

雑音下の米語 /r/-/l/ 知覚について*

山崎法子, 上田和夫 (九州芸工大), 山田玲子, 駒木亮 (ATR)

1. はじめに

音声の知覚は, 雑音によって妨害を受ける. これまでに, 雑音下の単語の明瞭度は, (1) 音素, 音声の持続時間や音声の基本周波数に依存する, (2) 文脈による予測性に影響される, (3) 親密度の高い単語ほど聞きとりやすい, (4) 非音声のランダム雑音よりも, 複数の音声からなるバブルノイズの方が妨害効果が大い, といったことが明らかになっている (Kalikow, Stevens and Elliott, 1977). また, 母語よりも非母語の聞きとりのほうが, 雑音による妨害を受けやすいことがわかっている.

本研究の最終目的は, 日本語話者に対してもっとも有効な, 耐雑音性の高い英語知覚訓練法を開発することである. そのためには, 英語話者と日本語話者の, 英語知覚における耐雑音性のちがいを明らかにしなければならない.

しかし, 日本語話者の雑音下での英単語知覚について, SN 比を系統的に操作し, 英語話者との正答率の違いを調べた研究は行われていない.

そこで, 上田らは, 雑音下の英単語 /r/, /l/ 知覚について, SN 比を操作し, 米語話者と日本語話者の正答率の違いを調べた (上田, 山田, 駒木, 2001a,b). 本研究は, この研究を拡張したものである.

2. 目的

上田ら (2001a,b) の実験は, 信号のみの条件と SN 比を +12 から -12 dB まで操作した条件で行われた. その結果, (1) 一番 SN 比が低い条件での, 米語話者の同定正答率が 80% 以上であり, 雑音がどのように子音知覚に影響を与えているのか, 詳しく分析することが難しい, (2) 雑音

のない条件での, 日本語話者の /r/-/l/ 同定正答率が全体に低く (約 65%), SN 比が低くなることの効果を調べにくい, ということがわかった.

そこで, これらの点を考慮して今回の実験は, (1) SN 比を +9 から -12 dB まで 6 dB ステップで操作し, (2) 日本語話者に関して, 本実験の前に /r/-/l/ 同定のスクリーニングテストを行い, 正答率でグループ分けをして, 雑音の影響を見ることにした.

3. 実験

3.1. 刺激

実験に用いた英単語は, それぞれの話者内で /r/, /l/ だけが入れかわった英単語対である. これらは, /r/, /l/ の単語内における位置と, 前後の子音の有無により, 5 カテゴリーに分類される (Table 1).

スクリーニングテストの刺激には, /r/, /l/ の各位置について 5 対ずつ, 米国人話者 2 名 (男女各 1 名) が発話した, 100 単語を使用した. また, 本実験には, スクリーニングテストの話者とは異なる, 米国人話者 4 名 (男女各 2 名) が発話した英単語 116 単語を使用した. どちらも, サンプリング周波数 22.05 kHz, 16 bit 量子化で収録された.

各単語音声を, アダプタ (STAX, SRM-1/MK2pp) およびヘッドフォン (STAX, SR Lambda Signature) を通じて出力したときの音圧の最大値が, 64.0 dB となるように振幅を調整した.

ノイズジェネレーター (B&K, Type 1049) で生成した白色雑音を, 本実験に用いる音声に付加した. 雑音は, 音声よりも前後 200 ms ずつ長い持続時間のものを重ね合わせた. SN 比は +9 から -21 dB まで 6 dB ステップで操作した.

同様に, /d/-/k/ などの子音対の filler (FL) 刺激も作成した. FL 刺激のみ, 10 kHz サンプリング, 12 bit 量子化で収録されたものを用いた. FL 刺激に用いた子音対は,

*Identification of English /r/-/l/ under noise.
By Noriko Yamasaki, Kazuo Ueda (Kyushu Institute of Design), Reiko Akahane-Yamada, and Ryo Komaki (ATR).

/d/-/k/, /d/-/n/, /g/-/m/, /h/-/s/, /m/-/p/の5対, 合計10単語であった。

3.2. 実験条件

以下の3要因を操作した。(1)SN比(雑音のない条件を含む),(2)単語内の位置および前後の子音の有無(FL条件を含む),(3)実験参加者の母語。

3.3. 実験参加者

米語話者としてアメリカ人14名,海外に長期滞在経験をもたない日本語話者として,九州芸術工科大学学生23名が実験に参加した。全員正常な聴力を持つことを確認した。

3.4. 実験方法

刺激は,ヘッドフォン(STAX, SR Lambda)で実験参加者の両耳に呈示した。米語話者の実験は,ATR先端情報科学研究部の防音室にて,ノートブックパソコン(IBM, ThinkPad600)またはSoundBlaster 64 Goldを内蔵したIBM PC/AT互換機を用いて行った。日本語話者の実験は,九州芸術工科大学大学院芸術工学研究科応用情報伝達講座の防音室でノートブックパソコン(IBM, ThinkPad600)を用いて行った。

3.5. 実験手続き

日本語話者には,実験の最初にスクリーニングテスト100試行を実施した。現段階では,実験参加者の数が少ないため,スクリーニングテストの結果による実験参加者の選別は,行っていない。

実験参加者には,呈示された音声,コンピューターの画面に表示された単語対のどちらであったかを,マウスを操作して回答するよう教示した。

刺激は,それぞれSN比ごとにブロック化された(合計7ブロック)。SN比の順序は,実験参加者ごとにランダム化された。また,話者の順序は固定されたが,話者ブロック内の刺激の呈示順序は実験参加者ごとにランダム化された。

各SN比ブロックの最初のセッションでは,FL条件による練習試行を10試行行った。

4. 実験結果

日本語話者のスクリーニングテストの成績を,Table 2に示す。全体の成績平均は,70.3点,標準偏差は,9.91点であった。

得られた正答率を,Fig. 1に示す。Fig. 1で,/r/-/l/の単語内における位置と前後の子音の有無については,試行数によって重み付き平均されたデータを表示している。

また,単語内の位置による正答率の違いを表すデータを,Fig. 2に示す。

実験結果は次のようにまとめられる。

(1)米語話者の耐雑音性は,子音の種類や位置によらず高い。(2)日本語話者の耐雑音性は,/d/, /k/などに関しては米語話

TABLE 1. Consonant position and the number of words used in the experiment trials.

Consonant position	Example	Number of words
語頭単独音 (Initial Singleton: IS)	Right, Light	20
語頭重子音 (Initial Cluster: IC)	Breed, Bleed	24
語中 (Medial: M)	Correct, Collect	16
語尾重子音 (Final Cluster: FC)	Cord, Cold	24
語尾単独音 (Final Singleton: FS)	War, Wall	22

TABLE 2. Frequency distribution of the screening-test scores for native Japanese speakers.

Range of the scores	Frequency
50-59	2
60-69	10
70-79	8
80-89	2
90-99	0
100	1
n=23	

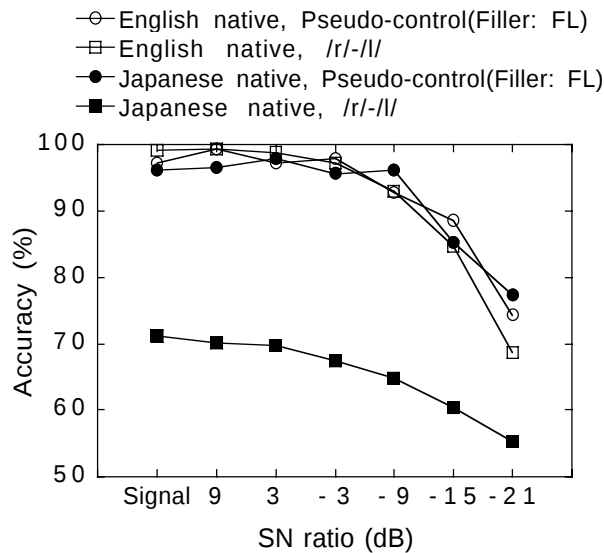


FIG. 1. Accuracy of consonant identification by native English speakers and native Japanese speakers.

者と変わらない。(3) 日本語話者の/r/, /l/ 同定成績は全体に低く, 雑音の付加によりさらに低下する。

これらの結果は, 上田ら (2001a,b) の研究の結果と一致する。

本研究では, 上田ら (2001a,b) の実験よりも, さらに SN 比の低い条件をもうけたことにより, 米語話者についても雑音がもっとも大きい条件で, 70%前後の正答率のデータが得られた。その結果, 米語話者の子音知覚に対して, 雑音が付加されると, IS, FS 条件の同定正答率が低くなることがわかった。これに対して, 日本語話者では, 全体的に IC 条件の同定正答率が低い。

FL 条件での正答率は, 実験参加者の母語による差が見られなかった。

正答率を逆正弦変換し, 操作した 3 要因による分散分析を行ったところ, 3 次の交互作用効果まで含めて, すべての効果が 1% 水準で有意であった。[SN 比 (SNR): $F(6, 1435) = 211.63$, 単語内の位置および前後の子音の有無(P): $F(5, 1435) = 64.76$, 実験参加者の母語(NL): $F(1, 35) = 78.29$, 被験者: $F(35, 1435) = 31.82$, SNR $\times$ P: $F(30, 1435) = 2.66$, SNR $\times$ NL: $F(6, 1435) = 31.07$, P $\times$ NL: $F(5, 1435) = 83.04$, SNR $\times$ P $\times$ NL: $F(30, 1435) = 1.88$].

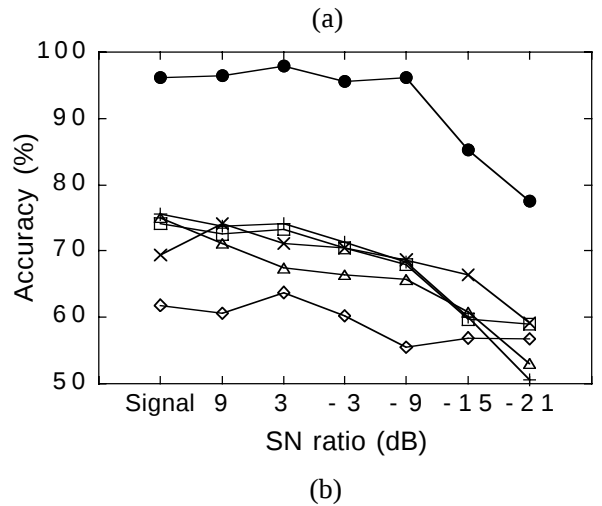
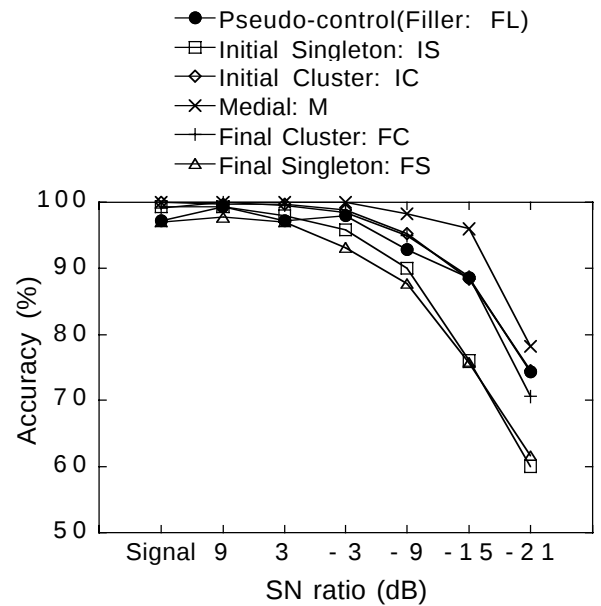


FIG. 2. The effect of SN ratio and consonant position in words: (a) native English speakers, and (b) native Japanese speakers.

さらに, 単語内の位置による同定正答率の差について調べるため, データを実験参加者の母語別に分割し, 単語内の位置について折り畳み, Tukey-Kramer の HSD (honestly significant difference) 検定を行った (有意水準 5%)。米語話者では, IS, FS 条件と IC, M, FC 条件の二つのクラスターが形成され, それぞれのクラスター内では有意差がなく, クラスター間では有意差が見られた。FL 条件はいずれの条件とも有意差が見られなかった。日本語話者では, FL と IC 条件は, それぞれ他の条件との間の差がすべて有意であった。それ以外の組み合わせでは有意差が見ら

れなかった。

5. 考察

雑音を付加しない条件での日本語話者の /r/-/l/ 同定正答率は、米語話者の SN 比 -21 dB の条件での /r/-/l/ 同定正答率に相当することがわかった。

雑音が付加されると、米語話者、日本語話者ともに正答率は下がった。しかし、/r/, /l/ の単語内の位置条件による正答率が違うことから、米語話者と日本語話者の /r/-/l/ 知覚における耐雑音性の性質に違いがあると考えられる。

米語話者にとって /r/-/l/ の知覚は、主に第 3 フォルマントの遷移を手がかりとして行われる（山田，1996）。米語話者で、M 条件や IC、FC 条件での同定正答率が高い理由のひとつは、フォルマントの遷移を同定の手がかりとしているので、ターゲットである /r/, /l/ の前後からフォルマント遷移の情報が得やすい条件の方が有利であるためと考えられる。

Best（1995）は、非母語を聞きとる際には、母語の音韻カテゴリーへの同化が生じると主張した。そして、母語音韻への同化の様式を 6 パターンに分類し、パターンごとに非母語を知覚する際の難しさを予測した説明モデル（PAM）を提唱した（Best, 1995）。駒木ら（2000）は、雑音がない条件で、米語 /r/-/l/ 音の語中位置の効果について、PAM による予測の妥当性を確かめる実験を行った。この実験から、改良を加える必要はあるが、PAM によって非母語の知覚の難しさを予測することは可能であるということがわかった。

このことから考えると、日本語話者で IC 条件の同定成績が低い理由として、IC 条件では日本語の音韻カテゴリーへの同化が著しいという可能性があげられる。つまり、IC 条件では他の条件よりも、日本語のひとつの音韻カテゴリーへの同化がしやすいため、/r/-/l/ の区別がしにくく、IC 条件での同定成績が低くなったと考えられる。駒木らの実験でも、本研究と同じように、日本語話者の正答率は IC 条件が

もっとも低いという結果が示されている。

現在、雑音を付加しない条件での /r/-/l/ 同定正答率が高い日本語話者に対する SN 比の影響をさらに詳しく調べるため、実験を継続して行っている。

文献

Best, C. T. (1995). "A direct realist view of cross-language speech perception," in W. Strange (ed.), *Speech Perception and Linguistic Experience*, Chap. 6, 171-206, York Press.

Kalikow, D. N., Stevens, K. N., and Elliott, L. L., (1977). "Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability," *J. Acoust. Soc. Am.*, 61, 1337-1351.

駒木亮, 山田玲子, 田嶋圭一, ヨンオン チェ (2000). "外国語音ききとりの難しさを母語カテゴリーとの関係で予測する," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 345-346.

上田和夫, 山田玲子, 駒木亮 (2001a). "雑音下の米語 /r/-/l/ 知覚: 米語話者と日本語話者の比較," 日本音響学会秋期研究発表会講演論文集, 2-3-17, 435-436.

上田和夫, 山田玲子, 駒木亮 (2001b). "雑音が米語 /r/, /l/ 知覚に及ぼす影響," 日本心理学会第 65 回大会 (発表予定).

上田和夫, 山崎法子, 山田玲子, 駒木亮 (2001). "雑音下の米語 /r/-/l/ 知覚: 米語話者と本語話者の比較," 日本音響学会聴覚研究会資料, 31, 7, H-2001-70.

山田恒夫, 足立隆弘, ATR 人間情報通信研究所 (1998). "英語リスニング科学的上達法: 上達への近道はある!," ブルーバックス B-1206 (講談社, 東京).

山田玲子 (1996). " /r/ と /l/ を聞き分ける," 日本音響学会誌, 52, 2, 137-143.