

## 백아이 코퍼스를 이용한 영어 무성파열음의 VOT 연구

### A Study on the Voice Onset Time of English Voiceless Stops in the Buckeye Corpus

윤 규 철<sup>1)</sup>

Yoon, Kyuchul

#### ABSTRACT

The purpose of this paper is to investigate the voice onset time (VOT) of the English voiceless stops [p, t, k] found in the Buckeye Corpus of Conversational Speech [1]. Three young female speakers were chosen for this study and their VOT values were semi-automatically extracted along with other factors. The factors used for the analysis were place of articulation, location in word, syllabic stress, content word or not, word frequency calculated from the corpus, and the speech rate expressed in syllables per second. Results showed that, for the three places of articulation of each speaker, all the factors had a statistically significant effect on the VOT values. This paper has significance in that the materials used for the analysis were from a corpus of spontaneous natural English speech.

**Keywords:** voice onset time, VOT, English, voiceless stop, Buckeye Corpus

#### 1. 서론

성대 진동 개시 시간(voice onset time, VOT)은 음성 언어에서 파열음의 유무성을 반영하는 널리 알려진 음성 파라미터이다. 언어별로 유무성 범주에 속하는 파열음에 대한 많은 연구가 행해져왔고, 실험을 바탕으로 VOT에 영향을 미치는 다양한 요인들이 밝혀졌다.

VOT는 우선 조음위치에 따라 그 차이를 나타낸다고 널리 알려져 있다. 양순음에서 치경음을 거쳐 연구개음으로 조음위치가 이동함에 따라 VOT 값은 커지는 경향을 보인다고 [2]을 비롯한 많은 연구들이 보고하고 있으나 치경음과 연구개음의 경우 그 순서가 바뀌는 경우도 있다. 또한 VOT는 발화속도에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 한국어의 경우에도 예외는 아닌데, [3]의 연구와 그 이전의 많은 연구에 의하면 경음,

평음, 기식음 등은 정도의 차이는 있지만 발화속도가 증가할수록 VOT가 대체로 감소한다고 한다.

[2]에 의하면 VOT는 후행 모음의 종류와 같은 음성학적 환경에도 영향을 받아 저모음보다는 고모음이 올 때 그 값이 증가하는 경향을 보이는 것으로 밝혀졌다. 또한 [4]에 의하면 발음 전체에 영향을 미친다고 알려져 있는 단어 빈도수도 역시 VOT 값의 변화에 영향을 미쳐 빈도수가 증가할수록 그 값은 감소하는 경향을 보인다고 한다. 또한 단어 내 위치, 즉 어두 혹은 어중의 위치와 파열음이 속한 음절의 강세 유무 등도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

이처럼 VOT에 영향을 미치는 다양한 요인이 연구되고 있지만, 공통적인 사항 중 하나는 거의 대부분의 경우 분석에 사용된 단어나 문장의 발화가 통제된 실험실 혹은 녹음실에서 실험자가 이미 정한 것이라는 데에 있다. 하지만 최근 들어 새로운 경향이 나타나고 있는데, 인위적이고 통제된 녹음이 아닌 자연스럽고 정해진 것이 없이 대화를 하는 상태에서 녹음된 발화를 분석 대상으로 삼는 것이다. 물론 녹음실에서 발화된 자료보다 제반 요인을 효과적으로 통제할 수는 없지만, 낭독체가 아닌 자연 발화체가 음성언어의 보편적인 표현 형태라는 것을 감안하면 이러한 단점을 감수하고서라도 연구할만한 가치가 있을 것이다.

1) 영남대학교, kyoon@ynu.ac.kr

이 연구는 2012학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

접수일자: 2012년 4월 25일

수정일자: 2012년 6월 5일

게재결정: 2012년 6월 13일

본 논문에서는 거의 10여년에 걸쳐 구축된 자연 대화체 발화 코퍼스인 벽아이코퍼스(Buckeye Corpus of Conversational Speech)를 대상으로 자연 대화체 영어에서 무성 파열음의 VOT 값이 이미 알려진 여러 요인들에 의해 어떠한 영향을 어떻게 받는지를 살펴보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 벽아이 자연발화 코퍼스 소개

벽아이 코퍼스는 미국 오하이오 주에 거주하는 영어 원어민들 대상으로 인터뷰 형식을 통하여 자연스런 대화를 녹음한 음성 코퍼스이다. 녹음은 조용한 방에서 헤드셋 마이크를 착용한 채로 디지털 녹음기를 통해 인터뷰 형식으로 녹취되었다. 남녀노소별로 40명의 미국인을 대상으로 구축되었으며 한 화자당 대략 1시간여 정도의 녹음이 저장되어 있고, 단어와 변이음별로 자동 레이블링 후 수동 검증이 되어 있으며, 연구 목적으로 무료 배포되고 있는 매우 유용한 음성 코퍼스이다.

2.2 VOT 측정과 처리

영어 무성 파열음 [p, t, k]의 VOT 측정을 위하여 벽아이 코퍼스로부터 젊은 여성 화자 10명 중 3명(s01, s04, s08)을 선정하였다. 화자들이 각각 발화한 시간은 s01은 46분, s04는 61분, s08도 61분이었다. 코퍼스는 단어와 변이음별 층의 레이블링이 이미 되어 있으므로 해당 무성 파열음만 찾으면 된다. 이를 위해 <그림 1>과 같은 프라트 스크립트([5])를 작성하여 단어 처음과 단어 중간에 있는 무성 파열음을 검색하도록 하였다. 특히, 발화속도에 따른 VOT 값의 변화를 조사하기 위하여 검색 대상인 단어를 중심으로 이전과 이후에 단어가 있는 경우로 검색을 제한하였다. 결국 세 단어가 발화되는 시간을 자동으로 측정하고 후에 이를 초당 음절수(syllables/second)로 표현하여 발화속도를 나타내도록 하였다.

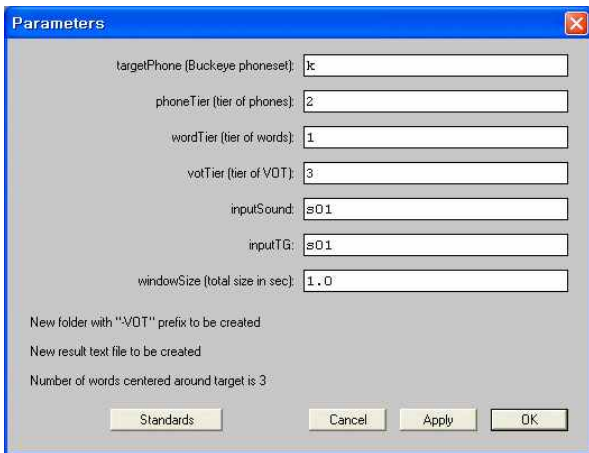


그림 1. 사용한 프라트 스크립트의 실행 화면  
Figure 1. Screen capture of the Praat script used

실제로 VOT를 측정하기 위해서는, 화자의 음성파일과 텍스트그리드 파일을 쌍으로 화면 위에 나타낸 다음 <그림 2>에서와 같이 음의 파형과 스펙트로그램을 동시에 관찰하면서 파열 구간의 시작에서부터 규칙적인 주기파가 나타나는 순간까지를 마우스로 선택하였고 이를 스크립트가 자동으로 VOT 층에 기록하면서 동시에 일반 텍스트 파일로 필요한 정보도 추출해낸다.

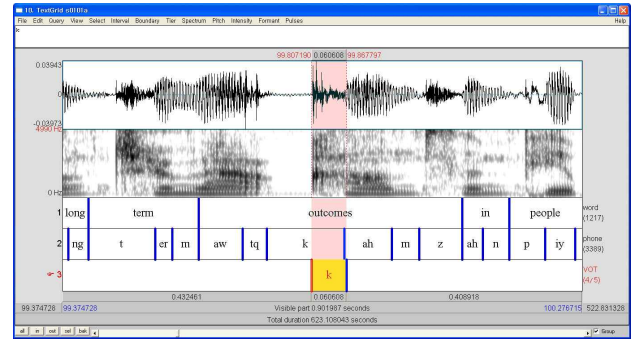


그림 2. VOT 측정 중 화면  
Figure 2. Measuring VOT

이 정보에는 VOT 이외에도 해당 파일의 이름, 무성 파열음 종류, 단어 내 위치(어두 혹은 어중), 해당 단어와 이전, 이후의 단어, 각 단어의 길이가 있다. 실시간으로 기록되는 이러한 정보를 바탕으로 스크립트의 실행이 끝난 후에 추가적으로 해당 음절의 강세 유무, 목적 단어가 내용어인지 기능어인지 구분, 벽아이 코퍼스 전체 내에서의 목적 단어의 출현 빈도수, 발화속도(세 단어에 걸친 초당 음절수) 등이 기록되어 분석을 위한 최종 데이터가 생성된다. VOT 측정을 위해 세 명의 젊은 여성 화자들로부터 추출된 단어의 수는 <표 1>과 같다.

표 1. VOT 측정에 사용된 단어 수  
Table 1. Number of words used for measuring VOT

	[p] 단어	[t] 단어	[k] 단어	합계
s01	74	99	126	299
s04	47	161	151	359
s08	114	125	197	436

2.3 단어 출현 빈도수 측정

분석 요인 중 하나인 코퍼스 내 목적 단어의 출현 빈도수를 측정하기 위하여 프라트 스크립트를 작성하여 이용하였다. 일반적으로 알려진 다른 코퍼스의 단어 빈도수 정보를 이용할 수도 있지만, 벽아이 코퍼스처럼 자연스럽게 대화하는 가운데 남녀노소의 여러 사람들을 대상으로 녹음된 코퍼스가 없기 때문에, 또 이 코퍼스 구축에 참여한 사람들의 단어 빈도수의 효과를 살펴보기 위해서는 전체 코퍼스를 대상으로 단어 빈도수를 직접 측정하는 것이 더 적합하다고 생각되었다.

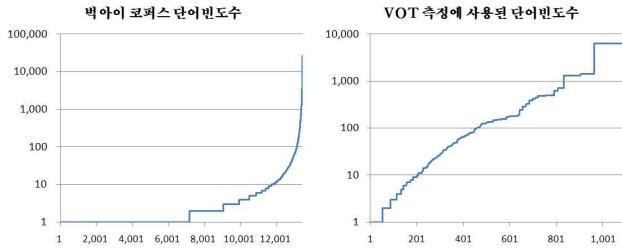


그림 3. 단어 빈도수  
Figure 3. Word frequency

우선 코퍼스 전체에서 사용된 모든 단어를 추출해내기 위하여 스크립트를 사용하여 모든 레이블링 파일의 단어 레이블링 층으로부터 화자들이 사용한 단어를 하나씩 뽑아서 일반 텍스트 파일에 저장하였다. 그 결과 빅아이 코퍼스 전체에 사용된 단어의 수는 총 348,866개였다. 중복된 단어들의 빈도수를 알아내기 위하여 또 다른 스크립트를 작성하였다. 이 스크립트는 입력으로 들어온 문장을 단어 단위로 나누고, 단어를 모두 소문자로 바꾼 다음 문장 부호 등의 기호를 없애고, 단어의 빈도를 자동 계산하는 기능을 갖고 있다. 스크립트 실행 결과 총 13,450개의 단어 유형이 존재하고 있음을 알 수 있었다. 빅아이 코퍼스 내의 전체 단어들과 VOT 측정에 사용된 단어들의 수(수평축)와 빈도수(수직축)는 <그림 3>에 나타나 있다.

최종 분석을 위한 반응 변수는 VOT 값이며 요인 변수는 (1) 화자 세 명, (2) 파일음의 조음위치, (3) 단어 내 어두 혹은 어중 위치, (4) 해당 음절의 강세 유무, (5) 목적 단어의 내용어 혹은 기능어 여부, (6) 코퍼스 전체 내의 목적 단어의 출현 빈도수, (7) 발화속도 등이다. 또한 무성 파열음이 소속된 음절의 기준은 두음극대화원칙(maximal onset principle)을 이용하였다.

최종 데이터는 통계 프로그램인 [6]의 R을 사용하여 95% 신뢰구간에서 반복측정 분산분석, 회귀분석 등의 통계를 실시하였고 필요에 따라 그래프로 결과를 보충하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 VOT 값의 화자 간 분포 양상

세 화자 모두의 전체 VOT의 평균과 표준편차 및 히스토그램 양상은 <그림 4>에 보여진 바와 같다. 조음위치를 고려하지 않는 양상이지만 세 화자 모두 평균과 표준편차가 유사한 것을 알 수 있다.

VOT 값이 세 화자별로 차이가 있는지를 알아보기 위해 화자를 요인으로 VOT를 반응변수로 하여 일원 분산분석을 수행한 결과  $F(2,1091)=12.85$ 와  $p=3.05E-06$ 으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, Tukey 사후분석을 통해 <그림 5>에서와 같이 화자 s08이 다른 두 집단과 차이가 있음을 알 수 있었다.

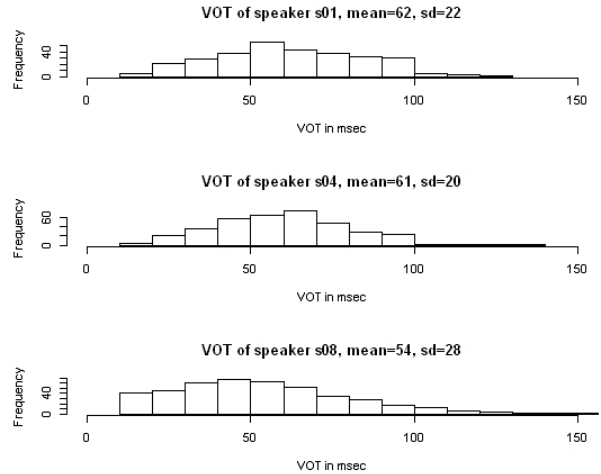


그림 4. 세 화자 모두의 전체 VOT 히스토그램  
Figure 4. Histograms of VOT for all three speakers

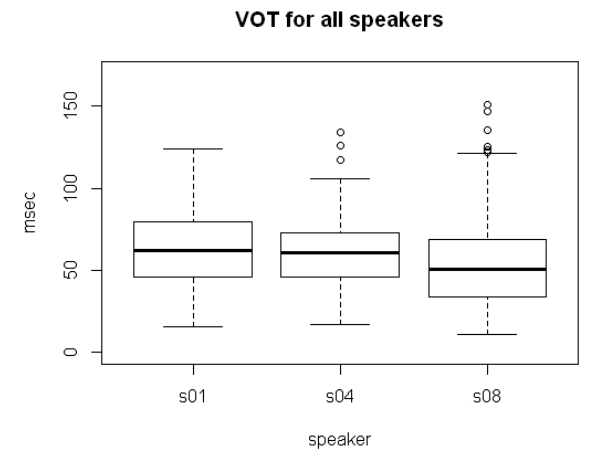


그림 5. 세 화자의 VOT 분포 차이  
Figure 5. Distribution of VOT values for all three speakers

화자별로 조음위치에 따라 [p, t, k]의 VOT 값이 전체적으로 어떤 양상을 보이는지는 <그림 6>에 나타나 있다. 화자 s01과 s08의 경우 [p]가 [t, k]에 비해 훨씬 더 작은 값을 보이고 있으며 정도는 약하지만 화자 s04도 마찬가지로 경향을 보이고 있다.

개별 VOT 값에 대한 분포 양상을 알아보기 위하여, 화자 간에 조음위치가 VOT에 영향을 미치는지 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다.  $F(2,4)=9.135$ ,  $p=0.0323$ 으로 조음위치가 VOT에 유의미한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 두 요인 화자와 조음위치가 어떤 상호작용을 보이는지는 <그림 7>에 나타나 있다. 세 화자 모두 [p]의 평균 VOT 값이 다른 두 음소에 비해 적었으나 [t]와 [k]의 값에 있어서는 화자 s01의 경우에는 [k]가, 화자 s08의 경우에는 [t]가 더 크다는 것을 알 수 있다.

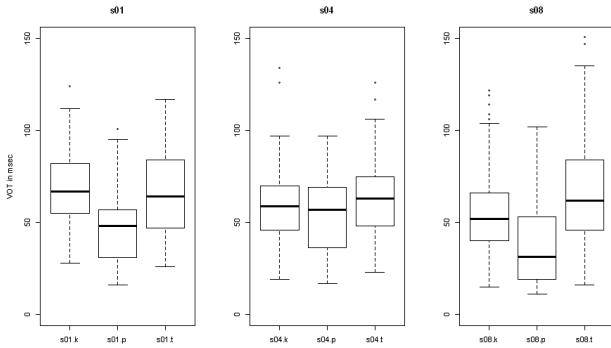


그림 6. 세 화자의 조음위치에 따른 VOT 분포 차이  
Figure 6. Distribution of VOT for different places of articulation for three speakers

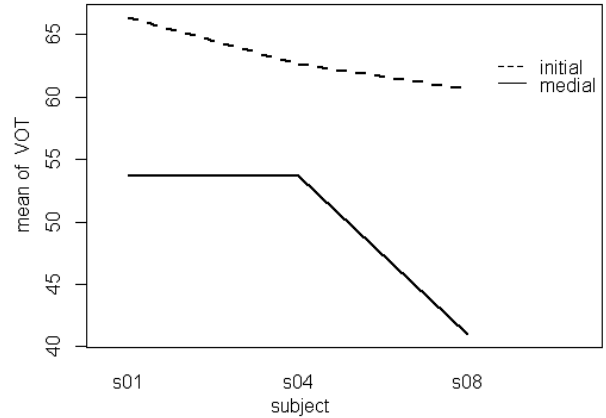


그림 8. 화자와 단어 내 위치에 따른 상호작용  
Figure 8. Interaction plot of subject and location in word

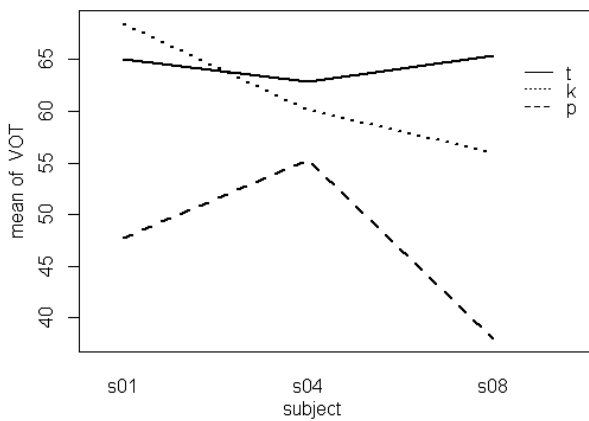


그림 7. 화자와 조음위치에 따른 상호작용  
Figure 7. Interaction plot of subject and place of articulation

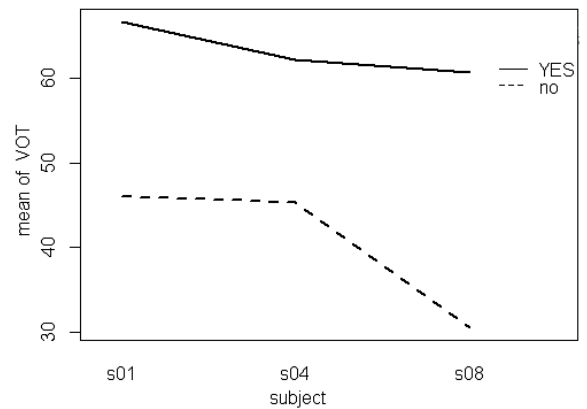


그림 9. 화자와 해당 음절의 강세 여부에 따른 상호작용  
Figure 9. Interaction plot of subject and syllabic stress

화자 간에 단어 내에서의 어두 및 어중 위치가 VOT 값의 분포에 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 반복측정 일원 분산분석을 시행하였고  $F(1,2)=20.78$ ,  $p=0.0449$ 로 단어 내 위치 요인이 VOT 값에 의미 있는 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또한 <그림 8>의 상호작용에서 보듯, 세 화자 모두 어두에 무성 파열음이 존재할 때가 어중에 존재할 때보다 평균적으로 VOT의 값이 크다는 것을 알 수 있다.

무성 파열음이 단어의 첫소리, 즉 어두에 위치하지 않고 단어 중간인 어중에 위치할 경우라도 해당 음절이 강세를 갖고 있으면 VOT 값이 영향을 받을 수 있으므로, 해당 음절의 강세 여부를 요인으로 하여 역시 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다.  $F(1,2)=39.25$ ,  $p=0.0245$ 로 음절의 강세 여부가 VOT 값에 의미 있는 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. <그림 9>의 상호작용을 보면 세 화자 모두 강세가 있을 때가 없을 때보다 평균적으로 VOT 값이 훨씬 큰 것을 알 수 있다.

무성 파열음이 내용어 안에 존재하는지 아니면 기능어 안에 존재하는지에 대해서 화자 간에 차이가 있는지 알아보기 위해 내용어 여부를 요인으로 하여 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다.  $F(1,2)=2.12$ ,  $p=0.283$ 으로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다, 상호작용을 <그림 10>의 왼쪽 부분을 통해 확인한 결과 세 화자 간의 유의미한 차이는 없으나, 화자 s04의 경우는 화자 내에 조음위치에 따른 내용어 여부는 큰 차이를 보일지도 모른다는 예상을 할만큼 VOT 평균값에 있어서 큰 차이 있었다. 그래서 이 화자에 대하여 조음위치와 내용어 여부를 요인으로 하여 이원 분산분석을 수행하였더니 조음위치 요인에 대하여는  $F(2,353)=2.906$ ,  $p=0.0560$ 으로 영향이 없었고, 내용어 여부 요인에 대하여는  $F(1,353)=20.905$ ,  $p=6.69E-06$ 으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 두 요인 사이의 상호작용이  $F(2,353)=3.292$ ,  $p=0.0383$ 으로 유의미한 것으로 나타났다. <그림 10>의 오른쪽에 화자 s04에 대한 조음위치와 내용어 여부를 살펴보면 이러한 경향을 알 수 있다.

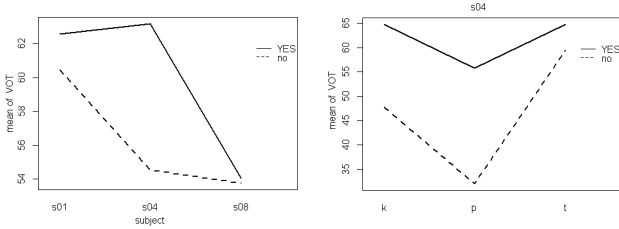


그림 10. 화자와 단어의 내용에 따른 상호작용  
Figure 10. Interaction plot of subject and content word

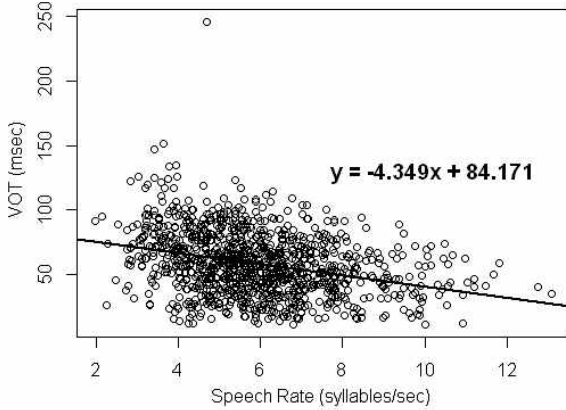


그림 11. 발화속도와 VOT 값의 회귀 분석  
Figure 11. Regression analysis between speech rate and VOT

화자 간에 단어의 벽아이 코퍼스 내 출현 빈도수가 VOT 값에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 단어 빈도수를 요인으로 하여 반복측정 일원 분산분석을 시행하였다.  $F(1,2)=137.8$ ,  $p=0.00718$ 로 단어 빈도수가 VOT 값에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

마지막으로, 측정 부분을 중심으로 좌우로 세 단어에 걸친 부분을 초당 음절수(syllables/sec)의 발화속도로 계산했을 때 이 요인이 화자 간에 VOT 값에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 반복측정 일원 분산분석을 시행했더니,  $F(1,2)=97.23$ ,  $p=0.0101$ 로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 발화속도와 VOT 값과의 연관성을 보다 시각적으로 보기 위해 발화속도를 요인으로 단순 선형 회귀분석을 실시하였다(<그림 11> 참조).  $F(1,1092)=118.2$ ,  $p<2.2E-16$ 으로 나타나 요인과 반응 변수 사이에는 선형성이 있는 것으로 밝혀졌다. 또한 발화속도 요인의 계수  $\beta=-4.349$ 이며 이에 대한 t-검정 결과  $t=-10.87$ ,  $p<2E-16$ 으로 발화속도가 VOT 값에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 발화속도가 1(음절수/초) 만큼 증가하면 VOT 값은 4.349 msec 줄어드는 것으로 분석되었다.

R 제곱 값은 0.09046으로 이 회귀식이 10%도 못되는 데이터의 변동량을 설명하는 것으로 나타났다. 하지만, 여러 요인 중에 음절 강세 여부를 추가하여 다중 선형 회귀분석을 실시하면 R 제곱 값이 0.5012로 반 정도의 데이터의 변동량을 설

명할 수 있는 것으로 나타나, 발화속도와 음절 강세 여부가 VOT 값 변화에 큰 기여를 하는 것으로 보인다.

### 3.2 VOT 값의 화자 내 분포양상

이번에는 이원 분산분석을 통해 VOT 값에 영향을 미치는 요인을 화자 내에서 살펴보기로 하자. 우선 화자 내에 조음위치와 단어 내 위치 등 두 가지 요인이 VOT 값의 분포에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이원 분산분석을 시행하여 <표 2>에 나타내었다. 세 화자 중에서 화자 s04의 경우에만 조음 위치가 VOT 값에 미치는 영향이 없었고 나머지는 조음위치와 단어 내 위치 두 요인이 모두 VOT 값에 유의미한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 또한 화자 s08의 경우에는 두 요인 사이에 상호작용도 존재하는 것으로 나타났다.

표 2. 조음위치와 단어 내 위치에 따른 이원 분산분석 결과  
Table 2. Two-way ANOVA result from place of articulation and location in word

***유의미	s01	s04	s08
조음위치	$F(2,293)=26.480$	$F(2,353)=2.787$	$F(2,430)=39.94$
	$p=2.68E-11$	$p=0.06298$	$p<2E-16$
	***		***
단어 내 위치	$F(1,293)=19.015$	$F(1,353)=10.209$	$F(1,430)=44.63$
	$p=1.80E-05$	$p=0.00152$	$p=7.39E-11$
	***	***	***
상호작용	$F(2,293)=0.825$	$F(2,353)=0.832$	$F(2,430)=12.43$
	$p=0.439$	$p=0.43610$	$5.65E-06$
			***

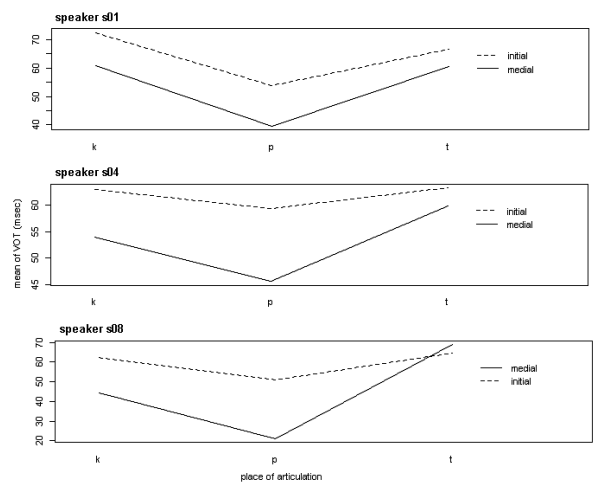


그림 12. 화자별 조음위치와 단어 내 위치의 상호작용  
Figure 12. Interaction plot of place of articulation and location in word by subjects

두 요인에 대한 상호작용을 <그림 12>에 나타내었다. 분산

분석 결과의 상호작용에서 보듯이 화자 s08의 경우에 [t] 과열 음에 대하여 조음위치에 따른 VOT 값이 어두와 어중에서 역전되는 양상을 보인다.

다음으로 화자 내 조음위치와 해당 음절의 강세 여부 등 두 요인이 VOT 값에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이원 분산분석을 시행하였고 그 결과는 <표 3>에 나타나 있다. 표를 보면 역시 화자 s04의 경우 조음위치가 영향을 미치지 못했고, 나머지 모든 경우에 조음위치와 음절강세가 VOT 값에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 화자 s01의 경우 상호작용이 관측된다.

표 3. 조음위치와 음절강세 여부에 따른 이원 분산분석 결과  
Table 3. Two-way ANOVA result from place of articulation and syllabic stress

***유의미	s01	s04	s08
조음위치	F(2,293)=28.982	F(2,353)=2.831	F(2,430)=40.628
	p=3.28E-12	p=0.0603	p<2E-16
	***		***
음절강세	F(1,293)=42.988	F(1,353)=16.929	F(1,430)=72.637
	p=2.48E-10	p=4.83E-05	p=2.66E-16
	***	***	***
상호작용	F(2,293)=3.656	F(2,353)=0.356	F(2,430)=2.709
	p=0.027	p=0.7010	p=0.0677
	***		

두 요인의 상호작용을 나타낸 <그림 13>를 보면, 상호작용이 관측되는 화자 s01의 경우 과열음이 속한 음절이 강세를 받은 경우 대체로 VOT 값이 크지만 [t] 음소의 경우 그 차이가 상대적으로 줄어드는 것을 볼 수 있다.

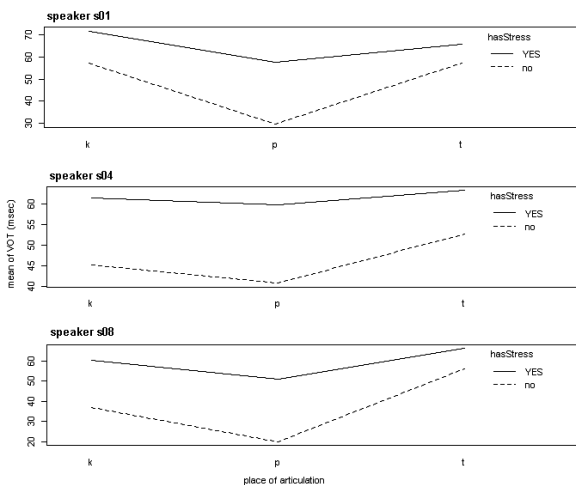


그림 13. 화자별 조음위치와 음절의 강세 여부의 상호작용  
Figure 13. Interaction plot of place of articulation and syllabic stress by speakers

이번에는 화자 내 조음위치와 해당 단어의 내용어 여부 등 두 요인이 VOT 값에 미치는 영향을 알아보기 위해 이원 분산분석을 시행하여 그 결과를 <표 4>에 나타내었다. 두 요인이 미치는 유의미한 영향은 이전의 <표 3>과 마찬가지로이다.

표 4. 조음위치와 내용어 여부에 따른 이원 분산분석 결과  
Table 4. Two-way ANOVA result from place of articulation and content word

***유의미	s01	s04	s08
조음위치	F(2,294)=25.513	F(2,353)=2.906	F(2,431)=35.322
	p=6.06E-11	p=0.0560	p=6.23E-15
	***		***
내용어 여부	F(1,294)=5.364	F(1,353)=20.905	F(1,431)=10.665
	p=0.0212	p=6.69E-06	p=0.00118
	***	***	***
상호작용	F(2,294)=2.851	F(2,353)=3.292	F(2,431)=0.037
	p=0.0924	p=0.0383	p=0.84783
		***	

두 요인 사이의 상호작용은 화자 s04에서 나타나며 <그림 14>에서 보다시피 내용어일 경우 그렇지 않은 경우에 비해 VOT 값이 상대적으로 크지만 [t] 음소의 경우 그러한 격차가 많이 줄어드는 것을 볼 수 있다. <그림 15>에서 화자 s01과 s08의 경우 내용어가 아닌 경우인 점선이 보이지 않는 이유는 [p] 음소의 경우 VOT 측정 대상인 단어들이 내용어만으로 되어 있기 때문이다.

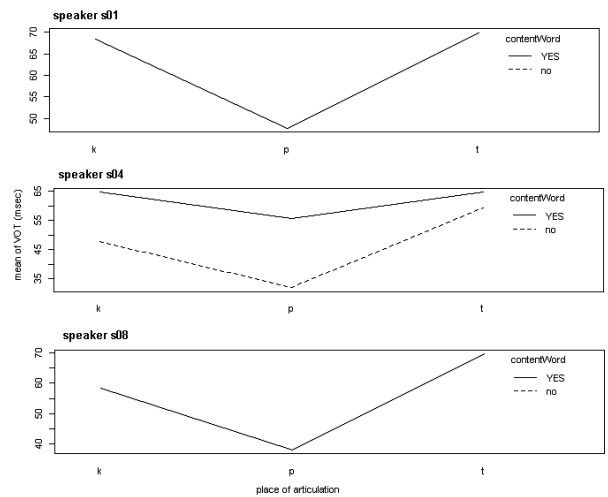


그림 14. 화자별 조음위치와 내용어 여부의 상호작용  
Figure 14. Interaction plot of place of articulation and content word by speakers

화자 내 조음위치 요인과 단어 빈도수 요인이 VOT 값에 미치는 영향을 알아보기 위하여 역시 두 요인으로 이원 분산분석을 시행하였고 결과는 <표 5>에 제시되어 있다. 화자 s04

의 조음위치 요인을 제외하고 다른 모든 화자의 두 요인이 유의미한 영향을 미친다는 것은 이전의 결과와 같다. 두 화자 s04, s08에서 상호작용이 존재하는 것으로 나타났다.

표 5. 조음위치와 단어 빈도수에 따른 이원 분산분석 결과  
Table 5. Two-way ANOVA result from place of articulation and word frequency

***유의미	s01	s04	s08
조음위치	F(2,293)=25.082	F(2,353)=2.810	F(2,430)=36.203
	p=8.82E-11	p=0.06155	p=2.94E-15
	***		***
단어 빈도수	F(1,293)=4.076	F(1,353)=4.668	F(1,430)=13.026
	p=0.0444	p=0.03140	p=0.000343
	***	***	***
상호작용	F(2,293)=0.013	F(2,353)=5.128	F(2,430)=4.847
	p=0.9875	p=0.00638	p=0.008286
		***	***

두 요인 사이의 관계를 시각적으로 살펴보기 위해 단순 선형 회귀분석의 회귀선을 이용하여 <그림 15>에 나타내었다. 세로축의 단어 빈도는 상용로그로 변환하여 보기 좋게 하였다. 정도의 차이는 있지만 전체적으로 단어 빈도수가 증가함에 따라 VOT 값이 감소하는 경향을 볼 수 있다. 특히 상호작용 분석에서 제시한 바와 같이 화자 s04의 경우는 화자 s01에 비하여 [p]와 [k] 음소에 있어서 VOT 값의 감소폭이 더 큰 것을 알 수 있으며 화자 s08의 경우는 [k] 음소의 경우 VOT 자체가 다른 화자들에 비해 상대적으로 작음을 알 수 있다.

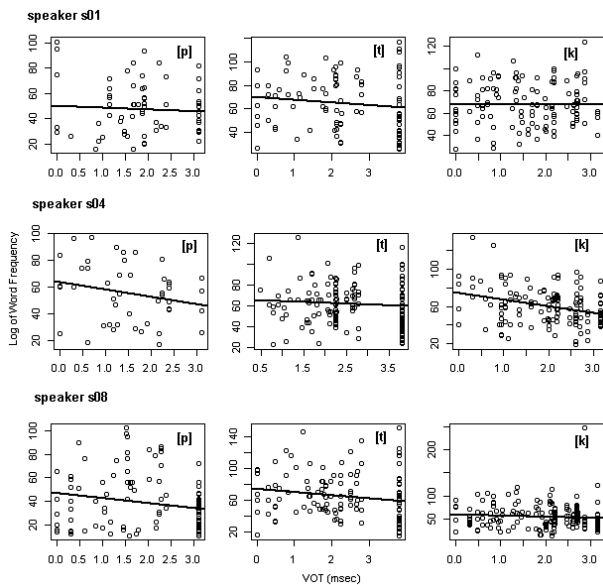


그림 15. 화자별 조음위치와 로그 단어 빈도수의 관계  
Figure 15. Relationship between the place of articulation and log of word frequency

마지막으로 화자 내 조음위치와 발화속도 두 요인이 VOT 값에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이원 분산분석을 시행하였고 그 결과는 <표 6>에 제시되어 있다. 표에서 보다시피 이번에는 모든 화자에 대하여 조음위치와 발화속도가 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 화자 s01에 대해서는 상호작용도 존재하는 것으로 밝혀졌다.

표 6. 조음위치와 발화속도에 따른 이원 분산분석 결과  
Table 6. Two-way ANOVA result from place of articulation and speech rate

***유의미	s01	s04	s08
조음위치	F(2,293)=29.127	F(2,353)=3.027	F(2,430)=36.411
	p=2.90E-12	p=0.0497	p=2.46E-15
	***	***	***
발화속도	F(1,293)=45.332	F(1,353)=42.820	F(1,430)=22.180
	p=8.77E-11	p=2.11E-10	p=3.36E-06
	***	***	***
상호작용	F(2,293)=3.344	F(2,353)=0.286	F(2,430)=1.573
	p=0.0366	p=0.7511	p=0.209
	***		

<표 6>에서의 통계 결과를 시각적으로 살펴보기 위해 조음위치와 발화속도와의 관계를 단순 선형 회귀분석의 회귀선을 이용하여 <그림 16>에 나타내었다. 화자 s01의 경우 조음위치와 발화속도 간에 상호작용이 유의미하게 나타났는데, <그림 16>에서 제일 윗줄의 화자 s01의 경우를 보면, [t] 음소의 경우 다른 두 화자들의 경우와 달리 발화속도가 증가함에 따라 VOT 값의 감소폭이 더욱 큰 것을 알 수 있다.

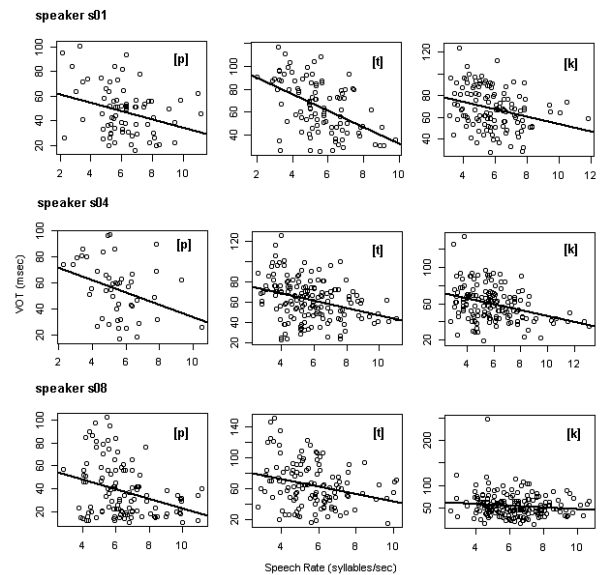


그림 16. 화자별 조음위치와 발화속도의 관계  
Figure 16. Relationship between the place of articulation and speech rate

#### 4. 결론 및 논의

지금까지 영어 자연 발화 코퍼스인 벅아이 코퍼스의 젊은 여성 화자 세 명의 파일을 대상으로 영어 무성 파열음 [p, t, k]의 VOT 값의 양상을 살펴 보았다. 구체적으로 화자, 조음위치, 단어 내 위치, 음절 강세 유무, 내용어 유무, 단어 빈도수, 발화속도 등의 요인들이 VOT 값에 어떠한 영향을 미치는지 하나의 요인 혹은 두 개의 요인을 조합하여 통계와 그래프를 통해 살펴 보았다.

그 결과 화자 간에 조음위치, 단어 내 위치, 음절 강세 유무, 단어 빈도수, 발화속도 등의 요인이 유의미한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었고, 내용어 여부 요인은 유의미한 영향이 없었다. 화자 내의 분포 양상을 살펴본 결과 조음위치에 따라 단어 내 위치, 음절 강세 여부, 내용어 여부, 단어 빈도수, 발화 속도 등 모든 요인이 VOT 값에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 화자별로 상호작용이 나타나기도 하였다.

화자 간 비교를 통해 나타난 사항 중 하나는, 통제된 녹음의 경우 많은 연구에서 조음위치가 [p]에서 [k]로 이동함에 따라 VOT 값도 점차 증가하는 것으로 보고되어 왔지만 본 연구에서는 세 화자 중에서 두 화자(s04와 s08)는 이러한 경향을 따르지 않았다는 것이다. 무성 파열음이 어두의 위치에 있을 때와 또 해당 음소가 속한 음절이 강세 음절일 때는 그렇지 않을 때보다 모든 화자에 있어서 VOT 값이 커지는 경향이 있었고, 벅아이 코퍼스 내 해당 단어의 출현 빈도수가 커지거나 초당 음절수로 표현된 발화속도가 커지면 VOT 값은 작아지는 경향을 보였다. 또한 다중 회귀분석을 통해 발화속도와 음절 강세 여부가 VOT 값의 변동량을 설명하는데 큰 기여를 한다는 것을 알아냈다.

이전의 연구들이 대체로 통제된 녹음실에서 인위적으로 만들어진 단어 혹은 문장을 대상으로 VOT 값에 대한 분석을 했다면, 본 연구는 아무런 대본이나 지시 없이 편안한 상태에서 인터뷰 형식으로 개인당 1시간여에 달하는 자유 대화를 녹음한 벅아이 코퍼스를 분석 대상으로 삼았다는 점에서 의의가 있다고 하겠다. 분석 결과를 살펴본 결과, 이전의 통제된 녹음을 통한 연구에서 밝혀진 사항과 대체로 부합하고 있지만, 본 연구에서 고려하지 못한 미지의 요인으로 인해, 혹은 분석대상인 요인들의 기여 정도를 올바르게 정량화하지 못해 구어체에서 나타나는 VOT의 변화 양상을 좀더 자세하게 밝혀내지 못한 것은 아쉬운 점으로 남는다.

#### 참고문헌

[1] Pitt, M.A., Dille, L., Johnson, K., Kiesling, S., Raymond, W., Hume, E. & Fosler-Lussier, E. (2007) Buckeye Corpus of Conversational Speech (2nd release). Columbus, OH:

Department of Psychology, Ohio State University (Distributor), URL [www.buckeyecorpus.osu.edu](http://www.buckeyecorpus.osu.edu).

- [2] Klatt, D. H. (1975). Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters, *Journal of Speech and Hearing Research* 18, 129-140.
- [3] Oh, Eunjin (2009). Voice onset time of Korean stops as a function of speaking rate. *Phonetics and Speech Sciences* 1(3), 39-48.  
(오은진 (2009). 발화 속도에 따른 한국어 폐쇄음의 VOT 값 변화. *말소리와 음성과학* 1(3), 39-48.)
- [4] Yao Yao (2009). Understanding VOT Variation in Spontaneous Speech. *UC Berkeley Phonology Lab Annual Report*, 29-43.
- [5] Boersma, P. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International* 5(9/10), 341-345.
- [6] 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>.

• 윤규철 (Yoon, Kyuchul)  
영남대학교 영어영문학과  
712-749 경북 경산시 대동 214-1  
Tel: 053-810-2145 Fax: 053-810-4607  
Email: [kyoon@ynu.ac.kr](mailto:kyoon@ynu.ac.kr)  
관심분야: 음성학