

原 著

高齢難聴者におけるバイノーラル音声増幅の効果 — 人工耳介の効果について —

原島 恒夫*・吉澤 弘高**・行方 真実**

「カクテルパーティー効果」はステレオ聴取においてよく知られている現象である。我々は、高齢難聴者において、バイノーラル音声増幅器を用い、受聴明瞭度における耳介の効果を調べた。使用したバイノーラル音声増幅器の指向周波数特性は、高周波数において後方からの音を抑制する効果がみとめられた。聴取実験での対象者は24人の高齢難聴者であった。20の2モーラ単語を前方のスピーカより70dB(A)で呈示し、白色雑音を後方のスピーカより60dB(A)で呈示した。対象者は、人工耳介の有るバイノーラル音声増幅器および人工耳介の無いバイノーラル音声増幅器を通して聴取した。軽度高齢難聴者においては、耳介のあるバイノーラル音声増幅器の方が耳介のないものに比べよりよく聞き取ることができた。以上の結果から、軽度難聴者においては、耳介効果を活用できることが示唆された。

キー・ワード：バイノーラル 高齢者 難聴者 耳介

I. はじめに

我々は人混み等の騒音下でも、ある程度雑音を抑制しながら語音を識別している。このような雑音下でも大脳中枢の働きで聴取能の向上することはカクテルパーティー効果 (cocktail party effect) として知られている。Cherry and Bowles (1960) によれば、このカクテルパーティー効果とは、“声の方向”、“読唇およびジェスチャー”、“ピッチ”、“速度”、“男声-女声”、“アクセント”、“構文”など様々な手がかりを利用することにより、特定の情報をそれ以外の情報から分離し、雑音中においても明瞭度を高める効果である。“声の方向”によって話者の声を聞き分ける場合、音源を空間内に分離して聴き、特定の人の話を聞き分けていると考えられる。1958年、Pollack and Pickett はノイズ下でのステレオ聴取による語音の受聴明瞭度について報告した。彼

らによれば、雑音と信号音声とともに頭内中心に存在するモノラル聴取条件に比べ、左右耳に異なる話声雑音を聴かせ、左右同一位相の信号音声は頭内中心に聴こえる条件、すなわち雑音から信号音声分離して聴こえるステレオ聴取条件においては聴取能が向上するという。

ところで人間が音の方向を感知する音源定位には音源からの聴覚情報の両耳間音圧差および両耳間時間差が役立っている。また音波が頭部を回り込むときには、頭部陰影効果により、周波数スペクトルに変化が生じるため、我々はこのスペクトラルキューを、前後および上下の音源方向についての手がかりとして利用している。これら様々な聴覚情報を処理することにより、人間は標的とする音(信号)を他の音(雑音)から区別することが容易となり、雑音の多いところでも人の話を聞き分けることが可能となる (Bronkhorst & Plomp 1988; Bronkhorst & Plomp 1989; Bronkhorst & Plomp 1990; Bronkhorst & Plomp 1992; Carhart, Tillman, & Greetis 1969a;

* 筑波大学大学院人間総合科学研究科

** 群馬県立東毛産業技術センター 技術支援グループ

Carhart, Tillman, & Greetis 1969b)。

人間を含め、多くの哺乳類には耳介が存在する。この耳介は動物によって異なるが、集音作用および音源定位に役立つといわれる。この集音作用は耳介がパラボラ型の形状をもつことによるが、言い換えれば音響的指向特性でもあり、パラボラが向いている方向のS/N比の向上作用ともいえる。もちろん耳介は上述したスペクトラルキューにも寄与し、音源定位によるカクテルパーティー効果が加わることにより、前方の音情報の聞き取りはより有利になると考えられる。

ところでこれらの音源定位を補聴器で利用できるようにするためには、両耳補聴しかもパラボラ形状の耳介効果の利用できる挿耳型補聴器が有効であるといわれる (D'Angelo, Bolia, Mishler, & Morris, 2001)。既に述べたように、音源定位には両耳間音圧差、両耳間時間差、頭部や耳介を回り込むときの頭部陰影効果によるスペクトラルキューなど複数の音響的情報処理が必要とされる。通常の人間の耳は、左右の耳のダイナミックレンジが100dB以上であり、しかもきこえる周波数範囲がほぼ20Hzから20,000Hzと広いため、以上の音響情報処理については十分な能力を有しているといえる。聴覚障害者が補聴器を装用した場合、このような広いダイナミックレンジや周波数特性を維持することは困難であり、特に難聴の程度が高度になるにつれ、音響情報は著しく制限されることとなる。近年、挿耳型補聴器の普及に伴い、耳介効果の利用が注目されているが、挿耳型補聴器の周波数特性は人間の耳に比べて狭い周波数に限られているため、耳介効果により生ずるスペクトラルキューをどの程度利用できるかは不明である

本研究では、耳介効果を十分に利用できる広い周波数特性を有するバイノーラル音声増幅器が難聴者にとって有効なのかどうかについて検討することを目的とし、シリコンゴム製の人工耳介を装備し、通常の補聴器に比べて周波数特性の良いバイノーラル音声増幅器を用い、高齢難聴者における耳介効果について実験的検証をおこなった。

II. 方法

1. 対象者

A老人ホームに入所あるいは通所している高齢者24名(男性6名、女性18名)を対象とした。年齢は62歳～91歳(平均82.5歳、SD 7歳)であった。WHOの難聴の分類に従うと、聴力正常者(25 dBHL以下)2名、軽度難聴者(26～40 dBHL)7名、中等度&中高度難聴者(41～70 dBHL)15名であった。対象者に対しては、実験の内容についての説明を行い、同意を得た。気分などが悪くなったときには、実験の途中でも拒否できることを伝えた。また結果については、別の日程を設定し、個々に伝えるとともにきこえについてのアドバイスをおこなった。

2. 実験装置

(1) バイノーラル音声増幅器(シマダ製作所; みみ太郎1型、Fig. 1)を人工耳介有(以下BA-P)および耳介部分を切り取ったものを人工耳介無(以下BA-N)として準備した。バイノーラル音声増幅器の指向周波数特性は東毛産業技術センター内無響室にて以下の手続きにより測定した。

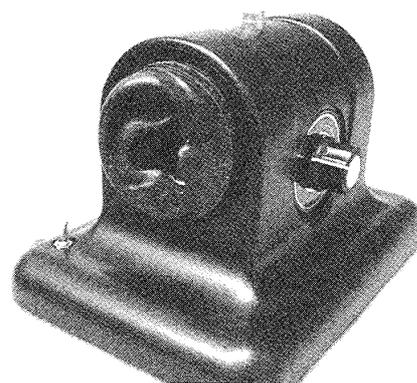


Fig. 1 バイノーラル音声増幅器

全体の大きさは、幅169mm、高さ125mm、奥行き120mmである。耳介部の大きさは、高さ52mm、前後33mm、突出部15mm、である。左右1対のマイクロホンは、10cmの距離をおいてシリコンゴム製人工耳介の外耳道口の位置に、外側に向けて取り付けられている。

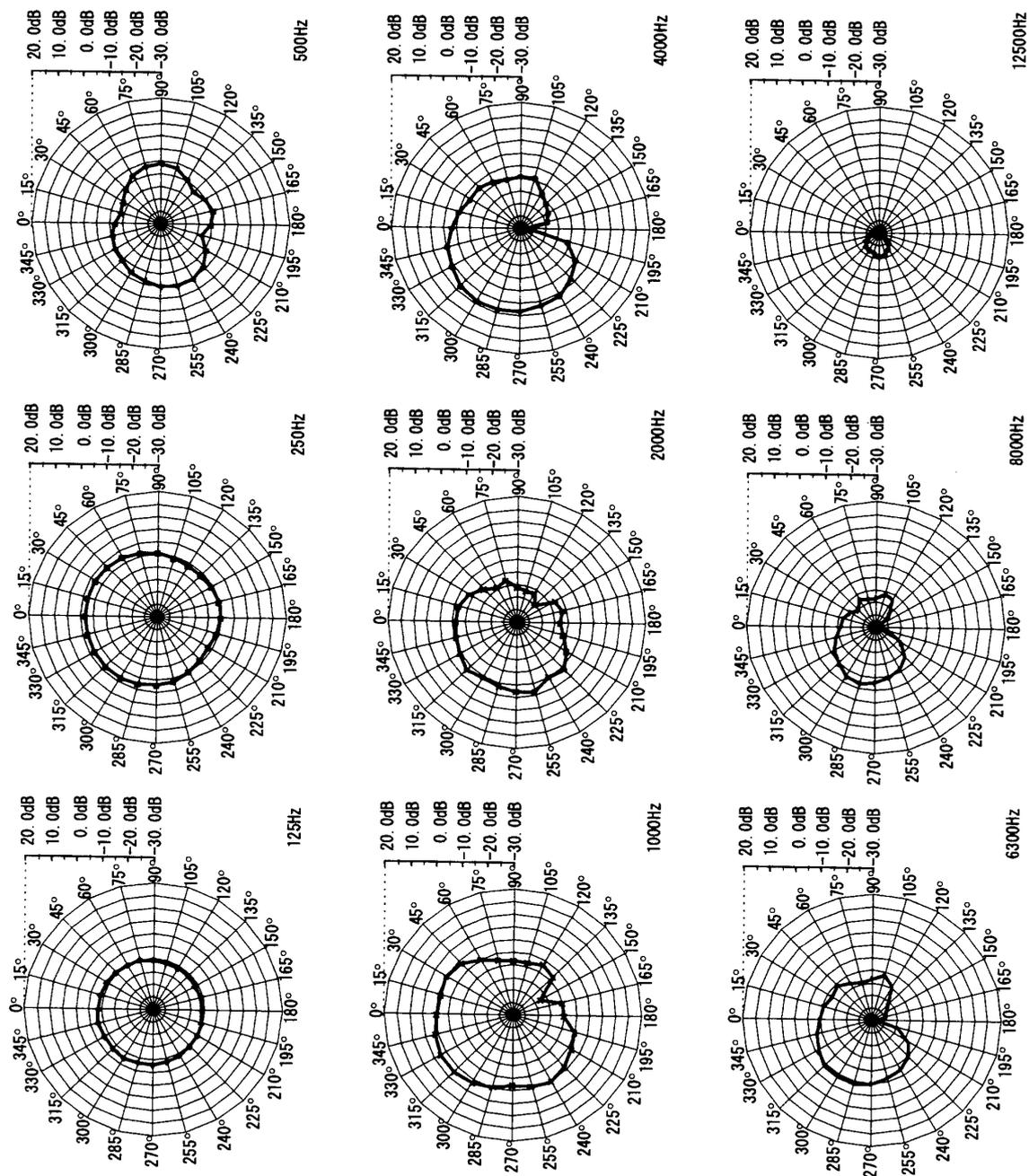


Fig. 3-a バイノーラル音声増幅器の指向周波数特性

125Hz から12500Hzまでの指向周波数特性を表している。500Hzまでは指向性は認められないが、1000Hzから2000Hzにかけて弱い指向性、4000Hz以上において270°~300°に強い指向性がみとめられる。

高齢難聴者におけるバイノーラル音声増幅の効果

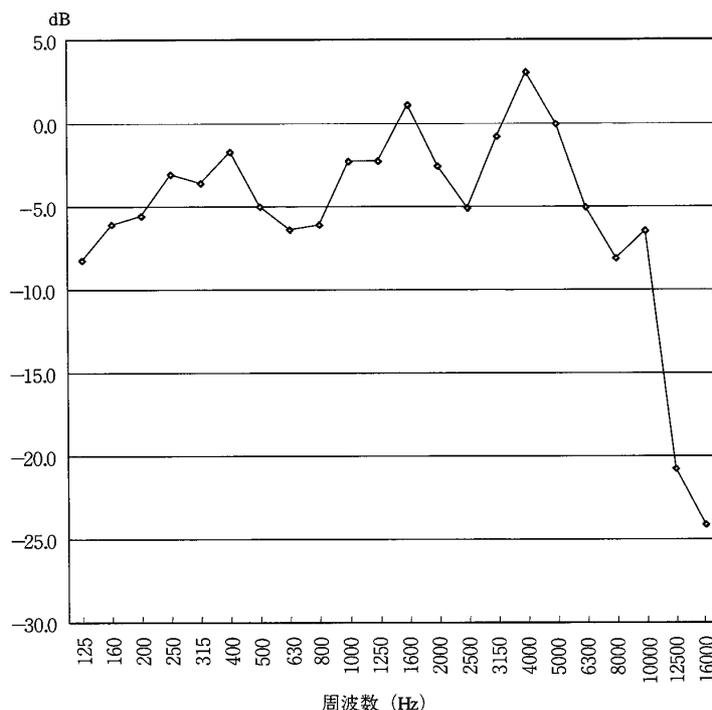


Fig. 3-b バイノーラル音声増幅器の270°における周波数特性

周波数特性は10000Hzまでは比較的フラットであり、12500Hzから低下している。

Table 1 呈示音

No.	耳介有	No.	耳介無
1	リス	1	ハチ
2	ソバ	2	オニ
3	ウシ	3	ヤマ
4	オニ	4	ワニ
5	エキ	5	ソバ
6	シタ	6	アシ
7	タコ	7	シタ
8	ハチ	8	マド
9	ナベ	9	リス
10	イヌ	10	セミ
11	クチ	11	エキ
12	クビ	12	タコ
13	セミ	13	ナベ
14	アシ	14	イヌ
15	スズ	15	ウシ
16	ツル	16	ヘビ
17	マド	17	スズ
18	ヤマ	18	クチ
19	キシヤ	19	ツル
20	ワニ	20	キシヤ

パーソナルコンピュータを使用して切り出し、実験用音声として編集した。

(3) 実験用プログラムの作成

実験用プログラムは、パーソナルコンピュータ (PowerBook G4-Ti; APPLE)、プログラム作成用ソフトウェア (Super Card Ver. 3.5; ALLEGIANT) を使用し、被験者の応答に合わせたタイミングで刺激音を呈示できるように作成した (Table 1)。

4. 実験場所

A老人ホーム内で、暗騒音が40dB(A)以下の会議室とした。

5. 手続き

(1) 標準純音聴力検査による聴力測定。

(2) 実験順序が仮説に対し有利に働かないよう、むしろ順序効果が仮説に対して逆となるようにBA-P、BA-Nの順に聴取実験をおこなった。それぞれについて、150cm前方スピーカ (MA-10D; EDIROL) から音圧70dB(A)の聴取条件とした。なお白色雑音は対象者後方スピーカから60dB(A)で呈示した (Fig. 4)。

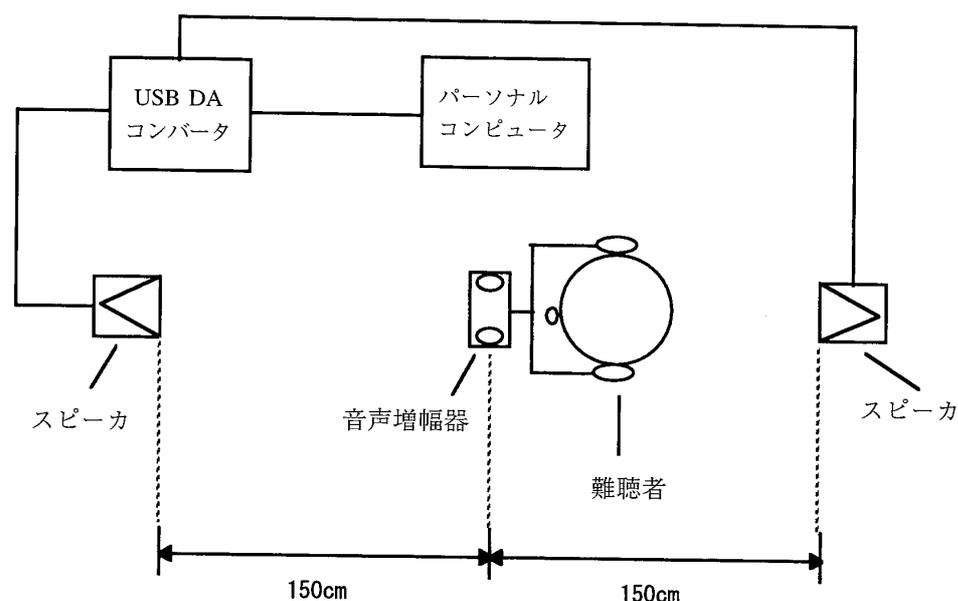


Fig. 4 実験装置のブロックダイアグラム

2音節単語をパーソナルコンピュータから被検者の待機状態に合わせて再生し、被検者の前方に置かれている耳介効果利用型音声増幅器のマイクロホンから150cm前方のスピーカより呈示音圧70dB(A)で呈示した。同時に白色雑音はマイクロホンから150cm後方のスピーカより呈示音圧60dB(A)で呈示した。

(3) BA-PおよびBA-Nについて雑音負荷条件の聴取実験をおこなった。BA-PおよびBA-Nのボリュームは、対象者のMCL(練習課題単語音の至適レベル)となるように調整した。聴力に左右差のある場合は左右の音量バランスも含めて調整した。雑音負荷条件において第1問目から5問連続で聴取できない場合には、雑音負荷実験は中止とし、雑音非負荷条件の練習課題が可能であった対象者について雑音非負荷条件の実験を行った。また雑音負荷条件で実施できた対象者でも体力的あるいは時間的に余裕のある者については、雑音非負荷条件も実施した。結果として雑音非負荷条件への参加者は10名となった。

(4) BA-PおよびBA-Nそれぞれについて、交互に装用させながら会話をし、聞き取り易さなどを比較させ、聴覚印象などについて聴取した。

Ⅲ. 結果

雑音負荷条件での課題遂行が可能であった対

象者は、正常聴力者2名、軽度難聴者7名、中等度&中高度難聴者4名の計13名であった。また雑音非負荷条件での課題遂行が可能であった対象者は、軽度難聴者4名、中等度&中高度難聴者6名の計10名であった。どちらの課題も遂行できなかった対象者は、中等度&中高度難聴者7名であった。

Fig. 5およびFig. 6に実験結果を示す。雑音負荷条件では、BA-Pにおける正答率の平均が72.3% (SD: 26.9%)、BA-Nにおける正答率の平均が63.5% (SD: 30.5%)となり、BA-Pの正答率がBA-Nの正答率に比べ10%程度高い結果となった。また、雑音無の条件ではBA-Pにおける正答率の平均が62.5% (SD: 25.0%)、BA-Nにおける正答率の平均が61.0% (SD: 27.5%)となり、ほぼ等しい結果となった。比率を角変換した後、対応のあるt検定を雑音負荷条件におけるBA-Pの平均とBA-Nの平均、雑音非負荷条件におけるBA-Pの平均とBA-Nの平均についてそれぞれおこなった結果、雑音負荷時におけるBA-Pの平均とBA-Nの平均の間のt値は4.01(1%水準)

高齢難聴者におけるバイノーラル音声増幅の効果

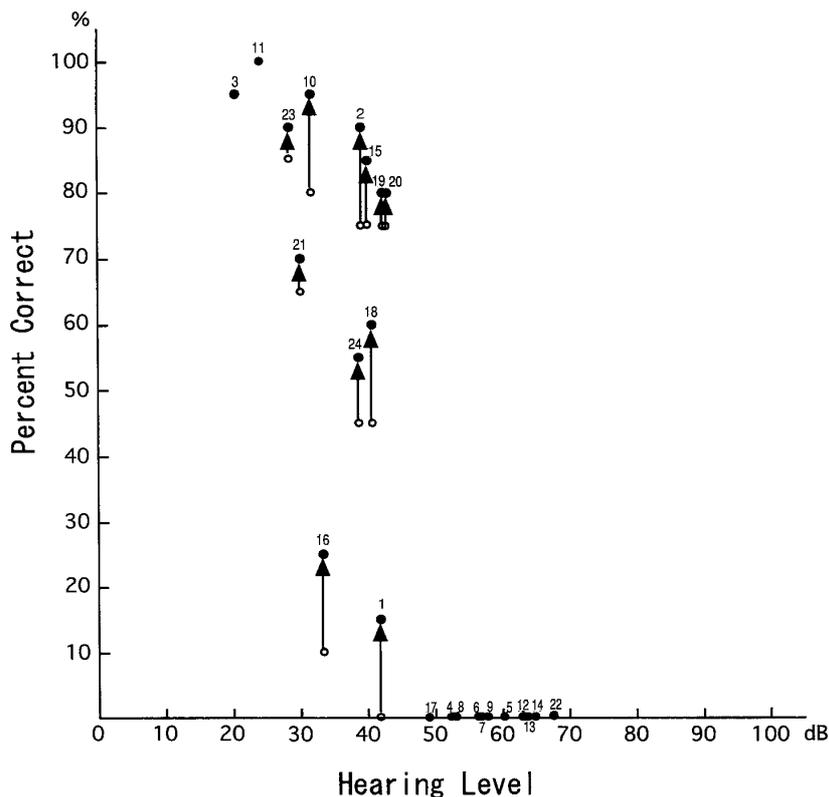


Fig. 5 雑音負荷時における各聴力レベルの正答率と耳介効果

図は雑音負荷時においてBA-N (耳介無) の場合とBA-P (耳介有) の場合の正答率を示す。聴力は良聴耳のものとした。○はBA-N (耳介無), ●はBA-P (耳介有) の場合の正答率を示す。●のみはBA-N (耳介無) とBA-P (耳介有) の正答率が同じものを示す。聴力レベルは良聴耳のものを示す。Sub.No. は数字で示した。

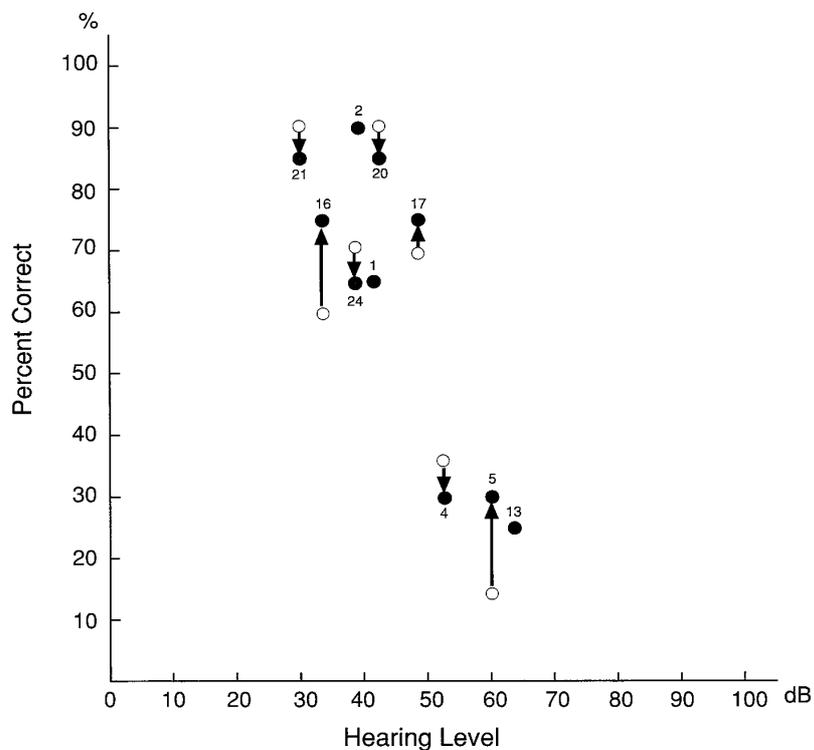


Fig. 6 雑音非負荷時における各聴力レベルの正答率と耳介効果

図は雑音非負荷時においてBA-N (耳介無) の場合とBA-P (耳介有) の場合の正答率を示す。聴力は良聴耳のものとした。○はBA-N (耳介無), ●はBA-P (耳介有) の場合の正答率を示す。●のみはBA-N (耳介無) とBA-P (耳介有) の正答率が同じものを示す。聴力レベルは良聴耳のものを示す。Sub.No. は数字で示した。

Table 2 バイノーラル音声増幅器の耳介の有無についての聴覚印象

Sub. No.	年齢	性別	平均聴力レベル (HL)		聞こえに関する病歴等	BA-P 耳介有の聴覚印象	BA-N 耳介無の聴覚印象	評定	評定
			R	L					
1	84	F	48	42	50歳代で中耳炎, 集団の中では聞こえにくい	ふつうに聞こえる		0	
2	88	F	39	83	40歳代の頃から左耳が聞こえにくくなった	外野の音が聞こえない	はっきりしている	1	1
3	80	F	22	29	左耳がやや聞こえにくい	ふつうに聞こえる	機械を通した音	0	-1
4	90	F	53	53	食堂など大勢のところでは聞こえにくい, 補聴器所持 (不使用)	響かなくて聞こえやすい	音量を小さくしても響く	1	-1
5	83	F	62	60	6-7年位前から聞こえにくい, 補聴器適宜使用		響かない	1	1
6	91	M	72	57	2-3年位前から聞こえにくくなった, 補聴器複数所持 (不使用)			0	1
7	87	F	57	62	特に聞こえないことはない	高い感じ	はっきり聞こえる	0	1
8	83	F	53	58	2年位前から遠くの音が聞こえにくくなった	雑音有		-1	0
9	78	F	58	68	10年位前から聞こえにくくなった, 右耳鳴, 補聴器所持 (不使用)		やわらかい		
10	69	M	32	48	左耳鳴, 賑やかなところは聞こえにくい				
11	79	M	36	24	最近少し聞き返しがあつた, 右耳が聞こえにくい				
12	90	F	63	66	だんだん聞こえにくくなった				
13	83	F	63	68	かなり前から聞こえにくくなった, 補聴器使用				
14	86	M	64	69	20年位前から聞こえにくくなり, 12年位前から補聴器使用	段違いにいい	何いつているかわからない	1	-1
15	62	F	84	40	子どもの頃から中耳炎で聞こえなくなつた	はっきり	おとなしい	1	0
16	86	F	33	49	1年前左耳は突発性難聴, 周囲に雑音があるとき聞こえにくい				
17	93	M	48	58	4-5年位前から聞こえにくくなった, 補聴器適宜使用	語尾がはっきり	エアコンが大きい	1	-1
18	84	F	44	41	特に聞こえにくい問題はない		雑音が入る		-1
19	84	F	44	43	特に聞こえにくい問題はない	しずか, はっきり		1	
20	78	F	45	43	かなり前に左耳中耳炎, 最近右耳中耳炎, 特に聞こえにくい問題ない				
21	82	F	49	30	小さい声が聞こえにくい				
22	84	M	70	68	5年くらい前から聞こえにくくなった, 補聴器使用		はっきりしている		1
23	73	F	36	28	特に聞こえにくい問題はない				
24	82	F	47	38	特に聞こえにくい問題はない				

※耳介有と耳介無しについて同じという表現や, 特に無い場合は空欄とした。

高齢難聴者におけるバイノーラル音声増幅の効果

となり、有意差がみとめられた。一方、雑音非負荷時におけるBA-PとBA-Nの間の t 値は0.45となり、有意差がみとめられなかった。

Table 2 に対象者の年齢、性別、平均聴力レベル、きこえに関する病歴等、音声増幅器の耳介の有無についての聴覚印象を示す。BA-P、BA-Nについての聴覚印象は、BA-P、BA-Nを聞き比べたときの感想を述べていただき、両方とも同じというような表現あるいは特に無かった場合には空欄とした。評定は、肯定的表現を+1、否定的表現を-1、どちらでもない表現を0とした。その結果、BA-Pについては6名が肯定的、1名が否定的表現であった。BA-Nについては4名が肯定的、5名が否定的表現であった (Table 2)。

IV. 考 察

Fig. 5 より、雑音負荷時において、軽度難聴者では多くの場合、耳介効果がみとめられたといえる。聴力正常者の結果は、天上効果により、耳介効果については判定できなかった。また中等度&中高度難聴者の結果は、45dBHLを超えるあたりから床効果により、耳介効果については判定不能の者が多くみとめられた。このことは、本研究における課題の難易度が、雑音負荷条件では、軽度難聴者の聞き取りを評価する上では弁別性が高いことを示している一方、聴力正常者あるいは、中等度&中高度以上の難聴者には適さないことを示すものとなった。Bronkhorst and Plomp (1989)、Bronkhorst and Plomp (1990) も両耳間時間差および両耳間音圧差を変数とした研究を報告しているが、難聴のある対象者の聴力レベルは55dB以下であった。彼らの結果は、両耳聴の効果を利用できるのは比較的軽度の難聴者に限られることを示唆している。

ところで、雑音負荷時において5問連続誤答となった対象者では、雑音非負荷で実験をおこなった。その結果、軽度および中等度&中高度難聴者においても実験が可能な者が存在した (Fig. 6)。この雑音非負荷時においては、2名

を除いて殆どの対象者に耳介効果がみとめられなかった。以上のことから耳介効果は雑音負荷状況においてみとめられるといえよう。

聴覚印象の比較 (Table 2) では、耳介有の方をかなり高く評価する人もいればそうでない人もあり、ばらつきは大きいものとなった。耳介有について多くみられた印象としては、「自然に聞こえる」、「はっきり聞こえる」等であった。しかしながら、耳介無を好む対象者も少ないながらも存在し、どのような人に耳介効果が顕著なのかについては不明であった。Fig. 5 において、耳介有が耳介無よりも15%向上している対象者は5名 (Sub. 1, 2, 10, 16, 18) であるが、そのうち3名 (Sub. 2, 16, 18) は聴覚印象においても肯定的評価をしていた。しかしSub. 10のように耳介有について否定的評価をしている者もあり、耳介による言語音識別への効果と聴覚印象とが必ずしも一致しているとは限らず、補聴における語音明瞭度と聴覚印象上の好みとが必ずしも一致するわけではないことを意味するものであった。

本研究において、雑音負荷時に耳介効果がみとめられたことについては、まず耳介の集音指向特性によるS/N比の向上が理由として考えられる。このことは、既に述べた指向周波数特性からみて当然のことでもある。すなわち耳介の指向特性が左右耳のほぼ30°前方向にあり、1000Hz以上の周波数において後方に10~20dB程度のギャップが存在することから (Fig. 3)、後方の雑音抑制に効果を示したといえる。また、このような特性は、音源方向によるスペクトルの違いを生み出すことになり、スペクトラルキューとしても音源定位に寄与している。したがって、本研究における耳介効果には、スペクトラルキューによる音源定位の向上が含まれ、それを利用することにより、音像分離によるカクテルパーティー効果が期待できるものと考えられた (Cherry, 1953; Cherry & Bowles, 1960; 原島・堅田・吉野, 1996)。

ところで音源定位におけるスペクトラルキューの重要性について Musicant and Butler (1984)

は、イヤモードによって耳介を塞ぐ実験をおこない、耳介が前後方向の音源定位に役立っていることを示し、特に4 kHz以上の高い周波数成分が重要であることを示した。また、このスペクトラルキューを利用することにより、上下方向の音源定位もある程度可能であるという(Hofman & Van Opstal, 2003)。耳介はこのスペクトラルキューを利用する上で重要な周波数特性を有している。Hammershøi and Møller (1996)は、12名の成人の実耳の外耳道口にプローブマイクを置き、周波数特性を測定した結果、6 kHz～8 kHzに10 dB～20 dBのピークを有していることを示した。本研究で用いたバイノーラル音声増幅器の周波数特性は4 kHz～10 kHzに比較的幅の広い特性を有することにより、以上述べてきたスペクトラルキューを利用できるものと考えられた。

スペクトラルキューの利用は片耳聴における音源定位研究でも実証されている。Doucet, Guillemot, Lassonde, Gagné, Leclerc, and Lepore (2005)は、全盲の対象者において、片耳聴による音源定位の成績が晴眼者よりも優れていることを示し、これらが耳介によるスペクトラルキューの活用によるものとしている。Van Wanrooij and Van Opstal (2004)、小林・原島・堅田(2004)は、両耳間時間差や両耳間音圧差を利用することのできない片耳難聴者の音源定位において、耳介によるスペクトラルキューの重要性を示している。

以上述べてきたようにスペクトラルキューの重要性は様々な観点から検討されてきているが、補聴器の活用においても研究されてきている。D'Angelo, Bolia, Mishler, and Morris (2001)は、健聴者において挿耳型補聴器を装用した実験を行い、挿耳型補聴器が耳介によるスペクトラルキューを利用できる点で有利であることを示している。耳介が存在することで、より実耳に近いスペクトラルキューが実現し、自然な音色が再現される。このことが本研究における対象者の聴覚印象においても重要な要素となっているのかもしれない。

高齢軽度～中等度&中高度難聴者が初めて補聴器の装用を試みる際に、多くの方が「雑音がうるさい」、「音が機械的」などの表現をし、従来から聴取していた自然な音を好むといわれる。これまでの補聴器は言語音声聴取することには有効であるように設計(周波数特性、指向特性)されているのかもしれないが、耳介の存在による指向周波数特性も含めた、より自然な音色を再現することもこれからの高齢軽度～中等度&中高度難聴者にとって重要な点であることを示唆するものであった。

ところで本研究で用いたバイノーラル音声増幅器の周波数特性は、10 kHz程度までの高い周波数まで増幅できるものであったが、この高い周波数情報が利用できる対象者としては、純音聴力検査において8 kHzまで活用できる者でなければならない。今後、バイノーラル音声増幅による効果が期待できる対象者についてその聴力レベルや聴力型についての詳細な検討をする必要があると考える。

最後に、今回の実験の雑音下では、軽度難聴者においては課題遂行が可能であったが、中等度&中高度難聴者では課題遂行が不可能な対象者が多いという結果となった。対象者の中に「速くて聞き取れない」と述べる者、肉声による口形を呈示する読話を併用すれば課題がある程度可能となる者があったことから、おそらく高齢難聴者においては、末梢聴覚系の加齢に伴う難聴に加え、トップダウンシステムなどの脳内情報処理の問題等がききとり難さに関与している可能性がある。今後実験課題を高齢難聴者用に開発する必要性が示唆される結果となった。

付 記

本研究は、株式会社シマダ製作所との産学連携研究費によりおこなわれたものである。バイノーラル音声増幅器を開発したシマダ製作所技術部長の掛川 清明 氏には、研究上の様々な示唆をいただき、また社会福祉法人恵林の黛 一富 氏には多大なご協力をいただきました。ここに深謝申し上げます。

文献

- 1) Bronkhorst, A.W. & Plomp, R. (1988) The effect of head-induced interaural time and level differences on speech intelligibility in noise. *The Journal of the acoustical Society of America*. 83 (4), 1508-1516.
- 2) Bronkhorst, A.W. & Plomp, R. (1989) Binaural speech intelligibility in noise for hearing-impaired listeners. *The Journal of the acoustical Society of America*. 86(4), 1374-1383.
- 3) Bronkhorst, A.W. & Plomp, R. (1990) A clinical test for the assessment of binaural speech perception in noise. *Audiology*. 29(5), 275-285.
- 4) Bronkhorst, A.W. & Plomp, R. (1992) Effect of multiple speech like maskers on binaural speech recognition in normal and impaired hearing. *The Journal of the acoustical Society of America*. 92 (6), 3132-3139.
- 5) Carhart, R., Tillman, T.W., & Greetis, E. S. (1969 a) Release from multiple maskers : Effects of interaural time disparities. *The Journal of the acoustical Society of America*. 45(2), 411-418.
- 6) Carhart, R., Tillman, T.W., & Greetis, E. S. (1969 b) Perceptual masking in multiple sound back grounds, *The Journal of the acoustical Society of America*. 45 (3), 694-703.
- 7) Cherry, E. C. (1953) Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the acoustical Society of America*. 25 (5), 975-979.
- 8) Cherry, E. C. & Bowles, J.A. (1960) Contribution to a study of the "cocktail party problem". *The Journal of the acoustical Society of America*. 32 (7), 884.
- 9) D'Angelo, W. R., Bolia, R. S., Mishler, P. J., & Morris, L. J. (2001) Effects of CIC hearing aids on auditory localization by listeners with normal hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 44(6), 1209-1214.
- 10) Doucet, M. E., Guillemot, J. P., Lassonde, M., Gagné J. P., Leclerc, C., & Lepore, F. (2005) Blind subjects process auditory spectral cues more efficiently than sighted individuals. *Experimental Brain Research*. 160(2) : 194-202.
- 11) Hammershøi, D. & Møller, H. (1996) Sound transmission to and within the human ear canal. *The Journal of the acoustical Society of America*. 100 (1), 408-427.
- 12) 原島恒夫・堅田明義・吉野公喜 (1996) 多重音声の音像分離における語音識別について : 両耳間時間差による音像分離の検討. 東京学芸大学紀要第1部門, 47 ; 143-147.
- 13) Hofman, P. M. & Van Opstal, A. J. (2003) Binaural weighting of pinna cues in human sound localization. *Experimental Brain Research*. 148 (4), 458-470.
- 14) 小林優子・原島恒夫・堅田明義 (2004) 聴覚障害者の音源定位に関する研究の展望. 心身障害学研究, 28 ; 123-132.
- 15) Musicant, A. D. & Butler, R. A. (1984) The influence of pinnae-based spectral cues on sound localization. *The Journal of the acoustical Society of America*. 75(4), 1195-1200.
- 16) Pollack, I. & Pickett, J.M. (1958) Stereophonic listening and speech intelligibility against voice babble. *The Journal of the acoustical Society of America*. 30(2), 131-133.
- 17) Van Wanrooij, M. M. & Van Opstal, A. J. (2004) Contribution of head shadow and pinna cues to chronic monaural sound localization. *Journal of Neuroscience*. 24(17), 4163-4171.

—2007. 9. 3 受稿, 2007. 12. 9 受理—

Binaural Amplification for Aged Persons with Hearing Impairment: Effects of Artificial Pinna

Tsuneo HARASHIMA^{*}, Hirotaka YOSHIZAWA^{} and Makoto NAMEKATA^{**}**

“Cocktail party effect” has been well known for stereophonic listening. In this study, the pinna effect was investigated by using binaural amplifier for aged persons with hearing impairment. The directional frequency characteristics of the binaural amplifier showed suppression effect on noise from back speaker in high frequency sound. 24 aged persons participated in this examination. 20 two mola words were presented from front speaker at 70 dB(A). White noise was presented from back speaker at 60 dB(A). These participants heard these words through the binaural microphone and amplifier with and without artificial pinnae. Persons with mild hearing impairment showed better performance in using binaural amplification with pinnae than in using binaural amplification without pinnae. These results suggested that the pinna effect was useful for aged person with mild hearing impairment.

Key Word : binaural, aged person, hearing impaired, pinna

* Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

** Technical Support Group, Tomo Research Center of Gunma