病的音声の聴覚的研究の意義

たか はし ひろ あき
高 橋 宏 明

声は声帯振動によって生ずる。正常な声帯振動によって生ずる声は正常である。もっともここに、正常とは一体何を規準として定義されるのかは決して簡単な問題ではないが、これに関しては後述するとして、ここでは一応上述の表現をみとめておく事とする。

さて、声帯に何等かの病変があると、多くの場合声帯振動は異常となり、その結果としての声もまた異常である。この事実を利用して、すなわち、声の分析によって、声帯病変を診断するというテーマは、耳鼻咽喉科医にとって魅力的である。

ただし、ここに先ず検討しておくべき問題がある。

I. 患者の声の分析による喉頭疾患診断の価値

まず声の分析的研究は声帯振動の基本的な研究のためには重要であっても、声帯病変の診断に対しては不必要であるという反論に答えねばならない。すなわち耳鼻科医は日常臨床において、間接喉頭鏡検査という優秀な検査法を持っている。これによって声帯を視診できる以上、診断は簡単であり、声の分析などを行なう必要はないという考えがあり得るからである。

しかし実際には、間接喉頭鏡検査がすべての場合に簡単に施行されるとは言えない。披裂部や声帯後部を一瞬間だけ視診する程度なら別として、声帯の全貌ことに前連合附近の所見を十分に時間をかけて把握する事がどうしても不可能な患者は決して少なくない。著者は毎週1回喉頭外来を担当し、喉頭疾患々者を定期的に診察しているが、毎週必ず局麻を行なわないと声帯の見にくい者がある。また稀には、局麻のみでなく常に喉頭蓋起子をも用いる必要のある患者さえ存在する。すなわち間接喉頭鏡検査の難易は、患者の舌・下咽頭・喉頭などの形態と絞扼反射の程度によって決定されるものであって、極めて喉頭の見にくい患者が決して稀ではないのが事実である。

次に、一般の「間接喉頭鏡検査」が不適当な患者に対しては、上述の如く局麻を行ない、あるいは喉頭蓋起子を用い、更には直達鏡検査を行なえばよいではないか、また補助診断法として喉頭の高圧撮影、断層撮影、あるいは造影撮影などを併用すればよいではないかという説がある。これに対しては各種診断法の優劣というものを考えてみる必要がある。

一般に優秀な診断法と言えるものの条件は2つある。第1は、患者に与える肉体的および精神的な苦痛が可及的少なく、またいやしくも検査による危険があってはならない。第2には、検査によって得られる情報の種類が診断のために適切で、かつ情報量が充分でなくてはならぬ。

声による診断は第1の条件を完全に満している。発声は人間にとって全く日常的な事であり、特別な例外すなわち高度の全身衰弱とか呼吸困難などの場合を除いては、患者にとって何等苦痛ではないからである。

従って問題は第2の点、すなわち患者の声は果して各種疾患を明確に鑑別し得るだけの情報を充分に含んでいるか否かという点にある。こ

Significance of Perceptual Study of Pathologic Voices.

Hiroaki Takahashi.

大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室 (主任: 武田一雄教授)

れについては十分な研究によって解明せねばならぬが、少なくとも熟練した耳鼻科医なら、患者の声をきいただけでかなりの程度まで喉頭疾患の診断ができるのは事実である。この詳細については別稿⁹⁾で述べるが、声による診断は喉頭疾患の補助診断法として充分活用できると考えられる。

また、間接喉頭鏡検査その他の諸検査を行な

うためには、当然医師が直接患者に接する必要がある。いまでも声のみによる診断が可能ならば、多数の患者の声を録音しておき、それを分析する事により遠隔地の患者の診断が可能になるわけであって、スクリーニングテストとしても有用であると思われる。

以上、声による喉頭疾患の診断を志す事は、臨床的にも決して無意味ではない事を述べた。

II. 聴覚的研究の必要性

次に検討すべき第2の問題がある。

声は音響の一種であり、その分析には当然聴覚的手段と音響学的手段があり得る。このうち聴覚は主観的なものである事はいうまでもない。科学的研究は本来客観的、普遍妥当的なものを追究するのであり、そのためには現象の記録と再現性、およびその数量化などが要求される。従って録音再生技術および音響分析技術の発達した現在においては、声の分析を行なうに当たっても、聴覚的手段に頼るよりは音響学的手段を採用する方が望ましいと考えるのは無理のない所である。

所が実際には、音響一般について言える事であるが、聴覚レベルでは明らかに存在する差異を音響レベルで実証しようとする試みは、種々の分野においてかなり困難である事が経験されている。換言すれば、聴覚の方が音響分析機械より遙にすぐれているという事になる。これは一体どのような理由によるものであろうか。

考え得る理由は2つある。

第1には、聴覚の分析能力は機械よりもすぐれているからではないかという事である。

たしかに人間の聴覚は想像以上に鋭敏である。たとえば強さに関しては純音なら 1db 以下、白色雑音なら 0.5db 程度の差を、また高さに関しては楽音で数分の 1 Hz 以下の差を感じできるという¹⁾。しかし現在の分析機械は非

常に精密であって、聴覚がいかに鋭敏でも、このような機械以上の分析能力を持っているとは考えられない。すなわち第1の理由は否定してよい。

そこで第2の理由として、人間の総合的判断というものゝの意義を検討して見る必要がある。

人間の音声には、音韻の差、性差、成人と小児という意味での年令差、あるいは感情の差や個人差に到るまで種々の情報があり、これと同時に正常と異常という情報が存在する。我々は長年月の間他人の声をきいて生活しているうちに、その反覆刺激により上述の種々の差異の認識が脳の中に概念として成立している。勿論この際、自分の声の認識もまた重要な役割を演じている。この結果、声が正常か異常かという判断は、発声者が男であれ女であれ、成人であれ小児であれ、それらの差異とは別な範疇として何らの困難なく行なわれ得るものである。

一方音響のパターンとしては、その波形であれスペクトルであれ、上述の種々の異なった聴覚的認識に対応する音響的要素が何の区別もなく表現される。そして、ある聴覚的認識がこの中のどの音響学的要素と対応しているのかを発見するのはかなり困難である。そもそも、ある聴覚的判断の規準を、一定の単独の音響学的性質に求める事にすでに誤りがあると言える。これについては後述する。

III. 正 常 の 定 義

ここで、本論文の冒頭にも述べたように、声帯の状態から声の聴覚的認識に到る各段階において、正常・異常とは何を意味するのかを検討する。いまこの各段階を、①声帯の状態、②声帯振動、③声帯振動によって生ずる音響としての声、④声の聴覚的認識、の4段階にわけて考えてみる。

まず声帯が正常であるというのは、医学的に何らの病名をもつけ得る状態ではないという意味であって、この定義には比較的問題は少ない。ところが正常な声帯の振動が必ず正常であるとは限らない。正常者でも異常な声を Simulate する事は可能であり、この際の声帯振動は当然異常であると考えられるからである。換言すれば、①②の間においてはそれぞれの正常という概念が必ずしも対応しないわけで、ここに声帯の正常さとは別に、声帯振動の正常というものの定義が必要となる。このような①②間の非対応は、声帯振動とは声帯の静止時の状態のみならず、発声時の喉頭筋による喉頭調節、呼吸流の調節、および声門上共鳴腔の状態などによって規定される極めて複雑なものである事による。

次に、ある種の声帯振動は必ずそれに物理的に対応する音響としての声を生ずる。従って、声帯振動が正常なら、その声は音響学的レベルで正常と考える事はできる。すなわち②と③において、それぞれの正当性を対応させる事に問題は無い。

ところが、我々がある声を正常であるとする聴覚的判断は、上述した如く、個体発生的に成立したものであって、声帯の状態や声帯振動の様式を逐一確認して判断しているのではない。すなわち③と④、従って②と④の間には原理的な対応はないわけである。しかるに②の段階すなわち声帯振動の段階で正常という概念を規定してしまい、その結果としての声が④すなわち聴覚的段階でも正常でなければならぬと考える

のは誤りである。実際はこの逆でなければならない。

これを理解するために、次の事実は実例として適切である。

異常な声の基本周波は不規則であり、正常な声はそれが規則的なのは事実であるが、機械的に音声を合成する場合、喉頭原音として完全に規則的な振動を用いると、結果としての声は自然性に乏しい事が知られている。すなわち正常な声の基本周波はあくまで *quasi-periodic* のであり、このような事実は聴覚的研究によって初めて解明し得るわけである。

他の例として母音の認識を考えて見よう。現在の標準日本語では、音韻としての母音はアイウオの5つしかない。一方アメリカ英語の母音は10個ある。この結果、英語の heed [hid], hid [hid] における2つの異なった母音が日本人には共にイと認識され、hood [hud], who'd [hud] の母音は共にウ、また had [hæd], hod [həd], hud [hʌd], heard [hərd] の母音はすべてアと認識される。音響として明らかに異なり、英語では違った音韻を形成しているものを、日本人が同一の母音として判断する事に対して異議を唱えても、これは全く無意味である事はいうまでもない。ここに、音韻の問題と、声の正常・異常という問題とを対比して論ずるのはやや論理の飛躍ではあるが、音というもの、中でも音声というものは、聴覚によって初めて意味を持つ事を強調したのである。著者は以前「音声研究における非自然科学的要素²⁾」という論文においてこの点について詳述した。その中にも引用したが、大西³⁾は「この世の中に『音という物』は存在しない。実験においてキャッチされるものは空気振動であったり電気音波であって、そのものは物理現象であっても『音』ではない。『音』であるためには耳があって聴知覚が働き、判断とならなければならない。つまり人間という主体があつての音で

ある」と述べている。すなわち聴覚的判断を無視して音や音声の研究を行なうのは誤りに陥り

やすい事を著者もまた指摘したい。

IV. 音声の聴覚的認知の複雑性

そこで、人間の聴覚的判断が如何に複雑であり、また総合的なものであるかを知るために、以下いくつかの事例を挙げてみる事とする。

1. 母音の識別

母音の認知はフォルマントを手がかりとして成立する。それも、第1、第2フォルマント(以下 F_1 , F_2 と略す)のみによってほぼ充分である事も知られている。すなわち F_1 F_2 の周波数が、母音の決定にとって充分条件であると考えられている。

しかし、では F_1 F_2 の周波数が母音成立の必要条件であるかという点、必ずしもそうではない。たとえばフィルターを用いて F_1 あるいは F_2 を除去しても、なおもとの母音にきこえるものがある。テープレコーダーの再生速度を録音時の1/2にし、あるいは2倍にしても、それぞれの場合になおもとの母音にきこえるものもある。そもそも、ソプラノ歌手は極めて高い基本周波数で発声可能であり、この周波数が F_1 F_2 の周波数をかけはなれた高いものであっても、なお母音としての性質を有している。これらの事実を考えると、 F_1 F_2 の周波数は母音成立の充分条件であっても必要条件ではない。母音によっては、 F_1 F_2 のうちどちらかがより重要な意義を持つものもあり、また F_1 F_2 の絶対的周波数以外に、その相対的関係も母音認知に関興している可能性がある。

なお、母音のフォルマントに関する知識はすでに一般的であるから、文献は省略する。

2. 男女声の識別

男女声の識別は主としてその基本周波数によってなされている。ところが、男が女声の平均基本周波数より高い声で、また女が男声の平均的基本周波数より低い声で発声しても、あるいは基本周波数のない叫語で発声しても、なお男女声の判別が有意性をもって成立する⁴⁾。す

なわち我々は、音声の性差の判別を行なう場合には、基本周波数の差を主たる手がかりとはしているものの、同時に他の種々の情報をも用いているわけであり、それらはスペクトル構造や、起声部・止声部の情報などであろうと考えられている⁴⁾。

3. 母音の基本周波数とフォルマント周波数の関係

ある言語の母音のフォルマント周波数は、フォルマントの定義上、発声者の如何にかかわらず一定している筈であるが、実際は同一母音について女声の各フォルマント周波数は男声のそれより高く、小児の声については更に女声より高いものである。そしてこの差異は、主として成人男女および小児の共鳴腔の大きさと関係し、声の基本周波数との関係は必然的ではないとみなされている。何れにしても、母音の識別の項で述べたように、フォルマント周波数の絶対値と母音の認識との関係は決して単純でない。

さて Potter and Steinberg⁵⁾ は、これについて極めて興味ある実験結果を報告している。彼らは、フォルマント周波数は成人男子の母音〔a〕に相当し、基本周波数は小児の音声に相当する280Hzで母音を合成した。この合成母音の聴取試験を行なうと、これは〔a〕にきこえず〔o〕にきこえるというものである。彼等は他の母音についても同様な合成と聴取試験を行ない、同様な結果を得ている。

我々が小児の母音をきく場合は、常にあるフォルマント周波数とある範囲内の基本周波数とを知覚し、その音韻を識別している。成人男子の声についても同様である。しかるに、フォルマント周波数が成人男子のものでありながら基本周波数が小児のそれに相当するような「不自然な」声をきくと、判断が違って来るわけである。従って、たとえば母音の研究を行なう場合

にその単一の音響学的特性たとえばフォルマント周波数のみを抽出し他を無視しては、実情に合わぬ結論に達する事がわかる。

4. 発声時の努力感の認知

我々の声は、ある物理的な強さを有している。この強さの差は勿論聴覚的に大きさの差として判別可能である。ところが録音の際には声の強さに応じて録音レベルを、また再生の際には再生レベルを調整して一定の条件とする。すなわち結果としての音声には最初の物理的な強さの差は消失している。

しかるに、我々はこのような再生声をきいて、なお発声者の声の大小を認知する事ができ

る。換言すれば、物理的にほぼ等しい強さの声をきいて、なお録音前の強さの差を判別可能なわけである。この判別の手がかりは、発声者の vocal effort の認知であり⁶⁾、それは音響学的には pitch, voice quality および vowel quality による事⁷⁾、更にこれらの quality は音声の bandwidth である事⁸⁾などが知られている。

ここでもまた、声の大きさをその音響学的な強さのみに対応させて考えるのは誤りであって、大きさの感覚はもっと複雑であり、それは聴覚的研究によらねば解明できない事がわかる。

V. 結 語

声の分析的研究は、声帯振動の基本的研究のみならず、喉頭疾患の診断についても有意義である事、および、その分析的研究のためには音響学的手段のみでは極めて不完全であって、聴覚的手段も不可欠である事を述べた。

ただし、聴覚的に差がある音声は必ず音響学的に差異を有するのは当然である。従って、著者の主張は、音声の音響学的差異を発見するためには聴覚レベルでの研究を不可欠とするという点にある。もし聴覚的研究のみに終結すると、これまた誤りに陥りやすい事はいうまでもない。

武田教授の御校閲を深謝する。

参 考 文 献

- 1) 難波精一郎：官能検査ハンドブック，日科技連 p. 117—118, 1973.
- 2) 高橋宏明：音声研究における「非自然科学的」要素，耳鼻臨床 57:1; 51—56, 昭39.
- 3) 大西雅雄：音響と音声と音韻，日本音響誌 14: 175, 昭33.
- 4) 高橋宏明，他：音声の性差に関する研究，心理学評論 6:1; 49—66, 昭37.
- 5) Potter, R.K. and Steinberg, J.C.: Toward the Specification of Speech, J. Acoust. Soc. Amer. 22:6; 807—820, 1950.
- 6) Mendel, M.I. et al.: Loudness Judgments of Speech and Nonspeech Stimuli, J. Acoust. Soc. Amer. 46:6; 1556—1561, 1969.
- 7) Moll, K.L. and Peterson, G.E.: Speaker and Listener Judgments of Vowels, Phonetica 19: 104—117, 1969.
- 8) Brandt, J.F. et al.: Vocal Loudness and Effort in Continuous Speech, J. Acoust. Soc. Amer. 46:6; 1543—1548, 1969.
- 9) 高橋宏明，他：音声聴取による声の強さの鑑別について，耳鼻臨床掲載予定。

(原稿到着：昭和49年5月31日
別刷請求先：高橋 宏明
〒569 大阪府高槻市大学町二番七号
大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室)