

Analysis of the Effects of Changing Novice Teacher's Gaze through Gaze Image Self-Reflection in Elementary Mathematics Class*

Ji-hyun Cha¹⁾ · Taekwon Son²⁾ · Kwang-Ho Lee^{**2)}

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

초등수학수업에서 시선영상 자기반성을 통한 초보 교사의 시선 변화 분석

차지현¹⁾ · 손태권²⁾ · 이광호^{**2)}

¹⁾서울세곡초등학교 · ²⁾한국교원대학교

<ABSTRACT>

This study aimed to suggest some implications for the education for novice teachers and teacher expertise education by analyzing the gaze characteristics and the gaze change after the self-reflection on eye tracked videos of novice teachers in primary mathematics teachings. Four novice teachers were video taped four times respectively in three weeks. 16 analyzed statistical data were quantitatively investigated on gaze characteristics and the change of their gaze after the self-reflection. As the result, the teachers were more interested in teaching part than learning so it is necessary to emphasize more about teaching methods on teacher education. After the self-reflection on eye tracked video, teachers' AOI have changed from learning areas to other areas to teaching and teacher-related areas. So the self-reflection on eye-tracked videos partially helped on improving the teaching mathematics.

Key words : Mobile eye tracker, classroom research, mathematics class

I. Introduction

적절한 훈련과 부단한 노력을 통해 교사는 좋은 수업을 위한 전문성을 기를 수 있다. 이러한 전문성

은 경력이 늘어난다고 해서 자연스럽게 길러지는 것이 아니라 오로지 교사의 반성적인 수업 실천의 과정을 통하여 향상될 수 있다(김병수, 임진영, 2014). 그러나 수업에 대한 자기 반성을 위해 많은

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

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

Received February 28, 2020; Reviewed March 10, 2020 Corrected March 11, 2020; Accepted March 15, 2020

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

시간과 노력이 필요하다는 현실적인 여건을 고려했을 때, 스스로 자신의 수업을 객관적이고 손쉽게 비평하고 분석하기란 쉬운 일이 아니다. 따라서 반성적 수업 실천에 대한 교사의 시행착오를 덜어주기 위해 체계적인 방법으로 적절한 도움을 제공해줄 필요가 있다.

NCTM(2007)은 교사의 전문성을 수학 내용 지식, 교사의 수학 학습 경험, 수학을 배워가는 학습자로서 학생을 이해하는 지식, 수학 교수법에 관한 지식, 그리고 전문성 향상을 위한 참여라는 다섯 가지 기준으로 제안하였다. 이는 교사가 전문성을 갖추기 위해서는 지식, 경험, 태도 등을 모두 겸비해야 하며, 교사의 전문성은 단편적인 장면을 통해 판단할 수 있는 것이 아님을 의미한다. 이러한 이유로, 여러 연구자들이 교사의 전문성을 판단하는 방법으로 교수행동 분석을 지목하였다(Cortina, Miller, McKenzie & Epstein, 2015; Star & Strickland, 2008). 수업 중에 드러나는 교사의 교수행동에서 교사의 지식, 경험, 태도 등이 종합적으로 드러나게 되므로 교수행동의 분석 결과는 전문성 신장의 중요한 자료로 활용할 수 있다는 것이다.

이러한 점에 입각하여 교사의 전문성 향상을 위한 교수행동에 관한 여러 연구들이 꾸준히 진행되어 왔다. 수업분석, 수업비평, 수업반성 등을 통해 교육학적 교수행동을 분석하는 연구들(고호경, 남가영, 맹은경, 2013; 추갑식, 2015; 최지은, 염승광, 2015; Shulman, 1987)이 수행되었으며, 수학수업에 있어서도 수업비평, 수업반성, 수업분석, 교사 노트팅 등과 같은 질적 연구 분석법을 이용한 연구들(방정숙, 선우진, 2015; 이금선, 강옥기, 2008; 황혜정, 2011; Jacobs, Lamb & Philipp, 2010)이 이루어져 왔다. 그러나 교수행동은 수업 실천을 위한 여러 요인들을 포함하는 복잡한 인지 활동이므로 설문지나 관찰법과 같은 기존의 연구 방법으로는 객관성을 보장하는데 한계가 있다. 이러한 연구 방법의 한계를 극복할 수 있는 방법이 시선추적(eye-tracking)이다. 시선추적은 피험자의 시선 움직임을 포착하여 시각적인 자극들뿐만 아니라 정신적인 처리 과정까지도 함께 수집하여 분석할 수 있다(이미진, 이광호, 2015).

시선추적 데이터는 기존의 질적 연구 방법과는 달리 정량적인 데이터를 통해 객관적인 진단과 피

드백이 가능하다. Cortina et al. (2015)은 양적 교실 수업측정 방법인 CLASS(Classroom Assessment Scoring System)척도를 시선추적 데이터와 연결시켜 수업을 정량적으로 분석하였으며, 변정호, 이일선, 권용주(2011)는 모바일 시선추적기로 교사의 시선을 분석하고 이를 교수행동의 컨설팅 자료로 이용하여 교사의 시선을 통한 교수행동 변화를 이끄는 컨설팅이 가능하다는 연구결과를 보고하였다. 이처럼 시선의 추적을 통해 교사가 수업에서 중요하다고 여기는 주의적 신념을 엿볼 수 있으며(서유지, 김성운, 양일호, 2019), 이는 실제 수업 상황에서 교사의 시각적 자원이 한정되어 있기 때문이다.

본 연구에서는 시선추적 시선영상 자기반성을 통한 초등수학수업에서 초보 교사의 시선과 그 변화 과정을 분석함으로써, 초등 수학수업 및 교사교육에 대한 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 통해 본 연구가 교사 발달단계에 따른 교수행동 특성을 시선추적을 통해 규명하는 연구의 시작점이 될 수 있으며 나아가 초등수학수업과 관련한 예비교사교육, 초보 교사교육, 수업방법 개선 등에 대한 시사점을 제공할 것으로 기대한다.

II. Theoretical Background

1. Eye-Tracking Research

시선추적이란 피험자가 무엇을, 어떻게 보는지를 확인하는 처리과정으로서 시선의 움직임이나 동공의 크기와 같은 안구의 특성까지도 추적할 수 있는 비침습적 연구 방법이다(최숙기, 2018). 시선추적을 위해서는 시선추적기(eye tracker)라는 장비가 필요하며 안경형태의 모바일 시선추적기와 컴퓨터 등에 부착하여 이용하는 리모트 시선추적기로 구분할 수 있다(손태권, 이광호, 2020). 리모트 시선추적기는 참가자의 정면에 시선추적기를 고정시킨 상태로 안구를 추적하는 방식이며, 모바일 시선추적기는 헤어밴드나 안경과 같이 머리에 착용하는 방식이다. 연구의 목적에 따라 사용하는 시선추적기의 종류는 달라질 수 있다. 리모트 시선추적기는 실증적이고 과학적인 분석이 가능하며, 모바일 시선추적기는 실

협실이 아닌 실생활 그대로의 시선 데이터를 수집할 수 있으므로 생태학적 타당성이 높다(Bojko, 2013, p.54). 본 연구에서는 실제 교실에서의 활동 속에서 참여자의 시선추적이 필요하므로 모바일 시선추적기를 사용하였다.

시선추적연구에서 가장 일반적이고 관심이 큰 안구 운동은 시선의 도약(saccade)과 고정(fixation)이다. 도약이란 평균적으로 초당 3~4회씩 눈이 빠르게 움직여 사람의 시선이 흐려지는 것을 막아주는 것을 말하며, 고정은 비교적 움직이지 않고 무언가에 초점을 맞춰있는 것으로 대개 시선이 고정되는 동안 시각적 정보가 추출된다(Bergstrom & Schall, 2014). 이러한 빠른 안구 운동을 추적하여 연구 참여자의 의식적 시선 및 무의식적 시선까지 볼 수 있으며 그 과정에서 무엇을 보았는지, 왜 그랬는지 등을 물어 연구에 사용할 수 있다(김성하, 양일호, 2016).

는 운동은 감정 상태와 인지 과정을 반영하며 시선 고정 연구 참여자가 바라보는 곳을 나타내고 이동은 연구 참여자의 시선 고정과 시선 고정 사이의 빠른 안구 운동을 의미한다(Bergstrom & Schall, 2014). 상황에 따라 시선 고정은 다양하게 해석될 수 있는데 시선 고정이 많다는 것은 대상을 식별하는데 더 어려웠거나 어떤 처리를 하는데 시간이 더 필요했음을 나타낸다.

시선 고정 지속시간(fixation duration)의 길이는 특정 장면에 대한 연구 참여자의 관심과 참여 정도를 나타낸다. 또한 참여자의 안구 운동이 되돌아오는 회귀 도약(regressive saccade)은 과제를 처리하는데 높은 수준의 인지 처리과정이 필요함을 의미하며 이를 이용해 과제를 처리하는 참여자의 인지 수준을 측정할 수 있다.

2. Eye-Mind Theory

Eye-Mind 이론은 마음 속 인지과정이 눈으로 드러난다고 본다. 사람은 눈으로 바라보는 곳에 주의와 인지 처리가 이루어지며, 사람이 관심(attention)을 보이는 것과 실제 시선을 고정(fixation)하는 곳이 많은 부분 일치한다(Berliner, 1991; Bojko, 2013; Rayner, 1998). 본 연구 역시 이러한 Eye-Mind 이론에 입각하여 실시하였다.

III. Research Method

1. Research Participants

본 연구의 참여자는 편의표집으로 선정하였으며, S시 소재의 N초등학교에서 연구 참여를 희망하는 교사 중 교직 경력이 3년 미만이고 수업이 가능한 초보교사 5인을 선정하였다. 참여자들은 1~4학년의 담임교사를 맡고 있었다. 모바일 시선추적의 가능 여부를 알기 위한 손잡이테스트(Oldfield, 1971) 및 시선보정(calibration) 결과 5인 모두 참여 조건을 충족하였으며 안구관련 질환이나 병력이 없었다. 선정된 연구 참여자 정보는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Information of participants

Number	Grade	Education Career	Handness Test	Sex
1	1	2.16year	Right Hand	Female
2	1	2.16year	Right Hand	Male
3	2	1.16year	Right Hand	Female
4	3	2.16year	Right Hand	Female
5	4	1.16year	Right Hand	Female



<Figure 2> Setting AOI in snap shot

3. Design AOI

맵핑된 시선 자료를 분석프로그램을 이용하여 수치화하기 위해서는 관심영역(Area of Interesting, 이하 AOI)의 설정이 필요하다. AOI영역은 연구의 목적에 맞게 연구 설계에서부터 어떻게 설정할 것인지에 대한 방향을 가지고 있어야하며 본 연구의 분석에 있어서도 미리 설정된 AOI영역에 맞춰 시선 정보를 2차 분석과정에서 수동 맵핑하였다. 본 연구에서는 초등수학수업에서 초보교사의 시선 특징과 시선영상 자기반성을 통한 시선 변화를 알아보고자 하므로 관심 영역을 크게 교수영역, 학습영역, 학생영역, 교사 관련 영역, 그 외 영역으로 이루어진 상위 영역과 상위 영역에 관련된 하위 영역들을 다시 세부적으로 나누어 AOI를 설정하였다. 그 세부적인 AOI 분류 내용은 <Table 2>와 [Figure 2]와 같다.

<Table 2> AOI in upper area and lower area

Upper area	Lower area
	Blackboard, Electronic blackboard
	Teacher's computer
Teaching	Teacher's edition, Teacher's textbook
	Assistant Teacher
	Score board for praise
	Learning resources
Learning	Student's textbook
	Worksheet
Student	Students
About teacher	Teacher's table, Around bookshelf
	Clock
etc	Area not in photo
	Area not setting AOI

3. Research Procedure

본 연구는 구체적 절차는 다음과 같다.

1) 초보교사 5인이 담당하고 있는 5개 학급의 수학수업을 3주 간격으로 총 4회에 걸쳐 모바일 시선 추적기와 수업 촬영 프로그램인 Tobii Pro Glasses Controller 64bit(ver. 1.73)로 촬영한다.

2) 촬영된 영상은 분석프로그램인 Tobii Pro Lab 1.67을 이용하여 수업 후 각 교사들에게 보여주고,

영역별 시선 데이터를 알려준다. 이 후 수업 장면에 대한 자기반성의 시간을 회당 2시간 동안 가졌으며, 참여자에게 수업에 대한 지도·조언은 일체 제공하지 않았다. 이 과정은 4회에 걸친 수업 중간에 이루어지므로 총 3회 동안 반복되었다.

3) 영상 속 장면들이 교사의 움직임으로 인해 전후좌우로 변화하게 된다. 예를 들어 교사가 교탁의 정면을 바라보다가 학생의 발표에 응답하기 위해 시선을 돌리게 되면 다른 장면으로 바뀌게 된다. 교사가 어떤 영역에 오랫동안 혹은 자주 응시했는지 분석하기 위해서는 고정된 한 장의 사진이 필요하므로, 촬영된 전체 장면을 파노라마 형식으로 펼친 한 장의 사진(snapshot)으로 편집한다.

4) 분석프로그램 Tobii Pro Lab 1.67의 run automatic mapping 기능을 이용하여 교사의 시선을 사진 위에 맵핑(mapping)한다. 여기서 맵핑이란 동적인 약 40여분 간의 시선 정보를 정적 자료인 교실 파노라마 사진 해당부분에 매칭시키는 것을 의미한다. 이 후 분석프로그램으로 자동 맵핑된 1차 분석 자료를 확인하고 수정하는 2차 분석 작업을 수동으로 진행한다.

5) 한 장의 사진으로 맵핑된 시선영상 분석 자료는 상위수준과 하위수준으로 나누어 AOI를 설정하고 초보교사의 초등수학수업에서의 시선 특징과 3회에 걸친 시선영상 자기반성 과정을 통해 변화하는 시선 데이터에 대한 자료를 얻는다.

4. Collect & Analysis Data

수집한 20개의 수업시선영상 중 기기이상으로 촬영이 원활하지 않았던 4개의 영상을 제외한 16개의 수업 영상을 분석하였다. Tobii Pro lab(v.1.67) 프로그램을 이용하여 데이터 수집 및 분석을 진행하였으며 각 수업의 파노라마 사진에 AOI를 설정한 후 분석 프로그램을 이용하여 자동화 맵핑(run automatic mapping)을 실시하여 시선 영상을 한 장면으로 통합하여 1차 분석을 하였다. [Figure 1]은 분석프로그램인 Tobii Pro lab(v.1.67)의 자동화 맵핑 화면의 모습이다.

데이터를 분석하는 방법은 다음과 같다. 첫째, 자기반성을 실시하기 전 초보교사의 시선을 상위 AOI 영역과 하위 AOI영역으로 나누어 시선 데이터의 집

중과 배분을 살펴보았다. 둘째, 시선영상 자기반성을 거치면서 초보교사의 시선이 어떻게 변화하는지를 AOI영역과 내용영역으로 구분하여 그 집중과 배분을 살펴보았다.



[Figure 1] Run automatic mapping with Tobii Pro lab

V. Result & Discussion

1. Analysis of Novice Teacher's Eye Data before Self-Reflection

초보교사 5인의 기초선 설정을 위해 최초 수학수업에서의 시선 데이터를 AOI영역과 학년별로 분류하여 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) Attention and Distribution of Beginning Teacher's Gaze in upper area of AOI

상위영역 AOI에 대한 시선고정 수(Fixation Count) 비율은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Novice teacher's fixation count ratio in upper area of AOI

	Teaching	Learning	Student	About teacher	etc
Fixation Count	30.765	18.53	22.17	3.2675	25.2675

초보교사의 시선고정 수는 교수(31%), 그 외(25%), 학생(22%), 학습(19%), 교사관련(3%) 순으로 수업에서 차지하는 비율이 높았으며 교수와 그

외 영역의 합이 수업의 56%를 차지하고 있었다. Loftus(1972)에 따르면 사람들은 더 가치 있다고 생각하는 대상에 더 많은 시선고정을 보인다. 따라서 초보교사는 교수와 관련된 부분을 중요하게 생각하며 그 다음으로 그 외적인 영역, 학생, 학습 순으로 가치 있게 여기는 것을 알 수 있었다.

다음으로 상위영역 AOI에서 초등수학수업의 초보교사 총 시선고정 지속시간(Total Fixation Duration) 비율은 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Beginning teacher's ratio of total fixation duration in upper area of AOI

	Teaching	Learning	Student	About teacher	etc
Fixation Duration	19.78	17.07	19.45	2.04	41.66

초보교사의 수학수업에서의 총 시선고정 지속시간 비율은 그 외(42%), 교수(20%), 학생(19%), 학습(17%), 교사관련(2%) 순으로 높았으며 그 외 영역을 제외한 교수, 학생, 학습에 대한 수업의 시선고정 지속시간 비율은 서로 매우 비슷했다.

일반적으로 시선고정 지속시간은 대상에 대한 정보를 처리하는 시간이나 주의집중의 정도를 의미한다(Uzzaman & Joordens, 2011). 그러나 본 연구에서 구분한 AOI영역에서의 시선고정 지속시간은 읽기와 같이 인지 처리과정에 오랜 시간이 필요한 것이 아니라 특정 영역에 대한 관심을 의미한다고 볼 수 있다. 초보교사는 교수, 학생, 학습과 관련된 영역들에 비슷한 시간 동안 시선이 머물렀으나, 그 외의 영역에서 오랫동안 시선이 머무르는 것으로 보아 수업과 관련 없는 영역에 수업 시간을 소비하고 있는 것으로 판단할 수 있다.

2) Attention and Distribution of Gaze by Grade(Upper Area of AOI)

1~2학년 초보교사들의 상위영역 AOI 시선고정 수 비율은 <Table 5>와 같다

<Table 5> Fixation count ratio by first & second grade
unit: %

Grade	Teaching	Learning	Student	About teacher	etc
First	31.53	17.15	26.01	3.95	21.36
Second	27.60	22.69	20.19	1.52	28.00

1학년 초보교사는 교수(32%), 학생(26%), 그 외(21%), 학습(17%), 교사관련(4%) 순으로 높았으며 2학년 초보교사는 그 외(28%), 교수(28%), 학습(23%), 학생(20%), 교사관련(2%) 순으로 시선고정 수의 비율이 높았다. 1~2학년 교사 모두 교수 영역의 시선고정 수 비율이 학생이나 학습 영역보다 높았으며 그 외의 시선고정 수 비율 또한 모두 20% 이상이었다.

이는 두 교사 모두 교수와 관련된 부분을 중요하게 생각하며 1학년 교사는 학습보다 학생을, 2학년 교사는 학생보다 학습에 더 가치를 두고 있는 것을 말한다.

3~4학년 초보교사들의 상위영역 AOI에 대한 시선고정 수 비율은 <Table 6>와 같다.

<Table 6> Fixation count ratio by third & fourth grade
unit: %

Grade	Teaching	Learning	Student	About teacher	etc
Third	21.34	14.74	30.12	1.46	32.34
Fourth	43.51	19.52	11.77	6.10	19.10

3학년 초보교사는 그 외(32%), 학생(30%), 교수(21%), 학습(15%), 교사관련(1%) 순으로 높았으며 4학년 초보교사는 교수(44%), 학습(20%), 그 외(19%), 학생(12%), 교사관련(6%) 순으로 시선고정 수가 높았다. 3학년 교사는 AOI 외의 영역에 시선고정 수가 가장 많았으며 4학년 교사는 교수영역에 시선이 월등히 높았다.

이는 3학년 초보교사는 교수나 학습 외의 다른 영역에 더 시선이 집중되어 있으며, 그와 더불어 교수 영역보다는 학생에게 관심을 두고 있음을 의미한다. 4학년 초보교사는 수업을 구성하는 여러 요소 중 교수 영역에 더 큰 관심과 주의를 기울인 것으로 볼 수 있다.

다음으로 1~2학년의 상위영역 AOI 영역별 총 시선고정 지속시간 비율은 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Mean of total fixation duration ratio by first & second grade
unit: %

Grade	Teaching	Learning	Student	About teacher	etc
First	15.89	11.08	20.55	2.34	50.14
Second	16.11	23.52	16.34	0.87	43.16

1학년 초보교사는 그 외(50%), 학생(21%), 교수(16%), 학습(11%), 교사관련(2%) 순으로 높았으며 2학년 초보교사는 그 외(43%), 학습(24%), 학생(16%), 교수(16%), 교사관련(1%) 순으로 총 시선고정 지속시간 비율이 높았다. 1~2학년 교사 모두 그 외 영역의 총 시선고정 지속시간이 다른 영역에 비해 길었고, 1학년 교사는 학생, 2학년 교사는 학습 영역에 가장 긴 시선고정 지속시간을 나타냈다.

이는 1~2학년 초보교사 모두 수업을 하는데 수업 외의 영역에 시선이 오랫동안 머물렀음을 알 수 있으며, 1학년 교사는 학생에 대해, 2학년 교사는 학습에 대해 더 초점을 맞추며 수업을 진행하고 있음을 알 수 있다.

다음으로 3~4학년 4회 수업에 대한 상위영역 AOI 총 시선고정 지속시간 비율 평균은 <Table 8>과 같다

<Table 8> Mean of fixation duration ratio by third & fourth grade
unit: %

Grade	Teaching	Learning	Student	About teacher	etc
Third	14.79	13.42	31.91	1.08	38.8
Fourth	32.32	20.25	9.00	3.88	34.55

3학년 초보교사는 그 외(39%), 학생(32%), 교수(15%), 학습(13%), 교사관련(1%) 순으로 높았으며 4학년 초보교사는 그 외(35%), 교수(32%), 학습(20%), 학생(9%), 교사관련(4%) 순으로 총 시선고정 지속시간이 높았다. 3~4학년 교사 모두 그 외 영역의 총 시선고정 지속시간이 길었고, 그와 더불어 3학년 교사는 학생, 4학년 교사는 교수에 비슷한 총 시선고정 지속시간을 가졌다.

3~4학년 초보교사 1~2학년 교사와 마찬가지로 수업 외의 영역에 시선이 오랫동안 머물렀으며 3학년 교사는 학생에 대해, 4학년 교사는 교수에 대해 더 중점을 가지고 수업을 진행함을 알 수 있다.

3) Attention and Distribution of Beginning Teacher's Gaze in lower area of AOI

초보교사들의 하위 AOI영역에 대한 시선고정 수 비율은 <Table 9>와 같다.

<Table 9> Fixation count ratio of beginning teacher

unit: %				
Blackboard	Teacher's computer	Teacher's books	Assistant teacher	Textbook
23	7	2	0	15
Learning resource	Worksheet	Student	About teacher	etc
3	1	22	3	24

하위영역에서 초보교사의 시선고정 수는 그 외(24%), 칠판(23%), 학생(22%), 수학·수익 교과서(15%), 교사용 컴퓨터(7%), 수학교구(3%), 교사관련(3%), 학습지(1%) 순이었으며 그 외, 칠판, 학생의 비율이 비슷하고 수학교구와 교사관련의 비율이 비슷했다.

이어서 하위영역 AOI 영역별 총 시선고정 지속시간 비율은 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Total fixation duration ratio of novice teacher

unit: %				
Blackboard	Teacher's computer	Teacher's books	Textbook	
11.45	5.84	1.42	13.15	
Learning resource	Worksheet	Student	About teacher	etc
2.48	0.69	17.32	2	45.65

하위영역에서 초보교사의 총 시선고정 지속시간 비율은 그 외(46%), 학생(17%), 수학·수익(13%), 칠판(11%), 교사용 컴퓨터(6%), 수학교구(2%), 교사관련(2%), 교사용 도서(1%), 학습지(1%) 순이었으며 그 외 영역이 수업에서 차지하는 총 시선고정

지속시간 비율이 월등히 높았다.

초보교사는 학생, 수학 교과서와 수학 익힘책, 칠판 등에 오랜 시간 시선이 머물렀으며, 교과서와 판서를 중심으로 한 수업을 하고 있는 것으로 판단해 볼 수 있다.

4) Attention and Distribution of Gaze by Grade(lower area of AOI)

1~2학년 초보교사들의 하위 AOI영역별 시선고정 수 비율은 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Fixation count ratio by first & second grade

unit: %					
Grade	Blackboard	Teacher's computer	Teacher's books	Assistant teacher	Textbook
First	23.00	5.80	1.52	0.29	12.96
Second	24.00	2.34	0.90	0.15	18.43
Grade	Learning resource	Worksheet	Student	About teacher	etc
First	3.11	1.08	26.01	3.95	22.00
Second	2.74	1.52	20.19	1.52	28.00

하위영역에서 1학년 초보교사의 시선고정 수는 학생(26%), 칠판(23%), 그 외(22%), 수학교과서와 수학 익힘책(13%), 교사용 컴퓨터(6%), 교사관련(4%), 수학교구(3%), 교사용도서(2%), 학습지(1%) 순이었으며 2학년 초보교사는 그 외(28%), 칠판(24%), 학생(20%), 수학교과서와 수학 익힘책(18%), 수학교구(3%), 교사용 컴퓨터(2%), 학습지(2%), 교사관련(2%), 교사용도서(1%) 순으로 높게 나타났다.

1학년 교사는 수업의 가장 큰 가치를 학생에 두고 있으며 2학년 교사는 그 외 영역에 두고 있으나 두 교사 모두 칠판, 학생 영역에 가치를 두고 수업을 하고 있음을 알 수 있다. 또, 그리고 3.11%, 2.74%의 비율로 보아 두 교사 모두 수학교구를 수학수업에서 가치 있게 생각하지 않는 것으로 판단된다.

3~4학년 초보교사의 하위 AOI영역별 시선고정 수 비율은 <Table 11>과 같다

<Table 11> Fixation count ratio of third & fourth grade

unit: %					
Grade	Blackboard	Teacher's computer	Teacher's books	Textbook	
Third	21.34	3.41	0.95	14.6	
Fourth	22.45	16.58	4.48	14.43	
Grade	Learning resource	Worksheet	Student	About teacher	etc
Third	0.13	0.01	30.12	1.46	27.98
Fourth	5.09	0	11.77	6.1	19.1

하위영역에서 3학년 초보교사의 시선고정 수 비율은 학생(30%), 그 외(28%), 칠판(21%), 수학교과서와 수학 익힘책(15%), 교사용 컴퓨터(3%), 교사관련(1%), 교사용 도서(1%) 순이었으며 4학년 초보교사는 칠판(22%), 그 외(19%), 교사용 컴퓨터(17%), 수학교과서와 수학 익힘책(14%), 학생(12%), 교사관련(6%), 수학교구(5%), 교사용도서(4%) 순으로 높게 나타났다.

3학년 초보교사는 학생과 그 외의 것에 수업 중 시선고정 수 비율이 가장 높았으며, 4학년 교사는 칠판과 그 외의 것에 시선고정 수 비율이 다른 영역에 비해 높았다. 그리고 1~2학년 교사와 마찬가지로 교구에 대한 시선고정 수 비율이 각각 0.13%, 5.09%으로 가장 작게 나타나는 것을 보았을 때, 3~4학년 초보교사들은 수업에 있어 수학교구를 가치 있게 생각하지 않는 것으로 판단된다.

이어서 1~2학년의 하위 AOI영역별 총 시선고정 지속시간 비율은 <Table 12>와 같다.

<Table 12> Total fixation duration ratio by first & second grade

unit: %					
Grade	Blackboard	Teacher's computer	Teacher's books	Assistant teacher	Textbook
First	23.00	5.80	1.52	0.29	12.96
Second	24.00	2.34	0.90	0.15	18.43
Grade	Learning resource	Worksheet	Student	About teacher	etc
First	3.11	1.08	26.01	3.95	22.00
Second	2.74	1.52	20.19	1.52	28.00

AOI 하위영역에서 1학년 초보교사의 총 시선고정 지속시간의 길이는 그 외(51%), 학생(21%), 칠판

(9%), 수학교과서와 수학 익힘책(7%), 교사용 컴퓨터(6%), 수학교구(3%), 교사관련(2%), 학습지(1%), 교사용도서(1%)의 순이었으며 2학년 초보교사는 그 외(43%), 수학교과서와 수학 익힘책(19%), 학생(16%), 칠판(14%), 수학교구(3%), 학습지(2%), 교사용 컴퓨터(2%), 교사관련(1%) 순으로 높게 나타났다.

1~2학년 초보교사 둘 모두 수업 외 상황에 시선 고정 시간이 가장 긴 것으로 나타났으며, 1학년 교사는 학생, 2학년 교사는 수학 교과서와 수학 익힘책에 두 번째로 긴 총 시선고정 지속시간을 보였다.

3~4학년의 하위 AOI영역별 총 시선고정 지속시간 비율은 <Table 13>과 같다.

<Table 13> Total fixation duration ratio by third & fourth grade

unit: %					
Grade	Blackboard	Teacher's computer	Teacher's books	Textbook	
Third	11.02	3.00	0.77	13.21	
Fourth	14.36	13.74	3.95	16.51	
Grade	Learning resource	Worksheet	Student	About teacher	etc
Third	0.21	0	31.91	1.08	38.80
Fourth	3.74	0	9.00	3.88	34.82

AOI 하위영역에서 3학년 초보교사의 총 시선고정 지속시간의 길이는 그 외(39%), 학생(32%), 수학교과서와 수학 익힘책(13%), 칠판(11%), 교사용 컴퓨터(3%), 교사관련(1%), 교사용도서(1%)의 순이었으며 4학년 초보교사는 그 외(35%), 수학교과서와 수학 익힘책(17%), 칠판(14%), 교사용 컴퓨터(14%), 학생(9%), 교사용 도서(4%), 교사관련(4%), 수학교구(4%) 순으로 길게 나타났다.

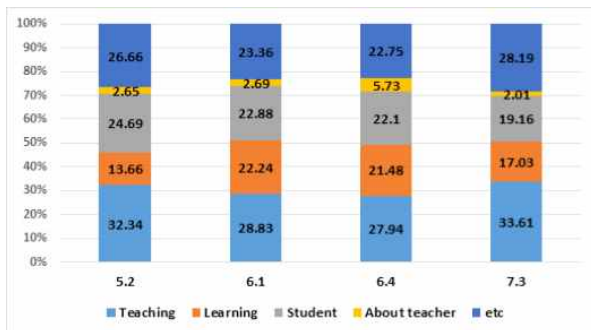
3~4학년 초보교사들은 수업과 관련 없는 그 외 영역에 시선이 오랫동안 머물렀다. 수업 영상을 분석해본 결과, 어수선한 학급 분위기를 수업에 집중 시키는데 많은 시간을 소비하고 있었다. 이는 초보 교사들이 학생 관리에 대한 경험이 부족하여 수업 보다는 학급 관리에 더 많은 에너지를 소모하고 있음을 의미한다.

2. Changing of Novice Teacher's Eye Data through Self-Reflection

1) Change by AOI

시선영상 자기반성을 통한 초보교사의 시선변화를 AOI 영역별로 시선고정 수 비율로 시선데이터 결과를 분석하였다. 결과 서술은 교사 전체 수업에 대한 변화를 살펴보고, 1~4학년 순으로 분석하였다.

초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 AOI 영역별 시선고정 수 비율의 변화는 [Figure 2]와 같으며, 이 때 X축은 수업을 진행한 날을 의미한다.



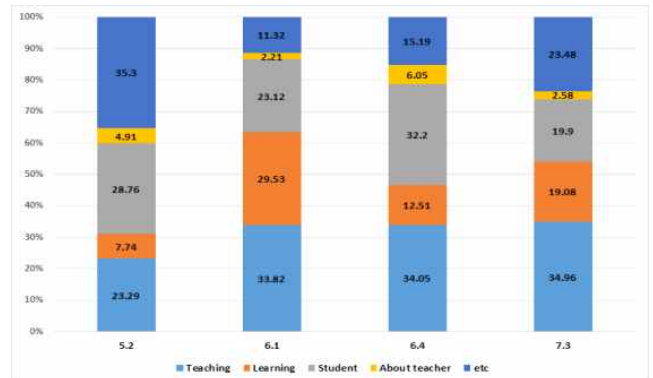
[Figure 2] Gaze change of beginning homeroom teacher according to AOI through self-reflection on eye tracked(count fixation ratio)

첫 시선영상 수업반성 후 교수영역의 비율이 4~5%, 그 외 영역에서 3~4%, 학생에서 2%정도 감소하였고 학습 영역에서는 큰 증가를 보였다. 마지막 시선영상 자기반성 후에는 학습과 학생, 교사관련에서 비율이 줄고 교수와 그 외 영역에서 비율이 증가하였다. 총 네 번의 수업에서 일관적으로 늘어나던 학습 및 학생 영역의 시선이 마지막에 줄어드는 이유를 밝히기 위해 개별 교사의 시선고정 수 비율을 참고하였다. 그 결과, 1, 2학년 담임교사가 3, 4학년 담임교사와 달리 마지막 수업에서 교수 영역의 수업 비중이 컸던 것이 확인 되었다. 이렇듯 시선의 변화가 시기별로 있기는 하지만 전체적으로 교수의 비중이 큰 편이고 학생의 비중이 수업 전체에 있어 절반 정도만을 차지하고 있다는 것은 초보교사의 자기반성과 수업을 개선하려는 노력에도 수업 방식

을 바꾸기가 어렵다는 것을 반증하고 있다.

2) Attention and Distribution of Gaze by Grade

1학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 AOI별 시선고정 수 비율의 변화는 [Figure 3]과 같다.

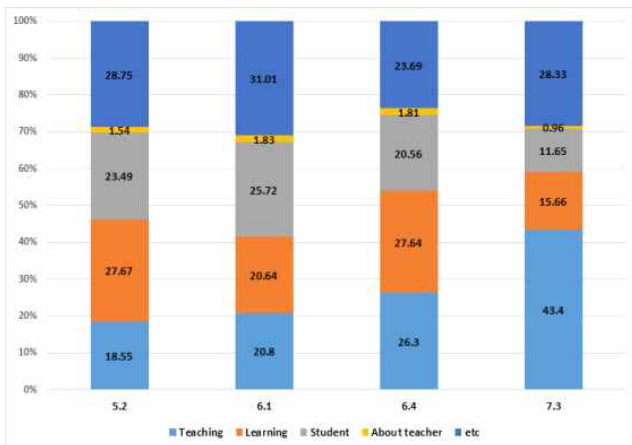


[Figure 3] Gaze change of first grade's beginning homeroom teacher according to AOI through self-reflection on eye tracked

교수 영역에서는 23%였던 시선비율이 34%, 34%, 35%로 시선영상 자기반성 직후부터 증가하여 남은 수업에서도 그 증가가 유지되었다. 학습 영역에서도 시선영상 자기반성 후 큰 증가를 보였다가 감소했지만 첫 수업과 비교해서는 3~4번째 수업에서도 시선이 증가했다. 학생, 교사관련, 그 외 영역의 시선은 정량적인 감소는 아니지만 첫 수업을 기준으로 보았을 수업 중 비율이 줄어 들었다. 첫 수업에서는 그 외 영역과 학생 영역에, 두 번째 수업에서는 교수와 학습에, 세 번째 수업에서는 교수와 학생에 많은 시선고정을 두고 수업했음을 확인할 수 있었다.

이는 1학년 교사가 학생, 교사관련, 그 외 영역의 가치를 교수와 학습으로 전환하고자 했다고 할 수 있으며 초보교사는 학생의 얼굴에 시선이 많이 가고 경력교사는 학생의 활동에 시선이 많이 갔었다는 선행연구의 결과(김성하, 양일호, 2016)로 미루어 보았을 때 초보교사가 학습과 교수보다는 학생의 반응에 초점을 맞추고 있다고 볼 수 있다.

2학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 AOI별 시선고정 수 비율의 변화는 [Figure 4]와 같다.

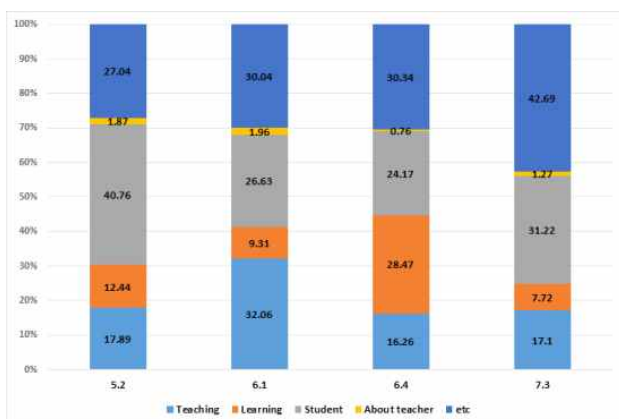


[Figure 4] Gaze change of second grade's beginning homeroom teacher according to AOI through self-reflection on eye tracked

교수영역의 시선고정 수 비율이 19%에서 21%, 26%, 43%로 꾸준히 증가하다 마지막 수업에서는 급격히 증가했으며 학습과 학생 영역의 비율은 감소하는 추세를 보였다. 마지막 수업에서 학습과 학생 영역에서의 시선고정이 교수 영역으로 변화되었음을 확인할 수 있었다.

2학년 담임교사의 경우 처음 2번의 수업에서는 학생과 학습에 수업에 가치를 두는 반면, 마지막 2번의 수업에서는 교사 중심의 수업을 이끌어 나간 것으로 판단된다.

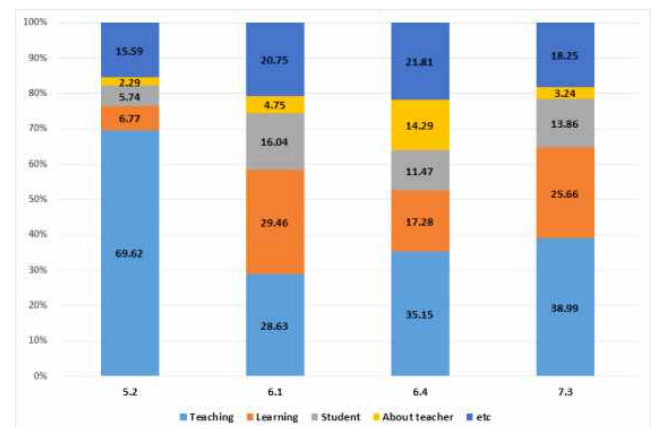
3학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 AOI 영역별 시선고정 수 비율의 변화는 [Figure 5]와 같다.



[Figure 5] Gaze change of third grade's beginning homeroom teacher according to AOI through self-reflection on eye tracked

학생 영역에서는 41%였던 시선비율이 27%, 24%, 31%로 시선영상 자기반성 이후 감소하는 모습을 보였고, 그 외 영역에서는 27%, 30%, 30%였던 시선 고정 수의 비율이 마지막에 43%로 급격히 증가하는 변화를 보였다. 첫 자기반성 이후 학생영역의 시선 고정 수가 두 번째 수업에서는 교수로, 세 번째 수업에서는 학습으로, 마지막 수업에서는 그 외 영역으로의 시선 변화를 보여주었다. 또한 학생 영역의 비율이 상대적으로 감소했지만 여전히 상대적으로 그 외 영역과 학생영역에 가치를 두는 수업 성향에서의 변화는 보이지 않았다.

4학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 AOI 별 시선고정 수 비율의 변화는 [Figure 6]과 같다.



[Figure 6] Gaze change of fourth grade's beginning homeroom teacher according to AOI through self-reflection on eye tracked

교수 영역에서는 70%였던 시선비율이 29%, 35%, 40%로 시선영상 자기반성 이후 감소, 유지되는 모습을 보였고, 감소된 시선고정 수가 학습, 학생 영역으로 바뀌었음을 확인할 수 있었다.

이는 1학년 교사에서 마찬가지로 초보교사의 특징이었던 학생의 얼굴을 보는 것에서 학습과 그 외 등으로 시선이 변화하고 있음을 알 수 있었다. 이렇게 4개 학년의 초보교사의 16개 수업에서의 시선변화를 분석한 결과, 3명의 교사가 첫 시선영상 자기반성 이후 다음 수업에서 큰 시선의 변화 양상을 보였으며 다른 수업에서도 계속 다른 시선의 변화를 크게 보이는 모습을 확인할 수 있었다.

이는 초보교사들이 시선 영상을 통한 자기반성

과정에서 자신의 수업에 대해 객관적으로 판단하여, 여러 가지 시도를 해보는 것을 의미한다. 이런 다양한 시도는 초보교사의 자기 장학 및 교사 교육에 있어 긍정적인 시사점을 제공할 것으로 판단된다.

3. Change by Mathematics Content

수학교과와 내용 영역별 시선 변화를 명시적으로 드러내기 위해 같은 내용영역을 수업한 1·3·4학년 교사를 분석하였다. 시선영상 자기반성을 통한 1학년 교사의 수와 연산 영역에서 총 시선고정 지속시간 비율의 변화는 <Table 14>와 같다.

<Table 14> Total fixation duration change of second grade's beginning homeroom teacher by Mathematics content unit: %

	Lesson time(grade, number of lesson, content)	
	1.2. Number and Operation	1.4. Number and Operation
Teaching	19.88	18.38
Learning	23.80	15.26
Student	15.06	12.50
About teacher	1.22	1.74
etc	40.04	52.12

1학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 수와 연산영역의 시선 변화는 학습에서 8.5%, 학생 영역에서 3.5%의 감소와 그 외 영역의 8% 증가로 정리할 수 있다. 특히 학습 영역의 감소와 그 외 영역의 증가가 가장 두드러지는 변화였다.

이를 통해 교사의 관심 영역이 학습에서 그 외 영역으로 옮겨짐을 알 수 있는데, 시선영상을 확인해 본 결과 시선영상 자기반성 전 수업에서는 교사의 교수 및 차시 진도가 27분 만에 마무리되고 수익과 학습지 같은 학습자료 확인 및 오답 설명에 치중했던 모습이 시선 반성 이후 교사의 교수, 학생 발표, 스스로 문제를 풀어보는 시간 제공 등으로 인해 그 외 영역의 시선이 늘어났음을 확인할 수 있었다. 이는 저학년 초보교사가 40분 동안 가르칠 것이 없어 문제만 많이 제공하는 수업의 형태를 시선영상 자기반성이 변화 시킨 것이라고 볼 수 있다.

시선영상 자기반성을 통한 3학년 교사의 수와 연산 영역에서 총 시선고정 지속시간 비율의 변화는 <Table 15>과 같다.

<Table 15> Total fixation duration change of third grade's beginning homeroom teacher by Mathematics content unit: %

	Lesson time(grade, number of lesson, content)	
	3.2. Number and Operation	3.4. Number and Operation
Teaching	18.21	8.30
Learning	5.75	5.74
Student	20.53	24.68
About teacher	0.72	0.82
etc	54.79	60.46

3학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 수와 연산영역의 시선 변화는 교수 영역의 수업비율이 약 10% 감소하고 학생에 대한 시선이 비율이 6%, 그 외 영역이 약 5.5% 증가하였다.

이를 통해 교사의 정보처리 필요시간이 교수에서 학생, 그 외 영역으로 옮겨짐을 알 수 있는데 시선영상을 확인해 본 결과 이는 수업 중 학급에서 싸움이 일어나 수업이 중단되고 싸운 학생에 대한 훈육이 이루어 졌기 때문이었다. 이는 초보 교사가 수업 중 다양한 사건에 유연하게 대처하지 못하는 (Brouwers & Tomic, 2000) 초보 교사의 특성을 잘 나타내주는 시선으로 볼 수 있다.

시선영상 자기반성을 통한 4학년 교사의 수와 연산 영역에서 총 시선고정 지속시간 비율의 변화는 <Table 16>과 같다.

<Table 16> Total fixation duration change of fourth grade's beginning homeroom teacher by Mathematics content unit: %

	Lesson time(grade, number of lesson, content)	
	4.2. Number and Operation	4.4. Number and Operation
Teaching	49.56	26.79
Learning	8.62	32.69
Student	4.31	9.68
About teacher	1.03	1.72
etc	36.48	29.12

4학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 수와 연산영역의 시선 변화는 교수 영역의 수업비율이 23%, 그 외 영역에서 7%가 감소하고 학습과 학생에 대한 시선이 비율이 각각 24%, 5% 정도가 증가하였다.

이를 통해 교사의 관심 영역이 교수, 그 외에서 학생, 학습 영역으로 옮겨짐을 알 수 있는데, 교사용 컴퓨터와 판서를 사용하여 수업했던 방식에서 학생 발표 및 개별 지도하는 수업 방식으로의 변화가 확인되었다.

시선영상 자기반성을 통한 4학년 교사의 수와 도형 영역에서 총 시선고정 지속시간 비율의 변화는 <Table 17>와 같다.

<Table 17> Total fixation duration change of fourth grade's beginning homeroom teacher by Mathematics content unit: %

	Lesson time(grade, number of lesson, content)	
	4.2. Figure	4.3. Figure
Teaching	20.72	32.23
Learning	25.37	14.33
Student	12.52	9.46
About teacher	2.43	10.34
etc	38.96	33.64

4학년 초보교사의 시선영상 자기반성을 통한 도형 영역의 시선 변화는 학습과 그 외 영역에서 각각 11%, 5%가 감소하였고 교수와 교사관련 영역에서 각각 11.5%, 8% 증가하였다.

이는 교사의 관심 영역이 학습과 그 외 영역에서 교수와 교사관련 영역으로 변화하였음을 의미한다. 변화의 원인을 알아보기 위해 시선영상을 확인해 본 결과 이는 삼각형의 세 각의 합을 알아보는 수업에서는 아동들의 구체적 조작으로 수업이 이루어진 반면 이등변 삼각형의 성질을 알아보는 수업에서는 교사가 교사 주도의 설명식 수업에 비중을 두어 수업함으로써 컴퓨터와 칠판 활용이 높아 교사의 시선이 학습이나 학생이 아닌 교사 컴퓨터와 칠판의 사이 공간인 교사 관련 영역에 많이 치우치게 되었기 때문이었다. 시선영상 자기반성이 구체적인 교수법이나 도형 개념이나 성질을 탐구해 가는 수업을 구성하게 하는 등의 수학 내용적인 면에서의

초보교사의 어려움에는 도움을 주지 못함을 의미한다. 하지만 이런 시선 자료의 분석과 초보교사의 시선으로 촬영된 영상을 통해 수학수업에서 어떤 부분에서 초보교사가 어려움을 겪고 있는지에 대한 진단의 도구로써 유용성은 확인할 수 있었다.

IV. Conclusions

본 연구에서는 초등수학수업에서 초보교사의 시선 특징과 시선영상 자기반성을 통한 시선의 변화를 살펴, 이를 정량적으로 분석하였다. 이상의 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 초보교사의 수학수업에 대한 가치의 변화와 더불어 교수 중심의 수업을 개선할 필요가 있다. 시선 데이터 분석 결과로 미루어보았을 때 학생 중심 수업으로의 변화 시도는 살펴볼 수 있었지만 여전히 수학교과에서 교수 중심의 시선 특징을 보였다. 결국, 자기 반성과정에서 수업의 큰 흐름은 변화시키지 못하였음을 의미한다. 이는 수업에서 초보교사들이 교수 영역을 중심으로 시선이 머물렀다고 보고한 여러 연구들(김성경, 2016; 변정호 외, 2011)과도 일치하는 결과이다. 특히 두 연구가 모두 강의식 중심으로 이루어진 수업을 대상으로 한 연구라는 점을 고려할 때, 초등학교 초보교사의 시선 특징 또한 교사의 설명으로 이루어지는 강의식 수업의 전형을 나타냄을 알 수 있다. 따라서 초보교사들은 외부의 도움이 없이 스스로 수업을 변화시켜 나가기 어려우며, 이는 이론적으로 습득한 지식과 실천과의 괴리에 직면하면 학창시절에 배웠던 수업 방식으로 회귀하는 경향이 있기 때문이다(김병수, 임진영, 2014). 따라서 전체 강의식 교수가 아닌 학생 주도의 수학수업이 이루어 질 수 있도록 초등수학 수업 교수법에 대한 연수나 컨설팅이 필요하다(변정호 외, 2011). 교사들이 기존에 가지고 있는 교과 지식과 수업 형태를 진단하여 취약점을 찾고 보완할 수 있는 프로그램을 적용한다면 교과 지식과 적용의 괴리에 고민하는 교사들에게 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 초보교사의 교실 관리 능력을 향상시켜 줄 필요가 있다. 시선 데이터 분석 결과, 초보교사들은

사진에서 설정되지 않는 영역인 그 외 영역에서 시선고정 수와 고정기간이 가장 길었다. 이는 초보교사에게는 수업에서 중심이 되는 부분을 인식하는데 어려움이 있으며 수업과 관련 없는 상황이 발생했을 때 그 대처가 미흡함을 의미한다. 초보교사의 교실 관리 능력의 부족은 수업의 핵심인 교수와 학습 영역보다 다른 영역에 관심을 쏟는 일이 잦아지기 때문이다(변정호 외, 2011). 따라서 초보교사들이 교실 관리 능력을 기를 수 있도록 학급 관리와 수업을 위한 기초·기본 훈련에 대한 자기 개발이 필요하다.

셋째, 초등수학수업에서 교구의 가치와 활용 방법에 대한 더 실질적인 교사교육이 필요하다. 초보교사의 시선 특징을 분석했을 때, 교구에 대한 중요성이 다른 영역에 비해 확연하게 적었으며, 동영상 확인 결과 학생의 구체적 조작 활동보다는 시연이나 설명 중심의 수업이 중심을 이루었다. 이는 교구 활용에 대한 관심의 부족뿐만 아니라 내용 지식과 적용 능력의 미흡함을 의미하므로 초보교사에게 수학수업에서 교구 활용에 대한 체계적인 교사교육 프로그램이 적용될 필요가 있다.

넷째, 시선영상 자기반성은 초보교사의 수업 개선에 부분적으로 도움이 된다. 하지만 교사의 자기반성 횟수는 1~2회 정도가 적당하며 그 이후에는 교사연수나 수업 컨설팅, 수업공동체 등과 같은 노력이 병행된다면 수업 개선에 더 도움이 될 것이다. 게다가 초보 교사마다 수학수업에서 시선고정 수 비율 및 총 시선고정 지속시간의 비중이 달랐는데, 이는 각 교사마다 수업에서 중요하게 생각하는 영역이 다르기 때문이다. 따라서 초보 교사의 수학수업에 대한 수학내용지식이나 교수지식 신장을 위해서 전체 교사 연수 보다 실제 초보 교사 수업을 바탕으로 한 개별 연수나 컨설팅이 초보 교사의 수업을 빠르게 개선하는 데에는 훨씬 효과적일 수 있다.

마지막으로, 모바일 시선 추적기는 수업분석에 유용한 도구가 될 수 있다. 우선 교사의 관점으로 수업을 반성, 분석할 수 있다는 큰 매력을 가지고 있으며 수업 촬영에 있어 다른 사람의 도움이 비교적 덜 들고 손쉽게 수업을 촬영할 수 있다. 다만 자료의 분석에 많은 시간과 비용이 발생하여 연구가 활발하지 않은 실정이지만 그와 관련한 기술이 매우

빠른 속도로 늘고 있으며 다양한 분야에서 시선추적을 이용한 연구가 꾸준히 늘고 있으므로 수학교사교육에서도 이를 잘 활용한다면 수업 전문성을 신장하는 데에 도움이 될 것이라 판단된다.

본 연구는 시선추적기를 활용하여 수학수업에서 초보교사의 시선 특징을 살펴보고 시선영상 자기반성 과정을 통한 시선 변화를 분석하였다. 하지만 자기반성 과정이 비교적 짧고 참여자의 수가 적어 연구결과를 모든 학생들에게 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 후속 연구에서는 보다 많은 참여자를 확보하고 자기반성 과정을 다양한 방법으로 적용해 본다면 더욱 유의미한 연구가 될 것이라고 기대한다.

References

- Bergstrom, J. R., & Schall, A. J. (2014). *Eye tracking in user experience design*. MA: MK(Morgan Kaufmann).
- Berliner, D. C. (1991). Educational psychology and pedagogical expertise: New findings and new opportunities for thinking about training. *Educational Psychologist*, 26(2), 145-155.
- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience - A practical guide to research*. New York: Rosenfeld Media Brooklyn.
- Brouwers, A., & Tomic, W. (2000). A longitudinal study of teacher burnout and perceived self-efficacy in classroom management. *Teaching and Teacher Education*, 16(2), 239-253.
- Byeon, J., Lee, I. & Gwon, Y. (2011). A case study of consulting on the teaching behavior patterns in visual fixation and variance using eye-tracker, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 173-199.
- Chu, G. S. (2015). A study on the contents and level of reflection of primary preschool teachers through classroom practice. *Korea Teacher Education Institute*, 32(1), 201-229.
- Choi, J. E., & Yan, A. (2015). Comparative study of

- creative teaching behavior between Korean and Chinese teachers. *The Journal of the Korean Society for Gifted and Talented*, 14(1), 305-326.
- Choi, S. K. (2018). Exploring Reading Ability Diagnostic Assessment Using Eye Tracking Methodology. *Brain, Digital, & Learning*, 8(2), 51-62.
- Cortina K. S., Miller K. F., McKenzie R., Epstein A. (2015). Where low and high inference data converge: Validation of CLASS assessment of mathematics instruction using mobile eye tracking with expert and novice teachers. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 13(2), 389-403.
- Go, H. G., Nam K. Y., & Maeng U. K. (2013). Case study on factors and levels of teachers' reflective thinking on their instruction. *Research Institute of Curriculum & Instruction*, 17(3), 839-868.
- Hwang, H. J. (2011). A study on the evaluation of reflective teaching based on teacher knowledge in Mathematics subject. *Journal of Korean School Mathematics Academic*, 14(2), 123-142.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202.
- Kim, B. S., & Im, J. Y. (2014). A Study on the schemes for elevating instruction specialties through Subject PCK. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(5), 1-23.
- Kim, S. H., & Yang, I. H. (2016). A case study of the novice and expert teachers' eye movement in elementary science classes. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(12), 1149-1163.
- Lai, M. L., Tsai, M. J., Yang, F. Y., Hsu, C. Y., Liu, T. C., Lee, S. W. Y., & Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90-115.
- Lee, J. H., & Choi, S. H. (2012). An analysis on the lingual metaphors and gestures shown in the math class at elementary school. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 16(1), 145-166.
- Lee, M. J., & Lee, K. H. (2015). Elementary student's formation of relational thinking about equation-Centered for web-based balance. *School Mathematics*, 17(3), 391-405.
- Lee, K. S., & Gang, O. K. (2008). A proposal for a class reflection for the improvement of mathematics teacher's professionalism. *Journal of Educational Research in Mathematics <School Mathematics>*, 10(2), 199-222.
- Loftus, G. R. (1972). Eye fixation and recognition memory for pictures. *Cognitive Psychology*, 3, 525-551.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2007). *Mathematics teaching today: Improving practice, improving student learning*.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Pang, J. S., & Sunwoo, J. (2015). Analysis of preliminary teachers' criticism level on elementary school mathematics. *Journal of Educational Research in Elementary Mathematics*, 19(4), 625-647.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, 124(3), 372-422.
- Shin, W. S. (2016a). A review of eye-tracking method in elementary science education research. *Journal of Elementary Science Education*, 35(3), 288-304.
- Shin, W. S. (2016b). The development of science knowledge generative learning WEDO model through cognitive-neuroscientific analysis on elementary science class. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University of Education, Seoul, Korea.
- Seo, Y. J., Kim, S. U., & Yang, I. H. (2019). An analysis of elementary school teacher's beliefs

about visual attention and gaze distributions in real science classes. *Brain, Digital, & Learning*, 9(4), 281-292.

Son, T. K., & Lee, K. H. (2020). An analysis of gaze differences between pre-service teachers and experienced teachers on mathematics lesson plan. *Education of Primary School Mathematics*, 23(1), 1-26

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107-125.

Uzzaman, S., & Joordens, S. (2011). The eyes know what you are thinking: eye movements as an objective measure of mind wandering. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1882-1886.

[저자의 소속과 직위]

차지현 : 서울세곡초등학교, 교사, 제1저자

손태권 : 한국교원대학교, 대학원생, 공동저자

이광호 : 한국교원대학교, 교수, 교신저자