

실제 수업 및 학습공동체 참여 과정에서 나타난 초등 예비교사의 주목하기 변화 분석

정혜윤¹⁾ · 서유민²⁾ · 한주호³⁾ · 서민주⁴⁾

본 연구의 목적은 실제 수업 및 수업 전후 진행된 학습공동체 회의에 참여하는 과정에서 나타나는 초등 예비교사의 주목하기 특징의 변화를 분석하여, 초등 예비교사 교육에 대한 시사점을 도출하고자 하는 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 연구 참여자인 초등 예비교사와 연구진들로 구성된 학습공동체를 구성하였다. 분석 자료로 초등 예비교사의 실제 수업과 학습공동체 사전, 사후회의 과정 전체에 대한 녹화 및 녹음 자료와 이들에 대한 전사 자료, 초등 예비교사의 반성일지와 사후 인터뷰, 연구자의 관찰일지, 학생의 학습지 등이 수집되었으며, 분석 방법으로 해석적 사례연구가 수행되었다. 연구 결과, 초등 예비교사의 주목하기의 특징이 주의 기울이기, 해석하기, 반응 결정하기의 각 요소에서 다음과 같이 변화하였으며, 이와 같은 변화에 학습공동체가 기여하였음을 확인할 수 있었다. 첫째, 초등 예비교사의 주의 기울이기 대상이 과제 결과물에서 학생의 통계적 사고로 변화하였다. 둘째, 초등 예비교사의 해석하기가 구체적인 근거가 부족한 상태에서 근거의 다양성과 구체성이 갖추어진 상태로 변화하였다. 셋째, 초등 예비교사의 반응 결정하기가 생산적이지 못한 반응 결정하기에서 생산적인 반응 결정하기로 변화하였다.

주요용어 : 초등 예비교사, 주목하기, 학습공동체, 교사교육

I. 서론

수학 교사의 전문성은 학생의 유의미한 수학 학습을 이끌어내기 위해 필요한 주요 요소로 강조되고 있다(Ball, Thames, & Phelps, 2008). 특히, 다차원적이고 예측 불가능한 수학 교실 상황에서 유의미한 수학 학습을 이끌어내기 위해서는 학생의 수학적 사고, 혹은 교실의 학습 환경과 같은 의미 있는 사건이나 상황을 선택적으로 포착하는 ‘주목하기’⁵⁾ 능력이 필요하다. 여러 선행연구(Choy, Thomas, &

* MSC2010분류 : 97B50

- 1) 한국교육과정평가원 부연구위원 (hy0501@kice.re.kr), 제1저자
- 2) 서울은빛초등학교 교사 (sym0517@snu.ac.kr)
- 3) 서울대학교 대학원 학생 (joohomath@snu.ac.kr)
- 4) 서울대학교 대학원 학생 (ann3916@snu.ac.kr), 교신저자
- 5) ‘주목하기’는 noticing의 번역어로 본 논문에서는 어떤 사건을 해석하고 반응하는 모든 과정을 포함하여 특정 사건에 주목하는 현상을 주목하기로 보았다. 국내 선행연구에서는 noticing을 ‘주목하기’로 번역하거나(예. 김희정, 한채린, 배미선, 권오남, 2017; 이수진, 박종희, 2018; 이운정, 이경화, 2016; 이진아, 이수진, 2019) Sherin과 van Es가 창안한 하나의 학문적 개념으로서 세심한 어감의 차이를 반영하기 위해 원어 그대로 ‘노티싱’으로 번역하기도 한다(예. 권나영, 이민희, 2019; 방정숙, 권민성, 선우진, 2017; 한채린, 김희정, 권오남, 2018)

Yoon, 2017; Mason, 1998; Schoenfeld, 2011) 역시 주목하기가 수학 교수 실행을 위해 필요한 교사의 핵심 역량이며, 수학 교사의 전문성을 향상시키는데 반드시 필요함을 강조하고 있다.

교사의 주목하기에 대한 연구는 van Es와 Sherin(2002), Jacobs, Lamb, 그리고 Philipp(2010) 이후 여러 수학교육 연구자(예. 이수진, 박종희, 2018; 이은정, 이경화, 2016; Star, Lynch, & Perova, 2011)에 의해 수행되었으며, 현직 교사 교육에서 나아가 예비교사 교육에도 적용되고 있다. 이들 선행연구에서는 주로 비디오 클립을 이용한 교육을 수행하였는데(van Es & Sherin, 2008), 특히, 예비교사의 경우 실제 자신의 수업을 실행하기 어려운 상황임을 고려하여, 비디오 클립을 통해 현직 교사의 수업을 관찰하고 분석하는 방법으로 주목하기가 이루어졌다(나귀수, 2021). 이와 같은 비디오 클립을 이용한 예비교사 교육은 예비교사에게 주목하기를 수행할 수 있는 기회를 제공함과 더불어 현직 교사의 수업을 관찰할 기회를 함께 제공한다는 점에서 의미가 있다. 하지만, 예비교사가 직접 수업을 실행하지 않았다는 점에서 능력 계발에 그 한계 역시 존재한다. 이론과 실전이 다르다는 점을 염두에 둘 때(김희정 외, 2017), 예비교사가 직접 수업을 실행하는 경험을 통해 주목하기 역량이 강화될 수 있도록 지원하는 활동이 필요한 것이다.

한편, 주목하기를 분석한 여러 선행연구(Ball, 2011; Mason, 1998; Sherin & Star, 2011)에서는 주목하기가 자연스럽게 나타나거나 강화되는 것이 아니며, 이를 위해서는 외부적 중재가 필요함을 강조한다. 특히, 실제 수업 중 나타나는 주목하기의 경우, 교수 경력이 없거나 부족한 예비교사는 일반적인 수업 실행 능력의 부족과 맞물려 주목하기가 필요한 상황을 포착하는 데 큰 어려움을 갖게 되는데, 이를 극복하고 주목하기 역량을 강화하기 위해서는 동료 혹은 경력 교사와의 논의와 같은 외부적 중재가 꾸준히 이루어지는 것이 필요하다. 하지만, 선행연구에서는 주로 예비교사의 주목하기에서 나타나는 특징을 분석(나귀수, 2021; 이수진, 박종희, 2018)하고 있으며, 외부적 중재가 이루어지는 상황에서 초등 예비교사의 주목하기 특징이 어떻게 변화하는지 살펴본 연구는 많지 않다(방정숙 외, 2017).

이에, 본 연구에서는 주목하기 능력 강화의 외부적 중재로 학습공동체를 제안하고, 실제 수업과 학습공동체에서의 수업 계획 및 반성 과정에서 나타나는 초등 예비교사의 주목하기의 변화를 분석하여, 초등 예비교사 교육에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 특히, 주목하기의 경우 주의 기울이기, 해석하기, 반응 결정하기의 세 가지 단계로 구성된다는 점(Choy et al., 2017; Jacobs et al., 2010)을 고려하여, 각 단계에서 초등 예비교사의 주목하기 특징의 변화를 살펴보고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다. 실제 수업의 진행 및 수업 전후에 진행된 학습공동체에서의 수업 계획과 반성에 참여하는 과정에서 나타난 초등 예비교사의 주목하기 단계별 특징은 어떻게 변화하는가?

II. 이론적 배경

1. 주목하기

일상생활에서 주목하기는 어떤 것을 관찰하고 인식하는 행동을 의미한다(Sherin, Jacobs, & Philipp, 2011). 그리고 이와 유사하게, 교실 환경에서도 학생의 사고나 행동 등을 관찰하고 인식하는 교사 주목하기가 발생한다. 교사는 교실에서 발생하는 모든 현상에 주목할 수 없기 때문에, 무엇에 주의를 기울이고 무시할지를 선택하여 수업을 진행하는 동시에 학생의 사고와 이해 정도에 주목해야 하는 것이다(Miller, 2011). 교사의 주목하기는 교수 활동에서 일어나는 자연스러운 현상이지만, 주목하기가 효과적으로 일어나기 위해서는 다소 복잡하고 도전적인 과정이 따른다(Jacobs et al., 2010).

주목하기 연구의 선두적인 역할을 한 연구에는 van Es와 Sherin(2002, 2008)의 연구와 이를 발전시킨 Jacobs 외(2010)의 연구가 있다. 먼저, van Es와 Sherin(2002, 2008)은 일반적인 교실에서 교사와 학생의 상호작용에 초점을 두었다. 이들은 세 가지 하위 기술(교수 상황에서 중요한 사건을 확인하기, 이 사건에 대해 추론하기 위하여 맥락으로부터 지식을 활용하기, 특정 사건을 더 넓은 교수학습의 원리와 연결 짓기)의 집합인 ‘주목하기 학습의 틀(van Es & Sherin, 2002, 2008)’과 선택적 주의 집중 및 지식-기반 추론으로 이루어진 ‘교사의 전문적인 안목(Sherin & van Es, 2009)’을 제안하였는데(방정숙 외, 2017), 이를 통해 주목하기를 복잡한 교실 상황에서 특정 현상에 선택적으로 주의를 기울이고, 교사의 지식을 바탕으로 주의를 기울인 현상을 추론하고 해석하는 능력으로 제시하였다. 이후 Jacobs 외(2010)는 van Es와 Sherin(2002, 2008)이 제안한 아이디어를 발전시켜 ‘학생들의 수학적 사고에 대한 전문적인 주목하기’를 제안하고, 주목하기의 세 가지 하위 기술로서 학생들의 전략에 주의 기울이기(Attending), 학생들의 사고와 이해를 해석하기(Interpreting), 학생들의 사고에 대한 이해를 바탕으로 교사의 반응 결정하기(Deciding how to respond)를 제시하였다. 본고에서는 Jacobs 외(2010)의 연구를 따라 교실 상황에서 존재하는 다양한 정보 중 어떤 것에 선택적으로 주의를 기울이고, 해석하고, 반응을 결정하는 인지 과정을 ‘주목하기’라고 정의한다.

Jacobs 외(2010)는 앞에서 언급한 세 기술에 따른 교사의 주목하기를 분석하기 위해 각 기술과 관련된 물음을 교사에게 제시하고 교사의 답변에 따라 분석하기의 수준을 코딩하기도 하였다. 구체적으로, 주의 기울이기는 교사가 학생이 문제를 해결할 때 나타나는 행동을 관찰할 때 수학적으로 중요한 세부사항을 놓치지 않고 주의를 기울였는지 여부로 수준을 판단하였다. 해석하기는 학생의 이해에 대해 배운 것을 구체적인 증거에 따라 설명할 수 있는지에 따라 분석하였다. 마지막으로 반응 결정하기는 학생의 교사라고 가정하였을 때 다음에 어떤 문제를 제시할 것인지를 구체적인 증거를 들어 설명할 수 있는지에 따라 분석하였다. 이와 같은 코딩은 주목하기의 수준을 구분한 것으로 볼 수 있는데, 실제로 van Es(2011)는 교사의 주목하기를 1수준부터 4수준까지 구분하였다. 이에 따르면, 1수준에서 4수준으로 갈수록 교실 환경의 전체를 주목하는 것에서 특정 학생의 수학적 사고에 주목하는 것으로 변하게 되며, 충분한 근거가 결여된 주목하기에서 다양한 근거에 바탕한 주목하기로 변하게 된다. 또한 Choy 외(2017)와 이은정, 이경화(2016)는 비생산적인 주목하기와 생산적인 주목하기를 구분하여 제시하였는데, 생산적인 주목하기란 학생들의 어려움에 주목하여 학생들이 어려움을 극복하고 새로운 이해를 형성할 수 있는 기회를 제공하는 것을 의미하며, 비생산적인 주목하기란 수학적 개념을 학습하는데 도움을 제공하지 못하거나 포착하지 못하는 것을 의미한다(이은정, 이경화, 2016).

주목하기 연구가 진행됨에 따라 주목하기 대상도 확장되었다. 초기에는 학생의 수학적 사고에 대한 주목하기 연구가 주로 이루어졌으나, 최근 연구에서는 교실 전체의 상황적 측면에도 주목하고 있다(이윤미, 이수진, 2018). 교사의 교수실천에 주목한 연구도 수행되었다(Dindyal, Schack, Choy, & Sherin, 2021). 교사에게 교육과정 자료를 비판적으로 읽고 자신이 가르치는 학생의 수준에 따라 적용하는 교육과정 문해력이 필요하다는 관점에서 진행된 ‘교육과정 주목하기’ 연구(Amador, Males, Earnest, & Dietiker, 2017; Dietiker, Males, Amador, & Earnest, 2018)와 수업 중 학생과의 상호작용을 고려한 ‘상호 간의 주목하기’ 연구(Dominguez, 2019)가 그것이다. ‘상호 간의 주목하기’의 경우, 교사와 학생이 서로가 주목하는 것을 인식하면서 수학 개념을 어떻게 가르치고 배울지를 결정할 수 있다는 장점이 있다. 이때, 교사와 학생 간의 활발한 상호작용이 이루어지려면 학생이 수학 수업에 참여하는 정도에 주목하는 것 역시 중요한데, 이와 관련하여 Wager(2014)는 Jacobs 외(2010)의 연구를 확장하여 참여에 주의를 기울이기, 참여를 해석하기, 참여에 반응하기로 구분하여 설명기도 하였다.

한편, 주목하기는 시간이 지날수록 자연스럽게 발달되는 것이 아니라 모종의 학습이 필요하다는 특징이 있다(Ball, 2011; Sherin & Star, 2011). 특히 경력 교사는 예비교사나 초임 교사에 비해 학생의

잘못된 행동이나 이해 부족, 방해 활동 등 교사 개입이 필요한 순간을 더 빨리 알아차릴 수 있지만(Miller, 2011), 예비교사나 초임 교사는 경력이 부족하여 교수·학습 환경에서 핵심이 되는 현상이나 특징을 파악하지 못할 수 있다. 중요한 교수학적 현상과 특징에 주목하여 학생의 수학적 사고를 증진하는 역량은 교사에게 요구되는 전문성이므로 주목하기 전략을 학습시킬 수 있는 외부적 중재가 필요하다(Mason, 1998). 일부 연구자들은 교사교육의 일환으로서 타인의 수업 영상을 시청하거나(예. 한채린 외, 2018; Sherin & van Es, 2009; van Es, 2011), 과제 대화록(예. 이수진, 박중희, 2018)을 작성하거나, 문제 만들기(예. 신동조, 2021) 방식으로 외부적 중재를 도입하였다. 그러나 이와 같은 방법은 실제 수업 중에 일어나는 주목하기와 다를 수 있다는 한계가 있다(Sherin et al., 2011). 특히, 최근에는 교사가 실제로 수업하는 환경에서의 주목하기를 분석하는 연구들이 늘어나고 있는 바(예. Amador & Weiland, 2015; 김희정 외, 2017; 이은정, 이경화, 2016; 이진아, 이수진, 2019), 실제 수업 중에 이루어지는 주목하기를 지원하기 위한 방안을 모색하는 것 역시 필요하다. 이와 관련하여 Amador와 Weiland(2015)는 예비교사, 현직 교사, 대학 연구진들로 이루어진 수업 연구(lesson study)가 수업의 다양한 측면에 주목하게 하고, 교수·학습 이론과 주목한 대상을 연결하는 역할을 하였다고 보고한 바 있다. 교수·학습 측면 외에도 학습공동체를 통해 구성원들이 교실 상황, 교사의 관행, 교사로서의 신념이나 정체성에 주목하게 된 사례도 있었다(Kwon, 2015). 비록 이들 연구에서 학습공동체를 교사의 주목하기 역량 향상을 위한 직접적인 외부적 중재로 제시하고 있지는 않으나, 연구 결과를 통해 학습공동체의 참여가 교사의 주목하기 대상을 변화시킬 수 있다는 가능성을 내포한다.

2. 학습공동체

학습공동체는 각각의 공동체가 속한 사회적·문화적 맥락에 따라 지향하는 목적과 지향점이 달라지지만, 학습공동체에서 교사가 연수를 받는 수동적인 활동이 아닌, 실천을 협력적으로 탐구하며 전문성을 향상시켜 나가는 능동적인 활동을 통해 학습한다는 점에서 공통점을 갖는다. 예를 들면, 일본의 교사 전문성 개발 사례인 수업 연구는 교사들이 함께 팀을 이루어 함께 수업을 계획, 실행, 반성 및 수정하며 수업을 개선하고 전문성을 향상시키는 것을 핵심으로 한다(서경혜, 2009).

학습공동체의 목적과 지향점이 다양한 만큼 그 정의 역시 다양하게 존재하지만, 여러 선행연구(McLaughlin & Talbert, 2006; Stoll, McMahon, & Thomas, 2006)에서는 학습공동체를 ‘교사가 공동으로 실천을 성찰하며 학습자의 학습을 검토함으로 교사의 교수방법을 개선하고 학습을 증진하기 위한 협력적 집단’으로 간주한다. 이들 선행연구에 따르면, 학습공동체는 학교에서 교사의 지식을 증진하며, 교수학습 실천과 학생의 학습 결과에 대한 공동의 언어와 기준을 세우고, 교수학적 실천에 필요한 규범과 학교의 문화를 형성하고 유지하는 기능을 한다. 이에 따라, 공동체에 속한 교사들은 학생들의 학습에 중점을 두면서 이를 위한 지속적인 개선을 추구한다(서경혜, 2009; DuFour, 2004). 또한, 학습공동체는 공동의 미션과 비전 가치를 공유하면서 문제를 제기하고 새로운 방법을 탐색하고 실천을 공유하며 교육 실천을 탐구하는 공동 탐구를 특징으로 한다. 즉, 교사 지식의 향상은 교사 개인 활동의 결과물이 아닌, 교사가 속한 공동체 내의 상호작용에 의해 나타나는 것이다(이경화, 송창근, 정혜윤, 2019b; Edwards, 2001; Zaslavsky & Leikin, 2004).

선행연구에서 학습공동체는 주로 두 가지 목적으로 진행되었다. 하나는 교수·학습을 위한 과제 및 콘텐츠를 공동으로 설계하는 것을 목적으로 하는 학습공동체이다(예. 이경화, 서민주, 이은정, 박미미, 송창근, 2019a; 이경화 외, 2019b). 이들 연구에 따르면, 교사는 학습공동체에 참여하는 과정에서 과제를 설계하는 공동 활동을 통해 불완전한 지식을 수정 및 보완할 수 있었다. 특히, 연구자는 수학적 지식의 개념적 측면을 강조하고 이에 관한 연구물의 아이디어를 공유하고, 교사는 경험적 지식에 바탕

한 아이디어를 공유함으로써 학습공동체의 활동과 성과에 기여할 수 있었다(이경화 외, 2019b). 학습공동체의 또 다른 목적은 교수·학습의 성찰과 반성이다(예. 나귀수, 2010; 오택근, 2016). 이를테면, 수업 연구에서는 수업 전 교사가 팀을 이루어 협력적으로 수업을 구성하고, 구성된 수업을 한 명의 교사가 실제로 진행함과 동시에 나머지 교사들이 수업을 관찰하며, 수업 후에는 교사들이 함께 모여 수업에 대하여 논의하고 수업을 효과적으로 진행하기 위하여 어떻게 개선할지 반성한다(Lewis, 2002). 이와 같은 과정을 통해 수업 구성안을 지속적으로 수정 및 보완하게 되는데, 특히 반성 단계를 통한 반성적 태도의 발전은 자신의 실천을 한 걸음 떨어져서 볼 수 있게 하며, 변화시킬 수 있는 다른 행동의 가능성과 선택을 고려할 수 있도록 한다. 이에 대해, Sakonidis와 Portari(2014)은 공동체 안에서 교사의 발전과 성장이 가능하다고 하였다.

학습공동체는 구성원에 따라 다양한 모습을 보인다. 현직 교사 및 연구 지도를 위한 전문 교원으로 구성된 학습공동체(오택근, 2016), 현직 교사와 교사 교육자로 구성된 학습공동체(Sakonidis & Portari, 2014), 교육전문가, 현장교사, 예비교사로 구성된 학습공동체(강현영, 탁병주, 고은성, 2016)와 같이 다양한 구성원의 학습공동체가 진행되었다. 특히 강현영 외(2016)는 예비교사는 공동체 활동을 통하여 가상의 학생이 아닌 실제 학생의 활동을 관찰하고 분석할 수 있었고, 수업에 대한 현실적인 접근을 할 수 있었으며, 수학 수업의 실제에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있었다고 하였다. 이는 학습공동체가 현직 교사의 전문성 개발뿐만 아니라 현장 적합성을 지닌 예비교사 교육의 기능을 수행할 수 있음을 보여주는 것이기도 하다. Cavanagh와 McMaster(2017)는 수학적 문제 해결에 집중한 현직 교사와 초등 예비교사 학습공동체 활동을 진행하기도 하였다. 이 과정에서 예비교사는 공동체 활동을 통하여 수학적 문제 해결에 능숙한 현직 교사의 실천을 관찰하고 반성하면서 전문성을 향상시킬 수 있었을 뿐만 아니라, 수학적 문제 해결의 중요한 부분과 학생의 학습에 끼치는 영향에 주목할 수 있었다.

III. 연구 방법

사례연구는 실제 상황 내에서 일어나는 구체적이고 복잡한 현상을 심층적으로 조사하는데 적절한 방법으로 알려져 있으며(Yin, 2013), 그 중 해석적 사례연구는 다양한 자료를 기반으로 어떠한 현상을 분석하고 개념을 범주화하는 데 적용된다(Merriam, 1998, pp. 51-52). 본 연구에서는 초등 예비교사가 실제 수업을 진행하고 수업 전후 진행된 학습공동체 회의에 참여하여 실제 수업을 계획, 반성하는 과정에서 주목하기라는 복잡한 현상이 어떻게 변화하는지 살펴보려는 것으로, 주목하기의 미묘한 변화를 포착하고 변화의 특징을 범주화하는 것이 필요하다. 이에, 본 연구에서는 이러한 연구 목적의 달성을 위해 해석적 사례연구가 적절하다고 판단하였다.

1. 학습공동체 활동 및 참여자

초등 예비교사와 연구진이 참여한 학습공동체에서는 초등학교 5, 6학년 대상의 수업을 계획 및 진행하고 수업에 대한 반성 활동을 수행하였다. 학습공동체 활동은 수업 계획을 위한 사전회의와 이러한 계획을 바탕으로 이루어진 실제 수업, 그리고 수업 반성 활동을 위한 사후회의로 구성되었다(<표 III-1> 참고). 연구가 진행되었던 2020년은 코로나-19 상황이 심각하여, 모든 수업과 사전, 사후회의가 온라인으로 진행되었다.

<표 III-1> 학습공동체 활동

시기	학습공동체 활동
사전회의	과제 및 과제 목표 공유, 설계된 과제 비평 및 수정, 교수 전략 공유
수업 진행	과제 적용 및 수업 실행
사후회의	학생 반응, 과제의 난이도, 교수 전략 등 실행 결과 공유

사전회의에서는 연구자 1명(R2)이 설계한 과제와 과제의 목표를 공유한 뒤, 다른 구성원과 함께 설계된 과제를 비평 및 수정하고, 과제 수행을 위한 교수 전략을 논의하였다. 수업은 소그룹 활동 중심으로 진행되었고, 초등 예비교사와 연구진이 각자 하나의 소그룹을 맡아 수업을 진행하였다. R1은 초등 예비교사가 진행하였던 소그룹 활동을 참관하고 예비 초등교사의 주목하기를 관찰할 수 있는 장면을 현장 노트에 작성하였다. 매 차시 수업 이후 진행된 사후회의에서는 수업 계획 시 수립하였던 교수 전략에 대해 반성하고, 특징적인 학생 반응과 수업 실행 결과에 대해 논의하였다. 이와 함께 초등 예비교사는 수업이 끝난 후 매 차시 자신의 수업에서 기억에 남는 장면들을 위주로 수업에 대한 반성 일지를 작성하였다. 본 연구에서는 이러한 학습공동체 활동과 수업에 참여하는 과정에서 드러나는 초등 예비교사의 주목하기의 특징을 포착하고, 이러한 특징이 어떻게 변화하였는지 분석하였다. 본 연구의 학습공동체에 참여한 초등 예비교사 P와 연구자 R1~R5에 대한 설명은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 학습공동체 구성원과 역할

참여자	경력	역할
P	초등 예비교사	수업 실행, 과제 수정, 교수 전략 반성
R1	박사 학위	참관, 현장 노트
R2	박사 과정	수업 실행, 과제 설계, 교수 전략 반성
R3	박사 과정	수업 실행, 과제 수정, 교수 전략 반성
R4	석사 과정	수업 실행, 과제 수정, 교수 전략 반성
R5	석사 과정	수업 실행, 과제 수정, 교수 전략 반성

2. 수업 설계

학습공동체 활동의 대상이 되는 수업은 S시 소재 초등학교 5, 6학년 학생들을 대상으로 진행된 방과 후 수업이다. 이 수업의 참여자는 S시 전체에서 모집하였고 참여 학생들 모두 자발적으로 수업에 지원하였다. 수업은 총 9주 동안 진행되었는데, 1차시는 90분간 이루어졌다. 총 9차시 수업 중 본 연구에서 초점을 두고 분석하는 차시는 4차시에서 9차시까지의 수업⁶⁾이다.

본 수업의 목표는 초등학생들이 자료 비교하기 과제에 참여하면서 분포 개념을 형성하는 것이다. 두 개의 자료집합을 비교하는 활동은 여러 선행연구(탁병주, 고은성, 지영명, 2017; Lehrer, Schauble, 2002)에서 어린 학생들에게 분포를 지도하기 위한 효과적인 전략으로 제시되어 왔다. 학생들은 두 자료집합을 비교하는 과정에서 자료의 중심과 변이에 주목하고, 자료를 개별 자료값이 아닌 분포로서 고려하게 되며(탁병주 외, 2017), 특히, 초등학교 고학년 학생들은 두 자료집합 비교하기 과제에 참여함으로써 중심과 변이뿐만 아니라 주어진 맥락 내에서 통계적으로 적절한 ‘의사결정’을 내릴 수 있다(Lehrer, Schauble, 2002). 이러한 관점에서, 본 연구에서는 초등학교 5, 6학년 학생들의 분포 개념 형성을 위해 두 개의 자료집합을 비교하는 활동을 도입하였다(<표 III-3> 참고).

6) 1차시부터 3차시까지는 오리엔테이션 및 Tinkerplots에 대한 기초 교육이 진행되었다.

<표 III-3> 차시별 활동 및 학습 내용

수업 차시	차시별 활동 및 학습 내용	
4차시	<ul style="list-style-type: none"> 비료 A를 사용한 작물과 비료 B를 사용한 작물의 무게에 대한 자료 비교하기 - 자료집합에서 자료의 중심(산술평균, 자료의 무더기) 인식하기 - 자료의 중심을 기준으로 서로 다른 자료집합 비교하기 	분포 개념 형성하기
5차시	<ul style="list-style-type: none"> 비료 A(B)를 사용한 작물과 비료 A(B)를 사용하지 않은 작물의 무게에 대한 자료 비교하고 각 비료의 효과 판단하기 - 각 자료집합에서 자료의 퍼짐(범위), 밀도(자료가 뻥뻥한 정도, 도수) 인식하기 - 자료의 퍼짐과 밀도를 기준으로 서로 다른 자료집합 비교하기 	
6차시	<ul style="list-style-type: none"> 순지르기로 재배한 작물과 순지르기로 재배하지 않은 작물의 무게에 대한 자료 비교하고 순지르기의 효과 판단하기 - 각 자료집합에서 자료의 중심(산술평균, 자료의 무더기), 자료의 퍼짐(범위), 밀도(자료가 뻥뻥한 정도, 도수) 인식하기 - 자료의 중심, 퍼짐, 밀도를 기준으로 서로 다른 자료집합 비교하기 	
7차시	<ul style="list-style-type: none"> 순지르기로 재배한 작물과 칼슘액비로 재배한 작물의 무게에 대한 자료 비교하고 칼슘액비의 효과 판단하기 - 각 자료집합에서 자료의 중심(산술평균, 자료의 무더기), 자료의 퍼짐(범위), 밀도(자료가 뻥뻥한 정도, 도수), 왜도(그래프 개형의 기울어짐) 인식하기 - 자료의 중심, 퍼짐, 밀도, 왜도를 기준으로 서로 다른 자료집합 비교하기 	
8차시	<ul style="list-style-type: none"> 비료 C를 사용한 작물과 비료 D를 사용한 작물의 무게에 대한 자료 비교하기 • 표본의 크기에 따른 효과 확인하기 	
9차시	<ul style="list-style-type: none"> 비료 A와 B의 효과, 순지르기와 칼슘액비의 효과, 비료 C와 D의 효과 비교하기 • 더 큰 수의 표본에 대한 효과 예측하기 	

각 차시에서 학생들은 주어진 자료집합을 비교하여 통계적 질문(예를 들어, 비료 A는 작물의 무게를 증가시키는 데 효과가 있는가?)에 대한 답과 그 근거를 구성하였다. 이 과정에서 통계 소프트웨어인 Tinkerplots⁷⁾(Konold & Miller, 2015)를 사용하여 자료집합을 시각화하였으며, 학생들이 자신의 통계적 주장을 뒷받침하는 데 적절한 그래프를 구성하거나 선택하도록 하였다. 연구자와 초등 예비교사는 이러한 과제를 통해 학생들이 자료 집합의 중심에 주목하고 변이를 인식하며, 나아가 분포 개념을 형성할 수 있도록 하였다.

초등 예비교사와 연구자는 줌을 활용한 온라인 환경에서 수업을 진행하였다. 먼저 R2가 수업 초반에 전체 학급 활동을 통해 활동의 목표와 과제를 안내하였으며, 이후 모든 활동은 조별 활동 중심으로 이루어졌다. 연구자(R3, R4, R5)와 초등 예비교사(P)는 각 조의 학생들과 함께 온라인 속 소회의실로 이동하여 조별로 과제를 해결하였다. 학생들은 서로 협력하여 과제를 해결하였으며, 활동의 결과물을 조별로 완성하였다. 조별 활동의 종료 후에는 다시 전체 학급 활동을 통해 조별 활동 결과물을 공유하고 의견을 발표하는 시간을 가졌다.

7) Tinkerplots 소프트웨어는 자료의 시각화를 지원하는 동적인 통계 소프트웨어이다. 두 자료 집합을 비교하는 과정에서 Tinkerplots의 시각화 기능과 시물레이션은 사용함으로써 학생들의 통계적 사고를 촉진한다고 알려져 있다(Noll & Kirin, 2017).

3. 자료 수집 및 자료 분석

본 연구에서는 연구의 타당성 확보를 위해 다양한 자료를 수집하였다(Yin, 2013). 먼저, 학습공동체 사전회의의 관련 자료로 실제 수업 지도안과 사전회의에 대한 음성 및 영상기록을 수집하였다. 그리고 초등 예비교사가 실제 진행한 수업 관련 자료로 학생 활동지, 수업에 대한 음성 및 영상기록, 연구자 R1이 작성한 현장 노트, 사후 인터뷰, 초등 예비교사의 반성 일지를, 학습공동체 사후회의의 관련 자료로 사후회의의 음성 및 영상기록을 수집하였다. 모든 음성 및 영상기록은 전사되었다.

본 연구에서는 Jacobs 외(2010)의 연구를 지지하는 관점에서 주목하기가 주의 기울이기, 해석하기, 반응 결정하기의 세 가지 요소로 구성된다고 보았다. 이에 본 연구에서 초등 예비교사의 주목하기를 주의 기울이기, 해석하기, 반응 결정하기의 세 가지 요소로 구분하여 그 특징을 분석하였다. 다만, Jacobs 외(2010)가 학생의 인지적 측면에만 초점을 맞추고 있는 것과 달리, 최근 연구에서는 교사의 주목하기 대상을 학생들의 인지적 측면뿐 아니라 수학 과제, 학습 환경과 같은 교실 전체의 상황적 측면까지 포함하는바(김희정 외, 2017; 이윤미, 이수진, 2018), 본 연구에서는 이들 선행연구를 종합하여 <표 III-4>와 같이 세분화된 분석틀을 제시하였다. 주의 기울이기의 경우, 이윤미, 이수진(2018)의 연구를 참고하여 주의 기울이기의 대상으로 학생의 통계적 사고 외에 과제 설계, 학습 환경과 같은 교실의 상황적 측면을 포함하였다. 해석하기의 경우 van Es(2011)를 참고하여 초등 예비교사가 해석한 결과가 근거로 뒷받침되는지, 그리고 그 근거가 무엇인지, 구체적이고 다양한지 분석하였다. 반응 결정하기의 경우 이은정, 이경화(2016)와 Choy 외(2017)를 참고하여 초등 예비교사가 결정한 교수학적 반응이 생산적인지, 비생산적인지 구분하여 파악하고자 하였다.

<표 III-4> 주목하기의 특징 분석틀

주목하기 구성요소	의미	세부 항목	
주의 기울이기	주의를 기울인 대상은 무엇인가	수업 관리(A1)	시간, 수업 분위기, 컴퓨터 소프트웨어와 같은 수업 환경
		학습 환경(A2)	모둠 구성, 학생 수와 같은 물리적 환경
		과제 결과물(A3)	학생의 과제 해결 여부 및 과제의 답
		과제 설계(A4)	과제 제시 순서 혹은 과제 수정
		통계적 사고(A5)	자료의 중심, 퍼짐, 밀도, 왜도에 대한 학생의 사고
해석하기	해석의 근거는 어떠한가	근거 없음(I1)	구체적인 근거 없음
		구체적인 근거 1개(I2)	수업 중 발생한 특정 사건이나 학생 발언과 같은 구체적인 근거 1개를 타당하게 제시
		구체적인 근거 2개 이상(I3)	수업 중 발생한 특정 사건이나 학생 발언과 같은 구체적인 근거를 2개 이상 타당하게 제시
반응 결정하기	반응이 생산적인가	비생산적인 반응(D1)	학생의 문제 해결이나 통계적 사고에 도움이 되지 않는 피드백 제공
		생산적인 반응(D2)	학생의 문제 해결이나 통계적 사고에 도움이 되는 피드백 제공

<표 III-4>의 분석틀에 기반한 자료 분석은, 첫째, 주목하기 사례의 추출, 둘째, 주목하기의 각 요소에 드러난 특징 확인하기, 셋째, 주목하기 특징의 변화 및 변화의 근거 파악하기의 3단계로 진행되었다. 첫 번째 단계에서는 초등 예비교사의 주목하기 사례를 추출하였다. 주목하기는 주의 기울이기, 해석하기, 반응 결정하기의 세 가지 요소로 구성된바, 다음의 사례가 관찰된 경우 각 요소가 수행되었다

고 판단하여 주목하기 사례로 추출하였다. 주의 기울이기의 경우, 여러 선행연구(김희정 외, 2017; 이은정, 이경화, 2016; Choy et al., 2017)를 참고하여, 특정 상황에 대해 교사가 반복하여 언급하거나 특정 학생에게 발문하는 등의 행동으로 학생과의 상호작용을 강화하고자 할 때 주의 기울이기가 나타난 것으로 판단하였다. 또한, 사후 인터뷰에서 초등 예비교사가 명시적으로 주의를 기울였다고 발언한 경우와 사후 학습공동체 회의에서 교사가 언급한 수업 중 상황에 대해 주의 기울이기가 나타난 것으로 판단하였다. 해석하기의 경우, 수업 장면만으로는 파악하기 힘들며, 초등 예비교사의 반성 일지와 사후 인터뷰 및 사후 학습공동체 회의에서 드러난 학생의 사고에 대한 교사의 이해와 해석을 파악하고자 하였다(Floro & Bostic, 2017). 반응 결정하기의 경우, 실제 교수학적 행위가 어떻게 일어났는지 살펴보고, 이러한 교수학적 행위가 주의 기울이기로부터 나타난 경우 ‘주목하기에 따른 반응 결정하기’로 구분하였다. 두 번째 단계에서는 추출된 주목하기 사례의 각 요소에 드러난 특징을 <표 III-4>의 세부 항목에 근거하여 분석한 뒤, <표 III-5>와 같이 제시된 주목하기 코딩 결과 분석틀에 코딩 결과와 그 근거를 작성하였다. 세 번째 단계에서는 <표 III-5>에 작성된 코딩 결과를 토대로 수업 초반에 이루어진 주목하기의 각 구성요소의 특징이 수업 후반으로 갈수록 어떻게 변화하는지 확인하였다. 또한, 수업 전후 진행된 학습공동체에서의 사전, 사후회의 및 사후 인터뷰를 확인하여, 외부적 중재로서 학습공동체가 어떠한 역할을 했는지 확인하였다.

<표 III-5> 주목하기 코딩 결과 분석틀

주목하기	(예) 5차시	
	코딩 결과	근거
주의 기울이기	(예) A4	(예) 실제 수업 5-387 ~ 5-425, 반성일지 5-4
해석하기	(예) I2	(예) 사후인터뷰 I-5-3, 학습공동체 사후회의 5-10
반응 결정하기	(예) D1	(예) 실제 수업 5-121 ~ 5-126, 현장 노트 5-8

한편, 실제 수업 과정에서 나타나는 교사의 주목하기를 명확하게 파악하고 단계를 구별 짓는 것은 방법론적으로 매우 어려운바(Sherin et al., 2011), 본 연구에서는 연구의 타당성과 신뢰성을 높이고자 다음과 같이 자료의 삼각검증과 연구자의 삼각검증을 수행하였다(Yin, 2013). 첫째, 수집한 다양한 자료를 교차분석 하였다. 다양한 자료는 주목하기의 구성 요소에 따라 분석의 주된 자료와 보조 자료로 활용되었는데, 주의 기울이기와 반응 결정하기의 경우 실제 수업에 대한 음성 및 영상 자료가 주된 자료로 활용되었으며, 학습공동체 사전, 사후회의, 초등 예비교사의 반성 일지와 사후 인터뷰, 현장 노트, 학생 활동지 등은 주된 자료를 활용한 분석 결과를 검증하는 보조 자료로 활용되었다. 이와는 달리 실제 수업에서 잘 드러나지 않는 해석하기의 경우 학습공동체 사전, 사후회의에 대한 음성 및 영상 자료와 사후 인터뷰가 주된 자료로 활용되었으며, 그 외의 자료는 보조 자료로 활용되었다. 둘째, 여러 연구자가 분석을 반복적으로 수행하였다. 앞서 제시한 자료 분석의 각 단계를 네 명의 연구자가 개별적으로 수행한 뒤 서로 비교해보는 과정을 반복하였다. 특히, 각 연구자는 두 번째 단계를 수행하는 과정에서 주목하기의 세부 항목을 <표 III-5>에 맞추어 각자 정리한 뒤 연구자간 코딩 결과⁸⁾를 확인하였다(<표 III-6> 참고). 코딩 결과가 불일치하는 경우 회의를 통해 결과를 협의하는 과정을 거쳤다. 셋째, 연구 참여자 검토를 거쳤다.

8) 일치도는 ‘(가장 많은 코딩 결과)/4’로 계산하였다. 주의 기울이기에 대해 3명의 연구자가 A1, 1명의 연구자가 A2라고 코딩한 경우, 일치도는 0.75이다.

<표 III-6> 주목하기 코딩 결과에 대한 연구자 간의 일치도

주목하기	수업 차시					
	4차시	5차시	6차시	7차시	8차시	9차시
주의 기울이기	0.75	0.75	1	1	0.75	1
해석하기	0.5	0.75	0.5	0.75	0.75	0.75
반응 결정하기	1	1	1	1	1	1

IV. 연구 결과

연구 결과, 초등 예비교사의 주목하기가 주목하기의 단계별로 다음과 같이 변화하였음을 확인할 수 있었다(<표 IV-1> 참고). 첫째, 주의 기울이기 단계의 경우, 과제 결과물에 대한 주의 기울이기에서 학생의 통계적 사고에 대한 주의 기울이기로 변화하였다. 둘째, 해석하기 단계의 경우, 구체적인 근거가 부족한 해석하기에서 근거의 다양성과 구체성을 지닌 해석하기로 변화하였다. 셋째, 반응 결정하기 단계의 경우, 비생산적인 반응 결정하기에서 생산적인 반응 결정하기로 변화하였다. 그리고 이와 같은 초등 예비교사의 주목하기의 변화에 학습공동체에서의 논의가 기여한 것을 확인할 수 있었다.

<표 IV-1> 주목하기 코딩 결과

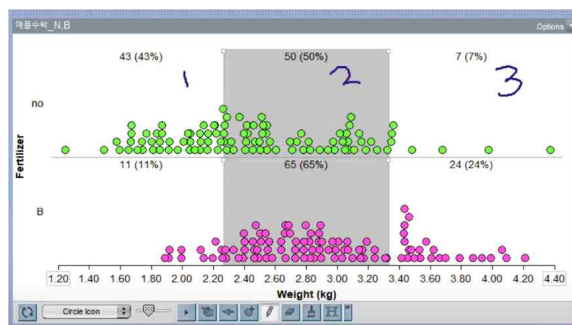
주목하기		수업 차시					
		4차시	5차시	6차시	7차시	8차시	9차시
주의 기울이기	A1	0.3	0.25	0.25	0.2	0.17	0
	A2	0.3	0.25	0.25	0.2	0.17	0.2
	A3	0.4	0.5	0	0	0	0
	A4	0	0	0	0.2	0.17	0.2
	A5	0	0	0.5	0.4	0.5	0.6
해석하기	I1	0.5	0	0.25	0	0	0
	I2	0.5	1	0.5	0.4	0.33	0.2
	I3	0	0	0.25	0.6	0.67	0.8
반응 결정하기	D1	1	1	1	0.6	0.33	0
	D2	0	0	0	0.4	0.67	1

1. 과제 결과물에 대한 주의 기울이기에서 학생의 통계적 사고에 대한 주의 기울이기로의 변화

초등 예비교사는 초기 수업에서 학생이 과제를 해결했는지, 어떠한 답을 제시했는지에 주로 주의를 기울이는 모습을 보였다. 실제로, 초등 예비교사는 5차시 수업에서 다음의 사례 1과 같이 학생 한 명 한 명에게 답을 차례로 묻고 기록하는 등 학생들에게 고르게 발언 기회를 주고 답을 얻기 위해 노력하였다. 5차시 수업에서 교사와 학생은 비료 A와 비료 B를 각각 사용한 작물과 사용하지 않은 작물의 무게를 Tinkerplots의 다양한 그래프를 이용하여 비교한 뒤, 비교한 결과를 근거로 비료 A와 비료 B의 사용 여부를 결정하는 활동을 하였다. Tinkerplots를 이용한 그래프는 총 3가지가 제공⁹⁾되었는데,

9) 본 수업의 목적은 Tinkerplots의 그래프를 그리는 것이 아니라 Tinkerplots의 다양한 통계 그래프를 해석하고 해석한 결과를 근거로 통계적 주장을 하는 것인바, 학생들에게 3가지 그래프를 제공한 뒤 자신의 주장을 뒷받침할 수 있는 가장 적절한 그래프를 선택하거나 필요한 경우 Tinkerplots 기능을 사용하여 직접 그래프를 구성하도록 하였다.

사례 1은 학생들이 비료 B를 사용한 작물과 사용하지 않은 작물의 무게를 비교하기 위해 두 번째 그래프([그림 IV-1] 참고)를 해석하는 과정에서 나타난 교사의 주의 기울이기를 보여준다. 두 번째 그래프는 작물 무게의 범위(1.20kg 부터 4.40kg 까지)를 간격이 같은 3개의 영역으로 분할한 등간격 그래프로, 위에 제시된 no 그래프는 비료 B를 사용하지 않은 작물 무게의 분포를, 아래에 제시된 B 그래프는 비료 B를 사용한 작물 무게의 분포를 보여준다. 교사는 담당 모듈에 속한 4명의 학생에게 차례 차례 답을 묻고 기록하였으며, 기록한 답을 모듈 활동이 끝난 뒤 전체 모임에서 발표하고자 하였다.



[그림 IV-1] 5차시 수업에서 두 번째 그래프로 제시된 등간격 그래프

사례 1. 초등 예비교사의 과제 해결 여부 및 정답 도출에 대한 주의 기울이기

- 5-387 P 앞에서 우리 S13은 뭘 봤냐면 두 번째 그래프.. 2번 구간의 점들을 비교해봤었네? 자, 의견을 말해주세요. S13 혹시 기억나?
- 5-396 S13 어.. 이게 그.. 효과가.. 이렇게 구간을 나눴을 때..다 비슷비슷해서 잘 모르겠어요.
- 5-403 P 뭐가 비슷해 보여? 점의 개수가?
- 5-404 S13 네.
- 5-407 P 오케이. 알겠어. 가운데가 비슷해 보이는 거야, 아니면 1번도 비슷해 보여? 어디가 비슷해 보여?
- 5-408 S13 음.. 네. 1번하고 2번하고 3번이..
- 5-411 P 어. 오케이 오케이 좋아. S14는?
- 5-412 S14 저는.. 2번.. B 중에서 2번이 제일 많은데.. B가 제일.. 아.. 평균? 뭐라 할까..
- 5-413 P 개수? 이 65개([그림 IV-1]의 B 그래프의 가운데 구간)?
- 5-414 S14 네. B가 제일 많아요.
- 5-415 P 아 2번 구간을 비교해봤는데 얘([그림 IV-1]의 B 그래프)가 ([그림 IV-1]의 no 그래프 보다) 더 (점의) 개수가 많다? 아니면 이렇게 가로로 비교해봤는데 얘([그림 IV-1]의 no 그래프)도 2번 구간이 많고, 얘([그림 IV-1]의 B 그래프)도 2번 구간이 (점이) 많다?
- 5-416 S14 둘 다 맞아요.
- 5-417 P 아 가로로 봐도 얘(B 그래프의 2번 구간에 속한 점의 개수)가 더 많고, 세로로 봐도 얘(B 그래프의 2번 구간에 속한 점의 개수)가 더 많아서?
- 5-418 S14 네.
- 5-421 P 그럼 중간이 더 많은 거는 좋은 거야?
- 5-422 S14 중간이 더 많은 거는 전체... 무게가 더 높다는 거 아니에요?
- 5-423 P 아 2번 구간이..2번 구간의 점의 개수가 많다는 건 무게가 많은 수박이 많다는 것? 이렇게?
- 5-424 S14 네.
- 5-425 P 음..알겠어, 좋아. 좋은 의견이에요. 자 그럼 우리 빨리 또 넘어가 볼까?

위의 사례 1을 살펴보면, 5-387부터 5-411까지 구간은 초등 예비교사가 S13의 답을 듣기 위해 질의 응답이 이루어진 구간이며, 5-411부터 5-425까지의 구간은 초등 예비교사가 S14의 답을 듣기 위해 질의 응답이 이루어진 구간이다. 이때, S14와의 질의 응답이 이루어진 구간 중 5-422에는 S14의 사고에 오류가 있음이 드러난다. S14는 B 그래프에서 가운데 구간인 2번 구간에 점이 가장 많으므로 비료 B를 사용한 작물 무게의 평균이 비료 B를 사용하지 않은 작물 무게의 평균보다 높을 것이라고 하였다. 하지만 가운데 구간에 많은 작물이 분포한다는 사실이 전체 평균이 높다는 것을 의미하지는 않으므로 S14의 사고에는 오류가 있다. 이러한 오류를 보였음에도 불구하고, 초등 예비교사는 학생 사고의 오류에 주의를 기울이지 않은 채, 학생이 어떠한 답을 제시했는지에 주의를 기울이고 기록한 뒤 다음 수업을 진행하였다. 5-411과 5-425에 드러났듯이, 초등 예비교사는 학생의 의견에 대해 모두 좋다고 말하며 다음 문제로 넘어가고자 하였다. 이후 진행된 수업이나 학습공동체 사후회의에서도 해당 수업에서 보인 학생 사고의 오류 등에 대한 발언이 없었다.

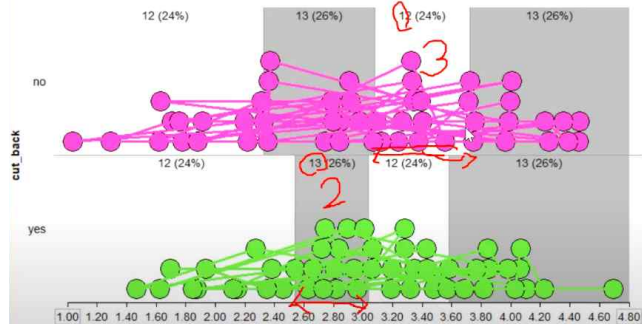
이와 관련하여, 다음의 사후 인터뷰에서 확인할 수 있듯이, 초등 예비교사는 정해진 시간 안에 문제의 답을 도출해야 한다는 부담감을 갖고 있었으며, 이로 인해 학생의 과제 해결 여부 및 정답 도출에 대한 주의 기울이기이 이루어지게 되었다. 한편, 초등 예비교사가 학생의 과제 해결 여부 및 정답 도출에 주의를 기울인 것과 달리, 학습공동체의 다른 구성원은 학생의 통계적 사고에 주의를 기울이는 모습을 보였다. 학습공동체 사후회의에서, '주로 분포의 중심과 범위에 애들이 주목했고, 평균값이나 중앙값 이런 얘기도 좀 있었고.. (등비율) 그래프의 의미를 이해하지 못해서 문제 푸는 걸 어려워하는 학생이 있었어요. 밀도를 잘 해석하지 못한 건데, (수업 지도안에 제시되지 않은) 추가 설명과 질문을 하면서 수업을 진행했어요.'와 같이 해당 차시의 과제 해결 과정에서 어떤 학생이 어떤 오개념과 오류를 가지고 있었으며 이를 개선하고 수업을 진행하기 위해 어떠한 처치를 하였는지 언급한 것이다. 이에 대해 초등 예비교사는 사후 인터뷰에서, 학습공동체 참여를 통해 답을 도출하는 것보다 답을 제시한 학생의 통계적 사고에 주의를 기울이는 것이 중요하다는 점을 깨달았음을 밝혔다.

<초등 예비교사 사후 인터뷰>

처음에는, 수업 이후에 조별 발표를 해야 되기 때문에 학생 한 명 한 명마다 답변을 도출해내는 것에 조금 목적이 있었습니다. 그래서 얘가 어디까지 지금 사고하고 있는지는 별로 관심을 두지 않았고, 일단은 소극적인 학생이었기 때문에 대담을 도출해내는 것에 조금 초점을 뒀어요. 그래서 S13도 물어보고 S14, S15도 각각 물어봤던 게 그 이유 때문이었던 것 같아요. 그래야 이야기할 거리가 생기니까. 그런데 사후회의에서 다른 선생님들 수업을 들어보니까 굳이 설계된 과제대로 결과물을 낼 필요는 없더라고요. 조의 수준에 따라서 하나의 과제만 해도 된다는 것을 보고 결과에 대한 부담감이 좀 줄어서 이제부터는 한 명 한 명의 수학적 사고에 더 중점을 두게 되었어요.

이후, 초등 예비교사는 과제의 결과물을 도출해야 한다는 부담감에서 벗어나게 되면서, 학생이 어떠한 답을 제시했는지에서 나아가 왜 그러한 답을 제시했는지에 주의를 기울이는 모습을 보였다. 즉, 과제 해결을 위해 자료집합을 분석할 때 자료의 중심, 퍼짐, 밀도, 왜도 중 어디에 주목하여 어떻게 해석하는지, 학생의 통계적 사고에 주의를 기울이는 모습을 보였다. 다음의 사례 2는 6차시 수업 중 초등 예비교사가 학생의 통계적 사고에 주의를 기울이는 모습을 보여준다. 6차시 수업에서 학생은 순지르기를 한 작물과 하지 않은 작물의 무게를 Tinkerplots의 다양한 그래프를 이용하여 비교한 뒤, 비교한 결과를 근거로 순지르기 수행 여부를 결정하는 활동을 하였다. Tinkerplots를 이용한 그래프는 학생들이 이전 시간까지 다루었던 그래프들을 토대로 자유롭게 만들 수 있었는데, 사례 2는 S15가 등비율 그래프([그림 IV-2] 참고)를 해석하는 과정에서 나타난 교사의 주의 기울이기를 보여준다. [그림 IV

-2]의 등비율 그래프에서 위에 제시된 no 그래프는 순지르기를 하지 않은 작물 무게의 분포를, 아래에 제시된 yes 그래프는 순지르기를 수행한 작물 무게의 분포를 보여준다.



[그림 IV-2] 6차시 수업에서 제시된 등비율 그래프

사례 2. 초등 예비교사의 학생의 통계적 사고에 대한 주의 기울이기

- 6-309 P 자. S15의 판단은? 효과 있다, 없다?
- 6-310 S15 어. 저는 효과가 없는 것 같아요.
- 6-311 P 이유는요?
- 6-320 S15 어. 1 2 3 4 구간을 나눴을 때, 이거([그림 IV-2]의 no 그래프) 보면 3번 구간이 짧고, 어, yes ([그림 IV-2]의 yes 그래프)는 2번 구간이 짧고. 그래서 둘이 비교했을 때 비슷해 보여서.
- 6-327 P 그래서 둘이 비슷하다고? (그래프 위에 3과 2를 적으며) 여기 3번이랑 2번이랑 비교를 했어?
- 6-328 S15 네.
- 6-329 P 근데 비슷했어?
- 6-330 S15 네. 비슷한 것 같아서.
- 6-331 P 아. 비슷한 것 같아서? (no 그래프의 12와 yes 그래프의 13에 동그라미를 하며) 12개, 13개니까?
- 6-332 S15 네.
- 6-333 P 근데 왜 3번하고 2번하고 비교했어?
- 6-336 S15 제일 짧은 거라서.
- 6-337 P 제일 짧은 구간이라서? 오. 그렇게 볼 수도 있겠구나. (짧은 구간을 표시하며) 제일 짧은 구간을 비교해봤는데, 그러니까 가장 몰려있는 점을 비교해봤는데 둘이 (점의 개수가) 비슷해 보였다. 그래서 효과가 없다? 그러면 선생님이 (해석) 해볼까? 이 3번 구간이 2번 구간보다 오른쪽에 있잖아. 제일 몰려있는 점들이. 오른쪽에 있을수록 무게가 큰 거니까 좋은 거잖아. 그럼 'no 그래프가 오른쪽에 몰려있는 점이 더 많으니까 효과가 없어요'라고 설명하는 건 어때? 그렇게 설명하는 건 어때? 좋지 않아? 선생님 말 이해했어?
- 6-342 S15 네.

위의 사례 2를 살펴보면, 6-311부터 6-336까지 구간은 초등 예비교사가 S15의 답을 듣고 난 뒤, 그와 같은 답을 제시하게 된 S15의 사고를 이해하기 위해 질의응답이 이루어진 구간이다. 이때, 6-320에 학생의 통계적 사고가 드러나는데, S15는 순지르기를 하지 않은 경우 점이 가장 많이 몰려있는 구간(무게의 범위가 가장 짧은 구간)에 속한 점의 개수와 순지르기를 한 경우 점이 가장 많이 몰려있는 구간에 속한 점의 개수가 12개, 13개로 비슷하기 때문에 순지르기의 효과가 없다고 판단하는 등 특정 구간의 밀도를 이용하여 서로 다른 집합을 비교한 것이다. 하지만 [그림 IV-2]에서 확인할 수 있듯이,

S15가 만든 그래프는 등비율 그래프이기 때문에 모든 구간에 속한 점의 개수는 12개 혹은 13개로 동일하다. 가장 짧은 구간뿐 아니라 가장 긴 구간에 속한 점의 개수 역시 동일하며, 6-320은 그래프를 해석하는 S15의 사고에 오류가 있음을 보여준다. 이와 같은 S15의 통계적 사고의 오류에 대해 초등 예비교사는 주의를 기울였다. 6-327부터 이어지는 학생과의 질의응답이 이를 보여주는데, S15의 사고를 다시 한 번 확인(6-327부터 6-336까지)하고 오류를 바로잡기 위해 새로운 해석을 제시(6-337)해주는 것은 초등 예비교사가 S15의 응답에서 드러난 통계적 사고에 주의를 기울였음을 보여준다. 실제로, 6차시 수업 후 작성된 초등 예비교사의 반성일지에도 다음과 같이 사례 2에 대한 언급이 있었는데, 이는 초등 예비교사가 S15의 통계적 사고에 주의를 기울였음을 뒷받침한다.

<초등 예비교사 6차시 수업 반성일지>

S15는 등비율 그래프를 이용하여 가장 몰려있는 구간끼리 비교하였음. no 그래프에서는 3번 구간이, yes 그래프에서는 2번 구간이 가장 몰려있었는데 둘이 비슷해 보이기 때문에 효과가 없다고 판단함. 학생이 비슷해 보인다고 말한 이유는 구간의 점의 개수가 각각 12개, 13개로 비슷하기 때문임. 제시된 그래프의 특성을 이해하지 못하고, 비율과 밀도의 개념을 이해하지 못한 채 개수를 비교했던 것 같음. 왜 비슷해 보이는 것이 효과 없다는 것과 관련되는지에 대해 타당하게 설명하지 못함.

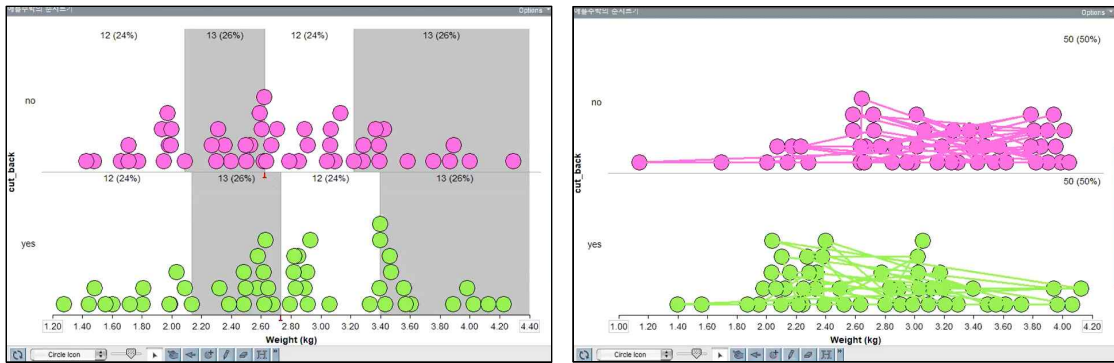
2. 구체적인 근거가 부족한 해석하기에서 다양하고 구체적인 근거를 제시하는 해석하기로의 변화

초등 예비교사는 학생들의 통계적 사고에 주의를 기울이고 해석을 시도했지만, 다양하고 구체적인 근거를 제시하지는 못하였다. 이러한 모습은 초등 예비교사의 사후 인터뷰, 수업 이후 진행된 학습공동체 사후회의에서 확인할 수 있었다. 실제로, 초등 예비교사는 6차시 수업에서 발생한 다음의 사례 3의 상황에서, 학생의 통계적 사고에 대해 구체적인 근거가 배제된 해석을 하였다. 6차시 수업에서는 순지르기의 방법으로 재배한 작물과 순지르기로 재배하지 않은 작물의 무게에 대한 자료를 비교하여 순지르기의 효과를 판단하는 활동을 하였다. 교사는 이들 두 종류의 작물에 대한 자료집합을 학생당 2쌍씩 제시하고 조의 모든 학생이 6쌍의 자료집합에 대해 비교하도록 하였다. 학생 스스로 RUN을 눌러 표본을 생성한 뒤 Tinkerplots의 여러 도구를 이용하여 그래프를 해석하였으며, 이후 각자가 만든 그래프를 함께 보며 순지르기의 효과성을 판단하였다. 활동의 마지막 단계에서 학생들이 총 6쌍의 자료집합에 대한 비교 활동을 종합함으로써 모집단(전체 작물)에 대한 더욱 타당한 판단을 할 수 있도록 하였다. 아래의 사례 3은 순지르기의 효과를 판단하기 위해 등비율 그래프와 라인그래프를 탐색한 S15와 초등 예비교사의 대화를 보여준다.

사례 3. 구체적인 근거가 부족한 해석하기가 이루어진 수업 장면

- 6-299 P 음, 좋아. 그럼 S16은 아까 1번([그림 IV-3]의 왼쪽 그래프)이나 2번([그림 IV-3]의 오른쪽 그래프) 그래프 중에 뭐 더 선호해? 뭐가 더 강력한 증거인 것 같아? 뭐가 더 믿을만해? ([그림 IV-3]의 왼쪽 그래프를 이용해서) 중앙값 보는 게 더 나올까 이렇게 ([그림 IV-3]의 오른쪽 그래프를 이용해서) 무더기로 보는 게 나올까?
- 6-302 S16 아까 한 거요. 중앙값([그림 IV-3]의 왼쪽 그래프)으로.
- 6-303 P 아. 중앙값 한 게 더 조금 믿을 만한 것 같아?
- 6-304 S16 네.

- 6-305 P 그러면 S16은 효과가 있다고 보는 거네. 결론적으로.
 6-306 S16 네.
 6-307 P 어. 알겠어, 좋아. S16은 그러면 공유 풀어주고. 이제 S15이 차례. S15가 해보자. S15도 화면 공유해주고 S16처럼 말해주면 돼.



[그림 IV-3] S16이 구성한 표본 자료1에 대한 등비율 그래프(왼쪽)와 표본 자료2에 대한 라인그래프(오른쪽)

사례 3에서, S16은 1쌍의 자료집합(표본 자료1)에 대해 중앙값을 근거로 하여 순지르기의 효과를 판단하고 [그림 IV-3] 왼쪽의 등비율 그래프를 만들었다. 그리고 다른 1쌍의 자료집합(표본 자료2)에 대해서는 자료 무더기의 위치를 근거로 순지르기의 효과를 판단하고 [그림 IV-3] 오른쪽의 라인 그래프를 만들었다. S16은 표본 자료1에 대해서는 yes 그룹(순지르기를 사용하여 재배한 작물의 무게)의 중앙값이 더 크기 때문에 순지르기의 효과가 있다고 응답하였으나 표본 자료2에 대해서는 no 그룹(순지르기를 사용하지 않은 작물의 무게)의 라인그래프에서 자료의 무더기가 더 오른쪽에 있으므로 순지르기의 효과가 없다고 판단하였다. S16은 자료의 무더기로 대표되는 중심을 고려한 것인데(Bakker & Gravemeijer, 2010), 이에 대해 초등 예비교사는 S16에게 어떤 방법으로 판단하는 것을 더 선호하느냐고 질문하면서 S16의 통계적 사고에 대해 주의를 기울였다.

아래의 사후 인터뷰에서 확인할 수 있듯이, S16이 중앙값을 더 신뢰한다고 발언한 것에 대해, 초등 예비교사는 이에 대해 자료의 무더기를 보는 것은 '주관적'이기 때문에 통계적 수치인 중앙값을 고려하는 방법이 학생에게 더욱 신뢰를 주었을 것이라 해석하였다. 하지만, 초등 예비교사는 수업 중 S16이 중앙값을 더 신뢰하는 이유에 대해 질문하지 않았으므로 학생이 중앙값을 더 신뢰하는 이유를 설명할 기회는 없었다. 또한, 초등 예비교사는 이러한 해석에 대해 학생의 사고를 추론할 만한 장면이나 학생의 다른 발화, 활동의 결과물, 통계적 개념 등을 근거로 제시하지 않았다. 말하자면, 초등 예비교사는 학생이 이를 '주관적인 방법'으로 느끼기 때문이라고 해석하였을 뿐 학생이 왜 중심과 변이에 주목하는지에 대해 고려하지 못하였으며, 그 근거 역시 부족하였다.

<초등 예비교사 사후 인터뷰>

S16이 (자료의) 덩어리를 기준으로 비교하는 것보다 중앙값으로 비교하는 것이 더 믿을만하다고 의견을 제시하였는데 이는 분포는 주관적일 수 있기 때문에 객관적인 기술 통계를 더 선호한 것으로 보입니다. 학생이 직접 이유를 말한 것은 아니에요.

이후 초등 예비교사는 학습공동체의 사후회의에 참여하는 과정에서 다른 교사가 다양한 추가 질문을 통해 학생의 사고를 파악하고 수업을 진행했음을 알게 되었으며, 추가 질문에 답하는 학생들의 반응을 구체적으로 제시한 뒤, 그에 대한 본인의 해석을 덧붙이는 모습을 볼 수 있었다. 이와 같은 학습공동체의 참여가 반복될수록, 효과적인 수업 진행을 위해서는 구체적이고 다양한 근거를 토대로 학생의 사고를 파악해야 하며, 수업 진행 역시 학생의 사고를 파악할 수 있는 방식으로 이루어져야 함을 반성하는 모습을 보였다. 학습공동체 내 다른 구성원들의 수업이 교사와 학생의 활발한 의사소통으로 진행되는 것과 다르게, 본인이 진행하는 수업이 주로 교사 중심으로 진행되는 이유가 학생의 사고를 정확하게 파악하지 못하였기 때문이라고 생각한 것이다.

<초등 예비교사 사후 인터뷰>

R2: 학습공동체는 학생의 사고를 해석하고 수업을 진행하는데 어떤 도움을 주었나요?

P: 사후회의에서 다른 선생님들이 학생의 사고 수준을 파악하고 수업 지도안과 다르게 수업을 진행하는 것을 보고 저도 수업 방식을 바꿔야겠다고 생각했습니다. 꼭 계획된 방식이 아니라 학생의 반응에 맞추어 수업 방식을 바꾸는 게 필요하다는 생각이 들었어요. 그러기 위해 학생의 사고 수준을 정확하게 파악하는 게 필요하다고 생각했구요. 학생이 어떤 사고를 하는지 일단 예상하고, 실제로 그런지 파악하기 위해 발문하면서 수업 진행 방식도 바꿀 수 있었습니다.

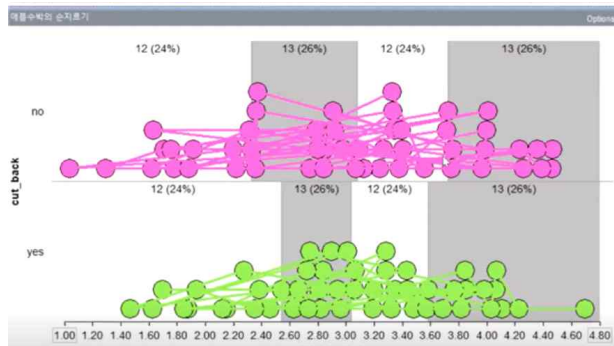
이후, 초등 예비교사는 수업 중 학생들의 구체적인 활동을 근거로 학생의 통계적 사고에 대한 해석의 정당성을 뒷받침하고자 하였다. 주목하기 대상에 대한 해석을 평가, 교실 담화, 교수법과 같은 다양한 요소와 연결하여 해석하는 등 다양한 증거를 이용하여 자신의 해석을 뒷받침하고 정교화하고자 한 것이다. 나아가, 학생의 통계적 사고에 대한 해석에 근거하여 교수학적 반응을 결정하기도 하였다. 다음의 사례 4는 7차시 수업에서 관찰된 사례로, 초등 예비교사가 학생의 통계적 사고에 대한 본인의 해석에 근거하여 교수법을 변경하는 모습을 보여준다. 7차시에는 샘플러¹⁰⁾를 이용하여 각 자료집합에 대한 표본을 여러 개 생성하고 순지르기의 방법을 적용한 작물의 자료집합과 순지르기를 적용하지 않은 작물의 자료집합을 반복하여 비교하였다. 초등 예비교사는 샘플러를 통해 생산한 여러 개의 자료집합이 모집단의 일부인 표본 자료임을 이해하도록 안내하면서 순지르기의 효과를 판단하는 것이 주어진 자료집합(표본)에 대한 판단이 아니라 모집단(일반적인 순지르기의 효과)에 대한 것임을 인식하도록 하였다. 이 과정에서 학생들은 여러 개의 표본 자료를 비교함으로써 한 쌍의 자료집합을 비교할 때 보다 모집단에 대한 더 정확한 판단을 할 수 있음을 인식할 수 있었다.

사례 4. 다양하고 구체적인 근거에 기반한 해석하기에 근거하여 교수법이 변경된 수업

- 7-159 P 우리는 200개로 한 건데 애(점의 개수)가 만약에 10만 개가 되면 평균은 어떻게 될까?
- 7-162 S15 어 평균이 500배가 늘어나는 것 같아요.
- 7-163 P 평균이 500배가 늘어난다고?
- 7-164 S15 네
- 7-165 P 그럼 이 평균에도 500을 곱한다는 얘기야?

10) Tinkerplots의 샘플러는 무작위 표본 생성 장치로서, 모집단에 대한 통계적 모델의 역할을 수행한다(Garfield et al., 2012). 본 연구에서 교사는 샘플러에 모델을 입력하여 학생들에게 제공하였고, 학생들은 샘플러의 RUN을 실행하여 표본 자료를 다양하게 생성하였다. REPEAT는 표본의 크기를 수정할 수 있는 기능으로, 본 연구에서는 학생들이 REPEAT에 200, 500, 10,000 등을 입력하여 표본의 크기를 크게 하는 과정에서 표본의 변화를 관찰할 수 있도록 하였다.

- 7-166 S15 네.
- 7-167 P 일단 그거 적어봐. 일단 적어봐. 너의 그 생각을. 평균이 오백 배가 더 늘어날 것 같다. 이렇게 적어봐 그러면...선생님이 이제 보여줄게 2번. 자 우리 이제 표본을 세 번 만들어본 거, 우리 S15만 성공했지만, 이번에는 다 한번 해봅시다. 그래서 RUN¹¹⁾을 여러 번 눌러보면서 그래프가 어떻게 나타났는지 말해봅시다. 자 REPEAT¹²⁾를 우리가 이제 바꿔보는 활동을 할 거예요. 500, 1,000, 2,000 이거 세 개만 해볼 거야. 그러면서 어떻게 변화하는지를 한번 보는 거야.
(중략)
- 7-186 P ([그림 IV-4]를 보면서) 원래 아까 피크가 여기였는데 애(1번)는 여기도 좀 생겼고. 구간은 비슷하게 나왔다. 애(3번)는 여기가 조금 더 왼쪽으로 간 기분이네. 이거(4번)는 완전 다르게 나왔어. 200일 때는 이 효과 이게 차이가 얼마나 나는지 한번 보는 거야. 이거(표본 크기)를 500으로 할 때는 어떨까? 1,000으로 할 때는 어떨까 하고 여러분들이 한번 해보는 거예요. 뭐 하는지 알겠지. 이제?
(중략)
- 7-204 P 연필 이용해서 좀 중요하다고 생각되는 부분을 표시해보자. 그래야 우리가 RUN을 눌렀을 때 어떻게 변화하는지를 알 수가 있어. 그래서 이 점들이 어떻게 퍼져 있고 어떻게 어디에 몰려 있고. 이런 걸 좀 보는 거야
(중략)
- 7-334 P 어. 그럼 선생님 질문은 가장, 어, 어땠어. 200개 500개 1,000개가? 가장 많이 변한 건 뭐야?
- 7-337 S15 어... 첫 번째. 그, 200개였을 때가 가장 많았어요
- 7-340 P 그러면 S15는 효과가 있다고 보는 거네. 결론적으로.
- 7-341 S15 네.
- 7-342 P 그럼 뭐, 몇 개일 때가 제일 변화가 적었어? 너가 그린 그림이?
- 7-345 S15 500개랑 1,000개 둘 다 비슷했는데.
- 7-354 P 그러면 500이랑 1,000이랑 비교했을 때 뭐가 더 비슷비슷했어?
- 7-355 S15 1,000이 더
- 7-356 P 1,000이 더 비슷했어? 어. 그러면 지금 S15가 얘기한 거 정리하면, S15가 그래프를 딱 봤는데 200개일 때는 변화가 컸대. 변화의 폭이. 그런데 1,000개일 때는 변화가 별로 없었대.



[그림 IV-4] 7차시 수업에서 S15가 만든 등비율 그래프

초등 예비교사는 S15가 순지르기의 효과가 칼슘액비의 효과보다 더 크다고 판단한 것에 대해, S15가 평균만 고려하였기 때문이며, 이는 S15가 분포를 전체적으로 고려하지 못한 것이라고 해석하였다.

- 11) RUN을 누르면 샘플러를 실행하여 표본 자료를 생성할 수 있다.
12) REPEAT의 수를 변경하여 표본 자료의 크기를 입력하고 수정할 수 있다.

이러한 판단은 학생이 메모장에 평균이라는 단어를 기록했던 것, S15가 이전까지 다른 기능을 사용하지 못하고 평균에만 의존하여 자료집합을 보고 있었던 상황 등 다양한 근거들을 종합적으로 고려한 것이다. 한편, 초등 예비교사는 7차시 수업을 기존의 수업 지도안과 다르게 진행하였는데(7-186부터 7-357까지) 이러한 결정은 수업 중 학생들의 통계적 사고에 주의를 기울이고, 이를 해석한 것에 기초한 것이다. 앞서 언급한 것처럼, 초등 예비교사가 S15가 분포를 전체적으로 고려하지 못하는 수준이라고 해석한 것에 근거한 것이다. 구체적으로, S15가 표본의 크기가 200에서 100,000으로 커지면 평균의 변화를 관찰하는 과정에서 평균이 500배가 될 것 같다고 응답하자(7-159부터 7-162까지), S15가 평균에 대한 개념을 제대로 이해하고 있지 않다고 해석하고 이러한 해석을 바탕으로 활동의 내용을 수정하였다. 계획된 7차시 수업 지도안에는 표본의 크기가 커질수록 모자 그래프의 길이와 평균의 변화를 탐구하는 것이 제시되어 있었지만, 초등 예비교사는 학생의 통계적 사고 수준에 대한 자신의 해석을 기초로 하여 교수학적 전략을 수정하였다. 결과적으로, 초등 예비교사는 평균과 모자 그래프의 변화에 주목하는 활동을 그래프의 개형과 봉우리의 위치가 어떻게 변화하는지 관찰하는 활동으로 수정하여 표본의 크기가 커질수록 표본의 변이가 작아진다는 것을 인식하도록 하였다. 이처럼 기존에 계획된 수업 지도안과 다르게 진행된 수업은 초등 예비교사가 학생의 통계적 사고를 구체적으로 해석하고 있음을 보여주는 것으로, 이와 같은 초등 예비교사의 해석하기는 다음의 7차시 사후회의 발언을 통해서도 확인할 수 있다.

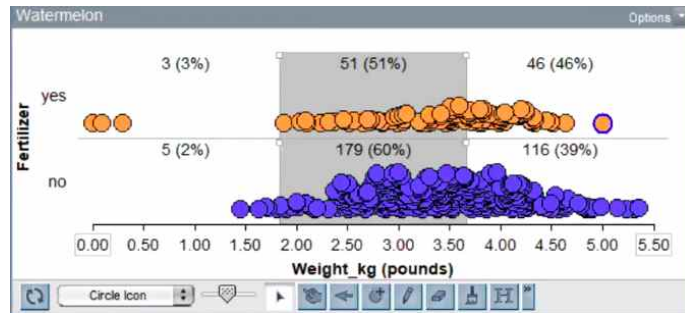
<초등 예비교사의 학습공동체 7차시 사후회의 발언>

S15만 평균을 비교했는데, S15가 지금 3개의 표본을 생성해서 평균을 다 적었는데 2개가 순지르기 가 더 크게 나오고 하나가 칼슘액비가 더 많이 나와서 효과가 더 큰 게 순지르기라고 하더라고요. 그래서 S15는 그냥 평균만 보고, 더 많이 나온 그것만 보고 말한 거니까 분포를 고려한 것도 아닌 거 같고 그냥 평균만 봐서 한 거 같아서 그랬고. 그러면 만약에 이게(표본 크기가) 10만 개면 평균이 어느 정도 될까 예측해 보라고 했더니 R1이 예상했던 반응이랑 똑같이 ‘평균이 500배가 늘어날 거 같아요’ 이러더라고요. 이렇게 대답한 것을 보니까 S15는 확실히 분포 개념 없이 그냥 단순히 수치만 비교한 것 같아요. 평균의 의미도 잘 모르고 있는 것 같기도 하고요. 일상에서 사용하는 용어로 평균에 대한 느낌만 있고 자료의 대표로써 평균을 이해하고 있는 것 같지 않아요. 두 번째 활동으로 넘어가면서 200, 500, 1,000 비교하고 10,000 예측해봐라, 이렇게 했거든요. 200, 500, 1,000 해서 변동 폭이 뭐가 제일 컸어, 뭐가 제일 작았어, 전 이런 식으로 아예 직접적으로 물어보니까 애들이 200은 많이 변하는데 1,000 되니까 많이 안 변해요. 얘기하면서 ‘그러면 너희가 농부면 몇 개로 하고 싶어?’라고 물어봤더니 많으면 많을수록 좋겠네요(라고 답했어요). 제가 생각하기에 표본 크기 효과는 이해한 거 같고. 제가 의미 있는 부분을 체크 해보라고 해서...피크 위치나 그래프 개형의 위치가 많이 변하는 걸 보고 오히려 애들은 모자 그림을 신경 쓰기보다 1번 4번만 보더라고요. 변하는 게 많으니까. 200보다 1,000 일 때 변화가 더 적다는 걸 안 것 같아요. 10,000개도 1,000 따라갈 거라고 얘기했고.

3. 비생산적인 반응 결정하기에서 생산적인 반응 결정하기로의 변화

초등 예비교사는 초기 수업에서 학생의 통계적 사고의 오류를 확인하고 이를 개선하기 위한 도움을 줄 수 있는 기회를 포착하였음에도 불구하고 적절한 기회를 제공하지 못하는 비생산적인 반응 결정하기를 하는 모습을 보였다. 4차시 수업에서 교사와 학생은 비료 A를 사용한 작물과 사용하지 않은 작물의 무게를 Tinkerplots의 다양한 그래프를 이용하여 비교한 뒤, 비교한 결과를 근거로 비료 A의 사

용 여부에 대한 결정을 내리는 활동을 하였다. 특히, 4차시 수업은 Tinkerplots를 활용하는 첫 번째 수업으로, 학생들에게 그래프를 다각도로 해석하여 비료 A가 효과 있다는 주장과 효과 없다는 주장을 각각 뒷받침할 수 있는 근거를 찾을 것을 요구하였다. 이를 위해 Tinkerplots를 이용한 다양한 그래프가 제공되었는데, 사례 5는 등간격 그래프([그림 IV-5] 참고)를 해석하는 과정에서 나타난 사례이다. [그림 IV-5]에서 위에 제시된 yes 그래프는 비료 A를 사용한 작물 무게의 분포를, 아래에 제시된 no 그래프는 비료 A를 사용하지 않은 작물 무게의 분포를 보여준다.



[그림 IV-5] 4차시에 수업에서 제시된 등간격 그래프

사례 5. 비생산적인 반응 결정하기

- 4-411 P 자 2번 그래프 보이죠? 여기서도 효과가 없다고 이야기하려면 어떤 근거를 말할 수 있을까?
- 4-414 S16 어..효과가 없다고 하면.. 비료를 쓴 거는 비료를.. 아.. 아니아니 비료를 안 쓴 거는요, 비료를 쓴 것 보다 3배 더 많으니까 비료를 안 쓴 비율을 3등분.. 아니 1/3로 하면 어... 비율이.. 무게가 더. 비료를 쓴 게 더..무게 비율이 높기 때문이다?
- 4-415 P 무게 비율이 더 높기 때문이다. 잠깐만, 비료를 안 쓴 그래프가 3배 더 많아서 나누기 3을 했어?
- 4-416 S16 네.
- 4-417 P 그럼 몇 정도 되지?
- 4-418 S16 비율은 어..
- 4-419 P 삼십몇 정도 되겠지? 4까지는 안되니까. 아니, 비율을 본 거야? 개수를 본 거야?
- 4-422 S16 둘 다요.
- 4-425 P 둘 다 봤다고? 어.. 비율도 봤어? 이거..이건 어차피 전체의 %인데 이것도 1/3 할 거야?
- 4-426 S16 어... 네.
- 4-427 P 어.. 어.. 일단 개수만 볼까 우리? 개수가 더 딱 직관적으로 보이니까? 애(no 그래프 가장 오른쪽 구간 점의 개수) 3으로 나누면 삼십 몇 되지? 구하면 삼십 팔? 개수가 더 적어지지 않을까?
- 4-428 S16 네.
- 4-429 P 그러면 애(비료 A)는 효과가 있다는 거네? 애(no 그래프의 가장 오른쪽 구간에 속한 점의 개수)가 더 많으니까? 그럼 여기에 쓰면 안 되고 위에 써야겠네?
- 4-432 S16 어 네..
- 4-433 P 진짜? 어..맞았어. 선생님이 위로 바꿀게. 그러면? 그러면 무게..비료를 쓴 쪽에서 무게가 높은 점들이 많다. 이렇게 쓸까?
- 4-434 S16 네.
- 4-435 P 그럼 애(yes 그래프의 가장 오른쪽 구간에 속한 점의 개수)는 46개였는데 1/3하면..나누어 봐. 116 나누기 3. 그럼 몇이야? $3 \times 3 = 9$ 26이지? $3 \times 8 = 24$, $3 \times 9 = 27$.. 한 38, 39되네?
- 4-436 S16 네

사례 5를 살펴보면, 초등 예비교사는 학생들에게 비료 A가 효과 없다는 주장을 뒷받침할 수 있는 근거를 그래프에서 찾도록 하였다(4-411). 이에 답하는 과정에서 S16의 통계적 사고의 오류가 나타났는데, 4-414를 살펴보면, 주어진 등간격 그래프의 각 구간에 속한 작물 개수를 비율로 나타냈기 때문에 각 구간에 속한 점의 개수의 비율을 조작할 필요가 없음에도 비율을 조작하였다. 이러한 학생 사고의 오류에 대해, 교사의 주목하기가 이루어졌는데, 4-415의 ‘잠깐만’과 이후 이루어진 교사와 학생의 대화가 이를 뒷받침한다. 이후, 초등 예비교사는 발문(4-415부터 4-426까지)을 통해 학생의 통계적 사고의 오류를 파악했지만, 4-427의 반응을 토대로, 초등 예비교사가 반응 결정하기에 어려움을 가졌음을 알 수 있다. 4-427에서 초등 예비교사는 “어..어..”라고 발언하였는데, 이러한 반응은 학생이 잘못된 사고를 하고 있음을 인지하였으나 어떻게 대처해야 할지, 적절한 대처 방안을 생각해내지 못하였음을 보여준다. 이후 “일단 개수만 볼까 우리?”라는 발언을 통해 점의 개수에 집중할 것을 안내하였는데, 학생의 통계적 사고의 오류를 파악했음에도 학생이 오류를 개선하고 올바른 수학적 개념을 갖도록 지도하지 않는 방향으로 반응한 것이다. 실제로, 이후 초등 예비교사 주도로 수업이 진행되면서 계산도 초등 예비교사가 수행하였는데(4-435), 이 과정에서 S16은 ‘네’라고 답할 뿐 자신의 사고를 드러내는 발언을 하지 않았다. 이와 같은 반응 결정하기는 학생의 오류를 개선하지 않은 채 교수 활동이 이루어졌다는 측면에서 비생산적인 반응 결정하기(이은정, 이경화, 2016)라고 할 수 있다.

위와 같은 반응에 대해, 초등 예비교사 역시 본인이 결정한 반응이 비생산적이었다고 평가하였다. 초등 예비교사는 다음의 사후 인터뷰에서 학생의 반응이 예상치 못한 반응이었으며, 이로 인해 적절한 반응을 생각하지 못하여 교사 주도로 수업을 진행했음을 언급하였다. 교사 주도 수업이 항상 비생산적으로 이루어지는 것은 아니지만, 이 수업의 경우 학생이 통계적 사고나 개념의 오류를 개선할 수 있는 기회를 제공받지 못했다는 점(Choy et al., 2017)에서 비생산적인 반응 결정하기라고 볼 수 있다.

<초등 예비교사 사후 인터뷰>

R2: 4-427과 같이 반응 결정하기를 한 이유는 무엇인가요?

P: 음.. 우선 학생의 답변에 당황해서 어떤 교수학적 의사결정을 내려야할지 깊게 고민하지 못했던 것 같아요. 그래서 일단은 설명하기 쉽게 1/3 하는 대상이 비율이 아닌 개수여야 한다는 것을 명시적으로 알려주려고 했어요.

R2: 본인의 반응이 학생의 사고에 대응하는, 학생의 사고를 개선시키는 데 적절한 반응이었다고 생각하나요? 왜 그렇게 생각하나요?

P: 적절하지 못했던 것 같습니다. 돌이켜 생각해 보면 학생이 문제 풀기를 어려워할 때 문제를 풀 수 있는 방법을 제시하지 않고 바로 답을 줬던 것 같아요. (중략) 제한된 시간 안에 문제를 모두 해결해야 한다는 부담감이 커서 세세하게 학생의 수학적 사고를 살필 여력이 없었어요. 애들이 너무 소극적이어서 제 질문에 답을 잘 안 했는데 마냥 기다릴 수도 없었고.. 그래서 애들이 답을 안 하거나 틀린 답을 말해도 여유를 가지고 지도하기보다는 제가 중심으로 끌고 간 경향이 있었던 것 같습니다.

초등 예비교사의 경우, 초반 수업에서는 사례 5와 같이 학생이 과제 해결에 어려움을 갖는 경우 교사 주도로 수업을 이끄는 방법을 통해 과제를 해결해야 한다는 생각이 강했다. 이와는 달리 학습공동체에 속한 다른 참여자의 경우 과제 일부를 변형하거나 생략하는 방법을 통해 학생의 수준에 맞도록 과제를 수정하였다. 또한, 과제를 해결할 수 있는 시간을 충분히 제공함으로써 학생들이 스스로 어려움을 극복하고 새로운 이해를 형성할 수 있는 기회를 제공하였다. 초등 예비교사는 학습공동체 동료들의 반응 결정하기를 토대로, 본인의 반응 결정하기를 개선해 나가고자 하였다. 다음은 이와 관련한 사후 인터뷰 결과이다. 사후 인터뷰 내용에 제시되었듯이, 학습공동체 사후회의가 초등 예비교사에게

수업 중 발생하는 여러 가지 사건이나 상황에 대한 다양한 반응을 안내해주는 기회의 장이 되었음을 알 수 있다.

<초등 예비교사 사후 인터뷰>

사후회의에서 R3가 조에 소극적인 학생들이 많아서 그래프 해석에 시간을 많이 주셨다고 했습니다. 그래서 저도 다음부터는 애들이 그래프 해석할 때 교사 개입을 최소화하고 생각하는 시간을 더 줘야겠다고 생각했어요. 그리고 R1도 시간이 없어서 마지막 활동은 하지 못하셨다고 했는데 이 말 듣고 나니까 모든 활동을 꼭 해야 하는 것은 아니구나하는 생각이 들었습니다. 저희 조 애들 수준에 맞게 활동을 조절하고 활동 결과보다는 답을 내는 과정에 더 집중해보려고 했어요. (중략) 사후회의를 통해 여러 선생님의 수업 진행 테크닉을 배울 수 있어 좋았습니다. 그리고 언제 어떻게 개입을 해야 하나 고민을 많이 해서 회의 시간에 다른 선생님들께 여쭙보니까, 선생님들께서 적절한 하위 질문으로 개입하는 것도 중요할 것 같다고 하셔서 다음 수업부터는 질문 리스트를 작성해보기도 했어요. 확실히 질문 리스트가 있으니 든든한 느낌이 들더라고요. 예상치 못한 상황이 닥쳐도 덜 당황하게 되고요.

이후, 초등 예비교사는 학습공동체 사후회의에 참여하는 과정에서 학습공동체에 속한 다른 참여자들의 반응을 접하면서 반응 결정하기에 변화를 보였다. 위에서 보였던 비생산적인 반응 결정하기와 다르게, 마지막 수업인 9차시 수업에서는 생산적인 반응 결정하기가 관찰되었다. 9차시에서는 비료 B, 비료 D, 순지르기 등의 특정 재배방식의 효과를 결정짓기 위하여, 특정 재배방식을 적용한 작물과 특정 재배방식을 적용하지 않은 작물의 무게를 비교하는 활동이 이루어졌다. 이를 위해 학생들은 Tinkerplots의 REPEAT과 RUN 기능을 이용하여 스스로 여러 개의 자료집합을 생성하고 생성된 자료집합의 분포를 이용하여 각 재배방식을 적용한 작물 무게의 평균을 선정한 뒤, 평균값을 비교하여 특정 재배방식의 효과를 분석하였다. 학생들이 선정한 평균을 종합적으로 분석하여 모듈별로 재배방식별 작물 무게의 평균을 선정하는 과정을 거쳤는데, 다음의 사례 6은 비료 B를 적용한 작물의 무게를 분석하여 비료 B를 사용한 작물 무게의 평균을 선정하는 과정을 보여준다.

사례 6. 생산적인 반응 결정하기

- 9-571 P 자 지금 우리 S15 거 보자. S15의 평균이 이렇게 나왔어요. 아까 뭇으로 예상했지?
- 9-576 S15 1.1이요.
- 9-577 P 1.1로 했어. 왜 1.1로 했어, 예상을?
- 9-578 S15 가장 대표적인 평균이 1.1에 가까운 수가 많이 나와서.
- 9-579 P 1.1이 대표적인 평균이라고 어떻게 생각한 거야?
- 9-580 S15 계속 RUN을 눌렀을 때. 1.1이.. 1.1에 가깝거나 1.1이 되는 게 많이 나왔어요.
- 9-585 P 지금 보니까 마지막에는 1.1이 세 개나 나왔네? 그리고 뭔가 1.1에 가깝게 나왔네. 지금 S16 평균(1.12)도 봤고 우리 S15 평균(1.1)도 봤지 애들아. 둘 중에 뭐가 더 왔다 갔다가 덜 더 심해? 기억나 혹시? 우리 지금 S15 거는 제일 작은 평균이 0.5네. 제일 큰 평균이 1.12야. 그렇지? 우리 아까 S16 거 봤을 때는 어땠지? 이 간격이 더 컸나 작았나? S16이 대답해볼래?
- 9-588 S16 제게 더 컸었던 것 같은데.
- 9-589 P 더 컸었던 것 같아? 그건 왜 그럴까?
- 9-590 S16 (표본의) 개수를 적게 해서?

- 9-591 P 맞아. S16은 (표본의) 개수를 50개로 했잖아. 그래서 이게 (모자그래프에 표시된) 모자의 위치가 너무 왔다 갔다 하기도 하고, 평균도 왔다 갔다 했어. 그런데 우리 S15 거 보니까 별로 많이 왔다 갔다 안 하는 것도 발견할 수 있었네. 그치? 그러면 뭐가 더 합리적인 것 같아? 뭐가 더 좋은 것 같아?
- 9-592 S16 S15 거요.

사례 6을 살펴보면, 초등 예비교사는 S15와 S16이 제시한 비료 B를 사용한 작물 무게의 평균을 먼저 확인하였다. S15와 S16이 제시한 작물 무게의 평균은 각각 1.1과 1.12로 서로 달랐는데, 초등 예비교사는 더 적절한 평균을 선정하기 위해 학생과 의사소통을 하면서 학생이 평균을 선정하게 된 과정을 확인하였다. 실제로, 9-571부터 9-580까지의 대화는 초등 예비교사와 S15가 나눈 대화로, S15가 평균을 1.1이라고 선정한 이유가 제시되어 있다. 이후, 초등 예비교사는 평균의 안정성을 고려하여, 편차가 작은 값을 평균으로 선정하는 것이 적절하다고 판단하였는데, 평균을 직접 선정하기보다 학생에게 스스로 판단할 수 있는 기회를 제공하였다(9-585부터 9-592까지). 특히, S15와 다른 평균을 제시한 S16이 스스로 더 적절한 평균을 판단할 수 있는 기회를 제공하고자 하였으며, 이 과정에서 S15가 제시한 평균이 더 적절한 이유를 S16이 스스로 판단할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다. 이를 위해 초등 예비교사는 ‘표본 평균값 사이의 편차의 크기’와 ‘표본 평균값 사이의 편차가 큰 이유’를 각각 하위 질문으로 제시하였으며, 질문에 답하는 과정에서 S16은 여러 번 생성한 자료집합의 평균의 편차를 확인하고, 표본의 편차가 더 적게 나타나기 위해선 표본의 개수가 충분히 많아야 함을 확인하였다. 이와 같은 초등 예비교사의 반응은 자신이 예상한 답과 다른 답을 제시한 학생에게 일방적으로 대안을 제시했던 사례 5에서의 반응과 차별화되는 것으로, 학생이 자신의 사고를 점검하고 새로운 이해를 형성할 수 있는 기회를 제공했다는 측면에서 생산적인 반응 결정하기(이은정, 이경화, 2016)로 볼 수 있다. 특히, 학생의 사고에 일대일로 대응했던 이전 수업에서의 반응과 달리, S15와 S16의 통계적 사고에 동시에 반응하면서 학생들의 활동 결과물을 서로 공유하고 평가하게 한 것은 초등 예비교사의 반응 결정하기에 변화가 있음을 보여준다. 또한, 사례 6에서 드러난 S15와 S16에 대한 반응에는 사례 5에서 보였던 초등 예비교사의 망설임(4-427의 어..어..)이 나타나지 않았는데, 이는 초등 예비교사 스스로 반응 결정하기에 자신감이 생겼음을 보여준다.

V. 논의 및 결론

본 연구에서는 초등 예비교사가 실제 수업에서 주목하기 역량을 향상해 나갈 수 있도록, 초등 예비교사가 포함된 학습공동체를 외부적 중재(Ball, 2011; Mason, 1998)로 제안한 뒤 반복적인 수업 실행 및 수업 전후 진행된 학습공동체 회의를 통해 초등 예비교사의 주목하기가 어떻게 변화하는지 살펴보았다. 그 결과, 초등 예비교사의 주의 기울이기가 과제 결과물에 대한 주의 기울이기에서 학생의 통계적 사고에 대한 주의 기울이기로, 해석하기가 구체적인 근거가 부족한 해석하기에서 다양하고 구체적인 근거를 제시하는 해석하기로, 반응 결정하기가 비생산적인 반응 결정하기에서 생산적인 반응 결정하기로 변화하였다. 이와 같은 주목하기의 변화는 주목하기 수준의 변화로도 설명될 수 있다. van Es(2011)에 따르면, 수준이 4수준에 가까울수록 교사가 학생의 수학적 사고에 주의를 기울이며, 학생의 사고를 해석하는 과정에서 특정 사건과 학생의 사고, 교사의 교수 활동을 연결한다. 본 연구에 참여한 초등 예비교사 역시 수업 실행과 학습공동체 내 회의가 진행될수록 학생의 사고에 주목하고 학생의 사고를 해석하는 과정에서 구체적인 사건을 근거로 제시하는 모습을 보였다. 이는 수업 실행 및

수업 전후 진행된 학습공동체 내 회의가 초등 예비교사의 주목하기를 변화시키며, 그 수준 역시 향상될 수 있음을 보여준다.

이와 같은 연구 결과는 다음의 측면에서 의의를 갖는다. 첫째, 학습공동체가 초등 예비교사의 주목하기 능력 향상을 위한 매개체로 역할을 할 수 있으며, 학습공동체를 통한 초등 예비교사의 주목하기 능력 향상을 위해서는 학습공동체의 수행 방식과 구성원의 역할이 중요함을 보여준다. 본 연구에서 학습공동체는 초등 예비교사의 주목하기를 지원하는 외부적 중재로서 기능하였다. 특히, 수업 전에 진행된 사전회의는 초등 예비교사에게 사전 주목하기의 기회를 제공하였으며, 수업 후에 진행된 사후회의는 반성적 성찰의 기회를 제공하였다. 이때, 사전 주목하기는 실제 수업에서 발생할 수 있는 여러 가지 상황을 미리 예측하게 해주며, 특히 학생이 오개념과 오류를 미리 인지하여 수업 중 드러나는 학생의 통계적 사고에 주목할 수 있게 한다(김희정 외, 2017; 이은정, 이경화, 2016). 또한, 반성적 성찰은 수업 후 수업 중에 일어난 여러 사건과 수업 환경을 다시 점검하는 기회를 제공함으로써 향후 교사가 수업 상황에서 발생하는 여러 사건이나 상황, 특히 학생의 통계적 사고에 생산적으로 주목하는 데 기여한다(Choy et al., 2017). 즉, 수업 전후 진행된 학습공동체 활동의 수행은 사전 주목하기와 반성적 성찰의 기회를 제공함으로써 초등 예비교사가 실제 수업에서 주목하기 역량을 높이는 데 기여할 수 있었는데, 이는 실제 수업 전후로 진행되는 학습공동체 활동이 초등 예비교사의 주목하기 역량 향상에 효과적임을 보여준다. 나아가, 초등 예비교사는 학습공동체에 속한 다른 구성원의 발언으로부터 본인의 교수활동을 점검하고 이후 수업에서 어떤 상황에 주의를 기울이고 어떻게 반응할지에 대해 새롭게 계획하는 등 주목하기에 변화를 가져올 수 있었다. 이는 교사 지식의 향상이 개인 활동의 결과물이 아닌 교사가 속한 공동체 내의 상호작용에 의해 나타나는 것(이경화 외, 2019b; Edwards, 2001; Zaslavsky & Leikin, 2004)임을 보여주는 것으로, 학습공동체 내에서의 생산적인 상호작용을 위해 학습공동체 구성원의 역할이 중요함을 보여준다.

둘째, 초등 예비교사의 주목하기 각 단계에서 드러나는 주목하기의 특징과 변화를 심층적으로 보여 주었으며, 주목하기의 변화를 시간의 흐름을 토대로 파악하는데 기여하였다. 본 연구에서는 해석적 사례연구(Merriam, 1998)를 통해 초등 예비교사가 실제 수업을 수행하는 과정에서 보여준 주목하기의 특징을 주목하기의 세 가지 구성요소와 연결지어 심층적으로 분석하였다. 이를 통해 주의 기울이기와 해석하기가 어떻게 변화하는지, 이들의 변화와 관련지어 실제 교수학적 행위가 어떻게 나타나는지 살펴볼 수 있었다. 이때, 주의 기울이기와 해석하기를 실제 교수학적 행위와 연결시킨 것은 교사의 주목하기를 심리적인 현상으로만 고려하는 것이 아닌 실제적인 교수학적 결정까지 실제적 행위로 규정된 것으로, 수학 교사의 주목하기를 주의 기울이기, 해석하기, 반응 결정하기의 세 가지 구성요소로 설명한 Jacobs 외(2010)의 관점을 따르는 것이다. 한편, 첫 번째 연구 결과에서 초등 예비교사의 주의 기울이기의 대상이 과제 해결 여부에서 통계적 사고로 이동하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 주로 학습공동체 활동의 초반(4차시에서 6차시)에 나타났다. 또한, 두 번째 연구 결과에서는 초등 예비교사의 해석하기의 근거가 구체적이고 다양해지는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 주로 학습공동체 활동의 중반(6차시에서 7차시) 이후부터 나타났다. 세 번째 연구 결과에서 확인한 반응 결정하기의 변화는 마지막 차시는 9차시에서 주로 확인되었다. 이러한 결과를 통해 초등 예비교사의 주목하기 특징의 변화가 주의 기울이기의 대상이 이동하는 것으로부터 시작하여, 점차 해석하기의 근거가 다양하고 구체화 되고, 궁극적으로 반응 결정하기가 생산적으로 이루어짐을 확인할 수 있었다.

셋째, 수학 수업에서 생산적 주목하기가 이루어지기 위해서는 교사가 주목하기의 각 요소를 수행하기 위해 필요한 교수학적 지식에 대한 교사교육이 이루어져야 함을 보여준다. 주목하기 교육은 교사교육의 일환으로서, 주목하기가 교사 지식과 연결되어 있음은 이미 밝혀진 바이다(Dreher & Kuntze, 2015). Schoenfeld(2011) 역시 생산적인 교수 활동을 위해 주목하기가 중요하지만, 주목하기만으로는

부족하며 교사의 지식이 필요함을 강조하였다. 이에 더 나아가, 본 연구 결과는 주목하기의 세 가지 요소별로 효과적인 수행을 위한 교수학적 지식이 일부 구분되어 짐을 보여준다. 구체적으로, 주의 기울이기와 해석하기를 위해서는 교과 내용과 학생의 통계적 사고에 대한 지식이, 반응 결정하기를 위해서는 교수법에 대한 지식이 필요함을 보여준다. 먼저, 학생의 통계적 사고에 주의를 기울이고 해석하기 위해서는 수업 활동을 위해 필요한 수학적 아이디어를 미리 인지해야 하며 해당 활동에서 드러날 수 있는 학생의 오개념에 대한 지식이 필요하다(이경화 외, 2019b; 이은정, 이경화, 2016). 이후 실제 수업 상황에서 학생의 반응에 대응하기 위해서는 학생의 사고 수준에 대응하여 목표로 하는 수학적 지식을 전달할 수 있는 교수법을 익히는 것이 필요하다(Choy et al., 2017). 종합하자면, 주목하기 능력을 향상시키기 위해서는 주목하기를 구성하는 세 가지 요소가 생산적으로 수행되어야 하는바, 예비교사가 주목하기에서 어려움을 겪는 요소가 있다면 해당 요소를 수행하는데 요구되는 교수학적 지식에 대한 교사교육이 진행되어야 할 것이다.

한편, 교사는 학생의 발언뿐 아니라 표정이나 행동 등에서도 수업 활동의 어려움을 포착할 수 있으며(Radford & Roth, 2011), 포착한 어려움에 주목하고 생산적인 반응을 제시할 수 있다. 하지만 본 연구의 경우 코로나-19의 상황으로 인해 온라인 수업으로 진행되었는데, 이로 인해 수업 중 드러나는 교사와 학생의 표정이나 활동을 제한적으로 관찰할 수밖에 없었으며, 초등 예비교사의 주목하기를 관찰하는데 일부 한계점이 존재했다. 향후 대면 수업 환경에서 초등 예비교사의 주목하기가 변화하는 양상을 분석하여 생산적 주목하기를 위한 교사교육이 발전해 나갈 수 있기를 고대한다.

참고 문헌

- 강현영, 탁병주, 고은성. (2016). 전문가-현장교사-예비교사 수학수업 연구 공동체의 가능성 탐색. **학교수학**, 18(4), 857-880.
- 권나영, 이민희. (2019). 중등예비수학교사의 활동 일지에서 살펴본 노트싱의 특징. **한국학교수학회논문집**, 22(1), 63-80.
- 김희정, 한채린, 배미선, 권오남. (2017). 수학 교사의 주목하기와 반응적 교수의 관계: 모든 학생의 수학적 사고 계발을 지향하는 수업 상황에서. **수학교육**, 56(3), 341-363.
- 나귀수. (2010). 초등학교 수학 수업 학습공동체 활동에 대한 연구. **수학교육학연구**, 20(3), 373-395.
- 나귀수. (2021). 초등 예비교사들의 수학 수업 주목하기의 특징 비교에 대한 연구. **학교수학**, 23(2), 271-290.
- 방정숙, 권민성, 선우진. (2017). 수학 교육에서 노트싱(Noticing) 연구의 동향과 과제. **학교수학**, 19(4), 795-817.
- 서경혜. (2009). 교사 전문성 개발을 위한 대안적 접근으로서 교사학습공동체의 가능성과 한계. **한국교육연구**, 26, 243-276.
- 신동조. (2021). 동료의 문제 만들기 과제를 평가하는 과정에서 나타난 예비교사의 주목하기: 순열과 조합을 중심으로. **한국학교수학회논문집**, 24(1), 19-38.
- 오택근. (2016). 수학 수업의 성찰적 실천을 위하여: 학교 안 수학교사 학습공동체 운영 사례 연구. **학교수학**, 18(1), 105-126.
- 이경화, 서민주, 이은정, 박미미, 송창근. (2019a). 수학적 귀납법 단원의 과제 설계를 통한 교사 공동체의 학습: 공동학습형 연구공동체의 활동 사례를 중심으로. **수학교육학연구**, 29(3), 425-452.

- 이경화, 송창근, 정혜윤. (2019b). 교사연구공동체에서 과제설계를 통한 교사 지식의 변화: 도함수 활용 영역에서 학생에 대한 지식을 중심으로. **A-수학교육**, 58(2), 299-317.
- 이수진, 박종희. (2018). 과제 대화록에 나타난 중등수학 예비교사들의 수학적 주목하기: 함수 그래프 그리기 지도 상황에서. **학교수학**, 20(3), 425-443.
- 이윤미, 이수진. (2018). 수업평가와 수업성찰에서 나타나는 예비 중등 수학교사의 주목하기 (Noticing). **학교수학**, 20(1), 185-207.
- 이은정, 이경화. (2016). 교사의 사전 주목하기와 수학수업에서 실제 주목하기에 대한 연구. **학교수학**, 18(4), 773-791.
- 이진아, 이수진. (2019). 중등 수학 예비교사의 수업 과정에서 보여지는 ‘수학적 주목하기 (Mathematical Noticing)’. **학교수학**, 21(3), 561-589.
- 탁병주, 고은성, 지영명. (2017). 예비초등교사교육을 위한 효과적인 과제로서 “두 자료집합 비교하기” 과제의 가능성 탐색. **학교수학**, 19(4), 691-712.
- 한채린, 김희정, 권오남. (2018). 학생의 통계적 변이성 이해에 대한 수학 교사의 노티싱 변화 양상 사례연구. **한국학교수학회논문집**, 21(2), 183-206.
- Amador, J. M., Males, L. M., Earnest, D., & Dietiker, L. (2017). Curricular noticing: Theory on and practice of teachers’ curricular use. In E. O. Schack, M. H. Fisher, & J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 427-443). Cham, Swizerland: Springer.
- Amador, J., & Weiland, I. (2015). What preservice and knowledgeable others professionally notice during lesson study. *The Teacher Educator*, 50, 109-126.
- Bakker, A., & Gravemeijer, K. P. E. (2004). Learning to reason about distribution. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 147-168). Springer, Dordrecht.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Ball, D. L. (2011). Foreword. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing* (pp. 35-50). New York: Routledge.
- Cavanagh, M., & McMaster, H. (2017). A Specialist Professional Experience Learning Community for Primary Pre-service Teachers Focussed on Mathematical Problem Solving. *Mathematics Teacher Education and Development*, 19(1), 47-65.
- Choy, B. H., Thomas, M. O., & Yoon, C. (2017). The FOCUS framework: characterising productive noticing during lesson planning, delivery and review. In E. O. Schack, M. H. Fisher, & J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 445-466). Springer, Cham.
- Dietiker, L., Males, L. M., Amador, J. M., & Earnest, D. (2018). Research commentary: Curricular noticing: a framework to describe teachers’ interactions with curriculum materials. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(5), 521-532.
- Dindyal, J., Schack, E. O., Choy, B. H., & Sherin, M. G. (2021). Exploring the terrains of mathematics teacher noticing. *ZDM Mathematics Education*, 53(1), 1-16.
- Dominguez, H. (2019). Theorizing reciprocal noticing with non-dominant students in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 102(1), 75-89.

- Dreher, A., & Kuntze, S. (2015). Teachers' professional knowledge and noticing: The case of multiple representations in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 88(1), 89-114.
- DuFour, R. (2004). What is a "professional learning community"?. *Educational leadership*, 61(8), 6-11.
- Edwards, A. (2001). Researching pedagogy : A sociocultural agenda. *Pedagogy, Culture and Society*, 9(2), 161-186.
- Floro, G. & Bostic, J. D. (2017). A case study of middle school teachers' noticing during modeling with mathematics tasks. In E. O. Schack, M. H. Fisher, & J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and framework* (pp. 73-89). Springer International Publishing.
- Garfield, J., delMas, R., & Zieffler, A. (2012). Developing statistical modelers and thinking in an introductory, tertiary-level statistics course. *ZDM Mathematics Education*, 44(7), 883 - 898. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0447-5>
- 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.
- Konold, C., & Miller, C. (2015). *TinkerPlots™ Version 2.2 [computer software]*, Learn Troop.
- Kwon, N. Y. (2015). Teacher noticing in the context of a learning community. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 25(2), 139-155.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2002). *Investigation real data in the classroom: Expanding children's understanding of math and science*. New York: Teachers College Press.
- Lewis, C. (2002). *Lesson Study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Mason, J. (1998). Enabling teachers to be real teachers: Necessary levels of awareness and of attention. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1, 243-267.
- McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement* (Vol. 45). Teachers College Press.
- Merriam, S. B. (2005). *정성연구방법론과 사례연구* (강윤수 외 역). 서울: 교우사. (원저 1998년 출판)
- Miller, K. (2011). Situating awareness in teaching. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing* (pp. 51-65). New York: Routledge.
- Noll, J., & Kirin, D. (2017). TinkerPlots model construction approaches for comparing two groups: Student perspectives. *Statistics Education Research Journal*, 16(2), 213-243.
- Radford, L., & Roth, W.-M. (2011). Intercorporeality and ethical commitment: An activity perspective on classroom interaction. *Educational Studies in Mathematics*, 77(2-3), 227 - 245.
- Sakonidis, C., & Potari, D. (2014). Mathematics teacher educators'/researchers' collaboration with teachers as a context for professional learning. *ZDM Mathematics Education*, 46(2), 293-304.
- Schoenfeld, A. (2011). Noticing matters. A lot. Now what? In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 223-238). New York: Routledge
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (2011). *Mathematics teacher noticing: Seeing*

- through teachers' eyes*. New York: Routledge.
- Sherin, G. M., Russ, R. S., & Colestock, A. A. (2011). Accessing mathematics teachers' in-the-moment noticing. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.) *Mathematics teacher noticing* (pp. 70-94). New York: Routledge.
- Sherin, M. G., & Star, J. R. (2011). Reflections on the study of teacher noticing. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing* (pp. 3-13). New York: Routledge.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20-37.
- Star, J. R., Lynch, K., & Perova, N. (2011). Using video to improve preservice mathematics teachers' abilities to attend to classroom features. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.) *Mathematics teacher noticing* (pp. 117-133). New York: Routledge.
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of educational change*, 7(4), 221-258.
- van Es, E. A. (2011). A framework for learning to student thinking. In M. G. Sherin, V. R. & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing* (pp. 134-151). New York: Routledge.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571-596.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 244-276.
- Wager, A. A. (2014). Noticing children's participation: Insights into teacher positionality toward equitable mathematics pedagogy. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(3), 312-350.
- Yin, R. K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), 321-332.
- Zaslavsky, O. & Leikin, R. (2004). Professional development of mathematics teacher educators: Growth through practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7(1), 5-32.

Analyzing the changes of elementary pre-service teacher's noticing occurred in the process of participating in the actual class and learning community

Jung Hye-Yun¹⁾ · Seo Yumin²⁾ · Han Jooho³⁾ · Seo Minju⁴⁾

Abstract

The purpose of this case study is to get an implication on elementary pre-service teacher education programs by exploring how a pre-service teacher's noticing changes within a learning community. The pre-service teacher participated in a learning community with researchers. Data includes recordings and transcription of actual class and pre- and post discussion in the learning community, the pre-service teacher's reflection essays, field notes, and students' worksheets. Results are as follows. First, the pre-service teacher's attending moved from the result of tasks to students' mathematical thinking. Second, the pre-service teacher's interpretation changed from a lack of diversity and specificity of evidence to diversity and specificity. Third, the pre-service teacher's decision-makings changed from unproductive deciding to productive deciding.

Key Words : elementary pre-service teacher, noticing, learning community, teacher education

Received August 11, 2022
Revised September 15, 2022
Accepted September 16, 2022

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97B50

1) Korea Institute for Curriculum and Evaluation (hy0501@kice.re.kr)

2) Seoul Eunbit Elementary School (sym0517@snu.ac.kr)

3) Seoul National University (joohomath@snu.ac.kr)

4) Seoul National University (ann3916@snu.ac.kr), Corresponding Author