 原 著

聴覚障害児における発話のピッチ・速度、音声強度の検討

広田 栄子 工藤 多賀 田中美郷

要 約：早期に補聴器を装用させて、ホームトレーニングプログラムを施行した中・高度聴覚障害児（36例）の発話を音響的に分析した。ついで、聴覚印象によって音声障害の重症度を評価し、聴力レベルの差異が音声障害の種類と程度に及ぼす影響を検討した。

その結果、(1)音声強度と強度の変動幅の増加を聴力70 dB以上の群に認めた。(2)発話速度の低下を聴力80 dB以上の群に認め、聴力100 dB以上の群では一層の低下を認めた。(3)ピッチの変動幅の減少は聴力90 dB以上の群に認めたが、ピッチの平均値は正常児と差がなかった。さらに、音声障害の子の推定の際には、聴力レベルが90 dB以上であるか否かについて検討することの有用性が示唆された。

本結果は、聴覚障害児の音声障害の評価の際や、系統的な訓練を行う際の資料として利用できる。

索引用語：聴覚障害児、音声障害、ピッチ、強度、発話の速度

Voice Problems of Pitch, Loudness and Rate of Utterances
in the Children with Hearing Losses

Eiko Hirota, Taka Kudo and Yoshisato Tanaka

Abstract : The present experiment was undertaken to explore the relationship between voice problems and degree of hearing loss as well as the effect of the early auditory training in children with various degrees of hearing loss. A home training program was conducted on 36 hearing-impaired children from the early stage of childhood.

Their continuous monologues recorded on a magnetic tape were analyzed in terms of the peak levels of the fundamental frequency and the intensity as well as the rate of utterances by using a specially devised pitch extractor. The results obtained were as follows : The deviation of pitch was noticeably small in children with severe hearing loss over 90 dB HL. Whereas the average level of pitch in these children was comparable with that obtained from normal subjects. The average level as well as the deviation of the intensity increased with the degree of hearing loss.

These results can be used for evaluations of the voice problems observed in hearing-impaired children and planning systematic programs for their Speech therapy.

Key words : Hearing-impaired children, Voice problems, Pitch, Loudness, Rate of utterances

はじめに

聴覚障害児の音声障害については、障害を惹起するおもな要因である聴力レベルの差異を考慮した評価法が有用である。

聴覚障害児の音声の異常については、音響分析機器の開発以来、多数の定量分析的な研究¹⁻⁴⁾が報告されている。しかし、広範な聴力程度の難聴児を対象とし、聴力程度の差異と音声障害の程度および複数の障害の種類との関係について、総合的に検討した報告は少なく、臨床評価時の資料としては、不十分といえる。さらに、近年では、難聴の診断技術の進歩によって、早期に補聴と教育を開始することが可能になり、臨床評価の基準には、このような症例による資料が必要になった。本研究は乳幼児期に当科においてホームトレーニングを受け、早期から訓練を開始した聴覚障害児を学齢時まで追跡して⁶⁾、これらの症例の音声を分析し、早期指導の成果を検討したものである。

本研究の特徴は、(1)聴力 50dB から120dB までの広範な聴力の感音性難聴児を対象とした。(2)音声のピッチ・強度・速度の障害について総合的に検討した。(3)評価には、音響的分析と聴覚印象による評価と両者を用いた、ことがあげられる。

本研究結果は臨床評価時の資料として利用できる。さらに、本研究から教育や補聴によって改善しやすい音声障害の種類や、改善の順序を知ることができ、本結果は系統的な指導を行う際の資料として役立つと考える。

対象と方法

帝京大学耳鼻咽喉科ホームトレーニングプログラム⁵⁾において、難聴の診断と補聴器の適合を行い、早期に教育を開始した感音難聴児（7～10歳）36例を対象とし、正常児（8歳）6例の結果と比較した。表1に示すように、難聴児を平均聴力レベルの程度によって、6群（各6例）に分類し、音声障害の種類と程度について群間で比較した。各群における男女の割合は均等にした。各群の被検児の教育開始年齢、語音明瞭度（57語表）は表1のとおりである。

補聴器装着下の語音明瞭度検査では、被検児をスピーカ前 50cm の位置に着席させ、語音が被検児の快適音圧レベルになるように補聴器の利得を調整させた。語音レベルは、補聴器のマイクロホンの位置において57語表の校正用純音が 75dB SPL になるようにスピーカの出力音圧を調整した。

難聴児36例のうち、24例は現在普通小学校に在籍し、12例は聾学校小学部に在籍していた。就学前に当科で聴能言語指導を行った症例は19例であり、聾学校幼稚園で教育を受けた症例は17例であった。就学前には、全例とも聴覚の活用を重視した言語指導を受け、音声言語を習得した。

音声材料には、被検児の(1)自由な発話（夏休みについて）と、(2)文章の朗読（ジャックと豆の木）を用いた。防音室内で、マイクロホン（SONY, ECM-23F）とテープレコーダ（SONY, TC-3000 SD）を用いて録音した。被検児の自由な発話の基本周波数と音声強度の変化を、ピッチ抽出器（Rion, SE-01）で抽出し、高速グラフィッ

表 1 被検児の聴力レベルと教育開始年齢・語音明瞭度

	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz	教育開始年齢	語音明瞭度 (%)
60 dB 群 (50~69 dB)	43.3 (9.9)	50.8 (6.1)	59.2 (8.4)	68.3 (14.9)	79.2 (22.4)	81.7 (12.1)	3歳4.5月 (12.2月)	56.0 (7.3)
70 dB 群 (70~79 dB)	54.2 (16.9)	59.2 (10.6)	75.0 (2.9)	78.3 (9.0)	81.7 (17.7)	89.2 (9.3)	2歳11.7月 (12.6月)	49.3 (11.8)
80 dB 群 (80~89 dB)	63.3 (14.9)	74.2 (8.9)	88.3 (3.9)	98.3 (9.0)	95.8 (12.7)	98.3 (17.2)	1歳8.8月 (6.0月)	29.3 (15.3)
90 dB 群 (90~99 dB)	76.7 (12.8)	82.5 (5.6)	93.3 (4.7)	105.0 (5.8)	109.2 (9.3)	108.3 (14.9)	1歳9.5月 (5.0月)	13.0 (9.7)
100 dB 群 (100~109 dB)	83.3 (9.0)	90.0 (8.2)	106.7 (6.2)	116.7 (8.0)	116.7 (12.8)	110.8 (9.3)	1歳 9 月 (9.5月)	0.0 (0.0)
110 dB 群 (110~120 dB)	100.0 (5.0)	107.5 (6.3)	115.8 (3.4)	122.5 (6.9)	118.3 (15.5)	110.0 (11.2)	1歳1.3月 (3.6月)	0.0 (0.0)

聴力別の6群において、各群の平均値と標準偏差（括弧内）を示した。

クレコーダ(Rion, LR-51)で記録した(3mm/100msec). 録音した自由発話のなかで, 連続的に発話を認めた15秒間について, (1)音声のピッチ, (2)ピッチの変動幅, (3)音声強度, (4)音声強度の変動幅, (5)発話の速度の5種の分析を行った. 5項目の分析方法は以下のとおりである. 音声のピッチ(話声位)としては, 100msecごとに基本周波数の最大値を測定し, 全区間の測定値の平均値を用いた. 音声のピッチの変動幅には, 上記の方法で測定した基本周波数の1標準偏差を用いた. 音声強度と強度の変動幅については, ピッチと同様のサンプリングの方法を用いて測定した. なお, ピッチの変動幅については, 各被検者の話声位で除した結果を用いて被検児間の比較

を行った. また, 個々の被検児についてピッチの平均値と変動幅の関係を検討するために, 基本周波数の出現度数を周波数別に累積し, 症例ごとに示した. 周波数ごとの基本周波数の出現度数を個々の症例のサンプル採取数で除して, 被検者間の結果の比較を行った. 被検者の発話の速度としては, 音声材料の1モーラ区分あたりの持続時間を用いた.

聴覚印象による音声障害の重症度評価には, 録音した2種の音声材料(各1分間)をテープレコーダで再生し, 6名の言語治療士(臨床経験3年以上)がヘッドホンを通じて別々に聴取し, 正常から最重度の5段階の総合評価を行った. 軽度群の評価基準としては, 5種未満

図1 被検児の音声強度と聴力レベルとの関係(図1-a). 被検児の音声強度の変動幅と聴力レベルとの関係(図1-b). 図では, 横軸に聴力別の6群を示した. グラフは, 各群の平均値と標準誤差(縦棒)を示した. 隣接する群間で結果を比較し, 統計的有意差(0.1%水準)を認めた時に*印をつけた.

の構音障害を認め、発話中にときどき、了解が困難な単語を認める。韻律的な異常はほとんど認めないものとした。中度群は、5種以上の構音障害を認め、発話中にときどき、了解が困難な単語を認める。発話の速度の調整の異常を認め、流暢性に欠ける。重度群は、著しい構音障害があり、了解が困難なことをしばしば認める。抑揚の異常や声の高さの翻転を認め、韻律的な障害は著しい。最重度群は、著しい構音障害があり、文意の了解がしばしば困難になる。韻律的な調整をほとんど認めないものとした。上記の評価の基準の設定にあたっては、検者が典型症例について討議した。さらに、同症例の障害音声をくりかえし聴取し、検者の評価を一致させた。検者6名が任意に3名1組になり、検討材料をおのおのが聴いて評価し、3名中2名以上が一致した評価段階を採用した。なお、検者は快適音圧レベルに音声材料を再生して聴取したので、音声材料の音声強度については評価をしていない。

音響的分析結果と、被検者の各種要因との相関係数の算出の際には、各数値は全症例の平均値で除し、基準化して用いた。

結 果

1. 聴力レベルと音声障害の関係

本研究では、聴覚障害児の音声を音響的に分析し、聴力の要因が音声障害の程度と種類に及ぼす影響を検討した。以下に、各分析項目ごとの結果を詳述する。

1) 音声の強度：図1aに、被検児の音声強度を示し、図1bに、音声強度の変動幅を示した。聴力別の群間で結果を比較すると、聴力70 dB群の音声強度は、聴力60 dB群の結果と比べて増大し(6.7dB)、音声強度の変動幅も同様に増大(2.5dB)した。差は統計的に有意であった(強度： $t=3.34$, $df=10$, $p<0.01$, 変動幅： $t=2.99$, $df=10$, $p<0.01$)。聴力60 dB群における音声強度と、正常児の結果(平均63.5dB, 1. S. D.=4.88)とを比べると差は少なく(1.6 dB), 差は統計的に有意ではなかった。音声強度の変動幅についても、正常児の結果(平均4.0 dB, 1. S. D.=1.0)と比べて差は少なく(0.3 dB), 差は統計的に有意ではなかった。正常児の音声強度の変動幅の群内平均値(3.98 dB)に対して1標準偏差(1.0)の範囲(2.98~4.98 dB)にあった難聴症例数を聴力別群間で比較すると、聴力60 dB群では6名中5名が正常範囲であった。一方、聴力70 dB群では1名、80 dB群1名、90 dB群2名、100 dB群1名、110 dB群1名であった。聴力70 dB以上の症例では、正常範囲の音声強度の変動幅を示した症例は少なく、それ以外の症例では音声強度の変動幅の増大を認めた。70 dBより高度な5群の音声強度について、群間で結果を比較すると差は少なかった(0.1~3 dB)。また、音声強度の変動幅の群間の差は、同様に少なかった(0.4~1.2 dB)。差は、いずれも統計的に有意ではなかった。

2) 発話の速度：図2に、被検児の発話の速度(1モーラ区分の持続時間)を示した。聴力レベルが悪化すると、発話の速度は低下した。すなわち、聴力別の群間で

図2 被検児の発話の速度(1モーラ区分あたりの持続時間)と聴力レベルとの関係。図では、横軸に聴力別の6群を示した。各群の平均値と標準誤差(縦棒)を示した。隣接する群間で結果を比較し、統計的有意差(0.1%水準)を認めた時に*印をつけた。

図3 被検児の発話のピッチと聴力レベルとの関係(図3-a). 被検児の発話のピッチの変動幅と聴力レベルとの関係(図3-b). 図では、横軸に聴力別の6群を示した。グラフは、各群の平均値と標準誤差(縦棒)を示した。隣接する群間で結果を比較し、統計的有意差(0.1%水準)を認めた時に*印をつけた。

結果を比較すると、聴力80 dB群の発話の持続時間は、70 dB群の結果と比べて延長し(36 msec)、速度の低下は統計的に有意であった($t=11.68$, $df=10$, $p<0.001$)。さらに、聴力100 dB群の発話の持続時間は、90 dB群と比べて延長し(30 msec)、一層の速度の低下を認めた($t=7.97$, $df=10$, $p<0.001$)。聴力70 dB群の発話の持続時間と正常児の結果を比べると、差は少なく差は統計的に有意ではなかった。

3) 発話のピッチ: 図3aに、被検児の発話のピッチ(平均基本周波数)を示した。聴力別の6群において、

群間の差は少なく(0.008~0.083 オクターブ)、聴力レベルの差異が発話のピッチに与える影響は認められなかった。また、難聴児の発話のピッチ(平均313.1 Hz, 1. S. D.=56.1)と、正常児の結果(平均305.6 Hz, 1. S. D.=22.5)とを比べると差は小さく、統計的有意差を認めなかった。

図3bに、発話のピッチの変動幅を示した。聴力別の群間で結果を比較すると、聴力90 dB群のピッチの変動幅は、聴力80 dB群の結果と比べて約5%減少し、差は統計的に有意であった($t=3.21$, $df=10$, $p<0.01$)。す

なわち、聴力 90 dB 群では、声の抑揚は減少して発話は単調になることが明らかになった。聴力 90 dB 群より聴力レベルの高度な 3 群のピッチの変動幅を比較すると、群間の差は少なかった (0.8~2.9%)。また、聴力 80dB 群より聴力レベルの軽度な 3 群の群間の差も同様に少なかった (0.11%)。差はいずれも統計的に有意ではなかった。聴力 60 dB 群におけるピッチの変動幅と、正常児の結果 (平均 16.5%, 1. S. D.=5.5) と比べると差は少なく、差は統計的に有意ではなかった。

図 4 に、聴力 60dB 群と 70dB 群の被検児 12 名 (図 a) および、聴力 100dB 群と 110dB 群の被検児 12 名 (図 b) の個々の発話について、基本周波数の累積相対度数 (50 Hz ごと) を比較して示した。1 本の折線グラフは 1 症例

の結果を示す。図 4 では最頻度値を示した周波数は、被検児の平均的ピッチとほぼ対応すると考えられる。グラフの尖度の増加は、ピッチの変動幅の減少と対応すると考えられる。両図(a, b)を比較すると、平均的ピッチは両群で差は少ない。また、聴力 100dB 群・110dB 群の症例では、聴力 60dB 群・70dB 群の症例と比べてグラフの尖度はいずれも高く、ピッチの変動幅の減少が顕著でピッチの障害としては、抑揚の平坦化を認めたといえる。

以上の結果をまとめると、(1)音声強度と強度の変動幅の障害は、聴力 70 dB 群以上に認め、(2)発話速度の障害は、聴力 80 dB 群以上に認めた。(3)ピッチの変動幅の障害は、聴力 90 dB 群以上に認め、さらに、(4)発話速度の障害を、聴力 100dB 群以上に認めた。

図 4 個々の被検児の発話における基本周波数の累積相対度数。上図 (a) には、聴力 60 dB 群と 70 dB 群の症例の分析結果を示し、下図 (b) には、聴力 100dB 群と 110dB 群の症例の分析結果を示した。ひとつの折線グラフは 1 症例の結果を示した。

図 5 被検児の聴力レベルと聴覚印象による音声障害の重症度との関係。横軸に、音声障害の重症度別の 4 群を示し、各群の症例の平均聴力レベルの群内平均値と標準偏差（縦棒実線）とレンジ（縦棒点線）を示した。

2. 音声障害の重症度と聴力レベルとの関係

音声障害の重症度を聴覚印象によって総合的に評価して被検児を分類し、各群の被検児の聴力程度を検討した。重症度評価の結果、正常：0名、軽度：12名、中度：7名、重度：9名、最重度：8名に被検児を分類し、群間で聴力程度を比較した（図 5）。

音声障害が重度になると、聴力レベルは悪化した。すなわち、音声障害の重症度中度群の聴力レベルは、軽度群より高く ($t=1.49$, $df=17$, $p<0.01$)。重度群の聴力は、中度群より高かった ($t=2.78$, $df=14$, $p<0.001$)。最重度群の聴力は、重度群より高く ($t=2.07$, $df=15$, $p<0.001$)、被検児の聴力程度の要因が音声の重症度に及ぼす影響は大きいことを確認できた。つぎに、被検児の聴力の分布に注目すると、重度群と最重度群の被検児の聴力のばらつきは小さく、90dBより高値に17例中15例の分布を認め、残り2名の聴力はそれぞれ89dB、87dBであった。一方、軽度群の症例では、90dBより低値に12例中11例の分布を認め残り1名の聴力は91dBであった。中度群では聴力の分布は広範で個人差が著しいこと

がわかった。

3. 音声障害と関連する要因の検討

表 2 に今回の分析結果と被検児の各種要因（平均聴力レベル、語音明瞭度、生活年齢、読書力検査結果、教育開始年齢、発語明瞭度）との相関係数を示した。今回は、早期に難聴と診断し、ホームトレーニングプログラ

表 2 音声障害と関連する要因の検討

	発話の ピッチ	ピッチの 変動幅	音声強度	音声強度 の変動幅	発話速度
平均聴力レベル	0.107	-0.589*	0.445	0.125	0.556*
語音明瞭度	-0.141	0.715*	-0.209	0.088	-0.557*
生活年齢	-0.234	0.190	-0.492	-0.235	-0.444
読書力検査	0.001	0.023	0.125	0.005	0.012
教育開始年齢	-0.046	0.385	-0.298	-0.096	-0.477
発語明瞭度	-0.151	0.559*	-0.350	0.077	-0.560*

今回の分析結果と、被検児の各種要因との相関係数を算出し、統計的に有意 (0.1%水準, $df=34$) な相関を示した係数に*印をつけた。

ムを開始した症例を対象とした。難聴診断時の被検児の年齢は、80 dB より高度の症例では2歳6カ月以前、70 dB 群では3歳以前、60dB 群では4歳6カ月以前の症例を対象とした。今回の諸検査を施行した時の被検児の年齢は、7歳から10歳までとし、幼児期から学童期の音声の発達の変化および思春期の発達の要因の影響が少なくなるようにした。また、全例とも精神発達は正常であったが、言語の習得レベルの個人差の要因（読書力検査）も検討した。教育開始年齢、生活年齢、言語習得レベルの要因については、上記の範囲内での被検児の個人差が、本研究結果に与えた影響の有無について検討を加えた。その結果、ピッチの変動幅と発話速度は、被検児の聴力と語音明瞭度と発語明瞭度の3要因とそれぞれ相関が高く、係数は統計的に有意であった（ $p < 0.001$, $df = 34$ ）。同分析結果と、被検児の生活年齢、読書力検査結果、教育開始年齢の各要因との相関係数は低値で、統計的に有意（ $p < 0.001$ ）ではなかった。また、発話のピッチ、音声強度、音声強度の変動幅と被検児の各種要因との相関係数は低値で、統計的に有意（ $p < 0.001$ ）ではなかった。すなわち、聴覚障害児の主な音声の障害であったピッチの変動幅と発話速度は、聴力や語音明瞭度など聴覚系の障害の要因との関連性が著しく高いことを確認できた。また、発語明瞭度の障害との関連性も著しく高いことがわかった。

考 察

音声言語には、音素や音節などに認められる特徴（分節の特徴）と、連続した発話区分にわたって認められる特徴（韻律的特徴）とがある。話者は、発話のピッチや強度、速度の変化などにおける韻律的特徴によって、アクセントや強調、イントネーション、休止などを表現する。また、話者は発話の韻律的特徴によって語彙や構文などの言語的情報を聞き手に伝達できる。さらに、話者の個性や感情などの非言語的情報を伝達できる。

さきに、工藤ら¹⁹⁾は、聴覚障害児の音声における分節の側面の障害について検討し、障害の程度は聴力レベルとの関連性が高いと報告した。本研究では、聴覚障害児の発話を音響的に分析したうえで、韻律的側面の障害について検討し、分節的側面と同様に、障害の程度は聴力レベルとの関連性が高いことを明らかにした。以下に、本研究結果と従来の研究結果とを比較し、重要な項目について考察を加えたい。

1. 聴覚障害児の音声障害の種類

1) 発話のピッチ

従来の研究では、聴覚障害児の発話のピッチにおい

て、(1)話声位⁷⁾と(2)抑揚⁷⁾の異常について報告されている。

話声位の障害については、補聴による聴覚の補償が不十分な時代の研究において、聴覚障害の話声位は正常児より高く、時にはうら声 (folset voice) を用いるといった報告^{8,9,13)}がある。近年では、正常児の話声位と聴覚障害児の話声位との間には、差がないという Meckfessel¹⁰⁾ および Ermovick¹¹⁾ の報告があるが、発達的な変化については障害を認めたという報告¹⁰⁾もある。すなわち、変声期以前(7~8歳)の聴覚障害児では、男子(292Hz)¹⁰⁾、女子(235Hz)¹¹⁾とも、正常児(男子:289Hz¹⁰⁾、女子:245Hz¹¹⁾の話声位との差が少ない。変声期以降(17~18歳)の聴覚障害児では、男子(184Hz)は、正常児(130Hz)¹⁰⁾より高値を示した。女子(256Hz)¹¹⁾は、正常児(230Hz)よりわずかに高いが、個人差が大きく^{8,11)}、正常児との差は男子ほど明らかではないと報告されている。本研究では7~10歳の変声期以前の症例を対象とし、話声位は正常児の値と差が少ないという結果を得た。この結果は、Meckfessel¹⁰⁾や Ermovick¹¹⁾の報告と一致していた。

聴覚障害児の抑揚について、従来の報告では、(1)ピッチの変動の減少による発話の単調さ^{7,12)}と、(2)ピッチの過剰な変動による異常^{7,12)}が指摘されている。適切なピッチの変化は、特定の文意の強調や、文末の疑問文と平叙文の区別や、構文の構造についての情報を伝達する。

本結果から、今回の早期に教育を開始した聴覚障害児のピッチの障害としては、ピッチの変動幅の減少が著しく、抑揚の平坦化を認めたといえる。本研究では、正常児6名の発話中のピッチの変動幅は0.65オクターブから1.73オクターブ(平均1.02)の範囲にあった。一方、聴覚障害児でピッチの変動幅の障害を多数認めた90 dB以上の症例18名のうち、上記の正常児の結果より変動幅の少ない症例は、13名(72.7%)認めた。反対に、正常児の結果より変動幅の大きい被検児は認められず、本研究における聴覚障害児のピッチの障害としては、抑揚の平坦化が著しいことが明らかになった。

抑揚の変化の範囲を超えた変動や、爆発的な変動は初期の研究にしばしば報告されたが、韻律的な情報の伝達を妨げることになる。聴覚障害児のピッチの過剰な変動の機序としては、(1)発声に関連する筋の過度な緊張と、弛緩によって声の高さを調整しようとする^{7,13)}。(2)異なる母音の産生に必要なフォルマント周波数の差を基本周波数の差によって産生しようとする¹⁾といった解釈がある。本研究では、正常児の範囲をこえた抑揚の変動を示した聴覚障害児例を認めなかったが、特定の母音の産生時に基本周波数を変化させている症例を認め上記後者の

機序を一部支持できる。本症例は聴力レベル110dBの聾児であるが、母音「い」段において一貫してピッチの上昇を認めた。

2) 発話の速度

聴覚障害児の発話の速度について、従来の報告では、(1)発話速度が遅く^{1,14-16)}、その結果、(2)発話の明瞭性を著しく低下させている^{1,7,14)}という点について、一致した見解を示している。以下に聴覚障害者の発話速度（括弧内：前部）と正常者の発話速度（括弧内：後部）とを比較した従来の研究結果を概括し、本研究で得た結果について考察を加えた。すなわち、(1)1962, Tato ら¹⁷⁾(0.47 sec : 0.27sec/syllable), (2)1968, Calton ら¹⁵⁾(8~10 sec : 3~4 sec/sentence), (3)1974, 鏡ら⁴⁾(2~5 sec : 1.5~2 sec/おはようございます), (4)1976, Flecher ら¹⁶⁾(173 words : 95 words/min.)などの報告がある。著者らの研究では、80~89dBの聴覚障害児において0.20 sec/モーラ、100dB以上の聴覚障害児において0.24sec/モーラという結果を得た。正常児において0.15sec/モーラという結果を得た。各報告の結果を比較するために、正常児に対する速度の比を用いると、Tato¹⁷⁾, Calton¹⁵⁾, 鏡⁴⁾らの報告では聴覚障害者の発話は正常者の発話の2倍以上の速度の低下（持続時間の延長）を認めた。著者らの研究では、障害は軽減し正常児との差は少なかった。すなわち、80~89dB群の発話速度は正常児の1.3倍、100dB以上の群は正常児の1.6倍であった。著者らの研究における100dB以上の重度聴覚障害児の結果が近年のFlecher ら¹⁶⁾の結果（1.8倍）に近似していた。聴覚障害児の発話の速度の低下の機序としては、(1)語のストレスを弁別する能力の低下によって、ストレスに伴う音節の持続時間の調整が困難である¹⁸⁾。(2)聴覚障害児が音節の正確な構音に注目するために発話中の音節間に休止が入る^{8,14)}。(3)発話に要する呼気の調整が不適切なために、息つぎの回数が増加する^{1,14)}ことなどの解釈がある。その結果、聴覚障害児の発話では、摩擦音の子音部の持続時間や、破裂音の呼気閉鎖時間や、母音の持続時間が有意に延長していたこと¹⁸⁾などが報告されているが、機序については不明な点が多い。

2. 聴覚障害児の音声障害と聴力との関係

本研究では、聴覚障害児の音声障害について聴覚印象によって障害程度を評価し、障害程度別の群の症例の聴力レベルを検討した。そして、軽度の音声障害を聴力90dB未満の症例に認め、重度・最重度の音声障害を聴力90dB以上の症例に認めたことから、音声障害の予後の推定の際には、聴覚障害児の聴力が90dB以上であるか否かについて考慮することの有用性が示唆された。聴力レベルが80dB以上と高度であったにもかかわらず、

軽度・中度の音声障害を示した症例（7例）に共通した特徴の検討は、同様に予後の推定の際の資料として利用できる。7症例中、6症例の平均聴力レベルは85dBから95dBの範囲にあり、1症例は110dBであった。上記6症例に共通した特徴について同様の平均聴力（80dB~99dB）の他の症例と比較すると以下のとおりである。

音声障害の軽微な6症例では、(1)低周波数帯の残聴が著しい（250Hzの閾値が65dB以内）聴力型を示した（他症例の250Hzの閾値の平均：83dB）。本症例では2,000Hzの閾値は110dB以内で高周波数帯の残聴も認めたが、残聴の程度は他症例（2,000Hzの閾値の平均：101dB）と差はない。(2)語音弁別能は20%より良好であった（他症例の平均：12%）。(3)発話明瞭度は60%より良好であった（他症例の平均：38%）などの特徴を示した。音声障害が軽微であった上記7症例については、年齢や読書力検査結果などに一定の傾向は認められず、補聴器装用開始の時期についても同様であった。本症例では、いずれも就学前に聴覚系の活用を重視した言語指導を行い音声言語を習得させ、手指法は用いていない。7症例中5症例については当科で指導を行い、1症例は聾学校幼稚園、他の1症例は難聴児通園施設にて指導をうけた。7症例は全例普通小学校に就学した。

3. 聴覚障害児の音声における分節的障害と韻律的障害

聴覚障害児の音声の臨床的評価には、韻律的障害と分節的障害の両側面の検討を欠かせない。早期に教育を開始した聴覚障害児において、両側面の障害の程度はいずれも聴力程度との関連性が高いことが本研究および工藤ら¹⁹⁾の研究によって明らかになった。分節的障害について工藤ら¹⁹⁾は、平均聴力60~79dB群、80~99dB群、100dB以上群の3群の発話明瞭度は順に、77.2%、51.8%、22.7%であったと報告した。降矢²⁰⁾の各種の音声障害者（123名）について発話明瞭度の社会的障害度を評価した研究によると、発話明瞭度96~71%を軽度の障害とし、同70~36%を中度の障害、同35~0%を重度の障害と認められると報告されている。分節的障害について、工藤¹⁹⁾、降矢²⁰⁾の結果を参照し、韻律的障害についての著者らの結果とをあわせて、聴覚障害児の音声障害と聴力との関係を述べると以下のとおりである。

(1)聴力80dB未満の症例に軽度の分節的障害と、音声強度の変動幅についての韻律的障害を認めた。(2)聴力80~99dBの症例に、中度の分節的障害と、音声強度・ピッチ・速度についての2~3種の韻律的障害を認めた。(3)聴力100dB以上の症例に、重度の分節的障害と、すべての韻律的側面の障害の悪化を認めたと概括できよう。

ま と め

早期に（平均2歳1カ月）補聴器を装用させて、ホームトレーニングプログラムを施行した中・高度聴覚障害児（36例）の発話を音響的に分析した。ついで聴覚印象によって音声障害の重症度を評価し、聴力レベルの差異が音声障害の種類と程度に及ぼす影響を検討した。その結果、(1)音声強度と強度の変動幅の増加を聴力70 dB以上の群に認めた。(2)発話速度の低下を聴力80 dB以上の群に認め、聴力100 dB以上の群では一層の低下を認めた。(3)ピッチの変動幅の減少は、聴力90 dB以上の群に認めたが、ピッチの平均値は正常児と差がなかった。さらに、(4)音声障害の予後の推定の際には、聴力レベルが90 dB以上であるか否かについて検討することの有用性が示唆された。

本結果は、聴覚障害児の音声障害の評価の際や、系統的な訓練を行う際の資料として利用できる。

終稿にあたり、聴覚印象評価にご協力下さいました小林はるよ氏、福田友美子氏、堀内美智子氏（帝京大学）、佐川幸子氏（東京医大霞浦分院）に感謝いたします。

文 献

- 1) Hudgins, C.V. : An investigation of the intelligibility of the speech of the deaf. *Genetic Psychology Monograph*, 25 : 292-392, 1942.
- 2) 切替一郎, 松崎 力, 船坂宗太郎 : 音声の動揺に関する実験的研究. *日耳鼻*, 68 : 364-374, 1964.
- 3) Eguchi, S. : Clinical study of the deaf child, *Acta Med. nagasaki*, 9 : 135-171, 1965.
- 4) 鏡隆左衛門, 比企静雄 : ろう, 難聴児の基本周波数と強度の変化の特性. *日本音響学会誌*, 31(3) : 155-162, 1975.
- 5) 田中美郷, 他 : 聴覚障害児のリハビリテーション. *小児看護*, 6(13) : 1471-1480, 1983.
- 6) 田中美郷 : われわれの臨床で訓練した難聴乳幼児のフォローアップ—アンケートよりみた就学情況と言語の問題. *音声言語医学*, 24 : 35-36, 1983.
- 7) Nickerson, R.S. : Characteristics of the speech of deaf persons. *The Volta Review*, 77 : 342-362, 1975.
- 8) Boone, D.R. : Modification of the voices of deaf children. *The Volta Review*, 68 : 686-694, 1966.
- 9) Angelocci, A.A., Kopp, G.A. : The vowel formants of deaf and normal hearing 11-to 14-year old boys. *J. Speech Hear. Dis.*, 29 : 156-170, 1964.
- 10) Mectfessel, A.L. : A comparison between vocal characteristics of deaf and normal hearing individuals. Unpublished master's thesis, University of Kansas, 1965.
- 11) Ermovick, D.A. : A spectrographic analysis comparing connected speech of deaf subjects and hearing subjects. Unpublished master's thesis, university of Kansas, 1965.
- 12) Martony, J. : On the correction of falsetto voice pitch level for severely hard of hearing subjects, *American Annals of the Deaf*, 113 : 195-202, 1968.
- 13) Willemain, T.R., Lee, F.F. : Tactile pitch feedback for deaf speakers. *The Volta Review*, 73 : 541-554, 1971.
- 14) John, J. E. J., Howardth, J. N. : The effect of time distortions on the intelligibility of deaf children's speech, *Language and Speech*, 8 : 127-134, 1965.
- 15) Colton, R.H. and Cooker, H.S. : Perceived nasality in the speech of the deaf. *J. Speech Hear. Res.*, 11 : 553-559, 1968.
- 16) Fletcher, S.G. and Daly, D.A. : Nasalance in utterances of hearing impaired speakers. *J. Commun. Dis.*, 9 : 63-73, 1976.
- 17) Tato, J.M. and Arcella, A.I. : cited by Wilson, D. K. : Voice problems of children. *Williams & Wilkins*, 183-184, 1981.
- 18) Angelocci, A.A. : Some observations on the speech of the deaf. *The Volta Review*, 64 : 403-405, 1962.
- 19) 工藤多賀, 広田栄子, 田中美郷 : 難聴児のフォローアップ——難聴児の聴力程度と発語明瞭度との関係よりみて——*Audiology Japan*, 28(2) : 107-112, 1985.
- 20) 降矢宜成 : 言語障害の語音発語明瞭度（語明度）に関する研究. *日耳鼻*, 61 : 166-193, 1947.

別刷請求先 : 〒173 東京都板橋区加賀2-11-1

帝京大学医学部耳鼻咽喉科学教室

広田栄子