

## 청각장애학생의 영어 발성 주파수별 특징 분석<sup>†</sup>

이근민<sup>1</sup> · 박혜정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 재활공학과 · <sup>2</sup>대구대학교 기초교육원

접수 2014년 6월 12일, 수정 2014년 6월 29일, 게재확정 2014년 7월 10일

### 요약

본 논문에서는 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 분석하여 그 특징들을 반영할 수 있는 맞춤형 영어 학습 보조 도구를 개발하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다. 본 논문에서는 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 분석하기 위해서 서울과 대구에 있는 청각특수학교의 학생들을 대상으로 직접 방문하여 녹음하였으며, 음성파일을 분석하기 위해 음성분석 전문 프로그램인 플라트 프로그램을 활용하였다. 청각장애학생들의 영어 발성의 특징은 플라트 프로그램을 통해 음성학에서 사용하는 음성의 특징 값들을 추출하여, 그 특징 값들을 이용하여 비장애학생의 영어 발성의 특징과 비교분석하였다.

주요용어: 기본 주파수, 청각장애 영어 발성, 포먼트 주파수, 플라트 프로그램.

### 1. 서론

장애학생들이 「장애인 등에 대한 특수교육법」과 「장애인차별금지 및 권리구제 등에 관한 법률」로 학습권이 보장되므로 인해 대학 진학 및 유학, 외국 기업으로의 취업이 증가하고 있는 추세이다. 장애학생들이 대학 진학 및 유학, 외국 기업으로의 취업을 위해서는 영어교육이 필수적이라 하겠다. 그러나 영어교육은 모든 학생들이 동일한 환경과 여건에서 교육을 받을 수 있는 것이 아니다. 예를 들면 청각장애 학생들이 일상생활로부터 배울 수 있는 언어 습득 양에 제약이 있으며, 청각장애학생들 입장에서는 그들의 언어는 수화이다. 그런 상황에서 영어를 배우기 위해서는 먼저 한국어를 습득해야 하며, 한국어를 완벽하게 이해하고 구사할 수 있어야 영어 학습이 가능하다. 그러나 청각장애학생들 입장에서는 한국어도 외국어를 접하는 입장에서 접하기 때문에 한국어를 완벽하게 이해하고 구사한다는 것은 한계가 있다.

청각장애학생들의 영어 교육과 관련된 연구는 많이 이루어지고 있다. Lee와 Choi (2007)은 청각장애 특수학교 초등부에서의 영어교과의 운영과 그 문제점을 특수학교 3곳의 영어교과 선생님과 면담을 통해 분석하였으며, Kim과 Jeong (2006)은 제 7차 교육과정에 의한 청각장애학교 중학부 영어교육의 실태를 알아보기 위해 전국의 청각장애학교 19개교의 중학부 영어교사를 대상으로 영어교육과 교육과정 운영실태 교사들의 인식, 교수학습방법, 교재 및 학습기자재활용 실태에 대해 조사 분석을 하였다. Hong (2011)은 청각장애학생들이 종전에 실시해오던 청각-구화법, 게임 놀이, 텍스트 활용에 의한 문자 교육 등의 교육방법을 보완할 대체 교육방법을 홀리스틱 철학의 관점에 근거하여 제안하였으며, 정보통신기

<sup>†</sup> 이 논문 또는 저서는 2013년 정부 (교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2013S1A5A2A03045751).

<sup>1</sup> (712-714) 경북 경산시 진량읍 대구대로 201, 대구대학교 재활공학과, 교수.

<sup>2</sup> 교신저자: (712-714) 경북 경산시 진량읍 대구대로 201, 대구대학교 기초교육원, 시간강사.

E-mail: hye3255@daum.net

술을 이용한 전자학습이나 유비쿼터스 교육 (ubiquitous learning)과 같은 전자 매체를 활용한 청각장애 학생들을 위한 영어 교육방법을 홀리스틱 교육 철학의 관점에서 제시하였다. 그러나 청각장애학생들의 영어 교육과 관련된 연구들은 영어 교육 실태조사가 대부분이며, 영어보조도구 및 영어교사에게 수업 보조도구 활용과 관련된 연구, 영어교육의 문제점 및 개선점, 문헌 연구를 통해 비교분석하는 연구가 주를 이룬다. 좀 더 자세한 내용은 Han과 Kang (2012), Lee와 Yun (2012), Park 등 (2008), Lim과 Park (2009) 등을 보면 알 수 있다.

또한 장애인보장구 급여 제도에 의해 대부분의 청각장애학생들에게 보청기와 같은 보조기구나 다른 기구들이 제공되고는 있으나 여전히 한국어 (구어)를 완전하게 이해하기 어려워하며, 또 다른 언어인 영어를 학습하고 습득한다는 것을 어려워한다. 따라서 청각장애학생들에게는 청각을 통한 언어교육은 매우 제한적일 수밖에 없어서 시각적 측면의 새로운 교육 방법이 제시되어야 한다. 영어를 쉽게 학습하기 위해 시지각 및 감각적인 요소들을 활용한 다양한 교육 프로그램들이 개발되고는 있다. 그러나 대부분의 교육 프로그램들은 학습하는 학생들의 모든 상황과 여건을 고려하여 개발되기 보다는 일반적으로 최대한 학습 효과를 올릴 수 있도록 일반화가 되어 있다. 장애학생들의 특성에 맞게 시지각 및 감각적인 요소들을 활용한 다양한 교육 프로그램 개발이 필요하다. 청각장애학생들이 정보를 습득할 수 있는 방법은 주로 시각에 의한 것과 촉각에 의한 것이므로 시각과 촉각으로 언어 학습할 수 있는 보조학습도구의 개발이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 분석하여 그 특징들을 반영할 수 있는 맞춤형 영어 학습 보조 도구의 개발의 기초자료로 제시하고자 한다.

일반적으로 사람의 음성으로는 다양한 정보를 획득할 수가 있으며, 음성 데이터를 측정할 수 있는 측정값으로는 성대의 진동수를 나타내는 기본 주파수와 턱의 위치와 혀의 위치, 혀의 모양을 나타내는 포먼트 주파수, 발성의 강도 등이 있다. 본 논문에서는 청각장애학생의 영어 발성의 특징을 수치적으로 비교 분석하기 위하여 기본 주파수와 포먼트 주파수를 이용하여 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 분석하여 그 특징을 반영할 수 있는 영어 학습 보조 도구의 개발의 기초자료를 제시하고자 한다. 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 분석한 특징은 청각장애학생들을 위해 시각적으로 강점인 영어 학습 보조 도구 개발 시에 수치를 바탕으로 좀 더 다양하게 시각적으로 묘사할 수 있을 뿐 아니라 반복학습의 기준 및 다음 학습 진행방향을 결정하는 기준으로 사용할 수 있을 것이다. 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 살펴보기 위해서는 서울과 대구에 위치한 청각특수학교 고2~3학생들 중 영어 발성이 가능한 학생들을 대상으로 녹음을 실시하였다. 청각장애학생들의 영어 발성을 녹음하기 전에 사전에 가정통신문을 통해 가족에게 참석여부를 물어보았으며, 학생 본인에게도 직접 참여의사를 물어보고 실시하였다. 녹음에 사용된 영어 단어는 초등학교 교과과정 중에 반드시 습득해야 되는 필수 800 단어 중 29 단어를 선별하여 모음별로 분류하여 청각장애학생들의 발성 특징을 분석하였다. 비교연구 관련 기법들은 Cho (2012), Lee 등 (2013), Park과 Pi (2013) 등에 잘 나타나 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절은 음성학에서 음성을 비교 분석하는 단위와 개념을, 3절은 청각장애학생들을 대상으로 녹음된 음성 파일의 특징 및 비교 분석을, 4절은 결론으로 구성되어 있다.

## 2. 음성학적 접근

사람은 횡경막을 내리고 늑골을 확장하여 공기를 폐로 흡입한 후 다시 횡경막을 올리고 늑골로 압축된 공기를 성대로 보내게 되며, 성대로 보내진 공기는 베르누이 효과와 성대의 탄성에 의해 성대를 진동시켜 발성하게 된다. 버들피리의 예를 들어 설명하면 성대의 진동은 버들피리의 접축 부분에 해당되며, 입안의 모양은 버들피리의 울림통과 같다. 피리의 굽기와 길이에 따라 소리의 진동 주파수가 달라지듯이 사람은 혀와 턱을 이용하여 입안의 공간을 다양한 모양으로 변화시켜 다양한 소리를 내게 된다. 발성은

발화자가 턱을 내리느냐 올리느냐에 따라 다르며, 혀의 위치를 앞쪽에 배치하느냐 뒤쪽에 배치하느냐에 따라 달라지며 입술을 벌리느냐 둥글게 하느냐에 따라서도 달라진다.

발성된 발음은 기본 주파수와 포먼트 주파수, 발성 강도, 성대의 진동인 피치의 변화, 진폭 값의 변화가 얼마나 규칙적인지 등 다양하게 측정할 수 있다. 기본 주파수 (frequency, F0)는 1초간 성대가 진동되는 횟수를 관측하며, 포먼트 주파수 (formant, F1, F2, F3) 또는 공명 주파수는 기류가 입을 통과하면서 크게 증폭되는 주파수 영역을 말한다. 그중 F1 포먼트 주파수는 모음의 고저 관계를 나타내며, F2 포먼트 주파수는 모음의 전후 관계를 나타내며, F3 포먼트 주파수는 입술 (또는 혀)의 원순성 즉 둥글게 만드느냐와 관련이 있다. F1 포먼트 주파수는 고모음일수록 수치가 낮으며, 저모음일수록 수치가 높다. F1 포먼트 주파수는 턱 (입안)을 크게 벌리느냐 또는 작게 벌리느냐와 연관이 있다. F2 포먼트 주파수는 혀의 위치와 앞쪽 (입술 가까이, 전설)에 배치할수록 수치가 높으며, 뒤쪽 (목젖 가까이, 후설)에 배치할수록 수치가 낮다. F3 포먼트 주파수는 입술 근처 (전설)에서 둥글게 할수록 수치가 낮아지며, 후설일수록 수치가 높아진다. 진폭은 진동의 세기, 소리의 강도 (intensity)를 나타내며, 지터 (jitter)는 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동인 피치의 변화가 얼마나 많은지를 나타낸다. 정상적인 음성에서는 변화율이 높지 않은 반면 성대 결절이나 암조직이 있으면 변화가 많게 된다. 지터 값은 성대 질병 여부를 판단할 때 흔히 사용된다. 심머 (shimmer)는 음성파형의 각 지점에서 진폭 값의 변화가 얼마나 규칙적인지를 측정하게 된다. 성악가들은 훈련에 의해 음의 크기를 조절하여 서서히 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 보통 후두암 환자의 경우에는 성대의 진동이 불규칙적이며 음성파형의 각 지점에서의 진폭 값도 일정하지 않다.

본 논문에서는 청각장애학생들의 영어 발성의 가능여부와 영어학습의 초기 단계인 정확한 영어 단어 학습에 도움과 영어 보조 학습 도구 관련 산업의 기본 자료로 활용하기 위해 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 비교 분석하고자 한다. 청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 비교 분석하기 위하여 먼저 학생들을 초등학교 교과과정 중에 반드시 습득해야 되는 필수 800 단어 중 일부를 선별한 후 그 단어를 청각장애학생들에게 녹음하여 음성분석으로 유명한 Praat 프로그램으로 분석하였다. Praat를 통해 관측한 수치는 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수, 강도, 지터, 심머 등이다. Praat를 통해 관측한 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수, 강도, 지터, 심머를 이용하여 청각장애학생과 비장애학생을 비교분석하여 청각장애학생의 영어발성 특징을 도출하고자 한다. 녹음을 위한 단어 구성은 모음 *i*, *ε*, *æ*, *U*, *ʌ*를 기준으로 하였으며, 각 모음별로 5개의 단어를 조합하여 반복 측정하였다. 최종적으로 선택된 단어는 Table 2.1에 정리되어 있으며 총 29개로 구성되어 있다.

Table 2.1 Word collections by vowels

Vowel	Word
<i>i</i>	pick, till, kick, big, dish, give
<i>ε</i>	pen, test, bed, dead, get
<i>æ</i>	pass, tax, cat, bat, dad, gas
<i>U</i>	put, took, cook, book, do, good
<i>ʌ</i>	pub, tub, cup, bus, duck, gun

### 3. 실험 및 분석

청각장애학생들의 영어 발성의 특징을 살펴보기 위해서 서울과 대구에 위치한 청각특수학교 고2~3 학생들 중 영어 발성이 가능한 학생들을 대상으로 녹음을 실시하였다. 녹음에 응답한 학교는 3개교였으며, 서울은 2개교, 대구 1개교였다. 청각장애학생들의 영어 발성을 녹음하기 전에 사전에 가정통신문을 통해 가족에게 참석여부를 물어보았으며, 학생 본인에게도 직접 참여의사를 물어보고 실시하였다. 그 중 선별된 청각장애학생은 남학생 8명, 여학생 8명이었다. 녹음에 참여한 청각장애학생들은 전부 보청

기를 착용하고 있었다. 대부분의 청각특수학교에서는 평균적으로 학년 당 평균 8~10명 정도이다. 청각장애학생들의 발성 특징을 비교 분석하기 위하여 비교 집단으로 또래의 비장애 남학생 8명, 여학생 8명으로 선별하였다. 녹음에 사용된 영어 단어는 초등학교 교과과정 중에 반드시 습득해야 되는 필수 800 단어 중 Table 2.1과 같이 29 단어를 선별하여 모음별로 분류하여 청각장애학생들의 발성 특징을 분석하였다. 본 논문에 사용된 자료수는 청각장애학생 16명, 비장애학생 16명, 영어 29단어를 곱한 928개가 되며, 이 중 일부 측정이 불가능한 항목들은 각 분석에서 결측치 처리되었다. 또한 각 자료수별로 관측한 F0 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수, 강도, 지터, 심머는 음성 분석 전문 프로그램인 Praat를 이용하여 측정하였다. Praat 프로그램은 누구나 쉽게 이용할 수 있는 프리웨어이며, 주로 음성학이나 언어치료학에서 많이 사용하는 프로그램이다. Praat 프로그램에서 음성파일을 읽은 후 분석 도구를 이용하면 F0 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수, 강도, 지터, 심머를 쉽게 측정할 수 있으며, 로그파일을 이용하면 한꺼번에 관측된 결과를 볼 수 있다.

녹음 시 발견된 특징으로는 대부분의 청각장애학생들이 영어에 대한 두려움과 자기가 발성한 발음에 자신없어하는 모습을 보였다. 특히 영어 단어를 보여줬을 때 모른다는 답변이 대부분이었다. 그러나 영어 단어 (예, book)를 한글 표기법 (예, 북)으로 보여줬을 때는 안다고 대답하였다. 예를 들면 영어 단어 book을 보여줬을 때는 모른다고 대답했으나, 한글로 북이라고 표기했을 때는 안다고 대답하였으며, 책이라는 의미라고 대답했다. 다음으로 청각장애학생과 비장애학생 간의 영어발성 특징을 살펴보기 위하여 일반 성인 원어민과 한국인 발성의 특징을 먼저 살펴본 후 청각장애학생과 비장애학생 간의 비교를 하고자 한다.

### 3.1. 청각장애학생과 비장애학생 간의 주파수별 차이 검정

Yang (1998)의 연구 성인 원어민과 한국인의 모음별로 발성을 살펴보면 모음 전체적으로 한국인의 발성이 원어민의 발성보다 F0 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수가 전체적으로 높은 것을 알 수 있다. 그러나  $\bar{u}$ 에 대해서만 F1, F2 포먼트 주파수 값이 낮은 것을 알 수 있다. F0 기본 주파수가 성대의 기본진동횟수를 나타내며, F1 포먼트 주파수가 턱 (입안의 공간)을 내림 (넓음, 수치가 높음)과 올림 (좁음, 수치가 낮음)을, F2 포먼트 주파수가 혀의 위치로 입술 앞쪽 (수치가 높음)에 있는냐 성대 가까이 (수치가 낮음)에 있는냐를 나타낸다. 이를 종합적으로 묘사를 하면 일반 성인 한국인이 원어민보다 성대의 진동횟수가 전반적으로 많으며, 턱을 내리는 경향이 있으며, 입술 앞쪽에서 발음하는 경향이 있음을 알 수 있다. 특히  $\bar{u}$ 발음에 대해서는 일반 성인 한국인이 원어민에 비해 상대적으로 턱을 올리고 혀가 안쪽으로 말리는 경향이 있음을 알 수 있다. 발성을 할 때 자연스럽게 위치를 잡기보다는  $\bar{u}$ 발음은 의식적으로 혀를 안쪽으로 배치하고 있음을 시사하고 있다.

다음으로 청각장애학생과 비장애학생의 영어 발성의 기본 주파수와 포먼트 주파수, 강도, 지터, 심머를 이용하여 집단 간의 차이를 비교분석하고자 한다. 먼저 청각장애학생과 비장애학생 간의 기본 주파수와 포먼트 주파수 강도, 지터, 심머를 청각장애학생과 비장애학생 간의 독립  $t$ 검정을 통해 집단 간의 차이를 살펴본 후, 청각장애학생과 비장애학생의 남녀별 차이도 있는지를 독립  $t$ 검정을 실시하여 살펴 보았다. 결과는 Table 3.1에 정리되어 있다. 청각장애학생과 비장애학생 간의 차이 검정 결과 Table 3.1을 보면 F0 기본 주파수와 강도는 유의수준 5% 하에서 청각장애학생과 비장애학생 간에 차이가 있음을 알 수 있었다. 지터는 유의수준 5% 하에서 청각장애학생과 비장애학생 간에 차이가 있음을 알 수 있었다. 포먼트 주파수와 심머에서는 유의수준 5% 하에서 집단 간에 차이가 없음을 알 수 있었다. 별도로 청각장애학생과 비장애학생의 남녀별 독립  $t$ 검정에서도 확인한 차이가 있음을 알 수 있었다.

주파수별로 기술통계 결과를 살펴보면 Table 3.2와 같다. Table 3.2의 F0 기본 주파수를 남녀별로 살펴보면 청각장애학생들이 남녀별로 수치가 높음을 알 수 있으며, 또한 표준편차가 상대적으로 높음을 알

수 있다. 이는 청각장애학생들이 남녀별로 전반적으로 성대의 진동횟수가 상대적으로 높으며 불규칙적이라는 것을 알 수 있다. 또한 F1, F2 포먼트 주파수와 조합해서 살펴보면 청각장애학생들이 남녀별로 성대의 진동이 많고 입을 많이 벌리는 경향이 있으며, 소리를 입술 가까이에서 발생하기보다 성대 쪽으로 혀를 배치하는 경향이 있음을 알 수 있다. 모음  $\bar{u}$ ,  $\wedge$ 은 혀가 안쪽으로 말리는 경향이 있어서 유사한 경향을 보인다고 할 수 있으나, 모음  $i$ ,  $\varepsilon$ ,  $\text{æ}$ 에 대해서는 약간 안쪽으로 혀를 배치하는 경향이 있음을 알 수 있다.

**Table 3.1** Two sample t tests for frequencies, intensity, jitter, and shimmer between non-deaf and deaf students

Non_Deaf - Deaf		Mean	Sd	t	Sig.
F0	Non_Deaf	182.44	52.01	-7.141	.000
	Deaf	213.01	74.88		
F1	Non_Deaf	553.02	152.59	.150	.881
	Deaf	551.52	151.22		
F2	Non_Deaf	1731.93	524.71	-.682	.495
	Deaf	1754.80	486.76		
Intensity (dB)	Non_Deaf	71.76	9.20	-6.343	.000
	Deaf	74.71	3.74		
Jitter (%)	Non_Deaf	1.90	1.24	4.346	.000
	Deaf	1.56	1.13		
Shimmer (dB)	Non_Deaf	0.66	0.32	1.533	.126
	Deaf	0.63	0.34		

**Table 3.2** Descriptive statistics for frequencies F0, F1, and F2

Vowel	Class	Sex	F0		F1		F2	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
i	Non-Deaf	M	140	25	355	47	2115	161
		W	235	23	450	60	2565	202
	Deaf	M	150	49	394	57	2081	252
		W	276	50	457	78	2388	313
ε	Non-Deaf	M	135	25	561	75	1754	140
		W	221	28	658	125	2150	151
	Deaf	M	151	43	499	84	1905	249
		W	262	40	595	128	2032	313
æ	Non-Deaf	M	138	23	572	77	1749	134
		W	224	30	685	148	2137	201
	Deaf	M	157	53	575	223	1882	258
		W	271	46	599	113	2051	308
ū	Non-Deaf	M	144	26	450	178	1224	383
		W	235	35	477	44	1303	314
	Deaf	M	155	53	502	120	1299	399
		W	277	44	500	80	1318	323
^	Non-Deaf	M	139	27	636	96	1116	172
		W	218	32	712	87	1249	151
	Deaf	M	155	46	660	96	1261	259
		W	268	39	734	114	1405	228

### 3.2. 청각장애학생과 비장애학생의 모음별 차이 검정

청각장애학생과 비장애학생들의 영어 발음 시 모음의 발성 차이점을 비교 분석하기 위하여 집단별로 F0 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수에 대한 모음별 다변량 분석을 실시하였다. 청각장애학생과 비장애학생들의 집단별 다변량 분석 결과에서는 유의수준 5% 하에서 집단별로 F0 기본 주파수는 각 모음별로 차이가 없음을 알 수 있었으며, F1, F2 포먼트 주파수에서는 각 모음별로 차이가 있음을 알 수 있었다. 다변량 분석 사후검정 (multiple range test) 결과는 Table 3.3과 Table 3.4에 정리되어 있다.

Table 3.3의 F1 포먼트 주파수 사후검정 결과를 보면 청각장애학생 집단들이 전반적으로 F1 포먼트 주파수 수치가 높음을 알 수 있었으며, 비장애학생 집단인 경우는 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 가 유사한 집단으로 분리됨을 알 수 있었다. Table 3.3을 통해 청각장애학생 집단이 비장애학생 집단보다 모음 발성 시 모음별로 모음의 고저가 명확하게 분리됨을 알 수 있었으며, 비장애학생 집단이나 청각장애학생 집단에서 모음  $i$ ,  $\text{U}$ ,  $\epsilon$ ,  $\text{æ}$ ,  $\wedge$  순으로 고모음에서 저모음 순으로 명확하게 구분됨을 알 수 있었다.

Table 3.4의 집단별 F2 포먼트 주파수 사후검정 결과를 보면 청각장애학생 집단과 비장애학생 집단의 모음  $\wedge$ ,  $\text{U}$ 가 혀의 위치가 안쪽 (후설)으로 유사하게 배치됨을 알 수 있었으며, 모음  $\text{æ}$ 와  $\epsilon$ 는 유사 위치에 배치되나 모음  $\wedge$ ,  $\text{U}$ 와는 혀의 위치가 다름을 알 수 있었다. 모음  $i$ 에 대해서도 다른 모음과는 다르게 혀의 위치가 앞쪽 (전설)에 배치됨을 알 수 있었다. 특히 비장애학생인 경우에는 모음  $\wedge$ 와  $\text{U}$ 를 정확하게 분리해서 혀의 위치를 배치하여 발성하고 있음을 알 수 있었다. 전체적으로 청각장애학생들이 비장애학생들에 비해 F2 포먼트 주파수 수치가 높았으며, 영어 모음 발성 시 혀의 위치를 앞쪽 (전설)에 배치하는 경향이 두드러짐을 알 수 있었다.

Table 3.3 Multiple range test for F1: Non-deaf and deaf groups

Vowel	N	F1 Non Deaf groups				Vowel	N	F1 Deaf groups						
		1	2	3	4			1	2	3	4	5		
$i$	93	400.88				$i$	93	423.41						
$\text{U}$	92		463.77			$\text{U}$	95		501.18					
$\epsilon$	79			609.23		$\epsilon$	78			544.29				
$\text{æ}$	95			627.81		$\text{æ}$	92				587.57			
$\wedge$	93				671.84	$\wedge$	94					697.96		
Sig.		1.000	1.000	.262	1.000	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Table 3.4 Multiple range test for F2: Non-deaf and deaf groups

Vowel	N	F2 Non Deaf groups				Vowel	N	F2 Deaf groups		
		1	2	3	4			1	2	3
$\wedge$	93	1178.73				$\text{U}$	95	1308.56		
$\text{U}$	92		1260.05			$\wedge$	94	1334.43		
$\text{æ}$	95			1940.96		$\epsilon$	78		1968.55	
$\epsilon$	79			1949.73		$\text{æ}$	92		1970.32	
$i$	93				2341.33	$i$	93			2222.71
Sig.		1.000	1.000	.828	1.000	Sig.		.571	.969	1.000

다음으로 청각장애학생과 비장애학생 간의 모음별 발성 차이를 살펴보기 위하여 청각장애학생과 비장애학생으로 그룹으로 나눈 후, 다시 남녀별로 분리하여 발성의 차이점을 분석하고자 한다.

### 3.3. 청각장애학생과 비장애학생의 남녀별 모음 차이 검정

청각장애학생과 비장애학생의 영어 발음 시 모음의 발성 차이점을 비교 분석하기 위하여 청각장애학생과 비장애학생으로 그룹으로 나눈 후, 다시 남녀별로 분리하여 F0 기본 주파수와 F1, F2 포먼트 주파수에 대한 모음별 다변량 분석을 실시하였다. 일반적으로 남성 보다 여성의 주파수가 높은 것으로 알려

져 있다. 그러나 본 논문에서는 남녀 간의 모음별 특징을 살펴보고자 한다. 먼저 비장애 남학생의 다변량 분석 결과에서는 유의수준 5% 하에서 F0 기본 주파수는 각 모음별로 차이가 없음을 알 수 있었으며, F1, F2 포먼트 주파수에서는 각 모음별로 차이가 있음을 알 수 있었다. 청각장애 남학생 집단과 청각장애 여학생 집단에서의 다변량 분석 결과에서도 동일한 결과가 도출되었다. 그러나 비장애 여학생의 다변량 분석 결과에서는 유의수준 5% 하에서 F0 기본 주파수는 각 모음별로 차이가 있다는 결과가 도출되었다. 비장애 여학생의 F0 기본 주파수에 대한 다변량 분석의 사후검정 결과에서는 모음  $\wedge$ ,  $\epsilon$ ,  $\text{æ}$  발성 시 성대의 진동수 수치가 낮은 유사한 그룹으로 분리되었으며, 모음  $\text{U}$ 와  $i$ 의 경우에는 성대의 진동수 수치가 조금 높은 유사한 그룹으로 분리되었다. F1, F2 포먼트 주파수의 사후검정 결과는 Table 3.5에서 Table 3.8에 정리되어 있다.

Table 3.5의 비장애학생들의 F1 포먼트 주파수 사후검정 결과를 보면 비장애 여학생이 비장애 남학생에 비해 전반적으로 F1 포먼트 주파수 수치가 높음을 알 수 있었다. 비장애 남학생이 모음  $i$ ,  $\text{U}$ ,  $\text{æ}$ 를 발성할 때에는 모음의 고저를 명확하게 분리하는 경향이 있으며, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 는 유사한 집단으로 분리됨을 알 수 있었다. 그러나 비장애 여학생인 경우  $i$ 와  $\text{U}$ 를, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 를 유사하게 발성하고 있음을 알 수 있다. Table 3.6의 비장애학생들의 F2 포먼트 주파수 사후검정 결과에서는 비장애 여학생이 비장애 남학생에 비해 전반적으로 F2 포먼트 주파수 수치가 높음, 즉 혀를 앞쪽에 배치 (전설)하는 경향이 있음을 알 수 있었으며, 비장애 남학생은 모음  $i$ ,  $\text{U}$ ,  $\wedge$ 를 발성할 때 혀의 위치를 구분해서 발성하는 경향이 있음을 알 수 있었으며, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 는 유사한 집단으로 분리됨을 알 수 있었다. 이는 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 를 발성할 때 혀를 비슷한 위치에 배치하여 발음하고 있음을 시사하고 있다. 그러나 비장애 여학생인 경우  $i$ 와  $\text{U}$ 를, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 를 유사하게 발성하고 있으며 혀의 위치를 비슷한 위치에 배치하고 있음을 알 수 있었다. 비장애 남학생과 여학생의 F1, F2 포먼트 주파수를 종합적으로 분석해보면 비장애 남학생들이 의식적으로 유사 발성되는 모음을 구분하기 위해 턱과 혀를 사용하고 있음을 알 수 있었다.

Table 3.7의 청각장애학생들의 F1 포먼트 주파수 사후검정 결과를 보면 청각장애 여학생 집단이 청각장애 남학생 집단에 비해 전반적으로 F1 포먼트 주파수 수치가 높음을 알 수 있었으며, 청각장애 여학생이 모음  $i$ ,  $\text{U}$ ,  $\wedge$ 를 발성할 때 모음의 고저를 명확하게 분리하는 경향이 있음을 알 수 있었으며, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 는 유사한 집단으로 분리됨을 알 수 있었다. 그러나 청각장애 남학생의 경우에는 모음  $i$ ,  $\text{æ}$ ,  $\wedge$ 를 분리해서 모음의 고저의 변화를 주고 있으나, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{U}$ 를 유사하게 모음의 고저로 인식하고 있는 경향이 있음을 알 수 있었다. Table 3.8의 청각장애학생들의 F2 포먼트 주파수 사후검정 결과에서는 청각장애 여학생이 청각장애 남학생에 비해 전반적으로 F2 포먼트 주파수 수치가 높음, 즉 혀를 앞쪽에 배치 (전설)하는 경향이 있음을 알 수 있었으며, 청각장애 남학생이 모음  $\wedge$ 와  $\text{U}$ 를 혀의 위치가 뒤쪽 (후설)인 동일 집단으로, 모음  $\text{æ}$ 와  $\epsilon$ 를 동일 집단으로,  $i$ 는 혀의 위치가 앞쪽 (전설)인 다른 집단으로 혀의 위치를 배치하고 있음을 알 수 있으며, 청각장애 여학생은 모음  $\text{U}$ 와  $\wedge$ 를 혀의 위치가 뒤쪽 (후설)인 동일 집단으로, 모음  $\epsilon$ 와  $\text{æ}$ 를 동일 집단으로,  $i$ 는 혀의 위치가 앞쪽 (전설)인 다른 집단으로 혀의 위치를 배치하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 청각장애 남학생과 여학생의 F2 포먼트 주파수의 수치로는 유사모음으로 인식하고 혀의 위치를 배치하고 있으나, 청각장애 여학생이 모음  $\text{U}$ 와  $\text{æ}$ 를 청각장애 남학생에 비해 혀의 위치를 좀 더 앞쪽으로 배치하고 있음을 알 수 있었다.

**Table 3.5** Multiple range test for F1: Non-deaf man and women groups

Vowel	F1 man groups				Vowel	F1 women groups		
	1	2	3	4		1	2	3
$i$	348.93				$i$	449.58		
$\text{U}$		450.02			$\text{U}$	478.13		
$\epsilon$			561.23		$\epsilon$		658.46	
$\text{æ}$			571.81		$\text{æ}$		685.00	685.00
$\wedge$				636.38	$\wedge$			709.67
Sig.	1.000	1.000	.632	1.000	Sig.	.178	.210	.244

**Table 3.6** Multiple range test for F2: Non-deaf man and women groups

Vowel	F2 man groups				Vowel	F2 women groups		
	1	2	3	4		1	2	3
∧	1116.02				∧	1245.62		
ʊ		1224.13			ʊ	1297.58		
æ			1748.63		æ		2137.38	
ε			1754.28		ε		2150.21	
i				2103.16	i			2564.63
Sig.	1.000	1.000	.903	1.000	Sig.	.253	.778	1.000

**Table 3.7** Multiple range test for F1: Deaf man and women groups

Vowel	F1 man groups				Vowel	F1 women groups			
	1	2	3	4		1	2	3	4
i	393.54				i	455.27			
ε		499.36			ʊ		499.90		
ʊ		502.49			ε			589.23	
æ			575.00		æ			599.08	
∧				659.89	∧				734.44
Sig.	1.000	.909	1.000	1.000	Sig.	1.000	1.000	.649	1.000

**Table 3.8** Multiple range test for F2: Deaf man and women groups

Vowel	F2 man groups			Vowel	F2 women groups		
	1	2	3		1	2	3
∧	1260.78			ʊ	1318.29		
ʊ	1298.62			∧	1405.00		
æ		1882.34		ε		2031.82	
ε		1905.28		æ		2050.96	
i			2080.83	i			2374.04
Sig.	.540	.710	1.000	Sig.	.168	.760	1.000

#### 4. 결론

대부분의 영어교재들은 청각 위주의 교재들이 많으며, 시각을 활용한 교재들도 있으나 단어 위주의 그림 카드 형식이 많다. 청각장애학생들을 위한 영어 발성을 학습하기 위해 입안의 모습을 시각적으로 안내해주는 교재는 거의 없는 실정이다. 또한 청각장애학생들의 발성은 언어치료를 통해 교정할 수도 있지만 개인적으로 학습하기 위해서 새로운 단어가 나올 때마다 언어치료실을 방문한다든가 고가의 장비를 구입한다는 것은 현실적으로 힘들다. 국제화 시대에 발맞추어 청각장애학생들의 특징들을 고려한 교육 보조프로그램의 개발이 필요하다. 본 논문에서는 청각장애학생들의 영어 발성의 특징 및 실태를 분석하여 그 특징들을 반영할 수 있는 맞춤형 영어 학습 보조 도구를 개발하기 위한 기초자료를 제시하였다. 청각장애학생들의 영어 발성의 특징으로는 청각장애학생들이 비장애학생들에 비해 상대적으로 기본 주파수와 포먼트 주파수가 높은 것을 알 수 있었다. 청각장애학생들이 비장애학생들에 비해 성대의 진동이 길며 편차가 심하며, 턱을 내리는 경향이 있으며, 혀의 위치도 입안에서 상대적으로 안쪽에 두는 경향이 있음을 알 수 있었다. 또한 모음별로도 발성에 차이가 있음을 알 수 있었다. 본 연구결과는 청각장애학생들의 특징들을 고려한 교육 보조프로그램을 개발 시 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 추가적으로 청각장애학생들의 특징들을 고려한 교육 보조프로그램을 개발 시에는 청각장애학생들이 눈으로 보면서 학습할 수 있게 발성 시 입안의 모습을 눈으로 확인할 수 있는 그림 또는 영상을 함께 삽입하여 준다거나, 학습 영상을 따라할 수 있는 연습 화면 시에는 각각의 음성 특징 값들 또는 그래프(스펙트로그램)를 활용하여 연습 결과를 확인할 수 있도록 정보를 제공하여 준다면 본인들의 발성을 제대로 확인하며 교정할 수 있을 것이다.



## References

- Cho, J. S. (2012). Study on the effectiveness of english-medium class. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 1137-1144.
- Han, D. W. and Kang, M. C. (2012). Study on application of information and communication technology in special education. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 927-937.
- Hong, S. R. (2011). Information communication of english education for hearing impaired: Based on holistic education. *Journal of Holistic Education*, **15**, 133-146.
- Kim, H. J. and Jeong, E. H. (2006). A study of the actual conditions the middle-school english education at special schools for students with hearing impairment according to the 7th national curriculum. *The Journal of Special Children Education*, **8**, 225-250.
- Lee, M. S., Park, C. Y. and Nam, J. H. (2013). Importance of sport emotional intelligence on sports psychological skills and sports emotion among athletes. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **24**, 355-368.
- Lee, S. Y. and Choi, S. K. (2007). The analysis of the current states and developmental plans in english education of hearing impaired elementary schools. *The Journal of Special Children Education*, **9**, 145-164.
- Lee, S. H. and Yun, J. S. (2012). An analysis of domestic research trend relevant to social skills of preschoolers with disabilities in inclusive educational environments. *Korean Council of Physical, Multiple & Health Disabilities*, **55**, 21-45.
- Lim, J. W. and Park, J. R. (2009). A measurement of the English lexical ability of university students with hearing and visual impairments. *Journal of the Korea English Education Society*, **8**, 121-143.
- Park, H. J. and Pi, S. Y. (2013). Study on the K-scale reflecting the confidence of survey responses. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **24**, 41-51.
- Park, J. R., Lee, H. G. and Lim, J. W. (2008). A measurement of the lexical ability of hearing impaired university students. *English Language & Literature Teaching*, **14**, 247-272.
- Yang, B. G. (1998). A study on vowel formant variation by vocal tract modification. *Phonetics and Speech Sciences*, **3**, 83-92.

## Feature analysis of deaf students' English language by frequency<sup>†</sup>

Gun-Min Lee<sup>1</sup> · Hye Jung Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Rehabilitation Engineering, Daegu University

<sup>2</sup>Faculty of Liberal Education, Daegu University

Received 12 June 2014, revised 29 June 2014, accepted 10 July 2014

### Abstract

In this paper, we analyze the characteristics of the English vocalization of deaf students and present the basic data for the development of personalized English learning aid tools that reflect its features. We visited hearing special schools in Seoul and Daegu and recorded English vocalization of the deaf students in order to analyze the characteristics of deaf students' English vocalization. We analyzed the data by Praat program, an professional voice analysis program. The voice features of deaf students' English vocalization were extracted and then compared with those of non-deaf students' English vocalization.

*Keywords:* Deaf vocalization, formant frequency, frequency, Praat program.

---

<sup>†</sup> This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2013S1A5A2A03045751).

<sup>1</sup> Professor, Department of Rehabilitation Engineering, Daegu University, Gyengbuk 712-714, Korea.

<sup>2</sup> Corresponding author: Part-time instructor, Faculty of Liberal Education, Daegu University, Gyengbuk 712-714, Korea. E-mail: hye3255@daum.net