老 化 と 構 音

—破裂音 [k] の検討—

児 嶋 久 剛・大 森 孝 一・金 地 明 星・庄 司 和 彦
本 庄 巖

Speech Characteristics of Aged Persons —Articulation of Plosive [k]—

Hisayoshi Kojima, Koichi Omori, Myojo Kanaji,
Kazuhiko Shoji and Iwao Honjo

The aging of the vocal cords as well as changes in the vocal tract and in articulatory movements are responsible for the unique characteristics of speech of aged persons. In order to carry out a detailed investigation of articulation in aged persons, acoustic, optic, and aerodynamic analyses were performed on running speech samples from both young and aged persons.

The VCV syllable [aka] was extracted from a sample of Japanese speech [yabunonakakara usagiga pyokonto detekimashita] and subjected to acoustic analysis. The results for 40 aged persons were compared to those obtained for 20 young persons. In aged persons, the power of the leading vowel [a] significantly influenced and relatively weakened the plosive [k] that followed.

Fiberoptic examination of laryngeal movement during the articulation of the plosive [k] showed poor glottal opening in the aged group.

The intrapharyngeal pressures were also measured at the same time point in ten aged persons and compared with those obtained from ten young persons. The mean intrapharyngeal pressure in the aged group was significantly lower.

The results indicate that aging affects the mobility of the tongue, pharyngeal wall and soft palate, causing low intrapharyngeal pressure and poor glottal opening. As a result, the speech of aged persons tends to be less clear.

Key words: 老化, 構音, 声門動態, 咽頭圧

は じ め に

我々は声を聞いただけである程度話者の年齢の推測ができる。特に高齢者の声は「しわがれ声」といわれる特有の音響学的性質を持っている。この主要因が喉頭にあることは容易に想像されるが、心肺機能や咽頭、舌などの加齢による変化も重要である。つまり振動部だけでなく、駆動部や構音部を包括した発声機構を考える必要がある。

老化と声の関係については従来持続母音の研究が行なわれ、声帯の老化が音声に与える影響が明らかにされてきた。我々の教室で得られた、持続母音による高齢者の声の分析結果¹⁾をまとめると、(1)男性は声が高く、女性は低くなる傾向がある、(2)息が続かない、(3)声の高さや強さが不安定で、軽度の嗄声を示すことなどであり、これは声帯粘膜の老化という組織変化²⁾の報告と合致した所見といえる。しかしこれらの所見が老人の音声のみにみられる特徴的なものとはいえない。

そこで今回、高齢者の声道の変化や構音動作の状態を把

握するため、話し言葉を用いた分析を試みた。

方 法

話し言葉の分析は確立された手法がなく、また長い文章全体の解析は困難である。そこで「やぶのなかからうさがびよこんとでてきました」の中の下線部 [akaka] の部分に着目し、軟口蓋無声破裂音 [k] を解析対象とした。

(1) サウンドスペクトログラムを用いて母音 [a] —子音 [k] —母音 [a] と続くわたりの部分を観察し、若年者のそれと比較した。子音の音響エネルギーは母音に比べて小さく、通常のサウンドスペクトログラムではわたりの部分の観察が困難なことが多い。そこで、モニター画面を見ながら母音の終わりから次の母音の始まりまでを増幅した。

(2) 音声の原波形をもとに、時間幅18msecの三角ウィンドウを用いて平滑化した音響パワー曲線を作成した。先行母音発声中の音響パワーを基準にして、破裂音産生直前のパワー、つまり最下点を測定し、先行母音の影響がど

れだけ破裂音[k]直前まで影響しているかを数量化した。

(3) 経鼻的ファイバースコープにより、「やぶのなかから・・・」発話中の声帯を観察し、[k]音直前の声門の開大度を記載した。

(4) 同じく経鼻的ファイバースコープの鉗子チャンネルより圧センサーを咽頭腔にまで入れ、その後軟口蓋運動に障害を来さぬようファイバースコープを引き抜いた。こうして「やぶのなかから」の発話中の咽頭圧を測定した。分析には「なかから」の破裂音[k]構音時の咽頭圧を用いた。

結 果

(1) サウンドスペクトログラムによる分析

図1は[kakara]の下線部の分析結果を示す。若年者の典型例(I型)では先行母音は次第にその音響エネルギーを減じ、一旦ゼロになったのちに子音kの破裂がおこる。これに対し、高齢者では先行母音がk破裂部の直前までみられるもの(II型)や、破裂部がみられず、先行母音そのまま後続母音に続いていくもの(III型)などがみられた。

この結果を高齢者男女各20名(平均72.7歳)についてまとめたのが表1である。若年者では男女各10名(平均32.4歳)ともすべてI型を示したが、高齢者ではII型やIII型を示すものが男性11人、女性15人にみられた。

(2) 音響パワーの測定

図2の若年者(26歳)例では最初の[k]、二番目の[k]ともに破裂音直前の切れ込みが深く、先行母音から37dB程パワーを減じていた。つまり先行母音の影響は少ないと言える。一方、図3は89才、男性の音響パワー曲線であるが、高齢者では破裂音直前の切れ込みが浅く、先行母音の影響が強く残っていた。

高齢者男女各20名(平均71.8歳)につき、先行母音発声中の音響パワーを基準にして破裂音発声直前との音圧を測

定し、若年者男女各20名(平均27.4歳)のそれと対比したところ、最初の[k]では若年者平均33dBに対して高齢者は平均19dB、二番目の[k]では若年者37dBに対して高齢者28dBといずれも有意(分散分析で $p < 0.01$)に高齢者で低値であった。また高齢者では一方の[k]が高値であっても他方が低値である例も見られたのに対し、若年者では最初の[k]も二番目の[k]もともに高値を示す例が大半を占めた(図4)。なお男女間には有意の差を認めなかった。

(3) [k] 破裂時の喉頭動態

図5に[k]破裂時の声帯像を示す。若年者では多くの

表1 子音[k]の弱音化と老若

若年者	I 型	II 型	III 型
男性	10	0	0
女性	10	0	0
高齢者	I 型	II 型	III 型
男性	9	8	3
女性	5	14	1

図2 若年者の音響パワー曲線。破裂音直前の切れ込みが深い。

図1 [k] 破裂時のサウンドスペクトログラム。

I 型(若年者の典型例)にくらべて高齢者では多くの例で子音[k]の弱音化(II型, III型)が見られた。

図3 高齢者の音響パワー曲線。この例では特に初めの [k] 破裂音直前の切れ込みが浅い。

図4 先行母音発声中と [k] 破裂直前の音響パワー差 (dB). 値が小さいほど先行母音の影響が大きい.
k 1 : 下線部 [akaka] に示す初めの [k]
k 2 : 下線部 [akaka] に示す二番目の [k]

図5 若年者 [k] 構音時の声門像.

図6 [k] 構音時の声門像の比較.

上段 (若年者): 24歳男性 (左) 及び26歳女性 (右)

下段 (高齢者): 78歳男性 (左) 及び73歳女性 (右)

表2 [k] 構音時の声門開大度

		++	+	-
若年者	k ₁	9	1	0
	k ₂	8	2	0
高齢者	k ₁	0	8	12
	k ₂	1	11	8

例で [k] 音の直前に声門が開大するのに対し、高齢者では図6のごとく明確な声門開大を認めなかった。

声門開大度の結果を表2に示す。声門がはっきりと開き、声帯辺縁が止まって見えるものを(++)、声門が開かないものを(-)、その間のものを(+)として高齢者男女各20名(平均73.3歳)の声門開大度を若年者10名(平均27.4歳)のそれと比較すると、高齢者では[k]破裂時に声門がはっきり開かず、声門が閉鎖したままの例も多いことがわかった。このように高齢者では視覚的にも先行母音の影響が破裂音[k]発声直前まで残っていることが示された。

(4) 咽頭圧の測定

高齢者10名(男子4名, 女子6名, 平均69.3歳)と若年者10名(男子5名, 女子5名, 平均27.4歳)の咽頭圧を比較したのが図7である。最初の[k]では若年者平均4.7 cmH₂Oに対し、高齢者では平均3.3 cmH₂O、二番目の[k]では若年者平均4.7 cmH₂Oに対し、高齢者では平均3.5 cmH₂Oと、高齢者で有意($p < 0.01$)に低値を示した。また高齢者では一方の[k]が高値であっても他方が低値

図7 [k] 破裂時の咽頭圧。

である例が見られた。なお男女間には有意の差を認めなかった。

考 案

高齢者の声の特徴は聴覚心理学的に「しわがれ声」と表現される。これは喉頭、主に声帯の老化によるものであり、その特徴を知るために従来持続母音を用いた分析が数多くなされてきた^{1, 3, 4)}。この結果、老人の声では高さや強さ、安定性、音質に異常が見られることが分かったが、これは老人の声の特徴の一面を表わすにすぎない。老人の声は聴覚心理学的に「しわがれ声」の他に、「歯切れが悪い」、「呂律がまわらない」、「息が切れる」などと表現されるが、後者はいずれも喉頭の老化より、下気道や構音器官の老化を反映するものといえる。つまり、高齢者の声の特徴は持続母音よりも話し言葉によりよく反映されるといえる。このことは Ptacek ら⁵⁾の報告で、老若の判定が持続母音では67-86%であるが、話し言葉では94-100%に上昇するという結果と合致する。

そこで今回、話し言葉の中の軟口蓋無声破裂音「k」のみに着目して分析を行なったところ、高齢者の「k」音の音響学的特徴として、先行母音の影響と子音「k」の弱音化とを認めた。これが高齢者の話し言葉の「歯切れの悪さ」を示す指標になると考えられた。

これを視覚的に確認するため、喉頭の内視鏡的観察をおこなったところ、高齢者では[k]破裂直前の声門開大が充分得られていないことが判った。この結果声門が開大していない状態で呼気が声門を通るため、[k]破裂時まで先行母音の声帯振動が残るものと推察される。

老人の場合、十分な声門開大が得られない理由としてまず、[k]破裂時の声門開大を制御しているのが喉頭、つまり声帯の運動⁶⁾とすると、老化による喉頭の運動、調節機能の低下のため、子音[k]で開大すべき声門が開かないとする考えがある。今一つの可能性としては咽頭圧が[k]破裂時の声門開大を制御しているとする考えであり、老化によって舌・軟口蓋・咽頭壁などの運動機能が低下し、咽頭圧が低下するために声門が充分開かないとする解釈で

ある。

今回の観察で高齢者では[k]破裂音発生時の咽頭圧が若年者に比べて有意に低いことが判ったが、これだけではこれら二つの考えのいずれが正しいかの判定はできない。なぜなら咽頭圧が低いのは声門が開かないことによる結果とも言えるからである。この二つの考え方を要約すると声門が開かないために咽頭圧が低いのか、咽頭圧が低いために声門が開かないのか、ということになり、これは高齢者だけではなく広く子音の発語機序に関わる問題といえる。しかしながら両側反回神経麻痺患者でも歪のない破裂音を産生できること、咽頭圧の低い口蓋裂患者の喉頭動態が老人のそれと類似していることを考え併せると、咽頭圧低下がはじめにあり、これにより声門開大不良が惹起されたと考える方がより妥当と思われる。つまり高齢者の話し言葉の「歯切れの悪さ」の主因は老化による舌・軟口蓋・咽頭壁などの運動性の低下であり、これによる咽頭圧低下が声門開大不全を来し、破裂音発生時にも先行母音の影響が強い結果となったものと考えられる。

ま と め

高齢者の話し言葉から破裂音[k]の構音を調べた結果

(1) 先行母音の影響の増加と相対的な子音の弱音化とがみられた。

(2) 音響パワーの測定により先行母音の影響を定量化した結果、高齢者は若年者に比べて先行母音のパワーが有意に強かった。

(3) 喉頭は[k]破裂時にも声門が閉鎖したままになっており、この理由として軟口蓋等の運動不全による咽頭圧の低下が関与していると推察された。

文 献

- 1) 森 一功, 児嶋久剛, 土師知行, 本庄巖: 老人の音声の音響学的特徴. 耳鼻臨床 81: 737-745, 1988.
- 2) 平野 実, 坂口伸治, 栗田茂二郎: 声帯粘膜の老化. 喉頭 1: 31-35, 1989.
- 3) Honjo I and Isshiki N: Laryngoscopic and characteristics of aged persons. Arch Otolaryngol 106: 149-150, 1980.
- 4) Linville SE and Fisher HB: Acoustic characteristics of perceived versus actual vocal age in controlled phonation by adult females. J Acoust Soc Am 78: 40-48, 1985.
- 5) Ptacek PH and Sander Ek: Age recognition from voice. J Speech Hear Res 9: 273-277, 1966.
- 6) 廣瀬 肇: 発話時の喉頭調節. 喉頭 1: 36-40, 1989.

別刷請求先 〒606 京都市左京区聖護院川原町54

京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室 児嶋久剛