心身障害学研究,23,159-166,1999

資　料

聴覚障害児・者における語音知覚に関する文献的考察

李　　尚　禧*・吉　野　公　喜**

一般に、聴覚的感度が著しく制限されている高度・重度の聴覚障害児・者は通常の環境のもとでは、周囲にある様々な音響刺激から必要な情報を聴きとっていくことが困難となり、音声言語の学習に困難を余儀なくされている。

本稿は音声情報処理過程における語音知覚に焦点を当てて、聴覚障害児・者の語音知覚に関する研究を概観し、聴覚障害児・者の周波数弁別能と時間情報処理を中心に考察した

キー・ワード：聴覚障害児・者　語音知覚　周波数弁別能

Ⅰ．はじめに

語音知覚の研究は、人間が語音をどのように知覚し、認識するのかを解明する分野であり、1970年代より欧米、特に米国でさかんになされてきた。音響音声学、実験音声学を中心に心理学、情報工学及び神経生理学などの分野と密接に関連している研究領域と言える。

語音に対する知覚・認知には、単に語音が聴こえたという感覚だけではなく、語音の強さ、高さ、長さなどの基本的な属性に関する知覚から、音色、アクセント、イントネーションに関する知覚、そして語音のもつ言語的情報に関する総合的な判断が求められる。さらに、近年の音声認識の中心的課題である個人性情報の判断など様々なものを含んでいる。

聴覚障害とは、何らかの原因のため、聞く力が不十分であったり、欠けている状態を言う。このことから、聴覚障害児・者が、音声言語を習得し、発達していく上で、最も重要なフィードバック機構の確立が不十分であるために音声言語の障害が顕著となる（House & Fairbanks, 1953[12]; Angelocci, 1964[1]）。すなわち、聴覚的フィードバックの欠如は音声知覚のみならず音声生成にも重大な影響を及ぼす。

しかし、聴覚系の活用が十分に補償されるとき、聴力レベルが高度あるいは重度であっても音声言語によるコミュニケーションに著しい改善が期待できる。

本稿では、聴能学（Audiology）及び心理音響学（Psychoacoustic）の立場から、複雑な様相を呈する聴覚障害児・者の語音知覚を中心に文献的考察を行う。

Ⅱ．聴覚障害児・者の語音知覚

生来的に聴覚障害をもつ子ども、あるいは言語獲得以前に失聴した子どもは、語音の聴覚的知覚がかなり制限される。Stephens（1976[29]）は、感音性聴覚障害の場合、次の4つの音声の聴取識別上の困難が生ずると述べている。音の強さのコーディング異常（歪）（intensity coding distortion）、周波数のコーディング異常（frequency coding abnormalities）、時間コーディング異常（temporal coding abnormalities）及び両耳聴処理異常（binaural processing abnormalities）である。本節では、周波数のコーディ

*心身障害学研究科
**心身障害学系

ング異常及び時間コーディング異常を中心に考察する。

1．聴覚障害児・者の周波数弁別能

聴力損失に伴って生ずる弁別能の低下を研究するために、従来より聴覚障害児・者を対象とした周波数の弁別閾値の測定が試みられてきた。その多くの研究において、感音性の聴覚障害者の周波数の弁別閾値は、健聴者に比べると、増大の傾向にあることが報告されている（DiCaro, 1962[3]; Ross, Huntington, Newby & Dixon, 1965[27]; Leshowitz, Lindstrom & Zurek, 1976[17]; Gengel, 1973[9]; Zurek & Formby, 1981[42]）。

Zurek and Formby（1981[42]）は、聴力損失があるレベルを超えると周波数弁別閾値は、聴力損失に比例して増加することを示し、各純音の弁別閾値は周波数によって異なると報告した。すなわち、周波数弁別閾値の増大は、500 Hz 以下の低周波数では、20-30 dB の損失でも生ずるが、500 Hz 以上の周波数では 60 dB 以上の損失でなければ生じないと報告している。

また、Risberg et al.（1975[28]）は、聴覚障害児について聴力レベルによる周波数の弁別能の差を説明している。聴力レベルが 30-60 dB（HL）の軽度・中度感音性聴覚障害児の周波数の弁別能は、低周波数領域（125、250、500 Hz）では健聴児に劣っておらず、70-90 dB (HL) の高度感音性聴覚障害児では個人差が大きく、そして、100 dB (HL) 以上の重度感音性聴覚障害児では、著しく劣ることを報告している。

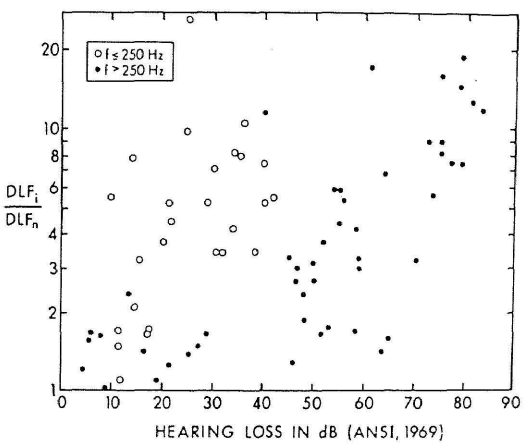

Fig. 1　聴力レベルと周波数弁別閾値

永井（1972[18]）は、感音性聴覚障害者の周波数弁別閾値を周波数変調音を用いて測定したところ、500 Hz においては聴力レベル 50 dB 以上で、1000-2000 Hz においては聴力レベル 70 dB 以上になると急激に周波数弁別閾値が増大すると述べている。

Scharf（1978[30]）は、周波数弁別（frequency discrimination）及び選択性（frequency selecitivity）の実験を感音性聴覚障害者を対象として実施し、以下の知見を得た。感音性聴覚障害者における周波数弁別及び選択性は健聴者に比べて劣っており、2 つの音間の周波数の差が大きくならないと弁別が困難であると報告している。また、Stephens（1976[29]）の報告によると、聴覚障害者の周波数弁別能の特徴として、ある一つの周波数成分において、2 音間の弁別の困難が生じ、語音の弁別（speech discrimination）における混乱が生ずると述べている。このように、聴覚障害児・者においては 2 音間の周波数の差を大きくしないと、周波数弁別に必要とされる対比効果が生じないと言われている。

中村・金子・江口（1980[22]）らは、聴覚障害児における純音周波数弁別能とその変動性から聴覚障害児の聴能の実態を明らかにした。健聴児 4 名（11 歳）と聴覚障害児 6 名（うち、4 名は 10-12 歳児童で、難聴学級で聴能訓練を受けている。他の 2 名は 11 歳で、ろう学校に在籍している。なお、この 2 名は聴能訓練を受けていない）を対象とし、250 Hz、500 Hz、1000 Hz について純音周波数弁別閾値を求めた。その結果、聴覚障害児の純音周波数弁別能は健聴児よりも成績が低く、その弁別閾値は低音域で顕著であった。しかし、聴覚障害児でも聴能訓練を受けた経験のある児童は周波数弁別能に良い成績を示すことも明らかになった。

聴覚障害者の周波数弁別閾値に関して、上述の研究以外に、バンドノイズを用いたもの（小田、設楽他，1970[24]；清水，1983[36]）、左右の耳

から周波数の異なる純音を聴取させたもの（中村，1980[19]）、純音及び複合音のピッチ知覚に及ぼす訓練効果を検討したもの（出口他，1981[4]）、母音の第1ホルマント周波数及び第2ホルマント周波数に注目したもの（中川，1982[21]）などが試みられている。また、周波数弁別閾値と音声知覚の関係についても検討されており（Festen & Plomp, 1983[5]; French-St. George, 1985[6]; Tyler, Summerfi-eld, Wood, & Fernandes, 1982[40]）、両者の関係は、周波数弁別能と聴力レベルとの関係に比べて高い相関が報告されている（永井，1972[18]；Gengel, 1973[9]; Strizver, 1958[31]）。

以上の報告より、軽度・中度感音性聴覚障害児において高い周波数領域での周波数弁別能が低いことが明らかになった。さらに、高度感音性聴覚障害児において個人差の大きいという結果は、補聴器を介しての聴覚的学習の質的あるいは量的な差を反映しているためと考えられる。

2．周波数弁別能の漸近効果

聴覚障害者の周波数弁別閾値が大きいのは、聴覚感度の低下による聴知覚経験の欠如や測定値の不安定さに起因するため、従来の研究においては、周波数弁別閾値の測定にあたって、複数回の試行が必要であると報告されている（Gengel, 1969[10]; Pickett & Martony, 1970[26]; Turner & Nelson, 1982[39]）。

Gengel (1969[10]) の研究では、Hard of Hearing (21人) と Deaf (23人) を対象として、250 Hz 及び 500 Hz の純音周波数弁別閾の測定を3試行実施した。その結果、Deaf では3試行すべてにわたって弁別閾値が大きく、Hard of Hearing と Deaf の弁別閾値はそれぞれ7.2%、9.6%、可変条件では16.8%、20.8%であった。それに対して3試行目では、固定振幅条件で3.6%、4.8%、また可変条件では8.8%、9.6%であった。このことから、試行回数を重ねることで、聴覚障害児の周波数弁別閾値を減少させることができると結論づけている。さらに、Gengel (1973[9]) の研究では、周波数弁別に及ぼす刺激音の持続時間の影響を検討している。その際、実行効果（practice effect）を考慮して、被験者の達成度が漸近値に近づくまで試行を繰り返したところ、聴覚障害者では各条件につき10試行目、健聴者では5試行目であった。

同様に、複語音や合成音声を用いたホルマント周波数弁別能の測定における漸近効果（asymptotic effect）についても検討されている。Pickett & Martony (1970[26]) は、感音性聴覚障害児を対象に、合成音声を用いて母音ホルマント周波数相対弁別閾値の測定を行った。その際、被験者の達成度が漸近値に近づくまで測定を行った。その結果、Fig. 2に示されるように、健聴者の場合、初回―2回目の試行ですでに漸近値（asymptotic value）に達していることが明らかである。

しかし、感音性聴覚障害児の場合、初回値と漸近値に有意差が見られ、その差は聴力レベルに比例して大きくなる傾向を示している。Turner & Nelson (1982[39]) の研究によれは、

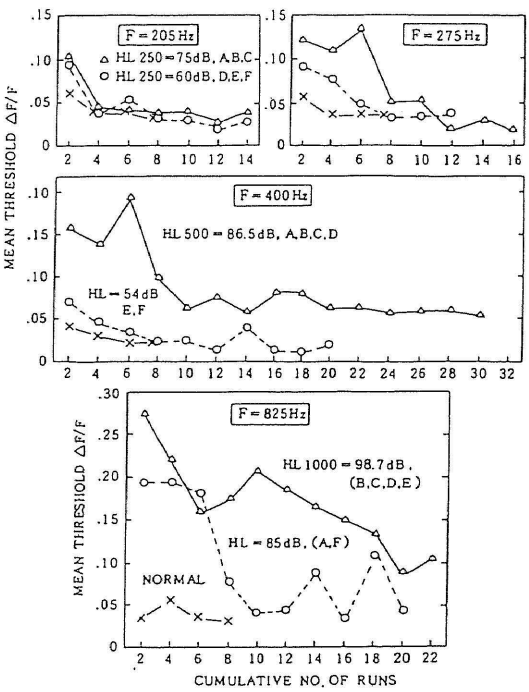

Fig. 2　母音ホルマント周波数の弁別閾値
(Pickett & Martony, 1970)

実行効果（practice effect）の著しい難聴児における周波数弁別能の測定及び評価では、必ず各個人の漸近値を求めるべきであると断言している。また、津根（1984[38]）は、この漸近効果を指標として、幼児期から聴覚補償がなされ、聴能の効果をあげている聴覚障害児の周波数弁別能に関して、興味深い研究を実施している。その研究とは、特定男性の/u/、/i/の第2ホルマント周波数（/u/＝1250 Hz、/i/＝2240 Hz）とその中心周波数である1250 Hz、2240 Hzの純音を標準刺激として、ホルマント周波数と純音の周波数の弁別閾値と比較してきわめて大きな値をとるという知見を得ている。つまり、聴力レベルが95 dBを超え、語音の識別がチャンスレベル以下にある聴覚障害児の周波数弁別閾値は著しく高かったが、母音ホルマントの弁別閾値では個人差が大きく、語音ごとに差がみられたと報告している。

このように、高度・重度聴覚障害児・者の周波数弁別能を問題とするとき、試行回数を重ねることで健聴者に近似した値を示すという知見が得られている。また、聴覚障害児・者の周波数弁別能は、漸近値を考慮する限り、従来報告されているような低い値を示すものではないと考えられる。

3．聴覚障害児・者の時間情報処理

語音のもつ音響的手掛かりを時間領域で考えるとき、基礎的聴覚機能としての聴覚系の時間分解能が問題となる。

時間分解能というのは、聴き手が聴覚的事象を時間領域で分解する能力のことである。寺西（1984[23]）によれば、聴覚系の時間的側面には、事物が相次いで起こるような感覚を生じさせる逐次感、時間の長さの感覚を生じさせる持続感、同じ時間パタンの刺激音が等しい周期で繰り返し与えられた時に生じる周期感がある。このように寺西が述べた知覚の時間的体験の分類を実験的研究の例にあてはめるとTable 1のようになる。

Table 1　聴覚系における時間情報処理研究の分類（寺西、1984）

音声知覚の時間的側面	実験研究の種類
逐次感	時間順序の識別実験
持続感	持続時間の識別実験
	空虚時間の検出実験
周期感	リズム感の知覚実験
	周波数変調音の識別実験
	振幅変調音の識別実験

聴覚障害児・者の時間分解能の研究について、Tyler et al.（1982[40]）の研究では、いくつかの時間分解能に関する音響心理学的測定間の関係を調べた。持続時間差についての弁別閾値（TDL：temporal difference limen）、無音区間の持続時間差についての弁別閾値（GDL：gap difference limen）、無音区間についての検出閾値（GDT：gap detection threshold）において、その結果は聴覚障害者と健聴者、それぞれ42 ms対18 ms、78 ms対51 ms、12 ms対7 msとなることが示され、Fitzgibbons and Wightman（1982[8]）、Irwin et al.（1981[15]）の結果と一致していたと報告している。そして、考察の中で、持続時間についての弁別閾値、無音区間についての検出閾値が聴覚障害者の語音知覚の困難さに寄与する重要な基礎的処理であると述べている。中村・藤崎・伊本（1974[20]）は、感音性聴覚障害児において、適切な増幅によって聴力の損失が補償される場合、非言語音の持続時間の弁別能は健聴児との間に有意差がないが、言語音のそれに関しては大きな差があることを報告した。また、佐藤・吉野（1990[34]）は日本語の自然音声5母音の持続時間を256－38.4 msと変化させ、その識別能を調べた。その結果、聴覚障害障害児は個人間変動は大きいものの、128 ms以下となると母音の識別が困難となることが明らかになった。

次に、音が継時的に聴こえる感覚を問題とする時間順序の識別能について、佐藤（1985[32]）は、770 Hz及び440 Hzの5音あるいは7音の連続した非言語音を用い、感音性聴覚障害者を対象とした実験を行った。その結果、2項目/秒の呈示速度であれば時間順序識別能が健聴者の値

に比肩しうることが示された。

一方、言語音を用いた研究では、Thomas et al.（1970[37]）が、母音の持続時間を変数として検討している。持続時間が125 ms以上で識別率は上昇し、150 ms以上で高原状態となると報告した。さらに、佐藤・吉野（1987[33]）は日本語の自然音声5母音及び合成音声母音の時間順序系列の識別実験を通して、自然音声、合成音声ともに無音区間（休止時間）が128 ms、すなわち、1秒あたり3項目の要素交替速度が識別に適していることを明らかにした。

このように、感音性聴覚障害児・者の時間情報処理に関しては、用いられた実験パラダイムの違いによって多様な見解がみられ、一致した結論が得られていない。今後、個々の時間的パラメータについて検討するとともに、パラメータ間の関係を検討することが課題として挙げられる。

III．聴覚障害児・者の聴知覚と聴能

聴覚障害児・者の聴能を説明する1つの指標として、各個人の聴力レベル及び最高受聴明瞭度が用いられることが多い。

Sato（1992[35]）は、聴覚的時間知覚実験における成績と、聴覚障害児の聴力レベル及び最高受聴明瞭度との関係を調べた。その結果、言語音を用いた一部の実験においては、最高受聴明瞭度との間に密接な関係がみられたが、非言語音を用いた実験においては、聴力レベル、最高受聴明瞭度ともに密接な関係がみられなかった。このことは、聴覚障害児の聴覚的時間分解能が聴力レベル、最高受聴明瞭度よりも幼児期からの聴覚的学習の度合いが密接に関係すると考えられる。

このように、聴力レベルが90 dB以下の聴覚障害児の多くは聴覚を活用して聴能を高め、聴知覚の実験においては健聴児と比肩しうるまでの成績を示している。一方、聴力レベルが90-110 dBの範囲にある聴覚障害児では個人差が見られた。このことは聴力レベルが90-110 dBと高度の聴覚障害児であっても、言語音の学習に適正な補聴条件が準備され、聴覚学習が継続されるとき、聴覚機能及び言語機能が高めれることを明らかにしている。

IV．まとめ

本稿では、聴覚障害児・者の語音知覚に関する研究を概観し、その結果、以下のように要約される。

1．聴覚障害児・者の周波数弁別能

高度・重度の聴覚障害児・者の周波数弁別能に関して、試行回数を重ねることで健聴者と近似した値を示すことは重要である。聴覚障害児・者の周波数弁別能は、漸近値でみる限り、従来報告されているような低い値を示すものではないと考えられる。

2．聴覚障害児・者の時間情報処理

感音性聴覚障害児・者の時間的情報処理能は、音声刺激の呈示が特定の条件でなされる時、健聴者に比肩し得る値を示し、聴能を考えていく上で重要となる。

文　献

1) Angelocci, A. A., Kopp, G. A. & Holbrook, A. (1964): The vowel formant of deaf and normal hearing eleven-to fourteen-years-old boys. Journal of speech and hearing disorders, 29, 156-170.
2) Bergman, M. (1971): Hearing and aging Audiology, 10, 164-171.
3) Dicarlo, M. (1962): Some relationships between frequency discrimination and speech reception. Journal of Speech and Research, 2, 37-49.
4) 出口利定，鏡陸左衛門，比企静雄 (1981)：聴覚障害児のピッチ感覚―聴能訓練による向上の可能性―．特殊教育学研究，18, 4, 70-77.
5) Festen, J. M. & Plomp, R. (1983): Relations between auditory functions in impaired hearing. Journal of the Acoustical Society of America, 73, 652-662.
6) French-St. Geroge, M. (1985): Psycho-

acoustic variables influencing phonemic perception in individuals with noise induced hearing loss. Doctoral dissertation, The Pennsylvania State University Park, PA.

7) Fujisaki, H., Nakamura, K., & Imoto, T. (1970): Auditory perception of duration of speech and non-speech stimuli. Annual Bulletin, Research Snstitute of Logopedics and Phonetics. Univ. of Tokyo Faculty of Medicine, 7, 45-64.

8) Fitzgibbons, P. J. & Wightman, F. L. (1982): Gap detection in normal and hearing impaired. Jornal of the Acoustical Society of America, 72, 761-765.

9) Gengel, R. W. (1973): Temporal effects in frequency discrimination by hearing impaired listeners. Journal of the Acoustical Society of America, 13, 467-477.

10) Gengel, R. W. (1969): Prectice effects in frequency discrimination by hearing impaired children. Journal of Speech and Hearing Research, 12, 847-856.

11) Goodfellow, L. W. (1951): Fractionation of temporal intervals. Journal of Experimental Psychology, 42, 307-312.

12) House, A. & Fairbanks, G. (1953): The influence of consonant environmant upon the secondary acoustical characteristics of vowels. Journal of the Acoustical Society of America, 25, 105-113.

13) 古井貞熙 (1985)：音声知覚におけるスペクトル変化情報の役割．日本音響学会聴覚研究会資料，H-85-6, 1.

14) 古井貞熙 (1986)：音声知覚研究とその音声情報処理への応用．日本音響学会誌，42(12), 953-958.

15) Irwin, R. J., Hinchcliff, L. K., & Kemp, S. (1981): Temporal acuity in normal and hearing impaired. Audiology, 20, 234-243.

16) John, P. & Lawrence, L. (1992): Temporal resolution in normal hearing and hearing impaired listeners using frequency modulated stimuli. Journal of Speech and Hearing Research, 35, 436-442.

17) Leshowitz, Lindstrom & Zurek (1976): Measurements of frequency selectivity in listeners with sensorineural hearing loss. Journal of the Acoustical Society of America, 59, S2(A).

18) 永井昌夫 (1972)：周波数弁別閾値の検査法とその臨床応用．日本耳鼻咽喉科学会報，75, 639-654.

19) 中村光慶 (1980)：聴媛覚障害児における純音周波数弁別能に関する研究．筑波大学修士課程教育研究科修士論文．

20) 中村公枝，藤崎博也，伊本俊明 (1974)：聴覚障害者における言語音及び非言語音の持続時間の知覚について．Audiology Japan, 17, 213-221.

21) 中川辰雄 (1982)：聴覚障害児の語音弁別について一母音第2ホルマント周波数の弁別を中心に一筑波大学心身障害学研究科中間論文．

22) 中村光慶，金子俊明，江口実美，阿瀬雄治，大橋　徹，吉江信夫 (1980)：聴覚障害児における純音周波数弁別閾値，Audiology Japan, 23, 5, 513-514.

23) 寺西立年 (1984)：聴覚の時間的側面．難波精一郎編，聴覚ハンドブック，ナカニシヤ出版，276-319.

24) 小田　恂，設楽哲也 (1978)：ABX 法による周波数弁別能について．Audiology Japan, 4, 291-292.

25) 太田富雄 (1994)：聴覚障害児の語音識別に関する実験的研究．風間書房．

26) Pickett, J. M. & Martony, J. (1970): Low-formant discrimination in hearing impaired listeners. Journal of Speech and Hearing Research, 13, 347-359.

27) Ross, M., Huntington, D. A., Newby, H. A, & Dixon, R. F. (1965): Speech discrimination of hearing impaired individuals in noise. Journal of Speech and Hearing Research, 5, 47-72.

28) Risberg, A., Agelfors, E., & Boberg, G. (1975): Measurement of frequency discrimination ability of severely and profoundly hearing impaired children. KTH Q. Rep, 2-3, 40-48.

29) Stephens (1976): The input for a damaged cochlea-a brief review. British Journal of Audiology, 10, 97-101.

30) Scharf, B. (1978): Sensorineural hearing impairment and hearing aids. Scandinavian Audiology Supplement, 6, 81-106.

31) Strizver, G. L. (1958): Frequency discrimination. The Volta Review, 304-306.

32) 佐藤正幸，吉野公喜 (1985)：感音難聴者の聴覚的時間情報処理について―継時的系列に対する時間順序識別能力を中心に―．心身障害学研究，9, 45-55.

33) 佐藤正幸，吉野公喜 (1987)：聴覚障害児・者の聴覚的時間情報処理．特殊教育学研究，25(3), 9-17.

34) Sato, M. and Yoshino, T. (1990): The identification of vowels with variable durations in hearing impaired children. Bulletin of Special Education, 14, 2, 77-84.

35) Sato, M. (1992): The relationship between auditory temporal perception and auditory performance in hearing impaired children. 21th International Congress of Audiology.

36) 清水正子 (1983)：重度聴覚障害児における聴覚活用の可能性の検討―高音域周波数弁別検査と語音検査を中心に―．筑波大学教育研究科修士論文．

37) Thomas, I. B., Carroll, T. S., & Garcia, B. (1970): Temporal order in the perception of vowles. Journal of the Acoustical Society America. 48, 4. 1010-1013.

38) 津根三恵子 (1984)：聴覚障害者における周波数分析能の聴能学的検討．筑波大学教育研究科修士論文．

39) Turner, C, W. & Nelson, D, A. (1982): Frequency discrimination regions of normal and impaired sensitivity. Journal of Speech and Hearing Research, 25, 34-41.

40) Tyler, R. S., Summerfield, Q., Wood, E. J., & Fernandes, M. A. (1982): Psycho acoustic and phonetic temporal processing in normal and hearing impaired listeners. Journal of the Acoustical Society of America, 72, 740-752.

41) 山田安紀子，今泉　敏，原田勇彦，細井裕司 (1987)：聴覚障害者の母音聴取に及ぼす時間的要因の効果．Audiology Japan, 30, 5, 695-703.

42) Zurek & Formby (1981): Frequency discrimination ability of hearing impaired listener. Journal of Speech and Hearing Research, 46, 108-112.

Bull. Spec. Educ. 23, 159-166, 1999

A Review of the Literature of Speech Perception among Hearing Impaired Children and Adults

Lee Sang-HEE and Tomoyoshi YOSHINO

In general, it is difficult for hearing impaired children and adults with severely or profoundly limited hearing sensitivity to hear essential information among the various acoustic stimulus around them in their normal environment, which causes them problem in learning speech.

This paper provides a review of the studies concerned with speech perception in hearing impaired children and adults with particular reference to the processing of speech perception information within speech perception.

Key Words : hearing impaired children and adults, speech perception, frequency discrimination