

長音と促音の知覚における隣接要素間の同化効果と対比効果*

石橋 頌仁・神谷 祥之介・竹安 大（福岡大学人文学部）

1. はじめに

日本語には母音と子音に音韻的長短の対立が存在し、当該母音または子音の持続時間を主要な手がかりとして音韻的長短の知覚がなされる（藤崎・杉藤 1977）。また、母音や子音の音韻的長短の知覚には、隣接する音節の構造やその構成要素の持続時間、母音の F0、発話速度など、様々な二次的要因が影響することも知られている（関連する先行研究については、Kawahara 2015, Takeyasu & Giriko 2017 等を参照）。本稿では、日本語における母音と子音の音韻長の知覚に関わる二次的要因のうち、隣接する要素間に生じる同化効果と対比効果について論ずる。具体的には、 $C_1V_1C_2V_2$ 構造の 2 音節語において、 V_1 の持続時間と音韻長が C_2 の音韻長の知覚に与える影響と、 C_2 の持続時間と音韻長が V_1 の音韻長の知覚に与える影響について議論する。

1.1. 隣接要素間の同化効果と対比効果：先行研究

本稿では、ある要素が物理的または音韻的に長くなることにより、隣接する要素が音韻的に長いと判断されやすくなることを同化効果と呼び、ある要素が物理的または音韻的に長くなることにより、隣接する要素が音韻的に長いと判断されにくくなることを対比効果と呼ぶこととする。

促音の知覚においては、子音に先行する母音の持続時間が長くなると、その子音は促音だと判断されやすくなる（＝同化効果）ことが知られている（大深他 2005）¹。先行母音が長ければ長いほど同化効果が生じると仮定すれば、子音に先行する母音が長母音のように音韻的にも物理的にも長い場合、後続する子音には促音の知覚が生じやすくなるはずである。しかし、実際には、子音に先行する母音が長母音である（音韻的に長い）と、短母音である（音韻的に短い）場合と比べてその子音は促音だと判断されにくくなる（＝対比効果）ことが指摘されており（詳細は Takeyasu & Giriko 2017 を参照）、話は単純ではない。

Takeyasu & Giriko (2017) では、 $C_1V_1C_2V_2$ 構造の 2 音節語の V_1 と C_2 の持続時間が様々な長さを持つように操作した刺激を用い、被験者に V_1 と C_2 の音韻長に関する 4 択の判断(CVCV, CVVCV, CVCCV, CVVCCV) を求め、先行母音(V_1)の持続時間および被験者によって知覚された先行母音の音韻長が後続子音(C_2)の促音知覚にどのように影響するかを調べる実験を行った。その結果、先行母音の持続時間と、被験者が知覚した先行母音の音韻長の影響は互いに独立して存在しており、前者は同化効果、後者は対比効果をもたらすことが明らかとなった。さらに、Takeyasu & Giriko (2017)の知覚実験では、母音 (V_1) の音韻長の知覚に

* 本研究は福岡大学音声学実験室の研究プロジェクト成果の一部である。

¹ 先行母音持続時間の延長により、促音だと判断されにくくなるという報告もある。関連する先行研究やこうした齟齬が生じる理由については、Takeyasu & Giriko (2017)の議論を参照。

対して、後続子音 (C₂) の持続時間や知覚された音韻長が影響を及ぼし、前者が同化効果、後者が対比効果をもたらすことも示された。しかし、興味深いことに、後続子音の持続時間による同化効果は、後続子音が促音だと判断された場合には生じなかった²。

1.2. Takeyasu & Giriko (2017)の問題点と本研究の目的

Takeyasu & Giriko (2017)の知覚実験は、従来はあまり明確に区別されていなかった持続時間の影響と音韻長の影響を分離することに成功した一例である。しかし、この実験結果が一般性の高いものであると言えるかどうかは注意深く考える必要がある。まず、Takeyasu & Giriko (2017)の知覚実験では、東京方言話者のみが被験者とされており、また、ターゲットとなる語の F0 を平坦に設定した刺激が用いられている。方言によって、特殊拍の持続時間のコントロールが異なる場合があることが指摘されているほか (前川 1997)、東京方言をはじめとする日本語諸方言では、語アクセントによって語内の F0 が変動するのが一般的であることを考えると、東京方言以外の話者を対象とした場合にも、また、語の F0 に変動がある刺激を用いた場合にも、同様の実験結果が得られるとは限らない。

そこで、本研究では、福岡方言話者を対象とし、語の F0 に変動がある刺激を用いた場合にも、Takeyasu & Giriko (2017)が指摘している隣接要素間の同化効果と対比効果が観察されるかどうかを知覚実験を通して明らかにし、Takeyasu & Giriko (2017)の指摘の一般性を検証する。

2. 知覚実験

2.1. 刺激

日本語を母語とする福岡出身の女性に、2 音節の無意味語「パーポ」 (/paRpo/、アクセント型は平板)を、「彼は__と言った。」というキャリア文に入れた状態で、話者にとって普通の発話速度で 10 回ずつ発音してもらった。この中から、言いよどみや雑音の混入がなく、無意味語の各セグメント持続時間がそれぞれの平均値にできるだけ近いトークンを 1 つ選出した。選出したトークンにおける無意味語の各セグメント持続時間は、表 1 の通りであった。

次に、無意味語の/aR/の持続時間およびそれに後続する/p/の閉鎖持続時間と、単語全体の F0 を以下のように操作することにより、「パポ」、「パーポ」、「パッポ」、「パーッポ」のいずれかに聞こえるような刺激音声を作成した。/aR/については、隣接するセグメントとの遷移区間を除いた定常部 (母音開始点から 40 ms ほど経過した時点から 140 ms ほど) を選択し、praat (Boersma and Weenink 2017)の Manipulation 機能を用いてその区間の持続時間を短くすることにより、/a/全体の持続時間を 21 ms 刻みで 186 ms から 60 ms まで 7 段階に設定した。また、/p/の無音区間については、21 ms の無音区間を必要なだけ埋め込むまたは削除することにより、55 ms から 181 ms まで 7 段階に設定した。

² Takeyasu & Giriko (2017)によれば、これは音声産出における母音・子音持続時間の分布と音声知覚が対応しているためだと解釈できる。

さらに、praat の Manipulation 機能を用いて無意味語の F0 を操作し、F0 に関して平坦、上昇、下降の 3 つの系列を作成した。平坦系列では、V₁ の開始時点から V₂ の終了時点まで、有声区間の F0 は 240 Hz に保たれた。上昇系列では、V₁ 開始時点から V₁ 終了時点にかけて F0 が 190 Hz から 240 Hz に上昇し、その後 V₂ 終了時点まで 240 Hz に保たれた。下降系列では、V₁ 開始時点から 40 ms が経過する時点までは F0 が 240 Hz に保たれ、そこから V₂ の終了時点にかけて 240 Hz から 170 Hz まで下降した。なお、録音時点では無意味語が平板型で発音されているため、無意味語に後続する「と言った」は元の音声では F0 が高いまま続いているが、これを下降系列にそのまま接続すると不自然な音声になってしまう。また、キャリア文の F0 が刺激系列によって異なると、平坦、上昇、下降系列の間で異なる実験結果が得られた場合、それがキャリア文の F0 の違いによって生じたという可能性を排除できない。そこで、無意味語に後続するキャリア文の「と言った」の有声区間の開始点から文の終了まで、F0 が 160 Hz から 140 Hz に下降するように設定し、これを平坦、上昇、下降すべての系列で用いることとした。これによって、平坦、上昇系列は尾高型に聞こえることとなった。

以上の操作により、V₁ 持続時間 (7 段階) × C₂ 閉鎖持続時間 (7 段階) × F0 パターン (3 系列) の掛け合わせにより、147 種類の刺激音声を作成した。

表 1: 無意味語の持続時間と刺激の持続時間の設定

	C ₁ (/p/)	V ₁ (/aR/)	C ₂ (/p/)	V ₂ (/o/)
選出したトークン	閉鎖区間: 99 ms VOT: 51 ms	198 ms	閉鎖区間: 76 ms VOT: 16 ms	66 ms
刺激の設定		60 ms ~ 186 ms (21 ms 刻み、7 段階)	55 ms ~ 181 ms (21 ms 刻み、7 段階)	

2.2. 被験者

15 名の福岡在住の日本語母語話者 (20~28 歳) が実験に参加した。被験者は、キャリア文に埋め込まれた状態の無意味語を聞き、それが「パポ」、「パーポ」、「パツポ」、「パーッポ」のいずれに聞こえるかを回答した。刺激は被験者ごとにランダムな順序で計 5 回ずつ提示された。

2.3. 結果と考察

15 名の被験者のうち、実験後の質問紙調査により、高校卒業までに福岡県外で生活した経験があることが判明した 2 名を除く 13 名を分析の対象とした。被験者の回答は、V₁ が音韻的に長い (=長母音である) と判断されたかどうか、また、C₂ が音韻的に長い (=促音である) と判断されたかどうかという点から集計・分析された。以下では、C₂ の音韻長の知覚に対する V₁ の影響、V₁ の音韻長の知覚に対する C₂ の影響の順に結果を提示する。

2.3.1. C₂ の音韻長の知覚に対する V₁ の影響

各 V₁ 持続時間ごとの C₂ 促音判断境界値を probit 分析により求めた結果を図 1(a)に示す。さらに、V₁ が長母音だと判断されたかどうかによってデータをさらに分割した結果が図 1(b)

である。図 1(b)より、V₁ が短母音だと判断された場合も長母音だと判断された場合も、V₁ 持続時間が長くなるほど促音判断境界値が下がっていく様子が見て取れる。また、V₁ 持続時間が同じであれば、V₁ が長母音だと判断された場合の方が促音判断境界値が高くなることがわかる。これらは、Takeyasu & Giriko (2017)で報告されているのと同様の傾向であると言える。一方、F0 系列間の差については、全体として平坦系列の促音判断境界値が高めで、上昇系列の促音判断境界値が低めであるように見えるが、V₁ の音韻長によっても F0 系列の影響の現れ方が異なっているようであり、一般化することが難しい。

被験者の C₂ 音韻長の判断を 2 値の従属変数（非促音(0); 促音(1)）、C₂ 持続時間（連続変数）、V₁ 持続時間（連続変数）、V₁ 音韻長（名義変数: 短母音(0); 長母音(1)）、F0 の系列（名義変数: 平坦(0)、上昇(1)、下降(2)）を独立変数とするロジスティック回帰分析の結果、V₁ の音韻長×F0 の系列の交互作用が強いことが明らかとなったため、F0 系列ごとにデータを分割して再度ロジスティック回帰分析を実施した。その結果、いずれの F0 系列においても V₁ 持続時間が長いほど促音判断率が上がる（促音判断境界値が下がる）こと、また、V₁ が長母音だと判断されると促音判断率が下がる（促音判断境界値が上がる）ことが明らかとなった（いずれの要因も 0.1% 水準で有意。紙面の都合上、偏回帰係数や Wald χ^2 の値は省略する。）。つまり、V₁ 持続時間の影響は同化効果的、V₁ の音韻長は対比効果的であり、本研究の実験においても、Takeyasu & Giriko (2017)で報告されているのと同様の結果が得られたことになる。

また、F0 系列間の結果を比較するため、V₁ が短母音だと判断されたものと、長母音だと判断されたものにデータを分割し、F0 系列を独立変数に含めたロジスティック回帰分析を行い、オッズ比に基づいて 3 系列間の多重比較を行ったところ、V₁ が短母音だと判断された場合には平坦系列と下降系列の間に有意な差が見られ ($p < 0.001$)、下降系列の方が促音だと判断されやすかった。それに対して、V₁ が長母音だと判断された場合には、平坦系列と上昇系列の間、および下降系列と上昇系列の間に有意な差が見られ(いずれも $p < 0.001$)、上昇系列は他の系列よりも促音だと判断されやすいことが明らかとなった。F0 に下降があるとそうでない場合と比べて促音の判断が促進される（V₁ が短母音だと判断された場合）という点では、Kubozono et al. (2013)で報告されているのと同様の傾向が観察されたと言えるが、V₁ が長母音だと判断されると F0 変動の影響の現れ方が変わってしまう理由については、現時点では明確な回答を出すことは難しいため、今後の検討課題としたい。

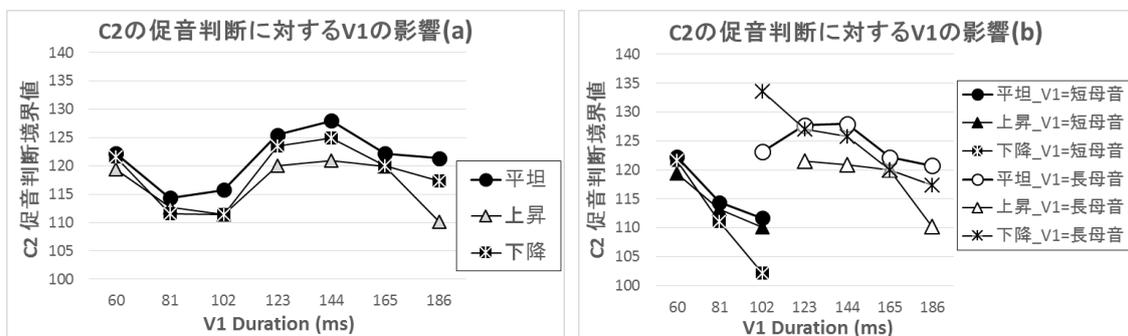


図 1: C₂ の促音判断に対する V₁ の影響---V₁ 音韻長によりデータを分けない場合(a)と分けた場合(b)

2.3.2. V₁の音韻長の知覚に対するC₂の影響

各C₂持続時間ごとのV₁長音判断境界値をprobit分析により求めた結果を図2(a)に示す。さらに、C₂が促音だと判断されたかどうかによってデータをさらに分割した結果が図2(b)である。図2(b)より、C₂が非促音だと判断された場合には、C₂持続時間が長くなるほど長音判断境界値が下がっていく様子が確認できるが、C₂が促音だと判断された場合にははっきりとした傾向が確認できない。C₂が非促音と判断されるか促音と判断されるかによって、V₁の音韻長に対するC₂持続時間の影響の現れ方が異なることは、Takeyasu & Giriko (2017)で報告されているのと同じ傾向である。また、C₂持続時間が同じであれば、C₂が促音だと判断された場合の方が長音判断境界値が高くなっており、この点においても、本研究の実験結果はTakeyasu & Giriko (2017)の実験結果とよく似た傾向を示している。一方で、F0系列間の差については、全体にC₂の音韻長に対するV₁の影響で見られたのとは異なる結果となっているだけでなく、C₂の音韻長によってもF0系列の影響の現れ方が異なっており、やはり単純な一般化をすることが難しい。

被験者のV₁の音韻長の判断を2値の従属変数（短母音(0); 長母音(1)）、V₁持続時間（連続変数）、C₂持続時間（連続変数）、C₂音韻長（名義変数: 非促音(0); 促音(1)）、F0の系列（名義変数: 平坦(0)、上昇(1)、下降(2)）を独立変数とするロジスティック回帰分析の結果、複数の交互作用が強く働いていることが明らかとなったため、F0系列ごと、また、C₂音韻長ごとにデータを分割して再度ロジスティック回帰分析を実施した。その結果、いずれのF0系列においてもC₂が促音だと判断されると長音判断率が下がる（対比効果が生じる）傾向が見られた（上昇系列のC₂音韻長は10%水準、それ以外はすべて0.1%水準で有意）。一方、C₂持続時間については、C₂が非促音だと判断された場合にはどの系列においても同化効果（C₂持続時間が長いほど長音判断率が上がる）を示したのに対し（いずれの系列でも $p < 0.001$ ）、C₂が促音だと判断されると、系列によってC₂持続時間の効果が有意でなかったり、同化効果ではなく対比効果を示したりするなど、一貫した傾向が見られなかった。C₂の音韻長が対比効果を示すという点と、C₂が促音だと判断されるとV₁の音韻長判断に対してC₂持続時間の同化効果ははっきりとは生じなくなるという点で、本研究の実験結果においてもTakeyasu & Giriko (2017)の報告と類似した結果が得られたと言える。

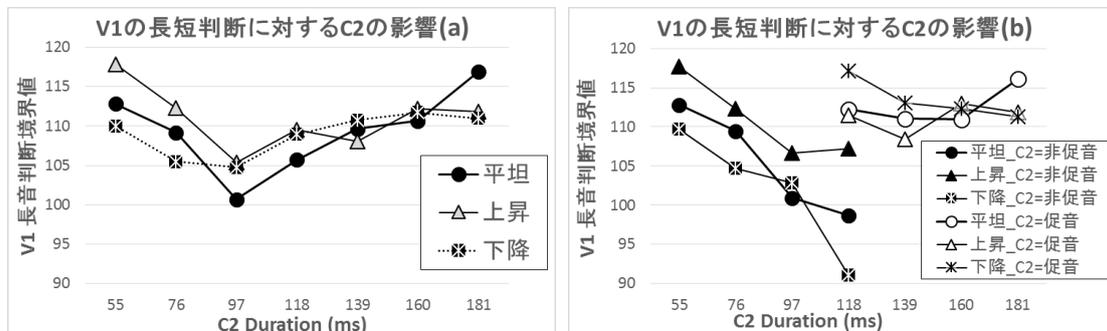


図2: V₁の長音判断に対するC₂の影響---C₂音韻長によりデータを分けない場合(a)と分けた場合(b)

また、F0 系列間の結果を比較するため、C₂ が非促音だと判断されたものと、促音だと判断されたものにデータを分割し、F0 系列を独立変数に含めたロジスティック回帰分析によりオッズ比に基づいて 3 系列間の多重比較を行ったところ、C₂ が非促音だと判断された場合には平坦系列と上昇系列の間と、下降系列と上昇系列の間に有意な差が見られ（それぞれ $p < 0.001$ ）、平坦系列と下降系列の間には 10%水準で有意な傾向が見られた。以上の結果を図の判断境界値と合わせて判断すると、上昇系列は最も V₁ が長母音だと判断されにくく、下降系列が最も長母音だと判断されやすいと解釈できる。これは、Takiguchi et al. (2010)において F0 変動と長音の知覚の関係として指摘されているのと同様の傾向を示すものである。その一方で、C₂ が促音だと判断された場合にはいずれの F0 系列の間にも有意な差が見られなかった。なぜこのように F0 変動の影響の現れ方が異なって来るのかについては、やはり現時点では明確な回答を出すことは難しく、稿を改めて検討したい。

3. 結論

本稿では、Takeyasu & Giriko (2017)が報告した隣接要素間の同化効果と対比効果が、彼らの知覚実験とは別の方言話者に、F0 に変動のある語を刺激として用いた場合にも観察されるかどうかを明らかにすることを目的として、福岡方言話者に対して、平坦、上昇、下降の 3 つの F0 パターンを持つ刺激を用いた知覚実験を実施した。知覚実験の結果、東京方言以外の話者においても、また、F0 に変動のある語を刺激として用いても、ある要素の持続時間や音韻長が、隣接する要素に対してそれぞれ同化効果と対比効果を及ぼすことが明らかとなった。

参考文献

- 大深悦子・森庸子・桐谷滋 (2005) 「促音の知覚に対する先行・後続母音長の影響」『音声研究』第 9 巻第 2 号, 59-65.
- 藤崎博也・杉藤美代子 (1977) 「音声の物理的性質」『音韻 (岩波講座 日本語 5)』pp.63-106. 岩波書店.
- 前川喜久雄 (1997) 「日韓対照音声学管見」『日本語と外国語との対照研究 IV 日本語と朝鮮語 (下)』(国立国語研究所編), pp.173-190. くろしお出版.
- Boersma, Paul and David Weenink (2017). Praat: doing phonetics by computer (Version 6.0.28) [Computer program]. <http://www.praat.org/>
- Kawahara, Shigeto (2015) The phonetics of sokuon, or geminate obstruents. Haruo Kubozono (Ed.) *Handbook of Japanese Phonetics and Phonology*. pp.43-77. Berlin: Walter de Gruyter.
- Kubozono, Haruo, Hajime Takeyasu, & Mikio Giriko (2013). On the positional asymmetry of consonant gemination in Japanese loanwords. *Journal of East Asian Linguistics*. 22(4). pp.339-371.
- Takeyasu, Hajime & Mikio Giriko (2017) Effects of duration and phonological length of the preceding/following segments on perception of the length contrasts in Japanese. Haruo Kubozono(Ed.) *The Phonetics and Phonology of Geminate Consonants*. pp.85-117. Oxford: Oxford University Press.
- Takiguchi, Izumi, Hajime Takeyasu, & Mikio Giriko (2010) Effects of a dynamic F0 on the perceived vowel duration in Japanese. *Proceedings of Speech Prosody 2010* [CD-ROM], 100944: 1-4.