

## 高齢者における聴覚特性と摩擦音・破擦音の生成・知覚の関係\*

○安啓一, 荒井隆行 (上智大・理工), 小林敬 (オークランド大), 進藤美津子 (上智大・言語聴覚)

### 1 はじめに

摩擦音・破擦音の生成と識別の関係については、これまでに様々な研究が行われてきた [1, 2]。Howell and Rosen は、英語母語話者に対し摩擦音と破擦音の生成と識別の両面での関係を調査した [1]。天野らは、日本語の摩擦音・破擦音の生成・識別の関係を調査した [2]。日英それぞれの結果から、摩擦音・破擦音の生成と識別の範疇境界は相関があることが示されてきた。

高齢者における摩擦音・破擦音の識別については著者らも識別実験を行ってきた [4-6]。これらの実験では摩擦部の長さ ( $T$ ) や、先行母音と子音間の無音区間 ( $SI$ )、摩擦部立ち上がりの傾き ( $\Delta$ )、先行母音・摩擦部の振幅等を変化させた連続体を作成した。その結果、聴覚特性の劣化が見られる高齢者では若年健聴者・高齢健聴者と比べて異聴が増加した。

一方、高齢者の音声生成については、様々な研究が行われている。粕谷は加齢による音声変化の特徴の例として基本周波数 ( $F_0$ ) の低下やシマ (不規則な振幅変化)・喉頭雑音の増加を挙げている [7]。また、原田らは加齢によりフォルマント分布図の縮小や、めりはりのなさが特徴であることを報告した [8]。

このように様々な音響特徴量が加齢により影響を受けるが、生成した音声の、本人への聴覚フィードバックを考えた場合、聴覚特性と生成とに関係があることも十分に示唆され、研究が行われている [9]。

そこで本報告では、高齢者の生成・知覚の関係について、より限られた条件である破擦音・摩擦音について着目し、高齢者・若年者を対象として語頭に摩擦音が存在する「し」「ち」(CV 条件)と、語中に摩擦音が存在する「いし」「いち」(VCV 条件)の生成実験を行った。そして前回報告した聴取実験の実験結果との比較を行った。

### 2 摩擦音・破擦音生成実験

高齢者および若年者を対象に摩擦音・破擦音の生成および識別の実験を行った。識別実験は前回報告の実験 [5] である。生成実験の参加者は、識別実験の参加者の一部が参加した。

#### 2.1 参加者

生成実験の参加者は識別実験 [5] 参加者のうち高齢者 21 名、若年者 1 名であった。

#### 2.2 手順

防音室内にて摩擦音・破擦音を録音した。録音には PCM レコーダ (SONY PCM-D50) およびマイクロホン (SONY ECM-MS957) を使用した。サンプリング周波数は 48000 Hz, 16 bit 量子化で録音した。参加者は摩擦部が語頭にある条件である [shi] および [chi] (以下, CV 条件), および語中にある条件である [ishi] および [ichi] (以下, VCV 条件) をそれぞれ 5 回発話した。発話の際、「これは\_\_\_\_です。」(\_\_\_\_には摩擦音・破擦音が入る) というキャリアセンテンスを前後に付加し録音した。録音の際に、教示としていつも話している速さで発話するように指示した。

#### 2.3 音響分析

CV 条件では摩擦部の立ち上がり  $R$ , 摩擦定常部  $S$ , 立ち下がり  $F$ , および後続の母音 [i] ( $V_2$ ) の持続時間を測定した。さらに, VCV 条件では先行する母音 [i] ( $V_1$ ) および  $V_1$  と摩擦部の間の無音区間  $SI$  を測定した。持続時間測定の際には, 音声波形の振幅包絡情報から音声区間を測定した [3]。

### 3 生成実験の結果および考察

Fig. 1 に高齢者全体 (上段) および若年者 1 名 (下段) の CV ([ʃi] (+) および [tʃi] (○)) の生成実験の結果を示す。

CV 条件において、破擦音のほうが摩擦音に比べ、 $R$  および  $S+F$  の長さが共に短くなった。こ

\*Relationship between auditory property and fricatives/affricates production and perception in elderly listeners. by YASU, Keiichi, ARAI, Takayuki (Sophia University), KOBAYASHI, Kei (University of Auckland), SHINDO, Mitsuko (Sophia University)

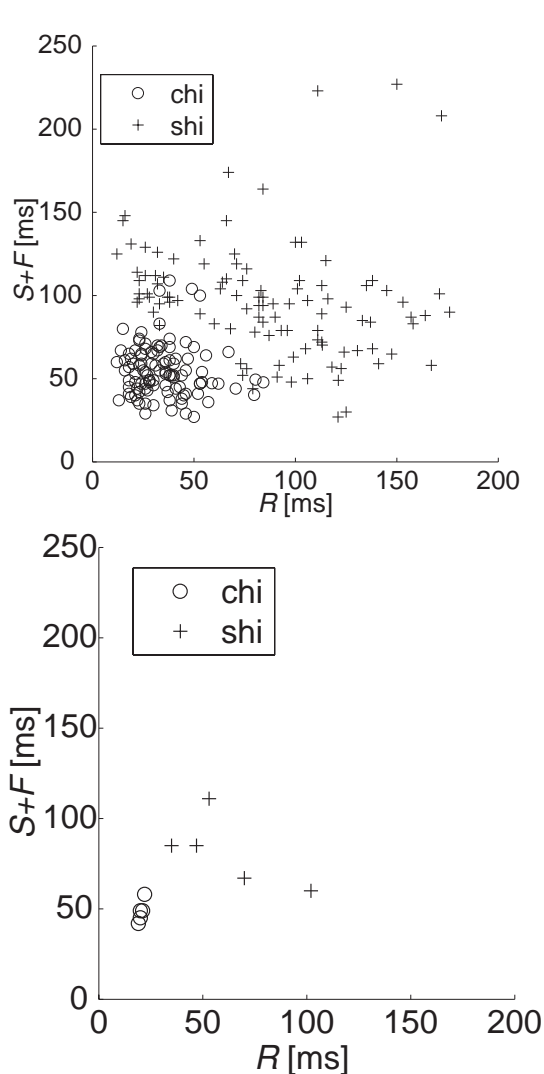


Fig. 1 高齢者全体 (上段) および若年者 1 名 (下段) における CV ([ʃi] (+) および [tʃi] (○)) の生成実験結果。R に対する  $S+F$  の関係を示す。横軸は  $R$  (ms), 縦軸は  $S+F$  (ms) を示す。

の結果は若年者を対象とした先行研究 [1-3] と同じ傾向であった。ただし、高齢者の実験結果については若年者の結果に比べ、摩擦部の持続時間長が全体的に長くなる傾向にあった。

Fig. 2 に高齢者全体 (上段) および若年者 1 名 (下段) の VCV ([iʃi] (+) および [itʃi] (○)) の生成実験の結果を示す。

子音部が語中の VCV 条件では、CV 条件と同じく、破擦音のほうが摩擦音に比べ摩擦持続時間長  $T$  が短くなった。また、摩擦音では  $SI$  がみられず、 $SI$  が観察できたのは破擦音のみであった。若年者 1 名との比較ではあるが、高齢者では  $T$ ,  $SI$  共に増大する傾向がみられた。

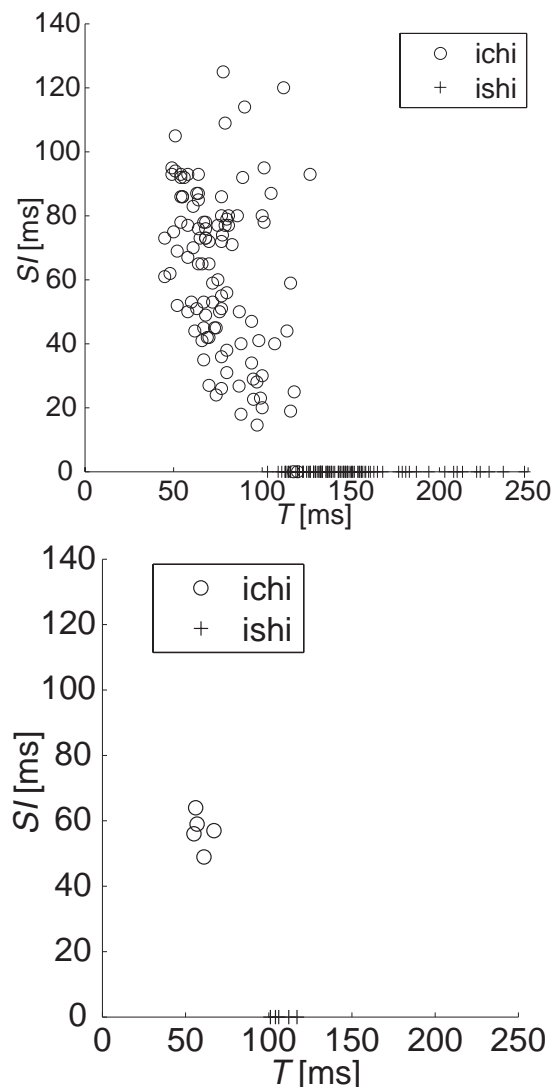


Fig. 2 高齢者全体 (上段) および若年者 1 名 (下段) における VCV ([iʃi] (+) および [itʃi] (○)) の生成実験結果。T に対する  $SI$  の関係を示す。横軸は  $T$  (ms), 縦軸は  $SI$  (ms) を示す。

#### 4 生成実験結果と安ら (2014) の識別実験結果 [5] の比較

本報告の生成実験の結果と比較するため、同じ参加者による摩擦音・破擦音連続体の識別実験 [5] について概要を説明する。

##### 4.1 参加者

若年者 7 名 (平均年齢 26.7 歳, 以後 Y とする) が実験に参加した [5]。高齢者 24 名 (平均年齢 68.4 歳, 以後 E とする) が実験に参加した。高齢者群 E に対して、最小可聴値上昇していた場合添字  $f$ , 時間分解能が低下していた場合添字  $t$  を付加することとした。全体を E (6 名, うち生成実験 6 名),  $E_t$  (7 名, うち生成実験 6 名),  $E_f$  (9 名, うち生成実験 8 名),  $E_{ft}$  (2 名, うち生成実験 1

名)の4グループに分類した。

## 4.2 刺激

摩擦音・破擦音の連続体として、子音部が語頭にある刺激(CV刺激)、語中にある刺激(VCV刺激)を作成した[5]。CV刺激として、男性の日本語母語話者が発話した摩擦音から、 $T$ を段階的に変化させた(0–180 ms, in 10 ms steps)。VCV刺激として、 $SI$ が段階的に変化する刺激を作成した(0–100 ms, in 10 ms steps)。VCV刺激では、摩擦部の長さは $R = 60$  ms,  $S = 120$  msに固定した。

## 4.3 手続き

オーディオメータ(GN-Resound Aurical)経由で耳のせ型のヘッドホンから音声を呈示した。刺激の呈示レベルは聴力レベルで73 dBに固定した。CV・VCV刺激共に2AFC(two alternative forced choice)により回答させた[5]。

## 4.4 本報告の生成実験と識別実験[5]との結果比較

### 4.4.1 CV刺激

Fig. 3に $T$ に対する摩擦音識別率を示す。曲線は識別実験における摩擦音反応率をシグモイド関数でフィッティングしたものである。棒グラフは生成実験における摩擦音および破擦音の $T$ のヒストグラムを示す。縦軸は摩擦音識別率および度数、横軸は $T$ (ms)を示す。左からY, E,  $E_t$ ,  $E_f$ ,  $E_{ft}$ の結果である。Fig. 3では、どの参加者群においても $T$ が増加するにつれて摩擦音の識別率が増加した[5]。また、破擦音生成時の $T$ は小さく、摩擦音生成時の $T$ は大きいことがわかる。この傾向は参加者群によらず全体に見られた。この結果から、識別と生成において、摩擦部の持続時間には相関があることが示唆された。

Fig. 3の横軸は識別実験の刺激に合わせており、上限が180 msである。一方、Fig. 1より、生成された摩擦音の中には、200 msを超えるものも多く含まれている。200 msを超える領域において聴覚特性と $T$ の持続時間の関係があるかどうかについては今後の課題としたい。

### 4.4.2 VCV刺激

Fig. 4に $SI$ に対する摩擦音識別率を示す。曲線は識別実験における摩擦音反応率をシグモイド関数でフィッティングしたものである。棒グラフは生成実験における摩擦音および破擦音の $SI$

のヒストグラムを示す。縦軸は摩擦音識別率および度数、横軸は $SI$ (ms)を示す。左からY, E,  $E_t$ ,  $E_f$ ,  $E_{ft}$ の結果を示す。Fig. 4では、どの参加者群においても $SI$ が増加するにつれて摩擦音の識別率が減少したが、参加者群毎に減少の度合いが違っていた。特に $E_{ft}$ においては急峻に破擦音へと識別が変化した[5]。

参加者群毎に生成実験の結果を見ると、破擦音の生成の際に高齢者群において $SI$ のばらつきが多いことがわかる。特に $E_t$ ,  $E_f$ においては摩擦音識別率の変化もなだらかになっており、参加者間において生成・識別にばらつきが大きい可能性が示唆された。

## 5 おわりに

本報告では高齢者による摩擦音・破擦音の生成と識別の関係を調査した。その結果、特にVCV条件において聴覚特性と生成された音声の無音区間の持続時間に相関が見られた。本報告では話速については「通常の発話速度で」という指示をしていたのみであった。そのため、話速の正規化などは行われていなかったため今後の課題としたい。また、本報告では、生成と識別の関係を見るため同じ参加者同士の比較を行ったが、今後大規模な分析を行うにあたっては継続的な音声収録とコーパスの利用[10]なども含めて検討したい。

## 参考文献

- [1] Howell and Rosen, J. Acoust. Soc. Am., 73(3), 976-984, 1983.
- [2] Amano and Yamakawa, Proc. of ICPhS XVII, 228-231, 2011.
- [3] Yamakawa *et al.*, Acoust. Sci. & Tech., 33(3), 154-159, 2012.
- [4] 安他, 日本音響学会誌, 68(10), 501-512, 2012.
- [5] 安他, 音講論集(春), 1491-1494, 2014.
- [6] Yasu *et al.*, Proc. Interspeech, 3152-3156, 2013.
- [7] 粕谷, 日本音響学会誌, 68(10), 520-526, 2012.
- [8] 原田他, IEICE, EA2010-86, 13-18, 2010.
- [9] 水町, IEICE, WIT 113(272), 61-66, 2013.
- [10] 新聞記事読み上げ高齢者音声コーパス(S-JNAS), <http://research.nii.ac.jp/src/S-JNAS.html>

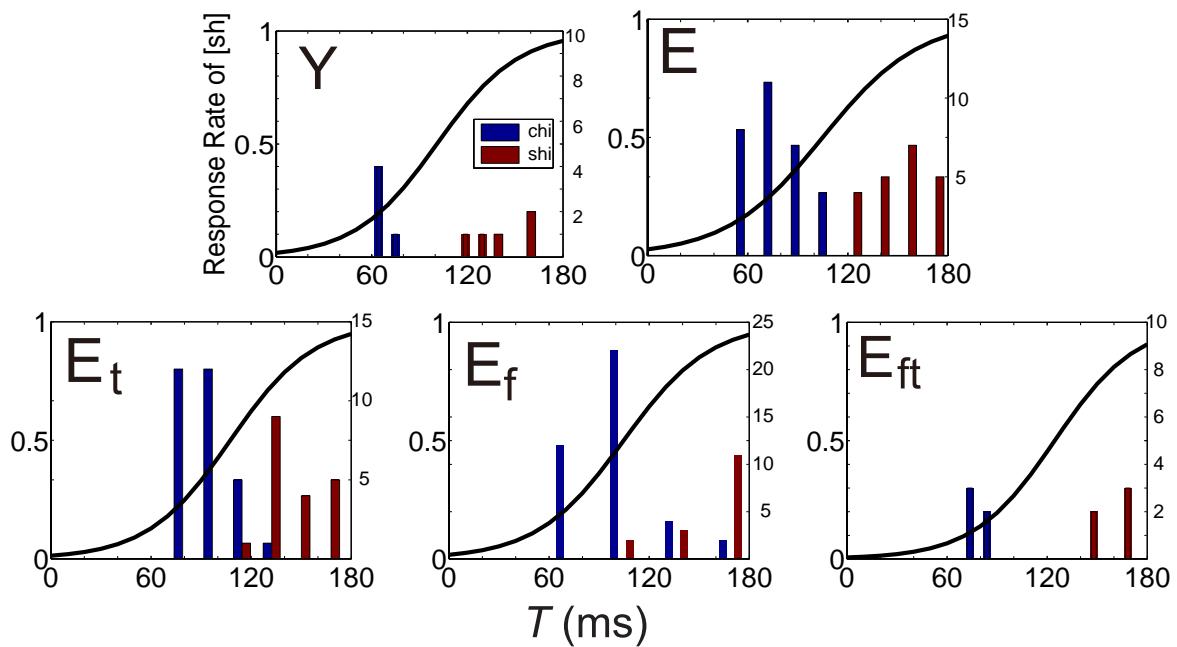


Fig. 3  $T$  に対する摩擦音識別率と摩擦音・破擦音生成時の  $T$  の関係の関係。縦軸は摩擦音識別率（左軸）および生成された摩擦音・破擦音のヒストグラム（右軸），横軸は  $T$  (ms) を示す。各図の実線が摩擦音識別率を示す。図は左から Y, E,  $E_t$ ,  $E_f$ ,  $E_{ft}$  の結果を示す。

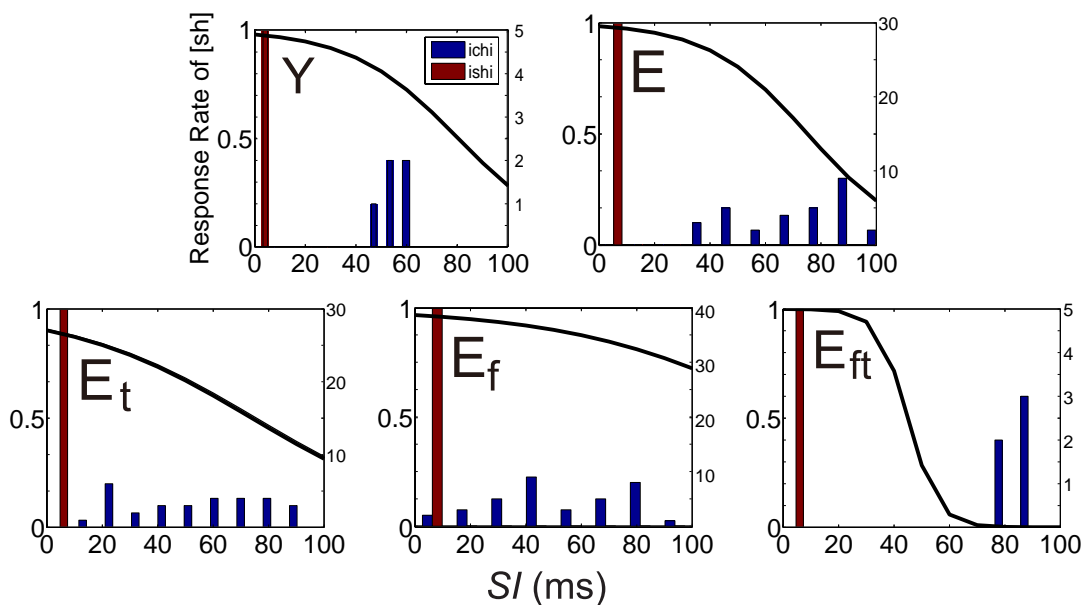


Fig. 4  $SI$  に対する摩擦音識別率と摩擦音・破擦音生成時の  $SI$  の関係。縦軸は摩擦音識別率（左軸）および生成実験における摩擦音・破擦音のヒストグラム（右軸），横軸は  $SI$  (ms) を示す。左から Y, E,  $E_t$ ,  $E_f$ ,  $E_{ft}$  の結果を示す。