

北京・上海・韓国（ソウル）母語話者の 日本語破裂音の範疇知覚

福岡 昌子

Acquisition of Japanese Plosive Category Perception — Beijing/Shanghai/Seoul Origin Students of Japanese —

FUKUOKA Masako

〈Abstract〉

We studied Beijing, Shanghai, and Seoul JLL's Japanese burst sounds perception at word onset and mid-word. We investigated category perception of Japanese plosives, at word onset and mid-word using synthetic stimulus sounds with different voice onset times (10 msec). Considering prevoicing perception, and perceived cross-language phonetic distance, we tried to validate the SLM (speech learning model) model.

Beijing speakers, who did not have voiced plosives in L1, had a significant difference of 0.1% to 5% from Japanese speakers in terms of categorical perception in mid-word, but they are sensitive to prevoicing and there was no significant difference at word onset. Further, the timing of articulation and vocalization was captured.

On the other hand, Seoul dialect speakers, who have a voiced plosive in L1, did not show a significant difference in mid-word, but there was a significant difference of 0.1% of the total stimulation sounds at the word onset so it was recognized that the L2 sound is in the same category as the L1 sound. The Shanghai speaker is in a middle position between the Beijing speaker and the Seoul dialect speaker.

It was suggested that perception of L2 sounds depends on the perceived cross-language phonetic distance as judge by the second language learner, and that second language learners who don't have voiced plosives in their L1 can perceive the prevoicing of Japanese plosives as an 'early reference point'.

キーワード：破裂音、第2言語習得、北京語・上海語・韓国語、範疇知覚、VOT、F0

1. はじめに

母語に日本語と異なった破裂音の対立が存在すると、第2言語学習者は違った習得状況を見せる。日本語の破裂音が有声と無声の2項対立であるのに対し、韓国語（ソウル方言）は、激音・濃音・平音の3項対立である。一方、中国語も方言によって異なり、北京語は無声有気・無声無気の2項対立、中国語に唯一有声破裂音が存在する上海語は、無声有気・無声無気・有声破裂音の3項対立となっている。

表 1. 日本語・北京語・上海語・韓国語 (ソウル方言) の破裂音

		北京語	上海語	韓国語 (ソウル方言)	日本語
無声破裂音	語頭	ph th kh	ph th kh	ph th kh (激音)	p t k
	語中	p t k	p t k	pp tt kk (濃音)	
有声破裂音	語頭	/	bh dh gh	p t k (平音)	b d g
	語中	/	b d g	b d g (平音)	

母語の破裂音の対立が異なる東アジアの日本語学習者が、日本語の破裂音をどのように知覚しているのか、同じ条件の下に実験調査した研究は少ない。本研究では氣息区間と voice bar の長さを変えた VOT (Voice Onset Time) という音響的尺度を使って、範疇知覚を中心に分析する。また、prevoicing (−VOT) の知覚、範疇知覚の共通性と相違性、母語文字との同定知覚、「言語間の聴覚的音声距離」から見る言語習得の違いについて考察する。

2. 先行研究

2. 1. 第 2 言語習得における破裂音研究

VOT を手がかりとした破裂音の範疇知覚は、同じ言語内でも年齢や性別、地域差などがある。言語によって VOT が異なるため、言語母語話者ごとに違ったカテゴリー化が行われ、音素境界も異なる^{注1}。

第 2 言語学習者に共通する破裂音の生成に関する習得傾向として、一般に/p, t, k/の VOT が短い場合、英語の/p, t, k/も短い VOT で発話するか、母語と第 2 言語の中間の値で発話するという傾向がある。しかし、習得が進んだ第 2 言語学習者は最終的には目標言語の VOT を獲得する (Flege 1980)。中国人学習者の場合、破裂音の破裂の開放 (release bursts) がキューとなっており、その破裂の開放が弱いときは/t/と/d/を区別できない傾向があることが指摘されている (Flege:1989 b)。

Flege (1992) は、第 2 言語音を知覚する際に、「母語にない音であれば母語と同等 (equivalence classification) とみなされず、新しい音 (new sound) として認識される。しかし、母語に近い類似音 (similar sounds) と判断された場合は、母語と同一音として

使い続けられる」と指摘した。さらに、Flege (1995、p.263-364) は SLM モデル (speech learning model) を提唱し、「第 2 言語学習者は、母語音と目標言語音の非類似性が高いほど音の違いを認識し、第 2 言語の生成も促進させる」と予測した。この指摘において、非類似性が高いと認識する「言語間の聴覚的音声距離」をどう測るか、客観的手段としての尺度について明確には言及していないため、本研究では、VOT による範疇知覚から第 1 言語音と第 2 言語音の知覚上の違いを探り、第 2 言語学習者による主観的な「言語間の聴覚的音声距離」について検討する。

2.2. 日本語・北京語・上海語・韓国語（ソウル）母語話者の VOT に関わる破裂音研究

Shimizu (1996) は 6 言語の破裂音を音響的実験により比較した結果、①韓国語とヒンディー語を除き、日本語、北京語、ビルマ語およびタイ語は VOT が子音の有声性・無声性の弁別に有効であること、②日本語の VOT は有声と無声の広い範囲 (/p/の平均値：41 msec、/b/の平均値：-89 msec) に分布していることを示した。

韓国語（ソウル方言）の破裂音は、語中では平音が有声子音や母音に挟まれると有声破裂音になる。一方、語頭では「韓国語の閉鎖音は音韻的には、気息性と緊張 (tensity) の有無で、激音は有気硬音 (aspirate fortis)、平音は無気軟音 (non-aspirate lenis)、濃音は無気硬音 (non-aspirate fortis) のように解釈されるが、音声的には激音と平音はそれぞれ strongly aspirated、slightly (partially) aspirated 音として扱われている」（邊 2016）。激音と濃音は VOT の長短でそれぞれ知覚されるが、平音は VOT よりも F0（基本周波数、fundamental frequency）が低い場合に平音と知覚され、平音の知覚には F0 の役割が大きい (Lee et al.2013)。

北京語の破裂音は、無声有気破裂音 (voiceless aspirated stops) は long lag、無声無気破裂音 (voiceless unaspirated stops) は short lag に属する (Lisker and Abramson 1964)。

表 2. 北京語・上海語・韓国語（ソウル方言）母語話者の両唇破裂音の VOT、F0 比較

先行研究のVOTとF0 ()は標準偏差		日本語		北京語		上海語			韓国語（ソウル方言）		
		/p/	/b/	/ph/	/p/	/ph/	/p/	/b/	/ph/ (激音)	/pp/ (濃音)	/p/ (平音)
Shimizu (1996)	語頭	41.0 (17.1)	-89.0 (28.5)	96.0 (13.3)	7.0 (2.3)				86.1 (7.9)	10.3 (13.5)	31.1 (12.7)
〃	F0 (Hz) (mail)	143.2 (8.5)	130.9 (17.6)	160.0 (8.8)	153.0 (6.1)				186.1 (28.7)	169.8 (26.9)	138.7 (34.0)
Chao and Chen (2008) (/ _a/)	語頭	12.3Hzの差		70.0	7Hzの差	2.0			激音・濃音は平音と31.1Hz以上の差		
福岡 (1995) (/ _a/)	語頭	23.4 (6.1)	-44.4 (21.7)	64.6 (10.5)	15.1 (9.8)	40.1 (19.8)	12.1 (12.3)	13.3 (6.4)			
〃	語中・語末	14.7 (5.6)	-52.4 (14.1)	43.8 (12.6)	8.4 (10.9)	37.8 (14.4)	5.7 (27.8)	-37.6 (35.2)	日本語の/p/と韓国語の語頭平音/p/のVOT		
福岡 (2011) (/ _a/)	語頭	語中の日本語/p/と北京語/p/：近似したVOT値							38.1 (12.5)	8.4 (5.6)	35.3 (12.9)
〃	語中・語末								24.8 (10.6)	7.9 (5.0)	-26.3 (35.8)

Shimizu (1996) は、日本語、北京語、韓国語 (ソウル方言) の男性 3 名の VOT と共に F0 値のデータを示している。日本語の無声破裂音と有声破裂音は、北京語の無声有気破裂音と無声無気破裂音の F0 差と同様に 10 Hz 前後であるが、韓国語の平音は激音や濃音との差が 31.1 Hz 以上の大きな F0 差がある (表 2)。

上海語は、韓国語 (ソウル方言) のように無声有気・無声無気・有声破裂音の 3 つのカテゴリーに分かれ、氣息性や F0、喉頭制御が関係するという報告がある (Ren 1992)。上海語の有声破裂音はその漢字音の起源が、中古漢語において清声母であったが全濁声母であったかによって異なる^{注2}。近年、複数の音節からなる語句に変調 (tone sandhi) があり、第一音節が語句全体のピッチを決定する特徴を持つとされ、その変調における F0 と上海語の破裂子音には相互作用があるとの知見がある (Chen 2011)。

2.3. 第 2 言語学習者による日本語破裂音の prevoicing の知覚および範疇知覚の仮説

破裂の前に先立つ prevoicing は、有声破裂音の必須条件ではないとする見解が存在する。大友・佐藤・高倉 (1957) は、日本語有声子音の破裂前の声帯振動は発話者によっては生じないこともあり、buzz bar の部分を削除しても有声音の知覚にほとんど影響がなく、有声音の主要な要因は破裂後の transition 部分にあるとした^{注3}。一般に音響的に観察される「有声性の違い」については、有声性の対立を研究する場合、VOT や声帯振動の長さだけを見ているだけでは不十分で、F0 や F1 (第 1 formant) の遷移、先行母音や子音の時間長を注意深く見ていく必要があるとされる (Abramson and Whalen 2017)。

本研究では、母語に有声破裂音を持たない第 2 言語学習者が、どの時点で声帯振動の開始時点を知覚できるか、逆に有声音を持つ第 2 言語学習者ならば単純に知覚できるのか、範疇知覚から分析を行う。次の 6 つの仮説に基づき、破裂音の音響的特徴の違いから語頭と語中に分け、新しい音や類似音、聴覚的音声距離という視点からも考察を試みる。

- (1) 母語と日本語で同じ位置に有声破裂音がある場合、上海語母語話者や韓国語 (ソウル方言) 母語話者は、プラスの言語転移が働き日本語母語話者と同じ範疇知覚が構築される。
- (2) 北京語・上海語・韓国語 (ソウル方言) 母語話者は、母語の有声破裂音の有無や位置 (語頭、語中) の違いによって、範疇知覚の習得にマイナスに働く。
- (3) 範疇知覚が異なる要因は、目標言語音を母語と同じ範疇の類似音 (similar sounds) と誤認識するためである。
- (4) 母語に L2 音がない北京語母語話者の方が、聴覚的音声距離の隔たりが大きいと認識した場合に新しい言語音として知覚しやすいが、類似音と認識した場合は知覚に影響する。

- (5) 母語に存在しない日本語の有声破裂音に対し、北京語母語話者は prevoicing (−VOT) を早く知覚でき、日本語母語話者と同じ範疇知覚を築いている。
- (6) 第2言語学習者にとって目標言語の破裂音の習得には、VOTが「言語間の聴覚的音声距離」を測る一つの音響的尺度になっており、F0など他の音響的要素も関係する。

3. 研究方法

3.1. 被験者

被験者は、①北京・天津を中心とする北京語母語話者（北京方言地区出身）の大学3年生：47名（男11女36）、②上海市を中心とする上海語母語話者（呉方言地区出身）の大学3年生の38名（男14女24）、③ソウルおよび京畿道を中心とするソウル方言母語話者（ソウル方言地区出身）の大学3年生40名（男10女30）、④日本語母語話者（東京方言地区出身）の大学3年生41名（男25女16）である。日本語母語話者以外は、いずれも日本語を主専攻とし、日本語レベルは日本語能力試験（JLPT）N3以上の取得者である。

3.2. 刺激音声の作成方法

①語頭の刺激音の作成：日本語母語話者1名（東京都出身1960年代生まれ30代男性1名）

表3. 破裂音の刺激音声（語頭・語中）のVOTとF0、CD（closure duration 閉鎖区間長）

語頭 /pa/→/ba/	VOT /p/→/b/	第1母音 /a/	fo (Hz)	全長	語中 /apa/→/aba/	第1母音 /a/	VOT=CD /p/→/b/	第2母音 /a/	fo (Hz)	全長
語頭1	100			156.1	語中1		60			263.0
語頭2	90			146.1	語中2		50			179.0
語頭3	80			136.1	語中3		40			169.0
語頭4	70			126.1	語中4	74.0	30	129.0	157.6	159.0
語頭5 basic1	60	56.1	138.9	116.1	語中5		20			149.0
語頭6	50			106.1	語中6 basic1		10			139.0
語頭7	40			96.1	語中7		0			129.0
語頭8	30			86.1	語中8		−10			204.0
語頭9	20			76.1	語中9		−20			214.0
語頭10	10			66.1	語中10	77.0	−30	117.0	144.2	224.0
語頭11	0			56.1	語中11		−40			234.0
語頭12	−10			121.0	語中12		−50			244.0
語頭13	−20			131.0	語中13basic2		−60			254.0
語頭14	−30			141.0	単位 msec, fo Hz					
語頭15	−40			151.0						
語頭16	−50			161.0						
語頭17	−60			171.0						
語頭18	−70			181.0						
語頭19 basic2	−80	111.0	124.5	191.0						
語頭20	−90			201.0						
語頭21	−100			211.0						

が「ば+です」「ば+です」を発音した音声进行分析した。収集した音声から語頭の VOT が +60 msec および -80 msec の 2 つの音声を basic 音声とし、音声録聞見 for Windows (今川・桐谷、1989) の音響分析ソフトを使って、10 msec ごとに氣息区間と voice bar の長さを変え、-100 msec (-VOT) から +100 msec まで 21 個の VOT が異なる合成音声を作成した。Praat 6. 0.33 version Manipulate で VOT、CD (closure duration 閉鎖区間長)、第 1、第 2 母音の F0 を確認した (表 3)。

- ②語中の刺激音の作成：①と同じ母語話者が平板型で発話した「あば+です」「あば+です」の音声进行分析した。次にその中から語中の VOT が +10 msec および -60 msec の 2 つの音声を basic 音声とし、先行母音には触れずに第 2 子音の呼気の破裂までの無音区間を、-60 msec から +60 msec まで 10 msec ずつ VOT 値が異なる 13 個の合成音声を作成した。CD (closure duration 閉鎖区間長) は促音に知覚されないように作成した。
- ③これらの合成音声による音声は、語頭と語中ごとに 1 刺激音が合計 10 回聞かせることができるようにランダムに並べ換えた。語頭は合計 210 個 (21 個×10 回)、語中は合計 130 個 (13 個×10 回) である。

3. 3. 調査方法

3. 3. 1. 調査 1：日本語の破裂音の範疇知覚

調査 1 (日本語調査) では、すべての被験者には下記のように 1 つの刺激音を聞かせ、日本語の「ば」「ば」のどの音声に聞こえたか回答用紙から 1 つを選択させた (①)。調査 2 (母語調査) では、各方言母語話者には、1 つの刺激音を聞かせ、母語のどの文字の音声に聞こえたか回答用紙から 1 つを選択させた (②北京語、③上海語、④韓国語 (ソウル方言))。また、音声記号は示さず中国語文字またはハングル文字のみとし、日本語の「～です」の意味にあたる「这是～」や「～입니다」を示した^{註 4}。

①日本語の調査 1：無声破裂音「ば」/有声破裂音「ば」から 1 つに○をつける。			
例	語頭： () 「ば」です。	() 「ば」です。	
	語中： () 「あば」です。	() 「あば」です。	
②母語 (北京語) の調査 2：無声有気音「ㄹ」/無声無気音「ㄷ」から 1 つに○をつける。			
例	語頭： 这是 () 「ㄹ」 (/pha/)	() 「ㄷ」 (/pa/)	
	語中： 这是 () 「阿ㄹ」 (/apha/)	() 「阿ㄷ」 (/apa/)	
③母語 (上海語) の調査 2：無声有気音「ㄹ」/無声無気音「ㄷ」/有声音「白」から 1 つに○をつける。			
例	語頭： 这是 () 「ㄹ」 (/pha/)	() 「ㄷ」 (/pa/)	() 「白」 (/ba/)
	語中： 这是 () 「阿ㄹ」 (/apha/)	() 「阿ㄷ」 (/apa/)	() 「阿白」 (/aba/)
④母語 (韓国語 (ソウル方言)) の調査 2：激音「ㅍ」/濃音「ㅍ」/平音「ㅍ」から 1 つに○をつける。			
例	語頭： () 「ㅍ」 (/pha/) 입니다。	() 「ㅍ」 (/ppa/) 입니다	() 「ㅍ」 (/pa/) 입니다
	語中： () 「아ㅍ」 (/apha/) 입니다	() 「아ㅍㅍ」 (/appa/) 입니다	() 「아ㅍ」 (/aba/) 입니다

3. 3. 3. 調査方法

調査を実施した 4 地点 (天津、上海、ソウル、千葉) の大学の教室で、第 1 日目に調査

1の日本語調査（語頭・語中）、第2日目に調査2の母語調査（語頭・語中）を被験者全員に行った^{注5}。いずれも欠席者を除き同一被験者が2日間に渡り2つの実験に参加した。調査では説明や調査時間（約18分）、回答用紙の配布・回収を含め30分以内で行った。

3. 3. 4. 分析方法

①調査1：北京語・上海語・韓国語（ソウル方言）母語話者における日本語母語話者との刺激音に対する日本語の範疇知覚の有意な差を検討した。範疇知覚の指標として、調査1では語頭や語中で各刺激音（各10回）において「ば」（VS. 「ぼ」）や「あば」（VS. 「あぼ」）と回答した割合を母語話者グループごとに比較算出した（表4）。

②調査2：語頭および語中の各刺激音（各10回）に対し、北京語の「趴」（/pha/）「巴」（/pa/）、上海語の「趴」（/pha/）「巴」（/pa/）「白」（/ba/）、韓国語（ソウル方言）の「파」（/pha/）「빠」（/ppa/）「바」（/pa/）と回答した割合を、母語話者グループごとに比較算出した（表5）。

また、母語の語頭の破裂音では、北京語母語話者が無声有気音（VS. 無声無気音）と答えた割合、上海語母語話者が無声有気音（VS. 無声無気音&有声音）と答えた割合、韓国語（ソウル方言）母語話者が激音（VS. 濃音&平音）と答えた割合をグラフ化した（図3）。語中の破裂音も同様に、図4は、北京語母語話者が無声有気音（VS. 無声無気音）、上海語母語話者が無声有気音（VS. 無声無気音&有声音）、韓国語（ソウル方言）母語話者が激音（VS. 濃音&平音）と答えた割合、また、図5は、北京語母語話者が無声無気音（VS. 無声有気音）、上海語母語話者が有声音（VS. 無声有気音&無声無気音）、韓国語（ソウル方言）母語話者が平音（VS. 激音&濃音）と答えた割合をグラフ化した。

統計では、回答割合として算出された範疇知覚指標の群間比較（日本語母語話者 vs. 北京語・上海語・韓国語母語話者）には、Mann-Whitney U test を用い、複数の VOT において比較を行うことによる多重性の補正には Bonferroni 補正を用いた。本研究における統計学的有意水準は両側 5% とし、解析には SPSS ver 23.0 (IBM Japan, Ltd.) を用いた。

4. 結果

4.1 調査1：日本語破裂音の範疇知覚

4.1.1 語頭の日本語破裂音の範疇知覚

表4に示すように、語頭では北京語母語話者と上海語母語話者が日本語母語話者の範疇知覚の結果と同じ傾向を示した。北京語母語話者は、日本語母語話者との0.1%未満の有意確率 ($P < 0.001$) が認められたのは、唯一刺激音 10 (+10 msec) だった。

上海語母語話者も、語頭では刺激音 11 (0 msec)、刺激音 12 (-10 msec)、刺激音 15 (-

表 4. 北京語・上海語・韓国語 (ソウル) 母語話者：日本語破裂音の範疇知覚の有意差比較

日本語		「ば」と「ぱ」			日本語		「あば」と「あぱ」										
刺激音No.	VOT	日本 vs. 北京	日本 vs. 上海	日本 vs. 韓国	刺激音No.	VOT	日本 vs. 北京	日本 vs. 上海	日本 vs. 韓国								
刺激音No. 01	100	>0.999	0.659	0.000	刺激音No. 01	60	0.002	0.411	0.343								
刺激音No. 02	90	0.974	0.068	0.000	刺激音No. 02	50	0.001	0.294	0.481								
刺激音No. 03	80	>0.999	>0.999	0.000	刺激音No. 03	40	0.000	0.483	0.868								
刺激音No. 04	70	0.600	0.211	0.000	刺激音No. 04	30	0.000	0.736	0.386								
刺激音No. 05	60	0.692	>0.999	0.000	刺激音No. 05	20	0.000	0.091	0.682								
刺激音No. 06	50	>0.999	0.127	0.000	刺激音No. 06	10	0.000	0.014	>0.999								
刺激音No. 07	40	>0.999	>0.999	0.000	刺激音No. 07	0	0.000	0.089	>0.999								
刺激音No. 08	30	0.561	0.137	0.000	刺激音No. 08	-10	0.122	0.649	0.992								
刺激音No. 09	20	0.171	0.195	0.000	刺激音No. 09	-20	0.035	>0.999	>0.999								
刺激音No. 10	10	0.000	>0.999	0.000	刺激音No. 10	-30	>0.999	0.000	0.507								
刺激音No. 11	0	0.435	0.009	0.000	刺激音No. 11	-40	0.038	0.020	0.320								
刺激音No. 12	-10	>0.999	0.042	0.000	刺激音No. 12	-50	0.022	0.003	0.037								
刺激音No. 13	-20	0.752	0.090	0.000	刺激音No. 13	-60	0.037	0.127	0.092								
刺激音No. 14	-30	>0.999	0.189	0.000	P-value (Bonferroni補正) 日本語 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="background-color: white;"> </td><td>有意差なし</td></tr> <tr><td style="background-color: #cccccc;"> </td><td>有意差 < 5 %</td></tr> <tr><td style="background-color: #808080;"> </td><td>< 1 %</td></tr> <tr><td style="background-color: #404040;"> </td><td>< 0.1 %</td></tr> </table>						有意差なし		有意差 < 5 %		< 1 %		< 0.1 %
	有意差なし																
	有意差 < 5 %																
	< 1 %																
	< 0.1 %																
刺激音No. 15	-40	0.320	0.049	0.000													
刺激音No. 16	-50	>0.999	0.349	0.000													
刺激音No. 17	-60	>0.999	0.231	0.000													
刺激音No. 18	-70	>0.999	0.286	0.000													
刺激音No. 19	-80	>0.999	0.803	0.000													
刺激音No. 20	-90	>0.999	>0.999	0.000													
刺激音No. 21	-100	0.351	0.711	0.000													

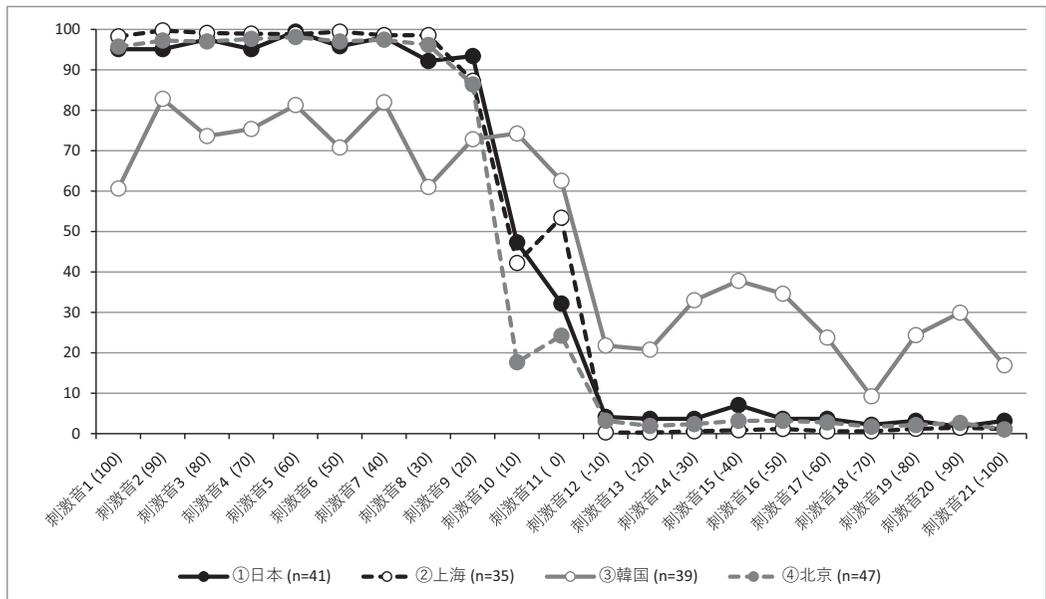


図 1. 日本語の語頭破裂音：北京語・上海語・韓国語 (ソウル方言) 母語話者と日本語母語話者の範疇知覚 [縦軸：刺激音に「ば」と答えた割合 (%), 横軸：括弧内は VOT 値]

40 msec) において1%および5%未満の有意な差があった ($P = 0.009$ 、 0.042 、 0.049)。これらを除き、北京語母語話者と上海語母語話者は日本語母語話者と間に有意差は認められなかった。

一方、韓国語（ソウル方言）母語話者は、語頭の日本語破裂音の全ての刺激音において、日本語母語話者の間に0.1%未満の有意確率による差 ($P < 0.001$) があり、日本語母語話者との間に大きな開きが見られた。

図1に示したように、日本語の有声・無声破裂音の範疇知覚の境界域は、語頭では刺激音9 (+20 msec) ~ 刺激音12 (-10 msec) の区間で、3言語母語話者と日本語母語話者がほぼ一致した。この境界域に上述した日本語母語話者との有意差が集中した。韓国語（ソウル）母語話者はこの区間全部において、0.1%未満の有意確率による差 ($P < 0.001$) を認めた。上海語母語話者が刺激音11 (0 msec) と刺激音12 (-10 msec) に有意差 ($P = 0.009$ 、 0.042) があり、北京語母語話者は、刺激音10 (+10 msec) の1か所に、0.1%未満の有意確率による差が検出された ($P < 0.001$)。

4. 1. 2. 語中の日本語破裂音の範疇知覚

図2は、語中の日本語破裂音の範疇知覚の結果および境界域である。語中では、表4で示したように、ソウル方言母語話者は、語頭の結果と異なり、刺激音12 (-50 msec) における5%未満の有意確率による差 ($P = 0.037$) を除き、日本語母語話者との間に有意な

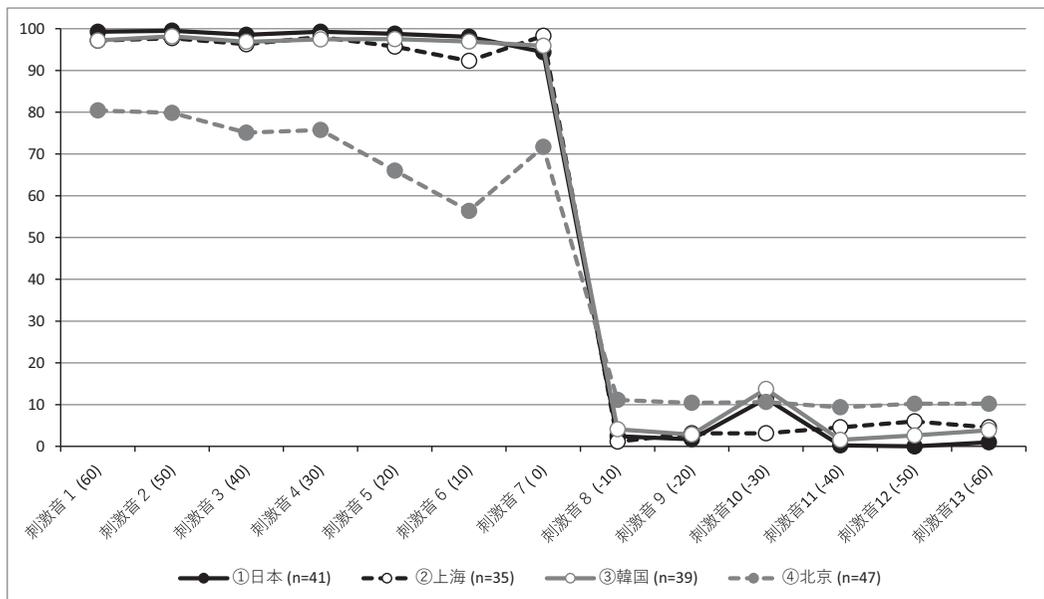


図2. 日本語の語中破裂音：北京語・上海語・韓国語（ソウル方言）母語話者と日本語母語話者の範疇知覚〔縦軸：刺激音に「あば」と答えた割合（%）、横軸：括弧内は VOT 値〕

差を認められなかった。一方、北京語母語話者は、刺激音 8 (−10 msec) と刺激音 10 (−30 msec) の 2 刺激音を除き、刺激音 2 (+50 msec) ~ 刺激音 7 (0 msec) ($P < 0.001$) に 0.1%未満、刺激音 1 (+60 msec) ($P = 0.001$)、刺激音 9 (−20 msec) および刺激音 11 (−40 msec) ~ 13 (−60 msec) ($P = 0.035, 0.038, 0.022, 0.037$) において 1%未満および 5%未満の有意確率による差があった。また、上海語母語話者は、刺激音 6 (10 msec) と刺激音 11 (−40 msec) ($P = 0.014, 0.020$) に 5%未満、刺激音 10 (−30 msec) ($P < 0.001$) と刺激音 12 (−50 msec) ($P = 0.003$) に 0.1%未満の有意な差があった。

語頭との比較で言えば、語中の有声と無声の範疇知覚の境界域は狭く、刺激音 7 (0 msec) ~ 刺激音 8 (−10 msec) の 10 msec 間にあった。VOT がマイナスに転じた刺激音 8 (−10 msec) は、3 言語母語話者および日本語母語話者の間に有意差はなく、一致して有声と判断した。

4. 2 調査 2: 母語の破裂音の範疇知覚

4. 2. 1 語頭および語中の母語破裂音の範疇知覚

表 5 は、調査 2 における北京語・上海語・韓国語 (ソウル方言) 母語話者の母語破裂音の範疇知覚を調べた有意差比較の結果である。調査 1 の日本語の刺激音を使って、母語の漢字音やハングル文字音に当てはめてみた場合どのように知覚するか調べた。母語においては、日本語母語話者と 2 者の群間比較で分析を行ったため、母語に 3 破裂音がある上海語母語話者の場合は、阿趴 (/apha/) 対 (VS.) [阿巴 (/apa/) & 阿白 (/aba/)]、「阿白」 (/aba/) 対 (VS.) [阿趴 (/apha/) & 阿巴 (/apa/)]、また、ソウル方言母語話者においては、아파 (/apha/) 対 (VS.) [아빠 (/appa/) & 아바 (/aba/)]、아바 (/aba/) 対 (VS.) [아파 (/apha/) & 아빠 (/appa/)] で、日本語母語話者と 2 者の群間比較を行った。

その結果、母語調査の語頭では、北京語母語話者と上海語母語話者の刺激音 10 (+10 msec) を除き、全ての刺激音で 0.1%未満の有意確率による差 ($P < 0.001$) が見られた。語中においても、上海語母語話者と韓国 (ソウル方言) 母語話者における刺激音 10 (−30 msec) を除き殆どの刺激音で 0.1%未満の有意確率による差が認められた ($P < 0.001$)。図 3~図 5 で示すように、調査 1 で使用した VOT の異なる刺激音は母語音として捉えられず、氣息性や有声性のどちらかを重視するかという分析からも範疇化ができなかった。

5. 考察

5. 1 有声破裂音の有無や位置 (語頭・語中) の違いによる範疇知覚とプラスの転移

調査 1 の表 4 や図 2 により仮説 (1) が実証された。母語と日本語で語中の同じ位置に有声破裂音がある場合、上海語母語話者や韓国語 (ソウル方言) 母語話者は、プラスの言

語転移が働き日本語母語話者と同じ範疇知覚が構築されていた。

語中の日本語破裂音の範疇知覚は、母語と目標言語が語中に有声破裂音を持つ上海語母語話者は 77.8%（4 つの刺激音を除く）、韓国語（ソウル方言）母語話者は 92.3%（1 つ

表 5. 北京語・上海語・韓国語（ソウル）母語話者：母語破裂音の範疇知覚の有意差比較

母語・語頭		「ば」と「覇」と「珙」			母語・語中		A: 「あば」と「阿覇/阿巴・阿白」と「아빠/아빠・아빠」 B: 「あば」と「阿覇/阿巴/阿白」と「아빠・아빠/아빠」					
刺激音No.	VOT	日本 vs. 北京	日本 vs. 上海	日本 vs. 韓国	刺激音No.	VOT	日本 vs. 北京	日本 vs. 上海	日本 vs. 韓国	日本 vs. 北京	日本 vs. 上海	日本 vs. 韓国
刺激音No. 01	100	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 01	60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 02	90	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 02	50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 03	80	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 03	40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 04	70	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 04	30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 05	60	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 05	20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 06	50	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 06	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 07	40	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 07	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 08	30	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 08	-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 09	20	0.000	0.021	0.000	刺激音No. 09	-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 10	10	0.211	0.412	0.050	刺激音No. 10	-30	0.000	0.233	0.913	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 11	0	0.015	0.000	0.009	刺激音No. 11	-40	0.005	0.005	0.000	0.005	0.000	0.000
刺激音No. 12	-10	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 12	-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 13	-20	0.000	0.000	0.000	刺激音No. 13	-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刺激音No. 14	-30	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 15	-40	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 16	-50	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 17	-60	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 18	-70	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 19	-80	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 20	-90	0.000	0.000	0.000								
刺激音No. 21	-100	0.000	0.000	0.000								

P-value (Bonferroni補正) 母語

	有意差なし
	有意差 < 5%
	< 1%
	< 0.1%

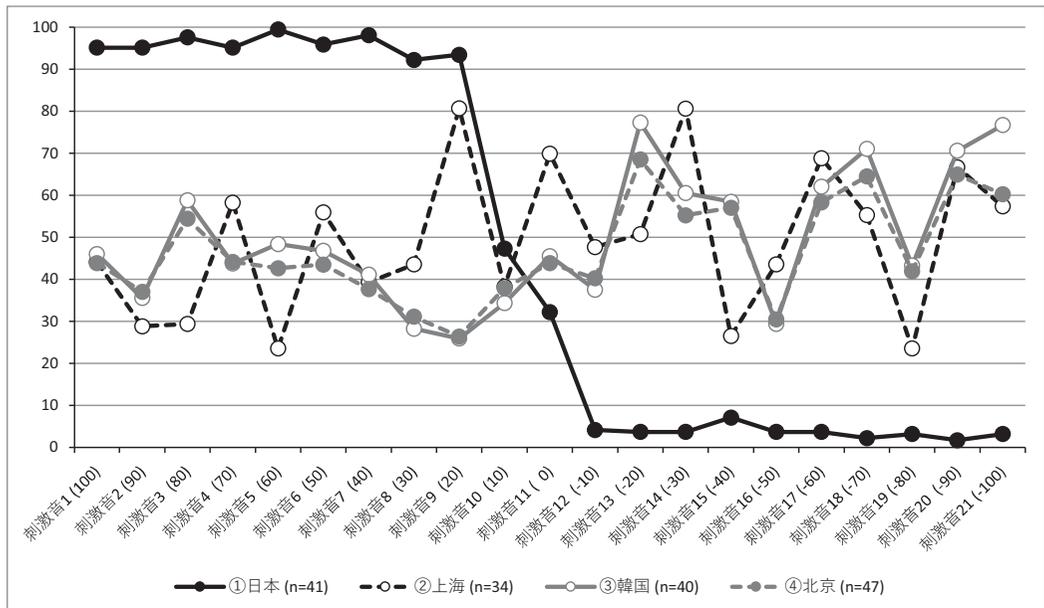


図 3. 母語の語頭破裂音：北京語・上海語・韓国語（ソウル）母語話者と日本語母語話者の範疇知覚〔縦軸：刺激音に対し、北京語母語話者と上海語母語話者が無声有気音と答ええた割合（%）、ソウル方言母語話者が激音と答ええた割合（%）、横軸：括弧内は VOT 値〕

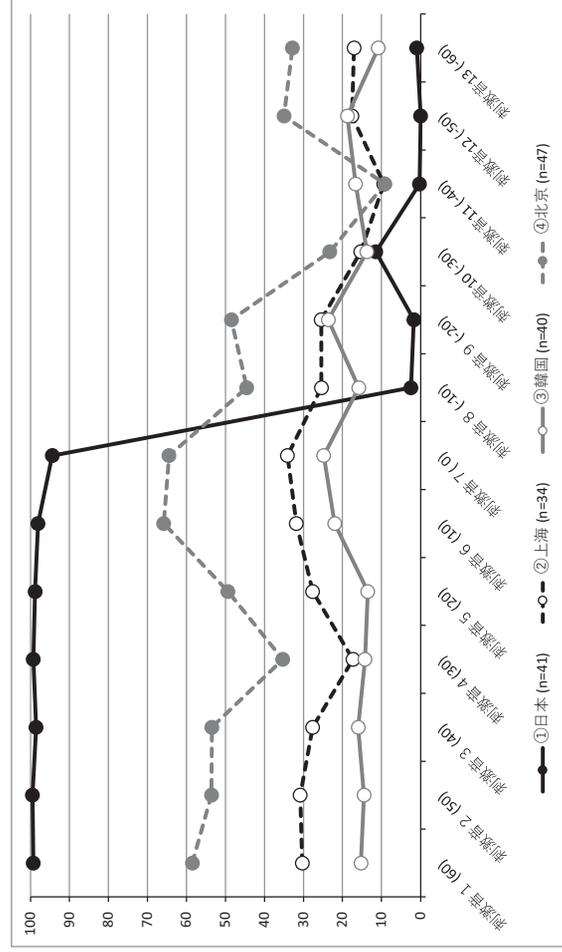


図 4. 母語の語中破裂音：北京語・上海語・韓国語（ソウル方言）母語話者と日本語母語話者の範疇知覚〔縦軸：範疇知覚指標 刺激音に対し北京語母語話者が無声有気音（VS. 無声無気音）、上海語母語話者が無声有気音（VS. 無声無気音&有声音）、韓国語（ソウル方言）母語話者が激音（VS. 濃音&平音）と答えた割合（%）〕

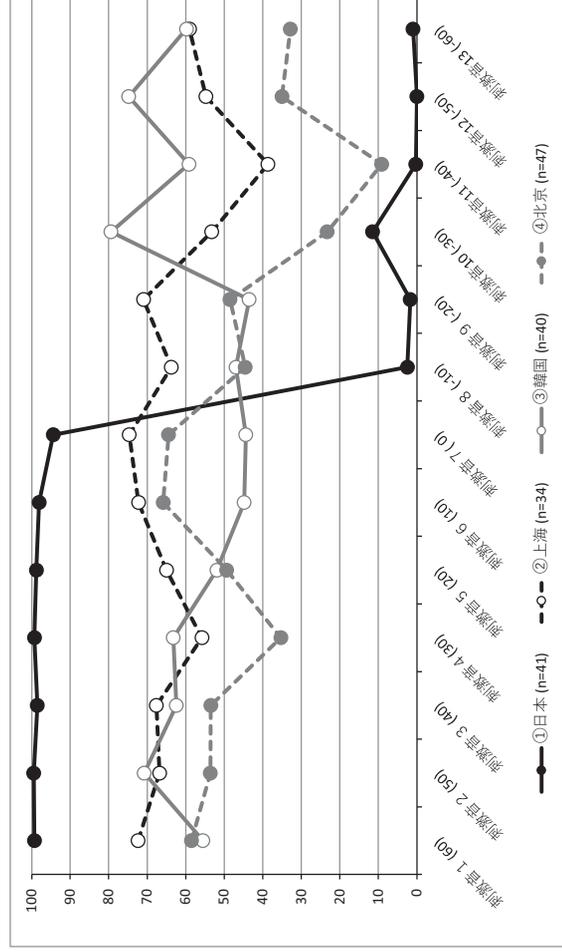


図 5. 母語の語中破裂音：北京語・上海語・韓国語（ソウル方言）母語話者と日本語母語話者の範疇知覚〔縦軸：範疇知覚指標 刺激音に対し北京語母語話者が無声無気音（VS. 無声有気音）、上海語母語話者が有声音（VS. 無声有気音&無声無気音）、韓国語（ソウル方言）母語話者が平音（VS. 激音&濃音）と答えた割合（%）〕

の刺激音を除く）と、日本語母語話者と一致した。また、上海語母語話者は、語頭においても有声破裂音と無声破裂音を 86%（3つの刺激音を除く）聞き分けていた。上海語母語話者と韓国語（ソウル方言）母語話者は、母語の語中に有声破裂音を持つことが言語習得上プラスに働いており、日本語破裂音の語中において日本語母語話者に近い範疇知覚を築き上げていた。

5.2. 母語の有声破裂音の有無や位置（語頭・語中）の違いによる範疇知覚とマイナスの転移

調査1の表4から仮説(2)が実証された。北京語・上海語・韓国語（ソウル方言）母語話者は、母語の有声破裂音の有無や位置（語頭、語中）によって、日本語破裂音の範疇知覚に日本語母語話者との違いが2点あった。①母語に有声破裂音のない北京語母語話者は、語中の日本語破裂音では有声破裂音と無声破裂音を 15.4%しか範疇化できず、0.1%～5%の有意な差が広がっていた。②韓国語（ソウル方言）母語話者は日本語の語頭において、全ての刺激音域で日本語母語話者との間に 0.1%の有意な差が生じていた。いずれも、母語と目標言語との間で有声破裂音のある位置が異なることが、言語習得上マイナスに働いた。

5.3. 目標言語音を母語の類似音（similar sounds）と誤認識することによる範疇知覚の障害

母語の近似する VOT 値から仮説(3)が実証できた。調査1の結果、北京語母語話者は刺激音6（+10 msec）を中心として 0.1%未満の有意な差があり、語中の無声破裂音と有声破裂音との混同が大きかった。Riney et al. (2007) のデータによれば、日本語の無声破裂音の VOT は、29～57 msec に存在し有声破裂音と無声破裂音の VOT が近似しているため、VOT のみではカテゴリー区別ができないという。表2の先行研究においても、日本語の語中の無声破裂音/p/（14.7 msec）と北京語の語中の無声無気破裂音/p/の VOT（8.4 msec）と近似する。北京語母語話者にとって、母語の無気破裂音が日本語の無声破裂音を近似することで、日本語の2項対立のもう一方の有声破裂音と誤認識し混同が起きていると思われる。次項で述べるように、北京語母語話者は声帯振動が知覚できている可能性があり、混同が大きくなる。語中の日本語無声破裂音は、有気破裂音と無気破裂音の2項対立を持つ北京語母語話者にとって、VOT から見ても有声破裂音か無声破裂音か判別しにくい音である^{注6}。

表 6. 目標言語音を母語の類似音と誤認識する要因と知覚混同が起きる音響的要因

母語話者	有意な差が顕著な 範疇知覚の場所	なぜ混同が起きるか [類似音と誤認識]	なぜ類似音と誤認識す るか[言語的特徴から]	知覚混同が起きる音響的要因 [日本語無声破裂音の知覚]
北京語 母語話者	日本語の語中の 有声・無声破裂音 の混同。	母語無声無気破裂音 =日本語有声破裂音 [類似音と誤認識]	母語：有気と無気 日本語：有声と無声 [破裂音が共に 2 項対 立するから]	母語の無声無気音は、日本語無声 破裂音(語中)と VOT が近似する。
韓国 (ソウル) 母語話者	日本語の語頭の 有声・無声破裂音 の混同。	平音(語頭) =日本語有声破裂音 [類似音と誤認識]	[平音(語中)は有声化 するが、平音(語頭)は 有声化しないから]	母語の平音(語頭)は、①日本語無 声破裂音(語頭)と VOT が近似。 ②fo 開始が低い。(無声破裂音は FO 開始が高く、有声破裂音は FO 開始 が低いと判断する傾向がある)

一方、韓国語(ソウル方言)母語話者は、有声化しない語頭の平音を日本語の有声破裂音の類似音だと誤認識する傾向がある。韓国語(ソウル方言)母語話者の場合、日本語の有声・無声破裂音の知覚混同には 2 要因が影響する。①VOT が、韓国の語語頭の平音(31.1~35.3 msec)は、日本語の語頭の無声破裂音(23.4~41.0 msec)と、近似した値であること(表 2)。②語頭の無声破裂音の刺激音が 138.9 Hz で有声破裂音が 124.5 Hz、この僅かな F0 差(14.4 Hz)からでは識別ができなかったことである(表 4)。韓国語の激音や濃音は高い F0 から開始され、平音は低い F0 から開始される特徴がある。表 2 の Shimizu (1996) の F0 データからもわかるように、平音(語頭)が激音や濃音に比べ 31.1 Hz 以上の違いがある。韓国語(ソウル方言)母語話者が日本語の有声破裂音と無声破裂音を知覚判断するには、F0 差に依るところが大きい。

5.4 北京語母語話者の「新しい音」としての prevoicing (-VOT) 知覚と聴覚的音声距離

仮説(4)(5)は、表 4 や図 1 より、母語音に存在しない日本語の有声破裂音に対し、北京語母語話者は prevoicing (-VOT) を早く知覚し、日本語母語話者と同じ範疇知覚を築いていた。母語に有声破裂音がない北京語母語話者であったが、語頭では日本語母語話者と 95.2% 同じ範疇知覚を築いていた。特に、声帯振動の開始時点を示す音域である語頭の刺激音 12 (-10 msec) は、上海や韓国語(ソウル方言)母語話者が 5% や 0.1% の有意な差があった一方、北京語母語話者は、他のどの言語母語話者よりも敏感に知覚できていた。

母語に有声破裂音がない第 2 言語学習者は、日本語の無声領域から有声領域に変化する過程では VOT の変化に非常に敏感であり、prevoicing を音響の手がかりとして知覚処理が働くことがわかる。北京語母語話者は、語頭では -VOT を母語音と聴覚的音声距離が大きいと認識し、prevoicing の調音と発声のタイミングを、学習の対象である新しい言語音として捉えていることが示唆される。

5.5 「言語間の聴覚的音声距離」に関わる知覚と生成の関係

北京語母語話者にとって語頭の日本語有声破裂音は、聴覚的音声距離が大きいと判断され新しい言語音として認識した。また、次の2点から Flege (1992) や SLM モデル (Flege 1995) を支持できた。5.3 や 5.4 により、①母語に L2 音がない北京語母語話者の方が、聴覚的音声距離の隔たりが大きいと認識した場合に新しい言語音として知覚しやすかった。②類似音と認識した場合は、習得上マイナスに働いた。L2 音の知覚は、第2言語学習者によって主観的に判断される「言語間の聴覚的音声距離」への依存があり、聴覚的音声距離を測るのに VOT や F0 も有効である（仮説6）。

第2言語学習者の場合、母語話者よりも prevoicing (−VOT) に早く知覚処理する過程が存在し、voice bar の有無が目標言語の有声と無声のカテゴリー化に学習早期の時点で大きく関わっていると思われる。ところで、第2言語学習者にとって L1 音と L2 音のカテゴリー間の知覚リンクから、L2 音の生成が容易である音声とそうではない音声がある。例えば、第2言語学習者自身が /r/ や /θ/ など、巻き舌や舌先の調音方法が母語にない新たな調音方法に気づけば、/l/ や /t/ との知覚上の識別も可能となり生成も容易になる。しかし、声帯振動を伴う音のように第2言語学習者にとって新しい音だと認識されても、調音と発声のタイミングに関する気づきや指導がないと生成に結びつかない音声もある。第2言語学習者にとって、第1言語と第2言語の音素のカテゴリーが類似し、その聴覚的言語距離が小さいと判断された場合は、どうしても知覚訓練や発音指導が必要になる。母語に有声破裂音を持たない第2言語学習者の場合は、調音と発声のタイミングを意識させた声帯振動の発音指導が重要である。

6. おわりに

本研究の結果、母語に有声破裂音がない北京語母語話者は、語頭の日本語の有声破裂音は、北京語母語話者にとって L1 音からの聴覚的音声距離が大きいと認識され、新しい言語音として知覚されていた。語中の範疇知覚では日本語母語話者との間に 0.1%~5% 未満の有意確率による差があり、有声と無声の範疇化が難しかった。一方、母語の語中に有声破裂音がある韓国語（ソウル方言）母語話者は、語中の範疇知覚では知覚上問題はなくても、語頭では全刺激音で 0.1% 未満の有意差があり、有声と無声の範疇化が難しかった。アクセントの位置によっても、有声と無声の範疇化の妨げになっているだろう。上海語母語話者は、語頭では北京語母語話者より有意差が多く、語中では韓国語（ソウル方言）母語話者より有意差が多く確認された。

本研究の結果、L2 音の知覚は、第2言語学習者によって判断される「言語間の聴覚的

音声距離」に依存し、母語に有声破裂音がない第 2 言語学習者の方が、日本語有声破裂音の prevoicing を早く知覚できることが示唆された。今後も破裂音の言語間の知覚上の聴覚的音声距離を探るためには、先行母音・後続母音や子音の時間長、気息性や喉頭制御、破裂後の transition、そして、F0 など韻律要素を含めた様々な音響的要因を、継続して分析していく必要がある。

謝辞：調査協力をしてくださった皆様に心より感謝申し上げます。

注

1. Borden, G. J. and Harris, K. S. (廣瀬肇訳) (1984) 『ことばの科学入門』。
2. Ramsey, S.R. (1987) によれば、上海語の語頭の有声破裂音は氣息音または吹き声を伴って発音され、インド諸語に見られる同様の子音と同じく有声有気音 (voiced aspirated stops) であるとされる。上海語の有声破裂音は語頭と語中で氣息性が異なる。中古漢語において、清声母の現在陰調で読まれるものが清音、全濁声母の陽調で読まれるものが濁音となり、第 2 子音目が陽調類で連続される場合に有声破裂音になる (曹劍芬 1982)。
3. 大友・佐藤・高倉 (1957) の buzz bar (先行) は、voice bar (先行)、voicing lead、prevoicing、—VOT のように、有声破裂音の破裂 (burst) の前に先行する声帯振動の音響的名称である。
4. 上海語の調査項目の「白」は全濁声母で陽調であり、音節末に声門閉鎖音がある。上海語の選定にあたっては『上海市区方言志』(1988) を参考にし、現在北京語で無声無気破裂音となっていて、上海語では有声破裂音として発音される中古漢語音の全濁声母を中心に選んだ。また、後の時代の声調の枠組みから見て、陽平および陽去の陽調類に属する字音の単語を選定した。
5. 知覚実験は、無意味語で 10 msec の違いの VOT を聞き分けるタスクを遂行できる環境であると判断し、母語が同じ被験者を 1 つの教室に集めて実施した。調査 2 では他の言語母語話者と同様に、当該地区に生まれ育った被験者の回答用紙のみを分析の対象とした。
6. この点は、VOT 以外に朱 (1994) による呼気流率の実験からも同様な指摘がある。

参考文献

- Abramson, A. S. and Whalen, D. H. (2017) “Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and practical issues in measuring voicing distinctions.”, *Journal of Phonetics*, 63 : 75-86.
- Borden, G. J. and Harris, K. S. (廣瀬肇訳) (1984) 『ことばの科学入門』東京：株式会社メディカルリサーチセンター。
- 曹劍芬 (1982) 「常陰沙話古全濁声母発音特点—吳語清濁音弁析之一」『中国語文』第 4 期 総第 169 期：273-278.
- Chao, K.-Y. and Chen, L.-M. (2008) “A cross-linguistic study of voice onset time in stop consonant productions.”, *Computational Linguistics and Chinese Language Processing* 1, 31 (2) : 215-232.
- Chen, Y. (2011) “How does phonology guide phonetics in segment-F0 interaction?”, *Journal of Phonetics*, 39 (4) : 612-625.

- Flege, J. E. (1980) "Phonetic approximation in second language acquisition.", *Language Learning*, 30, 1 : 117-134.
- Flege, J.E. (1989 b) "Chinese subjects' perception of the word-final English /t/-/d/ contrast: Performance before and after training.", *Journal of the Acoustical Society of America*, 86 : 1684-1697.
- Flege, J. E. (1992) "Speech learning in a second language.", In C.Ferguson, L.Menn and C.Stoel-Gammon (eds.), *Phonological Development: Models Research, and Applications* : 565-604. Parkton, MD : York Press.
- Flege, J. E. (1995) "Second Language Speech Learning: Theory, Findings, and Problems.", in W.Strange (ed.), *Speech perception and linguistic experience: issues in cross-language research* : 233-277. Baltimore: York Press.
- 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、日本語教育学会：40-53.
- 福岡昌子 (2011) 「中国（北京・上海語）および韓国（ソウル方言）日本語学習者の破裂音習得－知覚と生成における共通性と相違性－」『三重大学国際交流センター紀要』6 : 11-29.
- 今川博・桐谷滋 (1989) 「DSP を用いたピッチ、フォルマント実時間抽出とその発音訓練への応用」『電子情報通信学会技術報告』SP 89-36 : 17-24.
- Lee, H.-J., S.Polizer-Ahles and A.Jongman (2013) "Speakers of tonal and non-tonal Korean dialects use different cue weightings in the perception of the three-way laryngeal stop contrast.", *Journal of Phonetics* 41, 117-132.
- Lisker, L. and Abramson, A. S. (1964) "A cross language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements.", *Word*, 20 : 384-422.
- 大友信一・佐藤利男・高倉稔 (1957) 「日本語の無声破裂音と有声破裂音の相違」『音聲學會會報』95 : 4-7.
- 邊姫京 (2016) 「韓国語ソウル方言における語頭閉鎖音 VOT の年齢差と性差」『音声研究』20 (2) : 23-37.
- Ramsey, S. R. (1987). *The Languages of China*. New Jersey: Princeton University Press. (高田時雄他、訳 (1990) 『中国語の諸言語－歴史と現況－』、東京：大修館書店) .
- Ren, N. (1992). *Phonation types and stop consonant distinctions: Shanghai Chinese*, University Microfilms International Dissertation Information Service.
- Riney, T., Takagi, N., Ota, K. and Uchida, Y. (2007). "The intermediate degree of VOT in Japanese initial voiceless stops.", *Journal of Phonetics*, 35 : 439-443.
- Shimizu, K. (1996). *A cross-language study of voicing contrasts of stop consonants in Asian languages*, Tokyo: Seibido.
- 許宝华・汤珍珠 (1988) 『上海市区方言志』、上海：上海教育出版社.
- 朱春躍 (1994) 「中国の有気・無気子音と日本語の無声・有声子音の生理的・音響的・知覚的特徴と教育」『音声学会会報』205 : 34-59.