

中国語を母語とする日本語学習者による 語中破裂音/t/と/d/の生成

—持続時間の特徴を中心に—

江 佩璇

キーワード 語中破裂音、発話速度、有声性、持続時間、VOT

1. はじめに

中国語の破裂音の体系は、有声破裂音・無声破裂音の対立を持つ日本語に対し、無声有気破裂音・無声無気破裂音という氣息性による対立となっている。学習言語と母語の音韻体系が異なることにより、中国語を母語とする学習者では、日本語の破裂音を発音する際、有声音と無声音の混同が起こる。その中でも特に語中に現れる有声・無声破裂音の発音が困難であることが指摘されている（鈴木1985、横山2000）。

日本語の有声・無声破裂音の違いは主に声帯振動の有無で決まるが、語中破裂音の有声性によって、単語全体の持続時間や単語内のセグメントの時間配分が変化することが知られている（Port, Dalby and O'Dell 1987）。学習者が破裂音に関わるさまざまな持続時間を正しく実現できなければ、発話は日本語母語話者に正しく知覚されない可能性が高い。そこで、本研究では中国語を母語とする学習者を対象に発話実験を行い、以下の4点を明らかにする。

- (1) 学習者が発音した日本語の有声・無声破裂音には、持続時間に関してどのような違いがあるか。
- (2) 学習者と日本語母語話者では、有声・無声破裂音それぞれについて時間構造の違いはどうか。
- (3) 学習者が発音する有声・無声破裂音の持続時間は、発話速度に影響されるかどうか。
- (4) 発話速度の影響について、学習者と日本語母語話者にはどのような違いが見られるのか。

2. 先行研究

2.1 日本語の語中破裂音の有声性と持続時間

本研究で扱う時間的要因は、破裂音のVOT、閉鎖区間の持続時間、破裂音に先行する母音と後続する母音の持続時間である。以下ではこの4種類の時間的要因と有声性との関係について述べる。

VOT (voice onset time) とは破裂音の閉鎖の解放から声帯振動の開始までの時間幅である。日本語の有声音は破裂前に声帯振動が始まるのでマイナスの値になり、無声音は破裂の直後に声帯振動が始まるのでプラスの値をとる。日本語ではプラスのVOT値をとる有声音もしばしば観察されるが(朱1994、高田2004、吉廣2005)、プラスのVOT値をとる有声音と無声音を比較したところ、有声音のVOTは無声音のそれより短いことが述べられている(杉藤・神田1987)。

閉鎖区間とは破裂音を生成する際に声道が閉鎖している時間幅である。語中の有声音と無声音は閉鎖区間内の声帯振動の有無という点で異なるが、閉鎖区間の持続時間については無声音のほうが通常有声音より長いといわれている。日本語の無声音の閉鎖区間は有声音に比べ、20%から40%程度長いと報告している研究(Han 1962)と、約60%長いと報告している研究(Homma 1981、Homma 1982)がある。

破裂音の有声性と前後の母音長については、有声音の先行母音の持続時間は無声音の場合より10%(Homma 1981)あるいは20%程度(Port, Dalby and O'Dell 1987)伸長する一方、無声音と有声音に後続する母音の持続時間の比率は0.73:1であると報告されている(Homma 1981)。

2.2 語中破裂音の持続時間と発話速度との関係

語頭に現れる破裂音を対象とした研究では、VOTは発話速度が速い場合では短くなり、遅い場合では伸長すると報告されている(Homma 1982)。一方、語中に現れる破裂音のVOTは語頭の場合の3分の2から2分の1程度に短くなっている(朱1994)が、語中破裂音のVOTが発話速度の影響を受けるかどうかは未だ不明である。

閉鎖区間については、発話全体の持続時間の変化率と同じ比率で変化するとされている(Homma 1982)。

2.3 学習者に見られる日本語の語中破裂音の音響的特徴

聴覚印象では、学習者は母語干渉を受け、日本語の有声音を無声無気音で、

日本語の無声音を無声有気音で発音する傾向があることが一般的に言われている(劉1983、王1999)。これに関連して学習者が発音した日本語の有声音には声帯振動がないことも指摘されている(杉藤・神田1987、北村1999)。

音響的に見ると、学習者が有声・無声を発音し分ける際には無声音のVOTは有声音より長い(杉藤・神田1987、福岡1995)が、このときのVOTは日本語母語話者の無声音よりはるかに長く、有気的な特徴を持っていることが分かっている(村木・中岡1990、西端・細田1994、福岡1995)。

閉鎖区間については、日本語の特徴とは逆に、学習者が有声音のつもりで産出した閉鎖区間は無声音のそれより長くなる(杉藤・神田1987、皆川1994、福岡1996)。一方、無声音の場合は、閉鎖区間が必要以上に伸長する、つまり促音に聞こえる傾向も指摘されている(村木・中岡1990)。

以上のように、学習者の語中破裂音の発音に関する研究は、VOTと閉鎖区間に注目するものがほとんどであり、破裂音に先行あるいは後続する母音長についての報告はない。なお、発話速度が学習者の発音にどのような影響を与えるかに関してもこれまで研究されていない。

3. 研究方法

3.1 資料語と収録方法

発話資料は、平板型でCVCVCVCV構造を持つ無意味語/*kemet_uke*/と/*kemed_eke*/の二語(下線部が語中破裂音)とした。これを「これは___です。」というキャリアセンテンスに入れ、「速い」(発音が自然且つ明瞭な状態で最も早く言える速度)、「普通」(リラックスした状態で自然に話す速度)、「遅い」(ポーズなしの状態でも遅く言える速度)という3段階の発話速度で5回ずつ発音してもらった。学習者と比較対照するため、東京出身の日本語母語話者1名に同じ資料語を3段階の発話速度で30回ずつ発音してもらった。以下、この実験で設定した3段階の発話速度を本文中で言及する際には「速い」、「普通」、「遅い」のように「 」で囲んで表す。

音声の収録は名古屋大学の音声実習室で行った。ステレオマイク(オーディオテクニカAT9440)を使用し、オーディオキャプチャー(ローランドUA-3FX)経由でサンプリング周波数44.1kHz、量子化ビット数16ビットでノートパソコン(ASUS M5200AE)に収録した。

3. 2 調査対象者

調査対象者は中国東北地方出身で日本国内在住の学習者10名（C1 - C10）である。学習者の平均日本語学習歴は3年（最短0.5年、最長6年、標準偏差1.9年）であり、平均日本滞在歴は1年（最短0.5年、最長3年、標準偏差0.8年）である。

3. 3 音響分析

SIL Speech Analyzer Version 2.4を用い、資料語/kemeteke/と/kemedeke/の波形とスペクトログラムを抽出し、セグメンテーションを行った。分析不可能¹⁾な発話を除き、測定項目は/t/と/d/のVOT（+VOT値）、閉鎖区間の持続時間、先行母音/e/、後続母音/e/、資料語/kemeteke/と/kemedeke/の単語全体の持続時間（以下、単語長）である。図1に測定例を示す。

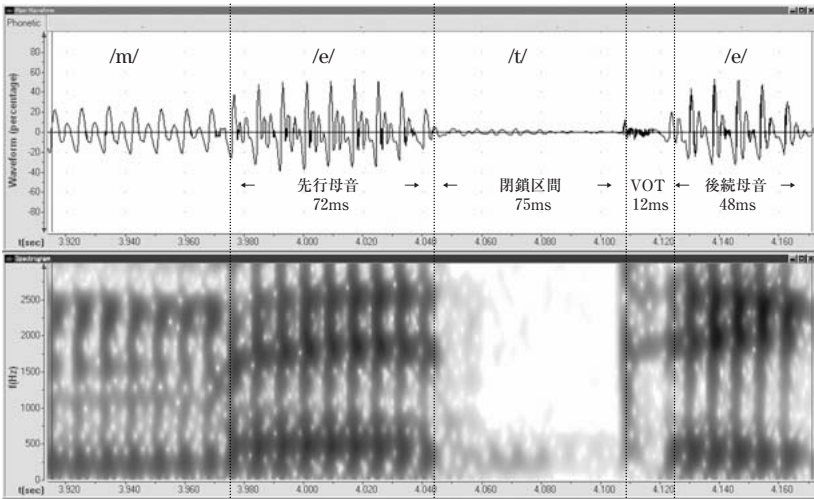


図1 /kemetek/の/mete/部分の測定例

4. 結果

以下では発話速度の実現、VOT、閉鎖区間、先行母音、後続母音の測定結果の順に述べる。

4. 1 発話速度の実現について

ここでは単語長を発話速度に対応する指標として、発話者の発話速度について述べる。表1は発話速度と破裂音の有声性別に表した日本語母語話者と学習者10名の各発話者の単語長の平均である。各発話者につき、単語長が指定された発話速度や破裂音の有声性によって異なるかを検討するために、話速（「速い」・「普通」・「遅い」）×有声性（有声・無声）の分散分析を行った。

母語話者では、「速い」、「普通」、「遅い」のどの話速においても/t/と/d/の単語長の差がほぼ一定であり、さらに、/t/においても/d/においても「速い」、「普通」、「遅い」の単語長の差が一定であるため、交互作用は有意ではない。交互作用は話速と有声性の2要因の組み合わせによる効果を表し、組み合わせられる要因によって効果の現れ方が違う場合は交互作用が有意になる。ここでは、交互作用が有意であることには二つの解釈が考えられる。一つは、「速い」、「普通」、「遅い」による有声性の単純主効果が有意であること、つまり、話速の違いによって有声性が単語長に与える影響が異なることである。二つ目は「有声」、「無声」における発話速度の単純主効果が有意であること、つまり、有声性の違いによって話速が単語長に与える影響が異なることである。C1で見られた有意な交互作用は前者の例である。C1の「速い」では、/t/の単語長は/d/の単語長より短い、「遅い」の場合、両者の大小関係が逆転し、話速の違いによって有声性が単語長に与える影響が異なるため、交互作用が有意となる。有意な交互作用を示した学習者は7名いるが、それぞれの交互作用の原因についてはここでは省略する。

表1の「話速主効果」の列が、全ての発話者において有意であることから、指定された発話速度によって単語長が変化することがわかる。すなわち、各発話者では発話速度が遅いほど単語長が長くなる傾向が見られる。しかしながら、発話速度別で見ると、例えば「速い」では300ms台から600ms台までの発話が出現し、発話速度の実現結果は個人差が極めて大きいことが示されている。さらに、「速い」と「遅い」の差、つまり持続時間の変化幅に関しても大きな個人差がある。

「有声性主効果」から、母語話者については/t/を含む語のほうが/d/を含む語より有意に短いことがわかる ($F(1, 157) = 16.408, p < .05$)。学習者については、交互作用が有意な話者が多く、有声性による単語長の変化が複雑であるが、交互作用が有意ではないC4、C5、C10を見ると、C5、C10は母語話者と同様に/t/の単語長が/d/より短い傾向を示したのに対し、C4では/t/と/d/の単語長の間に違いはなかった。

表1 各発話者の単語長（単位：ms）と分散分析の結果

		速い		普通		遅い		分散分析の結果		
発話者	発音	平均	SD	平均	SD	平均	SD	話速 主効果	有声性 主効果	交互 作用
母語話者	/t/	360	17	479	17	600	27	*	*	n.s.
	/d/	373	15	493	15	616	33			
C 1	/t/	468	48	785	45	925	136	*	*	*
	/d/	507	35	635	35	756	45			
C 2	/t/	556	17	601	16	676	83	*	*	*
	/d/	512	18	657	21	806	43			
C 3	/t/	460	24	555	15	965	77	*	*	*
	/d/	482	28	738	30	938	40			
C 4	/t/	359	13	424	16	491	51	*	n.s.	n.s.
	/d/	384	10	427	23	519	72			
C 5	/t/	607	17	701	47	828	59	*	*	n.s.
	/d/	626	46	776	34	907	38			
C 6	/t/	392	18	517	46	660	22	*	*	*
	/d/	446	23	584	16	631	32			
C 7	/t/	472	32	606	22	826	57	*	*	*
	/d/	565	32	681	28	783	36			
C 8	/t/	433	13	690	35	1155	81	*	*	*
	/d/	474	43	732	28	1410	38			
C 9	/t/	369	23	617	72	911	82	*	n.s.	*
	/d/	451	14	599	11	805	93			
C10	/t/	397	5	497	35	768	66	*	*	n.s.
	/d/	455	20	565	27	794	43			

SD=標準偏差、* = 5%水準で有意差あり、n.s.=有意差なし

4. 2 VOT

表2は発話速度と破裂音の有声性別に表した各発話者のVOTの平均と分散分析の結果である。

表2 発話者別のVOT（単位：ms）と分散分析の結果

		速い		普通		遅い		分散分析の結果		
発話者	発音	平均	SD	平均	SD	平均	SD	話速 主効果	有声性 主効果	交互 作用
母語話者	/t/	18	3	15	2	14	2	*	*	*
	/d/	9	6	10	4	9	3			
C1	/t/	41	24	76	4	78	17	*	*	*
	/d/	35	5	38	7	31	6			
C2	/t/	32	4	30	7	28	4	n.s.	*	n.s.
	/d/	25	32	15	3	11	1			
C3	/t/	43	8	48	5	65	10	*	*	n.s.
	/d/	11	11	22	8	20	18			
C4	/t/	17	11	10	5	9	9	n.s.	*	*
	/d/	15	10	17	5	30	12			
C5	/t/	45	11	48	16	43	3	n.s.	*	n.s.
	/d/	25	5	20	4	25	8			
C6	/t/	37	11	41	10	54	6	*	*	n.s.
	/d/	18	5	20	3	22	4			
C7	/t/	24	6	29	4	39	12	*	*	n.s.
	/d/	18	8	16	4	22	7			
C8	/t/	26	6	45	1	46	3	*	*	*
	/d/	16	1	12	5	20	5			
C9	/t/	20	4	38	7	78	13	*	*	*
	/d/	19	6	20	1	15	14			
C10	/t/	20	4	43	10	50	10	*	*	n.s.
	/d/	8	9	20	11	27	9			

SD=標準偏差、* = 5%水準で有意差あり、n.s.=有意差なし

表2では母語話者と4名の学習者が有意な交互作用を示した。母語話者のデータを見ると、「速い」における/t/と/d/の差が「遅い」における/t/と/d/の差よりやや大きいことがわかる。しかしながら、4名の学習者では、「速い」における/t/と/d/の差が「遅い」における/t/と/d/の差より小さくなっている。C1、C8、C9では、/d/のVOTは発話速度によって変化せず、/t/のVOTは発話速度が遅くなるにつれ長くなるのに対し、C4では、「遅い」では/d/のVOTが/t/のVOTよりも長く、他の学習者とは大きく異なる結果となっている。

交互作用が有意ではない学習者について、有意な話速主効果と有声性主効果を示したのはC3、C6、C7、C10である。これらの話者では、/t/のVOTが/d/

より長く、それに伴いそれぞれのVOTが発話速度に応じて伸長するが、有意な交互作用を示す話者の結果とは異なり、/t/のVOTも/d/のVOTも発話速度に応じて長くなるため、どの発話速度においても/t/と/d/のVOTの差はほぼ一定である。一方、有声性主効果のみ有意であるC2とC5については、/t/のVOTは/d/より長い、両者のVOTが発話速度によって伸長することはない。つまり、C2とC5は発話速度に左右されず、/t/と/d/をそれぞれある固定したVOT値で発音する傾向がある。

次に、母語話者と学習者全体によるVOTの変化と発話速度の関係を比較するため、単語長を横軸、VOTを縦軸にとった散布図を作成した(図2)。発話速度の実現に見られる個人差を考慮し、ここでは発話速度を「速い」、「普通」、「遅い」に分類せず、一つの連続体として扱う。散布図にある直線は発話速度がVOTに与える効果を表す傾向線(回帰直線²⁾)である。なお、実線は/d/を、点線は/t/を表す。

図2の「学習者/t/」と「学習者/d/」の回帰直線から、学習者が発音した語中/t/のVOTは語の長さ按比例する傾向が見られるが、/d/のVOTは単語長、つまり発話速度によって変化することなく、常に20msあたりに保たれていることがわかる。母語話者については、/t/のVOTでは発話速度による変化量が小さく、回帰係数が負の値となっているため、発話速度が遅くなるにつれVOTが減少する傾向があるが、/d/のVOTは発話速度によってほとんど変化しない。この分布を見ると、母語話者による/t/のVOTも/d/のVOTも20msを超える発話が少ないことが学習者と大きく異なる点である。

以上のように、学習者の/t/と/d/ではVOTが大きく異なり、発話速度が遅くなるにつれ、/t/のVOTが大幅に伸長するため、両者の区別が明確になる傾向が示されている。

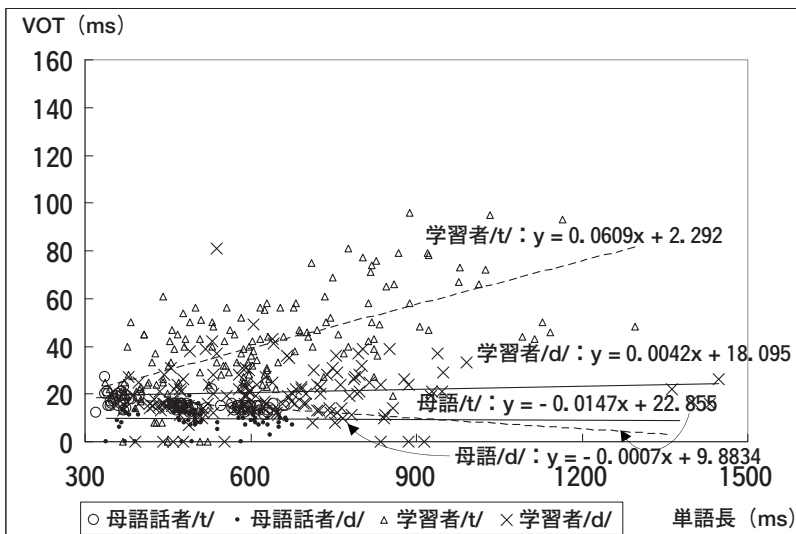


図2 単語長とVOTとの関係

4.3 閉鎖区間の持続時間

表3と図3はそれぞれ閉鎖区間の持続時間の測定結果と、閉鎖区間の持続時間と発話速度との関係を示した散布図である。表3から、母語話者では両要因の主効果と交互作用が有意となっていることがわかる。/t/の閉鎖区間については/d/の場合より長く、発話速度が遅くなるにつれ、その差がさらに増大していることがわかる。学習者では母語話者と同様な傾向を示したのはC8のみである。

交互作用が有意ではない学習者については、話速主効果が有意であるが、有声性主効果が有意ではない話者はC1、C5、C7、C10である。これらの話者では、発話速度が遅くなるにしたがって閉鎖区間は伸長するが、有声性によっては閉鎖区間は変化しないことを表し、閉鎖区間は発話速度に影響されることを示す結果となっている。このほか、閉鎖区間の持続時間は発話速度と有声性に全く影響されない学習者(C4)もいる。

表3 発話者別の閉鎖区間の持続時間（単位：ms）と分散分析の結果

		速い		普通		遅い		分散分析の結果		
発話者	発音	平均	SD	平均	SD	平均	SD	話速 主効果	有声性 主効果	交互 作用
母語話者	/t/	40	7	52	5	63	6	*	*	*
	/d/	30	6	31	6	36	8			
C 1	/t/	43	14	68	11	82	7	*	n.s.	n.s.
	/d/	52	8	70	15	89	23			
C 2	/t/	53	14	59	17	65	8	*	*	n.s.
	/d/	42	5	48	7	57	8			
C 3	/t/	37	3	45	6	75	15	*	n.s.	*
	/d/	43	4	46	7	55	11			
C 4	/t/	38	7	32	5	40	4	n.s.	n.s.	n.s.
	/d/	39	10	42	5	53	21			
C 5	/t/	38	13	59	10	67	16	*	n.s.	n.s.
	/d/	39	12	74	18	77	27			
C 6	/t/	39	4	52	6	76	5	*	*	*
	/d/	48	7	70	12	66	8			
C 7	/t/	54	5	58	6	65	10	*	n.s.	n.s.
	/d/	56	3	63	3	73	10			
C 8	/t/	44	4	68	9	97	14	*	*	*
	/d/	37	7	48	5	56	9			
C 9	/t/	39	4	69	5	61	11	*	n.s.	*
	/d/	47	6	59	9	54	4			
C10	/t/	29	5	49	9	111	31	*	n.s.	n.s.
	/d/	37	8	56	3	83	25			

SD=標準偏差、* = 5%水準で有意差あり、n.s.=有意差なし

図3を見ると、学習者の回帰直線/t/と/d/は母語話者の場合に比べ近接し、有声・無声の違いがやや小さいことがわかる。しかしながら、学習者が生成した/t/と/d/の閉鎖区間の差は発話速度によって異なっている。資料語がおよそ600msより長い場合、/t/の閉鎖区間の持続時間は/d/のそれより長い、600ms以下になると、/d/の閉鎖区間は/t/と逆転する傾向が見られる。このことは、発話速度が速い場合、学習者による閉鎖区間の実現が不安定であることを意味する。なお、丸で囲った部分は先行研究でも言及した閉鎖区間が長めの発話で、聴覚印象では促音に近い発話であると考えられる。

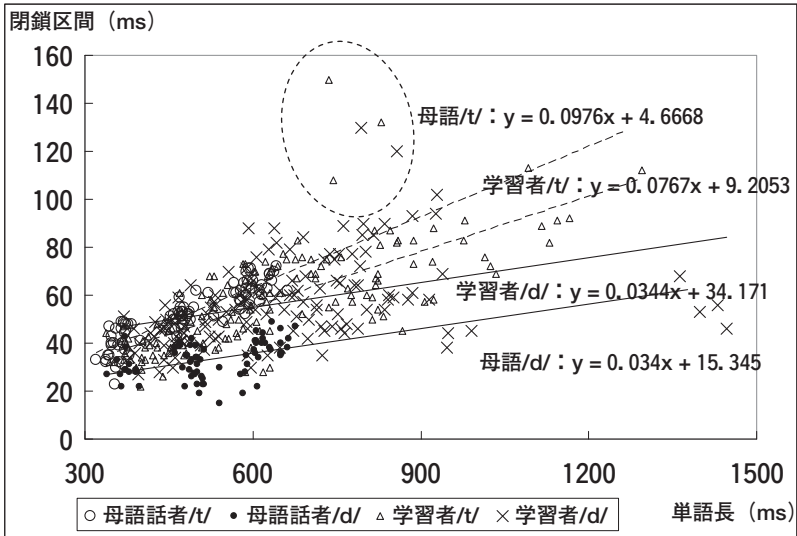


図3 単語長と閉鎖区間の持続時間との関係

4.4 先行母音の持続時間

表4と図4はそれぞれ先行母音の持続時間の測定結果と、先行母音の持続時間と発話速度との関係を示した散布図である。表4では母語話者による先行母音の持続時間は両要因の主効果と交互作用が有意となっている。/t/の先行母音は/d/の場合より短く、発話速度が遅くなるにつれ、その差がさらに増大している。母語話者と同様な傾向を示した学習者はC3、C7、C8である。

C1とC5では両要因の主効果が有意である。しかしながら、C5では、日本語母語話者が示した傾向と同じように/t/の先行母音は/d/の場合より短い、C1では有声性による先行母音の実現の違いが日本語母語話者と逆になる。C4、C6、C9、C10では話速主効果のみ有意である。これらの話者では、単語が長くなるにつれ先行母音が伸長するが、先行母音の持続時間は後続する破裂音の有声性によって変化しない。

表4 発話者別の先行母音の持続時間（単位：ms）と分散分析の結果

		速い		普通		遅い		分散分析の結果		
発話者	発音	平均	SD	平均	SD	平均	SD	話速 主効果	有声性 主効果	交互 作用
母語話者	/t/	39	6	57	7	71	7	*	*	*
	/d/	48	5	66	6	90	7			
C 1	/t/	71	9	111	14	127	13	*	*	n.s.
	/d/	66	8	88	9	105	6			
C 2	/t/	85	4	94	5	106	10	*	*	*
	/d/	82	7	8	6	147	15			
C 3	/t/	71	11	91	9	158	12	*	*	*
	/d/	85	5	147	9	173	14			
C 4	/t/	12	24	40	5	48	17	*	n.s.	n.s.
	/d/	28	11	41	15	65	25			
C 5	/t/	86	4	113	12	129	15	*	*	n.s.
	/d/	103	4	123	5	154	9			
C 6	/t/	43	8	68	13	93	10	*	n.s.	n.s.
	/d/	51	7	79	8	89	11			
C 7	/t/	57	8	87	8	125	11	*	*	*
	/d/	85	6	106	12	131	8			
C 8	/t/	65	3	120	9	187	22	*	*	*
	/d/	73	10	129	9	287	12			
C 9	/t/	50	11	77	18	134	14	*	n.s.	n.s.
	/d/	57	7	85	15	123	23			
C10	/t/	58	11	71	14	106	20	*	n.s.	n.s.
	/d/	57	6	76	13	125	13			

SD=標準偏差、* = 5%水準で有意差あり、n.s.=有意差なし

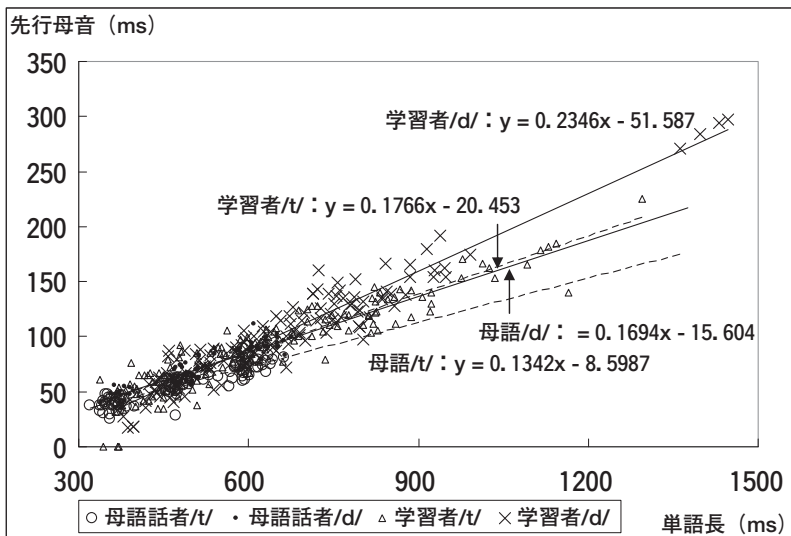


図4 単語長と先行母音の持続時間との関係

図4からでも、*t/*の先行母音が*d/*の場合より短く発話される傾向を確認することができる。*t/*と*d/*の2直線の開き具合については学習者と母語話者はほぼ同じであるが、学習者が産出した*t/*と*d/*は母語話者よりやや長めで、*t/*の先行母音は母語話者の*d/*の先行母音と類似した持続時間を持っている。

4.5 後続母音の持続時間

表5と図5はそれぞれ後続母音の持続時間の測定結果と、後続母音の持続時間と発話速度との関係を示した散布図である。表5では母語話者による後続母音の持続時間は両要因の主効果のみ有意となっている。*t/*の後続母音は*d/*の場合より短く、発話速度が遅くなるにつれ伸長するが、*t/*と*d/*の差は変化しないことが分かる。母語話者と同様な傾向を示した学習者はC2、C5、C6、C10である。交互作用が有意になっているのはC3、C4、C8である。有声性によって後続母音の持続時間に変化がないのはC1とC9である。

表5 発話者別の後続母音の持続時間（単位：ms）と分散分析の結果

		速い		普通		遅い		分散分析の結果		
発話者	発音	平均	SD	平均	SD	平均	SD	話速 主効果	有声性 主効果	交互 作用
母語話者	/t/	29	6	42	4	52	7	*	*	n.s.
	/d/	43	5	58	7	70	6			
C 1	/t/	52	22	84	6	109	23	*	n.s.	n.s.
	/d/	65	13	83	8	102	14			
C 2	/t/	70	4	77	10	90	25	*	*	n.s.
	/d/	72	13	94	5	124	18			
C 3	/t/	36	5	52	14	120	15	*	*	*
	/d/	59	8	95	9	123	16			
C 4	/t/	38	9	56	12	60	11	*	*	*
	/d/	50	12	49	12	50	12			
C 5	/t/	78	6	83	8	117	14	*	*	n.s.
	/d/	85	12	107	18	123	20			
C 6	/t/	47	14	58	12	71	5	*	*	n.s.
	/d/	56	9	77	6	84	8			
C 7	/t/	41	6	55	10	82	13	*	*	n.s.
	/d/	64	10	75	6	85	9			
C 8	/t/	49	6	62	9	149	16	*	*	*
	/d/	66	6	92	11	246	15			
C 9	/t/	51	8	65	21	87	9	*	n.s.	n.s.
	/d/	51	8	71	5	107	23			
C10	/t/	55	10	52	3	75	12	*	*	n.s.
	/d/	66	8	64	9	86	8			

SD=標準偏差、* = 5%水準で有意差あり、n.s.=有意差なし

図5でも、/t/の後続母音が/d/の場合より短い傾向が示されている。しかしながら、学習者が産出した/t/の後続母音の変化傾向は母語話者の/d/の後続母音と類似している。

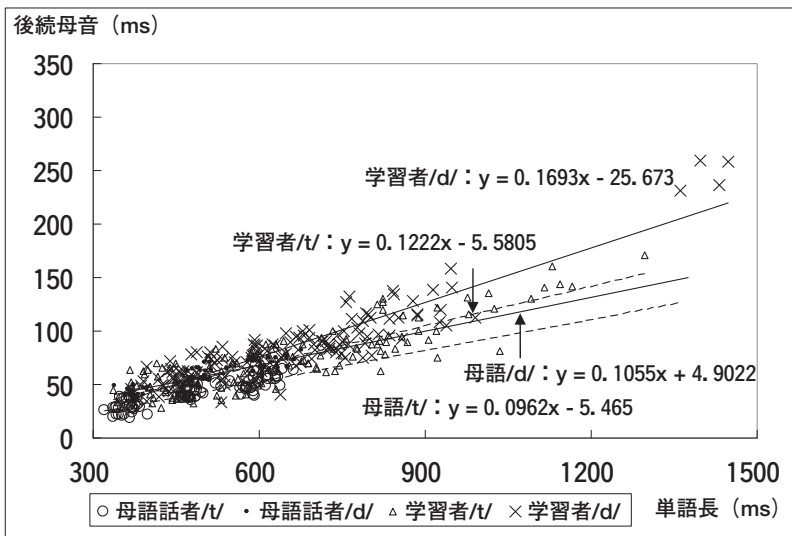


図5 単語長と後続母音の持続時間との関係

5. 考察

表2から表5までの日本語母語話者の結果から、後続母音を除き、VOT、閉鎖区間、先行母音では有声性と発話速度の有意な交互作用が認められた。Solé (2007)によると、ある対立が時間的要因を手がかりとする場合、一方は発話速度に応じて持続時間が大きく変化するが、一方は発話速度に応じて持続時間が変化しない傾向がある。例えば有気・無気が対立する言語では、アスピレーションが手がかりとなっているため、有気音の長い (long-lag) VOTは発話速度に依存し、無気音の短い (short-lag) VOTは変化しない。手がかりとなる時間的要因の違いが発話速度に応じて変化するの、オーバーラップを回避し、知覚上での安定性を保つためである (Pind 1995)。この考え方に基くと、交互作用が有意な場合は有声性による持続時間の差が発話速度に応じて変化するを意味するため、その持続時間が有声・無声の対立の手がかりであることを意味している。日本語母語話者の結果から、VOT、閉鎖区間、先行母音の持続時間が日本語の有声・無声破裂音の音響的な手がかりとして重要な役割を担っていることが明らかとなった。後続母音に関しては、先行研究の結果と同様に/t/の後続母音は/d/の場合より短い傾向が見られたが、交互作用がないため、こ

の差は有声・無声の対立によるものではなく、調音的特徴や生理学的特徴によるものと考えられる。後続母音の持続時間は後続する破裂音の有声性、例えば /kemetek/と/kemeteg/を区別する場合に有意な交互作用を示すことが予測される。

図2から図5までを比較すると、学習者のVOTは発話速度に特に大きな影響を受けていることがわかる。このことから学習者は日本語の有声・無声破裂音をVOTで発音し分けられていると考えられるが、日本語母語話者とは異なり、学習者のVOTはアスピレーションを意味するlong-lag VOTである。中国語では、有気音のVOTは発話速度による変化が大きいのに対し、無気音のVOTは発話速度に影響されず、30msを超えることはないとの報告がある(鄭2005)。本研究の学習者の日本語の発話は中国語の音響的特徴と一致する結果となっている。つまり、学習者は中国語の有気・無気の対立で日本語の有声・無声の発音を区別しようとしていると言える。

閉鎖区間については、/t/と/d/の違いによって閉鎖区間が異なっている学習者が少なく、両者の閉鎖区間の大小関係が速度によって逆転している傾向も見られる。日本語の語中破裂音の有声性知覚が、声帯振動の有無ではなく、閉鎖区間の持続時間による研究結果もある(杉藤・神田1987、安藤・柏野1989)ことから考えても、閉鎖区間が正確に実現できないことは大きな問題になる可能性が示唆される。

学習者が発音した破裂音に隣接する母音の持続時間については、有声音に隣接する母音が長く、無声音に隣接する母音が短い傾向は日本語母語話者と同じである。学習者の母音は日本語母語話者に比べやや長めであるため、母音の実現が正確であるとはいえないが、VOTと閉鎖区間に比べ、大きな問題ではないと考えられる。

以上のことから、学習者は、VOT、先行母音、後続母音を有声性の手がかりにする可能性が示唆されるが、VOTが特に重要であることがわかった。

6. まとめ

本研究では中国語を母語とする学習者が日本語の語中有声・無声破裂音を発音する際に、どのような持続時間に特徴があるか、そしてそれが発話速度の変化に影響されるかどうかについて調べた。その結果を以下にまとめる。

- (1) 有声・無声の違いを区別する際に、日本語母語話者はVOT、閉鎖区間、先行母音が異なっているが、学習者はVOT、先行母音、後続母音が異なっ

ている。

- (2) 学習者の/t/のVOTは、日本語母語話者に比べ持続時間が極めて長いため、日本語の有声・無声破裂音を中国語の無気・有気破裂音で代用している可能性がある。
- (3) 学習者にとって有声・無声破裂音の閉鎖区間を適切に実現することが困難である。発話速度が速い場合には実現が不安定になり、/d/の閉鎖区間が/t/より長い傾向がある。
- (4) 学習者が生成した先行・後続母音の持続時間は/d/の環境では/t/の環境より長くなっているが、両者ともに母語話者に比べやや長めに生成される傾向がある。

本研究では、有声・無声の音響の手がかりを持続時間に注目して考察してきたが、持続時間のほかにも破裂の強さ、声帯振動、基本周波数、フォルマント遷移など音響的手がかりとなり得るものがさまざまに存在している。これらに関して、学習者がどのような特徴を示すのかは今後の課題とする。

注

- 1) 破裂や閉鎖区間が観察できない発話（母語話者では計17発話、学習者では計14発話）を除外した。
- 2) 回帰直線を $y=a+bx$ で表す場合、回帰係数 b は、説明変数 x の1単位あたりの被説明変数 y の変化量を表し、切片 a は y 軸と直線が交差する値を示している。

参考文献

- Han, M. S. (1962) "The feature of duration in Japanese", *Study of Sounds*, 10, 65–80.
- Homma, Y. (1981) "Durational relationship between Japanese stops and vowels", *Journal of Phonetics*, 9(3), 273–281.
- (1982) "Tempo effects on the duration of Japanese vowels and consonants". In *Shuryu, a special issue in memory of the late Professor T. Ohta*, 291–300, Kyoto: Doshisha University.
- Pind, J. (1995) "Constancy and normalization in the perception of voice offset time as a cue for preaspiration", *Acta Psychologica*, 89(1), 53–81.

- Port, R. F., J. Dalby and M. O'Dell (1987) "Evidence for mora timing in Japanese", *Journal of the Acoustical Society of America*, 81(5), 1574–1585.
- Solé, M.-J. (2007) "Controlled and mechanical properties in speech: A review of the literature". In *Experimental approaches to phonology* (Eds, Solé, M.-J., P. S. Beddor and M. Ohala), 302–321, Oxford: Oxford University Press.
- 安藤ハル・柏野牧夫 (1989) 「日本語閉鎖子音の知覚における無音区間の時間長の役割」『日本音響学会講演論文集』 361–362.
- 王伸子 (1999) 「中国語母語話者の日本語音声習得を助ける中国語方言」『音声研究』 3(3)、36–42.
- 北村よう (1999) 「サウンドスコープを使った音声分析 : 中国語話者による日本語閉鎖音」『東海大学紀要 留学生教育センター』 19、69–71.
- 朱春躍 (1994) 「中国語の有気・無気子音と日本語の無声・有声音の生理的・音響的・知覚的特徴と教育」『音声学会会報』 205、34–62.
- 杉藤美代子・神田靖子 (1987) 「日本語話者と中国語話者の発話による日本語の無声及び有声破裂子音の音響的特徴」『大阪樟蔭女子大学論集』 24、1–17.
- 鈴木義昭 (1985) 「中国語教育と日本語教育—中国語教育の視点から」『日本語教育』 55、59–70.
- 高田三枝子 (2004) 「日本語の語頭の有声歯茎破裂音/d/における+VOT化と世代差」『音声研究』 8(3)、57–66.
- 西端千香子・細田和雅 (1994) 「中国語話者による発話音声の音響的特徴に関する事例研究」『広島大学日本語教育学科紀要』 4、105–112.
- 皆川泰代 (1994) 「母語干渉された閉鎖音の無音時間・VOTについて —7ヶ国語各母語話者の発話資料より—」『日本語教育学会1994年度秋季大会予稿集』 100–104.
- 村木正武・中岡典子 (1990) 「撥音と促音—英語・中国語話者の発音—」杉藤美代子 (編) 『講座日本語と日本語教育3 日本語の音声・音韻 (下)』 東京: 明治書院、139–177.
- 福岡昌子 (1995) 「北京語・上海語を母語とする日本語学習者の有声・無声破裂音の横断的および縦断的習得研究」『日本語教育』 87、40–53.
- (1996) 「日本語の有声破裂音の習得上の問題点とその発音矯正 —中国人学習者を対象として—」『日本語教育学会1996年度春季大会予稿集』 91–96.
- 横山和子 (2000) 「中国語話者の日本語閉鎖音習得における困難点—有標性と類似性の観点から—」『多摩留学生センター教育研究論集』 2、1–

11.

吉廣綾子 (2005) 「日・中のVOT比較からみた日本語有声破裂子音の音響的特徴」『徳島大学国語国文学』 18、32-46.

劉淑媛 (1983) 「中国人学習者によく見られる発音上の誤りとその矯正方法」『日本語教育』 53、99-101.

鄭靜宜 (2005) 「不同言語速度、發語單位和發語位置對國語音段時長的影響」『南大學報 人文與社會類』 39(1)、161-185.