

高齢者における無声化母音及び促音を含む語の知覚*

☆岩上恵梨, 荒井隆行 (上智大・理工), 安啓一 (筑波技術大), 小林敬 (オークランド大)

1. はじめに

日本語の基本構造は C (子音) + V (母音) の組み合わせである。他にも、日本語には促音, 長音, 撥音と呼ばれる特殊拍がある。東京方言においては, 無声子音に挟まれた狭母音 (/i/, /u/) は無声化する [1]。この母音の無声化は, 英語の子音結合と似ていることが報告されている [2]。母音の無声化は促音の前後 (V₁ または V₂) でも起こる場合がある。促音を含む単語において, 摩擦音 (C₁) + 閉鎖音 (C₂) の組み合わせの場合には V₁ の無声化が起こりやすい一方で, 摩擦音 (C₁) + 摩擦音 (C₂) の組み合わせでは, V₁ の無声化が起こりにくい [3]。

ADS (Adult-Directed Speech) では, 自然にこのような母音の無声化が起こる一方, 教師が難聴児に対して本を読む際には, ADS に比べて無声化する割合が低くなることが報告されている [4]。

Kewley-Port ら [5] は, 英語を母語とする若年健聴者, 及び高齢者を対象に, 子音, または母音のどちらかをノイズに置き換えた文を用いて, 了解度を調査した。その結果, 若年健聴者, 及び高齢者の両者にとって, 子音よりも母音の情報の方が了解度に影響を与えることを報告している。

さらに高齢難聴者による子音の異聴に関しても, いくつかの研究によって明らかにされている。安らは /ʃi/ から /tʃi/, 及び /tʃi/ から /ʃi/ の連続体を使用して, 摩擦音,

及び破擦音と聴力低下の関係性を検証するため聴取実験を行い, 子音部が長い場合には /ʃi/ を /tʃi/ に, 子音が短い場合には /tʃi/ を /ʃi/ に異聴する傾向があることを報告している [6]。川田ら [7] は, /iʃ:i/ から /iʃi/ の連続体を用いて高齢者を対象に促音の聴取実験を行った。その結果, 高周波領域の最小可聴値に上昇が見られる高齢者は /iʃ:i/ を /iʃi/ に異聴する傾向が観察されたことを報告している。さらに, 最小可聴値の上昇に加えて, 時間分解能の劣化も見られる高齢者は摩擦持続時間を識別することが困難になる傾向があることを示した。

これらの先行研究から, 高齢者の知覚において, 母音の情報が音声の明瞭性に影響を与える可能性があると考えられる。そのため本研究では, 高齢者による, 母音の無声化を伴う促音, 及び非促音の知覚に関して, 聴取実験によって検証する。

2. 実験

2.1. 参加者

参加者は 62 歳～82 歳 (平均 72.6 歳) の高齢者 17 名 (M:F=9:8) で, すべての参加者は, 日本語母語話者であった。

2.2. 実験前検査

実験前検査では, 聴力検査, 及びギャップ検知を行った。聴力検査では, 250 Hz ~ 8 kHz の純音を参加者に呈示した。図 1 は 17 名のオーディオグラムを示しており, 最小可聴値の平均は 6 分法で 21.9 dB であっ

* Perception of geminate and non-geminate consonants in Japanese with devoiced vowels by elderly listeners, IWAGAMI, Eri, ARAI, Takayuki (Sophia Univ.), YASU, Keiichi (Tsukuba University of Technology), and KOBAYASHI, Kei (The University of Auckland).

た。

ギャップ検知では、参加者に連続したホワイトノイズ、及び無音を挟むホワイトノイズの 2 種類の刺激を 1 回ずつ呈示し、参加者は 2 つの刺激のうちどちらに無音があったかを答えた。最初に 100 ms の無音区間から開始し、two-up one-down 法によって無音区間が短縮するように設定されていた。刺激は USB サウンドアダプタ (Roland, UA-25EX) を経由し、ヘッドホン (SENNHEISER, HDA200) から等価騒音レベルが 70 dB になるように両耳に同時に呈示された。ギャップ検知の JND (just-noticeable-difference) の平均値は 3.7 ms であった。

2.3. 刺激

無声子音 (/k, tʃ, ts, ʃ/) と 2 つの狭母音 (/i, u/) を組み合わせた 2 種類の単語セットを用いた。単語セット 1 は、 $C_1V_1C_2V_2$ 構造 (2 モーラ)、あるいは $C_1V_1C_2V_2C_3V_3$ 構造 (3 モーラ) を持つ日本語 168 語 (非促音) であった。2 モーラの単語では V_1 が無声化し、3 モーラの単語では、 V_1 、あるいは V_2 が無声化した。単語セット 2 は $C_1V_1C_2V_2$ 、及び $C_1V_1C_2:V_2$ の構造を持つ日本語のミニマルペア 10 対 (20 語) であった。単語セット 2 は、 V_1 で無声化が起こる単語セット 2 a) と V_2 で無声化が起こる単語セット 2 b) の 2 つのパターンがあった。表 1, 2 はそれぞれ単語セット 1, 2 の子音、及び母音の組み合わせを示している。(* は入る母音、及び子音に制約がないことを示している。)

東京方言話者の女性 1 名が、キャリア文 (「私は____と言いました」) に単語を挿入し、各単語につき V_1 、または V_2 (3 モーラで V_2 が無声化する単語の場合) を無声

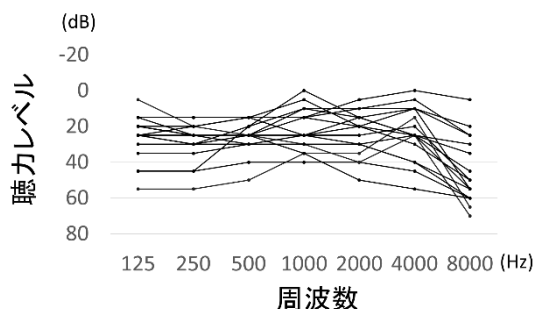


図 1 オーディオグラム

表 1 単語セット 1 における母音、子音の組み合わせ

	1モーラ目		2モーラ目		3モーラ目		後続モーラ
	C_1	V_1	C_2	V_2	C_3	V_3	
2モーラ	/k, tʃ, ts, ʃ/	/i, u/	/k, tʃ, ts, ʃ/	*			to
3モーラ	/k, tʃ, ts, ʃ/	/i, u/	/k, tʃ, ts, ʃ/	/i, u/	*	*	to
3モーラ	*	*	/k, tʃ, ts, ʃ/	/i, u/	/k, tʃ, ts, ʃ/	*	to

表 2 単語セット 2 における母音、子音の組み合わせ

	1モーラ目		2モーラ目		後続モーラ
	C_1	V_1	C_2	V_2	
a)	/k, tʃ, ts, ʃ/	/i, u/	/k, tʃ, ts, ʃ/	*	to
b)	*	*	/k, tʃ, ts, ʃ/	/i, u/	to

化させた場合、及び無声化にさせない場合 (以降、非無声化) の 2 パターンで発話し、録音した。

2.4. 手順

実験は上智大学内の防音室内で行われた。刺激音は USB サウンドアダプタ (Roland, UA-25EX) を経由し、ヘッドホン (SENNHEISER, HDA200) から等価騒音レベルが 70 dB になるように両耳に同時に呈示された。参加者は、セッション 1 では 168 語 (単語セット 1) の刺激、セッション 2 では 20 語 (単語セット 2) の刺激をランダムに聴取し、聞こえた音声は何であったか

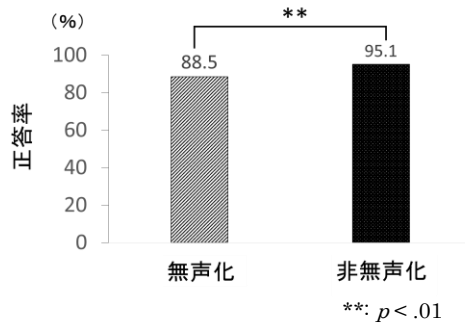


図 2 単語セット 1 の正答

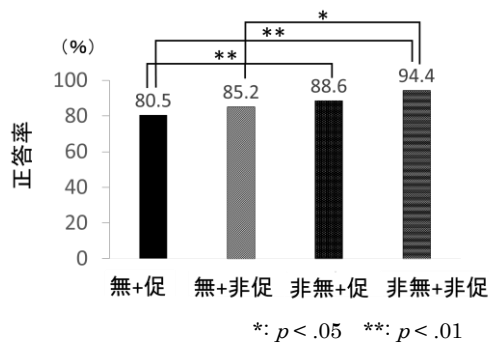


図 3 単語セット 2 の正答率

表 3 単語セット 1, 2におけるエラーパターン

	エラーの多いモーラ	異聴傾向
単語セット1	[ɰ]	[i]
	[i]	[tʃ]
単語セット2	[ɰ]	[i]
	促音	非促音

を回答用紙に記入した。

3. 結果

図 2 は単語セット 1 の正答率を示している。SPSS を用いて t 検定を行った結果、無声化と非無声化条件の間には有意差がみられた [$t=-3.396, df=16, p=.004$]。

図 3 は単語セット 2 の正答率を示している。1 要因の分散分析の結果、無声化+促音と非無声化+促音 [$F(5, 1.206)=4.706, p=.004$], 無声化+非促音と非無声化+非促音 ($p=.02$), 無声化+非促音と非無声化+非促音 ($p=.001$) の間にはそれぞれ有意差

がみられた。この結果から、無声化+促音の組み合わせの条件で最も異聴率が増える傾向がみられた。

表 1 は、エラーが多く観察された子音、及びその子音に対する異聴傾向をまとめたものである。この表からわかるように、[ɰ] を [i], [i] を [tʃ], 非促音を促音に異聴する傾向がみられた。

4. 考察

高齢者は、無声化条件において異聴が増加する傾向がある。無声化母音を含む単語を聴取する場合、私たちは残された手がかりを頼りにすることになる。しかしながら、その手がかり高周波数成分を含む場合、高周波領域が劣化した高齢者にとっては、手がかりを頼りにすることが困難になる。そのため、無声化条件では、表 1 のように高周波数成分を含む子音の異聴が増加したと考えられる。

ここでは、特に表 3 のエラーパタンの中の [ɰ] から [i], 及び促音から非促音の異聴傾向に関して考える。松井は、若年健聴者における [ɰ], 及び [i] の知覚実験を行った [8]。その結果から、子音の末尾部にあるフォルマント遷移 (FT) が [ɰ] を知覚するための手がかりになっていることを報告した。本研究でも、本実験で用いた [ɰ], 及び [i] の発話を Praat を用いて音響分析を行った。本分析の結果、子音の末尾部に明確な FT は観察されなかった。一方、本分析結果では、2 kHz から 8 kHz 付近で [ɰ], 及び [i] のスペクトルの違いを観察することができた。図 4, 5 はそれぞれ [ɰ], 及び [i] のスペクトルを示している。このことから、高周波域が劣化した高齢者にとっては、2 kHz から 8 kHz 付近で生じているスペクトルの違いを知覚

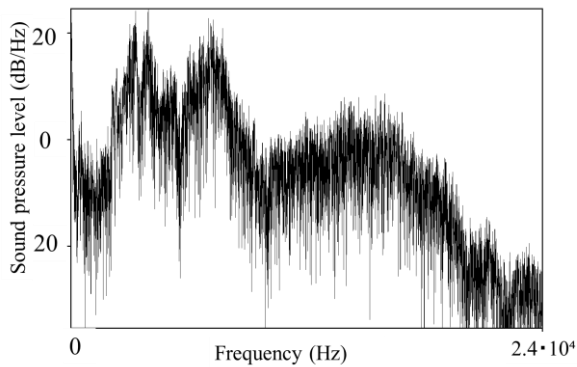


図 4 [ɸ] のスペクトル

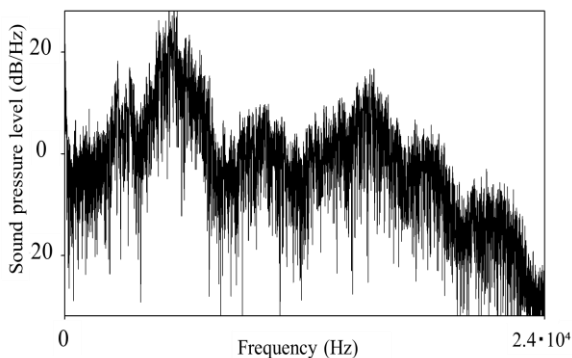


図 5 [j] のスペクトル

することが困難であるため、[ɸ] と [j] を異聴した可能性があると考えられる。

また、摩擦の促音においてもエラーが観察された。摩擦部の異聴に関しては、川田ら [7] の結果と同様に、高周波領域の閾値の上昇が異聴に影響していると考えられる。また、川田らは、周波数分解能のみが劣化している高齢者に比べ、時間分解能にも劣化がみられる高齢者では、異聴率がより増加する傾向がみられたことを報告している。本実験参加者の JND の平均値は 30 ms 以下であったことから、時間分解能は劣化していないと考えられる。しかしながら、川田らの実験結果と同様に、本実験においても時間分解能の劣化がみられる参加者においては、より異聴が増加すると予想される。

5. 結論

本研究では、高齢者による母音の無声化を伴う促音、及び非促音の知覚では、異聴が増加するか検証するため、聴取実験を行った結果、母音の無声化が起きた場合に、異聴が増加する傾向がみられた。さらに、無声化+促音の組み合わせで異聴率が最も高くなる傾向がみられた。これらの結果が示すように、母音が無声化し、母音のエネルギーが減少することによって異聴が増加したことから、高齢者が正確に発話を理解するためには、母音のエネルギーが重要であるということが示唆された。

参考文献

- [1] T. Vance, New York, SUNY Press, (1987).
- [2] T. Arai and S. Greenberg, Proc. of Eurospeech, 2, pp. 1011-1014, Rhodes, (1997).
- [3] K. Maekawa, H. Kikuchi, Voicing in Japanese, Mouton de Gruyter, pp. 205-228, (2005)
- [4] D. Kewley-port, T. Z. Burkle, and J. H. Lee, J. Acoust. Soc. Am, 122 (4), pp. 2365-2375, (2007).
- [5] S. Imaizumi, A. Hayashi, and T. Deguchi, J. Acoust. Soc. Am, 98 (2), pp. 768-778, (2010).
- [6] 安啓一, 荒井隆行, 小林敬, 進藤美津子, 日本音響学会誌, 68 (10), pp. 501-512, (2012).
- [7] 川田拓明, 荒井隆行, 安啓一, 小林敬, 進藤美津子, 日本音響学会誌, 72 (12), pp. 653-660, (2015).
- [8] 松井理直, 神戸松陰女子学院大学研究紀要文学部篇, 2, pp. 10-34, (2013).