

長音の知覚と F0 変動の影響：3 音節語の第 1・第 2 母音の比較

竹 安 大

要旨

The present paper examines whether changes in F0 in the first and second syllables in a word affect the perception of the Japanese short versus long vowel contrast. Results of two perceptual experiments suggest that a vowel in the second syllable in a three-syllable word is more likely to be perceived as a long vowel when its F0 has a falling contour. A dynamic F0 also affects the judgment of phonological vowel length in the first syllable in a three-syllable word: Listeners are more likely to judge the vowel as “short” when the vowel has a dynamic F0.

1. はじめに

日本語の母音には音韻的な長短の対立があり、母音の基本周波数 (F0) の変動がその母音の音韻長の判断に影響を与えること (以下、F0変動の影響とする) が知られている (Kinoshita et al., 2002; Lehnert-LeHouillier, 2007, 2010; Inoue, 2009; Takiguchi et al., 2010; 竹安, 2012a, 2012b)。また、F0変動の影響の現れ方には語内の位置が関係することも指摘されている (Takiguchi et al., 2010; 竹安2012a)。本稿では、F0変動が母音の長短判断に与える影響に関する知覚実験の結果を報告する。以下では、まず先行研究を概観し、F0変動の影響に関してまだ明らかとなっていない点を指摘し、本稿の位置づけを明確にする。そのうえで、F0変動の影響に関する知覚実験の結果を報告し、これまでの先行研究の結果との関係を議論する。

2. 先行研究

2.1. 長音の知覚におけるF0変動の影響

日本語の母音の長短の知覚におけるF0変動の影響については、すでに多くの先行研究がその存在を指摘している (Kinoshita et al., 2002; Lehnert-LeHouillier, 2007, 2010; Inoue, 2009; Takiguchi et al., 2010; 竹安, 2012a, 2012b)。先行研究ごとに刺激の作成方法や被験者の方言が異なっているが、竹安 (2014a, 2014b) が指摘してい

る通り、いずれの研究においても、ある母音にF0の下降がある場合に、そうでない場合と比べてその母音が長母音であると判断されやすくなるという点では全体に共通した結果が得られている。ただし、竹安 (2012a) は被験者の方言によってはF0下降の影響が見られなかったことも報告しており、F0下降の影響について一般化を行うためには被験者の方言差を含めたさらなる検証が必要である。

また、F0が上昇する場合には、語内の位置によってその影響の現れ方が異なり、語頭 (第 1 音節の母音) に F0上昇がある場合には、そうでない場合と比べて長音の知覚が抑制されるのに対し、語末母音にF0上昇がある場合には長音の知覚が促進されるという報告がある (Takiguchi et al., 2010)。しかしながら、Takiguchi et al. (2010) で議論されているのは 3 音節語の語頭 (第 1 母音) と語末 (第 3 母音) についてのみであり、語中 (3 音節語の第 2 音節) においてもF0上昇の影響が観察されるのかどうかについては明らかではない。よって、この点についても知覚実験を実施して確認してみる必要がある。

2.2. 長音以外の特殊拍に見られるF0変動の影響

F0変動は、母音の長短 (長音の有無) のみならず促音や撥音の有無の知覚にも影響を与えることが指摘されている。促音については、Kubozono et al. (2011, 2013) が、ターゲットとなる子音が属する音節内でF0下降が生じると、そうでない場合に比べて促音の知覚が促進されることを報告している。また、撥音の有無の知覚に対するF0変動の影響については、竹安 (2014a, 2014b) がその有無を調べるための知覚実験を行っている。竹安 (2014a) によると、F0の変動は3音節語の第 1・第 2 音節間の撥音の有無の判断にはそれほど大きな影響を与えないものの、その後の竹安 (2014b) による再検討の結果、語頭の長音に見られたのと同様に、第 1・第 2 音節間の撥音についてもF0下降が撥音の知覚を促進し、F0上昇が撥音の知覚を抑制する傾向が観察されることが明らかとなった。また、F0変動は 3 音節語の第 2・第 3 音節間の撥音の有無にも影響を及ぼすが、その影響が観察されたのはF0下降のみであった (竹安, 2014b)。

竹安 (2014a, 2014b) の実験結果から、撥音の知覚に対するF0変動の影響の現れ方は語内の位置によって異な

る可能性が示唆される。F0下降が音韻的に「長い」という判断に結びつく点や、F0変動の影響の現れ方が語内の位置によって異なる点は、長音の知覚と撥音の知覚に共通して見られる傾向であるようにも思われる。しかしながら、長音と撥音は音節構造上の生起位置がそもそも異なるため、完全に条件を揃えることは不可能であるうえに、先行研究の数も少ないことから、直ちにF0変動の影響に関して長音と撥音の間に共通性があると断定することは危険である。この点については、語中の長音や語末の撥音に関するF0変動の影響の現れ方を調べたり、刺激の条件や被験者の出身地を揃えて実験を行うことで、より正確な一般化を行うことが望ましい。

2.3. 本研究で扱う課題

以上のように、長音の知覚におけるF0変動の影響に関する議論には、解決すべき課題が残されている。本研究では、長音の知覚におけるF0変動の影響について、竹安 (2014a, 2014b) と条件をほぼ同じに揃えた刺激を用い、同じ地域の出身者を対象にした知覚実験を実施することにより、(1) 語中の長音の知覚においても当該母音内で生じたF0上昇の影響が観察されるか、(2) 語頭の長音の知覚において、先行研究で扱われた方言（東京方言、愛知方言、三重方言）とは異なる方言においても長音の知覚に対するF0変動の影響が観察されるか、の2点を明らかにすることを目指す¹。

3. 知覚実験(1)：3音節語の語中母音（第2音節の母音）の長短判断におけるF0変動の影響

この実験では、3音節無意味語の語中(第2音節)の母音を対象とし、母音持続時間とF0を操作して作成した短音から長音に至る音声連続体を用いて竹安 (2014b) と同一の地域の日本語母語話者を被験者とした知覚実験を行うことで、日本語の長音の知覚においてF0の変動が

どのように影響するのかを調べる。

3.1. 被験者

14名の日本語母語話者が実験に参加した。被験者はいずれも別府大学に通う学生であった²。実験は2013年12月～2014年2月に別府大学にて実施された。各被験者には実験参加後に謝礼が渡された。

3.2. 刺激

日本語母語話者(女性、熊本県出身)に無意味語「マママ」と「ママーマ」(いずれもアクセント型は平板型)を単独で5回ずつ発音してもらい、それを録音した。この録音は、竹安 (2014a, b) の刺激作成のための録音の際に同時に実施されたものである。録音した「マママ」と「ママーマ」のそれぞれについてセグメントの平均持続時間を求めたところ、表1のとおりであった。

刺激は、「マママ」のトークンのうち、竹安 (2014b) の刺激作成の際に用いたものと同一のものを用い、このトークンを以下のように操作することで「マママ」～「ママーマ」に至る音声連続体を作成した。

まず、選び出した「マママ」のトークンのF0を200 Hzで平坦になるように加工し、第2音節母音(V₂)の持続時間を、116 msから20 ms刻みで236 msまで延長し、「マママ」から「ママーマ」に至る音声連続体を作成した³。母音持続時間の延長の操作は、前後の子音に遷移する部分を除いた母音区間の声帯振動周期をランダムに複製・挿入して行った。さらに、作成した音声連続体のそれぞれについて、表2のようにF0のポイントを設定し、ポイントの間を線形で置換することによって、V₂におけるF0変動が平坦(高起; HHHHH)、平坦(V₃内で下降; HHHLL)、下降(大; HLLLL)、下降(中; HHMLL)、平坦(V₁内で上昇; LHHHH)、上昇(LLLHH)となるような6つの系列を作成した。なお、F0下降を伴う刺激については、自然なピッチ型に聞こえるようにすることを

表1. 「マママ」と「ママーマ」のセグメントの平均持続時間とSD (単位はms)

| | | C ₁ (/m/) | V ₁ (/a(R)/) | C ₂ (/m/) | V ₂ (/a/) | C ₃ (/m/) | V ₃ (/a/) |
|------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| マママ | 平均 | 48.6 | 110.2 | 88.0 | 116.6 | 84.4 | 147.8 |
| | SD | 19.2 | 6.7 | 6.7 | 5.3 | 6.7 | 13.9 |
| ママーマ | 平均 | 49.0 | 105.0 | 87.4 | 260.8 | 96.8 | 93.2 |
| | SD | 13.0 | 3.7 | 6.6 | 21.7 | 8.3 | 8.6 |

¹前節で挙げた語末の撥音に対するF0変動の影響については、今後の課題としたい。

²竹安 (2014b) の実験に参加した17名のうち、14名が本稿の実験に参加した。14名の出身地の内訳は、福岡県6名、熊本県3名、大分県2名、佐賀県1名、長崎県1名、島根県1名で、大半が福岡県をはじめとする九州出身者であった。本来であれば特定の県の出身者に絞って実験を行うべきところであるが、それは今後の課題としたい。

³話者が発音した「ママーマ」の第1母音の平均持続時間は約261 msであったが、実際にはここまで長く伸ばさなくても十分に安定して長音の知覚がなされることが予備実験において確認できたので、236 msまでとした。

目的として、アクセントによる下降後の自然下降を再現するためにV₃終了点に向かって緩やかな下降をつけている。各系列を表すアルファベットはF0を設定したポイントのF0の値に概ね対応しており、平坦・下降・上昇の表現はV₂内 (V₂開始点-V₂終了点間)でのF0の変動の仕方に対応している。

こうして得られた42個の刺激 (6種類の系列×7種類のV₂持続時間)を実験の刺激として用いた。以上の操作はpraat (Boersma & Weenink, 2012)を用いて行った。

3.3. 実験手続き

実験手続きは、用いる刺激と被験者に提示する回答の選択肢が異なっている点を除いて、すべて竹安 (2014b)と同様のものとした。すなわち、練習と本番の2つのブロックを用意し、練習のブロックではV₁が116 msである刺激と236 msである刺激のみを、本番ではすべての刺激をランダムな順序で提示された。刺激間間隔は3秒とし、各刺激はヘッドフォン経由で計10回ずつ被験者に

提示した。被験者は聞こえた音が「マママ」と「ママーマ」のどちらに聞こえるかをコンピュータの画面をクリックすることにより回答した。刺激の提示、回答の記録はパソコンのプログラムにより制御された。

3.4. 結果・考察

竹安 (2014b)との比較をしやすいするため、各系列につき、プロビット分析により求めた系列別のV₂ 50%判断境界値を表2に、また、系列ごとにV₂持続時間と長音判断率の関係をプロットしたものを図1に示す。図1から明らかなように、多くの系列間には明確な差が見られず、視覚上判別しにくいことから、以下では表2に示した判断境界値に基づいて議論する。

長音の50%判断境界値が最も小さかった (最も長音だと判断されやすかった)のは、V₂内にF0下降がなく、かつ語全体を通してF0の変動のないHHHHH系列 (175.1 ms) およびV₂における下降の度合いが (HLLLLに比べて

表2. 知覚実験 (1) における刺激の系列と F0 操作および V₂ の 50%長音判断境界値

| 系列 | V ₁ 開始点 | V ₂ 開始点 | V ₂ 終了点 | V ₃ 開始点 | V ₃ 終了点 | V ₂ 内での F0 変動 | V ₂ 50% 撥音判断境界値 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| HHHHH | 200 Hz | 200 Hz | 200 Hz | 200 Hz | 200 Hz | なし | 175.1 ms |
| HHHLL | 200 Hz | 200 Hz | 200 Hz | 150 Hz | 130 Hz | なし | 179.3 ms |
| HLLLL | 200 Hz | 200 Hz | 150 Hz | — | 130 Hz | 下降 (大) | 177.9 ms |
| HHMLL | 200 Hz | 200 Hz | 170 Hz | 150 Hz | 130 Hz | 下降 (中) | 174.9 ms |
| LHHHH | 150 Hz | 200 Hz | 200 Hz | 200 Hz | 200 Hz | なし | 182.0 ms |
| LLLHH | 150 Hz | 150 Hz | — | 200 Hz | 200 Hz | 上昇 | 180.6 ms |

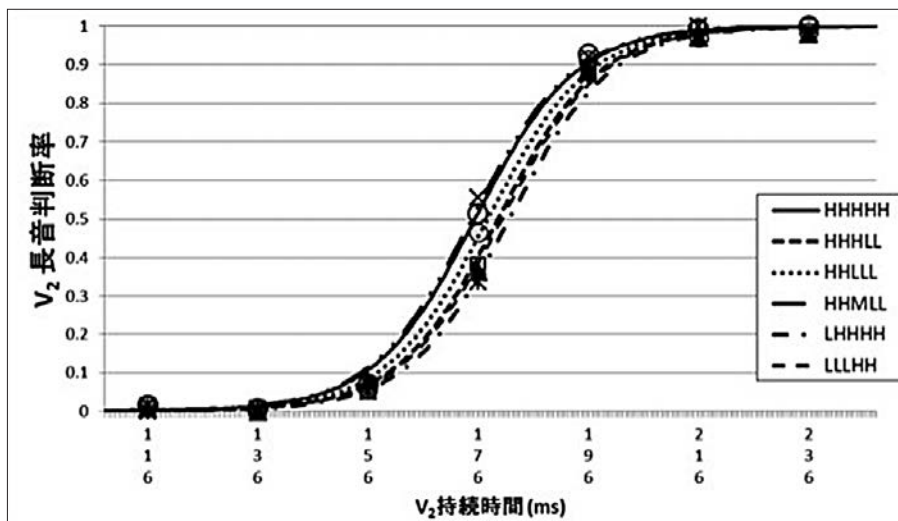


図1. V₂ 持続時間 (ms) と V₂ 長音判断率

相対的に小さいHHMLL系列(174.9 ms)であった。これら2つに次いで判断境界値が小さかったのは、V₂における下降の度合いが大きかったHHLLL系列(177.9 ms)であった。V₂が平坦である系列同士で比べると、V₂の終了時点からF0下降が開始するHHHLL系列が179.3 ms、低起で始まるLHHHH系列が182.0 msとなっており、いずれもHHHHH系列よりも判断境界値が大きかった。また、V₂内でF0上昇が起こるLLLHH系列の判断境界値は、180.6 msと比較的高い値であった。

被験者の回答を従属変数とし、V₂持続時間(連続変数)と刺激系列(名義変数: HHHHH系列、HHHLL系列、HHLLL系列、HHMLL系列、LHHHH系列、LLLHH系列の6水準)を独立変数とするロジスティック回帰分析の結果、V₂持続時間の主効果が有意であり($B = 0.109$, $df = 1$, $W^2 = 1225.983$, $p < 0.001$)、刺激系列の主効果も有意だった($W^2 = 27.915$, $df = 5$, $p < 0.001$)。また、V₂持続時間と刺激系列の交互作用は有意でなく($W^2 = 4.340$, $df = 5$, $p = 0.502$ (n.s.))、モデルへの投入によるCox-SnellのR²やNagelkerkeのR²の値の変化も非常に小さいものであったため、モデルから除外された。

F0下降およびF0上昇の影響を詳しく調べるため、以下の表3に挙げた計5ペアの対数オッズ比を用いた多重比較(調整後の $\alpha = 0.05 \div 5 = 0.01$)を行ったところ、HHHLL系列とHHMLL系列の間、HHHHH系列とLHHHH系列の間、HHHHH系列とHHHLL系列の間にそれぞれ有意な差があると言えることが明らかとなった。

実験結果から、語中の母音(V₂)の長短の判断に対して、V₂内のF0上昇は実質的な影響を及ぼさないことが明らかとなった。ただし、LHHHH系列、LLLHH系列の判断境界値がともにHHHHH系列のそれよりも有意に大きな値を示していたことから、V₂開始以前のF0上昇についてはV₂の長音判断境界値を上げる効果があるものと判断できる。なお、HHHHH系列とLLLHH系列の

判断境界値の間には比較的大きな差があり、一見するとV₂内のF0上昇がV₂の長短の判断に影響を及ぼしているように見えるが、LHHHH系列とLLLHH系列の間には差がなかったことから、これはV₂開始以前のF0が低いことによって生じた影響であり、V₂内でのF0上昇によるものではないと考えられる。Takiguchi et al., (2010)は、(当該母音内での)F0上昇は語頭では長音の知覚を抑制し、語末では長音の知覚を促進する働きがあると指摘しているが、本研究の実験から、語中ではF0上昇は長音の知覚に対して実質的な影響を及ぼさないことが示された⁴。つまり、F0上昇の影響の有無とその方向性は語内の位置に大きく依存すると言える。

F0下降の影響については、V₂内でF0下降を伴う系列とV₂内でのF0下降を伴わない系列間の判断境界値を比較したところ、一貫した傾向が見られなかった。HHHLL系列とHHMLL系列を比べると、V₂内でF0下降があるHHMLL系列の方が判断境界値が低く、F0下降が長母音の知覚を促進すると言えるが、HHHLL系列とHHLLL系列を比較すると、判断境界値そのものはF0下降のあるHHLLL系列の方が小さな値となっているが、両者の判断境界値には有意な差が見られなかったことから、F0下降が長音の知覚を促進するとは言い切れない。また、HHMLLよりもHHLLLの方がV₂内でのF0下降の度合いが大きく、より長音の知覚を促進しても良さそうであるのに、実際にはF0下降の度合いが相対的に小さなHHMLLの方が長音の判断を促進していたという点も解釈が難しい点である。語中の母音(3音節語の第2母音)の長短判断に関する当該母音内のF0下降の影響については、少なくとも長音の知覚を抑制するという結果ではなかったという点で、長音の知覚を促進するという先行研究の指摘に矛盾はしないが、詳細に検討するとその影響の現れ方については一貫した傾向を捉えにくい。今後はどのような条件においてF0下降の影響が生じるの

表3. 多重比較の対象としたペア一覧

| 比較の観点 | 比較対象 | 多重比較結果 |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------|
| V ₂ 内でのF0下降の影響 | HH <u>H</u> LL系列 vs. HHL <u>L</u> L系列 | n.s. |
| | HH <u>H</u> LL系列 vs. HH <u>M</u> LL系列 | $p < 0.001$ |
| V ₂ 内でのF0上昇の影響 | L <u>H</u> HHH系列 vs. <u>L</u> LLHH系列 | n.s. |
| V ₂ 開始前のF0上昇の影響 | <u>H</u> HHHH系列 vs. <u>L</u> HHHH系列 | $p < 0.001$ |
| V ₂ 終了後のF0下降の影響 | HH <u>H</u> HH系列 vs. HHH <u>L</u> L系列 | $p < 0.001$ |

⁴ただし、本稿の実験ではV₁におけるF0上昇がV₂における長音の判断を抑制するという結果も得られており、この点について、語頭のF0上昇が語頭においても語中においても長音の判断を抑制しているという共通点を見出すことは可能である。

かを、その背後にあるメカニズムも含めて検討していく必要がある。

隣接する要素の影響という観点からは、語中の母音の知覚は、当該母音の前後に生じたF0変動にも影響を受けることが明らかとなった。本研究で扱った刺激の範囲内では、V₁におけるF0上昇とV₃におけるF0下降はともにV₂の長音判断を抑制する働きがあることがわかった。ある母音の長短の判断が隣接する音節の母音持続時間に影響を受けることが知られていることから(竹安・儀利古, 2010)、ある母音の長短判断が隣接する音節の母音のF0に影響を受けたとしても不思議でないと思われる。ただし、どのような理由から隣接音節母音のF0の影響が生じているのかは現在のところ不明であり、アクセント型の影響や心理音響学的な要因などを今後詳細に検討していく必要がある。

4. 知覚実験(2): 3音節語の語頭母音(第1音節の母音)の長短判断におけるF0変動の影響

この実験では、3音節無意味語の語頭(第1音節)⁵の母音を対象とし、母音持続時間とF0を操作して作成した短音から長音に至る音声連続体を用いて、竹安(2014a)と同一の地域の日本語母語話者を被験者とした知覚実験を行うことで、日本語の語頭の長音の知覚においてF0の変動がどのように影響するのかを調べる。

4.1. 被験者

知覚実験(1)と同じ14名の日本語母語話者が実験に参加した。実験は2013年12月~2014年2月に別府大学にて実施された。各被験者には実験参加後に謝礼が渡された。

4.2. 刺激

日本語母語話者(女性、熊本県出身)に無意味語「ママ」と「マーママ」(いずれもアクセント型は平板型)を単

独で5回ずつ発音してもらい、それを録音した。この録音は、竹安(2014a, 2014b)および本稿の知覚実験(1)の刺激作成のための録音の際に同時に実施されたものである。録音した「ママ」と「マーママ」のそれぞれについてセグメントの平均持続時間を求めたところ、表4のとおりであった。

刺激は、「ママ」のトークンのうち、竹安(2014a)の刺激作成の際に用いたものと同一のものを用い、このトークンを以下のように操作することで「ママ」~「マーママ」に至る音声連続体を作成した。

まず、選び出した「ママ」のトークンのF0を200 Hzで平坦になるように加工し、第1音節の母音(V₁)の持続時間を、110 msから20 ms刻みで230 msまで延長し、「ママ」から「マーママ」に至る音声連続体を作成した⁶。母音持続時間の延長の操作は、前後の子音に遷移する部分を除いた母音区間の声帯振動周期をランダムに複製・挿入して行った。さらに、そうして作成されたV₁持続時間の異なるそれぞれの音声について、竹安(2014a)と同様に、語の開始部分のF0を150 Hzおよび267 Hzに設定し、第2音節母音開始時点で200 HzになるようにF0が直線的に上昇または下降するような系列を作成し、元の刺激(最初から200 Hzのまま)なものに合わせて3種類の系列を作成した(以降、開始部分のF0が150 Hzのものを上昇系列、200 Hzのものを平坦系列、267 Hzのものを下降系列とする)。

こうして得られた21個の音声(3種類の系列×7種類のV₁持続時間)を実験の刺激として用いた。以上の操作はpraat(Boersma & Weenink, 2012)を用いて行った。

4.3. 実験手続き

実験手続きは、用いる刺激と被験者に提示する回答の選択肢が異なっている点を除いて、すべて竹安(2014a)と同様のものとした。すなわち、練習と本番の2つのブロックを用意し、練習のブロックではV₁が110 msであ

表4. 「ママ」と「マーママ」のセグメントの平均持続時間とSD(単位はms)

| | | C ₁ (/m/) | V ₁ (/a(R)/) | C ₂ (/m/) | V ₂ (/a/) | C ₃ (/m/) | V ₃ (/a/) |
|------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ママ | 平均 | 48.6 | 110.2 | 88.0 | 116.6 | 84.4 | 147.8 |
| | SD | 19.2 | 6.7 | 6.7 | 5.3 | 6.7 | 13.9 |
| マーママ | 平均 | 75.6 | 288.0 | 94.8 | 97.8 | 88.6 | 140.4 |
| | SD | 22.3 | 12.8 | 14.5 | 1.6 | 7.9 | 15.2 |

⁵本稿の刺激はCVCVCV構造の3音節語であり、第1音節母音の前に子音があることから、厳密に言えば第1母音は語頭位置にはないと言えるかもしれないが、Takiguchi et al. (2010)での用語の使い方と合わせて、これを語頭と呼ぶこととする。また、本稿では第2音節母音は語中、第3音節母音は語末として扱っている。

⁶話者が発音した「マーママ」の第1母音の平均持続時間は288 msであったが、実際にはここまで長く伸ばさなくても十分に安定して長音の知覚がなされることが予備実験によって確認できたため、230 msまでとした。

る刺激と230 msである刺激のみを、本番ではすべての刺激をランダムな順序で提示した。刺激間隔は3秒とし、各刺激はヘッドフォン経由で計10回ずつ被験者に提示した。被験者は聞こえた音が「ママ」と「マーママ」のどちらに聞こえるかをコンピュータの画面をクリックすることにより回答した。刺激の提示、回答の記録はパソコンのプログラムにより制御された。

4.4. 結果・考察

上昇・平坦・下降の各系列につき、プロビット分析により求めた系列別の V_1 50%判断境界値を表5に、また、系列ごとに V_1 持続時間と長音判断率の関係をプロットしたものを図2に示す。長音の50%判断境界値は、上昇系列が最も高く、平坦系列が最も低かった。判断境界値は、低い値であるほど長音だと判断されやすかったことを示すため、実験結果からは上昇系列が長音の知覚を最も抑制し、平坦系列が長音の知覚を最も促進するという

傾向が見て取れる。

被験者の回答を従属変数とし、 V_1 持続時間(連続変数)と刺激系列(名義変数：上昇、平坦、下降の3水準)を独立変数とするロジスティック回帰分析の結果、 V_1 持続時間の主効果と刺激系列の主効果が有意だった(V_1 持続時間: $B = 0.122, df = 1, W^2 = 562.746, p < 0.001$; 刺激系列: $W^2 = 25.086, df = 2, p < 0.001$)。対数オッズ比を用いた多重比較(調整後の $\alpha = 0.05 \div 3 = 0.017$)の結果、平坦系列と上昇系列、平坦系列と下降系列の判断境界値にはそれぞれ有意な差があったが、上昇系列と下降系列の判断境界値には有意な差が見られなかった。

なお、 V_1 持続時間と刺激系列の交互作用も含めたモデルを構築してみたところ、交互作用は有意であったが($W^2 = 7.506, df = 2, p = 0.251$ (n.s.))、交互作用を入れてもCox-Snellの R^2 やNagelkerkeの R^2 の値がごくわずかしか上昇しない(それぞれ、0.001と0.002の上昇)こと、また、言語学的な解釈を行う観点からも、モデルはシン

表5. 知覚実験(2)における刺激、各系列への操作と実験結果のまとめ

| 系列 | V_1 持続時間 | F0の操作 | V_1 50%判断境界値 |
|----|----------------------------------|---------------|----------------|
| 上昇 | 110 ms ~ 230 ms (20 ms刻み、7段階) | 150 Hz→200 Hz | 164.9 ms |
| 平坦 | | 200 Hz(変動なし) | 157.1 ms |
| 下降 | | 267 Hz→200 Hz | 161.9 ms |

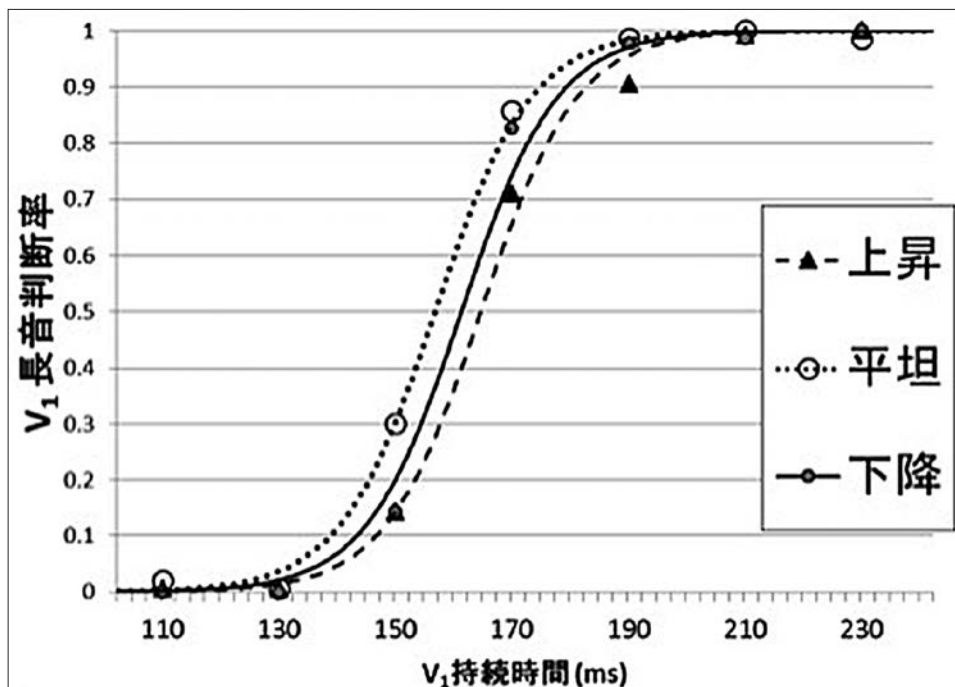


図2. V_1 持続時間 (ms)と長音判断率

プルである方が望ましいことなどを総合的に考慮して、交互作用は最終的なモデルから除外することとした。

以上の結果は、語頭の母音の長短の判断において、F0の上昇も下降も、F0に変動がない場合と比べて長音の知覚を抑制することを示すものであった。本稿の実験結果は、F0上昇が長音の知覚を抑制するという点では先行研究の結果と一致するが、F0下降の影響の現れ方については、F0下降が長音の知覚を促進するという先行研究の見解とは正反対の結果である。語頭のF0下降の影響について、本稿の実験で先行研究とは食い違う結果が得られた理由としては、先行研究と本研究の被験者の出身地(方言)の違いが影響している可能性をまず考えることができる。例えば、竹安(2012a)でも、愛知方言話者において語頭のF0下降の影響が観察されないという報告があるなど、語頭のF0下降の影響は一貫して長音の知覚を促進する形で働くとは言えない側面がある。しかし、この実験と同一の被験者が参加している本稿の知覚実験(1)では、語中の母音の長短判断について、当該母音のF0下降が長音の判断を促進するという結果も得られているため、単純に被験者の方言の影響であるとは断定できない。他の可能性としては、知覚実験(2)の下降系列の刺激が通常の高型の語とは異なるF0パターンを持っているために、それが被験者の判断を不安定にさせたという説明が可能かもしれない。通常、高型の語はアクセント核による急激なF0下降の後も、語末に向けてF0の自然下降が生じるのが普通であるが、Takiguchi et al. (2010)の下降系列の刺激はこのようなパターンを取っておらず、平坦系列や上昇系列に比べると、下降系列はアクセントパターンとして不自然に聞こえる音である。筆者による一連の研究ではTakiguchi et al. (2010)に合わせる形で下降系列のF0パターンを指定しているため、こうした音の不自然さが被験者の判断を不安定にしている可能性が考えられる。この点については、今後より自然音声に近い下降系列刺激を用いた実験

を実施するなどして、検証してみる必要がある。

5. 総合的考察

本稿における2つの知覚実験結果には、先行研究における実験結果とは食い違う点が見られた。その具体的な内容と考えられる原因、今後の課題については、各実験の考察のセクションにまとめたとおりである。以下、総合的考察として、竹安(2014a, 2014b)で報告した撥音の知覚におけるF0変動の影響と、本稿で実施した知覚実験で見られた長音の知覚におけるF0変動の影響を比較し、F0変動に関して撥音と長音の間に共通点が観察されるかどうかを議論する。

竹安(2014a, 2014b)での知覚実験と、本稿の2つの知覚実験で得られた結果のうち、ターゲットとなる母音または子音におけるF0変動の影響をまとめたものが表6である。なお、長音と撥音は生起位置がそもそも異なるが、ここでは便宜的に第1音節に属する長音と撥音の間の比較、および第2音節に属する長音と撥音の間の比較を行っている⁷。これらのペアについては、竹安(2014a, 2014b)と本稿では同じ音声から刺激を作成し、F0の操作についても基本的に同じ形式を取っているだけでなく、実施場所も同じであるなど、比較のための条件がある程度整っていることから、長音と撥音の知覚におけるF0変動の影響に関して共通点や相違点を判断しやすいものと思われる。

表6からは、第2音節においては下降系列の方が上昇系列よりも判断境界値が小さいという点、また、平坦系列と上昇系列の間に有意な差が観察されないという点で長音と撥音の間に共通点が見られるが、第1音節においては共通点を見いだせない。なぜこのような結果となったのかについて、現時点では明確な回答を出すことは難しいため、今後はこれと同じような実験を別の地域の被験者に対して行ったり、第3音節における長音と撥音の

表6. ターゲットとなる母音または子音における F0 変動の影響のまとめ

| | 長音の判断境界値(本稿) | 撥音の判断境界値(竹安2014a, 2014b) |
|------|---|---|
| 第1音節 | 平坦系列 < 下降系列 ≒ 上昇系列 | 下降系列 < 上昇系列 下降系列 ≒ 平坦系列 平坦系列 ≒ 上昇系列 |
| 第2音節 | 下降系列 < 平坦系列 ≒ 上昇系列 または 下降系列 ≒ 平坦系列 ≒ 上昇系列 | 下降系列 < 上昇系列 ≒ 平坦系列 |

※ ≒ は統計的に有意な差が観察されなかったことを示す

⁷第1音節・第2音節間の撥音は第1音節に、また、第2音節・第3音節間の撥音は第2音節に属すると見なし、前者を第1音節の長音と、後者を第2音節の長音と比較している。

知覚とF0変動の関係を見るための実験を行うなどして、比較のためのデータを蓄積していく必要がある。

ターゲットとなる母音または子音の前後に隣接する部分で生じたF0変動について目を向けてみると、第2音節の撥音の知覚においては、第1音節内のF0上昇の影響を受けなかったのに対し、第2音節母音の長短判断については、第2音節母音における長音の知覚を抑制する形で影響を及ぼしており（本稿知覚実験(1)）、ターゲット以外の部分で生じたF0上昇の影響の出方に長音と撥音で違いが観察される。第2音節母音の方が、第2音節撥音よりも第1音節内でのF0上昇に時間的により近接していることが理由で、第2音節における長音と撥音のF0変動の影響の現れ方の違いが生じたという可能性もありうる。これについては、第2音節母音の長短判断において、第3母音のF0下降も第2音節母音における長音の知覚を抑制する形の影響を及ぼしていることから（本稿知覚実験(1)）、今後、第3母音のF0下降が第2音節撥音の知覚にも影響を与えるかを調べる実験を実施することで確かめることができると思われる。

以上のように、長音と撥音の知覚におけるF0変動の影響については、共通点も一部観察されるが、細かい部分を見ると異なる点や結果が曖昧な点も多く、現時点でははっきりとした結論を出すことは困難である。長音と撥音の知覚において、F0変動がどのような影響を及ぼすのか、また、なぜそのような影響が生じるのかについては、今後、より幅広いデータを収集したうえで検討していく必要がある。

6. 結論

本稿では、語中の長音の知覚においても当該母音内で生じたF0上昇の影響が観察されるか、また、語頭の長音の知覚において、先行研究で扱われた方言（東京方言、愛知方言、三重方言）とは異なる方言においても長音に関するF0変動の影響が観察されるかどうかを調べるため、2つの知覚実験を実施した。その結果、語中の長音の知覚においては、当該母音内でのF0下降の影響が見られるものの、F0上昇の影響は観察されないことが明らかとなった。ただし、語中の母音に隣接する音節の母音において生じたF0上昇については、語中母音の長短判断に影響を及ぼすこともわかった。また、福岡県、熊本県、大分県を中心とする九州方言話者を対象に知覚実験を実施した結果、語頭の長音の知覚においてF0変動の影響が観察されることが明らかとなったが、その傾向は先行研究で指摘されているものとは異なっていた。長音の知覚におけるF0変動の影響の全体像を明らかにするためには、さらなる実験の実施が必要である。

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）・若手（B）「日本語の特殊拍の知覚に対する韻律情報の影響とその習得過程に関する研究」（課題番号：25871012）および基盤研究（B）「データベースと音声実験に基づく音韻知識の計量的・実証的研究」（課題番号：26284059）に関連する研究成果の一部である。

参考文献

- Boersma, P. & Weenink, D. 2012. Praat: doing phonetics by computer. Online: <http://www.praat.org/>
- Inoue, M. 2009. Perception of Japanese quantity by Swedish speaking learners: a preliminary analysis. *Proceedings of the XXIIth Swedish Phonetics Conference (FONETIK 2009)*, 112–115.
- Kinoshita, K., Behne, D. M., & Arai, T. 2002. "Duration and F0 as perceptual cues to Japanese vowel quantity", *Proceedings of the 7th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)*, pp.757-760. Online: http://www.splab.ee.sophia.ac.jp/papers/2002/2002_03.pdf, accessed on 2 Sep, 2009.
- Kubozono, H., Takeyasu, H., Giriko, M., & Hirayama, M. 2011. Pitch cues to the perception of consonant length in Japanese. *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS XVII)*, 1150-1153.
- Kubozono, H., Takeyasu, H., & Giriko, M. 2013. On the positional asymmetry of consonant gemination in Japanese loanwords. *Journal of East Asian Linguistics*, 22(4), 339-371.
- Lehnert-LeHouillier, H. 2007. The influence of dynamic F0 on the perception of vowel duration: cross-linguistic evidence. *Proceedings of ICPhS Saarbrücken*, 16, 757-760.
- Lehnert-LeHouillier, H. 2010. A cross-linguistic investigation of cues to vowel length perception. *Journal of Phonetics*, 38, 472-482.
- Takiguchi, I., Takeyasu, H., & Giriko, M. 2010. Effects of a dynamic F0 on the perceived vowel duration in Japanese. *Proceedings of Speech Prosody 2010 (the 5th International Conference of the Speech Prosody Special Interest Group (SProSIG) of the International Speech Communication Association (ISCA))*[CD-ROM], 100944: 1-4. (pdf: <http://speechprosody2010.illinois.edu/>

papers/100944.pdf)

竹安大 2012a.「F0変動と母音の長短判断について—愛知および三重方言話者の場合—」『Philologia』(三重大学英語研究会), 43, pp.81-93.

竹安大 2012b.「語頭におけるF0変動と母音の長短の知覚」『名古屋芸術大学研究紀要』, 第33巻, 133-139.

竹安大 2014a.「撥音の知覚におけるF0変動の影響: 3音節語の第1・第2音節間の場合」『別府大学紀要』,

第55号, pp.49-57.

竹安大 2014b.「撥音の知覚におけるF0変動の影響: 3音節語の第2・第3音節間の場合」『別府大学日本語教育研究』, 第4号, pp.13-19.

竹安大・儀利古幹雄 2010.「母音の長短の判断における非対称性: 隣接音節の母音持続時間の影響」『音韻研究』(日本音韻論学会編), 開拓社, 第13号, pp.13-20.