

영어 무성 마찰음의 음향 및 스펙트럼 특성에 관한 연구

박진숙

한국폴리텍대학

Acoustic and Spectral Characteristics of English Voiceless Fricatives

Park, Jin-Sook

Korea Polytechnic College

 OPEN ACCESS



<https://doi.org/10.18627/jslg.37.1.202105.007>

pISSN : 1225-4770

eISSN : 2671-6151

Received: April 01, 2021

Revised: May 09, 2021

Accepted: May 16, 2021

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2021 the Modern Linguistic Society of Korea

본인이 투고한 논문은 다른 학술지에 게재된 적이 없으며 타인의 논문을 표절하지 않았음을 서약합니다. 추후 중복게재 혹은 표절된 것으로 밝혀질 시에는 논문게재 취소와 일정 기간 논문 제출의 제한 조치를 받게 됨을 인지하고 있습니다.

ABSTRACT

The Journal of Studies in Language 37.1, 007-019. This study examines the spectral characteristics of English voiceless fricatives depending on the manner and place of articulation, gender, age, the post-fricative vowel height, and the location in a word based on the Buckeye Corpus of Spontaneous American English Speech. The acoustic analysis results indicate that fricative duration, the center of gravity (COG), variance and skewness play a role in distinguishing all English voiceless fricative articulation places, despite variation in gender, age, the location in a word and the post-fricative vowel height. These acoustic parameters distinguished the sibilant /s, ʃ/ from the non-sibilant fricatives /f, θ/, and alveolar /s/ from palate-alveolar /ʃ/, labiodental /f/ from interdental /θ/: fricative duration, COG, and variance of the sibilant fricatives were significantly longer/higher than those of the non-sibilant fricatives. Skewness was high for the non-sibilant fricatives and low for the sibilants. (Korea Polytechnic College)

Keywords: spectral moments, fricative duration, COG (center of gravity), variation, skewness

1. 서론

영어의 마찰음(fricatives)(/s, z, ʃ, ʒ, f, v, θ, ð, h)은 단 세 가지 음소만을 가진 한국어의 마찰음(/s, ʃ, h)과는 달리 영어의 음운체계에서 상당 부분을 차지하는데, 이러한 이유로 한국어에 존재하지 않는 영어 마찰음은 오류를 범하기 쉬운 음소 중 하나이다. 마찰음 연구에서 흔히 사용하는 마찰소음길이(fricative duration)는 영어 마찰음 연구에 중요한 음향적 단서를 제공한다. 마찰소음길이는 치찰음(sibilant) /s, z, ʃ, ʒ/와 비치찰음(non-sibilant) /f, v, θ, ð/를 구분해 주고, 일반적으로 치찰음의

마찰소음이 비치찰음의 마찰소음보다 더 길다(Behrens and Blumstein, 1988; Fox and Nissen, 2005; Jongman et al., 2000). 중력 중심값(center of gravity), 분산(variance), 왜도(skewness), 첨도(kurtosis)와 같은 스펙트럼 역률(spectral moments) 역시 스펙트럼 상의 에너지 분포, 구강 내의 협착 지점, 전강의 길이, 조음 위치 등 마찰음의 음향적 특성을 규명하는데 결정적인 단서를 제공해 준다. 스펙트럼 역률은 영어 마찰음의 조음 위치를 구분해 주며, 스펙트럼 에너지 분포를 통해 파열음, 파찰음, 마찰음과 같은 장애음(obstruents)을 분류해준다(Forrest et al., 1988; Gordon et al., 2002; Jongman et al., 2000; McMurray and Jongman, 2011; Nissen and Fox, 2005).

스펙트럼 역률 분석이 영어 마찰음 연구에 효과적인 분석 도구로 사용됨에도 불구하고 스펙트럼 역률을 이용하여 마찰음을 음향 음성학적으로 분석한 연구는 많지 않다. 더욱이 이러한 역률 분석은 언어 내적(language-internal) 변인과 언어 외적(language-external) 변인 등에 의해 그 값이 달리 실현되지만, 현재까지 스펙트럼 역률 분석에 다양한 변인을 고려한 마찰음 연구는 부족한 상태이다. 한편 마찰음의 음향적 특성을 연구한 실험 연구에서는 실제 자료를 이용하여 다양한 변인에 의해 그 결과 값이 달리 실현되는 상황의 중요성을 인식하고 있지만, 실험음운론의 연구에서 코퍼스와 그 분석의 역사는 상대적으로 길지 않다. 예를 들어 Behrens와 Blumstein(1988), Forrest et al.(1988), Gordon et al.(2002), Jongman et al.(2000), Nirgianaki et al.(2009), Nissen과 Fox(2005)의 연구에서와 같이, 현재까지 대부분의 마찰음 연구는 주어진 문장 틀 내에서 단순 반복 읽기와 같은 통제된 환경에서 수행된 것으로, 이는 피실험자가 반복되는 실험 자료에 익숙해질 가능성, 실험의도 파악으로 왜곡된 실험 결과를 초래할 가능성이 있다. 더욱이 현재까지 마찰음의 음향음성학적 연구에서 사용된 마찰음의 단어 내 위치는 어두에서의 연구가 대부분이었지만, 이는 실생활에서 어두, 어중, 어말의 위치에 나타나는 마찰음 위치의 다양성을 보여주지 못한다는 한계점이 있다. 그러므로 본 연구는 실제 발화가 녹음된 음성 코퍼스를 분석 자료로 사용하여 영어 마찰음을 음향 음성학적으로 분석한다. 구체적으로 벅아이 코퍼스에 나타난 영어 무성 마찰음의 마찰소음길이와 스펙트럼 역률(중력 중심값, 분산, 왜도), 마찰소음의 강도(intensity)가 조음 방법과 위치, 성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 의해 나타나는 변화 양상을 분석한다. 또한 실제 발화에서 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산, 왜도, 강도가 영어 무성 마찰음의 음향적 특성을 규명하고, 조음 위치를 구분하는데 중요한 음향적 역할을 하는지 연구한다.

2. 이론적 배경

2.1 마찰음과 스펙트럼 역률

마찰음은 구강(oral cavity)에서의 협착으로 인해 공기가 마찰을 일으키며 만들어지는 소리로, 좁은 조음기관을 통과한 공기는 난기류를 생성하고 이렇게 형성된 빠른 속도의 불규칙적인 파동, 즉 마찰소음은 마찰음의 음원(source of sound) 역할을 한다(Jongman et al., 2000; Shadle, 1990). 영어의 마찰음은 조음 위치에 따른 구강 내 협착지점(location of the constriction)과 성대진동(voicing)에 의해 순치음(labiodental) /f, v/, 치간음(interdental) /θ, ð/, 치경음(alveolar) /s, z/, 후치경음(palate-alveolar) /ʃ, ʒ/로 분류되며(Shadle, 1990), 성문 마찰음(voiceless glottal fricative) /h/의 경우 인접 모음의 영향을 받는 무성음으로 분류되어 대부분의 마찰음 연구에서 제외된다. 또한 영어의 마찰음은 치찰음과 비치찰음으로 분류하기도 하는데, 더 심한 마찰을 일으키며 조음되는 치찰음은 비치찰음에 비해 강한 음향 에너지를 가지며 더 크고 더 높게 들린다(Ladefoged, 1982).

스펙트럼 역률은 영어 마찰음과 관련된 실험 연구에서 널리 알려진 분석 도구이다. 스펙트럼 역률 요소 중 중력 중심값은 에너지 집중대의 평균 주파수를 나타내고, 분산은 이러한 중력 중심값 주위의 에너지 분포를 나타낸다. 일반적으로 혀의 앞부분을 사용하여 조음되는 소리에서 중력 중심값이 높아지는데, 이러한 협착점의 전설성(frontness)과 중력 중심값의 상관관계는 마찰음의 협착점이 앞으로 나가 그 결과 짧아진 마찰소음구간의 전강(front cavity)의 길이에 기인한다(Gorden et al., 2002). 왜도는 스펙트럼 에너지 분포의 비대칭성 정도를 의미하는데, 음성학에서 왜도는 스펙트럼 기울기(spectral tilt), 전체 에너지 분포의 경사(overall slant of the energy distribution)를 나타낸다. 왜도값이 0인 경우는 평균을 중심으로 대칭적인 분포를 보인다. 양의 왜도(positive skewness)인 경우는 우측으로 긴 꼬리를 가지므로 중앙값을 포함해서 에너지가 좌측에 치우쳐 더 많이 분포하고, 평균 주파수보다 낮은 주파수 대역에 에너지가 분포해 있으며, 조음 위치는 음의 왜도(negative skewness)인 경우보다 상대적으로 뒤쪽이다(Jongman et al., 2000). 첨도는 에너지 분포의 정점(peakedness) 정도를 나타낸다. 첨도값이 클수록 스펙트럼 분포의 중심은 뾰족하며 평균값을 중심으로 분포가 집중되어 있고, 첨도값이 작을수록 평평한 분포를 보여 평균값을 중심으로 분산되는 분포를 보인다.

2.2 선행연구

영어 마찰음 실험 연구에서 활발하게 논의된 것은 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산, 왜도와 같은 스펙트럼 역률, 마찰소음 강도 등과 관련된 것이다. 예를 들어, Behrens와 Blumstein(1988), Fox와 Nissen(2005), Jongman et al.(2000)에 의하면 마찰소음길이와 치찰성(sibilance)의 상관성 연구에서 치찰음 간, 비치찰음 간 마찰소음길이는 차이가 없었지만 /s, ʃ/의 마찰소음이 /f, θ/의 마찰소음보다 더 길게 나타나, 마찰소음길이와 치찰음과 비치찰음을 구분하는데 중요한 역할을 하는 것으로 보고하고 있다. 이와는 대조적으로 일곱 가지 언어에 존재하는 무성 마찰음의 음향적 특성을 연구한 Gordon et al.(2002)에서는 마찰소음길이와 치찰음과 비치찰음을 구분하지 못하였다.

스펙트럼 역률, 마찰소음의 강도와 관련된 분석을 보면 Jongman et al.(2000)에서는 /s, z/의 중력 중심값이 /ʃ, ʒ/의 중력 중심값보다 높았고, 치찰음보다 비치찰음에서 분산의 정도가 컸으며, 왜도의 경우 /s, z/에서는 음의 왜도, /ʃ, ʒ/에서는 가장 높은 양의 왜도를 보여, 후치경음의 경우 낮은 주파수 대역에 강한 에너지가 분포해 있음을 밝혔다. 무성 마찰음의 스펙트럼 역률을 분석한 Nissen과 Fox(2005)의 연구에서도 Jongman et al.(2000)의 연구 결과와 유사하게 /ʃ/보다 /s/에서의 중력 중심값이 높았는데, 이는 성인과 5세 아동들에게서 나타난 결과이다. 또한 분산은 치찰음과 비치찰음의 구분에 용이하고, 분산이 무성 마찰음을 분류하는데 중요한 음향적 단서임을 보여주었다. 왜도의 경우 /s/와 /ʃ/를 구분하는데 효과적이었지만 /f/와 /θ/는 구분하지 못하였는데, 왜도와 관련된 이러한 연구 결과는 Forrest et al.(1988)에서와 동일하다. 마찰소음의 강도와 관련된 Jongman et al.(2000)의 주장을 보면, 치찰음의 강도가 비치찰음의 강도보다 높고, 치찰음 간, 비치찰음 간 강도의 차이도 유의미하게 나타났다. 이와 유사하게 Behrens와 Blumstein(1988)에서도 비치찰음에서의 강도보다 치찰음에서의 강도가 더 높고, 치찰음 간 마찰음의 강도가 유의미한 차이를 보였지만, 비치찰음 간 마찰음의 강도에서는 오직 한 명의 화자에게서 /f/의 강도가 /θ/의 강도보다 높게 나타났다.

이와 같은 마찰음 연구는 후행 모음의 높이, 성별, 연령 등 다양한 변인에 의해 영향을 받는다. 후행 모음의 높이와 관련된 마찰음 연구는 후행 모음의 높이와 마찰소음길이와의 상관성을 밝힌 연구이다(Jongman et al., 2000; Nirgianaki et al., 2009; Nissen and Fox, 2005). 6개의 모음 /i, e, æ, a, o, u/를 선행하고 어두에 위치한 마찰음 /f, v, θ, ð, s, z, ʃ, ʒ/의 스

펙트럼 역률을 분석한 Jongman et al.(2000)과 그리스어의 마찰음을 분석한 Nirgianaki et al.(2009)에 의하면 마찰음의 후행 모음이 고모음일수록 마찰소음의 길이가 길어지며, 이는 통계적으로 유의미하였다. 하지만 후행 모음의 높이가 동일한 경우 즉, /i/와 /u/, /e/와 /o/의 경우 유의미한 차이를 보이지 않았다. 어두에 위치한 무성마찰음을 연구한 Nissen과 Fox(2005)에서도 후행 모음이 /i/, /a/, /u/인 경우에서 마찰소음길이가 각각 200 ms., 186 ms., 208 ms.로 유의미한 차이를 보인다고 보고하여, 후행 모음의 높이는 마찰소음길이에 영향을 미치는 중요한 요인임을 밝혔다.

연령과 관련된 마찰음 연구에서는 Nissen과 Fox(2005)는 3세에서 6세 사이의 아동과 성인을 대상으로 마찰소음길이를 연령에 의해 분류하여 분석하였다. 그 결과, 구강에서 마찰음의 주요 협착점이 더 전방인 /f, θ/의 경우 아동의 마찰소음길이는 성인에 비해 비교적 더 길었지만, 치경음과 후치경음 /s, ʃ/의 경우에는 5세 아동에서 가장 짧은 마찰소음길이를 보였다. 또한 6세에서 14세 사이의 아동과 성인을 대상으로 한 Fox와 Nissen(2005)의 연구에서는 일반적으로 나이가 어릴수록 마찰소음길이가 더 길게 나타났으며, 중력 중심값은 아동이 성인보다 더 높게 나타났다. 성인의 경우 /f, θ/에서는 중력 중심값이 높게 나타났지만 /s, ʃ/에서는 가장 낮은 중력 중심값을 보였다. 왜도값은 7-8세, 8-9세 그룹이 10-12세, 성인 그룹보다 더 낮게 나타났다.

한편 후두(larynx)의 크기, 성도(vocal tract)의 길이와 같이 일반적으로 다른 해부학적 특징을 가진 남녀 간의 차이 또한 마찰음 연구에서 중요하게 고려되는 요소이다. 성별과 관련된 Nirgianaki et al.(2009)의 연구결과에 의하면 마찰음의 모든 조음장소에서 여성의 마찰소음이 남성의 마찰소음보다 길게 나타나 화자의 성별이 마찰소음길이에 중요한 영향을 미쳤고, 남녀 각각 10명을 대상으로 한 Jongman et al.(2000)에서는 여성의 중력 중심값, 분산이 남성보다 더 높게 나타났으나 여성의 왜도 값은 남성보다 낮게 나타났다. 또한 남녀 각각 50명의 화자를 대상으로 성별에 의한 영어 무성 마찰음을 분석한 Fox와 Nissen(2005)에 의하면 /s, ʃ, f/에서는 남성과 여성의 마찰소음길이가 비슷하였지만, /θ/ 발화 시 여성의 마찰소음길이는 남성보다 더 짧았다. 중력 중심값의 경우 여성이 남성보다 더 높게 나타났다. 구체적으로 비치찰음 /f, θ/의 중력 중심값은 남성과 여성이 비슷했으나, 치찰음 /s, ʃ/에서는 여성의 중력 중심값이 남성보다 더 높게 나타났다. 왜도는 전체적으로 남성이 여성보다 높았는데, /f/ 발화 시 여성의 왜도는 남성보다 낮았고, /s/ 발화 시 여성의 왜도는 남성보다 높게 나타났다.

이상으로 영어 마찰음 실험 연구에서는 다양한 요인들이 고려되어 그 값이 달리 실현되는 양상을 보였다. 그럼에도 불구하고 단어 내 마찰음의 위치와 관련해서는, Behrens와 Blumstein(1988), Forrest et al.(1988), Fox와 Nissen(2005), Jongman et al.(2000), Nirgianaki et al.(2009), Nissen과 Fox(2005)의 연구에서와 같이 어두 위치에서의 마찰음 연구가 대부분이다. 이에 본 연구는 조음 방법과 위치, 성별, 연령, 후행 모음의 높이뿐만 아니라 단어 내 마찰음의 위치 요인들을 바탕으로, 마찰음을 분석하고 실제 발화에서 나타나는 마찰음의 음향적 특성을 규명하고자 한다.

3. 연구 방법

본 연구에서는 자연발화 음성 코퍼스인 벅아이 코퍼스(the Buckeye Corpus of spontaneous American English speech: Pitt et al., 2007)를 사용하여 영어 무성 마찰음 /s, ʃ, f, θ/를 음향적으로 분석한다. 벅아이 코퍼스는 미국 오하이오 주립대학(Ohio State University)에서 오하이오 주 콜럼버스(Columbus, Ohio)에 거주하는 남녀 각각 20명의 자연발화를 인터뷰 형식으로 녹음한 음성 코퍼스로, 약 30만개의 단어가 포함되어 있고 음성파일의 총 분량은 약 40시간 정도이다.

본 연구는 단어의 사용 빈도수가 분석 결과에 미치는 영향을 최소화하기 위해 벅아이 코퍼스에 나타난 전체 무성 마찰음

음성파일 중 고빈도 단어만을 선별하여 분석 자료로 사용한다. 벅아이 코퍼스에 나타난 무성 마찰음이 포함된 단어를 고빈도 단어로 분류하는 기준은 Leech et al.(2001)에서의 단어 빈도수에 따라, 100만개의 단어 당 단어의 사용 빈도수가 60회 이상인 단어를 고빈도 단어(Patterson and Connine, 2001)로 분류한다). 그 후 음성분석 프로그램인 프랏(Praat, version 6.0.14)의 스크립트 명령어를 이용하여 벅아이 코퍼스에서 고빈도 단어로 분류된 563개의 단어에서 무성 마찰음 39,115개가 포함된 모든 음성파일을 추출한다. 추출된 모든 무성 마찰음 음성파일 중 최종적으로 분석에 사용될 무성 마찰음 자료를 선정하기 위해 연령과 성별에 따라 각 그룹별로 최대 5회씩의 자료를 선정한다. 구체적으로 무성 마찰음 자료를 청년 남성(my), 중년 남성(mo), 청년 여성(fy), 중년 여성(fo)으로 나누어 4그룹에서 최대 20회 이하의 마찰음 자료를 선정한다. 이러한 방법으로 최종적으로 선정된 7,093개의 무성 마찰음은 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산, 왜도, 강도를 조음 방법과 위치, 성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치(어두, 어중, 어말), 후행 모음의 높이(/i, e, a, o, u)²⁾에 따라 소수점 둘째 자리까지 측정한다.

자료 분석 시 단어 경계에서 동일한 자음이 연속하여 나오는 자료(예: performance space (1329-s2302a_mo), rights side (1034-s0902b_fy)), 개인적 실수에 의한 자료, 목소리 갈라짐(creaky voice) 또는 소음 등으로 인해 분석하기 어려운 자료의 경우 분석에서 제외한다. 중력 중심값, 분산, 왜도, 강도의 측정은 Jongman et al.(2000)에 따라, 추출된 마찰소음 구간의 가운데 부분에서 40 ms Hamming window를 적용하고 FFT (fast Fourier transform)하여 추출한 스펙트럼을 이용하였다. 마찰소음길이는 마찰소음의 시작 지점부터 후행 모음 또는 후행 자음의 시작 직전까지의 길이, 혹은 마찰소음의 시작 지점부터 마찰소음이 끝나는 지점까지의 길이로 정의한다. 다음에 나오는 <그림 1>은 ‘certain’([SIL]-certain-ways-923-s1803a_fo)에서 어두에 위치한 /s/의 마찰소음길이를 나타낸 것으로, 마찰소음이 시작하는 지점부터 후행 모음이 시작하기 직전까지의 길이는 162.77 ms.이다.

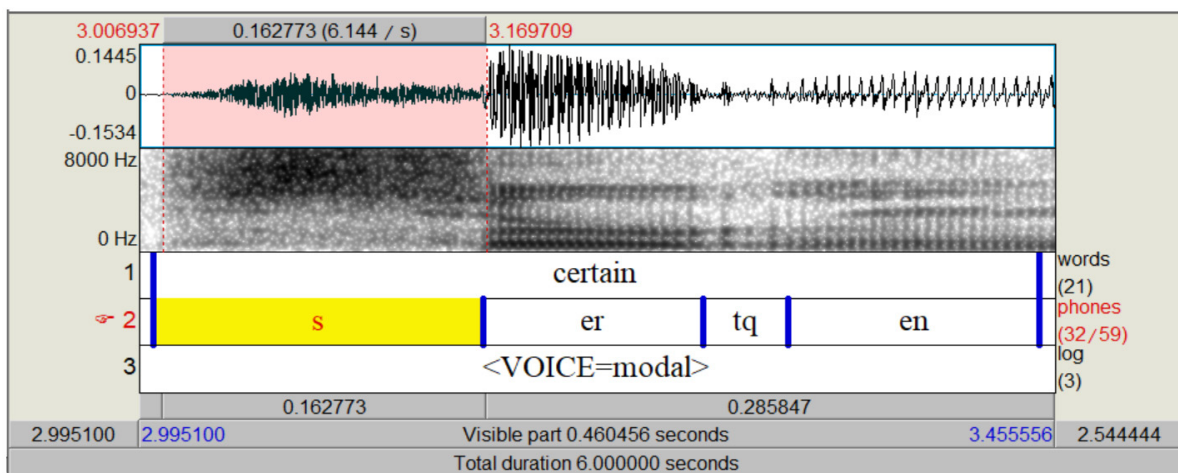


그림 1. ‘certain’에서 /s/의 마찰소음길이

- 1) 예를 들어, 벅아이 코퍼스에서 빈도수가 2701회인 ‘so’의 경우 Leech et al.(2001)에서의 단어 빈도수가 1893회이므로 고빈도 단어로 분류하여 최종 분석 자료로 선정한다. 또한 벅아이 코퍼스에서 빈도수가 1906회인 ‘laugh’의 경우는 Leech et al.(2001)에서의 단어 빈도수가 21회이므로 저빈도 단어로 분류하고, 최종 분석에서 제외하는 방법으로 고빈도 단어의 선정 절차를 거친다.
- 2) 본 연구에서는 후행 모음의 높이가 동일한 경우 마찰소음길이의 차이가 나타나지 않는다는 Jongman et al.(2000), Nirgianaki et al.(2009)에 따라 /i/와 /u/를 고모음, /e/와 /o/를 중모음, /a/를 저모음으로 분류한다. 실제로 본 연구의 자료 분석 결과 어두에 위치한 /s/의 마찰소음 길이는 후행 모음이 /u/인 경우 128.20 ms., /i/인 경우 126.83 ms., /o/인 경우 124.49 ms., /e/인 경우 118.78 ms., /a/인 경우 114.01 ms.로, /i/ vs /u/($t=-0.159, p=.874$), /e/ vs /o/($t=-1.041, p=.299$)는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

4. 분석 결과

4.1 마찰소음길이

성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 의한 무성 마찰음의 마찰소음길이는 다음 <표 1>과 같다.

표 1. 성별, 연령, 마찰음의 위치, 후행 모음에 의한 무성 마찰음의 마찰소음길이

마찰소음길이(ms.)		치찰음		비치찰음	
		/s/	/ʃ/	/f/	/θ/
성별	남성	107.91	109.94	101.86	97.57
	여성	105.56	112.78	94.27	89.75
연령	중년	105.55	109.44	95.32	86.63
	청년	108.12	113.71	101.56	100.64
위치	어두	113.54	127.07	103.45	90.57
	어중	94.72	106.56	87.23	84.18
	어말	112.08	117.71	98.45	102.16
후행모음	고모음	121.51	123.97	105.37	86.09
	중모음	117.15	125.13	103.42	85.91
	저모음	109.45	119.29	93.53	78.17

무성 마찰음의 전체적인 마찰소음길이는 /ʃ/에서 가장 길게 나타났고, /s/, /f/, /θ/ 순으로 마찰소음길이가 점차 짧아졌다. 구체적으로 치찰음의 마찰소음이 비치찰음의 마찰소음보다 더 길게 나타났는데($t=9.348, p=.000$), 이는 치찰음과 비치찰음을 구분하는데 마찰소음길이가 중요한 역할을 한다는 이전의 연구 결과와도 일치한다(Behrens and Blumstein, 1988; Fox and Nissen, 2005; Jongman et al., 2000). 또한 치찰음 간($t=-3.398, p=.000$), 비치찰음 간($t=2.089, p=.037$) 마찰소음길이 역시 유의미한 차이를 보였고, 마찰소음길이는 /s/보다 /ʃ/에서, /θ/보다 /f/에서 상대적으로 길게 나타났다(/ʃ/: 111.33 ms., /s/: 106.79 ms., /f/: 98.33 ms., /θ/: 93.48 ms.). 이러한 결과는 Behrens와 Blumstein(1988), Fox와 Nissen(2005), Jongman et al.(2000)과 대조되는 것으로, 마찰소음길이가 무성 마찰음의 조음 위치를 구분하는데 중요한 역할을 하였다.

성별에 의한 마찰소음길이는 /s, ʃ, θ/에서는 여성보다 남성의 마찰소음이, /f/에서는 남성보다 여성의 마찰소음이 길게 나타났으나, /f/($t=3.857, p=.000$)의 경우에서만 남녀 사이에 유의미한 차이를 보였고, 나머지 /s, ʃ, θ/는 성별에 따른 마찰소음길이에 유의미한 차이를 보이지 않았다(/s/: $t=1.862, p=.063$, /ʃ/: $t=-1.207, p=.228$, /θ/: $t=1.87, p=.062$). 연령에 의한 마찰소음길이를 보면 모든 경우에서 청년의 마찰소음이 중년의 마찰소음보다 길게 나타났지만, /ʃ/의 경우 청년, 중년 사이에 유의미한 차이가 없었고($t=-1.752, p=.080$), /ʃ/를 제외한 나머지 무성 마찰음에서 청년의 마찰소음이 중년의 마찰소음보다 유의미하게 길게 나타났다(/s/: $t=-2.036, p=.042$, /f/: $t=-3.147, p=.001$, /θ/: $t=-3.359, p=.000$).

마찰음의 위치에 의한 마찰소음길이는 /s, ʃ, f, θ/ 모두에서 마찰음의 위치에 따라 마찰소음길이의 차이가 나타났다(/s/: $F=97.480, p=.000$, /ʃ/: $F=27.544, p=.000$, /f/: $F=26.019, p=.000$, /θ/: $F=5.261, p=.005$). 사후검정(post-hoc) 결과 /s, ʃ/의 경우 공통적으로 어두와 어중 위치에서 마찰소음길이의 차이가 나타났는데, 어두의 마찰소음이 어중의 마찰소음보다 상대적으로 길게 나타났다. /f/의 경우 어두와 어중, 어중과 어말에서 유의미한 차이를 보였는데, 어중에서의 마찰소음이 나머지 두 집단의 마찰소음보다 가장 짧게 나타났다. /θ/의 경우는 어두와 어말, 어중과 어말에서 유의미한 차이를 보였고, 어말에서의 마찰소음이 어두, 어중에서의 마찰소음보다 길게 나타났다. /θ/의 경우 어말 위치에서 마찰소음길이가 가장 길게 나타난 것은 실제 발화 자료의 분석에 기인한 결과로 볼 수 있다. 본 연구에서 어말 위치는 발화 내의 연속

되는 단어들 중 마찰음으로 끝나는 단어 내에서의 어말 위치이다. 그러므로 마찰음으로 끝나는 단어가 문장 말에 위치하는 경우 또는 후행 분절음이 없는 경우 자연스러운 휴지의 생성으로 다음 분절음의 영향을 최소화 할 수 있고, 후행 분절음이 존재하는 경우보다 좀 더 긴 마찰소음길이를 가진다. 실제로 자료 분석에 사용한 ‘both’에서 후행 분절음이 존재하지 않는 경우의 마찰소음길이는 295.5 ms., 175.8 ms., 175.7 ms., 152.3 ms., 150 ms., 138.3 ms., 124.3 ms., 120.1 ms., 92.9 ms. 이고, 후행 분절음이 존재하는 경우의 마찰소음길이는 75.7 ms., 72 ms., 57.7 ms.로 나타났다. 마찰음의 후행 모음에 의한 마찰소음길이는 /s/와 /f/의 경우에서 후행 모음의 높이에 따라 마찰소음길이의 차이가 나타났다(/s/: $F=11.031$, $p=.000$, /f/: $F=7.722$, $p=.000$). 사후검정 결과 /s/의 경우 고모음과 중모음, 고모음과 저모음, 중모음과 저모음, 모든 경우에서 유의미한 차이를 보였는데, 고모음에서 마찰소음길이가 가장 길고, 중모음, 저모음 순으로 짧아져 저모음에서 마찰소음이 가장 짧게 나타났다. /f/의 경우 고모음과 저모음, 중모음과 저모음 사이에서 유의미한 차이가 나타나, 후행 모음이 저모음인 경우 후행 모음이 중모음과 고모음인 경우보다 마찰소음이 가장 짧게 나타났다. 이와 대조적으로 /ʃ/와 /θ/의 경우 후행 모음에 따른 마찰소음길이의 차이는 나타나지 않았다(/ʃ/: $F=0.110$, $p=.895$, /θ/: $F=0.853$, $p=.427$). 정리하면 /s/, /f/의 후행 모음이 고모음 일수록 마찰소음길이는 더 길어지며, /s/, /f/에서 후행 모음의 높이는 마찰소음길이에 중요한 영향을 주는 요인 중 하나이다(Jongman et al., 2000; Nirgianaki et al., 2009; Nissen and Fox, 2005).

4.2 중력 중심값

성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 의한 무성 마찰음의 중력 중심값은 다음 <표 2>와 같다.

표 2. 성별, 연령, 마찰음의 위치, 후행 모음에 의한 무성 마찰음의 중력 중심값

중력 중심값(Hz)		치찰음		비치찰음	
		/s/	/ʃ/	/f/	/θ/
성별	남성	4503.28	3151.66	2089.12	1631.17
	여성	5258.31	3835.55	1830.94	1243.68
연령	중년	4787.86	3313.01	1767.95	1359.69
	청년	4939.93	3703.70	2185.01	1500.55
위치	어두	5054.82	3840.79	2126.93	1332.98
	어중	4752.09	3451.13	1783.24	1801.93
	어말	4720.01	3533.33	1644.42	1371.87
후행모음	고모음	5175.36	3702.85	2450.13	1847.99
	중모음	5059.17	3506.67	2174.72	674.06
	저모음	5150.19	3308.91	1370.93	607.01

무성 마찰음의 중력 중심값은 치찰음이 비치찰음보다 높게 나타났고($t=83.808$, $p=.000$), 치찰음 간($t=40.727$, $p=.000$), 비치찰음 간($t=6.722$, $p=.000$) 중력 중심값 역시 유의미한 차이를 보였다. 구체적으로 치찰음 사이에서는 /s/(4860.97 Hz)의 중력 중심값이 /ʃ/(3485.34 Hz)의 중력 중심값보다 높고, 비치찰음 사이에서는 /f/(1968.90 Hz)의 중력 중심값이 /θ/(1428.60 Hz)의 중력 중심값보다 높았는데, Gordon et al.(2002)에 의하면 이러한 차이는 마찰소음구간의 전강의 길이에 영향을 받는다. 후방 마찰음(posterior fricatives)에 비해 전강의 길이가 짧고 상대적으로 앞쪽에서 조음되는 전방 마찰음(fronter fricatives)은 좁아진 공명 공간에서 높은 주파수 대역의 에너지를 형성한다. 조음 위치가 앞쪽에 위치한 /s/의 경우 역시 /ʃ/에 비해 에너지가 높은 주파수 대역에 집중하여 상대적으로 높은 중력 중심값을 가진다.

성별에 의한 중력 중심값을 보면 모든 무성 마찰음에서 남녀 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 치찰음 /s, ʃ/에서는 여성의 중력 중심값이 남성의 중력 중심값보다 높게 나타났고(/s/: $t=-25.395$, $p=.000$, /ʃ/: $t=-12.728$, $p=.000$), 비치찰음인 /f, θ/에서는 남성의 중력 중심값이 더 높게 나타났다(/f/: $t=4.088$, $p=.000$, /θ/: $t=2.639$, $p=.008$). 연령에 의한 중력 중심값은 모든 무성 마찰음에서 청년의 중력 중심값이 중년의 중력 중심값보다 높게 나타났지만, /θ/를 제외한 /s, ʃ, f/의 경우에서 청년, 중년 사이에 유의미한 차이를 보였다(/s/: $t=-4.826$, $p=.000$, /ʃ/: $t=-6.771$, $p=.000$, /f/: $t=-6.653$, $p=.000$, /θ/: $t=-0.953$, $p=.000$).

마찰음의 위치에 의한 중력 중심값은 /θ/($F=2.761$, $p=.064$)를 제외한 나머지 /s, ʃ, f/(/s/: $F=48.771$, $p=.000$, /ʃ/: $F=3.906$, $p=.021$, /f/: $F=19.486$, $p=.000$)에서 어두, 어중, 어말 세 집단의 위치에 따라 유의미한 차이가 나타났다. 사후검정 결과 /s, f/는 어중과 어말 사이에는 차이가 없었고, 어두와 어중, 어두와 어말 두 집단 사이에서 차이를 보였다. /ʃ/의 경우는 어두와 어말, 어중과 어말에서 유의미한 차이를 보여, /s, f, ʃ/ 공통적으로 어두에서의 중력 중심값이 어중, 어말에서의 중력 중심값보다 높게 나타났다. 후행 모음에 의한 중력 중심값을 보면 /f/와 /θ/에서 후행 모음의 높이에 따라 중력 중심값의 차이가 나타났다(/f/: $F=56.767$, $p=.000$, /θ/: $F=13.321$, $p=.000$). 구체적으로 /f/의 경우 고모음과 중모음, 고모음과 저모음, 중모음과 저모음 모든 그룹에서 중력 중심값의 차이가 나타났고, /θ/의 경우 중모음과 저모음 사이에서는 차이를 보이지 않았지만 고모음과 중모음, 고모음과 저모음 사이에서 유의미한 차이가 나타나, 공통적으로 후행 모음이 고모음인 경우 중력 중심값이 가장 높고 저모음인 경우 중력 중심값이 가장 낮게 나타났다. 한편 /s/와 /ʃ/는 후행 모음에 따른 중력 중심값의 유의미한 차이가 나타나지 않았다(/s/: $F=1.899$, $p=.150$, /ʃ/: $F=2.593$, $p=.077$).

4.3 분산

<표 3>은 성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 의한 무성 마찰음의 분산을 정리한 것이다.

표 3. 성별, 연령, 마찰음의 위치, 후행 모음에 의한 무성 마찰음의 분산

분산(MHz)		치찰음		비치찰음	
		/s/	/ʃ/	/f/	/θ/
성별	남성	1.54	2.25	2.33	1.76
	여성	5.20	3.45	2.19	1.44
연령	중년	3.85	2.71	1.94	1.33
	청년	4.34	3.00	2.61	1.86
위치	어두	4.03	2.81	2.59	1.41
	어중	4.12	2.85	1.68	1.23
	어말	4.13	2.79	2.01	2.02
후행모음	고모음	4.34	3.25	2.34	1.28
	중모음	4.05	2.62	2.36	1.29
	저모음	4.30	2.43	2.43	0.99

무성 마찰음의 전체적인 분산은 /s/에서 가장 높게 나타났고, /ʃ/, /f/, /θ/ 순으로 그 값이 점차 낮아졌다. 분산을 치찰성과 관련해서 보면, 치찰음의 분산이 비치찰음의 분산보다 더 높은 값을 보였다($t=32.818$, $p=.000$). 이러한 결과는 치찰음이 비치찰음에 비해 중력 중심값을 기준으로 멀리 퍼져 분포되어, 더 넓은 주파수 대역에 있다는 것을 의미한다. 치찰음 간, 비치찰음 간 분산의 경우 역시 유의미한 차이를 보였다. 치찰음($t=16.388$, $p=.000$)의 경우 /s/는 4.09 MHz, /ʃ/는 2.84 MHz, 비치찰음($t=6.789$, $p=.000$)의 경우 /f/는 2.26 MHz, /θ/는 1.59 MHz로 나타나, /s/보다 /ʃ/에서, /f/보다 /θ/에서 상대

적으로 평균에 더 집중하여 분포되어 있는 모양을 보인다. 그러므로 무성 마찰음 연구에서 분산은 치찰음과 비치찰음을 구별하고, 무성 마찰음의 조음 위치를 구분하는데 중요한 음향적 단서를 제공하는 효과적인 분석 도구라 할 수 있다.

성별에 의한 분산을 보면 치찰음에서는 남성보다 여성의 분산이, 비치찰음에서는 여성보다 남성의 분산이 더 크게 나타났지만, 치찰음의 경우(/s/: $t=-30.278$, $p=.000$, /ʃ/: $t=-9.553$, $p=.000$)에서만 남녀 사이에 유의미한 차이가 나타났고, 비치찰음(/f/: $t=1.527$, $p=0.127$, /θ/: $t=1.837$, $p=.067$)에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 연령에 의한 분산에서는 모든 무성 마찰음에서 청년의 분산이 중년의 분산보다 유의미하게 높게 나타나(/s/: $t=-6.393$, $p=.000$, /ʃ/: $t=-2.264$, $p=.024$, /f/: $t=7.010$, $p=.000$, /θ/: $t=-3.129$, $p=.002$), 청년의 경우 평균을 중심으로 상대적으로 넓은 분포를 보임을 확인할 수 있다.

마찰음의 위치에 따른 분산을 보면, 분산은 비치찰음에서만 어두, 어중, 어말의 위치에 따른 차이를 보였다(/f/: $F=37.108$, $p=.000$, /θ/: $F=7.059$, $p=.000$). 치찰음 /s/의 경우 중력 중심값은 대략 3500~6500 Hz 사이에 분포하고 있고, 5000~6000 Hz에서 에너지가 가장 집중되어 있었다. /ʃ/의 경우는 2500~5000 Hz 사이에 중력 중심값이 분포하고 있고, 3500~4000 Hz 사이에서 가장 큰 에너지 집중도를 보이고 있어, /s/와 /ʃ/ 모두 어두, 어중, 어말 위치에서 유사한 분포를 보였다. /f/의 경우는 어두, 어중, 어말의 세 집단 모두에서 유의미한 차이를 보였는데, 어두에서의 분산이 상대적으로 가장 높고 어중에서의 분산은 가장 낮게 나타났다. /θ/의 경우 어두와 어중에서는 차이를 보이지 않았고 어두와 어말, 어중과 어말에서 유의미한 차이를 보였는데, 어말에서의 분산이 나머지 어두, 어중에서의 분산보다 높게 나타났다. 이것은 벅아이 코퍼스에 나타나는 /f/와 /θ/의 경우 각각 어두와 어말 위치에서는 중력 중심값이 분산되어 더 멀리 분포되어 나타남을 의미한다. 후행모음의 높이에 의한 분산에서는 무성 마찰음 모두에서 고모음, 중모음, 저모음 세 집단 사이에 유의미한 차이를 보이지 않았다(/s/: $F=1.737$, $p=.176$, /ʃ/: $F=2.917$, $p=.843$, /f/: $F=0.171$, $p=.843$, /θ/: $F=0.650$, $p=.523$).

4.4 왜도

<표 4>는 성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 의한 무성 마찰음의 왜도를 정리한 것이다.

표 4. 성별, 연령, 마찰음의 위치, 후행 모음에 의한 무성 마찰음의 왜도

왜도		치찰음		비치찰음	
		/s/	/ʃ/	/f/	/θ/
성별	남성	0.11	0.97	4.02	5.87
	여성	0.10	0.06	3.50	7.97
연령	중년	0.43	0.84	4.60	7.23
	청년	-0.24	0.13	2.90	6.69
위치	어두	0.01	-0.03	3.27	6.43
	어중	0.34	0.62	4.45	8.29
	어말	-0.05	0.29	4.70	7.03
후행모음	고모음	-0.08	0.32	3.54	7.66
	중모음	0.29	0.32	3.61	9.08
	저모음	0.15	0.21	3.48	5.72

왜도의 경우 비치찰음의 왜도는 모든 경우에서, 치찰음의 왜도보다 유의미하게 높았고($t=-37.694$, $p=.000$), 치찰음과 비교하여 상대적으로 높은 양의 왜도를 보였다. 이것은 비치찰음의 경우, 평균 주파수대의 에너지보다 낮은 대역으로 에너지가 더 많이 치우쳐 분포되어 있다는 것을 의미하며, 왜도는 치찰음과 비치찰음을 구별하는데 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다. 치찰음 간($t=-5.405$, $p=.000$), 비치찰음 간($t=-8.918$, $p=.000$) 차이에서는 /s/(0.10)보다 /ʃ/(0.53)에서,

/f/(3.78)보다 /θ/(6.97)에서 왜도 값이 더 높게 나타나, 각 마찰음의 조음 위치를 구분할 수 있었다.

성별에 의한 왜도는 /s, ʃ, f/의 경우 여성에 비해 남성의 왜도가, /θ/의 경우 남성에 비해 여성의 왜도가 더 높게 나타났고, /s/를 제외한 나머지 /ʃ, f, θ/에서 성별에 따른 유의미한 차이를 보였다(/s/: $t=0.160$, $p=.872$, /ʃ/: $t=6.997$, $p=.000$, /f/: $t=2.744$, $p=.006$, /θ/: $t=-3.129$, $p=.001$). 구체적으로 /ʃ/와 /f/의 경우 여성의 에너지가 남성과 비교하여 높은 주파수대에 치우쳐 집중되어 있고(Jongman et al., 2000), /θ/의 경우는 그 반대의 모양을 보인다. 연령에 의한 왜도는 모든 무성 마찰음에서 중년의 왜도가 청년의 왜도보다 높게 나타났지만, /θ/를 제외한 /s, ʃ, f/에서 연령에 따라 유의미한 차이가 나타나(/s/: $t=9.326$, $p=.000$, /ʃ/: $t=5.625$, $p=.000$, /f/: $t=9.296$, $p=.000$, /θ/: $t=0.773$, $p=.440$), /s, ʃ, f/에서 청년의 에너지는 높은 주파수대에 치우쳐 있음을 보여준다.

마찰음의 위치에 의한 왜도는 /θ/를 제외한 /s, ʃ, f/에서 어두, 어중, 어말 세 집단에 따라 유의미한 차이가 나타났다(/s/: $F=10.834$, $p=.000$, /ʃ/: $F=3.415$, $p=.033$, /f/: $F=22.170$, $p=.000$, /θ/: $F=1.888$, $p=.152$). 치찰음 /s, ʃ/의 경우 공통적으로 어두와 어말 사이에서는 차이가 없었고, 어중과 나머지 두 집단 사이에서 유의미한 차이가 나타났으며, 어중에서의 왜도값이 가장 높게 나타났다. 구체적으로 /s/의 경우를 보면 어말에서 음의 왜도값을 가지는데, 이는 좌측으로 긴 꼬리 분포를 가지며 에너지가 비교적 높은 주파수 대역에 더 분포해 있음을 의미한다. 이러한 어말 위치에서의 음의 왜도값은 어두에서 나타나는 분포의 비대칭성 정도와는 차이를 보이지 않았고, 어두와 어중, 어중과 어말 사이에서 유의미한 차이를 보였다. /f/의 경우 모두 양의 왜도값을 보였고, 어두에서의 왜도가 가장 낮게 나타났으며, 어두와 어중, 어두와 어말 사이에서 유의미한 차이를 보였다. 정리하면 왜도는 중력 중심값의 분포의 비대칭성을 나타내는 척도로, 벅아이 코퍼스의 자료 분석 결과 치찰음 /s, ʃ/의 경우 어중에서, 비치찰음 /f, θ/의 경우 어두, 어중, 어말 모든 위치에서 비교적 낮은 주파수 대역으로 에너지가 더 치우쳐 있는 분포를 보인다. 덧붙여 어중에 위치한 /s/의 경우 7개의 자료가 1500~2000 Hz 사이에 분포하는데, 이는 자연발화를 녹음한 음성 코퍼스의 특성상 중력 중심값의 분포 범위가 넓기 때문이다. 마찰음의 후행 모음에 의한 왜도는 /s/의 경우 ($F=3.274$, $p=.038$) 고모음과 중모음 사이에서 유의미한 차이가 나타났다. 나머지 /ʃ, f, θ/에서는 고모음, 중모음, 저모음 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다(/ʃ/: $F=0.027$, $p=.974$, /f/: $F=0.093$, $p=.912$, /θ/: $F=2.511$, $p=.084$).

4.5 강도

<표 5>는 성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 의한 무성 마찰음의 강도를 정리한 것이다.

표 5. 성별, 연령, 마찰음의 위치, 후행 모음에 의한 무성 마찰음의 강도

강도(dB)		치찰음		비치찰음	
		/s/	/ʃ/	/f/	/θ/
성별	남성	56.92	57.57	52.62	54.32
	여성	54.08	61.43	48.85	53.68
연령	중년	56.53	62.04	51.72	54.65
	청년	54.55	56.18	49.95	53.28
위치	어두	55.52	56.47	51.02	55.40
	어중	57.73	60.72	51.68	54.98
	어말	52.96	51.92	48.45	51.53
후행모음	고모음	54.93	56.39	51.12	56.13
	중모음	56.17	56.71	51.42	54.57
	저모음	55.59	50.07	51.90	54.76

무성 마찰음의 전체적인 강도는 /f/에서 가장 높게 나타났고, /s/, /θ/, /f/ 순으로 점차 낮아졌다. 치찰음의 강도는 비치찰음의 강도보다 높게 나타났는데($t=4.955, p=.000$), 이러한 결과는 마찰소음의 강도가 치찰음과 비치찰음을 구분하는데 중요한 역할을 한다는 Behrens와 Blumstein(1988), Jongman et al.(2000)의 연구 결과와 일치한다. 치찰음 간($t=-0.946, p=.345$), 비치찰음 간($t=-6.356, p=.000$) 강도를 보면, 치찰음 /s/(55.57dB)와 /f/(59.45dB) 사이에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 비치찰음 /f/와 /θ/ 사이에서는 /θ/(53.98dB)의 강도가 /f/(50.86dB)의 강도보다 더 높게 나타나, 비치찰음 간 마찰음의 강도에서는 유의미한 차이가 나타났지만, Jongman et al.(2000)의 결과와 달리 강도가 모든 무성 마찰음의 조음 위치를 구분하지는 못하였다.

성별에 의한 강도는 /s, f, θ/의 경우 남성의 강도가, /f/의 경우 여성의 강도가 높게 나타났지만, /f/의 경우에서만 남녀 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. /f/의 경우 남성은 평균 52.62dB, 여성은 평균 48.85dB로, 여성보다 남성의 강도가 상대적으로 더 높게 나타났다(/s/: $t=1.601, p=.110$, /f/: $t=-0.468, p=.640$, /f/: $t=9.707, p=.000$, /θ/: $t=0.711, p=.477$). 연령에 의한 강도 역시 모든 무성 마찰음에서 중년의 강도가 청년의 강도보다 높게 나타났지만, /f/에서만 중년의 강도가 청년의 강도보다 유의미하게 높았고, 나머지 /s, f, θ/에서는 청년, 청년 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다(/s/: $t=1.215, p=.224$, /f/: $t=4.538, p=.000$, /f/: $t=0.815, p=.416$, /θ/: $t=1.539, p=.125$).

마찰음의 위치에 의한 강도는 비치찰음 /f, θ/에서 어두, 어중, 어말 세 집단 사이에 유의미한 차이를 보였다(/s/: $F=2.423, p=.089$, /f/: $F=0.172, p=.842$, /f/: $F=12.340, p=.000$, /θ/: $F=8.350, p=.000$). /f, θ/에서는 공통적으로 어두와 어말, 어중과 어말에서 강도의 차이를 보였는데, 어말의 강도는 어두, 어중의 강도보다 상대적으로 낮게 나타났다. 마찰음의 후행 모음에 의한 강도를 보면 /s/의 경우에서만 후행 모음의 높이에 의한 강도의 차이가 나타났다(/s/: $F=3.706, p=.024$). 구체적으로 /s/의 경우 고모음과 중모음에서 유의미한 차이를 보였는데, 후행 모음이 고모음인 경우보다 중모음인 경우 강도가 유의미하게 더 높게 나타났다. 이와는 대조적으로 /f, f, θ/에서는 후행 모음에 따른 강도의 차이는 나타나지 않았다(/f/: $F=2.875, p=.059$, /f/: $F=0.619, p=.539$, /θ/: $F=0.618, p=.540$).

5. 결론

본 연구에서는 실제 발화 자료인 벅아이 코퍼스를 이용하여 영어 무성 마찰음의 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산, 왜도, 강도를 조음 방법과 위치, 성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이에 따라 음향 음성학적으로 분석하였다. 한국어 마찰음과 비교하여 그 수가 상대적으로 많은 영어 마찰음 연구에서는 다양한 변인에 의해 실제 발화되는 마찰음의 중요성은 인식하고 있으나, 현재까지 실제 발화 자료를 활용한 마찰음의 구체적인 음향 분석은 미흡한 실정이다.

분석 결과 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산, 왜도는 치찰음과 비치찰음을 구별하고, 모든 무성 마찰음의 조음 위치를 구분하는데 중요한 음향적 역할을 하였다. 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산은 비치찰음보다 치찰음에서 길거나 높게 나타났고, 왜도는 치찰음보다 비치찰음에서 높게 나타났다. 치찰음 간, 비치찰음 간 차이를 보면, 마찰소음길이는 /s/보다 /f/에서, /θ/보다 /f/에서, 중력 중심값은 /f/보다 /s/에서, /θ/보다 /f/에서, 분산과 왜도는 /s/보다 /f/에서, /f/보다 /θ/에서 길거나 높게 나타났다. 강도의 경우 치찰음과 비치찰음의 구별에는 효과적이었지만, 치찰음 간 차이는 나타나지 않았다.

성별, 연령, 단어 내 마찰음의 위치, 후행 모음의 높이와 같은 변인은 마찰소음길이, 중력 중심값, 분산, 왜도, 강도에 영향을 주었다. 분석 결과를 다양한 요인에 의해 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 마찰소음길이의 경우 성별과 관련해서

/f/는 여성보다 남성에서, 연령과 관련해서 /s/, /f/, /θ/는 중년보다 청년에서 길게 나타났으며, 단어 내 마찰음의 위치와 관련해서 /s/, /f/는 어중보다 어두에서 길게, /f/는 어중에서 가장 짧게, /θ/는 어말에서 가장 길게 나타났다. 또한 후행 모음의 높이와 관련해서 /s/, /f/는 후행 모음이 고모음 일수록 마찰소음길이가 더 길게 나타났다. 중력 중심값의 경우 성별과 관련해서 /s/, /f/는 남성보다 여성에서, /f/, /θ/는 여성보다 남성에서 높게 나타났고, 연령과 관련해서 /s/, /f/, /θ/는 중년보다 청년에서 높게 나타났다. 마찰음의 위치와 관련해서 /s/, /f/, /θ/는 어두에서 가장 높게 나타났고, 후행 모음의 높이와 관련해서 /f/, /θ/는 고모음에서 가장 높고, 저모음에서 가장 낮은 값을 보였다.

분산의 경우 성별과 관련하여 /s/, /f/는 남성보다 여성에서 높게 나타났고, 연령과 관련해서 모든 무성 마찰음에서 청년의 분산이 높게 나타났다. 마찰음의 위치와 관련해서 /f/는 어두에서 가장 높고 어중에서 가장 낮게, /θ/는 어두, 어중보다 어말에서 가장 높게 나타났다. 왜도의 경우 성별과 관련해서 /f/, /θ/는 여성보다 남성에서, /θ/는 남성보다 여성에서 높게 나타났고, 연령과 관련해서 /s/, /f/, /θ/는 청년보다 중년에서 높게 나타났다. 마찰음의 위치와 관련해서 /s/, /f/는 어중에서 가장 높게, /f/는 어두에서 가장 낮게 나타났고, 후행 모음의 높이와 관련해서 /s/는 고모음보다 중모음에서 높게 나타났다. 강도의 경우 성별, 연령과 관련해서 /f/는 여성보다 남성에서, 청년보다 중년에서 높게 나타났고, 위치와 관련해서 /f/, /θ/는 어두, 어중보다 어말에서 낮게 나타났다. 후행 모음의 높이와 관련해서 /s/는 고모음보다 중모음에서 높게 나타났다.

본 연구는 벅아이 코퍼스의 음성을 분석한 것으로, 실제 발화의 연구라는 장점과 분석 결과가 벅아이 코퍼스에 국한될 수 있다는 한계점을 동시에 가지고 있다. 현재까지 영어 마찰음 연구는 어두에 위치한 마찰음을 대상으로 주어진 틀 내에서 반복적 녹음을 통해 얻은 자료의 분석이 대부분이므로, 추후 다양한 환경에서 발화된 마찰음을 체계적으로 분석할 필요가 있다. 본 연구의 마찰소음길이, 스펙트럼 역률, 강도와 같은 실제 분석 결과를 한국인 영어 학습자들이 발화한 영어 무성 마찰음과 비교, 대조하고, 소리 특성에 따른 영어 마찰음 인지 훈련 등의 과정을 통해 교육현장에 적극 활용함으로써 영어 마찰음 교육 경쟁력 강화에 기여하기를 기대한다.

참고문헌

- Behrens, S. J. and S. E. Blumstein. 1988. Acoustic Characteristics of English Voiceless Fricatives: A Descriptive Analysis. *Journal of Phonetics* 16.3, 295-298.
- Forrest, K., G. Weismer, P. Milenkovic, and R. Dougall. 1988. Statistical Analysis of Word-initial Voiceless Obstruents: Preliminary Data. *Journal of the Acoustical Society of America* 84.1, 115-123.
- Fox, R. A. and S. L. Nissen. 2005. Sex-related Acoustic Changes in Voiceless English Fricatives. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 48.4, 753-765.
- Gordon, M., P. Barthmaier, and K. Sands. 2002. A Cross-linguistic Acoustic Study of Voiceless Fricatives. *Journal of the International Phonetic Association* 32.2, 141-174.
- Jongman, A., R. Wayland, and S. Wong. 2000. Acoustic Characteristics of English Fricatives. *Journal of the Acoustical Society of America* 108.3, 1252-1725.
- Ladefoged, P. 1982. *A Course in Phonetics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Leech, G., P. Rayson, and A. Wilson. 2001. *Word Frequencies in Written and Spoken English: Based on the British National Corpus*. Harlow: Longman.

- McMurray, B. and A. Jongman. 2011. What Information is Necessary for Speech Categorization? Harnessing Variability in the Speech Signal by Integrating Cues Relative to Expectations. *Psychological Review* 118.2, 219-246.
- Nirgianaki, E., A. Chaida, and M. Fourakis. 2009. Temporal Characteristics of Greek Fricatives. *Papers of the 9th International Conference of Greek Linguistic*, 25-33.
- Nissen, S. L. and R. A. Fox. 2005. Acoustic and Spectral Characteristics of Young Children's Fricative Productions: A Developmental Perspective. *Journal of Acoustical Society of America* 118.4, 2570-2578.
- Patterson, D. and M. Connine. 2001. Variant Frequency in American English Flap Production: A Corpus Analysis of Variant Frequency in Flap Production. *Phonetica* 58.4, 254-275.
- Pitt, M. A., L. Dilley, K. Johnson, S. Kiesling, W. Raymond, E. Hume, and E. Fosler-Lussier. 2007. Buckeye Corpus of Conversational Speech (2nd release), Columbus, OH: Department of Psychology, Ohio State University. <http://www.buckeyecorpus.osu.edu>.
- Shadle, C. H. 1990. Articulatory-acoustic Relationships in Fricative Consonants. In Hardcastle, W. J. and A. Marchal (eds.), *Speech Production and Speech Modeling*. Dordrecht: Kluwer. 187-209.

박진숙, 강사
부산광역시 북구 만덕대로 155번길 99
한국폴리텍대학
E-mail: jsforevert@hanmail.net