

한국 남성의 단모음 [아, 에, 이, 오, 우]에 대한 음향음성학적 기반연구

Fundamental Acoustic Investigation of Korean Male 5 Monophthongs

최예린

명지대학교 사회교육대학원 언어치료학과

Yaelin Choi(yaelinchoi@gmail.com)

요약

영어의 경우는 모음포만트 분석이 질적이나 양적으로 이미 오래전부터 많이 이루어져 왔다. 그러나 한국어 모음이 음향음성학적으로는 제대로 분석되지 않고 있는 실정이다. 본 연구의 목적은 한국어 모음에 대한 음향음성학적 측면에서 정량적으로 충분한 자료 확보를 위한 과정의 일환으로 정상 남자 20대와 30대를 대상으로 한국어 모음의 음향학적 측면에서 정량적 자료를 얻고자 하였다. 한국어 표준어를 산출하는 20~30대의 남자 총 31명을 대상으로 기본 5 모음 인 /아, 에(에), 이, 오, 우/를 3회 반복산출한 것을 Cool edit에 녹음하여 MATLAB음향분석 프로그램을 이용하여 모음의 F1, F2, F3, F4를 구하였다. F1과 F2 모두에서 본 연구의 모음 포만트가 선행연구보다 전반적으로 낮은 경향을 보였으나 전체적인 패턴은 매우 유사하였다. 연령별, 어음재료에 따른 한국어 모음 자료들에 대한 연구가 더 요구될 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 단모음 | 모음 포만트 | 음성자동인식 | 음향음성학 |

Abstract

Numerous quantitative and qualitative studies have already been published related to English vowels. However, only minimal amounts of studies based on the acoustic analysis of Korean vowels have been accomplished. The purpose of this study is to obtain sufficient quantitative data based on the acoustic aspects of Korean vowels produced by males between the ages of 20s and 30s. A total of 31 males in their 20s and 30s produced the five fundamental vowels /a, e, i, o, u/ by repeating each of them three times in the standard Korean dialect. Such speech productions were recorded with 'Cool edit' and F1, F2, F3, F4 were extracted through the MATLAB acoustic analysis program. Results indicated that the overall patterns of formants were similar to previous studies, except that the formant levels of F1 and F2 of the vowels produced in this study were generally lower than that in previous studies. Future studies need to focus on obtaining vowel data by considering other factors such as age and other speech materials.

■ keyword : | Monophthong | Vowel Formant | Automatic Speech Synthesizer | Acoustics |

I. 서론

오늘날 구미 각국에서는 인간의 발성을 받아들이, 통

역하는 음성 인식과 합성기술들이 개발되고 있으며, 이러한 기기들을 보다 정확하고 광범위하게 활용하려는 연구들이 진행되고 있다. 음성은 정상인의 음성도 있지

* 이 논문은 2009년도 한국연구재단 융합과학 기본연구분야 연구지원(2009-0077332)의 도움으로 이루어졌다.

* 이 논문의 실험자료 수집에 귀한 도움을 준 홍성화 교수님, 남정모 교수님, 김은연 박사님, 장승진 박사님, 김효진양, 그리고 우미령양에게 깊이 감사드립니다.

접수번호 : #100429-001

접수일자 : 20010년 04월 29일

심사완료일 : 2010년 06월 03일

교신저자 : 최예린, e-mail : yaelinchoi@gmail.com

만 병리적인 음성도 있다. 음성 합성을 하려면 음성에 대한 기본주파수, 한국어 단모음에 대한 포먼트, 진폭, 지속시간 등의 매개변수들이 필요하다[1]. 그러나 한국어에 대한 음성분석과 합성에 대한 연구는 기초적인 자료를 축적한 것을 찾을 수가 없었다. 이러한 기초적인 자료의 부재는 음성 합성 분야 뿐만 아니라 말장애 혹은 음성장애를 진단하는데도 정상인의 기준자료들이 부족하므로 진단에 어려움이 있는 현실이다.

영어의 경우는 모음 포먼트에 대한 분석이 1954년에 Peterson과 Barney에 의하여 매우 체계적이며 광범위하게 기술되었다[9]. 그러나 한국어 모음에 대하여 음향음성학적으로는 제대로 분석되지 않고 있는 실정이다. 한국어 모음에 대한 음향음성학적인 연구들[3-9]은 이루어져왔다. 그러나 이런 선행연구들에서는 모음의 포먼트 분석 시에 성별, 방언별, 연령별, 발화과제(즉, 모음, 음절, 구, 문장), 피험자 수 등에서 차이를 보이므로 일대일 비교는 어려운 상황이다. 또한 자료수집 방법 측면에서 방음실 상황이나 피험자들의 정상성 판단에 대한 객관적인 기준들이 모호하다.

모음을 합성하기 위해서 양병곤[1]은 모음의 제1포먼트(이하, F1), 제2 포먼트(이하, F2), 제3 포먼트(이하, F3), 제4 포먼트(이하, F4)를 이용하였는데, 정상적인 청력을 가진 음성학자 한 명의 음성을 음향학적으로 분석하였다. 이 연구의 경우, 연구에 참여한 화자 한 명의 연령, 성별, 그리고 방언에 대한 정보가 언급되어 있지 않아서 이 자료를 음성합성에 활용하기에는 제한이 있을 것 같다. 또한 정상적인 청력에 대한 객관적인 측정 방법에 대한 방법이 언급되어 있지 않다. 그 외의 연구들에서 모음에 대한 음향학적 분석은 주로 F1와 F2를 분석하였고[7][8] 아주 제한적으로 F3에 대한 언급은 되어 있으나 F4까지 이루어진 양적인 연구자료는 찾을 수가 없었다. 그래서 모음 합성에 필요한 양적인 자료가 절대적으로 부족한 현실이다.

그러므로 본 연구의 목적은 한국어 모음에 대한 음향음성학적 측면에서 정량적으로 충분한 자료 확보를 위한 과정의 일환으로 정상 남자 20대와 30대를 대상으로 한국어 모음의 음향학적 분석을 실시하여 음성합성 및 정상인의 말과 장애인 말의 진단하는데 참고자료로

활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구대상은 서울 경기 지역에 거주자로서 한국어 표준어를 산출하는 20~30대의 남자 총 31명이었다. 삼성서울의료원의 연구심의위원회(Institutional Review Board)로부터 연구윤리승인을 받았고(승인번호 2009-07-056), 연구대상자로부터 연구 참여 동의서를 받아 자율적으로 연구 참여의사를 밝힌 사람들을 대상으로 하였다. 삼성서울의료원 이비인후과학교실 청력검사실에서 10년 이상의 경력을 갖춘 청각사가 31명을 대상으로 순음청력검사(pure tone audiometry)와 어음청력검사(speech pure tone audiometry)를 실시하여 순음청력검사와 어음청력검사 결과 양쪽 귀의 청력이 모두 20dB이하에 속하는 30명만을 최종 연구대상으로 하였다. 피험자 1명은 왼쪽 귀의 청력은 정상이나 오른쪽 귀의 청력은 71dB로 한 쪽 귀의 난청 조건을 보여 연구대상에서 제외시켰다. 그리고 정확한 모음 산출 여부를 위하여 10년 이상 임상경력을 갖춘 언어치료사 2명이 귀로 듣고 정상 발음이라고 판단되고 조음기관에 신경학적인 질환이 없다고 진단된 경우만을 연구대상으로 하였다.

2. 어음재료

본 연구는 한국어 모음 중에서 기본 5 모음 인 /아, 에(애), 이, 오, 우/를 어음재료로 하였다. 현대 한국인은 /에/와 /애/를 거의 구분하지 않고 발음하고 있기 때문에 [8] 이 두 개의 모음은 하나의 모음으로 산출하도록 하였다. 선행연구 중 단모음 수준에서 연구한 경우[7]도 있었고, carrier phrase를 이용한 경우[8]도 있었다. 영어의 경우는 h_d 음절을 많이 사용하였다. 본 연구에서 실시한 예비실험에서 모음수준 보다는 h_d 음절에서 모음의 전후 경계가 더 뚜렷한 것을 알 수 있었다. 그래서 “자음-모음-자음(consonant-vowel-consonant, CVC)”과 같은 무의미 음절을 사용하였다. 각각의 모음을 무

작위로 제시하여 동일한 음절을 3회 반복해서 읽게 하였다.

3. 연구절차

3.1 자료 수집

피험자가 방음실(삼성서울의료원 이비인후과학교실)에서 한국어 기본 5 모음 /아, 에, 이, 오, 우/를 단독으로 각각 3회씩 발음하게 하고 Shure KSM27 Specifications 마이크[그림 1]와 각종 소음제거를 위해 Pop Filter를 이용하여 Cool edit pro v2.1에 녹음하였다. 녹음 시 표본추출율은 44,000Hz로 하였고 양자화는 16 bit로 하였다. 녹음하기 전에 피험자가 발음 연습을 하였고, 모음의 발음 순서는 무작위로 하였으며, 녹음한 모음을 10년 이상 임상경험이 있는 언어치료사 2인이 피험자의 발음을 들어보아 2인 모두 부적절하다고 판단한 피험자의 경우에는 다시 녹음하였다.



그림 1. Shure KSM27 Specifications 마이크

3.2 자료 분석

모음 포먼트를 분석하기 위하여 녹음한 어음자료는 MATLAB(U. S. PATENTS, Version 7. 6. 0. 324 R2008a.) 음향분석 프로그램을 이용하였다. 모음 안정 구간 약 25msec 정도의 구간을 잡아 그 평균치로 측정

하였다[9]. 모음을 3회 발음한 수치의 평균치를 최종 분석의 대상으로 하였다.

4. 자료 처리

SPSS(Statistical Product and Service Solution, 15.0 for windows, Inc., 2006)를 이용하여 남성 성인들의 모음 종류에 따른 F1, F2, F3, F4의 기술통계량을 산출하였다. 선행연구[7]와 본 연구 간 모음 종류에 따른 F1, F2, F3, F4의 평균에 차이가 있는가를 검정하기 위해 one sample *t*-test를 실시하였고, 통계적 유의수준은 0.05에서 검정하였다.

III. 결 과

1. 모음의 포먼트 분석

[표 1]은 각 모음 별 남자 화자 30명의 F1, F2, F3, F4의 평균과 표준편차이다.

표 1. 남자 성인의 모음에 따른 F1, F2, F3, F4기술통계량 (단위: Hz)

| 모음 | F1 (M±SD) | F2 (M±SD) | F3 (M±SD) | F4 (M±SD) |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 아 | 663.0 | 1343.1 | 3171.4 | 4424.6 |
| | ±163.7 | ±417.0 | ±316.9 | ±703.3 |
| 에(애) | 458.9 | 1949.8 | 3080.4 | 4278.1 |
| | ±51.3 | ±147.0 | ±345.1 | ±774.6 |
| 이 | 292.6 | 2243.8 | 3265.3 | 4583.1 |
| | ±31.9 | ±123.0 | ±220.2 | 684.9 |
| 오 | 466.4 | 1432.9 | 3178.6 | 4681.5 |
| | ±89.5 | ±746.7 | ±254.3 | ±833.1 |
| 우 | 381.7 | 1335.5 | 3255.4 | 5097.9 |
| | ±107.0 | ±449.0 | ±234.8 | ±730.2 |

M±SD: 평균±표준편차.
F1: 제1 포먼트, F2: 제2 포먼트.

[그림 2]는 조성문[7]의 연구결과와 본 연구 간 모음 /아, 에, 이, 오, 우/의 F1, F2를 비교한 것이다. 본 연구는 조성문[7]의 연구와 동일한 어음재료를 사용하였고,

모음을 3회 반복하였고, 피험자가 모두 표준어를 사용하였다는 측면에서 유사하기 때문에 연구결과를 비교할 수 있었다. 실선으로 표시한 그림은 조성문[7]의 연구결과이고, 점선으로 표시한 그림은 본 연구의 결과이다. F1과 F2 모두에서 본 연구의 모음 포만트가 조성문[7]의 것과 비교해서 전반적으로 낮은 경향을 보였으나 전체적인 패턴은 매우 유사하였다. 구체적으로 모음 포만트 각각이 두 연구 간 어떠한 차이를 보이는가를 알아보기 위하여 두 연구간 One sample *t*-test를 실시하였다.

표 2. 선행연구와 본 연구의 모음에 따른 One sample *t*-test 결과 (단위: Hz)

| 모음 | 포만트 | 조성문 평균 | 본 연구 평균 | <i>p</i> -값 |
|----|-----|--------|---------|-------------|
| 아 | F1 | 755 | 751 | .862 |
| | F2 | 1211 | 1348 | < .001 |
| 에 | F1 | 526 | 520 | .590 |
| | F2 | 1948 | 2090 | < .001 |
| 이 | F1 | 341 | 315 | < .001 |
| | F2 | 2281 | 2448 | < .001 |
| 오 | F1 | 456 | 463 | .479 |
| | F2 | 857 | 1143 | < .001 |
| 우 | F1 | 374 | 378 | .699 |
| | F2 | 1045 | 1207 | .002 |

F1: 제1 포만트, F2: 제2 포만트.

One sample *t*-test를 실시한 결과 F1의 경우는 조성문[7]의 /이/모음 포만트가 본 연구의 것보다 통계적으로 유의하게 높았으나($p < .001$), 나머지 모음인 /아, 에, 우, 오/의 F1의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 F2의 경우, 모음 5개 모두에서 본 연구에서 얻어진 F2의 평균이 조성문 연구[7]의 F2의 평균보다 통계적으로 유의하게 낮았다(모음 /아, 에, 이, 오/의 경우는 $p < .001$ 이고, 모음 /우/의 경우는 $p < .01$).

모음의 F3와 F4의 경우는 선행연구에서 분석하였던 자료가 있는지를 찾지 못하였기 때문에, 선행연구결과와 본 연구결과를 비교할 수 없었다. 전체적으로 F1과

F2에 비하여 F3와 F4의 표준편차가 큰 경향을 보였다.

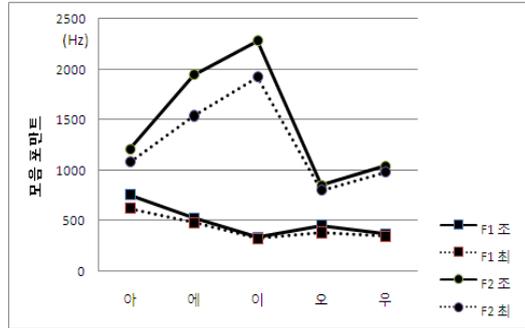


그림 2. 선행연구와 본 연구 간 모음의 F1, F2 비교
 조: 조성문(2003), 최: 본 연구.

IV. 논의 및 결론

본 연구의 목적은 음성학 뿐 아니라 모든 관련 분야에 기초 자료가 될 수 있는 한국어 기본 5모음의 음향음성학적으로 정량적인 자료를 얻기 위하여 이루어졌다.

본 연구와 유사한 방법으로 자료수집을 한 조성문의 연구결과[7]와 본 연구결과를 비교하였을 때, F1과 F2 모두에서 본 연구의 모음 포만트가 선행연구의 것과 비교해서 전반적으로 낮은 경향을 보였으나 전체적인 패턴은 매우 유사하였다. 중요한 것은 포만트의 절대적인 값이 아니라 개별 모음의 상대적인 값이므로[7] 선행연구 결과와 유사한 패턴을 보였다는 것은 주목할 만하다. 그러나 모음의 F3와 F4의 경우는 선행연구에서 분석하였던 자료가 있는지를 찾지 못하였기 때문에, 선행연구결과와 본 연구결과를 비교할 수 없었다.

따라서 추후에는 같은 방법을 이용하여 여성 발화자료도 수집하여 성별에 따른 자료를 구축하는 연구가 진행될 필요성이 있겠다. 이 외에도 연령별, 어음재료(즉, 음절, 낱말, 문장 등)에 따른 자료들에 대한 연구가 더 요구될 것으로 사료된다. 이렇게 수집된 자료들은 음성 분석과 합성에 대한 기초적인 자료를 제공해줄 수 있고 국산 음성자동 인식장치 개발에 널리 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 양병곤, “합성한 한국어 단모음의 지각실험 연구”, 언어, 제21권, 3호, pp.127-146, 1995.
- [2] G. E. Peterson and H. L. Barney, “Control methods used in a study of the identification of vowels,” JASA, Vol.24, p.183, 1954.
- [3] 양병곤, “MRI에 의한 모음의 성도 측정 및 면적 변이에 따른 합성 연구”, 음성과학, 제4권, 제1호, pp.19-34, 1998.
- [4] 정일진, “표준어 단순 모음의 세대간 차이에 대한 실험음성학적 분석연구”, 대한음성학회, 제33권, 제1호, pp.111-125, 1997.
- [5] 신지영, *말소리의 이해*, 한국문화사, 2000.
- [6] 정명숙, 방송 언어에 나타난 말소리의 사적 변천, 국어학, 제39권, pp.221-249, 2002.
- [7] 조성문, “현대 국어의 모음 체계에 대한 음향음성학적인 연구”, 한국언어문화, 제24권, pp.427-441, 2003.
- [8] 문승재, “한국어 단모음의 음성학적 기반 연구” 말소리, 제62권, pp.1-17, 2007.
- [9] 성철재, 박종원, 김귀룡, “성도 자기공명 영상과 음향정보(F1/F2)를 이용한 한국어 단모음 [이, 에, 아, 오, 우, 으] 판별” 말소리, 제56권, pp.103-125, 2005.

저 자 소 개

최 예 린(Yaelin Choi)

정희원



- 2002년 2월 : 연세대학교(이학석사)
- 2007년 2월 : 연세대학교(언어병리학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 언어치료학과 교수

<관심분야> : 말장애, 음성장애(신경학적 원인으로 인한 음성장애)