

Development of Reading Ability Diagnosis Indicators using Eye tracker

Lee Kyeong-hwa(Professor)¹⁾ · Choi Sook-ki(Professor)¹⁾ · Lee Gyeong-nam(Ph.D)²⁾

Kang Seo-hee(Teacher)^{*3)} · Kim Taeho(Teacher)⁴⁾

Korea National University of Education¹⁾ · Korean Institute for Curriculum and Evaluation²⁾

Donam Elementary School³⁾ · Chungnam High School⁴⁾

아이트래커를 활용한 읽기 능력 진단 지표 개발

이경화(교수)¹⁾ · 최숙기(교수)¹⁾ · 이경남(연구원)²⁾ · 강서희(교사)^{*3)} · 김태호(교사)⁴⁾

¹⁾한국교원대학교 · ²⁾한국교육과정평가원 · ³⁾서울돈암초등학교 · ⁴⁾대전충남고등학교

<ABSTRACT>

Reading ability is a fundamental and essential ability to lead everyday life. There have been attempts to diagnose and effectively guide learners in their reading ability. However, this was mainly centered on indirect and multiple-choice assessments. Therefore, this study focused on the eye tracker as a tool to supplement the limitations of indirect assessment and the shortcomings of the multiple choice question, and developed a reading ability diagnostic assessment using the eye tracker. For the reading ability diagnostic assessment using eye tracker, a reading ability factors was extracted and developed for each grade level. The assessment questions were revised and statistically verified through multiple test. In addition, based on reading ability, the students were sampled and applied reading assessment using eye tracker. These results were used to derive a reading ability diagnosis indicators. Reading diagnostic instrument that uses eye tracker is able to diagnose reading process. This provides an effective guidance by providing more accurate feedback to improve reading ability.

Key words : Reading ability diagnosis, eye tracker, reading process assessment, reading ability diagnostic indicators.

I. Introduction

읽기 능력 진단은 읽기 교육에서 중요한 역할을 한다. 읽기 능력을 정확히 진단해야 학습자들이 읽기에 어려움을 겪는 부분에 대해 효율적인 중재가

가능하기 때문이다. 특히 초등학교 시기에는 학교 학습과 사회 적응에 필요한 기초적인 읽기 능력이 형성되기 때문에 읽기 능력 부족으로 인한 학습 누적이 더 크게 발생할 수 있다. 따라서 초등 학습자의 읽기 능력을 정확하게 진단하고 효율적인 중재 활동을 제공하는 것이 필수적이다.

※ 본 연구는 중소기업청 혁신형기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임.(S2499518)

* Corresponding Author : Kang Seo-hee, kseohec86@daum.net

Received May 31, 2019; Reviewed June 10, 2019; Accepted June 12; Published June 30, 2019

© 2019. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

이와 같은 관점에서 초등 학습자의 읽기 능력을 정밀하게 측정할 수 있는 타당성과 신뢰성 높은 검사 도구가 필요하다. 읽기 검사 도구가 타당성과 신뢰성을 갖추기 위해서는 읽기 능력의 본질을 정확하게 측정해야 한다. 읽기는 독자가 텍스트를 읽으면서 다양한 정보를 처리하는 역동적인 인지 과정이다. 그렇기 때문에 학습자가 정확한 의미를 구성하였는가를 측정할 뿐만 아니라, 읽기 과정에서 나타나는 인지적 처리 양상을 측정해야 한다. 읽기 검사 도구에서 읽기 과정을 측정하고 진단하면, 학습자의 읽기 과정에 대한 구체적인 피드백이 가능하기 때문에 읽기 능력 향상에 더욱 기여할 수 있다.

기존 초등 학습자 대상 표준화 읽기 능력 검사 도구는(천정록, 2006; 한철우, 이경화, 최규홍, 2007; 윤준채, 서혁, 2010) 읽기 결과에 초점을 둔 검사들이다. 이 검사들은 표준화되어 객관적이며 대량 검사가 가능하다는 장점이 있다. 그러나 독자의 읽기 과정을 포함하지 않아 구체적인 학습자의 중재 활동을 제안하기에 한계가 있다. 읽기 과정과 읽기 결과를 함께 검사하여 학습자의 읽기 능력을 총체적으로 살펴보는 검사 도구는 전무한 실정이다. 이와 같이 읽기 능력 검사 도구가 읽기 결과를 평가하는데 그치는 것은 읽기라는 인지적 과정을 객관적으로 측정하기 어렵기 때문이다.

이에 이 연구에서는 읽기 과정을 측정하기 위한 도구로서 아이트래커에 주목한다. 아이트래커는 독자의 시선을 추적하여 읽기 중 사고 과정을 예측할 수 있게 한다. 현재 국어교육연구에서는 아이트래커를 사용하여 독자 집단 혹은 텍스트 유형에 초점을 맞추어 읽기 과정의 특성을 분석하였다(박영민, 2012a, 2012b; 최숙기, 2014, 2016; 이소라, 2014; 김현진, 2015). 그러나 이와 같은 연구들은 읽기 과정을 진단하기 위한 객관적인 지표를 제시하지 않았다. 또한 초등 학습자를 대상으로 한 연구가 적은 편이다. 초등 학습자의 읽기 과정을 진단하고 판단하기 위해 객관적 시선 지표를 구성할 필요가 있다.

이 연구의 최종 목적은 초등 학습자의 읽기 능력을 복합적이고 체계적으로 진단할 수 있는 객관적 시선 지표를 활용한 읽기 능력 진단 도구 개발하는 것이다. 이 검사 도구에는 표준화된 읽기 결과 평가와 아이트래커를 활용한 읽기 과정 평가가 포함될

것이다. 이 연구는 이 중에서 아이트래커를 활용한 읽기 과정 평가의 객관적 시선 지표 개발 연구에 초점을 둘 것이다.

II. Theoretical Background

1. Reading Ability Factors

이 절에서는 읽기에 대한 정의와 읽기 능력 요소에 대한 연구(Harris & Hodges, 1995) 및 국내외 읽기 능력 검사 도구(한철우 외의 읽기 표준화 검사 도구, NAEP, NAER, PISA, PIRLS)의 읽기 능력의 개념을 검토한다. 읽기는 문자를 구어와 유사한 표상으로 변형시키는 과정과 텍스트에서 정보를 읽어내고 통합, 조절하여 의미를 구성하는 과정으로 나뉜다. 이 연구에서는 전자의 과정에 필요한 기능을 읽기 기초 기능, 후자의 과정에 필요한 기능을 고등 사고 기능으로 크게 구분하고 각각 3개 구인을 하위 요인으로 하여 총 6개 구인을 설정하였다. 이 구인을 학년의 발달과 비중에 따라 4개 영역을 선정하여 세부 평가 요소를 제시하였다. 읽기 평가 구인은 다음과 같다.

<Table 1> Reading Assessment Factors

평가 구인	
기초 기능	한글 해독
	문장 이해
	어휘력
고등 사고 기능	사실적 이해
	추론적 이해
	비판적 이해

읽기 기초 기능에 해당하는 구인은 ‘한글 해독’, ‘문장 이해’, ‘어휘력’이다. ‘한글 해독’은 한글을 읽고 해독하고(decoding) 재인(recognition)할 수 있는 능력이다. 이 구인은 한글 해독 시기에 중요한 요소로 향후 읽기 능력을 예측하는 중요한 기초 기능이다(이경남·박혜림·이경화, 2018). 한글 해독의 평가 요소는 글자의 짜임 알기, 한글 자모의 이름과 소리값 알기, 소리와 표기의 관계 이해하기이다.

이어 ‘문장 이해’는 문장을 읽고 이해하는 능력이다. 한글 해독을 바탕으로 문장 수준에서 그 뜻을 파악할 수 있는 능력을 말한다. 문장 이해의 평가 요소는 단문 이해하기(꾸미는 말 관형어, 부사어 포함), 복문 이해하기(대등절, 종속절 포함 혹은 안긴 문장)이다.

‘어휘력’은 낱말의 형태와 의미를 알고 맥락에 맞게 적절히 사용할 수 있는 능력이다. 어휘력의 평가 요소로는 낱말의 의미 관계 알기(유의어, 반의어 및 상·하위어), 낱말 확장 방법 알기, 낱말의 의미 파악하기(문맥적 의미 파악하기, 다의어 및 동음이의어), 관용 표현 활용하기 등이다.

다음으로 고등 사고 기능에 해당하는 구인은 ‘사실적 이해’, ‘추론적 이해’, ‘비판적 이해’를 설정하였다. ‘사실적 이해’는 글에 나타나 있는 명시적인 정보를 정확하게 이해하는 능력이다. 사실적 이해의 평가 요소는 글의 대상, 화제에 대해 파악하기, 글을 읽고 세부 내용 파악하기, 표의 정보 파악하기 등이다.

‘추론적 이해’는 글에 명시적으로 나타난 내용을 바탕으로 글에 나타나 있지 않은 내용을 이해하는 능력이다. 즉, 글의 내적인 응집성을 파악하는 과정에서 배경 지식을 활용하여 이해하는 과정이다. 추론적 이해의 평가 요소는 이어질 내용 예측하기, 생략된 내용 추론하기, 관련된 배경지식 점검하기 등이다.

‘비판적 이해’는 다른 관점에 따라 지문을 판단하고 이해하는 능력이다. 비판적 이해의 평가 요소는 사실과 의견을 구분하기, 주장과 근거의 내용 관계 판단하기(통일성 평가), 주장과 근거의 연결 관계 판단하기(응집성의 평가), 주장에 뒷받침하는 근거의 신뢰성 판단하기(신뢰성 평가), 자료의 해석 타당성 판단하기 등이다.

2. Eye-Tracking Indicator for Reading Assessment

아이트래커는 눈동자 움직임을 추적하여 독자의 읽기 과정을 유추할 수 있는 도구이다. 글을 읽는 과정에서 독자는 텍스트를 순차적으로 읽어 나가는 것이 아니라, 특정한 부분에 집중하기도 하고 건너뛰기도 하며 정보를 처리한다. 독자의 시선 고정이 유의미한 인지적 활동이 일어났음을 의미한다는 전

제에 착안하여 읽기 과정 연구에서는 아이트래커가 활발히 사용되고 있다.

아이트래커를 통해 읽기 평가에서 읽기 전략이 활용되는 양상을 관찰할 수 있다. 평가를 위한 한편의 텍스트에는 과제 문항을 해결하기 위한 다양한 요소들이 있다. 중심 문장과 같이 중요한 정보를 담고 있는 부분이 있고 상대적으로 세부적인 정보가 있는 부분이 있다. 또한 문자뿐만 아니라 그림, 표와 같은 도식도 읽기 전략에 영향을 미친다. 지필 평가의 경우 독자가 이와 같은 사고 과정을 끝낸 결과를 평가함으로써 독자의 사고과정을 추론할 수 밖에 없다. 그러나 아이트래커는 텍스트를 구성하는 다양한 요소에서 정보를 찾고 구성하는 독자의 읽기 과정을 추적할 수 있기 때문에, 이는 독자의 사고 과정을 추적할 수 있는 지표가 된다.

아이트래커를 활용한 읽기 진단 평가에서는 고정(fixation)과 회귀(regression)가 분석의 대상이 될 수 있다. 이 연구에서 활용하고자 하는 구체적인 시선 지표는 다음과 같다.

<Table 2> Eye-tracking Indicators for Reading Assessment using Eyetracker

측정 지표		정의
고정 (fixation)	총 고정시간	개별 시선 고정 시간의 총합
	평균 고정 시간	고정의 평균 지속 시간
	고정 수	시선 고정 발생 횟수
회귀(regression)		이미 읽었던 텍스트에 되돌아가는 움직임
시선의 흐름 (scan path)		텍스트 위에서의 시선 움직임

고정(fixation)은 시선이 특정한 지점에 머무는 것이다. 고정과 관련된 시선 추적 지표는 총 고정 시간, 평균 고정 시간, 고정 수 등 세부적으로 나누어 분석될 수 있다(최숙기, 2014 : 576). 고정 시간은 시선이 한 곳에 머무르는 시간을 의미하며, 평균 고정 시간은 전체 읽기 과정에서 나타난 고정들의 평균 시간을 의미하며, 고정 수는 시선고정이 발생되는 횟수를 의미한다. 시선이 고정되어 있다는 것은

독자의 주의를 집중된 것으로 볼 수 있고 그 지점에서 유의미한 정보처리 과정이 일어나는 것으로 볼 수 있다. 독자의 평균 고정 시간은 200~250ms이며, 고정 시간이 평균보다 길게 나타나는 것은 그 부분에서 사고 과정이 활발하게 나타났다고 가정할 수 있다(Holmqvist et al., 2011).

기존 연구에서는 고정을 독자의 의미 있는 정보 처리가 일어나는 과정으로 보고 능숙한 독자와 미숙한 독자의 읽기 과정 특성을 설명하고자 하였다. Lefton et al.(1979), Rayner et al.(2012), 박영민(2012a)에서 능숙한 독자는 짧은 고정시간을 보이는 것으로 보고되었다. 미숙한 독자는 문장을 읽고 내용을 이해하는 데 상대적으로 긴 시간이 걸린다는 주장을 뒷받침한다. 그러나 Schoot et al.(2008), 서혁 외(2016)에서는 능숙하거나 과제집착력이 높은 독자는 유의미한 지점에서의 고정 시간이 길게 나타난다고 보고하였다. 이처럼 고정 시간 및 고정 수, 평균 고정 시간이 독자에게 의미 있는 정보 처리 과정이 나타나는 지점을 설명할 수 있는 지표이다. 그러나 그 해석에 관련해서는 상반된 결과들이 보고되고 있다.

회귀(regression)는 이미 읽었던 부분으로 시선이 되돌아가는 것이다. 즉, 내용을 다시 확인하기 위하여 이미 읽은 텍스트로 되돌아가는 것이다. 이는 독자가 텍스트를 이해하기 위한 유의미한 인지적 과정으로 간주되어 읽기 과정 연구에 사용되고 있다.(Rayner, 1998: 387). Ashby et al. (2005)에서 능숙한 독자들은 회귀 빈도가 낮은 것으로 나타났다. 또한 박영민(2012a)에서는 능숙한 독자가 유의미한 지점에 회귀하는 경향을 보임을 관찰하였으며, 서혁 외(2016)에서도 회귀는 독자가 주의를 기울이는 과정으로 보고 과제 집착력과 관련하여 해석하였다. 이처럼 회귀는 읽기 능력을 추측할 수 있는 요소가 된다. 회귀 빈도 또한 읽기 능력을 유추할 수 있는 정보가 된다. 회귀 빈도가 높은 것은 적극적으로 읽기 과정에 참여하는 것으로 볼 수 있지만, 읽기 과정에서 오류가 나타나는 것으로 볼 수 있다(최숙기, 2014 : 577).

시선의 흐름(scan path)은 텍스트 위에서 시선이 움직이는 과정이다. 이는 고정-도약-고정의 과정이 이어지는 눈동자 움직임의 패턴이다. 글을 읽는 과정에서 독자는 의도적으로 특정한 부분에 시선을

고정한 후 다른 지점으로 도약하여 고정한다. 시선의 흐름은 독자가 정보를 통합하는 양상을 추론할 수 있는 실마리가 된다.

이 연구에서는 고정 및 회귀를 읽기 능력을 추론하는 지표로 사용하고자 한다. 고정은 고정시간 및 고정 수, 평균 고정 지속값으로 세분화하여 분석하였다. 특히 고정 시간의 경우 중요 정보 및 중요 단어 탐색 과정에서 능력별로 차이가 나타나는 것으로 간주하였다. 그리고 회귀의 경우 읽기 능력 중 작업 기억의 차이와 관련하여 읽기 이해 과정에서의 정보 처리 능력의 차이를 객관적으로 분석할 수 있는 지표가 된다. 이처럼 시선 지표들은 읽기 처리 과정에서의 학습자별 능력 진단을 위한 객관적 정보로 활용할 수 있다.

III. Methodology

1. Procedure

읽기 과정 평가를 위한 객관적 시선 추적 지표를 개발하기 위한 과정은 다음과 같다. 먼저 표준화된 검사 문항을 통해 읽기 능력을 진단하고, 이를 기반으로 읽기 능력에 따라 표집한다. 이 학습자들을 대상으로 아이트래커를 사용하여 읽기 과정을 측정하고, 시선 추적 지표를 도출하고 해석하는 과정을 거친다. 연구 절차와 각 단계의 세부 연구 문제는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Research Procedure

연구 절차	연구 문제
읽기 능력 진단	- 읽기 결과 평가 문항 개발 - 평가 문항 표준화 - 읽기 능력 판정 준거 설정
↓	
아이트래커를 사용한 읽기 과정 측정	- 읽기 과정 평가 문항 개발 - 학년별, 읽기 능력별 표집
↓	
시선 추적 지표 해석	- 읽기 전략 및 과제 분석 - 자료 분석 및 지표 해석

2. Participants and Practice

읽기 결과 평가의 표준화 및 타당성 검사를 위한 본검사는 다음과 같이 시행하였다. 2~6학년의 검사는 2018년 5월에 실시하였다. 1학년 검사는 교육과정을 고려하여 7월에 별도로 시행하였고, 발달적 특성을 고려하여 다른 학년에 비해 소규모로 표집하였다. 본 검사에 참여한 학습자의 수는 다음과 같다.

<Table 4> the Number of Cases

학년	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년
사례 수	46	160	136	89	107	105

본검사의 기술통계 및 정규분포를 고려하여 상, 중, 하 세 집단을 구분하는 준거를 제시하였다. 이를 설정하는 기준은 일반적인 기준인 상 25%, 중 50%, 하 25%로 구분하였다. 이를 기반으로 아이트레이커를 활용한 읽기 과정 평가의 시선 추적 자료를 분석하였다. 시선 추적 시에는 읽기 결과 평가의 결과에 근거하여 ‘도달’, ‘미도달’로 구분하였다. ‘도달’은 상, 중에 해당하는 학습자이며, 이는 각 학년에서 요구되는 기본적인 읽기 능력 수준에 도달하였다는 뜻이다. ‘미도달’은 하에 해당하는 학습자이며, 각 학년에서 요구하는 읽기 능력 수준에 도달하지 못했음을 의미한다.

읽기 능력 진단을 위한 시선 측정 지표 수집 과정은 예비검사와 본검사로 나누어 이루어졌다. 예비검사는 2018년 7월에 실행하였고, 6학년 학습자 4명을 대상으로 이루어졌다. 예비검사를 위해 읽기 결과 평가에 참여하였던 학습자를 대상으로 담임교사의 추천을 받아 선정하였다. 예비검사 결과를 통해 시스템의 안정화 및 문항의 수정을 거쳤다.

본검사는 2018년 10월, 11월에 실행하였다. 본검사는 학년별 6명 총 36명을 대상으로 이루어졌다. 본검사를 위해 전국에서 6개 학급을 대상으로 학년마다 읽기 능력 수준 상, 중, 하 각 2명 학습자를 표집하여 아이트레이커를 활용하여 읽기 과정을 측정하였다.

3. Reading Assessment Presentation

1) Screen Layout

시선 추적을 통한 읽기 과정 평가는 컴퓨터로 이루어진다. 따라서 연구의 제약이 없도록 가장 기본적인 사양인 19인치 모니터, 해상도 1280*1024를 기준으로 구성하였다. 기존의 웹 기반 검사 CBAL(Cognitively Based Assessment of, for, and as Learning), ePIRLS(Progress in International Reading Literacy Study)의 검사 화면을 분석하여 좌단/우단의 형태로 제시하는 것이 시선 추적에 용이할 것으로 판단하였다. 이에 [Figure 1]과 같이 기본 화면 레이아웃을 제시하였다.



[Figure 1] Examples of Screen Layout

전체 레이아웃을 정한 뒤 지문 및 문항의 분량을 정하기 위하여 글자 크기를 정하여 지문 및 문항의 분량 범위를 정하고자 하였다. Legge(2016)의 연구에 따르면, 글자 높이 기준 0.3도~20도에서 원활하게 읽기가 일어날 수 있다고 하였다. 이 범위 안에서 초등학교 국어 교과서에 준하여 글자 크기 및 분량을 세부적으로 정하였다. 학년군별 글자 크기는 1,2학년군은 18pt, 3,4학년군은 16pt, 5,6학년군은 14pt로 설정되었다. 이에 따라 지문 및 문항의 최대 범위를 글자 수로 제시하여 지문 개발 방향을 정하였다.

2) Questions of Reading Assessment

본 연구 과제에서는 정보 탐색을 중심으로 시선

지표를 측정할 수 있도록 설명 텍스트를 제시하였다. 지문 내용의 학년 적절성을 확보하기 위해 이전 교육과정의 국어 교과서 제재를 참고하였다. 또한 지문의 분량을 파악하기 위해 초등학교 3학년 진단 평가와 초등학교 6학년 성취도 평가의 지문의 분량을 참고하였다. 이를 통해 구성된 기준은 다음과 같다.

<Table 5> the Number of Characters

학년	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년
글자 수	80~ 130	100~ 150	140~ 190	280~ 350	480~ 570	550~ 640

평가 문항은 학년별 지문 1개, 문항 2개로 구성하였다. 문항은 학년 수준을 고려하여 1,2학년은 4지선다형으로, 3~6학년의 경우 5지 선다형으로 구성하였다.

4. Research Tools and Analysis Method

시선 추적은 Gazepoint GP3 eye tracker로 측정하였고, OGAMA 프로그램을 사용하여 분석하였다. 이 장치는 양쪽 눈을 측정하며 시간 분해 가능 범주가 60Hz이다. 문항은 LED 모니터를 통해 제시되었으며, 9점 보정(calibration)을 거쳤다. 학습자들은 연구자들의 검사 절차 안내를 듣고 실험에 참여하였다. 본 검사에서는 마우스를 움직여 답안을 클릭하여 답안을 선택하였다. 과정 평가 문항이 끝난 후 학습자들에게 문항 풀이 과정에 대한 회상적 사고 구술 및 읽기 습관에 관한 인터뷰를 실행하였다. 결과 분석 과정에서 자체 프로그램의 데이터 유실률을 파악하여 유실률이 20%가 넘어가는 데이터는 제외하였다.

시선 추적 데이터는 OGAMA 5.0의 분석 도구 사용하여 시선 추적 지표를 도출하였다. 분석은 읽기 과정 전반에 관련된 지표, 문항을 푸는 과정에서 도출되는 지표를 도출하였다.

읽기 과정 전반에 관련된 지표는 전 학년의 자료에서 동일하게 추출하였다. 지문 읽기부터 문항 풀이까지의 전체 시간, 초당 고정 수, 총 고정 수와 지문 부분에 대한 고정 시간, 회귀값을 도출하였다. 이 지표를 분석하기 위해 화면에 지문이 있는 영역

을 AOI로 설정하였다.

문항 영역과 단서 영역을 AOI로 설정하여 각각에 대한 고정 시간을 도출하고, 그것을 문항과 관련된 지표로 하였다. 문항에 대한 핵심적인 단서가 있는 부분을 분석하기 위해 전문가 과제 분석을 실시하였다. 전문가 과제 분석은 능숙한 독자로서 전문가가 과제를 분석하여 문항 풀이 전략을 도출한 것이다. 이 문항 풀이 과정에서 문항 풀이에 필수적인 정보를 담고 있는 단서 영역을 도출하였다.

학년별 시선 추적 데이터를 중심으로 읽기 능력 진단 지표를 도출하였다. 시선 추적을 통한 진단 지표는 ‘도달’에 해당하는 학습자들과 ‘미도달’에 해당하는 학습자들의 지표값의 평균으로 제시하였다. 이와 같이 두 단계로 나눈 것은 본 검사가 진단 검사의 성격을 가지고 있으므로 읽기에 어려움을 겪는 학습자들의 특성에 보다 집중하기 위함이다.

IV. Results

학년별로 표집한 수준별 학습자를 대상으로 아이트래커 측정을 마치고 면담을 시행하였다. 읽기 능력 상 수준에 해당되는 ‘도달’과 읽기 능력 하 수준에 해당되는 ‘미도달’로 나누어 읽기 과정의 특성을 제시하였다. 학년별 읽기 능력 진단 지표는 <Table 6>과 같다.

1. Grade 1

초등학교 1학년의 평가 문항은 나라마다 다른 인사법에 관련된 지문과 사실적 읽기 평가 문항 2개로 이루어져 있다.

분석 결과 1학년에서는 읽기 능력이 높을수록 지표의 값이 낮게 나타나는 경향을 보인다. 특히 전체 시간 및 고정 수, 지문 고정 시간 및 지문 회귀 값에서 큰 차이가 나타났다. 1학년의 경우 미도달 학생들은 글을 읽고 정보를 파악하기 위해 오랜 시간 화면에 집중하여 보는 것을 알 수 있다. 또한 지문을 읽는 과정에서 미도달 학습자들이 많은 회귀를 보인다는 것은 텍스트를 읽고 정보를 처리하는 것에 어려움을 보임을 알 수 있다.

<Table 6> Eye-tracking indicators for Reading Assessment

학년	기준	전체 시간	총 고정 수	평균 고정 지속값	지문 고정 시간	지문 회귀	문항 1 고정 시간	단서1 고정 시간	문항 2 고정 시간	단서2 고정 시간
1학년	도달	29.28	60.75	428.92	4.09	1.75	1.42	0.55	1.89	0.21
	미도달	107.03	218.5	525.59	25.19	18	5.14	2.08	4.90	5.98
2학년	도달	59.05	88.5	520.01	6.84	4.25	3.48	2.45	2.84	0.10
	미도달	51.32	76	243.93	0.16	0	2.13	0	8.76	0.08
3학년	도달	111.27	168.5	780.86	15.81	9.5	3.52	2.75	5.08	1.74
	미도달	99.93	152.67	537.91	10.39	5.7	6.71	0.62	13.10	0.59
4학년	도달	154.34	135.5	646.9	23.31	6	3.57	3.54	6.23	2.81
	미도달	139.69	193	569.22	25.51	2.5	9.48	5.3	6.76	0.37
5학년	도달	129.93	169	586.05	32.57	12.67	4.78	3.14	6.22	8.44
	미도달	80.36	112	583.12	15.34	3.5	5.36	0.39	5.48	2.37
6학년	도달	83.97	105.75	645.9	16.17	2	10.45	1.28	2.81	0.29
	미도달	98.11	131	543.2	10.32	5	6.2	1.81	0	0

문항 1,2에 고정된 시간도 도달 학습자가 미도달 학습자에 비해 짧게 나타났으며, 단서1,2에 고정된 시간도 짧게 나타났다. 앞서 살펴본 것처럼 읽기 능력이 낮은 학습자일수록 문항 자체를 이해하는 데 시간이 걸리며, 읽기 단서를 이해하는 데 어려움을 겪는다는 것을 알 수 있다.

2. Grade 2

초등학교 2학년의 평가 문항은 다양한 동물의 눈의 특징에 대한 설명 텍스트를 읽고 사실적 이해를 묻는 문항, 추론적 이해를 묻는 문항 두 문항으로 이루어져 있다.

2학년의 경우 모든 항목에 대하여 도달 학습자의 지표가 높게 나타나고 있다. 도달 학습자들이 보다 집중하여 텍스트를 보고 주의 깊게 보는 특성이 나타남을 알 수 있다. 특히 평균 고정 지속값에서 도달에 해당하는 학습자들이 미도달에 해당하는 학습자들보다 높게 나타나는 양상을 보임으로써, 읽을 때 집중하여 보는 양상을 보임을 알 수 있다. 또한 지문 고정 시간에서 도달 학습자와 미도달 학습자의 수치가 큰 차이가 보이고 있다. 2학년의 경우 지문에 집중하여 관련된 내용을 살펴보기가 어려움을 알 수 있다.

또한 문항 1에 관련된 지표를 살펴보면 문항 고정 시간에서 도달 학습자가 더 짧게 나타남을 알 수 있다. 이는 읽기 능력이 뛰어난 학습자들이 문항 정보를 더욱 빠르게 확인함을 뜻한다. 반면 단서 1

에 대한 고정 시간은 미도달 학습자의 경우 거의 나타나지 않았다. 이는 중요한 정보의 위치를 찾기 어려워하며, 중요 단서 및 문항에 대해 집중하여 파악해내는 능력이 부족한 것으로 보인다. 문항 2의 경우 추론에 관련된 문항으로 도달 학습자보다 미도달 학습자의 고정시간이 길었으나, 반면 단서 2에 대한 고정시간은 도달 학습자가 미도달 학습자보다 길었다. 즉, 미도달 학습자는 추론적 이해를 묻는 문항에 대한 의미 파악에 시간이 더 걸리지만, 단서를 찾고 집중하는 능력은 부족한 것으로 보인다.

3. Grade 3

초등학교 3학년의 평가 문항은 이가 없는 동물이 먹이를 먹는 방법에 대한 설명 텍스트를 읽고 사실적 이해를 묻는 문항과 추론적 이해를 묻는 문항을 해결하도록 구성되었다.

3학년의 평가 지표를 볼 때 전체시간, 총 고정 수, 평균 고정 지속값, 지문 고정시간, 지문 회귀 등의 값은 도달 학습자들이 상대적으로 높게 나타나고 있다. 도달 학습자들의 고정 수와 평균 고정 지속값이 높은 것으로 미루어 보아 텍스트에 집중하고 살펴보는 경향이 관찰된다. 나아가 지문영역에 고정된 시간이 길고 회귀가 자주 관찰된다. 이는 이후의 문항 고정 시간과 비교해 볼 때, 도달 학습자들에 비해 미도달 학습자들이 지문보다 문항 그 자체에 집중하여 과제를 해결하려고 하였음을 알 수 있다.

문항 1,2 에 대한 지표를 확인해 보면, 읽기 능력

이 부족한 학습자의 경우, 문항 자체에 대한 고정 시간이 상대적으로 길게 나타나 지문을 읽고 이해하는 데 시간이 오래 걸리는 것을 알 수 있다. 그러나 이에 비해 단서 1, 2에 고정하는 시간은 매우 짧다. 즉, 읽기 과제 자체를 이해하는 시간이 길게 걸리나, 지문 내에서 문항 풀이를 위해 확인해야 할 정보의 위치를 기억하고, 그 위치로 돌아가 내용을 확인하는 전략이 부족한 것으로 볼 수 있다.

4. Grade 4

초등학교 4학년 평가 문항은 태풍의 명칭을 붙이는 방법에 대한 설명 텍스트를 읽고 사실적 이해에 관한 문항과 추론적 이해에 관한 문항을 해결하도록 구성되었다.

4학년의 지표의 경우, 도달 학습자의 전체 시간, 평균 고정 지속값, 지문 회귀값이 미도달 학습자에 비해 높게 측정되었다. 반대로 도달 학습자의 총 고정 수, 지문 고정 시간은 미도달 학습자에 비해 낮게 측정되었다. 미도달 학습자들이 전체 시간은 짧게 측정이 되었음에도 총 고정 수가 더 높게 측정되었다.

문항 풀이와 관련된 지표를 확인하여 보면 사실적 이해를 묻는 1번 문항에 대해 미도달 학습자는 도달 학습자에 비해 단서 1에 대한 고정시간이 길게 나타났으며, 문제 1에 대한 고정시간 역시 상대적으로 길었다. 이는 미도달 학습자들의 경우, 상대적으로 지문에서 문항이 요구하는 정보의 중요도 판별에서 더 어려움을 겪고 있는 것으로 판단된다. 추론적 이해를 묻는 문항 2에 대한 고정시간은 미도달 학습자가 도달 학습자에 비해 길지만, 단서 2에 대한 고정시간은 도달 학습자가 미도달 학습자가 길다. 이는 추론하는 과정에서 읽기 과제 자체를 이해하는 시간이 길게 걸리나, 지문 내에서 추론을 위해 확인해야 할 정보의 위치를 기억하고, 그 위치로 돌아가 내용을 확인하는 전략이 부족한 것으로 볼 수 있다.

5. Grade 5

초등학교 5학년 평가 문항은 뇌에 대한 설명 텍스트를 읽고 사실적 이해에 관한 문항과 추론적 이

해에 관련된 문항을 해결하도록 구성되었다.

5학년에서는 도달 학습자들이 문항 1의 고정시간을 제외한 모든 지표에서 높은 수치로 측정되었다. 평균 고정 지속값에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 전체 시간, 총 고정 수, 지문 고정 시간 및 지문 회귀값의 경우 도달 학습자들의 지표가 높게 나타났다. 5학년의 경우 읽기 능력이 높을수록 지문과 문항을 자세히 읽을 뿐만 아니라 다시 회귀하며 꼼꼼히 읽는 양상을 보임을 알 수 있다.

문항과 관련된 지표를 확인해 보면 사실적 이해에 대한 문항 1의 고정 시간은 도달 학습자들이 다소 짧았다. 즉 능력 수준이 높은 학습자들은 문항 1에 대한 파악이 상대적으로 빨랐다. 그에 반해 도달 학습자들은 미도달 학습자에 비해 단서 1에 대한 고정 시간이 길게 나타났다. 미도달 학습자의 경우 문항 풀이에 요구되는 단서에 대한 고정시간이 상대적으로 짧거나 이에 고정하지 못하는 특징을 보였다. 추론적 이해를 묻는 문항 2와 단서 2의 고정 시간의 경우 도달 학생이 미도달 학생보다 긴 것을 보아 추론에 요구되는 단서의 정확한 이해 및 정교화에 어려움을 겪는 것을 확인할 수 있다.

6. Grade 6

초등학교 6학년 평가 문항은 ‘각 나라의 행복지수’를 보고하는 설명 텍스트를 읽고 추론적 이해에 관한 문항 2개로 이루어져 있다.

6학년의 시선 추적 지표를 살펴보면 전체 시간 및 총 고정 수, 지문 회귀값은 도달된 학습자가 더 낮게 나타났으며, 평균 고정 지속값 및 지문 고정 시간은 미도달 학습자들이 더 낮게 나타났다. 읽기 능력이 높은 학습자일수록 전체 시간이 짧음에도 불구하고, 지문 자체에 고정 시간이 길게 나타나는 것으로 볼 수 있다. 상대적으로 문항보다는 지문에 더 긴 시간을 고정하며, 자세히 읽는 양상을 드러내고 있다.

문항 풀이 과정의 특징을 살펴보면, 도달 학습자들은 지문 고정 시간이 미도달 학습자에 비해 상대적으로 길었던 반면, 단서 1에 고정되는 시간이 미도달 학습자에 비해 짧았다. 지문의 내용을 꼼꼼히 읽으면서 텍스트의 중요 정보를 정확히 이해하고 있기 때문에, 문항에서 텍스트의 중요 정보를 상대

적으로 수월하게 종합할 수 있었던 것으로 판단된다. 이와 달리 미도달 학습자는 지문 고정시간이 짧은 대신, 단서 1에 도달 학습자보다 고정시간이 긴 경향을 보인다. 문항 2와 단서 2의 경우 도달 학습자가 미도달 학습자에 비해 고정 시간이 길었다. 미도달 학습자의 경우 문항 2와 단서 2에 고정시간이 거의 측정되지 않았다.

V. Conclusions and Implications

이 연구에서는 기존의 읽기 능력 검사 도구들이 가진 한계를 극복하고자 하였다. 기존의 읽기 능력 검사 도구들은 주로 읽기 결과에 초점을 두었으며, 초등학교 학습자들의 특성을 반영하지 못하였다. 아이트래커를 활용한 읽기 능력 진단 검사 도구는 이를 극복하기 위한 방안이 될 수 있다. 이를 위해 이 연구에서는 객관적 시선 지표를 도출하여 초등학교 학습자들의 학년별 특성을 드러내고자 하였다. 학년별로 도출된 읽기 능력 지표는 다음 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Reading Ability Diagnosis Indicators using Eye tracker

학년	읽기 능력 진단 지표
1학년	도달 학습자는 미도달 학습자보다 전체 시간, 총 고정 수, 평균 고정 지속값, 지문 고정 시간, 지문 회귀값, 문항 1, 2 고정시간, 단서 1, 2 고정 시간이 낮다.
2학년	도달 학습자는 미도달 학습자보다 전체 시간, 총 고정 수, 평균 고정 지속값, 지문 고정 시간, 지문 회귀값, 문항 1 고정 시간 및 단서 1, 2 고정 시간이 높다.
3학년	도달 학습자는 미도달 학습자보다 전체 시간, 총 고정 수, 평균 고정 지속값, 지문 고정 시간 및 지문 회귀값이 높으나, 문항 1, 2 고정 시간은 도달 학습자가 미도달 학습자보다 짧다.
4학년	도달 학습자는 미도달 학습자보다 전체 시간, 평균 고정 지속값 및 지문 회귀값이 높으나, 총 고정 수, 지문 고정 시간, 문항 1, 2 고정 시간, 단서 1 고정 시간 경우 미도달 학습자에 비해 낮다.
5학년	도달 학습자가 미도달 학습자보다 거의 모든 항목에서 높으나, 문항 1 고정시간은 미도달 학습자에 비해 짧다.
6학년	도달 학습자가 전체 시간 및 총 고정수, 지문 회귀값이 낮고, 평균 고정 지속값 및 지문 고정 시간은 높다. 그리고 미도달 학생보다 문항 1, 2에 고정 시간은 긴 편이나 단서 1에 고정된 시간은 짧다.

이 연구를 통해 개발된 지표를 활용하면 초등학교 학습자들의 읽기 능력을 총체적으로 평가할 수 있다. 이는 읽기 과정에 대한 피드백이 가능하게 함으로써 효율적인 중재가 가능하게 한다. 앞으로 읽기 능력을 총체적으로 진단하기 위한 노력이 이어져야 할 것이다.

References

- Ashby, J et al.(2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(6), 1065-1086.
- Cheon, G. R.(2006), Developing and studying standardized reading tests, *Journal of reading research* 15, 425-456.
- Choi, I. J.(2013), A study on the direction of reading policy as cultural policy, *Journal of reading research* 30. 261-286
- Choi, J. H.(2012), Literary Education and Cognitive Psychology-Focused on concept of "Literary comprehension"-, *Korean Literature Education Research* 37. 125-156.
- Choi, S. K.(2014), Exploring Gender Difference in Reading Comprehension Process Using Eye Tracking Technology, *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction* 14(11), 573-597.
- Choi. S. K.(2016), middle school students' multiple documents comprehension patterns using eye tracking, *Journal of reading research* 39, 159-191.
- Han, C. W., Lee, K. H. & Choi, K. H.(2007), The study on developing standardized reading test for the kindergarten and elementary students, *Journal of reading research* 18, 321-354.
- Harris, T. L., & Hodges, R. E. (1995). *The literacy dictionary: The vocabulary of reading and writing*. International Reading Association.
- Holmqvist, K., et al. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. OUP Oxford.

- Kang, S. H.(2017), *A Study on the Aspects of Elementary Readers' Meaning Construction in Picturebook Reading : With Using Eye-tracker*, master's theses, Korea National University of Education, Chungbuk, The Republic of Korea.
- Kim, H. J.(2015), Research for Analysis of Korean Reading Process Using Eye-tracking technology - For intermediate and advanced readers among foreign korean learners, *The Language and Culture* 11(2), 131-159.
- Kim, T. H.(2019), *A Study on Reading Comprehension Profile Analysis and Customized Reading Education Using Cognitive Diagnosis Assessment-Focused on Korean High School Students*, Doctoral dissertation, Korea National University of Education, Chungbuk, The Republic of Korea.
- Lee, G. N., Park, H. R. & Lee, K. H.(2018), A Study on Selection of Basic Vocabulary for Hangeul Learning, *Journal of CheongRam Korean Language Education* 65. 213-235.
- Lee, J. S., Kim, B. S.(2015), Analysis of Evaluation of Reading Proficiency for the General Public, *Journal of reading research* 34. 199-222.
- Lee, S. R(2014), A Research on Traits of Adolescents' Reading and Eye movement in Internet Reading, *Korean language education research* 49(2), 417-444.
- Lefton, L. A., Nagle, R. J., Johnson, G., & Fisher, D. F. (1979). Eye movement dynamics of good and poor readers: Then and now. *Journal of Reading Behavior*, 11(4), 319-328.
- Legge, G. E. (2016). Reading digital with low vision. *Visible language*, 50(2), 102.
- Park, Y. M.(2012a), The Characteristics of Eye-movements during middle school, high school, and university students read a Korean expository text, *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 12(2), 165-189.
- Park, Y. M.(2012b), A Study on the Reading Process Characteristics of the Students with Reading Difficulty Based on Eye Movement, *Korean Language Education* 139, 335-362.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K., et al. (2012). *Psychology of reading*. Psychology Press.
- Seo, H. et al. (2016), A Research of Characteristics and Eye-tracking of Readers in Problem-solving Context-Focused on Readers' Task Commitment According to the Reading Level, *Journal of reading research* 38, 225-254.
- Schoot, M., et al. (2008). The role of two reading strategies in text comprehension: An eye fixation study in primary school children. *Journal of Research in Reading*, 31(2), 203-223.
- Yun, J. C. & Seo, H.(2010), The development of standardized reading comprehension tests II, *Journal of reading research* 24, 289-312.