서울 코퍼스와 벅아이 코퍼스에서의 한국어와 영어 치경 마찰음 연구*

황선미** · 윤규철***

〈차 례〉

1. 머리말
2. 연구방법
3. 연구결과
4. 결론

【국문초록】

본 논문은 한국어와 영어의 치경 마찰음을 자연발화 한국어 음성코퍼스인 서울 코퍼스와 영어 코퍼스인 벅아이 코퍼스에서 중력중심값과 마찰음 길이를 중심으로 살펴보았다. 또한 성별, 연령별, 조음 방법과 위치, 단어와 발화 내 위치 등 여러 가지 요인에 따라 변화하는 양상도 조사하였다.

분석 결과 영어 [s, ʃ]의 중력중심값은 각각 3900Hz와 3300Hz 정도의 값을 보였고, 한국어 [s, s*]는 각각 2400Hz와 5200Hz 정도의 값을 보였다. 어두나 발화 초의 중력중심값이 어중 어미나

* 이 연구는 2017년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.
** 주저자(영남대학교 영어영문학과 대학원)
*** 교신저자(영남대학교 영어영문학과 교수)

발화 중 위치보다 큰 경향을 보였고, 성별과 연령에 따라서는 여성과 낮은 연령대의 중력중심값이 더 높은 양상을 보였다. 영어의 경우 후행 모음이 고모음일 때 중력중심값이 더 커지고 마찰 소음의 길이도 길어지는 것으로 나타났다.

주제어: 서울 코퍼스, 벅아이 코퍼스, 한국어, 영어, 치경 마찰음, 중력중심값, 마찰음 길이

1. 머리말

영어와 한국어의 마찰음들 중에서 특히 관심을 받아 온 것은 바로 치경과 그 근처에서 발화되는 마찰음들이다. 한국어의 경우에는 ㅅ과 ㅆ으로 표기하며 조음 방법으로 주로 구분하는 평음 /s/와 경음 /s*/이 있고, 영어의 경우에는 조음 위치로 구분하는 치경 마찰음 /s/와 치경후 마찰음인 /ʃ/가 있다. 이들 마찰음들은 구강 내의 좁은 틈 사이로 공기를 빠른 속도로 이동시킴으로써 특유의 마찰 소음을 발생시키는 특징을 갖고 있다.[1)]

다양한 측면에서 이 마찰음들 사이의 차이점 및 유사점들이 밝혀져 왔다. 스펙트럼 상에서 에너지가 가장 집중되어 있는 주파수 대역의 위치를 주목한 Heinz & Stevens[2)]의 연구에 의하면, 영어의 /s/와 /ʃ/는 각각 대략 5000~6000Hz와 2500Hz 근처에 가장 에너지가 크다고 하며, Stevens(1971)[3)]의 연구에 의하면 각각 4000Hz

1) Jongman, A., Wayland, R. & Wong, S. 「Acoustic characteristics of English fricatives」. Journal of the Acoustical Society of America, 108(3), 2000, 1252-1263.

2) Heinz, J. & Stevens, K. 「On the properties of voiceless fricative consonants」. Journal of the Acoustical Society of America, 33, 1961, 589-596.

와 3000Hz 정도라고 한다. 안현기(2009)[4]의 연구에서는 영어 /s/의 경우 대략 4000~5000Hz 사이라고 한다. Proctor et al.(2006)[5]에 의하면 에너지 집중도는 후속 모음의 종류에 따라 변화할 수도 있다고 한다. 한국어 /s/의 후속 모음에 대한 영향을 살펴본 Kang (2010)[6]에 의하면 고전설 모음 앞에서는 에너지 중심이 대략 4000Hz에 존재하며, /e, a/ 모음의 경우에는 5000~6000Hz 사이에 존재하였다고 한다.

스펙트럼 상의 에너지 집중도는 Forrest et al.(1988)[7]에서 제시한 중력중심값(center of gravity)으로 반영되기도 하는데, 한국어 /s, s*/의 모음 /a/ 앞에서의 중력중심값을 살펴본 Cho et al. (2002)[8]의 연구에 의하면 서울말 /s*/의 중력중심값은 6600Hz로 /s/의 6200Hz보다 높았다. 또 Hwang(2004)[9]의 연구에서는 한국

3) Stevens, K. 「Airflow and turbulence for noise for fricative and stop consonantns: Static considerations」. Journal of the Acoustical Society of America, 50, 1971, 1182-1192.

4) 안현기. 「/자음-모음/ 연접환경에서의 영어와 한국어의 마찰음 음성특질 비교연구」. 영어학, 9(2), 2009, 281-302.

5) Proctor, M., Shadle, S. & Iskarous K. 「An MRI study of vocalic context effects and lip rounding in the production of English sibilants」. Proceedings of the 11th Australian international conference on speech science & technology, 2006, 307-312.

6) Kang, H. 「Coarticulation effects of Korean sibilant /s/ before a high front segment」. Studies in Phonetics, Phonology and Morphology, 16, 2010, 3-18.

7) Forrest, K., Weismer, G., Milenkovic, P. & Dougall, R.. 「Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: preliminary Data」. Journal of the Acoustical Society of America, 84(1), 1988, 115-123.

8) Cho, T., Jun, S. & Ladefoged, P. 「Acoustic and aerodynamic correlates of Korean stops and fricatives」. Journal of phonetics, 30, 2002, 193-228.

9) Hwang, H. 「Spectral characteristics of frication noise in Korean sibilants」. Malsori, 49, 2004, 31-50.

어의 두 모음 /a, i/ 앞에서의 서울말 /s, s*/의 중력중심값을 측정하였는데, 저모음인 /a/ 앞에서는 각각 7433Hz와 7902Hz의 평균값을 보여 /s*/의 값이 높았고, 구개음화를 일으킨다고 알려져 있는 고모음인 /i/ 앞에서는 각각 5688Hz와 5935Hz의 평균값을 보여 전체적인 중력중심값이 매우 낮아졌으나 /s*/의 값이 여전히 더 높았다.

스펙트럼 상의 이러한 차이는 이들 마찰음들의 조음 위치 차이에서도 기인하는 것으로 밝혀졌다. 전자구개운동 기록법을 통해 한국어 /s, s*/의 조음 위치를 살펴본 Baik(2001)[10]의 연구에 의하면 /s*/의 조음점이 /s/보다 더 앞으로 전진하는 양상을 보인다고 한다. 이로 인해 마찰 소음이 생기는 좁은 틈 앞에 있는 공명 공간의 길이가 짧아져 중력중심값이 더 커지는 것으로 볼 수 있다. Anderson et al.(2004)[11]의 연구에서는 한국어 /s, s*/는 전치조음으로, 영어의 /s, ʃ/는 각각 치경음과 경구개 치경음으로 분류하고 있다.

마찰 소음의 길이에서도 차이를 살펴볼 수 있는데, 한국어 /s, s*/의 길이를 연구한 Kim(1999)[12]의 연구에 의하면 평음 /s/는 경음 /s*/보다 길이가 짧다고 한다. 하지만 Kang(2008)[13]는 이러한 길이의 차이는 어중 위치에서만 보이고 어두 위치에서는 보이지 않는다고 주장하고 있다. 영어와 한국어의 마찰음 길이

---

10) Baik, W. 「A shift in the point of articulation for Korean consonantns with an increase of their tensity」. Korean Journal of Speech Science, 8(3), 2001, 115-120.

11) Anderson, V., Ko, I., O'Grady, W. & Choo, M. 「A palatographic investigation of place of articulation in Korean coronal obstruents」. Korean Linguistics, 12, 2004, 1-24.

12) Kim, S. 「Sub-phonemic duration differences in English /s/ and few-to-many borrowing from English to Korean」. Ph.D. Dissertation, University of Washington. 1999.

13) Kang, Y. 「The Adaptation of English /s/ in Korean」. Inquiries into Korean linguistics, 3, 2008, 1-14.

를 연구한 Cheon(2006)[14]에 의하면 한국어 /s*/와 영어 /s/는 마찰 소음과 기식 소음 길이에 있어 매우 비슷하였지만, 한국어 /s/의 경우 마찰 소음은 매우 짧고 기식 소음은 상대적으로 길었다고 한다. 후속 연구인 Cheon & Anderson(2008)[15]에서는 한국어 /s/는 /a/ 모음 앞에서는 마찰 소음 지속 시간이 짧고 기식 시간이 더 길지만, /i/ 모음 앞에서는 구개음화가 되어서 에너지 집중도에 있어서 영어의 /ʃ/와 매우 유사하다고 주장했다.

치경 마찰음의 스펙트럼 분포는 화자별로도 차이가 날 수 있는데, Gordon et al.(2002)[16]에 의하면 이는 구강 내의 좁은 틈의 위치나 혀의 모양과 위치가 화자별로 다르기 때문에 생겨날 수 있는 것이라고 한다. 특히 /s/의 경우 Srevens(1998)[17]에 의하면 성별에 따라 스펙트럼 분포의 차이가 나타난다고 한다. 이는 좁은 틈 앞에 존재하는 공명 공간의 크기가 여성의 경우 남성보다 더 짧기 때문이며 이로 인해 여성의 경우 남성보다 에너지가 고주파 쪽으로 이동하게 된다고 한다. 하지만 Strand (1999)[18]에서는 여성의 경우 /s/의 조음 위치가 남성보다 더 앞쪽에 존재하기 때문에 이러한 스펙트럼 차이가 나타난다고 보기도 한다.

---

14) Cheon, S. 「Production of Korean fricatives in second language acquisition: Acoustic characteristics」. Korean Linguistics, 13, 2006, 17-48.

15) Cheon, S. & Anderson, V. 「Acoustic and perceptual similarities between English and Korean sibilants: Implications for second language acquisition」. Korean Linguistics, 14, 2008, 41-64.

16) Gordon, M., Barthmaier, P. & Sands, K. 「A cross-linguistic acoustic study of voiceless fricatives」. Journal of the International Phonetic Association, 32(2), 2002, 141-174.

17) Stevens, K. 「Acoustic Phonetics. Massachusetts」: The MIT Press. 1998.

18) Strand, E. (1999). 「Uncovering the role of gender streotypes in speech perception」. Journal of Language and Social Psychology, 18, 86-99.

위의 선행 연구에서 볼 수 있듯이 이들 마찰음들은 스펙트럼 상의 에너지 집중도나 중력중심값 등을 통해 반영되는 조음 위치나 조음 방법 이외에도 마찰음의 길이, 후행 모음의 종류, 단어 내 위치, 성별 등 여러 요인에 따라 차이를 보이고 있다. 이들 대부분의 선행 연구는 주어진 단어를 틀문장에 넣어서 읽어 녹음한 것을 바탕으로 분석한 것이다. 물론 이러한 방법으로도 여러 요인에 따른 변화 양상을 연구할 수 있지만, 비교적 자연스런 환경에서 주어진 대본 없이 자발적인 발화를 통해 생성된 마찰음들과의 비교를 통해 실제 자연 발화에서의 양상을 살펴보는 것도 의미 있는 일이라 생각된다.

따라서 본 논문에서는 한국어와 영어의 자연발화 음성 코퍼스인 서울 코퍼스(Yun et al., 2015)[19]와 벅아이 코퍼스(Pit et al, 2007)[20]를 대상으로 해당 마찰음들을 추출하여 선행 연구에서 밝혀진 사실들과 비교 분석하여 마찰음의 실체에 보다 가까이 다가가고자 한다.

2. 연구방법

1) 연구대상

본 연구에서 사용한 자연발화 음성 코퍼스는 서울 코퍼스와 벅

19) Yun, W., Yoon, K., Park, S., Lee, J., Cho, S., Kang, D., Byun, K., Hahn, H. & Kim, J. 「The Korean corpus of spontaneous speech」. Journal of the Korean Society of Speech Sciences, 7(2), 2015, 103-109.

20) Pitt, M. A., Dilley, L., Johnson, K., Kiesling, S., Raymond, W., Hume, E., & Fosler-Lussier, E.. 「Buckeye Corpus of Conversational Speech」 (2nd release). 2007. [www.buckeyecorpus.osu.edu] Columbus, OH: Department of Psychology, Ohio State University (Distributor).

아이 코퍼스이다. 이 두 코퍼스는 모두 주어진 주제에 대하여 두 사람이 인터뷰 방식으로 자유롭게 발화한 것을 녹음한 것으로 단어 및 변이음별로 레이블링이 되어 있다. 각 코퍼스 모두 남녀 각각 20명씩 40명으로 구성되어 있다.

이 두 코퍼스로부터 프랏(Boersma, 2001)[21] 스크립트를 이용하여 변이음 층으로부터 한국어 [s, s*]와 영어 [s, ʃ]에 해당하는 자료와 관련 정보를 추출하였다. 한 가지 유의할 점은 코퍼스 변이음 층은 단어 표기 형태가 아니라 음운 변화가 적용되어 발화된 음성의 변이음을 기준으로 레이블링이 되어 있기 때문에, 음소와 변이음이 일치하지 않을 경우도 있을 수 있다. 예를 들어 한국어의 경우 '학생'이란 단어에서 [s*]가 나타나게 되며, 영어의 경우 'OSU'란 단어에서 [ʃ]가 나타날 수도 있다. 즉, 음운 변화로 인해 음소 범주가 바뀐 변이음도 바뀐 음소에 속하는 것으로 간주하여 분석 대상에 포함시켰다.

2) 마찰음 관련 자료 추출

측정 대상이 된 마찰음들로부터 추출된 정보는 화자 번호, 성별, 연령대, 마찰음 종류, 마찰음 길이, 마찰음 소속 단어, 단어/발화 내 위치(어두, 어중, 어말이나 발화 초, 발화 중), 이전/이후 단어, 이전/이후 변이음, 중력중심값 등이다. 중력중심값은 해밍 윈도우를 씌워 추출한 마찰음의 스펙트럼을 대하여 프랏의 명령어로 구하였다. 이들 정보는 모두 프랏 스크립트를 이용하여 자동으로 추출되도록 하였다. 특히 한국어 모음의 고저 분류의 경우는 이주희

21) Boersma, P. 「Praat, a system for doing phonetics by computer」. Glot International, 5(9/10), 2001, 341-345.

외(2016)[22]의 연구를 따랐다.

코퍼스는 구축 당시 편의상 국제음성기호가 아닌 다른 기호 세트로 레이블링이 되어 있는 경우가 많다. 벅아이 코퍼스도 영어 [s, ʃ]는 각각 s와 sh로, 서울 코퍼스는 한국어 [s, s*]를 각각 s0와 ss로 표기하고 있다. 따라서 본 논문에서도 필요한 경우 코퍼스 기호를 이용하여 표기함을 양해하기 바란다. 또한 본 연구는 자연 발화한 음성 코퍼스를 대상으로 하였으므로 중력중심값이나 마찰 소음 길이의 절대값도 나름의 의미를 지녀 그 값을 자세히 보고한다.

3) 분석

마찰음 길이, 중력중심값 등 수치로 표시할 수 있는 값들은 표를 통하여 평균 및 표준편차 등의 기술통계량을 제시하였고 경우에 따라 히스토그램, 박스 플롯, 산점도 등을 사용하여 분포의 경향을 나타내었다. 추론 통계 분석에는 통계 프로그램인 알 스튜디오(RStudio Team, 2015)[23]를 사용하여 t-검정, 분산분석 및 사후분석과 단순 선형 회귀분석을 시행하였다. 유의성은 95% 신뢰구간을 기준으로 하였다.

---

22) 이주희, 윤규철 & 변군혁. 「서울 방언의 단모음 변화 연구: 중세부터 현대까지」. 언어연구, 31(4), 2016, 979-998.

23) RStudio Team. 「RStudio: Integrated Development for R」. RStudio, Inc., Boston, MA. 2015, Retrieved from http://www.rstudio.com/ on March 31, 2016.

3. 연구결과

1) 마찰 소음의 중력중심값 분포

〈표 1〉 분석에 사용된 마찰음의 개수

〈Table 1〉 Number of fricatives analyzed

		벅아이 코퍼스			서울 코퍼스		
		s	sh		s0	ss
성별	남성	22,786	3,195	남성	18,522	6,244
	여성	20,495	2,974	여성	15,221	5,541
	합계	43,281	6,169	합계	33,743	11,785
연령	낮음	20,395	2,750	10대	6,499	2,403
				20대	8,459	3,097
	높음	22,886	3,419	30대	9,367	3,232
				40대	9,418	3,053
	합계	43,281	6,169	합계	33,743	11,785
위치	어두	16,141	2,828	발화 초	2,576	206
	어중	8,774	2,547	발화 중	31,167	11,579
	어미	18,366	794	합계	33,743	11,785
	합계	43,281	6,169			
후행모음	고	5,115	2,811	ii	6,991	1,262
	중	8,935	1,027	aa	5,942	900
	저	560	106	나머지	19,970	9,561
	합계	14,610	3,944	합계	32,903	11,723

분석 대상인 마찰음은 〈표 1〉에 제시하였고, 이들에 대하여 중력중심값의 평균값과 표준편차는 〈표 2〉에 제시되어 있다.

표에서 보듯이 중력중심값은 성별, 연령대, 마찰음의 단어/발화 내 위치나 후행 모음의 종류 등 여러 요인에 따라 다양한 값의 분포를 갖는 것으로 나타났다. 특히, 한국어의 경우는 후행 모음이 [i] 모음(코퍼스 기호는 ii)과 저모음 [a](코퍼스 기호 aa), 나머지

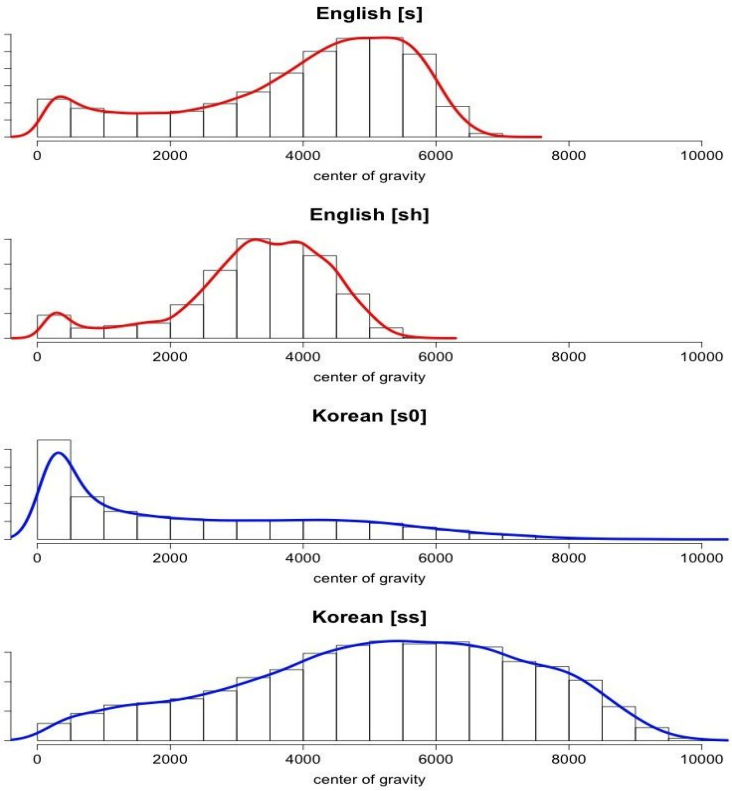
경우로 나누어 한국어의 특성을 고려하였다.

〈표 2〉 중력중심값의 평균(표준편차)

〈Table 2〉 means (standard deviations) for the center of gravity values

단위		벅아이 코퍼스			서울 코퍼스		
		s	sh		s0	ss
Hz	전체	3,929 (1,683)	3,272 (1,143)	전체	2,356 (2,094)	5,164 (2,165)
성별	남성	3,708 (1,673)	2,763 (1,125)	남성	1,967 (1,891)	4,737 (2,093)
	여성	4,174 (1,660)	3,820 (879)	여성	2,830 (2,227)	5,645 (2,143)
연령	낮음	4,133 (1,516)	3,477 (1,003)	10대	2,547 (2,172)	5,255 (2,205)
				20대	2,494 (2,128)	5,296 (2,127)
	높음	3,747 (1,800)	3,108 (1,220)	30대	2,198 (2,080)	5,261 (2,337)
				40대	2,257 (2,003)	4,855 (1,942)
위치	어두	4,019 (1,716)	3,395 (1,179)	발화 초	2,972 (2,127)	5,580 (2,248)
	어중	3,795 (1,671)	3,162 (1,085)	발화 중	2,305 (2,083)	5,156 (2,163)
	어미	3,913 (1,655)	3,193 (1,154)			
후행 모음	고	4,146 (1,733)	3,469 (1,177)	ii	3,916 (1,815)	4,823 (1,465)
	중	3,919 (1,750)	3,188 (1,064)	aa	1,609 (1,769)	5,347 (2,391)
	저	3,938 (1,831)	2,944 (1,322)	나머지	2,510 (2,135)	5,188 (2,062)

표 맨 위의 전체 자료값에 대한 중력중심값을 살펴보면, 영어의 [s, ʃ]는 각각 3,929Hz와 3,272Hz로 [s]의 값이 더 크고, 한국어의 [s, s*]는 각각 2,356Hz와 5,164Hz로 [s*]의 값이 훨씬 더 큰 것을 알 수 있다. 하지만, 표준편차 수치도 적지 않아 히스토그램을 통해 그 분포 양상을 살펴볼 필요가 있겠다. 영어와 한국어에 대한 히스토그램을 〈그림 1〉에 나타내었다.



〈그림 1〉 영어와 한국어의 중력중심값 히스토그램

〈Figure 1〉 Historgrams for the center of gravity values of English and Korean

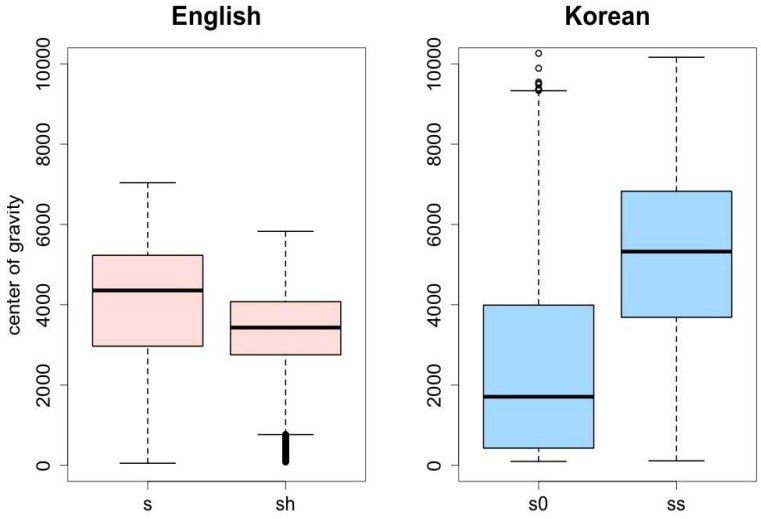
히스토그램에서 볼 수 있듯이, 대부분의 중력중심값들이 영어 [s]의 경우에는 대략 3000~6000Hz 사이에 분포하고 있고, 영어 [ʃ]는 2000~5000Hz 사이에 분포하고 있어 [s]보다는 1000Hz 정도 다소 저주파 쪽으로 분포하고 있다. 또한 500Hz 아래에도 다소 분포하는 것을 볼 수 있다. 스펙트럼 상의 에너지 집중도를 중력중심값과 단순 비교할 수는 없지만 에너지가 가장 집중되어 있는 주파수 관점에서는, 선행 연구([2], [3], [4])에서 제시한 /s/와 /ʃ/의 값들과 크게 벗어나지는 않은 것을 볼 수 있다. 하지만, 본 연구의 결과는 자연 발화의 특성 상 주파수의 분포 범위가 매우 넓은 특징이 있다.

영어에 비해 한국어는 다소 독특한 분포를 하고 있는데, 특히 한국어 [s]의 경우 1000Hz 아래에 상당량의 중력중심값들이 분포하고 있는 것을 볼 수 있다. 모음 사이에서 유성음화가 진행되는 이 마찰음의 특성을 고려하면 유성음화로 인해 중력중심값이 저주파 쪽으로 이동하였을 것임을 예상할 수 있다. 이를 제외하면 대부분의 중력중심값들이 대체로 1000~5000Hz 사이에 비교적 넓고 고르게 분포하고 있으며, 한국어 [s*]는 이보다 높은 대략 2000~8000Hz 사이, 특히 5000~6000 Hz 사이에 집중적으로 분포하고 있다. 히스토그램을 통해서 중력중심값들이 경우에 따라 상당히 넓은 주파수 범위에 걸쳐 분포한다는 것을 볼 수 있고, 이러한 분포에 다양한 요인이 작용하리라는 것을 알 수 있다. 각 요인에 대한 영향을 하나씩 살펴보자.

2) 마찰음의 조음 방법과 위치에 따른 영향

영어와 한국어의 중력중심값들에 대한 박스 플롯을 〈그림 2〉에 나타내었다. 그림에서 보듯이, 영어의 경우 조음 위치의 차이가 중력중심값들의 분포 차이로 나타나고 있다. 〈그림 1〉의 영어 히스

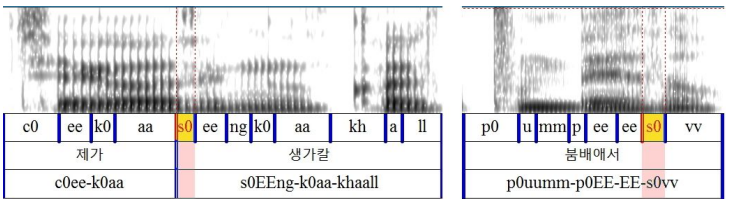
토그램에서 보듯 자료의 분포가 비정규 분포를 보이므로 모집단도 비정규 분포를 보인다고 가정하여 비모수 통계인 Mann-Whitney U 검정으로 두 집단 사이의 차이를 검증하여본 결과 U=178,441,463, $p<0.05$로 조음 위치에 따른 유의미한 차이를 보여 영어 [s]의 중력중심값이 더 큰 것으로 나타났다.



〈그림 2〉 영어와 한국어의 중력중심값 박스 플롯
〈Figure 2〉 Boxplots for the center of gravity values of English and Korean

마찬가지로 한국어의 경우 조음 방법의 차이가 중력중심값들의 분포에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정을 실시하여본 결과 U=71,754,498, $p<0.05$로 역시 두 집단 사이에 유의미한 차이가 존재하여 한국어 [s*]의 중력중심값이 더 큰 것으로 나타났다. 한국어의 두 마찰음을 조음 위치의 차이로 주장한 [10]의 연구에서처럼 [s*]의 조음점이 더 전방이므로 주파수가

더 높아져 두 집단 사이에 이러한 차이가 생긴다고 볼 수도 있겠다.



〈그림 3〉 한국어 [s]의 발화중 위치에서의 유성음화

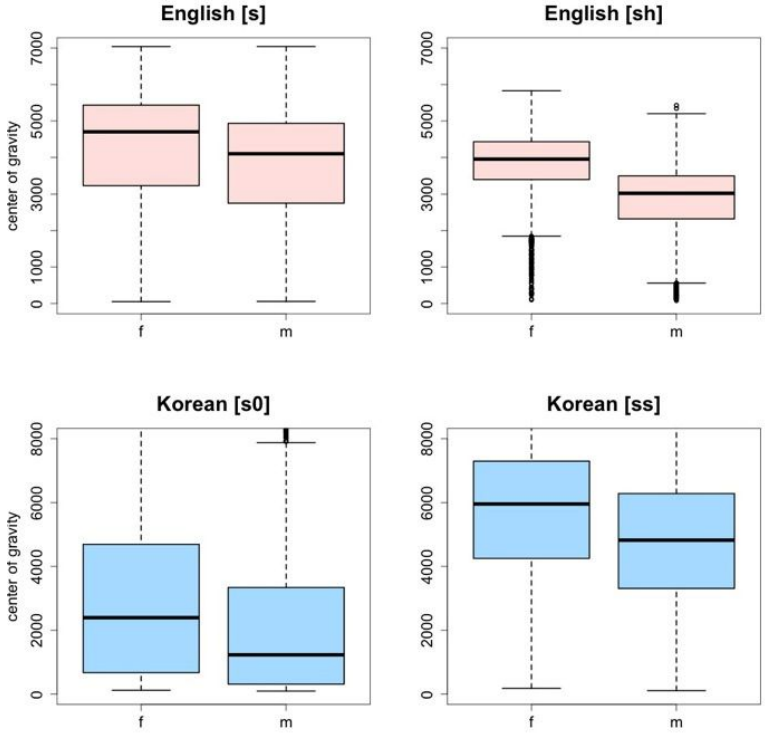
〈Figure 3〉 Voicing of Korean [s] in utterance-medial positions

한국어 [s]의 경우는 모음과 모음 사이에서 유성음화가 진행될 수 있는 것으로 잘 알려져 있다. 따라서 이 마찰음이 모음 사이에서 유성음화가 진행되면 중력중심값이 저주파 쪽으로 이동하리라는 것을 예상할 수 있고, 〈그림 2〉에서 보듯이 실제로 한국어 [s]의 경우 박스 플롯이 [s*]에 비해 훨씬 아래쪽으로 이동한 것을 볼 수 있다. 〈그림 3〉을 보면, 발화 중 위치, 즉 한 발화 내의 단어 안에서 모음 사이에 있는 경우뿐 아니라 단어와 단어 사이 경계 부분에서 모음 사이에 있는 경우에도 유성음화가 진행될 수 있으므로 서울 코퍼스에서 상당히 많은 [s]가 유성음화를 겪었을 것으로 예상할 수 있고, 이러한 상황이 〈그림 2〉의 박스 플롯에 반영되었을 것이다.

3) 성별과 연령대에 따른 영향

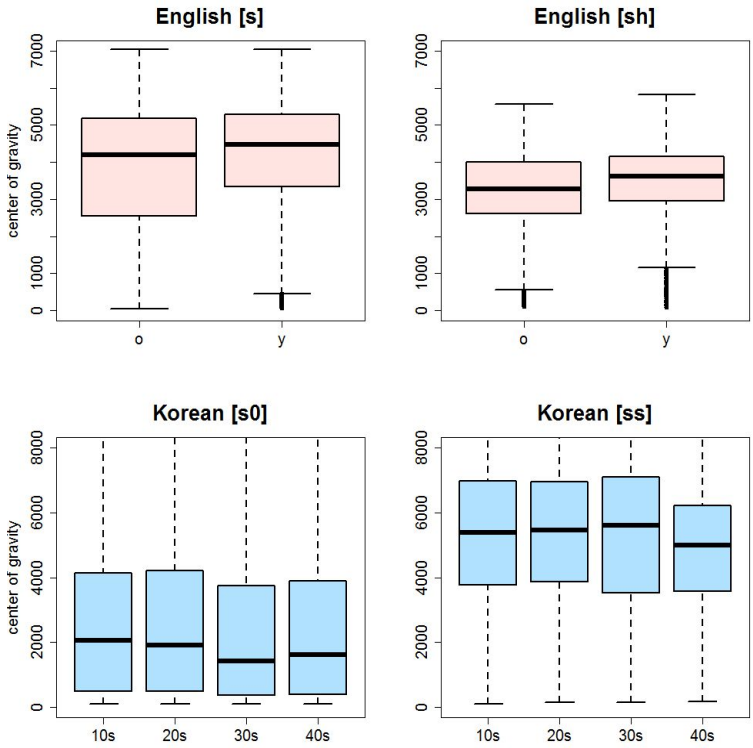
성별 요인에 따른 영향을 살펴보기 위하여 〈그림 4〉에 영어와 한국어에 대하여 성별에 따른 중력중심값의 박스 플롯을 나타내었다. 그림에서 보듯이 언어별로 성별에 따라 분포가 다소 다르다는 것을 알 수 있다. 〈표 2〉의 평균값을 보면 여성의 경우 주파수가 보다 더 높은 것을 알 수 있다.

통계적으로 차이를 검증하기 위하여 Welch Two Sample t-검정을 비등분산 가정 하에 실시하였더니, 영어의 경우 [s]는 $t(42,866.69) = -29.0261$, $p < 0.05$로, [ʃ]는 $t(5,989.641) = -41.2254$, $p < 0.05$로 남녀 두 집단 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 한국어 [s]는 $t(29,958.79) = -37.889$, $p < 0.05$로, 한국어 [s*]는 $t(11,547.26) = -23.1868$, $p < 0.05$로 역시 남녀 두 집단 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.



〈그림 4〉 영어와 한국어의 성별에 따른 중력중심값 박스 플롯
〈Figure 4〉 Boxplots for the English and Korean center of gravity values by sex

이는 여성의 발성 기관의 크기가 작아서 좁은 틈 앞의 공명 공간의 길이가 짧다고 주장한 연구([18])나, 여성의 조음 위치가 더 앞쪽에 존재하여 공명 공간의 길이가 짧다고 주장한 연구([19])와 맥락을 같이 하는 결과라고 하겠다.



〈그림 5〉 영어와 한국어의 연령대에 따른 중력중심값 박스 플롯
〈Figure 5〉 Boxplots for the English and Korean center of gravity values by age

연령대 요인에 따른 영향을 살펴보기 위해 〈그림 5〉에 영어와 한국어에 대하여 연령에 따른 중력중심값의 박스 플롯을 나타내었다.

〈표 2〉와 〈그림 5〉를 보면 연령에 따라 중력중심값의 분포가 다소 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 영어의 경우 두 마찰음에 대하여 젊은 연령층이 다소 높은 값을 보이며, 한국어 [s]의 경우에는 10대와 20대가, 한국어 [s*]의 경우에는 10대, 20대, 30대가 다소 높은 값을 보인다.

통계적 검증을 위하여 Welch Two Sample t-검정을 비등분산 가정 하에 실시한 결과, 영어의 경우 [s]는 $t(43,142) = 24.211$, $p<0.05$로, [ʃ]는 $t(6,164.2) = 13.041$, $p<0.05$로 낮은 연령과 높은 연령대 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한국어의 경우는 비모수 분산분석 기법인 Kruskal Wallis 검정을 실시한 결과, 한국어 [s]는 $H(3) = 175.95$, $p<0.05$로, 한국어 [s*]는 $H(3) = 110.53$으로 연령대 집단별로 차이가 있는 것으로 나타났다. Pairwise t-검정을 이용한 사후분석 결과, 한국어 [s]는 〈그림 5〉에서 볼 수 있듯이 10대와 20대, 30대와 40대 사이에서만 차이가 없었고, 나머지 집단들 사이에서는 차이가 있었다. 한국어 [s*]의 경우에는 10대, 20대, 30대 사이에서는 차이가 없었고, 40대만 나머지 집단들과 차이를 보이는 것으로 나타났다.

4) 단어/발화 내 위치가 마찰 소음 길이에 미치는 영향

단어/발화 내 위치가 마찰 소음 길이에 미치는 영향은 〈표 3〉에 나타내었다. 또한 영어와 한국어의 마찰 소음 길이에 대한 박스 플롯은 〈그림 6〉에 나타내었다.

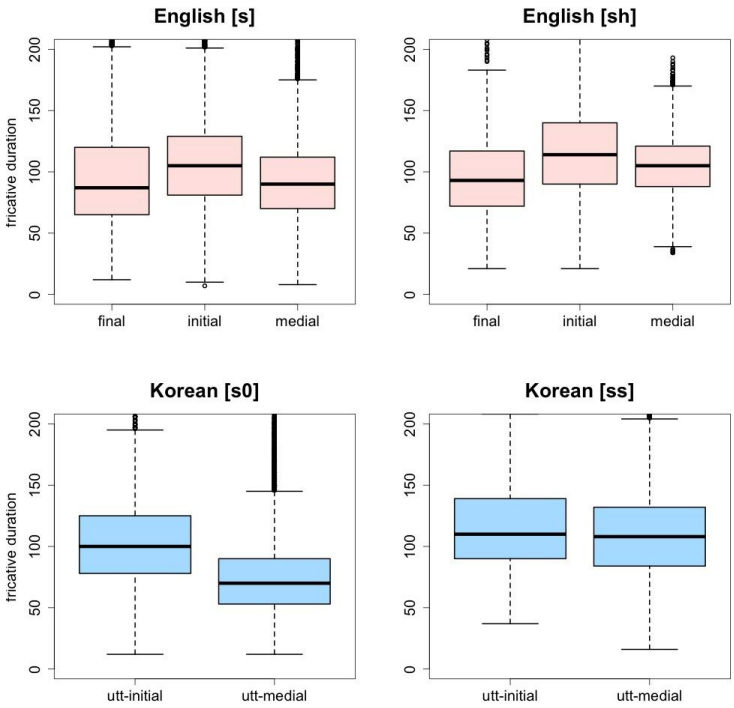
한 가지 유의할 것은, 기존 연구에서 언급하는 어두와 어중 위치는 코퍼스에서 발화 초와 발화 중으로 봐야 한다는 것이다. 기존 연구의 어두 위치는 사실상 틀문장의 시작 부분이기 때문에 유성음화가 진행될 수 없는 위치인데, 이는 코퍼스에서 발화 초에만 해당한다고 볼 수 있다. 왜냐하면, 코퍼스에서는 한 발화 내에 여

러 단어가 존재하고 특정 단어의 어두 위치라도 이전 단어가 모음으로 끝나면 유성음화가 일어나기도 하여, 기존 연구의 어두와는 다른 특성을 지니고 있기 때문이다.

〈표 3〉 마찰 소음 길이의 평균(표준편차)
〈Table 3〉 means (standard deviations) for fricative noise durations

단위		벅아이 코퍼스		서울 코퍼스	
		s	sh	s0	ss
msec	전체	102 (49)	111 (38)	77 (32)	111 (41)
위치	어두	109 (44)	117 (42)	103 (38)	120 (46)
	어중	92 (33)	106 (27)	75 (30)	111 (41)
	어미	101 (58)	102 (48)		

〈표 3〉과 〈그림 6〉의 한국어 자료를 보면 [12]와 [13]에서 주장하는 바와 같이 한국어 [s*]의 마찰 소음 길이가 한국어 [s]보다 더 긴 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 어중 위치에서만 보이고 어두에서는 보이지 않는다는 [14]의 주장과는 달리, 코퍼스의 어두 즉 발화 초에서도 [s*]의 마찰 소음이 더 긴 것을 볼 수 있다. 통계적 검증을 위해 Welch Two Sample t-검정을 비등분산 가정 하에 실시한 결과, 어두 즉 발화 초 위치에서 한국어 [s]와 [s*]는 $t(228.588) = -5.0695$, $p<0.05$로 유의미한 차이를 보였고, 어중 즉 발화중 위치에서도 $t(16,438.42) = -87.164$, $p<0.05$로 역시 유의미한 차이를 보여, 단어 내 위치에 따라 마찰 소음 길이가 차이를 보이는 것으로 나타났다.

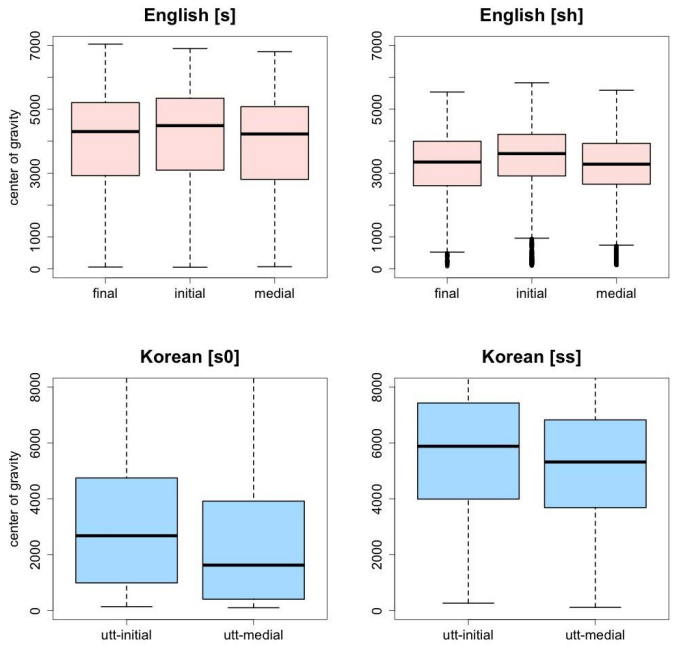


〈그림 6〉 영어와 한국어의 단어 내 위치에 따른
마찰 소음 길이 박스 플롯

〈Figure 6〉 Boxplots for the English and Korean fricative durations by location in word

영어의 경우 마찰 소음의 길이를 〈표 3〉에서 보면 전체인 경우나 단어 내 위치에 따른 경우나 모두 [ʃ]의 길이가 다소 긴 것을 알 수 있다. 통계적 검증을 위해 Welch Two Sample t-검정을 비등분산 가정하에 실시한 결과, 어두에서는 $t(3,960.3) = -9.8846$, $p<0.05$로 [ʃ]가 더 긴 것으로 나타났고, 어중에서도 $t(4,957) = -21.286$, $p<0.05$로 [ʃ]가 더 긴 것으로 나타났다. 하지만, 어미에서는 $t(894.58) = -0.2228$, $p>0.05$로 두 마찰음 사이에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

이번에는 각 마찰음 내에서 단어 내 위치가 마찰 소음 길이에 미치는 영향을 검증해 보았다. Kruskal Wallis 검정 결과, 영어의 [s]와 [ʃ] 각각 U(2) = 1413.8, U(2) = 228.25, 모두 p〈0.05로 유의미한 차이를 나타내었고, Pairwise t-검정을 통한 사후분석 결과, 어두, 어중, 어미 세 집단이 모두 유의미한 차이를 나타냈다. 한국어의 경우에는 Welch Two Sample t-검정 결과 한국어 [s]와 [s*] 각각 $t(22{,}257) = 44.39$와 $t(4{,}712.5) = -7.6826$, p〈0.05를 나타내어 어두와 어중 집단 사이에 유의미한 차이를 보였다.



〈그림 7〉 영어와 한국어의 단어 내 위치에 따른 중력중심값 박스 플롯

〈Figure 7〉 Boxplots for the English and Korean center of gravity values by location in word

5) 단어/발화 내 위치가 중력중심값에 미치는 영향

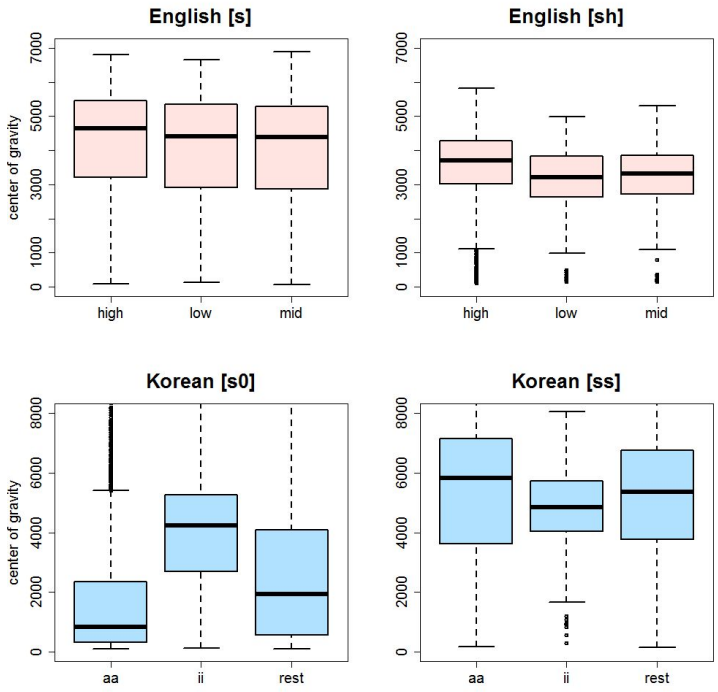
단어/발화 내 위치가 중력중심값에 미치는 영향을 박스 플롯으로 〈그림 7〉에 나타내었다. 〈표 2〉를 보면, 영어의 경우 중력중심값이 어두에서 제일 크고, 그 다음은 어미이고 어중에서 가장 값이 작았다. 한국어의 경우는 어두에서의 값이 어중보다 컸다.

〈그림 7〉의 박스 플롯에서도 같은 경향을 볼 수 있는데, 통계적 검증을 위하여 Kruskal Wallis 검정과 Pairwise t-검정을 통한 사후분석을 실시한 결과, 영어 [s]의 경우 $H(2) = 171.43$, $p<0.05$로 유의미한 차이가 있었고, 어두, 어중, 어미의 세 집단 모두 유의미한 차이를 나타내었다. 영어 [ʃ]의 경우도 $H(2) = 108.86$, $p<0.05$로 유의미한 차이가 있었으나, 어중과 어미 사이에는 차이가 없고, 어두와 나머지 두 집단들 사이에만 유의미한 차이가 있었다. 한국어의 경우에는 Welch Two Sample t-검정을 실시한 결과, 한국어 [s]에 대하여는 $t(2,997.843) = 15.3166$, $p<0.05$로 발화 초와 발화 중 집단 사이에 차이를 나타내었고, 한국어 [s*]는 $t(211.803) = 2.6805$, $p<0.05$로 역시 발화 초와 발화 중 집단 사이에 유의미한 차이가 있었다.

이번에는 영어와 한국어에 대하여 각 위치별로 두 마찰음 사이의 차이를 알아보기 위하여 Welch Two Sample t-검정을 실시하였다. 영어의 경우, [s]와 [ʃ] 두 집단에 대하여, 어두, 어중, 어미에서 각각 $t(5,187.5) = 24.051$, $t(6,380.2) = 22.683$, $t(939.87) = 16.834$로 모두 $p<0.05$로 [s]의 중력중심값이 더 큰 것으로 나타났다. 한국어의 경우에는, [s]와 [s*] 두 집단에 대하여, 발화초와 발화중에서 각각 $t(235.308) = -16.0819$, $t(20,052.38) = -122.348$으로 모두 $p<0.05$로 [s*]의 중력중심값이 더 큰 것으로 나타났다.

6) 후행 모음에 따른 영향

〈표 2〉을 보면 두 영어 마찰음의 경우, 후행 모음이 고모음일 때가 그렇지 않은 경우보다 중력중심값이 더 큰 것을 알 수 있다. 후행 모음에 따른 중력중심값의 박스 플롯을 나타낸 〈그림 8〉에서도 이러한 경향을 볼 수 있다.



〈그림 8〉 영어와 한국어의 후행 모음에 따른 중력중심값 박스 플롯

〈Figure 8〉 Boxplots for the English and Korean center of gravity values by the height of following vowels

영어 마찰음 [s, ʃ]에 대하여 각각 후행 모음 종류에 대한 Kruskal Wallis 검정을 실시한 결과, $H(2) = 39.313$, $p<0.05$, $H(2) = 48.742$, $p<0.05$로 모음 높이에 따른 세 집단 사이에 차이가 있었고, Pairwise t-검정을 통한 사후분석 결과, 영어 [s]의 경우에는 고모음과 중모음 사이에만 유의미한 차이가 나타났고, 영어 [ʃ]의 경우에는 고모음과 중모음, 고모음과 저모음 사이에만 유의미한 차이가 나타났다. 두 경우 모두 고모음과 그렇지 않은 모음들 사이에 차이를 나타내었다.

한국어 마찰음 [s, s*]에 대한 후행 모음의 영향을 살펴보기 위하여 Kruskal Wallis 검정을 실시한 결과, 각각 $H(2) = 2260.4$, $p<0.05$, $H(2) = 23.532$, $p<0.05$로 모음 종류에 따른 세 집단 사이에 유의미한 차이가 있었고, Pairwise t-검정을 통한 사후분석 결과, 한국어 [s]의 경우에는 세 집단 모두 차이가 있었고, 한국어 [s*]의 경우에는 고전설 모음과 저모음, 고전설 모음과 나머지 모음 사이에만 유의미한 차이가 있었다. 두 마찰음 모두 고전설 모음과 다른 모음들 사이에는 공통적으로 유의미한 차이를 나타내었다.

〈그림 8〉의 한국어 [s]의 경우 고전설 모음 앞에서 에너지 중심이 대략 4000Hz에 존재한다는 [6]의 연구와 일치하지만, /e, a/ 모음의 경우 5000~6000Hz 사이에 존재한다는 주장과는 많은 차이가 있다. 이는 중력중심값과 에너지 중심 개념이 일치하지 않음으로 인해 생기는 측정값의 차이일 수도 있으나, 〈그림 3〉에서 제시한 것과 같이, 코퍼스에 다수 존재하는 모음 사이에서의 유성음화로 인한 중력중심값 하락이 그 원인일 수도 있다. [6]에서는 틀문장에 넣은 마찰음을 읽어 녹음한 것으로 유성음화가 일어날 수 없는 환경이다. 또한 [9]의 연구에서도 /a/ 모음 앞에서 한국어 [s]의 중력중심값이 7433Hz에 달한다고 보고했는데 이 경우도 마찰음으로 시작되는 단어를 반복하여 읽어 녹음한 것이므로 유성음화가 일어날 수 없는 환경이다.

이처럼 기존의 연구에서는 한국어 [s]의 유성음화를 고려하지 않았기 때문에 코퍼스 상에서 얻은 값과 매우 큰 차이를 보이고 있다. 더욱이, [24]의 연구에 의하면 현대 국어의 경우 모음의 높이가 매우 급격한 변화를 겪어 고모음과 저모음 사이의 격차가 더욱 크게 벌어지고 있기 때문에 모음 높이 등 모음 환경에 따른 마찰 소음의 중력중심값 등에 대한 새로운 연구가 요구되고 있다.

후행 모음의 종류에 따른 마찰 소음의 길이는 〈표 4〉에 나타내었고, 박스 플롯은 〈그림 9〉에 나타내었다. 전체적으로 볼 때, 영어의 경우에는 대체로 [ʃ]의 길이가 통계적으로 다소 긴 것으로 나타났고($t(3,750.3) = -9.1127$, $p<0.05$), 한국어의 경우에는 [s*]가 좀 더 길었다($t(3,683.1) = -24.925$, $p<0.05$). 이는 이전의 [12]와 [13]의 연구와도 일치하는 결과이다. 후행 모음의 고저에 따른 경우도 대체로 유사한 경향을 보였다.

〈표 4〉 마찰 소음 길이의 평균(표준편차)

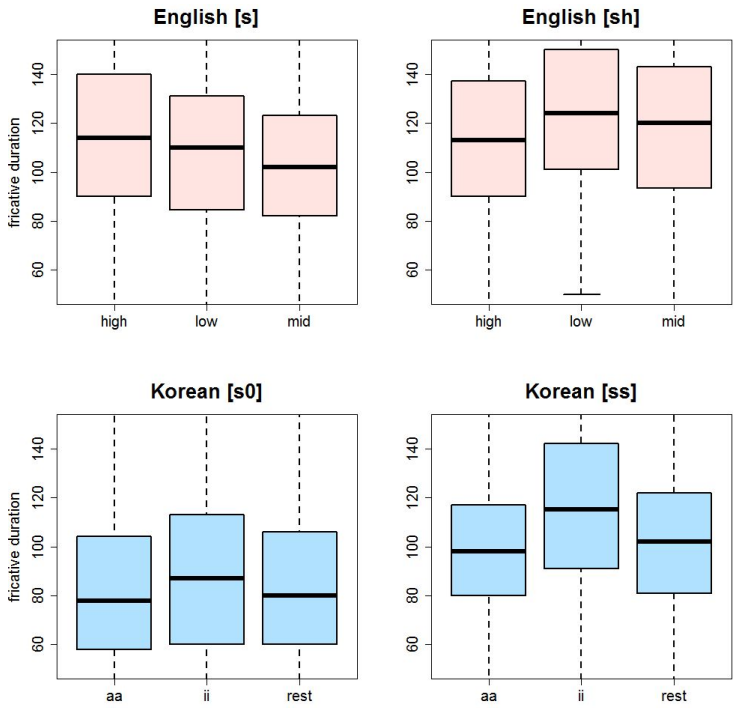
〈Table 4〉 means (standard deviations) for fricative noise durations

단위		벅아이 코퍼스	
		s	sh
msec	전체	109 (39)	117 (43)
모음	고	116 (42)	116 (42)
	중	105 (37)	121 (45)
	저	110 (41)	128 (40)

서울 코퍼스		
	s0	ss
전체	86 (38)	106 (38)
ii	91 (39)	123 (48)
나머지	86 (38)	105 (36)
aa	84 (36)	103 (34)

후행 모음이 영어 [s, ʃ]의 마찰 소음 길이에 미치는 영향에 대한 통계적인 검증을 위해 Kruskal Wallis 검정을 실시한 결과, 각각 $H(2) = 172.61$, $p<0.05$, $H(2) = 11.69$, $p<0.05$로 두 경우 모두

영향을 미치는 것이 확인되었고, Pairwise t-검정을 통해 사후분석을 한 결과, 영어 [s]의 경우 고모음과 중모음 사이에만 유의미한 차이가 있었고, 영어 [ʃ]의 경우에는 고모음과 저모음 사이에만 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한국어 [s, s*]의 경우에도 각각 $H(2) = 65.591$, $p<0.05$, $H(2) = 48.747$, $p<0.05$로 모두 영향을 미치는 것으로 나타났고, 사후분석 결과, 한국어 [s]의 경우에는 세 집단 모두 차이가 있었고, 한국어 [s*]는 저모음과 나머지 모음 사이에만 차이가 없는 것으로 나타났다.



〈그림 9〉 영어와 한국어의 후행 모음에 따른 마찰 소음 길이 박스 플롯

〈Figure 9〉 Boxplots for the English and Korean fricative durations by the height of following vowels

4. 결론

본 연구에서는 치경 마찰음인 영어 [s, ʃ]와 한국어 [s, s*]의 차이점과 유사점들을 자연 발화 음성 코퍼스인 벅아이 코퍼스와 서울 코퍼스에서 추출한 마찰음의 분석을 통해 살펴 보았다. 특히, 성별, 연령대, 조음 위치와 방법, 단어/발화 내 위치, 후행 모음의 종류 등 여러 요인에 따라 마찰 소음의 길이와 마찰 소음의 중력중심값이 어떤 양상을 보이는지 분석하였다.

분석 결과 이전의 연구와 유사한 경향을 보이는 경우가 대부분이었으며 약간의 차이도 보였다. 중력중심값에 있어서, 영어의 [s, ʃ]는 각각 3900Hz와 3300Hz 정도의 값을 보였고, 한국어의 [s, s*]는 각각 2400Hz와 5200Hz 정도의 값을 보였지만, 편차는 매우 컸다. 어두/발화 초 위치의 중력중심값이 어중, 어미나 발화 중 위치보다 더 큰 경향을 나타냈다. 특히, 한국어 [s]의 경우 모음 사이의 유성음화로 인해 1000Hz 이하의 중력중심값도 다수 존재하였다.

성별에 따른 영향으로는 두 언어 모두 여성의 경우에 중력중심값이 더 높았고, 연령대에 따른 영향에 있어서도 주로 낮은 연령대의 화자들이 더 높은 중력중심값을 나타내었다.

마찰 소음의 길이에 있어서는, 편차가 크긴 하지만 영어 [s, ʃ]가 대략 100msec와 110msec 정도의 값을 보였고, 한국어 [s, s*]는 각각 80msec와 110msec 정도의 값을 보였다. 한국어 [s*]의 길이가 더 긴 것은 어두/발화 초와 어중/발화 중 위치에서 모두 관측되었다.

후행 모음에 따른 영향으로는 영어의 경우 고모음일 때 중력중심값이 더 커지고 마찰 소음의 길이도 더 길어지는 것으로 나타났다. 한국어 중력중심값의 경우는 고전설모음과 나머지 모음들과의 차이가 두 마찰음에 공통적으로 관측되었고, 마찰 소음의 길이도

고전설모음일 때 더 길어지는 것으로 나타났다.

이 연구를 통하여 영어와 한국어 두 언어의 자연 발화에서 나타나는 치경 마찰음이 중력중심값과 마찰 소음 길이에 있어서 여러 요인별로 어떤 양상을 보이는지 더 잘 알게 되었으나, 한국어의 경우는 모음 사이에서의 유성음화 현상과 후행 모음 요인에 대한 보다 면밀한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 논문

안현기. 「/자음-모음/ 연접환경에서의 영어와 한국어의 마찰음 음성특질 비교연구」. 영어학, 9(2), 2009, 281-302.

이경희 & 이봉원. 「한국어 평마찰음과 경마찰음의 음향적 특성」. 한국어학, 10(2), 1999, 47-66.

이주희, 윤규철 & 변군혁. 「서울 방언의 단모음 변화 연구: 중세부터 현대까지」. 언어연구, 31(4), 2016, 979-998.

Anderson, V., Ko, I., O'Grady, W. & Choo, M. 「A palatographic investigation of place of articulation in Korean coronal obstruents」. Korean Linguistics, 12, 2004, 1-24.

Baik, W. 「A shift in the point of articulation for Korean consonantns with an increase of their tensity」. Korean Journal of Speech Science, 8(3), 2001, 115-120.

Boersma, P. 「Praat, a system for doing phonetics by computer」. Glot International, 5(9/10), 2001, 341-345.

Cheon, S. 「Production of Korean fricatives in second language acquisition: Acoustic characteristics」. Korean Linguistics, 13, 2006, 17-48.

Cheon, S. & Anderson, V. 「Acoustic and perceptual similarities between English and Korean sibilants: Implications for second language acquisition」. Korean Linguistics, 14, 2008, 41-64.

Cho, T., Jun, S. & Ladefoged, P. 「Acoustic and aerodynamic correlates

of Korean stops and fricatives」. Journal of phonetics, 30, 2002, 193–228.

Forrest, K., Weismer, G., Milenkovic, P. & Dougall, R.. 「Statistical analysis of word–initial voiceless obstruents: preliminary Data」. Journal of the Acoustical Society of America, 84(1), 1988, 115–123.

Gordon, M., Barthmaier, P. & Sands, K. 「A cross–linguistic acoustic study of voiceless fricatives」. Journal of the International Phonetic Association, 32(2), 2002, 141–174.

Heinz, J. & Stevens, K. 「On the properties of voiceless fricative consonants」. Journal of the Acoustical Society of America, 33, 1961, 589–596.

Hwang, H. 「Spectral characteristics of frication noise in Korean sibilants」. Malsori, 49, 2004, 31–50.

Jongman, A., Wayland, R. & Wong, S. 「Acoustic characteristics of English fricatives」. Journal of the Acoustical Society of America, 108(3), 2000, 1252–1263.

Kang, H. 「Coarticulation effects of Korean sibilant /s/ before a high front segment」. Studies in Phonetics, Phonology and Morphology, 16, 2010, 3–18.

Kang, Y. 「The Adaptation of English /s/ in Korean」. Inquiries into Korean linguistics, 3, 2008, 1–14.

Kim, S. 「Sub–phonemic duration differences in English /s/ and few–to–many borrowing from English to Korean」. Ph.D. Dissertation, University of Washington. 1999.

Pitt, M. A., Dilley, L., Johnson, K., Kiesling, S., Raymond, W., Hume, E., & Fosler–Lussier, E.. 「Buckeye Corpus of Conversational Speech」 (2nd release). 2007. [www.buckeyecorpus.osu.edu] Columbus, OH: Department of Psychology, Ohio State University (Distributor).

Proctor, M., Shadle, S. & Iskarous K. 「An MRI study of vocalic context effects and lip rounding in the production of English sibilants」. Proceedings of the 11th Australian international conference on speech science & technology, 2006, 307–312.

RStudio Team.. 「RStudio: Integrated Development for R」. RStudio, Inc., Boston, MA. 2015, Retrieved from http://www.rstudio.com/ on March 31, 2016.

Stevens, K. 「Airflow and turbulence for noise for fricative and stop consonantns: Static considerations」. Journal of the Acoustical Society of America, 50, 1971, 1182–1192.

Stevens, K. 「Acoustic Phonetics. Massachusetts」: The MIT Press. 1998.

Strand, E. (1999). 「Uncovering the role of gender streotypes in speech perception」. Journal of Language and Social Psychology, 18, 86–99.

Yun, W., Yoon, K., Park, S., Lee, J., Cho, S., Kang, D., Byun, K., Hahn, H. & Kim, J. 「The Korean corpus of spontaneous speech」. Journal of the Korean Society of Speech Sciences, 7(2), 2015, 103–109.

(**투고일**: 2017. 6. 30 **심사완료일**: 2017. 8. 15 **게재확정일**: 2017. 8. 16)

이름: 황선미, 제1저자
소속: 영남대학교 영어영문학과
주소: 경북 경산시 대동 214-1 영남대학교
전화번호: 053-810-2145
전자우편: teasnake@naver.com

이름: 윤규철, 교신저자
소속: 영남대학교 영어영문학과
주소: 경북 경산시 대동 214-1 영남대학교
전화번호: 053-810-2145
전자우편: kyoon@ynu.ac.kr

[Abstract]

A Study on the Korean and English Alveolar Fricatives of the Seoul and Buckeye Corpus

Hwang, Sun-Mi & Yoon, Kyuchul

The purpose of this work is to examine the English and Korean alveolar fricatives from the Buckeye([21]) and Seoul([20]) corpus. Such parameters as the center of gravity and the fricative duration were investigated with respect to various factors including sex, age, the manner and place of articulation, the location in a word or an utterance and the type of following vowels. Most of the findings agreed with those from earlier studies on the two languages and new discoveries were also made. The center of gravity values for the women and younger speakers were higher, and the COG values for the word- or utterance-initial location were also higher. The COG values and fricative durations were higher for fricatives followed by high vowels.

Key words: Seoul corpus, Buckeye corpus, Korean, English, alveolar fricatives, center of gravity, fricative duration