

聴覚障害児の発声機能に関する研究

新潟大学医学部耳鼻咽喉科教室（主任：中野雄一教授）

星 名 信 昭

A Study of Phonetic Functions of Hearing Impaired Students

Nobuaki HOSHINA

Department of Otolaryngology, Niigata University School of Medicine

(Director: Professor Yuichi NAKANO)

In order to improve speech of hearing impaired, their phonetic functions were investigated. Maximum phonation time, mean air flow rate, voice intensity and pitch were measured by phonation function analyzer (SH-01, Rion Co.) in 80 hearing impaired and 240 normal students aged from 12 to 19 years old. Phonation quotient was calculated from maximum phonation time and vital capacity. Although the physique such as body height and vital capacity was similar in both groups, some hearing impaired students exceeded the normal range in every phonetic functions except voice intensity. Graph shapes displayed in the analyzer did not hold constantly. These results suggested that respiratory and laryngeal control in phonation of hearing impaired would be immature and that, in occasion of teaching speech to them, we should lay stress on the efficient use of respiratory air for phonation and the elaborate control of larynx in phonation. In the training of those aspects, the analyzer seemed to be a useful equipment, because of its possibility to display three basic phonetic functions in real-time.

Key words: hearing impaired students, phonetic function, respiratory control

聴覚障害児，発声機能，呼吸調節

聴覚障害児に発音を教えることは、1880年の国際聾教育者会議で口話法の卓越性が認められてから、全世界に広がった。諸科学が急激に進歩した時代であり、音声医学においても特筆すべき業績があった。第二次大戦後、Soundspectrograph の出現などにより音声科学が一段と進歩し¹⁾、それに伴って発音指導も改善された。わが国においては1960年代後半に良質な補聴器の出現と早期教育の実施によって、聴覚障害児の教育は大きく進展し、彼らの発音の明瞭さも全体としては向上してきた。しかし、その発音の明瞭度は必ずしも充分なものではな

いのが現状であり、彼らに関係のない一般の人にとって話がほとんど理解できない場合が少なくなかった²⁾。これは良質の補聴器の出現と早期教育の実施が、一方では聴覚障害児も健聴幼児と同じ発達過程をたどるはずで、特別な発音訓練をせず自然な形で育てるべきである、という考えをもたらしただけである。聾学校などでも発音指導には以前ほど力点が置かれず、発音の基礎指導は不十分である。

また、聴覚障害児の発声発語の指導や研究において、これまで構音や声の大きさと高さについての報告はみら

Reprint requests to: Nobuaki HOSHINA,
Department of Otolaryngology
Niigata University School of Medicine
Niigata City, 951 JAPAN

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町1番町
新潟大学医学部耳鼻咽喉科教室

星 名 信 昭

れるが、発声の基礎である呼吸や喉頭調節に関する研究は少ない。特に、発声時の呼吸流の量的問題は、明瞭な発声を望む場合に是非把握しておかなければならない発声機能と考えるが、著者の調べたかぎりでは十分に検討されておらず、また報告もみられない。

そこで、聴覚障害児の発声機能、特に呼吸と喉頭調節の特性を明らかにするため、健聴児と比較検討を行ったので報告する。

I. 検査対象

基礎的な発音指導がほぼ完了した聴覚障害児の発声機能を調べることは低学年の指導の内容や方法の改善に有用であると思われる。そこで中学生以上の生徒を被検者とし、同年代の普通学級の生徒を対照として、次のような基準で二群の検査対象を選んだ。

聴覚障害児群（以下D群と略す）：聾学校の中学部と高等部に在籍し、聴力レベルが80dB以上の生徒である。聴覚以外に重篤な障害を持つもの、年齢が学年相応でないもの、および聾学校以外の学校教育を経験している生徒は、除外した。各学部男女20名合計80名である。

健聴児群（以下N群と略す）：公立の中学校と高等学校に在籍し、年齢が学年相応で、聴覚・言語や身体的障害が認められない生徒とした。各学年男女20名、合計240名である。

II. 検査方法および結果

1. ホノラリンググラフによる発声機能の測定

1) 検査方法

発声機能検査装置はホノラリンググラフ（リオン製、Type SH-01）を使用した。本装置は、直径26mmの円筒形のマウスピースをくわえて無関位発声させ、その呼吸流を定温型熱線流量計のセンサーで、音響的側面を音響マイクロホンで、受信するものである。情報の処理結果はブラウン管に、呼吸流率（ml/sec）、声の強さ（dB）、および声の基本周波数（Hz）の三種類を、時間経過とともに同時にグラフ表示でき、画面上でカーソルをそれに合わせると、値がデジタル表示される。これを印刷して各被検者のデータとした。

実際に採取した2例を図1に示す。横軸が時間経過であり、2本の垂直のカーソルを発声の開始時（T1）と終了時（T2）に合わせると発声持続時間（T2-T1）が求められる。縦に並ぶ三層のグラフが、一つの発声の呼吸流率（FLOW）声の強さ（INTEN）基本周波数（PITCH）であり、各グラフ内に手動で自由に動かせる一本の水平

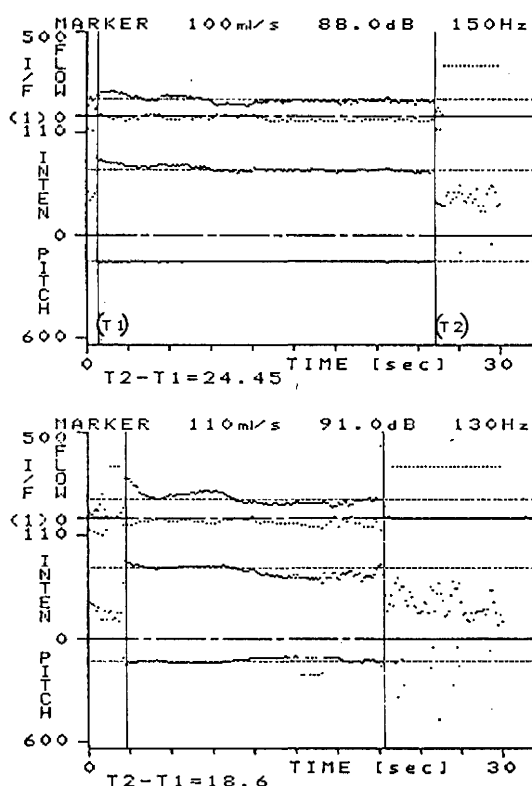


図1 ホノラリンググラフの表示例

上は健聴児、下は聴覚障害児、いずれも17歳の男子

なカーソルがある。そのカーソルの合わせ方は、図1上の健聴児の例のような場合は問題なくグラフ上にのせることができるが、下の聴覚障害児の例のようにグラフが変動する場合は、図示したとおり最も安定している所に合わせるか、Flowのグラフのように定常部分のない時は視察によりカーソルをグラフの中央と考えられる所に置いて値を決めた。

図1上の健聴児のPitchのようにグラフが一定でカーソルとはほぼ重なるものもあるが、多くは図1下のグラフのように上下に揺れる。そこで各グラフ内で最も大きい値と最も小さい値との差を測定し、これを変動幅と呼びグラフの変化の状態を示す尺度とした。

検査は音声言語医学会の発声機能検査検討委員会によるガイドライン³⁾に従って実施した。即ち、マウスピースをくわえて任意の母音（口の形から実際にはアに近い音になる）を出す無関位発声で、普通の大きさと普通の高さで、一定にできるだけ長く発声するように指示した。三回測定し、最も長い発声を分析資料とした。

検査は、昭和60年10月から12月の間に、被検者の在籍している学校（公立の中学校、高等学校および聾学校）の相談室、会議室、聴能訓練室等で実施した。

2) 測定結果

無関位持続発声における最大発声持続時間、呼気流率、声の強さ、基本周波数、および三種のグラフの変動幅を学年毎にまとめたものが表1から表7である。なお表中の有意差の欄の印は両群の平均の差を \dagger 検定した結果を示し、無印は統計的有意差がないことを、 \times は5%、 $\times\times$ は1%、 $\times\times\times$ は0.1%の水準の有意差を示す。

(i) 最大発声持続時間

表1のN群とD群を対比すると、最大値は男女すべての学年で、最小値は女子の中1高2高3を除いて、平均値は女子の高2を除いて、D群が小さい。男子の中2

と高2および女子の中1には両群の平均値に有意差があった。全体の平均値は男子N群17.3秒でD群13.8秒、女子でN群14.4秒とD群12.8秒であり、男女とも両群間に統計的有意差が認められた。各群内の学年別平均では男子中学2年のN群が長くD群がやや短い、その他は比較的近似の値であり、年齢増加に伴う特定の傾向はみられなかった。

最大発声持続時間の測定結果の臨床的応用としては、棄却限界（平均値に標準偏差の2倍の値を加減した値）を求めて異常性を疑う基準としている。ただし、母集団が正規分布していることを前提とするが、その分布は短い方に偏る場合が多く、分布の正規化を図るために値を対数ないし平方根変換して処理している⁴⁾。今回の測定値を平方根変換して棄却限界を求めた結果は、N群男子

表1-1 男子の無関位発声の持続時間（sec）

被検者 学年	人 数		最大値		最小値		平均値		有意差	標準偏差	
	N	D	N	D	N	D	N	D		N	D
中1	20	8	22	17	10	8	14.7	13.1		3.8	3.3
中2	20	4	30	14	10	7	19.9	10.1	$\times\times\times$	4.6	3.1
中3	20	8	26	20	9	6	16.1	14.2		3.9	4.7
中学生	60	20	30	20	9	6	16.9	12.9		4.6	4.0
高1	20	7	25	22	11	6	17.8	14.9		4.2	4.6
高2	20	5	27	18	11	9	18.2	14.0	\times	4.5	3.4
高3	20	8	25	20	11	9	17.3	15.0		4.0	4.1
高校生	60	20	27	22	11	6	17.8	14.7		4.2	4.0
全学年	120	40	30	22	9	6	17.3	13.8	$\times\times\times$	4.4	4.0

表1-2 女子の無関位発声の持続時間（sec）

被検者 学年	人 数		最大値		最小値		平均値		有意差	標準偏差	
	N	D	N	D	N	D	N	D		N	D
中1	20	6	24	22	8	6	15.2	11.2		4.5	5.5
中2	20	6	26	15	8	10	16.0	12.6	\times	4.6	2.0
中3	20	8	25	21	8	6	14.4	14.1		4.1	6.0
中学生	60	20	26	22	8	6	15.2	12.7		4.4	4.9
高1	20	5	23	16	6	8	12.6	10.5		3.7	3.0
高2	20	5	21	16	9	11	13.2	13.6		3.5	1.9
高3	20	10	23	20	7	9	15.3	13.5		4.7	3.8
高校生	60	20	23	20	6	8	13.7	12.8		4.1	3.4
全学年	120	40	26	22	6	6	14.4	12.8	\times	4.3	4.1

9.4~27.0秒女子7.9~24.0秒, D群男子7.1~24.1秒女子6.5~23.2秒であった。発声持続時間の場合は下限が問題となるが, N群の男子で約9秒女子は約8秒, D群は男女とも約7秒が棄却限界となる。

(ii) 呼気流率

呼気流率は発声効率を表わす一つの指標であるが, 表2に示すごとく学年別平均は種々の値をとり標準偏差も比較的大きい。各群を学年順に見ても年齢による特定の傾向は認められなかった。図2は中学生と高校生でまとめた各群の平均値で, この図からも呼気流率に関して中学生と高校生では違いがないことがわかる。一方, N群とD群の間には明確な差が認められた。

呼気流率の変動幅は表3に示したようにD群が大きく両群の変動幅の平均値を比べると, 男子高校1年が5%で, それ以外はすべて1%水準で有意差が認められた。

また, グラフの変動パターンを著者が提案した基準⁵⁾に従って分類すると表8のようになり, N群は比較的変動の少ない水平型と傾斜型で全体の96%を占めるが, D群はそれが僅か39%で, 始変型, 上下型や不定型などの変動の著しい型の頻度が多くなっている。

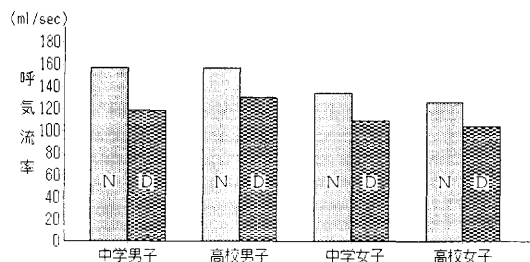


図2 中学生と高校生の呼気流率の群別平均値

表2 呼気流率 (ml/sec)

被検者 学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意 差	N 群		D 群		有意 差
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD	
中1	170	60	91	37	※※	143	37	95	27	※※
中2	135	39	132	21		127	43	110	39	
中3	166	66	137	47		130	53	119	37	
中学生	157	58	118	40	※※	134	45	109	33	※
高1	165	60	136	53		120	33	110	41	
高2	141	33	136	68		126	51	94	28	
高3	165	49	121	47	※	132	37	105	41	※
高校生	157	49	130	52		126	41	104	37	
全学年	157	53	124	47	※※	130	43	106	35	※※

表3 持続発声における呼気流率の変動幅 (ml/sec)

被検者 学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意 差	N 群		D 群		有意 差
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD	
中1	110	74	229	98	※※	87	35	188	72	※※※
中2	77	31	301	116	※※※	72	45	223	100	※※※
中3	90	52	259	90	※※※	81	47	213	84	※※※
高1	111	55	175	73	※	63	27	167	70	※※※
高2	93	45	232	90	※※※	51	25	248	86	※※※
高3	90	43	156	85	※※	66	30	185	77	※※※
全学年	95	52	218	98	※※※	70	37	197	88	※※※

(iii) 声の強さ

表4の音の強さの平均値を学年毎にまとめて図3に示した。両群の平均値はおよそ90dBであったが、図からもわかるようにN群とD群に差がみられた。表4の全学年で男子では両群間に5%、女子では1%の有意差が認められた。各群の学年別の平均値を見ると、N群は男女とも中学1年生が他の学年に比べて大きい値であったが、D群には特定の傾向はなかった。D群の各学年の平均値は多少のばらつきはあるが、男女とも3dB以内の差であり、むしろ各学年の平均値は近似な値であった。

一つの発声内で声の強さが変化する程度を変動幅として測定したが、その結果が表5である。変動幅はN群がおよそ5dB、D群は11dBであった。表に示すとおり、学年間および男女間には特定の傾向は見られず、N

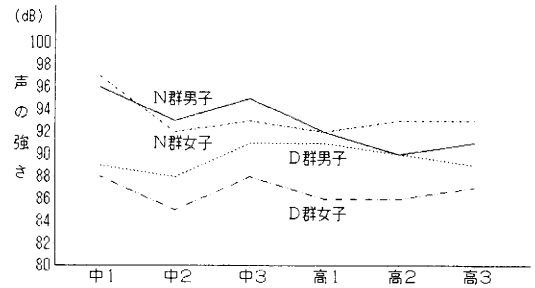


図3 声の強さの学年別平均値

群とD群の差が顕著であった。

(iv) 基本周波数

表6の学年別平均値をまとめて図4に示した。基本周波数に関しては男子と女子の違いは明確である。N群の

表4 声の強さ (dB)

被検者 学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意 差	N 群		D 群		有意 差
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD	
中1	96.2	4	89.4	6	***	97.1	4	87.8	4	***
中2	92.6	4	88.3	5	*	92.3	3	85.3	4	***
中3	94.7	2	92.1	3	**	92.7	4	88.4	2	**
中学生	94.5	4	90.5	6	***	94.1	4	87.4	4	***
高1	92.0	3	91.9	9		92.0	4	86.4	5	***
高2	90.3	4	90.0	4		93.8	3	86.0	3	***
高3	91.1	3	89.1	2		93.2	4	86.9	3	***
高校生	91.1	3	90.3	5		93.0	4	86.6	4	***
全学年	92.8	4	90.3	6	**	93.5	4	87.5	3	***

表5 持続発声における声の強さの変動幅 (dB)

被検者 学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意 差	N 群		D 群		有意 差
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD	
中1	4.9	2	12.5	6	***	5.0	2	10.7	4	***
中2	4.5	2	16.5	5	***	5.4	2	11.5	4	***
中3	3.9	2	9.6	3	***	5.4	1	11.1	2	***
高1	5.1	2	11.0	8	**	5.3	1	10.8	5	***
高2	4.7	1	12.6	4	***	4.6	1	12.2	3	***
高3	4.2	1	10.0	2	***	4.4	1	11.0	3	***
全学年	4.5	2	11.6	5	***	5.0	2	11.0	3	***

表6 基本周波数 (Hz)

被検者 学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意 差	N 群		D 群		有意 差
	平均	S D	平均	S D		平均	S D	平均	S D	
中 1	228	33	237	91		343	27	274	60	※※
中 2	158	27	203	93	※	276	24	280	38	※※※
中 3	141	25	169	49	※	278	28	279	75	※※※
中学生	173	49	204	82	※	295	41	276	63	※※※
高 1	150	15	168	42		273	15	244	47	※
高 2	141	12	179	56	※※	297	19	232	51	※※※※
高 3	147	13	153	24		282	11	261	63	※
高校生	146	13	161	40	※※	282	17	242	62	※※※※
全学年	160	28	184	66	※※※※	291	23	265	57	※※※※

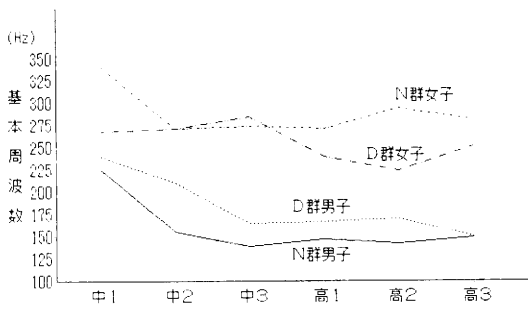


図 4 基本周波数の学年別平均値

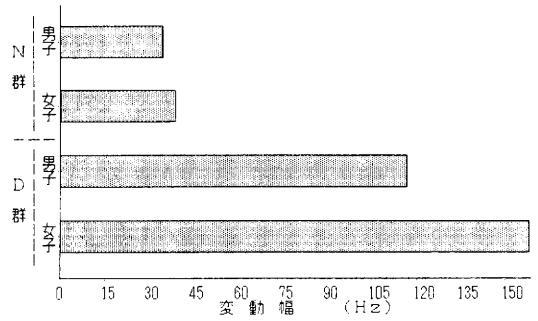


図 5 基本周波数の男女別平均変動幅

表7 持続発声における基本周波数の変動幅 (Hz)

被検者 学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意 差	N 群		D 群		有意 差
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD	
中 1	49	23	181	133	※※※※	51	33	143	76	※※※※
中 2	42	25	132	87	※※※※	40	32	179	122	※※※※
中 3	66	29	99	67	※	53	22	129	95	※※※※
高 1	24	10	96	49	※※※※	35	20	191	102	※※※※
高 2	12	9	130	98	※※※※	29	24	168	81	※※※※
高 3	19	14	73	45	※※※※	29	21	147	58	※※※※
全学年	35	27	117	94	※※※※	40	25	158	99	※※※※

表 8 呼気流率のグラフの変動パターンと例数 (%)

型	N 群	D 群
水 平 型	150 (63)	8 (10)
傾 斜 型	78 (33)	23 (29)
始 変 型	7 (3)	18 (23)
終 変 型	3 (1)	0 (0)
上 下 型	2 (1)	18 (23)
不 定 型	0 (0)	13 (16)

値を学年毎に見ると、男女とも中学1年生の基本周波数だけ特異的に高く、他のいずれの学年とも1%水準の有意差が認められた。一方、D群女子の中学生は各学年ほぼ同じ値を示し高校生の基本周波数がやや低くなる。男子は中学3年以後がほぼ同じ値であり、中学1年とは有意差が認められる。全体としてN群とD群を比べた場合D群男子は高く女子は低い傾向がある。

一つの持続発声内で基本周波数がどのくらい変動していたかを測定した結果が表7である。持続発声においては健聴児でも基本周波数は多少変動するが、聴覚障害児はこの変動が極端に大きい。表7の全学年の項をまとめて図5を作成した。N群とD群の違いは図からも明らかで、特に聴覚障害の女子の変動幅が大きい。

2. 最大発声持続時間と肺活量の測定および

Phonation Quotient の算出

1) 検査方法

最大発声持続時間：普通の大きさと普通の高さで、できるだけ長く発声するように指示し、二種類の最大発声持続時間を調べた。つまり、通常の検査のとおり母音アをできるだけ長く発声するものと、「こんにちわアー」と語尾のアを長くひき伸ばすものである。検査はガイドライン³⁾に従って実施した。

被検者の発声を、口元から約30cmの位置に置いたマイク（ソニー、ECM-23F）で録音する（ソニー、TCM-5000）。これを Soundspectrograph（リオン、SG-09）でボタンと振幅描記の二現象表示させて、発声の開始から終了までの持続時間を測定した。ただ、後続母音については、ひき伸ばした語尾の母音アの部分を最大発声持続時間とした。ホノラリンググラフで測定した無関位持続発声を加えて三種類の最大発声持続時間を比較した。単位はいずれも秒である。

肺活量：測定は充分息を吸って一旦止め、合図によって一気に全部吐きださせるようにした。なお、肺活量は姿勢によって変わることもあるので壁に背を向けて立つ姿勢に統一した。測定には電子スパイロメーター（CHEST 製 Autospiror HI-498）を用い、測定値は努力性呼気肺活量（forced vital capacity）で、単位は ml である。

Phonation Quotient（PQ と略す）：肺活量を最大発声持続時間で除した値であり、発声効率を示す一つの測度である。単位は ml/sec で、この値が小さいほど効率が良いことになる。なお、最大発声持続時間の三種類の中で最も一般的な母音アの持続時間を用いて計算した。

2) 測定結果

(i) 三種類の最大発声持続時間

三種類の最大発声持続時間を、男女別に学年ごとの結果をまとめて、各々N群とD群が対比できるように並べて表9に示した。両群の平均値を見ると、D群の持続時間はN群の値より短い。とりわけ後続母音の持続時間は女子の高校2年生を除いて、すべて両群の間に有意差が認められている。

各群内の被検者の年齢別では、必ずしも学年進行に伴い持続時間が長くなるとは言えない。ただ、N群男子の

表9-1 男子の三種の最大発声持続時間（sec）

学年	母音の持続発声			後続母音の持続			無 関 位 発 声		
	N	D	差	N	D	差	N	D	差
中 1	15.1	11.5	✕	13.6	6.5	✕ ✕	14.7	13.1	
中 2	20.0	13.0	✕ ✕	19.8	7.4	✕ ✕	19.9	10.1	✕ ✕
中 3	16.3	11.7	✕	15.8	10.4	✕ ✕	16.1	14.2	
高 1	17.4	15.1		16.6	10.6	✕ ✕	17.8	14.9	
高 2	17.8	14.2		17.2	11.9	✕ ✕	18.2	14.0	✕
高 3	16.1	13.4		16.8	11.4	✕ ✕	17.3	15.0	
全学年	17.1	13.2	✕ ✕	16.3	10.4	✕ ✕	17.3	13.8	✕ ✕

表9-2 女子の三種の最大発声持続時間 (sec)

学年	母音の持続発声			後続母音の持続			無 関 位 発 声		
	N	D	差	N	D	差	N	D	差
中1	16.6	12.3	✕	15.4	9.3	✕✕	15.2	11.2	✕
中2	16.0	12.0	✕	14.3	10.1	✕✕	16.0	12.6	✕
中3	14.5	12.9		13.8	10.7	✕	14.4	14.1	
高1	12.0	10.0		11.6	8.0	✕	12.6	10.5	
高2	12.5	12.2		11.0	11.7		13.2	13.6	
高3	15.3	14.2		13.8	11.3	✕	15.3	13.5	
全学年	14.5	12.9	✕	13.2	10.5	✕✕	14.4	12.8	✕

中学1年生はやや短く、2年生が他の学年に比べても特に長いため、両者間に有意差があったが、その他いずれの組み合わせにも有意差は認められなかった。

最大発声持続時間に関する各表の合計の欄をまとめて図6を作成した。両群および男女とも、母音アと無関位の持続時間はほぼ同じである。一方、後続母音の持続時間はN群でそれらよりやや短いだけで有意差はない。これに対して、D群では後続母音の持続時間が大幅に短く男女とも他の二つの持続時間の間に1%水準で有意差があった。さらに、図6に各持続時間ごとのNとD群の平均値の差の検定結果を印したが、いずれもD群はN群より有意に短いことが明らかである。特に後続母音の持続は、男女とも0.1%の有意水準で差が認められた。

後続母音の最大発声持続時間は /ko n ni chi wa--/ の最後の /a/ の持続時間としたが、この単語の前の部分の平均所要時間は次のとおりであった。N群の男子0.48秒(SD=0.09)、女子0.62秒(SD=0.15)。D群の男子1.51秒(SD=0.54)、女子1.60秒(SD=0.63)。

/ko n ni chi wa--/ の全体を百として、各群ごとに前半と後続母音の部分に分けて百分率を求め、これをまとめて図7に示した。すなわち、前半の /ko n ni chi w/ と発語するのに要した時間の割合は、N群の男子2.9%、女子4.4%であるのに対して、D群の男子12.7%、女子13.2%と大きくなっていった。

(ii) 肺活量

表10に示すとおり、全体的には男女差が明確であり、NとDの両群で差は認められなかった。ただ、中学1年生で男女とも両群間に若干の開きがあるが、統計的な有意差はない。学年別に見ると、男子の中学1年生が特異的に小さい値であったと言える。つまり、中学1年生の男子はそれより上の学年のすべての間に有意差が認め

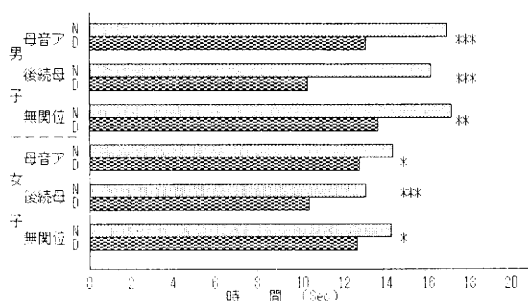


図6 各群の最大発声持続時間の平均値

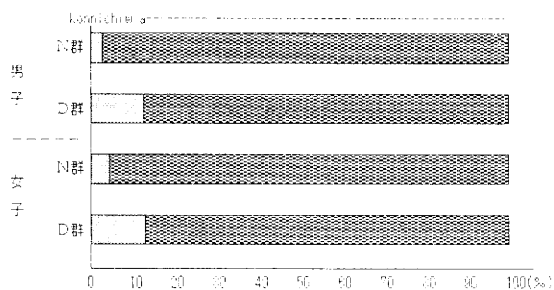


図7 /ko n ni chi w/ と /a/ の平均所要時間比

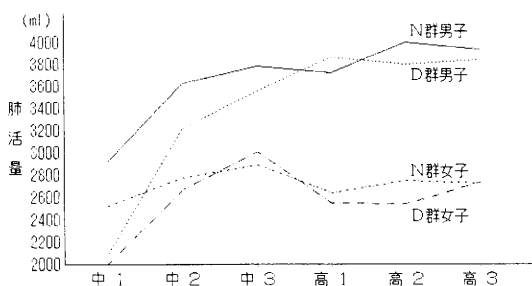


図8 肺活量の学年別平均

表10-1 男子の身長(cm)と肺活量(ml)の平均値

学年	N 群			D 群		
	人数	身長	肺活量	人数	身長	肺活量
中 1	20	155	2924	8	153	2100
中 2	20	164	3629	4	160	3220
中 3	20	167	3785	8	164	3558
高 1	20	170	3729	7	170	3870
高 2	20	173	4080	5	168	3790
高 3	20	172	3932	8	170	3745
全学年	120	167	3680	40	166	3545

表10-2 女子の身長(cm)と肺活量(ml)の平均値

学年	N 群			D 群		
	人数	身長	肺活量	人数	身長	肺活量
中 1	20	154	2572	6	148	2000
中 2	20	157	2771	6	158	2570
中 3	20	158	2889	8	156	3042
高 1	20	157	2641	5	160	2550
高 2	20	158	2751	5	160	2440
高 3	20	157	2725	10	158	2730
全学年	120	156	2725	40	155	2627

られた(N群では1%, D群では5%水準)。一方, 女子では図8からも明らかなように, N群は学年差はなく, 中学生も高校生もほぼ同じ値といえる。D群の中1はやや小さい値であるが, 統計的な有意差は認められない。

なお, 体格的な成長の指標として身長を調べた。表10で学年順に見ると, N群男子は中学2年生が急激な成長の最終段階と見ることができ, その後はゆるやかな伸びとなる。一方, 女子は中1はやや低く, 中学2年生以上はほとんど変化がない。D群も値に若干ばらつきがあるが, 全体的にはN群と同じであった。

(iii) Phonation Quotient (PQ)

図9にN群とD群を対比させて, 男女別に中学生と高校生の平均値を示した。全体では男女とも両群間に有意差が認められ, 聴覚障害児は健聴児よりもPQが大きい値であった。学年別に対比しても, 表11に示すと

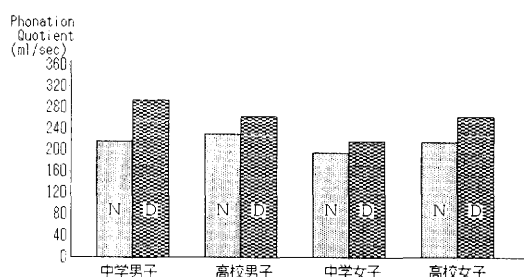


図9 PQの中学生と高校生の群別平均値

り約半数の学年で有意差が認められており, その他は有意差はないもののいずれもD群が大きい値である。一方, 年齢毎にはそれぞれの群で値がまちまちであり, 一定の傾向は認められなかった。

表11 Phonation Quotientの学年別平均値と標準偏差およびN群とD群の平均値の有意差の検定結果 (ml/sec)

学年	男 子					女 子				
	N 群		D 群		有意差	N 群		D 群		有意差
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD	
中 1	213	66	276	65	✕	184	63	185	69	
中 2	193	63	336	96	✕ ✕	185	49	202	51	
中 3	242	58	281	119		217	76	249	117	
中学全	216	65	293	103	✕ ✕	195	64	216	115	
高 1	220	58	243	41		229	80	300	53	✕ ✕
高 2	238	61	296	93	✕	222	64	256	50	
高 3	221	68	259	68		194	60	240	68	✕
高校全	230	62	263	64	✕	215	69	264	87	✕
全学年	224	64	275	91	✕ ✕	205	67	238	98	✕

III. 考 案

1. 最大発声持続時間

1) 平均値と棄却限界

発声持続時間は測定が比較的容易であり、臨床的に利用されている。ところが、個人差が大きく、検査条件や被検者の努力の程度などによって測定値が一定しないなどの欠点もある。沢島⁴⁾は最大発声持続時間の標準値を検討し、その平均値が男子で約30秒、女子で約20秒であること、および棄却限界から男子では15秒、女子では10秒以下が病的なものとされる、と報告した。その後もいくつかの報告はあるが、平均値は必ずしも一致せず棄却限界は男女とも10秒とするものが多い⁶⁾。

健聴の中学生と高校生の平均値は、男子が17秒、女子が14秒でやや短いものであった。棄却限界を10秒としてその基準に満たないものは、N群男子3名(3%)、女子8名(7%)、D群男子7名(18%)、女子10名(25%)である。一方、今回の検査結果では健聴児の棄却限界は男子が9秒女子は8秒となるが、この基準に満たないものはN群男子に該当者はなく(0%)女子は2名(2%)であった。これに対してD群の男子は3名(8%)女子2名(5%)である。いずれにしてもD群に棄却限界を越える生徒が多いが、これらの生徒がすべて喉頭などに病的欠陥があるとは日常の観察や検査時の応答から考えられない。器質的なものではなく機能的な原因、つまり発声に関する筋運動制御の不熟さによるものと推察された。従って、聴覚障害児の発声持続時間の棄却限界については、別の基準を設ける必要があるものと考えられた。

2) 最大発声持続時間の測定法

最大発声持続時間の正常成人の平均値を最近の報告で見ると、男性について渡辺⁷⁾は23.0秒、柳原⁸⁾は22.5秒、佐藤⁹⁾は22.2秒、とはほぼ近似した値であるのに対し、重森⁶⁾は30.1秒、岩田¹⁰⁾は34.6秒と大幅に大きい値を報告した。女性について先の報告者はそれぞれ順に、12.0、22.5、16.9、17.0、25.9秒、と報告し、平均値はまちまちであった。このように値が一定しないのは、測定方法の違いが考えられる。渡辺と重森のデータは普通の母音アの持続発声であり、柳原と岩田はPneumotachometerのマスク内で発声したもの、佐藤はマウスピースをくわえた無関位発声であった。しかし、渡辺と重森、および柳原と岩田は同じ方法であるにもかかわらず測定値に違いがあった。

ところが、図6で母音アと無関位の最大発声持続時間を各群内で比べて見ると、両者の値はいずれもほとんど

同じ値であることがわかる。すなわち、中学生と高校生を対象にして同じ条件で測定した場合、普通に母音を発声するものと、マウスピースをくわえて無関位発声する最大発声持続時間は同じであった。このことから、測定方法よりも、被検者の発声努力の程度が測定結果を大きく左右するものと推察される。

被検者に対して特定の母音ではなく無関位の発声を理解させる点に問題は残るが、声の大きさや高さがモニターできることと口形を一定に保てるなどの利点から、発声持続時間の測定には発声機能検査装置の使用が有効な方法といえよう。ただ、一般に使用されているマウスピースは直径約26mmの円筒であり、身体のサイズの小さい被検者を対象にした場合に口を大きく開いた不自然な状況で発声させることになるため注意が必要である。

3) 健聴児の最大発声持続時間

最大発声持続時間は身体的成長に伴って増加して成人の値に達するものと考えられる。中学生と高校生を対象にしたデータは少ないが、前川ら¹¹⁾の報告によれば、中学1年男子の持続時間は18.8秒(SD=5.3)、2年生が20.7秒(SD=6.4)、女子ではそれぞれ17.5秒(SD=5.8)と17.5秒(SD=4.2)、であった。今回の結果もほぼ同じ値である。また、渡辺ら¹²⁾は小学生から中学1年生までを対象に検査した結果、特に中学1年生は測定値にばらつきが大きく、変声期にあたるので同一年齢枠で一まとめに取り扱うことはできない、と述べている。今回の結果からも、男子の中学1・2年生は特異的な値を示すが、その他の学年では比較的安定した値であり、女子は中学から高校まで学年差は認められない。つまり、女子では中学生以上、男子も中学3年生以後は同一の集団とみなすことができる。最大発声持続時間は、その年代から成人の値になるものと考えられる。

4) 聴覚障害児の最大発声持続時間

藤田¹³⁾は1951年に16歳の聴覚障害男子の最大発声持続時間を調べた結果、特異的に短く8.8秒であったと報告している。また切替¹⁴⁾は今回の被検者と同年齢の聾学校生徒の最大発声持続時間を調べ、それが7秒から20秒の範囲内にあるとし、弛緩声と爆発的発声であるために乱費空気が多い、と述べている。表1のD群の最小値と最大値では、男子が7から21秒、女子が6から21秒であり、切替の報告と一致する。全体の平均値では男女とも約13秒であり、藤田の対象児と同じ16歳の男子(高校1年生)は15秒であった。いずれも藤田の結果より長くなっているが、これは当時に比べ口話教育の充実と高性能の補聴器の利用などによる効果と推察された。

一方、表 1 で D 群を N 群と比較すると、D 群の最大発声持続時間は有意に短い。これは、切替¹⁴⁾が指摘したように、聴覚障害児の呼吸調節と喉頭調節の拙劣さによって、発声における呼吸の効率的使用ができないことを示すものである。

5) 後続母音の発声持続時間

単語の語尾を引き伸ばす後続母音の持続は、比較的安定したスピーチサンプルが採取できるので、しばしば利用される。後続母音の持続時間と前の部分の所要時間に分けて全体に対する両者の割合を図 7 に示したが N 群と D 群の違いは明確である。つまり、/konnichiwa/ と発語するのに、健聴児は男女とも全体の 5% 以下であるのに対し聴覚障害児は 10% 以上の所要時間となる。聴覚障害児が発語に時間がかかる点は、すでに Voekler¹⁵⁾ が 1938 年に一分間の朗読で発語された単語の数を調べて健聴児と比較し、聴覚障害児の語数が極端に少ないことを指摘している。その後、音節の所要時間¹⁶⁾、一呼吸での音節数¹⁷⁾、文章の朗読所要時間²⁾、など各種の測定があり、いずれも聴覚障害児は健聴児より発語のための所要時間が長いことを示している。今回の結果もこれを支持するものであった。すなわち発語に時間がかかりそこで呼吸を消費するために、後続母音の持続時間が短くなる。

聴覚障害児の発語に時間がかかる理由として、多くの研究者は喉頭調節および発語器官などの共同運動の拙劣さを挙げている^{13)~20)}。しかし、その本質的な機序や習得過程などについては必ずしも明確にされていない。ただ、発語には多くの筋運動が関与し神経支配も複雑であるが、これらは学習によって精巧に効率的に調節されるようになると考えられる。すなわちこの学習過程は、自分の発声を聴覚的にモニターして各器官を制御していることから、聴覚が重要な役割を果たすものと言えよう。

2. 呼吸流量

1) 健聴児の呼吸流量

全体の平均値は男子が 157ml/sec 女子は 130ml/sec であった。正常成人の呼吸流量について、他の報告をみると若干の相違がある。例えば、佐藤⁸⁾は男性 141ml/sec に対して女性 117ml/sec、鯨井²¹⁾は 152対133ml/sec、Wilson ら²²⁾の結果は 183対154ml/sec である。しかし、共通しているのは、今回の結果と同様に男女間におよそ 20~30ml/sec の差がみられることである。これに対して寺沢ら²³⁾は男性の平均が 156ml/sec、女性は 158ml/sec と報告し、両者は同じであった。男女の肺活量が大幅に異なることや、肺や喉頭サイズが違うこ

となどから、著者は男女差はあるものとする。しかし、同種の測定機器を使って同じ測定方法であるにもかかわらず各報告者のデータが必ずしも一致していないことから、寺沢らが述べているように、正常値を得るためにさらにデータを積み重ねる必要があろう。

呼吸流量の臨床的意義は発声時に不必要に多くの呼吸を使うこと、すなわち呼吸流量が大き過ぎることが問題となる。棄却限界を求めた報告はいくつかあるが⁶⁾、⁹⁾、寺沢ら²³⁾は成人を対象に、楽な発声における平均呼吸流量を調べ、その棄却限界の上限は男性が 246ml/sec、女性は 260ml/sec であり、下限はそれぞれ 99 と 96ml/sec であったという。今回の被検者の中でその棄却限界を超えたものは、上限について、N 群男子 4 例 (3%) 女子 2 例 (2%)、D 群男子 2 例 (5%) 女子 1 例 (3%)、下限について N 群男子 2 例 (2%) 女子 9 例 (8%)、D 群各々 5 例 (13%) 10 例 (24%) であった。問題となる上限は両群とも比較的少ないが、むしろ下限を超えているものが多かった。N 群においても異常に小さい値が多いことになるが、これは資料が最大持続発声から得られたので、呼吸量をできるだけ抑えて長く発声しようと努力したため、と推察される。この点については平野²⁴⁾が「楽な発声と最大持続発声とは前者の方が有意に呼吸流量が大きい」と述べていることと一致する。なお、「楽な発声」は日常の発声状況に近い利点はあるが、被検者の受け取りかたが一定しないなど検査実施上の問題もある。一方、「最大持続発声」は一種の負荷試験的検査であり、検査条件の統制においては優れている。そこで、指示の徹底しにくい障害児には後者が適切であると考えられた。

2) 呼吸流量の表示とその変動パターン

呼吸流量の時間経過に伴う変動をみるのは、呼吸調節の様相を知る上で有益であると考えられる。佐藤ら⁹⁾はこの点に着目して、呼吸流量の変動パターンを 4 型に分けてみる方法を報告している。聴覚障害児の場合は変動パターンの様相が複雑であることと、判定基準を量的に規定する必要性を考慮して、著者⁵⁾、²⁵⁾は 6 型に分類することを提案した。その基準で分類した結果が表 8 である。検査を実施する前に一定に発音するように教示し、聴覚障害児もそのように発声しようと努力したにもかかわらず、呼吸流量が激しく動揺する型に属するものが多く、発声時における呼吸調節に重篤な欠陥が認められる。

Nickerson²⁶⁾は聴覚障害児の発声・発語の誤りの多くは、声帯、軟口蓋および舌による呼吸の流れを一時止める弁 (valves) の不適切なコントロールに由来すると述べている。Forner と Hixon²⁷⁾は模型で発声・発

語器官の動きがみえるような装置を使って指導した結果発声時の呼吸様式を簡単に覚えさせることができたことと報告している。また、久保山²⁸⁾や Woldring²⁹⁾は聴覚障害児の発音指導の経験から、自分の声は聞こえなくても発声・発語器官を通る空気の流れを触振動感覚で、また各器官の動きは筋感覚によって感ずることはできる、と述べている。しかし、それがどのように意識化され学習されるかについては明確には示されていない。聴覚障害児の発音指導において、声の高さや大きさを視覚的に表示する訓練機器は開発され利用されているが、呼気流の量的な測定や実時間での表示が技術的に困難であったため、発声時の呼気の状態を示すような訓練機器はなかった。聴覚障害児の明瞭な発語を期待するには効率的な呼気使用が不可欠であるが、本研究で使用した発声機能検査装置は呼気流率がリアルタイムで量的に表示されるので、そのままでも訓練機として利用可能である。また、入力部や表示方法を工夫すれば年少の聴覚障害児の発音訓練に適するものになり得ると考えられる。

3) 聴覚障害児の呼気流率

D群の呼気流率はN群に比べて小さい値であったが、声の大きさが同じであれば呼気流率が小さいD群の方が発声効率が良いことになる。表4の声の強さをみると、平均値で男子は2.5dB、女子は6dB それぞれD群がN群より小さいものであった。大きい声より小さい声のほうが呼気使用量は少ないことは当然である。さらに、表8の変動パターンから、D群には発声の開始部で極端に大きく、そして減衰するものが多い。発声の初期に呼気を大量に使用しその後少ない残気量で発声しており、この部分が呼気流率として測定されていたことが考えられる。また、前項で述べた如く、発声を一定に持続させるための呼吸器官や喉頭の調節は、聴覚障害児にとって困難な作業である。従って、これらの点からD群の呼気流率が小さいから発声効率が良いとは必ずしもいえない。

3. 声の強さ

1) 声の強さの平均値

今回の測定結果の平均値は両群ともおよそ90dBであった。これは発声機能検査装置を用いて測定した他の研究者の値よりも、やや大きいものであった。例えば、楽な普通の大きさの発声において、正常成人の平均値は渡辺ら⁶⁾は男性82dB、女性85dB、鯨井ら²¹⁾は男性76dB、女性75dB、寺沢ら²³⁾は男性72dB、女性69dBであり、また文章朗読時の話声圧を調べた高橋ら³⁰⁾によれば男性で75dBから85dBであったと報告している。いずれも正常値を得る目的で実施された実験で

あるので、静かな場所で測定されたことが想像される。これに対して今回は、学校の教室であり、騒音の中で実施せざるを得なかった。周囲の騒音と発声の大きさの関係に関しては高橋らが詳細に調べ、被検者は発声する音声を騒音の大きさに敏感に対応させていることを明らかにした。つまり、騒音が大きくなれば声を大きくし、静かであれば小さい声で発声する。今回の測定はいずれも教室で実施されたが、表4および図3に示すとおりN群はD群より有意に大きい値である。騒音の影響を受けにくいD群が比較的小さい値であるのは、上のことを裏付けるものといえる。

2) 声の強さの変動幅

音の高さとは異なり、音の大きさは聴覚障害児にとって検知され易く、弁別も比較的可能である。しかし、われわれが話している音声言語の音圧変化は幅が広く、しかも高速に変化する。また逆に、微妙な変化が重要な音声識別の手がかりになることもあって、彼らの音圧変化に対する弁別能力は充分に対応できるものではない³¹⁾。主に発話の起始部で爆発性呼気と爆発的な発声があることなど彼らの発語で声の強さのコントロールにも問題があることは以前から指摘されている³²⁾。今回の検査は一定の大きさでできるだけ長く発声するように被検者に要求した最大持続発声であるので、健聴児でも声の大きさは変動し、その平均変動幅は約5dBであった。これに対してD群の平均変動幅は約11dBと大きいものであった。音の強さに関しては聴覚に障害があっても比較的その情報は受容できるとされているが、声の強さを一定に保つのはやはり困難で、それが充分には制御されていないことが明らかになった。ただ、表4と表5の標準偏差はD群でも比較的小さいことと、各学年の平均値の違いが少ないことから(図3)、声の強さは他の測度に比べて安定しているものと見る事ができよう。

4. 基本周波数

1) 健聴児の基本周波数の平均値

中学生と高校生の音声について、健聴児の基本周波数を調べた結果、男子では中学3年以後、女子は中学2年以後は値が安定して、男子が約140Hz、女子は約270Hzとおおよそ成人の値となる。男子の中学1年と2年生および女子の中学1年生においては基本周波数が高いのは、その中に変声期を完了していない生徒が混入しているためであろう。表10に被検者の身長と肺活量を示したが、その学年別平均値と図4の基本周波数のグラフは非常によく対応している。つまり、声の基本周波数の変化は身体的な成長と同期しているといえる。

発声機能検査装置 (PS-77) を用いて各種のパラメータの基準値を求めた寺沢ら²³⁾の正常成人 (19~39才) の結果によれば、基本周波数は男性の平均値が 121Hz、女性が 238Hz で、棄却限界はそれぞれ 85~164Hz と 205~277Hz であったと述べている。本研究結果よりやや低い値であるが、これは年齢的な理由の他に、数秒間の楽な発声を調べたことにもよる。これに対し最大持続発声では、長く持続発声させるために、喉頭を普段より緊張させて呼気の流出を抑える。その結果として基本周波数が高くなることが予想される。さらに、寺沢らは測定値の正規分布を得るために平方根変換して集計しその後再びもとの値に戻す手法を用いるが、この統計処理では全体の値が小さくなる場合が多いことも理由として考えられる。

2) 聴覚障害児の基本周波数

例えば、Boone³³⁾ は、聴覚障害児の発音指導において中学生や高校生が発音の中に小学生よりピッチが高いものがあることを指摘している。また、切替ら³⁴⁾ は 18 歳の聴覚障害の男子生徒 5 名に母音を持続発声させて基本周波数を調べた結果、平均値は 190Hz から、280 Hz の間にあった、と述べているが、これは女性や子供の基本周波数に相当する。この他にも報告されており³⁵⁾、いずれも健聴児に比べて高いとされている。

今回の結果から、男子の平均値については N 群より約 25Hz 高い。ところが、女子の基本周波数の平均値はこれまでの報告とは必ずしも一致せず、N 群より約 30Hz 低いものであった。

表 6 の変動幅の標準偏差が大きいことで明らかのように、被検者の中に基本周波数が異常に高いもの (男子の最高が 420Hz) あるいは低いもの (女子の最低が 130Hz) などが含まれる。このことによって平均値を上下させていたことも考えられる。実際、聾学校において女子が男性のような異常に低い声を発するのは、しばしば経験する。また、一方において、喉頭を過度に緊張させ、いきむようなピッチの高い緊迫声が男子にも観察される。彼らの発声にはファルセット (裏声) も多く、その治療指導を Engleberg³⁶⁾ や Martony³⁷⁾ が試みている。

聴覚障害児は持続発声時に地声から裏声に突然変化する例も少なくなかったが、意図せずに発声様式の異なる裏声に変わることは、彼らの喉頭の調節が不適切であることを示している。その結果として上のような種々の様相が現われるものと考えられた。

Angelocci ら³⁸⁾ と須藤ら³⁹⁾ は聴覚障害児のピッチにばらつきがあり、その分布する幅が広いことに注目す

べきである、と述べている。本研究でもこれらと同様な結果であり、個人差が大きく、高低さまざまな基本周波数の値を示していた。むしろ、この事実が聴覚障害児の音声の一つの重要な特徴といえよう。

3) 変声期について

変声期の時期に関しては、およそ 12~13 歳頃に出現して 15~16 歳で完了するといわれてきた。しかし最近の研究は、それより早いとするものが多い。例えば、1964 年に岡村ら⁴⁰⁾ は中学生の声を調査した結果、変声期を過ぎた生徒の割合は、男子の中学 1 年では約半数、3 年は 100% となり、女子は 1 年が 69%、2 年では 100% になると報告し、以前のものより早くなっていると述べている。これに対して、石井⁴¹⁾ は食生活などの変化と体位の向上などから、1982 年現在ではさらに早くなっていると述べている。

一方、女子の変声は基本周波数の変化が比較的小さいが、男子のそれは約 1 オクターブも低くなり変化が顕著である。そこで男子の被検者を対象に、音声資料の中から変声を過ぎていないと思われる生徒数を調べた。これまでの成人と子供の資料から、判定基準を、基本周波数が 200Hz を超えるもの、および声が裏声に翻転したり、持続発声中に基本周波数が大きく変化するもの (変動幅が 200Hz 以上) とした。その結果、N 群では、中学 1 年生には 13 名 (65%)、2 年生には 2 名 (10%) おり、中学 3 年と高校生には該当者がなくすべての生徒が変声を完了していると考えられた。上の岡村ら⁴⁰⁾ の報告とはほぼ一致する結果である。体格などの発達と併せて考えると男子の変声は中学 2 年生のうちに完了するものと推察される。なお、女子については基本周波数が中学 1 年で高く 2 年生以後はほぼ同じ値に安定することから、変声は中学 1 年生のうちに完了するものと考えられた。

聴覚障害児の変声について詳細に検討した報告はないが、聾学校の男子で急に低い声が出るようになるのは観察されるし、前頸部に喉頭隆起が生じてくることも事実である。さきに健聴男子の変声について、判定基準を設けて変声未完了の被検者数を拾いあげたが、これと同じ手法で D 群の男子を調べた。判定基準に声の翻転やピッチの大きな変動を入れると、聴覚障害児の殆どどの被検者が該当してしまうことになるので、これは省き単に基本周波数が 200Hz を超えるものだけを拾うことにした。その結果、変声未完了とされる生徒数は、中学 1 年生 5 名 (63%)、2 年生 2 名 (50%)、3 年生 3 名 (38%)、高校 1 年生 2 名 (29%)、2 年生 2 名 (40%)、3 年生 0 名 (0%) であった。中学生をまとめると 10 名で 50% 高校生は 4 名

で20%、全体では14名で35%となる。健聴児群に比べて高い出現率であり、しかも注目されるのは高校生にも変声期が完了していないことを疑わせるほどの高いピッチで発声するものがあることである。

一般に中学生で完了するとされる変声期が聴覚障害で遅れることは彼らの身体発達の側面からは考えにくい。ただ、変声の異常として身体的成長より遅れる遷延性変声 (Mutatio retardata) や変声が始まってなかなか完了しない延引性変声 (Mutatio prolongata)^{42), 43)} の機序に聴覚機能が関与している可能性が推測される。つまり健聴児は自分の声を聴覚でモニターして矯正修復し比較的短期間で成人の声になるが、聴覚障害児ではこの過程が障害されるため変声が遅れるものと考えられる。

4) 基本周波数の変動幅

聴覚障害児の発声では基本周波数が大きく変動する。切替³⁴⁾は楽な4~5秒の発声の基本周波数について最大値と最小値の差を変動幅とし、それが10~60Hzに分布して平均が28Hzであった、と報告している。本研究も同じ測度を用いたが、ここでは最大持続発声の全体を調べたため、表7に示すように、さらに大きい値となった。

音声のピッチの変動については、会話などの実際の発声時に異常に変化することや¹⁶⁾ 話の語尾を上げるべきところで下ってしまう^{15), 44)} など、その調節が不十分であるという報告が数多くある。単語や文章を発語する時のピッチの調節の基盤として、まず一定のピッチが維持できることが必要であろう。この意味から、聴覚障害児の発音指導には、基本周波数の変化の様相を視覚的に表示する訓練機器などを利用し、変動の大きい発声の起始部や終末部を含めて一定に持続発声できるような訓練が有効であろうと考えられた。

5. 肺 活 量

聴覚障害児の肺活量に関する報告では、「健聴児より劣り、特に高等部の年齢ではその差が著しい。」とされてきた⁴⁵⁾。しかし、本研究の結果からは聴覚障害のために肺活量が少なくなるとはいえなかった。さらに、体格の成長を比較するために、身長を調べたが、表10に示すとおり、D群はN群の値と何ら変わるものではなかった。身長についてもこれまで、聴覚障害児は健聴児よりも低く年齢が進むにつれて差が大きくなる、とされていた⁴⁶⁾。しかし、今回の調査では健聴児との差は認められなかった。これは検査対象から重複障害児と過齢児を除外したことにもよると考えられる。いわゆる末梢性聴覚障害児だけをみると体格的には健聴児と変わらないと

考えるべきものであり、発声・発語のエネルギー源である肺活量についても同じであった。

6. Phonation Quotient (PQ)

声帯ポリープなど喉頭に異常がある場合は、主に発声持続時間が短くなってPQが大きい値を示す。沢島⁴⁾はこの成人の正常値について、男女ではほとんど差がなく平均値は約140ml/sec、棄却限界から220ml/sec以上が異常値である、と述べている。また重森⁶⁾やHirano⁴⁷⁾もほぼ近い値を報告している。ところで、学童を対象にした前川¹¹⁾と渡辺¹²⁾によれば、低学年では値は小さく学年が進むにつれて大きくなり小学校高学年から中学生にかけて成人の値を上まわる、と報告している。この理由として、渡辺¹²⁾は肺活量の増加よりも発声持続時間の増加の割合が小さいことをあげている。

中学生と高校生を対象とした今回の結果は、全体として大きい値であった。学年順にみて特定の傾向は見出せず、いつどのように成人の値に近付くかは今回の結果からも不明のままである。PQが健聴の高校生も大きいことに関しては、まず、成長期にある被検者の年代を考えてみる必要がある。身長や肺活量など体格的には成人と同じになるが、発声に関連する諸器官およびそれらの協応運動が成人の形に完成していないことが推察される。つまり、喉頭などの微細で複雑な構造は大きい骨格の成長の後に完成されるものと考えられ、また発声のような多くの器官の協応運動は各筋の生理学的成長の上にそれらの制御方法が学習されて完成される、と考えられる。

ただ、吉岡⁴⁸⁾が「PQなどの測定値は厳密な値としてではなく、発声時の呼気使用に関する大まかな評価の一つの資料として有用である。」と述べているように、成人の正常値の取り扱いに注意が必要である。例えば、成人の棄却限界を300ml/sec以上とする報告もあり、Wilson²²⁾は棄却限界を220ml/secとした場合、異常として取り込み過ぎが多く臨床的に問題が残ると述べている。肺活量や発声持続時間は、測定方法および被検者の条件など今だ不確定な要素があり、さらに検討を重ねる必要がある。

一方、D群のPQは、表11に示すとおりN群の値よりさらに大きい。220ml/sec以上を異常値とすると、約半数が該当することになる。ちなみに今回のN群の平均値から棄却限界の上限を求めると男子は352ml/sec、女子は339ml/secとなる。これを越えた被検者は、N群の男子3名(2.5%)女子4名(3.3%)に対し、D群は男子7名(17.5%)女子6名(15.0%)であった。聴覚障害児が高率なことは明らかである。

PQ が大きいのは発声効率が悪いことを示すが、これは障害によって自分の発声を聴覚的にモニターできないため、複雑な協応運動の制御が不十分な状態であることに由来すると推察される。その上に聴覚障害児は朗読や歌うことなど発声活動が健聴児に比べて少ないことも見逃せない。以前から、切替¹⁴⁾や久保山²⁸⁾が、聴覚障害児の発音指導において腹式呼吸の技術を習得させることが必要であると、指摘していたが、現在でも事情は同じである。明瞭な発声・発語の基礎として、効率的な呼吸使用の指導が望まれる。

IV. 結 語

- 1) 聴覚障害および健聴の中学生と高校生を対象に最大持続発声における発声機能を調べ、比較検討した。数秒間の楽な発声による測定値に比べて呼吸流率はやや小さく基本周波数はやや高い値となった。また教室で実施したので騒音の影響から声の強さは大きな値であった。
- 2) 無関位発声と母音アの最大発声持続時間が同じ結果であり、指示の徹底しにくい障害児にはマウスピースを用いた測定が有効であると考えられた。
- 3) 聴覚障害児の最大発声持続時間は短かった。また、呼吸流率が一定しないことから、発声時に呼吸を適切に送出することに重篤な欠点が認められた。
- 4) PQ が異常に大きいことや、声の高さと大きさを一定に維持できないことから、呼吸を効率的に音響エネルギーに変換する喉頭調節にも問題があった。
- 5) 自分の発声を聴覚的にモニターできないことから聴覚障害児は変声を完了する時期が遅れていた。
- 6) 聴覚障害児の発音指導において、構音や抑揚など発声・発語活動の終末段階だけを指導しても明瞭な発話は望めず、まず基礎的な呼吸の調節と喉頭調節に力点を置く指導が重要であると考えられた。
- 7) 測定に用いたホノラリノグラムは各発声機能が実時間でグラフ表示されるので、聴覚障害児の発声訓練に有効に利用できるものと考えられた。

謝 辞

稿を終わるにあたり、懇切な御指導を賜った新潟大学耳鼻咽喉科、中野雄一教授に心から感謝の意を表します。また、適切なアドバイスや激励を賜った同教室北条講師、今井助教授、および猪初男前教授に感謝します。

実験をさせていただいた新潟、長岡、横須賀学校および直江津中学校と直江津高等学校の生徒、

種々のご配慮をしていただいた学校の先生方に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 切替一郎：音声言語医学の発祥とその展開。音声言語医学，18: 74～81, 1977.
- 2) 星名信昭：聴覚障害児の発話資料の分析，大石三四郎編：手指法等の評価と適応に関する研究。国立特殊教育総合研究所（所収），pp. 67～75, 1983.
- 3) 平野 実，斎藤成司，沢島政行，比企静雄，広瀬 隆：発声機能検査施行上，ガイドラインについて。音声言語医学，23: 164～167, 1982.
- 4) 沢島政行：発声持続時間の測定。音声言語医学，7: 23～28, 1966.
- 5) 星名信昭，中野雄一：聴覚障害児の持続発声の Phonolaryngograph と Soundspectrograph による観察。日耳鼻，89: 346, 1986.
- 6) 重森優子，平野 実，渡辺陽子，川崎 洋，野副功，大西克貞：発声時の呼吸使用と声帯振動状態。耳鼻，23: 418～432, 1977.
- 7) 渡辺 宏，小宮山莊太郎，西納真介，柳井 統，富山知隆：音声の強さに関する検査法。耳鼻，23: 33～37, 1977.
- 8) 柳原尚明，小池靖雄：持続発声と呼吸機能。音声言語医学，10: 37～45, 1969.
- 9) 佐藤 学，斎藤成司，福田宏之，岡本亮二，牧野克巳，都築 達，牟田 弘，高山悦代：Phonolaryngogram におけるパタンの評価。音声言語医学，23: 184～192, 1982.
- 10) 岩田重信：空気力学的にみた発声障害の臨床。音声言語医学，21: 168～174, 1980.
- 11) 前川彦右衛門，北島 暁，伊藤督夫，渡辺とし子，清水富子：小・中学生における Phonation Quotient および呼吸乱費係数について。音声言語医学，16: 63～75, 1975.
- 12) 渡辺陽子，平野 実，松下英明，川崎 洋，重森優子：学童における発声時呼吸使用について。音声言語医学，16: 1～5, 1975.
- 13) 藤田馨一，鳥山寧二，寿原健吉：聾啞者の音声。日耳鼻，54: 121, 1951.
- 14) 切替一郎：発声と発語の生理及び物理。大西雅雄他編，聾教育叢書 言語理論（所収），日本特殊教育協会，pp. 132～169, 1964.
- 15) Voekler, C.H.: An experimental study of

- the comparative rate of utterance of deaf and normal hearing speakers. *Am. Annals. of the Deaf*, 83: 274~284, 1938.
- 16) Calvert, D.R.: Speech sound duration and the surd-sonant error. *The Volta Rev.*, 64: 401~403, 1962.
 - 17) Whitehead, R.L.: Respiratory and aerodynamic patterns during speech produced by deaf young adults. in *Proceedings of the International Congress on Education of the Deaf*, Hamburg, pp. 316~324, 1980.
 - 18) Hudgins, C.V.: A comparative study of the speech coordinations of deaf and normal subjects. *J. Genetic Psychology*, 44: 1~48, 1934.
 - 19) Louter, J.L.: Respiratory function in speech production by normally-hearing and hearing impaired talkers. in *Proceedings of the Conference on the Planning and Production of Speech in Normal and Hearing-Impaired Individuals*, pp. 58~60, 1985.
 - 20) Davis, H., and Silverman, S.R.: *Hearing and Deafness*. Fourth Edition. Holt, Rinehart and Winston, 1978.
 - 21) 鯨井和朗, 大石公直, 岩村節子, 玉虫 昇, 沢木修二, 広瀬 肇: 最近開発された発声機能検査装置(PS-77)の使用経験. *音声言語医学*, 23: 174~183, 1982.
 - 22) Wilson, F.B., and Starr, C.D.: Use of the phonation analyzer as a clinical tool. *J. of Speech and Hearing Disorders*, 50: 351~356, 1985.
 - 23) 寺沢り子, 垣田有紀, 平野 実: 平均呼気流量, 声の基本周波数および声の強さの同時測定. *音声言語医学*, 25: 189~207, 1984.
 - 24) 平野 実: 音声外科の基礎と臨床. *耳鼻と臨床*, 21: 293~440, 1975.
 - 25) 星名信昭: 聴覚障害児の発声持続時間と呼吸使用. *日本音響学会 音声研究会資料*, pp. 703~709, 1986.
 - 26) Nickerson, R.S.: Characteristics of the speech of deaf persons. *The Volta Rev.*, 77: 342~362, 1975.
 - 27) Forner, L.L., and Hixon, T.J.: Respiratory kinematics in profoundly hearing impaired speakers. *J. of speech and Hearing Research*, 20: 373~408, 1977.
 - 28) 久保山とも: 発音・発語指導序曲. 懸文堂, 1970.
 - 29) Woldring, S.: Breathing patterns during speech in deaf children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 155: 206~207, 1968.
 - 30) 高橋宏明, 津村 滋, 山崎 隆: 母音勢力とloudnessの関係. *Audiology Japan*, 19: 168~172, 1976.
 - 31) 星名信昭, 今井秀雄, 岩城 謙: 難聴児の音の知覚について. *国立特殊教育総合研究所研究紀要*, 2: 83~92, 1975.
 - 32) Hudgins, C.V. and Numbers, F.C.: An investigation of intelligibility of Speech of the Deaf. *Genetic Psychology Monographs*, 25: 289~292, 1942.
 - 33) Boone, D.R.: Modification of the voices of deaf children. *The Volta Rev.*, 48: 637~638, 1946.
 - 34) 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.
 - 35) Angelocci, A.A.: Some observations on the speech of the deaf. *The Volta Rev.*, 64: 403~405, 1962.
 - 36) Engleberg, M.: Collection of falsetto voice in a deaf adult. *J. of Speech and Hearing Disorders*, 27: 162~164, 1962.
 - 37) Martony, J.: On the collection of voice pitch level for severely hard of hearing subjects. *Am. Annals of the Deaf*, 113: 195~202, 1968.
 - 38) Angelocci, A.A., Kopp, G.A. and Holbrook, A.: The vowel formants of the deaf and normal hearing 11-to 14years old boys. *J. of Speech and Hearing Disorders*, 29: 156~170, 1964.
 - 39) 須藤正彦, 江口実美: 持続発声時における聴覚障害児と健聴児の音声ピッチとその変動について. *聴覚言語障害*, 11: 67~73, 1982.
 - 40) 岡村正美, 藤田馨一, 米山文明, 沢島政行, 広瀬 肇, 小林武夫, 茂木しげ子: 東京都内一中学校生徒の音声に関する研究. *日耳鼻*, 68: 375~382, 1964.
 - 41) 石井末之助: 声のしくみ. 音楽之友社, 1982.

- 42) 加藤友康: こえの知識. 鳩の森書房, 1977.
- 43) 原田利治: 変声についての考え方とその取扱い方. 耳喉, 39: 965~974, 1965.
- 44) Phillips, N., Remilland, W., Bass, S. and Pronovost, W.: Teaching of intonation to the deaf by visual pattern matching. Am. Annals of the Deaf, 113: 239~245, 1968.
- 45) 中山 仁, 他: 聾児の身体適性向上に関する方法的研究. ろう児の特異性とその指導, 5: 23~35, 1960.
- 46) 竹内虎士: 新体育学講座 27 特殊保健学, しょう遥書院, 1963.
- 47) Hirano, M., Y. Koike, and H. von Leden: Maximum phonation time and air usage during phonation. Folia phoniat., 20: 185~201, 1968.
- 48) 吉岡博英, 沢島政行, 広瀬 肇, 牛島達次郎, 本多清志: スパイロメータによる発声時呼気流率の測定. 音声言語医学, 18: 78~93, 1977.

(昭和62年 4 月17日受付)