

영어파열음 시공간신호의 음향과 지각 비대칭성 연구*

강석한(인천대)

<차례>

- | | |
|----------------|------------------|
| 1. 서론 | 3.2. 실험 과정 및 방법 |
| 2. 발화 실험 | 3.3. 신호편집 |
| 2.1. 피험자 | 3.4. 결과 |
| 2.2. 발화목록 | 3.4.1. 환경별 지각 |
| 2.3. 녹음 및 분석과정 | 3.4.2. 조음 위치별 지각 |
| 2.4. 결과 | 3.4.3. 신호별 지각 |
| 3. 청각 실험 | 4. 토론 및 결론 |
| 3.1. 발화자 및 피험자 | |

<Abstract>

The Study on Asymmetry between Acoustics and Perception of the Temporal Cues of English Plosives

Seok-Han Kang

This study tests the hypothesis that the voiced-voiceless distinction is influenced by the relationship between acoustics and perception. Production and perception tests are conducted with temporal cues in different environments(CV, VCV, VC).

The result showed that acoustic cues indicating significant difference between voiceless/voiced plosives do not behave just as do in perception. The result also showed that there existed an asymmetry between acoustics and perception.

* Keywords: Asymmetry, Perception, Stops, Acoustics, Cue.

* 본 연구는 한국학술진흥재단 신진연구인력지원사업 A00059(2004-2005)에 의하여 이루어졌다. 실험 기자재 사용에 도움을 준 연세대학교 이석재 교수님과 실험 설계 및 진행에 조언을 해준 홍익대학교 박한상 교수님께 깊은 감사를 드린다. 당연히 본고에 존재할지 모르는 모든 실수는 본 연구자의 책임이다.

1. 서론

영어 파열음에 대한 음성학 연구들은, 유/무성 대조는 VOT[1][2][3][4][5], 파열 [6], 선행 모음 구간[7], 폐쇄 구간[8], 폐쇄중 유성구간[9], 자음/모음 구간비율[7], F0[10], F1[10], F2[11] 등의 음향 신호에 의하여 결정된다고 하였다. 그러나 음향 신호들이 유/무성 대조에 영향을 미치는 비중이 서로 다를 것이라는 연구가 일부 있었다[2][12]. 이 연구들은 음향 신호중에서 주로 VOT가 범언어적으로 유/무성을 구분하는 가장 중요한 신호라고 지적하였다[1][2][3]. 즉, 각 언어의 유/무성 파열음의 VOT 측정을 통하여, VOT는 각 언어의 후두자질을 규명하는 중요한 신호이고 [13], 자체 신호가 갖고 있는 포먼트 전이에 의하여 유/무성과 조음 위치가 결정된다고 하였다[5].

음향중심의 VOT 연구는 이 신호가 지각적 측면에서도 중요한 비중을 차지하는지에 대한 회의적인 시각이 대두되었다[14][15]. 이 관점에 의하여 VOT를 제외한 폐쇄 구간, 파열 구간, 모음 구간 같은 시구간 신호(temporal cue)들이나, F0, F1, F2를 이용한 지각 실험이 실시되었다. 이러한 실험은 주로 신호 편집이나[16], 합성음의 조작[14]을 통하여 이루어졌다. 이러한 실험 결과들은 유/무성 지각이 VOT에만 의존하고 있지 않음을 보여주었다.

본 연구에서는 VOT를 포함한 모든 시구간 신호에 대하여 지각에서의 서열을 정하는 작업을 하고자 한다. 이는 기존의 지각 연구가 일부 신호들의 비교나 단일 신호 지각 실험에 그친다는 점을 반성하여, 본 연구에서는 주요한 시구간 신호에 해당하는 선행 모음 구간, 폐쇄 구간, 폐쇄중 유성 구간, 파열, VOT, 후행 모음 구간의 6개 신호를 선정하여¹⁾, 음향과 지각의 비대칭성과 지각에 있어서의 신호 서열을 규명하고자 하였다. 이는 파열음 유/무성 지각에서 VOT보다 더 우수한 신호가 존재할 것이라는 가설을 증명하기 위함이다

본 연구는 음향과 지각 사이의 간접적 관계를 제시한 ‘약 이론(weak theory)’ [12]에 바탕을 두고 있다. 조음과 음운 사이의 강한 관계를 주장하는 ‘운동 이론(motor theory)’[17]과 음운과 청각사이에 강한 관계가 성립된다고 주장하는 ‘강 청각 이론(strong auditory theory)’[18]과는 달리 약 이론은 조음과 청각 영역이 간접적으로 연결되어 있고 표상(음운) 영역을 공유하고 있다고 주장한다. 이 간접적 관련이란 음향과 지각 사이의 비대칭성을 의미한다. 예를 들어 VC 환경에서의 파열 구간 신호는 청각에서는 유/무성을 구분하는 신호가 될 수 없지만²⁾, 지각에서는 주요한 신호가 된다. 그러나 역으로 폐쇄 구간 신호는 음향에서는 유/무성을 구분

1) 6개의 시구간 신호들의 구현은 환경에 따라 다르다. CV 환경은 4개, VCV 환경은 6개, VC 파열 환경은 4개, VC 비파열 환경은 1개이다. 따라서 실험은 각 환경별로 나누어서 실시되었다.

2) 본 연구에 의하면 ‘파열구간’은 유/무성간에 유의미한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

하는 중요한 신호이지만 지각에서는 상대적으로 중요한 신호가 아니다.

음향과 지각 사이의 비대칭을 증명하기 위하여, 영어 파열음의 조음적인 측면인 접근(approach), 폐쇄(closure), 개방(release)의 단계에 맞추어서 음향 신호를 설정하였다.

<표 1> 영어파열음의 환경별 시구간신호 구분

	조음단계	음향신호	유/무성 구현여부
CV	폐쇄	유성선행(voice lead)	유성
		파열 ³⁾	유,무성
	개방	VOT	유,무성
		후행모음구간	유,무성
VCV	접근	선행모음구간	유,무성
	폐쇄	폐쇄묵음구간	무성
		폐쇄중유성구간	유,무성
	개방	파열	유,무성
		VOT ⁴⁾	무성
		후행모음구간	유,무성
VC 파열	접근	선행모음구간	유,무성
	폐쇄	폐쇄묵음구간	유,무성
		폐쇄중유성구간	유성
	개방	파열	유,무성
VC 비파열	접근	선행모음구간	유,무성

환경별로 신호를 분류 하면, CV 환경에서는 유성 선행 구간, 파열, VOT, 후행 모음 구간의 4 개의 시구간으로 나누어지고, VCV 환경에서는 선행 모음 구간, 폐쇄 묵음 구간, 폐쇄중 유성 구간, 파열, VOT, 후행 모음 구간의 6 개의 시구간이, VC 파열 환경에서는 선행 모음 구간, 폐쇄 묵음 구간, 폐쇄중 유성 구간, 파열 구간의 4 개의 시구간으로 나누어지며, VC 비파열 환경에서는 선행 모음 구간만이 나타난다.

각 환경에 출현하는 시구간 신호에 대하여 발화와 지각 실험을 동시에 실시하였다. 이는 유/무성 지각에 있어서 발화와 지각의 비대칭을 증명하기 위함이며, 음운지각은 파열음의 모든 신호를 고려하는 것이 아니라 일부의 주요한 지각신호에 의존한다는 것을 보여주기 위함이다.

3) #[s]CV 환경에서 나타나는 ‘전이(transient)’와 ‘마찰(friction)’을 ‘파열’, ‘기식(aspiration)’을 ‘VOT’라고 규정하였다.

4) VCV환경에서 자음이 유성음인 경우 ‘VOT’는 존재하지 않는다. 이는 선행모음의 떨림이 계속 이어지기 때문이다.

2. 발화 실험

2.1. 피험자

발화 실험은 미국 출신의 원어민 백인 남성 10 명을 대상으로 실시하였다⁵⁾. 발화자 1과 발화자 7은 목록과 녹음에 이상이 있어 제외하였고, 나머지 8 명에 대하여 분석을 실시하였다. 대부분의 피험자들은 연세대학교에서 공부하는 미국 출신의 교환 학생들이며, 한국거주 평균기간은 0.7 년, 평균 연령은 22.1 세이다. 피험자들에게는 실험수당이 지급되었다. 피험자 정보는 <표 2>에 제시되었다. 분석된 8 명의 발화자는 모두 언어 병력이 없었다.

<표 2> 발화 피험자 정보

연번	발화자	성장지	나이	한국거주기간	분석여부	기타
1	KE	Ohio	22	2 개월	제외	발화목록이상
2	JO	Mississippi	22	16 개월	선정	
3	JE	Oklahoma	21	8 개월	선정	
4	KR	Louisiana	19	1 개월	선정	
5	FI	California	23	7 개월	선정	
6	NE	Utah	20	12 개월	선정	
7	AN	Michigan	21	1 개월	제외	녹음이상
8	GO	South Carolina	20	2 개월	선정	
9	BR	Iowa	21	2 개월	선정	
10	GR	New York	32	18 개월	선정	

2.2. 발화목록

녹음자료는 CV, VCV, VC의 3개의 환경으로 분류하여 최소변별이 이루어지는 단어를 선택하였다.

(1) 발화목록

Say _____, again.

pack back pad bad tap dag cap gap cad gad

capper cabber tapper tabber patter padder tadder tatter packer pagger

tacker tagger

Say _____.

cap cab tap tab cat cad tat tad pack pag tack tag

5) 이중언어자, 교포들은 포함되지 않았다. 선정과정에서 가정에서 부모가 영어사용, 남성, 3-18세사이 미국거주, 백인, 현재 20대 초중반 위주로 하였다.

음운대조를 이루는 파열음들의 CV 및 VCV 환경을 관측하기 위하여 ‘Say____, again’, VC 환경을 위하여 ‘Say____’ 등 각기 다른 두개의 제시문을 주었다. VC 환경에서는 자음으로 끝나는 신호를 얻기 위하여 문장의 끝에 단어를 배치하였다. 측정 유/무성 파열음은 선행모음인 경우는 [æ], 후행모음은 [ər]로 동일하였다. 고모음은 의도적으로 회피하였는데, 이는 혀높이와 관련 있는 고모음 모음구간이 저모음보다 짧아지기 때문이다[19].

각 환경별로 유/무성 대조를 이루는 12 단어씩, 모두 36 단어를 측정하였고, 이중 4 단어(dap, cabber, tadder, pagger)는 무의미한 단어이다. 따라서, 분석어휘는 8 화자 * 2 유/무성 * 3 조음위치 * 3 회 반복 * 타워치 파열음 6 종류, 계 864 어휘 중 발화 및 녹음상 이상이 발견된 24 어휘를 제외한 840 어휘가 분석되었다.

2.3. 녹음 및 분석과정

목록에 있는 단어들을 주어진 문장 속에 넣어서 .3 회 반복하여 읽도록 하였다. 발화자들은 방음 처리된 연세대학교 종합관 방송실에서 헤드폰용 Shure SM10A 마이크와 Sony DAT, TASCAM DA-P1을 이용하여 44,100 Hz로 녹음하였고, 양자화는 16bit로 하였다. 이를 Cool Edit 2.0을 이용하여 .wav 파일로 전환하였다. 분석은 Praat 4.3을 이용하였다. 영어파열음의 특성을 살펴보기 위하여 접근단계(선행모음구간), 폐쇄단계(폐쇄 구간, 폐쇄중 유성구간), 개방단계(VOT, 파열, 후행모음구간)를 측정하였다.

측정시 스펙트로그램 환경설정은 범위 0-5000Hz, 윈도우 길이(window length) 0.005, 동적 범위(dynamic range)를 35dB로 하였다. 단, 어말 파열 측정에 있어서는 미세한 파열을 관측하기 위하여 다이내믹 범위를 75dB로 하였다.

2.4. 결과

각각의 환경(CV, VCV, VC 파열, VC 비파열)에서, 각 신호가 유/무성 구분에 어느 정도의 유의미도를 보이는지를 검증하기 위하여 요인을 유/무성성과 조음위치로 하고 각 개별 신호들을 종속 변수로 하는 이원배치 분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였다. 결과는 <표 3>과 같다.

CV 환경에서는 모든 단위 신호들이 유/무성에 대하여는 유의미한 차이가 있는 반면에, 조음 위치에 대하여는 파열 신호만이 유의미한 차이를 보였다⁶⁾. 또한 이

6) VOT는 조음위치에 대하여는 유의미한 차이를 보이지는 않았지만, Lisker & Abramson (1964)의 VOT(파열+기식)로 계산했을 때는 유/무성에 대하여 $F(1,278)=258.470$, $p<.0001$, 조음위치별로는 $F(2,278)=5.806$, $p<.05$ 으로 유/무성과 조음위치별로 유의미한 관계가 있는 것으로 조사되었다.

파열 신호만이 유/무성과 조음 위치에 대한 유의미한 교호 작용을 갖는 것으로 나타났다.

VCV 환경에서는 모든 단위 신호들이 유/무성과 조음 위치에 대하여 유의미한 차이를 보이는 것으로 조사되었다. 또한 선행 모음 신호를 제외한 모든 신호가 교호 작용을 갖는 것으로 나타났다.

VC 환경은 파열의 여부에 의하여 ‘파열 환경’과 ‘비파열 환경’ 들로 나누었다. VC 파열 환경에서, 선행 모음 신호만이 유/무성성에 대하여 유의미한 차이를 보이는 반면에, 조음 위치에 대하여는 모든 신호들이 조음 위치에 대하여 차이를 보였다. 교호작용 측면에서는 폐쇄 구간만이 유의미한 작용을 갖는 것으로 조사되었다.

<표 3> 전체 환경 이원배치 분산분석(two-way ANOVA)

	종속변수	주효과				교호작용	
		유/무성		조음위치			
		F(1,278)	p	F(2,278)	p	F(2,278)	p
CV	파열	238.531	.000	90.907	.000	28.478	.000
	VOT	171.225	.000	.588	.556	.382	.683
	후행모음	13.998	.000	.907	.405	.964	.382
VCV	선행모음	20.808	.000	9.615	.000	2.606	.076
	폐쇄구간	75.016	.000	280.358	.000	30.870	.000
	파열	15.246	.000	27.642	.000	10.116	.000
	VOT ⁸⁾			96.399	.000		
	후행모음	13.073	.000	16.126	.000	11.750	.000
VC 파열	선행모음	135.922	.000	4.877	.008	1.673	.190
	폐쇄구간	3.701	.056	7.313	.001	4.584	.011
	파열	.076	.784	19.749	.000	.667	.514
VC 비파열	선행모음	9.331	.008	1.936	.177	.065	.937

VC 비파열 환경에서 선행 모음 구간에 대한 이원배치 분산분석을 한 결과 유/무성에 대하여는 유의미한 차이를 보이지만, 조음 위치와 교호 작용에는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

7) 본 조사에 의하면, 277단어중 255단어(92%)가 파열이 구현되며, 22단어(8%)가 비파열이 되는 것으로 관측되었다. 파열이 되는 단어 중 10ms이하의 약 파열은 112단어(44%), 11ms~30ms의 중간파열은 58단어(23%), 31ms 이상의 강한 파열은 87단어(34%)로 나타났다.

8) VCV 환경에서 VOT는 유/무성에 대하여 측정할 수 없다. 이는 이 환경에서 유성음인 경우 VOT가 존재하지 않는다. 따라서 유/무성 주효과와 교호작용은 측정할 수 없다.

3. 청각 실험

3.1. 발화자 및 피험자

청각 실험에 사용된 발화자는 미국 출신의 원어민 남성 중에서 가장 유/무성 사이의 음고저 차이가 적은 발화자를 선정하여 표본을 만들었다⁹⁾. 발화자의 성장지는 Utah 주이며, 연령은 20 세, 한국거주기간은 12 개월이다. 이 실험에는 주로 발화 실험에 참가한 피험자 중 9 명이 참여하였는데, 발화 실험이 끝난 후 바로 청각 실험을 실시하였다.

3.2. 실험 과정 및 방법

청각 실험은 VCV, CV, VC 파열, VC 비파열, 이렇게 4 가지 환경으로 분리하여 실시하였다. Praat을 이용하여 분리된 각 환경별 음의 신호들은 편집음 목록에 맞추어서 음을 합성한 후 Alvin[20][21]을 이용하여 청각 실험을 하였다. 각 문항수는 108 문항이며 2 회 반복하였다.

신호 조작은 CV 환경에서는 pack/back, tap/dap, cap/gap을 선택하여 각각 [pæ]/[bæ], [tæ]/[dæ], [kæ]/[gæ]를 절단하였고, VCV 환경에서는 tapper/dabber, tatter/tadder, tacker/tagger를 선택하여 [æpə:r]/[æbə:r], [ætə:r]/[ædə:r], [ækə:r]/[ægə:r]로 절단하였고, VC 환경에서는 tack/tag, tap/tab, tat/tad를 선택하여 [æp]/[æb], [æt]/[æd], [æk]/[æg]를 가지고 실험을 하였다.

실험은 연세대학교 종합관 방송실 부속 방음실에서 행하였고, 개인별로 실험이 실시되었다. 약 60 dB 정도의 소리크기에서, 각 문항당 1 초정도의 차이를 두고 유/무성으로 분류된 시험지에 연속적으로 선택하도록 하였다. 평균 실험시간은 한 시험지당 평균 5 분 정도이며 약 20 분정도가 소요되었다.

3.3. 신호편집

각 환경에서 어떤 신호들이 지각에 더 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 다 음처럼 신호별로 편집하였다. 이 실험의 목적은 발화에서의 주요요인으로 밝혀진 신호들이 과연 청각실험에도 똑같은 역할을 수행하는지를 살펴보았다.

9) 유/무성 사이의 음 고저를 나타내는 F0에는 명백한 차이가 있음은 잘 알려져 왔다[10]. 즉, 무성음은 유성음보다 상대적으로 높은 F0를 갖는다. 만약 유/무성간에 음고저 차이가 크게 생기는 경우는 쉽게 지각을 할 수 있게 된다. 본 실험은 시구간 신호를 대상으로 한 실험이므로 F0에 대하여는 통제를 하려고 하였다.

<표 4> 지각 실험 신호구성

환경	신호명	신호구성	문항수
CV	111	유성선행(voice lead) + 유성 파열/VOT + 유성 후행모음	8*3(위치별-p/b. t/d, k/g) = 24 문항
	110	유성선행(voice lead) + 유성 파열/VOT + 무성 후행모음	
	101	유성선행(voice lead) + 무성 파열/VOT + 유성 후행모음	
	100	유성선행(voice lead) + 무성 파열/VOT + 무성 후행모음	
	011	무성 폐쇄구간 + 유성 파열/VOT + 유성 후행모음	
	010	무성 폐쇄구간 + 유성 파열/VOT + 무성 후행모음	
	001	무성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 유성 후행모음	
	000	무성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 무성 후행모음	
VCV	1111	유성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 유성 V2	16*3(위치별) = 48 문항
	1110	유성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 무성 V2	
	1101	유성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 유성 V2	
	1100	유성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 무성 V2	
	1011	유성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 유성 V2	
	1010	유성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 무성 V2	
	1001	유성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 유성 V2	
	1000	유성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 무성 V2	
	0111	무성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 유성 V2	
	0110	무성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 무성 V2	
	0101	무성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 유성 V2	
	0100	무성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 무성 V2	
	0011	무성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 유성 V2	
	0010	무성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 유성 파열 + 무성 V2	
	0001	무성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 유성 V2	
	0000	무성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 무성 파열/VOT + 무성 V2	
VC 파열	111	유성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 유성 파열	8*3(위치별) = 24 문항
	101	유성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 유성 파열	
	110	유성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 무성 파열	
	100	유성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 무성 파열	
	011	무성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 유성 파열	
	010	무성 V1 + 유성 폐쇄구간 + 무성 파열	
	001	무성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 유성 파열	
	000	무성 V1 + 무성 폐쇄구간 + 무성 파열	
VC 비파 열	11	유성 V1 + 유성 폐쇄구간	4*3(위치별) = 12 문항
	10	유성 V1 + 무성 폐쇄구간	
	01	무성 V1 + 유성 폐쇄구간	
	00	무성 V1 + 무성 폐쇄구간	

전체 반응수 : 108 문항(1 시험지) * 2 회 (반복횟수) * 9 (참가인원수) = 1944

3.4. 결과

청각 실험의 결과는 다음과 같다.

<표 5> 유/무성 신호구성 및 반응

환경	신호명	무성반응		유성반응	
		반응	백분율	반응	백분율
CV	000	54	100	0	0
	001	20	37	34	63
	010	40	74	14	26
	011	0	0	54	100
	100	44	82	10	18
	101	40	74	14	26
	110	13	24	41	76
	111	0	0	54	100
VCV	0000	52	96	2	4
	0001	35	65	19	35
	0010	33	61	21	39
	0011	27	50	27	50
	0100	43	80	11	20
	0101	34	63	20	37
	0110	26	48	28	52
	0111	26	48	28	52
	1000	31	57	23	43
	1001	27	50	27	50
	1010	13	24	41	76
	1011	13	24	41	76
	1100	23	43	31	57
	1101	16	30	38	70
1110	9	17	45	83	
1111	9	17	45	83	
VC 파열	000	52	96	2	4
	001	34	63	20	37
	010	42	78	12	22
	011	49	91	5	9
	100	19	35	35	65
	101	15	28	39	72
	110	32	59	22	41
	111	1	2	53	98
VC 비파열	00	45	83	9	17
	01	44	81	10	19
	10	19	35	35	65
	11	8	15	46	85

각 신호명의 '0'과 '1'은 각각 무성 신호와 유성 신호를 나타낸다. 예를 들어

CV 환경에서 '110'은 '유성 선행(voice lead) + 유성 파열/VOT + 무성 후행 모음 구간'으로 이루어진 음신호가 주어졌다는 의미이다. 또한 '011'은 '무성 폐쇄 묵음 + 유성 파열/VOT + 유성 후행 모음 구간'으로 이루어진 신호가 주어졌다는 뜻이다. 이러한 음 신호에 대하여 유/무성 반응 개수와 백분율을 정하였다.

각 신호당 100%에 해당하는 반응수는 54 개이다. 이는 9 (피험자) × 2 (실험회수) × 3 (조음위치) = 54 개로 산출된다. 따라서 총 반응수는 36 (총신호수) × 54 (1 신호당 반응수) = 1944 개의 반응에 대하여 검토를 하였다. 총 반응수 1944 개에 대하여 무성음 반응 987 개(50.8%), 유성음 반응 957 개(49.2%)로 서로 비슷하게 지각하는 것으로 조사되었다.

3.4.1. 환경별 지각

우선, 순수 무성음이나 순수 유성음이 각 환경별로 제대로 지각이 되는지를 알아보는 유/무성 환경별 지각조사를 하였다. 각 환경별로 '00', '000', '0000'으로 이루어진 신호음과 '11', '111', '1111'으로 이루어진 신호음에 대하여 피험자의 반응을 조사해보았다. 그 결과 CV 환경 100%, VCV 환경 89%, VC 파열 환경 97%, VC 비파열 환경 84%의 정지각율¹⁰⁾을 보였다.

이 지각 결과에 의하면, VCV 환경과 VC 비파열 환경이 상대적으로 유/무성 구분이 어려우며, CV 환경과 VC 파열 환경에서는 상대적으로 음대조가 흔들리지 않음을 보여주고 있다. 즉, VCV 환경¹¹⁾과 VC 비파열 환경은 VC 파열이나 CV 환경에 비하여 약 10-15%정도의 정지각율이 떨어지고 있음을 알 수 있다. 이는 전체적으로 지각의 순서가 'CV >> VC 파열 >> VCV >> VC 비파열' 환경임을 알 수 있다¹²⁾.

이 실험 결과는 신호수가 가장 많이 구현되는 VCV 위치보다 신호수는 적지만, VOT나 파열구간이 비교적 양호하게 구현되는 CV 환경과 VC 파열 환경에서 더 유/무성 구분이 잘 일어나고 있음을 보여주고 있다. 이는 신호수와 유/무성 관계보다는 지각상의 신호 정보 질과 유/무성 관계가 더 밀접함을 의미할 수 있다¹³⁾. 다음으로, 환경별로 유/무성 지각이 어떻게 달라지는지를 살펴보았다. 총 반응수

10) 주어진 유/무성 신호에 올바르게 유/무성반응을 보이는 비율이 정지각율이다.

11) VCV환경의 치경음은 '탄설음화'가 배제된 순수한 형태의 /t/이다.

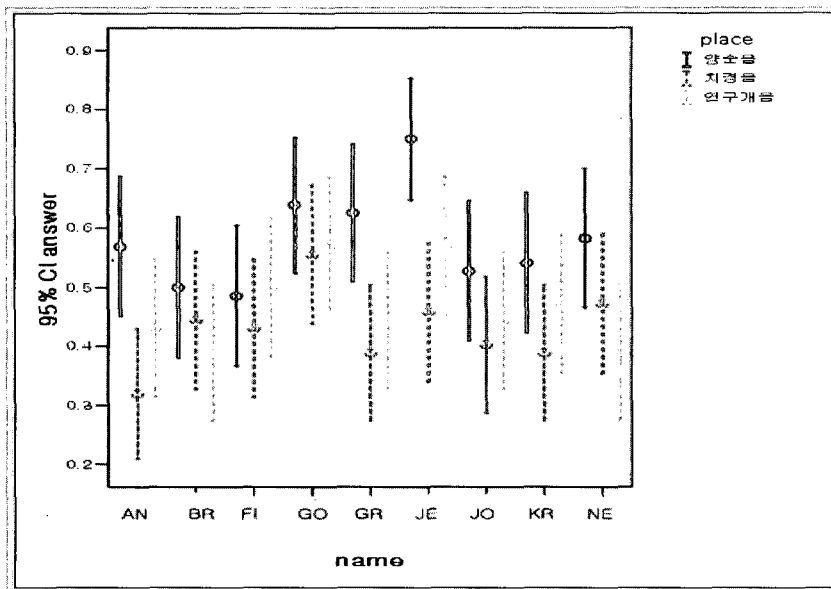
12) 이 결과는 'aba/apa'형태가 가장 음운지각이 잘 이루어지고, 따라서 '동화'현상에 가장 저항이 강하다는 '신호허가이론'[23]에 의문점을 제시한다.

13) 신호의 수와 지각과의 관계는 음성학 분야의 Liljencrants & Lindblom(1972)과 이를 음운론에 도입한 Flemming(1995)을 참고 바란다. 이들의 연구는 모음을 대상으로 이루어진 것이고, 신호와는 범주가 다른 '음'을 대상으로 했지만, 파열음이 모음부분에서 지각되기 때문에 참고할만한 가치를 지닌다.

1944 개에 대하여 무성음 반응 987 개(50.8%), 유성음 반응 957 개(49.2%)로 서로 비슷하게 지각하는 것으로 조사되었다. 구체적인 환경별로는, CV 환경과 VCV 환경에서는 유성음 지각이 상대적으로 많고, VC 파열 환경과 VC 비파열 환경에서는 무성음 지각이 많았다. 이는 최종 시구간 신호가 모음인 경우(CV, VCV)는 유성음으로, 파열(VC 파열)이나 폐쇄 신호(VC 비파열)인 경우는 무성음으로 지각한다고 볼 수 있다.

3.4.2. 조음 위치별 지각

총 반응수 1944 개에 대하여 조음 위치별로 차이가 있는지 조사해 보았다. 그 결과 조음 위치와 유/무성 반응과는 대단히 밀접한 관계가 있다는 것이 밝혀졌다. 전체적인 환경에서, 양순음은 유성음 반응이 많으며, 치경음과 연구개음은 무성음 반응이 많았다. 양순음인 경우 무성음 반응이 272 개(41.9%), 유성음 반응이 376 개(58.1%)로 유성음 반응이 많았다. 치경음인 경우 무성음 반응이 370 개(57%), 유성음 반응이 278 개(43%), 연구개음인 경우 무성음 반응이 345 개(53.2%), 유성음 반응이 303 개(46.7%)로 무성음 반응이 훨씬 더 많았다. <그림 1>은 조음 위치별 유/무성 지각을 나타낸 것이다¹⁴⁾.



<그림 1> 피험자별 조음위치별 유/무성 지각

14) '0'은 무성음, '1'은 유성음을 의미한다. 따라서 '0'에 가까울수록 무성음 반응이 많은 것이며, '1'에 가까울수록 유성음반응이 많은 것이다.

개별적인 환경에서 조음 위치별로 유/무성 지각간의 관계를 살펴보았다. CV 환경에서는 양순음 반응수 144 개중에서 무성음 반응 80 개(55.5%), 유성음 반응 64 개(45.5%), 치경음은 무성음 반응 65 개(45%), 유성음 반응 79 개(55%), 연구개음은 무성음 반응 65 개(45%), 유성음 반응 79 개(55%)가 나왔다. CV 환경에서는 양순음은 무성음으로, 치경음과 연구개음은 유성음으로 지각하려는 경향이 강했다.

VCV 환경의 양순음 288 개 반응중 무성음 반응은 88 개(30.5%), 유성음 반응은 200 개(69.4%)로 유성음 지각이 월등했으며, 치경음은 무성음 반응 140 개(48.6%), 유성음 반응 148 개(51.4%)를 보였고, 연구개음은 무성음 반응 189 개(65.6%), 유성음 반응 99 개(34.3%)를 보였다. VCV 환경에서는 양순음은 유성음으로, 연구개음은 무성음으로 지각하려는 경향이 강했다.

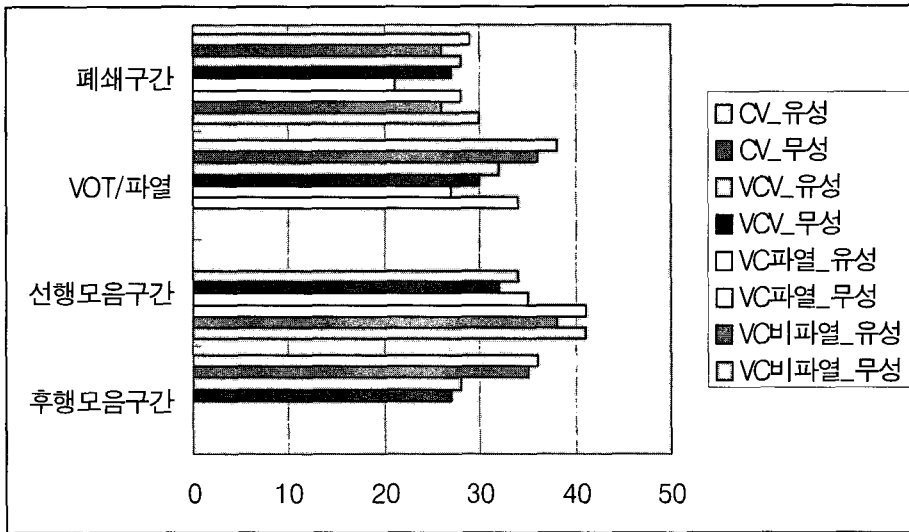
VC 파열 환경의 양순음인 경우 무성음 반응 73 개(50.6%), 유성음 반응 71 개(49.4%)이며, 치경음인 경우 무성음 반응 115 개(79.8%), 유성음 반응 29 개(20.1%), 연구개음인 경우 무성음 반응 56 개(38.8%), 유성음 반응 88 개(61.1%)로 나타났다. 따라서 VC 파열 환경에서는 치경음은 무성음으로 지각하려는 경향이 절대적으로 강하며, 연구개음은 유성음으로 지각하려는 경향이 강하다.

VC 비파열 환경의 양순음은 무성음 반응 31 개(43%), 유성음 반응 41 개(57%), 치경음은 무성음 반응 50 개(69.4%), 유성음 반응 22 개(30.6%), 연구개음은 무성음 반응 35 개(48.6%), 유성음 반응 37 개(51.4%)를 차지하였다. 따라서 이 환경에서는 양순음은 유성음으로 치경음은 무성음으로 지각하려는 경향이 강하였다.

3.4.3. 신호별 지각

본 실험을 통하여 반응 일치도와 강인도를 찾아보았다. 반응 일치도 조사는 주어진 신호와 최종 반응과의 일치를 알아보는 방법으로 신호의 영향력을 측정할 수 있다. 신호 강인도 조사는 주어진 신호가 다른 신호들에 차폐당하지 않고 반응을 이끌어 낼 수 있는가 하는 검사로, 주어진 신호가 얼마나 강한가를 측정할 수 있다.

환경별로 신호정보의 질을 조사한 결과, 영어 파열음의 지각상 가장 일치도가 높은 조음 단계는 접근 단계와 개방 단계라는 것이 밝혀졌다. 개별 단위 신호로 살펴보면 선행 모음 구간에 의한 반응과의 일치도는 74%로 가장 높았고, VOT/파열이 66%, 후행 모음 구간의 63%, 폐쇄 구간의 신호 일치도는 54%가 나왔다. 따라서 상위 범주인 접근 단계 신호, 폐쇄 단계 신호, 개방 단계 신호로 분류가 될 때, 두 개의 시구간 신호를 보유한 개방 단계 신호가 가장 일치도가 높은 신호로 나타났고, 폐쇄 단계 신호는 일치도가 떨어지는 것으로 나타났지만, 개별 신호로는 선행 모음 구간이 가장 일치도가 높았다. 주요 신호 반응 일치도를 그림으로 나타내면 다음과 같다.



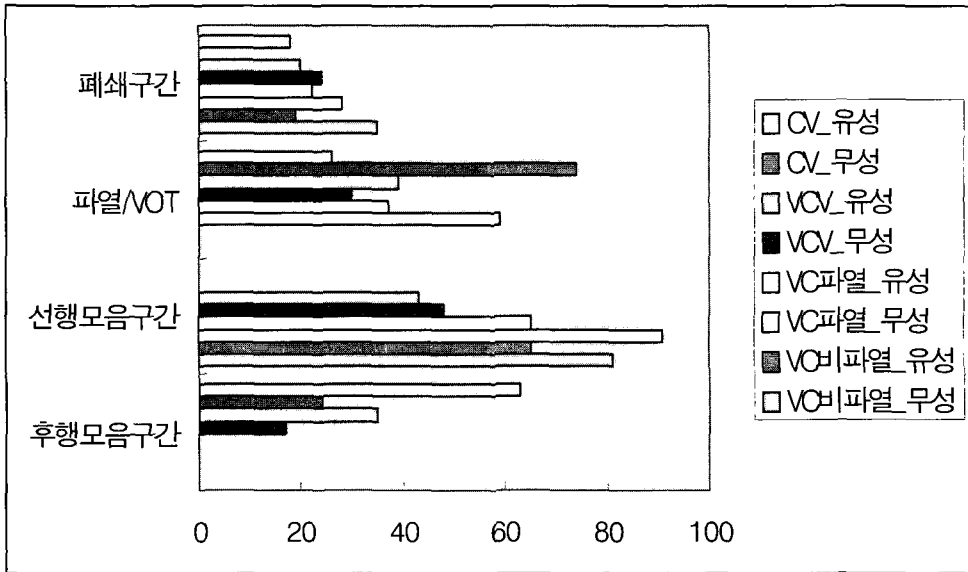
<그림 2> 주요 신호 반응 일치도

각 환경별로 어떤 신호가 반응과의 일치도가 높은지 살펴보았다. CV 환경에서는 개방 신호인 파열/VOT 신호가 74%, 후행 모음 신호가 71%, 폐쇄 구간(유성 선행 구간과 폐쇄 묵음 구간)이 55%의 비율을 보여 파열/VOT 신호의 반응과의 일치도가 가장 높았다. VCV 환경에서는 선행 모음 구간이 66%, 폐쇄 구간 55%, 파열/VOT 구간 61%, 후행 모음 구간 55%의 일치도를 보여, 선행 모음 구간이 반응과의 일치도가 가장 높은 것으로 조사되었다. VC 파열 환경인 경우 선행 모음 구간이 76%, 파열 구간이 61%, 폐쇄 구간이 49%로 선행 모음 구간에 의한 반응 일치도가 가장 높았다. VC 비파열 환경인 경우 선행 모음 구간 79%, 폐쇄 구간 56%의 일치도를 보였다.

전반적으로 유성 신호와 무성 신호로 양분하면, 목표 신호에 유성 신호를 주었을 때 유성을 지각과 무성 신호를 주었을 때 무성을 지각에는 환경적으로 약간 다르게 나타났다. CV와 VCV 환경에서는 무성음보다는 유성음으로 지각하는 비율이 약간 높았고, VC 파열 환경과 비파열 환경에서는 유성음보다는 무성음으로 지각하는 비율이 높았다. 이는 지각상 모음구간으로 끝나는 분절음은 유성음으로, 폐쇄 구간이나 파열 구간으로 끝나는 분절음은 무성음으로 지각하는 경향이 있음을 보여주고 있다. 이 결과는 어말 무성음화 현상이 조음적으로 이 환경에서 유성음 특징이 구현되기 어렵기 때문에 중화현상이 일어난다고 지적할 수도 있지만, 지각적으로도 후행모음이 결핍이 될 때, 유/무성간에 대조가 상실되어, 무성음화 현상을 가져올 수 있다는 점을 시사해준다.

신호 강인도 검사는 동일한 하나의 신호가 다른 신호에 대하여 차폐(masking)

되지 않고, 자신의 지위를 유지하는 지를 알아보는 조사이다. 예를 들어, CV 환경에서, 세 가지 신호에 대하여, 동일한 두 가지 신호와 다른 한 가지 신호를 주었을 때, 이 하나의 신호가 두개의 다른 신호를 이겨내고 이 하나의 신호와 동일한 반응을 이끌어낼 수 있는지를 조사하였다. 예를 들어, 폐쇄 신호를 유성 신호로 주고, VOT와 후행 모음 구간을 무성 신호로 주었을 때, 피험자가 유성음으로 지각하면 폐쇄 신호에 대하여 강인도 점수를 주었고 이를 종합화 하였다.



<그림 3> 주요 신호 강인도

전반적인 모습에서, 주요 신호 강인도는 주요 신호 일치도와 비슷한 경향을 보였다. 개별 신호에서 '선행 모음 구간 >> 파열/VOT 신호 >> 후행 모음 구간 >> 폐쇄 구간'의 순으로 서열이 정해졌다. 일치도 검사와 비슷한 결과이지만, 같은 신호일지라도 환경별로 많은 차이를 보인다는 점과, 선행 모음 신호의 흔들림이 일치도 검사에 비하여 더 심해졌다는 점은 특기할 만하다.

이 강인도 조사에서 선행 모음 구간은 후행 모음 구간뿐만 아니라, VOT나 파열보다 강인도가 더 강했다. 즉, 선행 모음 구간이 무성 신호로 주어졌을 때, 다른 신호들이 모두 유성 신호로 주어져도 무성음으로 지각하는 비율이 높다. 만약 신호의 강인도가 우수한 신호라는 가정이 주어진다면, 기존 연구에서, 영어 파열음은 VOT가 가장 우수한 신호라는 결과[2][3]에 대하여 의문을 제기할 수 있다.

4. 토론 및 결론

청각 실험을 통하여, 영어 파열음에는 신호간의 서열이 존재함이 증명되었다. 즉, 단일 신호로는 선행 모음 구간 신호가 가장 우수한 신호이며, 파열과 VOT, 후행 모음 구간, 폐쇄 구간이 순서대로 그 뒤를 잇는 것으로 나타났다. 조음 단계로 분류가 되었을 때, 파열과 VOT, 후행 모음 구간을 포함하는 개방 단계 신호가 가장 우수하며, 선행 모음 구간이라는 단일 시구간 신호가 나타나는 접근 신호가 그 뒤를 잇고, 폐쇄 묵음 구간과 폐쇄중 유성구간을 나타내는 폐쇄 단계 신호는 가장 질이 떨어지는 신호로 판명되었다. 그러나 이는 폐쇄 신호가 전혀 유/무성을 구분하는데 도움이 되지 않는 무의미한 신호란 의미는 아니다. Lisker(1957)에 의하면 폐쇄중 유성구간의 존재는 유성음 지각에 기여를 한다고 보았다. Parker & Kluender(1986)는 /apa/와 /aba/에서의 '폐쇄 구간'에 시구간 차이를 두어 청각 실험을 하였다. 그 결과 폐쇄 구간의 차이는 유/무성 대조에 충분한 신호가 될 수 있음을 보여주고 있고, 특히 폐쇄 구간이 유성으로 주어졌을 때는 '유성음'으로 지각하는 비중이 높았다. 즉, 폐쇄 구간 자체도 충분히 유의미한 신호임이 입증되었다.

그러나 일부의 연구가 신호의 서열 관계를 암시하고 있다. 이석재(2003)는 한국어 폐쇄음 겹자음의 위치성 지각에 대한 연구에서, 후행 자음(C2)에 의한 선행 자음(C1)의 위치성 지각은, 후행 자음에 구현되는 음향 특질이 선행 자음의 위치성을 구현하는 음향 특질을 차폐한 결과로 보고 있다. 이는 VIC1C2V2의 연속에서 C2가 V2로 인하여 좀 더 풍부한 포먼트 전이와 파열을 갖게 됨으로서, 청자는 C1보다는 C2의 정보에 의존하게 된다는 것이다. 이는 C2가 갖는 개방신호가 C1이 갖고 있는 신호보다 우수한 신호임을 입증하는 것이다. 결국, 폐쇄 신호 자체도 우수한 신호이지만, 여러 종류의 시구간 신호가 동시에 주어질 때, 폐쇄 구간은 차폐당하는 것으로 판명되었다.

신호의 서열이 존재하게 된 배경에는 인간 청각이 갖는 특징 때문으로 보인다. Remez(2001)에 의하면, 심리 음향학 측면에서 청각 체계(sensory system)는 어떤 소리 체계는 무시하고, 어떤 소리 체계는 과장하면서 범주화로 받아들인다고 하였다. 이는 지각 단계에서 신호의 왜곡 현상을 유효하게 설명해주고 있다. 이 견해를 받아들인다면, 영어 파열음에 존재하는 많은 시구간 신호 중에서 모음 구간과 파열(혹은 VOT)구간은 영어 화자들에게 선호하는 신호이고, 폐쇄 구간 신호는 무시하는 신호임에는 틀림이 없다. 음향 단계에서 여러 신호가 들어오지만, 지각 단계에서는 개방 신호와 접근 신호에 관련된 신호가 주로 지각될 뿐더러 지각된 신호들 사이에도 서열이 존재한다. CV 환경에서는 파열/VOT 신호가 가장 강하게 지각되고, 후행 모음 구간이 그 뒤를 잇는다. VCV 환경에서는 여러 음향 신호가 지각단계로 넘어오지만, 선행 모음 구간이 가장 강력한 신호이고, VOT/파열은 그 뒤를 잇는다. VC 파열 환경에서는 선행 모음 구간이 가장 강력하고, 파열 신호가 그

뒤를 이으며, VC 비파열 환경에서는 선행 모음 구간이 유일하면서 가장 강력한 신호이다. 이를 종합하면, 전체적인 맥락에서 VOT가 우수한 신호임에는 틀림이 없지만 선행 모음 구간에 비하면 그 중요성은 감소한다.

결론적으로 신호의 우수성은 음향보다는 지각에 의하여 결정되고, 두 측면사이에 비대칭이 존재한다. 유/무성 지각에 있어서 개별 신호들은 음향과 지각에서 동등한 정도의 대응을 보이지는 않으며, 더구나 지각 측면에서는 명확한 서열이 결정된다. 주로 접근 신호와 관련된 선행 모음 신호와 개방 신호와 관련된 파열/VOT, 후행 모음이 주요한 지각 신호로 작용을 하며, 개별 신호중에는 선행 모음 구간이 가장 강력한 신호이다. 이 신호가 우수한 지각 작용을 갖는 것은 주로 이 모음 구간에 구현되는 F1, F2, F0의 스펙트럼 신호 때문으로 보이며, 특히 강약 환경에서는 음고저(pitch)가 강하게 투영되는 것이 결정적 원인으로 추측된다. 이 스펙트럼 신호에 대한 지각 능력 연구는 차후 과제로 미룬다.

참고문헌

- [1] A. Liberman, P. Delattre and F. Cooper, "Some rules for the distinction between voiced and voiceless stops in initial position", *Language and Speech*, Vol. 1, pp.153-167. 1958.
- [2] L. Lisker and S. Abramson, "A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements", *Word*, Vol. 20, pp.384-422. 1964.
- [3] L. Lisker and S. Abramson, "Some effects of context on voice onset time in English stops", *Language and Speech*, Vol. 10, pp.1-28. 1967.
- [4] L. Lisker and S. Abramson, "Distinctive features and laryngeal control", *Language*, Vol. 47. pp.766-785. 1971.
- [5] M. Plauché, *Acoustic Cues in the Directionality of Stop Consonant Confusions*, Doctoral Dissertation. University of California, Berkeley. 2002.
- [6] D. Byrd, "54,000 American stops", *UCLA Working Papers in Phonetics*, Vol. 83, 1993.
- [7] D. Massaro and M. Cohen, "Consonant/vowel ratios: An improbable cue in speech", *Perception & Psychophysics*, Vol. 33. pp.501-505. 1983.
- [8] L. Lisker, "Closure duration and the intervocalic voiced-voiceless distinctions in English", *Language*, Vol. 33. pp.42-49. 1957.
- [9] D. Parker and K. Kluender, "Trading relations in speech and nonspeech", *Perception & Psychophysics*, Vol. 39. pp. 129-42. 1986.
- [10] J. Kingston and R. Diehl, "Phonetic knowledge", *Language*, Vol. 70, pp.419-454, 1994.
- [11] P. Delattre, A. Liberman and F. Cooper, "Acoustic loci and transitional cues for consonants", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 27. pp. 769-773. 1955.
- [12] T. Nearey, "Speech perception as pattern recognition", *Journal of Acoustical Society of America*, Vol. 101, No. 6, pp.3241-3253. 1997.
- [13] G. Iverson and J. Salmons, "Aspiration and laryngeal representation in Germanic", *Phonology*, Vol. 12. pp. 369-396. 1995.
- [14] W. Serniclaes and P. Bejster, "Cross-language differences in the perceptual use of voicing

- cues”, In Harry and Patricia Hollien (Eds.), *Amsterdam Studies in the Theory and History of Linguistic Science IV*, Amsterdam: Amsterdam-John Benjamin B.V. 1979.
- [15] 강석한. “영어 파열음 유/무성대조 구현화에 대한 신호인허가설 접근”, 2005년 봄 한국 언어학회 발표집, 2005.
- [16] G. Yeni-Komshian, A. Caramazza, and M. Preston, “A study of voicing in Lebanese Arabic”, *Journal of Phonetics*, Vol. 5. pp.35-48. 1977.
- [17] M. Liberman and G. Mattingly, “The motor theory of speech perception revised”, *Cognition*, Vol. 21. pp.1-36. 1985.
- [18] J. Kingston and R. Diehl, “Phonetic knowledge,” *Language*. Vol. 70. pp.419-454, 1994.
- [19] H-S. Park, *Temporal and Spectral Characteristics of Korean Phonation Types*, Doctoral Dissertation, The University of Texas at Austin, 2002.
- [20] J. Hillenbrand and T. Gayvert, Open-source software for experimental design and control. ms. (<http://homepages.wmich.edu/~hillenbr>), 2004.
- [21] 양병곤, 청각도구 Alvin 사용법, 2005. ms.
- [22] R. Remez, “The interplay of phonology and perception considered from the perspective of perceptual organization”, In E. Hume, J. Keith, (Eds.), *The Role of Speech Perception in Phonology*, London: Academic Press. 2001.
- [23] D. Steriade, *The Phonology of Perceptibility Effect: the P-map and its Consequences for Constraint Organization*, MIT, ms. 2001.
<<http://web.mit.edu/linguistics/www/bibliography/steriade.html>>
- [24] M. Liberman and G. Mattingly, “The motor theory of speech perception revised”, *Cognition*, Vol. 21. pp.1-36. 1985.
- [25] 이석재, “폐쇄자음군의 폐쇄구간 축소에 따른 위치성 지각에 대한 재해석”, *말소리*, 45호, pp.2-14. 2003.
- [26] L. Lisker, “‘Voicing’ in English: a catalogue of acoustic features signaling /b/ versus /p/ in trochees”, *Language and Speech*, Vol. 29, pp.3-11. 1986.
- [27] D. Parker and K. Kluender, “Trading relations in speech and nonspeech”, *Perception & Psychophysics*, Vol. 39. pp.129-42. 1986.
- [28] J. Liljencrants and B. Lindblom, “Numerical simulations of vowel quality systems: The role of perceptual contrasts”, *Language*, Vol. 48. pp. 839-862. 1972.
- [29] S. Flemming, *Auditory Representation in Phonology*, Doctoral Dissertation, UCLA, 1995.

접수일자: 2005년 7월 15일

게재결정: 2005년 9월 5일

▶강석한(Kang, Seok-Han)

주소: 402-749 인천시 남구 도화동 177

소속: 인천대학교

전화: 032-770-8022

E-mail: kangseok@yonsei.ac.kr