

한국어 마찰음과 파찰음의 지각 단서

박순복, 이봉원, 신지영, 김기호

고려대학교

Perceptual Ques of Korean Affricate vs. Fricative Distinction

Soonboak Park, Bongwon Yi, Jiyoung Shin, Kee-ho Kim

Korea University

genetic@elim.net, ibw@krcrc.korea.ac.kr, shinyoo@chollian.net
* keehokim@kucncx.korea.ac.kr

요약

본 연구의 목적은 한국어 마찰음과 파찰음을 변별적으로 지각하게 해 주는 결정적 단서를 찾아보려는 것이다. 마찰음의 마찰 소음 구간 길이를 감소시키고, 파찰음의 마찰 소음 구간 길이를 증가시키는 두 가지 실험을 통해 소음 구간의 길이 변화가 지각에 미치는 영향을 살펴 보았다. 실험 결과, 소음 구간 길이의 변화가 주된 지각적 단서임을 확인하였다.

1. 도입

본 연구의 목적은 한국어 마찰음과 파찰음을 변별적으로 지각하게 해 주는 결정적 지각 단서를 실험을 통해 확인하는 것이다. 특히, 마찰음과 파찰음의 변별에 소음 구간의 길이가 결정적 역할을 하는지 확인하고자 한다.

일반적으로 마찰음의 음향적 특성은 높은 주파수의 마찰 소음 구간이 나타나는 것이며, 파찰음의 경우 폐쇄음의 특징인 묵음 구간과 마찰음의 특징인 마찰 소음 구간이 결합되어 나타나는 것이다. 파찰음의 마찰 소음 구간은 마찰음과 매우 유사하지만, 마찰 구간의 소음 에너지 상승 시간(Amplitude rise time)에는 차이가 있다. 즉, 파찰음의 경우 마찰음에 비해 소음 구간의 에너지가 급격히 상승하며, 따라서 상승 시간이 짧다는 특성이 있다(Lass, 1996)[1].

Gerstman(1957)을 비롯한 여러 실험음성학적 연구들이 마찰음과 파찰음의 변별적 지각 단서는 바로 마찰 구간의 소음 에너지 상승 시간이라고 보고하고 있다. 그는 영어의

/tʃ/ 와 /t/를 대상으로 하여 음향적 측정과 지각 실험을 실시하여, 파찰음 /tʃ/가 마찰음 /t/보다 짧은 에너지 상승 시간과 마찰 구간(frication duration)을 보이며, 마찰음과 파찰음을 구별짓는 음성학적 단서는 상승 시간에 있다고 결론지었다(Gerstman(1957)[2]).

그러나 Walsh & Kluender & Diehl(1988)[3]과 Kluender & Walsh(1992) 등의 최근 연구는 마찰음과 파찰음을 구별짓는 주된 음향적 단서는 상승 시간의 차이가 아니라 마찰 구간의 길이 차이라는 주장을 제기하고 있다. 이들은 상승 시간과 마찰 구간 길이를 각각 변화시킨 지각 테스트를 통해, 상승 시간 요인만으로는 무성 마찰음과 파찰음을 구별짓는 데 충분하지 않으며, 마찰 구간의 길이가 더욱 중요한 단서가 된다고 결론내렸다(Kluender & Walsh, 1992)[4].

한국어의 마찰음과 파찰음의 변별적 지각 단서에 대한 실험음성학적 연구는 아직 이루어진 바 없다. 본 연구는 선행 연구를 바탕으로 하여, 마찰 구간의 에너지 상승 시간과 마찰 소음 구간의 길이 중 한국어 마찰음과 파찰음의 변별에 결정적 역할을 하는 단서가 무엇인지를 밝히려고 한다.

2. 실험 1 : '씨'의 소음 구간 감소 테스트

2.1 자료

가설의 검증을 위해서, 모음을 고정시킨 CV 환경의 마찰음과 파찰음을 녹음하였다. 실험 대상인 마찰음과 파찰음은 모두 경음으로 한정했는데, 국어의 마찰음은 전이 구간의 기식성이 매우 강하므로 대당하는 파찰음의 평음과

한국어의 마찰음은 /이/ 모음 앞에서 구개음화되므로 이 환경에서는 마찰음과 파찰음이 동일한 조음 위치를 갖는다고 가정할 수 있기 때문이다.

서울 출신의 20대 후반 남자 1인이 고립 환경과 어중 환경에서 각각 5번씩 마찰음을 포함한 음절 /씨/를 녹음하였다. 조용한 실험실에서 CSL Model 4300B에 Sony Ecm-261 마이크를 이용하여 직접 녹음하였으며, Sampling Rate는 20000Hz로 설정하였다. 디지털화된 녹음 자료는 PC에 CSL 파일 포맷으로 저장하였다.

고립 환경의 자료 1개를 선택하여 소음 구간의 길이를 변화시켰다. 대상 자료의 전체 음절 길이는 342ms, 소음 구간의 전체 길이는 150ms이고, 소음 에너지 상승 시간은 92ms이다. 소음 에너지 상승 시간은 마찰 소음의 시작점부터 에너지 곡선이 소음 구간 내부에서 최고점에 근접하여 일정하게 유지되는 부분의 시작점까지를 측정하여 얻었다. 마찰음의 소음 구간을 10ms 단위로 잘라 내어 전체 소음 구간의 길이를 50ms에서 150ms까지 변화시켰다. 같은 환경에서 파찰음의 전체 소음 구간 길이가 약 60ms이므로, 소음 길이가 50ms 이하인 자료는 제작하지 않았다. 편집 과정에서는 파형과 에너지, 스펙트로그램을 함께 검토하였는데, CSL의 분석 프로그램을 이용하였다.

소음 구간의 절단 위치가 달라질 경우 지각에 어떤 영향을 주는지 알아보기 위해 두 번의 자료를 제작하였다. 첫 번째 자료는 전체 마찰 소음 구간의 맨 앞쪽부터 10ms씩 잘라 내어 가며 길이를 변화시켰다. 이 경우 소음 구간에 포함된 에너지 상승 구간은 급격한 변화를 입게 된다. 두 번째로 에너지 상승 구간의 변화를 가급적 억제한 자료를 제작하였는데, 에너지 상승 구간을 제외한 소음 안정 구간의 중간 지점부터 10ms씩을 잘라 내어 전체 소음 구간 길이를 변화시켰다. 단, 마찰음의 에너지 상승 구간은 매우 길었기 때문에, 약 60ms의 소음 안정 구간을 모두 잘라낸 후에는 에너지 상승 구간의 뒤쪽부터 잘라서 자료를 제작하였다.

2.2 피험자

언어학을 전공하는 대학생 6명이 실험에 참가하였다. 피험자 모두 청각 이상이나 청각과 관련된 병력이 없었다.

2.3 절차

소음 구간의 길이가 다른 11개의 개별 자료와, 별도로 녹음한 파찰음 /씨/를 포함한 총 12개의 자료를 무순으로 배열하여 하나의 테스트 단위로 하였다. 소음 구간의 앞부분을 조작한 경우와 중간 부분을 조작한 경우 각각 4개씩의 테스트 단위를 만들었다. 각 테스트 단위 내부의 자료 배열이 동일하게 되지 않도록 주의를 기울였다.

테스트는 조용한 방에서 실시하였다. 우선 피험자가 두 음의 구별에 익숙해지도록 미리 /씨/와 /저/ 자료를 설명과 함께 10회 이상 들려 주었다. 사전 연습이 끝난 후 각 테스트 단위를 들려 주며 피험자가 지각한 음이 /씨/, /저/ 중 어떤 것인지 즉각적으로 구별하도록 하였다.

2.4 결과

실험 결과, 앞 부분을 잘라 낸 경우와 중간 부분을 잘라 낸 경우 모두, 소음 구간의 길이 변화에 따라 마찰음/파찰음 지각에 변화가 있었다. 소음 구간의 길이가 길어질수록 마찰음 지각 비율이 높아지며, 소음 구간의 길이가 짧아질수록 파찰음으로 인식되었다. 즉, 소음 구간의 길이와 마찰음/파찰음 지각에는 상관성이 존재한다.

먼저, 중간 부분 즉 소음의 안정구간을 절단한 경우에는 마찰음/파찰음 지각이 비교적 완만하게 전이되고 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이, 소음 구간의 전체 길이가 110ms일 때까지는 마찰음 지각이 압도적이었으나, 소음 구간이 100ms가 될 때부터 파찰음 지각 반응이 나타나기 시작하고, 80ms에서 반응 지각의 전위가 일어나고 있으며 마찰 소음의 길이가 70ms에 이를 때까지도 상당수의 마찰음 지각 응답이 보인다. 즉, 마찰 소음의 길이가 100ms에서 50ms에 다다른 때까지의 구간에서는 소음 구간의 길이와 파찰음으로의 지각이 반비례 관계를 보이고 있다.

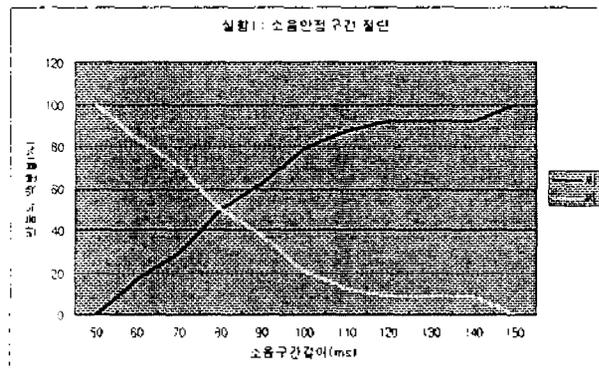


그림 1 마찰 소음 구간의 안정 구간을 점차적으로 절단한 경우의 지각반응

한편, 그림 2에 나타난 바처럼 앞 부분을 절단한 경우 소음 구간의 전체 길이가 100ms일 때까지는 대부분 마찰음으로 지각하였지만, 그 이후에는 급격한 지각 변이를 보이고 있다. 소음 구간의 전체 길이가 80-90ms일 경우 지각 판단에 심한 변화가 나타나, 파찰음으로 지각하는 경우가 많아지기 시작하였다. 90ms 부근에서 반응 지각이 전위되고 있다. 소음 구간의 전체 길이가 70ms에 다다르면 대부분 파찰음으로 지각하고 있다.

두 경우 모두 마찰 소음 구간 전체의 길이가 변화함에 따라 범주적 지각 변화가 일어남을 보여 주고 있다. 즉, 마찰음과 파찰음을 변별적으로 지각할 수 있게 하는 중요한 단서는 마찰 소음 구간의 길이임을 확인할 수 있다.

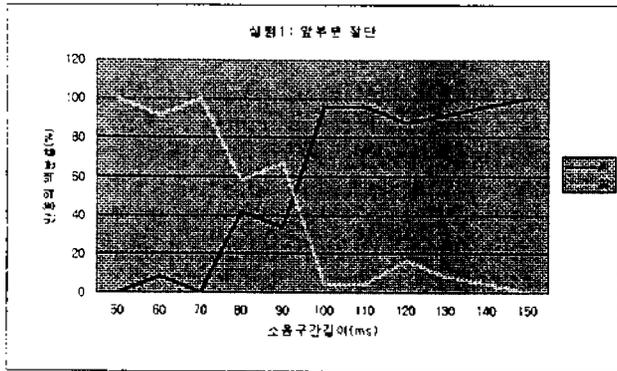


그림 2 마찰 소음 구간의 앞 부분을 점차적으로 절단한 경우의 지각 반응

한편, 마찰 소음의 변화 위치에 따라 지각의 양상이 영향을 받고 있음도 알 수 있다. 그림 2에서, 소음 구간의 앞 부분을 잘라 냈을 때 상대적으로 급격한 지각적 변화가 나타난다. 소음 길이가 50ms에서 70ms에 이르는 구간에서 그림 1의 일관된 지각 양상과 그림 2의 반비례적인 지각 양상이 대비된다. 마찰 소음 구간 앞 부분의 변화가 지각에 영향을 주는 중요한 요인을 수반하고 있는 것이다.

이 요인은 소음의 에너지 상승 시간으로 보인다. 즉, 전체 마찰 소음 구간 중 에너지 상승 시간이 있는 전반부를 절단한다면 그 효과는 갑작스런 에너지의 상승으로 나타날 것이다. 소음의 안정 구간을 자른 경우에는 에너지 상승의 기울기에는 거의 영향을 미치지 않았다. 따라서 급격한 에너지 상승이 마찰음과 파찰음의 범주적 지각 변별을 강화시켜 주는 것으로 추정된다.

3. 실험 2 : '찌'의 소음 구간 증가 테스트

3.1 자료

서울 출신의 20대 후반 남자 1인이 실험 1과 동일한 방법으로 파찰음 /찌/를 녹음하였다. 고립 환경의 자료 1개를 선택하여 소음 구간을 변화시켰다. 전체 음절 길이는 359ms이었으며, 소음 구간의 전체 길이는 60ms였다. 소음 구간이 나타난 에너지 상승 시간은 25ms이다. 소음 구간의 에너지 상승 시간은 마찰음과 같이 마찰 구간의 시작점부터 마찰 소음 구간 안에서 에너지가 최고에 이르는 지점까지의 길이를 측정하여 얻었다. 파찰음의 소음 구간을 10ms 단위로 일정하게 증가시켜 전체 마찰 소음 구간 길이를 60ms에서 170ms까지 변화시켰다. 이 과정에서도 실험 1과 같이 파형과 에너지, 스펙트로그램을 함께 검토하면서 음을 편집하였다.

마찰 소음의 증가는 다음과 같은 방법으로 이루어졌다. 전체 소음 구간 중 앞 부분의 에너지 상승 시간을 제외한 안정 구간 35ms에서 중간 부분 10ms를 복사하여, 다시 안정 구간의 중간 부분에 붙여 넣었다. 편집은 윈도우 95를 운영체제로 하는 IBM호환 기종에서 PCQuirer 프로그램을 이용하여 진행하였다.

파찰음은 그 특성상, 조음 위치에서의 파열 직후 마찰

구간이 계속되는데, 파열시 burst가 나타난다. 실험 연구를 통해 이 burst로 나타나는 파열 정보를 제외하고도 성공적인 파찰음 지각이 가능함으로 확인하였으며, 소음 구간의 길이만이 변화될 때 나타날 수 있는 이 정보의 영향 가능성을 고려하여 파열 정보를 제외한 자료와 보존한 자료를 각각 제작하였다. 약 1ms 정도의 burst구간을 제거한 자료는 제거하지 않은 자료와 소음 구간의 에너지 상승 시간에서 큰 차이가 나지 않았다.

3.2 피험자

언어학을 전공하는 10명의 대학원생이 실험에 참가하였다. 피험자 모두 청각 이상이나 청각과 관련된 병력이 없었다.

3.3 절차

전체 소음 구간의 길이가 다른 12개의 자료를 무순으로 배열하여 하나의 테스트 단위로 하였다. burst를 보존한 것과 제거한 것을 대상으로 각각 10개씩의 테스트 단위를 만들었다. 각 테스트 단위 내부의 자료 배열이 동일하게 되지 않도록 주의를 기울였다.

테스트는 조용한 방에서 실시하였다. 피험자가 두 음의 구별에 익숙해지도록 미리 /씨/와 /찌/ 자료를 설명과 함께 10회 이상 들려 주는 사전 연습이 끝난 후, 각 테스트 단위를 들려 주며 피험자가 지각한 음이 /씨/, /찌/ 중 어떤 것인지 즉각적으로 구별하도록 하였다.

피험자 중 1명은 실험의 의도를 오해하여 일관된 결과를 보여 주지 못했다. 따라서 이 피험자의 자료를 제외하고 나머지 9명의 결과를 분석 대상으로 삼았다.

3.4 결과

파열 정보를 포함한 자료와 그렇지 않은 자료 모두에서 소음 구간의 길이가 길어질수록 마찰음으로 인식하는 비율이 높아졌다. 그림 3과 그림 4 모두에 나타났듯, 소음 구간의 길이가 80ms를 넘어서기 시작하면 마찰음의 지각이 출현하기 시작하고, 마찰음의 고유 소음 구간 지속 길이인 140ms 이상이 되면 대부분 마찰음으로 지각하였다. 이 경우 파찰음의 특성인 급격한 에너지 상승은 일정하게 유지되고 있으므로, 마찰 소음 구간의 변화만으로도 마찰음/파찰음 구별의 단서를 제공해 줄 수 있다고 볼 수 있다.

Burst구간의 포함 여부에 따른 차이도 관찰되었는데, 그림 3에서 보듯 Burst 구간을 보존한 경우에는 그렇지 않은 경우보다 마찰음 지각으로의 전이가 지연되는 양상을 보인다. 그림 4를 통해, 이 정보가 제거된 경우 마찰 소음의 길이가 80ms를 넘어서면 급격한 지각 변화가 일어나고 있음을 볼 수 있다. 따라서 Burst정보가 부차적으로 파찰음 지각의 유지에 기여하고 있다고 추정된다.

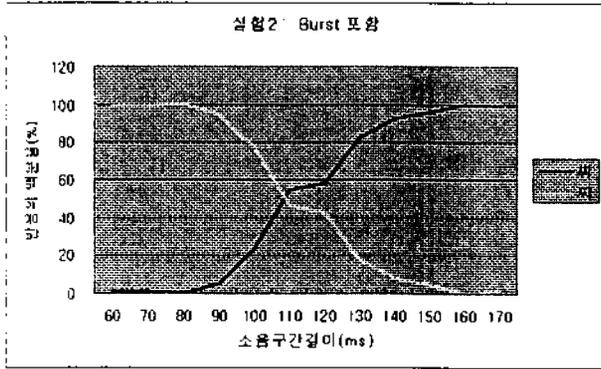


그림 3 과열 burst를 제거하지 않고 소음구간의 길이를 증가시켰을 때의 지각 반응

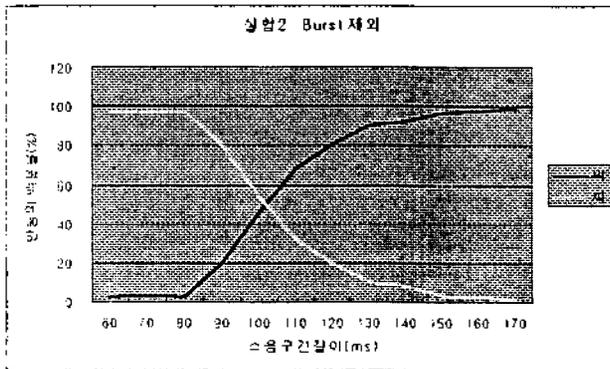


그림 4 과열 burst를 제거하고 소음구간의 길이를 증가시켰을 때의 지각 반응

4. 논의

실험 1과 실험 2 모두에서 마찰 소음 구간의 길이가 마찰음과 과찰음의 지각적 변별에 주요한 단서라는 사실을 확인하였다. 특히, 에너지 상승 시간을 고정시킨 실험 2의 경우, 마찰 소음의 안정 구간의 변화만으로도 마찰음/과찰음 변별이 가능하였다. 한편, 두 실험 모두 마찰 소음 구간의 길이 외의 다른 요인이 두 음의 지각적 판별에 영향을 주고 있음을 확인하였다. 실험 1에서 에너지 상승 구간이 급격한 변화를 입은 자료의 경우 과찰음으로의 지각 변화가 더 급격하게 나타나고 있으며, 실험 2에서는 과열 Burst 정보를 보존한 경우 과찰음 지각이 더 오래 유지되는 것을 관찰할 수 있다. 즉, 주요한 단서인 마찰 소음 구간의 길이에 소음 에너지의 상승 시간과 과열 Burst 신호 등의 요인이 지각적 효과를 더해 주고 있다고 보인다. 선행 연구에서도 마찰음/과찰음의 지각적 변별 단서가 단일한 요인으로 고정되지 않는다고 제안하고 있다(Howell & Rosen, 1983)[5].

단, 이러한 부수적 단서들의 지각적 비중을 언급하기는 힘들다. 특히 에너지 상승 시간의 지각적 효과에 대해서는 별도의 통제된 실험이 필요할 것으로 본다. 이는 추후의

과제로 남긴다.

5. 결론

실험 결과, 국어의 마찰 경음과 과찰 경음의 주된 지각적 변별 단서는 마찰 소음 구간 길이의 차이임이 확인되었다. 단, 범주적 변별의 양상에 소음 구간 앞 부분의 정보와 과열 Burst의 유무 등이 부분적인 영향을 미친다는 사실도 확인되었다. 이 실험은 한국어 자음의 지각적 단서를 명시적으로 객관화했다는 데 의의가 있다.

참고문헌

- [1] Lass, N. J. (1996). (eds.) *The Acoustic Characteristics of American English*(chap. 5). *Principles of Experimental Phonetics*. Missouri: Mosby-Year Book, Inc.
- [2] Gerstman, L. J. (1957). *Perceptual dimensions for the friction portion of certain speech sounds*. Unpublished doctoral dissertation, New York University.
- [3] Walsh, M. A., Kluender, K. R., & Diehl, R. L. (1988). Frication duration and amplitude rise time as cues to the voiceless fricative/affricate distinction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 84(Supp. 1), S156.
- [4] Kluender, K. R., & Walsh, M. A. (1992). Amplitude rise time and the perception of the voiceless affricate/fricative distinction. *Perception and Psychophysics*, 51, 328-333.
- [5] Howell, P., & Rosen, S. (1983). Production and Perception of rise time in the voiceless affricate/fricative distinction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 73, 976-986.