$

宮城 舜 他：音刺激がストレス回復に及ぼす影響

果は河合らのリラクゼーション効果が示唆されるまではいかないものの心音が肯定的な印象で気持ちを落ち着かせる効果があるという報告を支持するものである⁹⁾。しかし、武仲らは、実験前の心拍数と同じテンポ、心拍数より60%遅いテンポ、心拍数より60%速いテンポを比較した結果、心拍数と同じテンポが心拍数より60%速いテンポと比較しHF/totalで有意に低くLF/HFが有意に高かったと報告している¹⁰⁾。また、高井も安静時に心拍音を傾聴することは、安静状態やメトロノーム傾聴時よりも交感神経活動を抑制させることを報告していることから⁷⁾、心音の生理的リラクゼーション効果の可能性は大きい。本実験では、被験者の安静時の心拍数は考慮せず録音された他人の心音(60bpm)を使用して実験を行ったが、心音は人により異なるため被験者自身の心音や心拍数に応じた音刺激を用いて比較検討する必要があると考えられる。さらに、武仲らは音楽の嗜好との関連についても検討しており、覚醒的音楽を好むグループでは、速いテンポで「楽」「好き」「リラックスする」などの得点が高く、それに対し、鎮静的な音楽を好むグループでは、「疲れる」「緊張する」などの自覚が見られたと報告していることから¹⁰⁾、音を使用したストレス回復効果においても、音楽の嗜好による影響が大きいと考えられる。今後は、音楽の嗜好も含めたストレス回復効果の検討が必要である。

実験条件別の平均変化量において回復期は全ての項目で有意差はなかったが、ストレス負荷時に皮膚血流量、LF/HFで心音とホワイトノイズの間に有意差が認められた(Fig.3, 6)。実験プロトコルは回復時に聴取する音のみ異なるため、ストレス負荷時の有意差はストレス負荷試験に慣れが生じていた可能性が考えられる。そこで順序効果の検討を行った。条件に関係なく、被験者が1回目に行った実験の実験結果をグループA(1st time)、2回目に行った実験の実験結果をグループB(2nd time)とした。安静5分間の平均値を100%とし、ストレス負荷最後の5分間、回復期最後の5分間それぞれの平均変化量及び標準偏差を、グループ別に求めた。結果、皮膚温のグループAにおける、平均変化量はストレス負荷時 $98.25 \pm 1.47\%$ 、回復時 $99.11 \pm 1.52\%$ であった。グループBにおける、平均変化量及はストレス負荷時 $99.55 \pm 0.52\%$ 、回復時 $99.67 \pm 0.43\%$ であった。ストレス負荷時、回復期ともにグループBが高値を示しており、ストレス負荷時において有意差が認められた。実験後のアンケート結果より、全ての被験者が、実験者の存在、実験環境、実験中の安静ではストレスを感じなかったと回答している事から、有意差は順序効果によるものであると考えられる。しかし、血流量、心拍数、HF、LF/HFでは有

意差が見られなかった。また、実験後のアンケートの結果より、全ての被験者が両条件ともストレス課題(暗算課題)に対してストレスを感じたと回答している。この事から、ストレス課題に対する慣れは少なからずあったものの、ストレス負荷レベルに与える影響は小さかったと考えられる。本実験では、大塚らの実験を元にストレス課題を決定したが、ストレス負荷レベルを上げるためストレス課題の時間を5分から15分に変更し実験を行った¹¹⁾。ストレス課題の時間を長くしたことがストレス課題に慣れが生じた原因の一つだと考えられる。しかし、ストレス課題の時間が短かった場合、前のセッションの影響も考えられるため、ストレス課題、実験プロトコルについても検討が必要である。

《謝 辞》

お忙しい中、実験日が2日ありスケジュール調整が難しく、ストレス負荷もある実験だったにもかかわらず、実験を承諾していただいた被験者の皆様に御礼申し上げます。また、心音の音源を提供していただいた、株式会社 Heart Best 様には、感謝いたします。

最後に、本研究に関わっていただいた全ての方に心より御礼申し上げます。

《引用文献》

- 1) 厚生労働省. 平成22年 国民生活基礎調査の概況. 24-25, 2011
- 2) 厚生労働省. 平成20年 技術革新と労働に関する実態調査結果の概況. 17-18, 2009
- 3) 室伏きみ子. ストレスの生物学. オーム社, 2-35, 2005
- 4) 水野眞佐夫, 近藤悠, 室橋春光, 大塚吉則. 音楽の拍子の違いが精神的ストレスからの回復に与える効果の比較. 北海道大学大学院教育学研究院紀要, 114: 123-135, 2011
- 5) L. ソーク. 母親と幼児の間の心音の役割. 日経サイエンス, 07: 34-51, 1973
- 6) 堀田晴子, 澤村貫太, 井上健. 被験者の心拍数に応じたテンポによる音楽聴取時の心拍変動について. 臨床教育心理学研究, 33(1): 1-8, 2007
- 7) 高井秀明. 安静時における心拍音の傾聴がもたらす心理・生理的变化. バイオフィードバック研究 136(2): 157-165, 2009
- 8) Alvarsson JJ, Wiens S, Nilsson ME. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. Int J Environ Res Public Health, 7: 1036-1046, 2010

日本生理人類学会誌

- 9) 河合淳子, 松井琴世, 小原依子, 松本和雄. 聴覚刺激による生体反応のポリグラフ的研究 - 「生体音」を中心として -. 臨床教育心理学研究, 30(1): 53-64, 2004
- 10) 武中美佳子, 岡井沙智子, 小原依子, 井上健. 心拍を基準としたテンポのリズム聴取による生理反応に関する研究. 臨床教育心理学研究, 31(1): 43-55, 2005
- 11) 大塚雄記, 朱文龍, 鷺塚愛, 田井村明博. 自然音

のストレス軽減効果における性差の影響. 日本生理人類学会誌, 17(1): 96-97, 2012

《連絡先》

宮城 舜

〒852-8521 長崎市文教町1-14

E-mail: miyagi.yun@gmail.com

(2013年10月9日受付, 2014年1月24日採用決定, 討論受付期限2015年5月末日)