聴 覚 の 年 齢 変 化

—— 周波数歪語音検査語表の試作と後迷路の加齢変化を中心として ——

北里大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：設楽哲也教授）

樋 口 彰 宏

AGING EFFECT ON ARTICULATION SCORE FOR DISTORTED SPEECH TEST

AKIHIRO HIGUCHI, M. D.

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Kitasato University, Kanagawa

The effect of aging on discrimination of filtered speech was examined. There are some words, which are increasingly difficult to discriminate as the age progresses, among the filtered speech words list, and thus the effect of the aging of the examinees is one of the influential factors for the articulation scoring. Four kinds of filters, 2000Hz low pass, 1700Hz low pass, 1200Hz low pass and 850-1700Hz band pass, were used to distort 20 speech words list, which were recognized to bring about less discrimination as age progresses.

Thus made speech words list was heard by the examinees, aging from 20 to 74 years old, monaurally at the pure tone threshold according to the corresponding age, and the articulation score of discrimination was compiled for each age groups at 5 years of intervals.

The articulation score of discrimination for some words list was 76% in average in the twentieth, which fell with age reaching 12% in average in more than 70 years old population. Distinct correlation between the articulation score of discrimination and age was observed (correlation coefficient, 0.879), and there was no sex difference in any age populations.

The test speech words list was applied to four groups of young subjects, aging from 20 to 34 years old, having elevated pure tone threshold, $(500\text{ Hz} + 1000\text{ Hz} + 2000\text{ Hz}/3)$ ($<10\text{ dB}$, $15-25\text{ dB}$, $35-45\text{ dB}$, $>60\text{ dB}$).

There was less effect of elevation of the pure tone threshold on the articulation score of the filtered speech up to about 20dB.

The pure tone discrimination of the young subject, showing elevated threshold, was almost the same as that in the aged, more than 60 years old in the articular score, and thus lowering of the articular score in 40-50dB correcting for the pure tone threshold was estimated in the aged subjects at the post-labyrinth.

The age dependent change in the auditory system may be gradually and continuously changed after 20 years of age, from the inner ear to the central nerve and from the low frequency to high frequency regions both in male and in female. Modification of noise and arterial sclerosis would reflect to the audiogram in the aged subjects.

1. 緒 言

生後、発達を続ける諸器官の生理機能は、ある年齢を頂点としてそこから先は徐々に、あるいは急速に衰え始める。

加齢に伴う機能変化については解剖学的検索と相まって各器官、各組織などについて詳細に研究されており、聴覚器の年齢と共に衰えていく生理機能は、主として老人性難聴として古くよりさかんに研究され、多くの報告がある^{1)~12)}。この聴覚の加齢変化の研究は主に純音聴力におけるものであり、語音聴力に関する報告は少ない。しかしながら、人間に与えられた聴覚機能は純音聴力検査のような単純な音刺激に対して単に聴こえるか否か(all or none)の判断のみにあるのではなく、人間のみが有するコミュニケーションの媒介手段である言葉という複雑な人力情報を受聴し、識別し、認識するという単なる“聴力”以上の高度な感覚機能である。人間が言葉によって社会生活を営み年を取っていく以上、加齢に伴って衰えていく聴覚機能の研究はこの言葉の聴取能力の変化追跡なしにはありえないし、また総合的に老人性難聴の実態の把握を行うことにはならない。

老人性難聴の研究が進むにつれて聴覚の加齢変化は内耳、後迷路両者にあることがわかってきた⁵⁾⁶⁾⁹⁾¹¹⁾¹³⁾。言葉の聴取能力すなわち語音聴力検査による研究を行わなければならないもう一つの理由は、純音聴力検査では(純音聴力検査は域値検査と域値上検査とに分けられるが、そのどちらをもってしても)後迷路障害の検出が難しいという点にある。後迷路性難聴の検査法には種々あるが、言葉の持つ複合的要素を解析、統合していく後迷路の高次機能を観察するための最も合理的な手段は言葉を検査音に用いた語音聴力検査であると考えられるからである。

本研究は語音聴力検査によって聴覚系、主として後迷路の加齢に伴う機能変化を追跡し、また現在使用されている語音聴力検査語表について検討を行おうとするものである。

2. 無歪語音明瞭度と歪語音明瞭度

言葉を使用した語音聴力検査は語音聴取域値検査と語音弁別能検査とに分けられる。前者は語音の最小可聴域値を測定し、後者は十分な音量の語音を被験者に与えて明瞭度や異聴傾向を観察する検査である。語音聴取域値検査は純音聴力検査とかなり等価的な検査であり、本研究では語音弁別能検査の検査語音は無歪語音と歪語

音の2つに大きく分けられるが、加齢と共に変化する聴覚機能は、いわゆる生理的な機能低下であり、外傷や血管障害、腫瘍など各種疾患による病的な機能障害に比べるとその程度は微細であると予想され、このような小さな障害の検出のためには無歪語音を用いるよりも、語音に歪みを加えて冗長度を小さくした歪語音を使用した方が敏感で良いのではないかと考えられる²⁾⁴⁾。そこで、同一被験者群に無歪語音明瞭度検査と、この語表に周波数歪を加えた歪語音明瞭度検査とを行い、その成績の比較を行った。

検査方法: 67式検査語表の原テープをリオン SA 2701 B型フィルター(遮断特性 60dB/oct)に通して 2000Hz 低域濾波周波数歪語音検査語表(以下 67式 2000Hz LP 語表とする)を作製し、67式無歪語音検査語表(以下 67式 AP 語表とする)と同一テープに基準となる 1000Hz に合わせて録音した。作製したテープをテープレコーダ(TEAC R 760)にて再生し、オージオメーター AA-34 または語音聴力測定装置(リオン製)を介してヘッドホン(リオン AD-02)にて被験者に単耳に聴取させた。検査方法はあらかじめよく説明し、検査は1度のみを行い、2つの検査語表各々についてその異聴率を求めた。この語音聴力検査に先立って、各被験者には純音聴力検査を行っており、語音聴力検査テープの再生レベルは純音聴力域値(500Hz+1000Hz+2000Hz)/3 上 45dB で、純音聴力に左右差のある場合には聴力の良い方の耳より聴取させ、左右が同じ場合には右耳で聴取させた。検査はすべて北里大学病院聴覚平衡機能検査室、防音室内で行った。

図1 被験者の年齢分布

図2 67式AP語表, 67式2000HzLP語表
異聴率の平均とモード

図3 67式2000HzLP
太線が年齢変化を示す音節

表1 67式2000HzLP 異聴率 (%)

	キ	タ	ヨ	ウ	ス	ハ	パ	テ	ワ	ガ
20歳代	100	66.7	0.9	0.0	0.9	0.9	22.2	25.6	0.9	0.9
60歳以上	89.9	65.4	6.3	0.0	6.3	0.0	20.8	69.3	0.6	1.3
	ア	シ	ニ	シテ	ク	ネリ	ヨ	ウ	ハ	カ
20歳代	0.0	17.0	47.9	30.8	0.9	6.8	3.4	0.0	0.9	1.7
60歳以上	0.6	62.0	78.5	74.9	0.6	55.8	29.5	0.0	0.0	5.0

20歳代と60歳以上で異聴率に有意差のある音節を○で囲った。

被験者：被験者は北里大学病院人間ドック受診者であるが、この中より中耳疾患のある者、騒音性難聴やその他の高度感音性難聴者を除外し、設案の「ドック受診者よりみた純音聴力の年齢変化」¹²⁾など純音聴力の年齢変化の研究報告を参照して、年齢相応と思われる純音聴力を有する者を対象とした。この条件にあてはまる被験者は20歳から74歳までの1689人（男性1175人、女性514人）であり、被験者の年齢別人数のヒストグラムは図1に示した。

結果：各被験者の成績を5歳ごとの年齢別に集計した（20歳代は被験者の数が少ないため1つの群とした）。67式AP語表と67式2000HzLP語表における各年代ごとの平均異聴率を細線でまた異聴率のモードを太線で示した（図2）。平均値では無歪語音と歪語音の加齢に伴う異聴率の上昇の差ははっきりしないが、モードを見る

と無歪語音に比べて歪語音明瞭度は加齢に伴って悪化することがよくわかる。表1には67式2000HzLP語表における20歳代の若年者群と60歳以上の高齢者群の20音節各々の集団の平均異聴率の比較を示した。これをグラフにすると図3のようになる。67式2000HzLPという周波数歪を語表に一律に加えた場合、被験者の年齢と異聴率という観点からみると、（1）若年者でも高齢者でもほとんど異聴のおこらない音節（年齢にかかわらない良聴語）（2）若年者でも高齢者でも異聴率の高い音節（年齢にかかわらない難聴語）と（3）若年者では異聴がおこりにくい、高齢者になると異聴のおこりやすくなる音節（加齢と共に難聴語となるもの）の3群に大別できることがわかる。加齢と共に異聴率も高くなる音節は、聴覚系の加齢による機能変化を反映した音節と考えることができる。表1に示した20音節各々の若年者群と高齢

図4 6音節各々の異聴率

者群2群の平均異聴率をカイ2乗検定(Yateの補正)し、2群間で異聴率に有意の差を認める音節を表1では○で囲み、図3のグラフでは太線で示してある。若年者群と高齢者群で異聴率に有意の差のある音節(年齢変化を示す音節)は67式2000Hz LP語表においては6音節(テニジネリ)あった。この6音節各々について各年代ごとに異聴率を求めグラフに示した(図4)。各音節とも加齢に伴って異聴率が上昇していく。

小括・考案: 年齢変化としての聴覚機能低下があったとしても、無歪語音は冗長性が高いために加齢変化を明瞭度の差として表わすことができない。これに対して冗長度を減らした歪語音明瞭度には加齢に伴う成績の悪化がみられる。これは高齢者になる程純音聴力より語音明瞭度更に歪語音明瞭度の悪化が著明になるという(純音聴力と語音聴力とを一元的に比較するのは多少問題があるかも知れないが)先人の研究報告^{4)~6)9)14)~15)}と一致する。加齢に伴う歪語音明瞭度悪化の報告は研究者によって各種の歪みを加えて行われており、このように同じような結果が出ている。67式2000Hz LP語表の明瞭度が加齢に伴って悪化したのは検査語表の20音節の中に被験者の年齢がその異聴率によく反映された6音節があるためであり、残りの14音節の異聴率には年齢差がなく、加齢変化を観察するという観点からいえば、これら14音節はいわば無駄な音節ということになる。これは語表全体に一律に同じ歪みを加えても語音によって冗長度の減少

の程度が異なるためである。したがって歪め方によってはその検査語表は年齢変化を反映しない音節ばかりになる可能性も考えられ、もしこのような語表でなおかつ加齢による明瞭度の悪化が生じたとすればそれは純粋な歪語音の年齢変化ではなく、純音聴力やその他後迷路の加齢変化以外の原因が影響を及ぼしていると考えられる。先人研究者の報告はこのような点で使用検査語表についての検討が不足していると考えられなくない。歪語音によって聴覚の加齢変化の研究を行うためには他の原因に影響されず年齢変化のみを反映する音節群だけの明瞭度の変化や異聴傾向を見ることが必要なはずである。各音節ごとに歪め方を変化させて年齢変化を示す音節ばかりを集めて新しく年齢変化を観察するための検査語表を作り、これを使用する方がすくなくとも一律に同じ歪みを加えた語表の明瞭度の変化をみるよりも有効ではないかと考えられる。

3. 周波数歪語音明瞭度検査

聴覚系の加齢変化を反映する音節の抽出を行い年齢変化を観察するための語表を作製するため、今度はより語音数の多い57式検査語表に種々の歪みを加え、各周波数歪語音検査語表において年齢変化を示す音節を求めた。

検査方法: 57式検査語表の原テープをリオン SA 2701 B型フィルター(遮断特性 60dB/oct)に通して4種類の周波数歪語音検査語表—1700Hz, 1200Hz, 850Hz 低域濾波周波数歪語音検査語表(以下 57式 1700Hz LP 語表, 1200Hz LP 語表, 850Hz LP 語表とする)および 850~1700Hz 帯域濾波周波数歪語音検査語表(以下 850-1700 Hz BP 語表とする)—を作製した。この4種類の歪語音検査語表を2章と同様の方法で録音し、再生装置、再生レベルなどすべて同じにして被験者に聴取させ明瞭度検査を行った。

被験者: 被験者も同様、北里大学病院人間ドック受診者であり、2章に示した条件にあてはまる者を対象とした。被験者は20歳より74歳までの1136人(男性 772人, 女性 364人)であった。

結果: 4種類の歪語音検査語表を使用して得られた各被験者の検査成績を5歳ごとの年齢別に集計した(20歳代は1つの群とした)。表2は各々 57式 1700Hz LP, 57式 1200Hz LP, 57式 850Hz LP, 57式 850-1700Hz BP 語表使用における成績であり、20歳代の若年者群と60歳以上の高齢者群の50音節各々の集団の平均異聴率を示している(各表とも被験者の数は異なる)。前章同様、2

表 2

1700 Hz LP												
	カ	キ	ク	ケ	コ	カ	ニ	ナ	カ	キ	ク	ナ
20歳代	59.4	100	0.0	0.0	0.0	68.8	84.4	3.1	3.1	28.1		
60歳代	82.4	100	2.9	0.0	0.0	82.4	97.1	38.2	2.9	76.5		
850 Hz LP												
	カ	キ	ク	ケ	コ	カ	ニ	ナ	カ	キ	ク	ナ
20歳代	100	79.3	96.6	24.1	65.5	96.6	86.2	96.6	96.6	100		
60歳代	100	92.9	100	21.4	71.4	96.6	92.9	100	100	100		
1200 Hz LP												
	カ	キ	ク	ケ	コ	カ	ニ	ナ	カ	キ	ク	ナ
20歳代	40.0	86.7	13.3	0.0	0.0	53.3	86.7	80.0	6.7	100		
60歳代	65.6	100	56.2	9.4	3.1	96.9	100	90.6	50.0	87.5		
850~1700 Hz BP												
	カ	キ	ク	ケ	コ	カ	ニ	ナ	カ	キ	ク	ナ
20歳代	41.4	100	3.5	0.0	86.2	96.6	100	55.2	3.5	93.1		
60歳代	57.1	100	28.6	17.7	92.9	100	100	71.4	28.6	96.4		

表 3 各語表中年齢変化を示した音節

2000Hz LP	シテニネリジ	6音節
1700Hz LP	ガトナタキツリダヨヤソエ レズメ	15音節
1200Hz LP	バムモアタマカガワハ	10音節
850Hz LP		0音節
850~1700Hz BP	ルヨカゴバソワズサ	9音節

群間で異聴率に有意の差が認められる音節を○で囲ってある。4種類の検査語表中、年齢変化を示した音節を抜き出し、2章の2000Hz LP語表中の6音節と共に表3にまとめた。聴覚系の加齢変化を反映すると思われる音節は、67式2000Hz LP語表中に6音節(シテニネリジ)、57式1700Hz LP語表中に15音節(ガトナタキツリダヨヤソエレズメ)、57式1200Hz LP語表中に10音節(バムモアタマカガワハ)、57式850~1700Hz BP語表中に9音節(ワカサルヨバソゴズ)、計40音節であった。57式850Hz LP語表には年齢変化を示す音節はなかった。

小括、考案: 同じ語表に4種類の周波数歪みを加えて、聴覚系の加齢変化を反映する音節を拾い出そうと試みた結果、67式2000Hz LP語表と合わせて40音節が抽

出できた。この40音節の内、重複した音節は8音節のみであり、同じ語表でも歪め方を変えると(周波数帯域幅を変化させると)加齢と共に難聴語となる音節も変化することがわかる。57式850Hz LP語表中には、年齢変化を示す音節はなかった。これは語音の冗長度が減じすぎて、若年者でも語音の判別ができなくなるためであり、こうした歪め方をした語表では歪語音明瞭度の年齢による影響を観察することができない。これ以上周波数帯域幅を制限することは、本研究の目的においては意味がないことを示している。

4. 歪語音の加齢に伴う異聴

各周波数歪語音検査語表中、年齢変化を示す語音は音節のどの部分によって異聴率が加齢と共に上昇するのだろうか。

まず67式2000Hz LP語表で、年齢変化を示した6音節についてその異聴の分析を行った。6音節の音節全体の年代ごとの平均異聴率を太線で、後続母音の平均異聴率を細線で、また先行子音の平均異聴率を破線で示した(図5)。この語表では、年齢変化を示す6音節の異聴は先行子音、後続母音ともに異聴がおこることがほとんど

図5 67式 2000Hz LP 語表中 年齢変化を示す6音節

どであり、両者の加齢に伴う異聴率の上昇によって音節の異聴率が加齢と共に上昇していく。6音節の後続母音に注目してみると、後続母音イの音節が4音節（シニリジ）、エの音節が2音節（テネ）であり、日本語5母音中、残りの3母音アオウが後続母音である音節はない。図6a, bのグラフに後続母音のイの4音節、後続母音エの2音節の音節全体の各年代ごとの平均異聴率を太線で示し、後続母音イエの平均異聴率を細線で、更に後続母音イ→ウ、エ→オへの平均異聴率を破線で示した。後続母音の異聴はイ→ウ、エ→オにほとんど規則正しく異聴され、音節全体の異聴率、後続母音の異聴率と共に後続母音イ→ウ、エ→オへの異聴率が加齢と共に上昇している。次に先行子音の異聴をみてみる。先行子音の異聴は後続母音に影響されることも多く、その異聴は後続母音の異聴に比べると複雑である。6音節ニネシテジリは先行子音 /n/ /ʃ/ /t/ /dʒ/ /r/ によってニとネ、

図6a 後続母音イの4音節

図6b 後続母音エの2音節

図7a

図7b

図7c

シとテ、ジとリという3群に分けることができる。図7aに、ニとネ2音節の音節全体の年代ごとの平均異聴率を太線で、先行子音の平均異聴率を細線で、先行子音 /n/→/m/ への平均異聴率を破線で示した。先行子音 /n/ はほとんど /m/ に異聴され、音節全体の異聴率、先行子音の異聴率と共に先行子音 /n/→/m/ への異聴率が加齢に伴って上昇している。図7bにはシとテ2音節の音節全体の年代ごとの平均異聴率を太線で、先行子音の平均異聴率を細線で示した。シの先行子音 /j/ は /s/ と /h/ に、テの先行子音 /t/ は /k/ に異聴される率が最も高かったが、シテ2音節の先行子音 /j/ /t/ が /k/ /t/ /h/ /s/ /j/ の無声子音へ異聴がおこる平均異聴率を破線で示した。音節全体の平均異聴率と共に先行子音の異聴率、先行子音 /j/ /t/ の無声子音への固定した異聴の異聴率が加齢に伴って上昇している。図7cにはジとリ2音節の音節全体の年代ごとの平均異聴率を太線で、先行子音の平均異聴率を細線で示した。ジの先行子音 /d₃/ は /r/ と /g/ に、リの先行子音 /r/ は /g/ と /b/ に異聴される率が最も高かったが、ジリ2音節の先行子音 /d₃/ /r/ が /b/ /g/ /r/ /d₃/ の有声子音へ異聴がおこる平均異聴率を破線で示した。同様に、先行子音 /d₃/ /r/ の有声子音への固定した異聴の異聴率が音節の異聴率、先行子音の異聴率と共に加齢に伴って上昇している。

次に57式1700Hz LP語表中で年齢変化を示した15音節について異聴の検討を行った。15音節を同様に後続母音別に分けてみると、後続母音イが2音節（キリ）、エが3音節（エレメ）—エは単母音であるが、この群に入れた、—アが5音節（ガナタダヤ）、オが3音節（トヨソ）、ウが2音節（ツズ）に分かれる。67式2000Hz LP語表は20音節であるため単純には比較できないが、後続母音アオウの音節が年齢変化を示す音節中の多くを占めるようになってきた。後続母音イエはやはり先行子音の異聴率と同じくらい異聴率が高く、またイ→ウ、エ→オへの異聴がほとんどであり、音節全体の異聴率、後続母音の異聴率、後続母音イ→ウ、エ→オへの異聴率は共に加齢に伴って上昇した。これに対して残り10音節の後続母音アオウは若年者でも高齢者でもほとんど異聴がおこらず、この10音節の異聴は主として先行子音の異聴によっておこっている。15音節の先行子音の異聴は2000Hz LP語表中の6音節と同様に固定された異聴が主であり、先行子音の異聴率、先行子音の固定された異聴率は共に音節全体の異聴率と共に加齢に伴って上昇した。

57式1200Hz LP語表中、年齢変化を示す音節は10音

図8 57式1200Hz LP語表中 年齢変化を示す10音節

節であったが、この10音節の後続母音をみるとアが8音節（バアタマカガワハ）—アは単母音であるがこの群に入れた、—オウが各1音節ずつ（モウ）である。図8に10音節の音節全体の各年代ごとの平均異聴率を太線で、後続母音アオウの平均異聴率を細線で、また先行子音の平均異聴率を破線で示した。57式1700Hz LP語表中年齢変化を示した音節の後続母音アオウはほとんど異聴がおこらなかったのが、1200Hz LPでは10音節すべての後続母音アオウの異聴がおこり易くなり、（ア→オ、ウ→オ）結果として後続母音の異聴率は音節全体の異聴率、先行子音の異聴率と共に加齢に伴って上昇した。しかしながら、67式2000Hz LP語表の6音節、1700Hz LP語表の5音節の後続母音イエほど音節全体の異聴率中に占める後続母音の異聴率の割合は高くなく、イエに比べてアオウは周波数帯域幅の制限を強くしても異聴される率が低い。先行子音の異聴はやはり加齢と共に上昇したが、2000Hz LP、1700Hz LP語表で見られたような固定的な異聴傾向がなくなってきて、多彩な異聴がおこるようになった。

57式850-1700Hz BP語表では年齢変化を示す音節は9音節であった。後続母音アが4音節（ワカサバ）、オが3音節（ヨソゴ）、ウが2音節（ルズ）であり、やはり57式1700Hz LP語表中で年齢変化を示した後続母音イエの音節はすべて若年者でも異聴率が高く、年齢変化を示さなくなった。後続母音アオウはア→オ→ウの間で比較的規則正しく異聴がおこり、音節全体の異聴率、後続

母音の異聴率, ア↔オ↔ウへの異聴率は共に加齢に伴って上昇した。先行子音の異聴は固定的な異聴が主であり, 先行子音の異聴率, 先行子音の固定的な異聴の異聴率は共に音節全体の異聴率と共に加齢に伴って上昇した。

小括・考案: 低域汙波の cut off 周波数を低音域に移動させるにつれて明瞭度が悪化することはよく知られており¹⁷⁾, 本研究でも語表全体の明瞭度は各年代とも周波数帯域幅の制限を強くするに従って悪化したが, それと同時に年齢変化を示す音節も変化し, またその異聴の内容も変化した。子音は言語聴取領域の高い周波数帯にその構成成分を持つものが多く, したがって低域汉波によって聴き誤る場合が多い。年齢変化を示した音節の先行子音の異聴率は音節全体の異聴率と共に加齢に伴って上昇した。それは固定的な異聴が主であったが, 周波数帯域幅を制限するに従ってこの固定的な異聴傾向がなくなってきた多彩な異聴がおこるようになった。後続母音の異聴は同じように第2フォルマント(F2)が高い周波数帯にあるため高音域除去によって異聴がおこり易いことが知られているイエの異聴率が高く, 先行子音の異聴と共に音節の異聴率を加齢に伴って高くしていった。また後続母音イエはほとんどイ→ウ, エ→オに規則正しく異聴され, その異聴率が加齢とともに上昇した。周波数帯域幅の制限を強くするに従ってイエの判別が若年者でも困難となる反面, アオウは高齢者でも異聴がおこりにくいため, 次第に, 主として先行子音の異聴率が年齢変化を示す音節の異聴率を加齢と共に上昇させてくる。しかし更にその制限が強くなると, 異聴のおこりにくかった後続母音アオウも次第に F2 が除去されて異聴がおこるようになり, 後続母音の異聴率が再び先行子音の異聴率と共に音節の異聴率を年齢と共に引き上げていった。2000Hz, 1700Hz, 1200Hz 低域汉波では後続母音の F2 異聴型¹⁸⁾が, 850-1700Hz 帯域汉波では後続母音の F1 異聴型¹⁸⁾が加齢に伴って上昇した。

5. 歪語音検査語表の試作

歪語音明瞭度によって聴覚系(後迷路)の年齢変化を追跡するために, 表3に示した40音節の中でも特に強く年齢変化を示した20音節を選んで歪語音検査語表を試作した(表4)。この語表を構成する20音節の歪め方は表5にまとめた。

検査方法: 57式検査表の原テープ中の20音節に表5に示したおりの4種類の周波数歪みを加え, 乱数表にも

表4 試作検査語表

ヨ	ニ	テ	タ	ア	ト	ズ	ソ	バ	ツ
ル	エ	ジ	カ	ネ	ナ	シ	ハ	リ	レ

表5 20音節の歪め方

2000Hz LP	シニテジネリ
1700Hz LP	タトズソツエレナ
1200Hz LP	アカハ
850Hz LP	
850~1700Hz BP	ヨバル

とづいて並べ変えて作製した試作検査語表を被験者に聴取させ, その異聴率を求めた。録音方法, 再生方法, その他検査方法はすべて2章と同じである。

被験者: 同じように北里大学病院人間ドック受診者を対象とした。被験者にはあらかじめ純音聴力検査を行い, 2章に示した条件を満足する者に限った。被験者は20歳より74歳までの428人(男性308人, 女性120人)であった。

結果: 各年代ごとの被験者数と平均異聴率, 標準偏差を表6に示し, 全体の成績をグラフにして示した(図9)。男性, 女性各々については図10に示した。いずれの年代においても男性と女性で異聴率に有意の差はなかった(t 検定 $p < 0.05$)。歪語音明瞭度は20歳代を越えるとともに悪化が認められる。男性, 女性, 全体の年齢と異聴率との相関係数は各々 0.882, 0.871, 0.879 であり, いずれも年齢と異聴率との間には高い相関が認められた。また年齢に関する異聴率の回帰直線($y = a + bx$, x : 年齢 y : 異聴率)は $y = 21.325 + 1.575x$ で表わされ, 年齢は異聴率の平均値を決定する要因であると考えられる。試作検査語表は, 年齢に伴って歪語音明瞭度は悪化するのであるという説を明らかに証明した。

6. 純音聴力が歪語音明瞭度に及ぼす影響

試作検査語表を年齢相応の良好な純音聴力を有する被験者に使用した場合, 被験者の年齢と異聴率との間には高い相関が認められ, 若年者では高齢者に比べて明瞭度は非常に良好であった。それでは, この良好な明瞭度を示す正常純音聴力の若年者に対して純音聴力域値が上昇を示す若年者では明瞭度はどう変化するのであろうか。この章では純音聴力が試作歪語音検査語表に与える影響

表 6

age	20～29			30～34			35～39			40～44			45～49		
	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD
male	16	25.0	3.9	17	25.6	5.9	41	32.3	5.7	68	45.2	11.0	49	53.5	10.0
female	11	22.3	3.3	8	27.5	6.1	16	33.7	5.2	18	46.7	11.9	21	53.6	10.9
total	27	23.9	3.9	25	26.2	6.1	57	32.7	5.6	86	45.5	11.2	70	53.5	10.3

age	50～54			55～59			60～64			65～69			70～74		
	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD	N	$\bar{X}$	SD
male	43	52.9	8.8	28	68.2	10.5	22	78.4	9.5	19	83.9	6.4	5	88.0	2.5
female	19	59.3	11.6	14	74.6	11.7	8	74.4	12.6	4	81.3	2.2	1	90.0	
total	62	59.2	9.7	42	70.4	11.4	30	77.3	10.6	23	83.5	6.0	6	88.3	2.4

図 9 年齢と異聴率との間には高い相関が認められる

について検討し、これによって高齢者の聴覚系の加齢変化について考えてみる。

検査方法：試作検査語表を純音聴力域値上昇を示す若年者に聴取させてその異聴率を求めた。検査方法等はすべて前章までと同じである。

被験者：北里大学病院耳鼻咽喉科難聴外来受診者および人間ドック受診者の内、純音聴力が悪い 20-34歳までの若年者 28人を対象とした。いずれもオーディオグラムが高音漸傾型を示す者のみを選び、低、中音域の域値(500Hz+1000Hz+2000Hz)/3によって被験者をA～D群までの4つの群に分けた。A群は2000Hzまでの純音

図 10 各年代とも異聴率に男女差は認められない

聴力損失が10dB以内の11人、B群は3分法による域値が15-25dBの範囲にある(平均19.2dB)6人、C群は35-45dBの範囲にある(平均41.6dB)7人、D群は60dB以上の(平均62.3dB)4人である。いずれも感音性難聴であり、内耳性難聴の診断がついているが、純音聴力に左右差のある場合には聴力の悪い方の耳の明瞭度を求めた。

結果：表7に5章で求めた正常音聴力群と高音漸傾型を示すA～D各群について(いずれも20-34歳までの若年者)異聴率の平均と標準偏差を示した。正常純音聴力群とBCD各群の間には異聴率について有意差を認めた

表 7 純音聴力と歪語音明瞭度の関係

若 年 者 (20～34歳)	症例数 (人)	純 音 域 値 500Hz+1000Hz+2000Hz 3 (平均)		異 聴 率 (%)	
				$\bar{X}$	S D
正常聴力群	52			25.00	5.24
A 群	11	<10dB		29.55	8.50
B 群	6	15-25dB	(19.2dB)	36.67	8.76
C 群	7	35-45dB	(41.6dB)	77.14	12.20
D 群	4	>60dB	(62.3dB)	96.25	4.79

が、($t=4.80, 20.42, 26.33$ $p<0.02$) 正常純音聴力群とA群との間には有意差は認められなかった($t=2.32$ $p<0.02$)。

小括・考案：A群は純音聴力が年齢相応の高齢者に相当する若年者群である。A群と正常聴力群との間には歪語音明瞭度に有意差はない。たとえ若年者が高齢者と同じような高音漸傾型のオーゾグラムを示しても歪語音明瞭度は正常純音聴力を有する若年者と差がなく、逆に同じオーゾグラムを示す高齢者との間には明らかな明瞭度の相違を認める。これは、高齢者には純音聴力の変化を越えた歪語音明瞭度の低下を来す障害が後迷路に存在することを示している。また試作検査語表は純音聴力域値の上昇があってもそれが年齢変化相応の場合には影響を受けにくく、更にこの検査語表の明瞭度は後迷路の年齢変化の状態を良く反映することが証明されたものと考えられる。BCD群の成績は低、中音域の域値上昇が歪語音明瞭度に与える影響をみていることになる。3群とも正常純音聴力群との間には有意差を認めたが、B群ではその悪化が軽度であったのに対してC群になると極端に明瞭度が悪化し、60歳以上の年齢相応な純音聴力を有する者と同じ位の異聴率を示すようになり、更にD群では70歳以上の高齢者群よりも成績が悪くほとんど語音を判別できなくなる。歪語音明瞭度は低、中音域の純音域値上昇がB群位、すなわち約20dB位までであればその影響を受けにくいものの、このあたりが限界でこれを越えると歪語音の成績は純音聴力に大きな影響を受けることになり、極端に純音聴力が悪い症例には歪語音明瞭度検査は行いづらいことを示している。

7. 総括・考案

加齢に伴う純音聴力の低下は高音域より始まり次第に高音域ほど著明ではないものの中、低音域にまで及ぶことはよく知られているが⁴⁾¹¹⁾¹²⁾¹⁹⁾、純音聴力検査の研究

が進むにつれてこの純音聴力の低下は20歳代を越えるとすでに始まっていることがわかってきた⁴⁾⁹⁾¹¹⁾。病理組織学的^{4)5)20)～23)}に内耳の加齢に伴う変性と純音聴力の変化とを関連付けた報告が盛んになると共に更に上位の聴覚路の中継核における細胞数の減少などの老人性変化が確認され、老人性難聴は内耳に限局したものではなく、内耳より大脳皮質に至るまで広く進行するものであることがわかってきた。

後迷路障害の検出法はいろいろ開発され最近、CTスキャンやABR、MLR、SVRなどの誘発反応聴力検査(ERA)の発達によって大きく進歩したが、聴覚路の病巣とその機能障害の程度や内容などとの関連を探る上で言葉を用いた語音聴力検査は最も基本で合理的で不可欠な検査である^{14)24～31)}。ましてCTスキャンやERAでふり落とされないほど病巣が小さい場合や、年齢変化やその他の原因による機能障害の診断には特にその意義が大きい。

内耳より高位中枢に至るまでの聴覚路を通過する間に語音の持つ複雑な情報は分析され、統合され、認識、理解されていくが、聴覚路の各部位によってその果たす役割も異なる。したがって、単に言葉を用いて聴覚路の加齢変化を追跡するといっても各部位の加齢による機能障害を検出するのに適した方法を用いる必要があり1種や2種の検査で言葉の複合的要素を解析する後迷路の加齢変化を観察することはとうていできないはずである。両耳分離能³²⁾³³⁾、両耳合成能⁵⁾⁷⁾⁸⁾²⁴⁾³⁴⁾、方向感⁶⁾³⁵⁾⁸⁶⁾などの研究が進みこれらの能力が加齢に伴って低下することが報告されているが、音素の分析、統合は聴覚機能の基本と考えられ、この加齢変化を観察するには歪語音明瞭度検査が適当と考えられる。特に本邦における語音聴力検査には日本語無意味単音節を使用できるという利点がありそのため高齢者における経験や知識が明瞭度に反映されることが少なく³⁷⁾、この点においても加齢変化の

観察に非常に適している。しかもこれに歪みを加えることによって聴覚系の機能変化検出の精度が高まり加齢変化のような小さな障害を捕えるには更に有利になる。

歪語音明瞭度検査は、Bocca 以来^{38)~40)}、数多くの研究報告があり歪語音明瞭度と年齢との関係の報告も種々ある。しかし、2章で述べたごとくこれらの報告はその検査語表に疑問が残る、歪語音明瞭度そのものの年齢変化を表わしていない可能性がないとはいえない。そこで歪語音明瞭度の年齢変化を観察するためには専用の検査語表を使用する必要があると表4の検査語表を作製した。この語表作製の際必要なことは、聴覚器のいろいろな障害を持つ人をいっしょに対象とするのではなく歪語音明瞭度を左右する年齢以外の要因（聴力型、聴力レベル、後迷路の病巣、老人ボケなど）を持つ人を除いてなるべく純粋に年齢変化としての聴覚障害のみを持つ人を対象に選ばなければならない点である。そのためには、まず純音聴力が年齢相応な者を選び、更に社会生活を正常に、健全に営む者を対象として選ぶ必要がある。（この点、人間ドック受診者は対象として好ましいと考えられる。）更に歪語音明瞭度そのものの加齢変化を求めるためにこの正常者の加齢に伴う純音聴力の悪化による影響を可及的に取り除く必要がある。高齢者では主として高音域の域値上昇がおこるため、検査音としての語音は高音域部分が削りとられるかこうで歪みを受けることになる。無歪語音は純音聴力の加齢変化に伴う高音域の域値上昇の影響を受け、更に年齢変化という小さな障害の差を明瞭度によって表わせないことと合わせて後迷路の加齢変化の研究には適さない。最初から高周波数域を削り取った語音を用いれば、少なくとも使用した cut off 周波数より高音域での、高齢者になる程大きくなる主として内耳における歪みのハンデが取り除かれて、若年者でも高齢者でも同じ条件となり、歪語音聴力そのものの加齢変化が観察できると考えられる。本研究で低域濾波あるいは帯域濾波フィルターを通した語音を用いたのは、純音聴力の生理的悪化による高齢者のハンデ、更に環境性騒音の影響^{41)~44)}による高音域純音聴力の悪化という男性のハンデを除去して後迷路そのものの変化をとらえ、冗長度を減らして加齢変化という小さな障害の差をとらえるという2つの効果を期待したためであり、5章、6章の結果はこの効果を証明したものである。本研究では先述したような理由から被験者をドック受診者で純音聴力正常というようになり対象を選んでいるため、したがってその成績も各年代群でのばらつきが少なかった。

しかし実際には歪語音聴力検査を受ける対象はかなり広くまた元来個人差の大きな検査であり、純音聴力（特に低中音域の域値）、聴力型など各種の要因に影響を受け易いため^{18)45)~48)}、この検査のみでは年齢変化をこえた後迷路の障害があると決めるのは無理があり、したがって一種のスクリーニング検査の意味を持たせる目的として、異聴マトリックス⁴⁵⁾⁴⁷⁾⁴⁸⁾や情報伝達量⁴⁷⁾⁵⁰⁾など複雑な計算を要せず、検査時間などを考慮して20音節の検査語表とした。純音聴力、無歪語音明瞭度などに対比させて判定していかなければならないことは言うまでもない。年齢変化を観察するために試作したこの検査語表を使用して歪語音明瞭度検査を行ったときは、検査者は図9に示したグラフを参考にしてその明瞭度が被験者の年齢相応かどうかの一応の判断ができ、その上で年齢以外の明瞭度の悪化の原因を考えていくことができる。我々は純音聴力の成績を判定する場合、意識的あるいは無意識に被験者の年齢を考え、この分を差し引いた上で純音聴力の判定をしているのに対して、歪語音明瞭度の成績から加齢による悪化を差し引いて考えていることは少ない。それは、歪語音明瞭度の成績に年齢による悪化が伴うことを知っているても歪語音明瞭度は個人差が大きく、また先ほどあげた各種の要因に影響されるため、どの程度年齢による悪化分を差し引いてよいかわからないためともいえる。そこで、あらかじめ各施設、各語表ごとに歪語音明瞭度の年代ごとの正常値を決めておくか、あるいは年代ごとの正常値があらかじめ決まっている検査語表を使用し、歪語音明瞭度の成績に影響を与えるいくつかの要因から少なくとも年齢に伴う混乱を取り除いておくことが望ましい。この点においても本検査語表は各年代間の異聴率の差が大きく、その明瞭度をそのまま（本検査語表の成績は異聴率で示しており、明瞭度とするには100から異聴率を引けばよい）各年代における正常値の1つと考えるとよい。

現在、語音聴力検査法の統一の必要性が言われ⁵¹⁾同時に検査語表の再検討が盛んである^{52)~54)}。今までは歪語音検査は無歪語音検査の延長と考えられて来ており、したがって検査の語表も57式あるいは67式検査語表に各種の歪みを加えたものが使用されていたが、無歪語音と歪語音では障害の検出能力、影響を受ける要因などが異なるわけであり各々別個の検査と考えなければならないのではないと思われる。年代ごとの歪語音明瞭度の正常値を決める必要もあって、歪語音検査語表は無歪語音検査語表と離して独自検討する時期に来ているのでは

ないかと考えられる。

切替, 設案⁵⁾は老人と若年者の脳の解剖学的検索を行い, 老人では蝸牛神経核より内側膝状体までの聴覚神経路の中継核において神経細胞の萎縮, 退化, 変形や細胞内の色素沈着などを認め, これらを正常機能細胞の減少として, これにより内耳より聴覚皮質に至る音響刺激に対する神経パターンが作り変えられるとしている。歪語音明瞭度の低下について設案¹¹⁾は, 神経節細胞の減少による情報のまびき説とその修正を行って聴覚路の機能の低下の関与も考慮している。Antoneri, Calcaro ら⁵⁵⁾～⁵⁷⁾は正常な高齢者にアンフェタミン様薬物を投与し, 若年者にバルビツレートとスコポラミンあるいはアトロピンを投与して明瞭度の変化の実験を行い, 語音に対する歪め方(時間歪や周波数歪など)で各薬物の影響は異なるものの, やはり高齢者において歪語音明瞭度の悪化する原因は, input された情報の統合を含む中枢機能の機能的退行と中枢神経領域の解剖学的な退行変性の2つであると報告している。本研究において加齢と共に異聴率の上昇した語音は第4章で述べたごとく後続母音はF2異聴, F1異聴¹⁸⁾がおこり, 先行音は無声子音, 有声子音同志の固定的な異聴傾向があり, これらの異聴率が加齢と共に上昇する。これは従来からよく知られている異聴傾向がそのまま加齢と共に上昇したのであって, 特別な, あるいは極端な異聴がおこるものではなく, 聴覚路の機能低下と中継核における細胞の減少や変形が加齢と共に増して行き, その結果歪語音の本来的な異聴のし易さが加齢に伴って徐々に上昇していくものと考えられる。

後迷路のどの範囲の加齢による変化が歪語音明瞭度の悪化に影響するのかわかりませんが, 歪語音明瞭度は純音聴力と同様に20歳代を越えるとすでに悪化し(これはPalva⁵⁸⁾の報告と一致する)その進行は急速に悪化する年代はなく連続的であり高齢者でも男女差は認められない(図9, 10)。低, 中音域の純音聴力域値が40dB程度の若年者の歪語音明瞭度と年齢相応の純音聴力を示す60歳以上の高齢者の明瞭度が同程度であるということは, 高齢者には後迷路において内耳における低中音域の純音聴力域値に換算して40～50dB位の聴力の低下が存在することが考えられる。これによって同じオーディオグラムを示しても高齢者では若年者より言葉の聴取能力が悪く, したがって補聴器を通していくら大きな音を入力しても後迷路での聴力悪化があるため言葉を明確にとらえられない。聴覚系の加齢変化はもともと内耳より中枢

に至るまで, また低音域より高音域まで男女の性差なく, 20歳代を越えると連続的に徐々に悪化し, ここに騒音のような外的な環境的要因や動脈硬化などの内的な原因による種々の修飾が加わって(その大きさは各個人によって異なるが)それが高齢者のオーディオグラムに反映され, 高音域での域値上昇や特に4000Hzでの男女差⁸⁾～¹¹⁾～¹²⁾となって表われて来るのではないかという結論に達する。

8. 結 語

1) 歪語音検査は無歪語音検査の延長ではなく独立させる必要があり, 歪語音明瞭度は年齢による影響を受けるために各年代ごとの正常値を考慮に入れた歪語音検査専用の語表の検討が必要である。

2) 加齢に伴って異聴率が高くなるように各音節ごとに歪め方を変えた20語音を集めて聴覚系の加齢変化を反映する歪語音検査語表を試作した。

3) 試作検査語表を年齢相応と思われる純音聴力を有する被験者に聴取させ異聴率を求めた。年齢に対する平均異聴率のグラフを作製したところ, 年齢と異聴率の間には高い相関が認められた。各年代とも男女の間で異聴率に有意差はなかった。

4) 試作検査語表における歪語音明瞭度は高音域の純音聴力による影響は受けにくく, また低, 中音域は20dB位までの影響は少ないがこれを越えると大きい影響を受ける。

5) 歪語音明瞭度の年齢に伴う悪化は後迷路の加齢変化を表わすものと考えられる。

高齢者の後迷路には純音聴力に換算して40-50dB位の加齢による聴力低下が存在するものと考えられる。

6) 聴覚系の加齢変化は20歳代を越えると内耳より中枢まで, 更に低音域より高音域に至るまで男女差なく, 連続的に徐々に進行するものと考えられ, ここに騒音や動脈硬化など内外環境の影響による変化が本来の加齢に伴う聴覚の変化に修飾を与え, 高齢者のオーディオグラムに反映されて高音部の域値上昇, 男女差などとなって表われてくるのではないかと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Schuknecht HF: Presbycusis. Laryngoscope 65: 402-419, 1955.
- 2) 松村哲也: 老人性難聴の臨床 耳臨 11: 124-142, 1965.

- 3) 小林恒久: 老人性難聴に関する研究 日耳鼻 61: 157-212, 1958.
- 4) 切替一郎 他: 老年期と耳鼻咽喉科 最新医学 12: 671-678, 1957.
- 5) Kirikae I, Sitara T et al: A study of hearing in advanced age. Laryngoscope 74: 205-220, 1964.
- 6) 切替一郎 他: 聴力の年齢変化 Audiology Japan 12: 173-177, 1969.
- 7) 切替一郎: 老人性難聴の研究に関する最近の進歩 老年病 5: 84-94, 1961.
- 8) 設楽哲也: 日本人の高齢者の聴力に関する研究 日耳鼻 63: 1551-1566, 1960.
- 9) 設楽哲也: 聴力の年齢的变化 医学のあゆみ: 415-419, 1967.
- 10) 設楽哲也 他: 語音明瞭度, 歪語音明瞭度の年齢推移 Audiology Japan 15: 525-526, 1972.
- 11) 設楽哲也: 加齢と耳 臨床成人病 3: 1861-1866, 1973.
- 12) 設楽哲也: 耳鼻咽喉科における年齢変化 世紀社, 東京, 1980.
- 13) Hausen CC et al: Pathological studies in presbycusis. Arch Otolaryngol 82: 115-132, 1965.
- 14) 設楽哲也: 感音性難聴研究の最近の進歩 — 後迷路性難聴の鑑別診断 — 耳鼻咽喉科最近の進歩: 205-221, 医歯薬出版, 1968.
- 15) Pestalozza G et al: Clinical evaluation of presbycusis on the basis of different tests of auditory function. Laryngoscope 65: 1136-1163, 1955.
- 16) Linden G: Undistorted speech audiometry in sensorineural hearing processes and disorders. Ed. by Graham A B Little Brown and Co Boston 1967.
- 17) French NR et al: Factors governing the intelligibility of speech sounds. J Acoust Soc Amer 19: 90-98, 1947.
- 18) 富沢正雄: 感音性難聴における合成母音の識別に関する研究 Audiology Japan 14: 271-238, 1971.
- 19) Glorig A et al: Age, noise and hearing loss. Ann Otol Rhinol Laryngol 70: 556-571, 1961.
- 20) 牧島和見: 老人性難聴に関する臨床病理学的研究 耳鼻 13 補3: 333-364, 1967.
- 21) 石井 毅: 老年痴呆の脳幹部におけるアルツハイマ — 原線維変化の分布 老年病 7: 489-493, 1963.
- 22) Jungert S: Auditory pathways in the brain stem. Acta Otolaryngol 138: 1-67, 1958.
- 23) Schuknecht HF: Further observations on the pathology of presbycusis. Arch Otolaryngol 80: 369-382, 1964.
- 24) 木村淑志: 聴覚の年齢的な変化 日耳鼻 75: 170-190, 1972.
- 25) 恩地 豊: 中枢性難聴の機構 Audiology Japan 20: 303-308, 1977.
- 26) 太田文彦: 中枢性聴覚障害の臨床 脳と聴覚障害: 1-22, 篠原出版, 1981.
- 27) 佐藤恒正: 頭蓋内疾患と語音聴力 Audiology Japan 20: 334-347, 1977.
- 28) 田中美郷 他: 上位中枢性聴覚障害の臨床的検査法 脳と聴覚障害: 63-102, 篠原出版, 1981.
- 29) 服部 浩: 中枢性聴覚系の検査 脳と聴覚障害: 103-119, 篠原出版, 1981.
- 30) 和田昌志: 延髄障害に対する神経耳科学的アプローチ 日耳鼻 75: 304-321, 1972.
- 31) 和田昌志: 中脳領域障害に対する神経耳科学的アプローチ 日耳鼻 75: 1239-1255, 1972.
- 32) 太田文彦: 両耳合成能と両耳分離能 日耳鼻 69補3: 27-50, 1966.
- 33) 文珠敏郎: 語音による両耳分離能検査の研究 — 後迷路性聴覚障害の診断への応用 — 耳鼻臨床 67: 1137-1158, 1974.
- 34) 切替一郎 他: 断続語音による聴力検査に関する研究 日耳鼻 67: 245-254, 1964.
- 35) 切替一郎 他: 高齢者における方向感検査成績 Audiology Japan 6: 78-79, 1963.
- 36) 設楽哲也: 方向感検査および一側歪語音検査法による感音性難聴の細別診断 日耳鼻 69 補13: 51-69, 1966.
- 37) 山下公一: 語音聴力検査の研究 耳鼻臨床 61: 1495-1521, 1968.
- 38) Bocca E et al: A new method for testing hearing in temporal lobe tumors. Acta Otolaryngol 44: 219-222, 1954.
- 39) Bocca E et al: Testing cortical hearing in temporal lobe tumors. Acta Otolaryngol 45: 287-304, 1955.
- 40) Bocca E: Clinical aspect of cortical deafness.

- Laryngoscope 68: 301-309, 1958.
- 41) Bunch CC: Age variations in auditory acuity. Arch Otolaryngol 9: 625-636, 1929.
 - 42) Bunch CC: Further observations on age variations in auditory acuity. Arch Otolaryngol 13: 170-180, 1931.
 - 43) Rosed S et al: Presbycusis is study of a relatively noise free population in the Sudan. Ann Oto-Rhino-Laryngol 71: 727-743, 1962.
 - 44) Rosen S et al: High frequency audiometry in presbycusis. Arch Otolaryngol 79: 18-32, 1959.
 - 45) 小田 恂: シャープカット型難聴の臨床的研究 日耳鼻 76: 42-58, 1973.
 - 46) 豊田厚二: 聴力型と語音弁別能 日耳鼻 74: 480-481, 1971.
 - 47) 設楽哲也: 難聴者の語音異聴に関する考察 Audiology Japan 15: 40-52, 1972.
 - 48) 設楽哲也: 感音性難聴の分類と語音弁別 Audiology Japan 9: 86-87, 1966.
 - 49) 海老原利夫: Confusion matrix による日本語聴力検査法の研究 日耳鼻 62: 145-179, 1959.
 - 50) 太田文彦: ひずみ語音明瞭度検査用語表の試作 Audiology Japan 16: 331-332, 1973.
 - 51) 太田文彦 他: 正常者のフィルタ語音聴取成績—9 機関による成績— Audiology Japan 18: 221-224, 1975.
 - 52) 竹内義夫: 音語聴力検査語表の検討 音声研究会資料: 613-618, 1981.
 - 53) 竹内美夫 他: 語音聴取域値検査の基準レベルおよび平均純音域値との関係 音声研究会資料: 683-688, 1984.
 - 54) 太田文彦 他: 周波数ひずみ語音検査の反省 Audiology Japan 14: 9-14, 1971.
 - 55) Calero and Antonelli: Drug effect on the auditory speech discrimination mechanisms. The action of atropine and scopolamine. Acta Otolaryngol 65: 625-630, 1968.
 - 56) Antonelli and Calero: On the influence of reticular activating system upon the auditory function. Acta Otolaryngol 65: 625-630, 1968.
 - 57) Antonelli AR: Sensitized speech tests in aged people. Speech Audiometry: 66-79, 1970.
 - 58) Palva A et al: Presbycusis. Acta Otolaryngol 70: 232-241, 1970.
-
- 稿を終えるにあたって、御指導、御校閲を賜りました北里大学医学部耳鼻咽喉科学教室、設楽哲也教授に深甚な謝意を表します。適切な御助言をいただきました竹内義夫助教授に深謝いたします。岡本牧人講師を始め研究に御協力いただいた教室各位に感謝してやみません。また北里大学聴覚平衡機能検査室の伊保清子、浅野和江、笹原綱代、滝本美智子諸嬢に感謝の意を表します。
- 本研究の一部は第25回、第26回、第27回、第28回日本オーディオロジー学会にて発表した。
-

(原稿受付 昭和 59. 4. 19日)

別刷請求先 〒228 神奈川県相模原市北里1-15-1

北里大学医学部耳鼻咽喉科学教室 樋口 彰宏