

## 운율경계에 위치한 어두 모음의 성문 특성: 음향적 상관성을 중심으로 Glottal Characteristics of Word-initial Vowels in the Prosodic Boundary: Acoustic Correlates

손 형 숙<sup>1)</sup>

Sohn, Hyang-Sook

### ABSTRACT

This study provides a description of the glottal characteristics of the word-initial low vowels /a, æ/ in terms of a set of acoustic parameters and discusses glottal configuration as their acoustic correlates. Furthermore, it examines the effect of prosodic boundary on the glottal properties of the vowels, seeking an account of the possible role of prosodic structure based on prosodic theory. Acoustic parameters reported to indicate glottal characteristics were obtained from the measurements made directly from the speech spectrum on recordings of Korean and English collected from 45 speakers. They consist of two separate groups of native Korean and native English speakers, each including both male and female speakers. Based on the three acoustic parameters of open quotient (OQ), first-formant bandwidth (B1), and spectral tilt (ST), comparisons were made between the speech of males and females, between the speech of native Korean and native English speakers, and between Korean and English produced by native Korean speakers. Acoustic analysis of the experimental data indicates that some or all glottal parameters play a crucial role in differentiating the speech groups, despite substantial interspeaker variations. Statistical analysis of the Korean data indicates prosodic strengthening with respect to the acoustic parameters B1 and OQ, suggesting acoustic enhancement in terms of the degree of glottal abduction and the glottal closure during a vibratory cycle.

**Keywords:** bandwidth of F1 (B1), glottal parameter, glottal waveform, open quotient (OQ), prosodic domain, prosodic hierarchy, prosodic strengthening, spectral tilt (ST)

### 1. 서론

모음의 조음에서 음원기능(source function)을 하는 성문의 모양과 상태를 규명하기 위해서 성대의 움직임을 관찰하거나, 기류역학(aerodynamics)을 측정하거나, 혹은 성문의 파형을 분석하는 직접적인 방법이 사용되어 왔다(Holmberg et al., 1988; Karlsson, 1990). 그러나 근래에는 모음의 음성 파형에서 배음과 포먼트 간의 진폭의 상대적 차이를 통하여 성문의 상태를 추론하거나 인접 자음의 음성적 특성을 규명하는 연구가 활발히 이루어지고 있다(Klatt and Klatt, 1990; Ni Chasaide and Gobl,

1993; Holmberg et al., 1995; Hanson, 1997; Hanson and Chuang, 1999; Ahn, 2002, 2004, 2009; 박한상, 2007).

이 논문은 이러한 최근 연구의 접근방식을 따라 모음 스펙트럼의 음향음성학적 분석 및 측정을 바탕으로 배음과 포먼트의 진폭의 상대적 크기를 수량화하며, 이를 토대로 개방지수(open quotient), F1대역값(bandwidth of F1) 및 스펙트럼의 기울기(spectral tilt)를 도출한다. 본 연구는 이러한 음향적 매개변수에 근거하여 운율경계에 위치한 어두 모음의 발성에서 성문의 특성을 추론하고자 한다. 음향적 상관관계에 의하여 성문의 특성을 규명함에 있어서 일차적으로 본고는 다음과 같이 매개변수 간, 언어간, 화자 집단간 상관성을 고찰한다: 첫째, 성문과 관련된 음향적 매개변수들 간에 상관관계가 존재하는가? 둘째, 동일 화자에 의하여 발화된 한국어와 영어에서 매개변수 간에 상관관계가 있는가? 또 유의미한 차이가 있는가? 셋째, 성문과 관련된 연구에서 보고된 바와 같이(Klatt and Klatt, 1990; Hanson, 1997; Hanson and Chuang, 1999), 성문의 특성이 남성과 여성

1) 경북대학교 hsohn@knu.ac.kr

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-327-A00594)

접수일자: 2010년 8월 5일

수정일자: 2010년 9월 7일

게재결정: 2010년 9월 9일

화자로 대별되는 뚜렷한 성별 특징을 나타내는가? 넷째, 한국인 화자와 원어민 화자의 발성은 음향적 매개변수에 있어서 차이가 있는가?

또한, 음향적 매개변수에 기초하여 운율위계의 발화(utterance) 단위로부터 억양구(intonational phrase)와 음운구(phonological phrase)에 이르는 운율단위 시작 경계의 어두 모음에 대하여 음원기능을 하는 성문의 특성을 운율단위별로 조사한다. 이를 통하여 자음의 강화 현상에서 보고된 바와 동일한 방식으로, 모음도 운율단위에 비례하여 음성적 특성이 일관성 있게 누적되는지를 고찰한다. 아울러, 음향적 매개변수의 운율단위별 추이를 통하여 화자 집단별 성문의 특성을 설명한다.

이러한 연구 과제를 위한 실험에 대하여 상술하기에 앞서 성문의 음향적 특질과 운율단위별 강화 현상에 관한 선행 연구에 대하여 개략적으로 검토하기로 한다.

### 1.1 성문의 음향적 특성

모음의 조음에 나타난 성문의 특성을 규명하는 근래의 연구들은 성문과 관련된 음성분석 결과를 음성 합성에 이용할 수 있도록 음원기능의 특성을 매개변수화하며, 수치화된 매개변수에 기반하여 이론적 모델을 개발하는데 역점을 두고 있다. 성문의 매개변수를 추출하기 위해서 초기에는 역필터링(inverse filtering)을 통하여 성문파형(glottal waveform)의 스펙트럼을 분석하였으나, Gobl and Ni Chasaide (1988)는 성문파형뿐만 아니라 모음의 스펙트럼을 분석 대상으로 삼았는데, 이는 모음 파형의 음향음성학적 분석 결과와 성문의 특성간의 상관관계를 규명하기 위한 시도였다. 그런데 역필터링은 음원의 특성을 기술하기 위해서 흔히 이용되는 방법이지만 실험상의 외적 오류에 민감하다는 문제점이 제기되었다(Holmberg et al., 1995). 또한 성문의 움직임에 관찰하거나 기류역학적 측정을 수행하는 직접적인 조사 방법은 성대 자체에 영향을 미치지 않을 수 없다는 지적이 있었다(Hanson 1997). 이에, Hanson (1997)과 Hanson and Chuang (1999)는 역필터링 과정을 거치지 않고 모음의 스펙트럼을 분석하여 여기서 성문의 음향적 파형과 성문의 상태를 추론함으로써 성문의 음원기능을 분석하였다. 이러한 연구는 음향적 매개변수와 성문의 조절 방식간의 상관관계를 밝히는 데 주력함으로써 발성유형의 성별 특징 및 개인별 편차를 설명할 수 있는 준거를 마련하였다.

본고는 매개변수에 기반한 Hanson (1997)과 Hanson and Chuang (1999)의 모델을 바탕으로, 제1배음(H1), 제2배음(H2) 및 F1과 F3의 진폭을 측정하며 이들 간의 상대적 차이에 의해서 성문의 개방지수, F1대역값, 그리고 스펙트럼의 기울기와 같은 음향적 매개변수를 도출한다. 각 매개변수에 의하여 도출되는 성문의 특성은 다음과 같다.

2) 여기서 F1과 F3의 진폭이란 스펙트럼 분석에서 해당 포먼트의 영역 안에서 가장 강한 배음의 진폭을 말한다.

#### (1) 개방지수 (Open quotient: OQ)

발성유형의 특성을 나타내는 매개변수로서 중요한 역할을 하는 개방지수(OQ)란 개방단계와 폐쇄단계로 이루어진 성문파형의 한 주기를 기준으로 개방단계가 차지하는 비율을 가리킨다. 이를 추론하는 매개변수가 제1배음(H1)과 제2배음(H2)의 진폭의 상대적 차이, 즉 H1-H2의 값이다. H1과 H2 간의 상대적 차이로 표시되는 개방지수는 파형의 주기에서 성문이 열려있는 비율을 나타낸다. 성문의 개방비율이 높으면 H1의 진폭이 H2의 진폭보다 크므로, 개방지수가 양수로 나타나는데, 이는 기식발성(breathy voice)의 특성을 나타낸다. 반면에, 성문의 개방비율이 낮으면 H1의 진폭보다 H2의 진폭이 크므로 개방지수는 음수로 나타나며, 이는 발성유형 가운데 교착발성(creaky voice)의 특질을 나타낸다.

#### (2) F1대역값 (Bandwidth of F1: B1)

성도에서 뿐만 아니라, 성문의 조절 방식에 따라서 성문에서도 음향적 손실이 발생하는데, 이는 저주파수의 포먼트의 대역값(bandwidth)에 영향을 미친다. 성문의 음향적 손실을 추론하는 매개변수로서 제1포먼트의 대역값(B1)은 제1배음의 진폭(H1)과 제1포먼트 영역 안에서 가장 강한 배음의 진폭(A1) 간의 상대적 차이로서 H1-A1을 통하여 구한 값이다. 이 매개변수는 F1의 진폭과 관련이 있는데, 음향적 손실이 클수록 F1의 진폭인 A1이 감소하므로, 주어진 H1에 대비하여 F1대역값인 B1은 증가한다. 이때 F1대역값이 H1-A1값에 비례하는 상관관계를 보이므로, B1의 증가는 성문에서 발생하는 음향적 손실의 증대를 시사하며, 이는 성대 진동주기 동안에 성문이 완전히 닫히지 않는 정도와 관련이 있다(Klatt and Klatt, 1990; Hanson, 1997; Hanson and Chuang, 1999). 진동주기 동안 내내 성문이 닫히지 않는 "성문틈(glottal chink)"이 생기면 음향 에너지의 손실로 인해서 F1의 진폭이 낮아지고, 이는 결국 주어진 H1에 대비하여 B1의 증가로 이어진다.

#### (3) 스펙트럼의 기울기 (Spectral tilt: ST)

발성에 영향을 미치는 또 다른 요소로 스펙트럼에서 고주파수의 진폭의 감소 정도를 측정할 수 있는데, 이는 제1배음의 진폭(H1)과 제3포먼트의 진폭(A3) 간의 상대적 차이, 즉 H1-A3를 통하여 구한 값으로서 스펙트럼의 기울기(ST)를 나타내는 척도가 된다. 이 매개변수는 성문파형의 진동주기에서 폐쇄단계에 대한 성문의 상태를 반영한다. A1과 마찬가지로 음향적 손실이 클수록 F3의 진폭인 A3가 감소하므로, 주어진 H1에 대비하여 스펙트럼의 기울기인 ST는 증가한다. ST는 주로 성대가 닫히는 속도 및 방식을 반영한다. 폐쇄단계에서 성문이 일시에 닫히지 못하고 성대의 막을 따라 점진적으로 서서히 닫히면 음성 에너지의 손실이 발생하여 고주파수대의 진폭이 낮아지므로 스펙트럼의 기울기가 가파르게 하강한다. 또한, 성문의 외전이 증대되거나 성문틈이 지속되면 F1의 진폭이 급격히 낮아져서 F1대역값인 B1이 증가하듯이, 모음의 스펙트럼에서 고주파수의 진폭

도 급격히 감소한다(Gobl and Ni Chasaide, 1988; Hanson, 1997; Hanson and Chuang, 1999). 성문틈이 지속적으로 유지되면 B1의 증가뿐만 아니라 ST의 증가를 초래하는데, 이는 성문의 외전이 심화될 경우에도 성문이 한꺼번에 닫히지 못하고 성대의 막을 따라 서서히 닫히기 때문이다.

성문과 관련된 음향적 매개변수에 대한 선행연구에 의하면(Klatt and Klatt, 1990; Hanson, 1997; Hanson and Chuang, 1999), 성문의 특성은 성별 구분이 뚜렷하며, 여성은 남성에 비하여 기식성 소음이 심하여 OQ가 높고, 낮은 포먼트의 대역값이 증가하여 B1이 높으며, 스펙트럼이 급격한 경사를 이루며 하강하여 ST가 높게 나타나는 발성의 특징을 가지고 있다. 본고는 이러한 매개변수를 통하여 성문과형의 개방비율, 폐쇄단계에서 성문의 모양, 성문의 조절 양상 등 발성 유형에 따른 성문의 특성을 설명하고, 나아가 한국어와 영어의 조음에 나타난 성문과형 관련 매개변수 간의 상관관계를 고찰하고자 한다.

### 1.2 운율단위별 강화

음운 현상의 적용이 단어보다 작은 단위의 음절 및 음보에서부터 발화에 이르기까지 운율단위에 따라 결정된다는 운율음운론(prosodic phonology: Selkirk 1986 및 그 이후의 연구)은 크게 두 가지의 서로 연동된 논지를 표방한다. 하나는 각 운율단위의 중간 지점보다는 오른쪽이나 왼쪽 가장자리에서 조음과 관련된 음성적 강화(strengthening) 현상이 나타난다는 가장자리 효과(edge effect)이다. 운율단위 중간의 비경계지점에서 발생하는 음성적 과소실현(undershoot)과는 대조적으로, 운율단위의 시작(혹은 끝) 경계 지점에서 음성적으로 과대실현(overshoot) 되는 강화(domain-initial strengthening) 현상은 가장자리 효과의 전형적인 예이다(3). 음성적으로 강화되는 분절음의 조음에는 더 많은 조음 비용이 소요되므로 분절음의 약화나 동시조음(coarticulation)에 저항하는 특성을 가지고 있다(Fougeron and Keating, 1997; Kim, 2001; Cho, 2004, 2005). 이러한 특성은 음운적 범주의 시작 경계지점이 내재적으로 가지고 있는 특징위치 돌출됨(positional prominence)과 일맥상통하는 조음적 강화 현상이다.

운율음운론의 주요 논지 가운데 다른 하나는 운율단위의 경계 지점을 기준으로 하는 음성적 현상이 운율위계(prosodic hierarchy)에 따라 차등적으로 강화되는 운율단위별 강화(prosodic strengthening) 현상이다. 이는 조음적 가장자리 효과가 운율단위별로 누적(cumulative) 되어 강화되는 정도에 있어서 운율단위 간에 차등화가 발생함을 의미한다. 운율단위별 강화에 대한 연구들은 주로 VOT나 지속시간의 증감(Pierrehumbert and Talkin, 1992;

Jun, 1993, 1998; Cho and McQueen, 2005), 지속시간의 증대에 따른 장음화(Wightman et al., 1992; Shattuck-Hufnagel and Turk, 1998; Turk, 1999; Turk and Shattuck-Hufnagel, 2000; Kuzla et al., 2007), 혹은 구강 협착의 척도로서 EPG를 통하여 관찰되는 경구개에 닿는 혀의 접촉 면적(linguopalatal area)의 증대(Fougeron and Keating, 1997; Cho and Keating, 2001; Fougeron, 2001; Kim, 2001; Keating et al., 2003), 후두 조음동작의 시공간에 의한 양적, 질적 강화(Pierrehumbert and Talkin, 1992; Dilley et al., 1996; Redi and Shattuck-Hufnagel, 2001; Kuzla et al., 2007), 그리고 조음시 성문의 개방지수(Yoon, 2003)와 같은 음성적 강화 현상을 통하여 논의되었다.

그러나 이러한 운율음운론의 실험적 논증에도 불구하고, 개별 언어의 운율단위별 음성 현상에 관한 연구 결과에 의하면, 엄격층위가설(Strict Layer Hypothesis: Selkirk 1986)에 의하여 표방되는 바와 같이 운율위계에 따라 음성적 강화 현상이 반드시 누적적으로 차등화되는 것은 아니다(Byrd, 1994; Fougeron, 2001; Kim, 2001; Keating et al., 2003; Cho, 2005). 즉, 운율단위가 높을수록 음성적 강화 현상이 관찰되는 경향이 두드러지지만, 이러한 경향이 모든 운율단위에 대하여 누적적으로 나타나는 것은 아니다. 이에, 본 연구는 U, IP, PP의 세 운율단위의 시작 경계지점에서 어두 모음의 발성에 반영된 성문 관련 매개변수 OQ, B1, ST를 도출하여, 운율위계에 따라 매개변수에 의한 음성적 강화가 실현되는지를 고찰한다. 아울러, 각 매개변수의 운율단위별 추이를 토대로 성문의 상태에 대한 특성 및 화자 집단간 차이점을 설명한다.

본 연구는 Selkirk (1986)의 운율위계에 의거하여 다음과 같은 운율 구조를 가정한다.

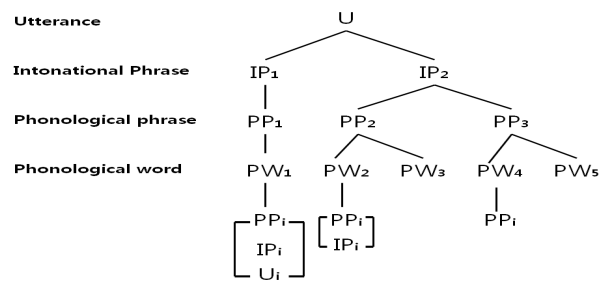


그림 1. 운율 구조

(1)의 운율 구조에서 발화(U) 단위는 억양구(IP)를 지배하고 IP는 음운구(PP)를 지배하며 PP는 음운단어(PW)를 지배한다. PW1의 어두 분절음은 어두인 동시에 운율단위 PP의 첫 분절음으로서 PPi이며, 또 IP의 첫 분절음으로서 IPi이며, 나아가 U의 첫 분절음으로서 Ui이다. PW2의 어두 분절음은 어두인 동시에 운율단위 PP2의 첫 분절음으로서 PPi이며, IP2의 첫 분절음으로서 IPi이지만, Ui는 아니다. PW4의 어두 분절음은 어두인 동시에 운율단위 PP3의 첫 분절음으로서 PPi이지만, IPi도 아니고 Ui도 아니다.

3) 어두 강화 현상에 대한 연구로 한국어에 대해서는 Jun (1993, 1998), Cho and Keating (2001), Kim (2001), Keating et al. (2003), Jang (2009), 영어에 대해서는 Wightman et al. (1992), Fougeron and Keating (1997), Shattuck-Hufnagel and Turk (1998), Turk (1999), 불어에 대해서는 Fougeron (2001), Keating et al. (2003), 독일어에 대해서는 Kuzla et al. (2007)을 보라.

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험자료와 피실험자

실험자료는 한국어와 영어로 구성하였으며, ToBI 체계에서 1부터 4에 이르는 휴지지수(break index: BI)의 네 가지 유형을 모두 포함한 문장 각 4개씩, 모두 8개의 문장을 사용하였다. 운율경계는 휴지 간격에 따라  $U_i$ (BI가 4인 경우),  $IPI$ (BI가 3인 경우),  $PPi$ (BI가 2인 경우),  $PPm$ (BI가 1인 경우)으로 분류하였다. 그러나 실험에서 분석 대상으로 채택한 어두 모음의 운율단위는  $U_i$ ,  $IPI$ ,  $PPi$ 의 세 단위이다. 영어의 실험자료는 "After Alex, Adam actually asked accurately."를, 그리고 한국어의 실험자료는 "앞으로는 아들이 아파도 아예 알리지 마라."를 기본 문장으로 삼았다. 한국어의 경우 자유어순(scrambling)과 휴지의 위치를 통하여 단어 배열을 조정하고, 영어의 경우에는 부사의 위치를 재배치하여, 다양한 운율단위를 포함한 문장을 각기 네 개씩 실험자료로 구성하였다. 이러한 어순 조정을 통하여 동일한 단어라 하더라도 운율경계가 문장마다 각기 다르게 나타나도록 하였다.

운율단위의 시작 경계지점에서 성문과 관련된 음향적 매개 변수의 강화가 일어나는지를 살펴보기 위해서, 한국어 문장은 각 단어가 /아/로 시작하는 낱말을 사용하였고, 영어 문장은 각 단어가 미국영어의 /æ/로 시작하는 낱말을 사용하였다. 실험대상 단어의 어두 모음을 저모음으로 제한한 것은 저모음의 F1이 H1과 H2보다 높게 나타나는 속성을 이용하여 F1이 첫 두 배음의 진폭에 영향을 미치는 것을 최소화하기 위해서이다(Hanson, 1997). 초분절적인 요소를 통제하기 위해서 영어 단어는 어두 모음에 제1강세가 오는 단어를 선택한 반면, 한국어는 경상 방언에서 어두 모음에 고정조(H tone)가 오는 단어를 선택하였다. 비교 대상이 되는  $U_i$ ,  $IPI$ ,  $PPi$ 의 세 운율단위에 모두 나타나는 단어는 한국어와 영어의 실험문장에 각각 2개씩 분포되어 있는데, 이들은 한국어의 "앞으로는"과 "아들이", 그리고 영어의 "actually"와 "after"이다<sup>4)</sup>.

실험은 한국인 남성 화자 12명과 여성 화자 15명으로 모두 27명, 영어 원어민 남성 화자 10명과 여성 화자 10명으로 모두 20명, 합하여 총 47명을 대상으로 실시하였다. 이들은 언어 발화와 관련하여 어떠한 장애나 병력을 가지고 있지 않은 화자들로서, 원어민은 미국 영어를 구사하는 대졸이상의 20대 화자이며 한국인 화자는 대구지역의 경상방언을 구사하는 K 대학의 20대 대학생들로 구성하였다<sup>5)</sup>. 피실험자 가운데 영어 원어민 여성 화자 1명과 한국인 남성 화자 1명은 녹음된 발화가 음성 분석에 부적절하다고 판단하여 분석에서 제외하였으므로, 실험

에 참여한 전체 피실험자수는 45명이었다. 실험 자료로 수집된 단어는 한국어의 경우 2 단어 \* 3 운율단위 \* 26명으로 156 단어이며, 영어의 경우에는 2 단어 \* 3 운율단위 \* 45명으로 270 단어로서, 합하여 총 426 단어가 분석 대상이었다.

### 2.2 녹음 및 측정

녹음은 피험자들에게 평상시 대화하듯이 영어 문장과 한국어 문장을 발화하도록 요청하였으며, 연습 발화를 통하여 발화에 익숙해지도록 하였다. 영어 원어민 화자는 영어 자료를만 발화하였지만, 한국어 화자는 한국어와 영어 자료를 모두 발화하였는데, 실험 문장마다 각각 세 번씩 발화하도록 하여 그 중에서 가장 자연스럽게 발화된 문장을 선정하여 분석 대상으로 삼았다. 녹음은 조용한 방에서 소니사의 PCM D-50 녹음기를 이용하여 44,000Hz, 16bit의 sampling rate로 Stereo 타입의 wav 파일로 녹음하였다. 녹음된 파일은 소니사의 SoundForge8.0 프로그램을 이용하여 Mono타입의 wav 파일로 변환하였으며, 변환한 음성파일은 음성분석 프로그램인 Praat 5.1.07을 이용하여 분석하였다.

모음의 파형을 분석하여 스펙트럼에서 H1, H2, F1, F3의 진폭을 측정하였는데, 스크립트를 작성하여 분석에 이용하였다<sup>6)</sup>. 측정구간은 어두 모음의 포먼트가 F1부터 F4까지 비교적 선명하게 나타난 지점을 시작 지점으로 잡고, 모음에 후행하는 자음이 시작되기 전 모음의 F1부터 F4가 비교적 선명하게 나타난 지점을 모음 구간의 끝으로 잡았다. 모음의 시작 지점으로부터 전체 지속시간의 1/2 지점에 이르는 구간의 평균 배음값과 포먼트값으로 H1, H2, F1, F3의 진폭을 측정하였다. 협대역스펙트럼 조각(spectrum narrowband)에서 첫번째와 두번째 배음값 H1과 H2의 주파수를 확인하였고, 광대역스펙트럼 조각(spectrum wideband)에서 F1과 F3의 주파수를 확인하였다. 스펙트럼에서 해당 주파수의 H1, H2, F1, F3에 대하여 진폭을 측정하여, 이 값들을 모두 데이터베이스화 하였다.

아래 그림은 스펙트럼에서 H1, H2, A1, A3 값의 측정을 예시한 것이다.

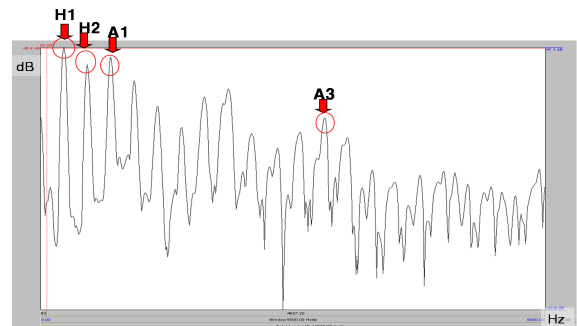


그림 2. H1, H2, A1, A3의 측정

4) 실험단어의 구체적인 분포 및 실험에 사용된 한국어와 영어의 문장은 부록을 참조하라.

5) 한국인 화자의 영어 능력은 피실험자 선정에서 특별히 고려 사항이 아니었지만 대개 대학 영어의 중급 이상이다.

본 연구에 이용된 분석 항목은 첫번째 배음 H1의 진폭과 두번째 배음 H2의 진폭을 비교한 H1-H2 값, 첫번째 배음 H1의 진

6) 스크립트를 작성해 준 양병곤 교수에게 깊이 감사한다.

폭과 제1포먼트의 진폭을 비교한 H1-A1 값, 첫번째 배음 H1의 진폭과 제3포먼트의 진폭을 비교한 H1-A3 값이며, 이 매개변수들은 음성 분석에서 측정된 H1, H2, A1, A3의 측정치로부터 통계처리를 통하여 구한 값이다.

통계처리는 SPSS ver. 14.0을 사용하였다. 운율단위별 비교 분석은 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 이용하였고, 남성 화자와 여성 화자 간의 비교와 한국인과 원어민 화자 간의 비교는 독립표본 T-검정(independent t-test)을 실시하였으며, 한국인 화자가 발화한 한국어와 영어의 비교는 대응표본 T-검정(paired t-test)을 실시하였다.

### 3. 결과 분석

#### 3.1 매개변수의 운율단위별 분석

##### 3.1.1 개방지수

개방지수(OQ)는 스펙트럼에서 측정된 H1과 H2값의 상대적 차이를 말한다. 원어민 남성과 여성, 한국인 남성과 여성 화자의 네 집단으로 나누어 영어 발화에 나타난 운율단위별 OQ를 나타내면 아래 <표1>과 같다.

표 1. 영어의 운율단위별 OQ

구분	운율단위	N	평균	표준편차	범위	최소값	최대값
원어민 남성	U	10	-4.07	3.57	9.75	-8.45	1.30
	IP	10	-2.78	2.91	9.90	-7.15	2.75
	PP	10	-3.09	4.64	14.35	-9.25	5.10
원어민 여성	U	9	1.99	5.98	15.65	-5.60	10.05
	IP	9	0.98	3.77	11.25	-4.10	7.15
	PP	9	0.67	3.78	11.25	-5.10	6.15
한국인 남성	U	11	-0.55	3.15	10.50	-6.50	4.00
	IP	11	-0.83	2.80	7.90	-4.90	3.00
	PP	11	-1.04	2.61	7.85	-4.95	2.90
한국인 여성	U	15	2.90	2.34	8.00	-0.30	7.70
	IP	15	2.61	2.42	9.75	-1.30	8.45
	PP	15	2.97	1.76	6.15	0.10	6.25

모든 운율단위에 대하여 여성은 양수, 남성은 음수로서 여성 화자의 OQ가 남성 화자보다 높다. 또, 여성과 남성 화자에서 모두 한국인의 OQ가 원어민의 OQ보다 높게 나타났다. 원어민 여성 화자 집단은 다른 집단에 비하여 상대적으로 표준편차가 큰데, 이는 화자 간 개인별 편차가 크다는 것을 보여준다.

원어민과 한국인이 발화한 영어의 OQ 평균값을 성별로 구분하여 운율단위별로 나타내면 각각 아래의 <그림3>, <그림4>와 같다.

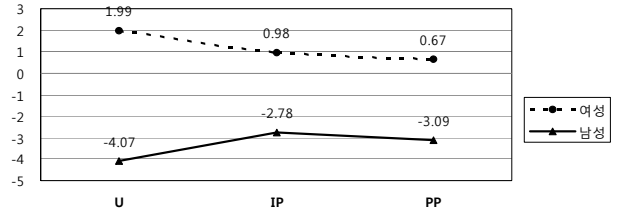


그림 3. 원어민이 발화한 영어에서 OQ의 운율단위별 평균값

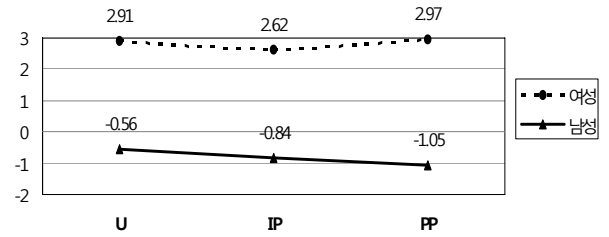


그림 4. 한국인이 발화한 영어에서 OQ의 운율단위별 평균값

원어민 남성과 여성, 한국인 남성과 여성의 네 집단에서 모두 매개변수 OQ에 대한 운율단위별 평균값은 미미한 차이를 나타내며, OQ의 최대값과 최소값이 실현된 운율단위는 집단별로 다르다. 그러나 원어민 여성과 한국인 남성 집단은 U와 PP 단위에서 각각 최대값과 최소값이 실현되는 공통점을 가지고 있다.

성문과형의 진동주기에서 개방단계의 비율이 운율단위별로 차이가 있는지를 분석하기 위하여 OQ를 종속변수로, 운율단위를 독립변수로 하여 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 그 결과, 네 집단에서 모두 OQ는 U, IP, PP의 운율단위 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다: 원어민 남성( $F(2, 7)=0.875, p=0.434$ ), 원어민 여성( $F(2, 6)=0.784, p=0.473$ ), 한국인 남성( $F(2, 8)=0.789, p=0.468$ ), 한국인 여성( $F(2, 12)=0.174, p=0.841$ ).

아래 <표2>는 한국인 남성과 여성 화자가 발화한 한국어의 OQ를 운율단위별로 제시한 것이며, <그림5>는 이를 그래프로 나타낸 것이다.

표 2. 한국어의 운율단위별 OQ

구분	운율단위	N	평균	표준편차	범위	최소값	최대값
한국인 남성	U	11	0.22	2.69	8.00	-4.10	3.90
	IP	11	-1.00	2.87	8.15	-5.15	3.00
	PP	11	-1.02	1.96	6.25	-4.20	2.05
한국인 여성	U	15	3.69	3.69	11.35	-2.15	9.20
	IP	15	2.88	3.20	11.80	-4.15	7.65
	PP	15	1.59	2.12	6.40	-2.10	4.30

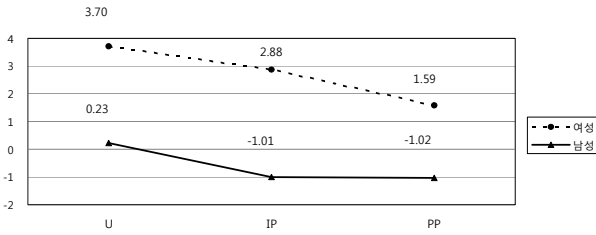


그림 5. 한국어에서 OQ의 운율단위별 평균값

영어 발화와 마찬가지로, 한국어 발화에서도 여성 화자의 OQ가 남성 화자보다 높으며, 화자간 개인별 편차도 남성보다 여성이 더 크다. 운율위계에서 U와 PP 단위를 비교하면, 한국어 화자는 한국어 발화에서 운율단위가 낮아짐에 따라 OQ가 감소하는데, 이는 한국인 남성과 원어민 여성의 영어 발화에 나타난 OQ의 증감 패턴과 유사하다.

한국인 남성과 여성 집단이 발화한 한국어에서 OQ가 운율단위 간에 차이가 있는지를 분석하기 위하여 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 남성화자는 OQ에서 운율단위 간에 차이가 없으나(F(2, 8)=2.838, p=0.082), 여성화자는 U, IP, PP의 운율단위 간에 OQ에 차이가 있는 것으로 나타났다(F(2, 12)=6.169, p=0.006). 그렇다면 한국인 여성이 발화한 한국어에서 OQ가 어느 운율단위 간에 차이가 있는지를 분석하기 위하여 대응비교에 의한 T-검정을 실시하였다. 대응 T-검정 결과, 한국인 여성 화자의 한국어 발화에서 U와 IP 사이에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났지만(t=1.488, p=0.159), IP와 PP 및 U와 PP 사이에는 모두 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다: IP와 PP (t=2.312, p=0.037), U와 PP(t=3.022, p=0.009).

OQ에 관한 분석 결과를 요약하면, 영어 발화의 경우 OQ에서 운율단위별로 유의미한 차이를 나타낸 집단은 없었다. 그러나 한국어 발화의 경우, 한국인 남성 집단은 세 운율단위에서 OQ에 유의미한 차이가 없는 반면, 한국인 여성 집단은 IP와 PP 및 U와 PP 단위 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다: U=IP>PP.

3.1.2 F1대역값

F1대역값(B1)은 스펙트럼에서 측정된 H1과 A1값의 차이를 지수화한 것이다. 네 집단의 영어 발화에 나타난 B1의 지수를 운율단위별로 제시하면 아래와 같다.

표 3. 영어의 운율단위별 B1

구분	운율단위	N	평균	표준편차	범위	최소값	최대값
원어민 남성	U	10	-10.78	1.94	5.80	-13.30	-7.50
	IP	10	-10.37	4.62	14.25	-19.45	-5.20
	PP	10	-11.63	4.85	14.05	-18.40	-4.35
원어민 여성	U	9	-8.18	8.05	20.85	-20.25	0.60
	IP	9	-7.03	6.65	20.45	-19.65	0.80
	PP	9	-6.32	6.60	21.55	-18.05	3.50
한국인 남성	U	11	-4.59	5.07	18.35	-13.60	4.75
	IP	11	-2.98	5.93	21.10	-9.90	11.20
	PP	11	-3.65	5.42	17.90	-10.35	7.55
한국인 여성	U	15	-1.83	4.36	15.20	-9.25	5.95
	IP	15	-1.88	5.97	23.50	-10.05	13.45
	PP	15	-1.53	4.52	16.15	-6.85	9.30

모든 운율단위에 대하여 여성의 B1이 남성보다 높고, 또 여성과 남성에서 모두 한국인의 B1이 원어민보다 높게 나타났는데, 이러한 집단 간 비교 결과는 매개변수 OQ와 동일하다. 원어민 여성 집단은 표준편차가 매우 큰 것으로 보아 개인별 편차가 심한 것으로 해석되는데, 이 집단은 OQ에서도 개인별 편차가 큰 것으로 나타났다.

원어민과 한국인이 발화한 영어에서 B1의 평균값을 성별로 구분하여 운율단위별로 나타내면 각각 아래의 <그림6>, <그림7>과 같다.

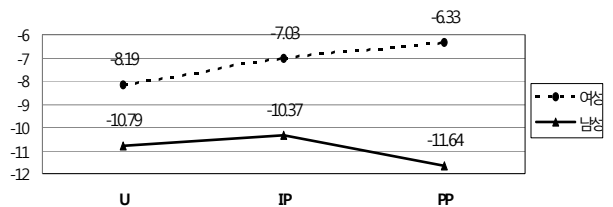


그림 6. 원어민이 발화한 영어에서 B1의 운율단위별 평균값

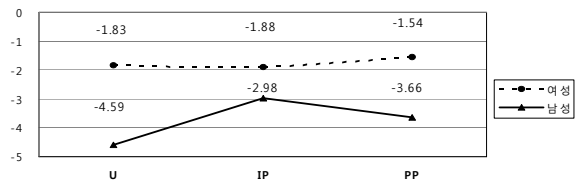


그림 7. 한국인이 발화한 영어에서 B1의 운율단위별 평균값

B1의 운율단위별 증감 패턴은 남성 화자와 여성 화자로 대별된다. 원어민과 한국인 남성 화자의 경우 IP 단위에서 B1이 가장 높게 나타난 반면, 원어민과 한국인 여성 화자의 경우에는 운율단위가 낮을수록 B1이 점차 증가한다. U와 PP 단위를 대비하면, 원어민 남성을 제외한 모든 집단에서 U보다 PP 단위에서 B1이 더 높게 나타났다.

성문과형에서 B1이 운율단위 간에 차이가 있는지를 분석하기 위해서 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과, 원어민과 한국인의 남성과 여성 화자의 네 집단에서 모두 B1은 U, IP, PP의 운율단위 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 원어민 남성(F(2, 7)=0.402, p=0.675), 원어민 여성(F(2, 6)=0.942, p=0.410), 한국인 남성(F(2, 8)=1.564, p=0.234), 한국인 여성(F(2, 12)=0.075, p=0.928).

아래 <표4>는 한국인 남성과 여성 화자가 발화한 한국어의 B1을 운율단위별로 제시한 것이며, <그림8>은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

표 4. 한국어의 운율단위별 B1

구분	운율단위	N	평균	표준편차	범위	최소값	최대값
한국인 남성	U	11	-5.36	4.02	15.05	-12.85	2.20
	IP	11	-4.74	4.16	12.75	-12.10	0.65
	PP	11	-8.34	4.78	14.75	-15.80	-1.05
한국인 여성	U	15	-4.20	4.98	16.90	-14.05	2.85
	IP	15	-5.73	4.79	16.80	-13.75	3.05
	PP	15	-7.11	3.43	10.80	-12.25	-1.45

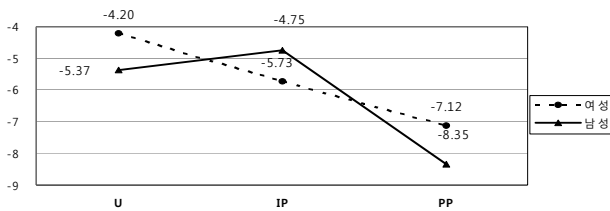


그림 8. 한국어에서 B1의 운율단위별 평균값

한국인 남성의 한국어 발화에서 B1은 동일 화자 집단의 영어 발화와 마찬가지로 IP 단위에서 가장 높게 나타났다. U와 PP 단위를 대비할 때, 한국어 발화에서는 남성과 여성 집단에서 모두 운율위계에서 단위가 낮아짐에 따라 B1도 감소하는데, 이는 한국인 화자가 발화한 영어의 B1과는 상반된 패턴이다.

한국어 발화에서 B1이 운율단위별로 차이가 있는지를 분석하기 위하여 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 한국인 남성과 여성 화자의 두 집단에서 모두 B1은 U, IP, PP의 운율단위 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한국인 남성(F(2, 8)=5.418 p=0.013), 한국인 여성 (F(2, 12)=6.872, p=0.004). 이에, 한국인 남성과 여성 화자가 발화한 한국어에서 B1이 어느 운율단위에서 차이가 있는지를 분석하기 위하여 대응비교에 의한 T-검정을 실시하였다. 한국인 남성의 한국어 발화에 대한 대응 T-검정 결과, U와 IP 단위 간에는 B1이 유의미한 차이가 없지만 (t=-0.822, p=0.430), U와 PP 단위, IP와 PP 단위 간에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. U와 PP 단위 (t=2.281, p=0.046), IP와 PP단위(t=2.667, p=0.024). 반면, 한국인 여성의 한국어 발화에 대한 대응 T-검정에서 B1은 U와 IP 단위, IP와

PP 단위 간에는 유의미한 차이가 없으나 (U와 IP 단위(t=2.044, p=0.060), IP와 PP 단위(t=1.551, p=0.143), U와 PP단위 간에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(t=4.131, p=0.001).

B1에 관한 분석 결과를 요약하면, 영어 발화에서 B1에 대하여 운율단위별로 유의미한 차이를 보인 집단은 없었다. 그러나 한국어 발화에서는 운율단위별로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났는데, 한국인 남성의 한국어 발화에서 매개변수 B1은 U와 IP 단위가 PP 단위에 비하여 유의미한 차이가 있고, 한국인 여성에서는 U 단위만 PP 단위에 비하여 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이를 개략적으로 도식화하면, 남성 집단에서는 U=IP>PP로, 여성 집단에서는 U=IP, IP=PP, U>PP로 나타낼 수 있다.

3.1.3 스펙트럼의 기울기

스펙트럼의 기울기(ST)는 스펙트럼에서 측정된 H1과 A3값의 상대적 차이를 지수화한 것이다. 원어민 남성과 여성, 한국인 남성과 여성 화자의 네 집단의 영어 발화에 나타난 ST의 지수를 운율단위별로 제시하면 아래와 같다.

표 5. 영어의 운율단위별 ST

구분	운율단위	N	평균	표준편차	범위	최소값	최대값
원어민 남성	U	10	5.90	6.13	22.45	-6.80	15.65
	IP	10	7.50	7.28	18.75	-1.90	16.85
	PP	10	6.35	7.45	23.35	-5.80	17.55
원어민 여성	U	9	8.25	9.15	30.90	-5.95	24.95
	IP	9	9.44	8.73	28.95	-4.70	24.25
	PP	9	9.38	7.92	23.80	-2.80	21.00
한국인 남성	U	11	16.48	7.82	20.40	3.95	24.35
	IP	11	14.18	6.35	18.25	4.70	22.95
	PP	11	17.10	8.21	26.00	2.20	28.20
한국인 여성	U	15	19.73	6.07	17.20	9.20	26.40
	IP	15	19.00	7.82	26.65	5.15	31.80
	PP	15	20.46	6.17	20.90	11.05	31.95

모든 운율단위에 대하여 남성에 비하여 여성의 ST가 높고, 또 원어민 화자에 비하여 한국인 화자의 ST가 두 배 정도 높게 나타났다. 이러한 남성과 여성 화자 간의 차이 및 원어민과 한국인 화자 간의 차이는 앞 절에서 OQ와 B1에서도 관찰된 바, 모든 매개변수에 대하여 공통적인 특성으로 나타났다. OQ와 B1에서 표준편차가 가장 큰 집단인 원어민 여성 집단은 ST에서도 다른 집단에 비하여 표준편차가 비교적 크게 나타났다.

원어민과 한국인이 발화한 영어의 ST 평균값을 성별로 구분하여 운율단위별로 나타내면 각각 아래의 <그림9>, <그림10>과 같다.

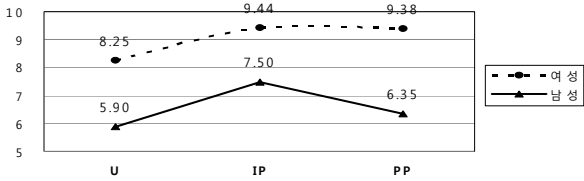


그림 9. 원어민이 발화한 영어에서 ST의 운율단위별 평균값

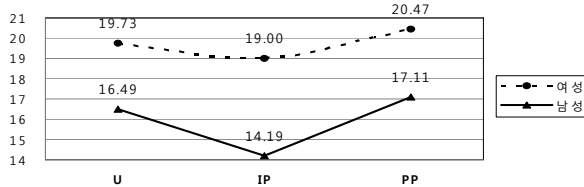


그림 10. 한국인이 발화한 영어에서 ST의 운율단위별 평균값

원어민 화자 집단은 IP 단위에서 ST 평균값이 가장 높은 반면, 한국인 화자 집단은 IP 단위에서 가장 낮다. 그러나 모든 집단에서 ST는 U보다 PP 단위에서 높게 나타났다.

영어 발화에 나타난 ST가 운율단위별로 차이가 있는지를 분석하기 위해서 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과, 원어민과 한국인의 남성과 여성 화자의 네 집단에서 모두 ST는 운율단위 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다: 원어민 남성 ( $F(2,7)=0.422, p=0.662$ ), 원어민 여성 ( $F(2,6)=0.233, p=0.795$ ), 한국인 남성 ( $F(2,8)=3.341, p=0.056$ ), 한국인 여성 ( $F(2,12)=0.509, p=0.606$ ). 한국인 남성은  $p=0.056$ 의 근사값을 보였다.

아래 <표6>은 한국인 남성과 여성 화자가 발화한 한국어의 ST를 운율단위별로 제시한 것이며, <그림11>은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

표 6. 한국어의 운율단위별 ST

구분	운율단위	N	평균	표준편차	범위	최소값	최대값
한국인 남성	U	11	19.87	6.99	22.40	11.80	34.20
	IP	11	19.22	7.52	24.60	8.25	32.85
	PP	11	17.46	6.72	23.75	4.05	27.80
한국인 여성	U	15	20.17	8.00	29.95	3.90	33.85
	IP	15	19.50	6.75	23.55	9.40	32.95
	PP	15	18.63	5.60	17.85	9.50	27.35

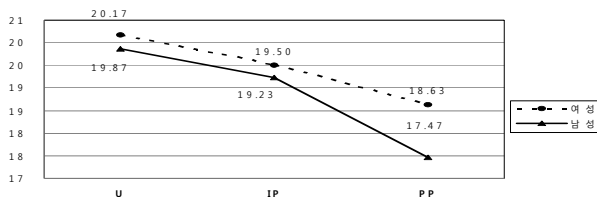


그림 11. 한국어에서 ST의 운율단위별 평균값

한국인 남성과 여성의 한국어 발화는 운율단위별 증감 패턴이 유사한데, 운율위계에서 단위가 낮아짐에 따라 ST가 감소하여, U 단위에서 가장 높고 PP 단위에서 가장 낮게 나타났다. 이러한 패턴은 동일 화자의 영어 발화에서 U나 PP 단위보다 IP 단위에서 ST의 최소값이 실현된 것과 대조를 이룬다.

한국어 발화에서 ST가 운율단위별로 차이가 있는지를 분석하기 위하여 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 한국인 남성과 여성 화자의 두 집단에서 모두 ST는 운율단위별로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다: 한국인 남성 ( $F(2, 8)=1.268, p=0.303$ ), 한국인 여성 ( $F(2, 12)=0.533, p=0.593$ ).

ST에 관한 분석 결과를 요약하면, 영어 발화의 경우, 원어민 집단은 IP 단위에서 ST의 최대값이 실현되는 데 비하여, 한국인 집단은 IP 단위에서 최소값이 실현되었다. 한국어 발화에서는 한국인 남성과 여성의 두 집단 간에 ST의 운율단위별 증감패턴이 유사한데, 운율단위가 낮아짐에 따라 ST가 점차 감소한다. 그러나 모든 화자 집단은 ST에 대하여 운율단위별로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3.2 매개변수간 상관관계

이 절에서는 원어민과 한국인의 영어 발화 및 한국인의 한국어 발화에 대한 음향적 매개변수 간의 상관관계를 분석하고자 한다. 원어민이 발화한 영어에서는 OQ와 B1 및 B1과 ST 간에 상관관계가 높은 것으로 나타났으며 (OQ와 B1: 상관계수=0.733,  $p=0.000$ , B1과 ST: 상관계수=0.786,  $p=0.000$ ), OQ와 ST 간에는 상관관계가 상대적으로 덜 높은 것으로 나타났다(상관계수=0.632,  $p=0.004$ ).

한국인이 발화한 영어에서는 B1과 ST간의 상관관계가 매우 높은 것에 비하여(상관계수=0.815,  $p=0.000$ ), OQ와 B1 및 OQ와 ST 간에는 상관관계가 상대적으로 낮게 나타났다(OQ와 B1: 상관계수=0.663,  $p=0.000$ , OQ와 ST: 상관계수=0.654,  $p=0.000$ ).

한국인의 영어 발화에서처럼, 한국인이 발화한 한국어에서도 B1과 ST간의 상관관계는 높지만(상관계수=0.765,  $p=0.000$ ), OQ와 B1 및 OQ와 ST 간에는 상관관계가 상대적으로 높지 않은 것으로 나타났다(OQ와 B1: 상관계수=0.676,  $p=0.000$ , OQ와 ST: 상관계수=0.517,  $p=0.007$ ).

음향적 매개변수간의 상관분석을 종합하면, 모든 집단에서 B1과 ST간의 상관관계가 가장 높고, 그 다음으로 OQ와 B1 간에 상관관계가 높으며, OQ와 ST 간의 상관관계가 상대적으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 이에, 매개변수간의 상관관계가 어느 운율단위에서 높게 나타나는지를 조사하기 위하여 운율단위별로 상관분석을 실시하였다. 아래 표는 상관관계가 상대적으로 높은 B1과 ST 및 OQ와 B1 간의 상관관계를 운율단위별로 제시한 것이다(7).

7) <표7>에 제시된 B1과 ST 및 OQ와 B1 간의 상관계수는 모두  $p<0.05$ 로 유의미한 것으로 나타났다. OQ와 ST 간의 운율단위별 상관관계는 상관계수가 가장 낮을 뿐만 아니라,  $p>0.05$ 로 상관관계가 유의미하지 않은 운율단위도 있기 때문에 제외하였다.



표 7. 운율단위별 매개변수간 상관관계

운율단위	원어민의 영어		한국인의 영어		한국인의 한국어	
	B1과 ST	OQ와 B1	B1과 ST	OQ와 B1	B1과 ST	OQ와 B1
U	0.821	0.755	0.846	0.663	0.760	0.806
IP	0.651	0.700	0.792	0.575	0.807	0.552
PP	0.794	0.700	0.658	0.577	0.623	0.504

한국어를 발화한 한국인 집단에서 B1과 ST간의 상관관계가 IP 단위에서 가장 높은 점을 제외하면, B1과 ST 및 OQ와 B1은 U 단위에서 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다.

### 3.3 한국인의 한국어와 영어 발화 비교

본 연구의 실험에서 한국인 화자는 영어와 한국어를 모두 발화하였으므로, 동일 화자에 의한 영어와 한국어의 상관관계를 파악하기 위하여 상관분석을 실시하였다. 상관분석 결과, 동일 매개변수에 대한 영어와 한국어 간의 상관관계는 매우 높은 것으로 나타났다(영어와 한국어의 OQ: 상관계수=0.839,  $p=0.000$ ; 영어와 한국어의 B1: 상관계수=0.754,  $p=0.000$ ; 영어와 한국어의 ST: 상관계수=0.835,  $p=0.000$ ). 세 매개변수 가운데, 영어와 한국어간의 OQ에 대한 상관관계와 ST에 대한 상관관계가 B1에 대한 상관관계보다 높게 나타났다. 그런데 영어의 B1과 한국어의 ST 사이에는 매개변수가 상이한데도 상관관계가 매우 높은 것으로 나타난 반면(상관계수=0.828,  $p=0.000$ ), 영어의 OQ와 한국어의 B1 간의 상관관계와(상관계수=0.579,  $p=0.002$ ), 영어의 OQ와 한국어의 ST 간의 상관관계는(상관계수=0.517,  $p=0.007$ ) 상대적으로 덜 높은 것으로 나타났다.

아울러, 각 매개변수에 대하여 동일 한국인 화자가 발화한 영어와 한국어 사이에 유의미한 차이가 있는지를 분석하기 위하여 대응비교에 의한 T-검정을 실시하였다. 대응 T-검정 결과, OQ와 ST는 영어와 한국어 간에 차이가 없지만(OQ:  $t=-0.082$ ,  $p=0.935$ , ST:  $t=-1.479$ ,  $p=0.152$ ), B1은 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=5.275$ ,  $p=0.000$ ). 이에, 한국인이 발화한 영어와 한국어에서 매개변수 B1이 어느 운율단위에서 차이가 있는지를 분석하기 위하여 운율단위별로 대응비교에 의한 T-검정을 실시하였다. 대응 T-검정 결과, B1은 U, IP, PP의 모든 운율단위에서 영어와 한국어 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(U 단위:  $t=2.165$ ,  $p=0.040$ ; IP 단위:  $t=4.249$ ,  $p=0.000$ ; PP 단위:  $t=6.389$ ,  $p=0.000$ ).

### 3.4 남성과 여성 화자의 비교

앞에서 제시한 기초통계 결과에 의하면, 모든 성문관련 매개변수에 대하여 남성보다 여성의 평균값이 더 높게 나타났다. 남성과 여성의 발화에 나타난 이러한 차이가 통계적으로 유의미한 것인지를 분석하기 위하여 각 매개변수에 대하여 성별에 따

른 T-검정을 실시하였다. 먼저 원어민이 발화한 영어에서 세 매개변수에 대하여 성별에 따른 T-검정을 실시한 결과, B1과 ST에 대해서는 원어민 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 없지만(B1:  $t=-1.533$ ,  $p=0.154$ , ST:  $t=-0.755$ ,  $p=0.461$ ), OQ에 대해서는 원어민 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-2.624$ ,  $p=0.018$ ).

다음으로, 한국인이 발화한 영어에서 세 매개변수에 대하여 성별에 따른 T-검정을 실시하였다. T-검정 결과, 원어민 화자에 나타난 성별 차이와 마찬가지로, B1과 ST에 대해서는 한국인 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 없지만(B1:  $t=-1.042$ ,  $p=0.308$ , ST:  $t=-1.486$ ,  $p=0.150$ ), OQ에 대해서는 한국인 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-3.884$ ,  $p=0.001$ ).

마지막으로, 한국인이 발화한 한국어에서 세 매개변수에 대하여 성별에 따른 T-검정을 실시하였다. T-검정 결과, 영어 발화에서 나타난 결과와 마찬가지로, 한국어 발화에서도 B1과 ST에 대해서는 한국인 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 없지만(B1:  $t=-0.300$ ,  $p=0.767$ , ST:  $t=-0.236$ ,  $p=0.815$ ), OQ에 대해서는 한국인 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $t=-3.259$ ,  $p=0.003$ ).

종합하면, OQ에 대해서는 영어와 한국어를 발화한 모든 집단에서 일관성 있게 남성과 여성 화자 간에 유의미한 차이가 있지만, B1과 ST에 대해서는 어느 집단에서도 성별로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3.5 한국인과 원어민 화자의 비교

이 절에서는 한국인과 원어민의 영어 발화에서 성문 관련 매개변수에 대하여 두 화자 집단 간에 유의미한 차이가 있는지를 분석하기 위하여 T-검정을 실시하였다. T-검정 결과, 영어 발화에서 세 매개변수 OQ, B1, ST는 모두 한국인과 원어민 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(OQ:  $t=2.161$ ,  $p=0.039$ , B1:  $t=4.309$ ,  $p=0.000$ , ST:  $t=5.091$ ,  $p=0.000$ ).

이번에는 성별로 나누어 한국인과 원어민간에 성문관련 매개변수에 유의미한 차이가 있는지를 분석하였다. 먼저 한국인과 원어민 남성 간에 OQ, B1, ST에 대하여 각각 T-검정을 실시한 결과, OQ는 한국인 남성과 원어민 남성 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타난 반면( $t=1.891$ ,  $p=0.074$ ), B1과 ST는 한국인 남성과 원어민 남성 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다(B1:  $t=3.807$ ,  $p=0.001$ , ST:  $t=3.191$ ,  $p=0.005$ ).

다음으로, 세 매개변수에 대하여 한국인과 원어민 여성 간에 유의미한 차이가 있는지를 분석하기 위하여 T-검정을 실시하였다. T-검정 결과, OQ는 한국인 여성과 원어민 여성 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타난 반면 ( $t=1.099$ ,  $p=0.299$ ), B1과 ST는 한국인 여성과 원어민 여성 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(B1:  $t=2.374$ ,  $p=0.027$ , ST:  $t=3.786$ ,  $p=0.001$ ).

요약하면, 영어 발화에서 한국인과 원어민 화자를 비교한 결과 성별 구분없이 이 두 화자 집단을 비교하였을 때에는 모든 성문 관련 매개변수에 대하여 한국인과 원어민 화자 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 그러나 성별로 나누어서 한국인과 원어민을 비교할 때, OQ에 대해서는 남성과 여성 화자 집단 모두에서 한국인과 원어민 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 분석된 반면, B1과 ST에 대해서는 남성과 여성 화자 집단 모두에서 한국인과 원어민 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 논의

이 장에서는 음향적 매개변수의 분석 결과를 토대로 각 매개변수에 의하여 나타나는 성문과형의 특성, 화자 집단별 성문의 상태, 매개변수 간의 상관관계 그리고 매개변수에 의한 음성적 강화에 대하여 논의한다. 아울러, 각 화자 집단의 성문과형의 음향적 특성을 규명하기 위해서 매개변수의 운율단위별 추이에 대하여 논의한다.

##### 4.1 매개변수에 의한 성문의 특성

매개변수 OQ는 성문과형의 진동주기에서 개방비율을 나타내는 것으로서 H1이 H2보다 높으면 OQ가 양수로 나타나는 반면, H1이 H2보다 낮으면 음수로 나타낸다. 전자가 기식발성(breathy voice)의 전형이라면, 후자는 교착발성(creaky voice)의 전형이다. 한국인과 원어민의 영어 발화에서 모든 운율단위에 대하여 OQ가 여성은 양수로 나타나고 남성은 음수로 나타났다. 이는 여성 화자가 남성 화자보다 기식성이 더 높다는 기존의 연구 결과와 일치한다(Holmberg et al., 1995; Hanson and Chuang, 1999; 박한상, 2007; Simpson, 2009). 이러한 음향적 특성은 한국어 발화에서도 마찬가지로, 한국인 여성 화자의 OQ가 남성 화자보다 높게 나타나는데, 이는 여성 화자가 남성 화자보다 기식성이 더 높다는 선행 연구를 확정하는 결과이다. 또, 여성과 남성 화자에서 모두 한국인의 OQ가 원어민보다 높게 나타났는데, 이는 여성 화자의 경우 한국인이 원어민보다 기식성이 더 크고, 남성 화자의 경우 원어민이 한국인보다 교착발성이 더 심하다는 것을 나타낸다. 또한 남성 화자보다 여성 화자의 표준편차가 더 높게 나타난 것은 여성 화자가 화자 간 개별 편차가 더 크다는 점을 반영한다.

영어를 발화한 원어민 여성과 한국인 남성의 두 화자 집단은 U 단위에서 OQ가 가장 높고 운율단위가 낮아짐에 따라 OQ도 점진적으로 낮아지는 패턴을 보였다. 이는 운율단위가 높을수록 성문과형의 진동주기에서 성문의 개방비율이 높고, 운율단위가 낮을수록 개방비율이 낮아짐을 의미한다. 영어 발화와 마찬가지로, 한국어 발화에서도 운율위계에서 운율단위에 비례하여, 운율단위가 낮아짐에 따라 OQ가 점진적으로 낮아지는 패턴

을 보였다. 이는 여성의 기식발성은 운율단위가 낮을수록 기식성이 약한 발성이 나타난 반면, 남성의 교착발성은 운율단위가 낮을수록 교착발성이 더 심하게 나타나는 음향적 특성을 설명해준다.

F1의 대역값을 나타내는 매개변수 B1은 성문과형의 폐쇄단계에서도 성문이 완전히 닫히지 못하고 벌어져 있는 정도를 반영한다. 성문틈(glottal chink)이 성문과형의 진동주기에서 지속되면 그 사이로 F1의 음향적 손실이 초래되므로 F1의 진폭이 감소하고, 따라서 주어진 H1에 대비하여 B1이 증가한다. 그러므로 B1의 증가는 음향적 손실을 초래하는 성문틈의 면적이 증가함을 의미한다. OQ와 마찬가지로 B1도 모든 운율단위에 대하여 여성의 B1이 남성보다 높고, 또 여성과 남성에서 모두 한국인의 B1이 원어민보다 높게 나타났다. 이는 여성이 남성보다 성문틈의 면적이 더 넓다고 보고한 기존의 연구 결과와 일치하며(Holmberg et al., 1995; Hanson and Chuang, 1999), 또 원어민보다 한국인 화자가 성문틈 사이로 새는 에너지 손실이 더 크다는 것을 시사한다.

영어와 한국어를 막론하고, 남성 화자는 IP 단위에서 B1이 가장 높게 나타나는 특징을 보인다. 반면에, 여성 화자 집단은 영어 발화에서는 운율단위가 낮을수록 B1이 점차 증가하여 PP 단위에서 B1이 가장 높게 나타난 반면, 한국어 발화에서는 거꾸로 운율위계에서 단위가 낮아짐에 따라 B1이 감소하여 PP 단위에서 B1의 최소값이 실현되었다. 한국어 발화에서, 남성과 여성 집단은 모두 PP 단위에서 B1의 최소값이 실현되는데, B1의 이러한 패턴은 매개변수 OQ와 유사하다. 성문의 상태로 볼 때, 남성 화자는 발화 시작지점보다 휴지 이후에 성문틈이 오히려 더 넓어진다고 볼 수 있다. 반면에, 여성 화자는 영어 발화에서는 운율단위가 낮을수록 성문틈의 면적이 증가하지만, 한국어 발화에서는 운율단위가 낮을수록 성문틈의 면적이 축소된다. ST는 성문의 폐쇄주기에서 성문이 닫히는 방식 및 폐쇄 속도와 관련이 있는 매개변수로서, 성문이 급격히 닫히지 않고 성대의 막을 따라 서서히 점진적으로 닫힐 경우 고주파수에서 음향적 에너지의 손실이 발생하며, 이는 특히 F3의 진폭을 감소시키므로 주어진 H1에 대비하여 스펙트럼의 기울기가 급격히 하강한다. 그러므로 ST가 높다는 것은 성문이 성대의 막을 따라 서서히 닫히면서 음향 에너지의 손실이 증대되어 A3가 낮아지는 것을 말하며, 반대로 ST가 낮다는 것은 성문 폐쇄단계에서 성문이 닫히는 속도가 빠르고 성문이 일시에 급격히 닫힘을 시사한다. 앞서 논의한 매개변수 OQ와 B1처럼, ST도 모든 운율단위에 대하여 남성보다 여성 화자가 높고, 또 원어민 화자에 비하여 한국인 화자의 ST가 두 배 정도 높게 나타났다. 이는 남성보다 여성 화자에서 성문이 일시에 닫히지 않고 서서히 점진적으로 닫히는 특성이 두드러짐을 시사한다. 또 ST에 대한 화자 개인별 편차도 남성보다 여성이 큰 것으로 나타났다.

영어 발화의 경우, 원어민 집단은 휴지 이후 IP 단위에서 ST

의 최대값이 실현되는데, 이 운율단위에서 성문이 가장 느리게 닫히므로 F3의 진폭이 작으며, 따라서 스펙트럼의 기울기가 급격히 하강하는 것을 반영한다. 반면에, 한국인은 ST의 최대값이 PP 단위에서 실현되므로 이 운율단위에서 성문이 가장 느리게 닫힌다고 볼 수 있다. 이와는 대조적으로, 한국어 발화의 경우에는 ST가 U 단위에서 가장 높고 PP 단위에서 가장 낮게 나타나는데, 이는 성문이 U 단위에서 가장 서서히 닫히고 PP 단위에서 일시에 급격히 닫힘을 시사한다.

세 매개변수 간의 상관관계를 살펴보면, 모든 화자 집단에서 B1과 ST간의 상관관계가 가장 높고, 그 다음으로 OQ와 B1 간의 상관관계가 높으며, OQ와 ST 간의 상관관계가 상대적으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 운율단위별로는 U 단위에서 매개변수 간의 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다. 성문과형의 폐쇄단계에서 성대가 완전히 닫히지 않으면 성문틈이 F1에 음향적 손실을 초래할 뿐만 아니라, 그 면적이 확대될 경우 F3와 같은 고주파수에도 영향을 미친다. 그 결과, 고주파수도 음향적 에너지를 상실하여 진폭이 감소하므로 스펙트럼에 급격한 경사가 나타난다. 그러므로 두 매개변수 B1과 ST 사이에 높은 상관관계가 성립하는 것은 성문틈이 F1뿐만 아니라 F3에도 영향을 미칠 만큼 확대됨을 시사한다.

한국인 화자가 발화한 한국어와 영어의 상관분석에서 두 언어의 동일 매개변수 간에 상관관계가 높은 것으로 나타났는데, 이는 한국인 화자의 모국어 발화에 나타난 성문의 특성이 외국어 발화에 그대로 전이되어 실현된 것으로 해석된다. 또한 상이한 두 매개변수로서 영어의 B1과 한국어의 ST 사이에도 상관관계가 높은 것으로 나타났는데, 이는 한국어와 영어의 개별 언어 발화에서 B1과 ST 간에 나타난 높은 상관관계에 근거한 것으로 풀이된다. 각 개별 언어 발화에서 OQ와 B1 및 OQ와 ST 간에 상관관계가 높지 않은 것처럼, 두 언어 사이에 OQ와 B1 및 OQ와 ST 간에도 상관관계가 높지 않은 것으로 나타났다. 이러한 대응 현상은 모국어 발화시 나타나는 성문의 특징적인 상태가 영어 발화에 전이됨을 시사한다. 좀 더 구체적인 상관성을 파악하기 위해서 동일 한국인 화자에 의한 한국어와 영어의 T-검정을 실시한 결과에서, 매개변수 OQ와 ST의 평균값은 영어 발화에서보다 한국어 발화에서 더 높지만 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 B1의 평균값은 영어 발화에서 더 높고 또 U, IP, PP의 모든 운율단위에서 한국어와 영어 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 동일 화자 집단에 의한 모국어와 외국어 발화시 성문과형의 진동주기에서 개방단계가 차지하는 비율 및 폐쇄단계에서 성문이 닫히는 속도는 일정한 반면, 성문 뒤쪽으로 벌어진 성문틈의 면적이 한국어 발화에 비하여 영어 발화에서 상대적으로 더 확대됨을 시사한다.

다음은 성문과 관련된 음향적 매개변수에 의하여 화자 집단 간 공통점과 차이점에 대하여 논의하기로 한다. 먼저, 성문과 관련된 연구에서 보고된 바와 같이(Klatt and Klatt, 1990;

Hanson, 1997; Hanson and Chuang, 1999), 성문과형의 특성이 남성과 여성 화자로 대별되어 뚜렷한 성별 특징을 나타내는지 살펴보기로 한다. 실험결과에 의하면, 모든 성문 관련 매개변수에 대하여 남성보다 여성의 평균값이 더 높게 나타났다. 이는 여성이 성문과형의 주기에서 개방단계가 폐쇄단계보다 길고, 성대 사이로 난 성문틈이 더 넓어서 F1 부근의 주파수에서 에너지의 손실이 더 크며, 또 폐쇄단계에서 성문이 서서히 닫힘으로써 고주파수에서 에너지의 손실이 커지므로 스펙트럼의 기울기가 더욱더 가파른 경사를 나타냄을 시사하는 결과로서, 각기 음향적 매개변수 OQ, B1, ST에 의하여 표시되는 기존의 연구 결과와 일치한다. 그러나 T-검정 결과에 의하면, 원어민이 발화한 영어, 한국인이 발화한 영어, 그리고 한국인이 발화한 한국어에서 모두 공통적으로 세 매개변수 가운데 OQ에 대해서만 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 남성과 여성 화자의 OQ에 유의미한 차이가 있다는 것은 남성과 여성의 발성을 구분하는 결정적인 요소가 개방비율에 기초한 기식발성의 정도에 있음을 말한다. 즉, 기식발성이 특징인 여성 화자는 음성 파형에서 제1배음(H1)의 진폭이 제2배음(H2)보다 큰 데 비하여, 교착발성이 특징인 남성 화자는 제2배음의 진폭이 오히려 더 크게 나타나는 음향적 특성에 의하여 남성과 여성 화자의 발성이 구분됨을 보여준다.

다음은 한국인과 원어민 화자의 영어 발화를 중심으로 이 두 화자 집단의 성문의 특성을 비교한다. 음향적 매개변수 OQ, B1, ST에 대하여 한국인의 평균값이 원어민보다 두 배 혹은 그 이상 높게 나타났으며, 모든 매개변수에 대하여 한국인과 원어민 화자 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 그러나 한국인과 원어민 화자의 영어 발화를 다시 성별로 나누어서 한국인 남성과 원어민 남성 및 한국인 여성과 원어민 여성으로 비교하였을 때, B1과 ST는 여전히 한국인과 원어민 간에 유의미한 차이가 있지만, OQ는 한국인과 원어민 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 그러므로 원어민과 구별되는 한국인의 성문 관련 특성은 B1과 ST에 있으며, 이는 한국인 화자의 성문틈이 특히 더 넓고 또 성문 폐쇄에서 성문이 한꺼번에 닫히는 것이 아니라 서서히 닫히는 성문의 조절 방식에 기인하는 것으로 풀이된다. 특히, F3와 같은 고주파수에서 성문과형의 진폭이 급격히 낮아져서 스펙트럼의 기울기가 급경사를 이루는 것은 성문틈의 면적이 넓어지면서 초래되는 음향적 에너지의 손실이 저주파수뿐만 아니라 고주파수까지 영향을 미칠 때 문으로 해석할 수도 있다. 남성 혹은 여성 화자 집단 내에서 한국인과 원어민 간에 OQ의 차이가 없는 것은 남성과 여성 화자의 발성이 매개변수 OQ에 의하여 구분된다는 분석 결과를 확증하는 것이다.

#### 4.2 음성적 강화

어두 모음의 발성에서 성문과 관련된 음향적 매개변수의 증

감에 의한 음성적 강화 현상이 관찰되는지를 분석한 결과, 영어 발성에서는 어느 화자 집단에서도 운율단위별로 음성적 강화가 일어나지 않았다. 즉, 모든 화자 집단에서 특정 매개변수에 대하여 U, IP, PP 단위 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 성문과형의 진동주기에 나타난 개방비율, 성문틈의 면적, 그리고 성문의 폐쇄 방식 및 속도와 같은 성문의 상태와 조절 방식에 있어서 운율단위 간에 음성적 차이가 없음을 의미한다. 반복측정 분산분석 결과, 한국인 남성 화자가 발화한 영어에서 매개변수 ST가  $p=0.056$ 으로 통계적으로 유의미한 것은 아니지만 근사값을 보였는데, 이 집단의 경우 IP 단위의 ST가 U나 PP 단위에 비하여 낮은 값으로 나타났다. 이는 어두 모음 발성시 U나 PP 단위에서는 성대의 막을 한데 모으는 성문 폐쇄 속도가 감소하여 F3의 진폭이 작은 반면, IP 단위에서는 성문의 폐쇄 속도가 증가하여 음향적 에너지의 손실이 감소됨을 나타낸다. 이러한 차이는 U와 IP 단위, 그리고 IP와 PP 단위 사이에 강화와 유사한 음성적 현상이 발생하였음을 시사한다.

반면, 한국인 화자에 의한 한국어 모음의 발성에서는 매개변수 OQ와 B1에 대하여 U와 IP 단위에서 음성적 강화 현상이 관찰되었지만, ST에 대해서는 운율단위간에 음성적 강화가 관찰되지 않았다. 음성적 강화의 운율단위별 양상을 도표로 제시하면 다음과 같다.

표 8. 한국어 발화에 나타난 매개변수의 음성적 강화

한국어 발화	OQ	B1	ST
남성화자	U=IP=PP	U=IP>PP	U=IP=PP
여성화자	U=IP>PP	U>PP, U=IP, IP=PP	U=IP=PP

남성 화자의 한국어 발화는 매개변수 B1에 대하여 운율경계에 의한 음성적 강화가 일어났다. B1은 운율위계의 PP 단위에 비하여 U와 IP 단위에서 유의미한 차이가 있지만, U와 IP 단위 간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 운율위계의 PP 단위에 비하여 U와 IP 단위에서 성문틈의 면적을 음성적 요인으로 한 강화 현상이 발생하였음을 의미한다. 즉, 운율위계의 하위 단위보다 상위 단위에서 성문틈의 면적이 두드러지게 확대되어 F1의 에너지 손실이 늘어나고 이로 인해서 F1 대역값이 증가함을 의미한다. 반면, 여성 화자의 경우에는 두 매개변수 OQ와 B1에 대하여 운율경계에 의한 음성적 강화 현상이 관찰되었다. OQ의 경우, U와 PP 단위 및 IP와 PP 단위 간에는 유의미한 차이가 있지만, U와 IP 단위 간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. B1의 경우에는, U와 IP 단위, 혹은 IP와 PP 단위 간에는 유의미한 차이가 없고 U와 PP 단위 간에만 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 여성 화자는 모음 발성시 PP 단위에 비하여 U와 IP 단위에서 성문의 개방단계가 확대되고, 또 PP 단위에 비하여 U 단위에서 성문틈의 면적이 확대되는 성문의 특성을 통하여 모음이 음성적으로 강화된

다고 해석할 수 있다.

성문 관련 매개변수에 의한 음성적 강화 현상은 본 연구에서 실험대상으로 삼은 U, IP, PP의 세 운율단위 가운데 가장 하위 단위인 PP를 기준으로 상위 단위인 U나 IP 단위에서 관찰되었다. 그러나 본 실험에서는 PP 단위에 대비하여 IP 단위에서 음성적 강화가 일어난 다음, 다시 IP 단위에 대비하여 U 단위에서 음성적 강화가 누적적으로 발생하는 현상은 관찰되지 않았다. 이는 음성적 강화의 누적성을 뒷받침하는 여러 선행연구에 (Fougeron and Keating, 1997; Cho and Keating, 2001; Fougeron, 2001; Kim, 2001; Keating et al., 2003; Kuzla et al., 2007; Jang, 2009) 보고된 결과와 배치된다. 그러나 부분적으로 누적성을 나타내는 음성적 강화에 못지않게 운율위계에서 단위가 상승함에 따라 일관성 있게 음성적 강화가 누적되지 않는 현상도 보고된 바 있다(Byrd, 1994; Fougeron, 2001; Kim, 2001; Keating et al., 2003; Cho, 2005). 이러한 관점에서 볼 때, 본 연구에 나타난 성문 관련 음향적 매개변수의 음성적 강화 패턴은 모음 발성에 나타난 반누적적인 강화 현상의 또 다른 일례를 제시하는 것이다. 이 연구에 나타난 강화 현상의 반누적성은 성문의 상태 및 조절 방식과 같이 성문이 내재적으로 가지고 있는 제한적인 발성 특성과 관련이 있는 것으로 추정된다.

### 4.3 매개변수의 운율단위별 추이

한국어에서는 운율단위의 시작 경계지점에서 매개변수 OQ와 B1에 대하여 부분적으로 음성적 강화가 관찰되었지만, 영어에서는 이와 같은 강화 현상이 일어나지 않았다. 그런데 운율단위의 시작 경계지점에서 통계적으로 유의미한 강화가 일어나지는 않았지만, 화자 집단별로 보면 매개변수의 운율단위별 추이 및 운율단위에 대한 매개변수 간의 관계에 일정한 패턴이 나타나므로, 이 절에서는 화자 집단별로 세 매개변수의 운율단위별 추이를 종합적으로 분석하여 성문과 관련된 음성적 특성을 기술하고자 한다.

먼저 아래 그림은 원어민 남성이 발화한 영어에서 매개변수의 운율단위별 추이를 도식화 한 것이다<sup>8)</sup>.

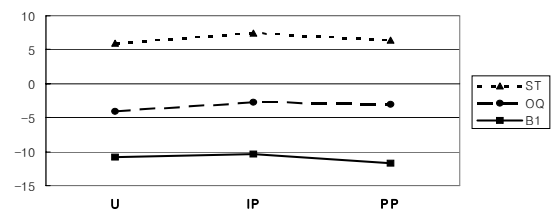


그림 12. 원어민 남성 화자의 영어에서 매개변수의 운율단위별 추이

8) 이 절의 그래프는 앞장에서 각 매개변수에 대하여 화자 집단별로 제시한 그래프를 재배치하여, 각 화자 집단에 대하여 세 매개변수의 추이를 운율단위별로 도식화 한 것이다.

원어민 남성 집단은 세 매개변수의 지수가 공통적으로 IP 단위에서 가장 높게 나타나는 특성을 가지며 운율단위별로 OQ, B1, ST의 증감 패턴이 유사하다. U 단위와 비교할 때, OQ, B1, ST는 IP 단위에서 일제히 증가하는 반면, IP 단위와 비교할 때, 이 매개변수들은 PP 단위에서 일제히 감소한다. 음향적 매개변수가 일제히 IP 단위에서 최대값으로 실현된다는 것은 이 단위에서 성대 뒤쪽에 만들어진 성문틈이 상대적으로 넓고, 진동주기의 폐쇄단계에서 성대가 일시에 닫히지 않고 서서히 닫혀서 F3에 영향을 미침으로써 고주파수에서 스펙트럼의 하강이 급격한 경사를 이루며, 성문과형의 진동주기에서 개방비율이 높다는 것을 의미한다.

아래 그림은 원어민 여성 화자의 영어 발화에 나타난 매개변수의 운율단위별 추이를 나타낸 것이다.

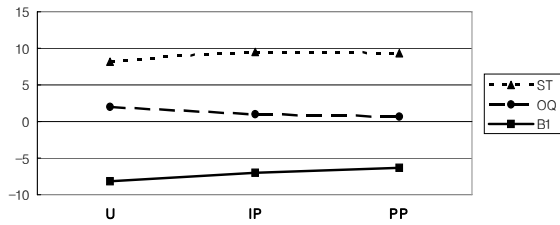


그림 13. 원어민 여성 화자의 영어에서 매개변수의 운율단위별 추이

남성 화자에서 세 매개변수의 최대값이 IP에서 실현된 것과는 달리, 원어민 여성 집단은 매개변수에 따라 U 혹은 PP 단위에서 최대값이 실현되었다. U 단위에서는 성문틈이 좁고 성문이 일시에 닫히지만 개방비율이 높은 반면, PP 단위에서는 개방비율은 낮지만 성문틈이 넓고, 성문이 일시에 닫히는 것이 아니라 성대 사이의 막을 통하여 서서히 느리게 닫힌다는 것을 알 수 있다. 운율단위가 낮아짐에 따라 B1과 ST가 동시에 상승하는 추이는 성문의 폐쇄 속도가 느릴 뿐만 아니라 넓어진 성문틈으로 인해서 고주파수에 음향적 에너지의 손실이 유발되고, 이로 인해서 스펙트럼의 기울기가 급격히 하강하는 상호 연동적인 효과를 설명한다. 원어민 남성과 여성의 운율단위별 추이는 ST는 유사한 반면, OQ와 B1은 상이하다.

다음은 한국인 남성 화자의 영어 발화에서 매개변수의 운율단위별 추이를 도식화 한 것이다.

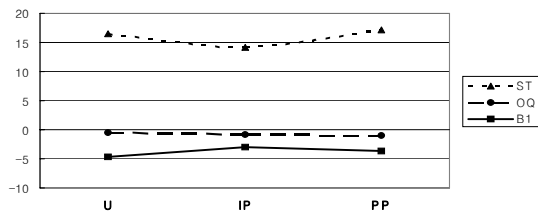


그림 14. 한국인 남성 화자의 영어에서 매개변수의 운율단위별 추이

한국인 남성 화자의 영어 발화에서 OQ는 운율단위별 증감이 없이 일정한 지수를 유지하고 있다. IP 단위에서 최대값이 실현된 B1의 패턴은 원어민 남성 화자와 유사한 반면, IP 단위에서 최소값을 보이는 ST의 운율단위별 추이는 원어민 남성 화자와 대조를 이룬다. IP 단위에서 B1의 증가에도 불구하고 ST가 감소하는 것은 성문틈이 고주파수의 진폭에 영향을 미칠 정도로 넓은 면적이 아님을 시사한다. 성문틈이 넓어져서 A1의 진폭이 감소하고 그 결과 B1이 증가하더라도 성문의 폐쇄 속도를 감소시킬 정도로 성문틈이 넓지는 않으므로 고주파수에 영향을 미치지 못한 것이다. 그러나 U와 PP 단위에서 B1이 감소하면서 ST가 증가하는 것은 성문틈이 좁은데도 불구하고 성문의 폐쇄 속도가 감소함을 나타낸다.

다음은 한국인 여성 화자의 영어 발화에서 매개변수의 운율단위별 추이를 나타낸 것이다.

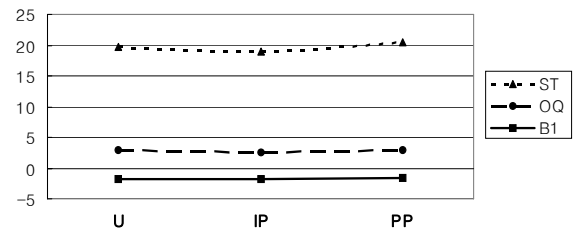


그림 15. 한국인 여성 화자의 영어에서 매개변수의 운율단위별 추이

한국인 여성 화자가 발화한 영어에서 ST는 IP 단위에서 최소값을 보이는데, ST의 이러한 추이는 한국인 남성의 영어 발화에 나타난 운율단위별 증감 패턴과 유사하지만 IP 단위에서 ST의 최대값이 실현된 원어민 집단과는 대조를 이룬다. 한국인 여성의 영어 발화에서 B1이 운율단위별로 일정한 지수를 유지하는데도 불구하고, ST가 U나 PP 단위에 비하여 IP 단위에서 감소하는 것은 IP 단위에서 성문이 일시에 닫히고 폐쇄 속도가 증가함을 시사한다. 원어민 남성과 여성의 영어 발화와 마찬가지로, 한국인 남성과 여성의 운율단위별 추이도 ST는 유사한 반면, OQ와 B1은 상이하다.

다음은 한국인 남성이 발화한 한국어에서 운율단위에 따라 매개변수의 증감을 살펴보기로 한다.

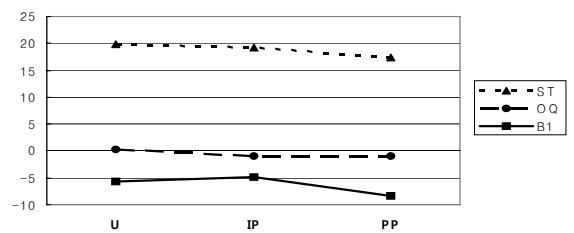


그림 16. 한국인 남성 화자의 한국어에서 매개변수의 운율단위별 추이

IP 단위에서 최대값이 실현된 B1의 운율단위별 추이는 원어민과 한국인 남성 화자의 영어 발화에 나타난 B1의 패턴과 유사하므로, 남성 화자의 공통적인 성문 관련 특성으로 해석된다. 운율위계에서 U와 PP의 두 운율단위를 비교하면, 한국인 남성 화자의 한국어 발화에서 모든 매개변수는 운율단위가 낮아짐에 따라 지수가 감소한다. B1과 ST가 모두 감소하는 PP 단위에서는 성문틈이 좁아지며, 또 이로 인해서 성문과형의 폐쇄단계에서 성문이 급격히 빠른 속도로 일시에 닫히는 것으로 해석된다. 반대로, PP 단위에 비하여 B1과 ST가 모두 증가하는 U와 IP 단위에서는 개방비율이 높고, 성문틈이 넓으며, 넓은 성문틈으로 인해서 성문이 일시에 닫히지 않으며, 진동주기의 폐쇄단계에서 성문의 폐쇄 속도가 느린 것으로 추정된다.

다음은 한국인 여성 화자의 한국어 발화에서 매개변수의 운율단위별 추이를 그래프로 나타낸 것이다.

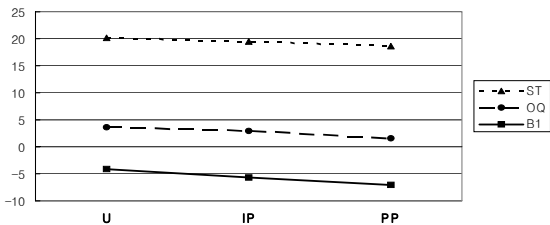


그림 17. 한국인 여성 화자의 한국어에서 매개변수의 운율단위별 추이

한국인 여성의 한국어 발화에 나타난 성문의 특성은 세 매개변수의 운율단위별 증감이 일치한다는 점이다. OQ, B1, ST는 모두 운율위계에서 단위가 낮아질수록 일제히 감소하는 공통점을 가지고 있어서, 모든 매개변수가 U 단위에서 최대값이 실현되고 PP 단위에서 최소값이 실현된다. 즉, U 단위에서는 진동주기에서 개방비율이 높고, 성문틈도 넓고, 성문의 폐쇄 속도가 느리면서 성문이 서서히 닫히는 반면, PP 단위에서는 개방비율이 낮고, 성문틈이 좁아지고, 폐쇄 속도가 증가하여 성문이 일시에 닫히는 특성을 나타낸다. 한국인 여성의 한국어 발화에서 OQ와 ST의 운율단위별 추이는 한국인 남성과 유사하다. 그러나 IP 단위에서 최대값이 실현된 한국인 남성의 B1은 U 단위에서 최대값이 실현된 한국인 여성의 B1과 대조를 이루므로 B1의 운율단위별 추이는 한국인 남성과 여성 화자의 한국어 발화를 구분하는 매개변수 역할을 한다.

이상의 논의를 요약하면, 각 매개변수에 대하여 운율단위별 추이가 유사한 화자 집단은 다음과 같다.

표 9. 운율단위별 추이가 유사한 화자 집단

매개변수	유사 집단
OQ	한국인 남-녀 (한국어)
B1	한국인-원어민 (성별)
	한국어-영어 (남성)
ST	원어민 남-녀 (영어)
	한국인 남-녀 (영어, 한국어)

OQ의 운율단위별 추이는 한국인 남성과 여성 화자의 한국어 발화에서 유사한 것으로 나타났다. B1의 운율단위별 추이는 한국인과 원어민 화자의 영어 발화에서 유사하게 나타났다. 그러나 여기서 남성과 여성 화자는 B1의 운율단위별 추이에 있어서 각기 상이한 패턴을 보였다. 또한, 한국인 남성 화자 집단은 한국어와 영어 발화의 운율단위별 추이에서 B1이 유사하게 나타났는데, IP 단위에서 최대값이 실현된 B1의 운율단위별 추이는 원어민을 포함한 남성 화자 집단의 공통적인 특성이기도 하다. ST의 운율단위별 추이는 원어민 남성과 여성 화자의 영어 발화에서 유사한 것으로 나타났으며, 또 한국인 남성과 여성 화자가 발화한 영어와 동일 화자 집단에 의한 한국어 발화에서도 유사한 것으로 나타났다. 그러나 한국어와 영어에서 ST의 운율단위별 추이는 서로 상이한 것으로 나타났다.

### 5. 결론

본 연구는 한국인과 영어 원어민 화자의 한국어와 영어 발화를 대상으로 어두 모음의 스펙트럼에서 배음과 포먼트를 측정하며, 배음과 포먼트의 진폭의 상대적 차이로부터 성문과 관련된 음향적 매개변수 OQ, B1, ST를 도출하였다. 본고는 이 매개변수를 바탕으로 음원기능을 하는 성문과형을 추론함으로써 모음의 발생에 나타난 성문의 상태를 규명하며, 나아가 음향적 매개변수의 분석 결과에 근거하여 매개변수 간의 상관관계, 매개변수에 의한 화자 집단별 성문의 특징, 그리고 운율단위별 음성적 강화 및 매개변수의 운율단위별 추이에 대하여 논의하였다.

성문과 관련된 음향적 매개변수 OQ, B1, ST는 모두 남성 화자보다 여성 화자가 높은 것으로 나타났다. 남성과 여성 화자 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 유일한 매개변수인 OQ는 모든 화자 집단에서 모든 운율단위에 대하여 여성은 양수로, 남성은 음수로 구분되었다. 이는 여성 화자는 기식발성, 남성 화자는 교착발성의 특성을 나타냄을 의미하는 것으로서, 발생상의 성별 구분이 OQ에 의하여 이루어짐을 뒷받침한다. 다른 두 매개변수 B1과 ST도 여성 화자가 남성 화자보다 높지만, 남성과 여성 화자 사이에 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 이 결과도 여성이 남성보다 성문틈의 면적이 더 넓다고 보고한 기존의 연구 결과와 일치한다(Holmberg et al., 1995; Hanson and Chuang, 1999). 또한, 본 연구에서 모든 매개변수에 대하여 남성 화자보다 여성 화자의 표준편차가 더 크게 나타났는데, 이는 남성보다 여성 화자가 발생에 있어서 화자 간 개인별 편차가 더 크다는 기존의 연구 결과를 뒷받침 한다(Hanson and Chuang, 1999; 박한상, 2007).

한국인과 원어민 화자의 발생은 모든 매개변수에 대하여 통계적으로 유의미한 차이가 있으며, 한국인이 원어민보다 높게 나타났다. OQ에 의하면, 여성 화자는 한국인이 원어민보다 기식발성이 더 심하고, 남성 화자는 원어민이 한국인보다 교착발

성이 더 심하다. 그러나 한국인 남성 대 원어민 남성 및 한국인 여성 대 원어민 여성으로 비교하면, OQ는 한국인과 원어민 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 이는 동일 성별 집단 내에서 매개변수 OQ에 의한 발성이 동질적이므로 OQ가 남성과 여성 화자의 발성을 구분하는 척도임을 입증하는 결과이다. 그러므로 원어민과 대비되는 한국인의 성문 관련 특성은 실제로 B1과 ST라고 할 수 있다. 이 두 매개변수는 한국인 화자가 원어민보다 성문틈의 면적이 더 넓고 또 성문의 폐쇄 속도도 더 느리며, 성문이 한꺼번에 닫히는 것이 아니라 서서히 닫힘을 시사한다.

세 매개변수 간의 상관분석에서 모든 화자 집단은 B1과 ST 간에 상관관계가 가장 높으며, 운율단위별로는 대부분 U 단위에서 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 매개변수 B1과 ST의 상관관계가 높은 것은 성문과형의 폐쇄단계에서 성대가 완전히 닫히지 못한 상태에서 발생하는 성문틈이 F1에 음향적 손실을 초래할 뿐만 아니라, 그 면적이 확대됨으로써 성문의 폐쇄 속도가 감소하여 고주파수에도 영향을 미치기 때문으로 풀이된다. 단일 언어에 나타난 B1과 ST간의 높은 상관관계는 동일 한국인 화자에 의하여 발화된 두 언어, 즉 한국어와 영어 발화에도 관찰되었는데, 영어의 B1과 한국어의 ST 사이에 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 또한, 동일 한국인 화자에 의하여 발화된 한국어와 영어의 동일 매개변수 간에도 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 한국인 화자의 모국어 발화에 나타난 성문 관련 음향적 매개변수 간의 상관관계가 외국어 발화에 적용됨을 시사한다. 아울러, 한국인 화자가 발화한 한국어와 영어를 비교할 때, 한국어의 매개변수 OQ와 ST의 평균값은 영어보다 높지만 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 B1의 평균값은 영어 발화에서 더 높고 또 U, IP, PP의 모든 운율단위에서 한국어와 영어 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 동일 화자 집단에 의한 모국어와 외국어 발화시 성문과형의 진동주기에서 개방단계가 차지하는 비율 및 폐쇄단계에서 성문이 닫히는 속도는 일정하게 유지되는 반면, 성문 뒤쪽으로 벌어진 성문틈의 면적은 한국어 발화에 비하여 영어 발화에서 상대적으로 더 확대됨을 시사한다.

매개변수와 운율단위 경계간의 상관성을 파악하기 위하여 성문과형에 근거한 매개변수의 강화 여부를 분석한 결과, 영어 발성의 경우에는 어느 화자 집단에서도 음성적 강화가 일어나지 않았지만, 한국인 화자에 의한 한국어 모음의 발성에서는 매개변수 OQ와 B1에 대하여 음성적 강화가 발생하였다. 한국어 발화에서 남성 화자는 매개변수 B1에 한해서 음성적 강화가 관찰되었는데, 운율위계의 PP 단위에 비하여 U와 IP 단위의 어두 경계에서 성문틈의 면적을 음성적 요인으로 한 강화 현상이 발생하였다. 반면, 여성 화자의 경우에는 두 매개변수 OQ와 B1에 대하여 음성적 강화 현상이 관찰되었다. OQ에 의하여 성문의 개방단계가 증대되는 음성적 강화는 PP 단위에 대비하여 U와

IP 단위의 어두 경계에서 발생하였고, B1에 의하여 성문틈의 면적이 확대되는 음성적 강화는 PP 단위에 대비하여 U 단위의 어두 경계에서 발생하였다. 아울러, 매개변수의 운율단위별 추이를 조사한 결과, 화자 집단 간 공통적 특성을 규명하는 데 있어서 두 매개변수 B1과 ST의 역할이 두드러진 것으로 나타났다. 이는 상관분석에서 상관관계가 높은 것으로 나타난 B1과 ST의 운율단위별 추이가 화자 집단 간 유기적 관련성을 기술하는 데 중요하게 작용함을 보여주는 결과이다.

본 연구의 실험 결과, 음성적 강화 현상은 그 범위가 제한적이고 누적성이 결여되었다. 이러한 음성적 강화의 제한성과 운율단위별 누적성의 결여는 본 연구에서 분석 대상이 자음의 음성적 자질이 아니라 모음의 발성에 나타난 성문과형이라는 점에 기인하는 것으로 추정된다. 음성적 강화 현상의 누적성을 뒷받침하는 연구는 주로 성문과 관련된 특성을 지속시간으로 포착하는 VOT나 자음의 조음에 소요된 지속시간 혹은 조음자의 접촉 면적과 같은 조음음성학적 요인에 관한 분석에 초점이 맞추어져 있다. 이에 비하여, 모음의 발성에 나타난 성문과형의 음향적 특성은 매개변수의 측정값이 상대적으로 제한된 범위에 분포하면서 화자 개인별 편차가 크기 때문에 통계적으로 유의미한 결과를 도출하기 어려운 한계를 가지고 있다. 아울러, 본 연구의 실험에서 운율단위를 U, IP, PP로 한정하고, 운율위계에서 그보다 낮은 단위 즉, 음운구의 중간 위치(PP-m) 혹은 어두(Wd-i)나 단어의 중간 위치(Wd-m)에 놓인 모음을 분석 대상에 포함하지 않은 것도 본 연구의 제한점으로 작용하였다. 그러므로 모음의 성문 관련 특성에 대한 연구에서는 운율위계에서 좀 더 다양한 운율단위를 분석 대상에 포함할 필요가 있다고 본다.

### 참고문헌

Ahn, H. K. (2002). "Post-Affricate Phonatory Processes in Korean and English: Acoustic Correlates and Implications for Phonological Analysis", *Speech Sciences*, Vol. 9, No. 1, pp. 137-148.

Ahn, H. K. (2004). "An Acoustic Investigation of Post-Obstruent Tensification Phenomena", *Speech Sciences*, Vol. 11, No. 4, pp. 223-232.

Ahn, H. K. (2009). "A comparative phonetic investigation of English and Korean fricatives in /CV/ context", *Korea Journal of English Language and Linguistics*, Vol. 9, No. 2, pp. 281-302.

(안현기 (2009). "/자음-모음/ 연결환경에서의 영어와 한국어 마찰음 음성특질 비교연구", *영어학*, 제 9권, 제 2호, pp. 281-302.)

Boersma, P. & Weenink, D. (2009). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.1.07, retrieved 2009

- from <http://www.praat.org/>
- Byrd, D. (1994). "Influences on articulatory timing in consonant sequences", *Journal of Phonetics*, Vol. 24, pp. 209-244.
- Cho, T. H. (2004). "Prosodically-conditioned strengthening and vowel-to-vowel coarticulation in English", *Journal of Phonetics*, Vol. 32, pp. 141-176.
- Cho, T. H. (2005). "Prosodic strengthening and featural enhancement: Evidence from acoustic and articulatory realizations of /a, i/ in English", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 117, No. 6, pp. 3867-3878.
- Cho, T. H. & Keating, P. A. (2001). "Articulatory and acoustic studies on domain-initial strengthening in Korean", *Journal of Phonetics*, Vol. 29, pp. 155-190.
- Cho, T. H. & McQueen, J. (2005). "Prosodic influences on consonant production in Dutch: Effects of prosodic boundaries, phrasal accent and lexical stress", *Journal of Phonetics*, Vol. 33, pp. 121-157.
- Dilley, L., Shattuck-Hufnagel, S. & Ostendorf, M. (1996). "Glottalization of word-initial vowels as a function of prosodic structure", *Journal of Phonetics*, Vol. 24, pp. 423-444.
- Fougeron, C. (2001). "Articulatory properties of initial segments in several prosodic constituents in French", *Journal of Phonetics*, Vol. 29, pp. 109-135.
- Fougeron, C. & Keating, P. A. (1997). "Articulatory strengthening at edges of prosodic domains", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 101, No. 6, pp. 3728-3740.
- Gobl, C. & Ni Chasaide, A. (1988). "The effects of adjacent voiced/voiceless consonants on the vowel voice source: A cross language study", *Speech Trans. Lab. Q. Prog. Stat. Rep.* 2-3, Royal Institute of Technology, Stockholm, pp. 23-59.
- Hanson, H. M. (1997). "Glottal characteristics of female speakers: Acoustic correlates", *Journal the Acoustical Society of America*, Vol. 101, pp. 466-481.
- Hanson, H. M. & Chuang, E. S. (1999). "Glottal characteristics of male speakers: Acoustic correlates and comparison with female data", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 106, pp. 1064-1077.
- Holmberg, E. B., Hillman, R. E. & Perkell, J. S. (1988). "Glottal airflow and transglottal air pressure measurements for male and female speakers in soft, normal, and loud voice", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 84, pp. 511-529.
- Holmberg, E. B., Hillman, R. E., Perkell J. S., Guiod, P. & Goldman, S. L. (1995). "Comparisons among aerodynamic, electrographic, and acoustic spectral measures of female voice", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 38, pp. 1212-1223.
- Jang, M. (2009). "Prosodically driven phonetic properties in the production and perception of spoken Korean", Ph. D. Dissertation, The University of Texas.
- Jun, S. A. (1993). "The phonetics and phonology of Korean prosody", Ph. D. Dissertation, Ohio State University.
- Jun, S. A. (1998). "The accentual phrase in the Korean prosodic hierarchy", *Phonology*, Vol. 15, pp. 189-226.
- Karlsson, I. (1990). "Voice source dynamics for female speakers", *ICSLP 90 Proceedings* (Acoustical Society of Japan, Kobe, Japan), pp. 69-72.
- Keating, P. A., Cho, T. H., Fougeron, C. & Hsu, C. (2003). "Domain-initial strengthening in four languages", in J. Local, R. Ogden & R. Temple (eds.), *Papers in Laboratory Phonology 6: Phonetic Interpretations*, pp. 145-163. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kim, S. Y. (2001). "Domain-initial strengthening of Korean fricatives", *Harvard Studies in Korean Linguistics*, Vol. 9, pp. 164-173.
- Klatt, D. & Klatt, L. (1990). "Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 87, pp. 820-857.
- Kuzla, C., Cho, T. H. & Ernestus, M. (2007). "Prosodic strengthening of German fricatives in duration and assimilatory devoicing", *Journal of Phonetics*, Vol. 35, pp. 301-320.
- Ni Chasaide, A. & Gobl, C. (1993). "Contextual variation of the vowel voice source as a function of adjacent consonants", *Language and speech*, Vol. 36, pp. 303-330.
- Park, H. S. (2007). "An acoustic study of phonation types in vowels following consonant clusters in Korean", *Malsori*, Vol. 64, pp. 53-76.
- (박한상 (2007). "한국어 자음군의 후행모음에 나타난 발성유형의 음향음성학적 연구", *말소리*, 제 64권, pp. 53-76.)
- Pierrehumbert, J. & Talkin, D. (1992). "Lenition of /h/ and glottal stop", in G. Docherty & D. R. Ladd (eds.), *Papers in Laboratory Phonology II*, pp. 90-117. Cambridge: Cambridge University Press.
- Redi, L. & Shattuck-Hufnagel, S. (2001). "Variation in the realization of glottalization in normal speakers", *Journal of Phonetics*, Vol. 29, pp. 407-429.
- Selkirk, E. O. (1986). "On derived domains in sentence phonology", *Phonology*, Vol. 3, pp. 371-405.
- Shattuck-Hufnagel, S. & Turk, A. (1998). "The domain of phrase-final lengthening in English", In *Proceedings of the 135th meeting of the Acoustical Society of America*, Vol. 2, pp.



1235-1236. Seattle.

- Simpson, A. P. (2009). "Breathiness differences in male and female speech. Is H1-H2 an appropriate measure?", *Proceedings of FONETIK*. Dept. of Linguistics, Stockholm University.
- Turk, A. (1999). "Structural influences on boundary-related lengthening in English", in *Proceedings of XIVth international congress of phonetic sciences 1*, pp. 237-240. San Francisco.
- Turk, A. E. & Shattuck-Hufnagel, S. (2000). "Word-boundary-related duration patterns in English", *Journal of Phonetics*, Vol. 28, pp. 397-440.
- Wightman, C. W., Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M. & Price, P. J. (1992). "Segment durations in the vicinity of prosodic phrase boundaries", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 91, pp. 1707-1717.
- Yoon, K. C. (2003). "The effects of prosody on segmental variation", *Proceedings of the international conference on recent advances in natural language processing (RANLP 2003)*, pp. 523-527. Borovets, Bulgaria.

• **손형숙 (Sohn, Hyang-Sook)**

경북대학교 인문대학 영어영문학과

대구시 북구 산격동 1370번지

Tel: 053-950-5121 Fax: 053-950-5133

Email: hsohn@knu.ac.kr

관심분야: 음운론, 음성학

현재 경북대학교 인문대학 영어영문학과 교수

## 부록

### (1) 한국어

- (i) Ui: a. **앞으로**는, 아들이 아파도, 아예 알리지 마라.  
b. **아들이** 앞으로 아파도, 아예 알리지 마라.
- (ii) IPi: a. 아들이 아파도, **앞으로**는 아예 알리지 마라.  
b. 앞으로는, **아들이** 아파도, 아예 알리지 마라.
- (iii) PPI: a. 아들이 **앞으로** 아파도, 아예 알리지 마라.  
b. 앞으로 **아들이** 아파도, 아예 알리지 마라.

### (2) 영어

- (i) Ui: a. **Actually**, Adam accurately asked after Alex.  
b. **After** Alex, Adam actually asked accurately.
- (ii) IPi: a. Adam, **actually**, asked accurately after Alex.  
b. Adam actually asked accurately, **after** Alex.
- (iii) PPI: a. After Alex, Adam **actually** asked accurately.  
b. Adam, actually, asked accurately **after** Alex.