JESK J Ergon Soc Korea 2017; 36(6): 717-727
http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2017.36.6.717
http://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Analysis of Reading Process with Korean Learner using EEG and Eye Tracking

Jung Nam Im[1], Seung Nam Min[2], Sung Moon Cho[1]

[1]Hanyang University, Korean Language and Literature, Seoul, 04763
[2]Shinsung University, Fire Safety Mamagement, Chungcheongnam-do, 31801

시선추적과 뇌파를 활용한 한국어 학습자의 읽기 과정 분석

임정남[1], 만승남[2], 조성문[1]

[1]한양대학교, 인문과학대학 국어국문학과
[2]신성대학교, 공학대학 소방안전관리과(산업안전전공)

Corresponding Author
Sung Moon Cho
Hanyang University, Korean Language and Literature, Seoul, 04763
Mobile : +82-2-2220-0738
Email : mooni67@hanyang.ac.kr

Received : October 17, 2017
Revised : October 20, 2017
Accepted : November 16, 2017

Copyright@2017 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Objective: The purpose of this study is to establish the goal with the reading stage of Korean learners in Korean language education institutions for preparing enter university using EEG and eye tracker.

Background: International students enter the university after completing Korean language education finding lots of difficulties in classes handled in Korean. This is due to the current qualitative evaluation method adopted by the Korean teachers. Therefore, the international students need a proper learning method.

Method: The Korean language proficiency test and learner's level are classified as a beginner, intermediate, and advanced levels. The reading process was measured using Eye tracker and EEG. The independent variables consisted of 3 text level and 3 learner's level. The dependent variables consisted of fixation time, fixation number, saccade number, saccade time, and stress index. The variance analysis was performed with 3 × 3 within subject design.

Results: As the text level increased, the fixation time and number were lowered for beginner, intermediate, and advanced learner. Even the number of fixation decreased, the understanding score as significantly increased. It was also found that the part of fixation number was related to process vocabulary and grammar. The text level significantly increased when saccade number increased. In addition, the saccade number significantly increased for the learner language level. There was no significant difference in the level of text difficulties between beginner and intermediate learners. Nevertheless, we found that advanced learners were confirmed with higher saccade time in beginner difficulty text.

Conclusion: The fixation ratio was higher for beginner learners. Similarly, it was found that fixation time had a constant pattern with respect to learners' proficiency regardless of difficulty level. The saccade time affects the learners' level of text understanding. Also, the number of saccades associated with grammar and vocabulary.

Application: In the future, if this study focus on a word and grammar in a sentence using EEG and eye tracking, this can prepare a study design for Korean reading system.

Keywords: Cognitive dimension, EEG, Eye-tracking, Korean leaner

1. Introduction

어학 교육에서 읽기는 언어 학습의 수단일 뿐만 아니라 다양한 기능을 수행할 수 있다. 일반목적 한국어 학습자에게는 한국 문화나 역사 등과 관련하여 간접 경험을 할 수 있게 해 주며, 대학수학을 목적으로 하는 한국어 학습자에게는 전공지식을 습득하고 이해하는 학문 실현의 수단이 될 수 있다(Jeon, 2004). 즉, 직접 경험만으로 쌓아 가기에 방대한 양의 정보나 지식을 읽기를 통해 단시간 내에 효율적으로 습득할 수 있다. 이와 같은 맥락으로 Ki (2010)에서는 의사소통 능력 가운데 정보의 획득과 문화의 수용이라는 측면에서 읽기는 무엇보다 중요하게 다루어져야 할 기능이라고 하였다.

한국어 교육에서 읽기 연구는 Jeon (2004)에서 중요성이 부각되기 시작하였다. 한국 내 대다수를 차지하고 있는 대학수학목적 한국어 학습자에게 수행되어야 할 언어기능이 학습자 요구분석 결과 읽기로 나타나면서 텍스트를 기반으로 한 이해 영역에 대한 관심이 커지고 있다. 이에 따라 학문목적 학습자가 성공적으로 학업을 준비하고 수행하는 데 도움이 될 만한 실제적인 읽기 학습 방안에 대한 연구가 필요하게 되었다.

그러나 읽기는 이해 영역으로 학습자의 읽기 과정을 눈으로 확인할 수 없다는 점에서 연구의 한계를 지니고 있다. 따라서 학습자의 읽기 내용에 대한 이해 과정을 파악하기 위해 다양한 방법이 시도되었다. 하지만 이는 면담이나 결과를 통한 유추의 방법으로 실체를 파악하기에는 정확도와 신뢰도 면에서 부족하다고 하겠다. 그간 시도되어 온 읽기 과정에 대한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

읽기 과정 연구 방법은 음독오류 분석(Goodman, 1965; Goodman et al., 1979)에서부터 직접 면담법, 읽은 과정을 회상하여 다시 말하는 사후 면담법(Sim, 2014)과 회상법, 일지 작성법, 사고 구술법(Newell and Simon, 1972) 등이 있다. 또한 Ga (2006)은 읽기 교육 과정 구성을 위한 기초 자료를 얻고자 다양한 검사지를 통해 읽기 능력과 인지 변인을 측정·분석하였다. 이렇게 읽기 과정의 실체를 확인하고자 다양한 방법이 시도되었지만 이는 질문자와 답변자, 검사자와 검사지의 주관성을 완벽하게 배제하기에는 한계가 있으며 결과의 정확성을 확증하기에는 객관성이 부족하다고 하겠다.

이를 보완하기 위한 시도로 최근 어학 분야에서도 시선 추적과 뇌파 측정을 통한 인지 과정의 연구가 시도되고 있다. 우선, 시선 추적 연구로 Just and Carpenter (1980)을 들 수 있는데 시선 추적 방법은 학습자들의 읽기 과정을 측정하는 과학적인 접근법으로서 읽기 과정에서 일어나는 학습자의 반응을 정량적인 데이터로 수집할 수 있다는 장점이 있다고 하였다. Rayner et al. (2004)에서는 어린 학습자는 읽기를 시작할 때, 단어 하나 당 두세 번의 시선 고정을 하면서 시선 고정 횟수와 시간에 있어 성인과 다른 양상을 보인다고 하였다. 또한 Ashby et al. (2005)에서는 읽기에 능숙해질수록 혹은 연령이 높아질수록 단어 당 시선 고정 시간은 짧아지고, 시선 도약은 길어지게 된다고 하였다. 이는 시선이 읽기의 특성 및 경향을 파악하는데 중요한 단서가 될 수 있음을 시사해 주는 결과라고 할 수 있다.

다음으로 뇌파는 뇌에서 발생하는 전기적 신호를 실시간으로 기록하는 것으로 시각적으로 단어가 인지되기까지의 속도와 음운에 따른 차이 등으로 인한 뇌의 부하, 활성화를 정량화하기 위한 방법으로 활용될 수 있다. 따라서 시선 추적 방법과 뇌파 측정 방법은 학습자의 학습 과정을 파악하는데 정량적인 데이터를 제공해 준다는 점에서 과학적 접근이라고 할 수 있다. 또한 실시간으로 전달되는 인지 과정을 볼 수 있기 때문에 결과를 보고 유추하는 기존의 방법에 비해서 정확성과 객관성을 확보할 수 있다. 뇌파 측정과 관련된 기존의 연구에서는 알파파, 베타파, 세타파, 감마파를 이용하여 학습자의 인지부하를 측정하였다(Barber et al., 2004; Holcomb and Grainger, 2006; Kwon et al., 2012). Jeon et al. (2015)은 실시간 언어 처리에서 중의적 어휘의 여러 의미들 중에 하나의 의미가 선택되는 과정을 뇌파를 통해서 살펴보았는데 그 결과, 주요 의미 맥락 조건에서 강력한 N400(400ms 내의 뇌파의 파형)과 P600(600ms 내의 최대 파형)이 함께 나타났으며, 부가 의미 맥락 조건에서는 강한 P600으로 나타났다고 보고하고 있다. Kim and Yi (2014)은 유아를 대상으로 읽기 매체와 시각 자료에 따른 뇌파의 특성을 분석하여 SMR파는 집중 상태에서의 학습과 관련이 있으며 이야기 내용과 관련이 있는 시각 자료가 제시되었을 때 SMR파가 더욱 활성화된다고 보고하였다. Harmony et al. (1995)은 읽기와 쓰기 수행을 모두 다루어 이해와 표현 영역 즉, 문해력 수행 중에 나타나는 뇌파를 측정하여 그 상관관계를 연구하였다. 그 결과 읽기-쓰기부진 학생들에게 전-측두엽 부위의 높은 델타파가 나타났으며, 델타파가 읽기-쓰기부진을 판단하는 지표로 활용이 가능하다고 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 외국어로서 한국어를 공부하고 있는 외국인 학습자의 읽기 과정, 즉 인지 과정을 인간공학적 방법인 시선 추

적 장치와 뇌파를 활용하여 정량화된 자료를 바탕으로 실체를 확인하는 데 있다. 또한 정량화된 데이터를 통해 한국어 학습자들에게 필요한 읽기 능력을 높이고 실질적인 도움을 줄 수 있는 읽기 교육의 설계 방안을 마련하는데 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. Method

2.1 Subjects

이 실험은 서울권의 H 대학의 언어교육원에서 한국어를 공부하고 있는 초·중·고급의 피실험자(중국인) 각각 10명씩, 총 30명을 대상으로 실시하였다. 언어 수준의 객관성을 확보하기 H 대학 언어교육원에서 레벨 테스트를 받은 학생들로 구성하였다.

2.2 Procedure

실험실시 전 피실험자에게 실험에 대해 설명하였으며 실험 및 인터뷰, 성적 활용 등에 대한 동의서를 받고 실험을 실시하였다. 또한 장비에 의한 실험에 앞서 사전 검사로 실험 텍스트 내 어휘와 문법에 대한 학습자의 인지도 검사를 실시하였다. 뇌파 장비와 시선 추적 장치를 피실험자에게 장착하고 신호가 잘 들어오는지 확인한 후 측정을 하였다. 측정 후 피실험자가 읽은 내용에 대해 어느 정도 이해했는지를 파악하기 위한 간단한 테스트를 실시하였다(Table 1).

모든 피실험자에게 제시된 텍스트는 한글프로그램(HWP)에서 작성된 글자 크기 12 point 줄간격 200%의 크기로 학습자들이 평소에 접하게 되는 인쇄본과 근접한 형태로 텍스트를 제공하였다.

Table 1. Experimental procedure and time

Contents	Time (min)
① Research progress guide and written informed consent	10
▼	
② Identify subject words and grammars	5
▼	
③ Eye tracking test and EEG test method guide	5
▼	
④ Conduct EEG and eye-tracking experiments	20
▼	
⑤ Contents understanding	10

2.3 Apparatus

이 연구에서 사용된 시선 추적 장비는 독일의 ERGONEERS사의 Dikablis Professional를 이용하였으며 Sampling rate은 60Hz으로 설정하여 시선의 움직임을 측정하였다. 또한 뇌파 측정 장비는 Biopac, MP150으로 Sampling rate은 1,000Hz으로 설정하여 뇌파를 측정하였으며 전극의 부착은 10/20 국제전극배치법(Im et al., 2016)에 의해서 Fz, Oz 부위에 부착하였다(Figure 1).

Figure 1. Device and experimental scene

2.4 Experimental text

이 실험에서 사용한 한국어 텍스트는 초·중·고급 난이도로 구분하였으며 난이도를 구분하기 위해서 한국어 능력시험(TOPIK)에서 초·중·고급 별 난이도를 추출하였다. 초급 텍스트의 주제는 선풍기, 중급 텍스트의 주제는 골목길, 고급 텍스트의 주제는 산토끼로 선정하였다(Table 2).

Table 2. Level of Korean text

	The number of times	Subject matter	Text type
Beginner text	No. 29, B Type, Number: 59~60	Electric fan	Explanation
	Word: 33 / Sentences: 5		
Intermediate text	No. 29, B type, number: 57~58	Alleyway	Explanation
	Word: 79 / Sentences: 8		
Advanced text	No. 28, B type, number: 51~52	Hare	Essay
	Word: 91 / Sentences: 7		

2.5 Analysis

분석에 사용된 독립변수는 텍스트 난이도(3수준: 선풍기, 골목, 산토끼), 학습자 언어 수준(3수준: 초급 학습자, 중급 학습자, 고급 학습자)이며, 이에 따른 종속변수는 시선 고정 시간, 시선 고정 횟수, 시선 도약 시간, 시선 도약 횟수, 스트레스 지수로 선정하였다(Table 3). 스트레스 지수는 스트레스일 때 나타나는 고베타파(20~30Hz)를 안정시 우세하게 발생하는 알파파(8~12Hz)로 나눈 값으로 사용하였다(Suh et al., 2016). 그리고 독립변수에 따른 종속변수에 미치는 영향을 보기 위해서 3 × 3 within subject design으로 분산분석을 실시하였다.

Table 3. Definition of measurement variables

	Measurement variable	Definition	Previous studies
EEG	Stress index	Criteria of stress judgment (high BETA wave ÷ alpha wave)	Suh et al., 2016

Table 3. Definition of measurement variables (Continued)

	Measurement variable	Definition	Previous studies
Eye-tracking	Fixation time and number	Time of gaze: information processing is not smooth or interesting information (it is set to keep the gaze more than 0.25s)	Liu and Chuang, (2011); Jeong (2015); Lee and Yong, (2009); Kim et al. (2012), Choi, (2016)
	Saccade time and number	Moment of movement of the eyeball: move to understand or words	Lee and Yong, (2009); Kim et al. (2012)

3. Results

시선 추적 장비로 측정된 고정 시간과 고정 횟수의 분산분석 결과 주효과인 텍스트 난이도, 학습자 수준에서 각각 유의미한 차이가 나타났다($p<0.1$, $p<0.01$). 그러나 교호작용은 고정 횟수에서만 나타났다($p<0.01$). 도약 시간과 도약 횟수에 대한 분산분석 결과 주효과인 텍스트 난이도, 학습자 수준에 대해서 각각 유의미한 차이가 나타났다($p<0.05$, $p<0.01$). 또한 도약 시간과 도약 횟수 모두에서 교호작용이 나타났다($p<0.05$, $p<0.01$).

뇌파의 스트레스 지수에서의 전두엽의 경우는 주효과인 텍스트 난이도, 학습자 수준에 대해서 유의미한 차이가 나타났다($p<0.01$).

Table 4. ANOVA for dependent variables (eye tracking and EEG) on independent variables

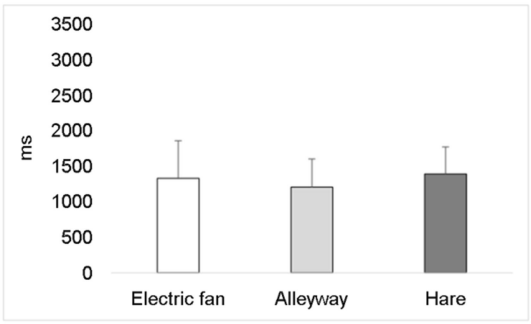
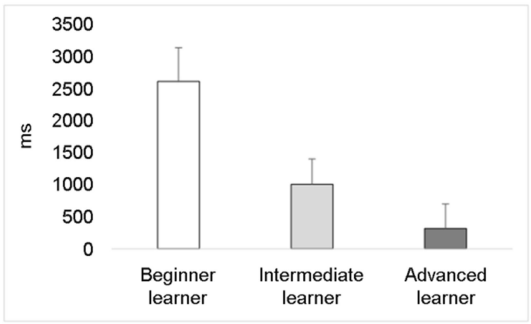
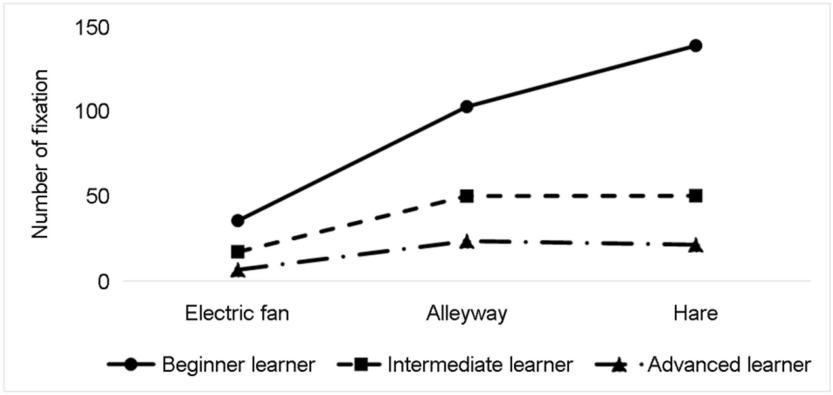
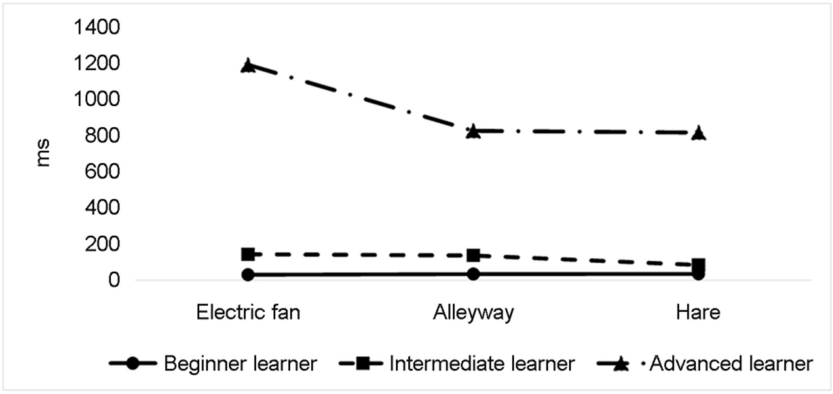
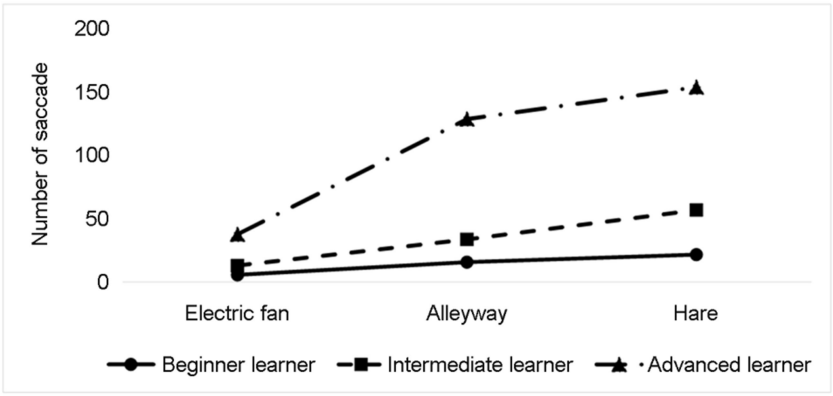
		Text level	Learner level	Text level × learner level
Eye-tracking	Fixation time	2.54*	26.46***	2.12[a]
	Fixation number	61.35***	21.47***	16.13***
	Saccade time	3.73**	19.2***	2.98**
	Saccade number	32.74***	15.57***	9.52***
EEG	Stress index	14.41***	7.110***	0.432[a]

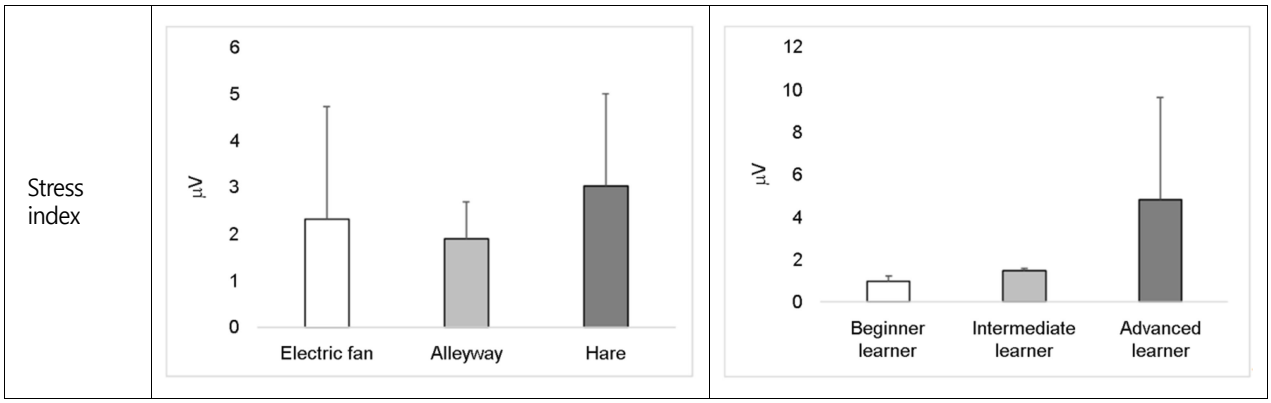
*: $p<0.1$, **: $p<0.05$, ***: $p<0.01$, a: no significant

분산분석 결과 유의미한 차이가 있는 주효과와 교호작용에 대해서 Bonferroni 사후분석을 실시하였다. 시선 추적 측정으로 나타나는 시선 고정과 시선 도약값은 읽기 학습자의 읽기 과정 중에 장애 혹은 도움 요소로 작용하는 요소가 무엇인지를 판단할 수 있는 단서를 제공한다. 고정 시간의 경우 각 텍스트 별로 텍스트 난이도가 올라갈수록 초급 학습자는 증가하였으며($p<0.01$), 초급 학습자에서 고급 학습자로 갈수록 유의미하게 고정 시간이 감소하였으며($p<0.01$), 고정 횟수의 경우 초급 학습자의 경우 텍스트의 난이도가 올라갈수록 고정 횟수도 늘어났으며 고급 텍스트에서는 차이가 더 큰 것으로 나타났다($p<0.01$).

도약 횟수와 텍스트의 난이도는 언어 수준별 학습자 모두에서 비례관계를 나타내었다. 그러나 고급 학습자에 비해 초-중급 학습자의 도약은 활발하지 않으며 텍스트의 난이도에 따라서도 크게 증가하지 않았다($p<0.1$). 도약 시간과 텍스트의 난이도는 고급 학습자와 초-중급 학습자 간에 차이나 나타났으며, 특히 고급 학습자가 도약 시간이 길게 나타났다($p<0.01$).

뇌파 측정으로 나타나게 되는 스트레스 지수는 인지부하를 판단할 수 있는 기준이 되는 뇌파로 긴장이나 흥분, 스트레스 상태일 때 활성화되는 고베타파를 안정파인 알파파로 나눈 값이다. 텍스트의 난이도가 높아질수록 학습자가 받는 스트레스는 더 많아지고 있으며 초급 학습자의 경우 고급 난이도의 텍스를 읽을 때 스트레스는 아주 높게 나타났다($p<0.1$). 시각적 스트레스 역시 난이도가 높아질수

Fixation time		
Fixation number		
Saccade time		
Saccade number		



록 높아지고 있으며 같은 난이도의 텍스트에서는 학습자의 수준이 높아질수록 스트레스를 덜 받는 것으로 나타났다($p<0.1$).

4. Discussion

대학수학을 준비하고 있는 한국어 학습자의 한국어 읽기 학습 설계를 위해 시선 추적과 뇌파를 이용하여 그 경향성을 비교해 보았다.

고정 시간에 있어 초급 학습자는 중급 학습자와 차이가 있고 고급 학습자와도 유의 수준에서 차이를 보였다. 그러나 중급 학습자와 고급 학습자 간에는 차이가 없었다. 또한 텍스트 난이도별 차이에서 초급 난이도 텍스트(선풍기)와 중급 난이도 텍스트(골목)에서만 유의미한 차이가 발견되었다. 이는 내용 이해도 측정 결과를 보았을 때 초급 학습자와 중급 학습자가 고급 난이도 텍스트(산토끼)의 내용을 이해했다고 보기 어려운 결과라고 해석할 수 있다(Table 5). 이는 초급 텍스트(선풍기) 외의 중·고급 난이도의 텍스트에서는 유의미한 고정 시간이 추출되지 못한 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 관점으로 보면 고정 시간은 텍스트의 난이도가 높아질수록 증가하지만 이것은 텍스트 이해로 이어지지 못하기 때문에 과제를 해결하기 위한 유의미한 시선 고정으로 읽기 과정을 거쳤다고 볼 수 없다. 또한 이 연구에서는 고정 시간이 길수록 정보처리에 어려움을 느끼며, 어려운 읽기 요소가 포함되면 시간 및 횟수, 재고정률이 증가하는 것으로 보고되고 있다(Rayner et al., 2004). 그러나 이해 요소라는 관점과 같이 볼 때에는 단순히 고정 시간이 적다고 이해력이 좋은 것이 아니라는 점에서 이해력 검사를 같이 병행하는 것이 필수 요소라고 판단된다.

Table 5. Content understanding of whole learners

	Content understanding		
	Beginner learner	Intermediate learner	Advanced learner
Electric fan (Beginner level)	75%	83%	94%
Alleyway (Intermediate level)	30%	56%	78%
Hare (Advanced level)	0%	27%	70%

고정 횟수에서 텍스트 난이도별로 보면 초급 난이도 텍스트(선풍기)의 경우 유의 수준에서 학습자 간 차이가 나타나지 않았다. 그러나 중급 텍스트(골목)과 고급 텍스트(산토끼)에서는 학습자 간 차이가 유의 수준에서 차이를 보이고 있다. 고급 텍스트(산토끼)에서 초급 학습자는 중·고급 학습자와 더욱 크게 차이가 난다. 이는 텍스트 난이도의 차이가 클수록 언어 능숙도는 고정 횟수에 영향을 미친다고 할 수 있다(Choi, 2014). 즉, 읽기 이해 과정에서 정보처리의 어려움으로 나타나는 고정과 관련된 횟수가 증가하였다는 것은 이해도가 낮아짐을 의미하는 것과 같은 맥락이라고 해석해 볼 수 있다. 따라서 읽기 과정에 있어 고정과 관련지어 볼 수 있는 어휘와 문법에

대한 낮은 인지도는 읽기에 있어 고정 시간을 증가시킬 뿐만 아니라 고정 횟수에도 영향을 미친다고 할 수 있을 것이다.

이는 읽기 능력의 한 요소인 읽기 속도와도 상관관계에 있다고 하겠다. 그러나 앞서 제시한 읽기 이해도에 있어서 초급 학습자는 중급 텍스트(골목)과 고급 텍스트(산토끼)에서는 이해가 이루어졌다고 볼 수 없는 결과를 얻었다. 반면에 중·고급 학습자는 그에 비해 텍스트 난이도에 따른 증가폭이 매우 작으며 학습자 내 텍스트에 따른 차이가 유의미하지 않게 나타났다. 즉, 중·고급 학습자는 중·고급 난이도의 텍스트에서 비슷한 수준의 고정 횟수를 보이고 있으며 차이가 거의 없다. 그러나 여기에서 주의할 점은 텍스트 이해도에 있어 고급 난이도 텍스트의 경우 중급 학습자의 이해도는 거의 나타나지 않은 것으로 보아 고급 난이도 텍스트에 나타난 중급 학습자의 고정 횟수는 고급 학습자에 비해 읽기 이해에 유의미하지 않았다고 볼 수 있다.

초·중·고급 학습자의 고정 횟수를 보면 언어 수준이 올라갈수록 낮아지고 있는 반면 읽기 속도나 내용 이해문제 풀이 점수에서 보면 이해도도 높아지고 있다. 이는 앞서 밝힌 바와 같이 언어 수준이 낮은 학습자의 고정은 유의미성이 떨어지고 불필요한 고정이 많다고 할 수 있다. 즉, 읽기 이해에 필요한 핵심 어휘나 문법 등 텍스트를 이해할 만한 요소를 찾지 못하고 있음을 보여주는 결과이며 많은 어휘에서 고정을 보이며 시간을 많이 할애하기는 하지만 이는 읽기 과정을 제대로 수행했다고 보기 어렵다. 따라서 의미 있는 시선 고정, 즉, 읽기 이해에 있어 핵심어를 찾아내어 이해할 수 있도록 읽기 능력을 키워야 함을 시사해 주는 결과라고 할 수 있다.

도약 시간에서는 학습자 수준과 텍스트 난이도와의 상관성을 보면 초급 난이도 텍스트(선풍기)에서는 고급 학습자와 초·중급 학습자 간에 유의미한 차이를 보이고 있다. 반면 초급 학습자와 중급 학습자 간에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 중급 난이도 텍스트(골목)과 고급 난이도 텍스트(산토끼)에서도 같은 결과를 보였다. 이는 읽기 과정 중에 나타나는 도약은 일정 수준을 넘어야 가능한 읽기 기술이라고도 유추해 볼 수 있을 것인데, 내용 이해도에서 초급 난이도 텍스트에서는 초·중·고급 학습자가 75% 이상으로 모두 높게 나왔음에도 불구하고 고급 학습자에게서 현저하게 높게 나왔다는 결과에서도 하위 읽기 능력이 아니라 상위 읽기 능력으로서 도약이 이루어졌다고도 할 수 있다. 이는 중급 난이도 텍스트(골목)과 고급 난이도 텍스트(산토끼)에서도 고급 학습자의 도약 시간에만 다소 차이가 있을 뿐 그 경향성은 마찬가지이다. 그러므로 이는 학습자의 언어 수준에 따라 나타나는 읽기의 경향, 더 높은 층위의 언어 능력으로서 전략과도 관련이 있을 것이라고 생각된다. 따라서 도약은 문장 내 도약보다 문장 간 도약일 가능성이 크다고 할 수 있다. 또한 내용 이해도가 가장 높은 고급 학습자에게서 도약 시간이 높게 나타난 것은 고급 학습자의 시선의 움직임이 텍스트 이해에 긍정적인 영향을 주었다고 볼 수 있으며 이는 읽기 이해가 완수된 텍스트에 나타난 도움을 주는 요소로 전략의 차원으로 해석해 볼 수 있다.

도약 횟수에서는 도약 횟수는 텍스트 난이도가 높아짐에 따라 유의 수준에서 증가하는 것으로 나타났다. 학습자 언어 수준에서도 도약 횟수는 증가하였다. 텍스트가 어려울수록 도약 횟수가 증가하는 것은 앞서 제세된 도약 시간과는 상반된 결과를 보인다. 이 경우 도약은 문장 간 도약이라고 해석되기 보다는 어려운 문장구조가 더 많이 포함된 고급 텍스트에서 문장 내 도약이 자주 일어난 것으로 볼 수도 있을 것이다(Morrison and Rayner, 1981). 반면에 학습자 언어 수준 관련 도약 횟수는 도약 시간과 비슷한 경향성을 보여 고급 학습자에게서 가장 높은 수치를 보였다. 이는 어휘·문법에 대한 인지도 뿐만 아니라 내용 이해도가 가장 높은 학습자가 읽기 이해에 필요한 핵심어를 찾아 활발한 이해 과정을 거쳤다고 해석해 볼 수 있다(Juhola and Grönfors, 1991). 또한 도약 시간이나 횟수 면에서 이와 같은 현상이 언어 수준이 높고 이해도가 높은 학습자에게 나타나는 것은 읽기 교육에 있어 글의 전체 구조를 파악하며 이해에 필요한 핵심 어휘나 이해 요소를 찾아 유의미한 시선 이동이 이루어지도록 하는 교육이 필요함을 시사한다고 할 수 있다. 반면 도약 횟수가 적게 나타나는 초급 난이도 텍스트에서의 읽기 이해도가 높게 나타난 것은 도약 횟수가 적을수록 이해도가 높아진다고 해석해 볼 수 있다. 즉, 단순 구조의 문장이 많이 있는 초급 난이도 텍스트의 특성상 문장 내 도약 횟수가 적었다고 할 수 있는데 모국어와 다른 한국어의 문장 구조에 익숙해지도록 하는 읽기 연습을 통해 도약 횟수를 줄이는 것도 읽기 교육의 방안으로 생각해 볼 수 있을 것이다.

스트레스 지수는 텍스트의 난이도가 높아질수록 피실험자의 스트레스가 증가하는 것으로 나타났다(Im et al., 2016; Suh et al., 2016). 텍스트의 난이도가 높아질수록 포함하고 있는 읽기 이해 요소가 어려워지는 데에서 기인한 결과로 정량적 수치로 뇌파에서 이 같은 사실이 확인되었다고 할 수 있다. 학습자 수준에서는 초급 학습자와 고급 학습자 사이에 유의미한 차이가 나타났다. 중급 학습자는 학습자 수준에서 중간 수준으로 초급 학습자에 비해 난이도가 높은 중·고급 난이도의 텍스트에 대해 내용 이해의 단서를 많이 인지하고 있기 때문에 내용파악에 더 적극적으로 임하게 되어 더 많은 인지적 요소를 사용한다고 할 수 있다. 그러나 고급 학습자에 비해서는

내용 이해에 필요한 어휘와 문법 인지도가 떨어지기 때문에 읽기 과정에서 더 많은 스트레스를 받았다고 할 수 있다.

이 연구에서는 기존의 정성적인 방법(인터뷰, 사고구술 등 피실험자나 실험자의 주관성이 개입될 가능성이 크다)에 대한 보완책으로 외국어로서 한국어를 인간공학적 기법인 시선 추적과 뇌파 측정을 활용하여 읽기 과정을 정량적으로 분석하였다. 모국어 학습자에게서 보이는 읽기 텍스트 및 관련 자료 활용 등에 대한 읽기 과정 탐색이 기존의 연구에서 이루어졌다면 본고에서는 외국어로서의 한국어를 학습하고 있는 외국인들의 읽기 과정을 탐색하고 분석하였다는 데 의의가 있을 것이라 판단된다. 즉, 언어 습득에서부터 차이를 보이는 외국인 학습자의 인지 과정에 관련된 탐색은 한국어 이해 영역 교육 설계에 유용한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 그리고 본 연구에서는 학습자의 언어 수준과 텍스트의 난이도에 따른 읽기 경향을 분석하였지만 시선의 움직임을 어휘 단위, 문장 단위로 한정하여 미시적인 연구를 더할 수 있을 것이다. 또한 이 과정에서 나타나는 뇌파의 흐름을 파악하여 학습자의 인지부하를 분석에 포함시켜 읽기 교육 설계에 반영한다면 보다 학습자의 입장에서 인간공학적인 접근을 시도한 읽기 교육 방안이 마련될 수 있을 것이라 기대된다.

5. Conclusion

대학수학을 준비하고 있는 한국어 학습자의 읽기 학습 설계를 위해 시선 추적 장비와 뇌파 측정 장비를 이용하여 그 경향성을 비교해 보았다.

고정 시간과 횟수의 경우, 각 텍스트당 고정 시간 및 횟수가 차지하는 비율 역시 초급 학습자가 많은 것처럼 난이도와 상관없이 학습자의 언어 수준이 높아짐에 따라 일정한 패턴을 갖는다는 것을 발견하였다. 또한 도약 시간과 횟수의 경우 텍스트의 난이도에 따라서 텍스트의 이해도와 비례하여 학습자의 수준에 영향을 미치며, 이는 어순과 문장 구조뿐만 아니라 텍스트 이해와 관련된 전략 사용과도 관련이 있을 것이라는 가능성도 볼 수 있었다. 스트레스 지수에서는 학습자 수준이 높을수록 스트레스 지수가 낮아졌으며, 시각적 내재화도 스트레스에 영향을 미치는 것을 발견하였다. 추후 전체적인 읽기 경향을 파악하는데 그치지 않고 읽기 이해에 영향을 미치는 어휘, 문장 구조 등 미시적 관점에서 읽기 과정을 파악하는데 인간공학적 분석 방법을 활용하여 비교한다면 대학수학을 준비하고 있는 한국어 학습자에게 도움을 줄 수 있는 읽기 교육 방안을 마련하는데 실질적인 자료를 제공할 수 있을 것이다.

References

Ashby, J., Rayner, K. and Clifton, C.J., Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58, 1065-1086, 2005.

Barber, H., Vergara, M. and Carreiras, M., Syllable-frequency effects in visual word recognition: evidence from ERPs. *Neuroreport*, 15(3), 545-548, 2004.

Choi, G.S., A Study of Improvement of Internet Text Reading of Elementary Students Using a Gaze Tracking System, *Master Thesis*, 2016.

Choi, S.G., Exploring Gender Difference in Reading Comprehension Process Using Eye Tracking Technology. *Journal of Korean Association for Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(11), 573-597, 2014.

Ga, K.S., Correlation between reading ability and reading cognitive variables. *The Korean Reading Association*, 15, 243-269, 2006.

Goodman, K, Goodman, Y. and Flores, B., *Reading in the bilingual classroom: Literacy and biliteracy*. Rosslyn, VA: National Clearing For Bilingual Education, 1979.

Goodman, K.S., A linguistic study of cues and miscues in reading. *Elementary English*, 42(6), 639-643, 1965.

Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Rodríguez, M., Reyes, A., Fernández, T. and Bernal, J., Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 95(6), 426-433, 1995.

Holcomb, P.J. and Grainger, J., On the time course of visual word recognition: An event-related potential investigation using masked repetition priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(10), 1631-1643, 2006.

Im, J.N., Min, S.N. and Cho, S.M., Comparison of Cognitive Loads between Koreans and Foreigners in the Reading Process. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 35(4), 293-305, 2016.

Jeon, H.I., Yun, H.O. and Hong, O.H., The representation and processing of polysemy and homonym nouns in Korean sentence comprehension: an ERP study. *Language Eesearch Institute*, 68, 149-182, 2015.

Jeon, S.J., Needs Analysis of Korean Learners for Reading Education for Academic Purpose. *Korean Language Education as a Foreign Language*, 29(0), 203-230, 2004.

Jeong, S.M., Study of Textbook Reading Tendency of the First Grade Students in Elementary School through the Eye-tracking. *Master's Thesis*, 2015.

Juhola, M. and Grönfors, T., A scheme of inference of regular grammars for the syntactic pattern recognition of saccadic eye movements. *Artificial Intelligence in Medicine*, 3(2), 87-93, 1991.

Just, M.A. and Carpenter, P.A.A., theory of reading: from eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329, 1980.

Ki, J.S., A Study of Korean Reading Strategies Employed by Chinese Background Speakers. *The International Association for Korean Language Education*, 21(2), 29-58, 2010.

Kim, J.Y., Lee, M,H., Min, S,N., Cho, Y.J. and Choi, J.H., Quantitative Comparison of the E-book and Paper-book by using Eye-tracker. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 31(5), 609-616, 2012.

Kim, T.Y. and Yi, S.H., The Differences in Children's Story Comprehension According to the Types of Reading Media: Paperback Books vs. Electronic Books. *Korean Journal of Child Studies*, 35(4), 249-262, 2014.

Kwon, Y., Nam, K. and Lee, Y., ERP index of the morphological family size effect during word recognition. *Neuropsychologia*, 50(14), 3385-3391, 2012.

Lee, M.S. and Yong, N.S., Processing of syntactic dependency in Korean relative clauses: Evidence from an eye-tracking study. *Korean Journal of Cognitive Science*, 20(4), 507-533, 2009.

Liu, H.C. and Chuang, H.H., An examination of cognitive processing of multimedia information based on viewers' eye movements. *Interactive Learning Environments*, 19(5), 503-517, 2011.

Morrison, R.E. and Rayner, K., Saccade size in reading depends upon character spaces and not visual angle. *Attention, Perception and Psychophysics*, 30(4), 395-396, 1981.

Newell, A. and Simon, H.A., *Human problem solving, Englewood Cliffs*. NJ: Prentice-Hall, 1972.

Rayner, K., Ashby, J., Pollatsek, A. and Reichle, E.D., The effects of frequency and predictability on eye fixations in reading: implications for the EZ Reader model, Journal of Experimental Psychology. *Human Perception and Performance*, 30(4), 720, 2004.

Sim, S.M., An Analysis of Research Trends in Korean Language Education for Multicultural Learner. *The Association of Korean Education*, 98, 153-183, 2014.

Suh, H., Kim, J.H., Pyeon, J.Y. and Shin, Y.H., A Research of Characteristics and Eye-tracking of Readers in Problem-solving Context-Focused on Readers' Task Commitment According to the Reading Level. *Korea Reading Association*, 38, 225-254, 2016.

Author listings

Jung Nam Im: disk403@hanmail.net
Highest degree: Ph.D., Department of Korean Language and Literature, Hanyang University
Position title: Lecturing Professor, Institute of International Education, Hanyang University
Areas of interest: Readability, Legibility, Cognition, Reading stress, Korean education

Seung Nam Min: msnijn12@hanmail.net
Highest degree: Ph.D., Department of Industrial Engineering, Hanyang University
Position title: Professor, Department of fire and safety Management, Shinsung University
Areas of interest: Ergonomics, safety, cognition, WMSDs, Job Stress, Human Error

Sung Moon Cho: mooni67@hanyang.ac.kr
Highest degree: Ph.D., Department of Korean Language and Literature, Hanyang University
Position title: Professor, Department of Korean Language and Literature, Hanyang University
Areas of interest: Korean phonology, Korean phonetics, Optimality Theory, Korean education