

## 最適聴取レベルにおける男女差の検討 —音響特性と音の種類による影響—\*

☆濱村真理子, △青野まなみ, 岩宮眞一郎 (九大・芸工)

### 1 はじめに

著者らはこれまで、音楽再生音の最適聴取レベルにおける男女差の検討を行ってきた[1,2]。前報において最適聴取レベルに男女差が生じる要因の検討として音楽再生音とノイズの大きさの評価実験を行い、男女によって音の大きさの評価に差があることを明らかにした[1]。本稿では、最適聴取レベルにおいて男女差が生じる要因のさらなる検討として、まず音楽再生音の高音域、低音域を強調させた場合の最適聴取レベルの測定を行った。次に、最適聴取レベルにおける男女差が BGM のように受動的に聴取する音楽の場合でも生じるのか、また音楽ではなく自然環境音を用いた場合でも生じるのか検討を行った。

### 2 音響特性を変化させた場合の最適聴取レベルの測定

著者らが行ってきた最適聴取レベルの測定実験[1,2]の内観報告から、音量の決定基準として「低音 (ベース) の音がよく聴こえるように」「高音がうるさすぎないように」といった意見が得られていた。そこで、音響特性の違いによって最適聴取レベルが変化するか、また音響特性を変化させた場合でも最適聴取レベルに男女差が生じるのかを検討するために、低音域、高音域をそれぞれ強調させた刺激を用いて最適聴取レベルの測定実験を行った。

#### 2.1 実験環境

最適聴取レベルの測定実験は九州大学大橋キャンパスの音響心理実験室で行った。実験室の暗騒音は A 特性音圧レベルで 32.9 dB であった。被験者は 21 歳から 31 歳の九州大学の学生 14 名 (男性 7 名, 女性 7 名) である。全被験者に対して事前に聴力検査を実施し、全員が正常な聴力を有し聴力自体には男女差がないことを確認している。

Table 1 Stimuli used in the experiment using equalizing music.

No.	曲名, アーティスト	ジャンル
1	シング・シング・シング, ベニー・グッドマン	ジャズ (ビッグバンド)
2	リンダリンダ, THE BLUE HEARTS	邦楽パンク
3	Rock and Roll, Led Zeppelin	洋楽ロック
4	カノン, パッヘルベル	クラシック
5	Have a nice day!, KREVA	HIP-HOP

#### 2.2 実験刺激

著者らの先行研究[1-3]において最適聴取レベルの測定実験に用いた 12 種類の楽曲から、最適聴取レベルの上位 5 種類のうち最適聴取レベルにおける男女差が大きかったもの 3 種類と、最適聴取レベルの下位 2 種類の合計 5 種類を実験刺激とした。各楽曲の詳細を Table 1 に示す。いずれも市販の CD から冒頭の 90 秒程度を実験刺激として使用した。

本実験では Table 1 に示す 5 種類の楽曲の原曲のままのものに加えて、低音域を強調させたものと高音域を強調させたものを作成した。これ以降、これらの刺激をそれぞれ「原音条件」「低音条件」「高音条件」として記述する。強調する帯域は低音条件の場合は 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz とし、高音条件の場合は 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz, 16 kHz とした。これらの帯域は歌声や主旋律が強調されない部分を選んで決定した。いずれの帯域も実験者が音割れを感じない範囲で 3 dB から 15 dB の増幅を行った。楽曲のイコライジングにはデジオン社の DigiOnSound 2 を使用した。

#### 2.3 実験方法

刺激の呈示には Apple 社の iPod touch を使用し、ヘッドホン (SHENNHEISER HD580) を通して再生した。刺激の呈示順序は被験者

\* Difference of the optimum listening level between men and women: the effect of acoustic characteristics and types of sound, HAMAMURA, Mariko, AONO, Manami and IWAMIYA, Shin-ichiro (Kyushu University).

毎にランダムとした。各刺激の再生前に iPod Touch の音量は刺激の再生音が聴こえない状態に設定した。刺激の再生開始後、被験者に「ちょうどいいと感じられる大きさ」になるまで iPod touch の音量調節バーを操作するよう教示した。音量の調整は、各被験者の納得がいくまで上げたり下げたりすることを許可した。聴取レベルの調整操作終了後、人工耳 (Brüel & Kær Type4153) と騒音計 (Brüel & Kær 2260 Investigator) を用いて各刺激の等価騒音レベルを測定し、その値を最適聴取レベルとした。

## 2.4 実験結果

各イコライジング条件における 5 種類の楽曲に対する最適聴取レベルの男女別の平均値と標準偏差を Fig. 1 に示す。Fig. 1 では低音域を強調した場合は最適聴取レベルが低くなり、高音域を強調した場合は最適聴取レベルが高くなっている。さらに、いずれのイコライジング条件においても男性の方が女性よりも聴取レベルを高く設定している。

そこで、統計的検討を行うためにイコライジング条件と性別を変量とした二元配置の分散分析を行った。その結果、交互作用は認められず、イコライジング条件の主効果が有意確率 5% ( $F(2,190) = 3.49, p < 0.05$ ) で、性別の主効果が有意確率 1% ( $F(1,190) = 105, p < 0.01$ ) でそれぞれ認められた。

イコライジング条件の主効果は低音条件、原音条件、高音条件によって最適聴取レベルに差があることを意味する。どのイコライジング条件間において最適聴取レベルに差が生じたのかを検討するために、Tukey の多重比較を行った。その結果、低音条件と高音条件の間に有意確率 5% で有意差が認められ、高音条件の方が低音条件よりも聴取レベルが高く設定されていた。高音条件では高音域の強調により低音域の相対的な音圧が低くなったことから、低音を十分に聴くために聴取レベルが高く設定されたと考えられる。一方で、低音域が強調された場合には聴取レベルは低下する傾向にあることから、低音成分が聴取レベルの決定に影響を与えることが分かる。

性別の主効果は男女によって最適聴取レベルに男女差が生じたことを意味する。そこで、どの楽曲、イコライジング条件において最適聴取レベルに男女差が生じたのかを検討する

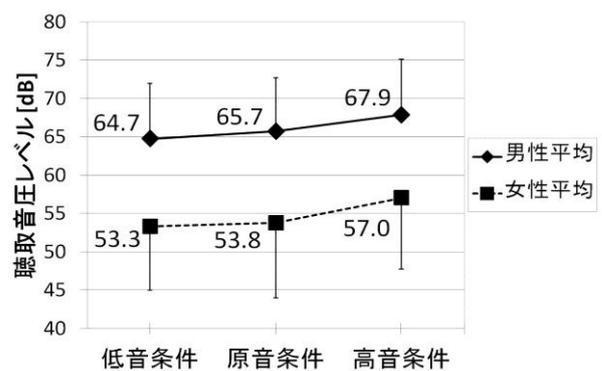


Fig. 1 The average optimum listening level of each equalizing condition for male and female participants.

ために t 検定を行った。その結果、すべての楽曲のすべてのイコライジング条件において有意確率 1% から 10% で男女の最適聴取レベルの間に有意差が認められ、男性の方が聴取レベルを高く設定していた。このことから、低音域や高音域を強調させ、音響特性を変化させた場合でも音楽再生音の最適聴取レベルに男女差が生じることが明らかになった。

## 3 BGM の最適聴取レベルの測定

これまで、携帯型音楽プレイヤーを使用した音楽聴取という能動的な音楽聴取の場面を想定した最適聴取レベルの測定を行ってきた。しかし、BGM のような受動的な音楽聴取の場合にも同じように最適聴取レベルに男女差が生じるのかは検討されていない。そこで、様々な条件下で BGM を聴取している場面を想定した最適聴取レベルの測定実験を行った。

### 3.1 実験環境

最適聴取レベルの測定実験は九州大学大橋キャンパスの多次元デザイン実験棟の簡易無響室で行った。被験者は 21 歳から 31 歳の九州大学の学生 14 名 (男性 7 名, 女性 7 名) で、女性 1 名以外は 2 章の最適聴取レベルの測定実験に参加した被験者と同一人物である。新たに実験に参加した被験者 1 名に対しても事前に聴力検査を実施し、正常な聴力を有し聴力自体には男女差がないことを確認している。

### 3.2 実験刺激

BGM を聴取する場面として「レストランで食事をしている場面」と「遊園地で遊んでいる場面」を設定した。レストランでの BGM 音量には食器の音などをマスキングする程度が望まれ、遊園地はある程度のうるさが許

Table 2 Stimuli used in the BGM experiment.

No.	曲名, ジャンル	聴取場面
1	Latin Sacrifice, ラテン	レストラン
2	Jive (Vib & Piano Duo), ジャズ	レストラン
3	組曲 竹取物語「昇天」, 純邦楽 (伝統音楽)	レストラン
4	ノクターン第2番 変ホ長調 op.9-2, クラシック	レストラン
5	The Carousel Waltz, クラシック (ワルツ)	遊園地
6	剣士の入場, 行進曲	遊園地

容されると考えられる。それぞれの聴取場面で BGM として流れていると思われる楽曲を 4 種類と 2 種類選び、実験刺激とした。実際に使用した楽曲の詳細を Table 3 に示す。いずれも市販の CD から冒頭、もしくは曲中の 90 秒程度を実験刺激とした。

### 3.3 実験方法

刺激はパーソナルコンピュータ (lenovo ThinkPad) にオーディオインターフェース (RME Hammerfall DSP Multiface II) を接続し、アンプ (YAMAHA XM4180) を通して被験者の前方 2 m の位置に設置したスピーカ (JBL Studio monitor 4412A) からモノフォニックで呈示した。刺激の呈示順序は被験者毎にランダムとした。被験者には各刺激の呈示前に BGM を聴取している場면을想像するように教示した。実験者がパーソナルコンピュータのオーディオプレーヤを使って刺激を再生後、被験者は刺激の再生音が聴こえない状態から「BGM としてちょうどいいと感じられる大きさ」になるまでマウスを左右にドラッグして音量の調整を行った。このとき、被験者にはパーソナルコンピュータの画面やオーディオプレーヤの音量操作画面を見せていない。音量の調整は各被験者の納得がいくまで上げたり下げたりすることを許可した。聴取レベルの調整操作終了後、騒音計 (RION NL-32) を用いて被験者の頭部中央位置で各刺激の等価騒音レベルを測定し、その値を最適聴取レベルとした。

### 3.4 実験結果

各刺激に対する男女別の最適聴取レベルの平均値と標準偏差を Fig. 2 に示す。図中の刺激番号と楽曲の対応は Table 2 に示している。

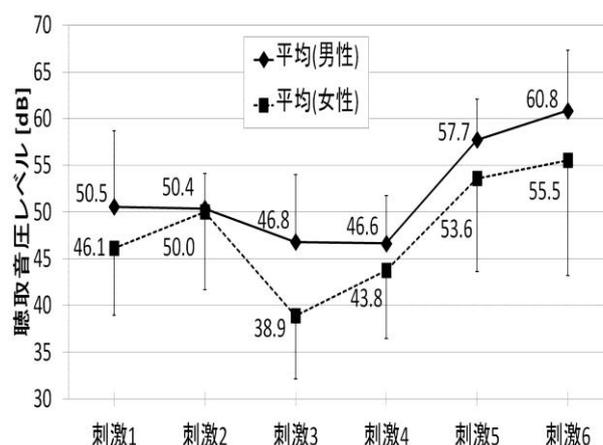


Fig. 2 The average optimum listening level of each BGM for male and female participants.

Fig.2 からすべての刺激において男性の方が聴取レベルを高く設定していることが分かる。

BGM の最適聴取レベルにおける男女差を統計的に検討するために、刺激と性別を変量とした二元配置の分散分析を行った。その結果、刺激の主効果が有意確率 1% ( $F(5,72) = 8.55, p < 0.01$ ) で、性別の主効果が有意確率 5% ( $F(1,72) = 6.32, p < 0.01$ ) で認められた。

刺激の主効果は楽曲によって最適聴取レベルに差が生じたことを意味する。そこで、どの刺激間において最適聴取レベルに差が生じたかを検討するために Tukey の多重比較を行った。その結果、刺激 3, 4 と刺激 5 の間と、刺激 1, 3, 4 と刺激 6 の間に有意確率 1% で有意差が認められた。このことから、純邦楽やクラシックが流れるような場所の BGM は小さな音量であることが望まれ、遊園地といったある程度の喧騒が許容される場所では大きめの音量が BGM に望まれることが分かる。

性別の主効果は男女によって BGM の最適聴取レベルに差が生じたことを意味する。そこで、どの刺激において最適聴取レベルに男女差が生じたかを検討するために t 検定を行った。その結果、刺激 3 において有意確率 10% で有意差が認められた ( $t(12) = 2.12, p < 0.1$ )。このことから、BGM に小さな音量が望まれる純邦楽が流れるような場所では、女性は男性よりもさらに小さな音量を望んでいることが分かる。

## 4 自然環境音の最適聴取レベルの測定

これまで音楽再生音の最適聴取レベルにおける男女差の検討を行ってきたが、自然環

Table 3 Stimuli used in the experiment using natural sounds.

No.	タイトル	刺激内容
1	宮城野のスズムシ	虫の鳴き声
2	山寺の蟬	蟬の鳴き声
3	蛙	蛙の鳴き声
4	Calm Noon <昼下がりの森>	鳥の鳴き声
5	小川のせせらぎ	小川のせせらぎ
6	Sea Shore <浜辺>	波の音

境音といった音楽以外の音でも最適聴取レベルに男女差が生じるかは明らかではない。そこで、自然環境音を用いた最適聴取レベルの測定実験を行った。

#### 4.1 実験環境

実験環境と被験者は 3.1 節と同一である。

#### 4.2 実験刺激

自然環境音が収録された市販の CD から鳥や虫の鳴き声などの生物が発する音と、波の音や小川のせせらぎなどの自然が発する音をそれぞれ 4 種類と 2 種類選んだ。実際に使用した刺激音の詳細を Table 3 に示す。いずれも CD の冒頭から 60 秒程度を刺激とし、刺激音の長さが 60 秒に満たないものは刺激音を繰り返して 60 秒程度になるように編集した。

#### 4.3 実験方法

刺激の提示方法と音量の調整方法、最適聴取レベルの測定方法は 3.3 節と同様である。刺激の提示前にこれから再生される自然環境音が聴こえる場所を想像するように教示した。被験者は再生される自然環境音が聴こえる場所において各刺激の自然環境音が「ちょうどいいと感じられる大きさ」になるまでマウスを左右にドラッグして音量の調整を行った。

#### 4.4 実験結果

各刺激に対する男女別の最適聴取レベルの平均値と標準偏差を Fig. 3 に示す。図中の刺激番号と刺激内容の対応は Table 3 に示している。Fig. 3 から音楽再生音や BGM の場合とは異なり、刺激によっては女性の最適聴取レベルの方が男性よりも高い場合も見られる。

そこで、統計的な検討を行うために刺激と性別を変量とした二元配置の分散分析を行った。その結果、刺激と性別の主効果は認められず、交互作用も認められなかった。このこ

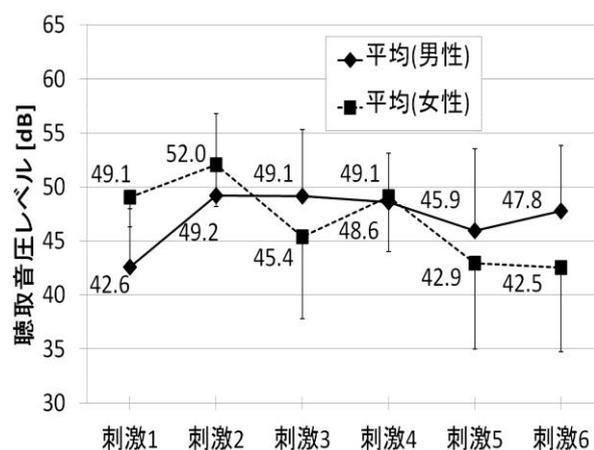


Fig. 3 The average optimum listening level of each natural sound for male and female participants.

とから、自然環境音に対しては音楽再生音の場合とは異なり、最適聴取レベルに男女差は生じないと言える。

## 5 結論

高音域や低音域を強調させた楽曲においても最適聴取レベルに男女差が生じた。このことから、楽曲の音響特性を変化させた場合でも音楽再生音の最適聴取レベルに男女差が生じることが明らかになった。

BGM の最適聴取レベルはこれまでの音楽再生音の場合と同じように男性の方が女性よりも高く設定していた。特に、小さな音量での提示が望まれる楽曲では女性は男性よりもさらに小さな音量に設定していた。

前報[1,2]の結果と合わせて考えると、楽曲の音響特性や能動的、受動的聴取に依らず音楽再生音の最適聴取レベルは男性の方が女性よりも高いと言える。

しかし、自然環境音の場合には最適聴取レベルに男女差は認められなかった。

## 謝辞

本研究の一部は、科研費（課題番号 22615027）の補助を受けた。

## 参考文献

- [1] 濱村ら, 日本音楽知覚認知学会 平成 24 年度春季発表会資料, pp. 7-12, 2012.
- [2] 濱村ら, 音講論 (春), pp.983-986, 2012.
- [3] Hamamura and Iwamiya, Proc. of inter-noise 2011, 2011.