

感音難聴児の言語音声の最適補聴レベルについて

吉野 公喜

難聴学級に在籍する感音難聴児 10 名 (平均聴力レベル 51~105 dB) の最適補聴レベルが実験的-臨床的に検証された。聴力レベルが 51~75 dB の中等度感音難聴児の言語音声の聴取は平均 104.4 dB SPL が、そして 76~95 dB の高度感音難聴児の場合には 115 dB SPL が最適であった。被験児にとって聴きやすく、単音節明瞭度および単語了解度を高め得る周波数レスポンスは、3000 Hz を中心とした高音域拡充型であった。

被験児 10 名の単音節明瞭度は、平均聴力レベルでみると、他の報告例よりも高い値を示していた。2000~4000 Hz の平均音響利得とハーフゲイン値の関係は聴力レベルが 100 dB 以下の場合には、音響利得値がハーフゲイン値よりも大きな値を示していた。

キー・ワード：補聴レベル 規定選択法 感音難聴 最小可聴閾値

1. 目的

補聴器の適合は、聴覚障害児個々人が会話音声で best listening の状態で聴取することにある。補聴器による増幅会話音声は、スピーチに対する最小可聴レベルとスピーチに対する不快レベルの間の快適に聴きとれるラウドネスレベルに設定されねばならない。⁶⁾

聴覚障害児の多くは、補聴器カップリング・システムを介して会話音声の聴取を図ることが要求される。言語音に対する聴覚系の中核処理機能が、未だ不十分な場合には、入力される会話音声の自然性が可能なかぎり保たれねばならない。¹⁾⁵⁾それゆえ、会話音声の best listening には、従来報告されている descriptive selection procedure (規定選択法) に加えて、補聴器装用者による「自己調整法」が適用されねばならない。自己調整法とは、補聴器装用者が言語音、非言語音を聴取し、特定条件下で提示される各種刺激音に対して主観的判断を加え、「聴きやす

さ」を求めていくものである。補聴器装用者の聴きやすさの主観的要因は、音の大きさ (ラウドネス) がちょうど良い、音が響かずやわらかい、音が澄んでいる、音がはっきりしている、騒音下でも良く聴きとれるなどである。

本研究は、幼児期より補聴器を装用し、聴覚学習によって聴能を高め、難聴学級で言語学習を継続している 9~12 歳の感音難聴児の最適補聴条件を実験的-臨床的に明らかにすることを目的とする。

2. 方法

1) 被験児

難聴学級に在籍する感音難聴児 10 名 (Table 1)。実験的検討の時点で、純音聴力検査及びインピーダンス・オージオメトリーにおいて、混合難聴の疑われた児童は対象から除かれた。10 名のうち 2 名は、Jerger (1970)⁴⁾ の分類で、ティンパノグラムが As 型であり、他は A 型であった。聴力レベルは、3 分法で平均 51~105 dB HTL の範囲にある中等度および高・重度で

Table 1 最高受聴明瞭度と平均聴力レベル
及び平均出力音圧レベル

Sub	I (%)*	II (dBHTL)	III (dBSPL)	ティンパ ノグラム
S1	86	65(67)	115	As
S2	46	74(73)	101	A
S3	90	56(57)	102	As
S4	26	104(105)	111	A
S5	60	68(70)	110	A
S6	80	61(63)	102	A
S7	90	50(52)	98	A
S8	34	83(83)	120	A
S9	92	50(55)	96	A
S10	34	79(82)	110	A

* 日本聴覚医学会57S語表 (最高受聴明瞭度)

I. Aided Most Discrimination Level

II. Mean Hearing Threshold Level
(5分法: 0.25、0.5、1、2、4KHz()内 3分
法: 0.5、1、2KHz)

III. Mean Output Sound Pressure Level
(5分法: 0.5、1、2、3、4KHz)

あった。

2) 手続き

WIDEX 社製の「デジタル・リモコン式クワ
トロQ 16」を用いて、被験児毎に各種の調整を
行う。Q 16は、調整部がデジタル型であり、増
幅部はアナログ型のプログラマブルアナログ・
デジタル補聴器である。

(1) 診断用オージオメータ (RION 63 BN)
内蔵の狭帯域ノイズを用いて、音場でオーバー
オール・レベルが 70 dBSPL の「平均スピー
クスペクトル」(Fig. 1) 及びその修正値 4000
Hz 50 dB, 6000 Hz 55 dB を基準にとり、Q 16
デジタル・プログラムの修正 (増幅音量と周波
数特性の設定) を図り、aided threshold を調整
し、各周波数における functional gain (ファン
クショナル・ゲイン) を求める。

(2) ピーククリッピング方式によりピーク値
が 76 dB 以下に抑えられている running
speech を聴取しながら、Q 16 コントローラ (1
目盛 2 dB に相当) の調整によって、快適に聴き
とれるレベルを求める (Fig. 2)。

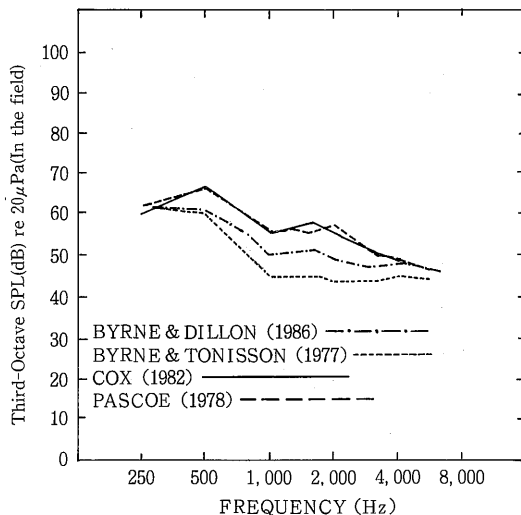


Fig. 1 Cox(1982)⁵⁾の長時間スピークスペクトル (オーバーオール 70dBSPL)

(3) (2)で設定された聴取レベルを基にして、
4 dB ステップで3段階を設定し、4音節単語
(吉野 1980)¹⁵⁾の最高受聴了解度の得られるレ
ベルを求める。

(4) (3)で得られたレベルの周波数レスポンス
を B/K Ear simulator (Type 4157) によって
求める (Fig. 3)。

(5) 被験児の使用補聴器の周波数レスポンス*と音響利得を、(3)で得られたレベルに近似させ、aided threshold と unaided threshold を求め、ファンクショナル・ゲインを算出する。

*著者は通常使用補聴器の周波数レスポンスの測定を
入力レベル 65 dB SPLで行っている。

3. 結果

1) イヤホン内出力音圧レベルと単語了解度
各被験児の Q 16 による 3段階出力音圧レ
ベルと単語了解度の関係は、Fig. 4 の如くである。
手続きの(3)で得られたレベルと最高受聴了解度
の得られたレベルとの一致率は 70%であった。
被験児間における最高受聴了解度の範囲は

感音難聴児の言語音声の最適補聴レベルについて

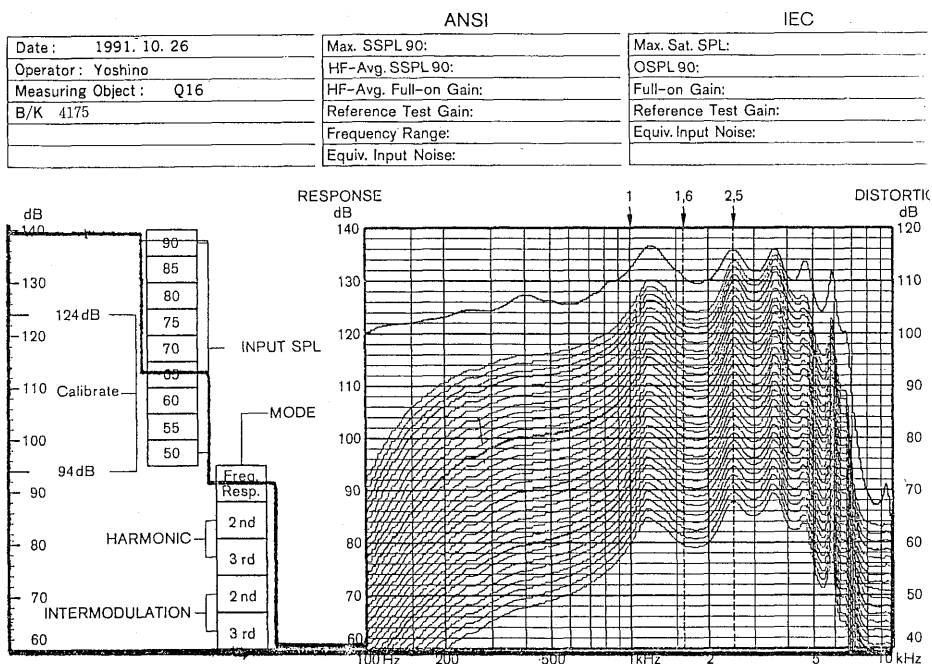


Fig. 2 Q16の2dBステップによる周波数レスポンスと90dB最大出力音圧 (OSPL90 : IEC)

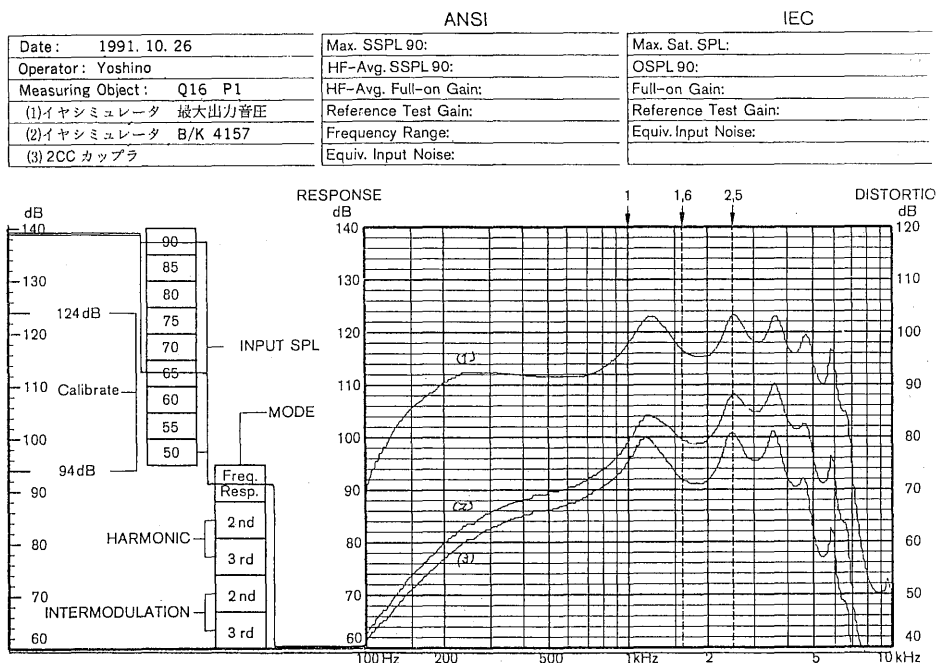


Fig. 3 最高受聴了解度の得られる周波数レスポンスの例 (B/K Ear Simulatorと2cm³カップラ)

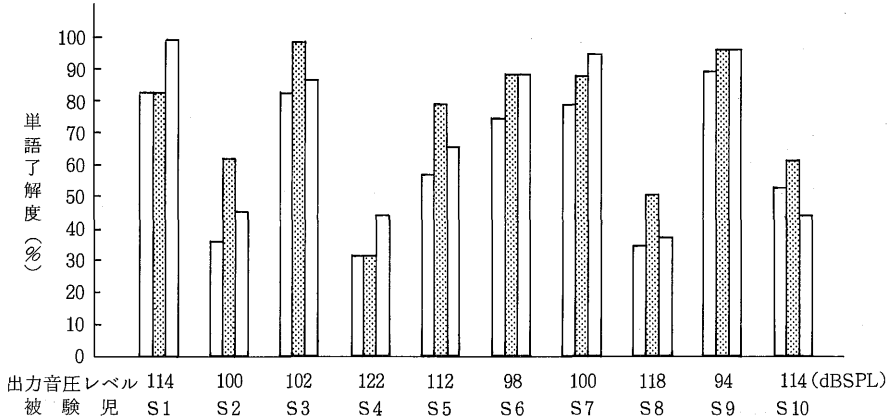


Fig. 4 各被験児のQ16による出力音圧レベルと単語了解度

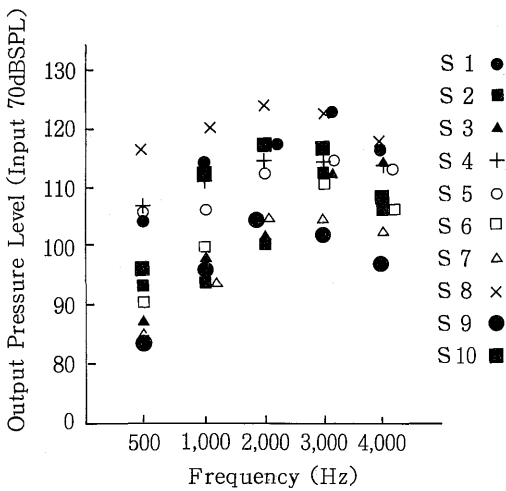


Fig. 5 使用レベルにおける各周波数の出力音圧レベル (入力レベル70dB SPL)

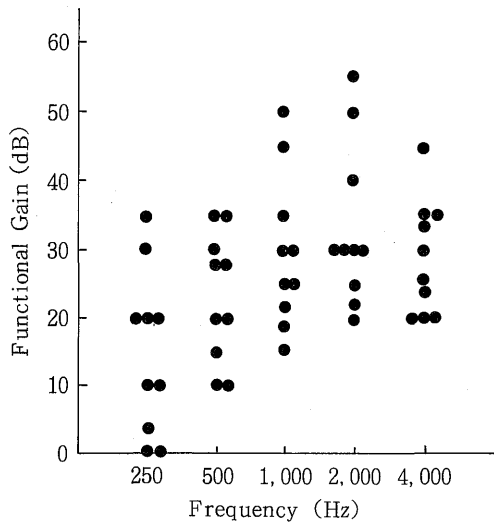


Fig. 7 使用レベルにおけるファンクショナル・ゲイン

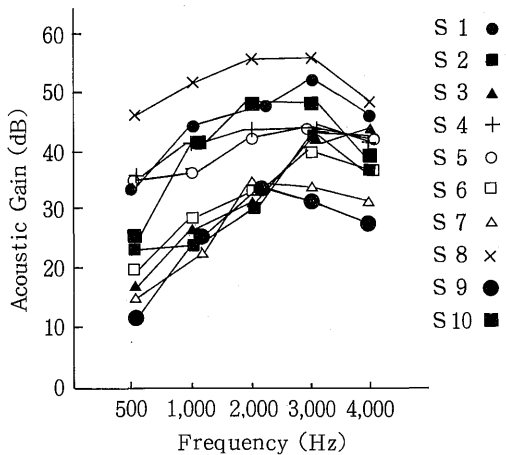


Fig. 6 使用レベルにおける各周波数の音響利得

45.5~100%であり、3分法による平均聴力レベルが51~75 dBの被験児の平均は90.9%、76~95 dBの被験児の平均は59.1%そして105 dB被験児の了解度は、45.5%であった。

2) 使用補聴器の使用レベルにおける出力音圧レベル、音響利得およびファンクショナル・ゲイン

各被験児の500~4000 Hzにおける出力音圧レベルおよびファンクショナル・ゲインは、それぞれ Fig. 5、Fig. 6、Fig. 7 の如くである。

各周波数における出力音圧レベルの平均と標

準偏差 (SD) は、500 Hz で 97.1 dB (11.12)、1000 Hz で 104.8 dB (9.91)、2000 Hz で 110.7 dB (9.07)、3000 Hz で 113.8 dB (7.77)、4000 Hz で 109.9 dB (7.44) であった。3000 Hz を中心にして、2000~4000 Hz で 110~114 dB の出力音圧レベルが適切であることを示している。平均聴力レベルが 51~75 dB の中等度感音難聴児の平均出力音圧レベルは、104.4 dB であり、76~95 dB の高度感音難聴児のそれは 115.0 dB であった。通常の会話における増幅音声は、中等度感音難聴児にあつては 105 dBSPL が、高度感音難聴児にあつては 115 dBSPL がその目安となる。

各周波数における音響利得の平均と SD は、それぞれ 27.1 dB (11.12)、35.0 dB (10.23)、41.1 dB (9.71)、44.2 dB (8.27)、39.9 dB (7.44) であり、2000~4000 Hz の範囲で 40~45 dB の音響利得を必要としていることが理解される。500 Hz、1000 Hz の低一中音域の SD は、高音域のそれと比較して相対的に大きくなっている。このことは、最小可聴閾値のばらつきに加え、小学校高学年の感音難聴児の言語音声の聴取傾向を示すものである。

被験児個々人の使用補聴器のファンクショナル・ゲインは、500 Hz、1000 Hz、2000 Hz、4000 Hz でそれぞれ平均 23.1 dB (11.49)、29.6 dB (10.53)、33.2 dB (11.01)、28.9 dB (7.94) であり、中等度感音難聴児のファンクショナル・ゲイン(3分法: 500 Hz、1000 Hz、2000 Hz) は、26.9 dB であり、平均音響利得 30.5 dB との差は 3.6 dB となっている。一方高度感音難聴児における差は 11.6 dB であり、ファンクショナル・ゲインは音響利得と大きく異なっている。1例であるが、平均聴力レベルが 105 dB の重度感音難聴児 S4 は、出力音圧レベルが 122 dB のとき、45.5%の単語最高受聴了解度を得ることができ、5分法による出力音圧レベルが 110 dB のとき、単音節最高受聴明瞭度が 26%となっている (Fig. 8)。S4 は望ましいと考えられる音響利得よりも実際は 10 dB ほど低い出力音圧レベルを最適なものとしている。S10 の 500 Hz、

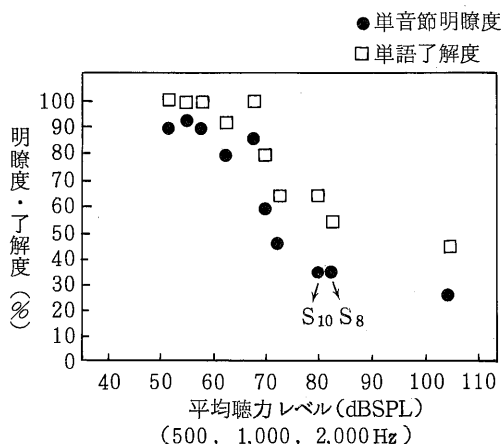


Fig. 8 平均聴力レベルと単音節明瞭度および単語了解度

1000 Hz、2000 Hz における平均ファンクショナル・ゲインは、41.7 dB であり、3000 Hz の音響利得が 48 dB であることから、補聴器による会話音声の増幅には、40~45 dB の音響利得が必要となる。S8、S10 の場合、単音節明瞭度は同じであっても、単語了解度は低音部の聴力レベルの良好な S10 において、いくぶんかであるが高い得点が示された。

3. 考察

補聴器を装用し、聴覚学習、言語学習を進展させねばならない感音難聴児の最適補聴レベルに関しては、Berger, Harrison, Monack, and Ferren (1980)¹⁾, Byrne and Tonisson (1976)²⁾, Cox and Bisset (1982)³⁾, Pascoe, et al. (1978)¹⁰⁾ などの規定選択法に加えて、言語音声の聴取に対する自己調整法の適用が望まれる。感音難聴児の会話音声に対する選択的聴取レベルは、時とすると最適聴取レベルと一致しないことが見いだされる。補聴器による増幅音声のスピーチ・スペクトルは、言語学習における発達レベルによって変えられねばならず⁸⁾、成人難聴者の補聴条件とはおのずから異なってくる。

難聴学級に在籍する感音難聴児は、言語的コミュニケーションにおける聴覚学習を推し進め、聴能を高めていくことが日々求められる。それゆえ、感音難聴児の最適補聴は、聴覚学習

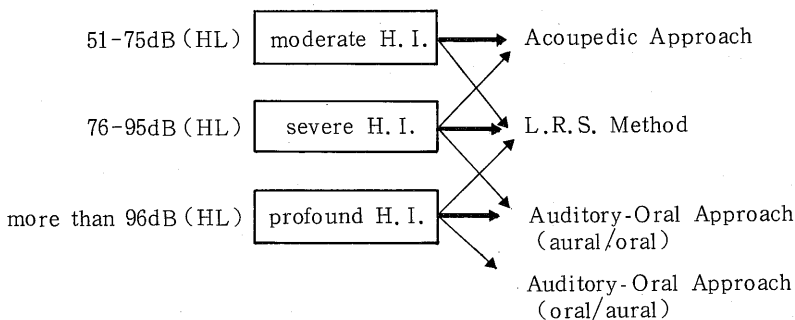


Fig. 9 聴覚障害児のための聴覚学習アプローチ

アプローチと密接に関連づけられねばならない (Fig. 9)。Acoupedic approach (Pollack, 1970)¹¹⁾、あるいは L-R-S Method (Listening, Reading and Speaking, Ewing and Ewing, 1964⁷⁾) が適用範囲と考えられ、そして内省報告の期待される中等度感音難聴および高度感音難聴児の最適補聴に検討を加えることは、POGO (Prescription of Gain/Output of Hearing Aids) や half-gain rule (ハーフゲインルール) あるいは Cox Procedure の適用を考えるうえで意味がある。

Cox and Bisset (1982)⁵⁾ および Byrne and Dillon (1986)³⁾ のスピーチスペクトルを基準にし、4000 Hz および 6000 Hz の値がそれぞれ 50 dB、55 dB SPL となる修正値により求められた各自の選択的聴取レベルが設定された。そしてこの値から ± 4 dB の出力音圧レベルをそれぞれ設定し、この3段階の各段階で測定された4音節単語の最高受聴了解度は、51~75 dBHTL の7名においては平均 90.9%、そして 76~95 dBHTL の2名においては 59.1% であった。この最高受聴明瞭度の得られる周波数レスポンスと音響利得を各自の補聴器で実現し、そこで得られた aided most speech discrimination score (補聴器装用による単音節最高受聴明瞭度) と3分法による聴力レベルとの関係は、Fig. 8 のようになり、50~70 dBHTL の感音難聴児は 50% 以上、そして 105 dBHTL でも 26% もの受聴明瞭度を得ており、auditory-oral (聴覚一口語) で会話音声の情報を獲得している。彼

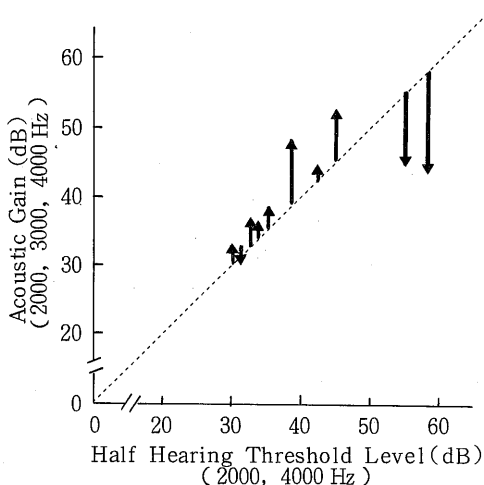


Fig. 10 平均ハーフゲイン値と平均音響利得

らのいずれも、Cole and Gregory (1986)⁴⁾ の述べる auditorizer と言い得るものである。

言語音声の清澄さ、明晰さあるいは音節の明瞭さは、高音域の聴きとりによって実現される。Schwartz and Walden (1983)¹⁴⁾ や Pollack (1988)¹²⁾ は、会話の明瞭さを高めるには広い帯域でしかも高音域が十分に増幅されている周波数レスポンスが望ましいことを強調している。このためには、補聴器イヤホンを含めたカップリングシステムの改善によって 6000 Hz までの帯域が補償される必要がある。

増幅された会話音声を識別し、意味の理解を図っていく発達レベルでは、低音域を増幅する補聴器の装用は、言語音声の高音域成分がマスキングすることになり、これがもとで受聴明瞭

度の低下を招きかねない。本研究の被験児の各周波数における音響利得は、3000 Hz を中心に2000～4000 Hz の高音域拡充型の周波数レスポンスが至適レベルとして調整されている。2000 Hz、3000 Hz、4000 Hz における各補聴器の平均音響利得と half hearing threshold level (ハーフゲイン値)との関係は、Fig. 10 のようになり、2000 Hz と 4000 Hz の平均が 100 dBHTL 以上では音響利得はハーフゲイン値よりも小さく、100 dB 以下の場合にはハーフゲイン値よりも大きな値を必要としていることが見いだされる。POGO やハーフゲインルールは、初期のフィッティングの一応の基準とはなっても、聴覚学習を継続している感音難聴児の最適補聴の理論値とはなり得ない。

感音難聴児の最適補聴レベルは、難聴児個人と臨床オーディオロジストとの実験的一臨床的評価のもとに設定されねばならない。

4. まとめ

伝音系に障害の認められない難聴学級在籍の感音難聴児 10 名(平均聴力レベル 51-105 dB)の最適補聴条件が実験的一臨床的に検証された。聴力レベルが 51～75 dB の中等度感音難聴児の言語音声の聴取は平均 104.4 dB SPL が、そして 76～95 dB の高度感音難聴児の場合には、115 dB SPL が最適であった。被験児にとって聴きやすく、単音節明瞭度および単語理解度を高め得る周波数レスポンスは、3000 Hz を中心とした高音域拡充型であった。

51～75 dBHTL の被験児の音響利得は、500～4000 Hz の範囲での平均で 34.6 dB であり、2000～4000 Hz では平均 39.4 dB となっていた。聴力レベルと単音節明瞭度の関係は、従来報告されているものよりも良好な値を示していた。また 2000～4000 Hz の平均音響利得とハーフゲイン値の関係は、聴力レベルが 100 dB 以下の場合には、音響利得値がハーフゲイン値よりも大きな値を示していた。

文 献

- Berger, K. W., Harrison, L.D., Monack, N., and Ferren, G.E. (1980): Comfortable loudness judgements for discrete frequency signals. *Journal of Auditory Research* 20, 119-127.
- Byrne, D., and Tonisson, W. (1976): Selecting the gain of hearing aids for person with sensorineural hearing impairments. *Scandinavian Audiology*, 5, 51-59.
- Byrne, D., and Dillon, H. (1986): The National Acoustics Laboratories' (NAL) new procedure for selecting the gain and frequency response of a hearing aid. *Ear and Hearing*, 7, 257-265.
- Cole, E., and Gregory, H. Eds. (1980): *Auditory Learning*. The Volta Review, 88, No. 5.
- Cox, R. M. and Bisset, J.D.. (1982): Prediction of aided preferred listening levels for hearing aid gain prescription. *Ear and Hearing*, 3, 66-71.
- Erber, N.P. (1982): *Auditory Training*. The A.G. Bell Association for the Deaf.
- Ewing A.W.G., and Ewing, E.C. (1964): *Teaching Deaf Children to Talk*. Manchester University Press.
- 後藤修二 (1984): 聴覚障害, 第 2 版, 医歯薬出版.
- Jerger, J. (1970): Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology*. 92, 311-324.
- Pascoe, D.P. (1978): An approach to hearing aid selection. *Hearing Instruments*, 29, 12-16, 36.
- Pollack, D. (1970): *Educational Audiology for the Limited Hearing Infants*. Charles C. Thomas.
- Pollack, M.C. (1988): *Amplification for the Hearing Impaired*. Third Edition, Grune and Stratton.
- Skinner, M.S. (1988): *Hearing Aid Evaluation*, Prentice Hall.
- Schwartz, D.M., and Walden, B.E. (1983):

Speech audiometry and hearing aid assessment: A reappraisal of an old philosophy. In Konkle, D.F., and Rintelmann, W.F. Eds. Principles of Speech Audiometry.

University Park Press.

15. 吉野公喜 (1990): 言語音の脳半球処理に関する実験的研究. 多賀出版.

Aided Best Listening Levels for Speech of Sensorineural Hearing-Impaired Children.

Tomoyoshi YOSHINO

In the prescriptive procedure it is assumed that there is a preferred listening level within the comfortable loudness range. The speech at desirable aided listening level provides the individual with a maximum amount of information.

Aided best listening levels for the speech of ten subjects with sensorineural hearing loss (52-105 dB HTL) enrolled in the resource room for hearing-impaired children were analyzed based on the experimental and clinical data.

(1) Average best listening levels were 104.4 dB SPL for subjects with 51-75 dBHTL and 115 dBSPL for subjects with 76-95 dBHTL. (2) Actual acoustic gains were +5.1 dB as much as half-hearing threshold level in moderately or severely hearing-impaired subjects. (3) Average actual preferred listening levels using Q16 (Digital-Analog type) for the identification of four syllabic word were 114dB for S1, 100dB for S2, 102dB for S3, 122dB for S4, 112dB for S5, 98dB for S6, 100dBSPL for S7, 118dB for S8, 94dB for S9, 114dB for S10.

Key Words : aided listening level, prescriptive procedure, sensorineural hearing loss, HTL (hearing threshold level)