言語情報伝達に対する白色雑音の影響

Studies on the Masking of Speech by White Noise

鉄道労働科学研究所

山 村 晃 太 郎

札幌医科大学公衆衛生学教室

岡 田 晃

Kôtarô Yamamura

Railway Labour Science Research Institute of Japan National Railway, Tokyo

Akira Okada

Department of Public Health, Sapporo Medical College, Sapporo

Authors studied the masking of speech (One-Syllable 100 Word List) by white noise. The following conclusions were reached:

The curves of Speech Articulation Score shift to the right with increased intensity of masking noise. Davis' Social Adequacy Index (S.A.I.) derived from the curves of Speech Articulation Score revealed a sharp descent when the level of the sound pressure of noise increased.

I は し め に

強大な騒音の聴器におよぼす影響に関しては、Temporary Threshold Shift や Cochlear Microphonics などによって研究を進めることが多いが^{1)~3)}、騒音は難聴を生ぜしめない程度のレベルであっても人間生活に広範な影響をおよぼすものであり⁴⁾、低い騒音レベルの影響を観察する場合には、これらは必ずしも役立つわけではない。今日難聴を生じない程度のレベルの騒音の人体影響が社会的にも注目されているわけであるが、この場合には生活妨害という見地から追究されることになる。そこで著者は、この騒音の影響を観察するために語音聴取妨害をとりあげ、それを基礎的に検討することを試みた。

この騒音による語音聴取妨害を実験的にスピーチオーディオメトリーの観点からとりあげた研究として Kryter の語音了解度に対する雑音の影響をみるという先駆的な業績があり⁵⁾、本邦でも語音明瞭度曲線の推移をみた立木⁶⁾らの研究をあげることができる。しかしながら Kryter らの業績は了解度によるものであるため、練習

効果が大きく関与することが指摘できる。また立木らの用いた語表である会話率一音節表は日本語を広く網羅したものとはいいがたく、この57式語表⁹⁾および67式語表¹⁰⁾は拗音が含まれておらず、語数も少ないため被験者にとっては聞き易く、そのため得点が多くなり練習効果もでてくる可能性がある。それに用いた騒音の音圧レベルも 60dB までとなっている。このようにこの方面の研究も未だ十分であるとはいいいない難い実状である。

そこでこれらの諸点を解決するため、すなわち練習効果が小さくなり、日本語も広く網羅し、Masking Noise がさらに高い音圧レベルでのデータをも得る目的で、岡本¹¹⁾の作製した日本語一音節の語音を網羅した一音節100語表を用い、これに白色雑音を負荷して両者を種々のレベルで組合わせた。そして明瞭度曲線の推移を求め、この成績から Davis の社会適応係数¹²⁾ (以下 S.A.I. とする) を算出し、これによって言語聴取におよぼす騒音の影響を評価した。

II 方 法

(1) 被験者は聴覚正常な男子 (20~24歳) 17名を用い

Table 1. 一音節 100 語表 1 号

1. ミヨ	ヌ	ビュ	キュ	キャ	ブ	コ	ビャ	グ	チャ
11. ジ	ミュ	リャ	ガ	ホ	ギユ	ズ	エ	ネ	ジャ
21. リ	ピョ	ヒョ	プ	シャ	キョ	ダ	ク	ギャ	ヒュ
31. シ	ゴ	デ	ポ	レ	ヒャ	チョ	ニ	ワ	ニョ
41. タ	キ	ツ	セ	リュ	オ	モ	テ	ヘ	ギョ
51. ス	メ	ロ	ハ	ケ	ヨ	ミ	シュ	ピ	ノ
61. ラ	ウ	ビ	パ	ショ	ゾ	ピャ	ジュ	チュ	イ
71. ソ	カ	ゼ	ニュ	ゲ	フ	ザ	リョ	ジョ	ア
81. ヒ	ト	ニャ	ム	サ	ユ	ル	チ	ド	ミャ
91. バ	ビョ	ヤ	マ	ベ	チ	ギ	ビュ	ボ	ペ

Table 2. 一音節 100 語表 2 号

1. エ	ニャ	ミ	キャ	ギ	ニョ	ノ	ギユ	ブ	ミョ
11. フ	ニユ	ヒ	ル	テ	ウ	リャ	ヒョ	ユ	ゼ
21. ド	メ	オ	ゴ	ジ	カ	シャ	リ	ヒャ	キ
31. ショ	ニ	チャ	ゲ	ピ	リュ	ソ	ミャ	バ	シ
41. パ	ヨ	ビョ	サ	ギャ	ボ	ヤ	ペ	ギョ	タ
51. ピャ	グ	ツ	リョ	ナ	ビ	マ	ネ	ロ	ジュ
61. イ	モ	ダ	ハ	ズ	ト	ジョ	ス	ゴ	ラ
71. デ	ゾ	ア	ビュ	ヌ	ブ	ビャ	ガ	ケ	チョ
81. ヒュ	キュ	ミュ	チ	ベ	ピュ	ピョ	ザ	チュ	ク
91. シュ	キョ	レ	ム	ポ	ワ	ホ	ヘ	セ	ジャ

た。これらの被験者に対して 1 日おきに後述の 1 音節 100 語表 1 号および 2 号を 1 回ずつ用いてテストを行なった。

(2) 実験には広さ約 1.8 米平方の聴力検査室 (リオン製 AT-5E) を用い、Audiometer はリオン製 (AA-34) を使用し、これにテープレコーダー (ソニオマチック) からの出力を外部入力せしめた。Masking に用いた White Noise は上記の Audiometer に内臓されているもので、これとテープレコーダーからの入力とを Mixing したのである。

(3) 語音聴力の測定に用いた語表は岡本¹¹⁾の作製した日本語一音節の語音をほぼ網羅したもので、これを、Tab. 1 と Tab. 2 に示す。

この語表を用いて以下の条件で語音明瞭度を求めた。

1) White Noise の Masking なしで (Back ground Noise 30ホン(A)以下) Sensation Level で (以下反対側の耳には Masking はしない) 10dB, 15dB, 20dB, 40dB, 50dB および 60dB での語音明瞭度。

2) White Noise 40dB (S.P.L.) の Masking 下で, Sensation Level 20dB, 25dB, 30dB, 40dB, 50dB, 60dB および 70dB での明瞭度。

3) White Noise 50dB (S.P.L.) の Masking 下で, Sensation Level 30dB, 35dB, 40dB, 50dB, 60dB, 70dB および 80dB での明瞭度。

4) White Noise 60dB (S.P.L.) の Masking 下で, Sensation Level 40dB, 45dB, 50dB, 60dB, 70dB および 80dB での明瞭度。

5) White Noise 70dB (S.P.L.) の Masking 下で, Sensation Level 50dB, 55dB, 60dB, 70dB および 80dB での明

瞭度。

6) White Noise 80dB (S.P.L.) の Masking 下で, Sensation Level 60dB, 65dB, 70dB および 80dB での明瞭度。

(4) 明瞭度曲線の成績から社会生活上会話聴取に必要な聴力を評価する手段に Davis の Social Adequacy Index¹²⁾ (以下 S.A.I. とする) があるが、この S.A.I. を White Noise の Masking 下の明瞭度曲線の値から求め、もって Noise の会話聴取におよぼす影響を評価した。S.A.I. は Sensation Level 35dB, 50dB および 65dB (これを会話上 faint, average および loud な Level での発声 Level とみなす) の明瞭度の平均値から求めた¹³⁾。

III 成 績

(1) 白色雑音下での明瞭度曲線の推移は Fig. 1 に示されている。この結果雑音の強さが増加すると語音明瞭度曲線は語音の強 Level の方向、すなわち右方にずれ

Fig. 1. Shift of Articulation Curve from Masking by White Noise

ることが認められた。図の棒線は各明瞭度の95%信頼限界を表わしている。この信頼限界は騒音の Masking のある時の方が騒音の Masking のない時のそれよりも小さくなる傾向が認められた。

(2) 次にこの Fig. 1 の明瞭度曲線の成績をもとにして各 Noise Level で50%, 70%および90%の明瞭度に対応する Speech Levelをプロットしてみたが、それを Fig. 2 に示してある。このように明瞭度の成績を一定にするためには Noise Level が上昇すればする程 Speech Level も上昇させねばならぬことが明らかである。

Fig. 2. Relation between Noise Level, Speech Level and Articulation Score

(3) また Fig. 1 の成績から Davis の S.A.I. を求めると、Noise の Masking がいない場合の S.A.I. はほぼ96%と考えられ、Noise 40dB および Noise 50dB の Masking の際はこれが90%および81%と低下することが認められた。Noise 60dB 以上の Masking の際には Speech Level 35dB での明瞭度の成績は得られていないが今仮にこれを0%として S.A.I. を求めると、Noise 60dB で S.A.I. は58%, Noise 70dB での S.A.I. は43% および Noise 80dB での S.A.I. は23%となる。

また Speech Level 65dB, すなわち loud な Speech Level での明瞭度を求めると、Noise 60dB の Masking の際は97%, Noise 70dB の際は92%および Noise 80dB の Masking の際は70%と低下した。

IV 考 案

White Noise の Masking のない場合での本被験者群

の示す語音明瞭度の成績は岡本の同様な一音節 100 語表による正常耳での値に比して大差はなかった^{(14), (15)}。

White Noise で Masking した際にその明瞭度曲線が右方に Shift する傾向が明らかに認められたが、これは会話率一音節表を用いた立木⁸⁾の成績、また語音了解度曲線での Kryter⁷⁾の報告等と同様な傾向であった。また White Noise の Masking 時の明瞭度の信頼限界が概して小さいことは、雑音の語音に対する影響を考える上で興味が深い。

Fig. 2 は語音明瞭度を一定に保つためには、Noise の Level が高くなると語音レベルが高いことが必須であることを示したものである。

さらに Fig. 1 に示す種々な Noise Level 下での明瞭度曲線の会話聴取におよぼす影響の意味することを求めるために、前述の三音圧条件下での Articulation Score の成績から S.A.I. を得た。この S.A.I. でもって会話聴取の困難度を評価することが妥当であることを、本邦では梅垣¹⁶⁾、山村¹⁷⁾らが報告している。

また Davis は社会生活上会話聴取に支障をきたす S.A.I. は67%以下であることを強調している。

本研究では騒音の Masking 下においては正常耳も一種の難聴状態にあるとみなして S.A.I. をもとめたのである。

さて本実験で Noise Level が 40dB, および 50dB でもまだこの S.A.I. はかなり大きいので、通常の種々の音声 Level をまじえた会話の聴取には支障をきたさないと考えられるが、Noise Level が 60dB 以上になると、S.A.I. はかなり低下してくるので会話聴取には問題が生ずると考えられる。

また Speech Level 65dB, すなわちかなり大声での発声 Level の語音の明瞭度のみをみても、Noise 80dB になると明瞭度は70%と低下する。このことはもはやこれ以上の音圧 Level の騒音下では、かなり強い発声 Level であっても、会話の聴取には支障があることを意味する。

V 結 論

日本語での一音節の用語を網羅した一音節 100 語表を用いて、種々の音圧レベルでの白色雑音下の語音明瞭度曲線を求めた。

その結果 100 語表でも、また白色雑音 70dB 以上でも雑音レベルが増加するにしたがって明瞭度曲線は右方にずれることが明らかになった。

またこの Masking 下の明瞭度の成績を S.A.I. で評価

すると白色雑音の音圧レベルが上昇するとこのS.A.I.は急激に低下するという結果が得られた。

本研究に御助力下さった鉄道労働科学研究所細谷実研究員に感謝致します。

なお本研究は昭和46年度文部省科学研究費の援助によって行なった。

文 献

- 1) Ward, W. D., Glorig, A. and Sklar, D. L. : Dependence of Temporary Threshold Shift at 4kc on Intensity and Time, J.A.S.A., 30, 944-954 (1958).
- 2) 庄司光, 山本剛夫, 高木興一: オクターブバンド騒音による TTS の研究, 日本音響学会誌, 22, 340-349 (1966).
- 3) Tasaki, I., Davis, H. and Legoux, J. P. : The Space-Time Pattern of the Cochlear Microphonics (Guinea Pig), as Recorded by Differential Electrode, J.A.S.A., 24, 502-519 (1952).
- 4) Davis, H. and Associates : Acoustic Trauma in the Guinea Pig, J.A.S.A., 25, 1180-1189 (1953).
- 5) 藤井正憲: 末梢聴器の音響受傷性に関する実験的研究, 耳鼻臨床, 63, 557-608 (1970).
- 6) 岡田晃, 中村円生: 騒音, 振動・衝撃の影響と対策, p. 248, 人間と技術社, 東京 (1970).
- 7) Harris, C. H. : Handbook of Noise Control, p. 9-20, Mc Grow-Hill, New-York (1957).
- 8) 立木孝, 松井亮児: 雑音による語音聴力しゃへいに関する基礎的研究, 日耳鼻, 62, 221-224 (1959).
- 9) 福島龍彦: 語音聴力検査方法および語集に関する研究, 日耳鼻, 60, 1052-1082 (1957).
- 10) 堀口申作, 山下公一, 竹生勝次, 塩瀬一郎, 阿瀬雄治: 日本語 Speech Audiometry の検討, Audiology, 7, 121 (1964).
- 11) 岡本途也: 新たに製作せる語音明瞭度試験用のログトム音盤について, 日耳鼻, 54, 179-183 (1951).
- 12) Davis, H. : The Articulation Area and the Social Adequacy Index for hearing, Laryngoscope, 58, 761-781 (1948).
- 13) 切替一郎編: 聴覚検査法, p. 170, 医学書院, 東京 (1964).
- 14) 岡本途也: 伝音系および感音系難聴に対する語音明瞭度検査とその意義に関する研究(1), 日耳鼻, 56, 81-89 (1953).
- 15) 岡本途也: 伝音系および感音系難聴に対する語音明瞭度検査とその意義に関する研究(2), 日耳鼻, 56, 89-96 (1953).
- 16) 梅垣昭一: 難聴患者の言語による明瞭度と音韻歪の検討, 日耳鼻, 57, 1110-1114 (1954).
- 17) 山村晃太郎, 高島久: 国鉄での職務に必要な用語をもとに新しく作製した1音節20語表の検討, 交通医学, 25(4), 1-7 (1971).

(受付1971年7月2日)