Osaka University Knowledge Archive

Title	“breathy voice”, “creaky voice”の音声学的特徴 : 韓国語ソウル方言における平音・激音・濃音への適用の妥当性について
Author(s)	韓, 喜善
Citation	言語文化共同研究プロジェクト. 2016, 2015, p. 13-22
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/57372
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

“breathy voice”, “creaky voice” の音声学的特徴

— 韓国語ソウル方言における平音・激音・濃音への適用の妥当性について —

韓　喜善

The phonetic features of breathy voice and creaky voice:

Consideration of application to lax, aspirated, and tense consonants in Seoul Korean

HAN Heesun

Abstract　This study examines the validity of classifying lax, aspirated, and tense consonants as creaky voice or breathy voice. The difference in dB between the first and the second harmonic (H1-H2) has attracted attention as a substantial measure for distinguishing between breathy voice and creaky voice.　In previous studies, the measurement has only been employed for the vowel onset and mid point. Han (2013) showed that not only the vowel onset but the entire vowel serves as an important cue in the perceptual judgment of lax, aspirated, and tense consonants. Therefore, this study measured H1-H2 (in dB) at intervals of 10 ms for the entire vowels in Seoul Korean following lax, aspirated, and tense consonants (/ta/, /t^{h}a/, /t’a/, /tsa/, /ts^{h}a/, /ts’a/, /sa/, /s’a/).

The results of acoustic analysis found that it is possible to classify the tense consonants as creaky voice and the lax and aspirated consonants as breathy voice, as H2 is stronger than H1 in the vowel onset portion for the tense consonants. However, from that point on, H2 is stronger than H1 regardless of the consonant type, where there is no difference between consonants. Thus, it cannot distinguish between the creaky voice and breathy voice. Furthermore, besides the phonetic features of H1-H2, there is ambiguity in the definition of creaky voice, and some phonetic features of the tense consonant do not match with creaky voice. Thus, it is not appropriate to conduct the phonetic interpretation of the lax, aspirated, and tense consonants in Korean using the concept of breathy voice and creaky voice.

Key words: Korean, lax, aspirated, tense, breathy voice, creaky voice

1. 研究の背景と目的

Ladefoged (1971)は，声帯の狭窄の度合い（glottal stricture）に基づいて，声帯の振動の有無と緊張の度合いをも加えた発声（phonation）の違いに注目し，子音の弁別は有声と無声，有気と無気に限定されない他の弁別の仕方も存在することを指摘した。このような発声の違いに着目した研究は，それ以前にもあるが，Ladefoged は長年にわたり，発声に関する多くの論文を発表しており（Ladefoged 1964, 1971, 1973, 1983, 2003, Gordon and Ladefoged 2001 等），注目する価値があると考えられる。

初期の研究である Ladefoged (1971)では，発声を 9 つのタイプ[1] に分けているが，後に（Gordon and Ladefoged 2001）5 つに縮小し図 1 のように提案している。

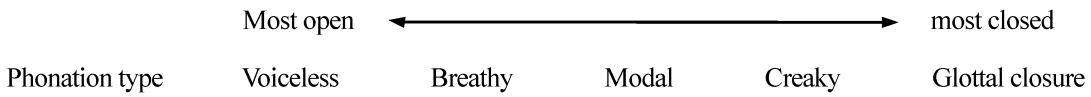

Figure 1. Continuum of phonation types (after Ladefoged 1971).

図 1　発声のタイプ(Gordon and Ladefoged 2001:p.384)

この 5 段階にうち，“breathy voice”, “creaky voice” [2]の定義については，Ladefoged (1971:p.8)によると，murmur の用語説明の中に “breathy voice”と言及しており，murmur と “breathy voice”を同一のものとして扱っている（murmur : “Breathy voice”- arytenoids apart, ligamental vocal cords vibrating）[3]。IPA の表記は息漏れ声（[..]）の使用を提案している。 “creaky voice”については，laryngealization の用語の説明の中で言及しており，laryngealization と “creaky voice”を同一のものとして扱っている(laryngealization : “Creaky voice”- arytenoids tightly together, but a small length of the ligamental vocal cords vibrating)[4]。IPA の表記はきしみ声（[˷]）の使用を提案している。

Ladefoged は，韓国語ソウル方言の音声学的研究においても，発声という視点から語頭の平音，激音，濃音の分類を試みている（Ladefoged 1971, Ladefoged 1983, Cho et al. 2002 等）。Ladefoged (1971)では，平音を “lax voice”として，激音と濃音を “tense voice”として分類し，Ladefoged (1983)では，濃音を “creaky voice”として扱っている。その後，第 3 著者として参加した Cho et al. (2002)では，濃音については従来と同様に “creaky voice”として，平音と激音を新たに “breathy voice”として分類している。この研究では，音響分析の結果を提示し発声の違いを裏付けている。

本研究では，“breathy voice”, “creaky voice”の概念を検討し，これらの抽象的な用語が具体的にどのような音響的特徴を持つものを指すかについて検討した上で，発声という視点を平音・激音・濃音に導入することにどのような意義があるかについての考察を行なう。

2. 先行研究

2.1 “breathy voice”，“creaky voice”の音声学的定義と平音・激音・濃音の音声学的特徴との比較

本稿では，Ladefoged (1983, 2003), Gorden and Ladefoged (2001), Johnson (2003)の 4 つの論文を取り上げ，彼らの言う “modal voice”, “breathy voice”, “creaky voice”とは何か，音声的にどのような特徴があるかについて検討し，それらの発声のタイプの音声的特徴が韓国語ソウル方言の語頭の平音・激音・濃音の持つ音声学的特徴とどのような異同があるかについて検討する。

---

1) voiceless, breathy voice, murmur, lax voice, voice, tense voice, creaky voice, creak, glottal stop の 9 つの段階を提案した。voiceless が声帯が一番開いた状態を，glottal stop が声帯が一番閉まった状態を表すという。

2) creaky という用語は Catford (1964)が初めて用いたとされる。Stevens (1999)では creaky voice を pressed voice という用語で表している。

3) Ladefoged (2003)でも，breathy voice はある種の murmur voice であると述べている。

4) Ladefoged (2003)でも，creaky voice を laryngealization と同一の意味であると述べている。creaky voice は,声門閉鎖音[ʔ]として現れることがあるという。

modal voice, breathy voice, creaky voice について，Ladefoged (2003)は他より多くの項目を扱っている。以下では，基本的に Ladefoged (2003)の内容を中心に述べていく。Ladefoged (1983, 2003), Gorden and Ladefoged (2001)は，メキシコ方言(Jalapa Mazatec), Newar, Montana Salish から得られた資料をもとに，Johnson (2003)では基本的に合成音声のデータを用いて説明を行なった。

2.1.1 生理学的検討

(1) 後続母音の生成の開始時における声門の閉じる速度

Ladefoged (2003), Johnson (2003)は，後続母音の生成の開始時における声門の閉じる速度は，modal voice に比べ，breathy voice ではより遅く，creaky voice ではより早いと報告している。一方，韓国語については，平音では徐々に声門が閉じるが，濃音と激音では急に声門が閉じられる（Kagaya 1971, 1974）。このように，平音は “breathy voice”に近い性格を，濃音は “creaky voice”に近い性格を持ち，Cho et al. (2002)の見解と一致するが，激音に関しては “creaky voice”に近い性格を示し，“breathy voice”として扱った Cho et al. (2002)の見解とは異なる。

(2) 後続母音の生成時における声帯の開閉の時間比と声門の大きさ

“modal voice”では，声門が開く時間と閉じる時間との時間比はほぼ同等である。“breathy voice”では，“modal voice”より声帯が空いている時間が長く，ほぼ開いている。声門の幅は “modal voice” より大きく開いているため，気流を多く通しながら母音を生成する（Ladefoged 2003, Johnson 2003）。スペクトログラムには声門摩擦音成分が現れるという（Johnson 2003）。韓国語では,平音と激音は声門が少し開いた状態で声帯の振動が行なわれ，音響的には子音から母音への渡り部において摩擦音成分が現れるという報告があり（Kagaya 1974 等），平音と激音は “breathy voice”に近い性格を表す。一方，“creaky voice”は，“modal voice” より声帯が空いている時間が短く，ほぼ閉じられていた状態で声帯振動が行なわれる（Ladefoged 2003, Johnson 2003）。これは，気流を多く通すことを防ぐためである（Ladefoged 2003）。声門の幅に関しては，濃音は “creaky voice”に近い性格を持つ。

このように, 平音と激音は “breathy voice”に近い性格を, 濃音は “creaky voice”に近い性格を持ち， Cho et al. (2002)の見解と一致する。

2.1.2 気流の量と気圧の高さ

(1) 子音部と母音部の生成時における気流の量

“breathy voice”では，“modal voice”より子音生成時において呼気の量が多いが，“creaky voice”では，“modal voice”より子音生成時において呼気の量が少ない（Ladefoged 2003, Johnson 2003）。一方，韓国語の平音・激音・濃音では子音部の生成時に「激音＞平音＞濃音」の順で呼気の量が多く（Cho et al. 2002），激音は “breathy voice”という性格を，濃音は “creaky voice”という性格を持つことを表し，Cho et al. (2002)と一致する。

子音に後続する母音部については, 濃音は激音と平音より気流の量が多いという報告があり（Kim 1965），濃音に後続する母音は平音と激音の場合より強い（韓 2013）。Kim (1965)は，濃音の母音部の気流の量について，多くの気流を通して濃音の緊張した声帯をふるわせるためと説明している。このように，子音に後続する母音における気流の量に関しては，濃音では Cho et al. (2002)の見解と一致しない。

(2) 子音の閉鎖時における口腔内の圧力

“breathy voice”では，“modal voice”より子音生成時における口腔内の圧力が低いが，“creaky voice”では，“modal voice”より子音生成時における口腔内の圧力が高い（Ladefoged 2003）。一方，韓国語の平音は，激音と濃音より口腔内での圧力が低い（Kim 1965）。このように，平音は“breathy voice”に近い性格を，激音と濃音は“creaky voice”に近い性格を持つ。平音と濃音に関しては, Cho et al. (2002)の見解と一致するが,激音に関しては一致しない。

2.1.3 音響学的検討

(1) 波形

“breathy voice”の波形について，Johnson (2003)は，“breathy voice”の周期が正弦波に近い形状であることに注目している。Ladefoged (2003)でも同様の観察結果は述べられているものの，非周期的な波形も見られるとし，“breathy voice”の波形の形状に明確な傾向がないことを示している。“creaky voice”では，波形の周期間の長さにばらつきが見られるが，“modal voice”ではそのようなばらつきはほぼないという（Ladefoged 2003）。Gordon and Ladefoged (2001)では，“creaky voice”の波形については，“modal voice”より振幅が小さいという。

韓国語の平音・激音・濃音の研究において，波形の周期性，その形状および波形の各周期の長さという視点からの検討は，管見の及ぶ限り見当たらない。しかし，筆者の観察結果では濃音に後続する母音に波形の周期間の長さにばらつきはほとんど見られなかった。また，李・大山(1999)によると，母音開始時点での波形の振幅が平音に比べて激音と濃音が大きいと報告されており，濃音は“creaky voice”とは反対の傾向が見られる。

(2) F0

“breathy voice”ではF0は不安定な形で出現するが, “modal voice”と“creaky voice”は安定的なF0が出現するという（Ladefoged 2003）。平音，激音，濃音については，F0の安定性に関する報告はなく，発表者の観察（韓 2013，韓 (印刷中)）からもそのような傾向はなかった。

F0の高さについては，Ladefoged (2003)は，“creaky voice”は声帯が強く閉じられることで，声帯がよく振動しF0が高いと述べているが，Johnson (2003)は，声帯の緊張から声帯の振動がしにくくなるためF0は低いと述べており，“creaky voice”のF0については一貫した見解が示なされていない。そのため，F0は韓国語の平音，激音，濃音に“creaky voice”か否かという視点を提供することはできない。ただし、激音と濃音のF0は高く，平音は低いという点では先行研究で一致している（Kagaya 1974, Cho et al. 2002, 韓 2013 等）。“breathy voice”のF0について，Gordon and Ladefoged (2001)は低いと報告している。

F0の形状については，“modal voice”は平坦な形状を示し，“breathy voice”と“creaky voice”は上昇か下降のどちらかであるという。一方，韓国語の平音，激音，濃音は子音種間での相対的な傾きの差はあるものの,「上昇」ないしは「下降」と言えるほどの明確なF0の傾きは認められなかった（韓 (印刷中)）。

(3) 母音開始におけるスペクトル傾斜

“modal voice”は声帯が最も効率的に振動するため，スペクトルのエネルギーは全体的に強い。“breathy voice”ではスペクトルのエネルギーは弱く，スペクトログラム上から観察したF2が“modal voice”に比べて不明確で薄く，スペクトルの高周波数域においてエネルギーの不揃いな分布を示していたと記述して

いる（Ladefoged 2003）。また，Johnson (2003)は，breathy voice は，低周波数から高周波数に渡るスペクトルのパワーの減少が他より急激であるとした。creaky voice については，modal voice と breathy voice の中間程度のエネルギーである。

このようなスペクトルの傾斜を数量化するため，Ladefoged (1983)は，第 1 倍音（以下，H1 と称する。）とそれ以上の高倍音成分間でのエネルギーとの比較を行なっている。そこでは，“breathy voice”は H1 のエネルギーが他の発声より強いが，“creaky voice”では反対に弱い傾向であり，“modal voice”はその中間程度であるという特徴に注目している。Gordon and Ladefoged (2001)では H1 と F1 とのエネルギーの差を検討し，Ladefoged (1983)と同様の傾向が観察されたと報告している。Gorden and Ladefoged (2001)と Johnson (2003)は, H1 とその他の倍音とのパワーの相対的差は発声を決定づける確実な方法であると述べている。

このように，“breathy voice”で H1 がそれ以上の高倍音よりエネルギーが大きいという現象について，Ladefoged (2003)は，声帯の閉じる速度が遅いと，高周波数成分のエネルギーが減少するためであると説明しており，Johnson (2003)は “breathy voice”は波形が正弦波に近いため，スペクトルのエネルギーが H1 に集中するためであると説明している。“creaky voice”は声帯の閉じる速度が速いため，高周波数成分のエネルギーが強化され，H1 と第 2 倍音（以下，H2 と称する。）はほぼ同等（Ladefoged 2003）か H2 の方が強いエネルギーを持つ（Johnson 2003）という。“modal voice”については，Ladefoged (2003)では “breathy voice”と同様の傾向（H1>H2），Johnson (2003)では “creaky voice”と同様の傾向（H1<H2）であると述べているが，どちらも “modal voice”の倍音成分間の振幅の差はそれほど大きくなく，“breathy voice” と “creaky voice”の中間である点で一致する。Stevens (1977)でも，発声時における声門の閉じる速度とスペクトルのエネルギーの減衰の様子との関係性を図 2 のように提示し，声門を早く閉じて気流の流出を早く遮断するほど，スペクトルのエネルギーが減衰しにくいという現象を図形化している。

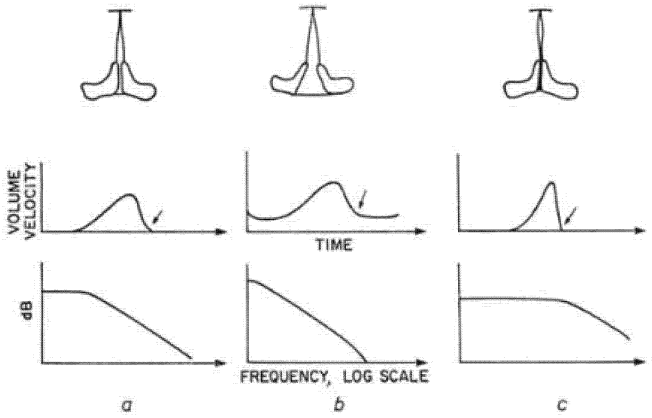

Fig. 5. Sketches of glottal configurations (upper row), waveforms of glottal volume velocity for one cycle of vibration (middle row), and spectrum of glottal pulse (bottom row) for three adjustments of adduction or abduction: neutral position (a); spread arytenoid cartilages (b), and constricted glottis (c). The arrows indicate the region of the waveform where the abruptness of cessation of airflow influences the relative amount of spectral energy at high frequencies.

図 2　声門の体積速度とスペクトルとの関係（Stevens 1977:p. 273）

平音・激音・濃音については，Cho et al. (2002)が，H1 と H2 の振幅の差は「平音＞激音＞濃音」の順で大きく，平音と激音では H1 のエネルギーが優勢だが，濃音ではその逆であるという結果を得ている。さらに，H1 と F2 のエネルギーの差の測定も行い，その結果は H1 が H2 の振幅の差と同様の傾向を示し，平音と激音を “breathy voice”として，濃音を “creaky voice”として分類している。2.1.1.で述べたように，声門の閉じる速度は平音が緩やかで激音と濃音は速い（Kagaya 1974）。この点を考慮すれば，平音を “breathy voice”として，濃音を “creaky voice”として分類を行った Cho et al. (2002)の提案は妥当だと考えられる。激音に関しては，“breathy voice”に近い音響学的結果は得られたものの，生理的には必ずしも “breathy voice”に近い働きではなかったため，曖昧な点が残る。

2.2 本研究の課題

2.1.で述べた先行研究から，Cho et al. (2002)が分類したように，必ずしも平音，激音は“breathy voice”に濃音は“creaky voice”に類似することはできないことが示された。しかしながら，本研究では，2.1.で取り上げた検討項目のうち，先行研究で一致した見解が示され，重要であると指摘された「2.1.3.(3) 母音開始点でのスペクトル傾斜」に絞り，平音，激音，濃音に breathy voice と creaky voice の概念を適応することの妥当性を検討する。Cho et al. (2002)の実験では，H1-H2 と H1-F2 は歯茎破裂音と歯茎摩擦音[5)]において母音開始点では平音，激音，濃音間で明確な差があったが，母音中間点ではその差が小さく，歯茎摩擦音では有意差が認められなかった。韓 (2013)[6)]の実験結果では，平音・激音・濃音の知覚判断は母音開始部は決定的ではなく，後続母音の全体に渡ってみられる音響的特徴が大きく関与するという結果を示している。従って，この発声の違いが母音全体を通して見られる特徴かどうかに注目し検討する。

3 実験の手順

3.1 被験者

被験者は韓国ソウル出身者で 30 代後半の男性 1 名である。

3.2 テスト語

破裂音，破擦音，摩擦音のそれぞれについて，平音・激音・濃音を語頭に埋め込んだ無意味の 1 音節語（/ta/, /t^{h}a/, /t’a/, /tsa/, /ts^{h}a/, /ts’a/, /sa/, /s’a/）の計 8 個を検討対象とした。録音は，テスト語をランダム配列にして各 5 回行った。録音は，無響室において 44.1kHz, 16bit, リニア PCM 方式で行った。収録した音声データは，Praat (ver4.3)を用いて分析を行った。

3.3 測定方法

H1 と H2 のエネルギーは，子音に後続する母音の開始点から終了点までを 10ms 間隔で測定を行った。母音の各測定箇所の F0 を求め，それぞれの時点のスペクトルを表示して H1 と H2 のエネルギーを測定した。図 1～8 に 5 回発話の平均値(dB)を示す。

---

5) 歯茎摩擦音/s/に関しては,平音として扱われている場合（Cho et al. 2002 等）と激音として扱われている立場（Kagaya 1974 等）があるが，本稿ではその区別をせず，非濃音と称する。

6) 韓 (2013)では,語頭の平音・激音・濃音は，子音部と母音開始部を 4 周期まで削除しても，その弁別は可能であった。

4. 結果

グラフの横軸は測定時点(ms)を，縦軸はスペクトルのエネルギー(dB)を表す。黒丸（●）は H1 のエネルギーを，白丸（○）は H2 のエネルギーを表す。

4.1 破裂音

母音開始点では，平音と激音では H1 が H2 よりエネルギーが優勢である（H1>H2）。濃音では反対に，H1 が H2 よりエネルギーが弱い（H1＜H2）。これは，Cho et al. (2002)と一致する結果である。しかし，この違いは母音開始点に止まっており，母音全長を通してみると，子音種に関わらず，いずれにおいても H2 が H1 より優勢になり，母音終了点に近づくにつれ，二つの倍音間でのエネルギーの差が小さくなる。

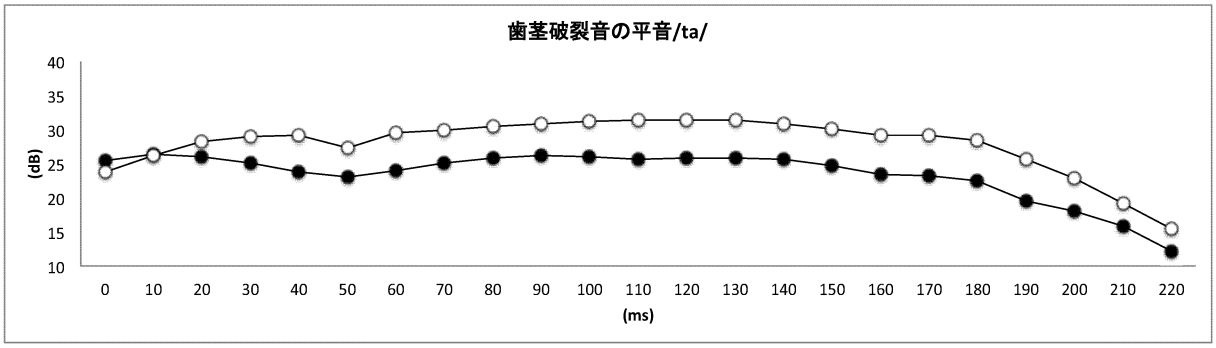

図 1　破裂音の平音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

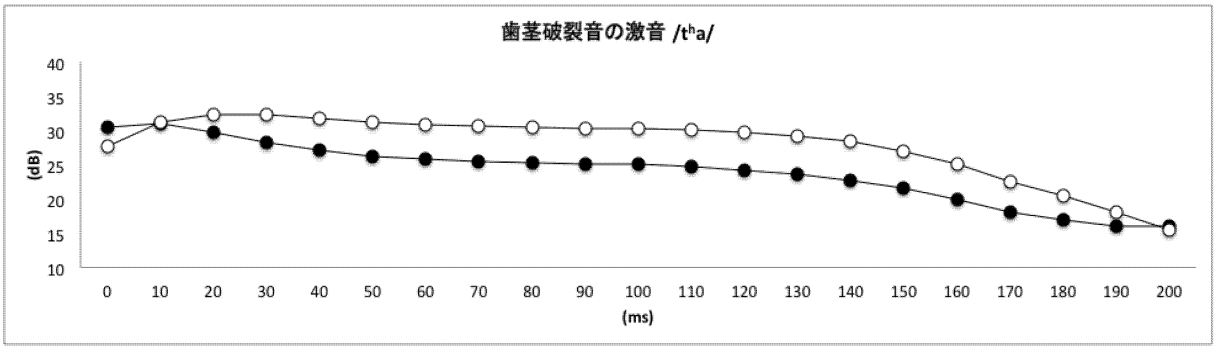

図 2　破裂音の激音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

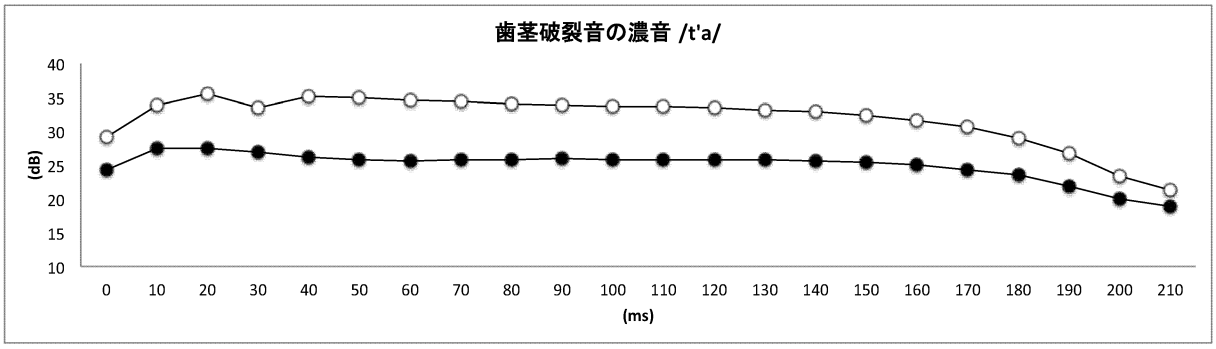

図 3　破裂音の濃音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

4.2 破擦音

破裂音と同様の傾向が見られた。

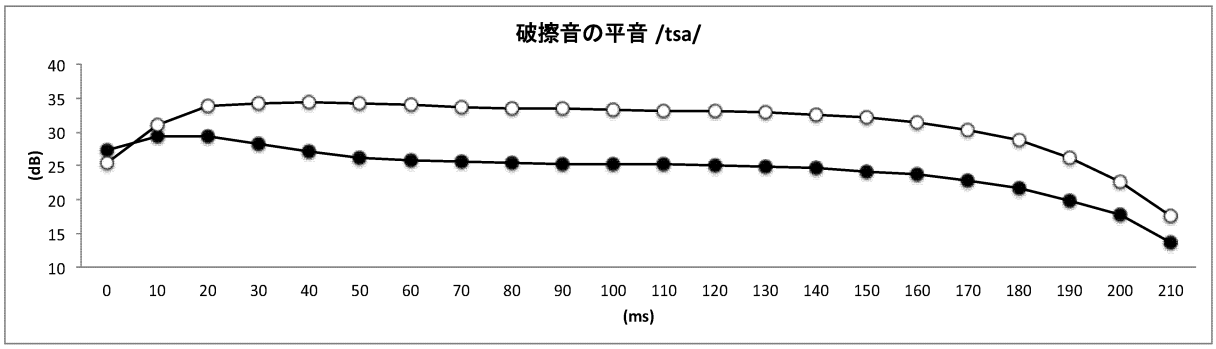

図 4　破擦音の平音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

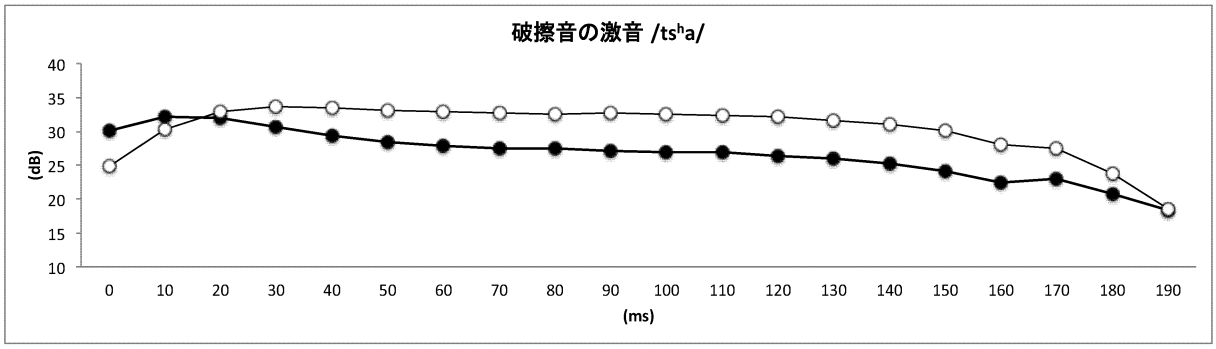

図 5　破擦音の激音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

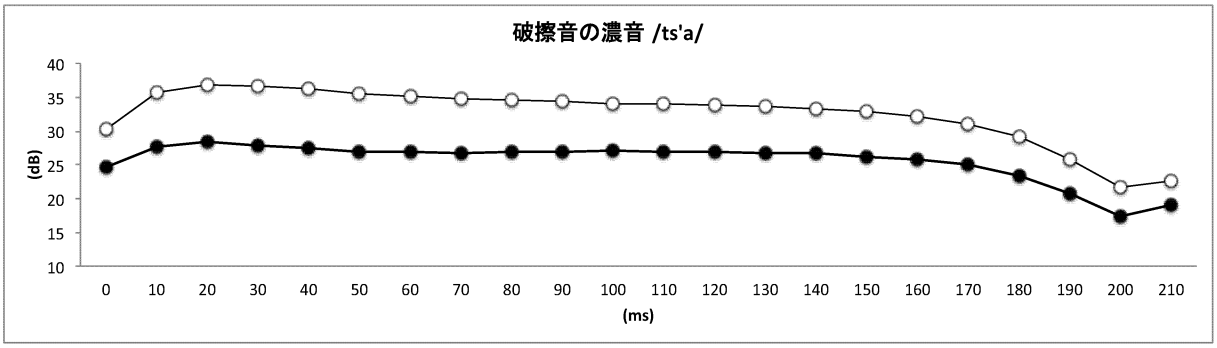

図 6　破擦音の濃音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

4.3 摩擦音

非濃音（/sa/）は破裂音・破擦音の平音と激音と，濃音は破裂音・破擦音の濃音と同様の傾向が見られた。母音開始点では，非濃音は H1 が H2 よりエネルギーが優勢である（H1>H2）。濃音では反対に，H2 が H1 よりエネルギーが強い（H1<H2）。これは，Cho et al. (2002)と一致する結果である。母音開始付近以外の箇所では，子音間での違いはない。

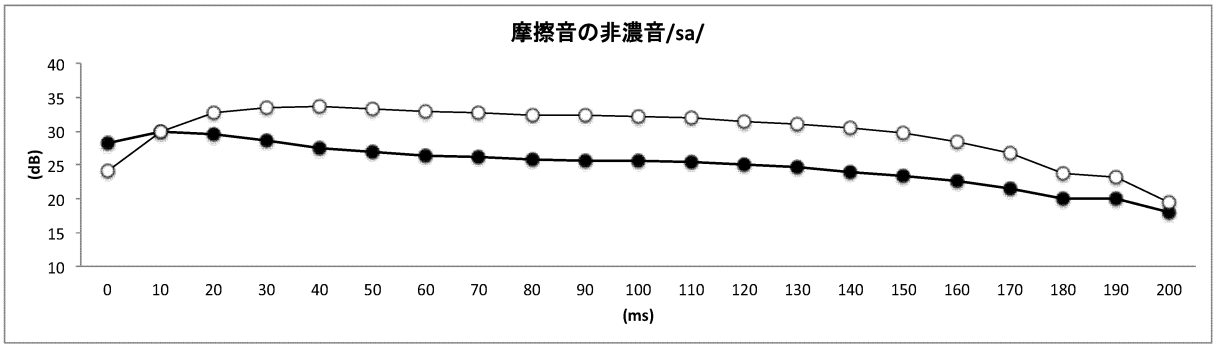

図 7　摩擦音の非濃音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

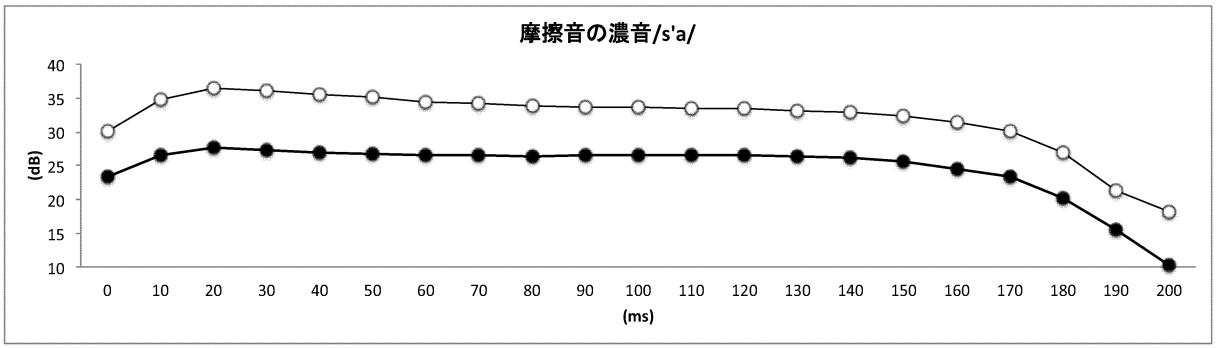

図 8　摩擦音の濃音に後続する母音の H1 と H2 のエネルギー

5. まとめと考察

本研究では，“breathy voice”, “creaky voice”の概念と，それらを具体化するとされる音響的特徴としてのスペクトルの傾斜に焦点を当て，「発声」という視点を平音・激音・濃音に導入することにどのような意義があるかについて検討を行なった。

最初に，先行研究で意味する発声の種類について検討し，語頭の平音・激音・濃音と “breathy voice”, “creaky voice”の持つ音響的特徴との対比を行なった。そこでは，“breathy voice”, “creaky voice”の持つ特徴が平音・激音・濃音の持つ特徴と一致しない部分があった。Cho et al. (2002)は，発声という視点を取り入れ，語頭の平音と激音を “breathy voice”に，濃音を “creaky voice”に分類しているが，“breathy voice”, “creaky voice”では平音・激音・濃音が説明できないという点に関しては言及されないまま，専ら子音生成直後に続く母音開始付近での喉頭部の動きとその時点でのスペクトルの傾斜のみに注目しており，検討が不十分のように思われる。平音・激音・濃音の調音の仕方の違いによるそれぞれの母音部の音質の違い（the voice quality of the following vowel）に注目した Cho et al. (2002)の視点は，平音・激音・濃音の研究に大きな貢献をもたらしたが，検討項目のほとんどが「母音開始点に認められる音響的特徴」に止まったという点で不十分さがある。韓 (2013)による知覚実験では，語頭の平音・激音・濃音の知覚判断では，子音部と母音開始部の 4 周期までを削除してもその判断は可能であり，母音開始部の影響は決定的ではないことを示した。つまり，本稿の実験で示したように，H1-H2 のエネルギーの差はあくまで母音開始付近でしか認められない音響的特徴である。さらに，今回の実験では語頭という音環境について

のみ検討をしているが，一方で語中の母音間において平音は有声音化し，語頭とはその音響的特徴が異なっていた（韓 2013，韓 (印刷中)等)。この点を考慮すれば，平音を “breathy voice”に分類すること自体必ずしも妥当ではないと考えられる。

1.で述べたように，Ladefoged (1971, 2003)は “murmur” と“breathy voice”を同一のものとして扱っており，“laryngealization” と “creaky voice”を同一のものとして扱っていた。このように， “breathy voice”と “creaky voice”はその概念に未だ曖昧さがあり，2.では，先行研究の間で “creaky voice”と “breathy voice” の音声学的特徴に見解の不一致があった。このように不明確さを持つ用語を用いてさらに別の音を説明することは，その音の実態を曖昧にしてしまうおそれがある。スペクトルの傾斜を測定することは，その音の性質を理解する上で検討する価値はあると思われるが，その結果を “breathy voice”, “creaky voice” として形容し結論付けることは，正しい検討の仕方ではないと考えられる。従って，本発表の結論として、平音・激音・濃音の検討に “breathy voice”, “creaky voice”という概念を導入する意義はないと考える。

参考文献

Bickley, C. (1982) “Acoustic analysis and perception of breathy vowels,” *In Speech communication group working papers*, pp.71-82. Cambridge: MIT.

Catford, John C. (1964) *Phonation types: The classification of some laryngeal components of speech production*, In honour of Daniel Jones, edited by David Abercrombie, D. B. Fry, P.A.D. MacCarthy, N. C. Scott, and J. L. M. Trim, pp. 26-37. London: Longmans.

Cho, T., S. Jun and P. Ladefoged (2002) “Acoustic and aerodynamic correlates of Korean stops and fricatives.” *Journal of Phonetics* 30, 193-22 8.

Gorden, M. and P. Ladefoged (2001) “Phonation types: A cross-linguistic overview.” *Journal of Phonetics* 29, 383-406.

Johnson, K. (2003) *Acoustic and Auditory Phonetics.* Cambridge, MA: Blackwell.

Kagaya, R. (1974) “A fiberscopic and acoustic study of the Korean stops, affricates and fricatives.” *Journal of phonetics* 2, 161-180.

Kim, C. (1965) “On the autonomy of the tensity feature in stop classification (with special Reference to Korean stops).” *Word* 21, 339-359.

Ladefoged, P. (1964) *A Phonetic Study of West African Languages*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ladefoged, P. (1971) *Preliminaries to Linguistic Phonetics*. Chicago: The University of Chicago Press.

Ladefoged, P. (1973) “The features of the larynx.” *Journal of Phonetics* 1:1, 78-83.

Ladefoged, P. (1983) “The linguistic use of different phonation.” *Vocal fold physiology: contemporary research and clinical issues* (D. Bless & J. Abbs, eds.), 351-360, San Diego: College Hill Press.

Ladefoged, P. (2003) *Phonetic data analysis*. Malden: Blackwell Publishing, 177-181.

Stevens, K. (1977) “Physics of Laryngeal Behavior and Larynx Modes.” *Phonetica* 34, 264-279.

Stevens, K. (1999) *Acoustic phonetics.* Cambridge, MA: MIT Press.

李永秀・大山玄 (1999)「韓国語の濃音，激音，平音に関する2，3の検討」『音声言語』V, 19-37.

韓喜善 (2013)『韓国語ソウル方言の語頭および語中の母音間における平音・激音・濃音の実験音声学的研究』博士学位論文，大阪大学大学院言語文化研究科.

韓喜善 (印刷中) 「韓国語ソウル方言の平音・激音・濃音の先行母音および後続母音における高さ，強さ，フォルマントの時間的変化」『音声研究』日本音声学会.