

내삽·외삽 관련 과학그래프 과제 해결과정에서 나타나는 초등학생의 시선이동 분석

이대현¹ · 양일호^{2*}

¹대구봉덕초등학교 · ²한국교원대학교

An Analysis of Elementary School Students' Eye Movement in Solving Science Task of Graph about Interpolation and extrapolation

Dae-Hyun Lee¹ · Il-Ho Yang^{2*}

¹Daegu Bongdeok Slementary School · ²Korea National University of Education

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to analyze the characteristics of eye movement in elementary school students that appear in the process for problem solving related to interpolation and extrapolation science graph. Eye tracker was used to collect data on eye movement of students. Based on the content related to linear graphs that are dealt with in the science subject of elementary school, two questions on interpolation and one question on extrapolation were developed to fit eye tracking and used in this study. Twenty seven fourth grade students who had given prior consent and who had no constraints in eye tracking participated in the study. Using the eye tracking data and post interview, the students were divided into Type I (those who gave a correct answer) and Type II (those who gave a wrong answer) to analyze the eye movement characteristics in the problem solving process. To analyze the eye movement characteristics depending on whether they got the correct answer or not, the statistics of a fixation count and fixation duration were compared and analyzed. Using the Gaze plot and heat map data, categorization was carried out. The result showed that there was a statistically significant difference in the number of fixation count and fixation duration where no data were given on the linear graph, depending on whether the problem on interpolation was solved. That is, students who solved the problem thought of the broken part in the graph or the part that one needs to imagine the extension of as important parts and gave more thought on them. Students who were not able to solve interpolation problems mostly considered only one end of the broken linear graph, and there were also students who lacked basic understanding of graphs. Students who did not solve the problem on extrapolation mostly did not consider at all the parts on the graph that did not appear and tried to solve the problem by only using mathematical calculation. This study sets itself apart from existing studies on the understanding of graphs given that it tracks the students' gaze during the problem solving process on graphs related to interpolation and extrapolation. The study is expected to provide insight into instruction methods related to the understanding of science graphs by elementary school students.

* 교신저자 : 양일호, yih118@knue.ac.kr

Received December 1, 2016; Accepted December 15, 2016; Published December 31, 2016

© 2016. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

Key words : Graph Comprehension, Interpolation/Extrapolation, Eye-tracking Method

I. 서론

21세기의 과학 기술 교육은 비판적 사고, 복잡한 의사소통 능력, 반구조화된 문제를 해결하는 능력 등의 역량을 달성하도록 하여야 한다(Bybee & Fuchs, 2006). 또한 점점 증가하는 정보와 기술로 그래프나 표와 같은 시각적 정보 표현의 사용이 확대됨에 따라 주어진 정보를 통해 추론하고 경향성을 찾고 그 정보를 평가하는 능력과 같이 정보를 다루는 능력은 정보화시대의 핵심역량이다(Glazer, 2011).

그래프는 일반적으로 과학·수학·사회과학 분야에서 중요한 개념을 전달하기 위한 수단으로 사용된다(Zucker et al., 2014). 교육적 측면에서 그래프 해석은 과학적 능력보다는 수학적 기술로 여겨져 왔지만, 특정 영역의 전통적 경계를 벗어나 일반화 되고 있으며, 그래프 사용에 관한 연구들은 다양한 분야에서 이루어지고 있다(Peterman et al., 2015; Friel et al., 2001). 특히, 그래프를 이해하고 다루는 것은 과학에서 효과적인 의사소통의 도구로서 기초가 되며 과학의 전 분야에 걸쳐 사용되고 있다(Peterman et al., 2015; Vitale et al., 2015).

그래프는 텍스트와 비교하여 많은 양의 정보를 간결하게 표현할 수 있으며, 변수들 사이의 관계 및 변화를 시각적으로 나타내기엔 경제적인 방법이다(Zucker et al., 2014). 또한 그래프는 과학학습의 기초로 여겨지며(National Research Council, 1996), 학생들의 과학적 소양을 기르기 위해 중요한 것으로 여겨진다(Connery, 2007). 따라서 그래프로 표현되어진 많은 정보들이 만연한 현 시대에서 그래프를 해석하는 것은 제시된 정보와의 의사소통을 위해 모든 학생들에게 필수적인 능력(Glazer, 2011)이며 그래프의 해석과 작성능력은 과학에서 중심적 역할을 한다(Bowen & Roth, 2002).

그러나 그래프를 해석하는 것은 학생들에게 쉬운 과제가 아니며 스스로 학습하는 것도 어려운 일이다(Çil & Kar, 2015). 대부분의 초등학생과 다수의 중·고등학생들은 선 그래프를 이해하기 위한 멘탈 구조(mental structure)를 지니고 있지 않으며(Berg & Phillips, 1994), 전 연령에 걸쳐 그래프 사용에 어

려움을 겪고 있다(Leinhardt et al. 1990). Kim & Kim(2002)의 연구에서 학년이 올라갈수록 전반적으로 그래프 능력이 올라가지만 12학년이 되기 전 까지 학교교육에서의 그래프를 올바르게 작성하고 해석하는 능력이 부족하다고 말하고 있다. Zucker et al.(2015)은 그래프는 그림과 같이 중요한 가치를 지니고 있지만, 그래프를 잘 해석하기 위해서 대부분의 학생들이 선생님의 도움이 필요함을 이야기하였다. 또한 McTigue & Flowers(2011)은 4학년 학생들을 대상으로 한 과학 다이어그램의 이해에 대한 연구에서 학생들이 많은 오개념을 가지고 있다고 하였다. 그래프의 해석에 관한 것은 때때로 과학자들에게도 어려운 일이라는 것을 Roth & Bowen (2003)은 연구에서 밝히고 있다. 즉, 그래프를 해석하고 작성하는 능력은 쉽게 발전되어지는 것이 아니기 때문에 초등학교 저학년 시기부터 지도되어야 함을 의미한다(Deniz & Dulger, 2012).

그래프를 이해하는 것은 인지적 관점에서 가지고 있는 능력이 아니라 연습에 의해 학습되는 기술이다(Roth & McGinn, 1997). Wang 등(2012)에 따르면 일반적으로 학년이 올라갈수록 그래프를 읽는 능력이 증가되는데 학년에 따른 학생들의 특징을 파악하는 것은 학생들이 그래프의 정보를 읽고 사용하는 능력을 향상시키기 위한 방법을 찾는 것에 효과적이다. 따라서 학생들의 그래프 이해와 관련된 문제를 발견하는 것은 그래프와 관련된 학습에 많은 도움이 된다.

학생들의 그래프 이해와 관련하여 국내의 선행연구들을 살펴보면 대부분이 중·고등학생들을 대상으로 한 연구(Lim et al., 2010; Lee et al., 2010; Kim et al., 2009; Choi, 2008; Kim & Kim, 2005; Kim et al., 2005)들이다. 이러한 연구들은 학생들의 그래프 능력에 관한 분석틀을 기준으로 결과적 상황에 초점을 맞춘 연구들이거나 그래프 능력과 과학 탐구능력 및 학업성취도와의 상관관계 연구들이 주를 이루고 있었다.

수학적 원리를 가르치고 평가하기 위한 것과 사용되는 그래프와 과학에서 데이터를 분석하고 실제 현상을 표현하기 위해 사용되는 그래프의 사용 목적이

분명 다름에도(Boote, 2014) 초등학생을 대상으로 한 연구들은 대부분 수학과와 그래프와 관련되어진 연구들(Kang & Cho, 2015; Jo et al., 2014; Kim, 2013; Lee et al., 2009; Hwang & Pang, 2007; Lee & Park, 2006)이 많이 이루어지고 있었다.

초등학생을 대상으로 한 과학그래프 관련 연구들은 초등학교 5-6학년 학생들의 공간 능력 및 과학 탐구 능력에 따른 그래프 작성 및 해석 능력에 관한 연구(Jeon & Lee, 2012)와 초등학생을 위한 그래프 학습 언플러그드 개발에 관한 연구(Yang, 2016)가 있었으며 4-6학년을 대상으로 한 선 그래프의 작성 및 해석과정에 대한 Yang & Jang(2012)의 연구가 있었다.

학생들의 그래프 이해에 관한 연구들은 학생들의 그래프 이해에 관한 연구들은 탐구능력이나 학업성취도와 같은 변인들과의 상관관계 연구 혹은 면담에 의한 오류유형 해석, 주로 결과적 상황에 초점을 둔 연구들이었다. 따라서 학생들의 그래프 이해과정에 대한 객관적이고 정량적인 연구방법이 필요하다.

한편, 최근 과학교육에서도 이런 요구에 부합하여 연구 참여자의 주관적 의견이 반영되지 않는 객관적이고 정량적인 연구방법(Shin, 2016a)으로 시선추적 방법이 널리 사용되고 있다(Kim et al., 2016; Kim & Shin, 2015; Park & Shin, 2015; Yang et al., 2015a; 2015b; 2013; Lim et al., 2013; Shin & Choi, 2013; Mason et al., 2013a; Tsai et al., 2012).

따라서 본 연구에서는 학생들의 그래프의 해석에 필요한 하위요소 중 내삽과 외삽 관련 능력에 대해 시선추적을 통해 과제 해결과정에서 나타나는 시선 이동의 특징을 알아보고자 한다. 특히, 그래프와 관련된 능력이 크게 증가하는 시기이며(Mullis, 1997), 교육과정에서 선 그래프를 다루기 시작하는 초등학교 4학년을 대상으로 연구하고자 한다. 이 연구에서는 내삽·외삽 관련 과학 그래프 과제에서 초등학생들의 시선 이동의 특징을 분석하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 대구광역시 소재 B초등학교 4학년 학생 27명이며 아래의 선정과정을 통해 최종 선발하였다.

주로 사용하는 손에 따라 언어적/비언어적 과제를 제시하였을 때 좌우 시선이동의 차이가 있으며 이는 뇌의 반구에 서로 다른 영역의 활성화가 이루어진다(Misra et al., 2010). 이에 기존의 시선추적 연구들에서는 오른손잡이만을 연구의 대상으로 삼고 있다(Lim et al., 2013).

이 연구는 내삽·외삽 관련 과학 그래프 과제 해결과정에서 나타나는 초등학생의 시선이동을 분석하는 시선추적 연구이기 때문에 좌우 시선이동의 차이를 통제할 필요가 있다. 이를 위해 Suar et al. (2007)의 손잡이검사를 실시하여 오른손잡이 학생을 연구대상으로 선정하였다. 또한 아이트래커는 측정 에 굉장히 민감한 기구이기 때문에 시선추적이 제한점(Poole & Ball, 2006)을 가진 학생들을 연구대상에서 제외 하였다. 예를 들면 하드콘택트렌즈, 다중초점렌즈, 두꺼운 렌즈를 착용한 학생과 lazy eye이거나 눈꺼풀이 동공의 일부를 가리는 학생, 그리고 안경을 착용하지 않았지만 시력이 매우 나쁜 학생들을 말한다.

시선추적연구에 적합한 학생들 중 자발적으로 연구에 참여할 의사가 있으며 연구목적·연구방법·시선추적기사용 등에 관한 내용이 담긴 동의서를 보호자에게 발송하여 서면으로 동의를 받은 학생들을 연구 참여 대상으로 선정하였다.

시선추적연구는 연구 참여자의 정확한 시선추적에 근거한 연구이기 때문에 시선추적비율이 중요하며(Shin, 2016a) 정확한 시선추적을 위해 피험자 개개인별로 반복적인 Clibration이 필요하다(Poole & Ball, 2006). 따라서 시선이동 측정결과 시선추적비율이 80%미만인 학생들과 측정과정에서 Clibration이 잘 이루어지지 않거나 몸을 심하게 움직이는 등의 오류가 발생한 학생들을 제외하고 최종 데이터 분석대상을 선정하였다. 시선추적비율은 선행연구들을 참고하여 80%를 기준으로 하였다(Kim et al., 2015; Lee & Shin, 2012). 또한 본 연구는 학생들을 대상으로 하는 연구이므로 H대학교 생명윤리 심의 위원회 승인을 받은 후 진행하였다.

위의 과정을 통해 최종 선정된 27명의 시선추적