

한국어 용언과 체언어절의 형태소 정보처리 관련 대뇌영역1)

임형욱* 박창수* 유재욱*** 임희석** 남기춘*

* 고려대학교 심리학과 ** 천안대학교 정보통신학부 *** 성균과대의대 서울삼성병원 방사선과

Related cerebral representations of Morphological Information Processing in Korean Verb and Noun Eojeols

Hyungwook Yim* Changsu Park* Jaewook You*** Heuseok Lim** Kichun Nam*

* Department of Psychology, Korea Univ.

** Department of Information and Communication, Cheonan Univ.

*** Department of Radiology, Samsung Medical Center, SungKyunKwan Univ., College of Medicine

lapensee@korea.ac.kr pcsmundi@hotmail.com limhs@cheonan.ac.kr kichun@korea.ac.kr

Abstract

The paper deals with experimental results which was performed to investigate the characteristics of Korean lexical processing and representation of morphemes involved in Korean noun and verb Eojeols. The investigation is also related with the 'English past tense debate' which deals with human mental computation. Experiments using fMRI methods, show that Korean noun Eojeols and both regular and irregular verb Eojeols show a similar activation pattern. Thus, the results indicate that the morphological processing in Korean noun and verb Eojeols are performed quite differently than the Indo-European morphological processing.

I. 서론

의미를 갖는 언어학적 최소 단위인 형태소의 정보처리 방식에 관한 주제는 언어를 이해함에 있어 매우 중요하다.

형태소처리에 관한 가설은 크게 세 가지로 생각해 볼 수 있다. 첫 번째 가설은 전체목록 모델(full-list

model)로써 굴절되거나 파생된 단어나 어절은 그 어휘나 어절의 기본형태(root form)와는 관련 없이 모두 심성어휘집에 등록되어 있다는 가설이다.[1] 예를 들어 'walk'와 그의 활용형인 'walking'나 'walked' 등이 모두 독립적으로 저장되어 있다는 것이다. 두 번째 가설은 완전분해 모델(decomposition model)로써, 굴절되거나 파생된 단어나 어절은 그 기본 형태를 중심으로 등록되어 있고, 형태소 분석이 일어남으로 해서 굴절/파생된 단어나 어절을 처리한다는 가설이다.[2] 예를 들어 'walked'나 'walking'의 경우 'walk'와 '-ed', '-ing'이 저장되어 있고, 형태소 분석을 통해 이를 처리한다는 것이다. 세 번째 가설은 혼합모델(hybrid model)로써, 빈도, 파생/굴절, 의미투명도, 품사 등에 따라 형태소 분석이 일어나는 절충적인 모델이다.[3][4][5]

근래에는 이러한 모델들을 바탕으로 영어 과거동사에 대한 논쟁(English past tense debate)이 진행되어왔다. 이는 영어 과거동사 중에서 규칙동사와 불규칙동사의 처리가 전체목록 모델과 완전분해 모델을 모두 사용하는가? 혹은 전체목록 모델만을 사용하는가? 에 집중되어 있다. 전자는 규칙과 연합기억을 모두 사용한다고 하여 이중경로모델(dual route model)이라 하고, 후자는 연합기억만을 사용한다고 하여 단일경로모델(single route model)이라고 한다.[6] 단일경로모델의 경우 주로 연결주의자(connectionist)들이 주장하는 모델로 형태소정보처리가 하나의 병렬분산처리(PDP: parallel

1) 본 연구는 2003년도 한국과학기술부 특정개발사업(M10102000013-03B2200-00710) 지원으로 수행되었음

distributed processing) 시스템에 의해 이루어진다고 말한다.[7]

한국어에서 명사+조사 어절의 경우나 용언 활용형의 경우 기본형을 변화시켜 문법적, 의미적 성질을 변화시킨다는 점에서 영어 과거동사 논쟁에서의 굴절 혹은 파생형태로 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서는 이러한 사실을 토대로 한국어 명사 어절과 동사 어절의 형태소 분석이 어떻게 이루어지는지를 알아보고자 한다. 영어 연구에서는 물론 헤브루어나 독일어를 이용한 실험들은 반응시간 데이터의 분석과 신경심리학적 방법, 뇌 촬영기법 등을 통해 이중경로모형을 지지해주는 결과가 많다.[8][9] 반응시간과 빈도와의 상관관계를 분석한 선행연구에서도 한국어의 이중경로모형을 지지해준다.[10] 하지만, 선행연구에서는 불규칙활용형태와 규칙활용형태가 모두 가능하며, 실험통제를 할 수 있는 아이템의 수가 적었기 때문에 본 논문에서는 fMRI 패러다임을 통해 형태소정보처리 양상을 알아보고자 한다.

II. 실험방법

1) 피험자

뇌 관련 질환이나 병력이 없는 정상시력을 가진 대학교 재학생 12명

2) 실험재료 및 설계

fMRI 영상 획득은 자기공명영상 장치 외부에서 Project를 사용하여 시각적으로 제시하는 화면(slide)을 보며 실험참가자가 과제를 수행하는 동안 이루어졌다. 자극 제시는 블록 설계(block design; box-car design)로서 통제 조건과 활성화 조건이 30초씩 번갈아 제시 되도록 구성하였다.

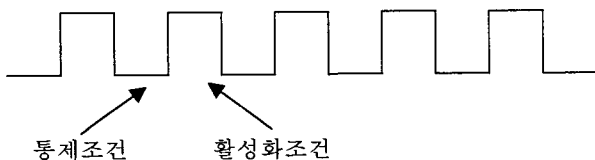


그림 1 실험 설계: fMRI block design

실험참가자가 수행해야 할 과제는 통제조건과 3개의 활성화 조건이었는데, 통제조건은 #,\$,% 3개의 특수문자로 이루어진 조합 중에서 특정 특수문자가 있는지 없는지를 판단하는 과제였고, 활성화조건은 명사 조건, 규칙 동사 조건, 불규칙 동사 조건으로 나뉘어 어휘 판단 과제(LDT)를 행하는 것이었다. 명사조건은 명사

+조사의 형태로 된 3음절의 어절로 이루어졌고[학교+를], 동사의 규칙/불규칙 조건은 '-아서'나 '-어서'를 붙여서 만들어진 3음절의 동사 활동형태였다[규칙: 단아서, 불규칙: 기워서].

하나의 세트는 통제조건과 활성화조건이 교대로 6번의 블록과 5번으로 블록으로 구성되었으며, 각 활성화 조건에 따라 세 번의 시행이 진행되었다. 각 조건에서의 통제조건의 과제는 같았으나, 자극의 제시 순서와 특수문자의 조합은 다르게 제시되었다. 3가지의 활성화 조건은 실험참가자에 따라 역균형화(counterbalancing)시켜 제시되었으며, 제시되는 자극들의 크기는 통제조건이나 활성화조건 모두 동일하게 세 글자 크기로 통제하였다. 또한, 한 블록 당 자극의 수는 10개로 그 중 2-3개(한 조건당 25%)는 비단어, 혹은 지정된 특수문자가 없는 조합을 제시하였다.

각 과제는 2초에 한번씩 1초간 제시되었고, 피험자는 마우스를 통해 어휘판단 과제와 통제조건의 과제를 수행하였으며, 본 실험 이전에 충분한 연습시행을 행하였다.

3) 데이터 획득 및 분석 방법

자기공명영상 장치는 서울 삼성병원 영상의학과에 있는 1.5T 초전도 자기공명영상 장치(GE medical system, Milwaukee, USA)를 사용하였다. 실험참가자가 헤드코일에 부착된 거울을 통해 외부에서 Projector를 사용하여 제시하는 시각적인 자극을 보며 과제를 수행하는 동안 EPI-BOLD(Echo Planner Imaging-Blood Oxygen Level Dependent)기법을 사용하여 영상을 획득하였다(TR/TE 3000/60msec, 64×64Matrix, FOV 24×24cm, flip angle 90°). 영상은 전교련과 후교련을 연장한 AC-PC line을 기준으로 뇌의 아래에서부터 위로 횡단면 20절편(slices)으로 구성된 체적 영상(volume image)을 매 3초마다 획득하였다. 각 실험조건마다 체적 영상은 342초(3초×114 phases)동안 모조 영상 4개(phases)를 포함하여 총 114개(phases)를 얻었으며 자료처리에 불필요한 모조 영상 4개는 제외한 상태에서 영상 데이터 분석이 이루어졌다.

영상 데이터 분석은 SPM99를 off line으로 이용하여, 통계분석 전처리 과정으로, realignment, coregister smoothing, normalization 과정을 수행하였다. 이렇게 준비된 각 실험참가자의 체적 영상(volume data 혹은 image)들에 대한 통계분석은 실험시 자극을 주었던 조건을 대상으로 일반 선형 모형(general linear model)에 기초한 모수 추정(parameters estimation)을 수행하였다. 실험참가자의 개별 데이터는 고정효과모델(fixed effect model)에 기초하여, 각 조건에 대해 t-test를 실시하였으며, 일정한 유의수준(uncorrected p<.001)을

역치(threshold)로 하여 각 자극 조건에 따른 영상을 확인하였다. 또한, 확인된 영역좌표는 MNI좌표에서 Talairach-Tournoux system을 사용하여 뇌 영역을 확인하였다.

III. 실험 결과

실험 결과에 사용된 피험자의 데이터는 실험을 시행한 12명의 피험자 중에서 추후에 왼손잡이로 판명되었거나, 과제의 수행률이 현저히 떨어지는 피험자를 제외한 6명의 데이터였다. 분석결과 명사조건에서 통제 조건을 제외시킨 경우 좌측 아이랑(Sub-Gyra), 후중심이랑(Postcentral Gyrus), 상측두이랑(Superior Temporal Gyrus), 하전두이랑(Inferior Frontal Gyrus), 혀이랑(Linngual Gyrus), 중심주위엽(Paracentral Lobule), 외핵(Extra-Nuclear)과 우측 섬(Insula), 아이랑(Sub-Gyral), 상측두이랑(Superior Temporal Gyrus), 하측두이랑(Inferior Temporal Gyrus), 하전두이랑(Inferior Frontal Gyrus), 띠이랑(Cingulate Gyrus) 등에서 큰 활성화 양상을 보였다[그림 2]. 규칙동사조건에서 통제조건을 제외시킨 경우 좌측 꼭대기(Culmen), 소뇌경사(Declive), 하전두이랑(Inferior Temporal Gyrus)과 우측 꼭대기(Culmen), 소뇌편도(Cerebellar Tonsil), 섬(Insula), 중측두이랑(Middle Temporal Gyrus) 등에서 큰 활성화 양상을 보였다[그림 3]. 불규칙동사조건에서 통제조건을 제외시킨 경우 좌측 소뇌경사(Declive), 아이랑(Sub-Gyral), 중심주변엽(Paracentral Lobule)과 우측 꼭대기(Culmen), 아이랑(Sub-Gyral), 앞띠(Anterior Cingulate), 해마주변이랑(Parahippocampal Gyrus), 중심주위엽(Paracentral Lobule) 등에서 큰 활성화 양상을 보였다[그림 4].

V. 종합논의

본 연구는 한국어 용언과 체언어절의 형태소 정보처리 관련 대뇌영역을 알아보기 위해 fMRI을 통해 뇌영상을 획득하는 방법을 사용하였다. 선행연구 결과에 따르면 명사+조사와 규칙동사활용형의 경우 형태소분석이 이루어진 후 인지되는 양상을 보였고, 불규칙동사활용형의 경우 형태소분석 없이 어절 단위로 인지되는 양상을 보였다.[10] 본 실험결과에서는 명사+조사조건, 규칙활용조건, 불규칙활용조건 모두 일반적으로 유사한 활성화 패턴을 보였는데 이들의 활성화양상은 언어와 관련되어 있다는 베르니케(Wernicke) 지역과 같은 고전적 영역은 물론, 상측두이랑(Superior Temporal Gyrus), 하측두이랑(Inferior Temporal

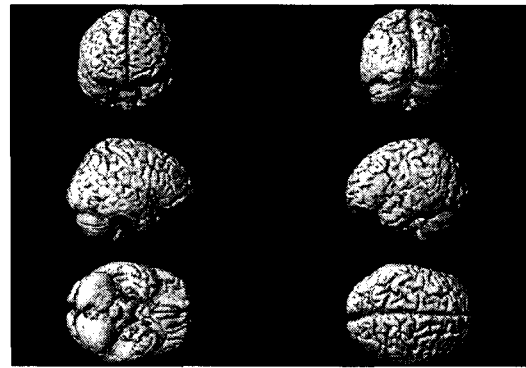


그림 2 실험결과
: 명사조건에서 통제조건 제외시킴

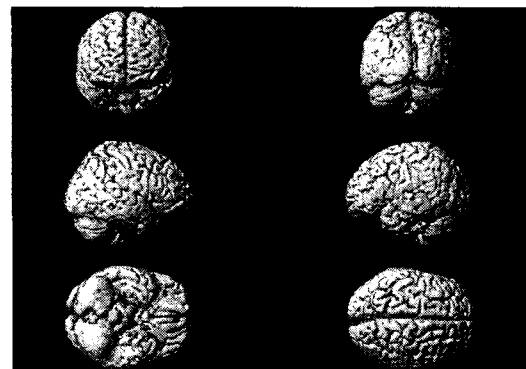


그림 3 실험결과
: 규칙동사 조건에서 통제조건 제외시킴

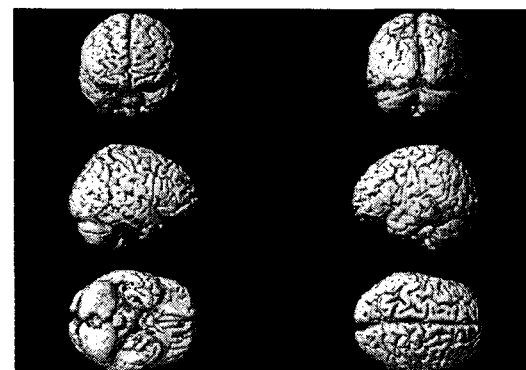


그림 4 실험결과
: 불규칙동사 조건에서 통제조건 제외시킴

Gyrus), 중심주위엽(Paracentral Lobule), 섬(Insula), 하전두이랑(Inferior Frontal Gyrus), 아이랑(Sub-Gyral) 등 측두엽과 관련된 지역이 많은 활성화를 보였다.

영어나 독일어를 대상으로 한 선행연구들에서는 한국어의 명사+조사 조건이나 규칙활용형태와 유사한 양상

참고문헌

을 보일 것이라고 생각했던 영어(독일어)의 규칙과거 동사의 경우 전두엽(frontal lobe)영역이 많은 활성화를 보였고, 한국어의 불규칙활용형과 같은 양상을 보일 것이라 생각했던 영어(독일어)의 불규칙과거동사의 경우에는 측두엽(temporal lobe)에서의 많은 활성화 양상을 보였다.[11] 이는 한국어를 대상으로 한 본 실험 결과와는 다른 패턴을 보여주는데, 그 이유는 첫째로, 본 연구와 선행 연구 간의 과제 차이에서 기인한다고 생각된다. fMRI와 PET을 이용한 기존 영어/독일어 대상 연구들에서는 굴절/파생된 형태의 단어를 산출하는 과제를 이용하였다. 반면, 본 실험에서는 산출이 아닌 이해에 초점을 맞추었기 때문에 단어 산출과제가 아닌 단어 이해 과제를 이용하였다. 실험결과에 있어서도 기존 영어/독일어 실험에서는 브로카 영역과 그 주변 영역의 활성화가 많이 나타나는 반면, 본 연구에서는 명사+조사 조건의 브로카와 그 인접지역 활성화를 제외하고는 베르니케 영역과 전두엽 그 주변 영역의 활성화가 두드러지게 나타난다. 명사+조사 조건의 브로카 및 전두엽 인접 지역의 활성화는 어미에 비해 문법적 기능이 강한 조사의 영향으로 보인다.

둘째로, 한국어와 영어/독일어간의 언어적 특성 차이가 기존 연구와 본 연구의 활성화 영역차이를 나타내게 한 것으로 생각된다. 영어나 독일어은 굴절어로서 어떠한 의미적, 문법적 변형을 만들기 위해서는 단어 자체의 변형을 일으켜야한다. 반면, 한국어는 교착어로서 단어 자체를 변형시키는 대신 새로운 형태소를 붙여나가는 방법으로 의미적, 문법적 변형을 만든다. 따라서 규칙활용조건의 경우에도 영어나 독일어 같은 굴절어와 같이 어떠한 규칙을 사용하여 굴절/파생을 일으키기보다는 의미와 문법적 문맥에 따라 단지 어간과 어미를 붙이는 방법으로 형태소 정보처리가 일어날 수 있을 것이다.

이러한 결과는 기존 임형욱 외 (2003)에서 보여준 연구 결과와 함께 고려되어 형태소정보처리에 관한 모델을 생각해 볼 수 있게 해 준다. 즉, 명사+조사의 경우와 규칙동사활용 형태에서 형태소(조사, 어간, 어미)의 저장은 독립적으로 되어 있지만, 형태소를 분석하는 과정에서는 기존 영어권 연구에서 말하는 '규칙'의 개념을 사용하지 않는다는 것이다.

물론 이러한 논의는 논의를 충분히 지지해 줄 수 있는 섬세한 행동 데이터와 다른 연구 패러다임을 이용한 실험들이 추후 이루어져야 할 것이다.

- [1] Butterworth B, *Lexical representation of derivational relations*, In M. Aronoff & M. L. Kean(Eds.), *Juncture*. Cambridge, MA : MIT press, 1983
- [2] Caramazza A, Laudanna A, Romani C, "Lexical access and inflectional morphology", *Cognition*, 28, pp.207~332, 1988
- [3] Marslen-Wilson W, Tyler LK, Waksler R, Older L, "Morphology and meaning in the English mental lexicon", *Psychological Review*, 101(1), pp.3~33, 1994
- [4] 정재범, 김미라, 김태훈, 채수경, 남기춘, "표현성 실어증의 형태소 분석의 특성", *한국인지과학회 춘계학술대회 논문집*, pp.15-21, 1999
- [5] 이광오, "5장 어휘 의미의 처리", *언어심리학*, 학지사, 2003
- [6] Pinker Steven & Michael T. Ullman, "The past and future of the past tense", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol 6, No 11, pp.456~463, 2002
- [7] James L. McClelland & Karalyn Patterson, "Rules or connections in past-tense inflections: what does the evidence rule out?", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol 6, No 11, pp.465~472, 2002
- [8] Iris B, Steven P, Joseph S, "Default nominal inflection in Hebrew: evidence for mental variables", *Cognition*, 28, pp.1~44, 1999
- [9] Ulrike H, Ramin CN, "German Inflection: Single route or dual route?", *Cognitive Psychology*, 41, pp.313~360, 2000
- [10] 임형욱, 임희석, 남기춘, "한국어 용언과 체언어절의 형태소 정보처리 특성", *한국인지과학회 춘계학술대회*, pp.23~25, 2003
- [11] Alan Beretta, Carrie Campbell, Thomas H. Carr, Jie Hung, Lothar M. Schmitt, Kiel Christianson, and Yue Cao, "An ER-fMRI investigation of morphological inflection in German reveals that the brain makes a distinction between regular and irregular form", *Brain and Language*, 85, ppt.76~92, 2003