

## 백아이 코퍼스에서의 젊은 성인 여성의 모음 포먼트 분석

### An Analysis of the Vowel Formants of the Young Females in the Buckeye Corpus

윤 규 철<sup>1)</sup>

Yoon, Kyuchul

#### ABSTRACT

The purpose of this paper is to measure the first two vowel formants of the ten young female speakers from the Buckeye Corpus of Conversational Speech [1] automatically and then to analyze various potential factors that may affect the formant distribution of the eight peripheral vowels of English. The factors that were analyzed included the place of articulation, the content versus function word information, the syllabic stress information, the location in a word, the location in an utterance, the speech rate of the three consecutive words, and the word frequency in the corpus. The results indicate that the overall formant patterns of the female speakers were similar to those of earlier works. The effects of the factors on the realization of the two formants were also similar to those from the male speakers with minor differences.

**Keywords:** vowel formants, female speakers, F1, F2, Buckeye Corpus, content word, stress, speech rate, word frequency

#### 1. 서론

남성과 여성의 모음 포먼트 값이 성도의 물리적인 차이에 의하여 그 분포 영역에 있어 서로 다르다는 사실은 영어 모음 포먼트 연구의 선구자 격인 [1]에서부터 널리 알려져 온 사항이다.

프랏[2]에 내장되어 있는 [1]의 실험 자료를 바탕으로 미국 성인 남녀의 모음 포먼트 분포를 산점도와 표준편차 다이어그램으로 나타내어 보면 <그림 1>과 같다. 그림 오른쪽의 다이어그램에서 타원은 표준편차 1의 범위에 속하는 데이터가 차지하는 영역을 나타낸 것이다. 그림의 포먼트 축을 기준으로 볼 때 남성의 포먼트 영역은 여성의 영역에 비해 상대적으로 우측 상단에 위치하고 있음을 알 수 있다.

이러한 분포 상의 특징은 [1]의 연구를 확장 보완한 [3]의

연구에서도 관찰되는데 세부적인 양상의 차이는 보이지만 대체로 유사한 패턴을 보이고 있다. 미국 남부 캘리포니아 지역의 방언을 추가로 연구한 [4]의 연구에서는 [1]과 [3]의 자료를 <그림 2>와 같이 자신의 연구와 비교하여 설명하고 있다. 정도의 차이는 있지만 역시 대체로 남성의 포먼트 영역이 우측 상단에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이렇게 남녀 간의 차이로 인하여 생긴 포먼트 값의 차이를 극복하여 성별의 요인을 제거하고자 시도한 [5]의 연구도 있다.

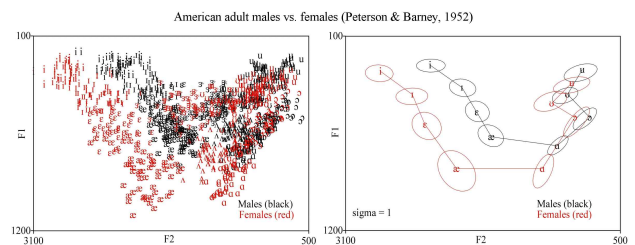


그림 1. 영어 모음 포먼트의 미국 성인 남녀별 분포[1]  
Figure 1. Distribution of English vowel formants among American adult males and females[1]

1) 영남대학교, kyoon@ynu.ac.kr

이 연구는 2012학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

접수일자: 2012년 9월 3일

수정일자: 2012년 11월 14일

게재결정: 2012년 11월 23일

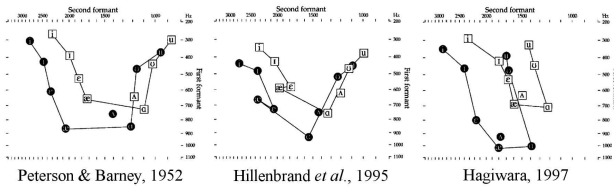


그림 2. 남녀별 미국 영어 모음 포먼트 분포 비교[4]  
 Figure 2. Comparison of vowel formant distribution among male and female American speakers[4]

모음 포먼트에 대한 연구는 주어진 언어에 대한 가장 기본적인 음성학적 연구 중의 하나로 볼 수 있다. 그러나 대부분의 연구에서 해당 언어의 모음을 얻어내는 절차에 있어서는 발전적 변화의 속도가 더디다고 볼 수 있다. 물론 어떤 면을 발전으로 보느냐 하는 관점에 따라 다른 견해가 존재할 수 있지만, 음성학을 비롯한 언어학의 궁극적 목표가 인위적이고 부자연스러운 발화 음성이 아닌 자연스럽게 즉흥적인 발화 음성에 존재하는 총체적 진실을 밝혀내는 것이라고 가정할 때, 주어진 단어나 문장을 인위적으로 조성되고 정해진 방법으로 입어서 녹음한 경우 그 음성 자료에 과연 얼마나 실제에 가까운 자연스러운 발화가 들어있을지는 의심스럽다고 볼 수도 있을 것이다.

정해진 단어나 문장 안에 연구하고자 하는 모음을 넣어서 녹음하는 방식은 모음 포먼트에 영향을 미치는 여러 요인들을 연구의 목적에 적합하게 통제하기 위해서 어쩔 수 없이 취할 수 밖에 없는 절차로 볼 수도 있다. 그러나 이제는 전술한 연구를 비롯해 많은 연구에서 통제된 요인들을 바탕으로 모음 포먼트의 분포 양상에 대하여 어느 정도 지식을 갖게 되었고, 그런 지식을 바탕으로 즉흥적이고 자연스럽게 발화된 음성 자료에서 모음 포먼트가 어떤 양상을 보이는지를 연구할 시점이 되었다고 생각된다. 그러한 연구는 역으로 통제된 요인에 근거한 선행 연구들의 발전적 수정과 보완을 위해서도 필요하다고 여겨진다.

본 논문에서는 자연발화 음성 코퍼스인 벅아이 코퍼스(Buckeye Corpus of Conversational Speech)[6]에서 30대 이하의 연령층을 구성하는 열 명의 미국 젊은 여성들을 대상으로 모음 포먼트를 조사하여 같은 코퍼스에서 젊은 남성 열 명에 대한 포먼트 분포를 살펴보았던 [7]의 연구와 어떤 차이점과 유사점이 있는지 살펴보고자 한다. [7]의 연구에서와 마찬가지로 본 논문에서도 모음 포먼트에 영향을 미치는 요인을 따로 통제할 수 없기 때문에 대신 추출하고자 하는 모음 주변의 음성학적 환경 등 잠재적인 요인들을 가능한 많이 추출해 내고자 [8]에서 제시한 프랏 스크립트들을 활용하였다. 그리하여 추출한 요인들을 중심으로 모음 포먼트에 미치는 영향에 대한 분석을 실시하였다.

2. 연구방법

벅아이 코퍼스[6]는 미국 오하이오 주립대학에서 연구 목적으로 무료 배포하고 있는 자연발화 음성 코퍼스이다. 오하이오 주 거주민을 대상으로 남녀노소 각각 10명씩 총 40명이 녹음에 참여하였으며, 인터뷰 방식으로 다양한 주제에 대하여 즉흥적이고 자연스런 대화를 진행하여 구축된 코퍼스이다. 또한 대화를 구성하는 약 30만개에 달하는 모든 단어와 단어를 구성하는 모든 변이음이 자동 음성인식과 수동 교정을 통하여 레이블링 되어 있는 상태로 배포되기 때문에 영어를 연구하는 연구자들이 즉시 활용할 수 있는 상당히 유용한 자료이다.

표 1. 코퍼스에 사용된 모음 기호의 예  
 Table 1. Vowel symbols used in the corpus

코퍼스 모음 기호	단어의 예
iy	beat
ih	bit
eh	bet
ae	bat
aa	cot
ao	bought
uh	book
uw	boot

본 연구에서는 이 코퍼스에 포함되어 있는 30대 이하의 젊은 여성 화자 10명을 대상으로 하여, 이들이 발화한 모든 파일에서 영어 모음 공간의 외곽을 구성하는 <표 1>에 제시된 8개의 모음을 추출하여 분석을 실시하였다.

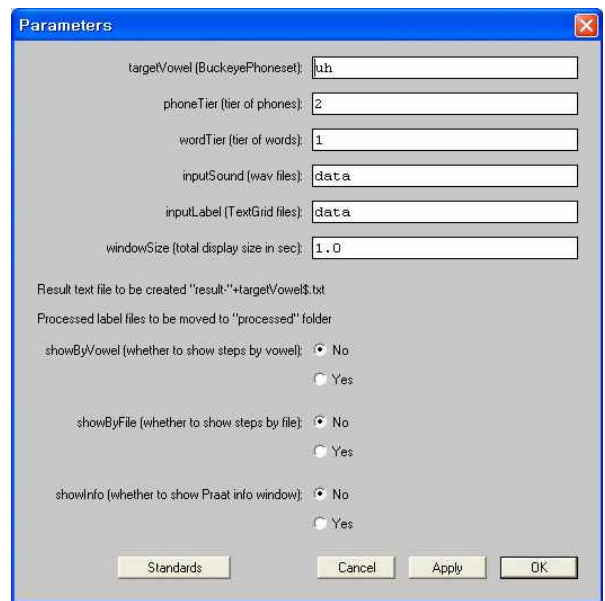


그림 3. 모음 포먼트를 자동 측정하는 프랏 스크립트[8]  
 Figure 3. Praat script for measuring formants[8]

코퍼스에 들어 있는 대량의 모음 포먼트 자료를 수작업으로 일일이 추출하는 것은 효율적이지도 못하고 또 가능하지도 않다. 따라서 [8]에서 제시한 백아이 코퍼스 활용 스크립트 가운데 모음 포먼트와 주변 정보를 자동으로 추출하는 스크립트를 변형하여 활용하였다. 이 스크립트를 실행하면 <그림 3>에서와 같은 창이 나타난다. 이 창은 모음을 추출하기 위한 여러 설정을 하는 곳으로, 위에서부터 추출 대상인 모음의 기호, 단어층과 변이음층의 번호, 코퍼스 음성과 레이블 파일이 들어 있는 폴더 이름, 추출 중에 실시간으로 화면 상에 보여질 창의 크기 설정, 추출 과정 중 모음별로 혹은 파일별로 일시 정지할 수 있는 기능, 일반 텍스트 파일 출력 외에 화면 상의 출력을 할 수 있는 항목으로 구성되어 있다.

설정을 마치고 계속하게 되면 화면 상에 실시간으로 추출 과정이 출력되며 스크립트가 있는 폴더에 일반 텍스트 파일로 각 추출 모음에 대한 주변 정보가 함께 출력된다. 이 텍스트 파일에 출력되는 정보와 별도의 추가 스크립트 실행을 통해 얻게 될 요인 정보 일곱 가지는 다음과 같다.

- (a) 모음의 조음 위치(모음 기호)
- (b) 모음이 속한 단어가 내용어인지 기능어인지의 여부
- (c) 모음이 속한 음절이 단어사전에서 강세가 있는지 여부
- (d) 모음의 단어 내 위치(어두, 어중, 어미)
- (e) 모음의 발화 문장 내 위치(문두, 문중, 문미)
- (f) 발화속도(음절수/초)
- (g) 모음 소속 단어의 백아이 코퍼스 내 출현 빈도수

여기에서 단어의 내용어 여부는 [8]에서 제시한 스크립트를 활용하여 기능어 목록을 바탕으로 자동으로 결정되며, 음절의 강세 여부도 [9]의 CMU 발음사전을 바탕으로 [8]에서 제시한 스크립트를 활용하여 자동으로 결정된다. 모음의 단어 내 위치는 역시 [8]에서 수정한 백아이 코퍼스 레이블 파일을 바탕으로 하여 자동으로 결정된다. 백아이 코퍼스에서 발화 문장은 발화가 아님을 표시하는 여러 기호들 중 특히 <SIL>, <VOCNOISE> 등으로 둘러싸인 단어의 연속을 발화 문장으로 정의하여 이를 기준으로 발화 문장 내 위치를 스크립트가 자동으로 결정하였다. 발화속도는 [8]의 스크립트를 활용하여 모음 소속 단어를 기준으로 직전과 직후의 단어를 포함 연속된 세 단어의 음절수와 걸린 시간을 추출하여 자동 계산하였다. 마지막으로 단어 빈도수는 [8]에서 제시한 빈도수 자료를 활용하여 추출했다. 이렇게 총 7개의 요인과 F1, F2의 두 포먼트 값을 뽑아내었고, 자료의 통계 분석과 그래프 작업은 [10]의 R 프로그램을 이용하여 수행하였고 95% 신뢰구간을 바탕으로 분석하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 젊은 여성 전체의 모음 포먼트 분석

스크립트를 통하여 자동으로 얻어진 모든 모음의 개수와 이들 모음으로부터 추출된 두 포먼트의 평균과 표준편차는 <표 2>에 주어져 있다.

표 2. 모음 개수와 포먼트 평균값(표준편차)  
Table 2. Number of vowels and their formant frequency means(standard deviations)

모음	개수	F1 (Hz)	F2 (Hz)
iy	3,942	432 (98)	2,373 (335)
ih	7,507	508 (125)	2,006 (305)
eh	4,405	629 (113)	1,883 (232)
ae	2,356	791 (149)	1,837 (250)
aa	1,979	793 (132)	1,482 (215)
ao	1,042	670 (145)	1,205 (259)
uh	861	502 (131)	1,664 (306)
uw	1,550	428 (103)	1,863 (445)
합계	23,642		

포먼트 분석에 앞서 <그림 4>를 참조하여, 추출된 모음이 포함된 단어를 발화하는 시점에서의 발화속도를 살펴보자. 상단의 그림을 보면 10명의 젊은 여성 화자들의 평균 발화속도는 6.11 음절/초이고 표준편차는 2.01 음절/초이다. 중간의 그림은 [7]의 연구에서 제시한 젊은 남성 화자 자료에 근거한 것이다. 남성 화자들의 평균 발화속도는 6.30 음절/초, 표준편차는 2.08 음절/초로 평균값이나 개별 발화속도의 히스토그램 분포가 여성 화자들과 거의 유사한 것을 알 수 있다.

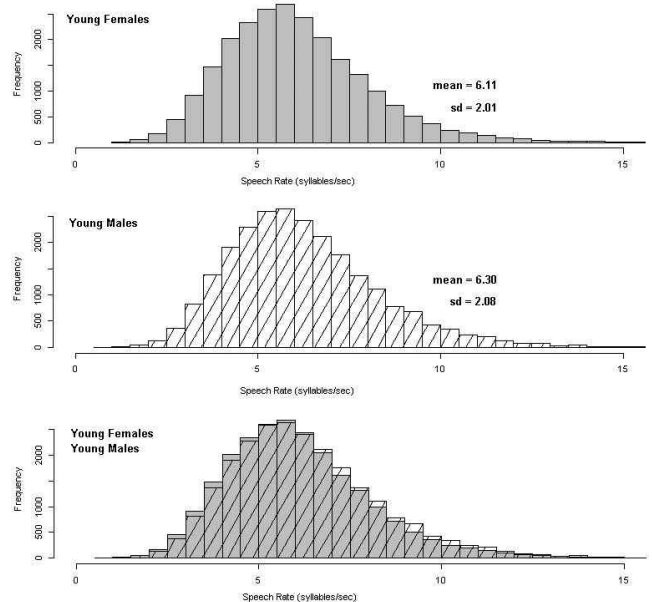


그림 4. 남성과 여성의 발화속도 비교

Figure 4. Comparison of speech rates between young males and young females

하단의 그림은 남성과 여성을 중첩시켜 놓은 것인데 분포 형태가 거의 일치함을 알 수 있다. 이를 통해 벽아이 코퍼스 내에서 30대 이하의 젊은 남성 화자들과 여성 화자들은 발화 속도의 분포에 있어 상당히 유사한 패턴을 보이는 동질 집단임을 알 수 있다.

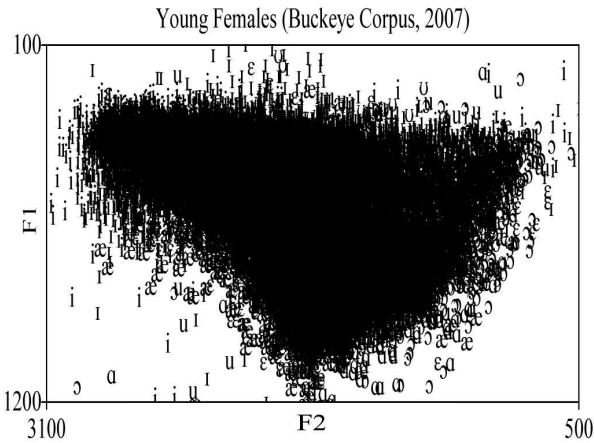


그림 5. 벽아이 코퍼스 젊은 여성 화자들의 모음 포먼트 분포

Figure 5. Vowel formants of the young female speakers from the Buckeye Corpus

본격적인 포먼트 분석을 하기 위해 벽아이 코퍼스의 젊은 여성 화자 10명 모두의 포먼트 값을 축을 조절하여 일반적인 모음 공간의 형태로 나타내면 <그림 5>와 같다. 산점도의 포인트를 IPA 음성기호로 나타내었는데 자료의 수가 방대하여 모음 공간의 대략적인 모습만 파악이 가능할 뿐 구체적인 분포 상황은 알기 힘들다.

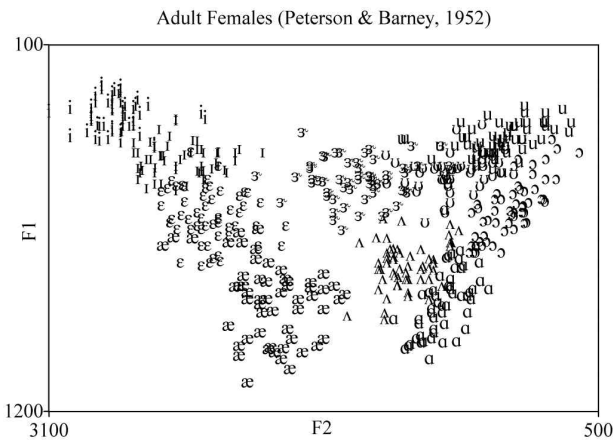


그림 6. 성인 여성 화자들의 영어 모음 포먼트[1]  
Figure 6. English vowel formants of the adult females[1]

그러나 <그림 6>에 제시되어 있는 [1]의 연구에서의 미국 성인 여성들의 모음 포먼트 분포를 참고하여 보면 대략적으로

주파수 분포의 영역에 있어서 서로 비슷하다는 인상을 받게 된다.

<그림 5>와 <그림 6>의 분포를 표준편차 1의 범위에 포함되는 자료를 기준으로 비교를 해보면 <그림 7>에서와 같이 보다 명확하게 그 유형을 파악할 수 있다. 그림에서 보듯이 모음 포먼트 분포에 영향을 미치는 요인을 매우 엄격하게 통제된 [1]의 연구에서와는 달리 자연발화 코퍼스에서의 모음 포먼트의 분포는 모음들 사이에 중첩되는 영역이 상당히 넓게 존재하고 있음을 알 수 있다. 표준편차 1에 해당되는 자료가 전체 자료의 40%가 조금 못된다는 사실을 감안하면 벽아이 코퍼스의 모음 포먼트 분포가 실제로 어떠한지 예상할 수 있다.

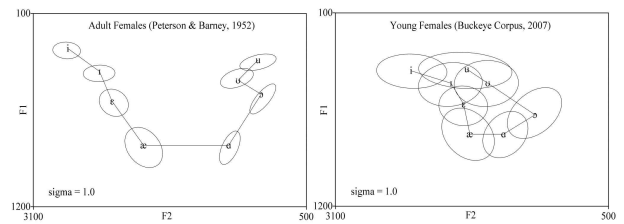


그림 7. 여성 화자들에 대하여 [1]의 연구와 비교  
Figure 7. Comparison of female speakers in [1] and current study

이번에는 벽아이 코퍼스 내의 여성의 모음 포먼트 분포를 남성의 분포와 비교한 <그림 8>을 살펴 보자. 앞의 <그림 1>을 통해서 통제된 상황에서 녹음된 [1]의 연구에서 남성 화자들의 모음 포먼트가 여성에 비해 우측 상단으로 이동되어 나타나는 것을 알 수 있었는데 벽아이 코퍼스에서도 비슷한 상황이 나타났다.

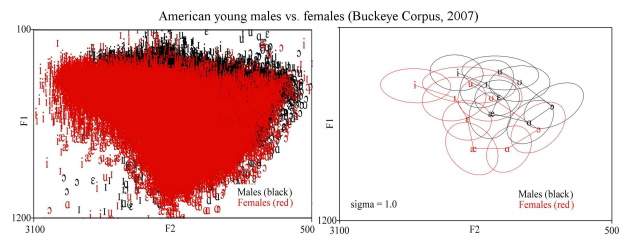


그림 8. 벽아이 코퍼스 여성과 남성 화자들의 비교  
Figure 8. Comparison of female and male speakers in the Buckeye Corpus

좌측 그림에서 보면 붉은색 여성 화자들의 자료가 검은색 남성 화자들의 자료와 상당 부분 중첩되지만 우측 상단으로 검은색 남성 화자들 자료가 보이고 있음을 알 수 있다. 우측 그림에서 표준편차 1에 속하는 데이터를 중심으로 살펴보면 이런 경향을 다시 확인할 수 있다.

하지만 여전히 데이터 간의 중첩이 심하여 여성 화자들의

모음 공간을 한눈에 파악하기가 용이하지 않다. 표준편차를 0.3으로 줄인 <그림 9>를 보면 앞서 언급했던 선행 연구들에서 보았던 패턴과 유사한 모양을 드러낸다. 그러나 이는 평균값에서 표준편차 0.3의 비율만큼의 변동 범위에 속하는 극히 제한된 수의 모음 포먼트 자료를 갖고 나타낸 그림이므로, 여기에 속하지 않는 수많은 다른 자료를 올바르게 분석하려면 이들 모음 포먼트에 영향을 미치는 수많은 요인을 고려해야만 할 것이다.

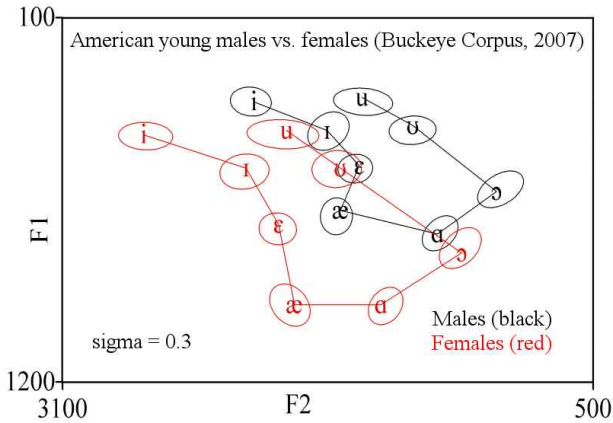


그림 9. 벅아이 코퍼스 여성과 남성 화자들의 비교  
Figure 9. Comparison of female and male speakers in the Buckeye Corpus

지금까지 벅아이 코퍼스의 30대 이하 젊은 여성 화자 열명에 대한 전체적인 분포 양상을 살펴보고 이를 통해 통계된 녹음을 통한 이전의 연구에 비해 모음 사이에 중첩이 상당히 광범위함을 알게 되었다. 이는 요인 통제가 불가능한 자연 발화 음성 녹음에 존재하는 모음의 포먼트 값에 다양한 요인들이 영향을 미침으로 인해 생기는 현상일 것임을 예상할 수 있다. 그렇다면 개별 요인들이 여성들의 모음 포먼트에 어떠한 영향을 미치는지 하나씩 살펴보도록 하자.

### 3.2 여성의 모음 포먼트에 영향을 미치는 요인 분석

앞서 연구방법에서 제시한 (a) ~ (g)의 일곱 가지 요인들이 모음 포먼트 분포에 어떤 영향을 미치는지 하나씩 살펴보도록 하자. 우선 모음의 조음위치가 두 포먼트에 미치는 영향을 알아보기 위해 조음위치를 요인 변수로 하고 두 포먼트를 반응 변수로 하여 반복측정 일원 분산분석을 실시하였다. 그 결과 F1에 대하여는  $F(7,63) = 324.9, p < 2E-16$ , F2에 대하여는  $F(7,63) = 317.6, p < 2E-16$ 으로 95% 신뢰구간에서 모두 유의미한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. <그림 10>은 두 포먼트와 조음위치와의 관계를 박스 플롯으로 나타낸 것이다.

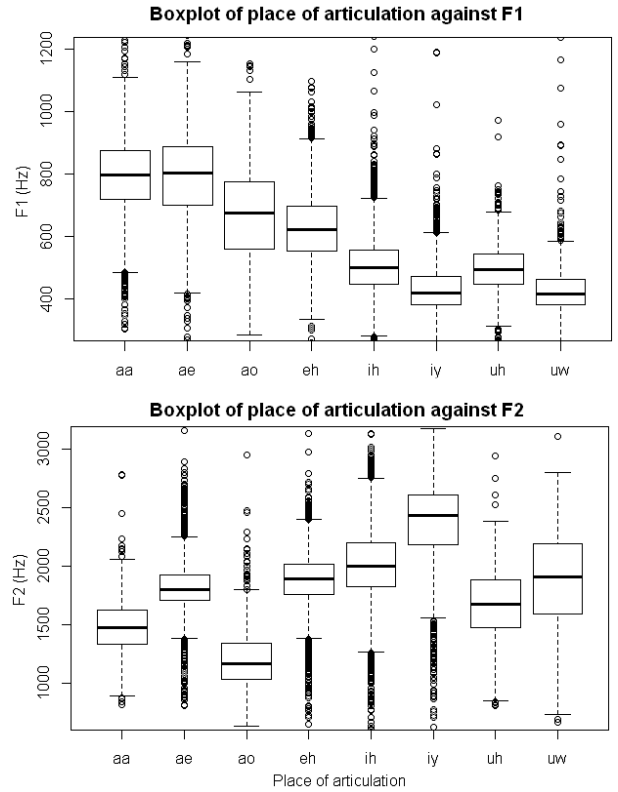


그림 10. 조음위치와 두 포먼트와의 박스 플롯  
Figure 10. Box plot of place of articulation against F1 & F2

다음으로 포먼트가 추출된 모음이 속한 단어가 내용어인지 기능어인지에 따라 포먼트가 어떤 영향을 받는지를 알아보기 위하여 단어의 내용어 여부를 요인 변수로, 두 포먼트를 반응 변수로 설정하여 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다. F1에 대하여는  $F(1,9) = 95.82, p = 4.27E-06$ , F2에 대하여는  $F(1,9) = 99.38, p = 3.67E-06$ 으로 내용어 여부가 두 포먼트에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. <그림 11>에서 보듯이 모음이 속한 단어가 내용어일 경우 F1의 값은 작아지고 F2의 값은 조금 커지는 경향을 보이고 있다.

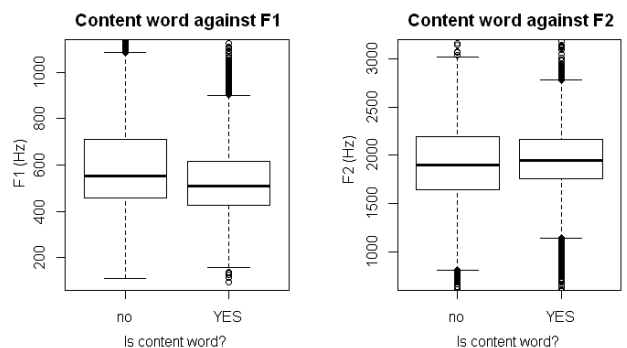


그림 11. 내용어 여부와 두 포먼트와의 박스 플롯  
Figure 11. Box plot of content word against F1 & F2

이러한 경향은 30대 이하 젊은 남성 화자 열 명의 모음 포먼트를 조사한 [7]의 연구에서도 동일하게 나타난 사항이다.

세 번째로 모음이 속한 음절이 단어 사전에서 강세를 받는 음절인지의 여부가 두 포먼트에 미치는 영향을 알아보기 위하여 음절 강세 여부를 요인 변수로 두 포먼트를 반응 변수로 두고 반복측정 일원 분산분석을 실시하였다. 그 결과 F1에 대하여는  $F(2,18) = 128.5, p = 2.21E-11$ , F2에 대하여는  $F(2,18) = 191.3, p = 7.47E-13$ 으로 두 포먼트 모두에 대하여 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. <그림 12>의 박스 플롯에서 알 수 있듯이 강세가 없는 경우와 제1 혹은 제2강세가 있는 경우로 유형이 나뉘는 것을 볼 수 있다. 강세가 없는 모음의 경우 F1의 값은 작아지고 F2의 값은 커지는 경향을 보이는 것을 알 수 있는데 이 또한 남성 화자들을 대상으로 연구한 [7]의 연구에서도 동일한 유형으로 보고되고 있는 사항이다.

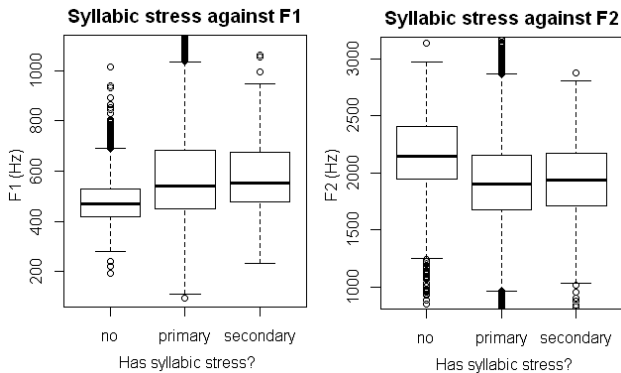


그림 12. 음절 강세 여부와 두 포먼트와의 박스 플롯  
Figure 12. Box plot of syllabic stress against F1 & F2

네 번째로 모음이 단어 내에서 어느 위치에 있는가 하는 요인이 두 포먼트에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 어두, 어중 혹은 어미 중 하나인 단어 내 위치를 요인 변수로 하고 두 포먼트를 반응 변수로 하여 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다. 시행 결과 F1 값에 대하여는  $F(2,18) = 201.6, p = 4.76E-13$ , F2 값에 대하여는  $F(2,18) = 201.4, p = 4.79E-13$ 을 보여 두 포먼트 모두에 대하여 유의미한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

<그림 13>에서 보듯이 모음이 어미에 위치하느냐에 따라 두 부류로 나뉘어지며 어미에 위치한 모음의 경우 F1 값이 작아지고 F2 값은 커지는 경향을 보이고 있다. [7]의 연구와 비교해 보면 이 요인에 대한 영향도 남녀 모두 공통된 패턴을 보이고 있다.

다음으로 모음이 발화 문장 안에서 어디에 위치하느냐 하는 요인이 포먼트에 미치는 영향을 알아보자. 전술하였듯이 즉흥적이고 자연스러운, 또 그렇기 때문에 말할수나 군소리 등 문어체 문장에서 볼 수 없는 요소들이 다량 들어가 있는

자연발화 코퍼스에서, 발화문장을 엄격하게 정의하는 것과 또 그것을 코퍼스 내에서 찾아내는 것은 쉽지 않은 일이다. 이 연구에서는 <SIL>, <VOCNOISE>와 같은 기호로 표시된 긴 휴지기 사이에 들어 있는 단어의 연속을 하나의 발화문장으로 정의하였고 자동으로 추출하였다.

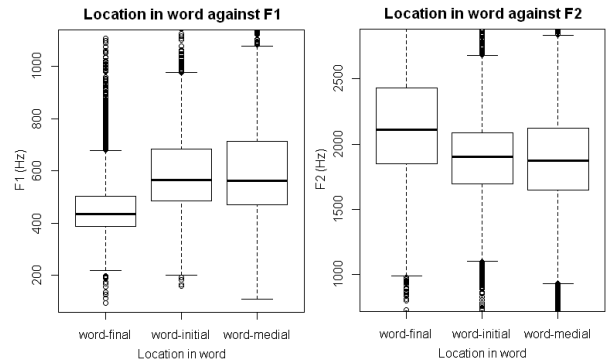


그림 13. 단어 내 위치와 두 포먼트와의 박스 플롯  
Figure 13. Box plot of location in word against F1 & F2

문두, 문중, 혹은 문미 중 하나로 표시된 발화문장 내 위치를 요인 변수로 설정하고 두 포먼트를 반응 변수로 하여 반복측정 일원 분산분석을 실시한 결과, F1에 대하여는  $F(2,18) = 97.8, p = 2.14E-10$ , F2에 대하여는  $F(2,18) = 82.77, p = 8.4E-10$ 으로 두 포먼트 모두에 대하여 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. <그림 14>를 보면 모음이 문미에 위치할 경우 F1의 값은 작아지고 F2의 값은 커지는 경향을 보이고 있으며 문두와 문중의 경우도 경향에 있어 약간의 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 이러한 경향도 [7]의 남성 화자들과 비교해 보면 정도의 차이는 있으나 거의 유사한 패턴을 보이고 있다.

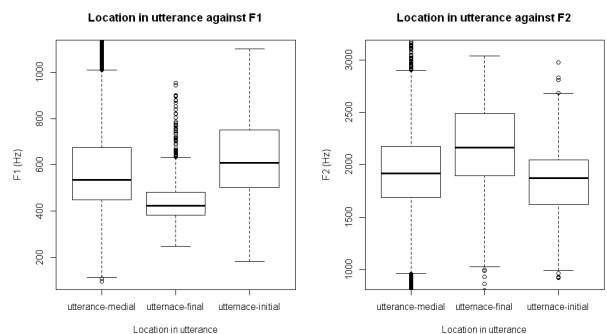


그림 14. 발화문장 내 위치와 두 포먼트와의 박스 플롯  
Figure 14. Box plot of location in utterance against F1 & F2

여섯 번째, 모음이 속한 단어를 중심으로 직전과 직후의 단어를 포함하여 연속된 세 단어를 기준으로 측정된 발화속도가 두 모음 포먼트에 미치는 영향에 대하여 알아보자. 앞에 제시

한 바와 같이 여성 화자들은 평균 6.11 음절/초의 속도로 발화하였다. 발화속도를 요인 변수로 하고 두 포먼트를 반응 변수로 하여 반복측정 일원 분산분석을 실시한 결과 F1 값에 대하여는  $F(1,9) = 5.741, p = 0.0402$ 로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났지만, F2 값에 대하여는  $F(1,9) = 2.626, p = 0.14$ 로 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. [7]의 연구에서는 발화속도가 남성 화자들의 두 모음 포먼트에 모두 영향을 미치지 않는 것으로 나타났지만, 본 연구에서는 F1 값에 대하여 근소한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

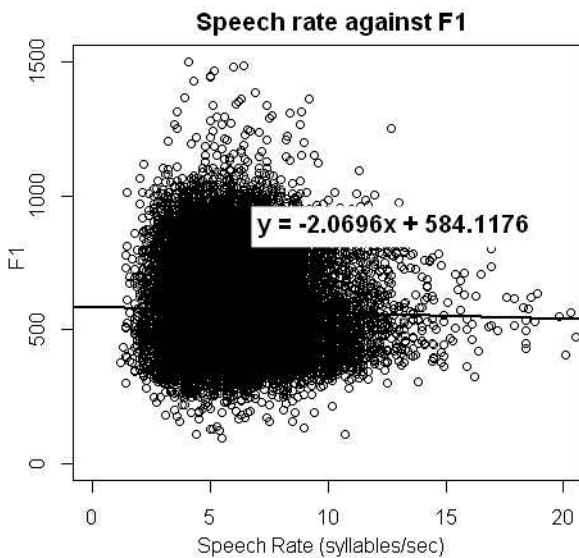


그림 15. 발화속도와 제1포먼트와의 산점도  
Figure 15. Scatter plot of speech rate against F1

발화속도와 제1포먼트와의 관계를 단순 선형 회귀분석을 통해 살펴보면 <그림 15>의 회귀식을 통해 알 수 있듯이 발화속도가 1만큼 증가할 때 F1의 값은 2.0696만큼 작아지는 것으로 나타났다. 그러나 F2에 대하여는 단순 선형 회귀분석을 실시한 결과 분산분석에서와 마찬가지로 발화속도 요인이 F2 값에 대하여 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

마지막으로 일곱 번째, 포먼트가 추출된 모음이 속한 단어가 백아이 코퍼스 전체에서 얼마나 잦은 빈도로 출현하는가가 모음 포먼트에 어떤 영향을 미치는지 알아보자. 단어 빈도수가 자연 발화에 있어 단어의 발음 변이를 일으키는데 주요한 요인이라는 사실은 이미 널리 알려져 있다. 즉, 빈도수가 높은 단어는 길이가 짧아지고 축약을 비롯한 다양한 약화 현상을 겪을 가능성이 높다. 백아이 코퍼스의 VOT를 조사한 [11]에 연구에 의하면 VOT를 추출한 단어의 코퍼스 내 빈도수가 VOT 값과 상당히 밀접한 연관이 있음이 밝혀졌다. 따라서 모음의 포먼트 값에도 단어 빈도수 요인의 영향이 있을 것으로 예상할 수 있을 것이다.

단어 빈도수의 모음 포먼트에 대한 영향을 알아내기 위하여 빈도수를 요인 변수로, 두 포먼트를 반응 변수로 설정하고 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다. 그 결과 F1 값에 대하여는  $F(1,9) = 2.171, p = 0.175$ 로 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났고, F2 값에 대하여는  $F(1,9) = 25.9, p = 0.000655$ 로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 백아이 코퍼스의 남성 화자들의 모음을 연구한 [7]의 결과에 의하면 남성들의 경우 단어 빈도수가 두 포먼트 모두에 유의미한 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 하지만 여성 화자들을 대상으로 한 본 연구에서는 단어 빈도수가 F2에만 영향을 미치는 것으로 나타났다.

단어 빈도수와 F2 값과의 관계를 단순 선형 회귀분석을 실시하여 살펴보면 <그림 16>의 회귀식을 통해 알 수 있듯이 단어 빈도수가 1만큼 증가할 때 F2 값은 2.393E-03만큼 증가하는 것으로 나타났다.

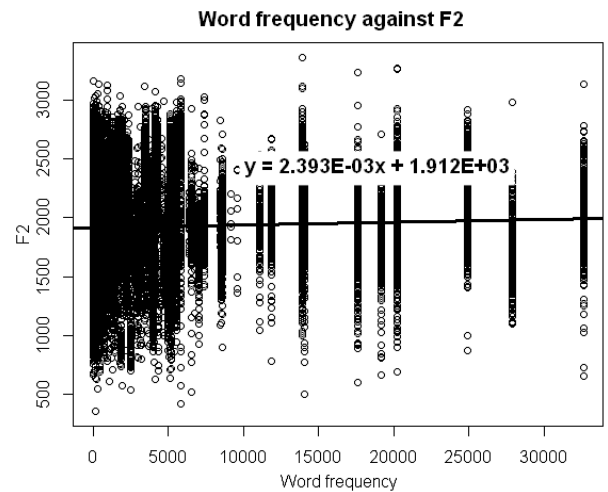


그림 16. 단어 빈도수와 제2포먼트와의 산점도  
Figure 16. Scatter plot of word frequency against F2

#### 4. 결론

본 논문은 자연발화 음성 코퍼스인 백아이 코퍼스의 30대 이하 젊은 여성 화자 열 명을 대상으로, 영어 모음 공간의 틀레를 구성하는 여덟 개의 모음의 두 포먼트 값들과 이들에 영향을 미칠 것으로 예상되는 여러 주변 요인들을 자동으로 추출하여 통계 분석을 통해 포먼트에 미치는 영향을 살펴보고, 젊은 남성 화자들을 대상으로 유사한 연구를 진행한 [7]의 연구 결과와 비교해 보았다.

우선 엄격하게 통제된 상황에서 주어진 단어를 읽어 녹음한 자료를 대상으로 연구를 진행한 이전의 여러 연구들과는 달리, 모음 공간 내에서 포먼트 값들의 분포가 상당히 많이 중첩되고 있음을 알 수 있었고, 즉흥적이고 자연스러운 대화를 통한 발화 문장에서 모음별 포먼트의 전체적인 분포 양상을

이 [1]의 연구나 [4]의 연구 결과와 매우 다르다는 사실을 알 수 있었다.

하지만 이러한 상이한 양상에도 불구하고 벅아이 코퍼스의 젊은 여성 화자들과 [7]의 연구에서 밝혀진 남성 화자들의 모음 공간 내에서의 상대적인 분포 양상은 <그림 9>에서 볼 수 있듯이 이전의 연구 결과와 유사한 패턴을 보여주고 있다. 발화속도의 분포에 있어서도 남성과 여성 화자들이 거의 비슷한 양상을 보이고 있음이 밝혀졌다.

모음 포먼트에 영향을 미칠 가능성이 있는 여러 요인들을 하나씩 분석해본 결과 남성 화자들의 연구 결과에서와 유사한 양상을 보였다. 즉, 여성과 남성 화자들 모두에 대하여, 모음의 조음위치, 모음이 속한 단어의 내용어 여부, 모음이 속한 음절의 단어 사전 내 강세 여부, 모음의 단어 내 위치, 모음의 발화문장 내 위치 등의 요인들이 두 포먼트 모두에 통계적으로 유의미한 영향을 미치고 있음이 밝혀졌다.

그러나 발화속도와 단어 빈도수 요인이 남성과 여성 화자들에게 미치는 영향은 동일한 유형을 보이지 않았다. [7]의 남성 화자들의 연구에서는 발화속도가 두 포먼트 모두에 영향을 미치지 못하는 것으로 보고되었으나, 본 연구에서 여성 화자들을 대상으로 분석한 결과 F1에 대하여서는 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 밝혀졌다. 남성 화자들에 있어서는 단어 빈도수가 두 포먼트 모두에 유의미한 영향을 미친다고 보고되었지만, 본 연구에 의하면 여성 화자들에 있어서 단어 빈도수는 F2에만 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

결론적으로 본 연구를 통해서 벅아이 코퍼스를 구성하는 30대 이하 젊은 여성 열 명의 집단은 같은 연령대의 젊은 남성 열명의 집단과, 발화속도의 분포 양상과 포먼트에 영향을 미치는 요인들의 행동 양상이 전체적으로 상당히 유사하다는 점을 알 수 있었다. 또한 인위적인 통제가 불가능한 자연발화 음성 코퍼스임에도 불구하고 [7]의 연구에서와 같이, 모음 포먼트 분포에 영향을 미치는 요인들을 자동으로 찾아내어 분석할 수 있음을 보여준 것은 의미 있는 일이라 생각된다. 이러한 요인들이 어떠한 양상으로 서로 상호작용을 하여 각 모음별 분포 영역이 결정되는지는 후속 연구 과제로 남겨둔다.

### 참고문헌

- [1] Peterson, G. & Barney, H. (1952). Control methods used in a study of vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 24, 175-184.
- [2] Boersma, P. & Weenink, D. (2012). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.04, retrieved 12 January 2012 from <http://www.praat.org/>.
- [3] Hillenbrand, J., Getty, L. A., Clark, M. J. & Wheeler, K. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels.

- Journal of the Acoustical Society of America* 97(5), 3099-3111.
- [4] Hagiwara, R. (1997). Dialect variation and formant frequency: The American English vowels revisited. *Journal of the Acoustical Society of America* 102(1), 655-658.
- [5] Yang, B. (1996). A comparative study of American English and Korean vowels produced by male and female speakers. *Journal of Phonetics* 24, 245-261.
- [6] Pitt, M.A., Dilley, L., Johnson, K., Kiesling, S., Raymond, W., Hume, E. and Fosler-Lussier, E. (2007) Buckeye Corpus of Conversational Speech (2nd release) [[www.buckeyecorpus.osu.edu](http://www.buckeyecorpus.osu.edu)] Columbus, OH: Department of Psychology, Ohio State University (Distributor).
- [7] Yoon, K. (2012). An analysis of the vowel formants of the young males in the Buceye Corpus. *Phonetics and Speech Sciences* 4(2), 41-49.
- (윤규철 (2012). 벅아이 코퍼스에서의 젊은 성인 남성의 모음 포먼트 분석. *말소리와 음성과학* 4(2), 41-49.)
- [8] Yoon, K. (2012). Error correction and Praat script tools for the Buckeye Corpus of Conversational Speech. *Phonetics and Speech Sciences* 4(1), 29-47.
- (윤규철 (2012). 벅아이 코퍼스 오류 수정과 코퍼스 활용을 위한 프랏 스크립트 툴. *말소리와 음성과학* 4(1), 29-47.)
- [9] *The CMU Pronouncing Dictionary*, URL: <http://www.speech.cs.cmu.edu/cgi-bin/cmudict>.
- [10] R Development Core Team. (2008). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- [11] Yao, Y. (2009). Understanding VOT Variation in Spontaneous Speech. *UC Berkeley Phonology Lab Annual Report*, 29-43.

#### • 윤규철 (Yoon, Kyuchul)

영남대학교 영문과  
경북 경산시 대동 214-1  
Tel: 053-810-2130 Fax: 053-810-4607  
Email: [kyoon@ynu.ac.kr](mailto:kyoon@ynu.ac.kr)  
관심분야: 음성학, 운율론