

中国語を母語とする日本語学習者による摩擦音の促音の発話 —時間的特徴に関する予備的な検討—*

◎守本真帆（上智大／学振），李瑋昱（上智大），
溝口愛（前橋工科大），荒井隆行（上智大）

1 はじめに

促音に関する研究の多くは破裂音を対象としており，摩擦音に関するデータや知見は比較的少ない。限られた資料においては，日本語母語話者による発話では破裂音よりも摩擦音の方が促音（geminate; G）と非促音（singleton; S）の差がもたらす狭窄区間の長さの違い（geminate-to-singleton ratio; GSR）が小さいこと[1]や，破裂音の場合と同様に摩擦音でも促音の先行母音の持続時間が非促音と比べて伸長する傾向があること[2]などが報告されている。

また，英語を母語とする日本語の学習者においては，摩擦音の促音の習得は破裂音と比べて起こる順が遅く，破裂音よりも摩擦音の促音の方が発話と知覚の両方の側面において習得の難易度が高いことが示唆されている[3, 4, 5]。

本研究では，中国語を母語とする日本語学習者による摩擦音/s/および/f/の促音の発話における子音および周辺母音の持続時間に注目し，日本語母語話者や破裂音/t/との比較に基づく予備的な音響分析の結果を報告する。

2 実験

2.1 参加者

実験には日本語母語話者（JP）10名および中国語母語話者（CH）10名の計20名が参加した。話者の詳細を実験時のアンケートにもとづいて Table 1 にまとめる（IDに F とある話者は女性，M は男性）。本稿では学習者の日本語習熟度のおおまかな指標として日本語能力試験の受験歴を用い，N1 取得済みの学習者を上級（N1），N2 取得済みの学習者を中級（N2），未受験の学習者を初級（N0）と位置づけた。本研究は上智大学における倫理委員会の承認を得て実施された。聴覚や構音に異常のある話者はいなかった。

2.2 刺激

本実験では前後の母音を/a/とする子音/t/, /k/, /s/, /f/について，それぞれの促音と非促音を含む実在語を10回ずつ発話してもらった。実験はアクセント型により2つのセッションに分かれていたが，本稿ではアクセントが東京方言において頭高型のもののみを取り扱う。また，実験を開始する前にそれぞれの語の意味と読み方，既知かどうかを確認した。

各語を擬似ランダム順にひらがなおよび漢

Table 1 Language background of the speakers

話者 ID	年齢	出身	日本語習熟度 (学習年数)	話者 ID	年齢	出身	日本語
BCF01	24	山東省/天津市	N1 (6)	BJF01	18	神奈川県	母語
BCF04	21	上海	N1 (5)	BJF02	18	北京/東京/米国	母語
BCF05	22	北京	N1 (5)	BJF03	20	東京	母語
BCM03	21	青島	N1 (2)	BJF04	19	愛知/千葉/米国	母語
BCF02	27	臨洮/蘭州/大連	N2 (8)	BJF05	21	静岡	母語
BCF03	24	湖北省/山東省	N2 (6)	BJF06	22	東京	母語
BCF06	20	瀋陽	N2 (2)	BJF07	21	神奈川県	母語
BCM04	23	广西/湖北	N2 (5)	BJM01	25	東京	母語
BCM02	32	湖南省	N0 (1)	BJM02	20	東京	母語
BCM05	23	北京/四川	N0 (3)	BJM03	20	東京/シンガポール	母語

* Japanese fricative geminates produced by speakers of Standard Chinese: A preliminary study on the temporal characteristics, by MORIMOTO, Maho (Sophia University/JSPP), LI, Weiyu (Sophia U), MIZOGUCHI, Ai (Maebashi Institute of Technology), and ARAI, Takayuki (Sophia U).

字を用いてモニターに提示し、それぞれの参加者にとって自然な速度と声の大きさを「これは__といます」というキャリア文に埋め込んで読み上げてもらった。本稿では、Table 2にあるように/t/, /ʃ/, および/s/をターゲット子音とする促音・非促音ペアのみについて報告する。

Table 2 Words included in this study

子音	子音長	語
/t/	短 (S)	畑 (はた)
	長 (G)	這った (はった)
/ʃ/	短 (S)	覇者 (はしゃ)
	長 (G)	八社 (はっしゃ)
/s/	短 (S)	傘 (かさ)
	長 (G)	刮痧 (かっさ)

2.3 実験方法

実験は防音室にて1人ずつ実施した。音声はオーディオインタフェース (Focusrite, Scarlett Solo 2nd Gen) を介してPCに接続したマイクロフォン (RODE-NT2-A) を用いてサンプリング周波数 22050 Hz にて収録した。

なお、本実験では同時に超音波画像による舌運動の記録を行ったため、参加者は超音波診断装置に接続したプローブを下顎に固定した状態で発話を行っている。また、音声の録音には超音波画像の取得および同期を行うことができるソフトウェア AAA [6]を用いた。

2.4 分析方法

音声ファイルをもとに Praat [7]を用いて分

析対象となる6語の分節化を行った。音声波形および広帯域スペクトログラム表示を参照し、母音の周期的な波形およびフォルマント構造をもとにターゲット子音 (C₂)、その先行母音 (V₁) および後続母音 (V₂)、そして語長 (Word) の持続時間を測定した。なお、今後の調音も含めた分析を見据えて超音波画像と音声の同期がエラーによりできなかった発話については分析対象から除外したため、本稿では計 1159 回分の発話 (子音 3 種×子音長 2 種×話者 20 名×繰り返し 10 回から 41 のエラーを除外) を分析対象としている。

分析には R を用いた [8]。それぞれの話者グループ内における促音の効果に関して線形混合モデル (LME [9]) を用いて簡易的な分析を行った。各モデルにはそれぞれの持続時間 (Word, C₂, V₁, V₂) を目的変数、子音の種類および長短を固定効果、話者をランダム効果 (切片) として組み込んだ。

3 結果

Table 3 にそれぞれの条件下での平均セグメント長および標準偏差を示す。

3.1 語長 (Word)

まず、Table 3 および Fig. 1 にみられるように、学習者 (CH) の方が母語話者 (JP) よりも全体的に語長が長く、話速が遅いことがわかる。また、いずれの話者グループにおいても子音の長短の主効果がみられ (CH: $\beta=111.22$, $t=21.65$, $p<0.001$; JP: $\beta=94.87$, $t=$

Table 3 Average durations in milliseconds (sd) and geminate-to-singleton ratios (GSR)

母語	子音	長短	n	Word	V ₁	C ₂	V ₂
中国語 (CH)	/t/	S	98	452.9 (119.03)	57.18 (15.62)	151.09 (38.88)	138.76 (66.53)
		G	95	574.94 (136.25)	60.65 (16.29)	252.15 (70.06)	161.37 (79.57)
		GSR		1.27	1.06	1.67	1.16
	/ʃ/	S	97	472.37 (112.99)	66.13 (16.9)	156.99 (35.06)	136.75 (57.61)
		G	97	562.36 (112.89)	68.36 (15.64)	238.44 (48.44)	150.39 (71.99)
		GSR		1.19	1.03	1.52	1.1
	/s/	S	98	404.51 (89.14)	71.09 (20.36)	131.27 (35.15)	132.06 (49.89)
		G	95	524.4 (116.04)	72.02 (17.62)	232.96 (51.56)	157.4 (73.26)
		GSR		1.3	1.01	1.77	1.19
日本語 (JP)	/t/	S	96	310.77 (84.38)	45.52 (10.45)	83.95 (15.07)	65.01 (12.99)
		G	97	413.42 (92.82)	63.87 (14.42)	174.43 (28.59)	58.1 (10.72)
		GSR		1.33	1.4	2.08	0.89
	/ʃ/	S	98	330.17 (83.76)	56.21 (14.45)	86.51 (15.41)	65.19 (14.53)
		G	97	417.11 (86.33)	79.35 (19)	161.91 (29.01)	61.15 (10.41)
		GSR		1.26	1.41	1.87	0.94
	/s/	S	97	251.49 (32.43)	57.42 (12.49)	81.79 (11.76)	66 (13.7)
		G	94	353.45 (48.61)	82.42 (18.12)	162.83 (28.67)	61.01 (9.35)
		GSR		1.41	1.44	1.99	0.92

29.68, $p < 0.001$) 学習者全体でみると子音の長短対立の習得が進んでいることがうかがえる。

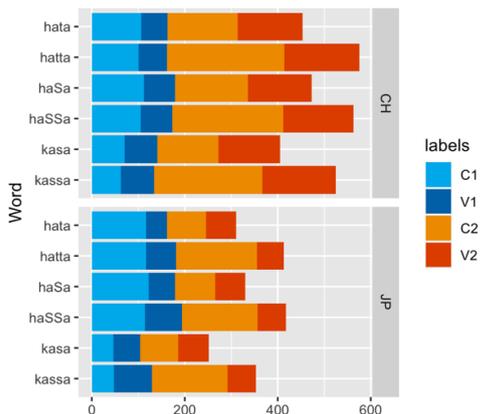


Fig. 1 Average segment duration (ms)

3.2 子音長 (C₂)

C₂に関しては Table 3 および Fig. 2 に示すように、いずれの話者グループにおいても促音の方が 1.5~2.1 倍ほど長くなっていることがわかる (CH: $\beta=95.28$, $t=31.97$, $p < 0.001$; JP: $\beta=81.45$, $t=64.82$, $p < 0.001$)。母語話者では *h* の GSR が 2.08 と最も大きかった。非促音の平均持続時間は子音の種類によってさして変わらないが、摩擦音の方が破裂音よりも GSR が小さいという先行研究と一致する傾向が得られた(ただし、本稿における *h* の C₂ は VOT も含んでいる点で多くの先行研究と異なるため精査が必要である)。

一方、学習者全体では *h* よりも *f* の方が GSR が小さいという点では母語話者と類似した傾向がみられたが、母語話者と比べ全体的に GSR が小さめで、かつ *s* の GSR が最も大きいという違いがあった。また、習熟度別に分けて示した

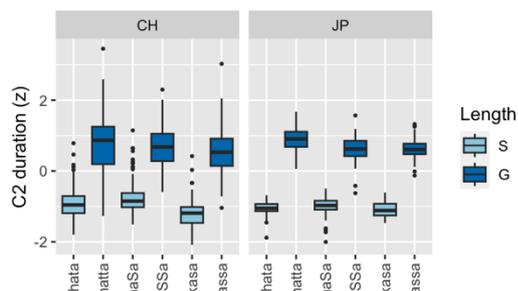


Fig. 2 C₂ duration (z-scored)

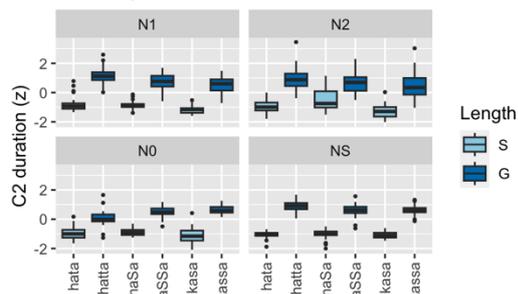


Fig. 3 C₂ duration (z-scored) by group

Fig. 3 をみると N2 の発話において特に *f* の長短対立の実現が甘いことがわかる。N0 では GSR が他のグループよりも小さく 1.3~1.5 倍ほどしかないが、子音の種類による違いがあまりなく、破裂音よりもむしろ摩擦音の方が長短対立が明確な傾向があった。

3.3 先行母音長 (V₁)

Table 3 および Fig. 4 から、母語話者では促音の V₁ は非促音と比べて約 1.4 倍に伸長する ($\beta=22.11$, $t=26.74$, $p < 0.001$) のに対し、学習者全体ではそのような傾向はみられなかった ($\beta=2.06$, $t=1.89$, $p < 0.1$)。また、いずれのグループでも、子音の長短に関わらず破裂音よりも摩擦音の方が V₁ が長い傾向がみられた。

習熟度別に示した Fig. 5 をみると、N1 では母語話者 (NS) ほどではないものの促音に伴う V₁ の伸長の傾向がみられるのに対して、N2 ではむしろ短縮の傾向がみられる。N0 では破裂音の V₁ は伸長しないが、摩擦音では伸長する傾向にあった。

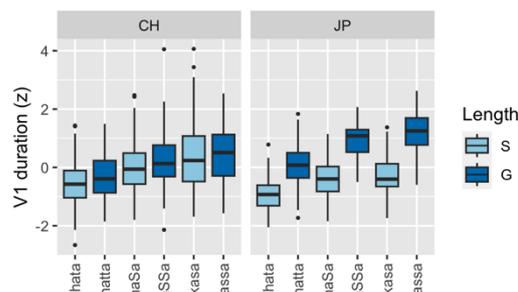


Fig. 4 V₁ duration (z-scored)

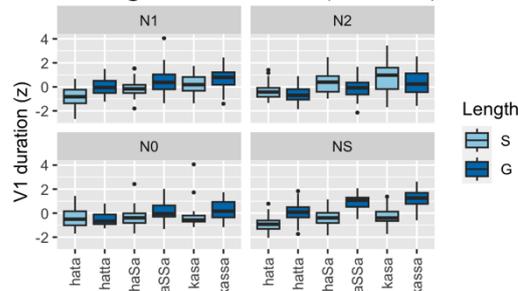


Fig. 5 V₁ duration (z-scored) by group

3.4 後続母音長 (V₂)

Table 3 および Fig. 6 にみられるように、V₂ では子音の種類に関わらず特に母語話者と学習者の間の乖離が大きかった。すなわち、母語話者では促音の V₂ が短縮する傾向にあった ($\beta=-5.54$, $t=-8.61$, $p < 0.001$) が、学習者全体では伸長の傾向にあった ($\beta=20.85$, $t=8.05$, $p < 0.001$)。

また、Fig. 7 に示されるように、習熟度を加味しても V₂ の伸長は学習者全体にみられる傾向であることがわかる。

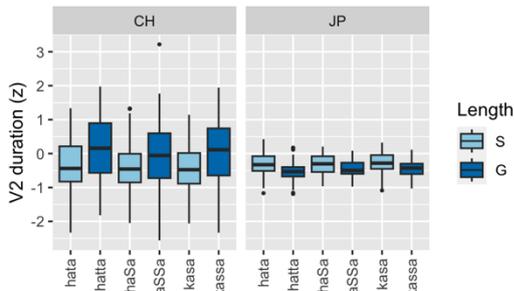


Fig. 6 V₂ duration (z-scored)

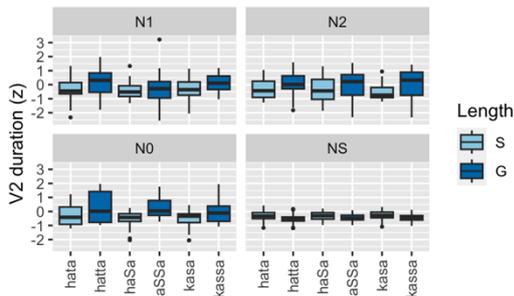


Fig. 7 V₂ duration (z-scored) by group

4 考察とまとめ

本研究では中国語を母語とする日本語学習者および日本語母語話者による発話実験を行い、摩擦音の促音および非促音とその前後の母音の持続時間についてそれぞれの話者グループの傾向を報告した。

まず、促音の狭窄区間(C₂)については、学習者による発話では全体的に母語話者よりも伸長の度合いが小さい傾向にあった。また、学習者による摩擦音の促音においては母語話者と異なるパターン(/s/と/t/)のC₂のGSRの大小関係の逆転)がみられ、さらに/s/と/f/の間でも持続時間に関する特徴が異なる傾向がみられた(特に N2)。これには/s/のみ C₁ が異なっていたことも影響している可能性があるが、摩擦音の中でも調音位置などによる違いがみられる可能性も考慮して調査を進める必要があることが示唆された。

先行母音(V₁)については、母語話者にみられるような伸長のパターンが学習者全体ではみられなかったが、N1 では破裂音・摩擦音ともに習得が進んでいるさまがうかがえた。それに対し、N2 では V₁ が逆に短縮する傾向がみられ、促音に関わるタイミング制御の習得の中間段階にあると考えられる。さらにN0においては、破裂音では V₁ の短縮がみられないにも関わらず、摩擦音では V₁ が若干伸長する傾向がみられた。N0 では C₂ においても破裂音よりも摩擦音の方が長短対立がはっきりしており、破裂音よりも摩擦音の促音の習得の方が難しいという仮説に反する結果が得られた。この理由については、今後それ

ぞれの話者の母語や母方言の干渉の可能性をより詳細に吟味し、通言語的な破裂音および摩擦音の長さの知覚に関する調査などをとおして検討したい。特に、先行研究[1]では摩擦音の長短対立は破裂音と比べて知覚されにくい可能性への言及があるが、多様な言語を母語とする日本語の学習者にとっても同様のことがいえるかについても調査する必要があると考える。

後続母音(V₂)については母語話者と学習者の全体的な傾向の違いが際立ち、摩擦音ならではの特徴として特筆すべき点は見受けられなかった。C₂ や V₁ の伸長度合いが母語話者と比較して小さい場合に、語全体やその他のリズム単位における対立を実現するために V₂ が伸長される可能性も含め、他のセグメント長との兼ね合いに注目した分析を進めたい。

本稿ではそれぞれの話者の母語や母方言を詳細に考慮しておらず、また習熟度についても簡易的な指標のみを用いている。今後の分析ではそれぞれの中間言語における破裂音の促音の習得度合いも考慮し、個人差に着目したうえで中国語を母語とする学習者においても破裂音→摩擦音という促音の習得の順序があてはまるかどうかを検討する必要がある。また、今回の分析では促音・非促音間のセグメント長の比を中心に検討したが、それらのセグメント長どうしの関係性や話速も加味した分析を行う必要がある。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP22J01381/ 22KJ2752 および上智大学重点領域研究の助成を受けた。

参考文献

- [1] Kawahara, In: *The Handbook of Japanese Phonetics and Phonology*, 43–77, 2015.
- [2] 藤本, 前川, 音声研究, 18(2), 10–22, 2014.
- [3] 戸田, 音声研究, 7(2), 70–83, 2003.
- [4] 戸田, 音声研究, 11(1), 35–46, 2007.
- [5] 戸田, 文藝言語研究, 33, 65–82, 1998.
- [6] Articulate Instruments Ltd., *Articulate Assistant Advanced (AAA)*. Version 2.19.08. 2022.
- [7] Boersma, Weenink, Praat: Doing phonetics by computer. Version 6.2.19. 2022.
- [8] R Core Team., *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. 2014.
- [9] Bates et al. Fitting linear mixed-effects models using lme4. 2014.