

日本語母語話者によるバブルノイズ下の母音間英語子音知覚

——英語習熟度と子音知覚の相関関係——*

増田斐那子*¹ 荒井隆行*² 川原繁人*³

キーワード 第二言語音声知覚, 習熟度, 英語子音, 雑音, 日本語母語話者

L2 perception, Proficiency, English consonants, Background noise, Native Japanese listeners

1. はじめに

本稿の目的は, 日本人英語学習者及び英語母語話者の雑音下における英語子音知覚能力を調査することである。我々は日常生活において, 雑音や残響の中で音声の聞き取りを行っており, そのような環境で重要な情報を聞き取ることはたとえ母語話者であっても困難となり得ることは多くの先行研究によって明らかになっている [1, 2]。このような現象は特に非母語話者に多く観察され, 外国語習熟度が上級レベルにある学習者であっても母語話者と同レベルで聴取できないことが指摘されている [3, 4]。しかし, 外国語習熟度の測定は多岐に渡り, 測定法によって結果が大きく異なると Harley *et al.* [5] は指摘している。本研究では, TOEIC[®] の点数, 及び英語圏在住経験 (月数) を日本人英語学習者の英語習熟度測定に用いる。

外国語音声の聞き取りは, 雑音や残響などの外部要因のみならず, 学習者の母語の音韻体系も影響する。本稿で調査の対象とする聴取者グループはアメリカ英語母語話者と日本語母語話者 (非英語母語話者) である。アメリカ英語は子音音素 /p b t d k g tʃ dʒ m n ŋ f v θ ð s z ʃ ʒ h ɹ j w l/ が 24 個あるのに対し, 日本語は 16 個 /p b t d k g ts n m n ɾ s z h j w/ であると見

なすことができる [6]。従って, 8 個のアメリカ英語子音は日本語母語話者の音韻体系に存在せず, 日本語母語話者が英語の /ɹ/-/l/ を日本語の /ɾ/ として知覚する傾向があるように [7], 日本語に存在しない音素は存在する音素と同化して知覚する傾向がある [8]。このような理由から多くの日本語母語話者にとって一部のアメリカ英語子音の知覚は困難となるが, 日本語母語話者の英語習熟度が英語子音の知覚にどのような影響を及ぼすか, その全貌はまだ明らかになっていない。例えば, Takata & Nabelek [9] の研究で調査の対象となっている日本語母語話者の英語は「流暢」とあるが, 理由として実験時に参加者が米国に在住していたことと雑音のない聴取環境で高得点を取っていることが挙げられている。これが一つの指標となるのは間違いないが, 他の要因も検討する余地があると考えられる。本研究では, TOEIC[®] と英語圏在住経験 (月数) といった数値化された指標を用いて分析を行った。

筆者らは, 雑音や残響を含んだより実環境に近い聴取環境下において, 異なる英語習熟度を持つ日本語母語話者による英語音声聴取の傾向を調査している [10-12]。その一環として本稿では, 英語子音知覚に対する習熟度の影響を探るため英語・日本語母語話者を対象に聴取実験を行い, 日本語母語話者の雑音下における英語子音聴取結果を, 1) TOEIC[®] の点数, 及び 2) 英語圏在住経験の 2 要因を用いて分析を行い, 更に英語母語話者と TOEIC[®] の点数でグループ分けをした日本語母語話者の異聴傾向を考察する。TOEIC[®] は現在, 多くの大学で英語能力を判定する基準する一つの指標となっているため, 学習者の英語習熟度を測定する方法として用いる。また, 英語圏に在住経験のある学習者は在住経験のない学習者と比較して, 雑音を含む日常生活における英語音声聴取の必要性が高く, 多少劣悪な環境であっても聴取能力が高い傾向にあると考え, 英語圏在住経験 (月数) が雑音下における英語音声聴取と相関関係にあるか調査した。そして全体的正答率のみでは観

* Identification of English consonants in intervocalic contexts in multispeaker babble noise by Japanese listeners: Correlation between English proficiency and consonant identification ability,

本研究は筆者らが 2012-2013 年の間に日本音響学会研究発表会で行った発表 [10, 11] に更なる分析を加えたものである。

by Hinako Masuda, Takayuki Arai and Shigeto Kawahara.

*¹ 早稲田大学理工学術院

*² 上智大学理工学部

*³ 慶應義塾大学言語文化研究所

(問合先: 増田斐那子 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院
e-mail: h-masuda@aoni.waseda.jp)

(2013年10月15日受付, 2014年1月20日採録決定)

察できない学習者の母語の影響について考察するため、本稿では2要因に加えて、異聴傾向も分析対象とした。

2. 聴取実験

2.1 実験参加者

本実験には、日本語母語話者23名、及びアメリカ英語母語話者12名、合計35名の若年健聴者(20代～30代)が参加した。日本語母語話者は日本の大学に通う大学生、英語母語話者は日本又は米国の大学に通う大学生とした。日本語母語話者全員、及び一部の英語母語話者は実験参加の代償として数百円相当の文具が受け渡されたが、一部の英語母語話者にはなかった。

2.2 刺激音

本実験では、[ŋ]を除くアメリカ英語の23子音[p b t d k g tʃ dʒ m n f v θ ð s z ʃ ʒ h ɹ j w l]をそれぞれ[aCa](C:ターゲット子音)コンテキスト内に埋め込み、背景雑音なし・ありの環境下で参加者に提示した。刺激音[aCa]が始まる1秒前から終わる1秒後までの区間に渡って雑音を重畳した。背景雑音には、先行研究[2]で母語話者・非母語話者間で最も差が生じた複数の話者によるバブルノイズ[13]を用いた。このノイズは、外国語学習者が日常生活で遭遇することが多いであろう聴取環境を想定したもので、長時間スペクトル及び時間的変動が人の音声に近い。重畳したバブルノイズは刺激音ごとに異なった。

刺激音は日英バイリンガル話者(女性)による発話をデジタルサウンドレコーダ(Marantz PMD 660)及びマイクロホン(SONY ECM-23F5)を用い、サンプリング周波数48kHzで録音し、録音後16kHzにダウンサンプリングした。刺激音は、雑音のない条件を先に聴取することで生じる学習効果を避けるため、1)雑音あり(Signal-to-Noise Ratios = 0dB, 5dB, 10dB)(以下, SNR), 2)雑音なしの順番で提示した。すべての試行は雑音あり・なしのセッション内でランダムに提示した。本研究では母語話者・非母語話者どちらも同じ刺激音を用いた実験に参加しているため、両グループの比較は可能であるが、子音ごとに重畳されたバブルノイズが異なるため子音同士の比較には注意が必要である。

2.3 実験手順

参加者はヘッドホン(STAX SR-303, 又はSTAX SRM-323A, 一部の英語母語話者はSennheiser HD280 Pro), 及びUSBオーディオアンプ(ONKYO MA-500U)を介して刺激音を聴取した。一部の英語母語話者はMacコンピュータから直接刺激音を聴取した。実験手順の確認を行うため、すべての参加者は練習問題23試行(SNR 3条件 × 6子音+雑音なし条件5子音)

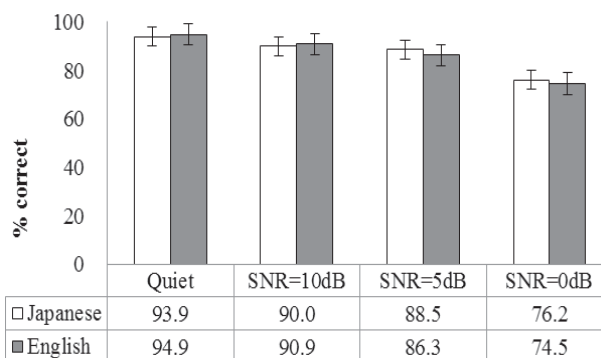


図-1 日本語母語話者及び英語母語話者の平均正答率(%), 及び標準誤差

を行った上で本実験460試行に進んだ(23子音 × 聴取環境4条件 × 5回繰り返し)。練習問題, 本実験, ともに回答の正誤フィードバックはなかった。参加者は提示された音声を聴き, 聴こえた音声と最も近い子音をパソコン上の実験インタフェースに表示された23子音から選択して回答した。すべての実験手続きにはPraat[14]を用いた。

3. 結果

3.1 全体的結果

日本語母語話者及び英語母語話者の平均正答率を図-1に示す。SNRが低下すると共に正答率が低下する現象は二つのグループ間に共通した。両グループともにSNR = 0dBの条件下で正答率が最も低くなり、先行研究[1, 2]の結果と同様に非母語話者のみならず母語話者も雑音の影響を受けることが確認された。聴取者の母語が正答率に与える影響を分析するために、分散分析を行った。その結果、聴取環境の主効果が有意であった($F(3, 132) = 36.28, p < 0.01$)が、聴取グループの主効果は有意でなかった($F(1, 132) = 0.11, p = 0.73$)。聴取グループと聴取環境の交互作用に有意差は認められなかった($F(3, 132) = 0.37, p = 0.77$)。

また、Tukey-Kramer法による多重比較検定により、雑音なし・SNR = 10dB, 及びSNR = 10dB・SNR = 5dBでは有意差が認められなかったが、それ以外の聴取条件間(雑音なし・SNR = 5dB, 雑音なし・SNR = 0dB, SNR = 10dB・SNR = 0dB, SNR = 5dB・SNR = 0dB)では有意差が認められた($p < 0.01$)。この結果より、全子音における平均正答率のみでは母語話者・非母語話者における違いを本実験で用いた方法では観察することが出来ることが明らかになった。

3.2 日本語母語話者の英語習熟度

3.2.1 TOEIC®の点数

日本語母語話者の中でTOEIC®受験経験者($N =$

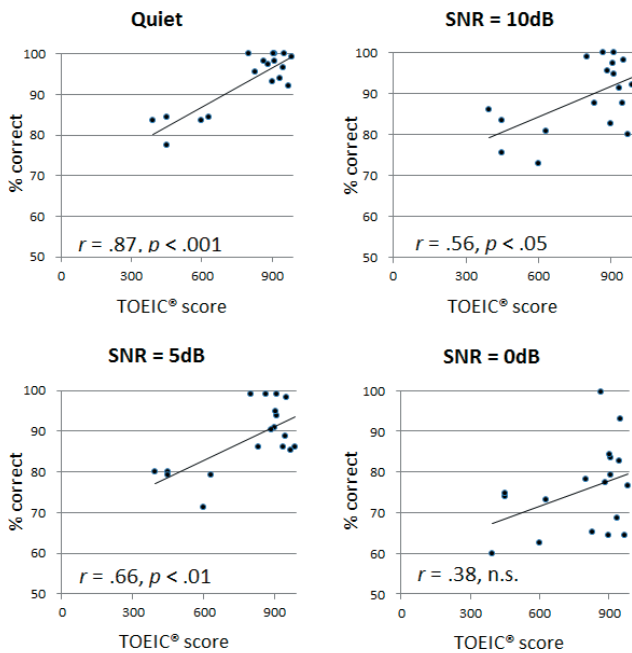


図-2 日本語母語話者の TOEIC® 点数と聴取環境における正答率の散布図

18) の各聴取環境における点数と正答率の散布図, 相関係数 r 値, 及びその有意度を図-2 に示す。TOEIC® の点数と四つの聴取条件すべての間に正の相関関係が認められた。相関関係は雑音のない環境で最も強いが, SNR = 0 dB のときに相関が弱くなり, 有意でなくなることが見て取れる。つまり, 雑音がない環境であれば TOEIC® の点数が高いほど正答率は有意に高いが, ターゲットと雑音が同じ音量になった場合 (SNR = 0 dB), たとえ TOEIC® で高得点を取っていたとしても, 本実験の正答率には統計的な相関が観察されないことが分かった。

3.2.2 異聴傾向

更に詳細に分析を行うため, 英語母語話者, 及び日本語母語話者の異聴傾向の分析を行った。正答率に TOEIC® の点数が影響していたことを踏まえ, 日本語母語話者を TOEIC® の点数に応じて「TOEIC® 800 点以上」($N = 15$) (以下, 上級学習者と呼ぶ) と「TOEIC® 800 点以下」($N = 8$) (以下, 中級学習者と呼ぶ) の二つのグループに細分化した。それぞれのグループの異聴傾向を分析した結果, 三つのグループ間で最も大きく差が現れるのが /l/ の正答率と異聴傾向であった。英語母語話者, 及び上級学習者は SNR = 0 dB における正答率はそれぞれ 60.0% と 30.8%, その他の聴取条件では英語母語話者は 90% 前後以上, 上級学習者は 75% 前後以上であったのに対して, 中級学習者は雑音のない条件下であっても正答率が 48.0%, SNR = 10 dB 及び 5 dB で 52.0%, SNR = 0 dB では 16.0% まで低下した。この結果から, 英語習熟度が上がると共に /l/

の正答率も高くなることが分かる。また, 最も多い異聴は英語母語話者が SNR = 0 dB で /l/ から /m/, 上級学習者及び中級学習者は共通して SNR = 0 dB 以外では /l/ から /ɪ/, SNR = 0 dB では /w/ に異聴した。従って, /l/ の正答率には英語習熟度, 異聴傾向には母語の影響が認められた。

3.2.3 英語圏在住経験の有無

本実験データセットにおいては日本語母語話者の英語圏在住経験の有無は正答率と相関がなかった。日本語母語話者の英語圏在住経験 (月数: 0~51 か月) と正答率の相関係数はそれぞれの聴取条件において, 雑音なし ($r = 0.19$), SNR = 10 dB ($r = -0.08$), SNR = 5 dB ($r = 0.00$), SNR = 0 dB ($r = -0.18$) であり, すべての条件下で有意差は認められなかった。従って, 英語圏在住経験 (月数) は雑音あり・なしに関わらず, 本実験では非母語話者の知覚と相関関係が弱いことが分かった。この結果から, 英語圏在住経験を要因とする際には在住の長さだけでなく, 在住時の英語インプットの質を考慮する必要があることが示唆された。

4. 考 察

日本語母語話者, 及び英語母語話者が雑音あり・なしの条件下で 23 個の英語子音を聴取した結果, 二つの聴取グループ間に有意差が認められなかった。本実験に参加した日本語母語話者と英語母語話者の正答率が近似した原因として, 一部の英語母語話者が謝礼の受け取りをしていないために生じたモチベーションの低下, また日本語母語話者の TOEIC® 点数の内訳が高得点者の方が多かったことが考えられる。

日本語母語話者の TOEIC® の点数と正答率の間で相関が最も強く現れ, 有意差が認められたのは雑音のない, 又は雑音が比較的少ない聴取条件下であり, SNR = 0 dB 条件下では有意差が認められなかった。これは, TOEIC® 高得点取得者, いわゆる英語習熟度が高いと言われる学習者であっても, 雑音が多い日常生活では一部の英語子音の聞き取りが困難となる可能性があることを意味する。つまり, 雑音のある環境でも聞き取れるようになるためには TOEIC® 点数の高低に関わらず雑音下における聴取訓練が必要であることが示唆された。

また, 本研究では, 英語圏在住経験を持たない 0 か月を含めた分析を行ったが, 日本語母語話者の海外在住月数と正答率の間には相関関係が認められず, 今回のデータセットにおいて英語圏在住月数は正答率に影響しない結果となった。海外在住経験に関する先行研究の多くは, 外国語音声知覚に与える海外在住経験の長さ (LOR: length of residence) の影響を調査し, また

その影響が少ないことを指摘しているが [9], この傾向は雑音下における非母語音声知覚にも当てはまることが確認された。ただし, 在住時の英語インプットの質までは考慮しておらず, 在住時にどのようなインプットがあったかを詳細に調査することでよりはっきりした傾向が見出せる可能性がある。

中級学習者には雑音の有無に関わらず /ʒ/ と /ʒ/ を混同, /z/ を /ð/ と異聴する傾向が特有に見られた。また, 上級学習者においては SNR = 0 dB で /b/ 及び /ɔ/ の正答率が低下した。このような結果は, 英語習熟度が異なる日本人英語学習者は聴取条件や音素によって異なる訓練が必要であることを示唆している。例えば, 中級学習者は /ʒ/, /ɔ/, /l/, /z/ の音素に関しては雑音の有無に関わらず聴き取りが困難であるため, まずは雑音下に先立って雑音のない環境で聴取訓練を行う必要があると考えられる。また, 上級学習者であっても雑音が多い環境では中級学習者と同様に /b/, /ɔ/ の正答率が低下するため, 雑音下で聴取できるよう訓練を行う必要がある。

5. ま と め

雑音下における英語母語話者及び日本語母語話者の 23 個の英語子音聴取を調査した結果, 全子音の平均正答率において英語母語話者・日本語母語話者間に, また日本語母語話者の英語圏在住経験と正答率の間に有意差は確認されなかった。しかし, TOEIC[®] の点数をもとに日本語母語話者の結果を詳細に分析した結果, TOEIC[®] の点数と正答率に相関関係が見られ, また異聴傾向にも英語習熟度及び母語の影響が確認された。TOEIC[®] で高得点を取っている日本人英語学習者でも雑音下においては TOEIC[®] の点数が低いグループと同様に聴取訓練が必要であることを本稿から得られた結果は示唆している。

本研究では, 英語非母語話者の英語習熟度を測定する方法として TOEIC[®] の点数と英語圏在住経験を用いた。英語圏在住時の英語インプットの質や英語学習開始年齢など, 他の要因も結果に影響する可能性は高く, 今後さらなる分析が必要と思われる。

雑音下における音声聴取は, 雑音がない環境に比べて聴取者が手掛かりとする音響的キューが少ない。非母語話者の場合, 音響的キューが少ないほど聴取が難しくなる。異なる習熟度を持つ非母語話者がどのような音響的キューを用いて聴取しているか, 本研究で得られた結果をもとに調査を行うことは今後の課題としたい。

謝 辞

本研究は科研費 24820043 の助成を受けて行われた。

一部の英語母語話者のデータ収集を行った Rutgers 大学音声学研究室のリサーチアシスタント, 有益なコメントをくださった査読者 2 名に感謝の意を表す。

文 献

- [1] A. Cutler, A. Weber, R. Smits and N. Cooper, "Patterns of English phoneme confusions by native and non-native listeners," *J. Acoust. Soc. Am.*, **116**, 3668–3678 (2004).
- [2] M.L. Garcia Lecumberri and M. Cooke, "Effect of masker type on native and non-native consonant perception in noise," *J. Acoust. Soc. Am.*, **119**, 2445–2454 (2006).
- [3] M. Florentine, "Non-native listeners' perception of American-English in noise," *Proc. Inter-noise 85*, pp. 102–104 (1985).
- [4] L.H. Mayo, M. Florentine and S. Buus, "Age of second-language acquisition and perception of speech in noise," *J. Speech Lang. Hear. Res.*, **40**, 686–693 (1997).
- [5] B. Harley, J. Cummins, M. Swain and P. Allen, "The nature of language proficiency," in *The Development of Second Language Proficiency*, B. Harley, P. Allen, J. Cummins and M. Swain, Eds. (Cambridge University Press, Cambridge, 1990), pp. 7–25.
- [6] Handbook of the International Phonetic Association, *A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet* (Cambridge University Press, Cambridge, 1999).
- [7] K. Miyawaki, W. Strange, R. Verbrugge, A. Liberman, J. Jenkins and O. Fujimura, "An effect of linguistic experience: The discrimination of [r] and [l] by native speakers of Japanese and English," *Percept. Psychophys.*, **18**, 331–340 (1975).
- [8] C.T. Best, "A direct realist view of cross-language speech perception," in *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-language Research*, W. Strange Ed. (York Press, 1995), pp. 171–204.
- [9] Y. Takata and A.K. Nabelek, "English consonant recognition in noise and in reverberation by Japanese and American listeners," *J. Acoust. Soc. Am.*, **88**, 663–666 (1990).
- [10] H. Masuda and T. Arai, "Perception of /r/ and /l/ in quiet and multi-speaker babble noise by Japanese and English native listeners," *Proc. Spring Meet. Acoust. Soc. Jpn.*, pp. 477–480 (2012).
- [11] H. Masuda and T. Arai, "Perception of voiced English consonants in quiet and multi-speaker babble noise by Japanese and English native listeners," *Proc. Autumn Meet. Acoust. Soc. Jpn.*, pp. 361–364 (2012).
- [12] H. Masuda, T. Arai and S. Kawahara, "Preliminary analysis on the identification of English consonants in noise and/or reverberation by native Japanese and English listeners," *Proc. Autumn Meet. Acoust. Soc. Jpn.*, pp. 417–420 (2013).
- [13] A. Varga and H.J.M. Steeneken, "Assessment for automatic speech recognition: II. NOISEX-92: A database and an experiment to study the effect of additive noise on speech recognition systems," *Speech Commun.*, **12**, 247–251 (1993).
- [14] P. Boersma and D. Weenink, "Praat: doing phonetics by computer [Computer program]," <http://www.praat.org/> (参照 2013-02-02).