

語音による聴力検査に就て

第二編

従来の所謂言語を以てする聴力検査法に就ての批判

岡山大学医学部耳鼻咽喉科教室(主任 小田大吉教授
高原滋夫教授)

宮 本 正 明

[昭和30年2月25日受稿]

第一章 緒 論

第一編に於て、聴力検査に際しては定常的に働く純音に対する聴力のみならず、種々な振動数を含み、多分に変動的性質を帯びた複合音である言語に対する聴力をも検査して、耳の性質を究める必要のある事を述べたが、然らば従来行われている所謂言語を以てする聴力検査は果して適当な方法であろうか。

之等の方法は検査音として、呬語又は会話語を用い、聴力の程度はその最大可聴距離を以て尺度としている。使用語としては数字、地名、物名等有意味の単語を用い、或は種々な質問に回答させている。検査音に就ては、最初 Bruck, Esch, Frey, Katz, Salis 等により会話語使用の重要性が提唱研究されて来たが、一方又、Ruf は呬語と会話語の聴力に就て、Esch 及び Langenbeck は騒音中に於ける会話語の聴力に就て研究した。然して聴力検査の目的に対しての呬語と会話語の性質を比較するに、

(1) 会話語は音色、調子、語勢を呬語の如く調整できず、個人差著しく、同一人でも絶えず変化する。又難聴者に対して検査を行う際必然的に大声で話す事になるが、母音が強くなると却つて子音が不明瞭となる為、語勢の強まった割合には了解度が上昇しない欠点がある。

(2) 会話語は呬語に比し、可聴距離が大で、広い検査場を要する事となり、Veis によると呬語の聴取距離が1米以上となる時は、会

話語では8米以上に相当する。呬語で1米以下の時、会話語との比は1:2乃至1:20位も変動があつて、会話語の語勢は不安定である。

(3) 接近した距離では、反対側の耳でも聞く事となり特別な遮蔽装置を要する。

之に対して、呬語に於ては、

(1) 肺の残留呼気を以て、声帯を振動させぬ状態のまま最も強く発音されれば、同一個人の同一語音に於て、其の勢力は略々一定と考へ得る。

(2) 呬語を用いる時は、会話語よりも狭い検査場で足る。

(3) 呬語使用により、定常的で大なる母音の勢力を減殺し、変動的で小なる子音の勢力を相対的に大ならしめて、語音に対する了解度は会話語の使用に比し良好である。

(4) 反対側の遮蔽はやはり必要である。

之等の点から検査音として、会話語よりも呬語が適当と考えられている。検査用語として、従来の方法では、有意味の単語を用いているが、直接之によりて判定し得るのは、言語了解力であつて聴力そのものではない。即、単語を構成する個々の語音聴取に対する十分な能力の無い場合でも語音を推定了解する場合も少なくなく、Katz によると、各語音に対し60%の聴力があれば言葉としての了解は可能であると言われている。従つて軽度の対語音聴力障碍は、看過され易く、又被検者の知性、教養、理解力等の程度により検査成績が動揺し得る。又従来の呬語検査成績の記載法

の根拠とする所は、聴取距離を以て尺度として居り、或はその直線的尺度たるに満足しないで、音の勢力は音源よりの距離の自乗に反比例するとの考えの下に、対数尺度を用いて

$$\text{聴力損失} = 10 \log_{10} \frac{x^2}{x_0^2} \text{ db} = 20 \log_{10} \frac{x}{x_0} \text{ db}$$

(但し x_0生理的的最大聴取距離
 x被検耳の最大聴取距離)

の如き方式を選ばんとする場合も、共にその前提とする所は、呬語勢力の個人差は少くとも無視し得る程度に小さく、音の勢力は検査場の建築音響学的条件には無関係に、唯音源よりの距離にのみ関係すると言う仮定の下にある。

このような対数的関係は、単に純音に対する聴覚の「レベル」を求める場合には当てはまるが、其の場合でも Kingsbury に依ると700「サイクル」~4,000「サイクル」の間に限られ、其の他の振動数の音に対しては適用されない。然るに語音は周知の如く種々な倍音を含んだ複合音であるから、之に対する聴力損失は到底前掲のような簡単な関係では求められない。

例えば Steinberg は、複合音に対する感覚の強さを現わす為に、複雑な函数を仮定し、其の中には種々なる因子を、今日得られる多くの実験的数値から決定しようとした。之によると複合音の大きさ L は、感覚の「レベル」と、音波の圧力 P の「スペクトル」に依るものであるとしている。即、

$$L = \frac{10}{3} r^2 \log_{10} \sum_{i=1}^{i=k} (W_i P_i)^{\frac{2}{r}}$$

茲に i = 部分音の番号
 W_i = 音の振動数と感覚の「レベル」に依る。
 r = 感覚の「レベル」にのみ依る

又 Barkhausen は、正弦波形でない複雑な音の感覚は、其の中に含まれている最も強い感覚を与える部分の感覚に等しいと述べているが、尚相隣れる部分音の振動数が20%以内に接近している場合には、強さの感覚はその近接の程度に依つて増加すると述べた。何れにせよ語音の如き複合音に対する聴力は簡単な距離的關係のみを以ては到底現わし得ない事は明らかである。尚種々なる点より従来の

言語による聴力検査法に就て検討を加えて見たい。

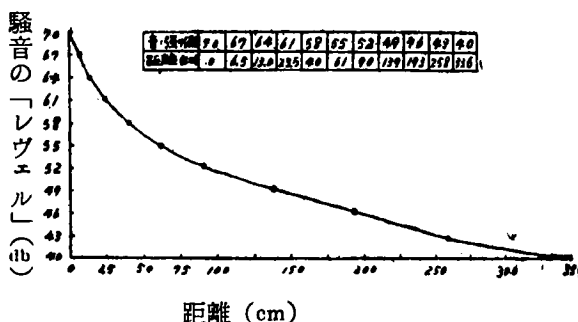
第二章 実 験

〔第一〕

防音室に於て、最初一定音源より10種の距離に「マイクロフォン」を置き、此の位置に於ける音響測定値を 70db となるように音源を校正して置き、次で両者の距離を漸次大きくし乍ら、音の強さの「レベル」が3db 宛下るに要する距離を求めた。

今、音の強さを縦軸に、音源よりの距離を横軸にとつて、各点を結ぶ時は、図の如く一種の曲線を現わした。

「レベル」が3db 宛下るに要する「マイクロフォン」の距離（音源より10cmの所を70db に校正し、之を基点とす）



〔第二〕

防音室に於て、男女13名の健康で音声に特別の障碍なき者を選んで、「コンデンサー・マイクロフォン」の前方4尺の位置で各々呬語、会話語、強き会話語を以て数字「333」を发声させて其の音圧を、沖8351型指示騒音計で測定した。

之によると呬語では同一人で1~2db; 異なる個人間で最大と最小音圧に 18db の差が見られ、普通会話語では夫々3~4db; 及び22db の差があり、強き会話語では夫々4~5db 及び26db となつている。

〔第三〕

防音室に於て、健康で音声に障碍の無い2名の女子に夫々「コンデンサー・マイクロフォン」より種々な距離に於て各々呬語にて五十音を発音させて、その音圧を沖8351型指示騒音計で測定した。

言語勢力の個人差

被検者 使用語	32年 ♂	28年 ♂	28年 ♂	26年 ♂	20年 ♀	20年 ♀	20年 ♀
囁 語	38~40	33~34	32~33	40~41	45~47	45~47	33~34
会 話 語	45~49	40~44	35~37	42~44	50~54	47~50	40~42
強き会話語	50~55	46~50	45~49	55~59	59~61	54~58	45~49

被検者 使用語	20年 ♀	20年 ♀	20年 ♀	21年 ♀	21年 ♀	19年 ♀
囁 語	40~41	49~50	35~37	33~34	40~41	40~41
会 話 語	45~48	53~56	43~47	34~38	40~44	41~44
強き会話語	50~56	60~64	48~52	38~43	47~52	47~51

距離 4尺. 沖 8351 型
 使用語 数字 333. 指示騒音計の指示 (Phon)

囁語勢力の語音及び距離による変化

被検者 音圧	距離	6m	5m	4m	3m	2.5m	2m	1.5m	1m	0.5m	0.25m
20年 ♀		36~47	37~50	41~51	43~50	43~50	46~51	45~53	51~56	54~62	59~65
	平均値	41.4	43.5	45	46.5	46.5	49.1	50.3	53.2	57.4	62.5
22年 ♀		41~53	46~53	47~54	49~62	49~64	54~64	52~67	56~70	62~73	71~83
	平均値	47.6	49.5	51	54	55	57.1	58.9	60.1	66.6	75.9

(使用語50音). 沖 8351 型指示, 騒音計の指示 (Phon)

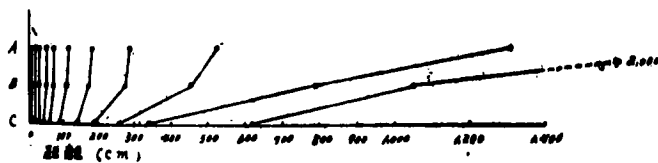
〔第四〕

検査場の建築音響学的条件に依る響影, 即検査室の形状, 大小, 壁の吸音状態に関し (1) 防音室, (2) 吸音施設無き廊下, (3) 広い室の3ヶ所に於て, 音源として広い周波数帯を有する「サイラトロン」騒音器を選び, 拡声器の前方10mの点より, 音の勢力が3db 宛減少する点を, 沖8351型指示騒音計を用いて求めた. 之によると, 著しい建築音響学的影響の存在する事が認められ, 防音室で距離6mの音圧は, 細長く吸音装置の

検査場の防音及び形状と音の減衰

各検査場に於て, 夫々拡声機前10cmの位置より音が漸次3db 宛減ずる距離を求め, 之等と比較するために, 同音圧を示す点を直線にて結んだ

- A 廊下2.0m×25.0m×4.0m 両端開放防音装置なし
- B 広き室5.5m×25.0m×2.5m閉鎖 防音装置なし
- C 防音室2.5m×6.0m×2.5m 閉鎖壁・床・天井・フェルト防音



無い廊下では22mに於て, 広い室では10mの距離に於て求められた.

〔第五〕

建築音響学的条件の異なる種々な場所で, 呬語に対する可聴距離を測定した. 即, 広い室, 広い講堂, 細長い廊下 (何れも吸音施設無し) 及び戸外に於て呬語を正確に聴取し得る距離を測定した. 被検者は6名の女子で, 中1名は軽度難聴者, 他は正常聴力者である.

第三章 実験成績

実験第一によると, 音の強さと距離との関係は, 「グラフ」に示されたる如く, 両者の間に直線的又は対数的関係を認める事は出来なかつた.

従つて, 聴力検査の成績として聴取距離又は之を基礎とする対数関係を以て, 聴力そのものゝ尺度とするのは誤りであると考えられる.

実験第二によると, 会話語は勿論, 呬語に於ても, その語勢にかなりの個人差があり, 此の事実は検査に際して,

囁語を正確に聞き得る距離

検査場 被検査者	講 堂	廊 下	広き室	戸 外 運動場
A	20 m	24 m	22 m	18 m
B	20 m	24 m	22 m	19 m
C	19 m	24 m	22 m	17 m
D	20 m	23 m	21 m	19 m
E	20 m	24 m	23 m	19 m
F	4 m	6 m	6 m	4 m

(Fは軽度難聴者 他は何れも正常聴力者)

講 堂 12m×18m×5m

廊 下 2m×25m×4m

広き室 5.5m×25m×4m

検査者が異なるにつれて、同一被検耳でも可聴距離が当然異なつて来るわけで、唯単に可聴距離何米と記しただけでは、被検者の聴力が実際どれ位あるのか現わし得ないのである。

実験第三では、叫語音勢の強さに、かなりの個人差があり、同一人でも語音の種類によりその音勢の強さにかなりの差異を生じ、同一距離に於て 4db~15db に達する差異を認めた。又之等の平均値と距離との間にも直線的又は対数的関係は認められない。

実験第四及び第五では、検査場の建築音響学的条件により同一検査者による検査に於ても、可聴距離が種々変化し、このような影響を無視して、単に可聴距離のみを記したので、実際の聴力を現わす事にはならない。

第四章 総括並に考按

以上の実験成績により、語音の最大可聴距離に対して、之等の叫語勢力の個人差、検査場の建築音響学的条件の影響の大なる事は明

らかであり、その他、検査者の語音明瞭度、検査場の騒音の影響等も無視できない。即、検査場や検査者の異同を顧慮しないで、単に可聴距離を以て聴取能力を示す尺度とする事は、適正な方式ではない。殊に何所に於て行われても共通な記載方式であるとは考えられない。

次に、検査用語として、従来の言語による検査法では、有意味の単語又は文章を用いて居り、之は結局言語理解力の検査であつて、直接語音聴力を観察するには適當でない。勿論、聴取能力の判定には聴力のみならず、耳より聴覚の諸中枢にかけての総合聴取能力を明らかにする事も必要であるから、このような言語理解力の検査も併せ行うべきであるが、語音に対する聴力そのものを判定する為には中枢能力を可及的に避ける為、検査音として語音そのものを選ぶ必要がある。此の見地より、試験音を録音して之に対する聴力の移動を求めようとする研究があるが、(Panconcelli-Calcia, Gutzmann, Bryant, Jones-Knudsen, Katz-Salis, 小田その他) その際、再生語音の明瞭度が問題となるであろう。

第五章 結 論

従来の言語による聴力検査法には種々の欠点があり、満足すべき聴力判定の根拠を得難い。之を補う為に、自然の叫語を用い、検査語として語音を用いる事によつて、可及的に中枢の影響を除き、語音聴力そのものを検査するのが適當である。此の際、検査場の建築音響学的条件、検査者の語勢の個人差等も考慮に入れなければならない。

From the Department of Otorhinolaryngology, Okayama University Medical School
(Director : Prof. D. Oda, Prof. S. Takahara)

Studies on the Hearing Test with Speech Sound.

Part. 2. Discussion on the Existing Methods of Voice Test

By

M. Miyamoto

In the voice tests, meaning words have been used for the long time and the maximum hearing distance is understood to show the degree of hearing.

But when meaning words are used, the speech sounds are likely to be understood as words by the help of mental power, even though the hearing is not sufficiently enough to catch the individual speech sounds. Thus, slight impairment of hearing is liable to be overlooked and the results do not mean the true hearing, but the degree of speech understanding.

When cautious considerations are brought on the facts that speech sounds are compound sounds, the clearness or intensity of the testers' voice have individual differences, and the architectural acoustics of the test room is not constant, it seems to be impossible to determine the degree of hearing simply by the distances of hearing.

By various experiments the author ascertained the following facts : —

(1) There is not necessarily any relation which is implied by straight line or logarithm between the intensity of sound and the distance from the source of sound.

These two factors, namely, intensity and distance are variable according to the conditions of test room.

(2) Considerable individual differences are seen in the intensity of testers' voice. Even when the same person carries on the test, the intensity of sound differs according to the kinds of speech sounds.

(3) The maximum distances of hearing for a certain voice differ according to the conditions of the test room.

By the above mentioned experiments, it can be pointed out that the existing methods of voice test involve various defects.