

Using Infographics for Improving Statistical Thinking Ability*

Jeong-Hwa Seo¹⁾ · Kwang-Ho Lee^{**2)}

¹⁾Seoul-wonchon Elementary School · ²⁾Korea National University of Education

통계적 사고 능력 향상을 위한 인포그래픽 활용

서정화¹⁾ · 이광호²⁾

¹⁾서울원촌초등학교 · ²⁾한국교원대학교

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to examine the ways to improve student's statistical thinking ability using infographics. And to do so, the textbooks were analyzed and reconstructed into infographics. The experiment group was taught statistics using infographics, and the comparison group was taught statistics according to the existing textbooks. Then, the statistical thinking ability test was used to compare the difference of statistical thinking ability. Statistical thinking ability was examined by classifying thinking ability tests. In addition, the eye-tracking test was conducted to see if the infographic factors affect the difference in statistical thinking ability. As a result of statistical thinking ability test and eye tracking data, statistical learning using infographic was effective in improving statistical thinking ability. Through this, the implications for introducing infographics into mathematics textbooks were suggested.

Key words : Statistical thinking ability, infographics, eye-tracking, infographic factors

I. Introduction

2015개정 초등학교 수학과 교육과정에서는 일련의 통계활동인 자료를 수집, 분류, 정리, 해석하는 활동을 강조하였다(MoE, 2018a). 그리고 요즈음은 특히 자료의 시각적 표현의 중요성이 강조되고 있다. 따라서 자료를 시각적으로 나타낸 그래프를 올바르게 표현하고 해석하는 능력이 매우 중요하다

(Friel, Curcio & Bright, 2001). 그러나 학생들은 그래프를 이해하고 해석하는 데 많은 어려움을 느끼고 있으며, 특히 자료 읽기 수준에서 자료 해석하기 수준으로 갈수록 어려워하고 있다(Lee, 2007; Nam, 2009). 이로 인해 학생들의 통계적 사고 능력이 낮아지는 문제점이 생겨 이에 대한 방안이 필요한 상황이다.

통계적 사고는 통계적 정보나 통계적 연구 결과를 이해하는데 필요한 기본적인 중요한 기술이다

* 본 논문은 2020년 2월 한국교원대학교 대학원위원회에 제출된 교육학석사학위 논문을 재편집한 것임.

** Corresponding author : Kwang-Ho Lee, paransol@knue.ac.kr

Received January 3, 2020; Reviewed January 21, 2020 Corrected February 3, 2020; Accepted February 6, 2020

© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

(NCTM, 2000). 그리고 자료를 정의하고, 수집하고, 처리·분석하며, 의사결정을 하는 일련의 전 과정을 일컫는다(Kim, 2009). 통계적 사고는 자료 기술하기, 자료 정리·요약하기, 자료 표현하기, 자료 분석 및 해석하기의 네 영역으로 분류할 수 있다(Groth, 2003; Jones et al., 2000; Mooney, 2002).

통계적 사고 능력을 향상시킬 수 있는 방안으로 교과서에 자료 해석하기 관련 문항을 확대하기를 기대하는 연구가 있다. Pang(2008)은 제 7차 교육과정 수학 교과서 분석에서, Park(2016)은 2009개정 교육과정 수학 교과서 분석에서 자료 해석하기 관련 문항이 매우 적다고 하였다. 이로 인해 학생들이 자료를 해석하는 데 어려움을 겪지 않도록 자료 해석하기 관련 질문을 늘려야 한다고 하였다.

한편, 통계적 사고 능력을 향상시키기 위해 전통적인 형태의 통계 자료 대신 변형된 형태의 통계 자료를 교과서에서 다루어야 한다는 연구가 있다. Lee(2018)는 타 교과 교과서 및 실생활에서 광범위하게 쓰이고 있는 통계 자료들의 수준을 수학 교과서가 따라가지 못하기 때문에 학생들의 통계적 사고 능력이 향상되는 데 한계가 있다고 하였다.

본 연구에서는 Lee(2018)의 연구에서 제안한 변형된 형태의 통계 자료인 인포그래픽을 활용하여 학생들의 통계적 사고 능력을 향상시키고자 하였다.

인포그래픽은 정보(information)와 그래픽(graphic)의 합성어로 정보, 지식, 데이터를 명료화하거나 어려운 정보들을 빠르고 명확하게 통합하기 위한 그래픽적 시각 표상이다(Newson & Haynes, 2007; Smiciklas, 2012). 인포그래픽은 흥미를 유발하고 주의집중을 이끌며, 높은 전달력과 이해도를 높이는 데 활용될 수 있는 장점을 지녔다(Visualldiver, 2014). 이러한 장점으로 인해 인포그래픽이 점점 주목받고 있으며, 인터넷, 방송 등 실생활에서 다양하게 사용되고 있다(Kim & Song, 2019).

인포그래픽을 구성하는 시각 표현 요소는 <Table 1>과 같다(Noh & Son, 2014). 본 연구에는 인포그래픽 시각 표현 요소 중 아이콘, 채도, 실사이미지, 사진, 문자, 선을 중심으로 적용하였다.

인포그래픽의 효과에 관한 여러 연구들을 살펴보면, Rhee(2014)는 초등학교 6학년 학생들의 시각적 인지 능력과 비평적 수용 능력이 함양되었다고 하였

다. Kim(2015)은 고등학교 학생들의 시각언어에 대한 이해와 대중 소통력이 향상되었고, 참여도와 흥미도가 높아졌다고 하였다. 그리고 Kim(2018)은 초등학교 5학년 학생들의 정보처리 능력이 강화되고, 그래프에 대한 해석 능력이 향상되었다고 하였다.

<Table 1> Infographic visual expression factors

Visual Expression Factors	Meaning
Figure	· A set of points, lines, faces, bodies, or them
Diagram	· Graphs and charts using figures
Metapo	· Icons, pictograms, symbols, etc.
Illustration	· Cartoons, live images, photographs
Character	· Letter
Color	· Color, brightness, chroma, etc.

이에 본 연구에서는 인포그래픽을 활용하여 통계적 사고 능력을 향상시킬 수 있는 방안을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 첫째, 통계적 사고에 따라 초등학교 수학 교과서가 어떻게 구성되어 있는지 살펴보았다. 둘째, 인포그래픽을 활용한 교과서 재구성 방안을 제시하였다. 셋째, 인포그래픽으로 재구성한 내용을 수업에 적용한 후 통계적 사고 능력 검사지를 활용하여 학생들의 통계적 사고 능력의 차이를 알아보았다. 넷째, 인포그래픽으로 재구성한 내용을 수업에 적용한 후 시선 추적 검사를 통해 학생들의 시선의 차이를 살펴보았다. 이를 통해 인포그래픽을 수학 교과서에 도입하는 것에 대한 시사점을 제시하고자 하였다.

II. Research Methods

1. Participants

본 연구는 전라남도 N시 소재의 H 초등학교 6학년 두 학급을 대상으로 하였다. 동일성 검사를 통해 동일성을 확인한 후 두 학급을 실험반과 비교반으로 나누어 선정하였다. 연구 참여자는 연구에 동의한 실험반 25명, 비교반 27명으로 총 52명을 대상으로 하였다. 이 중 비교반 4명은 시선 추적 검사에는 동의하지 않아, 시선 추적 검사는 실험반 25명, 비교반 23명으로 총 48명이 참여하였다.

2. Procedure

통계적 사고에 따라 교과서를 분석하기 위해 Jang(2016)의 분석틀을 기반으로 하여 2015개정 수학과 교육과정에 따라 분석틀을 재구성하였다. 통계적 사고는 자료 기술하기, 자료 정리·요약하기, 자료 표현하기, 자료 분석 및 해석하기의 네 영역으로 나누고 각각의 하위 요소로 분류하였다. 통계적 사고 분석 기준은 <Table 2>와 같다. 교과서 분석은 2015개정 수학과 교육과정의 ‘자료’ 전 영역의 내용을 대상으로 하였다.

교과서를 분석한 후 인포그래픽을 활용하여 교과서를 재구성하였으며, 실험반은 인포그래픽을 활용한 통계 수업을 실시하였고, 비교반은 기존 교과서대로 통계 수업을 실시하였다. 수업 실시 후에는 통계적 사고 능력 검사와 시선 추적 검사를 실시하였다.

통계적 사고 능력 검사는 네 영역으로 나누어 실시하였는데, Hwang(2007)의 그래프 이해 능력 검사지를 활용하여 자료 기술하기 5문항, 자료 분석 및 해석하기 15문항으로 구성하였다. 그리고 Kim(2014)의 그래프 이해 능력 검사지를 활용하여 자료 정리·요약하기 4문항, 자료 표현하기 4문항으로 구성하였다.

시선 추적 과제는 본 연구자가 6학년 수학 교과서에 있는 그래프를 재구성한 인포그래픽 8가지로 <Table 3>과 같다. 과제 1번과 3번은 인포그래픽 요소 중 아이콘을 강조한 것이고, 2번은 아이콘과 채도, 4번과 7번은 채도, 5번은 아이콘과 문자, 6번은 선, 8번은 아이콘과 채도를 강조한 것이다. 공통 문제는 ‘다음 그래프를 보고 알게 된 점을 모두 말하시오.’이다.

<Table 3> Eye tracking tasks

No	Infographic Factors	Reconstructed Infographics
1	Icons	
2	Icons, Chroma	
3	Icons	
4	Chroma	
5	Icons, Letter	
6	Lines	
7	Chroma	
8	Icons, Chroma	

<Table 2> Statistical thinking analysis standard

Statistical Thinking	Sub Elements
Describing Data (DD)	• Reading data, knowing basic graph factors (DD1) • Knowing and evaluating the same data different forms (DD2)
Organizing and Reducing Data (OR)	• Sorting and classifying data (OR1) • Describing data in statistical terms (OR2)
Representing Data (RD)	• Completing partially configured data expression (RD1) • Showing data in different forms of graphs (RD2)
Analyzing and Interpreting Data (AI)	• Compare or bind data (AI1) • Expanding or inferring form data (AI2)

3. Data Collect and Analysis

통계적 사고 능력 검사는 지필검사로 실시하였으며, 1교시(40분)와 2교시(40분)에 걸쳐 실시하였다. 자료는 실험반 25명, 비교반 27명으로 총 52명의 자료를 수집하였다. 자료 기술하기와 자료 분석 및 해석하기 문항은 Hwang(2007)의 논문에 제시된 채점 기준과 배점에 따라 정량화한 후 정답은 1점, 오답은 0점으로 분석하였다. 그리고 자료 정리·요약하기와 자료 표현하기 문항은 Kim(2014)의 논문에 제시된 채점 기준과 배점에 따라 정량화한 후 통계 사고 수준 중 4수준은 4점, 3수준은 3점, 2수준은 2점, 1수준은 1점으로 분석하였다.

시선 추적 검사는 Tobii X2-60을 사용하여 자료를 수집하였다. 수집한 자료는 행동 데이터와 시선 데이터로 구분하였다. 행동 데이터는 과제에 대한 학생들의 응답이며, 시선 데이터는 인포그래픽 요소에 대한 총 고정 기간(Total Fixation Duration)이다.

행동 데이터는 시선 추적 과제 8가지에 대해 학생들이 말한 답을 자료 기술하기와 자료 분석 및 해석하기로 분류하였고, 각각에 대해 한 가지를 말하면 1점, 두 가지를 말하면 2점으로 정량화하였다.

시선 데이터는 다양한 원인으로 손실이 발생하게 된다. 손실 데이터에 대한 허용 한계치를 정해야 하는데, 대개 추적률 70~90%로 정한다(Bojko, 2013). 본 연구에서는 초등학생을 대상으로 하였기 때문에 실험반 25명, 비교반 23명, 총 48명 중에서 추적률 70% 이상인 실험반 20명, 비교반 18명, 총 38명을 대상으로 분석하였다.

이렇게 정량화한 데이터는 독립표본 t-검정을 통해 집단 간의 평균 차이가 통계적으로 유의미한 차이를 나타내는지 확인하였다.

III. Results and Discussion

1. Analysis of Mathematics Textbooks by Statistical Thinking

2015개정 초등학교 수학 교과서의 ‘자료’ 영역에서 통계적 사고의 하위 요소에 대한 문항별 분석 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Statistical Thinking Analysis Results by Questions (unit: time)

Statistical thinking Sub elements	Describing Data (DD)		Organizing and Reducing Data (OR)		Representing Data (RD)		Analyzing and Interpreting Data (AI)	
	DD 1	DD 2	OR 1	OR 2	RD 1	RD 2	AI 1	AI 2
Grade and semester (unit)								
2-1(5)	13		16				3	
2-2(5)	11		11		6		1	
3-2(6)	16	2			9		1	
4-1(5)	15	2			7	2	8	3
4-2(5)	8	2			7		8	3
5-2(6)	10			17	18			
6-1(5)	27	11			1		7	2
Sub elements sum	90	22	27	12	47	2	28	8
Statistical thinking sum	112		39		49		36	

문항별 통계적 사고 분석 결과를 살펴보면 자료 기술하기 관련 문항은 112회, 자료 분석 및 해석하기 관련 문항은 36회 제시되어 있다. 자료 기술하기에 비해 자료 분석 및 해석하기 관련 통계적 사고의 발문 문항이 매우 적은 것을 알 수 있다.

2. A Study on the Reconstruction of Textbooks Using Infographics

통계적 사고에 따라 교과서 내용을 분석 한 결과, 자료 기술하기에 비해 자료 분석 및 해석하기 관련 통계적 사고의 발문 문항이 매우 적었다. Pang(2008)과 Park(2016)은 자료 분석 및 해석하기의 문항을 확대하여 학생들이 겪는 통계적 사고의 어려움을 줄여야 한다고 하였다. 한편 Lee(2018)는 전통적인 형태의 통계 자료와 더불어 변형된 형태의 통계 자료를 수학 교과서에서 다루는 것을 통계적 사고 능력을 향상시킬 수 있는 방안으로 제시하였다.

본 연구에서는 Lee(2018)의 연구에서 통계적 사고 능력을 향상시킬 수 있는 방안으로 제시된 변형된 형태의 통계 자료를 적용하였다. 여기에서 변형된

형태의 통계 자료는 Pfannkuch & Wild(2004)가 언급한 통계적 변형(transnumeration)과 같은 의미이다. 통계적 변형이란 표현 방식을 이해 가능하도록 변형하는 것이다. 변형된 형태의 통계 자료는 인포그래픽을 의미한다.

본 연구는 이러한 인포그래픽을 활용하여 교과서를 재구성하였다. 단원은 여러 가지 그래프가 제시되어 있고 종합적인 통계 학습이 이루어지는 6학년 1학기 5단원인 여러 가지 그래프 단원을 선정하였다. 인포그래픽을 활용하여 통계적 사고 능력 중 특히 자료 분석 및 해석하기 능력 향상에 주안점을 두고 수업을 설계하였다. 따라서 12차시의 수업 중 인포그래픽 안내를 위해 1차시 수업을 재구성하였고, 자료 분석 및 해석하기와 관련된 7, 8, 10차시 수업에서 기존의 그래프를 인포그래픽으로 재구성하였다.

재구성은 Noh & Son(2014)이 제시한 인포그래픽 시각 표현 요소 중 아이콘, 채도, 실사이미지, 사진, 문자, 선을 중심으로 적용하였다. 그리고 제작은 망고보드 사이트와 파워포인트를 활용하였다.

통계 수업은 12차시로 2019년 6월부터 7월 사이의 달가량 실시되었는데, 이 중 총 4차시 수업(1, 7, 8, 10차시)에 대해 연구자가 재구성하였고 이를 실험반에 적용하고 수업을 관찰하였다.

6학년 1학기 여러 가지 그래프 단원의 차시별 학습 내용 및 재구성한 부분은 <Table 5>와 같다.

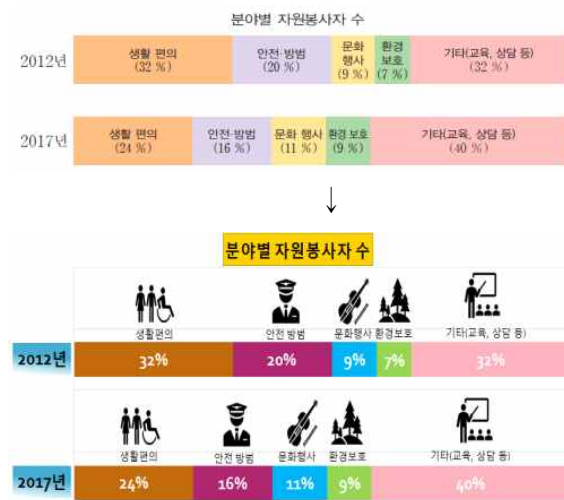
<Table 5> Learning contents and reconfigured parts by session

Session	Learning Contents	Reconfigured Parts
1	Unit introduction	Reconfiguration
2	Picture graph	
3	Band graph recognition	
4	Picture band graph	
5	Circle graph recognition	
6	Picture circle graph	
7	Graph analysis	Reconfiguration
8	Comparing various graph	Reconfiguration
9	Completing the article	
10	How much do you know?	Reconfiguration
11~12	Create a post using statistics	

1차시 단원 도입 부분에서는 이번 단원에서 배울 내용에 대해 알아보기, 통계 활용 대회 포스터와 타 교과서에 있는 그래프 중에서 인포그래픽 관련 부분을 살펴보고 수학 교과서의 그래프와 비교해보기 활동을 하였다. 그리고 인포그래픽이 무엇인지에 대해 알아보는 활동을 하였다.

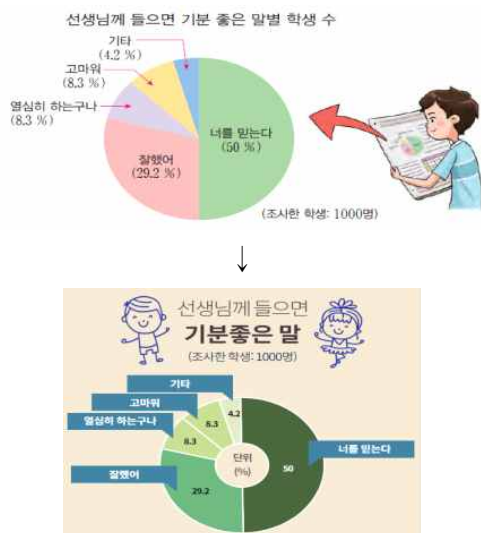
7, 8, 10차시는 교과서 내용은 그대로 두고, 교과서에 제시된 그래프를 인포그래픽으로 재구성하여 제시하였다. 교과서에 제시된 그래프는 딱딱하고, 타 교과 교과서와 실생활에서 사용되는 통계 자료의 수준을 따라가지 못하고 있다. 따라서 학생들의 이해를 높일 수 있고 실생활에서 많이 사용되는 인포그래픽 요소를 추가하여 교과서를 재구성하였다.

7차시 교과서에는 띠그래프와 원그래프가 제시되어 있는데, 띠그래프는 [Figure 1]과 같이 인포그래픽 요소인 아이콘을 추가하여 재구성하였다.



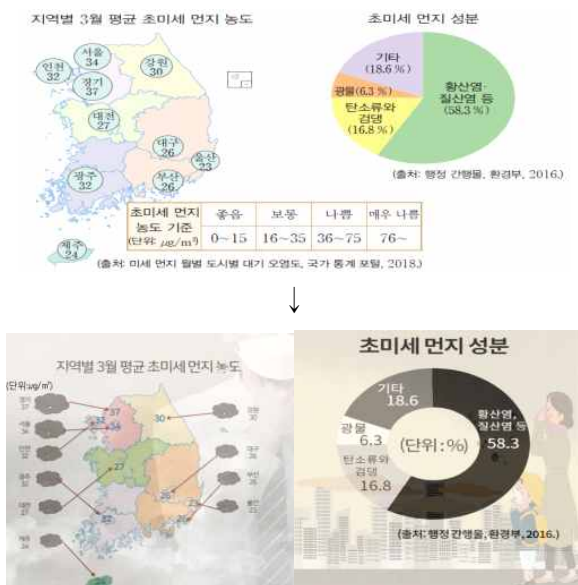
[Figure 1] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

원그래프는 [Figure 2]와 같이 인포그래픽 요소인 아이콘과 채도를 추가하여 재구성하였다. 교과서에 제시된 원그래프는 여러 가지 색상 때문에 시선이 분산되어 정보를 이해하는 데 시간이 걸리는 문제점이 있다. 따라서 한 가지 색상으로 채도가 높은 것에서부터 낮은 것 순으로 바꾸어 나타냄으로써 정보를 빨리 취합하여 해석하는 데 도움을 줄 수 있도록 재구성하였다.



[Figure 2] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

8차시 교과서에는 그림그래프, 원그래프, 막대그래프, 선그래프, 퍼그래프가 제시되어 있다. [Figure 3]과 같이 그림그래프는 기존의 그래프에 초미세 먼지 아이콘을 추가하였고, 바탕에 사진을 추가하였다. 원그래프는 다양한 색상이 들어 있는 기존의 그래프를 검정색 계열의 채도가 높은 것에서부터 낮은 것으로 재구성하고, 바탕에 실사이미지를 추가하였다.



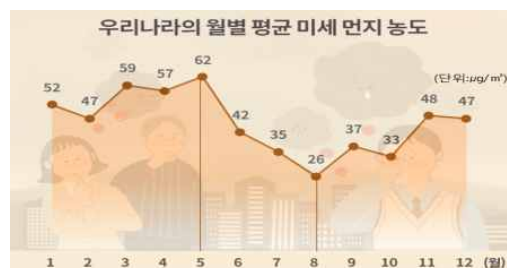
[Figure 3] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

막대그래프는 [Figure 4]와 같이 기존의 그래프에 미세 먼지 아이콘을 추가하였고, 미세 먼지 농도가 가장 짙은 곳에 '최악'이라는 문자를 추가하였다.



[Figure 4] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

선그래프는 [Figure 5]와 같이 기존의 그래프에 미세 먼지 농도가 가장 짙은 달과 얇은 달에 선을 추가하였고, 바탕에 실사이미지를 추가하였다.



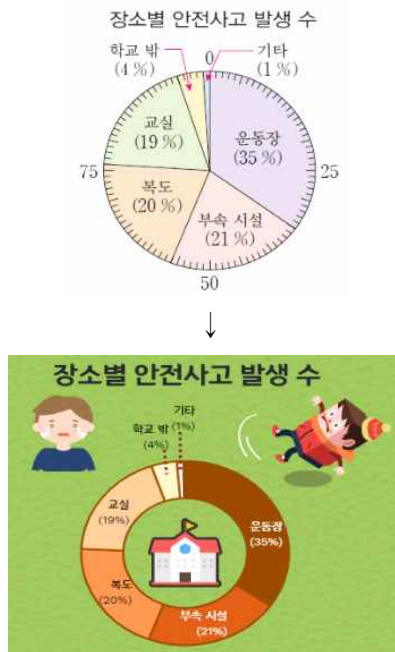
[Figure 5] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

퍼그래프는 [Figure 6]과 같이 다양한 색상으로 구성된 기존의 그래프를 갈색 계열의 채도가 높은 것에서부터 낮은 것으로 재구성하였고, 바탕에 사진을 추가하였다.



[Figure 6] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

10차시 교과서에 제시된 원그래프는 [Figure 7]과 같이 3가지 아이콘을 추가하였고, 다양한 색상이 들어 있는 기존의 그래프를 갈색 계열의 채도가 높은 것에서부터 낮은 것으로 재구성하였다.



[Figure 7] Above: graphs presented in textbooks, below: reconfigured infographic

3. Difference of Statistical Thinking Ability

1) Results of Describing Data Test

<Table 6>은 통계적 사고 능력 검사 중 자료 기술하기 영역의 두 집단 간 평균 점수 차이에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 평균 점수는 실험반이 비교반에 비해 0.24점 높았다. t-검정 결과는 $t=1.505$, $p=.140$ 으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<Table 6> Results of t-verification for describing data

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=25)	4.76	.436	1.505	.140
Control Group(n=27)	4.52	.700		

2) Results of Analyzing and Interpreting Data Test

<Table 7>은 통계적 사고 능력 검사 중 자료 분석 및 해석하기 영역의 두 집단 간 평균 점수 차이에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 평균 점수는 실험반이 비교반에 비해 1.52점 높았다. t-검정 결과는 $t=2.496$, $p=.017$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 7> Results of t-verification for analyzing and interpreting data

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=25)	11.52	1.418	2.496	.017
Control Group(n=27)	10.00	2.801		

3) Results of Organizing and Reducing Data Test

<Table 8>은 통계적 사고 능력 검사 중 자료 정리·약하기 영역의 두 집단 간 평균 점수 차이에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 평균 점수는 실험반이 비교반에 비해 0.77점 높았다. t-검정 결과는 $t=.987$, $p=.328$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<Table 8> Results of t-verification for organizing and reducing data

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=25)	11.44	2.785	.987	.328
Control Group(n=27)	10.67	2.855		

4) Results of Representing Data Test

<Table 9>는 통계적 사고 능력 검사 중 자료 표현하기 영역의 두 집단 간 평균 점수 차이에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 평균 점수는 실험반이 비교반에 비해 0.76점 높았다. t-검정 결과는 $t=1.003$, $p=.320$ 으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<Table 9> Results of t-verification for representing data

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=25)	13.28	2.821	1.003	.320
Control Group(n=27)	12.52	2.651		

4. Results of Eye-Tracking Test

1) Behavior Data Comparison

<Table 10>은 자료 기술하기에 대한 두 집단 간 평균 점수 차이에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 평균 점수는 비교반이 실험반에 비해 8.33점 높았다. t-검정 결과는 $t=-2.359$, $p=.030$ 으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 10> Results of t-verification for eye-tracking test of describing data

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	1.45	2.645	-2.359	.030
Control Group(n=18)	9.78	14.763		

<Table 11>은 자료 분석 및 해석하기에 대한 두 집단 간 평균 점수 차이에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 평균 점수는 실험반이 비교반에 비해 8.68점 높았다. t-검정 결과는 $t=2.705$, $p=.010$ 으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

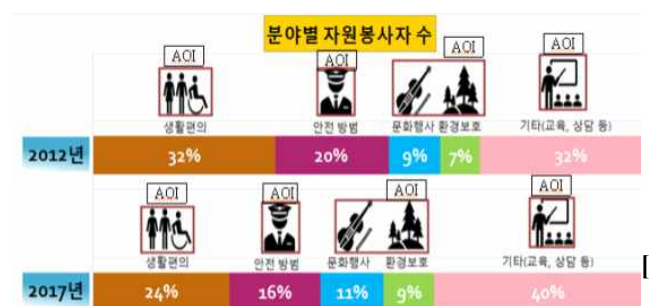
<Table 11> Results of t-verification for eye-tracking test of analyzing and interpreting data

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	26.90	11.040	2.705	.010
Control Group(n=18)	18.22	8.378		

이와 같은 결과를 통해 비교반은 실험반에 비해 자료 기술하기 관련된 응답을 더 많이 하였고, 실험반은 비교반에 비해 자료 분석 및 해석하기 관련된 응답을 더 많이 하였음을 알 수 있다. 자료 기술하기에 비해 자료 분석 및 해석하기에 더 높은 사고력이 필요하므로, 비교반에 비해 실험반의 통계적 사고 능력이 더 향상되었다고 할 수 있다.

2) Gaze Data Comparison

실험반이 비교반에 비해 통계적 사고 능력이 더 향상된 것에 인포그래픽 요소가 영향을 미쳤는지 살펴보고자 하였다. 이를 위해 각 과제마다 인포그래픽 요소에 AOI(Area Of Interest)를 설정한 후 인포그래픽 요소에 대한 총 고정 기간(Total Fixation Duration)을 비교하였다. AOI를 설정한 예시는 [Figure 8]과 같다.

**[Figure 8]** AOI setting example

<Table 12>는 과제 1의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 1의 TFD(Total Fixation Duration)는 실험반이 비교반에 비해 3.4151초 길었다. t-검정 결과는 $t=2.746$, $p=.012$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 12> Results of t-verification for total fixation duration of task 1

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	4.9845	5.31817	2.746	.012
Control Group(n=18)	1.5694	1.54461		

<Table 13>은 과제 2의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 2의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 0.2821초 길었다. t-검정 결과는 $t=.201$, $p=.842$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<Table 13> Results of t-verification for total fixation duration of task 2

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	6.4165	4.58480	.201	.842
Control Group(n=18)	6.1344	4.04651		

<Table 14>는 과제 3의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 3의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 0.4278초 길었다. t-검정 결과는 $t=.459$, $p=.649$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<Table 14> Results of t-verification for total fixation duration of task 3

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	3.4000	3.24411	.459	.649
Control Group(n=18)	2.9722	2.37429		

<Table 15>는 과제 4의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 4의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 0.20954초 길었다. t-검정 결과는 $t=3.170$, $p=.004$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 15> Results of t-verification for total fixation duration of task 4

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	.27844	.27844	3.170	.004
Control Group(n=18)	.0689	.14356		

<Table 16>은 과제 5의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 5의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 3.5592초 길었다. t-검정 결과는 $t=2.520$, $p=.018$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 16> Results of t-verification for total fixation duration of task 5

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	8.0220	5.80884	2.520	.018
Control Group(n=18)	4.4628	2.35464		

<Table 17>은 과제 6의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 6의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 2.3184초 길었다. t-검정 결과는 $t=3.162$, $p=.004$ 로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 17> Results of t-verification for total fixation duration of task 6

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	4.3590	2.91090	3.162	.004
Control Group(n=18)	2.0406	1.43117		

<Table 18>은 과제 7의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 7의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 0.983초 길었다. t-검정 결과는 $t=.725$, $p=.473$ 으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<Table 18> Results of t-verification for total fixation duration of task 7

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	6.0530	4.30231	.725	.473
Control Group(n=18)	5.0700	4.02065		

<Table 19>는 과제 8의 두 집단 간 총 고정 기간에 대한 독립표본 t-검정을 실시한 결과이다. 과제 8의 TFD는 실험반이 비교반에 비해 5.2041초 길었다. t-검정 결과는 $t=2.177$, $p=.036$ 으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

<Table 19> Results of t-verification for total fixation duration of task 8

Group	Mean	Std. Deviation	t	p
Experimental Group(n=20)	15.7280	5.31817	2.177	.036
Control Group(n=18)	10.5239	1.54461		

IV. Conclusion and Suggestion

본 연구는 인포그래픽을 활용하여 학생들의 통계적 사고 능력을 향상시킬 수 있는 방안을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 교과서를 분석한 뒤 인포그래픽으로 재구성하였고, 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 통계 학습을 실시하였다. 그리고 통계적 사고 능력 검사지를 활용하여 통계적 사고 능력의 차이를 살펴보았다. 또한 시선 추적 검사를 통해 인포그래픽 요소가 통계적 사고 능력 차이에 영향을 주는지에 대하여도 살펴보았다. 이를 통해 인포그래픽을 수학 교과서에 도입하는 것에 대한 시사점을 제시하였다.

본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 통계적 사고에 따른 2015개정 교육과정 수학 교과서 분석 결과, 자료 기술하기 관련 문항보다 자료 분석 및 해석하기 관련 문항이 매우 적었다. 제 7차 교육과정과 2009개정 교육과정 교과서에서도 자료 분석 및 해석하기 관련 문항이 적어 이에 대한 문제점이 제기되어 왔었다. 따라서 이 문제점을 보완할 수 있는 다양한 해결방안이 제시될 필요성이 있다.

둘째, 통계적 사고 능력을 향상시키기 위해 변형된 형태의 통계 자료인 인포그래픽을 활용하여 교과서를 재구성할 필요성이 있다. 빅데이터 시대를 맞이하면서 인포그래픽의 활용이 주목 받고 있다. 본 연구는 이러한 인포그래픽을 수학 교과에 접목해 학생들의 통계적 사고 능력을 향상시키고자 하였고, 그 결과가 효과적이어서 의미가 크다고 할 수 있다.

셋째, 통계적 사고 능력 검사 결과, 인포그래픽을 활용한 통계 학습은 통계적 사고 능력 향상에 효과적이었다. 통계적 사고 능력 검사 결과, 네 가지 영역 모두에서 실험반이 비교반에 비해 평균 점수가 높았다. 특히 자료 분석 및 해석하기 영역에서는 통계적으로도 유의미한 결과가 나왔기 때문에 가장 효과적이었다고 할 수 있다. 이러한 결과가 나올 수 있었던 이유는 본 연구자가 수업 설계 시 자료 분석 및 해석하기 영역에 가장 중점을 두었기 때문이다. 이를 바탕으로 자료 표현하기 영역에 중점을 두고 수업을 설계해 보면 자료 표현하기 영역에 더 효과적인 연구 결과를 기대할 수 있을 것이다. 따라서 이에 관한 후속 연구가 필요하다.

마지막으로, 시선 추적 검사 결과, 인포그래픽 요소는 통계적 사고 능력 향상에 효과적이었다. 시선 추적 과제에서 실험반이 비교반에 비해 더 높은 수준인 자료 분석 및 해석하기 관련 답을 더 많이 하였기 때문에 통계적 사고 능력이 더 향상되었음을 알 수 있었다. 이에 대한 이유를 알아보기 위해 인포그래픽 요소에 대한 총 고정 기간을 살펴보았을 때, 실험반이 비교반보다 8개 과제 모두에서 인포그래픽 요소에 대한 총 고정 기간이 더 길었다. 이를 통해 인포그래픽 요소는 관심을 유발하여 시선을 고정시킴으로써 자료를 해석하고 분석하는 데 도움이 된다는 것을 알 수 있었다. 그리고 본 연구에서는 6학년

을 대상으로 인포그래픽 요소를 활용하여 교과서를 재구성하여 연구하였는데, 다른 학년을 대상으로 보다 다양한 인포그래픽 요소를 활용하여 교과서를 재구성하여 연구할 필요성이 있다.

References

- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience: a practical guide to research*. New York: Rosenfeld Media.
- Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Groth, R. E. (2003). *Development of a high school statistical thinking framework*. Unpublished Doctoral Dissertation, Illinois State University, Chicago, USA.
- Hwang, H. M. (2007). A survey on the comprehension of graphs of sixth graders. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Jang, A. R. (2016). *A comparative analysis on statistical reasoning questions on textbooks: Focused on the first year of middle school*. Unpublished master's thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Jones, G. A., Thornton, C. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S., Perry, B., & Putt, I. A. (2000). A framework for characterizing children's statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 2, 269-307.
- Kim, D. Y. (2015). *Study on infographic design program by integrated education of art subject and korean subject: Focused on students at middle school*. Unpublished master's thesis, Kyunghee University, Seoul, Korea.
- Kim, E. S. (2014). *Current status on sixth grade students' statistical thinking*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Kim, J. H. (2018). *Materialization plan for a statistical project of 5th graders in elementary school using infographics*. Unpublished master's thesis, Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea.
- Kim, J. H., & Song, S. H. (2019). Concrete class plan for a statistical project of 5th graders in elementary school using infographics. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 23(1), 75-92.
- Kim, S. L. (2009). A study on statistical thinking and developing statistical thoughts. *Education of Primary School Mathematics*, 12(1), 31-38.
- Lee, H. G. (2018). Exploring the direction of statistics education in elementary mathematics education through analysis of other subject's statistics data. Unpublished master's thesis, Cheongju National University of Education, Cheongju, Korea.
- Lee, M. H. (2007). *An analysis 6th grade students' cognitive development stage and understanding of data expressions*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Ministry of Education. (2018a). *Elementary Mathematics Guidebook 4-1*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2018b). *Elementary Mathematics 5-2*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2019a). *Elementary Mathematics 2-1*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2019b). *Elementary Mathematics 2-2*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2019c). *Elementary Mathematics 3-2*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2019d). *Elementary Mathematics 4-1*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2019e). *Elementary Mathematics 4-2*. Seoul: Chunjae Education.
- Ministry of Education. (2019f). *Elementary Mathematics 6-1*. Seoul: Chunjae Education.

- Mooney, E. S. (2002). A framework for characterizing middle school student's statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 4(1), 22-63.
- Nam, J. S. (2009). *Survey on the understanding of elementary students on various graphs*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- National Council of Teacher's of Mathematics(2000). *Principle and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Newson, D., & Haynes, J. (2007). *Public relations writing: Form & Style*. Belmont, CA: Wadsworth/ Cengage Learning.
- Noh, S. M., & Son, J. W. (2014). An analysis of the infographics features of visualization materials in section 'information and communication' of physics textbook. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(4), 359-366.
- Pang, J. S. (2008). An analysis of contents on statistics in the 7th elementary mathematics instructional materials. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 11(4), 655-676.
- Park, Y. H. (2016). An analysis of contents on statistics in elementary mathematics textbooks according to 2009 Mathematics curriculum for elementary school. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 20(1), 17-34.
- Pfannkuch, M., & Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. In D. Ben-Zvi & J. Garfield, (Eds.), *The challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp.17-46). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Rhee, G. J. (2014). *Teaching visual literacy with infographic-focused on the elementary art education*. Unpublished master's thesis, Seoul National University of Education, Seoul, Korea.
- Smicklas, M. (2012). The power of infographics: Using pictures to communicate and connect with your audiences. Indianapolis: Que Publishing.
- Visuallive. (2014). *Infographic complete conquest*. Seoul: Information Publishing Group.
- [저자의 소속과 직위]
서정화 : 서울원초등학교, 교사, 제1저자
이광호 : 한국교원대학교, 교수, 교신저자