

# 한국어 자음군의 후행모음에 나타난 발성유형의 음향음성학적 연구\*

박한상(홍익대)

## <차 례>

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1. 서론       | 3. 연구 결과      |
| 2. 연구 방법    | 3.1 F0        |
| 2.1 화자      | 3.2 H1-H2     |
| 2.2 실험 자료   | 3.3 스펙트럼의 기울기 |
| 2.3 녹음 및 측정 | 4. 토론 및 결론    |

## <Abstract>

### An Acoustic Study of Phonation Types in Vowels Following Consonant Clusters in Korean

Hansang Park

This study investigates phonation types of Korean obstruents associated with the vowels immediately following singletons or geminates in intervocalic positions. F0, H1-H2, and spectral tilt were measured from the 20 ms segment at the onset of the vowels for the tokens of /paCa/ and /paCCa/, where Cs are of the same manner and place of articulation. The results showed a remarkable change in the values of F0, H1-H2, and spectral tilt as the preceding obstruents shifts from the lenis singletons to the lenis geminates, which suggests that the spectral characteristics of the vowels following the lenis geminates are not different from those of the vowels following fortis singletons or geminates. Significantly enough, this study adds data about the spectral characteristics of Korean phonation types.

Keywords: Singletons, Geminates, Aspirated, Lenis, Fortis, F0, H1-H2, Spectral tilt, Korean, Phonation types

\* 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-003-A00070).

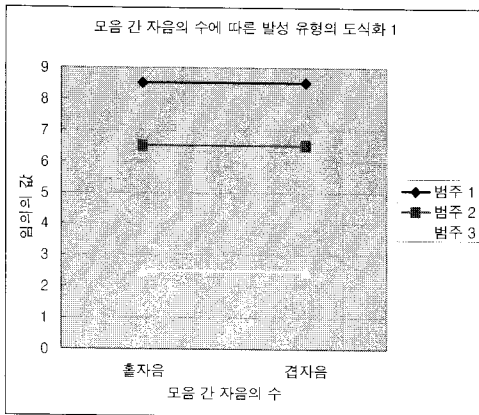
## 1. 서론

한국어에서 연음(lenis)은 자음 뒤에서 경음화된다는 주장이 있다. 이에 따르면 /악기/가 [아끼]로 실현되어 /아끼/와 차이가 없어진다. 이를 규명하기 위해 조음 위치가 동일한 연음 겹자음인 /ㄱ-ㄱ/의 연속체는 경음 홀자음인 /ㄱ/과 차이가 있는지 없는지, 차이가 있다면 어떤 차이가 있는지, 그리고 그것이 어떻게 설명될 수 있는지에 대한 연구가 있었다[1][2][3][4][5][6][7][8]. 이러한 선행 연구들은 음향 음성학적으로 모음 간 경음 혹은 격음 홀자음이나 모음 간 연음 겹자음의 폐쇄 구간이나 선행 혹은 후행 모음의 지속 시간을 측정하거나, 음운론적 과정에 나타나는 특성을 바탕으로 연음 겹자음과 경음 홀자음의 차이를 밝히고자 하였다. 그러나 이러한 선행 연구들은 가장 인지 정보가 풍부한 후행 모음에 나타난 구체적인 스펙트럼상의 정보를 제공하지 못하였다. 본 연구는 한국어 발생 유형에 대한 이해를 넓히기 위하여 동일한 모음 사이에서 조음 방법과 조음 위치가 동일한 겹자음과 이에 상응하는 홀자음이 나타날 때 후행 모음에 나타나는 스펙트럼 상의 특성을 F0, H1-H2, 스펙트럼의 기울기 등을 측정하여 살펴본다.

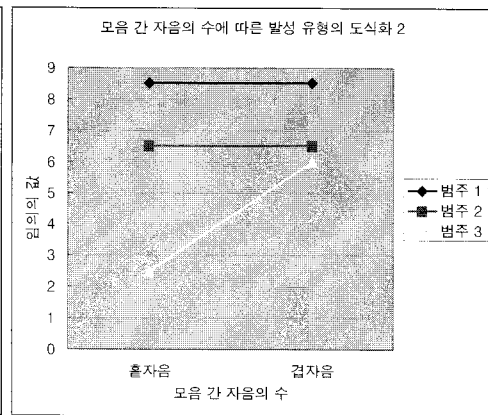
F0, H1-H2, 스펙트럼의 기울기는 음원 특성을 측정하는 매개 변수들로서 발생 유형과 밀접한 관계가 있다. 첫째, F0는 그 자체로 발생 유형 연구에서 중요하다. 한국어에서 F0는 연음에서보다 격음과 경음에서 현저히 높게 나타난다[5][9][10]. 둘째, H1-H2는 스펙트럼에서 첫 번째 조화음과 두 번째 조화음의 진폭차인데 이 또한 발생 유형 연구의 중요한 매개 변수이다. 상대적으로 큰 H1-H2는 발생 유형 중 기식쉬인 목소리(breathy voice)와 관계가 있고 상대적으로 작은 H1-H2는 발생 유형 중 짜내는 목소리(creaky voice)와 관계가 있다고 알려져 있다[11][12][13][14][15]. 한국어에서 격음은 언제나 경음보다 H1-H2가 크지만 연음은 어두에서는 격음과 유사하고 어중에서는 경음과 유사하다[9][10][16]. 셋째, 스펙트럼의 기울기는 스펙트럼에서 주파수 증가에 따른 조화음 진폭의 감소율인데 발생 유형과 관계가 있는 매개 변수로 알려져 있다[17]. 보통 목소리(modal voice)의 경우 주파수가 두 배 증가할 때마다 스펙트럼의 진폭은 약 -12 dB의 비율로 감소한다. 기식쉬인 목소리(breathy voice)는 기울기가 상대적으로 급하고 짜내는 목소리(creaky voice)는 기울기가 상대적으로 완만하다[15][17][18]. 한국어에서 격음은 언제나 경음보다 스펙트럼의 기울기가 급하지만 연음의 경우 어두에서는 격음과 유사하고 어중에서는 경음과 유사하다[9][19].

본 연구에서는 연구의 결과를 도식화하여 예측한다. <그림 1>에서 볼 수 있듯이 범주 3에 속하는 홀자음의 후행 모음에서 측정된 값과 범주 2에 속하는 홀자음의 후행 모음에서 측정된 값의 차이가 겹자음의 경우에도 그대로 유지되고 범주 3에 속하는 겹자음의 후행 모음에서 측정된 값이 범주 3에 속하는 홀자음의 후행 모음에서 측정된 매개 변수의 값과 별 차이가 없다면 범주 2와 범주 3은 환

경에 관계없이 서로 다른 음향적 특징을 가지는 것으로 결론지을 수 있다. 이와 달리 <그림 2>에서처럼 범주 3에 속하는 겹자음의 후행 모음에서 측정된 값이 범주 3에 속하는 홀자음의 후행 모음에서 측정된 값과 현저히 차이가 있고 범주 3에 속하는 홀자음의 후행 모음에서 측정된 값과 범주 2에 속하는 홀자음의 후행 모음에서 측정된 값의 차이가 겹자음의 후행 모음에서는 현저히 줄어들어 거의 차이가 없어지면 범주 3에 속하는 겹자음과 범주 2에 속하는 홀자음은 동일한 음향적 특징을 가지는 것으로 결론지을 수 있다.



&lt;그림 1&gt; 도식 1



&lt;그림 2&gt; 도식 2

앞에서 언급한 F0, H1-H2, 스펙트럼의 기울기에 대해 <그림 1>과 같은 패턴이 나타난다면 연음 겹자음의 후행 모음에서 나타나는 특성이 경음 홀자음의 후행 모음에서 나타나는 특성과 현저히 다른 것이다. 반면 <그림 2>와 같은 패턴이 나타난다면 연음 겹자음의 후행 모음에서 나타나는 특성이 경음 홀자음의 후행 모음에서 나타나는 특성과 같은 것이다.

본 연구는 모음 사이에서 나타나는 홀자음의 발성 유형의 특성뿐만 아니라 자음군의 후행 모음에서 나타나는 여러 가지 스펙트럼상의 특성을 살펴본다는 점에서 의의가 있다. 조음 위치와 조음 방법이 동일한 겹자음과 홀자음을 종합적으로 살펴봄으로써 후행 모음에 나타나는 스펙트럼 상의 특성에 관한 새로운 정보를 제공한다는 점에서 의의가 있다.

## 2. 연구방법

### 2.1 피실험자

본 연구를 위해 실험에 참가한 화자들에 관한 정보가 <표 1>에 제시되어 있다.

&lt;표 1&gt; 화자 정보

화자	성별	연령	출신지
KCW	남	28	서울
KDW	남	27	서울
KOD	남	21	서울
LDH	남	25	서울
LJM	남	26	서울
YGD	남	28	서울
KMD	여	26	서울
KSA	여	29	서울
KSE	여	24	서울
KSK	여	23	서울
UHY	여	25	서울

본 연구를 위해 서울 출신의 20대 남성 6명과 20대 여성 5명 등 총 11명을 화자로 선정하였다. 실험에 참가한 화자들에게는 각각 소정의 수고비를 지급하였다. 실험에 참가한 화자들은 본인뿐만 아니라 부모도 모두 서울에서 나고 자란 사람들이다. 실험에 참가한 화자들은 언어와 관련된 어떤 병력도 없었으며 녹음 당시 어떤 언어 장애도 없었다.

## 2.2 실험 자료

본 연구에 사용된 실험 단어가 <표 2>에 제시되어 있다. <표 2>에 나타나 있듯이 실험 단어의 형태는 /paCa/와 /paCCa/이다. 실험 단어는 양순음 ‘ㅂ’으로 시작하며 동일한 모음 ‘ㅏ’ 사이에서 홀자음 혹은 겹자음이 나타난다. 양순음 ‘ㅂ’으로 시작하는 단어는 모음으로 시작되는 단어와 달리 단어의 시작을 찾기가 쉬워 실험 문장에서 실험 단어만을 추출하는 데 도움이 된다. 모음 사이에서 나타날 수 있는 겹자음 중 조음 방법이 같고 조음 위치가 같은 겹자음이 모두 실험 단어에 포함되도록 하였다. 겹자음에서 선행 자음의 음절 말 중화를 고려하여 연음이 받침으로 오는 것만 포함하였다. 파찰음의 경우 ‘ㄷ’은 음절 말 중화로 인해 ‘ㄷ’이 올 때와 차이가 없다고 판단하여 선행 자음을 ‘ㄷ’으로 설정하였다. 겹자음에서 선행하는 마찰음 ‘ㅅ’은 후행하는 초성 자음이 /ㅅ, ㅆ/일 경우 [s]로 실현되어 ‘ㅅ’으로 끝나는 실험 단어도 포함시켰다. 실험 단어 중 일부는 실제 단어이고 일부는 무의미 단어들이다. 실험 단어들은 다른 요인의 영향을 최소화하기 위하여 “그래서 ‘\_\_\_\_\_’라 했다”라는 틀 문장 속에 넣어서 실험 문장을 구성하였다. 실험 문장을 10번 반복한 것을 무작위로 배열하여 화자들에게 읽게 하였다. 본 연구를

위해 녹음된 실험 문장의 수는 3080(11명 \* 10회 \* 28 실험 단어)이었으나 녹음이 잘못되었거나 측정이 불가능한 경우는 제외하여 결과적으로 총 3074 문장이었다.

<표 2> 실험 단어

음성의 부류		자음의 수		홀자음	겹자음
		격음	연음		
파열음	양순음	격음	ㅍ	바ㅍ	밥ㅍ
		연음	ㅂ	바ㅂ	밥ㅂ
		경음	ㅃ	바ㅃ	밥ㅃ
	치조음	격음	ㅌ	바ㅌ	밭ㅌ
		연음	ㄷ	바ㄷ	밭ㅌ
		경음	ㄸ	바ㄸ	밭ㅌ
	연구개음	격음	ㅋ	바ㅋ	박ㅋ
		연음	ㄱ	바ㄱ	박ㄱ
		경음	ㄲ	바ㄲ	박ㄲ
파찰음	경구개음	격음	ㅊ	바ㅊ	받ㅊ
		연음	ㅈ	바ㅈ	받ㅈ
		경음	ㅉ	바ㅉ	받ㅉ
마찰음	치조음	연음	ㅅ	바ㅅ	밭ㅅ
		경음	ㅆ	바ㅆ	밭ㅆ

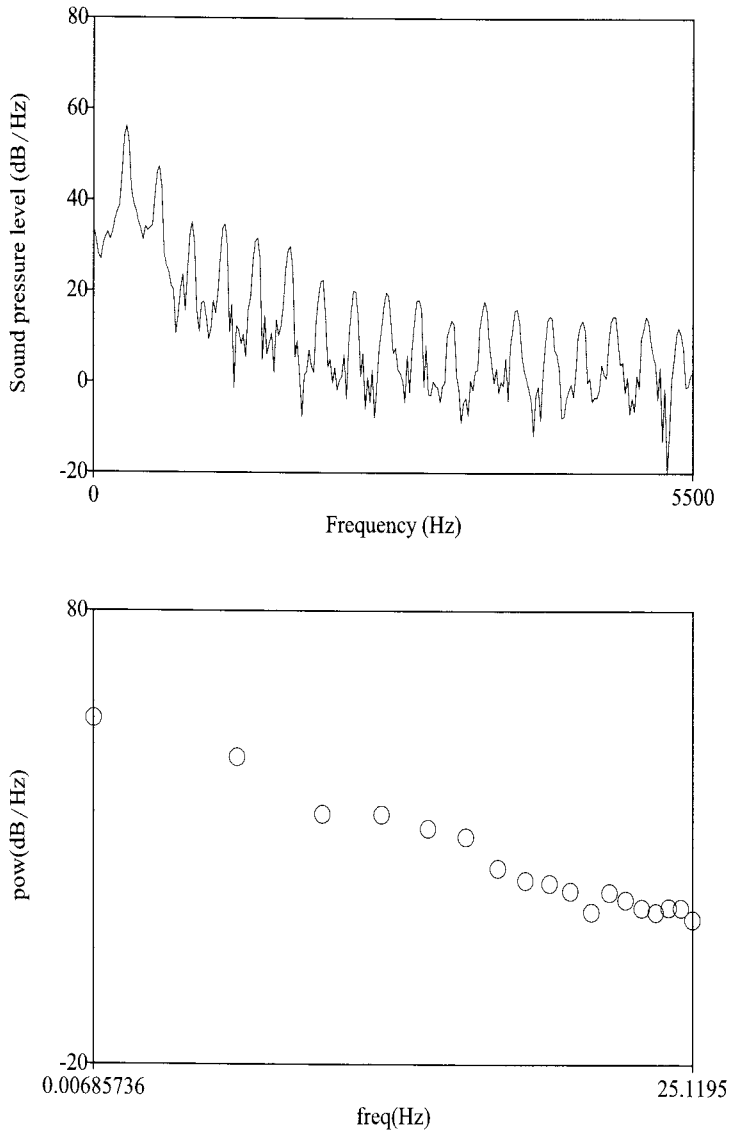
### 2.3 녹음 및 측정

녹음은 국립국어원에 있는 녹음실에서 실시하였다. 실험에 참가한 화자의 음성은 TASCAM DA40 DAT 녹음기를 사용하여 녹음하였다. 표본추출률은 44,100 Hz였으며 양자화 비트는 16으로 하였다. 측정과 연산은 Praat 4.6 이후의 새로운 버전을 지속적으로 내려 받아 사용하였고 통계 처리와 도표의 작성은 SPSS 12.0과 Excel을 이용하였다.

먼저 녹음된 실험 문장에서 실험 단어를 추출하였다. 후행 모음의 끝은 실험 단어의 끝과 같다. 실험 단어의 끝과 틀 문장은 튀김 소리 [t]에 의해 구분되는데 파형에서 선행 모음과 후행 모음 사이에 짧은 틈이 나타난다. 선행 모음에서 이 짧은 틈으로 전이하면서 파의 진폭이 현저히 줄어든 지점에서 영교차점을 찾아 실험 단어의 끝으로 설정하였다. 후행 모음의 시작은 성대 진동이 시작되고 F1, F2, F3, F4가 모두 나타나는 최초의 시점으로 정하였다. 실험 단어 /paCCa/에서 겹자음이 오거나 홀자음 중 격음과 경음이 올 경우 폐쇄 구간 동안 성대의 진동이 사라지므로 모음의 시작과 성대 진동의 시작을 찾기가 쉽다. 반면에 연음 홀자음의 경우에는 폐쇄 구간 동안 성대의 진동이 사라지는 경우와 성대의 진동이 선행 모음으로부터 계속되어서 후행 모음으로 이어지는 경우가 있다. 이럴 경우에는 F1, F2, F3, F4가 모두 나타나는 최초의 시점을 모음의 시작으로 정하였다.

F0는 Praat에서 Pitch 개체를 생성한 후 그 Pitch 개체에서 모음의 시작으로부터 10 ms 뒤의 시점에서 측정하였다. 이 때 Pitch range (Hz)의 최저값과 최고값을 남성의 경우 각각 75 Hz, 250 Hz로 하였고 여성의 경우 각각 120 Hz, 400 Hz로 하였다. H1-H2와 스펙트럼의 기울기는 필터 특성과 방출 특성이 제거된 음원 스펙트럼으로부터 측정하였다. 음원 필터 이론(Source Filter Theory)에 의하면 음성 신호의 주파수 특성은 음원, 필터, 방출 특성의 곱으로 이루어져 있어 음원의 H1-H2와 스펙트럼의 기울기를 구하기 위해서는 먼저 필터 특성과 방출 특성을 제거할 필요가 있다. 필터 특성을 계산하기 위해 LPC 차수를 정할 때 의외의 스펙트럼 꼭대기의 발생으로 인한 부정확성을 차단하기 위해 재표본추출(resampling)을 통하여 표본추출률을 조정하였다. 재표본추출률은 남자의 경우 10,000 Hz로 하였고 여자의 경우 11,000 Hz로 하였다. 여자의 경우 11,000 Hz로 한 것은 여자의 성도는 남자에 비해 짧아 포먼트의 값이 남자보다 높기 때문이다. 미국인의 경우 여자의 포먼트 수치는 남자의 포먼트 수치보다 약 17% 높은 것으로 알려져 있다[20]. 필터 특성을 제거하기 위해 LPC 분석을 실시한 다음 역여과(inverse filtering)를 실시하였다. 필터 특성을 제거하고 남은 신호에 대해 고주파수감폭(deemphasis)을 실시하여 방출 특성을 제거하였다. 음원 특성만 남아 있는 후행 모음의 신호에 대해 20 ms의 음성 신호를 Hamming 윈도우를 씌워 추출하였다. 추출된 신호에 대해 FFT를 실시하여 스펙트럼을 얻고 그 스펙트럼으로부터 조화음(harmonic)의 주파수와 진폭을 측정하였다. 그 중 첫 번째와 두 번째의 조화음이 뚜렷이 나타날 경우 H1-H2를 측정하였다. 그리고 전체 스펙트럼에 대하여 각 조화음의 주파수 값을 F0로 나눈 값을 dB 척도로 변환하였다. 변환된 주파수 값과 그에 대응되는 진폭의 쌍으로 이루어지는 데이터에 대해 선형 회귀 분석을 실시하였다. 회귀 분석의 결과로 나타나는 직선의 기울기가 스펙트럼의 기울기이다. 음원 특성을 나타내는 스펙트럼의 기울기는 음수가 된다.

본 연구에서 H1-H2와 스펙트럼의 기울기를 계산할 때 사용한 방법은 다음과 같은 점에서 이전의 연구 [9]와 다르다. 첫째, [9]에서는 재표본추출(resampling)을 하지 않은 반면에 본 연구에서는 재표본추출을 하였다. 둘째, [9]에서는 포먼트의 주파수와 대역폭을 측정한 다음 [21]의 공식에 대입하여 필터 특성을 계산하고 그 특성을 제거하였으나 본 연구에서는 Praat에 내재되어 있는 Filter (inverse) 기능을 이용하여 역여과(inverse filtering)를 하였다. 셋째, [9]에서는 남성의 음성에 대해 음원 스펙트럼에서 4,000 Hz까지의 조화음의 진폭만을 구해서 스펙트럼의 기울기를 계산하였으나 본 연구에서는 남성의 경우 5,000 Hz까지 여성의 경우 5,500 Hz까지의 조화음의 진폭을 구하여 스펙트럼의 기울기를 계산하였다. 마지막으로 [9]에서는 모음의 음가뿐만 아니라 F0의 영향도 배제하였으나 본 연구에서는 역여과를 통해 모음의 음가의 영향은 배제했으나 F0의 영향은 고려하지 않았다. <그림 3>에 H1-H2와 선형의 스펙트럼의 기울기를 보여주는 그림이 제시되어 있다.



<그림 3> H1-H2와 스펙트럼의 기울기를 볼 수 있는 스펙트럼

### 3. 연구 결과

#### 3.1 F0

마찰음에는 발성 유형의 범주가 하나 적어서 결과를 파열음, 파찰음, 마찰음으

로 나누어 각각 따로 제시한다. <표 3>에 조음 방법, 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 F0의 평균값과 표준편차가 제시되어 있다.

<표 3> 조음 방법, 성별, 자음의 수, 발성 유형 별 F0

조음 방법	성별	자음의 수	발성 유형	평균	표준편차	N	
파열음	남성	홀자음	격음	128	16.4	179	
			연음	119	14.1	161	
			경음	125	15.5	148	
		겹자음	격음	129	18.1	178	
			연음	122	14.3	142	
			경음	125	16.2	143	
	여성	홀자음	격음	256	25	149	
			연음	233	16.4	150	
			경음	242	19.7	148	
		겹자음	격음	257	28.8	146	
			연음	239	19	149	
			경음	242	22.2	148	
파찰음	남성	홀자음	격음	130	16.5	60	
			연음	122	15	50	
			경음	129	17	53	
			겹자음	격음	132	20.3	60
				연음	129	19.3	55
				경음	129	15.4	57
	여성	홀자음	격음	260	25.6	50	
			연음	244	17.9	50	
			경음	250	18.4	50	
			겹자음	격음	259	31.6	50
				연음	249	23.6	50
				경음	252	20.9	50
마찰음	남성	홀자음	연음	127	18.6	59	
			경음	130	18.6	54	
			연음	128	17.9	50	
			겹자음	경음	130	17.9	50
				연음	255	25.5	50
				경음	248	24.6	49
	여성	홀자음	연음	245	24.2	49	
			연음	247	26.9	49	
			경음	247	26.9	49	

<표 3>에 나타나 있듯이 F0는 성별, 자음의 수, 발성 유형 별로 차이가 난다. 이러한 차이들이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 종속 변수를 F0로 하고 성별, 자음의 수, 발성 유형을 독립 변수로 하여 일변량삼원분산분석(3-way ANOVA)을 실시하였다. 유의 수준은 0.05였으며 Tukey's HSD를 이용하여 사후 분석을 실시하였다. 먼저 파열음에 대한 검정 결과가 <표 4>에 제시되어 있다.

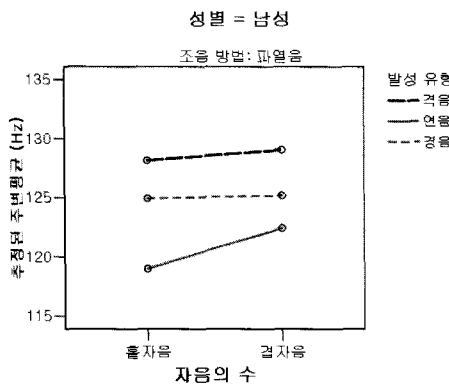


<표 4> 파열음의 F0에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	17966.980	.000
자음의 수	1	4.618	.032
발성 유형	2	87.796	.000
성별 * 자음의 수	1	.193	.660
성별 * 발성 유형	2	20.190	.000
자음의 수 * 발성 유형	2	2.285	.102
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	2	.198	.820
오차	1829		

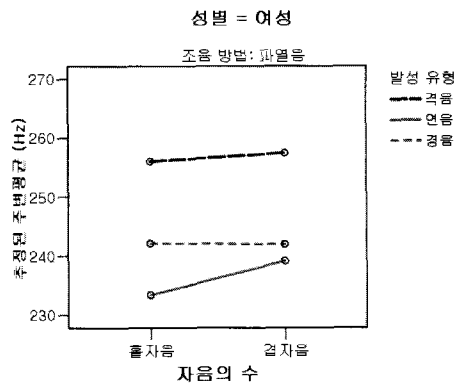
<표 4>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별, 자음의 수, 발성 유형 모두에 대하여 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 여성이 남성보다 유의미하게 컸고, 겹자음이 홑자음보다 유의미하게 컸다. 발성 유형의 경우 사후 분석 결과 연음이 경음이나 격음보다 유의미하게 작았고 격음은 경음보다 컸으나 유의미한 차이는 없었다(격음>=경음>연음). 성별과 발성 유형 사이에 유의미한 교호 작용이 있었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 4>와 <그림 5>에서 살펴볼 수 있다.

F0의 추정된 주변평균



<그림 4> 남성, 파열음의 F0

F0의 추정된 주변평균



<그림 5> 여성, 파열음의 F0

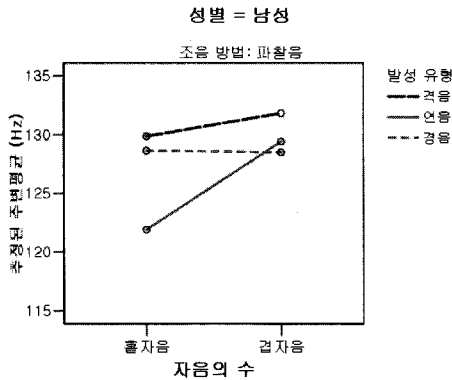
<그림 4>와 <그림 5>를 통해서 알 수 있듯이 경음은 홑자음과 겹자음 사이에 큰 변화가 없으나 연음은 홑자음에서보다 겹자음에서 상당히 높아져 연음과 경음의 차이가 줄어들었다. 다음으로 파찰음에 대한 검정 결과가 <표 5>에 제시되어 있다.

&lt;표 5&gt; 파찰음의 F0에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	5782.910	.000
자음의 수	1	2.580	.109
발성 유형	2	10.361	.000
성별 * 자음의 수	1	.092	.762
성별 * 발성 유형	2	2.075	.126
자음의 수 * 발성 유형	2	1.398	.248
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	2	.186	.830
오차	623		

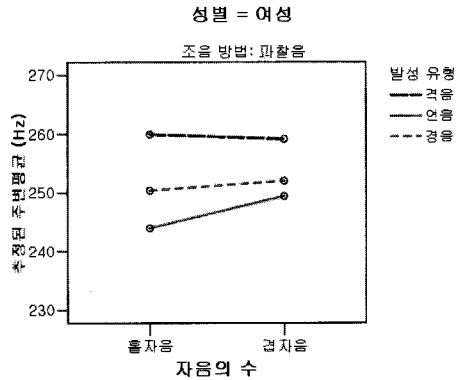
<표 5>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별과 발성 유형에 대해 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 여성이 남성보다 유의미하게 컸다. 발성 유형의 경우 사후 분석 결과 경음은 연음보다 컸고 격음은 경음보다 컸으나 유의미한 차이가 없어 격음, 경음, 연음 모두 동일집단군으로 나타났다(격음>=경음>=연음). 성별과 발성 유형 사이에 유의미한 교호 작용이 있었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 살펴볼 수 있는 그림이 <그림 6>과 그림 <그림 7>에 제시되어 있다.

F0의 추정된 주변평균



&lt;그림 6&gt; 남성, 파찰음의 F0

F0의 추정된 주변평균



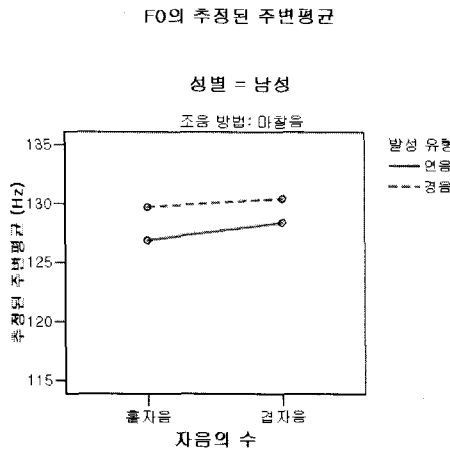
&lt;그림 7&gt; 여성, 파찰음의 F0

<그림 6>과 <그림 7>을 나타나 있듯이 경음은 홀자음과 겹자음 사이에 큰 차이가 없으나 연음은 홀자음에서보다 겹자음에서 상당히 높아져 연음과 경음의 차이가 줄어들었다. 마지막으로 마찰음에 대한 검정 결과가 <표 6>에 제시되어 있다.

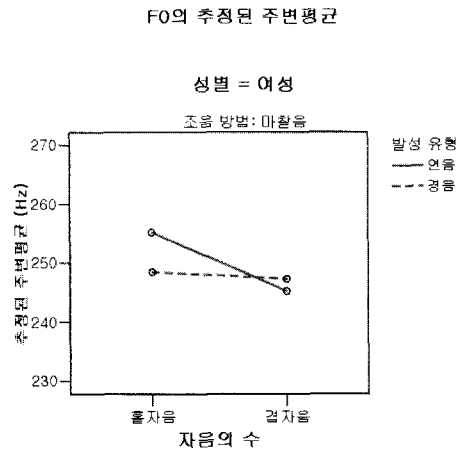
<표 6> 마찰음의 F0에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	3063.023	.000
자음의 수	1	1.058	.304
발성 유형	1	.001	.979
성별 * 자음의 수	1	2.378	.124
성별 * 발성 유형	1	1.201	.274
자음의 수 * 발성 유형	1	.846	.358
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	1	1.220	.270
오차	402		

<표 6>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별에 대해서만 유의미한 차이가 있었다. 여성이 남성보다 유의미하게 컸다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 살펴볼 수 있는 그림이 <그림 8>과 <그림 9>에 제시되어 있다.



<그림 8> 남성, 마찰음의 F0



<그림 9> 여성, 마찰음의 F0

<그림 8>과 <그림 9>를 통해서 알 수 있듯이 경음은 홀자음과 겹자음 사이에 큰 차이가 없다. 그러나 연음은 남성의 경우 상대적으로 크게 높아지고 여성의 경우 상대적으로 크게 낮아져 겹자음에서 경음과 연음의 차이가 줄어들었다. 종합해 보면 남성과 여성 사이에 F0 수준에 큰 차이가 있고 겹자음에서는 경음과 연음의 차이가 줄어들어 거의 차이가 없었다.

### 3.2 H1-H2

<표 7>에 조음 방법, 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 H1-H2의 평균값과 표준편차가 제시되어 있다.

&lt;표 7&gt; 조음 방법, 성별, 자음의 수, 발성 유형 별 H1-H2

조음 방법	성별	자음의 수	발성 유형	평균	표준편차	N		
파열음	남성	홀자음	격음	18	2.5	142		
			연음	10	2.3	146		
			경음	9	2.4	137		
			겹자음	격음	18	2.5	137	
				연음	8	2.4	133	
				경음	8	2.5	127	
			여성	홀자음	격음	20	2.7	149
					연음	11	3	149
					경음	10	2.7	146
파찰음	남성	홀자음	격음	18	2.8	43		
			연음	10	2	44		
			경음	10	1.7	43		
			겹자음	격음	19	3	48	
				연음	9	1.8	49	
				경음	10	1.6	49	
			여성	홀자음	격음	19	3.1	50
					연음	11	2.6	49
					경음	12	3	50
마찰음	남성	홀자음	연음	17	2.5	52		
			경음	10	2.5	40		
			겹자음	연음	10	2.1	41	
			겹자음	경음	10	2.4	46	
				연음	10	2.4	46	
				경음	10	2.4	46	
			여성	홀자음	연음	17	4.1	50
					경음	10	2.2	45
					겹자음	연음	11	2.7
			경음	10	2	48		

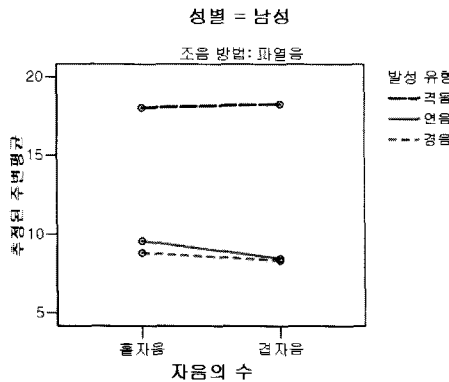
<표 7>에서 제시된 N의 값이 <표 3>과 다른 것은 H1이나 H2를 정할 수 없어 H1-H2를 측정할 수 없는 경우를 반영하고 있기 때문이다. <표 7>에 나타나 있듯이 H1-H2는 성별, 자음의 수, 발성 유형 별로 차이가 난다. 이러한 차이들이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 F0를 기술할 때와 같은 조건으로 분산분석을 실시하였다. 먼저 파열음에 대한 검정 결과가 <표 8>에 제시되어 있다.

<표 8> 파열음의 H1-H2에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	142.886	.000
자음의 수	1	9.018	.003
발성 유형	2	2402.503	.000
성별 * 자음의 수	1	.200	.655
성별 * 발성 유형	2	2.413	.090
자음의 수 * 발성 유형	2	9.160	.000
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	2	1.161	.314
오차	1694		

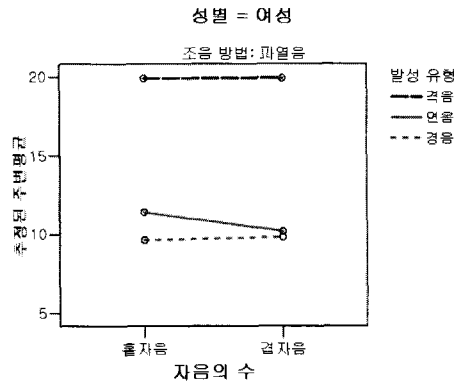
<표 8>에 나타나 있듯이 성별, 자음의 수, 발성 유형 등 주 효과 모두 유의미한 차이가 있었다. 여성이 남성보다 컷고, 홀자음이 겹자음보다 컷다. 발성 유형의 경우 사후 분석 결과 경음이나 연음보다 유의미하게 컷고 격음은 경음보다 유의미하게 컷다(격음>경음>연음). 자음의 수와 발성 유형 사이에 유의미한 교호 작용이 있었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 10>과 <그림 11>에서 살펴볼 수 있다.

H1-H2의 추정된 주변평균



<그림 10> 남성, 파열음의 H1-H2

H1-H2의 추정된 주변평균



<그림 11> 여성, 파열음의 H1-H2

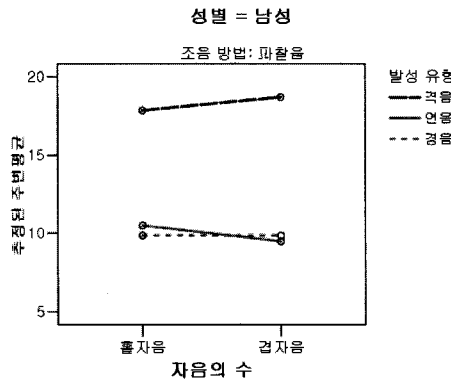
<그림 10>과 <그림 11>을 통해서 알 수 있듯이 여성과 남성 사이에 별다른 패턴의 차이가 없다. 남성과 여성 모두 그리고 홀자음과 겹자음 모두 격음이 경음이나 연음보다 현저히 높았고 연음은 경음보다 높았으나 그 차이는 미미하였다. 격음, 연음, 경음 홀자음과 겹자음 사이에 큰 차이는 없었으나 연음과 경음의 차이가 겹자음에서 현저히 줄어들어 거의 차이가 없어졌다. 다음으로 파찰음에 대한 검정 결과가 <표 9>에 제시되어 있다.

&lt;표 9&gt; 파찰음의 H1-H2에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	41.517	.000
자음의 수	1	.049	.825
발성 유형	2	631.186	.000
성별 * 자음의 수	1	.240	.624
성별 * 발성 유형	2	.579	.561
자음의 수 * 발성 유형	2	3.018	.050
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	2	.514	.598
오차	556		

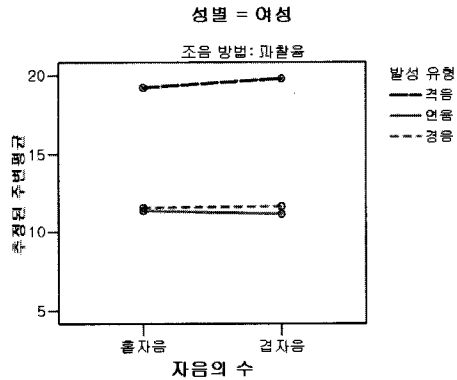
<표 9>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별과 발성 유형에 대해 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 여성이 남성보다 H1-H2가 더 컸다. 발성 유형의 경우 사후 분석 결과 격음이 연음이나 경음보다 유의미하게 컸고 경음은 연음보다 컸으나 유의미한 차이는 없었다(격음>경음=>연음). 독립 변수들 간에는 유의미한 교호 작용이 없었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 12>와 <그림 13>에서 살펴볼 수 있다.

H1-H2의 추정된 주변평균



&lt;그림 12&gt; 남성, 파찰음의 H1-H2

H1-H2의 추정된 주변평균



&lt;그림 13&gt; 여성, 파찰음의 H1-H2

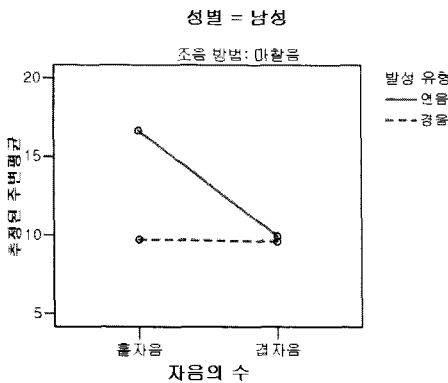
<그림 12>와 <그림 13>을 통해서 알 수 있듯이 남성과 여성 모두 그리고 홀자음과 겹자음 모두 격음이 경음이나 연음보다 현저히 높았고 연음과 경음의 차이는 미미하였다. 마지막으로 마찰음에 대한 검정 결과가 <표 10>에 제시되어 있다.

<표 10> 마찰음의 H1-H2에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	2.001	.158
자음의 수	1	136.528	.000
발성 유형	1	177.250	.000
성별 * 자음의 수	1	.438	.509
성별 * 발성 유형	1	.038	.847
자음의 수 * 발성 유형	1	134.358	.000
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	1	.074	.786
오차	361		

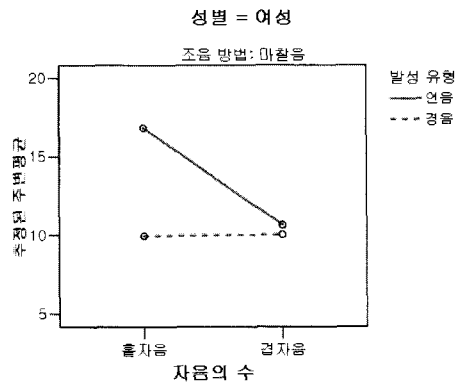
<표 10>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 자음의 수와 발성 유형에 대해서 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 자음의 수와 발성 유형 사이에 유의미한 교호 작용이 있었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 14>와 <그림 15>에서 살펴볼 수 있다.

H1-H2의 추정된 주변평균



<그림 14> 남성, 마찰음의 H1-H2

H1-H2의 추정된 주변평균



<그림 15> 여성, 마찰음의 H1-H2

<그림 14>와 <그림 15>를 통해서 알 수 있듯이 남성과 여성 사이에 패턴 차이가 없다. 홀자음과 겹자음 사이에 경음은 변화가 없고 연음은 현저히 떨어져 홀자음에서 뚜렷하던 연음과 경음의 차이가 겹자음에서는 거의 사라졌다. 종합해 보면 파열음과 마찰음에서는 모음 간 자음이 홀자음일 때와 겹자음일 때 큰 차이가 없다. 두 경우 모두 경음이 연음이나 경음보다 유의미하게 높다. 마찰음에서는 홀자음일 때는 연음이 경음보다 현저히 높지만 겹자음일 때는 연음이 크게 낮아져 연음과 경음의 차이가 거의 사라졌다.

## 3.3 스펙트럼의 기울기

조음 방법, 성별, 자음의 수, 발생 유형에 따른 스펙트럼의 기울기의 평균값과 표준편차가 <표 11>에 제시되어 있다.

<표 11> 조음 방법, 성별, 자음의 수, 발생 유형 별 스펙트럼의 기울기

조음 방법	성별	자음의 수	발생 유형	평균	표준편차	N
파열음	남성	홀자음	격음	-1.85	0.1	142
			연음	-1.87	0.111	146
			경음	-1.89	0.115	137
		겹자음	격음	-1.84	0.098	137
			연음	-1.91	0.096	133
			경음	-1.9	0.108	127
	여성	홀자음	격음	-1.98	0.101	149
			연음	-2.04	0.155	149
			경음	-2.01	0.138	146
		겹자음	격음	-1.97	0.111	143
			연음	-2.03	0.139	149
			경음	-2.02	0.137	148
파찰음	남성	홀자음	격음	-1.89	0.104	43
			연음	-1.86	0.101	44
			경음	-1.91	0.099	43
		겹자음	격음	-1.89	0.116	48
			연음	-1.89	0.105	49
			경음	-1.87	0.1	49
	여성	홀자음	격음	-1.99	0.104	50
			연음	-2.06	0.175	49
			경음	-2.07	0.153	50
		겹자음	격음	-1.97	0.105	50
			연음	-2.05	0.229	44
			경음	-2.07	0.175	49
마찰음	남성	홀자음	연음	-1.84	0.1	52
			경음	-1.91	0.128	40
			겹자음	연음	-1.92	0.129
		경음	-1.89	0.126	46	
			여성	홀자음	연음	-2.05
	경음	-2.1			0.159	45
	겹자음	연음		-2.09	0.181	47
		경음		-2.05	0.167	48

<표 11>에서 제시된 N의 값이 <표 3>이나 <표 7>과 다른 것은 스펙트럼의 기울기를 측정할 수 없는 경우를 반영하고 있기 때문이다. <표 11>에서 기울기의 절



대값이 클수록 기울기가 더 급격한 것을 나타낸다. <표 11>에 나타나 있듯이 스펙트럼의 기울기는 성별, 자음의 수, 발성 유형 별로 차이가 난다. 이러한 차이들이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 앞에서와 같은 조건으로 분산분석을 실시하였다. 먼저 파열음에 대한 검정 결과가 <표 12>에 제시되어 있다.

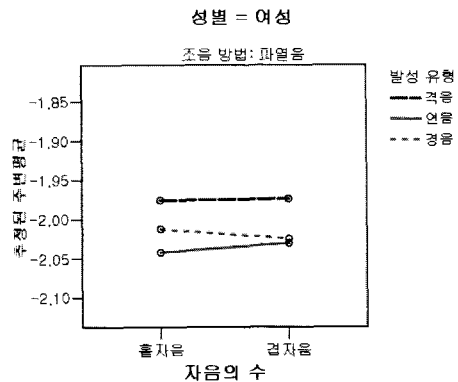
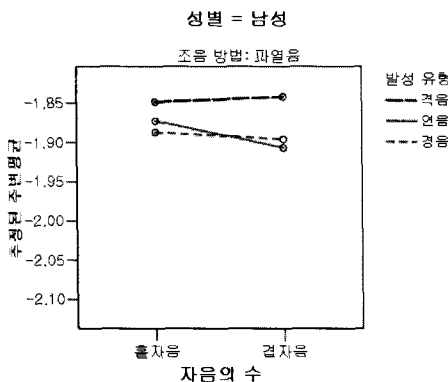
<표 12> 파열음의 스펙트럼의 기울기에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	538.715	.000
자음의 수	1	1.011	.315
발성 유형	2	32.451	.000
성별 * 자음의 수	1	1.136	.287
성별 * 발성 유형	2	1.135	.322
자음의 수 * 발성 유형	2	.765	.466
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	2	2.077	.126
오차	1694		

<표 12>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별과 발성 유형에 대해서만 유의미한 차이가 있었다. 발성 유형의 경우 사후 분석 결과 격음이 경음이나 연음보다 유의미하게 컸고 경음은 연음보다 컸으나 유의미한 차이는 없었다(격음>경음=>연음). 독립 변수 사이에 유의미한 교호 작용이 없었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 16>과 <그림 17>에서 살펴볼 수 있다.

스펙트럼의 기울기의 추정된 주변평균

스펙트럼의 기울기의 추정된 주변평균



<그림 16> 남성, 파열음의 스펙트럼의 기울기

<그림 17> 여성, 파열음의 스펙트럼의 기울기

<그림 16>과 <그림 17>을 통해서 알 수 있듯이 남성이 여성보다 스펙트럼의 기울기가 두드러지게 완만했다. 남성과 여성 모두 격음이 연음이나 경음보다 완만했다. 연음은 남성의 경우 홀자음에서는 경음보다 완만했으나 겹자음에서는 경음보다 급해졌고 여성의 경우 홀자음과 겹자음 모두에서 경음이 연음보다 완만했다. 남성의 경우 홀자음에서 겹자음으로 옮겨가면서 연음과 경음의 역전이 있었고 여성의 경우 역전은 없었으나 겹자음에서는 연음과 경음의 차이가 거의 사라졌다. 다음으로 파찰음에 대한 검정 결과가 <표 13>에 제시되어 있다.

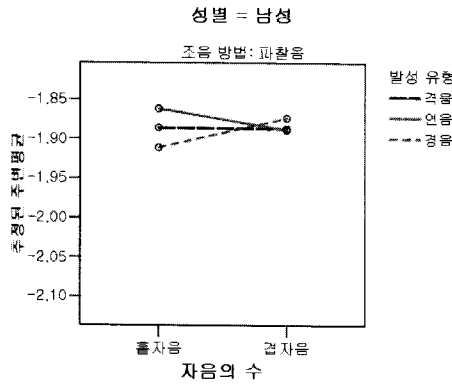
<표 13> 파찰음의 스펙트럼의 기울기에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	175.149	.000
자음의 수	1	.323	.570
발성 유형	2	5.983	.003
성별 * 자음의 수	1	.075	.784
성별 * 발성 유형	2	5.841	.003
자음의 수 * 발성 유형	2	.416	.660
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	2	1.048	.351
오차	556		

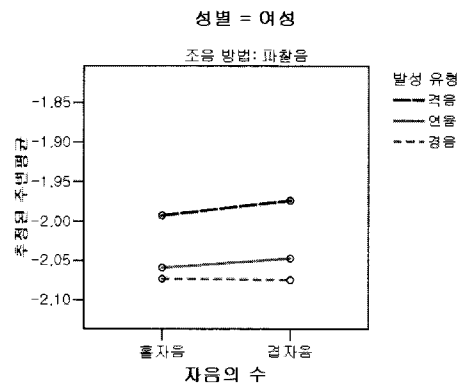
<표 13>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별과 발성 유형에 대해서만 유의미한 차이가 있었다. 발성 유형의 경우 사후 분석 결과 격음은 경음보다 유의미하게 컸다. 연음은 격음보다는 작고 경음보다는 컸으나 격음과 경음 어느 것보다도 유의미한 차이는 없었다(격음>경음; 격음>=연음; 연음>=경음). 다음으로 성별과 발성 유형 사이에 유의미한 교호 작용이 있었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 18>과 <그림 19>에서 살펴볼 수 있다.

스펙트럼의 기울기의 추정된 주변평균

스펙트럼의 기울기의 추정된 주변평균



<그림 18> 남성, 파찰음의 스펙트럼의 기울기



<그림 19> 여성, 파찰음의 스펙트럼의 기울기

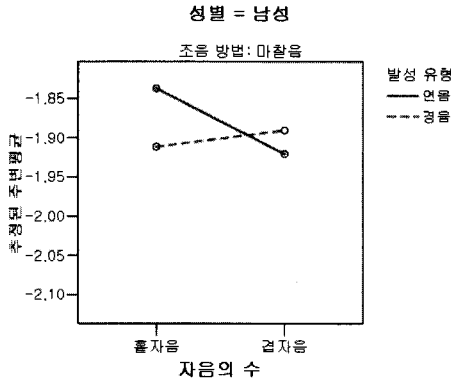
<그림 18>과 <그림 19>를 통해서 알 수 있듯이 남성이 여성보다 스펙트럼의 기울기가 전반적으로 완만했다. 남성의 경우 홀자음에서 나타나던 차이가 짝자음에서는 줄어들었지만 여성의 경우 확대되었다. 다음으로 마찰음에 대한 검정 결과가 <표 14>에 제시되어 있다.

<표 14> 마찰음의 스펙트럼의 기울기에 대한 검정 결과

주 효과 및 교호 작용	자유도	F	유의확률
성별	1	153.952	.000
자음의 수	1	.926	.336
발성 유형	1	1.187	.277
성별 * 자음의 수	1	1.346	.247
성별 * 발성 유형	1	.169	.681
자음의 수 * 발성 유형	1	11.075	.001
성별 * 자음의 수 * 발성 유형	1	.049	.825
오차	361		

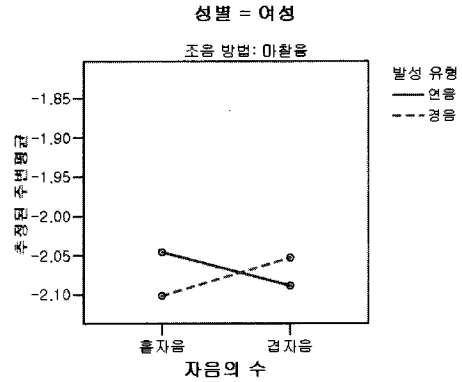
<표 14>에 나타나 있듯이 주 효과 중에서는 성별에 대해서만 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 자음의 수와 발성 유형 사이에 유의미한 교호 작용이 있었다. 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따른 추이를 <그림 20>과 <그림 21>에서 살펴볼 수 있다.

스펙트럼의 기울기의 추정된 주변평균



&lt;그림 20&gt; 남성, 마찰음의 스펙트럼의 기울기

스펙트럼의 기울기의 추정된 주변평균



&lt;그림 21&gt; 여성, 마찰음의 스펙트럼의 기울기

<그림 20>과 <그림 21>을 통해서 알 수 있듯이 남성의 스펙트럼의 기울기가 여성의 그것보다 현저히 완만했다. 남성과 여성의 경우 모두 홀자음의 경우 연음이 경음보다 완만했지만 짝자음의 경우 경음이 연음보다 완만했다. 남성과 여성 모두 홀자음에서보다 짝자음에서 연음과 경음의 차이가 줄어들었다. 종합하면 남성이 여성보다 스펙트럼의 기울기가 완만했다. 남성과 여성 사이에 그리고 파열음, 파찰음, 마찰음 사이에 패턴이 달랐다. 그러나 여성 파찰음을 제외하고는 짝자음에서는 연음과 경음의 차이가 줄어들었다.

#### 4. 토론 및 결론

F0, H1-H2, 스펙트럼의 기울기에 대해서 파열음, 파찰음, 마찰음으로 나누어 성별, 자음의 수, 발성 유형 별 차이를 살펴보았다. 본 연구에서 여자의 F0는 남자의 F0보다 거의 두 배가 높은 것으로 나타났는데 이는 기존에 알고 있는 내용과 일치한다. 남자의 H1-H2는 여자의 H1-H2보다 낮았다. 이는 여자의 목소리가 남자의 목소리보다 더 기식취인 목소리의 특성을 띄고 있다는 것을 보여준다. 그리고 남자의 스펙트럼의 기울기는 여자의 스펙트럼의 기울기보다 더 높는데 이 또한 여자의 목소리가 남자의 목소리보다 더 기식취인 목소리의 특성을 띄고 있다는 것을 보여준다.

F0, H1-H2, 스펙트럼의 기울기 각각에 대하여 조음 방법 및 성별에 따라 <그림 1>과 <그림 2>에 나타난 도식 유형별로 정리한 표가 <표 15>에 제시되어 있다.

&lt;표 15&gt; F0, H1-H2, 스펙트럼의 기울기에 대한 조음 방법 및 성별 도식 유형

조음 방법	성별	F0	H1-H2	스펙트럼의 기울기
파열음	남성	2	2(차이 작음)	1(차이 작음; 역전)
	여성	2	2(차이 작음)	2
파찰음	남성	2	1(차이 작음; 역전)	2(역전)
	여성	2	1(차이 작음; 확대)	1(확대)
마찰음	남성	2	2	2(역전)
	여성	2	2	2(역전)

<표 15>에서 숫자 ‘1’과 ‘2’는 <그림 1>과 <그림 2>에 나와 있는 도식 유형을 나타내고, 괄호 안의 ‘차이 작음’은 연음과 경음의 전반적인 차이가 작음을 나타내며, ‘역전’과 ‘확대’는 홀자음에서 겹자음으로 옮겨가면서 나타나는 특이한 점을 나타낸다. 먼저 F0에 대해서 살펴보면 모든 경우에 도식 유형 2의 모습을 띄고 있다. 즉 파열음과 파찰음의 경우 홀자음에서는 연음과 경음이 현저한 차이를 보이지만 겹자음에서는 연음과 경음의 차이가 두드러지게 줄어들어 둘 사이에 거의 차이가 없다. 마찰음은 격음이 없지만 도식 유형 2의 모양을 보이고 있다. 결론적으로 F0는 도식 2의 모양을 선명히 보여주고 있다.

다음으로 H1-H2에 대해서 살펴보면 파열음과 마찰음의 경우는 도식 유형 2의 모양을 보이고 있고 파찰음의 경우 도식 1의 모양에 가깝다. 그러나 마찰음의 경우 너무나 선명하게 도식 2의 모양을 보이고 있다. 파열음과 파찰음의 경우 격음의 H1-H2가 월등히 크고 연음과 경음의 H1-H2 차이가 작다. 마찰음의 경우는 홀자음에서는 연음이 경음보다 H1-H2가 월등히 크나 겹자음에서는 연음이 현저히 작아져 경음과 거의 차이가 없다. 파열음과 파찰음의 경우 홀자음에서 나타나는 연음과 경음의 작은 차이는 연음의 유성음화 때문으로 보인다. 즉 한국어의 연음은 모음 사이에서 빈번히 유성음화된다. 모음 사이에서 연음이 유성음화될 경우 성대의 진동이 선행모음으로부터 후행 모음으로 계속 이어져 폐쇄 구간 다음에 나타나는 모음의 시작점에서 기식섞인 목소리(breathy voice)의 특성을 보이는 것이 아니라 보통 목소리의 특성을 보이는 경우가 많기 때문이다[9]. 이럴 경우 H1-H2의 값이 현저히 작아져 경음과 거의 같아진다. 모음의 시작점에서 기식섞인 목소리의 모습을 선명히 보여주는 것은 마찰음이다. 마찰음은 모음 사이에 마찰음 홀자음이 올 경우 유성음화 하는 경우가 거의 없고 모음의 시작 부분에 기식섞인 목소리가 발생하여 H1-H2의 값이 높다. 파열음과 파찰음이 마찰음과 다른 점은 겹자음에서 연음과 경음의 차이가 크게 나타나는 것이 아니라 홀자음에서 연음과 경음의 차이가 작다는 것이다. 만약 파열음과 파찰음에 대해 연음 홀자음을 유성음화가 된 경우와 그렇지 않은 경우로 나누어 측정한다면 연음 홀자음의 H1-H2가 현저히 높아질 것으로 생각된다. 모음 간 연음의 유성음화를 감안한다면 H1-H2도 본 연구에서보다 더 선명한 도식 유형 2의 모습을 보일 것으로 생

각된다.

마지막으로 스펙트럼의 기울기를 살펴보면 도식 유형 2의 모양을 보이고 있으나 연음과 경음의 차이가 작으며 겹자음에서 역전이 발생하는 경우가 많다. 파열음과 파찰음의 경우 홀자음에서 연음과 경음의 작은 차이는 H1-H2에서 언급한 것처럼 부분적으로는 모음 간 연음의 유성음화 때문으로 보인다. 그러나 두드러진 현상은 연음은 홀자음에서보다 겹자음에서 더 기식쉬인 목소리의 특성을 띠게 되고 경음은 홀자음에서보다 겹자음에서 더 짜내는 목소리의 특성을 띠게 된다는 것이다. 즉 연음은 여성 파열음과 파찰음을 제외하고는 스펙트럼의 절대값이 홀자음보다 겹자음에서 더 낮아진다. 반면에 경음은 파열음 남녀 모두와 여성 파찰음을 제외하고는 스펙트럼의 절대값이 홀자음에서보다 겹자음에서보다 더 높아진다. 이런 현상은 겹자음에서 연음은 더 기식쉬인 목소리의 특성을 띠게 되고 경음은 더 짜내는 목소리의 특성을 띠게 된다는 것을 의미한다. 그러나 이러한 해석은 반대의 경향을 보이는 것도 있어 조심스러워 유성음화에 따라 자료를 구분하여 살펴보는 것이 필요한 것으로 보인다. 모음 간 연음의 유성음화를 감안한다면 스펙트럼의 기울기도 본 연구에서보다 더 선명한 도식 유형 2의 모습을 보일 것으로 생각된다. 스펙트럼의 기울기에서 발견되는 역전 현상은 매우 흥미로운 결과로 생각된다.

결론적으로 연음 겹자음과 경음 홀자음은 두드러진 스펙트럼 상의 특성에서 차이를 보이지 않는 것으로 보인다. 이 연구에 사용했던 자료와 동일한 자료로 조음 방법과 조음 위치가 같은 겹자음과 그에 대응되는 겹자음이 모음 사이에 오는 2음절 단어에 대해 [pa], 폐쇄 구간, 마찰 및 기식 구간, 후행 모음 [a]의 구간 값들의 분포를 모음 간 자음의 조음 방법, 성별, 자음의 수, 발성 유형에 따라 살펴본 바 있다. 그 결과 격음은 모음 사이에 오는 자음이 홀자음이든 겹자음이든 동일한 분포를 보이고 연음과 경음은 모음 사이에 연음 홀자음이 오는 경우를 제외하고는 모두 동일한 분포를 보인다는 결과가 있었다[22]. 이는 시간 구조상으로는 연음 겹자음과 경음 홀자음이 차이가 없을 뿐만 아니라 경음 홀자음과 경음 겹자음도 차이가 없다는 결론에 도달한다. 본 연구를 통해 시간 구조상으로 나타나지 않는 연음 겹자음과 경음 홀자음의 차이를 스펙트럼 상의 특성을 바탕으로 그 특성이 매우 유사하다는 것은 밝혔으나 모음 간 유성음화가 문제로 남는다. 차후에는 모음 간 유성음화를 고려하여 자료를 구분하고 스펙트럼 상의 특성을 살펴보아야 할 것이다. 이는 남은 과제로 남겨 둔다.

### 참고문헌

- [1] 김효숙, “모음간 예사소리, 된소리의 구분에 대한 실험음성학적 연구 -자음의 폐쇄지속 시간에 대한 청취실험을 중심으로-”, 서울대학교 언어학과 석사학위논문, 1997.
- [2] 신지영, “모음-자음-모음 연결에서 자음의 조음특성과 모음-모음 동시조음”, *음성과학*, 1권, pp. 55-81, 1997.
- [3] 유재원, “현대국어의 된소리와 거센소리에 대한 연구”, *한글*, 203호, pp. 25-43, 1989.
- [4] Jeong-Im. Han, *The Phonetics and Phonology of “Tense” and “Plain” Consonants in Korean*, Ph.D. Dissertation, Cornell University, 1996.
- [5] M. S. Han, R. S. Weitzman, “Acoustic features of Korean /P,T,K/, /p,t,k/, /p<sup>h</sup>,t<sup>h</sup>,k<sup>h</sup>/”, *Phonetica*, Vol. 22, pp. 112-128, 1970.
- [6] Mira Oh, Keith Johnson, “A phonetic study of Korean intervocalic laryngeal consonants”, *음성과학*, 1권, pp. 83-100, 1997.
- [7] Jihye Shin, “Acoustic features differentiating Korean medial lax and tense stops”, *SICOPS 1996*, pp. 53-69, 1996.
- [8] 최성원, 전중호, “한국어 경음·기음은 중복자음인가? -폐음절 모음의 단축화를 중심으로-”, *어학연구*, 34권 3호, pp. 521-546, 1998.
- [9] Hansang. Park, *Temporal and Spectral Characteristics of Korean Phonation Types*, Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, 2002.
- [10] Taehong. Cho, Sun-Ah. Jun, P. Ladefoged, “Acoustic and aerodynamic correlates to Korean stops and fricatives”, *Journal of Phonetics*, Vol 30, No. 2, pp. 193-228, 2002.
- [11] C. Bickley, “Acoustic analysis and perception of breathy vowels”, *Speech Communication Group Working Papers I*, pp. 73-83, Research Laboratory of Electronics, 1982.
- [12] P. Ladefoged, “The linguistic use of different phonation types”, In *Vocal Fold Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues* (D. M. Bless and J. H. Abbs, editors), pp. 351-360, San Diego: College Hill Press, 1983.
- [13] P. Kirk, P. Ladefoged, J. Ladefoged, “Linguistic use of different phonation types”, *UCLA Working Papers in Phonetics*, Vol. 59, pp. 102-113, 1984.
- [14] B. Blankenship, *The Time Course of Breathiness and Laryngealization in Vowels*, Ph.D. Dissertation, UCLA, 1997.
- [15] K. N. Stevens, *Acoustic Phonetics*, Cambridge: The MIT Press, 1999.
- [16] Hyunkee. Ahn, *Post-release Phonatory Processes in English and Korean: Acoustic Correlates and Implications for Korean Phonology*, Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, 1999.
- [17] D. H. Klatt, L. C. Klatt, “Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male speakers”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 87, No. 2, pp. 820-857, 1990.
- [18] H. M. Hanson, “Glottal characteristics of female speakers: acoustic correlates”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 101, No. 1, pp. 466-481, 1997.
- [19] 이후동, 강선미, 박한상, 장문수, “녹음 환경의 차이에 따른 화자의 음원 특성 비교: 발성유형지수 k를 중심으로”, *음성과학*, 10권 3호, pp. 213-224, 2003.
- [20] J. Hillenbrand, L. A. Getty, M. J. Clark, K. Wheeler, “Acoustic characteristics of American

English vowels”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 97 No. 5, pp. 3099-3111, 1995.

[21] G. Fant, *Acoustic Theory of Speech Production*, The Hague: Mouton, 1960.

[22] 박한상, “한국어 2음절 단어의 시간 구조 - 모음 간 장애음 유형에 따른 차이를 중심으로 -”, *언어학*, 49호, (출판예정), 2007.

접수일자: 2007년 10월 1일

게재결정: 2007년 10월 26일

▶ 박한상(Hansang Park)

주소: 121-791 서울시 마포구 상수동 72-1

소속: 홍익대학교 사범대학 영어교육과

전화: 02) 320-1867

Fax: 02) 333-1185

E-mail: phans@hongik.ac.kr