加齢等による聴力損失が音声聴取成績と聴き取り易さに及ぼす影響

○為末 隆弘, 山口 静馬, 佐伯 徹郎 (山口大学), 老松 建成 (海上保安大学校)

An effect of hearing loss due to aging or anything
on listening score of audio signal and speech audibility

Takahiro Tamesue, Shizuma Yamaguchi, Tetsuro Saeki (Yamaguchi University)
and Kensei Oimatsu (Japan Coast Guard Academy)

1. はじめに

講堂や集会所などでの音声の直接的な伝達の場合においては音声情報が雑音に妨害されることのないように良好な音環境を確保しておくことはもちろんのこと、心理的にも不快に感じない音場を設計することは重要な課題の一つである。明瞭な音声を聴取でき、しかも心理的にも快適な音場を設計するためには、音声と雑音の振幅・周波数特性に関する相対的關係と音声をどの程度正確に聞き取れるかといった音声聴取成績及びそのときの音声の聴き取り易さに関する心理的印象との関連性を定量的に事前に把握しておくことが重要である。既発表¹⁾では、雑音存在下で音声を聴取している場合の音声聴取成績や音声の聴き取り易さに関する心理的印象について考察した。しかしこの研究は、聴力損失のない健聴者を対象としたものであり、聴力損失に関する周波数特性との関連性については全く触れていない。

以上のような観点から、本報告では音声聴取時の音声聴取成績及び音声の聴き取り易さに関する心理的印象が聴力損失特性を考慮することによってどのように変化するかを音声聴取心理実験をもとに考察する。本報告では聴力損失を模擬した周波数フィルタを用いることによって健聴者による音声聴取心理実験を行っている。

2. 音声聴取心理実験の概要

実験 I

[I-A] 被験者

聴力正常な 20 歳代の男子学生 8 名。

[I-B] 提示音

(I-B-1) 音声信号

補聴器適合評価用 CD(TY-89) の単音節語表 (50 個の単音節音声から成っている)。

- 音声ピークスペクトルのオーバーオール音圧レベル値: 62 [dB]

(I-B-2) 外来雑音

周波数帯域を [44, 11300] [Hz] で制限したピンク雑音。

- 音圧レベル値: 44, 47, 50, 53, 56, 59, 62, 65, 68, 71, 74, 77 [dB]

聴力損失に関する周波数特性を考慮して、音声信号と外来雑音を図 1 に示す 4 種類の周波数フィルタ A, B, C, D に通した。周波数フィルタ A, B, C, D の順に、全体的にレベルを低下させると同時に高周波数成分を順次大きく減衰させている。周波数フィルタ A, B, C, D の特性は、それぞれ 20, 50, 70, 80 歳代の 20 歳代を基準とした聴力損失を表したものである²⁾。

[I-C] 測定方法

音声信号と外来雑音をミックスしたものを同時にスピーカから放射した。スピーカから 2.2 [m] 離れた位置に 8 名の被験者が座り聴取した単音節音声を手元の記録用紙に記入した。被験者が正確に聴取した単音節音声の数を調べ、全体の個数 (50 個) に対する割合を聴取成績 t と定義した。また、1 種類の語表を通して音声に対してどのような心理的印象をもったかを調べた。具体的には従来の考察¹⁾と同様、七つにカテゴリー化された音声の聴き取り易さに関する心理的評価尺度³⁾を採用した。

実験 II

[II-A] 被験者

実験 I と同じである。

[II-B] 提示音

(II-B-1) 音声信号

実験 I と同じである。

(II-B-2) 外来雑音

(a) 疑似音声雑音

- 音圧レベル値: 57, 62, 67 [dB]

(b) 疑似道路交通騒音

- 音圧レベル値: 57, 62, 67 [dB]

(c) 雑音なし

実験 I と同様に、音声信号と外来雑音を周波数フィルタ A, B, C, D に通した。

図 1: 聴力損失を模擬した周波数フィルタの特性

[II-C] 測定方法

実験 I と同様である。

3. 指標の導入

既発表¹⁾では、雑音存在下における音声聴取時の音声聴取成績及び音声の聴き取り易さに関する心理的印象を説明するための指標として次のスペクトル距離が有効であるとの知見を得ている。

$$SPD = \sum_{i=1}^8 a_i [L_S(f_i) - L_N(f_i)] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} a_1 &= 0.000000 & a_2 &= 0.000000 \\ a_3 &= 0.063794 & a_4 &= 0.140096 \\ a_5 &= 0.226255 & a_6 &= 0.319855 \\ a_7 &= 0.227360 & a_8 &= 0.022640 \end{aligned} \quad (2)$$

ここに $L_S(f_i)$ と $L_N(f_i)$ は中心周波数 f_i ($f_1 = 63, f_2 = 125, \dots, f_8 = 8000$ [Hz]) のオクターブ帯域における音声の最大音圧レベル値と雑音の音圧レベル値である。

実験 I で得られた実測データを用いて、音声信号と外来雑音を周波数フィルタ A, B, C, D に通した各場合ごとに、スペクトル距離と音声聴取成績及び音声の聴き取り易さに関する心理的印象との関係を調べた。音声聴取成績の場合の結果を図 2 に示す。これらは、線形関数・ロジスティック関数・ゴンベルツ関数の三つの中で AIC⁴⁾ の値を最小とする意味で最適であると選択された回帰関数を表している。最適な回帰関数はいずれもゴンベルツ関数となった。

4. 聴取成績・心理的印象の予測

3 で設定した回帰関数を用いて、(II-B-2) で示した雑音条件下における音声聴取成績及び音声

図 2: スペクトル距離と音声聴取成績の関係

図 3: 聴取成績に対する予測値と実測値の比較

の聴き取り易さに関する心理的印象の予測値を算定し、実測値と比較した。音声聴取成績の場合の結果を図 3 に示す。

謝辞

本研究に多大の援助を頂いた田口寛之、中島正太の両氏に深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 為末隆弘, 山口静馬, 佐伯徹郎, 加藤裕一: 「無意味定常雑音状況下での音声聴取時における心理的印象と聴取成績」 信学論, Vol.J85-A, No.2, 258-265, 2002.
- 2) 中野有朋: 「入門 騒音工学」 技術書院, 114-116, 1999.
- 3) 中島立美, 前田節男: 「室内での音声の「聴き取り易さ」と STI」 音響学会建築音響研資, Vol.AA84-30, 1-8, 1984.
- 4) 坂元慶行, 石黒真木夫, 北川源四郎: 「情報量統計学」 共立出版, 65-91, 1984.