

軽声で発音される「的」と「上」に関する 知覚研究

—初修中国語学習者を対象に—

丁 雷

1. 研究背景と目的
2. 研究方法（知覚音声実験）
 - (1) 実験対象と実験環境
 - (2) 刺激項目の合成
 - (3) 実験過程
 - (4) データ分析用の式
3. 実験結果
 - (1) 「的」の分析
 - (2) 「上」の分析
4. おわりに

1. 研究背景と目的

中国語音声学界には軽声（「轻声」）の発音に対して、影響要素に関する研究が多くあった（林焘1983、曹剑芬1986、王韞佳2004、邓丹など2019、石锋2021など¹⁾）。軽声ではない声調と比較して、軽声は一般的に「持続時間が短い、音調が低い、音量が弱い」と主張した研究者が少なくない。そのうち、今まで「軽声の発音に対する決定的な弁別要素は音の長さ（以下「音長」と称する）なのか、音の高さ（以下「音高」と称する）なのか」という検討がずっと継続しており、統一的な認識がまだできていない。

教育現場から言えば、教師は音長から軽声を説明する傾向が強く、学習者は音長から軽声を理解することにも支障がない。しかし、実際の発音から見ると、学習者が上手くできていないこともよく見られた²⁾。特に、学習者にテキストの内容を音読させる場合、軽声字と軽声ではない字の発音特徴が明らかでなく、軽音と重音の音韻交替感³⁾もはっきりしていないことがよくある。教育現場で現れた諸現象から見ると、学習者が軽声の発音を身につける時に、軽声のもう一つの影響要素「音高」は決定的な役割を果たす可能性が高いと考える。ここで述べた「音高」は学習者が音の高さの変化に対する主観的な理解であることを指す。一般に、この主観的な理解は知覚（聴き分け）と産出（発音する）という二つの面から反映される。しかし、日本人学習者の軽声に関する知覚と産出の研究が少なく、参考になるものが見つかっていない。

本研究は日本人学習者に対して、特定の軽声字の全ての音高変化に関する知覚的な特徴

を記録して分析する調査研究である。本研究で行われた実験では「5度制のD値⁴⁾」を採用して音高の「調値」と「調形」を描写する。D値と f_0 は以下の式（1）のように換算する。そのうち、 f_0 は実際に測定した発音者の基本周波数で、 f_{\min} と f_{\max} は発音者が発音した音高の最小値と最大値である。D値の範囲は1度から5度までの離散値である。つまり、 $f_0 = f_{\min}$ であれば $D = 1$ 、 $f_0 = f_{\max}$ であれば $D = 5$ ということである。また、音声合成技術を利用して、特定の傾斜度（D/s、1秒間で減少するD値）から実験用の軽声字を合成する。さらに、聴き分けの実験で学習者にこれらの合成された軽声字を聴かせて、「平調」（声調の形は平らである）と「降調」（声調の形は下降の形である）の二つの選択肢の中から聴いたものと一致する答えを選択させる。最後に、学習者の答えを集計して統計分析を行い、学習者の知覚的な特徴をまとめる。

$$D = 1 + 4 \times \frac{\lg \frac{f_0}{f_{\min}}}{\lg \frac{f_{\max}}{f_{\min}}} \quad (1)^{5)}$$

本研究では軽声字「的」と「上」を観察対象にした。理由は丁（2021）の成果発表ですでに説明した。丁（2021）は現行の中級教科書（『音読で身につく中国語』（本学・中国語Ⅰに採用された）と『時事中国語の教科書 2005～2021』（本学・中国語読解Ⅰに採用された）で表れた軽声字を集計した。集計の結果から得られた統計データ（表1、出典は丁（2021）である）から、頻出の軽声字が「的、们、了、上、子、来、里」の7個（判断の基準は頻度50回以上）であり、中でも「的」と「上」の頻度が非常に高いことが分かった。

学習者が以上の7個の軽声字を聴いて弁別する時に、どのような知覚的な判断が出ているのかについて、事前に知覚判断の特徴に関する実験（実験の対象は後述の「2. 研究方法（知覚音声実験）」の「(1) 実験対象と実験環境」の対象者と同じである）を行った。実験の結果を表2のようにまとめた。

表2のデータから、7個の軽声字を「降調」と弁別した傾向が明白であり、弁別結果の45.70%に達した。そのうち、軽声字「上」と「子」を「降調」と弁別した割合は50%に達した。一方、実験では個別の現象も現れた。例えば、軽声字「了」を「平調」と弁別した傾

表1 中級教科書で現れた軽声字の統計データ（頻は「頻度」）

字	頻	字	頻	字	頻	字	頻	字	頻	字	頻	字	頻	字	頻
的	380	系	12	宜	5	思	3	士	2	合	1	囊	1	笑	1
们	112	道	11	吧	4	悉	3	事	2	和	1	闹	1	谢	1
了	89	识	11	不	4	下	3	司	2	家	1	娘	1	呀	1
上	80	欢	10	地	4	饼	2	腾	2	究	1	嚷	1	阳	1
子	72	去	10	么	4	方	2	西	2	看	1	人	1	瑶	1
来	59	亮	8	白	3	哥	2	息	2	快	1	食	1	右	1
里	55	起	7	出	3	个	2	着	2	利	1	诉	1		
生	20	头	7	分	3	候	2	啊	1	量	1	蹋	1		
吗	19	得	6	夫	3	妈	2	楚	1	妹	1	通	1		
过	14	服	6	害	3	明	2	叨	1	面	1	伍	1		
呢	12	友	6	呼	3	亲	2	烦	1	难	1	误	1		

表2 知覚判断の特徴

判断結果		軽声字							総計
		的	们	了	上	子	来	里	
平調	個数	16	10	16	8	12	7	11	75
	%	40.00%	25.00%	40.00%	20.00%	30.00%	17.50%	27.50%	26.80%
昇調	個数	6	15	10	10	8	14	10	77
	%	15.00%	37.50%	25.00%	25.00%	20.0%	35.0%	25.0%	27.5%
降調	個数	18	15	14	22	20	19	19	128
	%	45.00%	37.50%	35.00%	55.00%	50.0%	47.5%	47.5%	45.7%
総計	個数	40	40	40	40	40	40	40	280
	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	SD	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8

向が「降調」の傾向より強いこと、軽声字「们」を「昇調」や「降調」と弁別した割合が同じであったこと、軽声字「的」を「平調」や「降調」と弁別した割合がほぼ同じであったことである。シラブルの長さから言えば、この7個の軽声字では「的」は最短の字で、「上」は最長の字である。学習者がこの二つの軽声字を弁別する時に、知覚的な範囲はどれほどの規模があるのか、境（「平調」と「降調」の弁別率の交点）が存在しているかどうかなどの問題を解明することが研究目的である。

2. 研究方法（知覚音声実験）

(1) 実験対象と実験環境

聴き分けの実験では実験群と対照群の二つに分けた。実験群の参加者は10名の日本人大学生（年齢は19歳～20歳、中国語の学習時間は2年間）とした。また、この10名の参加者は筆者が実施している「音声追跡調査」の参加者でもあったため、参加者らの音感や発音状態に対する詳細な追跡記録があり、発音能力をはっきり把握することができた。それに



図1 「音声指導記録システム」

対して、対照群の参加者10名は中国語母語話者（留学生、平均年齢は22歳、北方方言地区）であった。

ここで述べた「音声追跡調査」は、丁（2022）で紹介したプログラムである。丁（2022）はFilemaker⁶⁾が提供するオープンソースの実例を利用して、「音声指導記録システム」を開発した。これは音声教育を補助するためのシステムであり、病院のカルテに類似したものである。毎回研究室に来て音声指導を受ける「指導記録」をデータベース化した。

図1のように、学生情報や指導の時間、理由、そして学生の発音に対する評価を詳細に記録した。評価の内容には、声母、韻母、声調、リズムを含む。評価後、それぞれの評価に対して対策や改善のアドバイスを学生にした。例えば、朗読練習を強化する、リスニング練習、暗唱、改善の感想を書く、発音テストの準備をする、定期的に発音指導を受けるなどのアドバイスをした。また、指導記録には指導者と学生の指導時の対話や感想も記録した。そこでは学生とどのような練習を行ったか、発音の主な問題点、学習態度についても評価した。以上のような指導を1年間継続することで、学生の発音能力を把握することができた。

実験は全て録音室（大学情報センターの2階）で実施した。環境騒音は33dB、サンプリング・レートは44.1kHz、ビットデプスは16bitであった。基本周波数の抽出及び音声合成はPraat⁷⁾を利用した。実験の進行はPsychoPy⁸⁾で構築してテスト画面を表示した。

（2）刺激項目の合成

音声は、中国語母語話者（女性、北京出身、大学非常勤講師）に協力してもらって、実験用の刺激項目⁹⁾を合成した。合成する前、二音節声調の発音実験を行い、母語話者の声調範囲を測定した。具体的に言えば、母語話者に二音節声調（「第一声+第一声」～「第四声+第四声」）の全19種類の組み合わせ（「第三声+第三声」＝「第二声+第三声」のため、測定範囲から除いた）を発音させて、 f_{max} 値（238.01Hz）と f_{min} 値（119.31Hz）、母音部分の持続時間（202ms）を測定した。このうち、 f_{max} 値＝5（D値）から f_{min} 値＝1（D値）までを三つの部分（2度、3度、4度）に分け、2度から4度までそれぞれの f_0 を計算した。最後に、PraatのManipulation機能で以上の五つのD値（5～1）に対応する f_0 の値を利用して音声を合成した。

調値は、まず「傾斜度（D/s）＝0」の三つの調値（55、44、33）を合成した。この三つの調値はそれぞれ「高・下降域」、「中・下降域」と「低・下降域」の「スタート調値」に

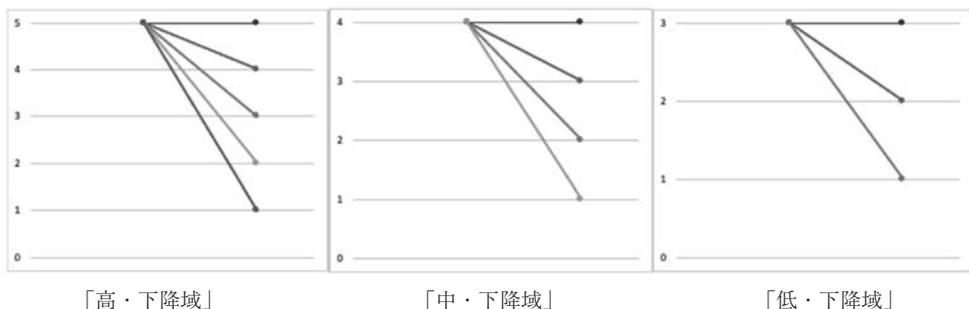


図2 下降域の見取り図

する。そして、この三つの「スタート調値」から特定の傾斜度に基づいて9個の下降調を合成して、三つの下降域を構築した。具体的に言えば、傾斜度は0から毎回4.95D/sの下降幅で「スタート調値」を下降させ、新たな調値を持つ音声を作成した。新たな調値と下降前の調値の差が1Dであり、新たな調値の継続時間は202msであった。最後に図2のように、「高・下降域」(55、54、53、52、51)、「中・下降域」(44、43、42、41)と「低・下降域」(33、32、31)の音声を作成した。

(3) 実験過程

実験の提示方式について、三つの下降域に対して、以上の12個の刺激項目を「妈妈的妈妈」「桌子上面的花」のような形で録音した。そして、全ての刺激項目の録音を3回複製して、ランダムで再生して学習者に聴かせた。実験の準備段階では、学習者に実験目的と刺激項目を説明した。さらに、実験中に聴こえるものを学習者にも説明し、どのように実験を完成するかということも説明した。実験に先立ち、学習者に練習用の項目を10個聴かせて、ウォーミングアップさせた。実験では提示音(「ディン」という音)の後に刺激項目を流し、学習者には刺激項目を聴いた後速やかに「平調」と「降調」の中から一つを選んでもらった。図3のように、実験の進行はPsychoPyを利用してテスト画面を表示した。

(4) データ分析用の式

本研究は統計用ソフトウェアSPSS (V.25) を利用して、学習者の答え(データ)を集計し、知覚的な範囲と境を計算、知覚の特徴を分析してまとめた。データ分析用の式は以下のようになった。

P_i は刺激項目を「平調」(あるいは「降調」)と弁別した確率(以下弁別率と略称する)である。刺激項目の一つ一つについて、「平調」の弁別率+「降調」の弁別率=1である。仮に、「平調」の弁別率が P_i の場合、「降調」の弁別率は「 $1 - P_i$ 」である。 P_i の式は以下の通りである。

$$P_i = \frac{\text{「平調」の弁別率あるいは「降調」の弁別率}}{\text{刺激項目の呈示回数}} \quad (2)$$

刺激項目に対して、学習者の弁別率は理想的には連続的な変数であったが、今回の実験は音声合成の技術手段を利用して、指定した傾斜度で刺激項目を作成したため、弁別率は

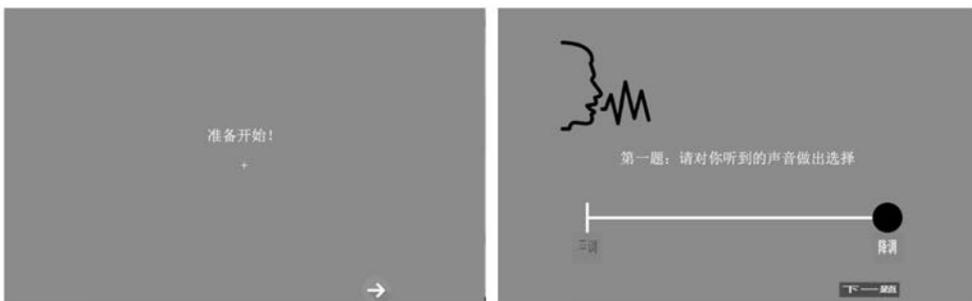


図3 PsychoPyの表示画面

連続的な変量ではなく、人為的な離散値であった。このような離散値を連続的な変量に変換するために、本研究はProbit回帰分析（Logit）¹⁰を利用して、弁別率の回帰曲線（Xu et al. 2006）で変換した。回帰曲線は以下の通りである。

$$\ln \frac{P_i}{1-P_i} = b_0 + b_1 S \quad (3)$$

Xu et al. (2006) の説明により、Sは観測点の位置、 b_0 は回帰曲線の切片（intercept）、 b_1 は傾き（slope）である。式（3）に基づいて、任意的な弁別率に対するSの位置を計算することができる（式（4）参照）。

$$S = \frac{\ln \frac{P_i}{1-P_i} - b_0}{b_1} \quad (4)$$

P_i を0.50に設定すれば（つまり、「平調」（あるいは「降調」）の弁別率=50%）、知覚の境に対応する S_{bc} を計算することができる（式（5）参照）。

$$S_{bc} = \frac{\ln \frac{0.50}{1-0.50} - b_0}{b_1} = -\frac{b_0}{b_1} \quad (5)$$

計算方法はPeng et al. (2010) を参考にして、知覚的な範囲¹¹の広さ W_{bc} を算出することができる。 W_{bc} は $P_i=0.25$ から $P_i=0.75$ までのS値に対する直線距離である。計算方法は式（6）のようになる。

$$W_{bc} = S_{0.75} - S_{0.25} = \frac{\ln \frac{0.75}{1-0.75} - b_0}{b_1} - \frac{\ln \frac{0.25}{1-0.25} - b_0}{b_1} \quad (6)$$

回帰曲線の境と実際の境の位置が一致している（非常に近いことも含む）場合、 b_1 の絶対値が大きく、 W_{bc} が小さくなれば、知覚的な範囲が大きくなる。

また、鄭など（2018）の計算方法を参考にすると、知覚の境に当たった交点の傾斜度は K_{br} 、交点の音高差 P_d は式（7）と（8）で計算できる。 K_{br} のマイナスマークは下降方向を指す。式（7）の定数-4.95は音声合成で用いた下降幅である。式（8）の定数0.202sが刺激項目として作成された音声の母音部分の持続時間である。

$$K_{br} = -4.95 \times (S_{br} - 1) \quad (7)$$

$$P_d = K_{br} \times 0.202s \quad (8)$$

3. 実験結果

(1) 「的」の分析

高降域 (X軸)	55	54	53	52	51
P平調	0.93	0.71	0.18	0.11	0.09
P降調	0.07	0.29	0.82	0.89	0.91
SD	0.43	0.21	0.32	0.39	0.41
中降域 (X軸)	44	43	42	41	
P平調	0.93	0.58	0.16	0.24	
P降調	0.07	0.42	0.84	0.76	
SD	0.43	0.08	0.34	0.26	
低降域 (X軸)	33	32	31		
P平調	0.60	0.40	0.11		
P降調	0.40	0.60	0.89		
SD	0.10	0.10	0.39		

図4 学習者の弁別率

高降域 (X軸)	55	54	53	52	51
P平調	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
P降調	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
SD	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
中降域 (X軸)	44	43	42	41	
P平調	1.00	0.83	0.00	0.00	
P降調	0.00	0.17	1.00	1.00	
SD	0.50	0.33	0.50	0.50	
低降域 (X軸)	33	32	31		
P平調	1.00	0.17	0.00		
P降調	0.00	0.83	1.00		
SD	33	33	33		

図5 母語話者の弁別率

表3 学習者の知覚特徴

学習者	$ b_1 $	S_{bc}	W_{bc}
高降域	5.27	2.50	0.42
中降域	5.17	2.52	0.42
低降域	4.37	1.50	0.50

表4 母語話者の知覚特徴

母語話者	$ b_1 $	S_{bc}	W_{bc}
高降域	9.51	2.50	0.23
中降域	8.29	2.39	0.27
低降域	8.79	1.62	0.25

これらのデータを分析すると、下降域の類別（高、中、低）は弁別率に対する影響が非顕著であった ($F_{\text{学習者}}(2, 9) = 0.09, p > 0.05^{12)}$; $F_{\text{母語話者}}(2, 9) = 0.02, p > 0.05$)。これに対して、傾斜度の増加は実験対象の知覚判断に対して影響が顕著であった ($F_{\text{学習者}}(4, 7) = 13.10, p < 0.05$; $F_{\text{母語話者}}(4, 7) = 10.24, p < 0.05$)。傾斜度の影響について、図4と図5のデータからさらに分析すれば、学習者の調値「33」「43」「32」では「平調」の弁別率と「降調」の弁別率がよく似ており、互角の傾向であったこと（弁別率に近い値を示していること）が分かった。一方、母語話者のデータからこのような現象は見られなかった。

独立標本 t 検定の結果から、実験群と対照群の知覚の境 S_{bc} は一定な差異が表れていたことが分かった ($t(88) = 1.90, p = 0.05$)。

図6から図11 (X軸は観測点の調値、Y軸は弁別率) までのデータに基づいて、知覚の境 S_{bc} をさらに分析した。高降域の図6と図7から、学習者の S_{bc} は54 (第2観測点) と53 (第3観測点) の間で54に近いところに位置することを確認した。式(5)で計算すると、この点の位置は2.50 (54と53の真ん中) という結果が分かった。この結果は確認の結果よりやや右にずれている。式(7)と(8)で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -7.43D/s$ で、

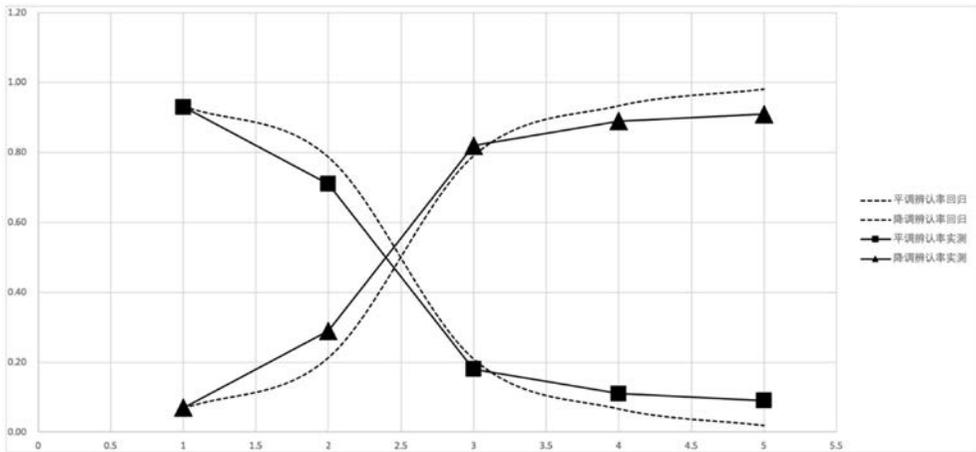


図6 「的」学習者・高降域見取り図

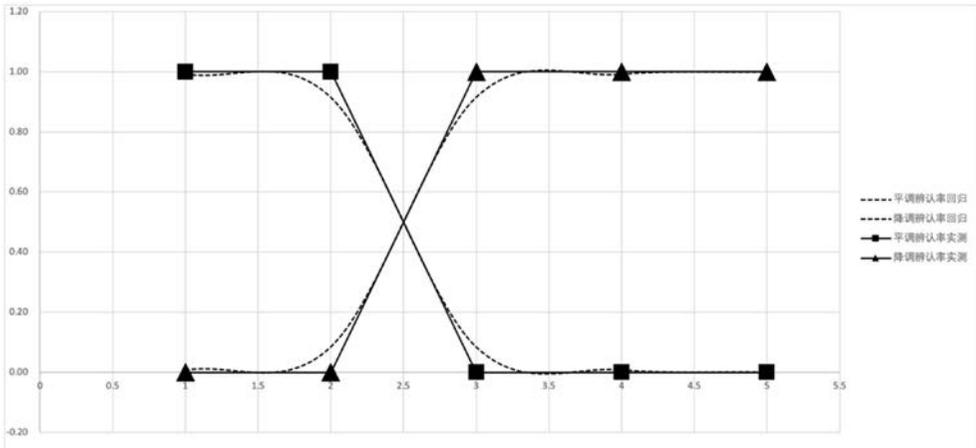


図7 「的」母語話者・高降域見取り図

音高の差 $P_d = -1.50D$ であった。一方、母語話者の S_{bc} は54（第2観測点）と53（第3観測点）の真ん中に位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は2.50（54と53の真ん中）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -7.43D/s$ で、音高の差 $P_d = -1.50D$ であった。

中降域の図8と図9から、学習者の S_{bc} は43（第2観測点）と42（第3観測点）の間で43に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は2.52（43と42の真ん中）という結果が分かった。この結果は確認の結果から大きく右にずれていることが分かった。また、図8から42と41の曲線は回帰曲線の曲線と大きなズレがあることが分かったため、式の計算結果は参考にならない。一方、母語話者の S_{bc} は43（第2観測点）と42（第3観測点）の43に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は2.39（43に近い）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -6.88D/s$ で、音高の差

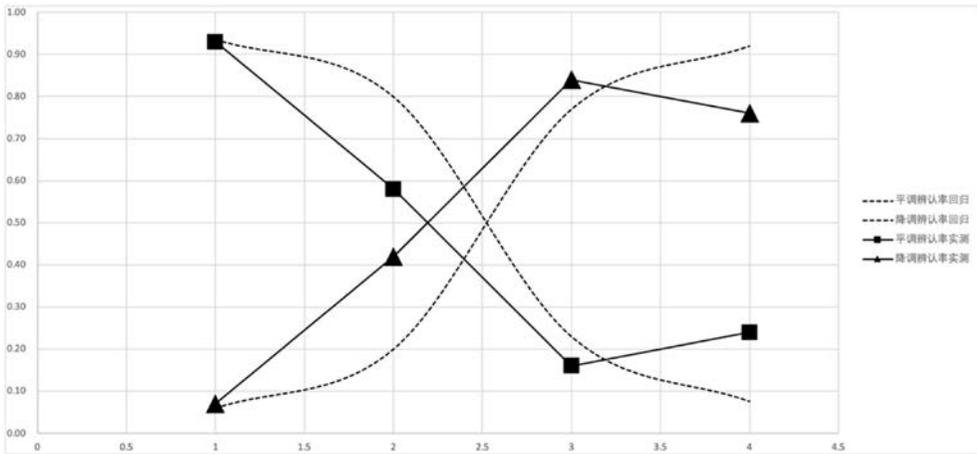


図8 「的」学習者・中降域見取り図

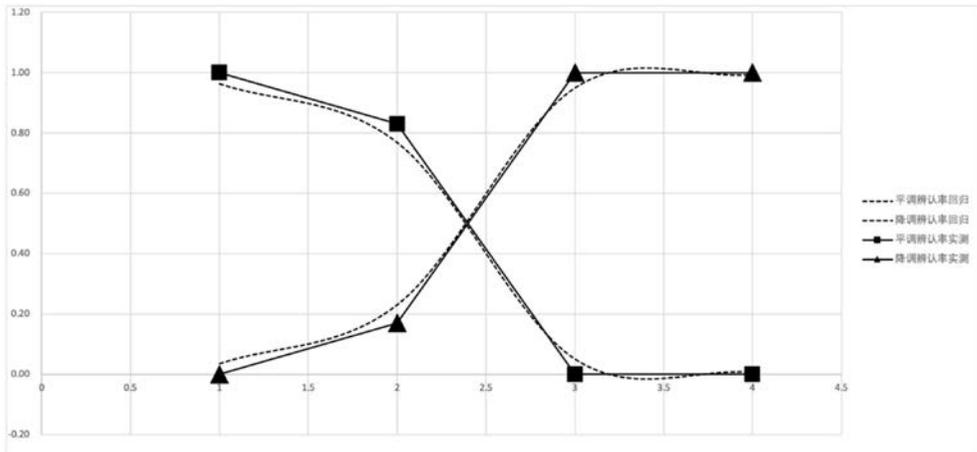


図9 「的」母語話者・中降域見取り図

$P_d = -1.39D$ であった。

低降域の図10と図11から、学習者の S_{bc} は33（第1観測点）と32（第2観測点）の真ん中に位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は1.50（33と32の真ん中）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -2.48D/s$ で、音高の差 $P_d = -0.50D$ であった。一方、母語話者の S_{bc} は33（第1観測点）と32（第2観測点）の間で32に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は1.62（32に近い）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -3.07D/s$ で、音高の差 $P_d = -0.62D$ であった。

表3と表4のデータに基づいて、独立標本 t 検定の結果から、実験群と対照群の b_1 の絶対値は顕著な差異が表れていたことが分かった（ $t(88) = -5.53, p < 0.01$ ）。また、実験群と対照群の W_{bc} も顕著な差異が表れていたことが分かった（ $t(88) = -5.53, p < 0.001$ ）。前

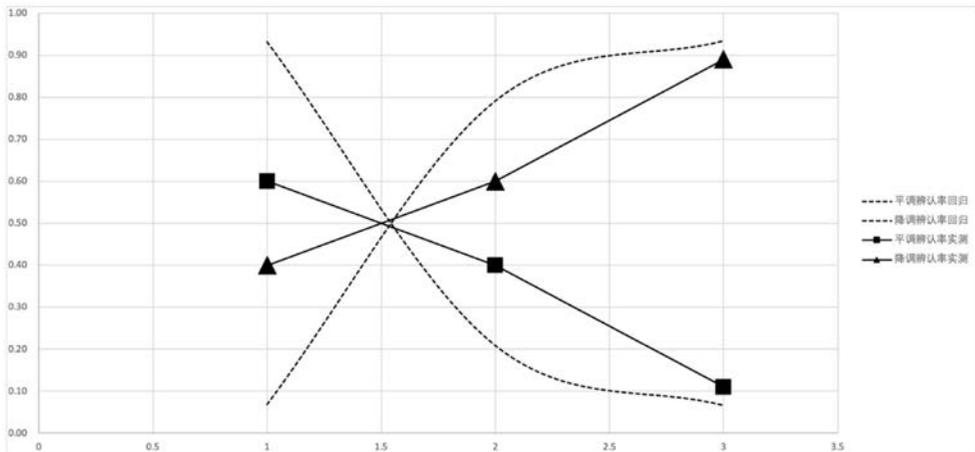


図10 「的」学習者・低降域見取り図

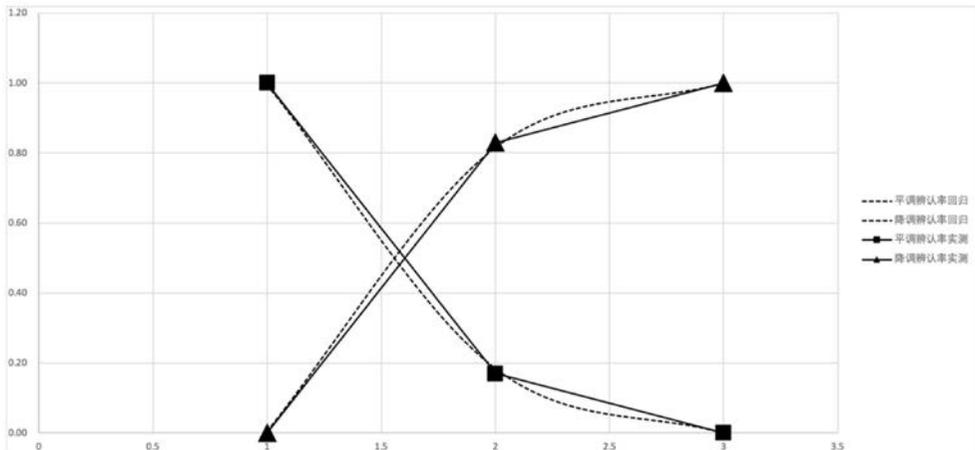


図11 「的」母語話者・低降域見取り図

述のように、 b_1 の絶対値が大きく、 W_{bc} が小さくなれば、知覚的な範囲が大きくなる。そのため、軽声字「的」に対して、学習者の知覚的な範囲は母語話者より狭いことが分かった。

以上の分析をまとめると、軽声字「的」に対する知覚的な特徴は以下のようになる。①傾斜度の増加は知覚判断に対する影響が顕著であった。②学習者の調値「33」「43」「32」では「平調」の弁別率と「降調」の弁別率がよく似ており、互角の傾向であった。③軽声字「的」に対して、学習者の知覚的な範囲は母語話者より狭い。

(2) 「上」の分析

高降域 (X軸)	55	54	53	52	51
P 平調	0.95	0.87	0.26	0.18	0.13
P 降調	0.05	0.13	0.74	0.82	0.87
SD	0.45	0.37	0.24	0.32	0.37
中降域 (X軸)	44	43	42	41	40
P 平調	0.95	0.54	0.28	0.08	
P 降調	0.05	0.46	0.72	0.92	
SD	0.45	0.04	0.22	0.42	
低降域 (X軸)	33	32	31		
P 平調	0.95	0.28	0.13		
P 降調	0.05	0.72	0.87		
SD	0.45	0.22	0.37		

図12 学習者の弁別率

高降域 (X軸)	55	54	53	52	51
P 平調	1.00	0.75	0.22	0.00	0.00
P 降調	0.00	0.25	0.78	1.00	1.00
SD	0.50	0.25	0.28	0.50	0.50
中降域 (X軸)	44	43	42	41	
P 平調	1.00	0.33	0.00	0.00	
P 降調	0.00	0.67	1.00	1.00	
SD	0.50	0.17	0.50	0.50	
低降域 (X軸)	33	32	31		
P 平調	1.00	0.11	0.11		
P 降調	0.00	0.89	0.89		
SD	0.50	0.39	0.39		

図13 母語話者の弁別率

表5 学習者の知覚特徴

学習者	$ b_1 $	S_{bc}	W_{bc}
高降域	5.34	2.53	0.41
中降域	5.74	2.52	0.38
低降域	5.89	1.55	0.37

表6 母語話者の知覚特徴

母語話者	$ b_1 $	S_{bc}	W_{bc}
高降域	6.65	2.49	0.33
中降域	10.11	1.59	0.22
低降域	7.64	1.62	0.29

下降域の類別(高、中、低)は弁別率に対する影響は非顕著であった($F_{学習者}(2, 9) = 0.00, p > 0.05$; $F_{母語話者}(2, 9) = 0.03, p > 0.05$)。これに対して、傾斜度の増加は実験対象の知覚判断に対して影響が顕著であった($F_{学習者}(4, 7) = 13.10, p < 0.05$; $F_{母語話者}(4, 7) = 13.41, p < 0.05$)。傾斜度の影響について、図12と図13のデータからさらに分析すれば、学習者の調値「43」では「平調」の弁別率と「降調」の弁別率がよく似ており、互角の傾向であったことが分かった。一方、母語話者のデータからこのような現象は見られなかった。独立標本t検定の結果から、実験群と対照群の知覚の境 S_{bc} は一定な差異が表れていなかったことが分かった($t(76) = 0.14, p > 0.05$)。

高降域の図14と図15から、学習者の S_{bc} は54(第2観測点)と53(第3観測点)の間で53に近いところに位置することを確認した。式(5)で計算すると、この点の位置は2.53(53に近い)という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式(7)と(8)で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -7.57D/s$ で、音高の差 $P_d = -1.53D$ であった。一方、母語話者の S_{bc} は54(第2観測点)と53(第3観測点)の真ん中に位置することを確認した。式(5)で計算すると、この点の位置は2.49(54と53の真ん中)という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式(7)と(8)で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -7.38D/s$ で、音高の差 $P_d = -1.49D$ であった。

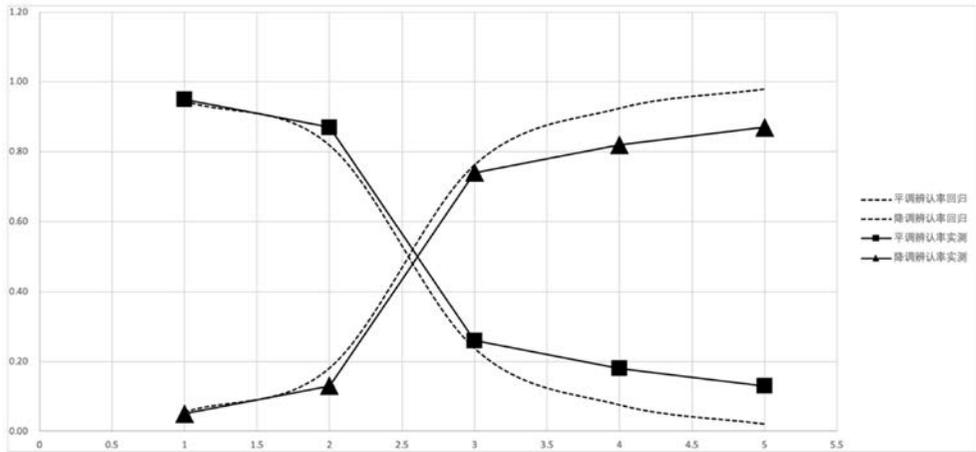


図14 「上」学習者・高降域見取り図

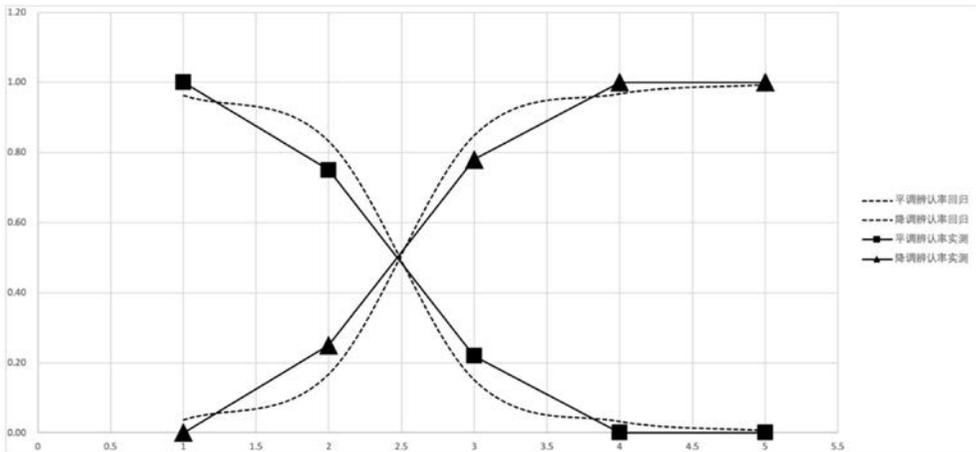


図15 「上」母語話者・高降域見取り図

中降域の図16と図17から、学習者の S_{bc} は43（第2観測点）と42（第3観測点）の間で43に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は2.52（43と42の真ん中）という結果が分かった。この結果は確認の結果より大きく右にずれていることが確認できたため、式の計算結果は参考にならない。一方、母語話者の S_{bc} は44（第1観測点）と43（第2観測点）の43に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は1.59（43に近い）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -2.92D/s$ で、音高の差 $P_d = -0.59D$ であった。

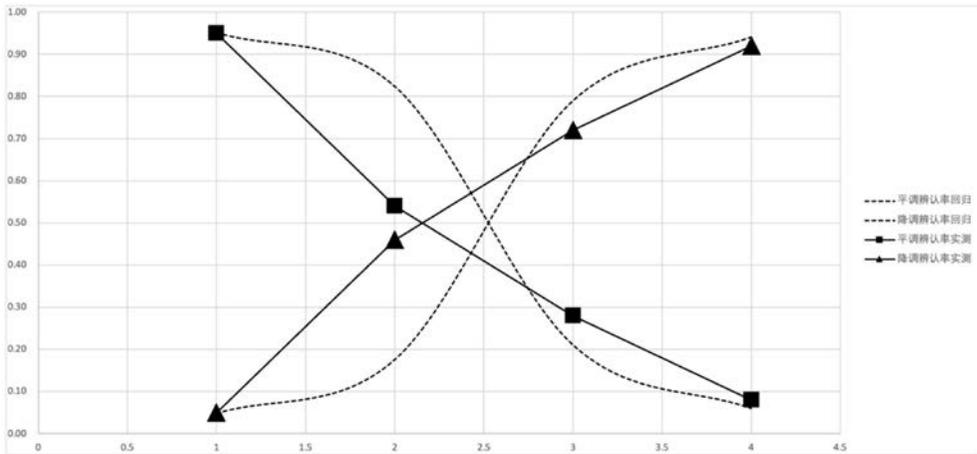


図16 「上」学習者・中降域見取り図

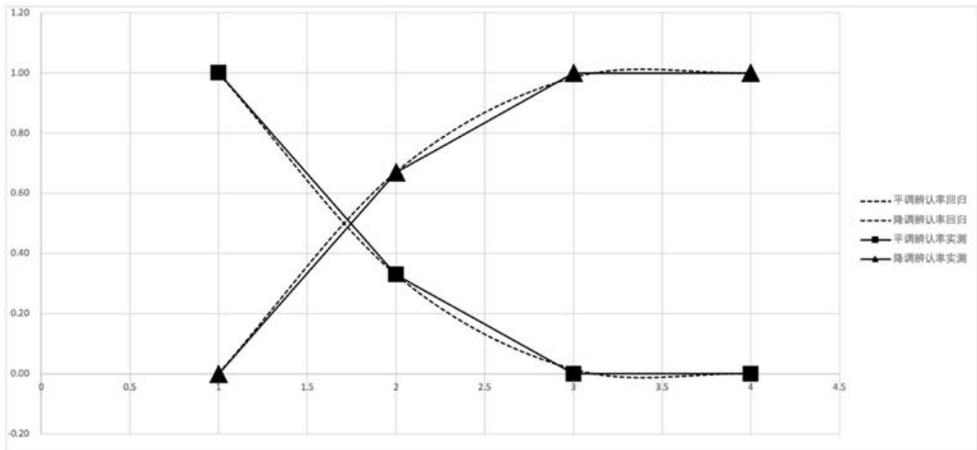


図17 「上」母語話者・中降域見取り図

低降域の図18と図19から、学習者の S_{bc} は33（第1観測点）と32（第2観測点）の間で32に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は1.55（32に近い）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -2.72D/s$ で、音高の差 $P_d = -0.55D$ であった。一方、母語話者の S_{bc} は33（第1観測点）と32（第2観測点）の間で32に近いところに位置することを確認した。式（5）で計算すると、この点の位置は1.62（32に近い）という結果が分かった。この結果は確認の結果と一致した。式（7）と（8）で計算すると、この点の傾斜度 $K_{br} = -3.07D/s$ で、音高の差 $P_d = -0.62D$ であった。

表5と表6のデータに基づいて、独立標本 t 検定の結果から、実験群と対照群の b_1 の絶対値は顕著な差異が表れていたことが分かった（ $t(76) = -2.25, p < 0.05$ ）。また、実験群と対照群の W_{bc} も顕著な差異が表れていたことが分かった（ $t(76) = 2.54, p < 0.05$ ）。そのため、軽声字「上」に対して、学習者の知覚的な範囲は母語話者より狭いことが分かった。

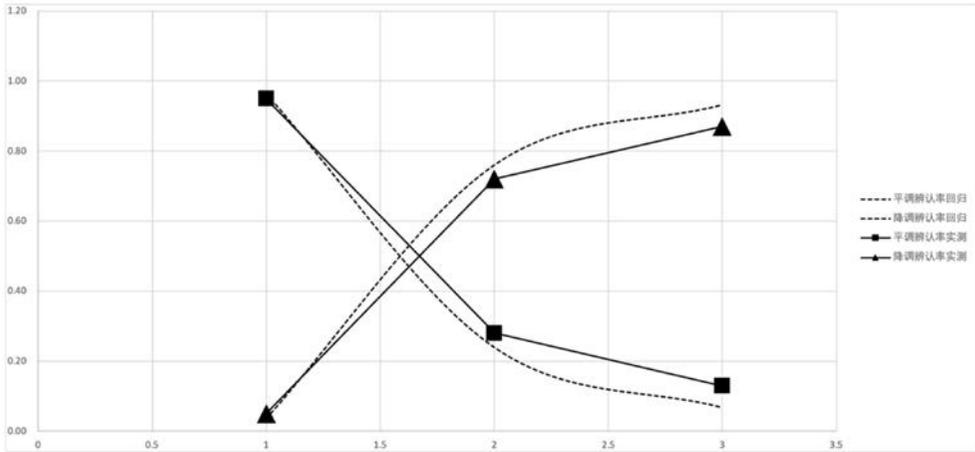


図18 「上」学習者・低降域見取り図

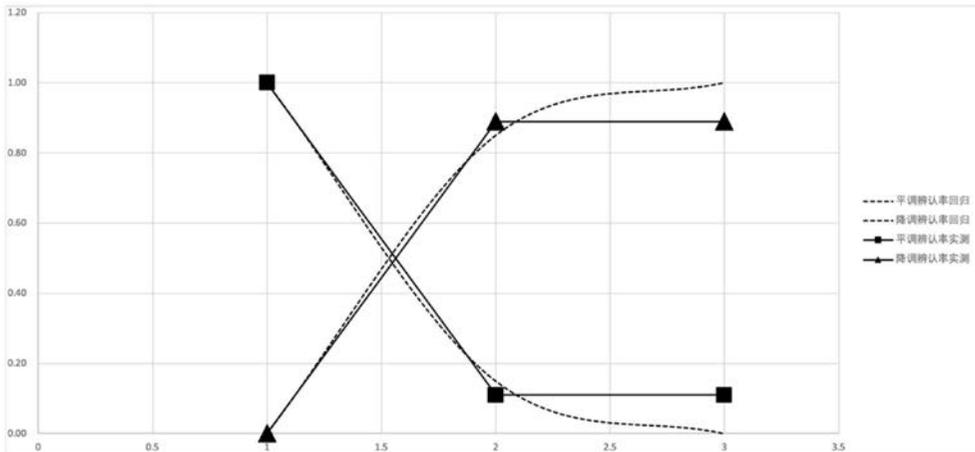


図19 「上」母語話者・低降域見取り図

しかし、「的」と比べたら、学習者の知覚的な範囲は母語話者に近い（特に、高降域と低降域の場合）と言える。

以上の分析をまとめると、軽声字「上」に対する知覚的な特徴は以下のようになる。①傾斜度の増加は知覚判断に対する影響が顕著であった。②学習者の調値「43」では「平調」の弁別率と「降調」の弁別率がよく似ており、互角の傾向であった。③軽声字「上」に対して、学習者の知覚的な範囲は母語話者より狭い。

4. おわりに

実験から、傾斜度の増加は知覚判断に対する影響が顕著であった。つまり、学習者の判断は刺激項目の音高変化（下降方向）に左右する。刺激項目の傾斜度が少なければ「平調」の傾向が強くなり、傾斜度が多ければ「降調」の傾向が強くなるという現象がよく見られることが分かった。日常会話で現れた軽声字の音高はその前の字の音高によって変化する

ことは周知の事実である。そのため、本実験のように、日常会話で現れた軽声字の音高も「動態的な変化特徴」を持つため、学生の知覚判断は「平調」と「降調」の間で上下に動くはずである。これに対して、日常会話の場合、母語話者はこのような「上下に動く」ことがない。その理由は、まず母語話者は「平調」と「降調」の弁別に関する訓練を受けたことがない（母語習得と外国語習得の違い）。そして、母語話者にとって、「軽声」はすでに「四声」と違う特定の認識を成しており、知覚判断に「平調」と「降調」という認識を備えていないからである。

また、母語話者の知覚判断に関わる能力が学習者より優れていると想定した。つまり、高降域の場合、母語話者の S_{bc} は55と54の間に位置するはずである。中降域の場合、母語話者の S_{bc} は44と43の間に位置するはずである。低降域の場合、母語話者の S_{bc} は33と32の間に位置するはずである。しかし、実験の結果から分かったことは、高降域の場合、「的」においても「上」においても、母語話者は学習者と同じく、 S_{bc} は54と53の間に位置した。中降域の場合、母語話者は学習者と同じく、 S_{bc} は43と42の間に位置したこともあった（「的」のみ）。低降域の場合、母語話者は学習者と同じく、 S_{bc} は33と32の間に位置した（「的」と「上」）。この結果をどう見ても母語話者の知覚判断に関わる能力が学習者とよく似ているとしか判断できない。

また、実験で明らかになったもう一つの現象は、「的」と「上」の中降域の場合（学習者）、確認した S_{bc} と算出した S_{bc} は一致しなかったことである。母語話者の場合は同じような現象が見られなかった。その理由は、Probit (Logit) の回帰曲線は学習者の弁別率に対するカーブフィッティング（曲線あてはめ）が「最良あてはめ」ではなく、予測度が弱いからである。この問題を解決するために、中降域のSを増設する必要があると考えている。これは今後の研究課題にする。

最後に、教育現場への示唆から言えば、まず、軽声について、専門的な訓練や指導を行う必要がある。特に、中級レベル以上の学習者にとって、「的」のようなよく軽声字として使われるものと違い、軽声と軽声ではない使い方の出現頻度がほぼ同じであるもの（「上」のような軽声字）に対して、知覚的な弁別訓練をより重視すべきであるということを教師に意識させる必要がある。例えば、「上海的自来水来自海上」のような回文には軽声と軽声ではない二つの「上」が存在している。また、中国語母語話者と違い、学習者は特別な軽声に対する学習方法（学習ストラテジー）が要求される。つまり、出現頻度に基づいた軽声の学習ストラテジーというものである。前文ですでに述べた出現頻度の高い7個の軽声字は学習内容の中心にするべきであることと、学習者にこの7個の軽声字を身につけさせることが軽声学習の最優先的な内容であると考えられる。

注

- 1) 考察した文献は以下の通りである。林焘1983（『中国语音学史』（语文出版社）、pp.613-629）。曹剑芬1986（「普通话轻声音节特性分析」『应用声学』第5卷第4期、pp.1-6）。王韞佳2004（「音高和时长在普通话轻声知觉中的作用」『声学学报』第5期、pp.453-461）。邓丹2019（「二语学习者汉语普通话轻声的感知与产出」『语言教学与研究』第5期、pp.13-24）。石锋2021（「试论汉语普通话声调听感原理」『南开语言学刊』第1期、pp.16-27）。
- 2) 丁雷2012（『日本人学習者の中国語の声調誤用の分析と指導方法について－日本の大学におけ

る第2外国語としての中国語教育を例にして－』（博士論文）、pp.292-293）では、授業調査により、吧ba→bā、的de→de、服fu→fù、个ge→gè、了le→le、吗ma→má、mā、mā、么me→me、men→men、men、呢ne→ne、少shao→shǎoなどは代表的な轻声の誤用例であることを明らかにした。

- 3) 「軽音と重音の音韻交替感」とは、文を読み上げる時にリズム感を明らかにしていない現象を指す。朱川（1997、p.230）では、この現象を「读书腔」と称する。つまり、一定の長さがある文を学生に読んでもらう時に、学生が文全体を同じ強さで発音してしまうことである。
- 4) 本研究では崔平氏と王韞佳氏の研究（2020）を参考にするために、両氏が主張した轻声の音高と調形を描写する「5度制のD値」及び「D値と f_0 の換算式」を採用した。
- 5) 「D値と f_0 の換算式」について、lgは10を底とする常用対数（ $\log_{10}(X)$ ）である。
- 6) 参考サイト：<https://content.claris.com/jpapps>
- 7) 参考サイト：<https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- 8) 参考サイト：<https://www.psychopy.org>
- 9) 刺激項目を合成する際に、北京語の調値（第一声：55、第二声：35、第三声：214、第四声：51）を参照した。
- 10) 筆者の統計から見ると、中国国内で刊行されている音声研究の学会誌『中国語音学报』（2008年の第1巻～2021年の第15巻）において、母音や声調に関する知覚弁別研究では、離散変数を連続変数に変換する「Probit回帰分析（Logit）」という研究手法が研究者によく使われていることが分かった。そのため、今回の実験も于梦晓氏・王韞佳氏の研究（2020、p.169）を参考にして、同じような研究手法を採用した。また、式（3）のうち、観測点の位置Sは曲線上の任意な1点のX座標の値である。 b_0 切片（intercept）は座標平面上の曲線などのグラフと座標軸の交点のことである。 b_1 傾き（slope）は曲線上の微分可能な1点に対して、傾斜の具合を表す数値（微分係数）である。
- 11) 「知覚的な範囲」というものは、ある音Aを聴いて、それを音Bあるいは音Cに判断する可能性の幅である。
- 12) $F_{\text{学習者}}(2, 9) = 0.09$ 、 $p > 0.05$ の場合、2と9は自由度（df）、0.09はF検定の値、p値は有意差判定の基準である。

参考文献

- 崔平、王韞佳（2020）「抚顺话“上声+阴平”变调的声学和知觉研究」『中国語音学报』11辑、中国社会科学出版社
- 丁雷（2022）「データベース技術と音声教育の結合による実例研究－Filemakerの開発を例に－」『総合政策論叢』43号、鳥根県立大学、2022年3月
- 丁雷（2021）「対日本学生在朗读中出现的“两字连续轻声”发音现状的探讨」、中国語教育学会第19回全国大会、関西外国語大学、2021年6月
- 王韞佳、覃夕航（2015）「普通话单字调阳平和上声的辨认及区分－兼论实验设计对声调范畴感知结果的影响－」『语言科学』第14卷、第4期、科学出版社
- 于梦晓、王韞佳（2020）「日本学习者对于普通话单韵母e的感知辨认及其相关问题」『中国語音学报』11辑、中国社会科学出版社
- 郑梅、曹文（2018）「普通话阴平单音节句语调实验研究－汉语声调和语调关系的再考察－」『汉语学习』第2期、延边大学汉语学习出版社

朱川 (1997) 『外国学生汉语语音学习对策』、语文出版社

Peng, G., Zheng, H., Gong, T., Yang, R., Kong, J. & Wang, W. S. -Y. (2010). *The Influence of Language Experience on Categorical Perception of Pitch Contours*. *Journal of Phonetics*, 2010 (38).

Xu, Y., Gandour, J. & Francis, A. L. (2006). *Effects of Language Experience and Stimulus Complexity on the Categorical Perception of Pitch Direction*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2006 (2).

キーワード：声調、軽声、知覚研究、音声教授法

(DING Lei)

