

# /오/-/우/ 합성모음 연속체에 대한 중국인 한국어 학습자의 청지각적 경계

## Perceptual Boundary on a Synthesized Korean Vowel /o/-/u/ Continuum

### by Chinese Learners of Korean Language

윤지현<sup>1)</sup> · 김은경<sup>2)</sup> · 성철재<sup>3)</sup>  
Yun, Jihyeon · Kim, EunKyung · Seong, Cheoljae

#### ABSTRACT

The present study examines the auditory boundary between Korean /o/ and /u/ on a synthesized vowel continuum by Chinese learners of Korean language. Preceding researches reported that the Chinese learners have difficulty pronouncing Korean monophthongs /o/ and /u/. In this experiment, a nine-step continuum was resynthesized using Praat from a vowel token from a recording of a male announcer who produced it in isolated form. F1 and F2 were synchronously shifted in equal steps in qtone (quarter tone), while F3 and F4 values were held constant for the entire stimuli. A forced choice identification task was performed by the advanced learners who speak Mandarin Chinese as their native language. Their experiment data were compared to a Korean native group. ROC (Receiver Operating Characteristic) analysis and logistic regression were performed to estimate the perceptual boundary. The result indicated the learner group has a different auditory criterion on the continuum from the Korean native group. This suggests that more importance should be placed on hearing and listening training in order to acquire the phoneme categories of the two vowels.

**Keywords:** identification experiment, LPC resynthesis, category criterion, ROC curve, logistic regression, reaction time

### 1. 서론

중국인 한국어 학습자들은 한국어 후설모음 /오/, /우/를 정확히 구별하여 발음하지 못하는 경우가 많다. 표준 중국어 모음 체계에 대해서는 다양한 견해가 있으나, 그 중 Xu(1980)는 성절 자음과 권설 모음을 제외한 /i/, /y/, /u/, /ə/, /a/의 5모음 체계를 제시하였다. 중모음 /ə/는 [o], [E]([ɛ]보다 높고 [e]보다 낮게 발음되는 모음), [ɣ] [e], [ə]의 다섯 가지 발음으로 실현되는데 그 중 [o]는 [wo], [p\*o]와 같이 초성자음이 입술소리인 개음절 환경에서 나타난다(Duanmu, 2007에서 재인용).

한국어 단모음 체계에 대해서도 학자마다 의견을 달리하나 국립국어원의 표준어 규정에는 ‘ㅏ ㅑ ㅓ ㅕ ㅗ ㅛ ㅜ ㅠ ㅡ ㅣ’가 단모음으로 명시되어 있다. 이 중 ‘ㅓ ㅕ ㅜ’가 후설 모음으로 분류되는데, 현대 한국어 모음 체계에서는 /오/의 고모음화로 인한 /오/, /우/ 모음의 합류(merge) 현상이 나타나(Han & Kang, 2013; Kang & Han, 2013; Han et al., 2013; Igeta et al., 2014) 학습자의 모음 범주 습득을 더욱 어렵게 만든다.

/오/, /우/의 유사성은 두 모음의 포먼트(formant)에서 확인할 수 있다. 성도(vocal tract)의 공명주파수인 포먼트는 모음의 특징을 보여준다. 모음 높이는 제1포먼트(F1)와 반비례하고, 모음의 후설성은 제1, 2포먼트 차이(F2-F1)에 비례하며, 원순성은 제2, 3포먼트 수치를 낮춘다(Ladefoged & Johnson, 2011).

한국어 /오/, /우/는 제1, 2포먼트 값이 매우 가깝게 나타난다. 특이할 만한 사항은 후설고모음으로 분류되는 /우/보다 /오/의 F2 수치가 낮거나 비슷하다는 점이다(Yang, 1996; 조성문, 2003; 성철재, 2004; 문승재, 2007). /오/가 /우/보다 혀 뒤쪽에서 발음되기 때문에 강영애 외(2010)는 한국어 모음 음향 공간을 더 정밀하게 파악하려면 ‘이-에-아-오-우’의 오각형 면적을 살

1) 충남대학교, yunjihyeon@gmail.com, 제1저자  
2) 충남대학교, indah@cnu.ac.kr  
3) 충남대학교, cjseong49@gmail.com, 교신저자

본 논문의 일부 내용은 2014 한국음성학회 가을학술대회에서 발표하였다.

접수일자: 2015년 10월 16일  
수정일자: 2015년 12월 13일  
게재결정: 2015년 12월 14일

펴봐야 한다고 논하였다.

대용량 자료에서도 /오/-/우/ 합류 양상이 확인된다. 남녀 2614명의 데이터에 기초한 김영수 외(2013)에서는 /오/와 /우/ 모음 간에 F1 평균, F2 평균이 유사하고, 낮은 연령층일수록 /오/의 F1이 하강해 /우/에 가까워진다. 국립국어원의 ‘서울말 낭독체 발화 발음치’를 분석한 윤태진·강윤정(2014)에서도 남녀 모두 /오/, /우/가 F1-F2 평면에서 서로 가깝게 나타났다.

/오/가 /우/보다 고모음으로 나타난 연구 결과도 있다. 김순옥·윤규철(2015)은 모음 포먼트 표준편차를 기준으로 토큰수를 제한하여 한국어 자연발화 음성코퍼스(Yun et al., 2015) 자료를 분석하였다. 일반적으로 알려진 바와 달리 산점도에서 /우/ 모음이 /오/ 모음보다 수직축에서 약간 밑으로 내려와 있었다. 통계적 검증에서는 두 모음 간에 F1, F2 모두 차이가 있었다.

이러한 선행 연구의 결과는 한국어 학습자의 /오/와 /우/에 대한 어려움과 오류를 예측하게 한다. 실제 한국어 학습자의 발음을 대상으로 한 다음의 연구들에서 /오/와 /우/의 오류를 지적한 바 있다.

한정임·김주연(2011)은 모어가 표준 중국어인 한국어 학습자 8명의 녹음 자료를 연구하였다. 음성학 훈련을 받지 않은 15명의 20대 한국인 원어민 청자들이 ‘원어민 발음과의 유사성’ 및 ‘이해도’를 평가한 결과 한국어 /이/, /에/, /우/, /오/, /아/ 다섯 개 모음 중 ‘우’ 모음 습득이 가장 늦게 이루어졌다는 결론이 나왔다. 중국인 학습자의 ‘우’ 모음은 한국인 청자에게 ‘오’처럼 들려서 이해도가 다른 모음보다 현저히 낮았다. 김주연(2013)도 한국어 학습을 처음 시작한 중국인 학습자의 모음 발음에서 F1, F2의 변화를 추적한 결과를 다루었다. 1년간의 한국어 학습 후에도 중국인 학습자의 /오/, /우/, /으/는 F1, F2 모두 통계적으로 원어민과 차이가 있었다.

서승아(2010)는 한국어 숙달도가 3~4급 수준에 해당하는 중국인 학부 유학생 35명의 한국어 발음을 연구하였다. 기존 연구에서 중국인 학습자의 /어/-/오/ 혼동이 강조된 것과 달리 /오/와 /우/를 혼동하는 경향이 가장 부각되었다. /오/, /우/ 모음이 연달아 나오는 실험 단어에서는 부정확한 발음이 더 많았다. 또한 단어 ‘사투리’의 발화자료 중 71%가 /사토리/로 들렸다고 하였는데, 중국인 학습자의 ‘우’가 한국인에게 /오/로 인식될 가능성이 높다는 뜻으로도 이해할 수 있다.

장국화(2014)는 허난(河南)성 출신 20대 중국인 여성 학습자를 대상으로 틀문장에 한국어 8개 단모음을 넣어 산출실험과 심층조사를 실시하였다. 4명의 참가자 중 2명은 한국어 중급, 2명은 각각 TOPIK 5, 6급의 고급 학습자였다. 고급 학습자는 한국인과 유사하게 /오/를 /우/보다 후설로 발음한 반면, 중급은 /오/를 /우/보다 전설 위치에서 발음하였다.

오초롱·권순복(2013)은 중국인 초·중·고급 한국어 학습자 30명의 한국어 7개 단모음 발음에 대한 음향 분석과 통계

검정을 수행하고 학습자들이 /우/, /오/, /어/, /으/의 음가를 제대로 구분하여 발음하지 못한다고 밝혔다. 단, 대조군인 한국인 여성의 발음에서도 /오/와 /우/는 서로 큰 차이가 없었다고 언급하였다.

학습자의 /오/, /우/ 모음 혼동은 의사소통에 지장을 초래한다. /에/, /애/가 이미 원어민 사이에서 변별이 되지 않는 데 반하여 /오/, /우/는 합류 정도가 어휘 차원이나 발화 조건에 따라 다르다(채서영, 1999; Han & Kang, 2013; Kang & Han, 2013). 청지각적으로도 원어민은 /오/, /우/ 모음을 구별해낸다(윤지현·성철재, 2013). 학습자 발음의 ‘오류’에 대한 연구들은 /오/, /우/ 모음 범주 습득의 필요성을 뒷받침한다.

중국인 학습자가 원어민과 다른 청지각적 기준에 따라 두 모음을 가르고 있다면 /오/-/우/를 잇는 연속체 상에서 모음 간 경계가 원어민과 다르게 나타날 것이다. 학습자의 지각 경계가 원어민과 다르다면, 학습자가 모국어 음소 범주와의 음성적 차이를 인지하지 못하였거나 한국어 체계 내에서 해당 음소의 청지각적 위상을 확립하지 못한 결과 부정확한 발음으로 이어지는 것이라 추측할 수 있다. 반대로 학습자의 지각 경계가 한국인과 같다면 /오/, /우/를 원어민처럼 구별하여 듣고 있으나 중국어 /o/, /u/ 조음 습관의 전이 때문에 불안정한 발음이 나타나는 것이라 볼 수 있다.

본 연구에서는 중국인 한국어 학습자 집단과 한국인 대조군의 /오/, /우/ 모음 간 지각 경계를 비교하기 위해 F1, F2 변조 합성시료 연속체를 이용한 청지각실험을 수행하였다. ‘오’, ‘우’ 중 하나를 선택하는 식별과제(forced choice identification task) 결과를 바탕으로 ROC(Receiver Operating Characteristic[수신자 조작 특성]) 분석을 수행하여 지각 경계를 추정하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 실험참가자

#### 2.1.1 중국인 학습자 집단

중국인 집단의 실험은 2014년 4월과 5월에 진행되었다. 중국인 실험참가자들은 중국 북방방언권 지역인 베이징(北京), 허베이(河北), 산둥(山東), 허난(河南), 헤이룽장(黑龍江), 지린(吉林), 랴오닝(遼寧) 출신의 20대 한국어 학습자 21명이었다.

이 중 여성 참가자 2명은 한국어 학습 기간이 다른 참가자들에 비해 현저히 짧아 제외하고 19명(남성 9, 여성 10)의 실험 결과만 1차 분석에 사용하였다. 이들의 나이는 만 20세에서 27세 사이로 평균 나이는 만 23.7세였다. 한국어 학습기간은 최소 1년 이상<sup>4)</sup>이고 대부분 충남대학교 학부 유학생이었다.

4) 한국어 교육기관 또는 단체에서 한국어를 학습한 기간을 산정한 것으로, 단순 한국 체류 및 대학 전공 이수 기간은 포함되지 않았다.

### 2.1.2 한국인 집단

한국인 20명(남성 10, 여성 10)이 2014년 6월에서 7월에 걸쳐 실험에 참가하였다. 참가자들은 서울·경기 지역 출신으로 실험 당시 대전에 거주 또는 체류 중이었으며 대개 충남대학교 학부 재학생이었다. 참가자들의 나이는 만 18세에서 30세 사이, 평균 나이는 만 23.6세였다.

## 2.2 실험자극

### 2.2.1 합성시료 포먼트

포먼트 측정에는 음성분석 프로그램 Praat v.5.3.63(Boersma & Weenink, 2014)을 이용하였다. 한국어 표준 발음을 구사하는 남성 아나운서가 인용형으로 발화한 /우/ 모음의 제1, 2, 3, 4포먼트 측정값(F1 = 320 Hz, F2 = 545 Hz, F3 = 2324 Hz, F4 = 3097 Hz), /오/ 모음의 제3, 4포먼트 측정값(F3 = 2770 Hz, F4 = 3242 Hz)을 연속체 기준치 설정에 참조하였다.

청지각적 특성을 반영하여 세미톤(semitone)보다 청지각 분해능이 뛰어난 쿼톤(qtone)<sup>5)</sup> 단위로 시료를 제작했으며(성철재 외, 2008) 쿼톤 생성을 위한 기준 주파수는 위에서 언급한 남성 아나운서의 /우/ 측정치인 F1 = 320 Hz, F2 = 545 Hz로 설정하였다. 연속체 양 끝점 시료의 음소 대표성 여부, 시료 간 거리, 연속체 배치 방향 및 선행연구의 포먼트 정보를 종합적으로 고려하여, 해당 화자의 /오/ 모음 제1, 2포먼트 측정치는 /오/ 끝점에 직접 반영하지 않고 /우/ 기준값으로부터 F1, F2를 동시에 1 qtone씩 증가시키는 방식을 취하였다. 모든 합성시료의 제3, 4포먼트값은 남성 아나운서의 /오/, /우/ 간 포먼트 평균값을 취하여 F3 = 2547 Hz, F4 = 3170 Hz로 고정하였다. 기준주파수( $f_0$ )는 113 Hz였다.

/오/-/우/ 실험자극 연속체는 <표 1>의 9개 실험자극으로 구성되었다. 연구 초기에는 시료번호 제0번부터 10번까지 F1, F2가 함께 1 qtone 간격으로 증가하는 11개 합성시료를 제작하였는데, 약식 예비실험 결과 모음경계가 /우/ 끝점으로 치우친 2번 시료에 형성되었으며 /오/ 끝점 쪽의 9번과 10번 시료에서는 오히려 /우/ 응답빈도가 증가하는 문제가 발생하였다. 따라서 /우/ 방향으로 연속체를 확장하지 않고 /오/ 끝점 쪽에서 시료번호 9번(F1 = 415 Hz, F2 = 707 Hz), 10번(F1 = 427 Hz, F2 = 727 Hz)의 2개 시료를 제거하여 연속체 범위를 9개 자극으로 축소하였다. /우/ 기준치인 0번 시료는 산출연구의 한국인 20대 남성 포먼트 평균보다 F2가 100 Hz 이상 낮아 이미 극단값에 가깝다고 판단하였기 때문이다.

표 1. /오/-/우/ 연속체의 포먼트 측정치

Table 1. Mean formant values measured from the /o/-/u/ continuum

stimulusNo.	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
00	320	545	2547	3170
01	329	561	2547	3170
02	339	577	2547	3170
03	349	594	2547	3170
04	359	612	2547	3170
05	370	630	2547	3170
06	381	648	2547	3170
07	392	667	2547	3170
08	403	687	2547	3170

### 2.2.2 합성시료 제작

Praat(v.5.3.63)에서 남성 아나운서의 /오/ 모음 고립발화 음성 표본(표본추출률 16,000 Hz)을 10,000 Hz로 다운샘플링하고 안정구간 200 ms를 추출하였다. Burg LPC 인버스필터링(inverse filtering)과 고주파 감폭을 거친 후 포먼트그리드(FormantGrid)에 변조할 F1, F2, F3, F4값을 넣어 합성하였다.

포먼트를 변조한 200 ms 길이의 시료에서 파동이 규칙적인 구간 90 ms를 다시 추출하고, 길이를 두 배인 180 ms로 변조하였다. 지속시간 180 ms 중 시작과 끝의 각 30 ms는 묵음구간을 포함하며 소리의 강도가 서서히 증가 또는 감소하였다.

이러한 구간 추출 및 길이 변조는 음성 파동의 변화로 인하여 일부 포먼트 합성시료가 마치 이중모음처럼 들리는 경우를 방지하기 위한 것이다. 파형의 불규칙성이 감소한 대신 실험자극의 청각 인상은 짧고 기계적인 합성음에 가까웠다.

제작된 합성시료의 중심 구간 100 ms에서 포먼트 평균값을 구한 결과 포먼트 변조 시 입력한 목표값과 오차가 있었다. 이 때문에 시료 합성과 포먼트 측정 과정을 반복하여 전체 실험자극의 F1, F2, F3, F4 측정값을 소수점 이하 첫째자리에서 반올림한 수준에서 목표값에 맞추었다.

## 2.3 실험방법

Praat(v.5.3.63)의 ‘ExperimentMFC’를 이용하여 충남대학교 음성음향실습실에서 청지각실험을 수행하였다. 실험에는 소형 노트북 컴퓨터(LG XNOTE LGX14), 무선마우스(Logitech M215), 헤드셋(Samsung SHS-100V/B), 외장 사운드카드(Creative Sound Blaster X-Fi Surround 5.1 Pro)가 사용되었다.

실험 절차 및 과제 안내는 모두 한국어로 진행되었다. 중국인 실험참가자들은 한국어를 유창하게 구사하였으며 설문지 내용과 과제 수행 방법을 잘 이해하였다. 과제의 표적은 실험 시작 시까지 참가자에게 알리지 않았으나 실험이 중국어 또는 언어 일반이 아닌 한국어에 관한 것임을 명시하였다.

5) 기준값  $\times \sqrt[24]{2^n}$

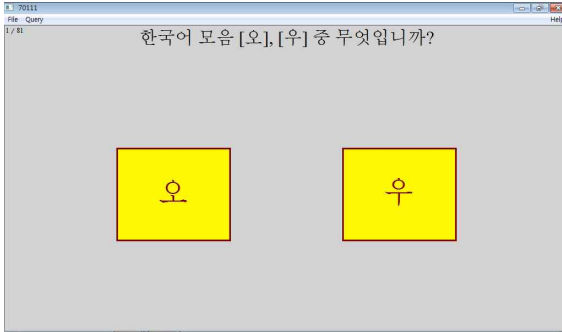


그림 2. Praat ExperimentMFC 실험 화면

Figure 2. Praat ExperimentMFC Screen for the /o/-/u/ forced choice identification experiment

본실험 시작 전 연습시행에서 연속체의 실험자극이 각각 1회씩 무선적(random)으로 제시되었으며, 연습시행이 끝난 후 참가자가 원할 경우 편안한 음량으로 조절할 수 있었다.

선택지 버튼의 음소 표지는 한글로 표시되었고 지각 실험 화면에는 항상 ‘오’ 버튼이 왼쪽, ‘우’ 버튼이 오른쪽에 배치되었다(그림 2). 컴퓨터 화면에서 선택지 버튼을 클릭하면 1.5초 후에 자동으로 다음 자극이 재생되었으며 다시 듣거나 선택한 응답을 반복할 수 없었다. 실험 자극은 무작위로 제시되었으며 동일한 시료는 연달아 나오지 않았다. 매 30회 시행마다 휴식 화면이 나오고 피험자가 원하는 만큼 쉴 수 있었으나 참가자들은 대개 긴 휴식 없이 실험을 계속 진행하였다.

실험자극의 제시 순서가 지각에 영향을 줄 수 있기 때문에 반복 시행을 통하여 자극 제시 순서가 실험결과에 미치는 영향력을 감소시키고자 하였다. 그러나 단순 작업이 반복되면 참가자는 과제에 대한 흥미와 집중력을 잃게 되고, 연속체에 적응하면 자신의 청지각적 기준을 연속체에 맞추어 조절할 가능성이 있다. 본 연구의 목적은 어디까지나 포먼트 변조 시료에 대한 지각관정으로부터 실제 자연발화 음성에 대한 지각을 예측하는 것이다. 따라서 합성시료 연속체 자체의 구조적 특성이 미치는 영향은 작을수록 바람직하다.

중국인 집단의 실험 종료 후 이러한 문제를 재고하여 한국인 집단 실험에서는 중국인 학습자 집단보다 실험자극 반복 제시 횟수를 줄이기로 하였다. 중국인 집단은 실험자극별로 15회를 시행하였고 두 가지 연속체에 대한 청지각실험에 총 30분가량 소요되었다. 한국인 실험에서는 각 실험자극이 9번씩 제시되었고 두 가지의 모음 연속체 지각실험을 마치는 데 약 15분이 걸렸다.

실험참가자들은 실험결과에의 연구 활용 동의서 및 설문지를 작성하였고 실험 참가에 대한 소정의 사례를 지급받았다.

## 2.4 ROC 분석 절차

의학통계 프로그램 MedCalc(v.12.3)로 지각실험 자료에 대한 ROC(Receiver Operating Characteristic) 분석을 수행하였다. 본

실험의 응답 자료에서 각 실험자극에 대한 첫 번째 응답과 마지막 응답은 분석에서 제외하였다. Praat ExperimentMFC 설정에서 선택지 버튼을 클릭하면 다음 시행의 실험자극이 자동 재생되도록 하였는데, 피험자가 실수로 선택지를 더블클릭하면 다음 시행에 대한 추가 응답으로 인식되고 이 경우 반응시간이 음수로 나타날 수 있다. 그러한 사례가 있는지 실험 데이터를 검토한 결과 발견되지 않았다.

참가자들의 개인별 자료 분석 결과에서 다른 참가자들과 현저한 차이를 보인 중국인 1명과 한국인 1명의 실험결과는 집단별 분석에서 제외하였다<sup>6)</sup>. 집단별 분석에는 중국인 집단에서  $9 \times (15 - 2) \times (19 - 1) = 2106$ 개, 한국인 집단에서  $9 \times (9 - 2) \times (20 - 1) = 1197$ 개 사례가 사용되었다(자극  $\times$  반복  $\times$  인원).

## 3. 분석 결과

### 3.1 /오/-/우/ 응답 빈도

<그림 3>에 중국인 학습자 집단 데이터, <그림 4>에 한국인 집단 데이터의 실험자극별 응답 빈도를 도표로 나타내었다. 중국인 집단 데이터(<그림 3>)에서는 실험자극 0번에서 8번으로 갈수록 /우/ 응답 빈도가 일관되게 감소하고 /오/의 빈도는 증가한다. 실험자극에 대한 /오/, /우/ 응답 비율은 5번과 6번 자극에서 뒤바뀐다. 한국인 집단 데이터(<그림 4>)에서는 2번과 3번 자극 사이에서 /오/, /우/ 응답 비율이 반전된다. 실험자극 번호에 따른 /오/, /우/ 응답 빈도의 증감 양상은 중국인 집단 데이터만큼 일관적이지 않다.

전체 자극별 반응 데이터를 집단별로 묶어 SPSS(v.20)에서 교차분석한 결과, 중국인 집단 데이터( $n = 2106$ ,  $\chi^2(8) = 887.89$ ,  $p < .001$ )와 한국인 집단 데이터( $n = 1197$ ,  $\chi^2(8) = 651.59$ ,  $p < .001$ ) 모두 각 실험자극 별로 나타나는 /오/ 또는 /우/ 응답 빈도의 차이가 통계적으로 유의하였다.

### 3.2 개인별 ROC 분석 결과

ROC 곡선은 음성/양성 판별과 같이 표본을 두 집단으로 분류하는 검사의 정확도를 보여준다. 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)를 바탕으로 가로·세로가 각각 1의 범위를 갖는 정사각형의 ROC 공간 안에 그려지며, 정확도가 100%일 때 곡선은 ROC 공간의 좌상귀와 맞닿는다. 반면 검사가 변별력이 없는 경우에는 곡선이 좌하귀와 우상귀를 잇는 직선에 가까워진다. ROC 공간에서 AUC(area under the ROC curve[곡선하부면적]) 값은 0과 1사이에 분포한다. 검사 결과의 AUC는 비정보적이거나( $AUC < 0.5$ ), 부정확( $0.5 < AUC < 0.7$ ), 꽤 정확( $0.7 < AUC < 0.9$ ), 매우 정확( $0.9 < AUC < 1$ ), 완벽( $AUC = 1$ )한 검사를 판단하는 기준이 된다(Greiner et al., 2000).

6) 분석 결과 참조

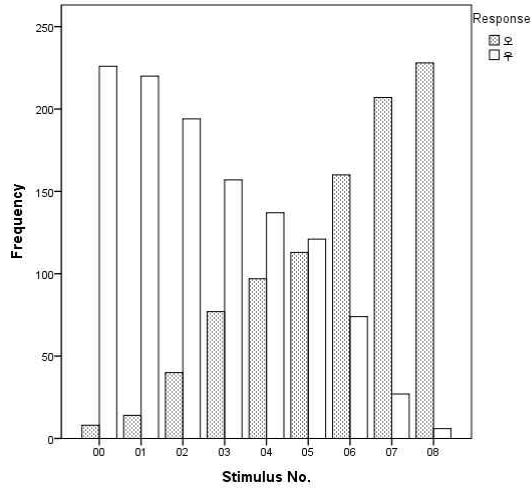


그림 3. 중국인 학습자 집단의 실험자극별 /오/, /우/ 응답 빈도

Figure 3. Number of responses for each stimulus by the Chinese group

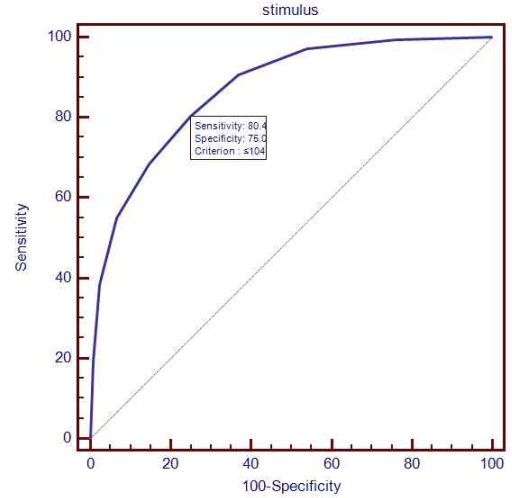


그림 5 중국인 학습자 집단의 /오/-/우/ 연속체 응답 ROC 곡선

Figure 5. ROC curve for Chinese group data

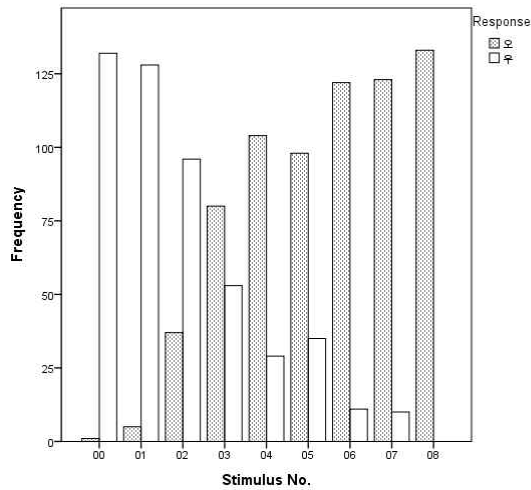


그림 4. 한국인 집단의 실험자극별 /오/, /우/ 응답 빈도

Figure 4. Number of responses for each stimulus by the Korean group

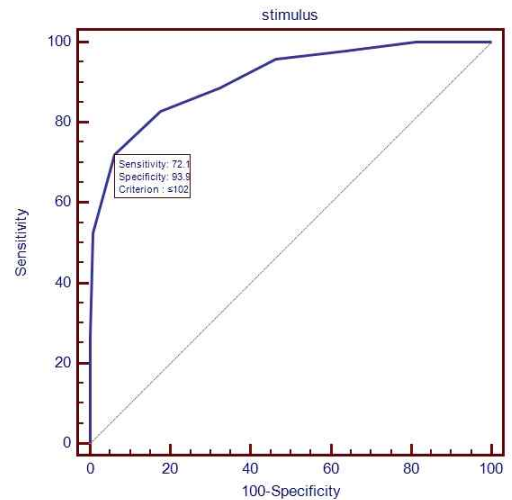


그림 6. 한국인 집단의 /오/-/우/ 연속체 응답 ROC 곡선

Figure 6. ROC curve for Korean group data

표 2. /오/-/우/ 연속체 상에서 추정된 참가자 개인별 /우/ 모음 지각 경계(Youden 지수에 따른 기준값)의 집단별 빈도  
Table 2. Frequency of individually estimated cut-off values of the Korean /u/ vowel for the Korean and Chinese participants

		Stimulus No.	Cut-off value of /u/ on the continuum (Youden Index associated criterion)							Total
			01	02	03	04	05	06	07	
Nationality	Korean	Frequency	1	9	5	2	1	0	1	19
		%	5.3%	47.4%	26.3%	10.5%	5.3%	0.0%	5.3%	100.0%
	Chinese	Frequency	2	2	5	3	5	1	0	18
		%	11.1%	11.1%	27.8%	16.7%	27.8%	5.6%	0.0%	100.0%
Total		Frequency	3	11	10	5	6	1	1	37
		%	8.1%	29.7%	27.0%	13.5%	16.2%	2.7%	2.7%	100.0%

먼저 개인별 자료를 분석하고 이상치 유무를 확인하였다. 중국인 집단의 여성 참가자 한 명이 /우/ 방향 끝점인 실험자극 0번과 1번을 '오', 2번부터 /오/ 방향 끝점인 8번까지를 '우'로 명명하였는데, 이는 다른 모든 참가자들과 반대되는 응답이다.

한국인 집단에서는 남성 참가자 한 명이 나머지 한국인 참가자와 상이한 결과를 보였다. 이 참가자는 분석대상이 된 63회 시행 중 55회(87.3%)를 '우'로 판정하였고 '오' 선택지는 실험자극 1번을 제외한 모든 자극에 대해 각각 1회씩 총 8회 선택하였다. 개인별 데이터 분석 결과 ROC 곡선하부면적은 0.548로( $p = .6698$ ) 변별력이 없음을 뜻하는 0.5에 가까웠다.

위의 두 참가자를 제외하고 개인별( $n = 37$ ) ROC 곡선을 작성하여 Youden 지수(index)가 제시하는 음소 경계를 추정하였다. Youden 지수  $J$ 는 '민감도 + 특이도 - 1'의 최대값으로 정한다. 즉  $J = \max\{\text{sensitivity} + \text{specificity} - 1\}$ 로 정의할 수 있고 이 값이 집단의 경계 기준값이 된다.

추정된 개인별 지각 경계 기준값의 분포(<표 2>)를 살펴보면 한국인 집단에서는 2번 자극에서 /우/ 모음 경계를 형성한 참가자가 가장 많았다. 중국인 집단에서는 3번 또는 5번 자극에서 /우/ 모음 경계가 추정된 참가자가 많았다. 두 집단의 개인별 기준값 분포 양상이 통계적으로 차이가 있는지 확인하고자 Fisher의 정확 검정을 수행한 결과, 국적에 따른 차이는 유의하지 않았다( $9.437, p = .099$ ).

### 3.3 집단별 ROC 분석 결과

ROC 분석에 앞서 참가자 간 지각판정 일치도를 확인하기 위하여 SPSS(v.20)에서 집단별로 신뢰도 검사를 실시하였다. 중국인 학습자 집단은 참가자들의 급간내 상관계수(Intraclass Correlation Coefficient, ICC)가 평균측도 ICC(116, 1972) = .973으로 일치도가 높게 나타났다( $p < .001$ ). 한국인 집단 역시 지각판정에서 평균측도 ICC(62, 1116) = .976으로 참가자들 간에 중국인 집단을 약간 웃도는 높은 일치도를 보였다( $p < .001$ ).

#### 3.3.1 중국인 학습자 집단의 ROC 분석 결과

/오/-/우/ 연속체의 전체 실험자극에 대한 지각판정 2106개 사례 중 '우'라고 응답한 사례는 1162개이며(55.2%) 나머지 944개 사례는 '오'로 판정을 받았다. 곡선하부면적(AUC)은 0.870이다(95% CI: 0.855 ~ 0.884,  $p < .001$ ). 청지각적 모음 경계는 Youden 지수( $J$ ) 0.5538로 실험자극 4번( $F1 = 359$  Hz,  $F2 = 612$  Hz)과 5번( $F1 = 370$  Hz,  $F2 = 630$  Hz) 사이에서 형성되었다(<그림 5>).

#### 3.3.2 한국인 집단의 ROC 분석 결과

총 1197개 사례에서 '우'로 응답한 수는 494개(41.3%), '오'로 응답한 수는 703개였다. 전체 실험자극에서 '오'로 응답한

비율은 학습자 집단보다 10 퍼센트포인트 이상 높다.

곡선하부면적은 0.910(95% CI: 0.892 ~ 0.925,  $p < .001$ )로 중국인 집단보다 반응 정확도가 높았다. 연속체의 2번( $F1 = 339$  Hz,  $F2 = 577$  Hz)과 3번( $F1 = 349$  Hz,  $F2 = 594$  Hz) 자극 사이에서 Youden 지수 0.6595로 모음의 청지각적 경계가 추정되었다(<그림 6>). 즉 한국인 집단에서 0, 1, 2번 실험자극만 '우'로 판정을 받았고 나머지 3, 4, 5, 6, 7, 8번의 여섯 개 자극은 '오'로 인식되었다. 중국인 학습자 집단의 실험결과에서 5, 6, 7, 8번의 네 개 자극만 '오'로 분류된 것과 대조적이다.

### 3.4 로지스틱 회귀분석

SPSS (v.20)에서 후진제거법으로 로지스틱 회귀분석을 수행하여  $F1, F2$ 가 지각 판정에 미치는 영향을 알아보았다. 로지스틱 회귀모형은 중국인 [ $\chi^2(2) = 1019.301, p < .001$ ]과 한국인 [ $\chi^2(2) = 728.635, p < .001$ ] 모두 유의하였다.

중국인 집단은 독립변인 중  $F1$ 에서 Wald 통계값이 유의하지 않고 [ $wald(1) = .567, p = .451$ ]  $F2$ 만 유의하였다 [ $wald(1) = 596.020, p < .001$ ]. 한국인 집단 역시  $F1$ 이 통계적으로 유의하지 않고 [ $wald(1) = .007, p = .931$ ]  $F2$  변수만 유의한 것으로 나타났다 [ $wald(1) = 337.424, p < .001$ ].

중국인과 한국인 집단 데이터의 분류확률에 대한 로짓(logit) 방정식은 다음과 같다.

#### □ 중국인 학습자 집단

$$\text{logit(분류확률)} = 24.903 + (-0.040 \times F2) \quad (1)$$

(분류예측율 = 78.0%)

#### □ 한국인 집단

$$\text{logit(분류확률)} = 31.078 + (-0.052 \times F2) \quad (2)$$

(분류예측율 = 82.6%)

### 3.5 반응시간

본 실험에서는 버튼 클릭 실수의 빈도가 증가할 가능성 때문에 참가자에게 빠르게 반응하도록 요구하지 않았으나, 경향을 살펴보기 위하여 각 사례의 반응시간을 순위자료로 가공하였다.

앞서 분석에 사용한 집단별 자료에서 각 시행을 반응시간이 빠른 순서에 따라 4개의 사례군으로 나누고 <그림 7>, <그림 8>의 백분위 도표에 반응시간 사분위 집단의 실험자극별 분포 양상을 나타내었다.

중국인 집단 자료(<그림 7>)에서는 반응시간이 제일 빠른 첫 번째 사분위 집단(<그림 7>에서 가장 위쪽 흰색 영역)의 사례군이 2번 실험자극에서 증가하는 동시에 반응시간이 가장 느린 네 번째 사분위 집단(<그림 7>에서 가장 아래 붉은 점 영역)이 감소한다.

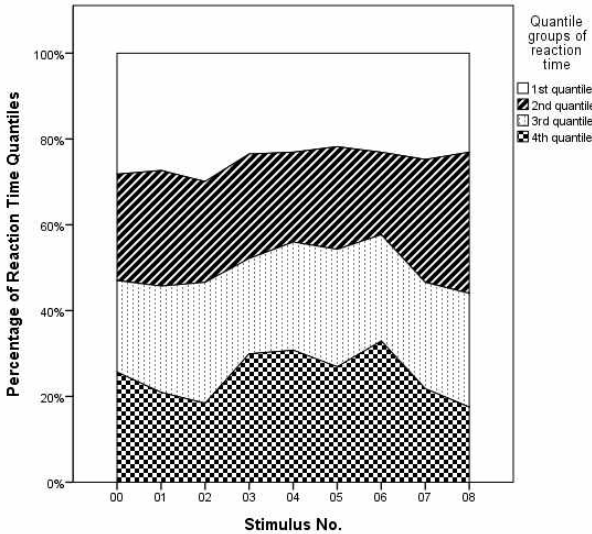


그림 7. 중국인 학습자 집단의 /오-/우/ 연속체 실험자극별 반응시간 사분위 집단 분포 (0: /우/ 기준점, 8: /오/ 끝점)

Figure 7. Percentage of reaction time quartiles for each stimulus by the Chinese group

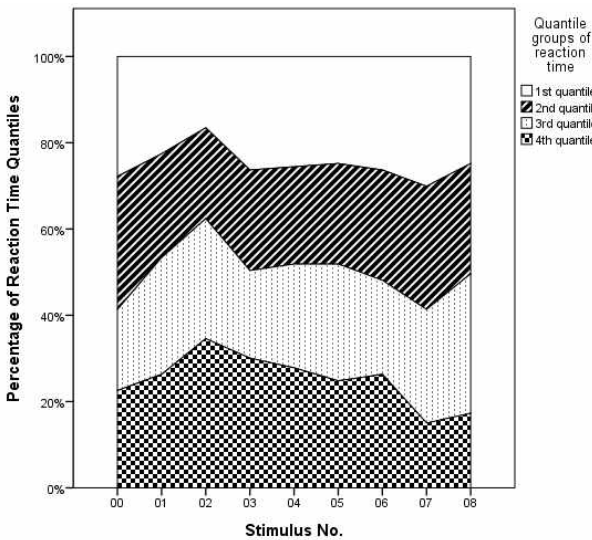


그림 8. 한국인 집단의 /오-/우/ 연속체 실험자극별 반응시간 사분위 집단 분포 (0: /우/ 기준점, 8: /오/ 끝점)

Figure 8. Percentage of reaction time quartiles for each stimulus by the Korean group

이 그래프는 각 영역의 세로 너비가 점유율을 보여준다. 여기에서 중국인 집단은 2번 자극에 대해 가장 쉽게 지각관정을 내렸음을 알 수 있다. 또한 네 번째 사분위 집단은 6번 자극(F1 = 381 Hz, F2 = 648 Hz)에 가장 많이 분포하므로 6번 자극에서 중국인 집단 피험자의 응답이 지체되었음을 알 수 있다.

이와 반대로 한국인 집단의 반응시간 자료(<그림 8>)를 보면 2번 자극(F1 = 339 Hz, F2 = 577 Hz)에서 첫 번째와 두 번째

사분위 집단이 감소하고, 반응시간이 느린 세 번째와 네 번째 사분위 집단의 분포가 증가한다. 한국인 청자는 /우/의 청지각적 경계 기준값으로 추정된 2번 자극을 판별하는 데 어려움을 겪은 것으로 보인다.

#### 4. 논의

본 연구에서는 /오-/우/ 합성시료 연속체에 대한 중국인 한국어 고급 학습자 18명의 지각관정 데이터를 한국인 19명의 실험 결과와 비교하였다. 제1, 2포먼트가 동시에 1qtone 단위로 변화하는 연속체 상에서 두 모음 간의 지각 경계 기준값은 중국인 학습자 집단과 한국인 집단에서 다르게 나타났다.

중국인 집단에서는 전 시행의 반수를 초과하는 55.2%가 ‘우’ 표지를 얻은 반면, 한국인 집단에서는 ‘우’가 41.3%로 ‘오’의 선택 비율이 더 높았다. ROC 분석의 Youden 지수에 따라 중국인 집단은 실험자극 4번(F1 = 359 Hz, F2 = 612 Hz)과 5번(F1 = 370 Hz, F2 = 630 Hz) 사이, 한국인 대조군은 2번(F1 = 339 Hz, F2 = 577 Hz)과 3번(F1 = 349 Hz, F2 = 594 Hz) 자극 사이에서 모음 경계가 추정되었다.

즉, 연속체의 양 끝점인 0번(/우/)과 8번(/오/) 자극 사이에서 중국인 집단 데이터의 지각 경계가 연속체 중심으로부터 /오/ 방향 쪽에서 추정된 것에 비하여, 한국인 집단의 경계는 /우/ 끝점 쪽에 더 가까웠다. 정도의 차이는 있으나 중국인과 한국인 집단 모두 지각관정에 F2가 영향을 끼친 것으로 나타났다.

말소리 범주의 구조를 결정하는 데에는 언어 보편적인 음향 요인과 언어 특수적인 음소 요인이 동시에 작용한다(Bradlow, 1996). 합성시료를 이용한 Scholes(1968)의 연구에서는 비모국어 화자들의 영어 모음 분류 결과를 영어의 음소 목록이 아닌 피험자의 모국어로부터 예측할 수 있음이 밝혀졌다.

모국어의 간섭효과는 본 연구에서도 확인된다. 중국인 집단 데이터에서 ‘우’로 분류되는 실험자극(3, 4번)이 한국인의 관정에서는 ‘오’의 영역으로 분류되었는데 이는 학습자들의 모국어인 중국어 /o/가 한국어 /오/보다 전설 저모음으로 발음된다는 사실과 관련이 있다.

吳宗濟(1991)는 중국어 /o/의 실제 음가가 후설중모음 [o]보다 약간 낮다고 보아 [o]로 나타내며 이완모음인 [ɔ]로도 표기할 수 있다고 하였다(엄익상, 2005 재인용). 엄익상(2005)에 의하면 중국어 /o/는 단모음 중 가장 문제가 되는 모음으로 실제 음이 [uo], [uo], [ɔ], [o] 등 다양하게 나타나며 /o/모음이 순음성모와 결합하면 중간에 활음 [u]가 삽입될 수 있다.

김정욱(2009)은 중국어 /o/ 조음 시 시작은 [o]의 형태를 취하고 있으나 종착점은 [ɣ]에 가까운 형태이며, 실제 발음도 [ox]에 가깝게 나타나는 등 음운론적으로는 단모음이지만 실제로는 이중모음의 성격을 띤다고 하였다. 이러한 모국어의 전이로 인해 중국인 학습자가 한국어 /오/를 발음할 때에도 [오어]

로 발음하는 경우가 있다(김정옥, 2009).

실험음성학적인 한중 모음 대조 연구에서 중국어 /o/는 한국어 /ɔ/보다 F1, F2값이 더 높고 중국어 /u/는 한국어 /u/보다 F2값이 더 낮게 나타났다(학미, 2005). 중국인 한국어 학습자의 발음에 모국어의 영향이 작용하고 있음을 짐작케 한다. 청취 및 지각실험연구 결과에도 이러한 중국어 모음 범주의 영향이 반영되어 있다.

박지연(2010)은 서울 방언 20대 화자가 낭독한 한국어 발화 음성을 편집하여 실험자극으로 사용한 지각실험을 수행하였다. 한국어 숙달도 1급에서 3급에 해당하는 중국인 여성 한국어 초급 학습자 10명, 4급에서 6급에 해당하는 여성 고급 학습자 10명이 실험에 참가하였는데, 한국어 단모음에서 /오/, /우/ 간 혼동이 가장 많고 그 다음으로 /오/, /우/ 간의 혼동이 많았다. 특히 학습자의 /오/ 발음은 모국어인 중국어의 영향을 많이 받는다고 하였다.

또한 김태경(2014)은 20대 서울 여성 화자가 틀문장에 ‘오’, ‘우’를 넣어 발화한 자료에서 얻은 음성 표본을 사용하여 28명(초급 14명, 중급 14명)의 중국인 학습자들을 대상으로 청취 실험을 하고 지각적 변별 난이도를 분석하였다. 중국인 학습자가 한국어 모음 /우/를 /오/로 지각한 비율은 7%, /오/를 /우/로 지각한 비율은 14%였다. /오/, /우/의 비대칭적 혼동은 한국인 여성의 ‘오’가 중국인 학습자의 청지각적 기준에서 ‘우’(또는 중국어 /u)에 더 가까울 수 있음을 시사한다.

본 연구에 사용된 실험자극 연속체의 구조는 기존 산출 연구에 나타난 /오/, /우/ 모음의 음향적 위상과 차이가 있다. 산출 연구에서는 /우/의 F2 평균값이 /오/보다 높게 나타난다(성철재, 2004; 문승재, 2007). 반면 본 연구에서 /우/ 기준값으로 참조한 남성의 /우/ 표본은 F2값이 위 선행연구들의 /우/ F2 평균값은 물론 해당 화자의 /오/ 표본 F2값에 비해서도 더 낮다. 해당 화자가 발음한 /오/ 표본의 F1값은 산출실험 연구의 평균값보다 훨씬 높아 결과적으로 해당 화자의 모음체계에서는 /오/와 /우/ 모음의 위치가 서로 떨어져 있다(<그림 9>).

산출 연구의 모음 분포 양상과 본 실험 연속체의 구조 간에 차이가 있음에도 불구하고 본 실험 결과 중 한국인의 청지각적 /오-/우/ 음소 경계는 윤지현·성철재(2013)의 지각 경계와 유사하였다. 위 선행 연구의 실험자극 연속체는 /오/ 방향의 0번(F1 = 405 Hz, F2 = 666 Hz)에서 /우/ 방향의 10번(F1 = 321 Hz, F2 = 743 Hz)까지 11개 시료로 구성되었는데 그 중 5번(F1 = 342 Hz, F2 = 691 Hz)과 6번(F1 = 336 Hz, F2 = 700 Hz) 자극 사이에서 /오-/우/의 청지각적 경계가 추정되었다.

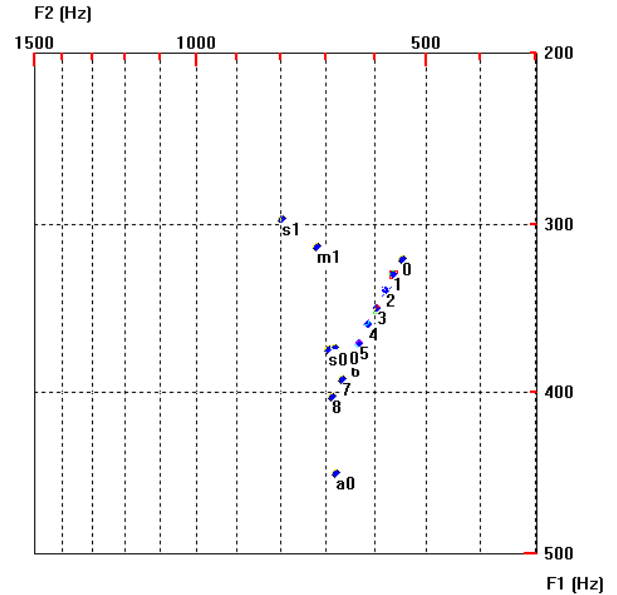


그림 9. Bark 척도 F1-F2 음향공간(kPhonetica v.2.07; Seong et al., 2014)에서 /오-/우/ 연속체의 위상. 0~8: 본 실험의 연속체 측정치 (0: 남성아나운서 /우/ 모음 측정치). a0: 남성아나운서 /오/ 모음 측정치, s0-(m)0: 성철재(2004)와 문승재(2007)의 남성 /오/ 평균, s1: 성철재(2004) 남성 /우/ 평균, m1: 문승재(2007) 남성 /우/ 평균.

Figure 9. The location of the /o-/u/ continuum indicated on the Bark-scaled F1/F2 formant chart; 0~8: stimuli of the present experiment (0: /u/ of a Korean male announcer), a0: /o/ of the same announcer, s0-(m)0: /o/ mean for the male in Seong (2004) and Moon (2007), s1: /u/ mean for the male in Seong (2004), m1: /u/ mean for the male in Moon (2007)

위 선행 연구와 마찬가지로 본 연구 결과에서도 한국인 집단의 /오/, /우/ 분류 정확도는 높은 편이다. 단, 분류 정확도에 관해서는 다른 해석의 여지도 있다. Igeta et al.(2014)에서는 한국인을 대상으로 /오/, /우/ 식별 실험을 수행하였다. 분석 결과 분류 정확도는 높았으나 적합성 평정(goodness rating)으로 가중치를 준 점수는 낮아졌다. 이러한 결과에서 모음 간 혼동을 엿볼 수 있으며 산출에서의 변화가 지각적 합류를 유발한 것일 수 있다고 하였다.

한국어 /오/, /우/의 합류 양상은 음운 환경, 운율, 단어의 문법적 기능, 단어 사용 빈도, 말하는 이의 성별, 연령, 사회적 계층 등에 따라 다르게 나타난다(채서영, 1999; Han & Kang, 2013; Kang & Han, 2013; Han et al., 2013). 그러나 본 연구에서는 음절, 단어, 문장 등의 모음 제시 환경을 배제하였고, 모음의 후설성 및 원순성에 중요한 요소로 작용할 수 있는 제3포먼트, 기본주파수 및 자극의 길이도 통제되었다. 산출 연구에서 도출된 /오/, /우/의 조음 및 음향 특성을 반영하여 후속 연구를 진행한다면 실제 음성의 지각적 특성을 파악함에 있어 더욱 신뢰할만한 결론을 얻을 수 있을 것이다.

7) 윤지현·성철재(2013)의 연속체는 /오/ 끝점이 /우/ 끝점에 비해 F1은 높고 F2는 낮게 배치되었다. 위 선행연구의 실험 자극은 음질이 자연발화 음성에 가까운 400 ms 길이의 시료였던 반면 본 연구의 자극은 파형이 규칙적이고 다소 기계적인 음질의 180 ms 시료였다는 점에서도 차이가 있다.



이상의 논의와 본 연구의 결과를 종합하면 중국인 학습자 집단은 한국어 집단과 다른 기준으로 /오/, /우/를 판별하고 있으며 청지각적으로 학습자의 모국어 말소리에 영향을 받고 있는 것으로 보인다. 더욱이 한국어 /오/-/우/ 합류 경향은 학습자 스스로 모음 범주를 습득하는 데 어려움을 가중시키므로 중국인 학습자에게 /오/, /우/ 발음을 지도할 때에는 반드시 듣기 훈련을 병행할 필요가 있다. 본 연구에 참가한 중국인 학습자들의 지각과 산출 간 연관성은 후속 연구를 통해 규명하고자 한다.

한국어를 학습하는 중국인 학습자들은 자신들의 모국어와 상이한 한국어 후설 모음 범주를 익혀야 할 뿐만 아니라, 모국어 화자의 발음에서조차 변별이 약해지고 있는 /오/, /우/ 모음을 구별해 내야 한다. 두 모음이 포먼트 차트 상에서는 매우 유사하게 나타나지만 모국어 화자는 여전히 두 모음을 변별하고 있기에 중국인 학습자가 그 변별 기준을 획득하지 못한다면 한국어 /오/와 /우/ 발음의 혼동은 개선되지 않을 것이다.

### 참고문헌

- Boersma, P. & Weenink, D. (2014). Praat: doing phonetics by computer [Computer program] Version 5.3.63. Retrieved from <http://www.praat.org/> on January 24, 2014.
- Bradlow, A. R. (1996). A perceptual comparison of the /i/-/e/ and /u/-/o/ contrasts in English and in Spanish: Universal and language-specific aspects. *Phonetica*, 53, 55-85.
- Chae, S.-Y. (1999). The core-periphery structure in the Korean lexicon reflected in a phonological variation and change. *Studies in Phonetics, Phonology, and Morphology*, 5(1), 217-236.
- (채서영 (1999). 음운 변화에 나타난 한국어 어휘의 층위구조. 음성음운형태론연구, 5(1), 217-236.)
- Cho, S. (2003). An acoustic study of Korean vowel system. *Journal of the International Network for Korean Language and Culture*, 24, 427-441.
- (조성문 (2003). 현대 국어의 모음 체계에 대한 음향음성학적인 연구. 한국언어문화, 24, 427-441.)
- Duanmu, S. (2007). *The phonology of Standard Chinese*, 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Oxford University Press.
- Eom I.-s. (2005). Standard Mandarin pronunciations and the effective teaching methods. *The Chinese Linguistic Society Of Korea*, 20, 323-355.
- (엄익상 (2005). 정확한 중국어 발음과 효과적인 지도 방안. 중국언어연구, 20, 323-355.)
- Greiner, M., Pfeiffer, D., & Smith, R. D. (2000). Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. *Preventive Veterinary Medicine*, 45, 23-41.
- Han, J. & Kang, H. (2013). Cross-generational change of /o/ and /u/ in Seoul Korean I: Proximity in vowel space. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(2), 25-31.
- Han, J., Kang, H., & Kim, J. (2013). Cross-generational differences of /o/ and /u/ in informal text reading. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(4), 201-207.
- (한정임, 강현숙, 김주연 (2013). 편지글 읽기에 나타난 한국어 모음 /오/-/우/의 세대간 차이. 말소리와 음성과학, 5(4), 201-207.)
- Han, J. & Kim, J. (2011). A one-year longitudinal study of Korean vowel productions by Chinese learners. *Korean Journal of Linguistics*, 36(4), 1101-1115.
- (한정임, 김주연 (2011). 중국인 학습자들의 한국어 모음 습득 과정에 대한 1년간의 종단연구. 언어, 36(4), 1101-1115.)
- Hao, W. (2005). *A comparative study of the Chinese and Korean monophthong based on experimental phonetic analysis*. M.A. Thesis, Ewha Womans University.
- (학미 (2005). 한국어와 중국어의 단모음 비교연구 : 실험음성학적으로. 이화여자대학교 석사학위 논문.)
- Igeta, T., Sonu, M., & Arai, T. (2014). Sound change of /o/ in modern Seoul Korean: Focused on relations with acoustic characteristics and perception. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(3), 109-119.
- Jang, G. (2014). The study on the acquisition of Korean monophthongs by Chinese female Korean learners: Based on the results of learners' voice outputs. *Journal of the International Network for Korean Language and Culture*, 11(2), 161-186.
- (장국화 (2014). 중국인 여성 학습자의 한국어 단모음의 발음 습득 양상 : 초·중·고급 학습자의 음성산출 결과를 중심으로. 한국언어문화학, 11(2), 161-186.)
- Kang, H. & Han, J. (2013). Cross-generational change of /o/ and /u/ in Seoul Korean II: Spectral interactions in normalized vowel space. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(2), 33-41.
- Kang, Y., Yoon, K., Lee, H., & Seong, C. J. (2010). A comparison of parameters of acoustic vowel space in patients with Parkinson's Disease. *Phonetics and Speech Sciences*, 2(4), 185-192.
- (강영애, 윤규철, 이학승, 성철재 (2010). 파킨슨병 환자의 음향모음공간 비교. 말소리와 음성과학, 2(4), 185-192.)
- Kim, J. (2009). *A study on the teaching plan of the Korean language pronunciation to Chinese learners: Focused on the contrast between Korean and Chinese vowel systems*. M.A. Thesis, Daegu University.
- (김정옥 (2009). 중국인 학습자의 한국어 발음 교수 방안 연구

- : 한국어와 중국어 모음 체계 대조를 중심으로. 대구대학교 석사학위 논문.)
- Kim, J. (2013). A longitudinal study of Korean vowel production by Chinese learners of Korean. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(2), 71-79.  
(김주연 (2013). 중국인 학습자가 발음한 한국어 단모음에 대한 종단 연구. 말소리와 음성과학, 5(2), 71-79.)
- Kim, S. & Yoon, K. (2015). A study on the male vowel formants of the Korean Corpus of Spontaneous Speech. *Phonetics and Speech Sciences*, 7(2), 95-102.  
(김순욱, 윤규철 (2015). 한국어 자연발화 음성코퍼스의 남성 모음 포먼트 연구. 말소리와 음성과학, 7(2), 95-102.)
- Kim, T.-K. (2014). Phonemic discrimination of Korean by native Chinese speakers. *Korean Language and Literature in International Context*, 62, 405-425.  
(김태경 (2014). 중국어 모어 화자의 한국어 음소 변별에 대한 연구. 국제어문, 62, 405-425.)
- Kim, Y.-S., Kim, K. H., Kim, J. Y., & 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 한국어 단모음 포먼트 비교에 관한 연구 : 한방병원 내원환자를 중심으로. 말소리와 음성과학, 5(1), 73-80)
- Ladefoged, P. & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics*, International Edition 6e. Cengage Learning.
- Moon, S.-J. (2007). A fundamental phonetic investigation of Korean monophthongs. *Malsori*, 62, 1-17.  
(문승재 (2007). 한국어 단모음의 음성학적 기반연구. 말소리, 62, 1-17.)
- Oh, C. R. & Kwon, S. B. (2013). An acoustic feature comparison on Koreans monophthongs between Chinese' Korean learners and Korean. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 22(1), 149-167.  
(오초롱, 권순복 (2013). 중국인 한국어 학습자와 한국인의 한국어 단모음에 관한 음향학적 특성 비교. 언어치료연구, 22(1), 149-167.)
- Park, J.-Y. (2010). *A study on correlation between perception and production on Korean monophthongs for Chinese learners of Korean language*. M.A. Thesis, Korea University.  
(박지연 (2010). 중국인 한국어 학습자의 한국어 단모음 지각과 산출 관계 연구. 고려대학교 석사학위 논문.)
- Scholes, R. J. (1968). Phonemic interference as a perceptual phenomenon. *Language and Speech*, 11, 86-103.
- Seo, S.-A. (2010). *A study on teaching Korean pronunciation to Chinese: Focusing on consonants and vowels*. M.A. Thesis, Woosuk University.  
(서승아 (2010). 중국인 학습자의 한국어 발음 교육 연구 : 자음과 모음을 중심으로. 우석대학교 석사학위 논문.)
- Seong, C. J. (2004). An acoustic analysis on the Korean 8 monophthongs: With respect to the acoustic variables on the F1/F2 vowel space. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 23(6), 454-461.  
(성철재 (2004). 한국어 단모음 8개에 대한 음향분석 : F1/F2 모음공간에서의 음향변수를 중심으로. 한국음향학회지, 23(6), 454-461.)
- Seong, C. J., Gim, C.-G., & Kwon O.-W. (2014). kPhonetica [Computer program] Version 2.07. Retrieved from <http://cjseong.blog.com/software/> on April 20, 2014.
- Seong, C. J., Gim, C.-G., Lee, J.-H., & Kwon O.-W. (2008). A tonal analysis of East-Southern Gyeongnam dialect using Q-tone Perceptual Sense Grade. *Hangeul*, 279, 5-33.  
(성철재, 권오욱, 이지향, 김차균 (2008). Q-tone 청취 등급을 이용한 경남 동남부 방언 성조 분석. 한글, 279, 5-33.)
- Wu, Z. (1991). *Xiandai Hanyu Yuyin Gaiyao*. Beijing: Huayu Jiaoxue Chubanshe.  
(吳宗濟 (1991). 現代漢語語音概要. 北京: 華語教育出版社.)
- Xu, S. (1980). *Phonology of Standard Chinese*. Beijing: Wenzhi Gaige Chubanshe.  
(徐世榮 (1980). 普通話語音知識. 北京: 文字改革出版社.)
- Yang, B. (1996). A comparative study of American English and Korean vowels produced by male and female speakers. *Journal of Phonetics*, 24, 245-261.
- Yoon, T.-J. & Kang, Y. (2014). Monophthong analysis on a large-scale speech corpus of read-style Korean. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(3), 139-145.  
(윤태진, 강윤정 (2014). 한국어 대용량발화말뭉치의 단모음분석. 말소리와 음성과학, 6(3), 139-145.)
- Yun, J., Kim, E. K., & Seong, C. J. (2014). Perception of synthesized Korean /o/-/u/ continuum by Chinese learners of Korean language. *Proceedings of the 2014 Autumn Conference of the Korean Society of Speech Sciences*, 171-172.  
(윤지현, 김은경, 성철재 (2014). 중국인 한국어 학습자의 /오/-우/ 합성시료 연속체 지각. 2014 한국음성학회 가을학술대회 발표 논문집, 171-172.)
- Yun, J. & Seong, C. J. (2013). Effects of F1/F2 manipulation on the perception of Korean vowels /o/ and /u/. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(3), 39-46.  
(윤지현, 성철재 (2013). F1/F2의 변화가 한국어 /오/, /우/ 모음의 지각판별에 미치는 영향. 말소리와 음성과학, 5(3), 39-46.)

Yun, W., Yoon, K., Park, S., Lee, J., Cho, S., Kang, D., Byun, K.,  
Hahn, H., & Kim, J. (2015). The Korean Corpus of Spontaneous  
Speech. *Phonetics and Speech Sciences*, 7(2), 103-109.

• **윤지현 (Yun, Jihyeon), 제1저자**

충남대학교 언어학과  
대전광역시 유성구 대학로 99  
Tel: 042-821-6391  
Email: yunjihyeon@gmail.com  
관심분야: 음성학  
언어학과 대학원 박사과정 수료

• **김은경 (Kim, EunKyung)**

충남대학교 국어국문학과  
대전광역시 유성구 대학로 99  
Tel: 042-821-8812  
Email: indah@cnu.ac.kr  
관심분야: 한국어 발음 교육, 음성학

• **성철재 (Seong, Cheoljae), 교신저자**

충남대학교 언어학과  
대전광역시 유성구 대학로 99  
Tel: 042-821-6395  
Email: cjseong49@gmail.com  
관심분야: 음성학