喉頭の発声能率指数 (AC/DC%) と音声の S-N 比

北 嶋 和 智・北 原 正 章

The Efficiency Index of the Larynx and S-N Ratio of the Voice

Kazutomo Kitajima and Masaaki Kitahara

(Shiga University of Medical Science)

The relationship between the efficiency index of the larynx (AC/DC%, Isshiki) and the S-N ratio of the voice was examined in the pathologic larynges.

Positive correlation was noted in the subjects with vocal cord paralysis. No significant result, however, was obtained in the subjects with vocal cord cancers. And a positive but quite loose correlation was noted in the subjects with laryngeal polyps.

Abnormally high stiffness of the vocal cord is the main cause of the noise in vocal cord cancers. On the other hand, high DC component is responsible to the noise in vocal cord paralysis. These differences concerning the origin of the noise could be the reason for different correlations noted above.

は じ め に

一色は持続発声中の呼気の AC 成分と DC 成分の比に注目し、これを自動的に測定する装置を作成した。被検者が熱線流量計に /ア/ の持続発声を行うと、声門の開閉に由来する気流の断続が起る。病的喉頭例では、声門閉鎖不全のため、連続的な呼気の漏出が起る。このため DC 成分は増大し、その分 AC 成分の減少がみられる。一色は AC 成分の実効値の平均呼气流率 (DC 値) に対する百分率 (AC/DC%) を求め、喉頭機能の記載と発声能率の推定に有用であると報告した¹⁾。

音声の調波成分は声道が呼気の AC 成分により励起されることに由来するものであり、また DC 成分は声門を通る呼気の摩擦により雑音成分を発生させる。一色の求めた AC/DC % はしたがって音響的立場よりみると、音声の信号対雑音比すなわち S-N 比と関連が深いのではないかと推定される。

サウンドスペクトログラフのセクションモードを用いた S-N 比の測定は、簡便であり、既に評価の定まった測定法であるので²⁾³⁾、AC/DC % をこの S-N 比と対比させた。

著者⁴⁾ は既に AC/DC % と DC 値の関係が喉頭疾患の種類すなわち、声門閉鎖不全の有無、声帯の質量の変化、stiffness の変化により、それぞれ異った値をとることを報告した。今回は AC/DC % と S-N 比の関係にも疾患ごとの特徴があらわれるかを検討した。

対 象

声帯麻痺 8 例, 喉頭ポリープ (声帯結節を含む) 50 例, 声帯癌 7 例, を測定の対象とした。これらは我々の音声外来を訪れた患者をランダム

に取り上げ測定したもので, 疾患群ごとの例数, 年齢のマッチング等は行っていない。

方 法

Phonation Analyzer (PA-500) を用い, 被検者に最も楽な強さと高さで, 熱線流量計のマウスピース内に持続発声を行なわせる。本機は, 熱線流量計の出力波に基いて AC/DC % を on-line で算出する様に設計されているので, 起声および止声部を避けた準定常部の任意の点で値を停止させ読みとる。同一の被検者について 3 回持続発声を行なわせしめ, それぞれの値の平均を算出し, これをその被検者の AC/DC % とした。次いで, 防音処理をほどこした室内で, 持続発声 /ア/ を口前 20 cm で録音し, これを次に述べる S-N 比の測定に用い

た。サウンドスペクトログラフの狭帯域分析フィルターによるセクションにおいて, 500 Hz ごとに区切った部分でのピーク値と谷の値の差を求め, これを 4000 Hz まで, すなわち 8 区分くりかえし, それらの平均を算出した。セクションのピークは調波成分を, 谷は雑音成分をあらわし, さらに, 記録紙上の 1 mm が 1 dB に相当しているので, ピーク値と谷の値の差はそのまま S-N 比 (dB) をあらわす。同一音声上で起声部, 止声部をさけた 3 ケ所を選んで, 以上述べた測定をおこない, 3 回の平均をその被検者の S-N 比とした。

結 果 と 考 案

AC/DC % は著者の報告⁵⁾によれば, 正常人の 85% において 51~67% の範囲の値を示す。

図 1 は AC/DC % の値を疾患群別に区分して示したもので, 縦軸に AC/DC % を示し, 点線は 51% および 67% を示している。図でわかる様に, 声帯麻痺では 8 件中全例 (100%), 声帯癌は 7 例中 5 例 (71%), 喉頭ポリープでは

50 例中 42 例 (84%) が 51~67% の範囲外である。さらに 3 種の疾患群間での分布の違いをみると, 声帯麻痺例は, 声帯癌群およびポリープ群に比し全体に低い値を示す (Mann-Whitney U-test $p < 0.05$)。

図 2 は S-N 比の値を疾患群別に示したものである。縦軸に S-N 比を dB 表示してある。

図 1 各疾患ごとの AC/DC %

図 2 各疾患ごとの S-N 比

今泉²⁾によれば正常人の85%は10 dB 以上の値を示したと述べているので、図中に点線でこの値を示している。この図によると声帯麻痺8例中5例(63%)、声帯癌7例中6例(86%)、喉頭ポリープ50例中38例(76%)が10 dB より低い値を示している。3種の疾患群間では分布の差はみられていない。

AC/DC %と S-N 比の2つのパラメーターを、正常人の85%が示す値、すなわち AC/DC %で51~67%、S-N 比で10 dB からの分離と云う点で比べてみると、AC/DC %と S-N 比との間には、いずれの疾患群においても有意の差はみられなかった。

次に AC/DC %と S-N 比との関連をそれぞれの疾患別にみた。図3に分布図を示す。縦軸に AC/DC %を、横軸に S-N 比をとり、対象ごとにプロットしてある。星印は喉頭癌、*印は声帯麻痺例、黒丸は喉頭ポリープ例である。

疾患別に AC/DC %と S-N 比との関連をみると、声帯麻痺例では AC/DC %が低いほど S-N 比も低い($r=0.77$, $p<0.05$)ことがわかる。また声帯ポリープ群においても、声帯

麻痺群ほどではないが正の相関がみられる($r=0.47$, $p<0.05$)。これに反し、声帯癌については、両パラメーター間に有意の相関は得られていない。喉頭癌では、声帯の high stiffness による振動の制限、およびむしろ狭い声門間隙により、DC 成分が大きくなっても声門で乱流が発生し雑音が生ずる。これに加えて、声門上の障害物(腫瘍)の存在により雑音が増強する¹⁾。声門での乱流発生条件すなわち(i)声帯が硬く振動しにくい。(ii)狭い声門間隙。(iii)高い呼気流量率(DC 成分)¹⁾のうち、声帯癌には(i)(ii)(iii)の3要素とも深く関係しているのに対し、声帯麻痺例では主として(iii)の原因により乱流が雑音を生ずる。声帯麻痺例で AC/DC %と S-N 比が、声帯癌例に比して良い対応を示したのは、このような雑音発生メカニズムの違いを反映していると考えられる。

S-N 比は今泉²⁾の指摘している如く、声門での空気の摩擦による雑音成分の増加によって小さくなるが、さらに声帯音源波形の基本周波数や振幅のゆらぎによって生ずる各高調波成分の側帯波の増加によっても小さくなる。一方熱線流量計の AC 値は発声中のある時点での実効値を示すもので音源波形の細かいゆらぎは影響されない。著者⁶⁾は既に AC/DC %と嗄声の聴覚印象との関連について報告している。すなわち、RBAD 法による嗄声の記載ではB因子(氣息性因子)と AC/DC %とは良い対応を示したが、他の因子すなわちR因子(粗糙性因子)又はA因子(無力性因子)の間には一定の規則性を見出すことは出来なかった。R因子は声帯音源波形のゆらぎに対応しているので、聴覚印象との比較の結果からも AC/DC %は音源波形のゆらぎには対応しないと云える。このゆらぎの大きい声帯癌では先にのべた如く、高調波成分の側帯波の増加による S-N 比の低下がみられるが、本疾患で AC/DC %と S-N 比の対応がみられなかったのはこうした事も関係しているものと思われる。

喉頭ポリープではポリープの位置、大きさ、硬

図3 各対象ごとに AC/DC %を S-N 比と対比させてある。

さにより、声門の条件すなわち、閉鎖不全の程度、声帯の質量、声帯の stiffness の程度が種々に変化し、全体としては AC/DC % と S-N 比との間にはごくゆるい相関、すなわち声帯癌と声帯麻痺の中間に位置する値を示したと考えられる。

今回の報告においては AC/DC % の測定と S-N 比の測定とは同期させていない。2つのパラメーターの関係についての正確な検討には、この同期測定が重要であると考えられるので、この点に留意し現在分析中である。

ま と め

病的喉頭者の持続発声における AC/DC % と S-N 比との関連を求めた。声帯麻痺では両パラメーターの間に正の相関がみられたが、喉頭癌では有意の関係は認められなかった。喉頭ポリープは前2者の中間に位する関係を示した。声門における雑音の発生要因の違いが、疾患により異った関係を示したものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 一色信彦: 喉頭機能外科. 京大耳鼻科同窓会 1976.
- 2) 今泉 敏, 比企静雄, 平野 実, 松下英明: サウンド・スペクトログラフによる病的音声の分析. 日本音響学会誌 36: 9-16, 1980.
- 3) 日本音声言語医学会: 声の検査法, 医歯薬出版, 1979.
- 4) 北嶋和智: 病的音声における DC flow と AC/DC % との量的関係. 耳鼻臨床 76: 増1; 736-739, 1983.
- 5) 北嶋和智, 北原正章: 嗄声の診断における熱線流量計の応用. 耳鼻臨床 74: 増5: 2321-2328, 1981.
- 6) 北嶋和智, 田辺正博, 一色信彦: 発声時気流漏出度と音響的特徴, 第23回日本音声言語医学会学術講演会予稿集, 1978.

(別刷請求先: 北嶋和智
〒520-21 大津市瀬田月輪町
滋賀医科大学耳鼻咽喉科学教室)