シンポジウム 2 : 高齢者の喉頭, 下気道の生理と病態

B. 高齢者の喉頭機能—発声機能を中心に

大石 公直

Symposium 2 : Physiology and Pathology of Larynx and Airway in the Aged
B. Phonatry Function in Older Persons

Kiminao Ooishi, M.D.

Department of Oto-Rhino-Laryngology, School of Medicine,
Yokohama City University, Yokohama

Intensity, fundamental frequency of voice and air flow rate during phonation were simultaneously measured in 51 younger adults and 64 older persons. In addition to these parameter were measured expiratory pressure during phonation in 14 younger adults and 18 older persons.

The following results were obtained.

1. Mean intensity of the voice in the older groups took higher magnitude as compared with that of young groups at comfortable and soft levels.
2. Comparing older women with young women, the average fundamental frequency in the older women was lower than that in the younger women at comfortable, soft and loud levels.
3. In the older group air flow rates at the changes of voice levels from comfortable to loud and expiratory pressure decreased. Otherwise in younger groups both air flow rates and expiratory pressures were increased.

Key words : 発声機能, 高齢者, 気流阻止法

I. はじめに

喉頭の発声機能を評価する試みとして、発声時の音圧、呼気流率、基本周波数を同時に測定する方法があり、声門下圧を測らずとも、客観的に喉頭の機能がある程度推察しうる簡便な方法として普及しつつある¹⁻⁴⁾。さらに最近では気流阻止法により、声門下圧を発声時の呼気圧から検討する方法が試みられている⁵⁾。

そこで、高齢者の喉頭機能のなかで発声機能

は加齢によってどのように変化するかについて、この発声時の音圧、呼気流率、基本周波数を同時に測定する方法を用い、青壮年と比較検討した。さらに数例に気流阻止法を行い、発声時の呼気圧の結果を加え比較検討した。

II. 対 象

発声時の音圧、呼気流率、基本周波数のみを同時に測定した群と、これに気流阻止法を導入した発声機能検査装置を用いて発声時の呼気圧をも測定した群とがある。いずれも胸部疾患がなく、声の聴診上も間接喉頭鏡所見上も異常のない例を選んだ。

- 1) 発声時の音圧、呼気流率、基本周波数の

みを同時に測定した群： 横浜市の老人ホームに在住する64名で男性24名（60歳～93歳，平均年齢78.0歳），女性40名（63歳～90歳，平均年齢76.1歳）である。対照とした青壮年は男性24名（24歳～49歳，平均年齢32.1歳），女性27名（20歳～49歳，平均年齢29.6歳）であった。

2) 気流阻止法を用いた群： 横浜市の老人ホームに在住する18名で男性5名（66歳～74歳，平均年齢71歳），女性13名（62歳～81歳，平均年齢71歳）であった。対照とした青壮年は14名で男性9名（26歳～49歳，平均年齢33.0歳），女性5名（25歳～30歳，平均年齢27.0歳）であった。

III. 方 法

発声時の音圧，呼気流量，基本周波数を同時に測定する発声機能検査装置 PS-77（永島）を用いた。さらに発声機能検査装置 PS-77（永島）に気流阻止法を新たに組み入れた装置を用いた⁵⁾。これは発声機能検査装置 PS-77（永島）のマウスピース部にとりつけられた特殊シャッターを閉じると呼気流は停止し，声帯振動も停止し肺内からシャッターまでの呼気圧は平衡になり，シャッター手前に取り付けられた圧力セン

サーでこのときの圧を測定する。同時にシャッター閉鎖直前の発声時の音圧，呼気流量，基本周波数を測定し記録する装置である。両者とも発声はマウスピースを用い，座位で自然な大きさの声（以後楽な声と記す），次いでできるだけ小さい声，および罵声とはならない範囲のできるだけ大きい声を／ア／というつもりで発声させた。鼻や口角からの漏れを注意した。また，気流を阻止したときに，発声を中止してしまわないように何回も練習してからの的確と思われたデータを採用した。

IV. 結 果

1. 音圧，呼気流量，基本周波数の平均値

得られた発声時の音圧，呼気流量，基本周波数のうち，呼気流量，基本周波数は正規性の点から常用対数をとって統計処理し，平均値と推定範囲を求めた。その結果を表1に示す。

a. 各パラメータにおける男女間の相違を青壮年と高齢者に分けて比較してみた。

1) 音 圧： 楽な声では青壮年で男女差を認めるが，高齢者になるとみられなかった。小声では青壮年，高齢者ともに男女差はなかった。

表1 声の大きさ，呼気流量，基本周波数の平均値と推定範囲

声	群	性	声の大きさ (dB)		呼気流量 (ml/sec)		基本周波数 (Hz)	
			平均値	推定範囲	平均値	推定範囲	平均値	推定範囲
楽な声	青壮年	男性	74.8 ^{**}	67.4-82.3	172 ^{**}	82-360	134 ^{**}	93-194
		女性	72.5 ^{**}	65.4-79.6	124 ^{**}	62-248	226 ^{**}	176-291
	老人	男性	78.0 ^{**}	70.2-85.9	159 ^{**}	66-381	140 ^{**}	81-242
		女性	76.4	67.8-84.9	119 ^{**}	52-274	193 ^{**}	142-261
小 声	青壮年	男性	68.0	58.4-77.5	157 ^{**}	64-385	127 ^{**}	83-193
		女性	66.9	58.1-75.6	108 ^{**}	49-239	231 ^{**}	172-311
	老人	男性	73.6 ^{**}	65.9-81.3	118	54-260	129 ^{**}	81-208
		女性	73.0	64.3-81.7	111	46-272	179 ^{**}	130-248
大 声	青壮年	男性	86.8 ^{**}	72.8-100.8	306 ^{**}	160-583	206 ^{**}	126-336
		女性	81.3 ^{**}	70.8-91.8	150 ^{**}	78-343	276 ^{**}	187-409
	老人	男性	86.0 ^{**}	75.3-96.7	251 ^{**}	92-681	183 ^{**}	111-299
		女性	83.4 [*]	75.4-91.4	164 ^{**}	65-346	226 ^{**}	157-326

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

大声では青壮年, 高齢者ともに男女差がみられた。

2) 呼気流率: 楽な声では青壮年, 高齢者ともに男女差がみられた。小声では青壮年に男女差がみられたが, 高齢者になるとみられなかった。大声では青壮年, 高齢者ともに男女差がみられた。

3) 基本周波数: すべての発声で青壮年, 高齢者ともに男女差がみられた。

b. 各パラメータについて青壮年と高齢者を比較した。

1) 音 圧: 楽な声, 小声では男女とも高齢者の方が青壮年に比べ大きかった。大声では, 男女とも高齢者と青壮年との間に差はみられなかった。

2) 呼気流率: 男子の高齢者の小声発声で, 青壮年と比べ有意に低下していた。

3) 基本周波数: 女性の高齢者で楽な声, 小声, 大声とも青壮年の女性に比べ低下していた。

2. 楽な声と小声, 楽な声と大声との関係

小声や大声を出したときに, 楽な声に比べ呼気流率や基本周波数にどのような変化があるのかを調べた。ここでは変化率を考えるために呼気流率と基本周波数とをデシベル表示して単位を同一にした。

a. 楽な声と小声との比較

楽な声と小声とを比較して1 dB の音圧変化

に際し, 呼気流率と基本周波数がどのようにに変化するかを各例ごとに検討した (図1)。

男性群内でみると, 青壮年では声が小さくなったとき呼気流率, 基本周波数ともに減少する例が多かったが, 全体としてバラツキが大きかった。これに対して, 高齢者では呼気流率の減少率が青壮年に比べ, 有意に増していた。

女性群内でみると, 青壮年では呼気流率が減少する例が多少多く, 基本周波数はほぼ一定であった。しかし, 両パラメータに増減さまざまな組み合わせがみられ, 全体として男性同様, 分散が大きくなっていった。一方, 高齢者では基本周波数の減少率が青壮年と比べ有意に増していた。

b. 楽な声と大声との比較

同様に楽な声と大声との変化率を比較してみた (図2)。

青壮年, 高齢者とも男女両方にわたって呼気流率, 基本周波数ともに増大している例がほとんどであった。

3. 気流阻止法による楽な声と小声, 楽な声と大声との関係

楽な声から小声, 楽な声から大声に変化したとき声門抵抗がどのように関与しているかは, 発声に対しての喉頭調節を検討する場合, 重要な要素である。声門抵抗の増減は声門下圧の増減を招くので, 声門下圧を知りたいところであ

図1 青壮年, 老人各個人における楽な声から大声への変化率

$\Delta I = I_L - I_E$, $\Delta U = U_L - U_E$, $\Delta F_0 = F_{0L} - F_{0E}$ とした場合, 呼気流率の変化率 $\Delta U / \Delta I$ と基本周波数の変化率 $\Delta F_0 / \Delta I$ を対比して示した。ただし $U = 10 \log u^2 / u_0^2$, $F_0 = 10 \log f_0^2 / f_{00}^2$, $u_0 = 10 \text{ ml/sec}$, $f_{00} = 10 \text{ Hz}$ 。

るが, 声門下圧を直接測定することは侵襲が大きく困難である。そこで, 声門下圧に代わるものとして, 気流阻止法による発声時の呼気圧が検討されている。この装置を用いて, 楽な声から小声, 楽な声から大声と声の強さが変化したときに, 呼気流率, 基本周波数に加え呼気圧がどのように変化するかを検討した。

a. 楽な声と小声との比較

楽な声から小声へ変化したときの呼気流率は, 青壮年では14例中10例が低下し, 2例が上昇し2例が不変であった。低下した10例のうち5例は呼気圧も低下し, 4例は逆に上昇した。この呼気圧の上昇した4例のすべてに基本周波数の上昇がみられた。楽な声から小声に変化するとき, 主として呼気流率が減少するが, そのとき呼気圧も低下するタイプと, 呼気圧と基本周波数が上昇するタイプがあるものと思われた。

一方高齢者では, 楽な声から小声へ変化したときの呼気流率は, 低下したものが13例中7例, 上昇が5例, 不変が1例であった。残りの5例は何回行っても小声にならないため, この検討からは除外した。低下した7例のうち5例に呼気圧の低下もみられた。上昇した例は1例であり, 青壮年と比べ呼気圧を上昇させて発声する例が少なかった。また, 青壮年でみられた基本周波数の上昇はみられなかった。高齢者では楽

な声から小声へ変化したとき, 呼気流率と呼気圧がともに減少するものと, 呼気流率が上昇し, このとき呼気圧が低下するものがある。青壮年でみられた呼気圧と基本周波数を上昇させ, 呼気流率を低下して小声を発声させようとするパターンがみられなかった。

b. 楽な声と大声との比較

楽な声からできるだけ大きな声を出させたときの呼気流率は, 青壮年では14例中9例が上昇し, 3例に低下, 1例に不変がみられた。上昇した9例中全例に呼気圧の上昇がみられ, 呼気流率の低下した3例にも呼気圧の上昇がみられた。また全例に基本周波数の上昇がみられた。

これに対して, 高齢者では呼気流率が上昇したものが18例中13例, 低下したものの4例, 不変が1例であった。上昇した13例のうち7例に呼気圧の低下がみられ, 呼気圧も上昇したのは5例と青壮年と比べ, 極端に少なかった。全例に基本周波数の上昇がみられた。

高齢者では大声発声のときに青壮年と比べ, 呼気圧が低下し呼気流率の上昇がみられることが特徴であった。

V. 考 察

高齢者の発声機能を考える場合に, 年齢の境界線をどこに引くかが問題になるが, 16歳から50歳代までは発声時の音圧, 呼気流率, 基本周

図2 青壮年, 老人各個人における楽な声から小声への変化率

$\Delta I = I_E - I_S$, $\Delta U = U_S - U_E$, $\Delta F_0 = F_{0S} - F_{0E}$ とした場合, 呼気流率の変化率 $\Delta U / \Delta I$ と基本周波数の変化率 $\Delta F_0 / \Delta I$ を対比して示した。ただし $U = 10 \log u^2 / u_0^2$, $F_0 = 10 \log f_0^2 / f_{00}^2$, $u_0 = 10 \text{ ml/sec}$, $f_{00} = 10 \text{ Hz}$.

波数の年齢による有意差が認められなかったという報告⁶⁾や、社会一般的な観点から60歳以上を対象とした。また、名個人間に生活習慣や喫煙、職業などの差があり、それらの関係も考慮に入れなければならないが、間接喉頭鏡上、正常と思われる高齢者を対象とした。

1. パラメータの年齢変化

高齢者の楽な声や小声の発声の場合、青壮年と比べ音圧が大きくなった原因として、聴力の低下や、喉頭調節機能の老化により小声が出しにくいこと、さらに老人ホームという集団のなかでの生活のためより大きな声を出さざるを得なくなっていること、などが考えられる。

基本周波数について調べた報告をみると、男性では60歳以上に上昇がみられ⁷⁾、平均75歳の群では男性で上昇、女性で下降がみられたという⁸⁾。70歳代を中心に60歳から90歳までを測定したわれわれの結果では、基本周波数に関して、女性の楽な声、小声、大声でいずれも有意な低下をみた。しかし男性では有意な差はみられなかった。女性の年齢による変化がいつごろから生じたかは今回の調査では不明であるが、50歳から60歳の間と推察される。

2. 楽な声と小声、楽な声と大声の関係

音圧、呼気流量、基本周波数を同時に測定する方法を利用して、音圧の変化に対する呼気流量と基本周波数の変化率をみることにより、喉頭の微妙な調節機能の年齢変化を検討してみた。楽な声から小声に変化したときに青壮年、高齢者とも呼気流量の減少が主であるが、同時に呼気圧を測定した結果からみると、青壮年では呼気圧が上昇するものと減少するものがある。一方、高齢者では呼気圧の上昇する例はほとんどみられなかった。青壮年の呼気圧が上昇するのは、基本周波数が同時に上昇していることから、声帯レベルで微妙な調節を行っていることが推察され、高齢者にはこの機能が低下しているものと思われた。

楽な声から大声に変化したときに、青壮年、高齢者ともに一様に呼気流量と基本周波数が増し、小声から大声のときに比べ年齢差がないように思えた。しかし、呼気圧を測定することにより、青壮年は呼気圧を上げるような発声が多

く、高齢者は呼気流量主体の発声を行っていることがわかった。これは声門レベルでの喉頭調節、すなわち声門抵抗の調節機能が加齢により低下していることを疑わせた。呼気圧と声門下圧との関係を検討する必要がある、今後の課題としたい。

VI. ま と め

1. 声の強さ、高さ、呼気流量を同時に測定し得る装置と同パラメータに呼気圧を測定し得る気流阻止法を導入した発声機能検査装置を用いて、高齢者の発声（楽な声、小声、大声）を青壮年と比較した。

1) 楽な声と小声では、高齢者の男女の音圧は青壮年と比べ、有意に上昇していた。

2) 高齢者の女性の基本周波数は、青壮年の女性と比べ、楽な声、小声、大声のすべてで低下していた。

3) 楽な声から小声、楽な声から大声に変化したとき、高齢になると青壮年に比べ、呼気流量の関与する比率が多くなり、喉頭の微妙な調節の低下によるものと推察された。

文 献

- 1) 澤島政行, 青木幸夫: 発声時の呼気流量, 声の高さおよび強さの同時計測装置. 医器学, 52: 342-345, 1982.
- 2) 小宮山莊太郎, 渡辺 宏, 笠 誠一・他: Phonogramの自動化の試み. 耳鼻, 28: 412-415, 1982.
- 3) 鯨井和朗, 大石公直, 澤木修二・他: 最近開発された発声機能検査装置(PS-77)の使用経験. 音声言語医学, 23: 174-183, 1982.
- 4) 寺澤るり子, 垣田有紀, 平野 実: 平均呼気流量, 声の基本周波数および声の強さの同時測定. 音声言語医学, 25: 189-207, 1984.
- 5) 澤島政行, 本多清志, 青木幸夫: 気流阻止法による発声時呼気圧計測の試み. 日本音響学会音声研究会資料 S82, 104: 827-834, 1983.
- 6) 高山悦代: 負荷発声を用いた音声検査に対する統計学的解析. 耳鼻, 31: 260-269, 1985.
- 7) Hollien, H., and Shipp, T.: Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. J. Speech Hear. Res., 15: 155-159, 1972.
- 8) Honjo, I., and Isshiki, N.: Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. Arch. Otolaryngol., 106: 149-150, 1980.