韓國數學敎育學會誌 시리즈 C <初等數學敎育>
https://doi.org/10.7468/jksmec.2022.25.1.101
2022. 1. 제 25권, 제 1호, 101-123

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. C:
Education of Primary School Mathematics
January. 2022, Vol. 25, No. 1, 101-123

수학적 모델링에 대한 초등학교 예비교사들의 인식변화

김용석(성균관대학교, 강사)

최근 교육의 패러다임이 교수자 중심에서 학습자 중심으로 변화함에 따라 학습자의 능동적인 지식의 구성이 중요시되고 있으며, 이에 따라 수학적 모델링을 활용한 수업이 주목을 받고 있다. 하지만 기존의 연구는 교사 또는 중·고등학교 학생들에게 초점이 맞춰져 있어 연구의 내용과 결과들을 예비교사들에게 그대로 적용하는 것은 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 예비교사들을 대상으로 학창시절 수학적 모델링에 대한 경험을 살펴보고 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험이 그들의 인식에 어떠한 변화를 주는지 살펴보았다. 연구결과 초등학교 예비교사들은 학창시절 수학적 모델링에 대한 경험이 매우 적었으며, 수학적 모델링에 대한 이론적인 수업을 진행했을 경우보다 실제로 수학적 모델링에 대한 경험을 같이 했을 때 보다 더 긍정적인 인식으로 변화하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과를 바탕으로 예비교사 양성과정에서의 시사점을 제언하였다.

I. 서론

최근 교육에 대한 패러다임이 객관주의에서 구성주의로 변화됨에 따라 교수자 중심의 교육에서 학습자 중심의 교육으로 변화하고 있다(김민성, 2019; 이정표, 2018). 기존 교육에서 교수자는 학습자에게 전문적인 지식을 전달하는 것이 주된 역할이었지만 교육의 패러다임이 변화함에 따라 교수자는 학습자에게 단순히 지식을 전달하는 것이 아닌 지식의 구성과정을 안내하고 촉진시키는 조력자 또는 안내자의 역할을 하게 되었다(신문승, 2019). 또한, 학습자는 단순히 지식을 수동적으로 받아들이는 것이 아닌 능동적으로 구성하는 것이 중요시 되었다. 이러한 변화에 맞춰 학교 수학에서도 지식의 능동적인 구성을 강조하게 되었다(김용석, 김소형, 한선영, 2019).

학교 수학에서 지식의 능동적인 구성과 함께 21세기 지식·정보화 사회를 살아가기 위한 필수요소로 수학적 문제해결력을 지속적으로 강조하고 있다. 문제해결력의 신장은 NCTM(National Council of Teachers of Mathematics)의 'An Agenda for Action'을 통해서 1980년대부터 학교 수학에서 강조해오고 있으며(NCTM, 1980), 그 이후로도 NCTM(1989, 2000)은 문제해결을 중요한 사고과정 규준으로 지속적으로 강조하였다. 이러한 세계적인 추세에 따라 국내에서도 문제해결력의 신장을 지속적으로 강조해 오고 있다. 학교 수학에서 문제해결력의 신장에 관심을 가지기 시작한 것은 1980년에 제4차 교육과정부터 교육과정과 교과서에 반영하여 지도하면서 시작되었으며, 제5차 교육과정 이후에도 지속적으로 문제해결력 신장을 위해 교육과정 재편과 많은 연구들을 통해 노력해왔다. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 과열된 입시위주의 교육으로 인해 단순 암기위주의 지식 주입에 열중함으로써 학습자의 수학적인 사고력과 문제해결력 신장에 많은 어려움이 있는 실정이다(홍진곤, 장보윤, 김경록, 진석언, 2008).

이러한 어려움에 대한 반성으로 교육현장에 보급하기 위해 다양한 교수모델들이 연구되고 있으며, 최근에는 학습자 중심의 능동적인 지식구성과 문제해결력 신장을 위한 방법으로 수학적 모델링을 활용한 수업방법에 관심이 높아지고 있다. 수학적 모델링은 실생활의 문제를 수학적인 문제로 변환하여 문제를 해결한 후 실제상황에 맞게 적용하는 것으로서 이를 활용한 수업은 학생들에게 실세계의 문제를 해석하여 문제를 해결하는 과정에서 수학을 일상의 여러 상황 속에서 이용할 수 있다는 점을 인식하게 할 수 있다(NCTM, 1991). 또한, 수학적 모델링을 활용한 수업은 대부분 모둠활동을 통한 협동학습 형식으로 진행되기 때문에 동료 및 교사와 수학적인 의사소통 능력과 협력적인 문제해결 역량을 신장시킬 수 있으며(신은주, 이종희, 2004; Doerr, 2016), 수학의 가치를 이해하고 수학에 대

* 접수일(2022년 1월 7일), 심사(수정)일(2022년 1월 14일), 게재확정일(2022년 1월 25일)
* MSC2000분류 : 97D99
* 주제어 : 수학적 모델링, 교사 양성교육, 초등학교 예비교사

한 긍정적인 태도와 흥미를 갖게 하여 수학학습의 동기를 증가시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Blum & Ferri, 2009; Gann, Avineri, Graves, Hernandez, & Teague, 2016; Pollak, 2007).

이렇게 수학적 모델링을 활용하는 수업이 관심을 받은 만큼 실제 학교현장에서 양적인 성장과 질적인 성장을 모두 이루기 위해서는 평소에 교사들이 관심과 흥미를 갖고 있어야 한다. 또한, 교사들의 흥미와 관심이 긍정적인 인식으로 이어질 때, 수학적 모델링을 활용한 수업이 실제 학교 현장에서 더 활성화 될 수 있을 것이다. 그동안 수학적 모델링에 대한 대다수의 연구들은 수학적 모델링에 대한 교사들의 인식과 이해를 살펴보기 위한 기초적인 연구들(김민경, 민선희, 강선미, 2009; 최지선, 2017; 황혜정, 2007; Biembengut & Hein, 2013; Blum & Ferri, 2009)과 중·고등학교 학생들을 대상으로 적용가능성을 파악하기 위한 연구들(김선희, 2005; 박진형, 이경화, 2013; 손홍찬, 류희찬, 2005; 신현성, 2007; 이종희, 이아름, 2012; 최희선, 한혜숙, 2018)이 중심이 되어 왔으며, 예비교사들에 대한 연구는 미비한 실정이다. 수학적 모델링을 활용한 수업이 실제 학교현장에 더 많이 활성화되기 위해서는 현직 교사들의 인식과 태도도 중요하지만 예비교사 시절의 인식과 태도 또한 매우 중요하다. 즉, 예비교사 시절의 수학적 모델링에 대한 긍정정인 인식은 실제 학교에 부임하였을 때 그들의 행동에 영향을 미쳐 수학적 모델링을 활용하는 수업으로 이어질 수 있기 때문이다.

한편, 2015개정 수학과 교육과정에서는 수학교과의 핵심역량의 하나로 수학적 문제해결 역량을 강조하면서 하위요소로써 수학적 모델링을 규정하고(교육부, 2015) 있어 학교 수학에서 수학적 모델링을 활용한 수업이 더 많이 관심을 받게 되었다. 하지만 대부분의 예비교사 교육에서는 수학적 모델링과 관련된 이론적인 부분들을 학습하는 데 머물고 있다. 또한, 예비교사들은 학습자임과 동시에 미래에 교육현장에서 학생들을 직접 지도할 교수자이기 때문에 이러한 두 입장을 모두 고려하여 생각할 수 있어야(이순아, 2015; 최윤진, 전하람, 2017) 하지만 현재의 예비교사 교육에서는 이 두 입장을 고려한 수학적 모델링의 체계적인 프로그램이 미비한 실정이다.

본 연구에서는 초등학교 예비교사들을 연구대상으로 삼았다. 그 이유는 첫째, 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 인식을 살펴본 연구가 극히 제한적이었으며, 둘째, 그들의 수학적 모델링에 대한 경험을 살펴보면 수학적 모델링이 실제로 학교현장에서 어느 정도 보급이 되어 활용되고 있는지를 알아볼 수 있기 때문이다. 셋째, 초등학교 예비교사들은 고등교육을 받는 학습자로서의 입장과 향후에 학교 현장에서 수업을 진행해야할 교수자로서의 입장을 모두 갖고 있기 때문이다. 이러한 특성을 고려해 볼 때, 기존의 현직교사나 중·고등학생들을 대상으로 진행된 연구결과를 초등학교 예비교사들에게 그대로 적용하는 것은 어렵다고 판단하였다. 이러한 이유로 본 연구에서는 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링 경험을 살펴보고 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험이 그들의 인식에 어떠한 변화를 주었는지를 살펴보려고 한다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해서 다음과 같이 연구문제를 설정하였다.

연구문제1. 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 경험(초·중·고등학교와 대학교)은 어떠한가?

연구문제2. 수학적 모델링에 대한 활동을 경험한 초등학교 예비교사들은 어떠한 인식의 변화가 있었는가?

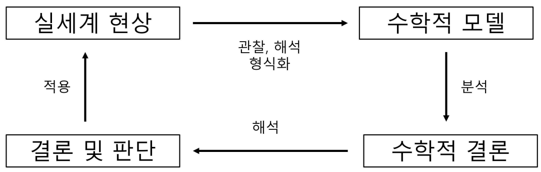
II. 이론적 배경

1. 수학적 모델링의 개념과 과정

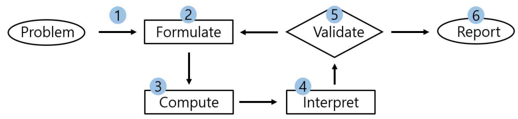
국내외 많은 학자들이 수학적 모델링에 대한 개념을 정의하고 있지만 그 표현에는 다소 차이가 있다. CCSSM(Common Core State Standards Initiative: CCSSI, 2010)은 수학 또는 통계를 이용하여 실세계에 대한 상황을 기술하고 수학 또는 통계적인 계산과 분석을 활용하여 그 상황에 대해서 추가적인 정보들을 이끌어 내는 것으로, Gould(2013)과 Pollack(2007)은 실제 상황을 묘사하여 문제를 형성하고 결론에 이르는 전체과정을 수학적 모델링이라고 정의하였다. 또한, NCTM(1991)은 실생활에 대한 문제를 수학적인 문제로 변환한 후 문제를 해결한 다음 실제상황에 맞게 적용하는 것으로 정의하였으며, 박선화(2015)는 실생활의 문제 해결을 위해서 주어진 상황을 수학적으로 나타내

어 분석하고 결론을 도출한 후 이를 상황맥락에서 재해석하여 유의미성을 검토하는 것을 수학적 모델링이라고 정의하였다. 이처럼 수학적 모델링에 대한 개념은 다중적이고 학자들마다 다소 차이가 있지만 공통적으로 지적하고 있는 것은 ① 수학적 모델링은 복잡한 실제 현실세계의 비구조화된 상황에서 부터 시작이 되며, ② 현실세계의 현상을 설명하여 미래세계를 예측하는 데 사용이 된다는 점과 ③ 현실 세계에 대한 수학적 모델을 구성하는 방법은 오직 하나의 방법만 있는 것이 아니라 여러 가지 방법이 있다는 점이다(Cirillo, Pelesko, Felton-Koestler, & Rubel, 2016). 이러한 점으로 보면 수학적 모델링은 수학을 현실세계와 연결시키는 일련의 과정들로 정의할 수 있다(Blum & Ferri, 2009; CCSSI, 2010).

수학적 모델링에 대한 과정을 살펴보면 학자에 따라서 다소 차이는 있으나 근본적으로 의미하는 바는 동일하다고 볼 수 있다(Blum & Ferri, 2009; CCSSI, 2010; NCTM, 1991, 2000; Pollak, 2003). NCTM(1991)에서는 수학적 모델링에 대한 과정을 실세계 현상과 수학적 모델, 수학적인 결론, 결론 및 판단의 4단계 순환과정으로 나타내면서, 현실세계의 현상을 수학적으로 해석하여 수학적인 결론을 낸 후 그것을 다시 현실세계에 적용하는 과정으로 제시하였다([그림. 1] 참고). 또한, 수학적 모델링의 중요성을 들어 교육에 반영할 것을 강조하고 있는 CCSSM(CCSSI, 2010)에서는 총 6개의 단계로 구분하고 있다. 1단계는 실세계의 문제에서 수학적 모델을 만드는 과정 중 실세계의 문제 상황에서 수학적 모델을 만들기 위해 필수적인 변수들을 찾는 단계이다([그림. 2]의 ①). 2단계는 1단계에서 찾은 변수들의 관계를 활용하여 수학적 모델을 형성한다([그림. 2]의 ②). 3단계에서는 수학적 모델을 이용하여 수학적인 연산을 수행하며([그림. 2]의 ③), 4단계에서는 연산의 결과를 실세계 문제 상황에서 해석하는 단계이다([그림. 2]의 ④). 마지막 5단계에서는 4단계에서 수행한 해석을 바탕으로 결론이 유효한지를 검증하게 된다([그림. 2]의 ⑤). 만약 이 단계에서 결론이 유효하지 않는다면 다시 2단계로 돌아가서 모델을 수정하게 되며, 결론이 유효하다면 그 결론을 보고하고 공유하는 6단계로 나아간다([그림. 2]의 ⑥).



[그림 1] NCTM(1991)의 수학적 모델링에 대한 과정



[그림 2] CCSSM(SSCCI, 2010)의 수학적 모델링에 대한 과정

본 연구에서는 앞서 설명한 개념들에 기반하여 1~2차시에 수학적 모델링에 대한 개념과 과정을 비대면 수업으로 진행하였다. 이때, 수학적 모델링에 대한 개념이 학자들마다 다소 차이가 있는 것을 감안하여 공통적으로 지적하고 있는 부분 중심으로 제시되었으며, 수학적 모델링에 대한 과정은 CCSSM(CCSSI, 2010)에서 제시된 6단계의 모델보다 NCTM(1991)에서 제시된 4단계 순환과정이 학생들의 이해를 도울 수 있다고 판단하여 이를 수업과 학생들의 수학적 모델링에 대한 활동에 활용하였다.

2. 수학적 모델링을 활용한 수업

학교에서 수학적 모델링을 활용한 대부분의 수업들은 학생들의 모둠별 학습을 기반으로 하고 있다. 때문에 수학적 모델링에 대한 활동 중에는 협동학습이 이루어지며, 이러한 활동은 동료 및 교사와 수학적인 개념, 용어, 기호 등을 매개로 대화할 기회를 제공하기 때문에 수학적인 의사소통 능력을 향상시킬 수 있는 좋은 기회가 된다(신은주, 이종희, 2004). 또한, 수학적 모델링 문제의 해결하는 과정 속에서 타인과의 의사소통을 통해서 자신과 타인의 의견을 조율하고(Doerr, 2016) 공통의 목표를 향해 서로에게 도움이 되는 학습환경으로 인해 학생들의 협력적 문제해결 역량이 긍정적으로 변화될 가능성이 크다(박진형, 2017; 최경아, 2017).

수학적 모델링을 활용하는 수학수업은 학생들로 하

여금 실세계 현상을 해석하여 수학적 기호, 용어, 모델 등을 활용하여 표현하게 한다. 즉, 학생들로 하여금 주변의 실세계에서 문제를 스스로 발견하여 수학적 안목을 갖고 그 문제를 해결할 수 있도록 하는 학습경험을 제공한다. 이러한 경험은 학생들이 수학을 일상의 여러 상황 속에서 이용할 수 있다는 점을 인식하게 할 수 있으며, 수학의 가치를 이해함과 동시에 수학에 대한 긍정적인 태도와 흥미를 갖게 하여 수학학습의 동기를 증가시킬 수도 있다(Blum & Ferri, 2009; Gann et al, 2016; Pollak, 2007). 또한 수학적 모델링은 특정 알고리즘을 활용하여 문제를 해결하는 것이 아니라 학생들 스스로가 문제에 대한 상황을 인식하여 그에 대한 해결방안을 모색하는 경험을 함으로써 직접적인 수학활동(Doing Mathematics)을 하게한다. 따라서 학생들은 수학적 모델링에 대한 과제를 해결하면서 높은 인지적 요구수준을 유지할 수 있게 되며, 창의적인 사고를 함양할 수 있는 좋은 기회를 얻게 된다(Stein & Smith, 1998).

NCTM(1991)과 CCSSM(2010)에서 설명한 수학적 모델링의 과정을 살펴보면 선형적이지 않고 순환적이며, 단계들 간의 반복도 가능하다. 이러한 점은 수학적 모델링에 대한 경험이 비판적인 사고력을 기르는데 도움이 됨을 의미한다(신은주, 권오남, 2001). 즉, 학생들은 수학적 모델링에 대한 과제를 탐구하는 과정에서 중간마다 자신들의 해결과정이 적절한지, 현재에는 어느 단계까지 와 있는지를 수시로 점검해 봐야한다. 이러한 점들로 보면 수학적 모델링의 과정은 학생들 자신의 사고에 대한 반성과정으로 그들의 메타인지 능력을 함양시키는 데에도 도움이 된다고 할 수 있다(신은주, 이종희, 2004).

이렇게 수학적 모델링의 교육적인 잠재력에도 불구하고 이를 교육현장에서 활용하려는 교사들은 많은 어려움과 마주하게 된다(오영렬, 박주경, 2019). 그 주된 이유들을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 수학적 모델링에 대한 교사들의 경험이 낮은 편이며, 수업에서 수학적 모델링의 필요성을 느끼고 있는 교사의 경우에도 개념설명과 흥미유발에 대한 측면에서만 활용이 가능한 것으로 보고 있다(김민경 외, 2009; 최지선, 2017). 둘째, 수학적 모델링은 학생과 지도교사 모두에게 모험적이다. 즉, 수학적 모델링을 활용하려면 수학적 모델을 구성하는 능력이 요구되는데, 이는 수학자체에 대한 이해뿐만 아니라 외적상황을 수학적으로 표현하는 능력을 포함하고 그에 따른 상황 자체에 대한 이해도 요구한다(Biembengut & Hein, 2013). 셋째, 많은 교사들은 수학적 모델링에 대한 적절한 과제를 제시하여 학생의 인지적인 활동을 돕고, 교실문화의 범주 안에서 수학적 모델링에 대한 활동을 하는 것에 많은 어려움을 겪고 있다. 학교에서 수학적 모델링에 대한 활동은 주로 프로젝트형식으로 구성이 되지만 이는 교과용 도서에 자주 등장하는 것이 아니기 때문에 교사들은 교육과정과 학생들의 수준에 적합한 수학적 모델링의 활동과제로 무엇을 제시해야 되는지에 대한 고민에 빠지게 된다(김민경 외, 2009; 황혜정, 2007). 넷째, 수학적 모델링 활동이 대부분 중·고등학교 학생을 대상으로 이루어져 있어 일정수준의 수학을 배운 다음에 할 수 있는 활동으로 인식하는 경향이 강하다. 중·고등학교에 적용이 된 수학적 모델링 활동은 난이도가 있는 수식을 표현의 매개로 하여 수학적 모델을 설계한 후 정교화하는 과정을 시행하게 되어있어 이를 초등학교에서 직접 적용할 수가 없는 사례가 대부분이다. 수학적 모델링에 대한 이러한 오해들은 초등학교에서 수학적 모델링의 교육적인 활용을 어렵게 만드는 요인으로 작용할 수 있다(김민경 외, 2009; 최지선, 2017; 황혜정, 2007). 다섯째, 불완전하고 복잡한 실생활 문제와 단순화되어 있는 수학문제의 차이로 인해서 오는 어려움이 있을 수 있다. 수학 문제는 주어진 조건과 구하고자 하는 것, 사용되는 전략이나 방법이 분명하게 제시되는데 비해서 현실세계의 문제는 주관적이고 애매하며, 복잡한 상황을 포함하고 있다(Biembengut & Hein, 2013).

이렇듯 수학적 모델링을 활용한 수업은 학생들에게 현실세계의 문제를 해결하는 과정 속에서 의사소통 능력향상과 함께 비판적 사고력과 메타인지 능력을 함양시키는 등의 긍정적인 영향을 주지만 실제 학교현장에서 수학적 모델링을 활용한 수업을 진행하기에는 많은 어려움이 있음을 알 수 있다. 또한, 수학적 모델링의 활동과정 중 난이도가 있는 수식표현의 매개로 하여 수학적 모델을 설계하고 정교화하는 과정으로 인해 초등학교에서의 활용은 제한적임을 알 수 있다.

그동안 수학적 모델링이 학습자에게 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려지면서(고창수, 오영열; 2015). 국내에서는 수학적 모델링을 실제로 학교수학 현장에

적용하기 위한 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 수학적 모델링을 학교 수업에 적용한 연구들을 살펴보면 학교수업에서 수학적 모델링의 이해 및 적용을 돕기 위한 기초적인 연구(강옥기, 2010; 김수미, 1993; 신은주, 권오남, 2001; 주미경, 1997)와 중학교 학생들을 대상으로 수학적 모델링에 대한 과정분석과 수업과정 및 평가에 대한 연구(김선희, 2005; 김선희, 김기연, 2004; 이종희, 이아름, 2012; 최희선, 한혜숙, 2018) 등이 있으며, 고등학교 학생들에게 수학적 모델링을 적용하기 위한 교수·학습의 자료개발 연구 및 학생들의 수학적 모델링에 대한 과정 분석(박진형, 이경화, 2013; 손홍찬, 류희찬, 2005; 신현성, 2007) 등에 대한 연구들이 주를 이루어 왔다. 이런 연구들을 종합해보면 지금까지 수학적 모델링에 대한 연구들은 주로 중·고등학교 수준에서 교사들의 이해와 인식을 살펴보기 위한 연구와 학생들을 대상으로 수학적 모델링의 수업 적용가능성을 살펴보기 위한 연구가 주로 진행되어 왔으며, 초등학교 수준의 관련연구는 매우 부족한 것을 알 수 있다.

수학적 모델링의 학교 현장적용을 높이기 위해서는 교사로 하여금 자발적으로 수학적 모델을 자기 수업에서 활용할 수 있도록 이끄는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 특히, 중·고등학교에 비해 초등학교의 적용사례가 매우 제한적인 점으로 보면 초등학교 교사의 인식이 무엇보다 중요할 것으로 생각된다. 그동안 교육정책의 현장적용을 높이기 위한 방안으로 교사 교육을 통한 인식변화를 꾀하는 경우들이 많았다 (Kelchtermans, 2005). 수학적 모델링이 초등학교 교육 현장에서 활발히 적용되기 위해서도 이와 비슷한 시도도 가능할 것이다. 즉, 초등학교 예비교사들로 하여금 수학적 모델링에 대한 경험을 갖게 하여 수학적 모델링에 대한 현실 유용성을 충분히 느끼게 하면 그들은 수학적 모델링의 교육적인 효과에 대해서 긍정적으로 인식하게 될 것이며, 그로 인해 향후에 학교에 부임하였을 때, 현장에서 수학적 모델링을 적극적으로 활용하려고 할 것이다.

한편, 교사 양성과정은 예비교사들의 교수·학습에 대한 인식을 올바르게 형성시킬 수 있는 중요한 시기이다. 즉, 예비교사들은 학습자와 교수자의 입장을 모두 가지고 있기 때문에 이 두 가지 입장 모두를 고려하여 생각해 볼 수 있어 한다(이순아, 2015; 최윤진, 전하람, 2017). 따라서 이시기에 수학적 모델링에 대한 경험을 제공하게 되면 학습자의 입장과 교수자의 입장을 모두 고려해서 생각해 볼 수 있는 좋은 기회가 될 것이다. 이러한 이유로 본 연구에서는 초등학교 예비교사들에게 수학적 모델링 활동에 대한 긍정적인 경험을 제공하고 교수·학습에 대해 어떤 인식의 변화가 있는지를 살펴보려 한다. 본 연구의 결과로 초등학교 예비교사들을 대상으로 수학적 모델링의 긍정적인 인식을 형성할 수 있는 교육프로그램을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

본 연구는 수학적 모델링에 대한 초등학교 예비교사들의 인식변화를 연구하기 위해 전주시 소재의 한 교육대학교 학생들 중 60명을 연구 대상으로 진행되었다. 본 연구자가 진행하는 ‘초등수학문제해결’ 과목의 수강생을 대상으로 4주 동안 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동이 수업으로 진행되었다. ‘초등수학문제해결’ 과목은 1학년 학생을 대상으로 진행되는 과목으로 각각 30명씩 2개의 분반으로 수업이 진행되었다. 60명 중 남학생은 21명(35%)이였으며, 여학생은 39명(65%)이었다([표 1] 참고). 그리고 초등학교 예비교사들의 심화과정별 분포는 윤리교육 4명(6.7%), 사회교육 3명(5%), 수학교육 7명(11.7%), 체육교육 9명(15%), 초등교육 7명(11.7%), 국어교육 4명(6.7%), 과학교육 4명(6.7%), 실과교육 1명(1.6%), 음악교육 3명(5%), 미술교육 1명(1.6%), 영어교육 7명(11.7%), 컴퓨터교육 10명(16.6%)이었다([표 2] 참고).

[표 1] 연구대상의 성별 분포 (N=60)

구분		명수(%)
성별	남자	21(35%)
	여자	39(65%)

4주간의 수업기간 중 코로나19에 대한 백신접종을 받은 학생들이 수업에 참여하지 못하는 일이 발생하였다. 때문에 총 60명의 학생들 중 사전-사후의 설문이 모두 이루어진 학생 47명을 대상으로 설문에 대한 분

석이 이루어졌다. 설문분석의 대상인 학생들 중 남학생은 19명(40.4%)이였으며, 여학생은 28명(59.6%)이었다.

[표 2] 연구대상의 심화과정 분포

심화과정	명수(%)	심화과정	명수(%)
윤리교육	4명(6.7%)	과학교육	4명(6.7%)
사회교육	3명(5%)	실과교육	1명(1.6%)
수학교육	7명(11.7%)	음악교육	3명(5%)
체육교육	9명(15%)	미술교육	1명(1.6%)
초등교육	7명(11.7%)	영어교육	7명(11.7%)
국어교육	4명(6.7%)	컴퓨터교육	10명(16.6%)

2. 연구절차

1) 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동

실세계 상황에서의 문제 만들기 활동은 수학적인 활동과 지적인 탐구 활동을 동시에 할 수 있으며, 문제해결에 대한 직접적인 교수·학습에 도움이 되고 수학학습에 대한 흥미와 관심을 불러올 수 있다(Silver, 1993)는 선행연구로 보아 실세계의 문제 상황을 대상으로 한 수학적 모델링의 문제 만들기 활동은 초등학교 예비교사들에게 교수와 학습에 대한 측면에서 긍정적인 활동으로 인식될 수 있다고 판단하였다. 이러한 이유로 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 인식의 변화를 살펴보기 위해서 4주 동안 수학적 모델링에 대한 개념학습 및 문제 만들기 활동을 진행하였다. [표 3]은 4주 동안 진행된 수업내용으로 총 8차시(1차시=50분)의 수업이 진행되었다.

1~2차시 수업은 코로나19 거리두기 단계의 격상으로 인해 비대면 수업으로 진행이 되었다. 때문에 문제해결 및 수학적 모델링에 대한 이론적인 내용을 연구자가 사전에 녹화를 하여 학교에서 제공하는 교수·학습시스템에 업로드한 후 학생들이 개인별로 접속하여 강의를 수강하도록 하였다. 2주차 수업부터는 대면으로 수업이 진행되었다. 3~4차시에는 모둠별로 수학적 모델링에 대한 문제를 만들어보고 그에 대한 답안을 작성한 뒤 모델링에 대한 문제를 학교 교수·학습시스템에 업로드 하였다. 이때, 연구자가 수학적 모델링 문제에 대한 다양한 예시와 그에 대한 수학적 모델링 과정들을 제시하여 초등학교 예비교사들이 평소에 탐구해보거나 궁금했던 문제 상황들을 수학적 모델링 문제로 발전시킬 수 있도록 도왔다. 또한, 모둠 활동 중 학생들이 가지고 있는 스마트폰, 태블릿, 노트북등을 활용하여 다양한 자료를 찾을 수 있게 하였다. 5차시 수업에서는 다른 모둠에서 만든 문제를 개인별로 1문제씩 A4용지에 풀었으며, 이때 모둠에서 만든 수학적 모델링 문제에 대해 보완할 점이 있을 시에 제시하게 하였다([표 5] 참고). 6차시 수업에서는 연구자가 수학교과의 평가에 대한 이론적인 강의를 대면으로 진행(약 20분)하였고 모둠에서는 개인별 풀이와 보완점을 보고 만든 문제와 답안을 수정하였으며, 모둠별로 평가 틀을 만들어 보는 활동을 하였다. 7~8차시에는 모둠별로 만든 수학적 모델링의 문제와 그에 대한 풀이, 평가 틀 등을 발표하였다.

[표 3] 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 수업

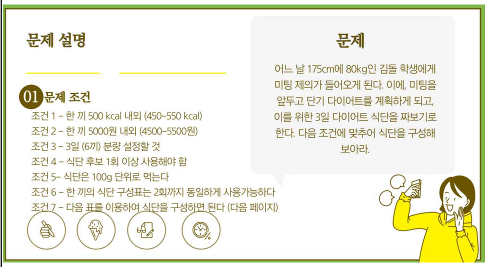
주차	차시	학습내용
1주차	1차시	• 문제해결 및 문제해결 전략
	2차시	• 수학적 모델링에 대한 이해
2주차	3차시~4차시	• 수학적 모델링 문제 만들기 • 모범 답안 만들기
3주차	5차시	• 인터넷에 공개된 다른 모둠의 수학적 모델링 문제 풀기
	6차시	• 수학교과 평가의 이해 • 모둠별 수학적 모델링 문제 및 모범답안 수정 • 평가 틀 만들기
4주차	7차시~8차시	• 모둠별 발표

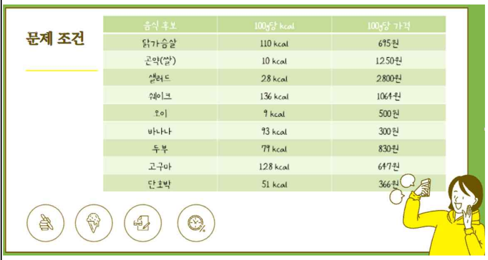
수업기간 동안 모둠 및 개인 활동에 대한 결과물을 해당 시간에 완성하여 교수·학습시스템에 업로드 하도록 하였으며, 미완성된 활동은 수업 이후에 완성하여 당일 업로드 하도록 하였다. 본 연구의 기간 중 수업에 참여하지 못한 학생들과 코로나19에 대한 백신접종으로 수업에 참여가 힘든 학생들은 교수·학습시스템에 업로드가 된 모둠 및 개인 활동에 대한 내용과 결과물을 학습한 뒤 다음 수업에 참여하게 하여 수업에 참여하지 못한 학생들도 지속적인 학습이 가능하게 하였다.

[표 4]는 수학적 모델링에 대한 문제 만들기의 학생 활동의 예시이다. 학생들은 4~5명이 하나의 모둠으로 구성되어 활동이 진행되었으며, 모둠활동 시에 원활한

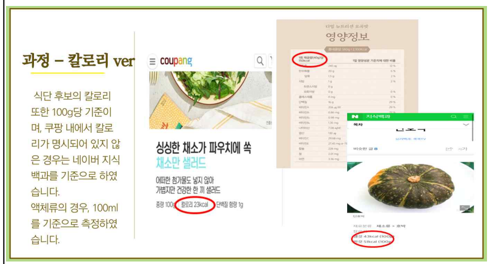
[표 4] 수학적 모델링과정에 대한 문제 만들기의 학생 활동(1차시=50분)

<table>
<tr><th>차시</th><th>학생 활동 예시</th></tr>
<tr><td>1~2
차시</td><td>[강의식 수업]-비대면강의
• 문제해결 및 문제해결 전략
• 수학적 모델링에 대한 이해</td></tr>
<tr><td>3~4
차시</td><td>[모둠 활동]-대면강의와 대면활동
• 수학적 모델링 문제와 그에 대한 예시 답안 만들기
• 인터넷에 문제 공개하기

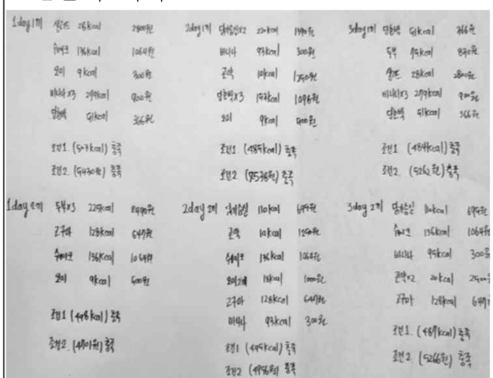
[모둠의 수학적 모델링 문제]
• 가격과 영양이 골고루 잡힌 다이어트 식단 만들기


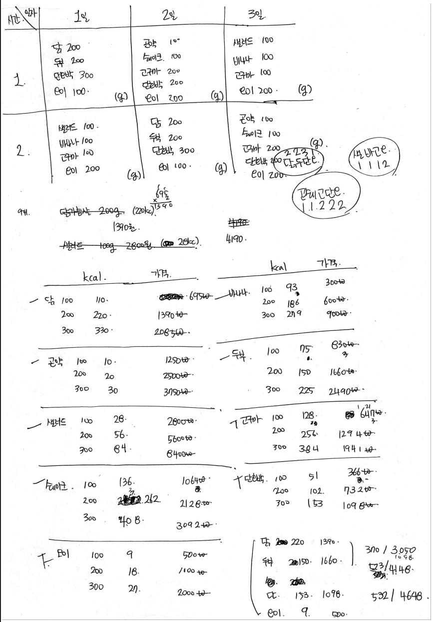
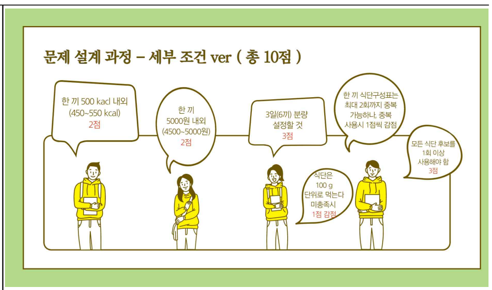

<table>
<tr><th>음식 후보</th><th>100g당 kcal</th><th>100g당 가격</th></tr>
<tr><td>닭가슴살</td><td>110 kcal</td><td>695원</td></tr>
<tr><td>곤약(쌀)</td><td>10 kcal</td><td>1250원</td></tr>
<tr><td>샐러드</td><td>28 kcal</td><td>2800원</td></tr>
<tr><td>쉐이크</td><td>136 kcal</td><td>1064원</td></tr>
<tr><td>오이</td><td>9 kcal</td><td>500원</td></tr>
<tr><td>바나나</td><td>93 kcal</td><td>300원</td></tr>
<tr><td>두부</td><td>79 kcal</td><td>830원</td></tr>
<tr><td>고구마</td><td>128 kcal</td><td>647원</td></tr>
<tr><td>단호박</td><td>51 kcal</td><td>366원</td></tr>
</table>
• 실제 학교에서 학생들이 인터넷을 활용하여 직접 조사하도록 설계(조건 7과 표를 삭제)
• 자료에 대한 조사가 어려울 때는 표를 사용하도록 설계

[모둠의 예시답안]-수학적 모델링의 과정
• 문제를 이해한 후 식단구성을 위한 실제 조건들 찾기

• 실제 자료조사를 통해 음식에 대한 표를 만들기

<table>
<tr><th>음식 후보</th><th>100g당 kcal</th><th>100g당 가격</th></tr>
<tr><td>닭가슴살</td><td>110 kcal</td><td>695원</td></tr>
<tr><td>곤약(쌀)</td><td>10 kcal</td><td>1250원</td></tr>
<tr><td>샐러드</td><td>28 kcal</td><td>2800원</td></tr>
<tr><td>쉐이크</td><td>136 kcal</td><td>1064원</td></tr>
<tr><td>오이</td><td>9 kcal</td><td>500원</td></tr>
<tr><td>바나나</td><td>93 kcal</td><td>300원</td></tr>
<tr><td>두부</td><td>79 kcal</td><td>830원</td></tr>
<tr><td>고구마</td><td>128 kcal</td><td>647원</td></tr>
<tr><td>단호박</td><td>51 kcal</td><td>366원</td></tr>
</table>
• 수학적 모델로 경우의 수에 따른 표를 만들어 제시

→ 식단을 어떻게 구성하느냐에 따라 다양하게 표가 만들어질 수 있음</td></tr>
</table>

	1day 1끼 >총합 503kcal >총합 5430원 2day 1끼 >총합 485kcal >총합 4538원 3day 1끼 >총합 484kcal >총합 5262원 1day 2끼 >총합 498kcal >총합 4701원 2day 2끼 >총합 495kcal >총합 4956원 3day 2끼 >총합 487kcal >총합 5266원 음식 후보 사용 횟수 닭가슴살4 / 곤약 4 / 샐러드 2 / 쉐이크 4 / 오이 5 / 바나나 9 / 두부 4 / 고구마 3 / 단호박 6 • 수학적인 결론(각 식단에 따른 kcal와 가격의 총합, 음식을 사용한 횟수)이 문제에서 제시한 조건들을 만족하는지 검토한 후 최종 결론 및 판단 내리기
5 차시	[개인별 활동] • 다른 모둠이 만든 수학적 모델링 문제 풀기 
6 차시	[강의식 수업]-대면강의 수학교과 평가의 이해-대면강의 [모둠 활동]-대면활동 • 모둠별로 수학적 모델링 문제 및 모범답안 수정하기 • 평가 틀 만들기 [모둠의 평가 틀 예시] *총체적 채점법 : 풀이 전체를 몇 개의 수준으로 나누고 각 수준에 도달하기 위한 구체적인 기준을 마련한 다음 학생의 풀이가 어느 수준에 속하는 지를 평가하는 방법 
7~8 차시	[모둠별 발표]-대면활동 • 모둠에서 만든 문제와 예시답안(수학적 모델링의 과정)을 공개하고 평가 틀에 대해서 발표

[표 5] 모둠의 수학적 모델링 문제에 대한 보완점 제시

학생 활동 예시
⊕ 첫번째 조건 말이 조금 이해가 어려운 것 같아요 ㅠㅠ 시간이나 요일 고려해야 할 수 없다는 말은 조금 풀어서 써주면 좋을 듯 싶어요. 이왕이면 예시를 들어주는 건 어떨까요?! (ex. 화 7-10시, 목 7-10시, 금 7-10시, 토 7-10시 이런식으로 일해야 한다) * 보완했으면 하는 부분 6개월인데 몇 개월이 학기 중이고, 몇 개월이 방학 중인지 제시가 더 구체적으로 되었으면 좋았을 것 같아요. 방학 중엔 학교 수업이 없으니까 더 오래 일하는 게 가능하고, 그럼 학기 중에는 일을 좀 줄일 수 있으니까....? 석용이의 체력을 고려한 저의 개인적인 의견입니당 ~! ⊕ 한 달이 4주인지/5주인지 이런 것도 고려되어야 할 사항 같아요....! 아니면 조건에다가 "한 달은 4주로 생각한다" 이런 멘트 넣는 것도 괜찮았을 듯 싶어요.

의사소통을 위해 심화과정별 분포를 참고하여 같은 과정에 있는 학생들을 최대한 같은 모둠으로 구성하여 활동을 진행하였다. 또한, 연구자는 초등학교 예비교사들의 활동을 돕기 위해 각 차시수업 초반에 완성해야 할 결과물들에 대해 예시를 보여주어 학생들의 결과물 산출과정을 도왔으며, 수업 중 연구자가 모둠 및 개인의 학습에 대한 자율성을 침해하지 않는 선에서 순회하며 탐구 활동을 도왔다.

[표 4]의 모둠에서 제시한 모범답안(수학적 모델링 과정)을 살펴보면 문제를 이해한 후 실제 인터넷을 활용하여 자료조사를 하였고 이러한 자료를 기반으로 음식에 대한 세부적인 표를 만들어보는 활동을 제시하였다. 수학적인 모델로는 경우의 수에 따른 표를 만들어 제시하였으며, 제시한 표를 이용하여 문제해결을 하였고 문제에서 원하는 조건에 부합이 되는지를 검토하여

최종 판단을 내렸다. 이러한 점으로 보면 모둠에서 만든 문제는 2015 초등학교 교육과정의 '자료와 가능성' 영역에서 활용이 가능할 것으로 생각된다.

2) 설문조사

본 연구에서는 김용석 외(2019)의 설문 문항을 검토한 후 수정하여 사용하였다. 김용석 외(2019)의 연구는 프로젝트 기반학습에 대한 예비 수학교사들의 인식변화를 살펴본 연구로서, 모둠별 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동을 프로젝트 활동 중에 하나로 포함시켜 연구가 진행되었다. 또한, 예비교사들은 학습자인과 동시에 미래의 교수자이기 때문에 두 가지의 입장 모두를 관련(최윤진, 전하람, 2017)지어서 설문을 제작되었다. 따라서 본 연구에서는 김용석 외(2019)의 설문 문항을 검토하여 수학적 모델링에 대한 교수·학습의 견해를 묻는 문항으로 수정하여 사용하였으며, 수정 시 수학적 모델링에 대한 문제를 풀면서 관련 내용을 학습하는 학습자의 입장과 수학적 모델링을 활용하여 수업하는 교수자의 입장 모두를 관련지어 제작하였다. 이렇게 제작한 19개의 설문 문항([표 6] 참고)에 대해서는 사전-사후 설문조사를 진행하였다. 그리고 사전 설문문항은 수학적 모델링 경험에 대한 사전 경험을 알아보기 위한 3문항을 포함한 총 22개의 문항으로 제시되었다. 수학적 모델링 수업(강의)에 대한 경험을 알아보기 위한 문항은 '있다' 또는 '없다'의 선택지로 제시되었다. 또한, 사전에 경험이 있는 학생들을 대상으로 수학적 모델링에 대한 문제를 풀어본 경험, 수업을 준비한 경험을 물어 보았으며, 경험한 시기를 물어보기 위해 초·중·고등학교, 대학교, 기타의 5가지로 제시를 하였으며, 이 두 문항에 대해서는 중복선택이 가능하게 하였다. 사후 설문문항에서는 사전 경험을 알아보기 위한 3문항을 제외한 총 19개의 문항과 학교에서 수학적 모델링 도입 시 예상되는 어려움을 물어보는 6문항([표 7] 참고) 포함하여 총 25문항으로 제시가 되었다. 수학적 모델링 도입 시 예상되는 어려움을 묻는 문항은 최지선(2017)의 연구결과를 참고하여 제작되었다.

[표 6]은 사전-사후에 공통으로 제시된 19문항은 교수·학습에 대한 견해들을 물어 보는 것으로서 '전혀 그렇지 않다(1)'부터 '정말 그렇다(6)'까지 총 6개 척도로 제시되었으며, 해당 문항에 대해 아무런 지식이나 정

[표 6] 설문지 공통문항

사전-사후 공통문항
1. 수학적 모델링을 활용한 수업은 언젠가 학교에서 교수법의 일부분이 될 것이다.
2. 수학적 모델링을 활용한 수업은 앞으로 학교 현장에서 더 많아질 것이다.
3. 기회가 주어진다면, 나는 교사가 된 후에 수학적 모델링을 활용한 수업을 진행할 것이다.
4. 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 쉬운 일이다.
5. 학생이 수업에서 수학적 모델링을 활용하여 학습을 수행하는 것은 쉬운 일이다.
6. 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 즐거운 일이다.
7. 학생이 수학적 모델링을 활용한 수업에 참여하는 것은 즐거운 일이다.
8. 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습을 재미있게 만든다.
9. 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습자를 위해 좀 더 효과적인 설명을 할 수가 있다.
10. 수업에 수학적 모델링을 활용하면 교사가 더 성취감을 느낄 것이다.
11. 수학적 모델링을 활용한 수업에 참여한 학생은 학습의 결과로서 더 성취감을 느낄 것이다.
12. 수학적 모델링을 활용한 수업에 참여한 학생들은 미래의 직업을 위해서 잘 준비되었다고 느낄 것이다.
13. 수업에서 수학적 모델링을 활용하면 실력이 있는 교사처럼 느낄 것이다.
14. 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들을 학습주제에 더 몰입하게 만든다.
15. 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들의 학습을 향상시킬 수 있을 것이다.
16. 수학적 모델링을 활용한 학습은 동시에 하나 이상의 영역에서 학생의 능력을 향상시킬 수 수 있는 좋은 방법이다.
17. 수학적 모델링을 활용한 수업은 고 난이도의 시험에서 학생들의 점수를 향상시킬 수 있을 것이다.
18. 수학적 모델링을 활용한 수업은 수학 개념을 배우는 학생들에게 동기를 부여할 수 있다.
19. 수학적 모델링을 활용한 수업은 수학 공학, 기술, 과학에 대한 학생들의 호기심을 증가시킬 수 있다.

보가 없어 그 어떤 견해도 갖지 않는 경우를 '모르겠다(7)'로 표시하게 하였다. 또한, 학교에서 수학적 모델링 도입 시 예상되는 어려움을 물어보는 사후 설문문항의 6문항 중 5문항은 교수·학습에 대한 견해를 묻는 설문과 같은 척도로 제시되었으며, 1문항은 기타 의견을 묻는 서술형 문항으로 제시되었다.

[표 7] 수학적 모델링 수업 도입 시에 예상되는 어려움

문항
1. 적절한 과제(교재)를 개발하기가 어렵다.
2. 학생들이 학습목표에 맞는 인지적인 활동을 이끌어 내기가 어렵다.
3. 각각의 학생 또는 반응에 대한 교사의 피드백이 어렵다.
4. 모든 학생들의 참여를 이끌어내기가 어렵다.
5. 학생들끼리 의사소통에 어려움이 있을 수 있다.
6. 기타 의견이 있을 시 자유롭게 서술해주세요.

사전 설문조사는 1∼2차시 수업이 온라인으로 진행된 후 오프라인 수업이 시작되는 3차시 시작 전에 진행되었으며, 사전 설문을 진행하기 전 연구에 대한 설명을 5분 정도 진행한 뒤에 설문을 실시하였다. 사후 설문 조사는 7∼8차시 수업이 모두 끝난 뒤에 실시하였다.

본 연구에서는 학생 활동성찰지를 제작하여 사후설문을 진행한 후 학생 스스로 자신의 활동을 성찰할 수 있는 기회를 제공하였다. 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동이 모둠활동으로 진행이 됐기 때문에 총 9개 문항 중 1번∼5번 문항은 모둠활동에 대한 설문으로 제작이 되었다. [표 8]은 학생들에게 제공한 활동성찰지로서 1번 문항부터 6번 문항까지는 '전혀 아니다(1)'부터 '매우 그렇다(5)'까지 총 5개 척도로 제시되었다. 또한, 학습과정에서 배운 내용과 그에 대한 생각들을 서술할 수 있게 제작하였다. 한편, 본 연구는 제도심의위원회(Institutional Review Board: IRB)의 심사 후에 승인을 받아 연구가 진행되었다.

3. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료들은 SPSS 26을 통해 분석되었다. 설문지 분석에 앞서 사전설문과 사후설문이 모두 진행되어진 47명 학생에 대한 문항을 분석하였다.

[표 8] 학생활동 성찰지

과목명	초등수학문제해결	모둠(그룹)명				
모둠 주제 및 문제						
자기 활동 점검						
활동(Activity)			전혀 아니다			매우 그렇다
			1	2	3	4	5
1. 나는 수학적 모델링 문제 만들기에 필요한 아이디어를 제공하는데 기여하였다.						
2. 나는 학습과 관련된 사실을 제공하는데 기여하였다.						
3. 나는 학습과 관련된 학습과제 제안에 기여하였다.						
4. 나는 토의에 적극적으로 참여하였고 토의의 촉진과 이해를 위한 적절한 질문을 많이 하였다.						
5. 나는 우리 모둠(그룹)이 원활한 활동을 하는데 기여하였다.						
6. 나는 개인 학습을 할 때, 다양한 학습자원을 사용하였다.						
다음 문항에 대해서 자신의 생각을 서술해주세요.						
7. 이번 학습과정에서 배운 내용은 무엇입니다.						
8. 학습과정에서 사용한 학습 방법과 그에 대한 생각을 적어주세요.						
9. 이번 학습과정에서 다른 과목의 수강이나 학교 공부 외, 취업 후 등에 적용할 만한 점이 있다면 적어주세요.						

또한, 교수·학습에 대한 견해들을 물어 보는 19개의 문항과 수학적 모델링 도입 시 예상되는 어려움을 물어보는 5문항에서 '모르겠다(7)'로 선택된 문항들에 대해서는 '0'으로 코딩을 변경하였다.

초등학교 예비교사들의 수학적 모델링 활동에 대한 사전경험을 알아보기 위해 빈도 분석을 실시하였으며, 교수·학습에 대한 견해를 묻는 19문항에 관하여 유사문항을 합쳐 하나의 지표점수로 활용하기 위해서 kaiser 정규화가 있는 직접 오블리민(Oblimin)[1)]의 방

1) 요인에 대한 적재 값을 이용한 회전방법은 직각회전(Orthogonal Rotation)과 사각회전(Oblique Rotation)방법이 있다. 직각회전 방법은 요인간의 독립성을 유지하면서 회전(요인간의 상관관계가 없음)을 하지만 사각회전 방법은 요인간의 연관관계(요인간의 상관관계가 있음)를 유지

법을 활용하여 공통요인분석(Common Factor Analysis: CFA)을 실시하였다.

사회과학 분야의 연구에서 기본적인 분석의 도구로 사용되는 탐색적 요인분석(Exploratory Factor Analysis: EFA)은 요인에 대한 추출방법에 따라 주성분분석(Principal Component Analysis: PCA)과 공통요인분석(Common Factor Analysis: CFA)으로 나눌 수 있다(이순묵, 1995, 2000; Costello, Osborne, 2005). 주성분분석(PCA)과 공통요인분석(CFA)은 둘 다 ‘자료의 축소’라는 측면에서는 같은 의미로 이해할 수는 있지만 엄밀하게 따져보면 서로 다른 개념이다. 주성분분석(PCA)은 많은 변수들을 적은 수의 주성분으로 줄여나가는 방법으로 많은 수의 데이터들에 포함되어 있는 정보들의 손실을 최소화하여 데이터를 축소한다. 이와 달리 공통요인분석(CFA)은 ‘자료의 축소’라는 측면을 포함하면서 자료들의 내재적인 속성까지도 찾아내는 방법으로 변수들 간의 공통적인 요인들을 추출하여 변수들 간의 상관관계를 찾고 각 변수에 대한 성질들을 축소하여 설명한다(노경섭, 2014; 이순묵, 2000; 이순묵, 윤창영, 이민형, 정선호, 2016).

본 연구의 공통요인분석에서는 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동 후에 나올 수 있는 영향과 효과를 배제하기 위해서 사전설문 검사만을 활용하여 진행하였으며, 요인추출 방법으로는 최대 우도법[2]을 활용하였다. 또한, 교수·학습의 견해에 대한 인식변화를 알아보는 사전-사후 설문에 관해서 문항내적 일관성 신뢰도를 알아보기 위해 Cronbach α 계수를 산출하였고 각 문항들에 대해서 대응표본 t-검정을 통해 사전-사후 결과들을 비교, 분석하였다. 빈도분석시 결측값은 제외하였으며, 공통요인분석과 대응표본 t-검정에서의 결측값은 평균으로 대체하였다.

Ⅳ. 분석결과

하면서 회전을 한다. 사회과학에서는 요인들 간의 관계가 독립적인 경우가 매우 드물기 때문에 사각회전방법이 중 Jennrich와 Sampson(1966) 개발한 오블리민(Oblimin)의 방법이 많이 활용된다(노경섭, 2014; 원태연, 2009).

2) 공통요인분석(CFA) 중 하나로서 연구에서 사용이 되는 변수가 모집단 전체를 의미 하지만 실제 연구에서 사용되는 대상자들이 모집단의 일부분일 경우에 사용이 된다(원태연, 2009).

1. 초등학교 예비교사들에 대한 수학적 모델링의 경험

초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 경험을 살펴본 결과 9명(19.1%)의 학생들이 사전에 경험이 있는 것으로 나타났으며, 그 중 수학적 모델링에 대한 문제를 풀어 본 경험이 있는 학생은 4명(8.5%), 수학적 모델링에 대한 수업을 준비한 경험은 5명(10.6%)으로 나탔다. 또한, 수학적 모델링에 대해서 경험한 시기는 초·중학교 1명(2.1%), 대학교 8명(17%)으로 나타났다 ([표 9] 참고). 이러한 결과를 종합해보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링 활동의 경험이 적은 것을 알 수 있으며, 그 경험은 대부분 대학교에서 체험한 것을 알 수 있다.

[표 9] 수학적 모델링활동에 대한 사전경험(N=47)

설문	수학적 모델링에 대한 활동 경험이 있습니까?				
	있다.		없다.		
명수 (%)	9 (19.1%)		38 (80.9%)		
설문	수학적 모델링에 대해 어떤 경험을 하였는가?				
	문제를 풀어본 경험		수업을 준비한 경험		
명수 (%)	4명 (8.5%)		5명 (10.6%)		
설문	수학적 모델링은 언제 경험하였는가?				
	초등학교	중학교	고등학교	대학교	기타
명수 (%)	1명 (2.1%)	1명 (2.1%)	0명 (0%)	8명 (17%)	0명 (0%)

2. 교수·학습의 견해에 대한 공통요인분석 (Common Factor Analysis: CFA)

[표 10]은 본 연구의 사전-사후 검사에서 공통으로 이용한 교수·학습에 대한 견해를 묻는 19개 문항에 대한 공통요인분석의 결과를 나타낸 것으로 각 요인별 세부 문항들이 해당하는 요인과 어느 정도 관계를 갖는지 나타낸 것이다.

분석결과, 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 교수·학습의 견해는 5가지의 요인으로 분류가 되었다. 첫 번째 요인은 6, 7, 8번으로 3개 문항, 두 번째 요인은 1, 2번으로 2개 문항, 세 번째 요인은 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19번으로 9개 문항, 네 번째 요인은

[표 10] 교수·학습의 견해에 대한 공통요인분석 결과

문항번호	요인				
	1	2	3	4	5
6	.952	.114	-.023	-.322	.077
7	.664	-.142	.074	.163	.174
8	.493	-.235	.314	.396	.171
1	-.129	-1.041	-.080	-.103	-.095
2	.307	-.521	.071	-.169	.129
18	.004	.179	.861	-.343	.022
15	.015	-.041	.803	.050	.126
16	.101	-.118	.795	.341	-.180
14	.239	-.097	.709	.094	-.287
19	-.116	-.138	.693	-.013	.253
9	.282	.053	.578	-.155	.046
17	-.163	.094	.563	-.351	.279
11	.293	-.115	.470	-.121	.366
10	.217	-.191	.410	.178	.371
3	.215	-.058	.188	-.496	-.398
4	.046	-.052	-.040	-.495	.007
5	-.001	-.225	.078	-.337	.077
13	.111	.003	-.003	-.003	.627
12	.170	-.002	.172	-.004	.521

추출 방법: 최대우도.
회전 방법: 카이저 정규화가 있는 오블리민.

3, 4, 5번으로 3개 문항, 다섯 번째 요인은 12, 13번으로 2개 문항으로 분류가 되었다.

첫 번째 요인으로 분류된 3개의 문항들(6, 7, 8번)은 수학적 모델링을 활용한 수업의 즐거움을 묻는 내용으로 볼 수 있어 '수학적 모델링 수업의 즐거움'으로 명명하였으며, 두 번째 요인으로 분류된 2개의 문항들(1, 2번)은 수학학적 모델링의 보급과 관련된 문항으로 볼 수 있어 '수학적 모델링의 보급'으로 명명하였다. 세 번째 요인으로 분류된 9개의 문항들 중 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19번의 7개 문항들은 수학적 모델링을 활용한 수업의 효과에 대한 문항들로 볼 수 있어 '수업의 효과'로 명명하였다. 그러나 10번과 11번 문항은 세 번째 요인과 각각 0.41, 0.47의 양호한 상관관계가 있는 문항으로 나타났지만 문항의 내용이 달라서 '수업의 효과'요인으로 분류하기가 어렵다고 판단하였다. 세 번째 요인으로 분류되었던 10번과 11번 문항은 다섯 번째 요인과 각각 0.366, 0.371의 양호한 상관관계가 있는 문항으로 나타나 다섯 번째 요인으로 분류가 가능한 것으로 나타났다. 그리고 기존 다섯 번째 요인으로 분류되었던 12, 13번 문항과 추가된 10, 11번 문항은 모두 수학적 모델링을 활용한 수업의 성취감을 묻는 문항들로 볼 수 있어 하나의 요인으로 분류한 후 '성취감'으로 명명하였다. 그러나 '성취감'으로 분류된 4개의 문항들(10, 11, 12, 13번)에 대해 Cronbach α 계수를 활용하여 검사 신뢰도를 살펴본 결과, 12번 문항은 사전과 사후검사 모두 신뢰도를 떨어트리는 문항으로 나타났다. 또한, 12번 문항은 사전-사후검사를 활용하여 유의수준 0.05인 대응표본 t-검정을 실시했을 때, 유의확률이 0.16으로 높게나와 유의미하지 않은 것으로 볼 수 있어 '성취감'으로 분류된 문항에서 제거하였다. 네 번째 요인으로 분류된 3개의 문항들(3, 4, 5번)은 수학적 모델링에 대한 활용과 관계가 있는 문항들로 볼 수 있어 '수학적 모델링의 활용'으로 명명하였다.

그리하여 본 연구에서는 초등학교 예비교사들에 대한 수학적 모델링의 교수·학습 견해에 대해 '수학적 모델링 수업의 즐거움', '수학적 모델링의 보급', '수업의 효과', '수학적 모델링의 활용', '성취감'의 5가지로 분류가 되었다. [표 11]은 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 인식을 요인분석 결과를 토대로 정리한 것이다.

[표 11] 교수·학습에 대한 요인별 문항구성 및 신뢰도

요인	해당 문항 번호	사전 Cronbach α 계수	사후 Cronbach α 계수
수학적 모델링 수업의 즐거움	6, 7, 8	0.835	0.834
수학적 모델링의 보급	1, 2	0.735	0.879
수업의 효과	9, 14, 15, 16, 17, 18, 19	0.891	0.874
수학적 모델링의 활용	3, 4, 5	0.621	0.665
성취감	10, 11, 13	0.669	0.624

3. 검사 신뢰도

사전-사후 설문조사에 모두 참여한 초등학교 예비교사 47명의 수학적 모델링의 인식변화에 대한 검사 신뢰도를 살펴보기 위해서 Cronbach α 계수를 산출하였다([표 11] 참고). 사전-사후 설문에서 공통으로 제시된 19개의 문항들에 대한 검사 신뢰도는 사전 0.901, 사후 0.928로 모두 0.9 이상으로 나와 높은 신뢰도를 보였다. 요인별 사전-사후의 검사 신뢰도를 각각 살펴보면, '수학적 모델링 수업의 즐거움'의 α값은 사전 0.835, 사후 0.834로 나타났으며, '수학적 모델링의 보급'의 α값은 사전 0.735, 사후 0.879로 나타났고 '수업의 효과'의 α값은 사전 0.891, 사후 0.874로 타나났다. 또한, '수학적 모델링의 활용'의 α값은 사전 0.621, 사후 0.665로 나타났으며, '성취감'의 α값은 사전 0.669, 사후 0.624로 나타났다. 모든 요인들에 대한 사전-사후 검사에서 Cronbach α 계수가 기준이 되는 0.6 이상(노경섭, 2014 ; 송지준, 2015)이므로 [표 11]과 같은 요인별 분류는 신뢰할 수 있다고 판단된다.

4. 수학적 모델링에 대한 교수·학습의 인식변화

[표 12]는 수학적 모델링에 대한 초등학교 예비교사들의 인식을 사전, 사후로 산출한 평균과 표준편차, 각 문항들에 대한 대응표본 t-검정의 결과를 나타낸 것이다. 대응표본 t-검정은 유의수준을 0.05로 진행했기 때문에 유의확률이 0.05보다 낮게 나온 문항은 유의미한 것으로 볼 수 있다. 즉, 유의확률이 0.05보다 낮은 문항은 인식에 대한 변화가 있는 것을 의미한다.

초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 인식변화의 결과들을 살펴보면 '수학적 모델링 수업의 즐거움'에 대한 요인에서는 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것이 즐거운 일임을 의미하는 6번 문항은 0.002의 유의확률을 보여서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 평균이 사전 4.13에서 사후 4.66으로 변화한 것으로 보아 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것이 즐거울 것이라는 인식에 대해서 다소 긍정적인 변화가 있는 것으로 볼 수 있다. 또한, 학생이 수학적 모델링을 활용한 수업에 참여하는 것은 즐거운 일임을 의미하는 7번 문항의 유의확률은 0.014로 나타나 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 평균이 사전 4.47에서 사후 4.81로 변화한 것으로 보아 학생이 수학적 모델링을 활용하는 것은 즐거울 것이라는 인식에 대해서 다소 긍정적인 변화가 있는 것으로 볼 수 있다. 이러한 점으로 볼 때, 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동은 초등학교 예비교사들에게 수학적 모델링을 활용한 수업이 교사와 학생 모두에게 즐거운 준다는 인식에 대해서 다소 긍정적인 변화를 주는 것으로 볼 수 있다.

'수학적 모델링의 보급'에 대한 요인에서는 수학적 모델링을 활용한 수업은 언젠가 학교에서 교수법의 일부분이 될 것이라는 의미의 1번 문항이 0.034의 유의확률을 보여서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 평균이 사전 4.68에서 사후 5.02로 변화한 것으로 보아 수학적 모델링을 활용한 수업은 언젠가 학교에서 교수법의 일부분이 될 것이라는 인식에 대해서 긍정적인 변화가 있는 것으로 볼 수 있다. 즉, 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동에 참여한 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링을 활용한 수업은 학교에서 교수법의 일부분이 될 것이라는 인식에 대해서 이론적인 수업을 진행했을 때보다 더 긍정적인 인식으로 변화한 것으로 볼 수 있다.

'수업의 효과'에 대한 요인에서는 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습자를 위해 좀 더 효과적인 설명을 할 수가 있다는 9번 문항이 0.002의 유의확률을 보여 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 평균은 사전 4.57에서 사후 5.04로 변화한 것으로 나왔다. 또한, 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들을 학습주제에 더 몰입하게 만든다는 14번 문항은 <0.001의 유의확률을 보여 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고 평균은 사전 4.7에서 사후 5.14로 변화한 것으로 나왔으며, 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들의 학습을 향상시킬 수 있을 것이라는 15번 문항도 0.02의 유의확률을 보여 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고 평균은 사전 4.74에서 사후 5.06로 변화한 것으로 나왔다. 그리고 수학적 모델링을 활용한 수업은 고 난이도의 시험에서 학생들의 점수를 향상시킬 수 있을 것이라는 17번 문항도 0.045의 유의확률을 보여 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고 평균은 사전 4.26에서 사후 4.66으로 변화한 것으로 나왔다. 이러한 인식변화를 종합해보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동을 경험한 뒤 수학적 모델링을 활

[표 12] 수학적 모델링에 대한 교수·학습의 견해 (N=47 기준, 유의수준 0.05)

요인	문항	사전검사 평균 [표준편차]	사후검사 평균 [표준편차]	t	유의 확률
수학적 모델링 수업의 즐거움	6. 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 즐거운 일이다.	4.13 [0.711]	4.66 [0.788]	3.201	0.002*
	7. 학생이 수학적 모델링을 활용한 수업에 참여하는 것은 즐거운 일이다.	4.47 [0.654]	4.81 [0.68]	2.549	0.014*
	8. 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습을 재미있게 만든다.	4.68 [0.726]	4.87 [0.824]	1.243	0.22
수학적 모델링의 보급	1. 수학적 모델링을 활용한 수업은 언젠가 학교에서 교수법의 일부분이 될 것이다.	4.68 [0.726]	5.02 [0.766]	2.183	0.034*
	2. 수학적 모델링을 활용한 수업은 앞으로 학교 현장에서 더 많아질 것이다.	4.79 [0.657]	4.98 [0.642]	1.499	0.141
수업의 효과	9. 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습자를 위해 좀 더 효과적인 설명을 할 수가 있다.	4.57 [0.801]	5.04 [0.658]	3.393	0.002*
	14. 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들을 학습주제에 더 몰입하게 만든다.	4.7 [0.689]	5.17 [0.702]	3.866	<0.001*
	15. 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들의 학습을 향상시킬 수 있을 것이다.	4.74 [0.642]	5.06 [0.763]	2.401	0.02*
	16. 수학적 모델링을 활용한 학습은 동시에 하나 이상의 영역에서 학생의 능력을 향상시킬 수 있는 좋은 방법이다.	4.83 [0.761]	5.13 [0.769]	1.888	0.065
	17. 수학적 모델링을 활용한 수업은 고 난이도의 시험에서 학생들의 점수를 향상시킬 수 있을 것이다.	4.26 [1.01]	4.66 [0.915]	2.059	0.045*
	18. 수학적 모델링을 활용한 수업은 수학 개념을 배우는 학생들에게 동기를 부여할 수 있다.	4.66 [0.788]	4.81 [0.851]	0.943	0.351
	19. 수학적 모델링을 활용한 수업은 수학 공학, 기술, 과학에 대한 학생들의 호기심을 증가시킬 수 있다.	4.85 [0.691]	5.02 [0.821]	1.052	0.298
수학적 모델링의 활용	3. 기회가 주어진다면, 나는 교사가 된 후에 수학적 모델링을 활용한 수업을 진행할 것이다.	4.62 [0.922]	4.96 [0.779]	1.884	0.066*
	4. 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 쉬운 일이다.	3.62 [0.848]	3.7 [0.883]	0.438	0.663
	5. 학생이 수업에서 수학적 모델링을 활용하여 학습을 수행하는 것은 쉬운 일이다.	3.53 [0.776]	4.09 [0.974]	3.039	0.004*
성취감	10. 수업에 수학적 모델링을 활용하면 교사가 더 성취감을 느낄 것이다.	4.72 [0.801]	4.98 [0.658]	1.496	0.141
	11. 수학적 모델링을 활용한 수업에 참여한 학생은 학습의 결과로서 더 성취감을 느낄 것이다.	4.74 [0.765]	4.85 [0.063]	0.52	0.606
	13. 수업에서 수학적 모델링을 활용하면 실력이 있는 교사처럼 느낄 것이다.	4.64 [0.792]	5.06 [0.734]	2.483	0.017*

*=<0.05

용한 수업은 학습에서 효과적인 설명이 가능하여 학생들에게 학습주제에 대해 더 몰입하게 만들어 학습을 향상시키며, 고 난이도 시험에서도 점수를 향상시킬 수 있다는 인식에 대해서 긍정적인 변화를 주는 것으

로 볼 수 있다.

'수학적 모델링의 활용'에 대한 요인에서는 학생이 수업에서 수학적 모델링을 활용하여 학습을 수행하는 것은 쉬운 일이라는 5번 문항이 0.004의 유의확률을 보여 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 평균이 사전 3.53에서 사후 4.09로 변화한 것으로 나타났다. 즉, 수학적 모델링을 활용한 수업에서 학생이 학습을 수행하는 것은 쉬운 것이라는 인식에 대해서 다소 긍정적인 변화가 있는 것으로 볼 수 있다.

'성취감'에 대한 요인에서는 수업에서 수학적 모델링을 활용하면 실력이 있는 교사처럼 느낄 것이라는 의미의 13번 문항이 0.017의 유의확률을 보여 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 평균은 사전 4.64에서 사후 5.06로 변화한 것으로 나타났다. 이것으로 보면 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동을 경험한 초등학교 예비교사들은 교사가 수학적 모델링을 활용하면 실력 있는 것처럼 느낄 것이라는 인식에 대해서 긍정적인 변화가 있는 것으로 볼 수 있다.

한편, 사전설문 19개 문항의 일표본 t검증을 살펴본 결과 모든 문항에서 <0.001의 유의확률을 보여 유의미한 것으로 나타났으며, 각 문항의 평균들은 3.53～4.83로 나타났다. 이러한 점으로 보면 사전조사에서 수학적 모델링 수업의 경험이 매우 적은 것으로 나타난 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 강의식의 대면수업을 수강한 후 수학적 모델링 수업에 대해 다소 긍정적인 인식을 받은 것으로 볼 수 있다.

5. 수학적 모델링 수업 도입 시 예상되는 어려움과 모둠에서 만든 문제들 예시

[표 13]은 초등학교 예비교사들이 생각하는 수학적 모델링 수업 도입 시에 예상되는 어려움에 대한 설문의 결과로 각 설문의 평균 및 표준편차와 문항들에 대한 일표본 t-검정을 나타낸 것이다. 모든 문항의 일표본 t-검정에서 <0.001의 유의확률을 보여 유의미한 것으로 나타났다. 적절한 과제(교재)를 개발하기가 어렵다는 1번 문항의 평균이 4.62로 소폭 높게 나타난 것으로 보아 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링을 학교에서 도입 시 적절한 과제 또는 교재를 개발하기가 다소 어렵다고 생각하는 것으로 볼 수 있다. 또한, 2번 문항부터 5번 문항까지의 평균이 3.66～3.85로 나온 것을 보면 학교에서 수학적 모델링을 도입 시 학습목표에 맞는 인지적인 활동 및 학생참여, 의사소통, 교사의 피드백 등에 대해서 조금 어려움이 있을 수 있다고 생각하는 것으로 볼 수 있다.

[표 13] 수학적 모델링 수업 도입 시 예상되는 어려움

(N=47)

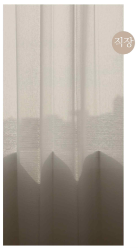
문항	평균 [표준편차]	t [유의확률]
1. 적절한 과제(교재)를 개발하기가 어렵다.	4.62 [0.874]	36.232 [<0.001]
2. 학생들이 학습목표에 맞는 인지적인 활동을 이끌어 내기가 어렵다.	3.85 [1.042]	25.334 [<0.001]
3. 각각의 학생 또는 반응에 대한 교사의 피드백이 어렵다.	3.81 [1.135]	23.001 [<0.001]
4. 모든 학생들의 참여를 이끌어 내기가 어렵다.	3.66 [1.256]	19.977 [<0.001]
5. 학생들끼리 의사소통에 어려움이 있을 수 있다.	3.85 [1.103]	23.938 [<0.001]

[표 14]는 모둠에서 만든 수학적 모델링 문제들의 예시를 나타낸 것이다. A모둠의 문제는 공부와 사교육의 효율성에 대한 문제로서 학생들의 관심사 중 하나인 학업성취도와 사교육관련 문제이다. 문제를 해결할 때, 사교육의 효율성을 적용해야하기 때문에 해결하는 학생에 따라서 다양한 해결방안을 제시할 수 있어 좋은 문제로 보인다. 하지만 공부의 효율이 개인마다 차이가 난다는 점을 생각하면 문제에서 제시된 '공부 효율'은 현실성이 떨어지는 조건으로 제시가 되어있다. B모둠의 문제는 가족이 이사할 집을 구하는 문제로서 가족이 정들었던 집을 떠나 새로운 집으로 이사하는 경우를 소재로 다루어 현실적인 측면을 다룬 문제로 볼 수 있다. 하지만 문제에서 사용한 매입, 매도, 전세, 월세와 같은 용어들은 초등학생들이 조금 생소할 수도 있으며, 문제해결에 필요한 조건들의 제시 이유를 나타내지 않았다. C모둠은 문제는 무인도 탈출에 대한 이야기를 소재를 가지고 문제를 만들었기 때문에 학생들의 호기심을 자극할 수 있어 좋은 문제로 볼 수 있다. 생존에 필요한 효율성은 문제를 해결하는 학생들에 따라서 다르게 생각할 수 있어 다양한 해법이 나올 수는 있으나 문제를 해결할 때 사용되는 수학적 개념이 간단한 경우의 수와 사칙연산을 활용하였으며, 수

학적인 결론을 다시 실세계의 문제에 대해 판단을 내리는 과정이 부족하였다.

[표 14] 모둠에서 만든 수학적 모델링 문제 예시

<table>
<tr><th>모둠</th><th>수학적 모델링 문제</th></tr>
<tr><td>A</td><td>[공부와 사교육 효율성 문제]
OO고등학교 2학년에 재학중인 OOO은 이번 학기 중간고사에서의 성적 향상을 위해 계획표를 작성하려고 한다.
OOO의 공부의 효율성과 사교육에 의한 성적 향상이 다음과 같을 때, 제한된 금액 내에서 어떻게 공부를 해야 가장 효율적일까?
(*각 과목의 성적은 반드시 지정한 목표 성적 이상을 반드시 달성해야 함.)
(*공부 효율에서 2:1은 2시간을 공부하게 될 시 1점의 향상을 의미함.)
(*원점수는 자연수로만 산출된다.)
<table>
<tr><td>과목명</td><td>국어</td><td>수학</td><td>영어</td><td>사회</td><td>과학</td></tr>
<tr><td>목표 성적</td><td>90</td><td>80</td><td>90</td><td>90</td><td>85</td></tr>
<tr><td>현재 성적</td><td>75</td><td>65</td><td>70</td><td>70</td><td>65</td></tr>
<tr><td>공부 효율</td><td>2:1</td><td>3:1</td><td>2:1</td><td>1:1</td><td>1:1</td></tr>
</table>
OOO에게 시험까지 남은 시간은 4주이며, 이는 각 요일의 4번의 반복을 의미한다.
OOO은 평일에는 4시간의 공부 시간을 갖고, 주말에는 5시간의 공부 시간을 갖는다.

OOO의 4주 동안의 사교육 사용 가능 금액은 총 120만원에 해당한다.
사교육을 통한 학습을 진행하게 될 시에 성적 향상은 기존의 2배에 해당한다.
각 과목의 사교육 비용은 다음과 같다.
(*표에 표시된 비용은 시간 당의 수당을 의미한다.)
(*사교육 금액은 남아도 관계없다.)
<table>
<tr><td>과목명</td><td>국어</td><td>수학</td><td>영어</td><td>사회</td><td>과학</td></tr>
<tr><td>비용</td><td>2만 5천원</td><td>2만원</td><td>2만 5천원</td><td>2만원</td><td>2만원</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>B</td><td>문항 소개
공항 초등학교(서울 강서구)에 재직 중인 00은 정들었던 전 집을 떠나 새로운 집을 매입하려 한다. 00의 연봉은 6000만원이고, 모아둔 금액은 1억이다. 신용도가 좋아 대출은 10억까지 가능하다.

직장
공항 초등학교
9호선 신방화 역에서 도보 10분
5호선 마곡역 도보 13분
5호선, 공항철도 송정역 도보 15분
이외 다수의 버스 정류장 도보 5분 내 위치

여러군데를 돌아다녀본 결과 총 5곳이 후보지로 선정되었다

단, 전제와 월세는 포함하지 않고, 매매만 고려한다
또한 00은 이 집에서 최소 5년 이상 거주할 예정이며, 가족으로는 아내와 딸 총 3명이다.
이 상황에서 00은 어떤 후보를 최종 선택해야 가장 최상의 결과를 얻을 수 있을까?

조건 4개 중 3개를 선정하여 논술하시오</td></tr>
<tr><td>C</td><td>1. 수학적 모델링을 적용한 문제
상황
Q. 6개월 째 무인도에서 거주중인 준호는 마침내 탈출할 수 있는 배를 완성했다.
육지로 돌아가기 위해선 바다위에서 10일 가량의 표류를 해야만 한다.
준호는 남은 식량과 물을 모두 실어 떠나려 했으나 배의 규모가 너무 작아 식량들을 버리기로 결심한다.
조건
1. 배의 최대 적재 중량은 80kg 이다.
2. 출발 시 준호의 몸무게는 72kg 이다. (단 10일간 이 무게는 변하지 않는다.)
3. 하루 최소 1000kcal 열량의 음식을 섭취해야 한다.
4. 하루 최소 500ml의 물을 섭취해야 하다.
5. 물을 제외한 4개 이상의 음식이 선택 되어지도록 조합해야한다.
2. 수학적 모델링의 적용된 문제 풀이
“준호의 물품 보유 현황”
<table>
<tr><th>물품 리스트</th><th>무게</th><th>열량</th></tr>
<tr><td>1. 물 [10L]</td><td>1L 1KG</td><td>0 KCAL</td></tr>
<tr><td>2. 초코바 [30개]</td><td>50G</td><td>250 KCAL</td></tr>
<tr><td>3. 바나나 [15개]</td><td>100G</td><td>90 KCAL</td></tr>
<tr><td>4. 사과 [15개]</td><td>100G</td><td>50 KCAL</td></tr>
<tr><td>5. 전투식량 [5개]</td><td>1000G</td><td>800 KCAL</td></tr>
<tr><td>6. 라면 [3개]</td><td>100G</td><td>500 KCAL</td></tr>
</table>
80000g(최대 적재량) − 72000g(준호의 몸무게) = 8000g
8000g − 50g(초코바) * 30(라면) − 100g * 3 = 6200g
6200g − 5000g (물 5L) = 1200g ->적재 가능 잔여 무게
1000kcal ->최소 필요 열량
초코바 30개, 라면 3개, 바나나 11개, 사과 1개, 물5L
총 80kg 의 무게와 10040kcal 의 열량을 포함한 음식 조합.

조건
1. 배의 최대 적재 중량은 80kg 이다.
2. 출발 시 준호의 몸무게는 72kg 이다.
3. 하루 최소 1000kcal 열량의 음식을 섭취해야 한다.
4. 하루 최소 500ml의 물을 섭취해야 하다.
5. 물을 제외한 4개 이상의 음식이 선택 되어지도록 조합해야한다.
가장 최고의 효율을 낼 수 있는 물품의 조합은?

현재 배에 적재 가능한 남은 무게
80000g (최대 적재량) − 72000g (준호 몸무게) = 8000g
8000g − 50g(초코바) * 30 − 100g(라면) * 3 = 6200g</td></tr>
</table>

본 연구에 참여한 초등학교 예비교사들이 만든 수학적 모델링 문제들을 살펴보면 [표 14]에서 보는 바와 같이 초등학교 교육과정의 ‘자료와 가능성’영역에서 제시될 수 있는 문제들이 다수 있었으며, 현실적인 소재나 경우들을 다루어 만들었지만 주어지는 조건들이 실제적인 조건이 아닌 인위적인 조건들을 제시한 경우들이 있었다. 또한, 초등학생들에게는 생소할 수 있는 용어들을 사용한 경우가 있었으며, 문제를 해결함에 있어 간단한 경우의 수를 생각하여 표로 만들거나 간단한 수학적 개념을 활용하여 해결하는 문제들도 있었다.

6. 학생들의 활동성찰

[표 15] 학생활동 성찰문항(N=47)

문항	평균 [표준편차]	t [유의확률]
1. 나는 수학적 모델링 문제 만들기에 필요한 아이디어를 제공하는데 기여하였다.	4.26 [0.767]	36.011 [<0.001]
2. 나는 학습과 관련된 사실을 제공하는데 기여하였다.	4.29 [0.708]	39.211 [<0.001]
3. 나는 학습과 관련된 학습과제 제안에 기여하였다.	4.31 [0.68]	41.053 [<0.001]
4. 나는 토의에 적극적으로 참여하였고 토의의 촉진과 이해를 위한 적절한 질문을 많이 하였다.	4.31 [0.78]	35.783 [<0.001]
5. 나는 우리 모둠(그룹)이 원활한 활동을 하는데 기여하였다.	4.38 [0.697]	40.748 [<0.001]
6. 나는 개인 학습을 할 때, 다양한 학습자원을 사용하였다.	3.83 [1.034]	24.027 [<0.001]

본 연구에서는 학생활동 성찰지를 제작하여 사후설문을 진행한 후 학생들 스스로가 자신의 활동을 성찰할 수 있는 기회를 제공하였다. [표 15]는 학생활동 성찰에 대한 설문의 결로서 각 설문의 평균 및 표준편차와 문항들에 대한 일표본 t-검정을 나타낸 것이다. 모든 문항의 일표본 t-검정에서 <0.001의 유의확률을 보여 유의미한 것으로 나타났다. 설문결과를 살펴보면 모둠에서의 활동을 묻는 1번～5번 설문의 평균은 4.26～4.38로 나와 초등학교 예비교사들은 모둠활동을 다소 적극적으로 참여했다고 생각하는 것으로 나타났다.

하지만 개인 학습을 할 때, 다양한 학습자원을 사용했는지를 묻는 문항의 평균이 3.83으로 나와 개인 학습에서 다양한 학습자원의 활용이 다소 부족한 것으로 나타났다.

7번 문항은 학습과정에서 배운 내용을 바탕으로 자신의 생각을 묻는 문항으로 다수의 학생들(24명, 51.1%)은 학생1과 학생2와 같이 수학적 모델링을 활용한 수업은 학생들의 흥미를 유발할 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다. 또한, 학생3과 같이 수학적 모델링을 활용한 수업은 수학을 배우는 이유를 알 수 있게 된다고 생각하는 학생들도 있었다. 그리고 학생4와 같이 수학적 모델링 문제 만들기 활동을 통하여 실생활과 연관된 문제를 만들 때, 조건과 배경들을 생각해서 만들어야 되기 때문에 문제 만들기가 쉽지 않음을 서술한 학생들도 있었다.

학생1: 수학적 모델링은 학생들에게 흥미를 돋우기 위해 효과적일 것 같다.
학생2: 수학적 모델링을 통해 아이들에게 수학이라는 과정에 흥미를 유발하고 수학을 이해할 수 있게 할 수 있다.
학생3: 스토리텔링방식처럼 문제 상황을 제시하고 이를 해결해 나가는 방식이 오랜만 이여서 좋았습니다. 앞으로도 이러한 수업은(수학적 모델링을 활용한 수업) 왜? 수학을 배워야 하는지에 대한 답을 줄 수 있는 계기가 많아지면 좋겠습니다.
학생4: 실생활이랑 연관해서 문제를 만드는 형식이 쉬울 줄 알았는데 조건과 배경설정이 필요하고 생각할 것이 많다는 것을 배웠습니다.

8번 문항은 학습과정에서 사용한 학습 방법과 그에 대한 생각을 묻는 문항으로 학생5와 같이 모둠활동을 통해서 대화와 협력을 하면서 의견도 조율하면서 문제해결을 할 수 있다고 서술한 학생들이 다수(19명, 40.4%) 존재 했으며, 학생6과 같이 다양한 사고를 할 수 있다고 서술한 학생들도 있었다. 특히, 소수의 학생들(3명, 6.4%)은 학생7과 학생8과 같이 수학 문제를 만들 때, 학생들의 수준과 입장을 고려해서 조건들을 제시해야한다는 생각도 하는 것으로 나타났다.

학생5: 의사소통으로 대화도 많이 하고 의견도 조율하면서 조를 이뤄서 문제를 만들고 해결하는 좋은 경험이었다.
학생6: 수학적 모델링은 여러 가지 고려사항이 있어 다양한 사고를 할 수 있고 적극적인 참여를 이끌어 낼 수 있어 좋은 학습방법인거 같다.
학생7: 수학 문제를 만들 때, 학생들의 입장에서 생각하려고 노력하였다.
학생8: 아이들이 사고할 수 있는 수준의 조건들을 제시하려고 노력하였다. 아직 현장에서 아이들을 만나보지 못해서 수준을 파악하기 어려웠다.

9번 문항은 학습과정에서 다른 과목의 수강이나 학교 공부 외, 취업 후 등에 적용할 만 한 점을 묻는 문항으로 학생9번과 같이 미래의 교사가 되었을 때, 수학적 모델링을 활용하여 수업을 진행하면 수학 교수·학습에 많은 도움이 될 것 같고 학생들의 사고력 신장에도 도움을 줄 수 있다고 생각하는 학생들이 있었다. 또한, 학생10, 학생11과 같이 학생들이 어려워하는 부분을 파악하고 흥미롭게 가르치는 방법을 생각해 볼 수 있었다고 서술한 학생들도 있었다.

학생9: 취업 후 교사가 되었을 때 수학적 모델링 기법을 자주 이용하여 학생들의 사고력 신장과 문제해결능력 신장에 기여하고 싶다.
학생10: 교사가 되었을 시, 수학 교수·학습에 많은 도움이 될 것 같다. 학생들이 수학의 어느 부분을 어려워하고 힘들어 하는지 파악하고 이를 보다 흥미롭게 가르치는 방법을 생각해 볼 수 있었다.
학생11: 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 수학 수업에 대해 고민하고 적용할 수 있었다.

이러한 점을 종합해보면 다수의 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 문제 만들기 활동을 한 후 수학적 모델링 활동은 수학에 대한 흥미를 유발할 수 있으며, 학생들과의 의사소통을 통해 협력적으로 문제를 해결할 수 있어 문제해결력을 신장에도 도움이 될 수 있다고 생각하는 것을 알 수 있다. 또한, 교수자로서의 입장도 생각해 보는 것으로 나타났다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 전주시 소재의 한 교육대학교 1학년 학생들을 대상으로 수학적 모델링에 대한 사전경험을 살펴보고 교사 양성과정에서 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험이 그들의 인식에 어떠한 변화를 주었는지를 살펴보았다. 이러한 분석결과를 바탕으로 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 사전경험이 적은 것으로 나타났다. 특히, 본 연구의 결과를 살펴보면 초등학교 예비교사들의 초·중·고등학교 학창시절 경험이 4.2%(2명)로 매우 적은 것으로 나타났다. 연구에 참여한 초등학교 예비교사들이 1학년 학생임을 생각하면 최근까지 초·중·고등학교에서 수학적 모델링을 활용한 수업이 매우 제한적인 것을 알 수 있다. 이러한 측면은 실제 교육현장에서 교사가 수학적 모델링을 활용한 수업을 진행하기에는 아직까지 많은 어려움이 있다는 오영렬과 박주경(2019)의 연구를 지지하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 교사가 자신의 수업에서 수학적 모델링을 활용하기에는 현실적으로 많은 어려움과 마주하기 때문에 수학적 모델링을 적극 활용하지 못한 것으로 볼 수 있다. 이러한 이유로 본 연구에서도 초등학교 예비교사들의 학창시절 경험이 매우 적은 것으로 보인다.

둘째, 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링 활동에 대해 긍정적인 경험을 한 후 교사와 학생이 수학적 모델링을 수업에 활용하거나 참여하는 것은 즐거울 것이라는 인식에 대해 긍정적인 변화가 있는 것으로 나타났다. 수학적 모델링은 교사와 학생에게 교수 또는 학습에 대한 동기를 부여하고 호기심을 증가시켜 수학에 대한 긍정적인 태도와 흥미를 증가시킬 수 있다는 선행연구들(김민경 외, 2009; 최지선, 2017; Blum & Ferri, 2009; Gann et al, 2016; Pollak, 2007)의 결과로 보아 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링 활동을 직접 경험을 함으로써 수학적 모델링을 활용한 수업은 교사와 학생이 수업을 진행하거나 참여하는 것에 흥미와 동기를 증가시킬 수 있다는 신념이 갖게 되어 수학적 모델링을 활용한 수업은 교사와 학생 모두 즐거울 것이라는 인식에 대해서 긍정적인 변화가 나타난 것으로 볼 수 있다.

한편, 본 연구에서는 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하면 실력이 있는 것처럼 느낄 것이라는 인식과 수학적 모델링 활용한 수업에 참여한 학생은 결과로서 더 성취감을 느낄 것이라는 인식에 대해서 긍정적인 인식의 변화가 있는 것으로 나타났다. 이러한 점들을 종합해보면 초등학교 예비교사 시절의 수학적 모델링에 대한 경험은 교사와 학생 모두 수학적 모델링을 활용한 수업이 즐거워 교수·학습에 대한 성취감을 느낄 수 있게 된다는 인식에 대해서 긍정적으로 인식의 변화를 주는 것으로 볼 수 있다.

셋째, 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 긍정적인 활동을 경험한 뒤 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습자를 위해 좀 더 효과적으로 설명할 수가 있을 것이라는 인식과 학생들에게 학습주제에 더 몰입하게 만든다는 인식에 대해서 긍정적인 인식의 변화가 있는 것으로 나타났다. 또한, 수학적 모델링을 활용한 학습은 학생들의 학습을 향상시킬 수 있다는 인식과 고 난이도 시험에서 학생들의 점수를 향상시킬 수 있다는 인식에 대해서 긍정적인 인식의 변화가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 종합해보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 긍정적인을 경험을 한 후 수학적 모델링을 활용한 수업은 학습에 대해서 효과적인 설명이 가능하여 학습주제에 더 몰입하게 만들 수 있으며, 학습도 향상시킬 수 있고 고 난이도 시험에서도 점수를 향상시킬 수 있다는 인식에 대해에 긍정적인 변화가 있는 것으로 볼 수 있다.

수학적 모델링은 특정한 알고리즘을 활용하여 문제를 해결하는 것이 아니라 학생 스스로가 문제에 대한 상황을 인식하여 그에 대한 해결방안을 찾아 해결하는 과정 속에서 수학적 문제해결력을 향상시킬 수 있다는 선행연구들(박진형, 2017; 최경아, 2017; Stein & Smith, 1998)의 결과로 보면 초등학교 예비교사들의 결과는 수학적 모델링을 수업에서 활용하면 학생들의 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 신념이 증가된 것으로 볼 수 있다. 이러한 점으로 볼 때, 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험은 초등학교 예비교사들의 교수 효능감[3]을 증가시키는 것으로 생각할 수 있다. 교사가 교수 효능감을 높이기 위해서는 자신이 학

3) 교사 자신이 학생의 학습에 영향을 미칠 수 있는 능력을 갖고 있다고 믿는 신념(Dembo & Gibson, 1985).

생들의 학업성취에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 인식이 필요하다(강문봉, 2016). 본 연구에 참여한 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 경험을 통하여 수업에서 수학적 모델링을 활용하면 학생들의 학업성취에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 신념을 가지게 되어 자기 효능감이 증가한 것으로 생각된다.

넷째, 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 적절한 문제 또는 과제(교재)를 개발하는데 부족한 면이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에 참여한 초등학교 예비교사들은 모둠활동을 통해서 대부분 현실적인 소재나 경우들을 다루어 수학적 모델링 문제를 만들었다. 하지만 문제에서 주어진 조건들이 실제조건이 아닌 인위적인 조건들을 제시하거나 초등학생들에게 생소할 수 있는 용어들을 사용하여 문제를 만든 경우들이 있었다. 또한, 다수의 문제들이 '자료와 가능성'영역에서 제시 가능한 문제들이었으며, 간단한 경우의 수를 생각하여 표를 만들거나 단순한 사칙연산을 활용하여 해결할 수 있는 문제들도 있었다. 이러한 부분은 본 연구에서 진행한 사후설문 중 유의한 결과로 나온 '적절한 과제(교재)를 개발하기가 어렵다.'다는 문항을 지지해 주는 근거로 볼 수 있다. 즉, 초등학교 예비교사들은 현실적인 소재나 경우들을 다루어 수학적 모델링 문제를 만들기는 하지만 초등학교 학생들에게 맞는 적절한 과제(교재)를 개발하기에는 부족한 면이 있는 것으로 보인다.

본 연구에서는 1차시부터 3차시 수업시간 동안 수학적 모델링에 대한 개념과 초등학교 학생들에게 적절한 문제 및 수학적 모델링의 과정들을 다양하게 제시하여 초등학교 예비교사들의 이해를 도왔다. 하지만 본 연구의 결과를 살펴보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 문제가 현실적인 소재를 다룬다는 점은 이해하고 있으나 초등학교 학생들의 수준에 맞는 문제나 과제(교재)를 개발하는 것은 부족한 점들이 나타났다. 따라서 초등학교 예비교사들이 초등학교 수준의 적절한 문제나 과제(교재)를 개발하기 위해서 초등학교 학생들의 수준을 정확히 이해할 필요성이 있을 것으로 보이며, 실제조건들을 초등학교 학생들의 수준으로 제시하기 위해 하향 초등화의 방법을 활용할 필요도 있을 것으로 보인다. 또한, '자료와 가능성'영역 이외의 예시들을 다양하게 제공하여 수학적 모델링 문제나 과제(교재)의 개발할 때에 다양한 영역에서 개발할 수 있도록 도와야 할 것으로 보인다.

다섯째, 수학적 모델링 문제 만들기 활동은 초등학교 예비교사들에게 학습자의 입장과 교수자의 입장을 동시에 생각해 볼 수 있는 기회를 제공할 수 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 학생활동 성찰지를 제작하여 모든 활동이 끝나 후 학생들 스스로가 자신의 활동을 성찰할 수 있는 기회를 제공하였다. 그 결과를 살펴보면 초등학교 예비교사들은 모둠활동을 다소 적극적으로 참여한 것으로 나타났으며, 다수가 수학적 모델링을 활용한 수업은 의사소통을 통해 협력적으로 문제를 해결할 수 있어 문제해결력을 신장에 도움이 될 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다. 또한, 학생들에게 수학에 대한 흥미를 유발할 수 있으며, 교수자로서의 입장도 생각해 보는 것으로 나타났다. 이러한 부분으로 보면 모둠 활동을 통한 수학적 모델링 문제 만들기 활동은 예비교사들에게 학습자의 입장과 교수자의 입장을 모두 생각해 볼 수 있는 기회를 제공한 것으로 볼 수 있다.

본 연구의 결과를 바탕으로 초등학교 교사양성과정에서 다음과 같은 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 초등학교 교사양성과정에서 수학적 모델링 활동에 대한 긍정적인 경험을 제공할 필요가 있다. 본 연구의 결과를 살펴보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 이론적인 수업을 진행했을 때보다 이론적인 수업을 진행한 후 실제로 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험을 했을 때, 그들의 인식이 더 긍정적으로 변화한 것으로 나타났다. 이러한 점으로 보면 수학적 모델링에 대한 이론적 수업만을 진행했을 경우보다 이론적인 수업과 수학적 모델링에 대한 실제적인 경험을 함께 진행했을 경우에 그들의 인식이 더 긍정적으로 변화하는 것으로 볼 수 있다.

본 연구의 결과에서 보는 바와 같이 초등학교 예비교사들이 학창시절 수학적 모델링에 대한 경험이 매우 적었던 점과 2015개정 수학과 교육과정에서 수학적 모델링을 활용한 수업을 강조하고(교육부, 2015) 있는 만큼 초등학교 예비교사들에게 수학적 모델링에 대한 이론적인 수업뿐만 아니라 실제적인 활동을 함께 경험할 수 있도록 예비교사 양성과정에서 적극적으로 제공할 필요가 있을 것으로 보인다. 이러한 경험으로 인해 그들의 인식이 긍정적으로 변화한다면 추후 그들이 실제 학교에 부임하였을 때, 수학적 모델링을 활용한 수업

으로 이어질 것이다.

둘째, 초등학교 예비교사들은 학습자와 교수자의 입장을 동시에 취할 수 있어야 한다. 기존의 수학적 모델링에 대한 연구들은 현직 교사들(강옥기, 2010; 신은주, 권오남, 2001; 주미경, 1997)과 중·고등학교 학생들(김선희, 2005; 김선희, 김기연, 2004; 박진형, 이경화, 2013; 손홍찬, 류희찬, 2005; 신현성, 2007; 이종희, 이아름, 2012; 최희선, 한혜숙, 2018)에게 초점이 맞추어져 있어 연구의 내용 및 결과를 초등학교 예비교사들에게 그대로 적용하는 것은 제한적일 수 있다. 즉, 그들은 현재 학습자이기는 하지만 미래에는 교육현장에서 학생들을 직접 지도할 교육자이기 때문에 두 입장을 모두 고려하여 생각할 수 있어야 한다. 때문에 단순히 수학적 모델링에 대한 이론적인 학습에 머물지 말고 교수자로서 수학적 모델링을 활용한 수업을 진행하는 방법도 알아야 할 것이다.

학교에서 수학적 모델링을 활용한 수업들은 대부분 모둠별 학습을 기반으로 진행하고 있다(신은주, 이종희, 2004). 이러한 수업을 진행할 때 어려운 부분 중에 하나는 학생들의 능동적인 참여를 유도하여 지속적으로 과제를 해결해 나가도록 하는 것이다(김윤정, 김민정, 2015). 때문에 초등하교 예비교사들은 교수자로서 학생들의 흥미와 요구, 능력, 모둠에 대한 크기 등을 충분히 고려하여 모둠을 구성할 수 있어야 하며, 이러한 모둠에 따른 운영방법과 그에 따른 교수법도 사전에 계획할 수도 있어야한다. 또한, 사전에 계획한 수업을 진행하더라도 모둠의 따라서 학습방향이 달라지거나 구성원들의 소극적인 참여로 학습이 진행되지 않거나 중도에 포기하는 학생이 발생할 수도 있다(김용석 외, 2019). 이때 교수자로서 적극적으로 개입하여 학습방향을 바로잡고 능동적으로 참여할 수 있도록 도울 수 있는 방법도 알아야 할 것이다. 따라서 초등학교 예비교사 양성교육과정에서 이러한 점들을 고려한 프로그램의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

셋째, 초등학교 예비교사들에게 교수자로서 수학적 모델링을 활용할 수 있는 현실적인 방안을 제시할 필요가 있다. 본 연구의 결과를 살펴보면 수학적 모델링을 활용한 수업이 교육적 잠재력이 충분함에도 불구하고 아직까지 실제 교육현장에서는 제한적으로 활용되어지고 있다. 또한, 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링을 활용한 수업에 긍정적인 인식을 보여도 수업에서 활용하기에는 다소 어려움이 있을 수 있다고 예상하는 것으로 나타났다. 특히, 연구에 참여한 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 이론적인 수업과 긍정적인 활동을 경험했음에도 불구하고 교사가 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 쉬운 일임을 의미하는 문항에서 사전-사후 설문에 대한 평균이 각각 3.62, 3.7로 유의미한 결과가 나타나지 않았으며, 다른 설문결과들 보다 낮게 나타났다. 이러한 결과들로 보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험을 한 후에도 여전히 수업에서 수학적 모델링을 활용하는 것은 현실적으로 어려움이 있다고 생각하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 그들에게 현실적인 활용방안을 적절히 제시하지 못한다면 학교에 부임하였을 때, 현실과 이상사이에서 오는 괴리감을 줄 수도 있어 수학적 모델링을 수업에서 적극적으로 활용하지 못할 수도 있다.

학교 현장에서 수학적 모델링을 활용하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있다는 선행연구(오영렬, 박주경, 2019)의 결과로 보아 본 연구자는 초등학교 예비교사들에게 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험을 제공하였다. 그러나 그들이 학교에 부임하였을 때, 다양한 교수방법을 활용한 수업들을 진행할 수 있으려면 수학적 모델링뿐만 아니라 다양한 방식들의 교육방법을 경험할 수 있는 기회를 제공해야 할 것이다.

본 연구의 제한점과 후속연구를 위해 다음과 같이 제언을 하고자한다.

본 연구에서는 초등학교 예비교사들의 수학적 모델링에 대한 사전경험을 살펴보고 그들에게 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험을 제공하여 수학적 모델링에 대한 인식에 어떠한 변화가 있었는지를 살펴보기 위해 탐색적 요인분석과 대응표본 t-검정을 실시하여 연구를 진행하였다. 그러나 본 연구는 전주시의 한 교육대학교 1학년 학생들을 대상으로 진행이 되었기 때문에 본 연구의 결과들을 일반화해서 모든 예비교사 양성과정에 반영하기에는 부족하다. 따라서 후속연구에서는 타 지역 예비교사들을 대상으로 한 연구와 2～4학년 학생들을 대상으로 한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 초등학교 예비교사들에게 수학적 모델링에 대한 긍정적인 경험을 제공하는 것에 의의를 두고 그들의 인식변화를 양적연구를 통해서 살펴보았다. 따라서 추후에는 초등학교 예비교사들에 대한 경

험을 질적인 분석을 통해서 살펴볼 필요가 있다. 한편, 본 연구에 참여한 학생들 중에는 사전에 수학적 모델링을 경험한 학생들(9명, 19.8%)이 있었다. 사전에 수학적 모델링을 경험한 학생과 경험하지 못한 학생에 따라서도 인식에 차이가 날 수 있으므로 추후에는 이러한 요소를 고려하여 사전에 경험한 학생과 경험하지 못한 학생들에 대해서 인식차이를 비교할 수 있는 연구도 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 결과를 살펴보면 초등학교 예비교사들은 수학적 모델링에 대한 경험이 제한적이었으며, 수학적 모델링에 대한 문제를 만드는 것에 어려움이 있었다. 이러한 문제는 현직 교사들에게도 발견될 수 있는 문제이다. 즉, 수학적 모델링에 대한 경험이 적은 교사들은 적절한 과제(교재)를 개발하고 이를 수업에 적용한 데에 어려움이 있을 수 있다. 따라서 추후에는 현직 교사들을 대상으로 수학적 모델링에 대한 경험과 적용실태를 파악할 수 있는 연구도 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

강문봉(2016). 초등학교 예비 수학교사들의 수학 교수 효능감 실태. 한국초등수학교육학회, 20(1), 35-53.

강옥기(2010). 수학적 모델링의 정교화 과정 연구. 수학교육학연구, 20(1), 73-84.

고창수, 오영열(2015). 수학적 모델링 활동이 수학적 문제해결력 및 수학적 성향에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, 19(3), 347-370.

교육부(2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].

김민경, 민선희, 강선미(2009). 초등교사들의 수학적 모델링에 대한 인식 조사연구. 한국학교수학회논문집, 12(4), 411-431.

김민성(2019). 프로젝트기반학습에서 대학원생들의 멘토링 경험에 대한 내러티브 탐구. 학습자중심교과교육연구, 19(5), 239-262.

김선희(2005). 문제 중심 학습의 방법으로서 수학적 모델링에 대한 고찰. 학교수학, 7(3), 303-308.

김선희, 김기연(2004). 수학적 모델링 과정에 포함된 추론의 유형 및 역할 분석. 학교수학, 6(3), 283-299.

김수미(1993). 중등학교에서의 수학적 모델링에 관한 고찰. 석사학위논문, 서울대학교 대학원.

김용석, 김소형, 한선영(2019). 프로젝트 기반 학습에 대한 예비 수학교사의 태도 변화. 한국수학교육학회지 시리즈E <수학교육논문집>, 33(3), 231-254.

김윤정, 김민정(2015). 프로젝트 기반 학습에서 강점 활용 피드백 유형이 학업성취도와 학습만족도에 미치는 영향. 교육방법연구, 27(2), 229-252.

노경섭(2014). 제대로 알고 쓰는 논문 통계분석. 한빛아카데미.

박선화(2015). 수학교과 핵심역량과 수학과의 성격 및 목표 시안. 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책 연구 공개 토론회, 17-40.

박진형(2017). 수학적 모델링 활동에 의한 창의적 사고 촉진 사례 연구. 수학교육학연구, 27(1), 69-88.

박진형, 이경화(2013). 수학적 모델링 과정에서 수학화의 기호학적 분석. 수학교육학연구, 23(2), 95-116.

손홍찬, 류희찬(2005). 함수 지도와 수학적 모델링 활동에서 스프레드시트의 활용. 수학교육학연구, 15(4), 505-522.

송지준(2015). 논문작성에 필요한 SPSS/AMOS 통계분석방법. 21세기사.

신문승(2019). 능동적 학습자의 학업성취에 영향을 미치는 초등 프로젝트기반학습의 효과 분석. 학습자중심교과교육연구, 19(7), 813-830.

신은주, 권오남(2001). 탐구지향 수학적 모델링에 관한 연구. 수학교육학연구, 11(1), 157-177.

신은주, 이종희(2004). 모델링 과정에서 지각적, 인지적, 메타인지적 활동의 상호작용에 관한 사례연구. 학교수학, 6(2), 153-179.

신현성(2007). 모델링학습에서 학생들의 수학적 의미 변환에 대한 분석. 교과교육학연구, 11(2), 419-430.

오영열, 박주경(2019). 초등수학에 적용된 수학적 모델링 과제 탐색. 한국초등교육, 30(1), 87-99.

원태연(2009). SPSS 시각화통계자료분석. 홍릉과학출판사.

이순묵(1995). SPSS를 사용한 공통요인분석의 문제점. 교육평가연구, 8(1), 5-33.

이순문(2000). 요인분석의 기초. 교육과학사.

이순묵, 윤창영, 이민형, 정선호(2016). 탐색적 요인분석: 어떻게 달라지나?. 한국심리학회지, 35(1), 217-255.

이순아(2015). 한국과 미국의 예비교사들의 교육과 교직에 대한 견해 차이 들여다보기: 문화교류 프로젝트의 온라인 대화분석을 중심으로. 교육인류학연구, 18(2), 57-92.

이정표(2018). 학습자 중심 교육을 위한 초등교사 역할의 재개념화. 학습자중심교과교육연구, 18(11), 39-58.

이종희, 이아름(2012). 중학교 학생들의 수학적 모델링 과정 분석. 교과교육학연구, 16(3), 815-838.

주미경(1997). 모델링 지도에 관한 고찰. 수학교육학연구, 1(1), 53-61.

최경아(2017). 수학 교과 역량 관점에서의 수학적 모델링에 관한 선행 연구 탐색. 한국학교수학회논문집, 20(2), 187-210.

최윤진, 전하람(2017). 예비교사들의 교직 정체성 형성과정: 공교육과 사교육 경험의 성찰과 재구성. 교육학연구, 55(2), 77-115.

최지선(2017). 수학적 모델링 수업에 대한 초등 교사의 인식. 수학교육학연구, 27(2), 313-328.

최희선, 한혜숙(2018). 수학적 모델링 기반 수업이 중학교 1학년 학생들의 수학적 문제제기 능력에 미치는 영향. 학습자중심교과교육연구, 18(14), 755-782.

홍진곤, 장보윤, 김경록, 진석언(2008), 초등학교 수학영재의 수학교과 선행학습 정도와 수학 창의적 문제해결력의 관계. 열린교육연구, 16(3), 123-138.

황혜정(2007). 수학적 모델링의 이해-국내 연구 결과 분석을 중심으로-. 학교수학, 9(1), 65-97.

Biembengut, M. S., & Hein, N. (2013). Mathematical modeling: Implications for teaching. *In Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 481-490). Springer, Dordrecht.

Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(1), 45-58.

Cirillo, M., Pelesko, J. A., Felton-Koestler, M. D., & Rubel, L. (2016). Perspectives on modeling in school mathematics. In C. R. Hirsch, & A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (pp. 3-16). Reston, VA: NCTM

Common Core State Standards Initiative. (SSCCI: 2010). *Common Core State Standards for Mathematics(CCSSM).* Retrieved from http://www.corestandards.org/Math/

Costello, A. & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis, *Practical Assessment, Research and Evaluation, 10,* 1 - 9.

Dembo, M. H. & Gibson, S. (1985). Teachers' sense of efficacy: An important factor in school improvement. *The Elementary School Journal, 86*(2), 173-184.

Doerr, H. (2016). Designing sequences of model development tasks. In C. R. Hirsch, & A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (pp. 197-205). Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.

Gann, C., Avineri, T., Graves, J., Hernandez, M., & Teague, D. (2016). Moving students from remembering to thinking: The power of mathematical modeling. In C. R. Hirsch, & A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (pp. 97-106). Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.

Gould, H. T. (2013). *Teachers' Conceptions of Mathematical Modeling* (Doctoral dissertation). Ph.D, Teachers College, NY.

Jennrich, R. I. & Sampson, P. F. (1966). Rotation for Simple loadings: *Psychometrika, 31*, 313-323.

Kelchtermans, G. (2005). Teachers' emotions in educational reforms: Self-understanding, vulnerable commitment and micropolitical literacy. *Teaching and Teacher Education, 21*(8), 995-1006.

NCTM. (1980). *An agenda for action: Recommendations for school mathematics of the 1980's*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

NCTM. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

NCTM. (1991). *Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum*, In Frank Swetz and J. S. Hartzler(Eds.). Reston. VA : The National Council of Teachers of Mathematics.

NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Pollak, H. (2003). *A history of the teaching of modeling, A History of School Mathematics*, 1647-1672.

Pollak, H. (2007). Mathematical modelling—a conversation with Henry Pollak. In W. Blum, P. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: the 14th ICMI Study*(pp. 109 –120). New York: Springer.

Silver, E. A. (1993). On mathematical problem posing. In N. Nohda & F. L. Lin (Eds.). *Proceedings of the Seventeenth Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Educaticn,* Vol.1(pp.66-85), Tsukuba, Japan.

Stein, M. K. & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(4), 268-275.

Changes in Perceptions of Elementary School Preservice Teachers about Mathematical Modeling

Kim, YongSeok
Sungkyunkwan University
E-mail : goddessangel@hanmail.net

Recently, as the educational paradigm shifts from teacher-centered to learner-centered, the active construction of knowledge of learners is becoming more important. Accordingly, classes using mathematical modeling are receiving attention. However, existing research is focused on teachers or middle and high school students, so it is difficult to apply the contents and results of the research to preservice teachers. Therefore, in this study, the experience of mathematical modeling was examined for elementary school preservice teachers. And we looked at how positive experiences of mathematical modeling change their perceptions. As a result of the study, elementary school preservice teachers had very little experience in mathematical modeling during their school days. In addition, it was found that the perceptions changed more positively than when a theoretical class on mathematical modeling was conducted, rather than when the experience of mathematical modeling was actually shared. Based on the results of this study, implications were suggested in the course of training preservice teachers.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D99
* Key Words : mathematical modeling, preservice teacher education, elementary preservice teacher