

## 한국어 자음의 지각 구조\*

배 문 정<sup>†</sup>                      김 정 오

서울대학교 인지과학 협동과정

한국어 음절 초성에 사용되는 18 개 자음의 혼동 패턴으로부터 한국어 자음의 지각 구조를 조사하고 영어 자음의 혼동을 조사한 Miller와 Nicely(1955)의 결과와 비교하였다. 실험 1에서는 Miller와 Nicely(1955)의 실험 중 백색 소음 조건을 반복하였으며, 실험 2에서는 음성 자극을 백색 소음에 중첩시키지 않고 자극의 강도를 체계적으로 떨어뜨렸다. 두 실험의 결과로 혼동 행렬을 구성하고 개별 차이 척도법(INDSCAL)과 가산군집(Additive clustering) 분석을 적용하여 한국어 자음의 지각적 차원과 특질을 추출하였다. 분석 결과, 한국어 자음 지각에서 기식성, 긴장성/이완성, 공명성, 치찰성, 설정성이 가장 중요한 지각적 특질이었다. 또한 표준 생성 음운론(Chomsky와 Halle, 1968)에서 제안한 음성 특질들과 특질 부류에 대하여 정보 전달을 분석을 하고 각 특질과 특질 부류의 지각적 기여도를 조사하였다. 특질들의 정보 전달율은 긴장성, 비음성, 공명성, 설측성, 기식성, 지연성, 치찰성 순으로 높고 지속성과 전방성의 정보 전달율이 가장 낮았다. 또 후두와 주요 부류의 정보 전달율은 높은 반면, 조음 위치 부류의 정보 전달율은 낮았다. 모든 분석 결과는 일관되게 말소리의 가청력이 떨어지는 상황에서 공명성과 후두 특질들(기식성, 긴장성, 이완성)은 보다 특출하고 쉽게 지각되는 반면, 조음 위치 특질은 거의 사용되지 않는다는 것을 보여주었다. Miller와 Nicely(1955)의 실험 중 본 연구의 실험1과 일치하는 조건에 대해서 동일한 분석을 적용한 결과, 영어 자음 지각에서 유성성과 비음성의 지각적 특출성이 가장 높으며 조음 위치의 특출성이 가장 낮았다. 이 결과는 영어의 유성성과 한국어의 기식성, 긴장성이 모두 후두 상태에 따라 결정되는 특질이라는 사실에 비추어 언어 보편적인 특성으로 해석된다. 본 연구는 한국어와 영어의 지각 구조가 특질 기하론에서 제안된 계층적 특질 구조(Clements, 1985; Sagey, 1986)와 일치한다는 것을 관찰하였으며 이는 지각 구조와 음운 구조의 동형성을 시사한다.

주제어 자음 혼동, 특질, 후두, 조음 위치, 특질 기하론, 개별차이 척도법, 가산 군집, 정보 전달율

\* 이 연구는 과학기술부에서 주관하는 Brain Neuroinformation Research Program의 지원으로 수행되었음.

† 교신저자 : 배 문 정, (151-741) 서울시 관악구 신림동 산 51, 서울대학교 인지과학 협동과정,

E-mail : mjbae@cogsci.snu.ac.kr, 김정오(e-mail: jungokim@plaza.snu.ac.kr)

우리는 매일 무수히 많은 말소리를 듣는다. 그 말소리들은 말하는 사람의 목소리, 기분, 사투리, 말하는 속도, 음성적 맥락에서 모두 다른 소리들이다. 심지어 같은 사람이 같은 단어를 연속해서 발음했을 때에도 그 소리는 물리적으로 같은 소리가 아니다. 이처럼 가변적이고 찰나에 사라져버리는 말소리에서 사람들은 어떻게 매번 같은 단어와 같은 분절음(segment)들을 지각하는가? 지각의 과정은 “연속적이고 복잡한 물리적 공간을 불연속적이고 범주적인 심리적 공간으로 변환하는 과정”이며 (Tijsseling, & Harnad, 1997), 말 지각의 과정은 “끊임없이 변하고 연속적인 음향 신호를 범주적이고 불연속적인 언어 표상에 대응시키는 과정”이다 (Miller, J., 1999). 시간과 공간 축에서 연속적으로 변하는 물리적 자극들을 범주적인 대상으로 지각하도록 하는 자극의 독특한 속성을 특징(feature)이라고 한다(예, Gibson, 1969; Garner, 1974). 마음의 구조와 과정에 대한 정보 처리론적 접근에서 특징은 심적 표상의 기초 요소(primitive)이며 대상(object)들은 심적 공간에서 특징들과 특징의 집합으로 정의되는 차원들의 체계적이고 구조화된 관계로 표상된다(Schyns, Goldstone, & Thibaut, 1998).

본 연구는 한국어 자음을 범주화하는 데 관여하는 지각적 특징과 차원을 찾고, 말소리의 지각 특징이 음운론적인 변별 특징과 일치하는지를 살펴본다. 또 한국어와 영어의 비교를 통해, 한국어 자음의 지각 구조가 언어 보편성과 특수성을 어떻게 반영하는지를 알아본다. 먼저, 말소리의 구조에 대한 언어학적, 심리학적 연구들을 간략하게 개괄한다.

### 말소리의 기초 요소: 변별 특징

말소리의 구조에 대한 오랜 직관은 한 언어의

소리 체계는 음소(phoneme)라고 하는 더 이상 쪼개질 수 없는 기초 단위들로 구성된다는 것이었다. 이러한 직관은 표기 체계에 반영되어 많은 언어들에서 음소 단위의 자소(alphabet) 문자를 사용하며 근대 언어학에서도 음소를 음운 분석의 기초 단위로 간주하였다(Saussure, 1916). 또한 지난 수십 년에 걸친 말 지각 연구들도 말 지각의 기초 요소로 음소를 가정하였다(Goldinger, Pisoni, 및 Luce, 1996). 하지만 음성학과 음운론의 발전은 음소가 직관에서 드러나는 것만큼 그렇게 자명하게 구분되고 정의되는 소리들이 아니며 더 이상 쪼갤 수 없는 원자적 단위도 아니라는 결론에 도달하였다(Trubetzkoy, 1958; Jakobson, Fant, 및 Halle, 1952).

음소가 원자적 단위가 아니라는 것은 음소가 좀더 기초적인 소리 특성들의 총화로 이루어지며 한 언어의 음운 현상은 음소 단위에 기초하기보다는 각 특성들에 기초해서 일어난다는 것이다 (Chomsky와 Halle, 1968). 예를 들어, 우리말에서 ‘ㅂ’과 ‘ㅍ’ 소리는 입술을 닫았다 열면서 발음하는 입술 소리(순음)이며 ‘ㄷ’과 ‘ㄴ’은 혀의 앞부분을 잇몸에 붙였다 떼면서 발음하는 혀 소리(설음)이다. 또 ‘ㅂ’과 ‘ㄷ’은 울림(공명성)이 없는 소리들(장애음)이며 ‘ㅍ’과 ‘ㄴ’은 콧소리(비음)이다. 따라서 ‘ㅍ, ㅂ, ㄴ, ㄷ’ 소리들은 콧소리의 유무와 소리가 나는 위치에 따라 구분된다. 또 ‘국민 [궁민]’, ‘밤맛[밤만]’, ‘춥물[춥물->촌물]’ 등의 예에서 ‘ㄱ, ㅂ, ㄷ’ 소리는 ‘ㅍ, ㄴ’ 소리 앞에서 ‘ㅇ, ㅍ, ㄴ’으로 발음된다. 이 음운 현상들은 하나의 음소가 다른 음소로 변하는 현상이 아니라 공명성이 없는 소리가 비음 앞에서 비음으로 발음되는 현상이다. 이처럼 한 언어의 소리 체계를 구성하고 음운 현상을 지배하는 소리의 독특한 특징들을 음운론에서 변별 특징(distinctive feature)<sup>1)</sup>이라고 한다.

Jakobson, Fant, 및 Halle(1952)는 세계의 모든 말 소리는 제한된 수의 대립적인 특성들로 구성된다 고 주장하고 말소리의 음향적 속성과 보편적 청각 인상(auditory impression)에 기초해서 음향 특질(acoustic feature) 체계를 제안하였다. 이후 Chomsky와 Halle(1968)는 Jakobson 등의 음향 특질들을 모두 조음적(articulatory) 관점에서 재정의하고 말소리의 보편 문법들을 조음 특질(articulatory feature)에 기초해서 형식화하였다. 두 변별 특질 이론은 각각 말소리의 기초 요소를 지각의 측면에서 찾아가 산출의 측면에서 찾아가 하는 점에서 차이를 가지지만 두 특질 체계는 서로 번역 가능하며 일정한 대응관계를 가진다.

말소리의 기초 요소를 변별 특질로 설정하면서 현대 음운론은 음운 현상들의 원인을 설명하고 예측할 수 있게 되었으며 여러 언어들의 소리 체계를 보편성과 특수성의 관점에서 접근하고 구명할 수 있는 개념적 기초를 확보하였다. 세계 언어에서 사용되는 수많은 독특한 음소 항목들은 단지 20개 내외의 변별 특질로 충분히 기술되고 구분될 수 있다(Clements, 1999).

지각 체계가 말소리를 범주화하는 데 사용하는 지각적 특질(perceptual feature)은 음운론에서 제안된 변별 특질과 동일한가? 한 언어의 보편성과 특수성은 변별 특질의 관점에서 어떻게 설명되는가? 음운적인 변별 특질은 언어 사용자의 산출 과정에 의해 결정되는가 지각 과정에 의해 결정되는가? 산출과 지각의 표상 구조는 동일한 처리 단위를 사용하는 동형 구조인가? 음운 구조는 개별적인 특질의 선형 조합 체계인가 아니면 특질

들은 보다 상위의 차원으로 구조화되는가? 이 문제들은 모두 현대 음운론과 심리 언어학의 핵심적인 문제들이다.

### 말소리의 지각 특질과 변별 특질

말소리의 지각 구조를 밝히고자 하는 노력은 언어학에서 변별 특질 체계가 제안되기 시작한 1950년대로 거슬러 올라간다. Miller와 Nicely(1955)는 영어의 16개 자음을 백색 소음 속에서 들려주거나 저주파 또는 고주파의 음향들을 제거하고 들려주었을 때, 자음들 간에 일어나는 혼동 패턴으로부터 자음의 지각 특질들을 조사하였다. 이후 많은 연구들(Wang & Bilger, 1973; Mitchell & Singh, 1974)이 여러 종류의 청취 조건(소음, 강도 약화 등)과 음성 맥락을 사용하여 영어 자음의 지각 특질들을 조사하였다. 그 결과, 영어 자음 지각에서 유성성과 비음성 그리고 마찰성(friction)은 지각적으로 두드러지는 반면, 조음 위치에 따른 차이는 잘 지각되지 않았다.

말소리의 지각 특질이 음운론적 변별 특질과 일치한다는 증거는 혼동 연구 이외에도 오발음(mispronunciations) 탐지, 유사성 척도(similarity scaling), 이중 청취(di-chotic listening), 속도 분류(speeded classification), 단기 기억 과제 등의 여러 연구들에서 검증되었다. 오발음 탐지(Cole, 1973; Marslen-Wilson과 Welsh, 1978) 연구와 유사성 척도 연구들(Peters, 1963; Greenberg와 Jenkins, 1964; Mohr와 Wong, 1968)은 자음 지각에서 자음들간에 공유하고 있는 변별 특질들의 수와 속성이 중요하다는 것을 밝혔으며, 이중 청취 실험들(Studdert-Kennedy & Shankweiler, 1970; Blumstein, 1974; Hayden, KIRSTEIN, & SINGH, 1979)은 양쪽 귀에 동시에 들려진 말소리 사이에서 변별 특질들

1) 독특한 특징을 의미하는 이 용어는 국내 언어학에서는 '변별 자질' 또는 '시차적(示差的) 자질'로 번역되어 사용되고 있으며 조명한(1985)은 '변별 특질'로 번역하였다. '특질'이라는 용어가 심리적 기초 요소의 의미를 보다 잘 전달할 수 있기 때문에 조명한의 용어를 빌어 '변별 특질'로 번역한다.

간의 잘못된 결합이 일어난다는 결과에 기초하여 음향 신호에서 각 특질들은 독립적으로 추출된다고 제안하였다. Eimas, Tartter, 및 Miller(1981)는 속도 분류 과제(speeded classification task)를 사용하여 변별 특질들은 병렬적으로 처리되지만 비대칭적인 의존 관계를 가진다는 것을 관찰하였다. 또한 Wickelgren(1965)과 Graham과 House(1971)는 기억 과제에서 음소들간의 혼동 패턴을 조사하고 기억 간섭과 망각이 음소 단위가 아니라 변별 특질에 기반해서 일어난다고 보고하였다.

말 지각에서 변별 특질의 심리적 실재와 사용에 대한 증거들은 1950년대부터 70년대까지 광범위하고 풍부하게 수집되었으나 말 지각 연구자들 사이에서 변별 특질은 음소 표상의 하위 단위로 간주되었고 단어 재인이나 문장 처리에서 변별 특질의 기능은 크게 주목받지 못했다. 하지만 Stevens(1986)는 변별 특질에 기반한 어휘 접근 모형(LAFF Lexical Access From Feature)을 일관되게 주장해왔으며, 또 Lahiri와 Marslen-Wilson(1992)는 새로운 Cohort 모형에서 어휘 표상은 미명세된(underspecified) 변별 특질들로 구성된다고 제안하고, 여러 실험 증거들(Marslen-Wilson과 Warren, 1994)을 통해 변별 특질에 기반한 어휘 표상의 심리적 실재를 지지하였다.

본 연구는 한국어 자음 간에 일어나는 지각 혼동으로부터 자음 지각에 기여하는 심적 차원과 특질을 조사하고, 경험적으로 관찰된 결과가 변별 특질의 심리적 실재를 반영하는 지를 알아보고자 하였다. 또 한국어와 영어의 비교를 통해 지각 구조의 언어 보편성과 특수성을 고찰하고자 하였다. 이를 위해, Miller와 Nicely(1955)의 혼동 실험을 한국어 자음을 사용하여 반복하였다.

Miller와 Nicely(1955)는 영어 자음 중 /dʒ/, /tʃ/, /l/, /r/, /h/를 제외하고 16개 자음의 혼동 패턴을

조사하였다. 모든 자음은 'a' 모음과 함께 발음되었으며, 5명의 여성들이 음성 자극의 발음과 청취에 참가하였다. 실험 조건은 음성 자극을 여러 강도의 백색 소음 속에 제시한 6조건과 저주파 여파, 고주파수 여파의 11조건을 포함하여 모두 17개의 청취 조건이 있었다. 청취 조건에 주파수 여파 조건이 포함된 것은 각 주파수 대역에서 말 소리의 음향 특성이 어떻게 분포되어 있는지를 알아보기 위해서였다.

본 연구는 한국어 음절 초성에서 사용되는 18개 자음의 혼동을 조사하였으며, 화자의 독특한 발음 특성이 자음 판단에 영향을 미치는 것을 막기 위해, 모두 4명의 화자가 다양한 길이와 억양으로 발음한 소리를 음성 자극으로 사용하였다. 자음은 모두 동시 조음의 영향이 가장 적은 모음 'a'와 함께 발음되었다. 실험 1은 Miller와 Nicely(1955)의 백색 소음 조건 중 음성 신호 대 소음의 강도 차이가 +6db, 0db, -6db인 세 조건만을 반복하였다. 백색 소음은 모든 대역의 주파수를 포함하기 때문에 말소리의 음향 신호에 가장 중립적인 영향을 주는 음향 차폐로 생각되어 왔으며 대부분의 말 지각 실험들이 음향 차폐로 백색 소음을 사용하였다(Warren, 1970; Samuel, 1981). 하지만 백색 소음은 음성 신호 중 고주파수 대역의 음향을 많이 포함하는 음성 자극에 차별적인 영향을 줄 수 있다(박민규, 김정오, 및 김석준, 2001). 따라서 본 연구의 실험 2에서는 음성 신호를 백색 소음사이에 제시하고 음성 신호의 강도를 체계적으로 감소시켰다. 이때 백색 소음의 강도는 일정하게 유지하였는데 그 이유는 음성 강도에 대한 적응(adaptation) 효과를 감소시키기 위해서였다.

본 연구와 Miller와 Nicely(1955)의 연구의 가장 큰 차이는 혼동 결과에 대한 분석 방법이다. Miller와 Nicely는 영어의 16개 자음 지각에 유성

성, 비음성, 마찰성, 음성 길이, 조음 위치의 5 개의 특질이 사용된다고 전제하고 정보 이론에 기초하여 각 특질이 사용된 정도를 정보 전달율 (information transmission probability)로 분석하였다. 이 분석에서 유성성, 비음성, 마찰성의 정보 전달율이 높았으며 조음 위치의 정보 전달율은 가장 낮았다. 정보 전달율 분석은 혼동 연구들에서 가장 많이 사용된 분석 방법이며 각 특질들의 지각적 기여도에 대한 탁월한 측정치를 제공한다. 하지만 이 분석 방법으로는 연구자가 사전에 결정해 놓은 특질들의 기여도만 조사할 수 있기 때문에 혼동 결과에 실제 기여한 기저 요인들을 객관적으로 확인할 방법이 없다.

이 문제는 혼동 자료나 유사성 자료로부터 기저 차원과 특질들을 경험적으로 추출하는 다차원 척도법(Multidimensional Scaling)과 군집(clustering) 분석 기법을 사용하여 해결되었다. 많은 연구자들(Shepard, 1972; Soill과 Abrabie, 1979; Shepard와 Arabie, 1979; Soill과 Abrabie, Carroll, 1986)이 각각 다차원 척도법, 개별차이 척도법(Individual Difference Scaling INDSCAL), 가산군집(Additive Clustering ADCLUS), 개별군집(INDCLUS)의 여러 통계 기법들을 적용하여 Miller와 Nicely(1955)의 결과를 재분석하였다<sup>2)</sup>.

다차원 척도법과 군집 분석은 각각 범주 표상의 구조에 대한 두 이론적인 접근, 즉 기하학적(geometric) 모형과 특질 대조(feature contrast) 모형을 대표하는 두 분석 기법이다. 표상 구조에 대한 기하학적 모형(Shepard, 1972)은 심적 표상의 구조를 기하학적 공간에 비유하고 대상(object)을 여러 차원들로 구성된 심적 공간에서 한 점으로 표상한다. 특질 대조 모형(Tversky, 1977; Tversky

& Gati, 1982)에서는 대상들이 여러 특질들의 집합으로 표상되며 대상들의 유사성은 두 대상이 공유하는 특질과 대비되는 특질의 종류와 수에 의해 결정된다. 이때 각 특질들은 서로 다른 심리적 가중치를 가지기 때문에 자극의 유사성은 공유 특질과 대비 특질의 가중치의 선형적인 합으로 계산된다.

개별차이 척도법(INDSCAL)은 다차원 척도법의 한 종류로 조건에 따라 차이가 있는 여러 개의 혼동 자료로부터 동일한 기저 차원을 추출한다. 이 분석 방법은 대상이 지각되는 맥락에 따라 기저 차원에 대한 주의적(attentional) 가중치가 어떻게 달라지는 지에 대한 정보를 제공한다(Nosofsky, 1986). 본 연구에서는 개별 차이 척도법을 사용하여 음향 조건이나 화자 특성에 영향을 받지 않는 안정적인 지각 차원을 추출하고 자음의 범주화에 관여하는 지각 차원의 중요성이 음향적 맥락과 화자 차이에 따라 어떻게 달라지는지를 알아보고자 하였다.

가산 군집 분석(ADCLUS)은 특질 대조(feature contrast) 모형에 근거한 분석 기법이다. 이 분석은 혼동 자료에서 가장 유사한 자극들의 군집부터 군집들을 중복적으로 추출하고 각 군집이 공유하는 특질과 대비되는 특질에 대한 정보를 제공한다. 이때, 가장 유사한 군집이 공유하는 특질은 심리적으로 보다 특출하고 중요하며 군집 내에서 대비되는 특질은 심리적으로 덜 중요한 특질이다. 또 가산 군집 분석은 위계적 군집(hierarchical clustering) 방법을 포함하기 때문에 이 분석 방법을 사용하여 군집의 분포가 중복적인지 위계적인지도 알 수 있다.

다차원 척도법과 가산 군집 기법은 각각 자극의 속성이 연속적으로 변하는 차원 구조와 불연속적이고 범주적인 특질 속성들이 임의적으로(arbitrary) 결합되는 구조를 분석하는 데 적절하기

2) 각 연구의 결과는 Miller와 Nicely(1955)의 결과에 INDSCAL과 ADCLUS을 적용한 본 연구의 결과와 대동소이하기 때문에 결과를 보고하지 않는다.

때문에 상호 보완적으로 사용된다. 본 연구에서는 자음 표상이 다원적인 값(multivalued)을 가지는 차원 구조를 이루는지, 이원적인 특질들의 조합으로 이루어지는 지를 함께 검토하기 위하여 개별 차이 척도법(이후, INDSICAL로 명명)과 가산군집 기법(이후, ADCLUS로 명명)을 함께 적용하였다. 또 표준 생성 음운론(Chomsky & Halle, 1968)에서 제안된 SPE 변별 특질들이 음소 지각에 사용되는 정도를 조사하기 위해, 정보 전달을 분석을 적용하였다. Miller와 Nicely(1955)의 결과 중 본 연구의 실험 1과 일치하는 조건에 대해서도 동일한 분석을 하였다.

분석 결과의 제시와 논의는 분석의 목적에 따라 크게 세 부분으로 나누어 진행한다. 첫 부분에서는 한국어 자음의 혼동에 기저하는 지각적 차원과 특질을 추출하고 이 특질들이 음운적 변별 특질에 상응하는 지를 조사하였으며 이를 위해 INDSICAL과 ADCLUS가 사용되었다. 분석의 두 번째 부분에서는 SPE 특질들과 특질 부류(feature class)의 지각적 기여도를 조사하였다. 지각적 기여도는 정보 전달을 분석을 통해 계산되었다. 세 번째 부분에서는 Miller와 Nicely(1955)의 혼동 자료에 대한 재분석 결과와 본 연구의 실험 1 결과와 비교하고 두 언어의 지각 구조에서 언어 보편성을 고찰하였다.

## 방법

**참가자.** 서울대학교 심리학 개론을 수강하는 학생들이 교과목 이수요의 요구 사항으로 실험에 참가하였다. 각 참여자에게 실험 시작 전에 외국 거주 여부와 청력 이상에 관해 물었다. 외국에서 태어났거나 2년 이상 거주한 사람과 청력 이상을 보고한 사람은 실험에 참여할 수 없었다. 실험 1에는 28 명의 학생이 참여하였으며 실험 2

에는 25명의 학생이 참여하였다.

**기구.** 음성 자극은 방음시설이 갖추어진 실험실에서 녹음되었으며 Shure 사의 Model 849 콘덴서 마이크를 통해 SoundBlaster Live Value 사운드카드를 장착한 Pentium II(500 MHz) 개인용 컴퓨터에 저장되었다. 음성 자극은 1초당 44,100번의 표집률로 녹음되었으며 100Hz - 22,050Hz 대역에서 여과되었다. 음성 자극의 편집과 백색 소음의 생성에는 음성 편집 및 합성용 프로그램인 Praat ver. 4.0과 Sound Forge ver. 4.5 소프트웨어가 사용되었다.

**자극의 녹음.** 실험에 사용된 자극은 한국어에서 음절 초성으로 사용되는 18개의 자음들이 'ㅏ' 모음 앞에서 발음된 개음절(open syllable)이며 남자 2명, 여자 2명의 모두 4명의 목소리로 녹음되었다. 화자들의 연령은 29세에서 36세였으며 세 명은 서울에서 태어나 자란 서울 토박이였으며 여자 화자 1명은 부산 출신이며 서울에서 18년 동안 생활하고 표준말을 구사하였다. 화자들은 18개의 음절 소리를 각각 30번씩 발음하였다.

**자극의 선별과 편집.** 4명의 화자들이 30번씩 발음한 음성 자극 중 녹음 상태가 좋고 음절 길이나 음높이에서 약간 차이가 나는 2개의 소리를 선별해서 실험 자극으로 사용하였다. 각 실험에 사용된 음성 자극은 모두 144개(4 × 18 × 2)였다. 음성 자극은 자음의 소음 구간이 시작되는 시점의 약 20ms 전에서 절단되었으며 음향 신호의 편집에는 파형도와 스펙트로그램을 모두 참조하였다. 각 음성 자극은 모두 강도 78db로 정규화되었으며 자극의 평균 길이는 393ms이었다. 음성 자극의 강도는 프로그램 내에서 통제되었으며 제시된 강도는 소음 측정기를 사용할 수 없었기 때

문에 상대적인 강도이다.

**소음의 생성과 자극 구성.** 백색 소음은 모든 주파수 대역의 소리가 무선 정규분포를 이루도록 구성하였다. 실험 1에서는 음성 자극의 강도는 78db로 고정하고 백색 소음의 강도를 72db, 78db, 84db의 세 수준으로 조작하였으며 음성 신호와 백색 소음을 중첩하였다. 백색 소음의 길이는 음성 자극의 길이에 대응되었다. 실험 2에서 백색 소음의 강도와 길이는 78db, 300ms으로 고정되었으며 30ms의 간격을 두고 음성 신호의 시작 부분과 끝 부분에 연결되었다. 따라서 각 자극의 평균 길이는 1053ms이었다. 음성 자극의 강도는 백색 소음에 비해 4db 낮은 74db부터 54db까지 4db 간격으로 체계적으로 감소시켰으며 모두 6개의 강도 조건이 있었다.

**자극의 제시와 반응.** 음성 자극은 방음시설이 갖추어진 실험실에서 실험 참가자의 전방 80cm의 좌우에 위치한 스피커(Ceron F2500)를 통해 제시되었다. 모니터 화면에는 18개의 음절이 각각 표시된 18개의 반응 버튼이 제시되었으며 참가자는 음성 자극을 들은 후, 자신이 지각한 음절 소리에 상응하는 반응 버튼을 마우스로 눌러 보고하였다. 반응은 수정할 수 있었으며 모니터의 하단에 제시된 확인 버튼을 눌러 다음 시행으로 넘어갔다.

**절차.** 실험은 연습 시행과 본 시행으로 이루어졌으며 실험 참가자는 연습 시행에서 각 화자가 발음한 18개의 소음이 중첩되지 않은 음성 자극에 대해 정체를 판단을 하였다. 연습 시행에서는 오반응에 대한 피드백이 있었고 참여자는 화자 4명의 목소리를 모두 경험하였다. 본 시행은 화자에 따른 4개의 구간으로 구성되었으며 각 구간의

순서는 참가자에 따라 무선회(randomize)되었다. 실험 1에서 각 구간은 1 개의 통제 조건과 3개의 실험 조건으로 구성되었다. 통제 조건은 소음이 덧씌워지지 않은 정상적인 음절 소리로 구성되었으며 실험 조건은 신호 대 소음의 차이에 따른 세 조건이었다. 실험 2의 각 구간은 음성 신호의 강도에 따른 6개의 조건으로 구성되었다. 각 조건은 36번의 시행으로 구성되었으며 참여자는 각 음소 조건을 두 번씩 경험하였다. 실험 1에서 각 구간은 144시행( $36 \times 4$ )으로 구성되었으며 화자에 따른 4구간의 시행을 모두 합하여 576 시행이 있었다. 실험 2는 모두 864 시행( $4 \times 6 \times 36$ )으로 구성되었다. 각 조건의 순서는 음성 신호의 가청력이 높은 조건부터 낮은 조건으로 진행되었으며 각 조건간의 경계는 ‘빠’하는 신호음과 10000ms의 침묵 기간으로 표시되었다. 한 구간의 시행이 끝난 후, 잠시의 휴식 시간이 있었으며 참가자가 스페이스 바를 누르면 실험이 재개되었다.

**분석 방법.** 실험 결과는 제시된 자극과 반응 쌍의 빈도 값을 나타내는  $18 \times 18$ 의 혼동 행렬로 구성되었다. 각 실험 조건의 혼동 행렬에 INDSICAL과 ADCLUS, 정보 전달을 분석을 적용하였다. 각 분석은 실험 1과 2의 결과에 대해 따로 실시하였으나 각 실험 조건의 차이를 쉽게 비교할 수 있도록 분석 결과를 함께 제시하였다. 분석에 사용된 INDSICAL 통계 프로그램은 Carrol과 Wish(1974)에서 제시된 기법을 Praat Ver. 4.0에서 간소화하여 제공하는 패키지였다. INDSICAL을 적용하기 위해 각 혼동 행렬의 셀 값은 정규화되었으며 이 값은 다시 거리 척도로 전환되었다. 거리 척도로 전환된 혼동 행렬에서 2-6개의 기저 차원을 추출하고 이중 설명 변량의 증가율이 가장 높고 해석 가능한 차원들을 추출한 결과를 채택하였다. ADCLUS 분석에는 Michael Lee(2001)

에 의해 작성된 분석 프로그램이 사용되었으며 각 조건의 혼동 행렬을 합산하고 혼동 행렬을 대칭화(symmetrize)하였다. 군집의 수는 설명 변량의 증가율이 가장 큰 지점에서 결정하였다. 정보 전달율(Information Transmission Probability)은 혼동 행렬을 특질의 유무에 따라 재구성하고 음소 판단에 각 특질 정보가 사용된 정도를 계산한다. 정보 전달양은 한 신호의 정체를 판단하기 위해 요구되는 이원적인(binary) 질문의 수, 즉 정보의 불확실성(Uncertainty)을 계산하는 방법에 기초해있으며, 자극의 불확실성과 반응의 불확실성의 합에서 자극과 반응 쌍의 불확실성을 뺀 값,

$$T(x; y) = U_s + U_r - U_{s,r} = - \sum_{i,j} P_{ij} \log \frac{P_i P_j}{P_{ij}}$$

으로 계산된다. 따라서 자극과 반응간의 상관성이 낮을수록 자극과 반응의 쌍에 대한 불확실성은 증가하고 입력에서 출력으로의 정보전이량은 감소한다. 정보 전달율은 최대로 가능한 정보 전달양과 실제 관찰된 정보 전달양의 비율을 나타낸다.

#### 결과 : 원자료

실험 1과 2의 결과는 화자와 실험 조건에 따라 각각 16개와 24개의 혼동 행렬로 구성되었다. 부록에 실험 1과 2의 각 실험 조건들을 합산한 결과가 제시되어있다. 실험 1의 혼동 행렬은 통제 조건을 제외하고 합산한 결과이다. 실험 1의 통제 조건에서 음소들의 평균 정확율은 98.36 %였으며 통제 조건을 제외한 실험 1의 평균 정확율은 55.86 %였다. 실험 2의 평균 정확율은 75.35 %였다. 실험1에서 정확 반응률이 가장 높았던 음소는 'ㄱ, ㄴ, ㅈ, ㄹ, ㅃ'였으며 88% 이상의 정확율을 보였다. 실험 2에서는 'ㅈ, ㅃ, ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅅ'였으며 93% 이상 정확하게 판단되었다. 실험

1에서 가장 정확율이 낮았던 음소는 'ㅎ, ㅅ, ㅌ, ㄱ'였으며 'ㅎ'와 'ㅅ'의 정확율은 20 %에 미치지 못했다. 실험 2에서는 'ㅎ'와 'ㅌ'의 정확율이 가장 낮았으며 각각 25%, 45%의 정확율을 보였다.

실험 1과 2의 가장 큰 차이는 'ㅅ'와 'ㅃ'의 평균 정확율이었다. 실험 1에서 'ㅅ'와 'ㅃ'의 평균 정확율은 각각 17.56%, 30.95%였으나 실험 2에서는 76.25%, 93.92%로 상당히 증가하였다. 이는 백색 소음이 'ㅅ'와 'ㅃ'의 음향 신호에 차별적인 영향을 주었다는 것을 의미한다. 다른 음소들의 평균 정확율 결과에서는 두 실험간에 두드러지는 차이는 발견할 수 없었다. 혼동 실험에서 정확율 결과는 보조 자료로 이용될 뿐이기 때문에 결과를 따로 제시하지 않는다.

### 1부 : 한국어 자음의 지각적 특질

본 연구에서는 자음의 지각에 영향을 미칠 수 있는 화자 변산, 음성적 맥락 등을 가능한 한 통제하고 한국어 자음의 지각적 유사성을 조사하고자 하였다. 또한 실험 1에서는 음성 자극에 가장 중립적인 영향을 미친다고 생각되는 백색 소음 속에서 말소리를 제시하였으며 실험 2에서는 음성 신호의 강도만 약화시켰다. 이러한 음향 조장은 일상적이고 자연스러운 말 지각의 상황을 그대로 모사하지는 않지만 실험실에서만 일어나는 예외적인 상황은 아니다. 말소리는 언제나 각종의 소음 속에서 들릴 뿐 아니라 아주 작은 소리로 전달된다. 하지만 말소리가 어떤 음향 조건에서 들려지는가는 자음의 유사성에 영향을 미칠 것이다. 본 분석에서는 실험 1과 2의 혼동 결과에 각각 INDSCAL과 ADCLUS을 적용하고 두 실험에서 일관되게 관찰되는 유사성 구조를 파악하는데 중점을 두었다.

분석 결과 1 : 개별차이 척도법

실험 1과 2의 12개, 24개의 혼동 행렬들에 대해 각각 INDSCAL을 적용하였다. 실험 1에서는 2개에서 5개까지의 차원이 추출되었으며 실험 2에

서는 2개에서 4개의 차원이 추출되었다. 그 이상으로 차원 수를 증가시켰을 때에는 안정적인 해결에 도달하지 못했다. 각 해결에서 설명 변량의 변화율이 가장 큰 지점에서 분석의 차원 수를 결정하였다. 실험 1과 2 모두에서 각각 설명 변량

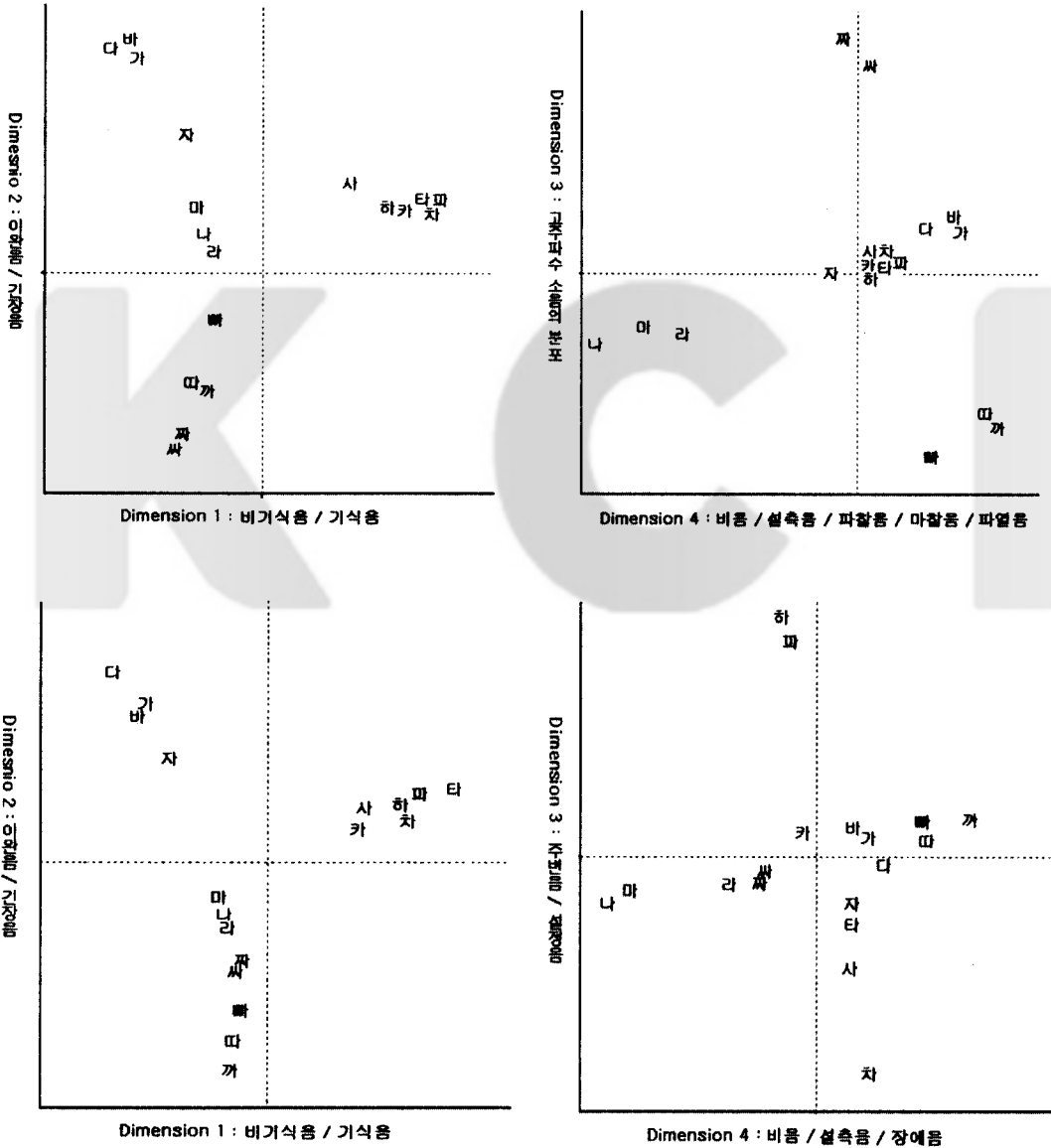


그림 2. 실험 2의 INDSCAL 분석에서 추출된 4 차원으로 구성된 자음 공간

(VAF)이 0.520, 0.380인 4차원 해결을 선택하였다. 추출된 차원들로 2차원 좌표 공간을 구성하고 각 음소들을 이 기하학적 공간 위의 한 점으로 나타내었다(그림 1과 2). 이 좌표 공간에서 각 음소들의 위치는 각 음소가 각 차원에서 가지는 값이며 음소들 간의 유사성은 점들 간의 거리로 표상된다.

가중치(weight)가 높은 차원부터 차원 1, 2, 3, 4로 표시하였다. 실험 1에서 추출된 4개 차원들의 가중치 평균은 각각 0.93, 0.79, 0.59, 0.54였으며 실험 2에서 추출된 차원들의 가중치 평균은 0.78, 0.67, 0.56, 0.54였다. 실험 1과 2의 모든 화자와 청취 조건들의 가중치 순서는 동일했다. 따라서 화자의 발음 특성이나 소음 강도, 음성 강도의 차이가 이 차원들을 추출하는 데 차별적으로 기여하지 않았다.

실험 1과 2의 4개 차원 중 3개 차원은 동일한 차원이었으며 단 한 차원에서만 차이가 났다. 그림 1과 2에서 두 실험 결과에서 추출된 차원들로 구성된 자음 공간이 거의 유사한 구조를 보인다는 것을 알 수 있다.

먼저, 실험 1과 2에서 공통적으로 추출된 차원들이 한국어 자음의 지각 구조에 대해 어떤 정보를 제공하는지를 살펴보자.

두 실험 모두에서 가장 가중치가 높은 차원 1은 자음들을 ‘ㅅ, ㅈ, ㅋ, ㅌ, ㅍ, ㅎ’와 나머지 소리로 구분한다. ‘ㅅ’를 제외한 ‘ㅈ, ㅋ, ㅌ, ㅍ, ㅎ’는 모두 기식음(aspiration)<sup>3)</sup>이기 때문에 차원 1은

기식음과 나머지 소리를 구분하는 차원으로 해석된다. 하지만 ‘ㅅ’는 일반적으로 이완음으로 분류되기 때문에 ‘ㅅ’가 기식음과 유사하게 지각되는 것은 예상치 못한 결과다. 이러한 경향은 실험 1과 2 모두에서 분명하게 관찰되기 때문에 실험 조작에 의한 오염으로 보기도 힘들다. 이 결과가 음성학적으로 어떻게 해석될 수 있는 지에 대해서는 논의에서 자세히 살펴본다.

실험 1과 2에서 두 번째로 가중치가 높은 차원은 이완음과 긴장음을 구분하는 차원이다. 이 차원에서 자음들은 이완 장애음(ㄱ, ㄷ, ㅂ, ㅈ), 기식음(ㅋ, ㅌ, ㅍ, ㅎ), 공명음(ㄴ, ㄹ, ㅁ), 긴장음(ㄱ, ㄷ, ㅂ, ㅈ, ㅊ)의 순서로 일정하게 배열되어 있다. 차원 2에서도 ‘ㅅ’는 기식음과 더 유사하다. 두 실험의 차원 4는 공명음과 장애음을 구분한다. 실험 1에서는 차원 4의 축을 따라 비음, 설측음(ㄹ), 파찰음(ㅈ, ㅊ), 마찰음(ㅅ, ㅎ), 파열음(ㄱ, ㄷ, ㅂ, ㄱ, ㄷ, ㅂ)이 비교적 잘 구분되어 있으나, 실험 2에서 비음과 설측음의 대비는 분명하지만 장애음들 사이의 대비는 분명하지 않다. 따라서 차원 4는 공명음(비음, 설측음)과 장애음(파열음, 파찰음, 마찰음)을 일관되게 구분하며 조음 방법(the manner of articulation) 또는 공명도(sonority)를 반영한다.

실험 1과 2의 차이를 살펴보면, 실험 1의 차원 3은 긴장음 내에서 파열음(ㄱ, ㄷ, ㅂ)과 치찰음(ㅈ, ㅊ)의 대비를 보여주며 이 대비는 차원 2와 4에서도 관찰된다. 하지만 실험 1에서 ‘ㅈ, ㅊ’가 이처럼 두드러지는 이유는 백색 소음 조건에서 ‘ㅈ’의 정확 반응률이 낮았던 것과 관련이 있는 듯하다. 이 가능성은 군집 분석에서 다시 확

3) 한국어 음성 체계와 명명 방식은 음성학과 음운론 학자들에 따라 다르기 때문에 일관된 체계와 용어로 기술하는 데 어려움이 있다. 본 연구에서는 여러 학자들의 용어 중 혼동 결과에서 관찰된 자음의 지각적 군집을 가장 잘 기술할 수 있는 용어를 채택하였으며 주로 신지영(2000)의 분류 방식에 기초하였다. 한국어 자음의 음성 체계와 본 연구에서 사용된 음성학의 용어들을 부록 B에 정리하였다.

4) 기식음과 긴장음도 장애음이지만 이완음에는 공명음과 이완 장애음이 모두 포함되기 때문에 공명음을 제외한 이완음을 나타내기 위해 이완 장애음으로 기술한다.

인할 것이다. 실험 2의 차원 3은 ‘교, 흥’와 ‘츠, 스’의 대비를 보여주며 구강의 주변(입술, 혀뿌리)에서 조음되는 소리, 즉 ‘비, 기’와 구강의 중앙(혀끝, 잇몸, 혀 천장)에서 발음되는 소리, ‘스, 디, 지’(설정음coronal)를 구분한다. 특히 기식음 내에서 주변음(ㅎ, ㅍ, ㅋ)과 설정음(츠, 트, 스)의 대비가 두드러지며 ‘로’와 ‘르’를 제외한 모든 음소들이 주변음과 설정음으로 배열되어 있다. 따라서 실험 2의 차원 3은 소리가 조음되는 위치(the place of articulation)의 차이를 일관되게 반영한다.

**분석 결과 2 : 가산 군집 분석**

ADCLUS에서는 8개에서 18 개의 군집을 추출하고 이중 설명 변량의 변화율이 가장 큰 결과를 선택하였다. 실험 1에서는 설명 변량이 0.974인 11 개의 군집 결과가 선택되었으며 실험 2에서는 설명 변량이 0.957인 10 개의 군집 결과가 선택되었다. 각 실험의 음소 군집과 가중치, 각 군집에 속한 음소들의 공통적인 특질과 구분되는 특질들을 표 1와 2에 제시하였다.

**표 1. 실험 1의 ADCLUS 분석의 결과**

순위	가중치	군집 원소	공유 특질	대비 특질
1	0.211	싸 짜	긴장, 설정, 치찰	지속
2	0.171	가 다 바	이완, 장애, 폐쇄	조음 위치
3	0.122	다 자	이완, 장애, 설정	전방
4	0.097	사 차 카 타 파 하	기식 + ‘스’	조음 방법, 조음 위치
5	0.092	파 하	기식, 주변(‘ㅋ’ 제외)	지속
6	0.070	까 따 빠	긴장, 폐쇄	조음 위치
7	0.057	차 카 타 파	기식(‘ㅎ’ 제외)	조음 위치
8	0.047	까 따 싸 짜	긴장(‘ㅁ’ 제외)	조음 위치, 조음 방법
9	0.033	가 바 사 자	이완, 장애(‘디’ 제외)	조음 위치, 조음 방법
10	0.026	나 다 마 바	이완, 전방, 폐쇄	비음
11	0.013	가 나 라 마 자	이완(전방 장애음, ‘스’ 제외)	공명, 조음 위치

**표 2 . 실험 2의 ADCLUS 분석 결과**

순위	가중치	군집 원소	공유 특질	대비 특질
1	0.179	파 하	기식, 주변, 저설	지속
2	0.123	다 자	이완, 장애, 설정	전방
3	0.109	가 다 바	이완, 장애, 폐쇄	조음 위치
4	0.061	타 차	기식, 설정	전방
5	0.050	까 따 빠	긴장, 폐쇄	조음 위치
6	0.047	카 타 파 하	기식(‘츠’ 제외)	조음 위치
7	0.045	사 차 타 파 하	기식 + ‘스’(‘ㅋ’ 제외)	조음 방법, 조음 위치
8	0.025	까 따 싸 짜	긴장(‘ㅁ’ 제외)	조음 방법, 조음 위치
9	0.017	가 다 바 사 자	이완, 장애	조음 방법, 조음 위치
10	0.008	가 나 다 라 마 바 자	이완(‘스’ 제외)	공명, 방법, 위치

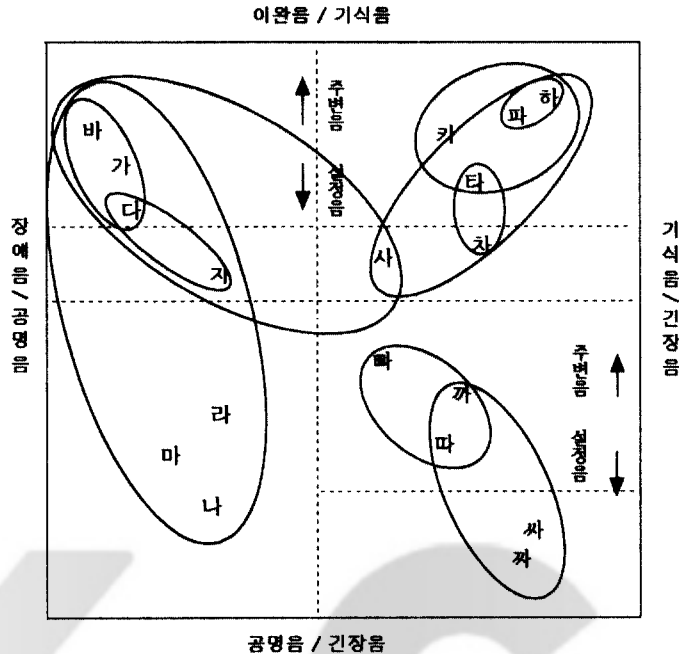


그림 3. 자음 공간에서 자음들의 군집

실험 1과 2에서 가장 유사한 소리로 분류된 자음은 각각 ‘쓰, 쟈’와 ‘교, 호’였다. ‘교, 호’의 군집은 실험 1에서도 관찰되지만 ‘쓰, 쟈’의 군집은 실험 2에서 관찰되지 않았다. 이것으로 백색 소음이 ‘쓰, 쟈’간의 혼동에 크게 영향을 미쳤다는 것을 확인할 수 있다. ‘쓰, 쟈’를 제외한 나머지 군집은 실험 1과 2가 거의 유사하다. ‘교, 호’, ‘다, 자’, ‘가, 다, 바’는 두 실험 모두에서 높은 가중치를 보이는 군집이며, ‘사, 타, 카, 타, 교, 호’의 기식음들은 다양한 방식으로 군집을 이룬다. 군집 분석에서도 역시 ‘사’는 기식음과 함께 분류된다. ‘가, 다, 쟈’와 ‘가, 다, 쓰, 쟈’ 또한 두 실험에서 일치하는 군집이며 ‘가, 나, 다, 라, 마, 바, 사, 자’의 이완음들도 중복적으로 군집을 이룬다. ‘사’가 이완음의 군집에도 포함된다는 것은 ‘사’가 이완음과 기식음의 중간 속성을 가진다는 것을 의미한다.

군집의 형성에 기여한 특징들을 살펴보면, 모든 군집은 기식성, 긴장성, 이완성의 특징을 공유했으며, 공명음인지 장애음인지, 소리가 나는 위치가 구강의 중앙설정성인지 주변인지, 구강을 완전히 막는 소리(폐쇄성)인지 아닌지에 따라 유사한 소리로 묶였다. 이 특징들은 모두 INDSCAL에서 중요한 지각 특징으로 확인된 속성들이다. 한국어에서 이완, 긴장, 기식성은 조음 음성학적으로 후두(larynx)의 상태와 관련된 음성 특징이며 설정성은 조음 위치, 공명성, 폐쇄성, 치찰성은 조음 방법과 관련된 음성 특징이다.

그림 3은 INDSCAL에서 추출된 실험 2의 차원 공간을 재구성하고 이 공간 위에 실험 2에서 관찰된 음소들의 군집을 표시한 것이다. 이 그림에

5) 공명성은 Chomsky와 Halle(1968)의 SPE 체계에서는 주요 부류로 따로 분류되지만 Clements(1985)는 공명성을 조음 방법 특징으로 분류한다.

서 모든 군집들은 이완성, 긴장성, 기식성에 따른 대군집 내에서 폐쇄성, 설정성에 따라 소군집을 이루었다. 이는 특질들이 후두, 조음 방법, 조음 위치에 따라 구조화되며 각 차원이 특출성의 정도나 지각적 사용에서 위계적 관계를 가진다는 것을 시사한다. 만약 조음 위치나 방법이 후두 특질과 서로 독자적이고 동등하게 자음 지각에 기여했다면, ‘가, 까, 카’나 ‘사, 싸, 하’처럼 조음 위치나 방법에 따른 군집이 형성되어야 하지만 서로 다른 후두 특질을 가진 음소들 사이에서는 어떤 군집도 형성되지 않았다.

ADCLUS에서 INDSCAL에서 추출할 수 없었던 특질의 종류들이 부가적으로 확인되었다. ‘교, 호’와 같이 혀의 높이가 낮은 소리들이나 ‘ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅂ’와 같이 소리가 나는 위치가 구강의 앞쪽인 소리들이 같은 군집을 형성하였으며 또 긴장음 내에서 ‘ㅃ’는 보다 두드러지는 특성을 가진다는 것을 보여준다.

## 논의

실험 1과 2의 혼동 결과에 대한 INDSCAL과 ADCLUS 결과에서 실험 1에서 백색 소음이 ‘싸, 짜’ 간의 많은 혼동을 유발했다는 사실을 제외하고 두 실험의 결과가 거의 일치한다는 것을 확인하였다. 이는 화자 변산이나 음향적 변산에도 불구하고 한국어 자음이 안정적이고 일관된 기준에 따라 지각되고 범주화된다는 것을 의미한다.

두 분석 결과는 일관되게 한국어 자음 지각에서 기식음, 긴장음, 이완음을 구분하는 특질이 가장 특출하며 공명음과 장애음, 파열음과 치찰음, 설정음과 주변음을 구분하는 특질 또한 중요하다는 것을 확인하였다. 또 한국어 자음은 기식성, 긴장성, 이완성의 후두 특질에 따라 대군집을 이루고 조음 방법(공명성/폐쇄성/치찰성)과 위치(설

정음/주변음)에 따라 소군집을 이룬다는 것을 관찰하였다. 이는 특질들이 후두와 조음 방법, 조음 위치에 따라 구조화되고 각 차원이 서로 위계적인 관계를 가질 가능성을 시사한다.

두 분석에서 확인된 또 하나의 중요한 사실은 음성학적으로 이완 장애음으로 분류되는 ‘ㅅ’가 지각적으로 기식음에 보다 가깝다는 것이다. 이 이유는 ‘ㅅ’의 음향 속성이 기식음의 음향 속성과 유사하기 때문인 것으로 보이지만 조음 음성학적으로도 한국어의 ‘ㅅ’가 기식음의 속성을 가질 가능성이 있다. 그것은 ‘ㅎ’를 제외한 한국어의 모든 장애음들이 이완음(ㄱ, ㄷ, ㅂ, ㅈ), 기식음(ㅋ, ㅌ, ㅍ, ㅊ), 긴장음(ㄲ, ㄸ, ㅃ, ㅉ)의 3 중 대립을 보이는 데, ‘ㅅ’은 ‘ㅅ, ㅆ’의 이중 대립만 보이며 또 한국어의 모든 이완 장애음은 모음과 모음 사이에서 유성음화하는(예, 가[ka]/아가[aga])<sup>6)</sup> 반면, ‘ㅅ’는 여전히 무성음으로 실현된다(예, 사[sa]/아사[asa]/아사[aza]). 문승재(1997)는 ‘ㅅ’의 음향 특성을 분석하고 한국어의 ‘ㅅ’는 기식음이라고 주장한 바 있다.

본 분석의 결과는 한국어 자음 지각에서 긴장성, 기식성의 후두와 관련된 특질이 가장 중요하고 특출한 특질이며, 공명성, 치찰성의 조음 방법 특질과 설정성의 조음 위치 특질 또한 중요한 지각 특질이라는 것을 보여준다. 또한 자음 혼동 결과로부터 경험적으로 추출된 특질들이 언어학적 변별 특질로 해석 가능하며 이 특질들은 여러 음향 조건에서 일관되고 범주적으로 사용되었다. 이는 한국어 자음 지각에서 언어학적 변별 특질의 심리적 실재와 사용을 확인한다.

6) 유성음(voiced)과 무성음(voiceless)은 공기가 후두를 통과할 때, 성대의 진동을 동반하는가 아닌가에 따라 달라지는 소리이다. 영어의 ‘b, d, g’ 유성음에 속하며 한국어의 ‘ㅂ, ㄷ, ㄱ’는 모두 무성음이다.

## 2부: 음운적 변별 특질의 지각적 사용

1부의 INDSICAL과 ADCLUS 분석은 자음 혼동 결과로부터 한국어 자음 지각에서 언어학적 변별 특질이 심리적 실재를 가진다는 것을 보여주었다. 2부에서는 음운론에서 제안된 특질 집합들을 사용하여 각 변별 특질과 특질 부류가 자음 지각에 기여하는 정도를 조사하였다. 이를 위해, Chomsky와 Halle(1968)의 SPE(Sound Pattern of English) 체계에 근거하여 한국어 자음을 구성하는 13개 변별 특질들과 4개의 특질 부류(class)의 정보 전달율을 계산하였다.

음운론에서 특질 체계는 크게 Jakobson, Fant 그리고 Halle(1952)의 음향 특질 체계와 SPE 체계(조음 특질 체계)로 구분된다. 음향 특질 체계는 고음조성(acute)과 저음조성(grave), 예조성(sharp)처럼 심리적 관점에서 정의된 특질 집합들을 설정하는 반면, SPE 체계는 특질들을 일관되게 조음 기관과 조음 동작에 근거하여 구분하기 때문에 말소리의 구조를 분석하는 데에서 객관적인 기준을 제공한다. 본 분석에서는 SPE 체계의 특질 집합이 음향 특질과 일정한 대응 관계를 가지며 보다 많은 특질 집합을 설정하기 때문에<sup>7)</sup> SPE 체계의 특질 집합을 사용하여 각 변별 특질의 지각적 기여도를 조사하였다. 표 3에 SPE 체계에 기초한 한국어 자음의 특질 분류표가 제시되어 있다. 이 표에서 변별 특질들은 주요, 후두, 조음 방법, 조음 위치의 네 부류로 구분되어 있다.

주요 부류는 자음과 모음의 특성을 기술하며, 공명성을 가진 자음은 음향적으로나 음운적으로

모음에 보다 가까운 소리다. 후두 부류는 성문의 상태와 성대의 진동 여부에 따라 긴장성, 기식성, 유성성<sup>8)</sup>을 포함한다. 조음 방법 중 비음성과 설측성은 공명음의 특성이며 각각 ‘ㄴ, ㄹ’과 ‘ㄹ’의 특성에 대응된다. 지속성은 마찰음(ㅅ, ㅆ, ㅎ)의 특성이며 방출 지연은 폐쇄음 중 방출이 즉각적으로 일어나지 않고 지연되는 소리, 즉 파찰음(ㅈ, ㅊ, ㅉ)의 특성이다. 치찰성은 이빨 사이로 기류가 통과하면서 시끄러운 소음이 형성되는 소리이며 ‘ㅅ, ㅆ, ㅈ, ㅊ, ㅉ’의 특성이다. 조음 위치 중 순음성은 입술에서 조음되는 소리(ㅂ, ㅅ, ㅍ, ㅃ, ㅍ)의 특성이며, 전방성은 발음되는 위치가 입술과 잇몸 사이인 소리를 포함한다. 설정성은 구강의 중앙에서 발음되는 소리(ㄷ, ㅌ, ㅈ)이며, 분산성은 설정음 중 혀가 입천장에 닿는 부분의 면적이 넓은 소리(ㅈ)의 특성이다. 후설성과 고설성은 각각 혀의 위치가 뒤쪽인 소리(ㄱ)와 높은 소리(ㄱ, ㅈ)의 특성이다.

이 특질들 중 INDSICAL과 ADCLUS 분석에서 중요한 특질로 확인된 이완성과 폐쇄성이 명세되어 있지 않은 것은 이 특질들이 각각 기식성과 긴장성 그리고 지연성과 지속성의 없음으로 정의되기 때문이다. 본 분석에서는 실험 1과 2의 혼동 결과에 대해, 위에 제시한 변별 특질들의 정보 전달율을 분석하고 각 특질이 음소 지각에 기여한 정도를 조사하였다. 기식성의 정보 전달율 분석은 ‘ㅅ’를 이완음에 포함시킨 경우(기식1)와 기식음에 포함시킨 경우(기식 2)를 나누어 분석하였다.

SPE 체계에서는 특질들을 음성적 부류에 따라

7) Jakobson 등(1952)의 음향 특질 체계에서 고음조성(acute)은 SPE 체계의 설정성에 대응되며 저음조성(grave)은 순음성과 후설성을 포함한다. 음향 특질 체계에서는 심리적으로 동일한 특질이 여러 언어에서 조음적으로 다르게 실현될 수 있음을 들어 보다 추상적이고 포괄적인 특질 집합을 가정한다.

8) 학자에 따라서는 유성성을 한국어 변별 특질에 포함하는 경우도 있지만(예, 강옥미, 2002) 유성성은 한국어에서는 변별적인 기능을 가지지 않으며 어두 초성에서는 공명성과 유성성이 동일한 소리들을 분류하기 때문에 결과 분석에서 유성성을 제외하였다.

표 3. SPE 체계(Chomsky와 Halle, 1968)에 근거한 한국어 자음의 특징 분류표

		ㅂ	ㅃ	ㅅ	ㅆ	ㅈ	ㅉ	ㅊ	ㅋ	ㅌ	ㅍ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ
주요부류	자음성	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	공명성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
후두	유성성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	기식성	-	+	-	-	+	-	(-)	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
	긴장성	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
조음방법	비음성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
	설측성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	지속성	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	방출 지연	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	치찰성	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
조음위치	순음성	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	전방성	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	설정성	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
	분산성	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	고설성	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	후설성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-

주요, 후두, 조음방법, 조음 위치로 구분하지만 소리 체계의 구성에서 특징들은 각각 독자적인 관계를 가진다. 즉, 모든 특징은 +, -의 이원적인 값을 가지는 독립적인 차원이다. 따라서 20개의 특징들로 구성될 수 있는 음소들은 모두 2<sup>20</sup>개다. 하지만 세계 언어에서 이처럼 많은 음소가 발견되지 않으며 특징들은 상호 배타적이거나 잉여적인 관계를 가진다. 예를 들어, 한 음소가 설정성과 후설성을 동시에 가질 수 없으며 비음성을 가진 음소는 모두 공명성을 가진다. 본 실험 결과에 대한 INDSCAL과 ADCLUS의 분석에서도 표 3에서 주요 부류와 후두 부류에 속한 기식성, 긴장성, 유성성(공명성) 특징들은 지각적으로 보다 특출하고 조음방법이나 조음 위치와 관련된 특징들은 폐쇄성, 치찰성, 설정성을 제외하고는 지각적으로 두드러지지 않았다. 이는 자음 지각이 개별적인 특징들의 지각적 특출성에 기초하기

보다는 말소리를 구성하는 각 특징 차원에 서로 다른 정도의 심리적 가중치를 부여할 가능성을 시사한다. 따라서 본 분석에서는 서로 관련된 특징들로 특징 차원(부류)을 구성하고 각 차원의 정보 전달율을 분석하였다.

특징 차원은 SPE 체계의 구분에 따라 주요, 후두, 조음방법, 조음 위치로 구분하였다. 하지만 각 부류에 속한 특징들은 서로 잉여적이고 중복적인 관계를 가지기 때문에 각 차원은 한 가지 방식으로 정확하게 분류되지 않는다. 따라서 사전 분석에서 여러 방식으로 특징 차원을 분류하고 이 중 가장 정보 전달율이 높은 결과를 채택하였다<sup>9)</sup>. 본 분석에서 포함된 각 차원 중 주요

9) 사전 분석에서 후두 차원에는 유성성의 포함 여부, 조음 방법에는 방출 지연, 치찰성의 포함 여부, 조음 방법에는 분산성과 치찰성의 포함 여부에 따라 여러 방식으로 차원을 분류하고 각 차원의 정보

차원에는 공명성이 포함되며 자음을 공명음과 장애음으로 구분한다. 후두 차원에는 기식성과 긴장성이 포함되며 음소들을 이완음, 기식음, 긴장음으로 구분한다. 조음 방법에는 비음성, 설측성, 지속성이 포함되며 음소들을 비음, 설측음, 폐쇄음(파열음, 파찰음), 마찰음으로 구분한다. 조음 위치는 음소들을 순음, 치경음(ㄷ), 치음(ㅅ), 경구개음(ㅈ), 후방음으로 구분하였다. 이 분류에는 순음성, 설정성과 함께 치찰성<sup>10)</sup>, 분산성이 포함된다.

#### 분석 결과 : 정보 전달율

표 4와 5에 실험 1과 2의 혼동 행렬에서 개별 특질과 특질 차원의 정보전달율을 분석한 결과가 제시되어 있다. 개별 특질들은 정보 전달율이 높았던 순서로 배열하였으며 특질 차원은 주요 차원이 공명성과 동일했기 때문에 후두, 조음 방법, 조음 위치 순으로 배열하였다. 각 표의 오른쪽 열에는 각 조건에서 음소들의 평균 정보 전달율을 제시하였다. 표 3에 제시된 특질들 중 유성성과 공명성, 방출 지연과 분산성은 각각 'ㄴ, ㄱ, ㄷ'와 'ㅈ, ㅊ, ㅊ'의 중복된 특질이기에 때문에 유성성과 분산성의 정보 전달율은 따로 나타내지 않았다.

전달율을 비교하였다. 각 분류 방식의 결과는 통계적으로 비교할 수 없으며 그 차이가 각 차원의 비교에 영향을 줄만큼 크지 않았기 때문에 보고는 생략한다.

10) 치찰성을 조음 위치 특질로 포함하는 것은 일반적인 분류 방식이 아니지만 훈민정음 해례에는 치찰성을 가지는 음소인 'ㅅ, ㅆ, ㅈ, ㅊ, ㅊ'를 치음(齒音)으로 명명하고 설음(舌音)과 구분한다. 훈민정음 창제자가 치음을 조음 위치에 근거하여 분류한 것은 치찰음의 중요한 소리 특성이 이빨에 의해 결정되기 때문에 이빨을 조음자 중 하나로 인식한 것으로 보인다.

두 실험의 결과를 비교하면, 전반적으로 실험 2에서 각 특질의 정보 전달율이 높으며 공명성과 후두 특질들을 제외한 조음 방법과 위치 특질에서 정보 전달율에 큰 차이가 있었다. 정보 전달율은 추정치로 계산되기 때문에 각 값의 차이를 통계적으로 비교할 수는 없다. 두 실험 모두에서 긴장성, 비음성, 공명성, 기식성, 설측성은 다른 특질에 비해 높은 정보 전달율을 보였으며 'ㅅ'를 기식음으로 분류한 기식<sup>2</sup>의 정보 전달율이 높았다. 따라서 'ㅅ'는 어두 위치에서 이완 장애음보다는 기식음에 더 가까운 특성을 가진다는 것을 알 수 있다. 다음으로는 치찰성과 방출 지연(분산성)의 정보 전달율이 높으며, 조음 위치 특질 중 설정성과 순음성의 정보 전달율은 후설성, 고설성, 전방성에 비해 높다. 지속성은 실험 1과 2 모두에서 낮은 전달율을 보이며 특히, 실험 1에서는 지속성 정보가 자음의 지각에 거의 기여하지 못했다. 이는 실험 1에서 백색 소음이 'ㅅ, ㅆ'의 지각에 영향을 주었기 때문인 것으로 보인다. 하지만 실험 2에서도 지속성의 지각적 기여도가 낮다는 것은 한국어의 자음 지각에서 지속성 특질의 심리적 지위에 대한 의문을 제기한다. 개별 특질의 정보 전달율 분석에서도 INDSICAL과 ADCLUS 분석의 결과와 마찬가지로 공명음의 특질과 후두 특질의 정보 전달율이 높으며 치찰성과 설정성의 정보 전달율이 다른 특질에 비해 상대적으로 높다는 것을 확인하였다.

두 실험에서 각 특질 차원의 정보 전달율을 비교하면, 모두 후두, 주요, 조음방법, 조음 위치의 순서였으며 조음 위치의 정보 전달율은 실험 1에서 특히 낮다. 조음 위치 차원의 정보 전달율이 실험 1에서 이처럼 낮은 것이 백색 소음이 조음 위치 특질의 지각에 차별적으로 영향을 주었기 때문인 것으로 보이지는 않는다. 그 이유는 음소들의 평균 정보 전달율이 비슷했던 실험 1의

표 4. 실험 1에서 SPE 특질과 특질 차원의 정보 전달율(%)

조건	특질 및 특질 차원																음소 평균	
	긴장	비음	공명	기식 <sup>2</sup>	설측	기식 <sup>1</sup>	치찰	지연	순음	설정	고설	전방	후설	지속	후두	방법		위치
+6 db	95.1	96.2	94.8	81.8	92.3	66.3	40.7	40.1	33.0	32.7	24.4	18.8	26.0	10.4	88.6	53.7	34.4	64.9
0 db	92.6	90.3	86.5	81.7	83.4	62.0	30.2	31.1	26.1	21.1	13.5	12.4	7.9	8.6	88.7	48.6	25.3	59.1
-6 db	84.3	71.0	65.7	74.6	60.0	49.5	21.1	20.3	20.0	14.4	8.7	8.1	5.1	4.9	81.9	37.0	18.2	49.4
평균	90.7	85.8	82.3	79.4	78.6	59.3	30.7	30.5	26.4	22.7	15.6	13.1	13.0	8.0	86.4	46.4	26.0	57.8

표 5. 실험 2에서 SPE 특질과 특질 차원의 정보 전달율(%)

조건	특질 및 특질 차원																음소 평균	
	긴장	비음	공명	설측	기식 <sup>2</sup>	기식 <sup>1</sup>	지연	치찰	설정	순음	고설	후설	지속	전방	후두	방법		위치
74 db	97.3	98.5	96.6	95.1	91.4	89.2	83.9	86.4	74.0	64.0	74.8	78.7	61.9	62.5	94.0	79.3	76.2	86.4
70 db	98.3	99.0	97.1	95.8	93.9	90.7	81.6	83.2	66.1	57.4	64.5	66.1	56.1	52.1	95.8	76.8	70.4	84.2
66 db	97.1	97.2	97.3	95.7	91.6	86.0	74.3	75.0	59.3	49.7	51.9	50.2	50.8	41.3	94.3	74.2	61.9	79.6
62 db	95.1	92.0	90.5	84.9	88.3	73.8	61.5	58.5	45.1	43.0	37.3	33.2	38.6	29.9	91.8	64.6	49.5	72.4
58 db	89.6	88.2	83.7	78.5	81.0	55.3	40.5	38.1	34.8	35.5	22.2	17.9	28.3	18.6	86.2	56.1	35.8	63.9
54 db	81.9	76.1	74.0	71.7	72.6	46.8	27.6	26.4	24.6	27.8	14.0	8.9	18.7	11.3	80.4	46.8	25.4	55.4
평균	93.2	91.8	89.9	86.9	86.5	73.6	61.6	61.3	50.7	46.2	44.1	42.5	42.4	36.0	90.4	66.3	53.2	73.7

SNR + 6db, 0db 조건과 실험 2의 58db, 54db 조건의 결과에서 조음 위치 차원의 정보 전달율이 거의 비슷하기 때문이다. 하지만 실험 2에서 음성 자극의 강도가 상대적으로 높았던 조건에서는 조음 방법과 조음 위치 차원의 정보 전달율이 그렇게 큰 차이를 보이지 않는 것으로 미루어 조음 위치 정보가 음성 자극의 가청력에 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

논의

정보 전달을 분석에서는 SPE 체계에 근거하여 한국어 자음을 구성하고 음운 분석의 기초 단위로 사용되는 변별 특질들과 특질 차원의 지각적 기여도(utility) 또는 지각적 특출성(saliency)을 조사하였다. 개별 특질의 정보 전달율에서는 긴장성,

비음성, 공명성, 설측성, 기식성, 치찰성, 방출 지연, 설정성, 순음성의 지각적 기여도가 높다는 것을 확인하였다. 또 각 특질 차원의 정보 전달율은 후두, 주요, 조음방법, 조음 위치순으로 높으며 이 결과는 1부의 INDSICAL과 ADCLUS 분석에서 후두와 공명성 특질이 가장 특출하고 중요한 특질이었던 것과 일치하는 결과이다. 정보 전달을 분석에서는 1부의 분석에서는 정확하게 알 수 없었던 조음 방법 차원과 조음 위치 차원의 지각적 특출성을 비교할 수 있었으며 이 분석에서 조음 방법 차원이 조음 위치 보다 지각적 기여도가 더 높다는 것을 확인하였다.

1부와 2부의 분석 모두에서 조음 위치 특질의 지각적 특출성과 기여도가 이처럼 낮은 것은 직관적으로 잘 이해가 가지 않는 일이다. 그것은 대부분의 단어들이 조음 위치로만 구분되는 소리

들로 대비를 이루며(예, 가방/다방, 가위/바위 등), 방언이나 은어에서 조음 위치가 같지만 후두 특질이 다른 소리들을 구분없이 사용하는 경우가 많기 때문이다(예, 고기/꼬기, 효과/효파). 조음 위치에서 차이가 나는 소리들이 지각적으로 분명하게 구분되지 않는 이유와 후두 특질과 조음 위치 특질의 관계에 대해서는 음향학적 분석과 음운론적 분석을 병행해서 연구되어야 할 문제이므로 본 연구의 범위를 벗어난다. 하지만 본 연구에서 긴장음들 사이에서는 혼동이 거의 일어나지 않았다는 사실로부터 후두 특질이 지각적으로 특출할 뿐 아니라 조음 위치 특질을 지각하는 데 촉진적인 영향을 미치는 것으로 해석된다. 만약 긴장성 특질이 조음 위치 특질의 지각에 영향을 미치지 않는다면 긴장음들 사이에서도 많은 혼동이 관찰되었을 것이다. Stevens, Keyser, 및 Kawasaki(1986)는 특질들이 서로 잉여적이고 의존적인 관계를 맺으며 특질들은 음소의 지각적 특출성을 높이는 방향으로 선택되고 결합된다고 제안하였다. 영어에서 기식성은 무성 폐쇄음의 지각을 촉진하며 조찰성(strident)은 마찰음의 지각을 촉진한다.

모든 분석에서 일관되게 관찰된 결과들을 종합하면, 한국어 자음의 특질들은 지각적 특출성에서 후두, 공명성, 조음 방법, 조음 위치의 위계적 관계를 가진다. 조음 위치가 후두나 조음 방법에 비해, 지각적 특출성이 떨어진다는 보고는 본 연구 뿐 아니라 영어 자음을 사용한 여러 연구들에서 확인되었다(Singh과 Black, 1966; Wang과 Bilger, 1973). 이러한 특질과 특질 차원의 관계와 구조가 한국어의 음운 구조의 언어 보편성과 특수성을 어떻게 반영하는 지는 Miller와 Nicely(1955)의 결과를 재분석하고 두 언어 사이에서 언어 보편적인 지각 구조가 관찰되는 지를 검토한 후 종합 논의에서 다시 살펴본다.

### 3 부 : Miller와 Nicely(1955)의 재분석

#### 분석 1 : 개별차이 척도법과 가산 군집

Miller와 Nicely(1955)의 결과 중 본 연구의 실험 1과 일치하는 3조건에 대해서 INDSICAL과 ADCLUS를 적용하였다. IND- SCAL 분석에서 2개의 차원에서 6개의 차원을 추출했을 때, 설명 변량의 증가는 2차원에서 3차원 사이에서 가장 컸으나 6차원의 결과가 3차원의 해결을 모두 포함하고 설명 변량이 가장 높기 때문에 6차원의 결과를 선택하였다.

표 6에서 각 열(column)은 추출된 차원을 나타내며 가중치가 높은 차원부터 차례로 배열하였다. 그림에서 흰색 막대는 양(+)의 값을, 검은 색 막대는 음(-)의 값을 나타내며 막대의 크기는 각 값의 절대치를 나타낸다. 각 음소의 막대 값은 해당 차원에서 그 음소의 좌표 값에 대응된다. 표의 하단에 각 차원의 평균 가중치가 제시되어 있다. 추출된 차원들로 자음 공간을 구성하지 않은 이유는 차원 1과 4를 제외하고 모든 차원이 유성음과 무성음 내에서만 의미가 있었기 때문에 자음 공간에 음소를 배열했을 때, 각 차원이 의미하는 바가 덜 분명하기 때문이다.

추출된 차원 중 가장 가중치가 높은 차원은 영어 자음을 유성음/무성음으로 나누는 차원이었으며, 두 번째 차원은 무성음을 폐쇄음/마찰음으로, 세 번째 차원은 유성음 내에서 조음 위치가 구강의 앞부분인 소리와 뒷부분인 소리로 나누었다. 네 번째 차원은 비음율, 다섯 번째 차원은 무성 마찰음에서 치찰음과 비치찰음 또는 조음 위치가 앞쪽인 소리와 뒤쪽인 소리들, 여섯 번째 차원은 유성음 내에서 치찰음과 비치찰음을 구분하였다. 이 결과는 Miller와 Nicely(1955)의 모든 조건의 혼동 결과에 대해 INDSICAL을 적용한 Wish와 Carroll

표 6. Miller와 Nicely(1955)의 세 소음 조건 혼동 자료의 INDSCAL 결과

	Dimension 1 유성성	Dimension 2 지속성	Dimension 3 전방/후방	Dimension 4 비음성	Dimension 5 치찰(무성)	Dimension 6 치찰(유성)
p	□	□	□	■	□	□
t	□	□	□	■	■	■
k	□	□	□	■	■	□
f	□	■	■	■	□	□
θ	□	■	■	■	□	□
s	□	■	■	■	■	■
ʃ	□	■	■	□	■	■
b	■	□	■	■	■	□
d	■	■	□	■	■	□
g	■	■	□	■	□	□
v	■	□	■	■	■	□
ð	■	□	■	■	□	■
z	■	□	□	■	□	■
ʒ	■	□	□	■	□	■
m	□	■	■	□	□	□
n	□	■	■	□	□	■
가중치	0.71	0.60	0.59	0.51	0.48	0.44

(1971)의 결과와 거의 일치한다. 그들은 유성/무성, 비음성, 치찰성, 치찰 주파수, 무성 폐쇄음/마찰음, 유성음의 조음 위치의 6 개의 차원을 추출하였다.

ADCLUS에서는 군집의 수를 9 개에서 10 개로 증가시켰을 때 설명 변량의 변화율이 가장 컸으며 10군집 결과의 설명 변량은 0.95였다. 분석 결과가 표 7에 제시되어 있다. 모든 군집은 유성/무성, 폐쇄/마찰, 비음성에 따라 집단화되었으며 조음 위치가 인접한 음소들간에 전방/중앙/후방으로 집단화되었다. 무성음에서는 폐쇄와 마찰간의 대비가 보다 분명하고 유성음에서는 위치간의 대비

가 보다 분명하게 나타났다.

모든 군집은 유성성과 공명성의 값을 공유했으며 가중치가 높은 군집일수록 지속성(폐쇄/마찰)의 값도 공유했다. 조음 위치에서는 조음의 위치가 구강의 앞부분인 소리들일수록 같은 군집을 형성하는 경우가 많았다. 이 결과에서도 모든 군집은 공명성(비음성)과 후두 특질(유성성/무성성)에 따라 군집을 형성하며 조음 방법과 조음 위치에 따라 소군집을 형성하였다. 무성음에서는 조음 방법(지속/폐쇄) 속에서 조음 위치에 따른 더 작은 군집이 형성되었으며 유성음에서는 조음 위치에 따른 군집이 형성되었다. INDSCAL과 가산

표 7. Miller와 Nicely(1955) 결과에 대한 가산군집 분석 결과

순위	가중치	군집 원소	공유 특징
1	0.232	f ø	무성, 지속, 전방
2	0.155	p t k	무성, 폐쇄
3	0.133	d g	유성, 폐쇄(순음 제외)
4	0.126	v ð	유성, 지속, 전방
5	0.089	ð z	유성, 지속, 중앙
6	0.087	b v ð	유성, 전방
7	0.074	m n	비음
8	0.063	d g z ʒ	무성, 후방
9	0.039	ø s ʃ	무성, 지속(순음 제외)
10	0.028	p k f ø s	무성(t, ʃ 제외)

군집 결과를 종합하면, 영어 자음의 유사성을 결정하는 가장 중요한 특징은 유성성이며, 지속성, 전방성(front)<sup>11)</sup>, 비음성, 치찰성, 순음성 또한 중요한 지각 특징으로 나타났다.

영어와 한국어의 결과를 비교하면, 본 연구 실험 1의 INDSCAL 결과에서 기식성과 긴장성, 공명성, 긴장음 내에서 치찰음과 폐쇄음을 구분하는 차원이 추출되었고, ADC-LUS 분석에서는 음소들이 후두 특징에 기반한 대군집 속에서 폐쇄성, 치찰성과 설정성에 따라 소군집을 형성하였다. 따라서 두 언어의 분석 결과 모두에서 후두 특징과 공명성이 음소 대비를 결정하는 가장 중요한 특징 차원이며 치찰성 또한 공통적인 특징이었다. 하지만 영어에서는 지속성과 전방성이 중요한 지각 특징인 반면, 한국어에서는 지속성과 전방성이 자음의 유사성에 거의 기여하지 않았다.

## 분석 2 : 정보 전달율 분석

11) 여기서 전방성(front)은 SPE 체계의 전방성(anterior)과 다르며 조음 위치가 상대적으로 앞부분인 소리를 나타낸다.

Miller와 Nicely(1955)의 결과에 대해 SPE 체계의 특징 집합을 사용하여 정보 전달율을 분석하였다. 표 8에 16개 영어 자음의 특징 분류표가 제시되어 있다. 16개의 음소에서는 설측성, 분산성(방출 지연)이 포함되지 않으며 공명성과 비음성이 같은 음소를 분류한다. 또 전방성(anterior)과 고설성이 서로 반대의 값을 가지지만 같은 음소를 분류한다. 영어에서 기식성은 변별 특징으로 사용되지 않지만 무성 파열음은 어두에서 기식성을 가지기 때문에 한국어와 비교를 위해, 특징 분류에 포함시켰다.

특징 차원의 분류에서 여러 분류 방식 중 사전 분석에서 정보 전달율이 높았던 결과를 채택하였다. 주요 차원은 공명음(비음)과 장애음을 구분한다. 후두 차원에는 기식성을 포함하지 않고 유성성만을 포함한 분류를 채택하였다. 조음 방법은 비음성, 지속성을 포함하였으며 조음 위치 분류는 선행 연구(Wickelgren, 1965; Wang과 Bilger, 1973)와 사전 분석에서 정보 전달율이 가장 높았던 Wickelgren(1965)의 분류를 채택하였다. 이 분류는 16개 자음을 p, f, b, v, m / t, ø, d, ð, n / s, z / ʃ, ʒ / k, g로 구분한다. 이 분류는 치찰성,

표 8. SPE 체계(Chomsky와 Halle, 1968)에 근거한 영어 자음의 특징 분류표

		p	b	t	d	k	g	f	v	θ	ð	s	z	ʃ	ʒ	m	n
주요부류	자음성	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	공명성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
후두	유성성	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
	기식성	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
조음방법	비음성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	지속성	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	조찰성	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
	치찰성	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
조음위치	순음성	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
	전방성	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
	설정성	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+
	고설성	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
	후설성	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

전방성(고설성), 순음성, 설정성을 포함한 분류다.

표 9의 결과를 살펴보면, 개별 특징의 정보 전달율은 유성성, 비음성, 기식성, 치찰성, 지속성, 전방성, 조찰성, 순음성, 설정성, 후설성의 순으로 높았으며 특징 차원은 후두, 조음 방법, 조음 위치 순이었다. Miller와 Nicely(1955)의 결과와 한국어의 결과를 쉽게 비교할 수 있도록 표 9의 하단에 한국어와 공통되는 특징에 대해 실험 1의 결과를 함께 제시하였다. 두 실험에서 음성 신호 대 소음의 강도는 동일했지만 Miller와 Nicely (1955)의

결과에서 평균 정보 전달율이 더 높다. 이런 차이가 관찰되는 이유는 분명하지 않지만 Miller와 Nicely(1955)에서는 적은 수의 실험 참가자가 발음과 청취에 모두 참가했으며 모든 실험 조건을 경험했기 때문에 음성 자극에 대한 민감도가 더 높았을 수 있다.

두 언어에서 개별 특징들의 정보 전달율을 비교하면, 가장 두드러지는 차이는 지속성과 전방성이었다. 한국어에서는 지속성이 가장 낮은 정보 전달율을 보인 반면, 영어에서는 지속성이 유

표 9. Miller와 Nicely(1955)의 결과에서 SPE 특징과 차원의 정보 전달율(%)

조건	특징 및 특징 차원														음소 평균
	유성	공명 비음	기식	치찰	지속	전방 고설	조찰	순음	설정	후설	후두	주요	방법	위치	
+6 db	96.15	99.82	92.24	78.42	78.20	59.58	53.81	49.88	51.93	46.30	96.15	99.82	84.75	64.37	80.65
0 db	95.45	90.99	83.93	59.56	62.00	37.52	42.59	36.38	34.02	21.90	95.45	90.99	72.77	45.38	69.92
-6 db	80.59	72.98	55.78	30.70	27.9	17.28	17.17	19.64	9.84	8.26	80.59	72.98	42.77	22.22	45.85
평균	90.73	87.93	77.32	56.23	56.03	38.13	37.86	35.30	31.93	25.49	90.73	87.93	66.76	43.99	65.47
실험 1	82.36	85.85	79.4	30.71	8.01	13.15		26.42	22.76	13.01	86.43	82.36	46.49	26.04	57.85

성성, 비음성, 기식성 다음으로 치찰성과 비슷한 정도의 정보 전달율을 보였다. 또 영어에서는 전방성이 조음 위치 특질 중 가장 높은 정보 전달율을 보인 반면, 한국어에서는 전방성이 순음성이나 설정성에 비해 낮은 정보 전달율을 보였다.

이 차이는 영어와 한국어의 음운 체계의 차이를 반영한다. 영어에서는 지속성의 특질을 가지는 마찰음이 폐쇄음 보다 많은 비율을 차지하지만, 한국어에서는 마찰음이 3개밖에 존재하지 않는다. 또한 영어에서는 전방음에 속하는 음소의 군집이 'p, b', 'f, v', 'θ, ð', 's, z', 't, d'의 5 개이지만 한국어에서는 'ㅂ, ㅃ, ㅍ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ'의 3 개의 군집만 존재한다. 이 결과로 자음 혼동 실험을 통해 관찰된 결과들이 음성 신호의 물리적 차이보다는 각 언어의 음운 구조와 언어 사용자의 심적 표상의 차이를 반영함을 알 수 있다. 또 한국인이 영어의 마찰음과 폐쇄음의 차이(pan/fan, day/they)를 분간하지 못하는 이유와 영어의 전방 마찰음인 'z'를 'dʒ'와 혼동하는 이유를 설명한다.

## 논의

Miller와 Nicely(1955)의 결과 중 본 실험 1과 일치하는 조건의 결과를 재분석한 결과, 두 언어 모두 후두 특질과 공명성 특질이 지각적으로 가장 특출한 차원이라는 것을 확인하였으며 영어에서는 후두 특질(유성성)과 조음 방법, 조음 위치의 위계 관계가 더 분명하게 관찰되었다. 즉, 무성음 내에서는 폐쇄음과 마찰음을 구분하는 차원이 두드러졌으며 유성음 내에서는 전방음과 후방음을 구분하는 차원이 더 두드러졌다. 이 차이는 INDSICAL과 ADCLUS 모두에서 관찰된다. 정보 전달을 또한 후두, 주요(공명), 조음 방법, 조음 위치 차원의 순서로 한국어와 거의 동일한 결과가

관찰되었다.

개별 특질의 정보 전달을 분석에서 두 언어의 차이가 보다 분명하게 드러나는데, 영어에서는 지속성과 전방성이 지각적으로 중요한 특질인 반면, 한국어에서는 지속성과 전방성의 정보 전달율이 가장 낮다. 또 INDSICAL과 ADCLUS 결과에서 영어 자음들은 전방음, 후방음으로 구분된 반면, 한국어에서는 설정음과 주변음으로 구분되었다. 이러한 차이는 한국어와 영어 소리 체계의 특수성을 반영하며 한국인이 영어 음소를 지각할 때, 잘 분간하지 못하는 특질의 종류와 관련된다. 즉, 영어 음소 중 한국어에 없는 음소는 모든 유성음과 대부분의 마찰음이다. 한국인은 이중 유성음과 무성음의 차이는 잘 분간하지만 마찰음과 폐쇄음의 차이는 분간하지 못한다. 이는 한국인이 영어의 유성성을 한국어의 이완성에 대응시켜 지각하는 반면, 지속성 특질은 거의 지각하지 못하기 때문이다.

## 종합 논의

본 연구에서는 한국어 자음의 혼동 패턴으로부터 자음의 지각 구조를 조사하였다. INDSICAL에서 한국어 자음의 유사성을 결정하는 기저 차원으로 기식성, 긴장성, 공명성, 설정성, 치찰성이 추출되었으며, ADCLUS 분석에서 자음들은 후두 특질에 기초하여 배타적인 군집을 형성하고 각 군집 속에서 폐쇄성, 설정성에 따라 소군집을 형성한다는 것을 확인하였다. 실험 1과 2의 결과에서 거의 동일한 구조가 추출되었으며 이는 한국어 자음 지각에서 언어학적 변별 특질이 일관되고 정확하게 사용된다는 증거로 해석된다. 한국어 자음의 지각적 구조를 보다 자세히 조사하기 위해, SPE 체계의 특질과 특질 차원의 정보 전달

음을 조사하였다. 이 분석에서 한국어의 자음 특질 중, 긴장성, 비음성, 공명성, 기식성, 설측성, 치찰성의 지각적 기여도가 높으며 지속성과 전방성의 특질은 거의 사용되지 않는다는 것을 확인하였다. 또 특질 차원의 지각적 기여도는 후두, 공명성, 조음 방법, 조음 위치의 순서였다.

Miller와 Nicely(1955)의 결과 중 본 연구의 실험 1과 일치하는 조건에 대해 동일한 분석을 적용하고 영어와 한국어의 지각 구조를 비교하였다. 영어에서도 후두 차원과 공명성 특질이 지각적으로 중요한 특질이며 유성성과 공명성에 기초하여 조음 방법과 조음 위치가 위계적인 관계를 이룬다는 것을 확인하였다. 두 언어의 차이는 영어에서는 지속성과 전방성이 중요한 지각 특질인 반면, 한국어에서는 두 특질이 자음 지각에 거의 기여하지 못한다는 것이다. 두 언어의 공통점과 차이점이 말 지각의 언어 보편성과 특수성을 어떻게 반영하는지를 살펴보고 말소리의 지각 구조와 음운 구조, 산출 구조의 관련성에 대해 살펴본다.

### 특질 차원의 언어 보편적 위계 구조

본 연구에서는 자음 혼동을 통해 자음의 범주화에 기여하는 지각 특질들을 조사하였다. 여러 분석 결과는 일관되게 기식성, 긴장성, 유성성의 후두(larynx)와 관련된 특질이 한국어뿐 아니라 영어의 자음 지각에서도 특출하고 중요하다는 것을 보였다. 또 두 언어 모두에서 조음 위치와 관련된 특질은 지각적으로 특출하지 않았다. 이러한 결과는 화자 변산, 음향적 변산, 언어 특수성에 영향을 받지 않는 일관된 결과였으며 이 사실은 INDSICAL, ADCLUS, 정보 전달율의 세 분석에서 수렴적으로 지지되었다.

이와 같이 변별 특질의 지각적 특출성이 일관된 구조를 가지는 것은 말소리의 표상 구조와 말

지각의 과정에 대해 어떤 사실을 알려주는가?

최근의 비선형(nonlinear) 음운론(Goldsmith, 1979; Clements, 1985; Sagey, 1986)은 Chomsky와 Halle(1968)의 표준 생성 음운론이 음운 구조를 비구조화된 특질들의 선형 조합으로 해석한 한계를 지적하고 특질들의 내적 구조를 명시하고 체계화하는 문제를 음운론의 가장 중요한 문제로 제기한다. Clements(1985)는 특질들이 음운 현상에서 서로 동등한 정도로 관여하는 것이 아니며 또한 기능적으로 함께 작용하는 특질들의 묶음이 있다는 사실로부터 변별 특질들간의 위계적 계층 구조를 제안한다. 또 여러 언어에서 관찰되는 음운 현상들을 통해 이러한 위계 구조가 언어 보편적임을 강조한다. 특질 기하론(feature geometry)으로 명명되는 이러한 접근에서 특질들은 후두, 조음방법, 조음 위치 부류(class)에 따라 위계적으로 구조화되어 있다<sup>12)</sup>. 그림 4에 Clements의 특질 계층도를 한국어의 자음 특질에 적용한 김기호(1987)의 특질 계층도가 제시되어 있다.

특질 기하론에서 후두, 조음 방법, 조음 위치의 부류 층렬(class tier)은 물체 지각에 대한 정보 처리 이론에서 상호 배타적인 특질들의 집합으로 정의되는 자극의 차원(Garner, 1974, 1978)과 개념적으로 동일하며 각 부류 층렬의 위계 구조는 각 자극 차원의 심리적 가중치(Nosofsky, 1986)로 해석될 수 있다. 특질 기하론에서 특질들을 하나의 차원에 배열하는 이유는 음성적으로 관련이 있고 상호 배타적인 특질들은 음운 현상에서 동일한 기능과 속성을 가지기 때문이며, 차원의 위계 구조를 가정하는 이유는 위계의 상위에 속하는 차

12) 대부분의 특질 기하론 이론들은 후두 차원과 조음 위치 차원을 특질 부류로 설정하지만 조음 방법 차원을 특질 부류로 설정하는가에 대해서는 논란의 여지가 있다. Sagey(1986)와 McCarthy(1988) 조음 방법 부류를 따로 설정하지 않고 비음성을 연개 부류로 따로 분류한다.

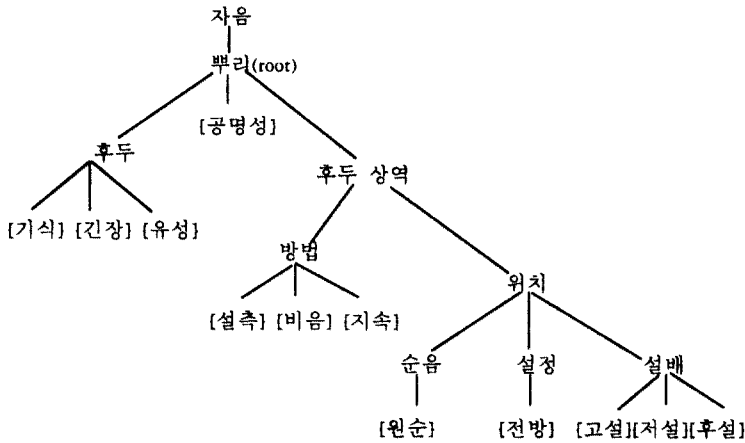


그림 4 Clements의 특징 기하론(1985)에 근거한 한국어의 특징 계층도 (김기호, 1987)

원들은 음운 현상에서 좀더 지배적이고 독립적인 지위를 가지기 때문이다. 눈물[눈물], 눈가[눈가], 발이[바치] 등의 예에서 설정음 ‘ㄴ’은 주변음 ‘ㄱ, ㅇ’으로 동화하며, 폐쇄음 ‘ㅌ’는 치찰음 ‘ㄷ’로 변한다. 이때, 조음 위치 특질은 변하지만 조음 방법 특질인 비음성과 후두 특질인 기식성은 변화하지 않고 그대로 유지된다. 또 ‘고기-꼬기’의 예에서 긴장성은 다른 특질에 영향을 주지 않고 수의적으로 첨가되기도 한다. 따라서 그림 4에서 특질 위계의 상위에 있는 후두 차원은 다른 차원의 특질에 비해 음운 현상에서 보다 중요하고 독립적인 지위를 차지한다(Clements, 1985 참조).

그림 4에 제시되는 특질 계층도에서 후두 부류와 공명성은 위계의 상위에 위치하며 조음 위치 부류는 위계의 최하위에 위치한다. 이러한 계층 구조는 본 연구에서 관찰된 특질 차원의 지각적 특출성 또는 기여도의 순서와 일치한다. 본 연구의 정보 전달을 분석에서 한국어와 영어 모두에서 후두 차원과 공명성 특질의 지각적 기여도는 다른 차원에 비해 두드러지게 높았으며 조음 위

치의 지각적 기여도는 아주 낮았다. 또 INDSCAL과 ADCLUS 분석에서도 후두 차원과 공명성의 특출성이 일관되게 관찰되었다.

음운 구조와 지각 구조간의 이런 표면적 유사성은 단지 우연적인가 아니면 음운 구조와 지각 구조간의 필연적인 동형 관계를 반영하는가?

Fowler(1995)는 음운 분석에만 기초하여 제안된 특질 기하론의 계층 구조가 조음 기관의 위계와 동형적이라는 점을 강조하고 음운 구조와 산출 구조의 동형성이 음운 구조의 결정 인자가 조음 동작이기 때문으로 해석한다. 즉, 후두나 연구개(비음성)의 동작은 다른 조음 기관의 형태나 위치를 변화시키지 않고 독자적으로 진행될 수 있기 때문에 음운 현상에 보다 자유롭게 관여하며 조음 위치와 관련된 구강의 여러 조음 기관들(입술, 혀, 혃뿔)은 공간적으로 서로 연결된 구조를 가지기 때문에 필연적으로 상호 의존적인 관계를 가진다는 것이다.

음운 구조에서 특질들의 위계 관계와 조음 동작의 위계 관계가 산출 구조와 음운 구조의 본유적인(intrinsic) 관계를 반영한다는 견해는 음운론에

서 일반적으로 받아들여진다(예, Sagey, 1986; Browman과 Goldstein, 1992). 하지만 본 연구의 모든 실험과 모든 분석 결과는 일관되게 특질과 특질 차원의 지각적 특출성 또한 특질 기하론에서 가정하는 음운 구조와 일치한다는 것을 보여준다. 이 결과가 사회적 지식 체계로서의 음운 구조와 화자의 산출 구조, 그리고 청자의 지각 구조간의 관계에 대해서 합의하는 바는 무엇인가?

심리 언어학과 음운론에서 산출과 지각, 음운 구조의 상호 관련성과 상대적 중요성은 끊임없이 되풀이되는 오랜 논쟁 중의 하나이다. 이는 특질 이론의 대표적인 두 체계 즉, Jakobson, Fant 그리고 Halle(1952)의 음향 특질 체계와 Chomsky와 Halle(1968)의 조음 특질 체계가 각각 지각자의 관점과 산출자의 관점에서 말소리의 보편 구조를 조망하고 있다는 사실에서도 드러난다. 최근의 가장 영향력있는 접근인 조음 음운론(articulatory phonology)은 말소리의 기초 요소를 조음 동작(gesture)으로 규정하고 음운 구조를 조음 동작의 관점에서 체계화한다(Browman과 Goldstein, 1992). 하지만 Jakobson과 Waugh(1979)는 말소리가 의사소통의 매개인 한, 말소리는 들리도록 발음되어야 하며 조음은 이 목적을 위한 수단임을 강조한다. 또 Kluender(1994)는 청각 향상(auditory enhancement) 가설을 통해, 한 언어 체계에서 이미 선택된 소리들이 변화하는 과정은 조음의 용이성에 영향을 받지만 소리의 목적이 선택되는 과정은 지각적 특출성에 의해 결정되며, 지각 과정은 계통발생학적으로나 개체발생학적으로 산출의 과정에 우선할 수밖에 없다고 주장한다.

음운 구조가 언어 사용자의 지각 과정에 의해 결정되는지 산출 과정에 의해 결정되는지를 밝히는 것은 최적성 이론(Optimality Theory)이나 기능 음운론의 현대 음운론에서 가장 중요한 주제이며

복잡하고 어려운 문제이지만, 음운 구조와 지각 그리고 산출 구조가 구조적 동형성을 가진다는 것은 언어 소통의 본질적 속성에 비추어 필연적인 결과일 것이다. 그것은 한 언어의 음운 구조는 그 언어 사용자들의 지각 과정과 산출 과정이 오랜 세월 동안 상호 작용해 온 결과물이며, 개별적인 언어 사용자는 그 자신이 곧 지각자이며 산출자이기 때문이다.

음운 구조와 산출, 지각의 관계는 음운론 뿐 아니라 말 지각 이론의 핵심적인 주제이다. Liberman과 Mattingly(1985)의 동작 이론(Motor theory)은 말 지각의 과정이 기본적으로 조음 의도를 참조하여 이루어진다고 제안한다. 이 이론에 따르면, 산출은 지각에 우선하며 지각 표상은 산출 표상에 의존적이다. 하지만 최근의 청각 이론들(Kuhl, Williams, & Meltzoff, 1991; Kuhl, 1991; Kluender, Diel, & Killeen, 1987)은 산출 표상이 청각적 처리에 기초한 지각 표상에 의존적임을 주장한다. 반면, Yaniv, Meyer, 및 Gordon(1990)은 반응 점화 과제(response-priming task)를 사용한 연구에서 지각적으로 잘 구분되는 모음 쌍들을 발음하는 데 걸리는 시간(response latency)이 지각적으로 유사한 모음 쌍들을 발음하는 데 걸리는 시간 보다 더 짧다는 사실로부터 지각적 특출성과 조음 용이성은 음운 구조의 형성에서 동일한 방향으로 작용한다고 제안한다.

본 연구의 결과가 과연 음운 구조와 지각, 산출 간의 동형 구조를 지지하는 증거로 해석될 수 있는지는 아직 여러 연구 방법들을 사용하여 수렴적으로 검증해야 할 문제이며 또 이에 대한 수렴적 증거들이 수집된다 하더라도 지각과 산출 간의 상호작용의 방향성과 개별적인 언어 사용자의 심적 구조에서 지각과 산출의 관계는 여전히 해결되어야 할 큰 숙제로 남는다. 하지만 본 연구의 결과는 영어 자음 지각에 대한 여러 실험

증거들(Singh과 Black, 1966; Wang과 Bilger, 1973)과 함께 말소리의 지각 구조와 음운 구조의 동형성에 대한 믿음만한 증거로 여겨진다<sup>13)</sup>.

음운 구조와 산출, 지각의 관계, 그리고 말 지각에서 산출 표상과 지각 표상의 관계를 밝히는 것은 대단히 복잡하고 어려운 이론적 문제이지만 이들의 관계가 동형적이라는 본 연구의 결과는 앞으로의 연구에 중요한 경험적 기초와 이론적인 시사점을 제공한다. 이 문제의 해결은 우선, 이러한 동형 구조가 언어를 경험하고 음운 지식을 얻는 과정에서 획득된 것인지 아니면 경험 이전의 보편적 제약을 반영하는지를 결정하는 것으로 시작해야 할 것이다. 지각 학습의 최근 이론들(Nosofsky, 1986; Tijsseling와 Harnad, 1997; Schyns, Goldstone, & Thibaut, 1998)은 지각 표상의 구조는 범주화의 요구에 따라 유연하게 변하며, 범주화의 학습 과정에서 과제와 관련된 독특한 특징들은 보다 많은 주의적 가중치를 얻는다고 제안한다. 따라서 지각 구조가 음운 구조와 일정한 동형성을 보이는 것은 음운 현상에서 보다 중요한 차원은 언어 습득의 과정에서 심리적으로 더 큰 가중치를 얻기 때문일 수 있다. 하지만 역으로 후두나 공명성, 또 비음성과 같은 특징은 지각적으로 보다 특출하기 때문에 음운 현상에서 독자적인 지위를 가지게 되었다는 해석 또한 가능하다.

이 문제는 언어의 보편성과 특수성, 언어 능력의 선형성과 단원성(modularity) 등의 심리 언어학의 거대 주제들과 관련된 대단히 중요한 문제이며, 말 지각과 산출의 과정을 통합적으로 이해하

고 설명하는 데에 있어서도 중요하다. 앞으로 많은 국내 연구자들의 관심과 노력이 필요하며 본 연구 결과는 향후 연구들에 필수적인 경험 자료를 제공한다는 측면에서 큰 의의를 가진다.

### 한국어 자음의 변별 특질

본 연구의 INDSICAL과 ADCLUS 분석의 결과는 한국어 자음 지각에서 후두와 공명성 특질, 폐쇄성(장애음 중 파열음을 포함), 설정성, 치찰성이 중요한 지각적 특질이라는 것을 확인하였으며 정보 전달을 분석에서는 이와 함께 비음성, 설측성, 방출 지연(분산성), 순음성 또한 지각적 기여도가 높은 특질이라는 것을 관찰하였다. 이 특질들은 모두 한국어 자음 지각에서 중요하게 사용되는 변별 특질들로 해석된다. 영어와 한국어의 비교에서는 지속성과 전방성 특질의 지각적 기여도가 두 언어간에 큰 차이가 있었다. 이 차이는 한국어와 영어의 음운 구조의 특수성을 반영하며 영어의 소리 체계에 근거해서 설정된 SPE 체계를 한국어의 음운 구조에 적용하는 것에 몇 가지 문제를 제기한다. 한국어 자음의 지각 구조를 조사한 본 연구의 결과가 한국어의 음운 구조를 어떻게 반영하며 한국어의 음운적 특질 체계를 정비하는 데에 어떤 정보를 제공할 수 있는가?

한국어의 자음 지각에서 지속성 특질의 기여도가 아주 낮다는 것은 한국어의 변별 특질에 지속성을 포함하는 것과 조음 방법 차원을 따로 설정하는 것이 한국어의 음운 구조를 설명하는 데 과연 적절한가에 의문을 제기한다. 김차균(1996, 1981)은 SPE 체계가 한국어의 음운 현상을 기술하는 데 적절하지 않다는 점을 지적하고 Saussure(1916)의 열림도(aperture)나 Jespersen(1904)의 울림도 또는 공명도(sonority)<sup>14)</sup>를 사용하여 한국어의 음운 현상을 기술한다. 본 연구 실험 1과 2의

13) 말소리의 가청력을 떨어뜨리지 않고 속도 분류 과제(speeded classification task)를 사용한 본 연구의 후속 실험(배문정과 김정오, 원고 준비중)에서도 후두와 조음 위치, 조음 방법과 조음 위치 차원간에 일관된 위계 관계가 관찰되었다.

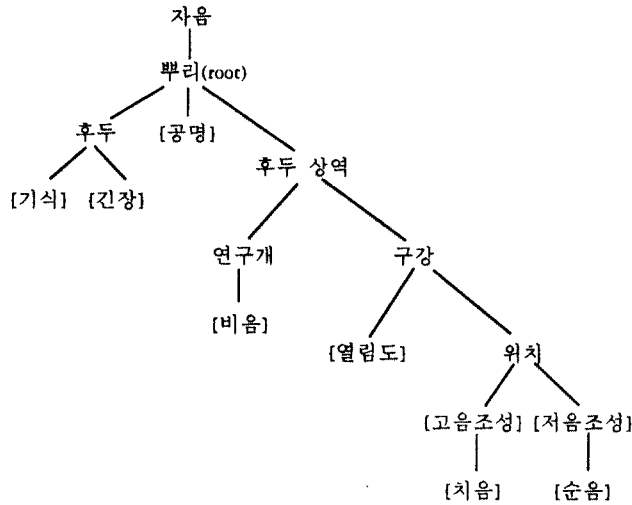


그림 5. 본 연구의 결과에 기초한 한국어의 특징 계층도  
(그림 4의 특징 계층도와 본 계층도는 Clements(1985)와 Sagey(1986)의 차이에 상응한다.)

INDSCAL 결과에서 조음 방법의 차원을 해석된 차원 4는 실제 열림도 또는 울림도를 반영한 것으로 해석될 수 있다. 한국어 자음을 공명도에 따라 배열하면, 비음, 설측음, 마찰음, 파찰음, 파열음으로 배열된다. 이러한 배열은 훈민정음 체계의 가획의 원리와도 일치한다. 훈민정음에서는 소리의 세기(勵)로 가획의 순서를 삼았다<sup>14)</sup>.

한국어와 영어의 차이 중의 하나는 한국어의 자음 혼동에서는 일관되게 설정음과 주변음의 대비가 두드러지는 반면, 영어에서는 전방음과 후방음(또는 고설음)의 대비가 두드러진다는 것이다. 한국어에서 조음 위치 상 거리가 먼 주변음

들(순음과 후설음)이 지각적으로 더 유사하게 지각된다는 것은 국내 음운론에서 Jakobson 등(1952)의 저음조성(grave)을 한국어의 변별 특징으로 설정해야 한다는 문제 제기에 심리적 타당성을 제공한다. '저음조성 grave'와 '고음조성 acute'의 특징은 Jakobson 등(1952)의 음향 특징 체계에서 둔중하고 무거운 소리와 가볍고 높은 소리라는 청각적 인상(auditory impression)을 반영하는 특징이다. 고음조성은 SPE 체계에서 자음의 설정성과 모음의 고설성으로, 저음조성은 비설정성과 모음의 후설성으로 번역된다. 실험 2의 INDSCAL의 결과에서 설정음(고음조성) 대 비설정음(저음조성)의 대비가 분명했다는 것은 이 특징들이 조음 위치의 하위 차원일 가능성을 시사한다.

고영진(2000)과 김정오(1997)는 한국어 특징 체계에 저음조성을 포함할 것을 제안하는 데, 이는 고음조성과 저음조성이 자음과 모음의 공통 특징이기 때문에 자음과 모음 사이에서 일어나는 음운 현상을 설명하기에 적절하다는 것이다. 설정

14) 공명도 또는 울림도는 공명성과 유사한 소리의 특성을 나타내지만 변별 특징 이론에서 공명성은 이원적(binary)인 값을 가지는 반면, 공명도는 다원적인 값을 가진다.

15) 각 자형에서 비음(ㄴ, ㄹ, ㅇ)을 기본으로 하고 소리의 세기가 커질수록 획을 추가하여 제자하였으며 치음 계열에서는 'ㅅ'(마찰음)를 기본 자형으로 하고 획을 더하여 'ㅆ'(파찰음)를 제자하였다.

성이 아니라 저음조성을 명시해야 할 필요성은 저음조성에 포함되는 순음이나 연구개음이 설정 음보다 음운적으로 더 두드러지는 기능을 하기 때문이다. 예를 들어, 한국어의 변자음화(邊子音化) 현상은 설정음의 종성이 주변음으로 동화되는 현상이다. 갓밭갓밭, 꾀갓꾀갓 등에서 고음 조성에 해당하는 종성 소리는 이어 나오는 저음 조성의 소리에 동화되지만 곱들\*곶들\*과 같은 반대의 경우는 일어나지 않는다. 또 모음 조화 현상에서도 고음조성을 가지는 모음(ㅣ)는 저음조성의 자음 뒤에서 앞의 모음 소리를 변화시키지만(예, 아버 -> 애비, 아기 -> 애기), 고음조성의 자음 뒤에서는 앞의 모음을 변화시키지 않는다(예, 아시 -> \*애시). 따라서 한국어의 음운 구조를 기술할 때, 지각적 관점에서 정의된 저음조성과 고음조성이 보다 적절한 특질일 수 있다.

이와 함께, 치찰성을 조음 위치 특질로 분류하는 것도 고려되어야 할 사항이다. 본 연구의 특질 차원의 분석에서 조음 위치 차원을 여러 방식으로 분류하고 정보 전달율을 계산했을 때, 본 연구의 두 실험과 영어 모두에서 치찰음을 조음 위치로 구분한 분류의 정보 전달율이 높았다. 현대 음성학과 음운론에서는 대체로 치경음(ㄷ)과 치음(ㅅ)을 조음 위치가 동일한 소리로 분류하지만 훈민정음 체계에서는 'ㄷ'는 설음(舌音)으로 'ㅅ, ㅆ'는 치음(齒音)으로 구분한다. 치음을 조음 위치에 따른 자연군(natural class)으로 구분하는 것은 음운 현상을 기술하고 분석하는 데에도 적절하다. 예를 들어, 한국어의 음운 현상 중 'ㅎ' 구개음화(힘 -> 심, 형 -> 성)와 'ㄱ' 구개음화(길 -> 질, 걸리다 -> 질리다) 그리고 전설 모음화 현상(가슴 -> 가심, 즉시 -> 직시)은 모두 전설 모음과 치음 간에 일어나는 음운 현상이며 이는 조음 위치에 따른 동화 현상으로 해석되는 것이 타당하다.

본 연구에서 관찰된 결과들에 기초하여 한국어 자음 특질의 지각적 위계 구조를 그림 5에 제시하였다. 이 계층도는 본 연구의 정보 전달을 분석에서 지각적 기여도가 높았던 특질들만을 포함하였다. 이 특질들 중 설측성과 방출 지연(분산성)이 제외된 것은 음운론의 미명세(underspecification) 이론의 관점을 반영한 것이다<sup>16)</sup>. 즉, 설측음인 'ㄹ'은 [+공명성][-비음성]으로 충분히 표현되며 또 'ㄹ'은 어두 위치에서 쉽게 탈락하기 때문에 설측성을 명세하지 않는 것이 음운 현상을 기술하는 데 보다 적절해 보인다. 또한 설측성은 비음성, 공명성 보다 정보 전달율이 낮았다. 그림 5에서 비음성과 열림도를 구분한 것은 공명음과 장애음의 특질들간에 정보 전달율에 큰 차이가 있었으며 비음성은 구강에서 결정되는 것이 아니라 연구개의 동작에 의해 결정되기 때문이다(Sagey, 1986).

한국어 자음의 지각 혼동에 기초한 이 특질 계층도가 앞에서 열거한 한국어의 여러 음운 현상과 과정을 기술하는 데에도 유용한 분석 틀로 사용될 수 있다는 것은 말소리의 지각 구조와 음운 구조의 동형성에 대한 또 다른 지지 증거로 해석된다. 하지만 한국어의 음운 구조와 지각 구조의 관계에 대한 보다 분명한 결론을 얻고, 음운론 연구에 풍부한 기초 자료를 제공하기 위해서는 자음이 어중에서 발음되거나 종성으로 발음되는 경우와 여러 모음 환경에서 발음되는 조건들에 대한 연구 결과가 축적된 후에야 가능할 것이다. 본 연구는 그 시도의 출발점에 있다는 점에서 의의를 지닌다.

16) 미명세 이론에서는 규칙적으로 도출될 수 있는 잉여적인 특질은 심적 구조에서 명세하지 않는다. Lahiri와 Marslen-Wilson(1992)과 Marslen-Wilson과 Warren(1994)는 어휘 표상에서 잉여 특질들은 미명세되어 있다는 주장을 여러 실험 증거들에 근거하여 펼치고 있다.

참고문헌

- 고영진 (2000). 변별특질 그 탄생과 활약. 동인.
- 김기호 (1987). The phonological representation of distinctive features: Korean consonantal phonology. Ph.D. dissertation, the University of Iowa.
- 김정우 (1997). 조음 특질과 음향 특질. 국어학, 29, 51-70.
- 김차균 (1981). 음절 이론과 국어의 음운 규칙. 인문과학 연구소 논문집, 8(1), 35-81.
- 김차균 (1996). 음운 규칙의 일반화와 내포. 이현복 편, 음성학과 언어학. 서울대학교 출판부
- 문승재 (1997). 국어의 ‘ㅅ’ 음가에 대한 음향학적 연구. 말소리, 33-34, 11-22.
- 박민규, 김정오, 김석준 (2001). 한국어 음소 복원 현상의 특징. 한국심리학회지 : 실험 및 인지, 13(1), 1-19.
- 배문정, 김정오 (원고 준비중). 한국어 자음 특질의 처리 위계.
- 신지영 (2000). 말소리의 이해. 한국문화사.
- 조명한 (1985). 언어 심리학. 민음사.
- Blumstein, S. E. (1974). The use and theoretical implications of the dichotic technique for investigating distinctive features. *Brain and Language*, 1, 337-350.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1992). Articulatory Phonology: An overview. *Phonetica* 49: 155-180.
- Carrol, J. D., & Wish, M. (1974). Models and methods for three-way multidimensional scaling. In D. H. Krantz, R. C. Atkins, R. D. Luce, & P. Suppes(eds.), *Contemporary Developments in Mathematical Psychology*, Freeman, Sna Francisco, Vol. II, pp. 57-105.
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The Sound Pattern of English*. New York: Harper and Row. (Reprinted MIT Press, 1991.)
- Clements, G. N. (1985). The geometry of phonological features. *Phonology Yearbook* 2: 225-252.
- Clements, G. N. (1999). Distinctive features. In R. A. Wilson & F. C. Keil (eds.) *MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cole, R. (1973). Listening for mispronunciations: A measure of what we hear during speech. *Perception & Psychophysics*, 11, 153-156.
- Eimas, P. D., Tartter, V. C., & Miller, J. L. (1981). In P. D. Eimas & J. L. Miller (eds.), *Perspectives of the study of speech*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum(pp. 39-74).
- Fowler, C. A. (1995). Speech production. In J. L. Miller and P. D. Eimas (eds.), *Handbook of Perception and Cognition: Speech, Language and Communication (vol 11)*, NY: Academic Press.
- Garner, W. R. (1974). *The processing of information and structure*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Garner, W. R. (1978). Aspects of a stimulus: Features, dimensions, and configurations. In E. Rosch & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and Categorization*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of Perceptual Learning and Development*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Goldinger, S. D., Pisoni, D. B. & Luce, P. A. (1996). Speech perception and spoken word recognition: Research and theory. In N. J. Lass (Eds.) *Principles of Experimental Phonetics*. (pp. 277-327).
- Goldstone, R. L. (1994). Influences of categorization

- on perceptual discrimination. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 178-200.
- Goldstone, R. L. (1999). Similarity. In R.A. Wilson & F. C. Keil (eds.) *MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Graham, L. W. & House, A. S. (1971). Phonological opposition in children: A perceptual study. *The Journal of the Acoustical Society of America* 49, 559-566.
- Greenberg, J. H. and Jenkins, J. J. (1964). Studies in the psychological correlates of the sound system of American English. *Word*, 20, 157-177.
- Hayden, M. E., Kirstein, E., & Singh, S. (1979). Role of distinctive features in dichotic perception of 21 English consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 65, 1039-1046.
- Jakobson, R., & Waugh, L. R. (1979). *The sound shape of language*, Brighton: Harvester Press.
- Jakobson, R., Fant, C. G. M., & Halle, M. (1952). *Preliminaries to Speech Analysis*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kim, C.-W. (1965). On the autonomy of the tensify feature in stop classification. *Word*, 21, 339-359.
- Kluender, K. R. (1994). Speech perception as a tractable problem in cognitive science. In M.A. Gernsbacher (eds.) *Handbook of Psycholinguistics*, pp. 173-217, Academic Press: San Diego, CA.
- Kluender, K. R. (1994). Speech perception as a tractable problem in cognitive science. In M.A. Gernsbacher (ed.) *Handbook of Psycholinguistics*, pp. 173-217, Academic Press: San Diego, CA.
- Kluender, K. R., Diehl, R. L., & Killeen, P. R. (1987). Japanese quail can learn phonetic categories. *Science*, 237, 1195-1197.
- Kluender, K. R., Diehl, R. L., & Wright, B. A. (1988). Vowel-length differences before voiced and voiceless consonants: An auditory explanation. *Journal of phonetics*, 16, 153-169.
- Kuhl, P. K. (1991). Human adults and human infants show a "perceptual magnet effect" for the prototypes of speech categories, monkeys do not. *Perception & Psychophysics*, 50, 93-107.
- Kuhl, P. K., & Williams, K. A., & Meltzoff, A. N. (1991). Cross-modal speech perception in adults and infants using nonspeech auditory stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and Performance*, 17, 829-840.
- Lahiri, A., & Marslen-Wilson, W. D. (1992). Lexical processing and phonological representation. In G. J. Docherty & D. R. Ladd (Eds.), *Papers In Laboratory Phonology II: Gesture, Segment, Prosody*. Cambridge: Cambridge University Press(pp. 229 - 260).
- Lee, M. D. (2001). On the complexity of additive clustering models. *Journal of Mathematical Psychology*, 45, 131-148.
- Lieberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition* 21: 136.
- Marslen-Wilson, W. D. & Welsh, A. (1978). Processing interactions and lexical access during word-recognition in continuous speech. *Cognitive Psychology*, 10, 29-63.
- Marslen-Wilson, W. D. & Warren, P. (1994). Levels of perceptual representation and process in lexical access: Words, phonemes, and features. *Psychological Review*, 101, 653-675.
- Miller, G. A. and Nicely, P. E. (1955). An analysis of perceptual confusions among some English

- consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America* 27, 623-638.
- Miller, J. L.(1999). Speech Perception. In R.A. Wilson & F. C. Keil (eds.) *MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mitchell, L. M. & Singh, S. (1974). Perceptual structure of 16 prevocalic English consonants sententially embedded. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55, 1355-1357.
- Mohr, B. and Wong W. S.-Y. (1968). Perceptual distance and the specification of phonological features. *Phonetica*, 18, 31-45.
- Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification-categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 39-57.
- Peters, R. W. (1963). Dimensions of perception for consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 35, 1985-1989.
- Podgorny, P., & Garner, W. (1979). Reaction time as a measure of inter- and intraobject visual similarity: Letters of the alphabet. *Perception & Psychophysics*, 26, 37-52.
- Sagey, E. (1986). The representation of features and relations in nonlinear phonology. Ph.D. dissertation, MIT. New York: Garland Press 1991.
- Samuel, A. G. (1981). Phonemic restoration: Insights from a new methodology. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 1124 - 1131.
- Saussure, F. de. (1959). *Course in General Linguistics*, trans. by W. Baskin. New York: Philosophical Library.
- Schyns, P. G., Goldstone, R. L., & Thibaut, J-P (1998). Development of features in object concepts. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 1-54.
- Shepard, R. N. (1972). Psychological representation of speech sounds. In E. E. David, Jr. and P. B. Denes, (eds.), *Human communication : A unified view*. NY: McGraw-Hill, 67-113.
- Shepard, R. N., and Arable, P. (1979). Additive Clustering: Representation of similarities as combinations of discrete overlapping properties. *Psychological Review*, 86, 87-123.
- Singh, S., and Black, J. W. (1966). Study of twenty-six intervocalic consonants as spoken and recognized by four language groups. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 39, 372-387.
- Soil, S. D., and Arable, P. (1979). Auditory versus phonetic accounts of observed confusions between consonant phonemes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66, 46-59.
- Soil, S. D., Arable, P., and Carrol, J. D. (1986). Discrete representation of perceptual structure underlying consonant confusions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 79, 826-837.
- Stevens, K. N. (1986). Models of phonetic recognition II: A feature-based model of speech recognition. In P. Mermelstein (eds.), *Proceedings of the Montreal Satellite Symposium on Speech Recognition*, Twelfth International Congress on Acoustics.
- Stevens, K. N., Keyser, S. J., and Kawasaki, H. (1986). Toward a phonetic and phonological theory of redundant features. In J. S. Perkell, and D. H. Klatt (eds.), *Invariance and Variability in Speech Processes*. Proceedings of the Symposium on Invariance and Variability of Speech Processes held at MIT in Honor of K.N. Stevens. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Studdert-Kennedy, M. and Shankweiler, D. (1970). Hemispheric specification for speech perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 48, 579-594.
- Tijsseling, A. G. & Harnad, S. (1997). Warping similarity space in category learning by backprop nets. *Proceedings of the Interdisciplinary Workshop on Similarity and Categorization*, University of Edinburgh, 263-269.
- Trubetzkoy, N. (1958). Principles of phonology. Los Angeles : University of California.
- Wang, M. D. & Bilger, R. C. (1973). Consonant confusions in noise: a study of perceptual features. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 54, 1248-1266.
- Warren, R. M. (1970). Perceptual restoration of missing speech sounds. *Science*, 167, 392-393.
- Wickelgren, W. A. (1965). Distinctive features and errors in short-term memory for English consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 39, 388-398.



# The Perceptual Structure of Korean Consonants

Moon-Jung Bae

Jung-Oh Kim

Interdisciplinary Program in Cognitive Science, Seoul National University

The perceptual structure of Korean consonants was investigated by the confusion pattern between 18 prevocalic consonants and then compared with that of English consonants. Experiment 1 replicated the white noise condition of the Miller and Nicely(1955)'s confusion task that studied the perceptual structure of 16 English consonants. The spoken syllables were overlapped with the white noise. In experiment 2, the intensities of the syllables were systematically decreased and syllables were presented between the white noise masks. To the confusion matrices obtained from these experiments, the INDSCAL(Individual Difference Scaling) and ADCLUS(Additive clustering) analyses were applied. The results showed that the laryngeal features -aspiration, lax and tense- are the most salient features and the place features the least in the perception of Korean consonants. These results were consistent with the Miller and Nicely(1955)'s. In English consonants, the most salient feature was the laryngeal feature i.e., voicing. To examine the perceptual saliency of the full phonetic features, the probability of the transmitted information was calculated for the SPE features (Chomsky & Halle, the Sound Pattern of English, 1968). Results of this analysis revealed both the language-specific and universal property of the sound system in Korean and also indicated that the perceptual structure corresponds to the hierarchical structure in the feature geometry(Clements, 1985).

**Key Words** consonant confusion, SPE feature system, laryngeal feature, feature geometry, INDSCAL, ADCLUS, probability of transmitted information

1 차원고접수 : 2002. 10. 4.

2 차원고접수 : 2002. 12. 13.

최종게재결정 : 2002. 12. 16.

부록 A. 혼동 행렬 원자료<sup>17)</sup>

자료 1. 실험 1의 자음 혼동 행렬(3 소음 조건 합산)

자극	반																응			
	나	마	라	가	다	바	자	사	카	타	파	차	하	까	따	빠	짜	싸		
나	628	34	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
마	32	635	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
라	13	4	599	9	2	0	35	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	1		
가	13	20	8	154	132	235	71	16	4	2	6	2	6	1	0	1	0	1		
다	18	44	5	80	285	163	75	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
바	8	56	2	54	115	411	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
자	8	2	12	8	92	15	525	2	0	2	0	3	0	0	1	0	1	1		
사	0	0	0	25	19	20	59	118	72	66	85	145	57	2	0	3	1	0		
카	0	3	0	9	2	4	9	34	221	89	104	150	40	0	0	4	0	3		
타	0	0	0	1	4	3	7	43	99	135	133	175	65	2	0	0	2	3		
파	0	0	0	4	2	10	7	51	75	93	213	145	66	3	2	0	0	1		
차	0	0	0	2	1	1	7	42	45	96	61	398	15	0	0	0	2	2		
하	0	1	0	2	3	10	5	65	93	74	191	117	106	1	2	1	0	1		
까	0	0	3	1	0	0	1	3	4	2	2	8	3	438	82	69	36	20		
따	0	0	0	0	1	0	0	3	5	2	1	5	1	106	442	46	33	27		
빠	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	7	1	6	24	29	596	1	5		
짜	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	8	2	645	9	9		
싸	1	0	2	0	1	0	2	1	0	0	3	0	57	50	5	342	208	208		

자료 2. 실험 2의 자음 혼동 행렬 (6 강도 조건 합산)

자극	반																응			
	나	마	라	가	다	바	자	사	카	타	파	차	하	까	따	빠	짜	싸		
나	1153	26	19	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
마	40	1159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
라	6	0	1151	13	1	1	4	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	1		
가	3	18	8	638	233	193	56	20	13	4	2	2	8	1	1	0	0	0		
다	17	19	13	67	691	156	231	2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
바	6	46	4	67	142	892	37	0	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0		
자	14	2	30	18	88	6	1034	3	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0		
사	0	3	0	13	29	22	37	915	22	65	14	70	9	0	0	0	0	1		
카	0	3	0	26	6	7	0	50	775	123	105	52	48	1	0	2	2	0		
타	0	1	0	3	11	2	4	136	77	535	132	245	44	4	3	2	0	1		
파	0	0	0	2	4	19	1	93	49	171	690	83	76	3	0	8	0	1		
차	0	1	0	0	1	1	14	73	10	101	10	981	3	2	0	2	1	0		
하	0	0	1	7	3	4	0	105	79	177	471	34	306	4	3	6	0	0		
까	1	2	4	1	0	0	0	8	3	7	2	9	1	940	45	142	12	23		
따	0	0	5	0	2	0	1	8	0	2	1	4	0	148	945	15	52	17		
빠	0	4	1	1	0	1	0	2	1	1	2	0	0	17	7	1161	1	1		
짜	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	3	0	1183	4		
싸	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	11	17	0	41	1127		

17) 각 실험 조건의 원자료를 원하시는 분은 교신 저자에게 연락 바람