

音楽再生音の最適聴取レベルと音の大きさ評価における男女差*

☆濱村真理子, 岩宮眞一郎 (九大・芸工)

1 はじめに

著者らはこれまで、音楽などの最適聴取レベルにおける男女差について検討を行ない、男性の方が最適聴取レベルを女性よりも高く設定することを示している [1]。さらに、最適聴取レベルに男女差が生じる要因の一つとして、音の大きさの評価にも男女差が存在し、男性の方が女性よりも同一音圧レベルの音をより「小さい」と評価することも明らかにしている [1]。本稿では、これまで得られた最適聴取レベルと、音の大きさの評価における男女差を踏まえて、男女がちょうどよいと感じる音圧レベルにはどの程度の差があり、その差は最適聴取レベルにおける男女差とどのような関係にあるかを検討した。

2 最適聴取レベルにおける男女差

最適聴取レベルにおける男女差と、最適聴取レベルに男女差が生じる要因について検討するために様々な条件下において最適聴取レベルの測定実験を行なった。なお、本章の検討は既に前報で報告済みであるため、本稿では概要のみを述べ、詳細は前報に譲る。

2.1 音楽再生音の最適聴取レベル

音楽再生音の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なった。被験者は正常な聴力を有する九州大学の学生 14 名 (男性 7 名, 女性 7 名) である。パンク、ロックなど 6 種類の楽曲の冒頭 90 秒程度を実験刺激とした。

刺激の再生には Apple 社の iPod touch を使用し、ヘッドホン (SENNHEISER HD580) を通して呈示した。

各刺激に対する最適聴取レベルの測定結果を Fig. 1 に示す。すべての刺激において男性の方が女性よりも最適聴取レベルを高く設定している。呈示刺激と性別を変量とした 2 元配置の分散分析を行なった結果、性別の主効果が有意確率 1% で認められた ($F(1, 72) = 13.182, p < 0.01$)。

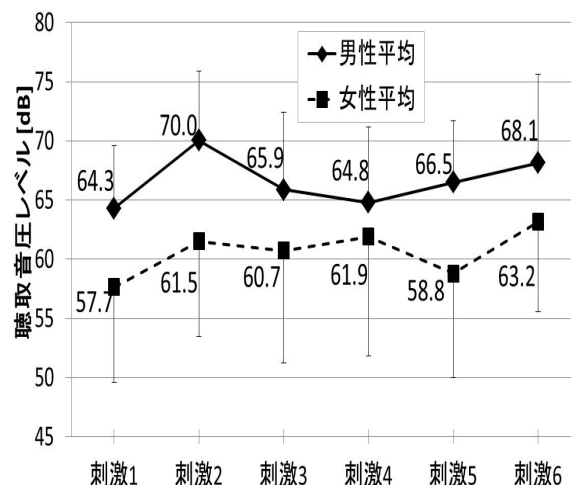


Fig. 1 男女別の平均最適聴取レベルと標準偏差

2.2 複数回最適聴取レベルを調整した場合

最適聴取レベルを複数回調整した場合には、同一被験者や同一刺激であっても最適聴取レベルには変動が生じると考えられる。このような変動を「個人内変動」として、個人内変動と最適聴取レベルにおける男女差の比較を行なった。

被験者は各刺激に対して 5 回ずつ最適聴取レベルの設定を行なった。個人内変動は 5 回設定された最適聴取レベルのうち、最大のものから最小のものを引いた値として定義した。求められた個人内変動は最適聴取レベルにおける男女差よりも小さかった。さらに、複数回調整した場合でも 2.1 節と同様に男女の最適聴取レベルの間に有意差が認められた。このことから、最適聴取レベルにおける男女差が偶然に認められるものではないと言える [2]。

2.3 楽曲の音響特性の影響

楽曲の音響特性が最適聴取レベルにおける男女差に影響を与える可能性が考えられる。そこで楽曲の低音域 (31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz) と高音域 (2 kHz, 4 kHz, 8 kHz, 16 kHz) をそれぞれ増幅させた刺激を用いて最適聴取レベルの測定実験を 2.1 節と同様に行なった。

実験の結果、音響特性を変化させなかった場合と同様に低音域、高音域を増幅させたどちらの

*The difference of optimum listening level and perceived loudness of reproduced sounds between men and women. by HAMAMURA, Mariko and IWAMIYA, Shin-ichiro (Kyushu University).

場合でも最適聴取レベルには男女差が認められ、男性の方が女性よりも最適聴取レベルを高く設定していた [3]。

2.4 聴取環境 (騒音の有無) の影響

騒音環境下では、音楽の最適聴取レベルが上昇することが報告されている [4]。そこで、2分間の道路交通騒音 (乾燥時) [5] を被験者の前方 2 m に位置するスピーカから呈示する条件下で最適聴取レベルの測定実験を 2.1 節と同様に行なった。呈示騒音レベルは昼間および夜間の道路交通騒音に合わせ [6], 63 dB と 73 dB (等価騒音レベル) とした。

実験の結果、どちらの騒音レベルの場合にもこれまでと同様に最適聴取レベルには男女差が認められ、男性の方が女性よりも最適聴取レベルを高く設定していた [2]。

2.5 BGM の最適聴取レベル

これまで行なった検討では携帯型音楽プレイヤーを使用した聴きたい曲を聴きたい音量で聴く、という能動的な音楽聴取を対象にしている。しかし、我々が日常生活で音楽に接する形は様々である。そこで、受け身の形での音楽聴取である BGM の最適聴取レベルの測定実験を行なった。

レストランと遊園地を想定した BGM を刺激とし、スピーカを通して呈示した。実験の結果、BGM の最適聴取レベルにもこれまでの結果と同様に男性の方が女性よりも最適聴取レベルを高く設定する傾向が見られた [3]。

2.6 サイン音やアナウンスおよび自然環境音の最適聴取レベル

音楽以外の音の場合でも最適聴取レベルに男女差が生じる可能性がある。そこで、サイン音とアナウンスおよび自然環境音の最適聴取レベルを前節と同様に測定した。

その結果、サイン音とアナウンスの最適聴取レベルには男女差が認められ、男性の方が最適聴取レベルを高く設定していた [7]。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 [8]。これは、自然環境音の最適聴取レベルは実際にその音を過去に聴いて記憶に残っている音量に合わせられたためであると考えられる。記憶に残る音量には男女差が存在しないために、自然環境音の最適聴取レベルには男女差が認められなかったのであろう。

3 音の大きさの評価における男女差

先行研究において聴覚感度は女性の方が優れるという報告や [9], 女性の方が基底膜の振動の抑制に働く遠心性が弱く、男性よりも大きな音を聴取している可能性が示されている [10]。このような聴覚系における男女差を踏まえると、最適聴取レベルに男女差が生じる要因として、音の大きさの感じ方における男女差が考えられる。さらに、2章の検討結果から、音の大きさの感じ方における男女差は音響特性などに影響されないものであると考えられる。そこで、音の大きさの感じ方における男女差の有無を検討するために、様々な刺激を用いて音の大きさを評価する実験を行なった。なお、本章の検討についても前報で報告済みであるため、概要のみを述べる。

3.1 音楽再生音の大きさ評価実験

実験環境、実験刺激、刺激の呈示方法は 2.1 節と同様である。各刺激の呈示音圧レベルは 2.1 節の検討により得られた全被験者の最適聴取レベルの平均値に設定したもので、その平均値から 5 dB 大きくしたもの、平均値から 5 dB 小さくしたものとした。被験者は呈示される刺激の大きさを「1:非常に小さい」「2:かなり小さい」「3:やや小さい」「4:ちょうどよい」「5:やや大きい」「6:かなり大きい」「7:非常に大きい」の 7 段階で評価した。

実験の結果、すべての呈示音圧レベル条件において男女の音楽再生音の大きさの評価値に差が見られ、男性の方が女性よりも音楽再生音をより「小さい」と評価していた [1]。

3.2 広帯域ノイズの大きさ評価実験

3.1 節で示された音の大きさの評価における男女差が、音に明確な情報を持たないノイズの場合でも同様に認められるかを検討した。

実験環境や刺激の呈示方法は 2.1 節と同様である。ピンクノイズ [5] の 15 秒間を実験刺激とした。刺激の呈示音圧レベル (等価騒音レベル) は 55 dB, 60 dB, 65 dB, 70 dB, 75 dB の 5 種類とした。被験者は 3.1 節と同様に 7 段階でノイズの大きさを評価した。なお、評価値 4 は「どちらでもない」とした。

各呈示音圧レベルのノイズに対する男女の評価値を Fig. 2 に示す。音楽再生音の場合と同様に男性の方が女性よりも同一音圧レベルのノイズをより「小さい」と評価する傾向がある。この

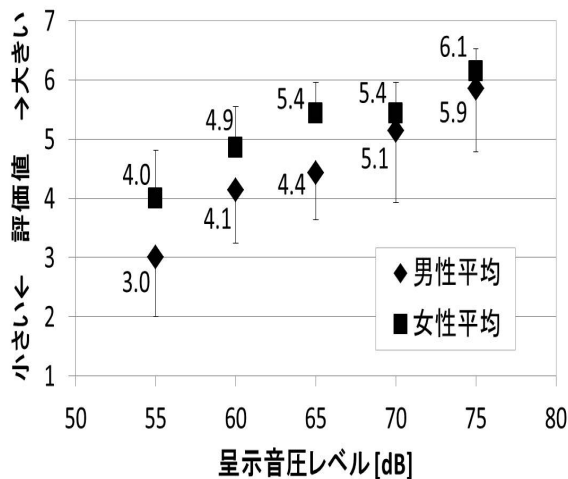


Fig. 2 各呈示音圧レベルのノイズに対する男女の平均評価値と標準偏差

ようなノイズの大きさの評価値における男女差について統計的な検討を行なうために、呈示音圧レベルと性別に対して Friedman 検定を行なった。その結果、呈示音圧レベルに有意確率 1% で、性別に有意確率 5% で有意差が認められた (呈示音圧レベル: $\chi^2 = 34.281, p < 0.01$, 刺激: $\chi^2 = 4.597, p < 0.05$)。このことから、男性は女性よりも同一音圧レベルのノイズをより「小さい」と評価することが示された [1]。

3.3 狭帯域ノイズの大きさ評価実験

音の大きさの評価において認められる男女差と周波数領域の関係を検討するために、狭帯域ノイズを用いた検討を行なった。

実験刺激は中心周波数がそれぞれ 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz の 1/3 オクターブバンドノイズ [5] とし、被験者の前方 2 m に位置するスピーカから呈示した。刺激の呈示音圧レベルおよび大きさの評価方法は 3.2 節と同様である。

実験の結果、刺激の中心周波数に関わらず男女の評価値には差が認められ、男性の方が女性よりも同一音圧レベルの音をより「小さい」と評価していた。このことから、音の大きさの評価における男女差は周波数領域に関わらず認められるものであると言える [2]。

3.4 自然環境音の大きさ評価実験

これまで行なった検討の結果から、音の大きさの評価に男女差が存在し、そのために男女の最適聴取レベルに差が生じたと考えられる。しか

し、2.6 節で述べたように、自然環境音の場合には最適聴取レベルに男女差が認められていない。そこで、自然環境音の大きさの評価にも男女差が存在するかを検討した。

実験刺激は自然環境音の最適聴取レベルの測定実験に用いたものから 4 種類を使用し、その呈示音圧レベルは 3.1 節と同様の 3 条件に加えて平均値から 10 dB 大きくしたものと、平均値から 15 dB 大きくしたものを設けた。被験者は 3.1 節と同様に 7 段階で刺激の大きさを評価した。

実験の結果、音楽再生音やノイズの場合と同様に自然環境音の大きさの評価値には男女差が認められ、男性の方が女性よりも同一音圧レベルの自然環境音をより「小さい」と評価していた [8]。自然環境音の場合には、音の大きさの評価には男女差が存在するが、その最適聴取レベルは実際にその音を聴いて記憶に残っている音量に合うように設定されるために男女差が認められなかったと考えられる。

4 最適聴取レベルと音の大きさの評価における男女差の関係

3 章の検討結果から、音の大きさの評価に男女差が存在し、男性は女性よりも同一音圧レベルの音をより「小さい」と評価することが明らかになった。このことから、男女の「ちょうどよい」と感じる大きさが異なるために最適聴取レベルに男女差が生じたと考えられる。そこで、本章では男女が「ちょうどよい」と感じる音圧レベルにはどの程度の差があり、その差は最適聴取レベルにおける男女差とどのような関係にあるのかを検討する。

回帰式を用いて最適聴取レベルと音の大きさの評価における男女差の関係について検討する。音の大きさの評価実験における刺激の呈示音圧レベルと、その呈示音圧レベルに対して得られた男女の評価値を用いて男女毎に回帰分析を行なうとそれぞれの回帰式が求められる。求められた回帰式は $y = ax + b$ (a, b は定数) の 1 次方程式の形で表される。回帰式の y は大きさの評価値を表し、 x は刺激の呈示音圧レベルを表す。回帰式の x に適当な音圧レベルを代入することにより、その音圧レベルに対して得られると予測される大きさの評価値が y として算出される。そこで、 x に「ちょうどよい」大きさと感じる音圧レベルとして設定された最適聴取レベルを代

入ることによって得られる予測評価値 y を用いて、男女が「ちょうどよい」と感じる音圧レベルの差を算出する。

ここで、3.2節で行なった広帯域ノイズの大きさ評価実験に着目すると、実験に用いた刺激の呈示音圧レベルの範囲は広く、その呈示音圧レベルの間隔も一定である。このことから、3.2節の結果を用いた場合に当てはまりのよい回帰式が求められると考えられる。実際に、各呈示音圧レベルのノイズに対する評価値から男女の回帰式を求めると以下のようなになる。

$$\text{男性} : y_m = 0.134x_m - 4.214 \quad (1)$$

$$\text{女性} : y_f = 0.097x_f - 1.143 \quad (2)$$

回帰式の当てはまりの良さを表す決定係数 R^2 の値を確認すると、男性は $R^2 = 0.488$ 、女性は $R^2 = 0.557$ であった。このことから、求められた回帰式の当てはまりは良いと言える。

そこで、(1)式、(2)式を用いて男女の「ちょうどよい」と感じられる音圧レベルの差を求める。(1)式で表される男性の回帰式の x_m に2.1節の最適聴取レベルの測定実験で得られた男性の平均最適聴取レベルである 66.6 dB を代入する。

$$x_m = 66.6 \quad (3)$$

66.6 dB の音が呈示されたときの男性の予測評価値 y_m を求めるために、(3)式を(1)式に代入すると、

$$y_m = 4.4104 \quad (4)$$

これは、男性が 66.6 dB の音に対して評価値 4 (どちらでもない) と評価値 5 (やや大きい) の間程度の評価をすると予測されることを意味する。(4)式の y_m の値を、(2)式の y_f に代入し、 x_f を求める。

$$x_f = 60.334 \quad (5)$$

男女の「ちょうどよい」と感じる音圧レベルの差は、 x_m と x_f の差で表されるので、

$$x_m - x_f = 6.266 \quad (6)$$

(6)式から、男女の「ちょうどよい」と感じる音圧レベルにはおよそ 6.3 dB の差があると言える。

次に、男女の「ちょうどよい」と感じる音圧レベルの差と最適聴取レベルにおける男女差との関係を見る。そのために、2.1節で得られた男女の平均最適聴取レベルをそれぞれ L_m, L_f とし

て、その差を求めると、以下のようなになる。

$$\begin{aligned} L_m - L_f &= 66.6 - 60.0 \\ &= 6.6 \end{aligned} \quad (7)$$

(6)式、(7)式より男女の最適聴取レベルの差は、男女の「ちょうどよい」と感じる音圧レベルの差とほぼ等しいことが示された。

5 まとめ

最適聴取レベルにおける男女差と、音の大きさの評価における男女差の関係について検討した。その結果、男女の「ちょうどよい」と感じる音圧レベルの差は、最適聴取レベルにおいて認められる男女差とほぼ等しいことが示された。このことから、聴覚系における男女差が影響することによって生じる音の大きさの評価における男女差が要因となって、最適聴取レベルに男女差が生じたと言える。

参考文献

- [1] 濱村, 岸上, 岩宮, 日本音楽知覚認知学会平成24年度春季研究発表会資料, pp. 7-12, 2012.
- [2] 濱村, 岩宮, 騒音・振動研究会資料, N-2013-39, 2013.
- [3] 濱村, 青野, 岩宮, 音講論(秋), pp. 883-886, 2012.
- [4] 濱村, 岩宮, 日本音響学会誌, **69** (7), pp. 331-339, 2013.
- [5] 日本建築学会, “建築と環境のサウンドライブラリ DVD”, 技報堂出版, 2004.
- [6] 鴨志田他, 騒音制御, **34** (5), pp. 429-432, 2010.
- [7] 濱村, 岩宮, 騒音制御工学会講論集, pp. 57-60, 2013.
- [8] 濱村他, 聴覚研究会資料, **42** (9), pp. 695-700, 2012.
- [9] W. Velle, *Perspective in Biology and Medicine*, **30** (4), 1987.
- [10] D. McFadden, *Hearing Research*, **68**, pp. 143-151, 1993.