

声の老化—声門音源波の不規則成分の変化—*

○粕谷英樹 (国際医療福祉大), 森大毅 (宇都宮大), 木戸博 (東北工大), △吉田肇 (吉田病院)

1 はじめに

「声の老化」に直接関わる声門体積流波形の音響的な性質の実体を, 十分な資料に基づいて把握することを目的にして, これまで共時的 (Cross-sectional) [1], 継時的 (Longitudinal) [2,3] 観点から調査した結果を報告してきた. 特に特定個人の発話を 10 年から 18 年にわたって追跡調査した継時的研究は [2,3], 他の研究ではほとんど見られないほど長期間にわたるものであった.

基本周波数(F_0)の継時的な変化の傾向について述べた前報 [3] に続いて, 本稿では声門音源波の不規則性成分に関連した 4 種類の音響パラメータの加齢にともなう変化について, 回帰分析を行って調べた結果を報告する.

2 実験方法

2.1 音声資料

10 年から 18 年にわたって, 1 年に 1 回の割合で音声を収録することによって追跡調査した, 喉頭に疾患のない, 男性 65 名, 女性 235 名の持続母音 [a] のデータコーパス [2] から, 今回は, 5 回以上の収録音声のある話者, 男性 20 名, 女性 38 名を選んだ. 男性話者の年齢分布については Table 1, 女性話者のそれについては Table 2, それぞれの第 2 列目に示す. Age I/F の I は最初の録音時の年齢, F は最後の録音時の年齢である.

2.2 不規則性を表すパラメータ

声門音源波の不規則性成分に関連したパラメータは, ジッタ (Period perturbation quotient, PPQ [%]), シマ (Amplitude perturbation quotient, APQ [%]), 2 種類の声門雑音量 (Normalized noise energy, $NNEa$ [%], $NNEb$ [%]) である[4]. $NNEa$ は全周波数帯域, $NNEb$ は 1.5 kHz 以上の周波数帯域での雑音量 (全音声エネルギーに対する雑音エネルギーの割合[%]) である.

測定は L-Voice [5] を用いて行った.

2.3 回帰分析

話者ごとに年齢と 4 種類のパラメータそれぞれについて線形単回帰分析を行い, 勾配 a について, 帰無仮説 $H: a = 0$ としたときの t 検定をおこなった.

3 結果と考察

男性 20 名の回帰分析の結果得られた各パラメータの勾配 a [%/year] の値を Table 1 に, 女性 38 名の結果を Table 2 に示す. 表で t 検定の結果仮説が棄却された (危険率 5%) 勾配の値に, 太字と下線 (黄色のセル) で示した.

ジッタ (PPQ)

男性では 20 名全員について加齢による有意な変化は認められず, 女性では 38 名中 6 名(16%)だけが加齢によって変化する. 変化の有意な女性では, 増大と減少の両方があるが, 勾配の値は次に述べるシマに比べて全体的に小さく, 加齢にともなう変化は非常に少ないといえる.

シマ (APQ)

男性では 5 名 (25%), 女性では 12 名 (32%) が加齢とともに増加し, 有意に減少するものはない. 増加の割合はジッタに比べて大きい.

全周波数帯域喉頭雑音 ($NNEa$)

男性では 1 名 (5%), 女性でもわずか 5 名 (13%) が変化するだけであり, しかも勾配の値は小さい.

高周波数帯域喉頭雑音 ($NNEb$)

男性 7 名 (35%), 女性 14 名 (37%) が加齢とともに増加する. 減少するものはない. 変化の割合も $NNEa$ に比べてかなり大きい.

以上をまとめると, 加齢にともなう声門音源波の不規則性の変化は, ジッタよりもシマの増加という形で現れる. しかも, 増大が有意な話者は, 録音開始年齢が 30 台から 60 台まで広く分布するので, シマは加齢とともに

* Vocal aging – Changes of irregularities in glottal waveforms, by KASUYA, Hideki (International Univ. of Health and Welfare), MORI, Hiroki (Utsunomiya Univ.), KIDO, Hiroshi (Tohoku Institute of Technology) and YOSHIDA, Hajime (Yoshida Clinic).

徐々に増大すると解釈できる。また、*PPQ* の変化がほとんどないことから、声帯振動機構を発振器として見た場合、その周波数安定度は、加齢にもかかわらず非常に高いといえる。

一方、喉頭雑音成分については、高周波数帯域での加齢にともなう増大が顕著である。

4 むすび

加齢にともなう声門音源波の音響特性の変化を、本稿の結果と前報で述べた *F0* の変化 [3] も含めてまとめると、以下ようになる。

- ・加齢にともなう *F0* の下降は、男性よりは女性の「声の老化」の特徴である。
- ・加齢にともなう男女によらずシマが増えるが、ジッタは小さく比較的安定している傾向にある。
- ・高周波数帯域の声門雑音のエネルギーが加齢にともなう増大する。

今後は上述の音響現象の背景にある生理学的な機構について検討したい。

謝辞

本研究の一部は、科研費（1900155）、（19500177）によった。

Table 1 Male speaker number (SP #), initial (I) and final (F) age when the voices were recorded, and the gradient of each of the parameters. The underlined digits (in yellow cells) indicate that the gradient is statistically significant ($P<0.05$).

| SP # | Age I/F | <i>PPQ</i> | <i>APQ</i> | <i>NNEa</i> | <i>NNEb</i> |
|------|---------|------------|--------------|--------------|--------------|
| M1 | 40/54 | 0.005 | 0.073 | 0.009 | 1.003 |
| M2 | 44/58 | -0.002 | 0.030 | 0.066 | 2.056 |
| M3 | 47/61 | -0.000 | 0.008 | -0.008 | <u>0.300</u> |
| M4 | 50/61 | 0.004 | 0.018 | 0.008 | -0.122 |
| M5 | 51/63 | -0.001 | -0.029 | -0.011 | -0.048 |
| M6 | 53/70 | -0.001 | <u>0.039</u> | -0.013 | <u>0.250</u> |
| M7 | 53/71 | 0.002 | 0.042 | -0.053 | 0.511 |
| M8 | 54/69 | -0.009 | <u>0.093</u> | 0.002 | 0.985 |
| M9 | 59/74 | 0.000 | 0.031 | 0.001 | 0.609 |
| M10 | 60/71 | 0.004 | 0.058 | 0.016 | 0.031 |
| M11 | 62/77 | 0.002 | 0.030 | 0.001 | 0.478 |
| M12 | 62/79 | 0.006 | <u>0.058</u> | 0.011 | <u>0.891</u> |
| M13 | 63/77 | 0.008 | 0.085 | -0.001 | <u>3.761</u> |
| M14 | 64/74 | 0.005 | <u>0.110</u> | 0.053 | <u>0.853</u> |
| M15 | 64/78 | -0.001 | <u>0.128</u> | 0.039 | <u>1.051</u> |
| M16 | 66/78 | 0.001 | 0.055 | -0.024 | <u>0.421</u> |
| M17 | 68/78 | -0.038 | 0.115 | <u>0.020</u> | 3.174 |
| M18 | 70/83 | 0.006 | 0.070 | 0.008 | 0.630 |
| M19 | 75/87 | 0.000 | 0.004 | -0.015 | -0.129 |
| M20 | 78/88 | 0.002 | -0.048 | -0.027 | 0.102 |

参考文献

- [1] 粕谷, 森, 木戸, 音講論, 1-5-1, 2006-9.
- [2] 粕谷, 木戸, 吉田, 音講論, 1-Q-25, 2007-3.
- [3] 粕谷, 森, 木戸, 吉田, 音講論, 3-4-21, 2007-9.
- [4] 音声言語医学会編, 声の検査法: 臨床編 (第2版), 医歯薬出版, 1994.
- [5] Zhu, H., Kasuya, H., JASJ (E), **19**, pp.223-230, 1998.

Table 2 Female speaker number (SP #), initial (I) and final (F) age when the voices were recorded, and the gradient of each of the parameters. The underlined digits (in yellow cells) indicate that the gradient is statistically significant ($P<0.05$).

| SP # | Age I/F | <i>PPQ</i> | <i>APQ</i> | <i>NNEa</i> | <i>NNEb</i> |
|------|---------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| F1 | 34/46 | 0.007 | 0.149 | 0.038 | <u>2.360</u> |
| F2 | 36/50 | -0.004 | 0.032 | 0.004 | 0.284 |
| F3 | 38/52 | -0.004 | 0.079 | 0.012 | <u>2.930</u> |
| F4 | 38/55 | -0.001 | <u>0.137</u> | 0.008 | <u>0.936</u> |
| F5 | 41/58 | -0.001 | <u>0.093</u> | 0.009 | <u>1.111</u> |
| F6 | 42/57 | -0.002 | 0.080 | 0.006 | 1.956 |
| F7 | 42/57 | <u>-0.010</u> | 0.016 | <u>-0.041</u> | <u>0.343</u> |
| F8 | 44/59 | -0.013 | 0.041 | 0.000 | 0.783 |
| F9 | 47/57 | -0.005 | 0.141 | 0.016 | 0.071 |
| F10 | 47/58 | 0.004 | <u>0.089</u> | <u>0.030</u> | 0.569 |
| F11 | 47/62 | <u>-0.008</u> | -0.016 | -0.020 | 0.435 |
| F12 | 48/63 | -0.019 | <u>0.050</u> | 0.009 | <u>1.604</u> |
| F13 | 49/62 | -0.005 | <u>0.093</u> | 0.008 | 1.537 |
| F14 | 49/65 | <u>-0.011</u> | 0.044 | -0.002 | <u>0.829</u> |
| F15 | 50/60 | 0.007 | 0.009 | 0.001 | 0.126 |
| F16 | 50/61 | 0.006 | -0.007 | -0.031 | -0.072 |
| F17 | 50/63 | -0.010 | <u>0.138</u> | 0.024 | <u>1.319</u> |
| F18 | 51/69 | -0.001 | <u>0.050</u> | -0.002 | <u>0.330</u> |
| F19 | 52/63 | 0.015 | 0.038 | 0.023 | 0.034 |
| F20 | 52/63 | 0.002 | 0.015 | -0.024 | -0.051 |
| F21 | 52/68 | -0.021 | 0.080 | 0.028 | 0.378 |
| F22 | 53/66 | 0.000 | 0.057 | -0.009 | 0.101 |
| F23 | 53/66 | 0.003 | 0.072 | 0.007 | 1.870 |
| F24 | 54/64 | 0.009 | <u>0.123</u> | <u>0.063</u> | <u>1.321</u> |
| F25 | 54/67 | -0.000 | 0.065 | -0.007 | 0.794 |
| F26 | 56/70 | -0.002 | <u>0.116</u> | 0.020 | <u>1.154</u> |
| F27 | 56/70 | <u>0.006</u> | <u>0.140</u> | 0.026 | <u>0.953</u> |
| F28 | 57/70 | -0.004 | 0.020 | 0.003 | <u>0.272</u> |
| F29 | 59/74 | 0.007 | 0.090 | -0.001 | 0.378 |
| F30 | 59/75 | 0.006 | <u>0.122</u> | 0.029 | <u>1.446</u> |
| F31 | 60/71 | <u>-0.049</u> | -0.039 | -0.015 | 0.188 |
| F32 | 61/71 | 0.015 | 0.007 | 0.004 | 0.085 |
| F33 | 63/73 | -0.001 | -0.030 | <u>-0.025</u> | -0.053 |
| F34 | 64/76 | -0.002 | 0.064 | 0.018 | 0.495 |
| F35 | 64/78 | 0.050 | 0.046 | -0.002 | 0.023 |
| F36 | 66/77 | <u>0.006</u> | <u>0.251</u> | <u>0.042</u> | 1.013 |
| F37 | 67/78 | -0.003 | 0.012 | 0.006 | 0.333 |
| F38 | 75/87 | 0.001 | 0.032 | 0.013 | 0.026 |