

한국어 파열음의 음향적 특성과 지각 단서

Acoustic characteristics and perceptual cues for Korean Stops

이 경 희 · 정 명 숙*

Kyung-hee Lee · Myung-sook Jung

ABSTRACT

The aim of this research is to investigate acoustic characteristics of three different types of Korean Stops-plain, tensed, and aspirated-, and employ these as a base to determine which one(s) can be used as perceptual cues. In this paper, we have examined acoustic characteristics of Korean Stops, especially voice onset time(VOT), closure duration(CD), degree of pitch of following vowels and differences in the intensity of the Stops build-up after the onset of voicing. From the above characteristics, differences can be made between word-initial and word-medial positions. That is to say, in word-initial position, the three Korean Stops are distinguished by VOT and pitch, whereas in word-medial by CD, VOT and pitch. However, the acoustic characteristics do not have the same value as perceptual cues. In both word-initial, and medial positions, the immediately following vowels play the most important role in perceiving Korean Stops. And in case of word-medial positions, CD and VOT also play important perceptual roles. In order to have a more fine-grained distinction among Korean Stops, we think future research should be done to investigate which factor(s) of the following vowels is/are the most determinative perceptual cue(s). However, based on our investigation, we may conclude that it is highly plausible that pitch can be one of the most important perceptual cues when distinguishing the three Korean Stops.

Keywords : Stops, acoustic characteristics, perceptual cues, pitch of following vowel

1. 서 론

한국어 자음 중 파열음은 조음 방법에 따라 평음·경음·격음으로 나뉘어 삼지적 상관속을 이룬다는 것이 특징적이다. 그러나 지금까지 한국어 파열음에 대한 음성학적인 연구는 대부분 평음·경음·격음의 음향적 특성을 밝히는 데 집중되어 있었고, 그 결과 한국어 파열음의 음향적 특성에 관해서는 어느 정도 정리가 된 상태이다. 반면 한국어 파열음

* 고려대학교 강사

에 대한 지각적 연구는 그다지 활발하게 이루어지지 못했다. 6-70년대에 한국어 파열음의 지각 단서에 관한 기초적인 연구가 시도된 이후 거의 논의가 이루어지지 않고 있다가 최근 들어 다시 연구가 이루어지고 있다. 그러나 지금까지의 지각적 연구는 모음 사이에 위치한 파열음만을 대상으로 하거나, 격음을 제외하고 평음과 경음만을 구별하는 지각 단서를 찾는 것이었다. 이처럼 아직까지는 한국어 파열음에 관한 지각적 연구가 체계적이고 전반적으로 이루어지지 않은 상태이다.

이에 본고는 어두 위치와 어중 위치에서 한국어 파열음의 평음·경음·격음을 구별하는 지각 단서가 무엇인지 알아보려 한다. 이를 위해 먼저 3장에서는 한국어 파열음의 음향적 특성을 알아보고, 4장에서는 이 중에서 어떠한 특성이 지각에서도 중요한 단서로 쓰이는지 청취실험을 통해 알아보려 한다. 이 연구 결과를 통해 한국어 파열음의 지각 단서에 대해 체계적으로 밝힐 수 있을 것이며, 음향적 특성과 지각 단서 사이의 관계에 대해서도 밝힐 수 있을 것이다.

2. 선행 연구

한국어의 파열음에 관한 음성학적인 연구로는 Kim(1965), Abramson & Lisker(1964, 1971), Han & Weitzman(1970), Han(1996), 김효숙(1997), 배재연·신지영·고도홍(1999) 등이 있다.

먼저 한국어 파열음의 음향적 특성에 관한 논의부터 살펴보자. Lisker & Abramson(1964)에서는 성대진동시작시간을 한국어 파열음의 중요한 음향적 특성으로 보았다. 이에 대해 Kim(1965)에서는 성대진동시작시간이 평음과 경음 사이에서, 또 격음과 평음 사이에서 겹쳐지는 것으로 보아 성대진동시작시간이 한국어 파열음을 구별하는 절대적 기준이 될 수 없다고 하였다. 또한 Kim(1965)에서는 평음이 격음·경음과 구별되는 특성으로 후행 모음에서 나타나는 파형의 진폭과 주기, 폐쇄 구간 동안 구강내 공기압이 상승하여 지속되는 시간, 파열시 나오는 기류의 세기 등을 들고 있다. 이것은 파열음의 음향적 특성 중에서 양적인 측면 외에도 질적인 측면에도 주목한 연구라 할 수 있다.

Han & Weitzman(1970)에서는 한국어 파열음의 음향적 특성으로 성대진동시작시간, 후행 모음의 기본주파수, 강도를 측정하였다. 성대진동시작시간은 격음이 평음·경음과 구별되는 음향적 특성이 되나, 경음과 평음을 구별하는 음향적 특성은 되지 못한다고 하였다. 또한 후행 모음의 기본주파수도 파열음을 구별하는 데 중요한 음향적 단서가 되지 않는다고 하였다. 그러나 강도의 상승 유형의 차이가 경음과 평음을 구별하는 가장 중요한 단서로 보고 있다.

한편, 배재연·신지영·고도홍(1999)에서는 한국어 파열음을 구별하는 중요한 음향적 특성으로 어두 위치에서는 성대진동시작시간과 후행 모음의 길이, 어중 위치에서는 폐쇄 지속시간과 선행 모음의 길이 등을 꼽았다.

다음으로 한국어 파열음의 지각 단서에 관한 논의를 살펴보기로 하자. Han & Weitzman(1970)과 Abramson & Lisker(1971)에서는 성대진동시작시간이 한국어의 평음과 경음을

구별하는 지각 단서로 사용되지 않는다고 하였으나, Han(1996)에서는 어두 위치에서 성대진동시작시간이 경음과 평음을 구별하는 중요한 지각 단서가 된다고 하였다.¹⁾ 그 외 후행모음의 기본주파수도 경음과 평음을 구별하는 중요한 지각 단서로 사용되나, 강도는 지각에 영향을 미치지 않는다고 하였다.

한편 어중 위치에 대해서는 Han(1996)과 김효숙(1997) 모두 폐쇄지속시간이 평음과 경음을 구별하는 지각 단서로 사용된다고 하였다.

지금까지 한국어 파열음의 음향적 특성에 관해서는 다양한 측면에서 연구가 이루어졌고 어느 정도 일치된 견해를 보이니, 지각 단서에 관한 연구는 주로 경음과 평음에 국한해서 이루어졌으며, 길이와 같은 양적인 측면만을 연구 대상으로 삼았다. 이처럼 한국어 파열음의 지각 단서에 관해서는 아직 명확하게 밝혀지지 않은 상태이다. 따라서 본고에서는 어두 위치와 어중 위치에서 세 계열의 파열음, 즉 평음, 경음, 격음이 어떤 음향적 특성을 보이는지 양적인 측면과 질적인 측면을 모두 고려하여 살펴보고, 이를 바탕으로 한국어 파열음을 구별하는 지각 단서를 찾아보고자 한다.

3. 한국어 파열음의 음향적 특성

3.1 실험

한국어 파열음의 음향적 특성을 알아보기 위한 실험은 녹음과 분석의 두 과정으로 이루어졌다. 녹음 자료는 파열음이 어두 위치에 오는 경우(다, 타, 따)와 어중 위치에 오는 경우(아다, 아타, 아따)로 하였다.²⁾ 이들 자료를 표준어 화자 남녀 각 2명(여 1: 33세, 여 2: 30세, 남 1: 30세, 남 2: 28세)에게 임의의 순서로 제시하여 5번씩 읽도록 하여 녹취하였다. 녹음은 고려대학교 방송국 녹음실에서 이루어졌으며 녹음기는 Sony사의 DAT (Digital Audio Tape recorder) TCD-D8을 사용하였고, 마이크는 Shure사의 SM-48을 사용하였다.

한국어 파열음의 음향적인 특성은 일반적으로 VOT 길이, 폐쇄지속시간, 선·후행모음의 길이 차이 등에 의해 평음, 경음, 격음으로 각각 변별된다.(배재연·신지영·고도홍 1999 참조) 그러나 본고는 한국어 파열음의 평음, 경음, 격음을 구별하는 지각 단서를 찾기 위한 선행 단계로서 파열음의 음향적 특성을 알아보고자 한다. 따라서 본고에서는 지

1) Han & Weitzman(1970), Abramson & Lisker(1971)의 지각 실험 결과와 Han(1996)의 실험 결과의 차이는 실험 방법상의 차이에 기인한 듯하다. Han(1996)에서는 청취 실험에 사용할 자극을 만들 때 예를 들어 경음의 성대진동시작시간(9 ms)과 모음이 시작되는 지점의 전이 구간(3 ms)을 합한 길이만큼을 평음의 성대진동시작시간(12 ms)과 교체하는 방식을 취하였다. 그러므로 엄밀히 말하면 이 자극들은 성대진동시작시간 뿐만 아니라 후행모음의 시작 부분에 실려 있는 다른 음향적 특성도 같이 지각에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다.

2) 본고에서의 음향적 특성 분석은 청취 실험을 위한 선행 단계로서 한국어 파열음의 음향적 특성을 상세히 기술하고자 하는 것이 아니므로, 한국어 파열음(양순음, 연구개음, 치경음) 중에서 치경음 계열만을 대상으로 삼았다. 한국어 파열음의 음향적 특성에 관한 자세한 논의는 배재연·신지영·고도홍(1999) 참고. 또한 파열음의 선·후행모음은 한국어 모음 중에서 인접 자음에 가장 영향을 덜 미치는 'ㄱ' 모음을 선택하였다.

각에 영향을 미칠 것으로 예상되는 음향적 특성만을 대상으로 한다. 그런데 선·후행 모음의 길이 차이는 평음, 경음, 격음을 변별하는 음향적 특성이지만 지각에는 큰 영향을 미치지 않으므로 본고에서는 분석 대상에서 제외하였다.

따라서 본고에서는 성대진동시작시간(VOT; Voice Onset Time), 폐쇄지속시간(closure duration) 등의 양적인 측면 외에도 파열음에 후행하는 모음의 강도(intensity)와 음높이(pitch) 등의 질적인 측면도 지각에 영향을 미칠 것으로 가정하고 분석 대상에 포함시켰다. 분석 프로그램은 UCLA에서 개발한 PCquirer ver. 4.5를 사용하였다.

성대진동시작시간은 파열 시작 부분부터 성대 진동이 시작되기 전까지의 구간을 측정하였다. 파열음의 기식성 때문에 모음의 성대 진동 시작 지점이 명확하게 드러나지 않는 경우에는 스펙트로그램과 파형(wave form)을 연결시켜 측정하였다.

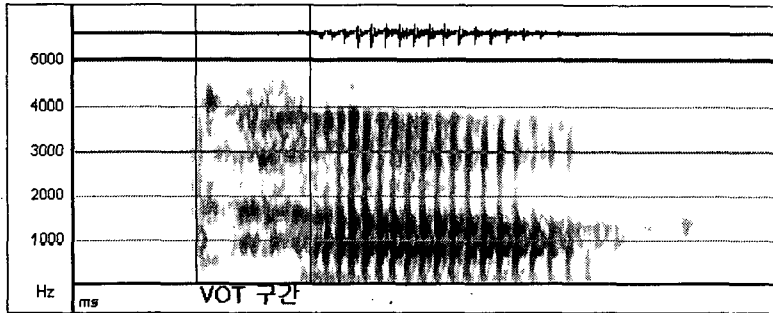


그림 1. 성대진동시작시간 측정 방법의 예 (/타/)

폐쇄지속시간은 어두 위치에 파열음이 오는 경우에는 폐쇄가 시작되는 지점을 측정할 수 없으므로, 어중에 오는 파열음에 대해서만 측정하였다. 선행모음이 끝나는 지점에서 파열이 시작되기 전까지의 구간의 길이를 측정하였다.

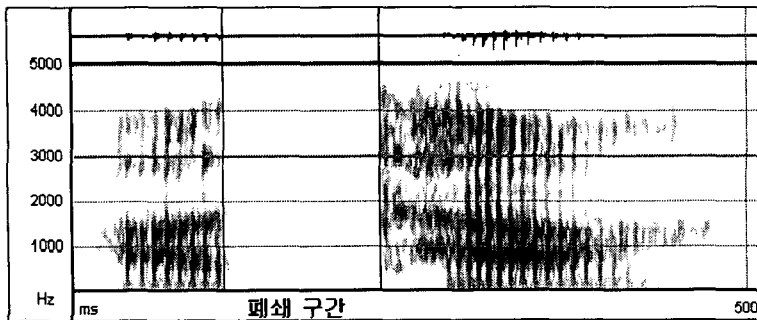


그림 2. 폐쇄지속시간 측정 방법의 예 (/아타/)

강도는 파열음에 후행하는 모음의 안정 구간 내에서 강도가 가장 높은 지점의 강도값을 측정하였다.

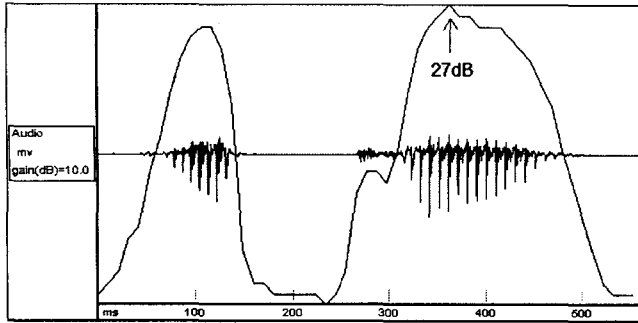


그림 3. 강도 측정 방법의 예 (/아타/)

음높이는 모음이 시작되는 부분에서 가장 높고 뒤로 갈수록 낮아지는데, 이 중에서 가장 높은 부분의 음높이값을 측정하였다.

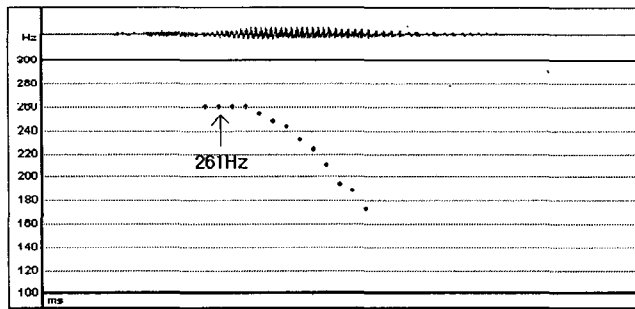


그림 4. 음높이 측정 방법의 예 (/타/)

3.2 결과 및 논의

3.2.1 어두 위치

어두 위치에 오는 파열음의 음향적 특성 중에서 질적인 측면으로는 파열음에 후행하는 모음의 강도와 음높이, 양적인 측면으로는 파열음의 상대진동시작시간만을 측정하였다. 그 결과는 아래와 같다.

표 1. 어두 위치 파열음에 후행하는 모음의 강도 (단위 dB)

화자 선행자음	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평 음	26.8	27.0	28.4	30.4	28.2
격 음	28.4	27.4	32.6	32.8	30.3
경 음	34.0	31.8	31.2	31.2	32.1

표 1에서 보듯이 어두 위치에서 강도는 평균적으로 경음(32.1 dB) > 격음(30.3 dB) > 평음(28.2 dB)의 순서로 나타났으나 경음과 격음 사이의 강도 순서는 화자별 차이를 보인다.

예를 들어, 첫 번째 화자 '여 1'의 경우에는 경음의 강도가 가장 높았으나, 세 번째 화자 '남 1'의 경우에는 격음이 가장 강도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 모든 화자의 경우 평음에 후행하는 모음의 강도가 경음이나 격음에 후행하는 모음에 비해 낮게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 2. 어두 위치 파열음에 후행하는 모음의 음높이 (단위 Hz)

화자 선행자음	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평음	180.0	204.4	110.6	109.2	151.1
격음	251.8	272.8	130.4	128.0	195.8
경음	239.8	244.8	122.6	118.0	181.3

일반적으로 음높이는 여성의 경우 남성들보다 음높이가 전체적으로 높을 뿐만 아니라 음높이의 폭도 매우 넓게 나타난다. 이런 현상은 표 2에서도 확인할 수 있다. 여성 화자의 기본주파수는 대체로 180 Hz 이상, 남성 화자의 경우에는 130 Hz 이하로 실현되었고, 음높이의 폭도 여성 화자의 경우에는 70 Hz 정도가 되나, 남성 화자의 경우에는 20 Hz 정도밖에 되지 않는 것을 알 수 있다.

이러한 성별에 따른 음높이 특성의 차이에도 불구하고 모든 화자들에게서 공통적으로 발견할 수 있는 현상은 어두 위치에서 파열음에 후행하는 모음의 음높이가 격음 > 경음 > 평음의 순서로 높게 나타난다는 것이다. 따라서 후행 모음의 음높이는 어두 위치의 파열음을 구별하는 지각 단서로 이용될 가능성이 있다.

표 3. 어두 위치 파열음의 상대진동시작시간 (단위 ms)

화자 파열음	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평음	54.2	60.0	20.6	49.6	48.1
격음	76.0	84.8	59.0	79.0	74.7
경음	7.2	8.0	12.2	12.2	9.9

어두 위치 파열음의 상대진동시작시간을 측정해 본 결과 기존 연구와 마찬가지로 격음이 가장 길고, 경음이 가장 짧게 나타났다. 이러한 현상은 모든 화자에게서 공통적으로 발견되는 것으로, 평균적으로 격음은 74.7 ms, 평음은 48.1 ms, 경음은 9.9 ms의 값을 갖는다. 따라서 상대진동시작시간의 차이도 어두 위치의 파열음을 구별하는 지각 단서로 이용될 가능성이 있다.

3.2.2 어중 위치

여기에서는 어중에 오는 파열음의 음향적 특성 중에서 파열음에 후행하는 모음의 강도와 음높이 등의 질적인 측면과 파열음의 상대진동시작시간, 폐쇄지속시간 등의 양적인 측면을 분석하여 그 결과를 아래 표로 나타내었다.

표 4. 어중 위치 파열음에 후행하는 모음의 강도 (단위 dB)

선행자음 \ 화자	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평음	28.4	28.6	30.4	28.2	28.9
격음	23.6	26.8	28.6	29.6	27.2
경음	27.2	30.6	28.0	26.8	28.2

어중 위치에서는 후행하는 모음의 강도가 평균적으로는 평음 > 경음 > 격음의 순서로 높게 나타났으나 그 차이도 크지 않을 뿐만 아니라 화자마다 다른 양상을 보이고 있다. 예를 들어, 첫 번째 화자 '여1'과 세 번째 화자 '남1'은 모음의 강도가 평음 뒤에서 가장 높고, 두 번째 화자 '여2'는 경음 뒤에서 가장 높으며, 네 번째 화자 '남2'는 격음 뒤에서 가장 높게 나타났다.

표 5. 어중 위치 파열음에 후행하는 모음의 음높이 (단위 Hz)

선행자음 \ 화자	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평음	181.4	208.0	112.0	110.0	152.2
격음	192.2	233.4	124.2	107.8	164.4
경음	170.6	222.2	108.6	108.2	152.4

어중에서 파열음에 후행하는 모음의 음높이는 평균적으로 격음 뒤에서 가장 높게 나타나고, 평음과 경음은 큰 차이를 보이지 않는다. 화자마다 약간의 차이를 보이나 네 번째 화자를 제외하고는 세 명의 화자 모두 격음에 후행하는 모음이 가장 높은 음높이를 갖는다. 어두 위치에서는 모든 화자의 경우, 후행 모음의 음높이가 격음 > 경음 > 평음의 순서로 일관되게 나타났으며 그 차이도 두드러졌다. 그러나 어중에서는 어두 위치만큼 정연한 순서를 보이지 않으며 그 차이 또한 크지 않은 것이 특기할 만하다.

표 6. 어중 위치 파열음의 상대진동시작시간 (단위 ms)³⁾

파열음 \ 화자	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평음	7.8	12.4	9.8	9.4	9.9
격음	52.6	61.6	48.0	49.2	52.9
경음	7.2	7.0	12.0	9.2	8.9

어중 위치에 오는 파열음의 상대진동시작시간은 격음이 평음이나 경음에 비해 현저히

- 3) 일반적으로 어중 위치에서 평음은 인접음의 영향으로 완전히 유성음화하여 폐쇄 후 파열 시작 지점을 찾기가 어려운 경우가 있다. 그러나 이런 현상은 화자별 변인, 발화 속도, 어절 내 음절 수 등에 따라 다르다. 본고의 실험 자료에서는 완전히 유성음화한 경우는 없었다.

길었다. 이러한 현상은 모든 화자에 공통적이며, 길이의 차이도 매우 현저하게 나타났다. 그러므로 어중 위치에서 성대진동시작시간은 격음을 평음, 경음과 구별하는 지각 단서로 이용될 가능성이 있다.

표 7. 어중 위치 파열음의 폐쇄지속시간 (단위 ms)

파열음 \ 화자	여 1	여 2	남 1	남 2	평균
평음	49.0	60.6	53.8	63.8	56.8
격음	112.6	126.0	116.4	121.6	119.2
경음	156.0	162.6	165.4	143.0	156.8

어중 위치에서 파열음의 폐쇄지속시간은 기존연구와 마찬가지로 경음 > 격음 > 평음의 순서로 길게 나타났으며, 그 차이도 매우 현저하다. 이런 현상은 모든 화자에게서 공통적으로 발견된다. 따라서 어중 위치에서 폐쇄지속시간은 평음, 격음, 경음을 구별하는 지각 단서로 사용될 가능성이 매우 높다.

4. 한국어 파열음의 지각 단서

앞 장에서 살펴 본 음향적 특성 중에서 모든 화자에게 일관된 경향을 보이고, 그 차이가 두드러지는 음향적 특성이 지각에도 영향을 미칠 것이라고 가정할 바 있다. 따라서 이 장에서는 파열음의 특징적인 음향적 특성들이 실제로 중요한 지각 단서로 사용되는지, 사용된다면 어떤 것이 더 결정적인 단서가 되는지 청취 실험을 통해서 알아보기로 하자.

4.1 실험 방법

청취 실험은 남자 4명, 여자 3명, 총 7명의 피험자를 대상으로 조용한 방에서 이루어졌으며, 음성적 조작을 가한 자극을 임의의 순서로 들려주고 /다/, /따/, /타/, /아다/, /아따/, /아타/ 중 하나를 선택하도록 하였다.

자극은 PCquirer ver. 4.5를 사용해서 만들었다. 어두 위치의 파열음에 대해서는 성대진동시작시간과 후행 모음, 두 개의 변수를 달리하여 자극을 만들었다. 어두 위치의 파열음 중에서 강한 기식성을 갖고 있는 /타/의 성대진동시작시간 91 ms를 10 ms씩 잘라내어서 모두 10등급으로 나눈 다음 여기에 /다/, /타/, /따/의 모음을 각각 연결하여 총 30개의 자극을 만들었다.

또한 어중 위치의 파열음은 후행 모음, 폐쇄지속시간, 성대진동시작시간, 세 개의 변수를 달리하여 144개의 자극을 만들었다. 폐쇄지속시간은 50 ms~210 ms까지 20 ms씩 잘라 9등급으로 나누고, 성대진동시작시간은 0~68 ms까지 10 ms씩 잘라 8등급으로 나누었다. 여기에 /아다/, /아타/의 후행 모음을 각각 연결하여 자극을 만들었다. 단, 어중 /아따/의 경우 어두에서와는 달리 후행 모음의 강도와 음높이, 파열음의 성대진동시작시간이 /아다/의 경우와 큰 차이를 보이지 않았으므로 본 실험에서는 제외하였다.

앞 장에서 한국어 파열음의 음향적 특성을 살펴 본 결과 파열음에 후행하는 모음의 음높이가 매우 중요한 특성이 됨을 알 수 있었다. 그러나 본고에서는 기술적인 한계로 인해 음높이를 인위적으로 조절한 자극은 지각 실험에 사용하지 못하였다. 대신 후행 모음을 교체하는 방식을 취하여 달라진 후행 모음의 음높이가 파열음의 지각과 어떤 관련이 있는지 알아볼 수 있을 것이다.

4.2 결과 및 논의

4.2.1 어두 위치

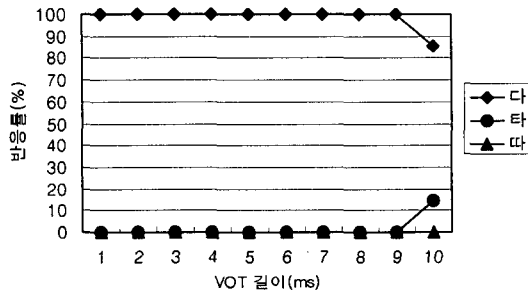


그림 5. 성대진동시작시간에 따른 어두 파열음 구별 (후행 모음이 /다/의 모음인 경우)

그림 5에서 보듯이 후행 모음이 /다/의 모음인 경우에는 성대진동시작시간의 길이와 무관하게 모두 '다'로 응답하였다. 그러나, 성대진동시작시간이 91 ms인 경우에는 '다' 대신 '타'로 응답한 경우가 있었는데, 유의미한 결과로 보기 어렵다.

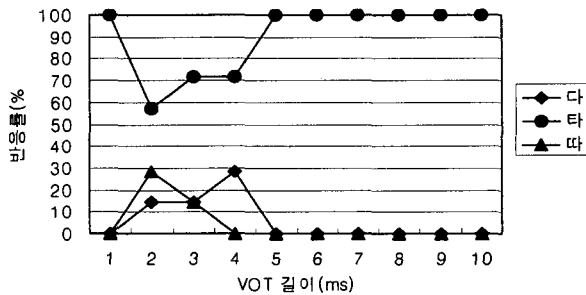


그림 6. 성대진동시작시간에 따른 어두 파열음 구별 (후행 모음이 /타/의 모음인 경우)

후행 모음이 /타/의 모음인 경우에는 성대진동시작 시간이 40 ms 이상일 때는 모두 '타'로 응답하였으나, 30 ms 이하일 때는 혼동을 보이기도 한다. 그러나 성대진동시작시간

이 1 ms일 때는 다시 모두 '타'로 응답하는 것으로 보아 성대진동시작시간이 파열음의 지각에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

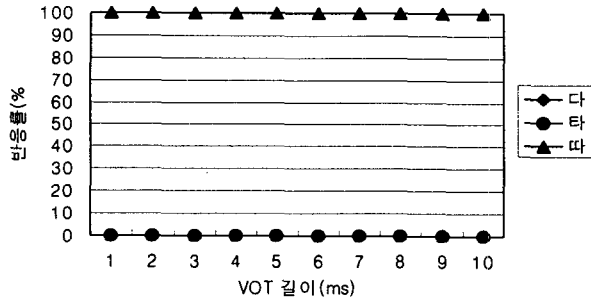


그림 7. 성대진동시작시간에 따른 어두 파열음 구별 (후행 모음이 /따/의 모음인 경우)

후행 모음으로 /따/의 모음을 사용한 경우에는 성대진동시작시간에 무관하게 모두 '따'로 응답하였다. 그러므로 성대진동시작시간은 어두 위치의 파열음을 지각하는 데 중요한 단서가 되지 못한다.

한국어 파열음에 대한 선행 연구에서 성대진동시작시간이 어두의 파열음을 구별하는 중요한 음향적 특성이며, Han(1996)에서는 지각에도 중요한 영향을 미친다고 하였다. 그러나 본고의 청취 실험 결과 성대진동시작시간이 중요한 음향적 특성일지라도 중요한 지각의 단서로는 사용되지 못한다는 결론을 내릴 수 있었다.

그렇다면 다른 음향적 특성이 지각 단서로 사용될 가능성에 대해서도 살펴보기로 하자.

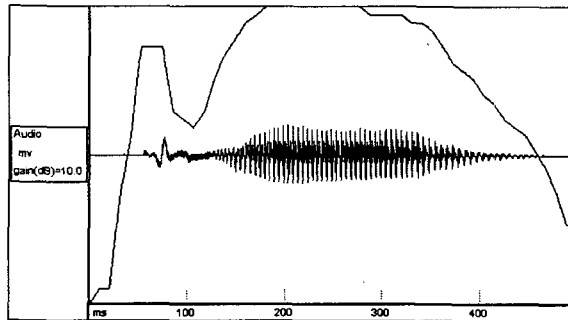


그림 8. 성대진동시작시간(91 ms) + /다/의 모음 (강도 : 37 dB, 음높이 : 202 Hz, 청취 결과 : '다'로 응답)

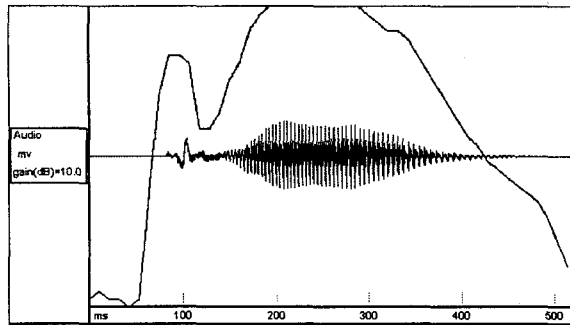


그림 9. 성대진동시작시간(91 ms) + /타/의 모습
(강도 : 37 dB, 음높이 : 259 Hz, 청취 결과 : '타'로 응답)

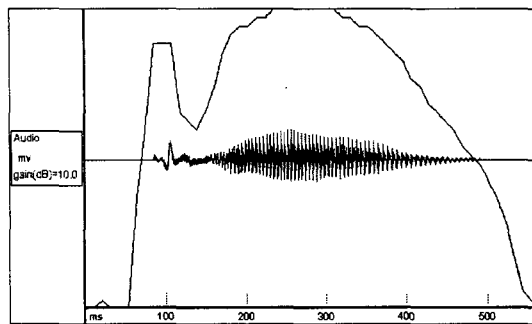


그림 10. 성대진동시작시간(91 ms) + /따/의 모습
(강도 : 35 dB, 음높이 : 224 Hz, 청취 결과 : '따'로 응답)

위의 그림 8, 9, 10은 성대진동시작시간이 모두 91 ms로 동일하고, 강도가 35 dB에서 37 dB로 거의 유사하고, 강도의 상승 유형 또한 거의 유사하다. 이로 보아 강도와 강도 상승 유형은 성대진동시작시간과 관계가 있는 듯하다. 이러한 동일한 음향적 특성에도 불구하고 후행 모음이 /다/의 모음일 때는 '다'로 응답하고, /타/일 때는 '타'로, /따/일 때는 '따'로 각각 응답하였다. 그러므로 후행 모음의 어떤 음향적 특성이 지각에 영향을 미친다는 가정을 할 수 있다. 그림 8, 9, 10에서 후행 모음의 음높이를 측정한 결과 202 Hz, 259 Hz, 224 Hz로 뚜렷한 차이를 보였다. 따라서 하나의 가능성으로 후행 모음의 음높이가 어두 위치 파열음의 지각 단서로 고려될 수 있다.

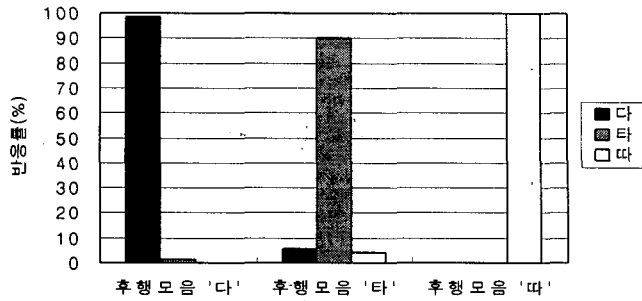


그림 11. 후행모음에 따른 어두 파열음 구별

그림 11을 보면 후행 모음이 /다/의 모음일 경우에는 /다/, /타/의 모음일 경우에는 /타/, /따/의 모음일 때는 /따/를 거의 예외 없이 선택하고 있다. 이로 보아 후행 모음의 어떠한 음향적 특성이 어두 위치에서 한국어의 평음·경음·격음을 구별하는 중요한 단서가 된다는 결론을 내릴 수 있다. 그러한 음향적 특성의 하나는 음높이가 될 가능성이 있다.

4.2.2 어중 위치

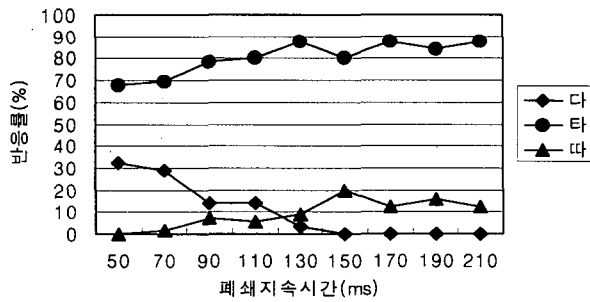


그림 12. 폐쇄지속시간에 따른 어중 파열음 구별 (후행 모음이 /타/의 모음인 경우)

그림 12에서 알 수 있듯이 후행 모음이 /타/의 모음일 경우에는 폐쇄지속시간이 아무리 길어져도 여전히 '아타'로 인식하는 비율이 가장 높게 나타났다. 그러나 폐쇄지속시간이 늘어나면서 '아다'의 반응률이 줄고 '아따'로 응답한 경우가 늘어난 것으로 보아 '아다'와 '아따'를 인식하는 데는 폐쇄지속시간이 커다란 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

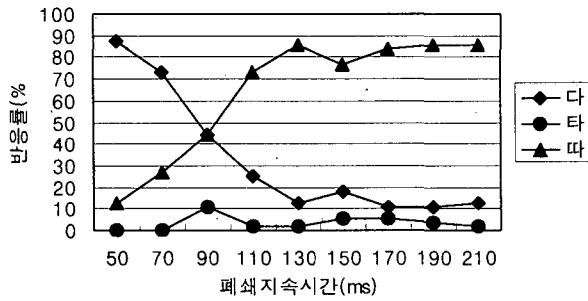


그림 13. 폐쇄지속시간에 따른 어중 파열음 구별 (후행 모음이 /다/의 모음인 경우)

위의 그림 13을 통해서 후행 모음이 /다/의 모음일 경우에는 폐쇄지속시간이 90 ms 이상인 경우 '아따'로 반응하는 비율이 급격히 높아지는 것을 알 수 있다. 따라서 어중 위치에서 폐쇄지속시간은 평음과 경음을 구별하는 중요한 지각 단서가 된다고 할 수 있다.

그러나 어중 위치에서 한국어의 세 파열음을 구별하는 지각 단서로 폐쇄지속시간 하나만으로는 부족하다. 그림 12와 13을 비교해 보면 후행 모음이 /타/의 모음일 경우에는 대부분 '아타'로 반응하였고, /다/의 모음일 경우에는 '아타'로 반응한 경우가 거의 없다. 따라서 후행 모음의 어떠한 음향적 특성 역시 지각에 영향을 미친다고 할 수 있다.

다음으로 성대진동시작시간과 반응률의 관계를 알아보자.

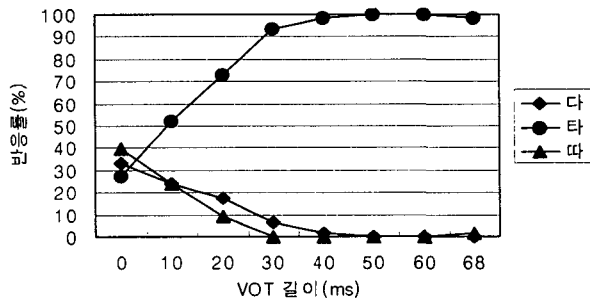


그림 14. 성대진동시작시간에 따른 어중 파열음 구별 (후행 모음이 /타/의 모음인 경우)

그림 14에서 후행 모음이 /타/의 모음인 경우에는 성대진동시작시간이 30 ms 이상 길어지면 모두 '아타'로 응답하였다. 그러나 성대진동시작시간이 그보다 더 짧아지면 '아타'로 반응하는 비율이 낮아지고, '아다'나 '아따'로 응답하는 경우가 많아졌다. 따라서 파열음에 후행하는 모음의 성대진동시작시간도 어느 정도 지각에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

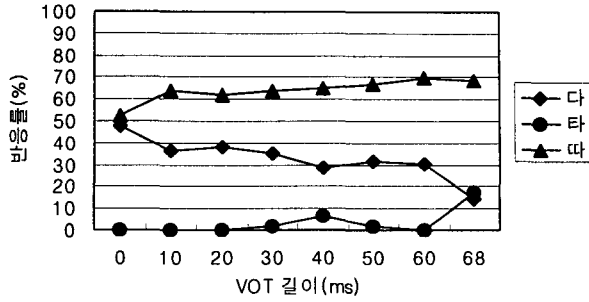


그림 15. 성대진동시작시간에 따른 어중 파열음 구별 (후행 모음이 /다/의 모음인 경우)

그림 15에서는 후행모음이 /다/의 모음인 경우 성대진동시작시간이 아무리 길어져도 '아타'로 반응하는 경우는 거의 나타나지 않았다. 이런 사실로 미루어 보아 후행 모음의 어떠한 음향적 특성이 매우 중요한 지각 단서로 사용되고 있음을 알 수 있다.

그런데, 그림 15에서 성대진동시작시간이 길어지면 '아다'의 반응률이 낮아지는 대신 '아따'의 반응률이 높아지는 현상을 발견할 수 있다. 그러나, 경음은 성대진동시작시간이 매우 짧다는 음향적 특성을 갖는다. 따라서 후행 모음이 /다/의 모음인 경우에는 성대진동시작시간이 길어져서 기식 구간이 늘어나면, 이 기식 구간은 폐쇄 구간의 길이와 함께 전체 자음의 길이로 인식되는 듯하다. 이러한 이유로 성대진동시작시간이 늘어나면 폐쇄지속시간의 경우와 마찬가지로 '아따'로 인식하는 비율이 늘어나는 것 같다.

그림 14와 15를 비교해 보면 후행 모음이 /타/의 모음일 경우에는 '아타'로 반응하는 비율이 가장 높았으며, /다/의 모음일 경우에는 '아타'로 반응한 경우가 거의 없는 것으로 보아, 후행 모음의 어떠한 특성이 어중 위치의 파열음을 구별하는 중요한 지각 단서로 사용될 것이라는 예측을 할 수 있다. 그러나, 그림 14와 15의 경우 모두 성대진동시작시간의 변화에 따라 반응률의 차이를 보이고 있어서 어중 위치에서는 성대진동시작시간도 지각의 단서로 사용된다고 할 수 있다.

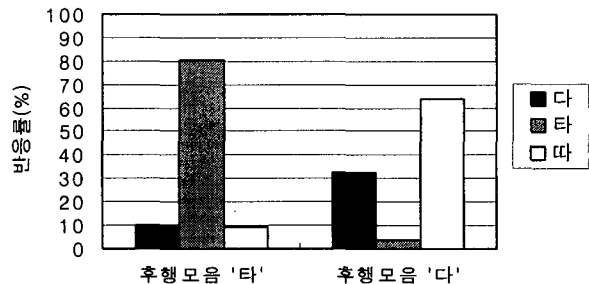


그림 16. 후행모음에 따른 어중 파열음 구별

그림 16에서 보듯이 후행 모음이 /타/의 모음일 경우에는 대부분 '아타'로 인식했으며, /다/의 모음일 경우에는 '아다'와 '아따'로 인식하는 경향이 있다. 단, 후행 모음이 /다/의 모음인 경우 '아다'보다 '아따'로 반응하는 비율이 높게 나타났는데, 이는 폐쇄지속시간 때문이다. 즉, 본 실험에서 폐쇄지속시간에 대해 50 ms에서 210 ms까지 모두 9등급으로 나누었는데, 평음으로 인식되는 폐쇄지속시간은 50 ms와 70 ms, 두 등급밖에 되지 않고 나머지 등급에서는 모두 /아따/로 인식하기 때문이다. 결국 어중 위치에서는 후행 모음이 격음과 평·경음을 구별하는 지각 단서가 되는 것이다.

이상에서 어중 위치에 오는 파열음을 지각할 때는 폐쇄지속시간, 성대진동시작시간, 후행 모음이 지각의 단서로 사용되는 것을 알 수 있었다. 그러나 이 중에서 후행 모음이 가장 중요한 지각 단서가 된다는 것을 위의 청취 실험 결과를 통해서 알 수 있었다. 결국 어중 위치에서 후행 모음에 따라 격음과 평·격음이 일차적으로 구별되며, 평음과 경음은 폐쇄지속시간에 의해 구별된다. 그러나, 성대진동시작시간도 어중 위치의 파열음을 구별하는 데는 부수적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

5. 결 론

지금까지 한국어 파열음의 음향적 특성과 지각 단서에 관해 살펴보았다. 먼저 음향적 특성을 알아보기 위하여 어두 위치에서 파열음의 성대진동시작시간, 후행 모음의 강도와 음높이를 측정·비교하였고, 어중 위치에서는 파열음의 성대진동시작시간과 폐쇄지속시간, 후행 모음의 강도와 음높이를 측정하여 비교해 보았다. 그 결과 어두 위치에서는 파열음의 성대진동시작시간과 후행 모음의 음높이가 세 자음을 구별해 주는 중요한 음향적 특성을 알 수 있었다. 어중 위치에서 파열음의 성대진동시작시간과 후행 모음의 음높이는 격음과 평·경음을 구별해주고, 폐쇄지속시간은 평음과 격·경음을 구별해주는 음향적 특성이 된다는 것을 알 수 있었다.

그러나 3장에서 살펴 본 한국어 파열음을 구별해 주는 음향적 특성이 모두 동일한 가치를 지닌 지각 단서로 사용되지는 않는다는 것을 4장의 청취 실험 결과 알 수 있었다. 파열음을 지각할 때 기존 연구와 달리 어두나 어중에서 모두 후행 모음을 중요한 단서로 사용하고, 특히 어중에서 평음과 경음을 구별할 때는 폐쇄지속시간도 중요한 단서로 사용하고 있었다. 그런데, 후행 모음이 /다/의 모음일 경우 성대진동시작시간이 늘어나면 평음이나 격음으로 인식하지 않고 경음으로 인식하였다. 이것으로 보아 어중 환경에서 경음의 중요한 지각 단서가 폐쇄지속시간과 성대진동시작시간의 길이라기보다는 자음 전체의 길이라고 할 수 있다. 따라서 어중 위치에서는 성대진동시작시간도 지각에 부수적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

그렇다면 중요한 지각 단서가 되는 후행 모음의 음향적 특성 중 어떤 요소가 지각 단서로 사용되는 것일까? 앞에서 살펴보았듯이 후행 모음의 강도와 강도 상승 유형은 중요한 지각 단서가 되지 못한다. 그 외에 후행 모음의 음높이나 성대진동시작 부분의 또 다른 특성이 될 가능성이 있는데, 본 연구에서는 후행 모음의 음높이를 측정해 본 결과 격

음으로 인식한 경우는 경음이나 평음으로 인식한 경우보다 음높이가 높게 나타났다. 따라서 후행 모음의 음높이가 파열음을 지각하는 중요한 단서로 사용된다는 가설을 세울 수 있을 것이다. 앞으로 기술적인 한계가 극복된다면 음높이가 지각의 단서로 사용되는지 실험을 통하여 검증해볼 수 있을 것이다.

지금까지 한국어 파열음의 음향적 특성과 지각 단서를 어두 위치와 어중 환경으로 나누어 고찰하였는데, 앞으로 어중 환경을 모음 사이, 유음 뒤, 비음 뒤로 좀더 세분하여 고찰해 보아야 할 것이다. 또한 본고의 실험에서는 파열음 중에서 치경음만을 대상으로 하였으나, 양순음과 연구개음에서도 동일한 결과가 나오는지 검증하는 단계가 필요할 것이다.

이 연구 결과는 앞으로 한국어 파열음에 대한 음성 합성이나 음성 인식 등의 음성공학 분야와 음성의학 분야뿐만 아니라 외국인을 위한 한국어 교육에도 기여할 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] 김효숙. 1997. *모음간 예사소리, 된소리의 구분에 대한 실험음성학적 연구*. 서울대 석사학위 논문.
- [2] 배재연 · 신지영 · 고도홍. 1999. "음성 환경에 따른 한국어 폐쇄음의 음향적 특성." *음성과학* 5-2.
- [3] Kim, Chin-Woo. 1965. "On the Autonomy of the Tensity Feature in Stop Classification." *Word* 21.
- [4] Lisker & Abramson. 1964. "A Cross-Language Study of Voicing Initial Stops: Acoustical Measurements." *Word* 20.
- [5] Abramson & Lisker. 1971. "Voice Timing in Korean Stops." *Status Report on Speech Research* 27.
- [6] Han & Weitzman. 1967. "Acoustic Features in the Manner Differentiation of Korean Stop Consonants." *Studies in the Phonology of Asian Languages* 5.
- [7] Han & Weitzman. 1970. "Acoustic Features of Korean /P, T, K/, /p, t, k/ and /ph, th, kh/." *Phonetica* 22.
- [8] Han, Jeong-Im. 1996. *The Phonetics and Phonology of Tense and Plain Consonants in Korean*. Ph.D. dissertation, Cornell University, Hankook Publisher: Seoul.

접수일자: 2000. 5. 11.

게재결정: 2000. 6. 11.

▲ 이 경 회

서울시 성북구 안암동 5가 1

고려대학교 국제어학원 한국어교육센터(우: 136-701)

Tel: (02)3290-1549 (O)

e-mail: hee9526@chollian.net

▲ 정 명 숙

서울시 성북구 안암동 5가 1

고려대학교 국제어학원 한국어교육센터(우: 136-701)

Tel: (02)3290-1549 (O)

e-mail: phono@chollian.net