



## 제주어 화자에서 ‘아래 아’(/·/) 조음의 영상의학적 및 음향학적 특성 Radiological and acoustic characteristics of “Arae-a” (/·/) articulation in Jeju language speakers

이 승 진 · 최 홍 식\*

Lee, Seung Jin · Choi, Hong-Shik

### Abstract

The purpose of the present study was to explore the radiological and acoustic characteristics of “Arae-a” (/·/) articulation in two male Jeju language speakers, focusing on selected measures in radiological images derived from computed tomography scans, as well as the first and the second formant measures in selected vowels. An elderly male speaker (a 78-year-old) and a young male speaker (a 34-year-old) participated in the study. During the production of four selected vowels, the shape of the vocal tract was identified, and selected measures were obtained from the elderly participant’s computed tomography (CT) scans. For acoustic analysis, the participants were given a list of near-minimal pairs consisting of 112 words and asked to read them aloud. The results indicated that the “Arae-a” (/·/) articulation of the elderly speaker showed unique acoustic and radiological characteristics compared to other similar vowels, thus presenting substantial consistency with the descriptions of the “Hunminjeongeum Haerye.” In contrast, the F1 and F2 measures of the young male’s /·/ articulation were not distinguished from those of /ㅏ/. Current results, in part, support the scientific principles underlying the invention of “Arae-a,” which reflects the shape of the vocal tract during production, and the necessity for further research.

**Keywords:** Arae-a (/·/), Jeju language, computed tomography, acoustic analysis, formant

### 1. 서론

한국어의 모음에 대한 음향학적 분석은 1990년대 이후 비로소 본격적으로 이루어지기 시작했으며, 그 이전의 모음 체계는 대개 문헌의 기술에 근거하여 이론적인 분석을 시도하는 간접적인 방법을 통해서 연구가 이루어져 왔다(한정임 & 김주연, 2014). 그러나 예외적인 경우의 하나로 16세기 후반에서 17세기에 걸쳐 다른 지역에서는 이미 소실된 아래 아(또는 하늘 아, 이

하 /·/) 소리가 장년층이나 노년층 제주어 화자에서는 /ㅏ/, /ㅑ/, /ㅓ/ 등에 합류하지 않은 독립적인 말소리로서의 포먼트(formant) 측정치를 보인다(김종훈, 2006; 신우봉 & 신지영, 2012). 모음 소리의 특성이 통시적으로 변화함을 증명해 온 많은 연구들에 비추어볼 때, 이러한 현상은 제한적으로나마 과거의 말소리 특성이 보존된 말 자료를 현재의 음성의학적 기술로 분석하여 볼 수 있는 좋은 사례라 하겠다.

/·/의 문헌 기술을 살펴보고자 한다면, 먼저 ‘훈민정음’을 살

\* 연세대학교 의과대학, hschoi@yuhs.ac, 교신저자

Received 1 January 2018; Revised 26 February 2018; Accepted 28 March 2018

© Copyright 2018 Korean Society of Speech Sciences. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unre-stricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

퍼볼 필요가 있다. 훈민정음의 정음해례편에는 제자해(制字解), 조성해, 중성해, 종성해, 합자해, 용자해의 순으로 기술이 되어 있고, 마지막에 정인지의 서문으로 맺고 있다. 제자해의 서두에 “정음 28자는 각각 그 모양을 본떠서 만들었다(正音二十八字各象其形而制之).”라는 기술이 있으며, 해제서 상에는 모음을 포함한 각 소리를 조음(articulation)할 때 나타나는 조음 기관의 움직임에 대한 상세한 기술이 이루어져 있다(김슬옹, 간송미술문화재단, 2015). 이러한 기술은 조음 시 조음기관이나 구강 혹은 인후두강, 즉 현대적인 설명으로는 ‘성도(聲道, vocal tract)’의 모양을 참고하여 만들었다는 것으로 해석할 가능성을 일부 시사하는 것이다. 이는 전술한 맥락에서 현대의 음성과학적인 관점에서 접근할 필요성을 보여주는 부분이라 할 수 있다. 다만 성도의 모습을 나타낼 수 있는 다양한 평면(plane) 중 어느 것을 본 딴 것인지, 어느 조음 기관 혹은 공간의 모습을 나타낸 것인지에 대해서는 기록을 토대로 추정을 해볼 수 있을 따름이다.

/·/는 /|/, /—/와 함께 ‘천지인’을 구성하여 모음 체계의 기본을 형성한다. /·/ 소리에 대한 훈민정음 해례본 해제서 상의 기술을 좀 더 자세히 살펴보면, /·/ 소리는 입술은 /ㅌ/보다는 좁히고 /ㄴ/보다는 더 벌어져 내며, 입술 모양이 /ㅌ/처럼 벌어지지 않고 /ㄴ/처럼 오므라지지도 않는 중간쯤 되는 소리로 기술되어 있다. 혀는 /ㅌ/나 /ㄴ/같이 정중앙쪽으로 오그리는 것으로, /—/를 낼 때보다 더 오그리고 혀를 아예 오그리지 않는 /|/보다는 훨씬 더 오그리는 소리라고 하였다. 혀뿌리를 중앙으로 당기듯이 오그리다 보니 성대가 살짝 열리면서 소리는 성대 깊숙이 울려 나온다는 것이다. 입술 모양은 둥근 모음과 안 둥근 모음의 중간 정도 되는 소리라고 설명하고 있다. 이와는 대조적으로 /—/는 혀를 조금 오그리고 깊지도 얕지도 않은 소리(聲不深不淺)라고 정의하였다. 따라서 이 세 가지 모음의 제자 원리에 대한 기술과 실제 조음 시의 영상의학적(radiological), 음향학적 특성을 분석한 결과를 종합적으로 해석함으로써 기본 모음에 대한 기술을 보다 과학적으로 뒷받침할 수 있을 것으로 여겨진다.

이러한 노력의 일환으로 현우중(1988)은 /·/ 소리에 대한 음향학적인 분석과 더불어 정면 및 측면 입술 사진과 X선 촬영을 통하여 객관적 분석을 시도하였다. 이에 따르면 /·/ 조음 시 하악은 후방, 하방으로 이동하며, 이로 인하여 혀 뿌리 부위의 압박을 느낄 수 있다 하였는데, 이는 훈민정음에서 /·/ 조음 시 혀의 모양에 대해 설명한 용어인 ‘설축(舌縮)’과 일맥상통하는 부분이다. 입술의 개방 정도는 정면 사진을 통해서도 /ㅌ/와 크게 구분이 되지 않으나, X선 사진을 통해 보면 /·/의 입술 세로 벌림 정도가 더욱 넓으며, 하악이 더욱 하강하는 것으로 기술된다. 그러나 이러한 결과는 X선 사진을 필사하여 대략적인 추측을 통하여 이에 대한 기술을 시도한 것이며, 기술의 발달로 비디오 투시조영검사(videofluoroscopy), 컴퓨터 단층 촬영(CT, computed tomography) 등의 새로운 방법들이 말 산출 시 성도의 촬영 및 정확한 거리 측정, 이를 이용한 분석에 이용되어 오고 있다. 따라서 보다 정확한 측정 및 정량적 분석을 위해서는 이러한 최신의 영상의학적 분석방법을 활용할 필요가 있다.

음향학적인 측면에서는 모음의 조음 시 조음기관의 위치나

성도의 모양을 가장 잘 반영하는 측정치로 F1과 F2를 꼽을 수 있다. 제주어 화자에서 /·/의 F1과 F2를 측정한 선행연구들을 살펴보면, 대체로 노년층에서는 다른 모음에 합류하지 않은 경향을 보이는 반면, 청년층에서는 /ㅌ/, /ㄴ/, /ㅌ/ 등의 모음에 합류한 경향을 보인다(고영립, 2006; 김원보, 2006; 김종훈, 2006; 신우봉 & 신지영, 2012). 그러나 노년층에서 특징적으로 관찰되는 /·/의 음향학적 특성을 영상의학적 분석결과와 함께 통합적으로 고찰한 논문은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 70대 남성 제주어 화자에서 /·/ 조음의 영상의학적 특성을 살펴보고, 음향학적 특성을 30대 청년 제주어 화자와 비교하여 차이가 있는지를 알아보고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구대상

현재 제주도(산북 지역, 제주시)에 거주 중인 만 78세 남성인 제주어 화자 1인(EM, elderly male)이 본 연구의 영상의학적 검사 및 음향학적 분석 대상으로 참여하였다. 또한 음향학적 분석의 대상자로는 제주시에서 태어나고 자란 만 34세 남성 제주어 화자 1인(YM, young male)이 추가로 참여하였다. 제주시의 대상자들을 선정한 주된 이유는 제주시에 위치한 중간산 마을에 비해 서귀포시에 위치한 해안 마을이 상대적으로 표준어를 사용하는 외지인에 대한 노출 정도가 높아 해당 지역 화자에서 모음 실현 양상이 표준어와 유사해질 가능성이 더욱 크다는 선행연구 결과에 근거한 것이다(신우봉 & 신지영, 2012). 대상자들은 사전에 연구의 취지 및 연구 방법, 영상의학적 검사 및 음향학적 검사의 상세한 시행 절차 및 영상의학적 검사 시 위험성에 대하여 고지를 받았으며, 자의로 연구에 참여하였다.

### 2.2. 영상의학적 검사 및 성도의 측정

#### 2.2.1. CT 촬영

CT 촬영은 서울 소재 한 대학병원에서 1인의 영상의학과 전문의가 직접 시행하였다. CT 기기 내에서 등을 대고 반듯이 누운 자세(supine position)를 취하도록 한 후, 가급적 안정적인 사지 및 머리 자세를 유지하도록 하였으며, 머리의 위치는 프레임을 이용하여 고정시켰다. 다음으로 /·/, /—/, /|/, /ㅌ/의 네 모음을 차례대로 5초 이상 안정된 음도와 크기로 연장 발성하도록 하면서 두경부의 시상면(sagittal plane)을 촬영하였다. 이때 말 산출 과정의 정확하고 안정적인 시행 여부를 1인의 언어병리학 박사(1저자, 1급 언어재활사)가 모니터링하였다. 모음의 선정에 있어서는 /·/, /—/, /|/의 세 모음이 훈민정음 모음 체계의 기본을 형성한다는 점을 우선적으로 고려하였다. CT 검사 시 방사선 노출량을 최소화하기 위해 여기에 하나의 모음만 추가하였는데, 이때 청년층에서 /·/가 /ㄴ/와 통합되었다는 선행연구 결과를 참조하여 추가 모음을 /ㄴ/로 결정하였다(신우봉 & 신지영, 2012).

### 2.2.2. CT 분석

CT 이미지에서 성도의 길이 및 구조물 간 거리를 측정하기 위해 먼저 1인의 이비인후과 전공의가 CT 촬영을 통해 얻어진 이미지들 중 정중시상면(midsagittal plane)에 가장 가까운 이미지를 선정하였다. 이 정중시상면 이미지들에서 거리 측정은 언어병리학 박사 1인(1저자, 1급 언어재활사)이 2회, 이비인후과 전공의 1인이 1회 수행하였다. 기준선의 설정, 표시 및 거리의 측정에는 Centricity DICOM Viewer Version 2.2 프로그램을 이용하였다. 거리의 정의 및 측정 원칙은 Guzman *et al.*(2017)을 따랐으며, 세부 원칙에서 보조선 활용이 필요할 경우, 수평선 또는 특정 지점들을 연결한 보조선을 추가적으로 그어 측정에 활용하였다. 아래는 Guzman *et al.*(2017)에서 이용한 각 거리의 정의 및 측정 원칙이다.

- (1) 성도의 세로 길이(vertical length of the vocal tract): 경추(atlas) 치상돌기(odontoid process)의 최저점과 성대 사이의 수직 거리.
- (2) 성도의 가로 길이(horizontal length of the vocal tract): 경추의 최저 지점과 양 입술 사이 가장 좁은 지점 사이의 거리.
- (3) 입술 개방(lip opening): 윗입술의 최하부 경계와 아랫입술의 최상부 경계 사이의 거리.
- (4) 턱 개방(jaw opening): 하악골 윤곽(contour)의 최하부 경계와 경구개의 앞쪽 경계 사이의 거리.
- (5) 혀뒎 높이(tongue dorsum height): 하악골 윤곽의 최하부 경계와 혀뒎(tongue dorsum)의 최상부 지점 사이의 거리.
- (6) 구인두 너비(oropharynx width): 제2경추의 최하부 지점과 혀 윤곽의 가장 뒤쪽 지점 사이의 거리. 동일한 각도를 유지하기 위해 하악골 윤곽의 앞쪽 최상부(anterior uppermost) 경계로부터 제2경추의 앞쪽 최하부 지점으로 이어지는 직선을 활용함.
- (7) 연구개 상승(velum elevation): 경구개의 뒤쪽 상부 경계와 목젖의 앞쪽 최하부 지점 사이의 거리.
- (8) 하인두 너비(hypopharynx width): 인두의 최하부 지점과 후두개의 내측 경계 사이의 거리. 하악골 윤곽의 앞쪽 최상부 경계로부터 인두의 하부 지점까지 이어지는 직선을 활용함.

### 2.3. 말 자료 녹음 및 음향학적 분석

/·/의 음향학적인 특성을 분석하기 위하여, 먼저 /·/를 포함한 제주어의 목록을 제주특별자치도 홈페이지의 방언사전(<http://www.jeu.go.kr/culture/dialect/dictionary.htm>)을 참고하여 선정하였다. 이때 분석의 대상이 되는 모음이 단어의 첫 음절에 위치하도록 하였으며, 불가피한 경우를 제외하고는 가급적 의성어, 의태어나 외래어는 피하고자 하였다. /·/를 포함한 음절은 한국어의 초성에 위치할 수 있는 모든 자음을 초성에 포함되도록 하였고, 초성이 없는 음절구조(즉 V 혹은 VC) 또한 포함되되, 종성의 유무에는 제한을 두지 않았다.

청년층 제주어 화자에서 /·/가 흡수되어 유사한 소리 특성을

가진 것으로 알려진 모음으로 /ㅏ/, /ㅑ/, /ㅓ/가 있으므로, 해당 제주어와 유사한 음소 구성을 가지고 있으면서도 가급적 모음에 있어서만 차이가 나도록, 즉 해당 모음 전후의 음운론적 맥락이 가급적 동일한 제주어와 현대어의 유사 최소대립쌍(near-minimal pair)을 구성하였다. CT 검사 시 포함된 /ㅡ/와 /ㅣ/의 경우 유사 최소 대립쌍의 원활한 구성을 위해 제외하였다.

확정된 목록은 아래 <표 1>과 같으며, 단어의 개수는 28개의 제주어에 대하여 각 단어별로 세 가지 모음의 쌍이 추가되어 112개(28단어×4쌍)였다. 구성된 단어 목록과 /·/를 포함한 단어의 뜻 설명을 사전에 대상자들에게 보여주고 읽도록 한 후, 의미가 파악되지 않는 단어가 있는지의 여부를 사전에 확인한 결과, 모두 대상자들이 뜻을 알고 있는 단어인 것을 확인하였다.

**표 1.** 제주어와 현대 한국어의 유사 최소 대립쌍 단어 목록  
**Table 1.** A word list of near-minimal pairs for Cheju language and modern Korean language

/·/	/ㅏ/	/ㅑ/	/ㅓ/	/·/ 단어 뜻 설명
ㅁ을	가을	고을	거을	가을
곶	갓	곶	것	갓, 이체 막
늑단	나도	노도	너도	오른
늑땅	날다	놀다	널다	맨땅
드리	다래	도리	더러	다리
든든	단단	돈독	던지다	단단하다
뽕	팔	뽕뽕	떨떠름	팔
므슴	마산	모슴	머슴	마음
몰다	말다	몰다	멀다	몰다
뭍	맘	뭍	멈	모자반
버디다	바다	보다	버디	가잡다
복삭	박색	복집	벽벽	바짝
빨리	빨리	빨빨	빨깃	빨리
스	사	소	서	4
스몯	사몯	소몯	서몯	사몯
썰	쌀	썰썰	썰매	쌀
으동	아동	오동	어두	아동
으소록	아수라	오소리	어수룩	조용하고 깊숙함
즈주	자주	조조	저주	자주
잠잠	잠잠	좀	점점	잠잠
차마	차마	초미	차마	차마
춤다	참다	춤	참가	참다
큉	카테일	큉큉	큉큉	박
툑	탁	툑	툑	한계
튼튼	탄탄	톤	턴	튼튼
폴	팔	폴	펼	팔
허다	하다	호두	허다	하다
흔저	한치	혼자	헌신	어서

#### 2.3.1. 말 자료 녹음

말 자료의 녹음환경은 미국의 국립 음성 말 센터(The National Center for Voice and Speech)의 기술 보고서 권고사항을 참고하여 다음과 같이 구성하였다(Spielman *et al.*, 2007). 소음을 유발할 수 있는 냉각용 팬이 없는 태블릿 PC(Surface Pro 4, Core m3 model; Microsoft, Redmond, WA, U.S.A), USB 기반의 오디오 인터페이스(UR-22; Steinberg Media Technologies GmbH, Hamburg, Germany), 충분한 수준의 증폭을 위한 프리앰프(Tube Ultragain MIC200; Behringer GmbH, Kirchartdt, Germany), 카디오이드 다

이나믹 마이크(SM48; SHURE, Niles, IL, U.S.A)와 녹음용 소프트웨어(Sony Sound Forge Pro 11.0; Sony Creative Software Inc., Middleton, WI, U.S.A)를 이용하였다(이승진 외, 2017). 표본추출율은 44,100 Hz, 양자화는 16-bit, wav 확장자로 설정하여 녹음하였으며, 마이크는 스탠드를 이용하여 대상자들의 입술에서부터 정면 직선거리 약 10 cm에 안정적으로 유지되도록 하였다.

### 2.3.2. 음향학적 분석

음향학적 분석에는 Praat 6.0.22 버전(Boersma & Weenink, 2016)을 이용하였으며, 각 말 샘플에서 모음의 F1 및 F2 값을 측정하였다. 구체적으로는 먼저 Praat 상에서 음형대의 형태와 변화 양상을 고려하며, 모음 안정구간 부분을 시각적으로 확인한 후 별도의 객체로 추출하였고, 표본추출률 10,000 Hz로 다운 샘플링하여 별도의 wav 파일로 저장한 후 F1과 F2를 측정하였다. 이때 저장된 샘플의 중간 위치에서 측정을 하는 것을 원칙으로 하되, 안정구간의 확인이 어려운 경우에는 말 샘플의 전체 모음 구간의 중간에서 측정하는 것을 원칙으로 하였다(신우봉 & 신지영, 2012). <그림 1>은 말 자료 중 EM의 ‘으소록’ 샘플의 /·/ 안정구간을 확인한 예시이다.

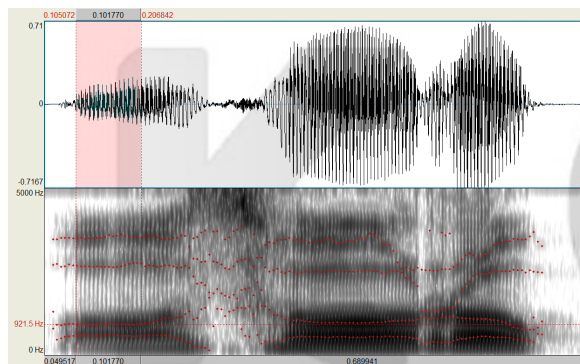


그림 1. 단어 샘플 내에서 모음 /·/의 안정 구간을 확인한 예시  
Figure 1. An example of identifying stable portion of the vowel /·/ in a word sample

### 2.3.3. 통계적 분석

CT 이미지의 분석을 통해 측정된 거리들에 대하여 검사자 내(one-way random model) 및 검사자 간(two-way mixed model) 신뢰도를 측정하기 위하여 단일 측도의 급 내 상관계수(ICC, intra-class correlation coefficient)를 산정하였다. 대상자에 따라 각 모음 간 F1과 F2 측정치의 차이가 있는지 알아보기 위해 이원 분산분석(ANOVA, two-way analysis of variance)을 시행하였고, 사후분석은 본페로니 방법(Bonferroni method)으로 하였다. 다만 동일 화자가 산출한 네 가지 모음에서 측정치 간의 비교를 수행한 것이므로, 유의성을 해석하는데 있어 본페로니 교정(Bonferroni correction)을 적용하여 유의 수준을 .0125(.05÷4)로 해석하였다.

## 3. 결과

### 3.1. CT 분석

<그림 2>는 각 모음 발생 시 촬영한 EM의 CT 이미지에서 성도 내 구조들 간의 거리를 측정한 예시이다. CT 분석을 통해 측정된 성도 내 구조들 간의 거리에 대하여 신뢰도를 나타내는 ICC를 산정한 결과, 검사자 간에는 .997(95% CI .994~.998), 검사자 내에는 .995(95% CI .991~.998)로 매우 높은 수준이었다.

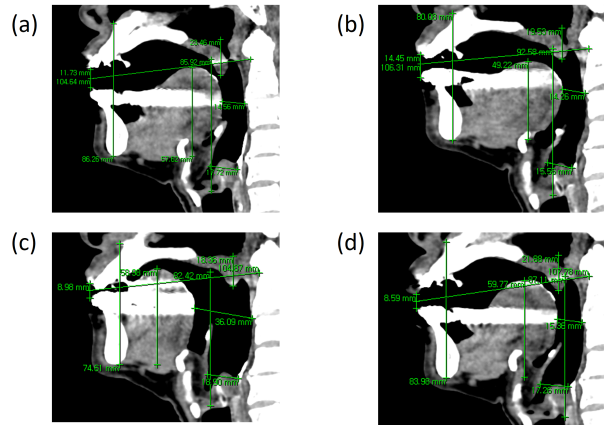


그림 2. 네 가지 모음 산출 시 CT 정중시상면에서 거리를 측정한 모습:

(a) /·/, (b) /—/, (c) /|/, (d) /┘/

Figure 2. An illustration of distances measured in the computed tomography (CT) midsagittal image producing four vowels:

(a) /·/, (b) /—/, (c) /|/, (d) /┘/

각 모음에 따라 측정된 거리를 요약한 결과는 <표 2>와 같다. 먼저 성도의 세로 길이는 /—/가 92.58mm였던 반면, /|/는 82.42mm였고, /·/는 85.92mm였다. 가로 길이는 /┘/가 107.78mm였던 반면, /·/가 104.64mm였다. 입술 개방은 /—/가 14.45mm였던 반면, 원순모음인 /┘/가 8.59mm였고, /·/는 11.73mm였다. 턱 개방은 /·/가 86.26mm로 나타난 반면, /|/가 74.61mm였고, /·/는 86.26mm였다. 혀 높이를 측정치는 /┘/가 59.77mm, /—/가 49.22mm, /·/는 57.62mm였다. 구인두 너비는 전설모음인 /|/가 36.09mm였던 반면, /—/가 14.26mm였고, /·/는 14.56mm였다. 연구개 상승 폭은 /·/가 23.46mm였으며, /|/가 18.36mm였다. 마지막으로 하인두 너비는 /|/가 18.90mm였던 반면, /—/가 15.55mm였고, /·/는 17.72mm의 측정치를 보였다.

**표 2.** 네 가지 모음 산출 시 CT 정중시상면에서 측정한 거리  
**Table 2.** Distances measured in computed tomography (CT) midsagittal image producing four vowels

Variables (mm)	/·/	/ㅡ/	/ㅣ/	/ㅏ/
Vertical length	85.92	92.58	82.42	87.11
Horizontal length	104.64	106.31	104.87	107.78
Lip opening	11.73	14.45	8.98	8.59
Jaw opening	86.26	80.08	74.61	83.98
Tongue dorsum height	57.62	49.22	58.98	59.77
Oropharynx width	14.56	14.26	36.09	15.36
Velum elevation	23.46	19.53	18.36	21.88
Hypopharynx width	17.72	15.55	18.90	17.26

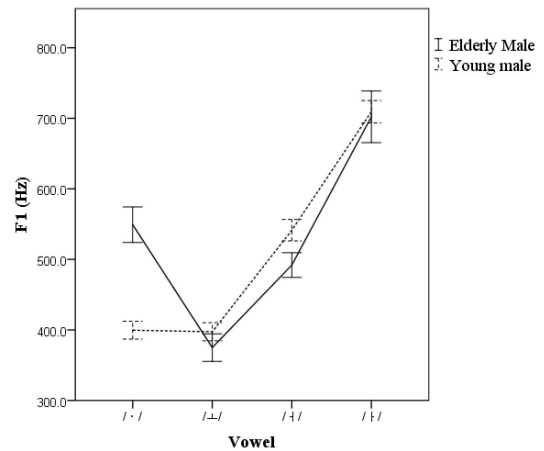
### 3.2. 음향학적 분석

두 대상자가 산출한 /·/, /ㅣ/, /ㅡ/, /ㅏ/의 유사 최소 대립쌍에서 네 가지 모음의 F1과 F2 측정치의 평균과 표준편차가 <표 3>에 제시되어 있다. EM에서 /·/의 F1 평균치는 549.209Hz로 /ㅣ/와 /ㅣ/의 사이, F2 평균치는 954.070Hz로 /ㅡ/와 /ㅣ/의 사이의 측정치를 보였다. 반면, YM에서는 /·/의 F1 평균치는 399.602Hz로 /ㅡ/와 /ㅣ/ 사이에 위치하면서도 /ㅡ/의 경우(397.406Hz)와 거의 유사하였고, F2 평균치 또한 756.771Hz로 역시 /ㅡ/와 /ㅣ/ 사이에 위치하면서도 /ㅡ/의 경우(766.434Hz)와 비교적 유사하였다.

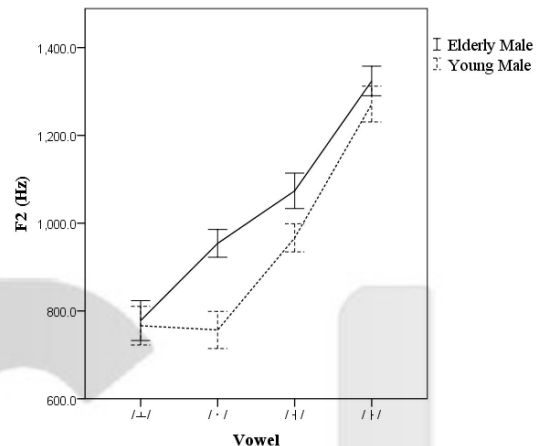
**표 3.** 네 가지 모음 산출 시 F1과 F2 측정치의 기술 통계  
**Table 3.** Descriptive data of F1 and F2 measured in four selected vowels

Formant (Hz)		F1		F2	
		EM	YM	EM	YM
/·/	M	549.209	399.602	954.070	756.771
	SD	65.008	32.740	81.607	108.953
/ㅣ/	M	702.091	709.366	1,323.946	1,271.409
	SD	94.311	41.016	86.920	105.275
/ㅡ/	M	374.959	397.406	778.063	766.434
	SD	50.342	33.132	117.359	113.252
/ㅏ/	M	491.968	541.414	1,073.656	966.595
	SD	45.067	39.261	104.067	82.554

대상자에 따라 네 모음 간 F1과 F2의 차이가 있는지 알아보기 위해 이원분산분석을 시행한 결과, 유의한 교호작용 효과(interaction effect)가 있었다( $F=39.055, p<.001$ ). 대상자에 따른 주효과는 본페로니 교정방법을 적용하였을 경우 유의하지 않았던 반면( $F=6.020, p=.015$ ), 모음에 따른 주효과는 유의하였다( $F=352.5745, p<.001$ ). 대상자에 따른 네 가지 모음의 F1과 F2 측정치 간 교호작용 그림이 <그림 3>에 제시되어 있다. 그림에서 볼 수 있듯이, EM에서 /·/의 F1과 F2 측정치 평균이 /ㅡ/에 비해 높았던 반면, YM에서는 /·/와 /ㅡ/의 F1과 F2 측정치 평균이 비교적 유사하였다.



(a)



(b)

**그림 3.** 대상자와 모음에 따른 (a) F1과 (b) F2 측정치 간 교호작용 그림

**Figure 3.** Interaction plots for (a) F1 and (b) F2 measures by means of participant and vowels

### 4. 논의 및 결론

본 연구에서는 1인의 70대와 1인의 30대 남성 제주어 화자를 대상으로 /·/ 조음의 특성을 영상의학적 및 음향학적 관점에서 살펴보고자 하였다. 이를 위해 노년층 화자에 대해 훈민정음의 기본 모음인 천지인에 해당되는 모음을 산출하면서 CT 촬영을 실시하여 성도의 모양을 분석하였으며, /·/를 포함한 제주어 단어들에 대해 유사한 모음들을 포함한 단어들과 함께 유사 최소 대립쌍을 구성하여 두 대상자의 말 샘플을 음향학적으로 분석하여 F1과 F2 측정치를 모음 간에 비교하였다.

먼저 CT 이미지에 대한 분석에서 얻어진 /·/ 산출 시 성도의 모양에 대해 살펴보면, 성도의 세로 길이는 85.92mm로 전설 고 모음인 /ㅣ/와 후설 원순모음인 /ㅡ/의 중간 정도였으며, 가로 길이는 /ㅣ/와 유사하였다. 한편, 입술 개방정도는 11.73mm, 혀의 높이 측정치는 57.62mm였다. 단일 대상의 측정치라는 점에서 해석에 있어 매우 주의가 필요하나, 위의 측정치들은 훈민정음에서 ‘입술은 /ㅣ/보다는 좁히고 /ㅡ/보다는 더 벌려서 내는

소리, 입술 모양이 /ㅌ/처럼 벌어지지 않고 /ㄴ/처럼 오므러지지도 않는 중간쯤 되는 소리, 입술 모양은 둥근 모음과 안 둥근 모음의 중간 정도 되는 소리'라 기술한 부분(김슬옹 & 간송미술문화재단, 2015)과 일맥상통한다고 할 수 있다. 또한 /ㅛ/의 입술 세로벌림과 하악 하강의 정도가 /ㄴ/보다 더 크다는 현우중(1987)의 연구결과와도 일치한다.

이와 더불어 혀와 관련된 길이 측정치들을 살펴보자면, 구인두 너비 및 하인두 너비 측정치가 /ㄴ/와 거의 유사한 수준이었다. 이는 /ㅛ/가 중세 국어에서는 원순 저모음으로 실현되었다가 점차 상승화 추세를 보였다는 주장이나, 'ㅌ/나/ㄴ/같이 정중앙쪽으로 오그리는 것으로, /ㄴ/를 낼 때보다 더 오그리고 혀를 아예 오그리지 않는 /ㅛ/보다는 훨씬 더 오그리는 소리'라는 기술과 비교적 일치하는 경향을 보인다고 요약할 수 있다(김슬옹 & 간송미술문화재단, 2015; 신우봉 & 신지영, 2012).

종합해보면 /ㅛ/ 조음 시 입술은 원순모음과 비원순모음의 중간 정도의 개방을 하면서도 혀 근육을 수축하여 원순모음과 유사한 모양을 취함으로써, 시상면에서 보았을 때 성도의 앞부분에 '둥그스름한 공간'이 형성된다고도 볼 수 있다. 이는 /ㅛ/가 '둥근 하늘'을 뜻하는 점과도 일맥상통하며, 모음인 /ㅛ/의 제자 원리에도 성도의 모양을 묘사하는 훈민정음의 기본적 원리가 적용되었을 가능성을 일부 뒷받침하는 것으로 여겨진다. 같은 맥락에서, /ㄴ/의 경우 역시 혀몸 높이가 측정치가 다른 모음에 비해 가장 낮고, 이로 인해 혀의 상부에 낮고 길게 퍼진 공간이 형성되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 /ㅛ/ 조음 시에도 혀가 앞쪽으로 이동하면서 구인두의 너비가 여타 모음에 비해 훨씬 넓어지면서 세로로 긴 공간이 형성되는 것을 주목할 필요가 있다고 여겨진다. 물론 이 같은 견해에 대해서는 보다 많은 수의 대상자에서 얻어진 자료를 통하여 추가적 검증이 이루어져야 할 것으로 본다.

연구개 상승 정도와 관련하여 주목할 만한 점은 본 대상자의 연구개 상승 정도가 /ㅛ/에서 23.46mm로 /ㄴ/나 /ㅛ/와 같은 고모음과는 다소 구별되는 경향을 나타냈다는 점이다. 본 연구에서 연구개 상승 정도는 경구개의 뒤쪽 상부 경계와 목젖의 앞쪽 최하부 지점 사이의 거리로 정의되었다. 정상인에서도 모음이나 음운환경, 검사어의 길이 등에 따라 서로 다른 비음치(nasalance score)를 보인다는 점, 특히 저모음에 비해 고모음에서는 더욱 큰 비음치가 관찰된다는 점(김민정 외, 2000)을 감안할 때, /ㅛ/연장 발성 시 측정된 비음치를 다른 모음들과 비교한다면 /ㅛ/발성 시의 이러한 특징적인 성도의 모양을 간접적으로 뒷받침할 수 있을 것이다. 또한 제주어 화자 중에서도 청년층에서는 이미 음향학적으로 /ㅛ/의 구분이 모호해진 것에 대해, F1과 F2 측정치를 보충하는 하나의 지표로 이용하여 더욱 상세히 검증할 수 있을 것으로 본다. 물론 이를 위해서는 이러한 연구개 상승의 정도가 보편적으로 /ㅛ/ 산출 시 나타나는 것인지에 대한 검증이 선행되어야 할 것이며, 지역에 따라 나타날 수 있는 비음치의 차이 또한 고려하여야 할 것이다(황영진, 2007).

EM이 산출한 말 샘플에서 /ㅛ/의 F1과 F2 측정치를 살펴보면, 각각 549.209±65.008Hz, 954.070±81.607Hz로 선행연구의 노년층

에서 관찰된 F1과 F2 측정치와 비교적 매우 유사한 경향을 보였다(신우봉 & 신지영, 2012; 70대 남성 F1 537.0±48.7Hz, F2 902.1±82.3Hz; 김원보, 2006; 70대 이후 남성 평균 F1 578Hz, F2 910Hz; 김중훈, 2006; 70대 북제주군 남성 F1 614Hz, F2 849Hz). 이는 앞서 살펴본 영상의학적 결과와 통합적으로 생각해볼 필요가 있다. 음향학적인 관점에서 /ㅛ/의 F2가 1,500Hz에 비해 비교적 낮은 측정치를 보인 것은 혀의 전후 위치상 중립적인 모음에 비해 비교적 후설모음에 가깝다는 것을 반영하며, 이는 혀가 수축된다는 점을 설명한 '훈민정음'의 기술과도 일치한다. 아울러, 앞서 영상의학적 측면에서 살펴본 결과들 중에서 혀몸 높이가 다른 모음에 비해 다소 높으면서도 구인두 너비가 비교적 좁은 결과와도 같은 경향을 보이는 결과라 할 수 있다.

두 대상자와 모음에 따른 F1과 F2 측정치를 비교한 결과, 유의한 교호작용 효과가 있었다. EM의 /ㄴ/, /ㅛ/, /ㅛ/의 F1과 F2 측정치는 청년층만을 대상으로 한 연구나 폭넓은 연령대를 포함한 연구와는 다소 차이를 보였으나(김영수 외, 2013; 조성문, 2003), 제주 지역 거주자를 대상으로 한 선행연구의 산북지역 남성 화자의 포먼트 평균값과 거의 유사한 수치를 보였다(고영림, 2006). 반면, YM의 경우, /ㅛ/의 F1과 F2 측정치가 /ㄴ/의 측정치와 크게 다르지 않은 경향이 나타났다. YM과는 달리 EM에서는 /ㅛ/의 측정치가 다른 세 모음의 측정치와는 비교적 뚜렷하게 구분되었는데, 이는 젊은 층에서는 /ㅛ/의 음가가 다른 모음, 특히 /ㄴ/에 흡수되었음에도 노년층에서 비교적 뚜렷하게 잔존하고 있음을 보고한 선행연구와 일맥상통하는 결과인 것으로 보인다(신우봉 & 신지영, 2012). 젊은 층에서 이미 소실된 음소간 변별이 노년층 화자에서 잔존하고 있는 이러한 현상은 서울말 화자의 /ㄴ/와 /ㅛ/에서도 확인할 수 있으며, 제주어 화자에서도 /ㄴ/와 /ㅛ/의 구분이나 /ㅛ/와 /ㄴ/의 구분이 사라지는 것은 모음의 상승 추세에 의해 일부 설명된다(박지윤, 2011; 신우봉 & 신지영, 2012).

본 연구의 결과는 제주도에서 거주 중인 노년층 화자를 대상으로 /ㅛ/의 특성을 후속 연구를 통해 더욱 과학적으로 규명할 수 있는 토대를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서 도입한 영상의학적 연구방법 이외에도 다양한 학술적 관점이나 연구방법론을 도입하여 /ㅛ/의 조음 특성에 대한 규명이 이루어질 수 있는 출발점이 될 수 있으리라 본다. 제주 지역의 제주어 화자라 할지라도 표기만을 보고 직관적으로 바로 정확한 발음을 하는 데에는 어려움이 있으며(신우봉, 2016), 추후 특히 청년층에서 현대 국어의 모음과 동일한 7모음 체계로 바뀌어 갈 가능성이 크기 때문이다(김중훈, 2006).

본 연구의 가장 큰 제한점은 대상자 수가 1인으로 매우 부족하다는 점이다. 선행 대상자가 노년층 제주어 화자에 대한 대표성을 가진다고 가정하더라도, 특히 CT 검사 시 방사선 조사량을 고려하여 1회 측정에 그쳤으므로, 개인 내에서의 조음의 변이성(variability) 또한 무시되었을 가능성이 높다. 이와 더불어 제주어 화자 중 노년층에서만 /ㅛ/의 조음 특성이 비교적 보존되어 있다는 점을 감안하더라도, EM의 영상의학적 및 음향학적 측정치에는 노화에 의한 해부생리학적 변화가 결과에 반영되



어 있을 가능성이 높다. 예컨대 이러한 변화에는 발성 및 조음기관의 뼈나 연골의 골화(ossification), 근육의 약화(weakness), 관절의 운동 범위 감소, 음성의 질 저하, 특히 남성의 경우 기본주파수의 상승이 포함되며, 이러한 변화는 음성이나 조음의 특성에 영향을 미칠 수 있다(Linville, 2001). 따라서 본 연구의 결과에 대한 해석에는 주의가 필요할 것으로 보이며, 더욱 많은 대상자를 확보한다면 /·/의 특성을 보다 과학적인 통계방법을 적용하여 확인할 수 있을 것이다. 또한 대상자의 치아 보철 치료로 인해 특히 구강 앞쪽 부분의 CT 이미지에서 아티팩트(artifact)가 다소 발생하였으며, 이로 인하여 성도의 길이 측정에 다소 영향을 받았을 가능성을 완전히 배제할 수 없다. 마지막으로 본 연구의 대상자들은 산북 지역 거주자로서 산북과 산남 지역의 차이(신우봉 & 신지영, 2012)까지는 본 연구에서 충분히 고려하지 못하였다. 따라서 이러한 점을 포함한 보다 엄밀한 대상자 선정 기준을 적용하여 많은 수의 대상자에서 후속 연구를 진행할 필요가 있다고 판단된다.

## 감사의 글

CT 촬영에 도움을 주신 연세대학교 의과대학 영상의학교실 정태섭 교수님과 CT 이미지 분석에 도움을 주신 이비인후과학교실 전공의 황혜진 선생님께 진심으로 감사드립니다.

## 참고문헌

- Boersma, P., & Weenink, D. (2016). *Praat* (6.0.22). Retrieved from [http://www.fon.hum.uva.nl/praat/download\\_win.html](http://www.fon.hum.uva.nl/praat/download_win.html) on November 15, 2016.
- Cho, S.-M. (2003). An acoustic study of Korean vowel system. *Journal of Korean Language and Culture*, 24, 427-441. (조성문 (2003). 현대 국어의 모음체계에 대한 음향음성학적인 연구. *한국언어문화*, 24, 427-441.)
- Guzman, M., Miranda, G., Olavarria, C., Madrid, S., Muñoz, D., Leiva, M., Lopez, L., & Bortnem, C. (2017). Computerized tomography measures during and after artificial lengthening of the vocal tract in subjects with voice disorders. *Journal of Voice*, 31(1), 124.e1-124.e10.
- Han, J.-I., & Kim, J.-Y. (2014). A phonetic investigation of Korean monophthongs in the early twentieth century. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(1), 31-38. (한정임·김주연 (2014). 20세기 초 한국어 단모음의 음향음성학적 연구. *말소리와 음성과학*, 6(1), 31-38.)
- Hwang, Y. (2007). Normative nasalance scores and differences as a function of gender and residential area. *Communication Sciences and Disorders*, 12(3), 508-520. (황영진 (2007). 성별 및 지역 간 정상 성인의 비성도 연구. *언어청각장애연구*, 12(3), 508-520.)
- Hyun, W.-J. (1988). A phonetical study for the value for 「ㄷ」 sound in the dialect of Cheju island. *Tamla Munhwa*, 7, 25-57. (현우중(1988). 제주도 방언 「ㄷ」 음가의 음성학적 연구. *탐라문화*, 7, 25-57.)
- Kim, C. (2006). The acoustic comparative analysis of Jeju dialect vowels and Korean vowels. *Journal of Studies in Language*, 21(3), 261-274. (김종훈 (2006). 제주방언 단모음과 현대국어 단모음의 음향 분석 비교. *언어연구*, 21(3), 261-274.)
- Kim, M., Sim, H.-S., & Choi, H.-S. (2000). The effects of phonetic context and stimulus length on the nasalance score in normal adults. *Communication Sciences and Disorders*, 5(2), 1-15. (김민정·심현섭·최홍식 (2000). 음운환경과 검사어 길이가 정상성인의 비음치에 미치는 영향. *언어청각장애연구*, 5(2), 1-15.)
- Kim, S.-O., & Kansong Art and Culture Foundation. (2015). *Hunminjeongeum Haerye*. Seoul: Kyobo Book Centre Co., Ltd. (김슬옹·간송미술문화재단 (2015). *훈민정음 해례본*. 서울: 교보문고.)
- Kim, W. (2006). The acoustic analysis of monophthongs of Jeju dialect speakers in their 20s, 50s, and 70s or more and their vowel inventories. *The Journal of Linguistics Science*, 39, 125-136. (김원보 (2006). 제주방언화자의 세대별(20대, 50대, 70대) 단모음의 음향분석과 모음체계. *언어과학연구*, 39, 125-136.)
- Kim, Y.-S., Kim, K., Kim, J., & Jang, J.-S. (2013). A study on the formant comparison of Korean monophthongs according to age and gender - A survey on patients in oriental hospitals. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(1), 73-80. (김영수·김근호·김종열·장준수 (2013). 연령 및 성별에 따른 한국인 단모음 포먼트 비교에 관한 연구 -한방병원 내원환자를 중심으로. *말소리와 음성과학*, 5(1), 73-80.)
- Ko, Y. (2006). An acoustic study on characteristics of monophthongs in the Cheju Dialect. *Korean Language and Culture*, 30, 5-20. (고영림 (2006). 현대제주방언 단모음의 음향음성학적 특성 연구. *한국언어문화*, 30, 5-20.)
- Lee, S., Lim, S., & Choi, H.-S. (2017). A comparison of cepstral and spectral measures according to measurement position in a reading passage. *Communication Sciences & Disorders*, 22(4), 818-826. (이승진·임성은·최홍식(2017). 문단 내 위치에 따른 켈스트럼 및 스펙트럼 측정치 비교. *Communication Sciences & Disorders*, 22(4), 818-826.)
- Linville, S. (2001). *Vocal aging*. San Diego: Singular Thomson Learning.
- Park, J. (2011). Formant measurement of / ㅈ / and / ㅊ / between old and young generations within Seoul -Focusing on articulatory phonetic features and spectrogram. *Korean Education*, 88, 295-313. (박지윤 (2011). 서울 지역 세대 간 / ㅈ / 와 / ㅊ / 모음의 포먼트 측정: 조음음성학적 특징과 스펙트로그램을 중심으로. *세계어교육*, 88, 295-313.)
- Shin, W. (2016). A study of pronunciation education in Jeju dialect: focused on 'Are-a'(/ ㅅ /). *Journal of Learner-Centered Curriculum*

*and Instruction*, 16(10), 1117-1138. (신우봉 (2016). 제주방언 학습자를 위한 발음교육 방안 연구: 아래아(/ㄹ/)를 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 16(10), 1117-1138.)

Shin, W., & Shin, J. (2012). An acoustic phonetic study on monophthongs in Jeju Korean. *Korean Linguistics*, 56, 63-90. (신우봉·신지영 (2012). 제주 방언 단모음에 대한 음향 음성학적 연구. *한국어학*, 56, 63-90.)

Spielman, J., Starr, A., Popolo, P., & Hunter, E. (2007). Recommendations for the creation of a voice acoustics laboratory. The National Center for Voice and Speech Online Technical Memo, 7. Retrieved from <http://www.ncvs.org/ncvs/library/tech/NCVSONlineTechnicalMemo07.pdf> on September 1, 2007.

• 이승진 (Lee, Seung Jin)

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 및  
후두음성언어의학연구소  
서울시 강남구 언주로 211  
Tel: 02-2019-2589  
Email: slplee@yonsei.ac.kr  
관심분야: 음성장애, 음성의학, 신경말언어장애

• 최홍식 (Choi, Hong-Shik) 교신저자

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 및  
후두음성언어의학연구소  
서울시 강남구 언주로 211  
Tel: 02-2019-3461 Fax: 02-3463-4750  
Email: hschoi@yuhs.ac  
관심분야: 음성장애, 두경부의학, 음성의학