

수학적 문제제기 활동을 반영한 수업이 고등학교 1학년 학생들의 수학 학업 성취도 및 수학 교과에 대한 정의적 특성에 미치는 영향

이 재 영 (효명고등학교 교사)

한 혜 숙 (단국대학교 교수)[†]

본 연구에서는 수학적 문제제기 활동을 반영한 수학 수업이 고등학교 1학년 학생들의 수학 학업 성취도 및 수학 교과에 대한 정의적 특성에 미치는 영향에 대해서 알아보았다. 본 연구는 이질통제집단 설계(nonequivalent control group design)를 통해 고등학교 1학년 2개 학급의 81명의 학생들을 대상으로 총 45차시의 정규 수학 수업 시간에 이루어졌다. 연구 결과에 의하면, 수학적 문제제기 활동을 반영한 수업 방식이 전통적인 문제해결에 중점을 둔 수업 방식보다 학생들의 수학 학업 성취 및 수학 교과에 대한 정의적 특성에 보다 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 제안한 문제제기 활동을 반영한 수업은 학생들의 자기성찰적 학습 동기를 유발시킬 수 있었고, 이를 통해 학생들은 학습한 수학적 개념에 대한 이해를 보다 확고히 할 수 있는 것으로 나타났다. 이와 더불어 문제제기 활동은 학생들의 문제해결력, 수학적 의사소통 능력, 수학적 사고력 발달에도 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 정의적 특성과 관련해서는 본 연구에서 제안한 수학적 문제제기 활동은 학생들의 수학 교과에 대한 흥미 향상에 매우 효과적인 전략으로 나타났다.

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

미래 지능정보사회에서는 새로운 환경과 다양한 상황 속에서 의미 있는 문제를 발견하며, 다양한 지식을 통합하여 문제를 해결할 수 있는 역량이 더욱 중요해질 것이다. 문제해결의 통합적인 부분은 바로 문제제기에 있으며(Abu-Elwan, 2002), 문제를 제기한다는 것은 학생들이 주어진 문제를 깊이 이해하도록 만들어주고 주어진 문제로부터 새로운 아이디어를 창출해내도록 도와준다(Brown & Walter, 2005). 이러한 시대적 요구에 걸맞게 수학교육 분야에서도 학생들의 문제해결 역량뿐 아니라 문제제기 역량의 중요성에 대해서 강조하고 있는 것을 볼 수 있다. NCTM(1991)에서는 학생들에게 주어진 상황으로부터 문제를 만들고 주어진 문제의 조건을 변화시킴으로써 새로운 문제를 창조하는 기회가 주어져야 함을 강조하였고, 우리나라의 수학과 교육과정의 경우에는 제 6차 교육과정에서 문제 발견 활동을 언급하며, 제 7차 교육과정부터는 문제 만들기 활동을 보다 명시적으로 강조하고 있는 것을 볼 수 있다. 이에 따라 국내외에서 보다 활발하게 문제제기 활동에 대한 연구들이 수행되었고, 여러 연구들을 통해 수학적 문제제기 활동의 다양한 교육적 효과가 보고되었다. 특히, 문제제기 활동은 학생들의 문제해결력, 수학적 사고력 및 수학에 대한 정의적 특성을 긍정적인 방향으로 함양시키는데 효과적인 것으

* 접수일(2018년 8월 13일), 심사(수정)일(2018년 8월 28일), 게재확정일(2018년 9월 7일)

* ZDM분류 : D44

* MSC2000분류 : 97D40

* 주제어 : 수학적 문제제기 활동, 수학 교과에 대한 정의적 특성, 수학 학업 성취도

* 본 논문은 제1저자(이재영)의 석사학위논문 일부 내용을 보완하고 수정한 것임.

[†] 교신저자 : hanhs@dankook.ac.kr

로 보고되었다. 그러나 이러한 교육적 효과에도 불구하고 여전히 학교 현장에서는 문제제기 활동 보다는 전통적인 문제풀이식 수업에 치중하고 있으며, 학생들은 수학 문제를 교사가 가르쳐 주는 대로 비판 없이 풀고, 이것이 수학 학습의 모든 것으로 여기고 있는 모습이 발견된다(이상원, 2005). 주홍연과 한혜숙(2016)은 수학교육에서 문제제기가 주로 문제해결과 관련지어 다루어지다 보니 학교 교육에서 문제제기는 문제해결을 위한 수단으로 강조되고 있고, 문제제기 그 자체의 중요성에 대해서는 소홀히 다루어지는 경향이 있음을 지적하였다. 학교 현장에서 문제제기 활동이 보다 적극적으로 이루어지지 못하는 이유는 다양하겠지만, Suib, Rosli, & Capraro(2016)의 연구로부터 크게 교사, 학생, 외적 요인의 3가지 측면에서 고려해 볼 수 있다. 교사 측면에서는 교사의 문제제기 활동에 대한 이해, 기술, 경험의 부족이(예. 윤선아, 백석운, 2010, 한혜숙, 최희선, 김성열, 이재영, 2017; 허난, 2011; Suib, Rosli, & Capraro, 2016), 학생의 측면에서는 문제제기 활동에 대한 기술, 경험, 학습역량(읽기, 쓰기 역량), 문제제기 활동에 대한 부정적인 태도(예. Suib, Rosli, & Capraro, 2016)가 수업 시간에 문제제기 활동을 적극적으로 시도하는데 방해 요인이 되는 것으로 나타났다. 외적 측면에서는 대표적으로 시간적 제약(예. 전미라, 허혜자, 1998; Suib, Rosli, & Capraro, 2016; Kilic, 2013)이 문제 요인으로 나타났다. 특히, 우리나라의 경우 고등학교급에서는 시간적 제약 요인이 정규 수학 수업 시간에 문제제기 활동의 수행을 어렵게 하는 주요 요인이 될 수 있을 것이다. 실제로 국내에서 정규 수학 수업 시간을 활용해서 이루어진 문제제기 교육과 관련된 선행연구들을 살펴보면, 대부분의 연구가 초등학교급(예. 김경옥, 류성립, 2009; 윤미란, 박종서, 2008; 정성건, 박만구, 2010; 최윤석, 배종수, 2004; 최혜진, 김상룡, 2011; 김서린, 김동화, 서혜애, 2017 등)에서 이루어진 것을 볼 수 있다. 비록 고등학교급에서도 문제제기 수업의 효과를 알아보기 위한 선행연구들이 수행되었지만(예. 강미숙, 2000, 김은영, 2016; 박유찬, 2014; 박희정, 2012; 양명지, 2010; 최승환, 2016), 정규 수학 수업을 통해 이루어진 선행연구의 경우 실험처치 기간이 다소 짧았고, 이와 더불어 대부분의 연구가 주로 정량적 방법을 통해 이루어져 문제제기 교육의 효과를 보다 정확하고 심도 깊게 파악하는 데에는 한계를 보였다.

이에 본 연구에서는 인문계 고등학교의 정규 수학 수업에서 문제제기 활동의 적용 가능성 및 그 효과를 보다 구체적으로 살펴보기 위하여, 한 인문계 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 한 학기 동안 수학적 문제제기를 반영한 수학 수업을 실시한 후 문제제기를 반영한 수업이 학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성 및 학업 성취도 미치는 영향에 대해서 보다 체계적이고, 면밀하게 파악하고자 한다.

2 연구문제

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

2.1 수학적 문제제기 활동을 실시한 실험집단과 전통적인 문제해결을 활동을 강조한 비교집단 학생들의 수학 학업성취도에 유의미한 차이가 있는가?

2.2 수학적 문제제기 활동을 실시한 실험집단과 전통적인 문제해결 활동을 강조한 비교집단 학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성에 유의미한 차이가 있는가?

2.3 수학적 문제제기 활동이 어떻게 학생들의 정의적 특성 및 수학 학업 성취도에 영향을 미치는가?

II. 이론적 배경

1. 수학적 문제제기 교육의 효과

여러 연구자들은 수학적 문제제기 활동이 문제해결력 및 수학 학업 성취도와 같은 인지적 특성과 수학에 대

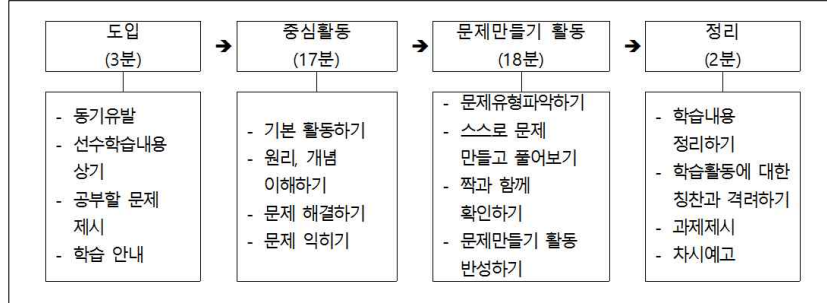
한 태도와 같은 정의적 특성과 밀접한 관련이 있다고 주장하였고, 많은 연구를 통해서 문제제기 활동의 그러한 교육적 효과 또한 입증되고 있다.

Silver(1997), Moses, Bjork, Goldenberg(1993), English(1997), 황동주(2006)는 문제제기 활동이 문제해결과 정적인 관계가 있음을 밝혔고, 국내외에서 이루어진 여러 연구를 통해서 문제제기 교육이 학생들의 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미침이 보고되었다(예. 강미숙, 2000; 김경옥, 류성립, 2009; 김준겸, 임문규, 2001; 배준환, 박만구, 2016; 임문규, 1992; 정성건, 박만구, 2010; 최윤석, 배중수, 2004; 황동주, 2006; Cai & Hwang, 2002; Silver & Cai, 1996) 예를 들면, 고등학생을 대상으로 이루어진 강미숙(2000)의 연구 결과에 의하면, 문제제기 활동이 전통적인 수업에 비해 학생들의 문제해결력 신장에 효과적인 것으로 나타났고, 특히, 학생들의 문제 이해 능력 및 반성 능력의 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보고되었다. 문제제기 활동과 학생들의 학업 성취도와의 관계를 파악한 대부분의 선행연구에서도 문제제기 활동은 학생들의 학업 성취도 향상에 도움을 주는 것으로 나타났다(예. 김은영, 2016; 박유찬, 2014; 박희정, 2012; 송민정, 박종서, 2005; 오동근, 김상룡, 2010; 윤미란, 박종서, 2008; 전미라, 허혜자, 1998; 정지현, 2013; Guvercin, Cilavdaroglu, & Savas, 2014; Guvercin & Verbovskiy, 2014; Kesan, Kaya, & Guvercin, 2010). 중위권에 해당되는 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 이루어진 박희정(2012)의 연구 결과에 의하면, 문제 만들기 활동 수업을 실시한 실험집단의 학업 성취도가 교사중심의 설명식 수업을 실시한 비교집단 보다 유의미하게 높게 나타났는데, 문제 만들기 활동 수업이 학생들의 수학적 기초를 확고히 하고, 수학적으로 생각하는 습관과 태도를 기르게 하여 이러한 측면이 학업성취 향상으로 연결된 것으로 보고되었다. 이 밖에도 인지적 특성 측면에서 문제제기 활동은 수학적 사고력 신장(신수진, 임문규, 2010) 및 창의성 신장(Yuan & Sriraman, 2011)에 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고되었다.

정의적 측면에서도 문제제기 활동의 교육적 효과와 관련하여 다양한 연구들이 수행되었는데, 여러 연구에서 문제제기 활동이 학생들의 수학학습 태도, 학습습관, 수학적 성향 등에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(예. 박희정, 2012; 배준환, 박만구, 2016; 송민정, 박종서, 2005; 오영수, 전영주, 2018; 정성건, 박만구, 2010; 정지현, 2013; 최윤석, 배중수, 2004; 최승환, 2016; 최혜진, 김상룡, 2011; Guvercin & Verbovskiy, 2014; Xia, Lu, & Wang, 2008). 예를들면, 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 이루어진 정지현(2013)의 연구에 따르면, 문제제기 활동 수업이 전통적인 판서식 수업에 비해 고등학생들의 수학적 성향 및 학습태도 형성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났고, 특히, 문제제기 활동은 수학 교과에 대한 자신감 및 자아개념 향상에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 유사한 결과는 초등학교 및 중학생을 대상으로 이루어진 선행연구에서도 찾아볼 수 있는데, 오영수, 전영주(2018)의 연구에서는 문제제기 활동이 중학생들의 수학 교과에 대한 자신감 및 흥미 향상에 매우 효과적인 것으로 보고되었고, 정성건, 박만구(2010)의 연구에서도 문제제기 활동이 초등학교 학생들의 수학학습 태도에 긍정적인 영향을 주었으며, 특히 수학에 대한 자신감 및 호기심 향상에 매우 효과적인 것으로 나타났다.

2. 수학적 문제제기 수업 모델

여러 연구자들은 수학적 문제제기를 반영한 수업을 수행하기 위하여 문제제기 수업 모델을 개발하였는데, 몇몇 연구자들이 제안한 문제제기 수업 모델을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 심수진과 임문규(2010)는 '교과서의 내용 학습'→ '1차 문제 만들기'→ '문제 해결'→ '발전 문제 만들기'의 단계로 수업 모형을 개발하여 연구를 수행하였으나, 더욱 효과적인 문제해결 수업을 위해서는 '1차 문제 만들기 활동' 단계 후에 '부진아 수학 개념 재지도' 활동을, '발전 문제 만들기' 단계 후에는 '상대평가' 활동을 추가할 것을 제안하였다. 정성건과 박만구(2010)는 문제 만들기 교수·학습의 기본 모형을 <그림 II-1>과 같이 제시하였고, 문제 만들기 활동의 세부 단계는 <표 II-1>과 제안하였다.



[그림 II-1] 문제 만들기 교수·학습 기본 모형(정성건, 박만구, 2010, p. 323)

<표 II-1> 문제 만들기 활동의 세부 단계(정성건, 박만구, 2010, p. 324)

단계 (시간)	활동 과정	세부 활동 내용
1단계 (1분)	문제유형 파악하기	교사가 제시한 문제유형에 대해 파악한다. 6가지 유형 중에서 어떤 유형인지를 알기
2단계 (10분)	스스로 문제 만들고 풀어보기	문제만들기 유형에 따라 스스로 창의적으로 문제를 만들고 자신이 직접 그 문제를 해결해보기
3단계 (5분)	짝과 함께 확인하기	자신이 만들고 해결한 문제에 대해 짝과 함께 문제나 해결과정에서 오류가 있는지 없는지 확인하기
4단계 (2분)	문제만들기 활동 반성하기	문제만들기 활동 중 잘된 점이나 고칠 점, 부족한 부분에 대해 반성하기

최윤석과 배종수(2004)는 <표 II-2>와 같이 ‘문제제시 단계’-> ‘개인 문제 만들기 단계’-> ‘소집단 의사소통 단계’-> ‘학급 문제 선정 및 해결단계’의 4단계로 구성된 문제제기 수업 모델을 개발하였다.

<표 II-2> 최윤석과 배종수(2004)의 4단계 문제제기 수업 모델(pp. 33~34)

단계	단계별 활동 내용
1단계	문제제시 단계 교사가 수학적 상황이나 실세계 상황을 고려하여 6가지 형태의 다양한 문제 상황을 제시하는 단계
2단계	개인 문제 만들기 단계 학생들에게 문제를 만들 수 있다는 확신을 갖게 만들어 자유롭고 폭넓게 창의적인 문제를 만드는 단계.
3단계	소집단 의사소통 단계 각자 문제를 소집단별로 발표하고, 친구들의 문제를 풀어보며 자기가 만든 문제를 다시 한 번 되돌아보는 단계.
4단계	학급 문제 선정 및 해결 단계 소집단에서 잘 만들어진 문제를 발표하고, 2~3개 문제를 선정하여 교사와 함께 해결하는 단계

정성건과 박만구(2010)가 제시한 모델에서는 문제 만들기 활동에 ‘짝과 함께 확인하기’ 활동이 포함되어 자신이 만든 문제를 타인(짝)과 공유할 수 있는 기회를 제공하였는데, 최윤석과 배종수(2004)가 제안한 모델에서는 이러한 과정이 보다 강조되어 있는 것을 볼 수 있다. 즉, 그들은 문제제기 수업 모델에 자신이 만든 문제를 소집단내에서 공유하고 반성하도록 하는 ‘소집단 의사소통 단계’를 두어 문제제기 수업에서 사회적 상호작용을 보다 강조하고 있다고 볼 수 있다.

이 밖에도 최혜진과 김상룡(2011)의 연구에서는 ‘수학적으로 상상하기’, ‘문제를 만들 수학적 상황 설정하기’, ‘구체적인 수학 문제 만들기’, ‘수학적 타당성 검토하기’, ‘수학문제 완성하기’의 총 5단계로 구성된 문제제기 수업

모델을 제안하였다.

문제제기 수업 모델에 관한 선행연구를 종합해 보면, 문제제기 수업 모델은 크게 문제제기, 문제해결하기, 반성하기의 과정을 포함하고 있었는데, 특히, 여러 수업 모델에서 학생들이 문제를 만든 후 자신이 만든 문제를 타인과 공유하며 해결하는 사회적 상호작용 및 자신이 만든 문제에 대한 수학적 타당성 또는 오류를 검토하는 반성적 활동을 강조하고 있는 것으로 나타났다.

III. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 경기도 평택시 소재의 A고등학교 1학년 81명의 학생들을 대상으로 한 학기 동안 진행되었다. 교사 본인 통제를 위해 10개 학급 중 본 연구자가 직접 수업을 진행하는 4개 학급을 선정(81명)하였는데, 선정된 4개 학급은 수준별 이동 수업에서 상수준에 해당되는 학급으로 4개 학급의 2016년도 1학기말 수학 성적의 평균은 전체 학년 평균인 52.2점보다 14.3점 높은 76.17점이었다. 연구대상자의 주요 배경변인은 <표 III-1>과 같으며, 독립표본 t-검정을 통해, 실험 전 두 집단은 학업 성취도($t=-0.123$, $p=0.832$)와 수학 교과에 대한 정의적 특성($t=-0.815$, $p=0.417$) 측면 모두에서 동질집단임을 확인하였다.

<표 III-1> 연구대상의 주요 배경 변인

	성별 (%)		직전학기(2016-1 학기말) 성적	
	남학생	여학생	평균	표준편차
실험집단	22 (55%)	19 (46%)	75.83	14.77
비교집단	18 (45%)	22 (54%)	76.51	13.49
전체	40 (100%)	41(100%)	76.17	14.07

2. 연구 설계 및 절차

본 연구에서는 문제제기 활동을 적용한 수업이 고등학교 1학년 학생들의 수학 교과에 대한 수학 학업 성취도 및 정의적 특성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 <표 III-2>와 같이 이질통제집단 설계(Campbell & Stanley, 1963)를 적용하여 정량적 자료 분석을 실시하였다. 문제제기를 반영한 수업의 효과를 보다 면밀하게 파악하기 위하여 총 8명의 학생을 대상으로 소집단 면담 또한 실시하였다.

본 연구는 2016년 8월 29일부터 2016년 12월 30일까지 18주 동안 총 45차시 수학 수업 시간을 통해서 이루어졌으며, 구체적인 연구 절차는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-2> 실험 설계

집단	사전검사	실험처치	사후검사	
실험집단	O1	X1	O3	O1 : 사전 수학 교과에 대한 정의적 태도 검사
	O2		O4	O2 : 사전 수학 학업 성취도 검사
비교집단	O1	X2	O3	X1 : 문제제기 활동을 반영한 수업
	O2		O4	X2 : 전통적인 문제해결 중심의 수업
				O3 : 사후 수학 교과에 대한 정의적 특성 검사
				O4 : 사후 수학 학업 성취도 검사

<표 III-3> 연구진행절차

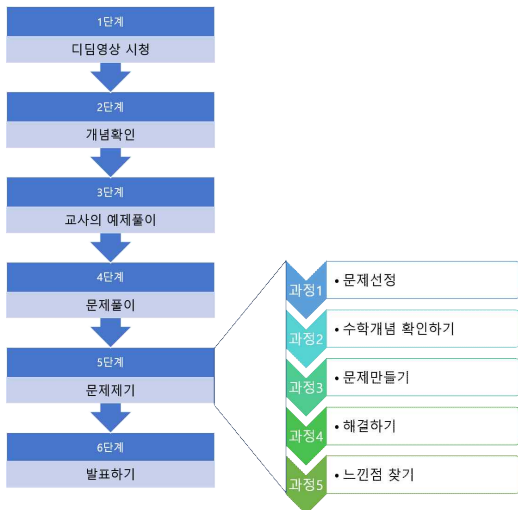
기간	진행 절차	세부 내용
2016. 03. - 08.	문헌 연구 및 주제 선정	선행연구 조사 및 연구문제 설정
2016. 08.	연구 설계	연구 대상자 및 정의적 특성 검사지 선정 연구 대상자의 1학기 학기말 성적 수집 문제제기 수업 모델 설계 및 교수·학습지도안 작성 문제제기 활동지 개발
2016. 09. - 12.		사전 정의적 특성 검사 실시 문제제기 적용 수업 시작
2016. 12.	연구 실행 자료 수집	2학기 2차 지필평가 - 문제제기 적용 수업 종료 연구 대상자의 2학기 학기말 성적 수집
2016. 12.		사후 정의적 특성 검사 실시
2017. 01.		문제제기 수업에 대한 면담
2017. 02.	연구 분석	자료정리 및 결과분석

3. 문제제기 수업 모델

김경옥과 류성림(2009)은 문제 만들기 활동이 수학 개념 학습과 동떨어져 있는 새로운 영역으로서 배워야 하는 학습 내용이 아니라, 모든 교수·학습 활동 속에서 활용할 수 있는 교수·학습 방법의 한 일환으로 수업 현장에서 자연스럽게 사용될 수 있어야 한다고 주장하였다. 본 연구에서도 문제제기 활동이 정규 수학 수업 시간에 자연스럽게, 효과적으로 다루어질 수 있도록 하는데 중점을 두어 선행연구 결과를 토대로 [그림 III-1]과 같이 6 단계로 구성된 문제제기 수업 모델을 고안하였다. 특히, 수업 시간에 문제제기 활동이 보다 원활하게 이루어질 수 있도록 문제제기 활동을 위한 시간의 확보를 위하여 거꾸로 수업 전략을 접목해서 문제제기 수업 모델을 고안하였는데, 1단계를 '디딤 영상 시청' 단계로 설정하였다. 이 단계에서는 학생들에게 디딤 영상(수학적 개념 설명 동영상)을 제공하여 수업 전 가정에서 디딤 영상 시청을 통해 수업 시간에 다루게 될 수학적 개념을 학습하도록 한다. 2단계는 '개념확인' 단계로, 학생들이 디딤 영상을 제대로 시청하여 개념을 학습하였는지 확인하기 위하여 간단한 개념 확인 문제를 제공하여 5~10분 동안 학생 스스로 풀이하고 답을 확인하도록 한다. 이 단계에서는 학생들의 오개념을 교정하고 수업 중 문제제기를 수행할 때 기초가 되는 개념의 이해를 명확하게 하는 것이 목적이다. 3단계는 '교사의 예제풀이' 단계로, 교사는 교과서에 제시된 예제 문제를 풀어주고, 학생들은 교사의 풀이를 경청하고 배웠던 개념이 문제에 어떻게 적용되는지 이해하여 이후 문제제기에 적용할 수 있도록 한다. 4단계는 '문제풀이' 단계로, 학생들은 예제의 풀이 방법을 참고하여 교과서에 제시된 문제를 해결하며, 이는 이후 문제제기 단계에서 필요한 문제선정 과정의 토대가 된다. 5단계는 '문제제기' 단계로 학생들은 3, 4단계에서 해결하였던 문제와 동일한 수학적 개념을 내포하지만 상황은 다른 문제를 제기하게 된다. 이 단계에서 학생들은 문제의 구조를 파악하여 스스로 문제를 제기함으로써 수학적 호기심을 갖고 수업에 참여할 수 있다. '문제제기' 단계는 총 5가지의 하위 과정으로 구성하였는데, 첫 번째는 문제선정 과정으로 학생들은 수업 중 해결하였던 문제 중 어려웠던 문제나 다시 재구성하고 싶은 문제를 선정한다. 두 번째 '수학적 개념 확인하기' 과정에서는 학생들은 선정한 문제에 포함되어 있는 수학적 개념을 교과서를 통해 확인하고, 교사는 학생들이 적절한 수학적 개념을 찾았는지 검토한다. 세 번째 '문제 만들기' 과정에서 학생들은 선정한 문제와 학습한 수학적 개념을 토대로 문제를 제기한다. 그 후 네 번째 '해결하기' 과정에서는 자신이 만든 문제를 스스로 해결하고 답을 구하는 과정에서 수학적 타당성을 확보하고 오류를 수정한다. 다섯 번째 '느낀점 찾기' 과정에서는 학생들은 문제제기를 통해 느낀 점을 간략히 작성하여 문제제기 활동이 어떻게 수학 학습에 도움이 되는지 스스로 깨닫게 하고 문제

제기 과정을 반성할 수 있도록 한다. 6단계인 ‘발표하기’ 단계는 학생들이 만든 문제를 발표하고, 문제나 문제풀이 과정에 대해 서로 토의함으로써 학생들이 만든 문제를 비판적인 시각에서 분석하며, 반성하는 단계이다.

비교집단의 경우 전통적인 문제해결에 더 중점을 두어 실험집단의 수업 절차와 유사하게 수업 모델을 5단계로 구성하였다. 1~4단계는 실험집단의 문제제기 수업 모델에서의 1~4단계와 동일하지만, 5단계를 문제제기 활동 대신 자신이 해결한 문제를 발표하는 단계로 구성하였고, 실험집단에 비해 4단계에 더 많은 시간을 할애하도록 하였다.



[그림 III-1] 문제제기 수업모델

[그림 III-2] 활동지 예시

효과적인 문제제기 수업이 이루어질 수 있도록 하기 위하여 문제제기 수업 모델을 토대로 [그림 III-2]와 같은 총 5개의 하위 활동으로 구성된 문제제기 활동지를 개발하였다. 활동 1은 수업 시간에 어렵게 생각했던 문제를 작성하거나 어렵게 생각했던 문제가 없었다면 다시 풀어보고 싶거나 혹은 변형해보고 싶은 문제를 선정하도록 하는 활동이다. 활동 2는 선정된 문제에 내포된 핵심적인 수학 개념을 찾아서 작성하는 활동이고, 활동 3은 자신이 선정한 문제에서 사용된 수학 개념을 활용하여 문제를 제기하도록 하는 활동이다. 활동 4는 자신이 제기한 문제의 수학적 요리를 배제하고 타당성을 확보하기 위해 만든 문제를 해결하고 답을 구하도록 하는 활동이며, 활동 5는 문제제기가 끝난 후 느낀 점을 간략히 쓰도록 하여 문제제기 활동의 의의를 생각해보고 문제제기 과정을 반성할 수 있도록 하는 활동이다.

4. 검사 도구 및 자료 분석 방법

수학적 문제제기를 반영한 수업이 학생들의 수학 학업 성취도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 실험집단과 비교집단의 직전 학기(2016학년도 1학기)의 학기말 성적(원점수)과 해당 학기(2016학년도 2학기)의 학기말 성적(원점수)을 수집하여 집단 간 분석을 실시하였다. 집단 간 분석은 SPSS 18.0을 활용해 직전 학기 수학 성적의 원점수를 공변량(covariate)로 하여 일원공변량분석(Oneway ANCOVA)을 통해 이루어졌다.

수학적 문제제기를 반영한 수업이 수학 교과에 대한 정의적 특성에 유의미한 영향을 미치는지 확인하기 위하여 수학 교과에 대한 정의적 특성 검사를 실시하였는데, 정의적 특성 검사는 박선화, 김명화, 주미경(2010)이

개발한 검사지를 활용하였다. 박선화 외(2010)가 개발한 정의적 특성 검사지는 정의적 특성을 구성하는 요인을 흥미, 자신감, 가치인식, 자기조절력, 수학불안의 5가지로 설정하여 총 37개의 리커트 척도형('전혀 그렇지 않다'=1점, '그렇지 않다'=2점, '그렇다'=3점, '매우 그렇다'=4점) 문항으로 구성되었다. 문항 구성에 대한 구체적인 내용은 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 박선화 외(2010) 연구 및 본 연구에서 사용된 수학 교과에 대한 정의적 특성 검사지 구성

요인	문항예시	문항번호	문항 수
흥미	나는 수학을 좋아한다.	1)~10)	10
자신감	나는 대체로 수학을 잘 한다.	11)~20)	10
가치인식	수학은 일상생활의 문제들을 해결하는 데 도움이 된다.	21)~28)	8
자기조절력	나는 쉽게 풀리지 않는 수학 문제를 풀 수 있을 때까지 끝까지 도전한다.	29), 30)	2
수학불안	나는 수학 수업이 어려울까봐 종종 걱정된다.	31)~37)	7
Total			37

박선화 외(2010)가 개발한 정의적 특성 검사지가 본 연구에서도 신뢰도가 높은지 확인하기 위해 문항 내적 합치도 계수인 Cronbach α 계수를 구하였으며, 결과는 <표 III-5>와 같이 사전, 사후 검사 전체 및 각 하위 요인별 Cronbach α 계수가 0.7 이상이므로 검사 도구의 신뢰도는 높다고 볼 수 있다.

<표 III-5> 검사도구의 신뢰도

요인	Cronbach α			문항 수
	박선화 외(2010) 연구	본 연구		
		사전검사	사후검사	
흥미	0.92	0.75	0.74	10
자신감	0.92	0.79	0.76	10
가치인식	0.87	0.73	0.77	8
자기조절력	0.78	0.78	0.79	2
수학불안	0.86	0.78	0.73	7
Total	-	0.90	0.88	37

실험집단과 비교집단에서 수집한 수학 교과에 대한 정의적 특성 검사 자료에 대한 분석 또한 SPSS 18.0 프로그램을 활용하여 일원공변량분석(Oneway ANCOVA)을 통해 이루어졌다. 이때, 두 집단의 사전 정의적 특성 검사 결과를 공변량(covariate)으로 설정하였다.

문제제기 활동을 반영한 수업에 대한 학생들의 만족도 및 문제제기 활동이 학생들의 수학 학업 성취도와 수학 교과에 대한 정의적 특성에 미치는 영향을 보다 면밀하게 알아보기 위하여 실험집단의 학생들을 대상으로 반구조화된 소집단 면담을 실시하였다. 목적표집 방법을 통해서 8명의 면담 대상자를 선정하였고, 2명씩 4개의 소집단을 구성하여 면담을 실시하였다. 면담 대상자의 주요 배경 변인은 <표 III-6>과 같다. 면담 집단 I은 사전 수학 성취도가 상위권이고, 사후 수학 성취도와 수학 교과에 대한 정의적 태도가 모두 긍정적으로 변화한 여학생 1명, 남학생 1명으로 구성하였고, 집단 II는 사전 수학 성취도가 상위권이나, 사후 수학 성취도와 정의적 특성에 모두 변화가 없는 여학생 1명, 남학생 1명으로 구성하였다. 집단 III은 사전 수학 성취도가 중위권이고, 사후 수학 성취도와 정의적 특성이 모두 긍정적으로 변화한 여학생 1명, 남학생 1명으로, 집단 IV는 사전 수학 성취도가 중위권이나, 사후 수학 성취도와 정의적 특성 모두에 변화가 없는 여학생 1명, 남학생 1명으로 구성하였다.

본 연구는 수준별 수업에서 상수준 반을 대상으로 진행되었으므로 성취도가 하위권에 해당되는 학생은 없었다.

<표 III-6> 면담 대상자의 주요 배경변인

구분	수학 성취도				정의적 특성			
	남학생		여학생		남학생		여학생	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
집단 I	76.65	80.80	86.40	91.95	2.08	2.51	1.81	2.54
집단 II	89.50	91.30	91.95	91.95	2.57	2.81	2.38	2.46
집단 III	64.15	75.25	51.15	69.70	1.78	2.51	2.22	2.57
집단 IV	60.3	62.35	56.75	59.55	2.54	2.68	2.24	2.24

<표 III-7> 면담 문항 영역 및 내용에 대한 개요

영역	면담 문항 내용 개요
수학 학업 성취도	- 문제제기 활동이 수학 공부하는 데 도움이 되었나? 도움이 되었다면 구체적으로 어떻게 도움이 되었는지? 도움이 되지 않았다면, 그 이유는 무엇인지?
수학 교과에 대한 정의적 특성	- 문제제기 활동을 통해서 수학 학습에 대한 태도에 변화가 있었나? - 문제제기 활동이 수학에 대한 흥미나 재미를 향상시키는데 도움이 되었나? 도움이 되었다면 구체적으로 어떻게 도움이 되었는지? 도움이 되지 않았다면, 그 이유는 무엇인지? - 문제제기 활동이 수학 학습에 대한 자신감을 향상시키는데 도움이 되었나? 도움이 되었다면 구체적으로 어떻게 도움이 되었나? 도움이 되지 않았다면, 그 이유는 무엇인지? - 문제제기 활동이 수학의 실용성이나 유용성을 인식하는 데 도움이 되었나? 도움이 되었다면 구체적으로 어떻게 도움이 되었나? 도움이 되지 않았다면, 그 이유는 무엇인가? - 문제제기 활동이 자기조절력(문제해결 시 쉽게 포기하지 않는 태도 등)을 기르는 데 도움이 되었나? 도움이 되었다면 구체적으로 어떻게 도움이 되었는지? 도움이 되지 않았다면, 그 이유는 무엇인지? - 문제제기 활동이 수학에 대한 불안감을 없애는 데 도움이 되었나? 도움이 되었다면 구체적으로 어떻게 도움이 되었는지? 도움이 되지 않았다면, 그 이유는 무엇인지?
문제제기 수업 만족도	- 문제제기 수업에서 가장 좋았던 점은? - 문제제기 수업에서 가장 어렵거나 힘들었던 점은? 혹은 개선점은? - 문제제기 수업이 다른 수업과 다른 점이 있다면? - 다음 학기에도 문제제기 활동을 할 의향이 있는지?

면담 대상자들에게는 연구의 목적 및 면담의 목적 등에 대한 설명을 통해서 면담 참여에 대한 동의를 구하였고, 각 집단별 면담 시간은 30분~50분 정도가 소요되었다. 면담자들의 동의하에 모든 면담 내용은 녹취되었고, 대화 내용은 모두 전사하여 분석의 자료로 활용하였다. 면담 내용 분석은 각 면담 질문에 대한 학생들의 응답에서 핵심어 또는 핵심 아이디어를 추출하여 범주를 구성하는 방식으로 이루어졌다. 면담 내용 분석에 대한 신뢰도 및 타당도를 높이기 위하여 분석 내용은 수학교육 전문가 1인에게 검토를 요청하였으며, 분석 내용이 명확하지 않은 경우는 면담 대상자에게 확인을 요청하여 면담 분석 내용에 대한 타당도를 높이고 노력하였다. 면담 문항의 개요는 <표 III-7>과 같다.

IV. 연구결과

1. 집단 간 학업 성취도 비교 결과

실험처치 전 학업 성취도 측면에서 두 집단 간 동질성을 확인하기 위하여 직전 학기(2016-1학기) 학기말 점

수를 활용하여 알아보았다. 그 결과는 <표 IV-1>와 같이 실험집단과 비교집단의 사전 학업 성취도 평균 점수는 각각 75.83점, 76.51점으로 실험집단의 평균이 비교집단에 비해 다소 낮았으나, 독립표본 t-검정 결과에 의하면, 유의수준 0.05에서 두 집단의 사전 수학 학업 성취도 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($t=-0.213$, $p=0.832$). 즉, 실험처치 전 실험집단과 비교집단은 학업 성취도 측면에서 동질집단이라고 볼 수 있다.

<표 IV-1> 수학에 학업 성취도에 대한 사전 동질성 검사

분석요소	실험집단 (N=41)		비교집단 (N=40)		t	p
	평균	표준 편차	평균	표준 편차		
사전 수학 학업 성취점수	75.83	14.77	76.51	13.49	-0.213	0.832

두 집단의 사후 수학 학업 성취도의 차이를 알아보기 위하여 학기말 점수를 수집하여 분석하였는데, <표 IV-2>와 같이 실험집단과 비교집단의 사후 수학 학업 성취 점수(2016-2학기 학기말 점수)의 평균은 각각 77.75점, 75.11점으로 실험집단의 평균이 비교집단 보다 다소 높았다. 일원공변량분석 결과에 의하면, 유의수준 0.05에서 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나($F=4.072$, $p=0.047$), 이는 문제제기를 반영한 수업 방법이 전통적인 문제해결 중심의 수업에 비해 학생들의 수학 학업 성취도 향상을 위한 효과적인 교수·학습 전략임을 시사한다. 본 연구에 참여한 학생들은 문제제기 활동을 통해서 문제의 조건과 결과에 대해서 다각도에서 고민해 볼 수 있는 경험을 하였고, 문제를 제기하기 위해서는 관련 수학 개념에 대한 확고한 이해가 선행되어야 하므로 학생들 스스로 학습한 수학적 개념에 대해서 재확인하고 자신의 이해도를 검토하는 시간을 가질 수 있었다. 이러한 과정이 학생들의 학업 성취도 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 추측된다.

<표 IV-2> 사후 수학 학업 성취점수의 집단 간 평균과 표준편차

구분	N	평균	표준편차
실험집단	41	77.75	14.62
비교집단	40	75.11	13.97
합계	81	76.45	14.27

<표 IV-3> 사후 집단 간 수학 학업 성취 점수의 개체-간 효과검정

소스	제 III 유형 제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의확률
수정 모형	12265.787 ^a	2	6132.893	118.775	0.000
절편	251.982	1	251.982	4.880	0.030
직전학기말 점수	12125.068	1	12125.068	234.825	0.000
실험처치	210.251	1	210.251	4.072	0.047
오차	4027.484	78	51.634		
합계	489652.560	81			
수정 합계	16293.271	80			

2. 집단 간 수학 교과에 대한 정의적 특성 비교 결과

실험처치 전 정의적 특성 측면에서 두 집단 간 동질성을 확인하기 위하여 정의적 특성 사전 검사를 실시하였다. 검사 결과는 <표 IV-3>와 같이 수학 교과에 대한 정의적 특성 사전 전체 평균 점수는 실험집단 2.41점, 비교집단 2.45점으로 실험집단의 평균이 다소 낮았으며, 정의적 특성의 각 하위 요인에 대해서도 실험집단이 비교집단보다 평균 점수가 다소 낮았다. 그러나 독립표본 t-검정 결과에 의하면, 유의수준 0.01에서 실험집단과 비교

집단 간의 수학 교과에 대한 정의적 특성 전체와 그 하위 요인에서 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(전체 $t=-0.815$, $p=0.457$; 흥미 $t=-1.321$, $p=0.190$; 자신감 $t=-1.150$, $p=0.253$; 가치인식 $t=-0.634$, $p=0.528$; 자기조절력 $t=-0.984$, $p=0.328$; 수학불안 $t=1.496$, $p=0.139$). 즉, 실험처치 전 두 집단은 수학 교과에 대한 정의적 특성 측면에서 동질집단이라고 볼 수 있다.

<표 IV-4> 수학 교과에 대한 정의적 특성에 대한 사전 동질성 검사

분석요소	실험집단 (N=41)		비교집단 (N=40)		t	p	
	평균	표준편차	평균	표준편차			
정의적 특성 전체	2.41	0.24	2.45	0.19	-0.815	0.417	
하위 요인	흥미	2.23	0.34	2.33	0.33	-1.321	0.190
	자신감	2.24	0.35	2.33	0.32	-1.150	0.253
	가치인식	2.73	0.45	2.80	0.49	-0.634	0.528
	자기조절력	2.41	0.76	2.59	0.82	-0.984	0.328
	수학불안	2.53	0.60	2.35	0.45	1.496	0.139

두 집단의 사후 정의적 특성 검사 전체 및 하위 요인별 분석 결과는 <표 IV-4>, <표 IV-5>과 같이 정의적 특성 전체에 대해서는 실험집단과 비교집단의 사후 검사의 평균이 각각 2.67점, 2.55점으로 실험집단의 평균이 비교집단 보다 다소 높았고, 일원공변량분석 결과에서도 유의수준 0.01에서 두 집단 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=12.513$, $p=0.001$). 이러한 결과는 문제해기 활동을 반영한 수업이 전통적인 문제해결 중심의 수업 보다 학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성 함양에 긍정적인 영향을 미침을 시사한다.

정의적 특성의 각 하위 요인별 분석 결과의 경우, 수학불안을 제외한 나머지 하위 요인 모두에서 실험집단의 평균이 비교집단의 평균보다 다소 높게 나타났다(흥미: 실험집단 2.72, 비교집단 2.47; 자신감: 실험집단 2.43, 비교집단 2.35; 가치인식: 실험집단 3.02, 비교집단 2.91; 자기조절력: 실험집단 2.80, 비교집단 2.61) 수학불안의 경우 비교집단의 평균 점수가 실험집단의 점수 보다 다소 높게 나타났으나(실험집단 2.50, 비교집단 2.54), 수학불안은 점수가 높을수록 불안도가 높은 것으로 해석된다.

<표 IV-5> 사후 수학 교과에 대한 정의적 특성 전체 및 하위 요인별 집단 간 평균과 표준편차

요인 집단	흥미 평균 (표준편차)	자신감 평균 (표준편차)	가치인식 평균 (표준편차)	자기조절력 평균 (표준편차)	수학불안 평균 (표준편차)	전체 평균 (표준편차)
실험집단 (N=41)	2.72 (0.29)	2.43 (0.29)	3.02 (0.29)	2.80 (0.60)	2.50 (0.47)	2.67 (0.20)
비교집단 (N=40)	2.47 (0.45)	2.35 (0.38)	2.91 (0.54)	2.61 (0.71)	2.54 (0.52)	2.55 (0.36)

사전 정의적 특성 검사 점수를 공변량으로 설정하여 각 하위 요인별 일원공변량분석을 실시한 결과, <표 IV-6>과 같이 흥미 요인에 대해서는 유의수준 0.01에서 두 집단 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으나($F=15.835$, $p=0.000$), 나머지 4가지 하위 요인에 대해서는 유의수준 0.01에서 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다(자신감 : $F=3.426$, $p=0.068$, 가치인식: $F=3.338$, $p=0.072$, 자기조절력: $F=3.215$, $p=0.077$, 수학불안: $F=0.216$, $p=0.064$). 이러한 결과는 문제해기 활동을 반영한 수업이 전통적인 문제해결 중심의 수업 보다 학생들의 수학 교과에 대한 흥미 향상에 매우 효과적임을 보여준다. 학생들은 문제해기 활동을 반영

한 수업에 참여하는 동안 스스로 문제를 만들고, 만든 문제를 친구들과 논의하고 발표하며, 해결해보는 경험을 하게 되었는데, 이러한 과정 속에서 학생들이 학습의 주체가 되어서 보다 적극적으로 수업에 참여하게 되었으며, 성취감 또한 경험할 수 있었다. 그러한 학습 경험이 학생들의 수학 교과에 대한 흥미 향상에 기여한 것으로 추측된다.

<표 IV-6> 사후 수학 교과에 대한 정의적 특성 검사 전체 및 하위 요인별 개체-간 효과 검정 결과

하위 요인	실험 처치	제 III 유형 제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	하위 요인	실험 처치	제 III 유형 제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률
흥미	수정 모형	3.377 ^a	2	1.689	14.143	0.000	자신감	수정 모형	2.456 ^a	2	1.228	14.604	0.000
	절편	6.456	1	6.456	54.074	0.000		절편	6.071	1	6.071	72.194	0.000
	사전 흥미	2.067	1	2.067	17.312	0.000		사전 자신감	2.329	1	2.329	27.698	0.000
	실험처치	1.891	1	1.891	15.835	0.000		실험처치	.288	1	0.288	3.426	0.068
	오차	9.313	78	0.119				오차	6.559	78	0.084		
	합계	559.730	81					합계	472.700	81			
	수정 합계	12.690	80					수정 합계	9.016	80			
가치인식	수정 모형	5.391 ^a	2	2.696	22.049	0.000	자기조절력	수정 모형	5.108 ^a	2	2.554	6.912	0.002
	절편	4.618	1	4.618	37.771	0.000		절편	27.802	1	27.802	75.234	0.000
	사전 가치인식	5.162	1	5.162	42.227	0.000		사전 자기조절력	4.359	1	4.359	11.795	0.001
	실험처치	.408	1	0.408	3.338	0.072		실험처치	1.188	1	1.188	3.215	0.077
	오차	9.536	78	0.122				오차	28.824	78	.370		
	합계	727.165	81					합계	628.750	81			
	수정 합계	14.927	80					수정 합계	33.932	80			
수학불안	수정 모형	4.875 ^a	2	2.438	13.143	0.000	전체	수정 모형	2.916 ^a	2	1.458	29.000	0.000
	절편	5.643	1	5.643	30.426	0.000		절편	2.930	1	2.930	58.288	0.000
	사전 수학불안	4.847	1	4.847	26.134	0.000		사전 전체	2.643	1	2.643	52.580	0.000
	실험처치	0.040	1	0.040	0.216	.064		실험처치	.629	1	0.629	12.513	0.001
	오차	14.467	78	.0185				오차	3.921	78	0.050		
	합계	532.364	81					합계	559.557	81			
	수정 합계	19.342	80					수정 합계	6.837	80			

3. 면담을 통한 문제제기 수업의 효과 및 만족도 조사 결과

문제제기를 반영한 수업이 학생들의 수학 학업 성취도 및 정의적 특성에 미치는 영향과 문제제기 수업에 대한 학생들의 만족도를 조사하기 위하여 실험집단 학생들을 대상으로 소집단 면담이 실시되었다. 소집단 면담에 참여한 4개 집단의 학업 성취도 및 정의적 특성의 변화는 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 면담 집단 특성

구분	사전 성취도	수학 성취도 변화	정의적 특성 변화
집단 I	상위권	향상	향상
집단 II	상위권	거의 변화 없음	거의 변화 없음
집단 III	중위권	향상	향상
집단 IV	중위권	거의 변화 없음	거의 변화 없음

먼저, 문제제기를 반영한 수업이 학생들의 수학 학업 성취도 및 정의적 특성 향상에 어떠한 영향을 미쳤는지 파악하기 위하여 수학 성취도 및 정의적 특성에 긍정적인 변화가 나타난 집단I과 집단III을 대상으로 면담을 실시하였다. 학업 성취도와 관련해서 문제제기 활동은 핵심적인 학습 내용 파악 능력, 문제 이해 능력, 수학적 사고력 향상과 더불어 수학적 의사소통 능력의 발달에도 도움이 된 것으로 나타났다. 그러한 역량의 발달이 학업 성취도 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 추측된다.

“해당하는 단원에 뭘 배우는 지랑... 그 단원의 중요 포인트가 뭘지, 그걸 가지고 문제를 만드니까 더 잘 알 수 있었던 것 같아요.” -집단 I 여학생-

“문제를 만들면서 뭘 구하고, 어떤 걸 써야 되는지가 보여서 도움이 된 것 같아요.” -집단 I 여학생-

“항상 학생 입장에서 문제를 풀었는데 출제자의 입장에서 보니까 문제를 내고나서 이걸 어떻게 해서 이렇게 되겠다. 이 부분은 이렇게 되겠다. 이런 자신의 상상력? 창의력? 때문에 수학실력 향상에 도움이 되었던 것 같아요.” -집단III 남학생-

특히, 수학적 의사소통 능력(수학적 기호와 용어를 해석 및 사용하는 능력)의 발달과 관련된 응답은 주로 집단III의 학생들에게서 나타났는데, 실제로 그 학생들은 사전 학업 성취도 검사에 비해 사후 학업 성취도 검사에 서술형 문항에 대한 응답에서 긍정적인 변화를 보여주었고, 이러한 변화가 학업 성취도 향상으로 직결된 것으로 나타났다. 다음은 연구자와 집단III의 면담 내용 중 일부이다.

연구자 : 지난 학기보다 점수가 많이 올랐는데, 문제제기 활동이 수학 공부하는 데 어떤 도움이 되었니?

남학생 : 기호 있잖아요, 그런 거 점수 깎였거든요 서술형에서. 그런데 문제 만들어 보니까 기호 같은 거 안 틀리고 그래서 점수가 많이 올랐어요.

여학생 : 저도 서술형에서 잘 못 써서 부분점수 많이 깎였었는데 이제 그런 거(수학적 용어 및 기호 사용) 때문에 깎인 건 없었어요. 그게 막 점수가 1점, 2점 이렇게 여러 개니까 그거 안 틀리니까 올랐어요.

정의적 특성 측면에서는 문제제기 활동이 수학에 대한 관심과 흥미 및 자신감 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 수학에 대한 관심과 흥미가 향상된 이유로는 자신이 만든 문제를 발표하고, 문제에 대해 친구들과 논의/공유한 경험이 수학에 대한 관심과 흥미를 높이는 데 크게 기여하였다고 응답하였다. 또한 학생들은 수업 시간에 학습의 주체가 되어서 직접 문제를 만들고 이를 해결하는 경험을 통해서 수학 학습에 대한 의욕과 자신감이 향상된 것으로 나타났다.

“나도 수학시간에 참여할 수 있는 능력이 있구나, 이런 생각이 들었어요.”-집단 III의 남학생

수학에 대한 가치인식과 관련해서는 집단I의 남학생을 제외한 나머지 학생들은 수학에 대한 가치 인식도에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 집단I의 남학생의 경우, 문제제기 활동을 주로 실생활 문제를 만드는 활동으로 수행하였는데, 그러한 경험이 수학에 대한 가치를 인식하는데 도움이 되었다고 하였다. 또한 정의적 특성 사후 검사 결과와 마찬가지로, 면담에서도 집단I, III 학생들 모두에게 문제제기 활동이 수학 불안 해소 및 자기조절력 함양에는 큰 의미를 갖지는 못하는 것 같았다.

“보통 실생활 문제에서 다시 문제를 만드니까, 수학이 이렇게 쓰이는구나 하는 생각..?” -집단 I의 남학생-

수학 학업 성취도 및 정의적 특성에 변화가 없는 집단II, IV의 면담 결과에 의하면, 공통적으로 나타나는 특징은 문제제기 활동에 대한 학생들의 이해 부족, 부정적인 학습 활동 경험, 소극적인 태도였다. 학생들은 사전에

문제제기 활동에 대한 경험이 거의 없었기 때문에 문제제기 활동을 낯설게 느끼고 있었고, 문제제기 활동에 형식적으로 참여하다 보니 문제제기 활동의 의도와 목적을 올바르게 인식하지 못하고 있었다. 집단II, IV의 학생들은 문제제기 활동을 주로 숫자만 바꾸는 활동 또는 귀찮은 활동 정도로 인식하여 문제제기 활동에 성실히 참여하지 못한 것으로 나타났다. 다음의 연구자와 집단II의 면담 내용처럼, 문제제기 활동이 문제에 대한 충분한 고민이나 이해 없이 단지 숫자만 바꾸는 활동으로 수행될 경우, 학생 스스로도 그러한 활동이 의미 있는 학습 활동이라고 인식하지 않으며, 긍정적인 학습 효과 또한 기대하기 어렵다.

연구자: 문제제기 활동에서 어떤 점이 도움이 안 되었던 것 같아?

여학생 : 숫자만 계속 바꾸고 문제는 생각 안하고...

집단I, III의 학생들이 스스로 만든 문제를 해결하는 과정에서 도전의식 및 성취감을 느낀 반면, 집단II, IV의 학생들은 제기한 문제를 직접 해결하는 과정에서 어려움을 경험하였고, 그러한 경험이 문제제기 활동을 더욱 어렵게 느끼게 하는 원인 중 하나로 나타났다.

“문제 잘못 만들면 너무 어려워 가지고 그게 좀 힘들어요.”-집단II 여학생-

집단II, IV의 학생들 모두 문제제기 활동 자체에 대해 부정적인 태도를 갖고 있어, 문제제기 활동을 통해 수학에 대한 정의적 특성의 변화를 초래하지는 못하였다.

“저는 수학을 못해가지고.. 그니까 만약 수학을 좀 한다, 흥미가 있다 하는 학생들은 자기가 문제를 만드는 거니까, 그 문제를 만들고 그 답을 찾는 과정까지 책임감이 있을 것 같고.. 내가 굳이 만들어서, 내가 문제를 만든 게 시험 문제에 나올 것도 아닌데..” 집단 IV 여학생.

문제제기를 반영한 수업에 대한 학생들의 생각을 보다 구체적으로 살펴보기 위하여 좋았던 점, 개선점, 문제제기 수업의 특징, 향후 참여 의지 등과 관련된 질문이 제공되었다. 먼저, 문제제기를 반영한 수업에서 좋았던 점으로는 동료들과의 소통 과정, 수학적 개념에 대한 이해 향상, 정의적 특성 함양과 관련된 응답 유형이 있었다. 구체적으로 살펴보면, “친구들이 만든 문제를 풀고 설명하는 것이 신박하고 재미있다.”, “문제를 설명할 때 개념을 잡을 수 있어서 좋다.”, “발표를 통해 개념정리를 확실하게 할 수 있다.” 등과 같은 응답을 주었는데, 학생들은 스스로 문제를 만들고, 문제 해결 과정에 대한 발표 및 논의 속에서 자기성찰적 학습이 이루어진 것으로 보였다. 이와 더불어 문제제기 활동을 통해 수학 교과에 대한 흥미 및 수학 학습에 대한 자신감 함양에 도움이 되었다는 의견도 있었다.

문제제기를 반영한 수업의 개선점으로 문제제기 활동의 의도와 목표에 대한 보다 명확한 안내 및 문제제기 활동에 대한 보상과 관련된 응답 유형이 있었다. 집단II의 여학생은 학생들이 문제제기 활동의 의도와 목표를 명확하게 인지하지 못할 경우 문제제기 활동에 형식적이고 소극적으로 임할 수 있음을 설명하며, 문제제기 활동이 많은 학생들에게 의미 있게 이루어지기 위해서는 이 점에 유의해야 함을 지적하였다.

“아무 것도 모르고 그냥 문제를 만든 애들은 ‘왜 하지?’, ‘귀찮아’라고 생각하는 애들이 많은 것 같아요. 의도를 밝히고 해봤으면 좋겠다. 긍정적인 변화가 있는데, 한번 해 보자. 왜 자기가 하는지랑 이걸 하면 수학적으로 어떤 도움을 받을 수 있는지 알고 했으면 좋겠어요.”-집단II 여학생-

집단III, IV의 학생들은 주로 보상 측면에서 의견을 제시하였는데, 문제제기 수업에서 학생들이 만든 문제가

평가에 반영되거나, 문제제기 학습 활동에 대한 적절한 보상(예, 생활기록부 기재)이 이루어진다면 학생들이 문제제기 활동에 더욱 적극적으로 참여할 것이라고 제안하며, 향후 문제제기 수업에서 이러한 부분이 고려될 필요가 있음을 주장하였다.

“수행평가 이런 거면 더 많이 만들었을 것 같아요.”-집단Ⅲ 남학생-

“애들이 그래도 시험에는 그런, ‘잘 봐야겠다’ 이런 뭔가 있어가지고.. 이 문제 괜찮으니까 시험에 낼 거야 그러면 더 달려들죠. 하나라도 더 맞춰야 되니까”-집단Ⅳ 여학생-

문제제기 수업과 이전 수업이 어떻게 다른지에 대한 질문에 대부분의 학생들이 문제제기 수업이 좋았던 이유와 유사한 응답을 주었다. 교과서에 주어진 문제를 푸는 것이 아닌, 스스로 문제를 만들고 이를 발표하거나 친구들이 발표한 문제를 서로 풀어보는 활동이 이전 수업과는 다른 점이라고 인식하고 있었다.

향후 문제제기 수업에 참여할 의향이 있는지 묻는 질문에 집단Ⅰ~Ⅳ 학생들 모두 향후에도 기회가 된다면 문제제기 수업에 참여할 의향이 있다고 밝혔다. 그 이유로는 문제제기 활동 자체에 대한 흥미와 문제제기 학습 활동의 효과와 관련된 이유를 들었다. 특히, 문제제기 활동을 수학 수업에서 다루어주기를 희망하는 학생들이 있었는데, 학생들은 문제제기 활동이 개인적인 학습 활동으로 이루어질 경우 한계가 있음을 지적하며, 수학 시간에 문제제기 활동을 통해 보다 의미 있는 학습 경험을 갖기를 희망하였다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 수학적 문제제기 활동을 반영한 수업이 고등학교 1학년 학생들의 수학 학업 성취도 및 수학 교과에 대한 정의적 특성에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 진행되었다. 본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 본 연구에서는 수학적 문제제기 활동을 반영한 수업 방식이 전통적인 문제해결에 중점을 둔 수업 방식보다 학생들의 수학 학업 성취에 보다 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 문제제기 활동을 반영한 수업이 교사 중심의 강의식 수업 보다 중, 하위권 고등학생들의 수학 학업 성취에 더 긍정적인 영향을 미침을 밝힌 여러 선행연구 결과(예, 김은영, 2016; 양명지, 2010; 박희정, 2012)와도 맥을 같이 한다. 본 연구에 참여한 비교집단의 경우 실험집단에 비해 수학 문제 해결의 기회가 더 많았지만, 실험집단의 수학 학업 성취가 더 높은 것으로 나타나, 이는 문제제기 활동이 학생들의 수학적 개념에 대한 이해와 더불어 문제해결력 향상에도 효과적임을 시사한다. 학생들이 문제를 제기하기 위해서는 무엇보다 학습한 개념에 대한 명확한 이해가 선행되어야 한다. 본 연구에 참여한 실험집단의 학생들 중에서도 학습한 수학적 개념에 대한 이해가 명확하지 않을 경우 문제를 제기하는 과정에서 어려움을 겪는 것을 관찰할 수 있었다. 그러한 경우 학생들은 문제제기 과제를 수행하기 위하여 자신이 명확하게 이해하지 못한 부분에 대한 추가적인 학습을 수행할 수 있는 기회가 제공되었고, 이를 통해 학습한 개념에 대한 이해가 더욱 향상된 것으로 나타났다. 또한 학생들은 문제제기 활동을 통해서 문제의 조건, 구하고자 하는 것 등과 같은 문제 구성에 필요한 요건에 대한 이해를 보다 발달시킬 수 있었으며, 이를 통해 학습한 개념을 보다 다각도에서 생각해 볼 수 있는 기회가 된 것으로 나타났다. 문제제기를 통한 다양한 측면에서의 학습 경험이 학생들의 학업 성취도 향상으로 이어진 것으로 보인다. 이와 더불어 면담 결과에 의하면, 학생들은 문제제기 과제를 수행하면서 수학적 용어와 기호를 해석하고 적절히 사용할 수 있는 수학적 의사소통 능력이 향상된 것으로 나타났는데, 문제제기 활동을 통한 수학적 의사소통 능력의 발달이 서술형 문항을 포함한 평가에서 긍정적으로 작용하여 성취도 향상에 기여한 것으로 보인다. 이와 유사한 문제제기 활동의 효과가 김은영(2016), 강미숙(2000)의 연구에서도 보고되었다. 따라서 문제제기 활동은 학생들이 학습한 개념

에 대한 이해를 발달시킬 수 있는 원동력이 될 수 있을 뿐 아니라 문제해결력, 의사소통 능력과 같은 수학적 역량을 발달에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 활동이므로, 학교 현장에서는 문제해결뿐 아니라 문제제기 학습 기회 또한 보다 적극적으로 제공할 필요가 있음을 제안한다.

둘째, 수학적 문제제기 활동을 반영한 수업 방식이 전통적인 문제해결에 중점을 둔 수업 방식보다 학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성에 보다 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났고, 특히, 수학에 대한 흥미를 높이는 데 매우 효과적인 교수·학습 전략인 것으로 나타났다. 이는 고등학생들을 대상으로 이루어진 양명지(2010)의 연구 결과와도 일치하는 부분이다. 문제제기를 반영한 수업에서는 학생들이 직접 문제를 만들고, 발표하고, 동료들과 자유롭게 소통하는 기회가 제공되었는데, 그러한 과정 속에서 학생들은 수업의 주체가 되어 학습에 대한 즐거움을 느끼게 되고, 이는 수학 교과에 대한 흥미 향상으로 이어진 것으로 보인다. PISA 2012 결과에 의하면, 우리나라 고등학생들의 수학에 대한 내적 동기(수학에 대한 흥미와 즐거움) 지수는 OECD 평균 보다 낮았고, OECD 평균 및 일본, 핀란드, 홍콩-중국은 PISA 2003과 비교하여 PISA 2012에서 학생들의 내적 동기가 유의하게 상승한 반면, 우리나라는 PISA 2003과 비교하여 유의한 차이가 없는 것으로 보고되었다(송미영, 임해미, 박혜영, 최혁준, 손수경, 2013). 또한 우리나라 고등학생들의 경우 중학교에서 고등학교로 올라가면서 수학 교과에 대한 흥미가 낮아지는 것으로 나타나(상경아 외, 2015), 이는 고등학교 수학 수업에서 보다 적극적인 변화가 필요함을 시사한다. 본 연구에서는 문제제기를 반영한 수학 수업 전략이 고등학생들의 수학 교과에 대한 흥미 향상에 크게 기여할 수 있음을 확인하였다. 이에 본 연구의 결과가 고등학생들의 수학 교과에 대한 흥미 향상을 위한 초석으로 활용되기를 기대한다.

셋째, 문제제기를 반영한 수업에 대한 만족도 조사에서 학생들은 문제제기 활동에서 좋았던 점, 개선점, 향후 참여 의지 등에 대한 의견을 주었다. 먼저, 문제제기 활동에서 좋았던 점으로 동료들과 소통을 통한 자기성장적 학습 측면과 수학 교과에 대한 흥미 및 자신감 향상과 관련된 정의적 특성 측면에서의 응답이 가장 많았다. 이와 같은 학생 응답으로부터, 본 연구에서 제공한 문제제기 활동은 학생 개개인이 구성한 주관적 지식을 동료들과의 소통 및 논의 과정을 통해 스스로 반성하고 점검해보는 기회를 제공하여 학생들이 자신의 학습 과정에 보다 적극적으로 참여하도록 유도하는 매개체로서의 역할을 수행한 것으로 추측할 수 있다. 그러한 학습 경험이 수학 교과에 대한 학생들의 흥미 향상으로 이어졌으며, 수학 학습에 대한 자신감 부여에도 긍정적인 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 면담에 참여한 학생 중 한 명은 문제제기 활동을 통해서 자신도 수학 수업에서 무언가를 할 수 있는 존재임을 인식하였다고 하였는데, 이러한 학생의 반응은 문제제기 활동이 고등학생들의 수학 교과에 대한 자신감을 향상시키기 위한 교수학적 수단으로서의 가능성 또한 내포하고 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈(2016)은 문제제기 활동은 학력 수준이 낮은 학생들에게도 의미 있는 수학 학습 활동이 될 수 있으며, 수학에 대한 긍정적인 성향을 함양시키는 수단이 될 수 있음을 제안하였는데, 이러한 측면이 본 연구를 통해서도 밝혀졌다. 따라서 본 연구에서 이루어진 문제제기 활동은 사회적 구성주의에 기반한 교수·학습을 설계하는데 효과적인 전략이 될 수 있으며, 고등학생들의 수학 교과에 대한 흥미나 자신감 향상을 위한 교수학적 수단이 될 있음을 제안한다.

면담에 참여한 학생들은 향후에도 문제제기 활동에 참여할 의지가 있음을 밝히며, 문제제기 활동이 학생들에게 보다 의미 있는 활동으로 인식되기 위해서는 크게 두 가지 측면에서 개선이 필요하다는 의견을 주었다. 한 가지는 문제제기 활동의 목표에 대한 명확한 학생 이해 측면이고, 나머지는 문제제기 활동에 대한 적절한 보상과 관련된 의견이었다. 면담 참여 집단 중 학업 성취 및 정의적 특성에 변화가 없는 집단의 경우 공통적으로 나타난 특징이 문제제기 활동의 필요성이나 문제제기 활동에 대한 목표 의식이 부족한 상태였다. 문제제기 활동을 왜 해야 하는지에 대한 이해가 부족하다 보니 문제제기 활동이 단순히 숫자만 바꾸는 형태로 이루어지거나 문제제기에 대한 동기 유발이 이루어지지 않아 문제제기 활동에 소극적으로 임하였는데, 그러한 학생들에게 문제제기 활동은 의미 있는 활동으로 인식되지 못하였다. 문제제기 활동에 대한 학생들의 부정적인 인식이 학습 동

기를 유발하지 못하였고, 이로 인해 어떤 교육적 효과도 기대하기 어려웠다. 여러 선행 연구를 통해서 문제제기 활동의 다양한 교육적 효과가 보고되었으나, 본 연구에서 드러난 것처럼 문제제기 활동 기회 그 자체만으로는 대다수의 학생들로부터 긍정적인 교육적 효과를 창출하기에는 무리가 있다. ‘수업의 질은 교사의 질을 넘어설 수 없다’는 말처럼 문제제기를 반영한 수업을 수행할 경우에도 교사의 역할은 매우 중요하다고 볼 수 있다. 문제제기 활동에 대한 교사의 지식이나 교수학적 결정에 따라서 문제제기 활동의 효과가 극명하게 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 따라서 문제제기 활동으로부터 다양한 교육적 효과를 창출하기 위해서는 문제제기 활동에 앞서 문제제기 활동의 중요성, 필요성, 목표 등에 대해 학생들이 명확하게 인지하고 이해할 수 있도록 교사의 세심한 수업 설계가 요구된다. 면담에 참여한 몇몇 학생들은 문제제기를 반영한 수업의 개선점으로 문제제기 활동에 대한 적절한 보상 및 평가(예. 수행평가) 반영에 대한 의견을 주었는데, 이 또한 문제제기 활동에 학생들을 보다 적극적으로 참여시키기 위한 방안으로 보여지며, 문제제기 활동의 교육적 효과에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다. 비록 본 연구에서는 문제제기 활동을 정규 수학 수업 시간에 다루어 인문계 고등학교의 정규 수학 수업에서 문제제기 활동의 적용 가능성을 확인해 보았지만, 인문계 고등학교가 갖는 특수성으로 인해 평가에서 적극적으로 다루지는 못하였다. 그러나 교수·학습 내용과 평가와의 일관성 측면을 고려해 봤을 때, 문제제기 활동이 교수·학습 내용으로 다루어졌다면, 평가에서도 자연스럽게 다루어질 필요가 있다. 따라서 학교 현장에서 교수-학습-평가와의 일관성 및 문제제기 활동에 대한 학생들의 학습 동기와 도전정신을 고무시키기 위해서는 적절한 보상과 더불어 평가와의 연계 방법 또한 모색할 필요가 있으므로, 이에 대한 후속 연구를 제안한다.

참 고 문 헌

- 강미숙(2000). 고등학교 수학 수업에서 문제만들기 활동이 문제해결력 신장에 미치는 영향. 서강대학교 교육대학원 석사학위논문
- Kang, M. S.(2000). *The effect of problem posing activities on the improving problem solving ability in high school mathematics classes*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Sogang university.
- 김경옥·류성림 (2009). 상황제시형 수학 문제 만들기(WQA) 활동이 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향. 학교수학, **11(5)**, 665-683.
- Kim, K. O., & Rye, S. R. (2009). The effects of the situation-based mathematical problem posing activity on problem solving ability and mathematical attitudes. *School Mathematics*, **11(5)**, 665-683.
- 김서린·김동화·서혜애 (2017). 문제 만들기를 적용한 문제해결수업이 수학적 창의성에 미치는 영향. East Asian Mathematical Journal, **33(4)**, 381-411
- Kim, S, Kim, D.& Seo, H. (2017). An Effect of Problem-solving Lessons with Problem-posing on Mathematical Creativity. *East Asian Mathematical Journal*, **33(4)**, 381-411
- 김은영(2016). 문제 만들기 활동 수업이 수학학습 태도 및 학업 성취도에 미치는 영향-고등학교 수학 학습 부진 학생 중심으로-. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문
- Kim, E. (2016). *The effect of problem posing activity on mathematics learning attitude and academic achievement-Focused on high school students underachieving in mathematics*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Korea university.
- 김준겸·임동규 (2001). 문제 상황 제시에 따른 문제만들기 활동이 문제 해결력에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, **5**, 77-98.

- Kim, J. K., & Lim, M. K. (2001). An effect coming to the problem solving ability from the problem posing activity by presenting the problem situation. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **5**, 77-98.
- 박선화 · 김명화 · 주미경 (2010). 수학에 대한 정의적 특성 향상 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2010-9.
- Park, S. H., Kim, M. H., & Ju, M. K. (2010). *A Study on Affective Characteristics Toward Mathematics*. Research Report RRI 2010-9, Seoul: Korea Institute of Curriculum and Evaluation
- 박유찬 (2014). 문제 만들기 활동이 학업성취도 및 학습태도에 미치는 영향. 고려대학교 교육대학원 석사학위 논문
- Park, Y. (2014). *The Effect of Problem Making Activities on Academic Achievement and Learning Attitude*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Korea university.
- 박희정 (2012). 문제 만들기 활동 수업이 중위권 학생의 학업 성취도 및 수학적 태도에 미치는 영향. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문
- Park, H. (2012). *The effect of problem posing activity on academic achievement and mathematical attitude of middle graded students*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Korea university.
- 배준환 · 박만구 (2016). 반성적 문제 만들기 활동이 초등학생들의 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, **20(2)**, 311-331.
- Bae, J. H., & Park, M. (2016). The Effects of Reflective Problem Posing Activities on Students' Problem Solving Ability and Attitudes toward Mathematics. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **20(2)**, 311-331.
- 상경아 · 김성숙 · 김정희 · 김수진 · 시기자 · 한정아 (2015). 수학 성취 및 정의적 특성에 미치는 교육맥락변인의 영향: 국가수준 학업성취도 평가와 PISA 연계 데이터 분석. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2015-8
- Sang, K., Kim, S., Kim, K., Kim, S., Si, K., & Han, J (2015). *The Influence of Educational Context Variables on students' Mathematics Achievement and Affective Characteristics*. Research Report RRE 2015-8. Seoul: Korea Institute of Curriculum and Evaluation
- 송민정 · 박종서 (2005). 문제 만들기 프로그램 개발·적용이 수학 학업 성취도 및 태도·흥미도에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, **9(1)**, 1-18.
- Song, M. J., & Park, J. S. (2005). The effects of development and application of problem posing program on mathematics learning achievements, attitude and interest. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **9(1)**, 1-18.
- 송미영 · 임해미 · 최혁준 · 박혜영 · 손수경. (2013). OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE-2013-6-1.
- Song, M. Rim, H., Choi, H., Park, H. Y., & Son, S.(2013). *OECD Programme for International Students Assessment: Analyzing PISA 2012 Results*. Research Report RRE-2013-6-1. Seoul: Korea Institute of Curriculum and Evaluation
- 신수진 · 임문규 (2010). 연차시 수업을 통한 수학 문제 만들기 활동 분석 연구 - 초등학교 3학년을 중심으로-. 한국초등수학교육학회지, **14(1)**, 43-64.
- Shin, S. J., & Lim, M. K. (2010). An Analytic Study of Mathematical Problem-Posing Activities for Two-hour Classes - Focusing on 3rd Grade Elementary School children -. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **14(1)**, 43-64.
- 양명지 (2010). 문제제기 유도를 통한 수학교육의 효과-고등학교 1학년 함수 영역을 중심으로-. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문
- Yang, M. J. (2010). *The effect of mathematics education through guided self problem - posing -Focusing on the subject*

- of function in the first year high school*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Hanyang university.
- 오동근 · 김상룡(2010). 동화를 활용한 문제 만들기 활동이 수학적 태도와 학업성취에 미치는 영향. East Asian mathematical journal, **26(4)**, 509-533.
- Oh, D. G., & Kim, S. L. (2010). The effect of problem posing activities using fairy tale on mathematical attitude and academic achievement. *East Asian Mathematical Journal*, **26(4)**, 509-533.
- 오영수 · 전영주(2018). 문제제기 활동이 수학에 대한 정의적 영역에 미치는 영향. 한국콘텐츠학회논문지, **18(2)**, 541-552
- Oh, Y., & Jeon, Y.(2018). The Effect of Problem-posing Activities on the Affective Domain of Mathematics. *Journal of the Korea Contents Association*, **18(2)**, 541-552
- 윤미란 · 박종서 (2008). 구조중심 협동학습을 통한 문제 만들기 학습이 수학학습성취도 및 수학적 성향에 미치는 효과. 한국초등수학교육학회지, **12(2)**, 101-124.
- Yun, M. R., & Park, J. S. (2008). The effects of problem posing program through structure-centered cooperative learning on mathematics learning achievements and mathematical disposition. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **12(2)**, 101-124.
- 윤선아 · 백종운(2010). 초등수학에서 문제 만들기 활동 지도의 개선 방안. 한국초등교육, **21(1)**, 25-47.
- Yoon, S. A., & Paik, S. (2010). A study to improve teaching methods of mathematical problem posing in elementary mathematics. *The Journal of Korea Elementary Education*, **21(1)**, 25-47.
- 이상원 (2005). 문제제기 수업이 수학 문제해결력과 창의력에 미치는 효과. 수학교육, **44(3)**, 361-374.
- Lee, S. (2005). The effect of problem posing teaching on mathematical problem-solving ability and creativity. *Mathematical Education*, **44(3)**, 361-374.
- 임문규 (1996). 문제설정에서 사고활동의 조사 · 분석. 수학교육, **35(1)**, 1-13.
- Lim, M. K. (1996). Investigation and analysis of thinking activities in problem posing. *Mathematical Education*, **35(1)**, 1-13.
- 전미라 · 허혜자 (1998). 문제제기 전략을 강조한 수업과 학업 성취도와와의 관계분석. 수학교육학연구, **8(2)**, 709-722.
- Jeon, M., & Heo, H. (1998). A study of the effects of problem posing strategies on mathematics achievement. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **8(2)**, 709-722.
- 정성건 · 박만구 (2010). 수학 문제만들기 활동이 문제해결력과 학습 태도에 미치는 효과. 한국초등수학교육학회지, **14(2)**, 315-335.
- Jung, S. G., & Park, M. (2010). The effects of the mathematical problem generating program on problem solving ability and learning attitude. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **14(2)**, 315-335.
- 정지현 (2013). 명제 단위 문제만들기 활동이 고등학생의 수학 학업성취도와 수학적 성향 및 학습태도에 미치는 효과. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문
- Chung, J. H. (2013). *The effect of the problem generating programs of the unit of proposition on mathematical academic achievement, tendency and learning attitude for high school students*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Kyungpook national university.
- 주홍연 · 한혜숙 (2016). 중학생들의 수학적 문제제기 유형과 전략 분석. 수학교육, **55(1)**, 73-89.
- Joo, H., & Han, H. (2016). The analysis of middle school students' problem posing types and strategies. *Mathematical Education*, **55(1)**, 73-89.
- 최승환 (2016). 문제제기 활동이 학습자의 수학학습태도와 학업성취도에 미치는 영향: 고등학교 2학년 미분법 중심으로. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문

- Choi, S. H. (2016). *An Effect of Learning Task by Problem Posing Activities on Academic Achievement and Attitude of Learning Mathematics: Focused on Differentiation in The second-year High-School Mathematics*. Unpublished master's thesis. Graduate school of education, Hanyang university.
- 최윤석·배종수 (2004). 초등 수학에서 문제 만들기를 적용한 수업이 수학적 문제 해결력 및 태도에 미치는 효과. 한국초등수학교육학회지, **8(1)**, 23-43.
- Chok, Y. S., & Bae, J. S. (2004). Effects of teaching with problem posing on mathematical problem solving ability and attitude in elementary school mathematics. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **8(1)**, 23-43.
- 최혜진·김상룡 (2011). 생활 소재를 활용한 수학 문제 만들기 활동. 한국초등수학교육학회지, **15(1)**, 121-139.
- Choi, H. J., & Kim, S. L. (2011). Activities of Mathematical Problem Posing Using Real-Life Materials. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **15(1)**, 121-139.
- 한혜숙·최희선·김성열·이재영 (2017). 예비수학교사의 수학적 문제제기에 대한 인식 및 문제제기 전략. 학습자중심교과교육연구, **17(22)**, 325-352.
- Han, H., Choi, H., Kim, S., & Lee, J. (2017). The Perceptions of Pre-Service Mathematics Teachers' Mathematical Problem Posing and Problem Posing Strategies. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, **17(22)**, 325-352.
- 허난 (2011). 수학 교과에서의 문제 만들기에 대한 초등학교 교사들의 인식과 활용도 조사 연구. 한국학교수학회 논문집, **14(4)**, 539-564.
- Huh, N. (2011). Elementary teachers' perceptions and applications about problem-posing in the mathematics instruction. *Journal of the Korean school mathematics society*, **14(4)**, 539-564.
- 황동주 (2006). 중학교 1학년 수학 영재학생과 일반 학생의 수학 문제해결과 문제설정 능력의 차이 비교. 한국학교수학회논문집, **9(3)**, 287-308.
- Hwang, D. J. (2006). Difference between gifted and regular students in mathematical problem solving ability. *Journal of the Korean school mathematics society*, **9(3)**, 287-308.
- 황혜정·나귀수·최승현·박경미·임재훈 (2012). 수학교육학 신론. 서울: 문음사.
- Hwang, H. J., Na, G. S., Choi, S. H., Park, K. M., & Yim, J. H. (2007). *The theory of mathematics education*. Seoul: Moon-Um-Sa.
- Abu-Elwan, Reda (2002). Effectiveness of problem posing strategies on prospective mathematics teachers' problem solving performance. *Journal of science and mathematics education in Southeast Asia*, **25(1)**, 56-69.
- Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The art of problem posing*. Psychology Press.
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in U.S. and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematical Behavior*, **21(4)**, 401-421.
- Campbell, D., & Stanley, J. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston: Houghton Mifflin.
- English, L. D. (1997). Promoting a problem-posing classroom. *Teaching Children Mathematics*, **4(3)**, 172.
- Guvercin, S., Cilavdaroglu, A. K., & Savas, A. C. (2014). The effect of problem posing instruction on 9th grade students' mathematics academic achievement and retention. *Anthropologist*, **17(1)**, 129-136.
- Guvercin, S., & Verbovskiy, V. (2014). The effect of problem posing tasks used in mathematics instruction to mathematics academic achievement and attitudes toward mathematics. *International Online Journal of Primary Education*, **3(2)**, 59-65.
- Kesan, C., Kaya, D., & Guvercin, S. (2010). The effect of problem posing approach to the gifted student's

- mathematical abilities. *International Online Journal of Educational Sciences*, **2**, 677-687.
- Kilic, C. (2013). Turkish primary school teachers' opinions about problem posing applications: Students, the mathematics curriculum and mathematics textbooks. *Australian Journal of Teacher Education*, **38**(5), 144-155
- Moses, B. M., Bjork, E., & Goldenberg, E. P. (1993). Beyond problem solving: Problem posing. In S. I. Brown & M. I. Walter(Eds.), *Problem posing: Reflections and applications* (pp. 178-188). Hillsdale, NJ: LEA.
- NCTM (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, V A: National Council of Teacher of Mathematics.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity though instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *International Reviews on Mathematical Education*, **29**, 75-80.
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, **27**, 521 - 539.
- Suib, A. F., Rosli, R., & Capraro, M. M. (2016). A primary school mathematics teachers' perspectives about problem posing activity. *The Social Sciences*, **11**, 4992-4997
- Yuan, X., & Sriraman, B. (2011). An exploratory study of relationships between students' creativity and mathematical problem-posing abilities. In B. Sriraman & K. H. Lee (Eds.), *The elements of creativity and giftedness in mathematics* (pp. 5-28). Sense Publishers.
- Xia, X., Lu, C., & Wang, B. (2008). Research on mathematics instruction experiment based on problem posing. *Journal of Mathematics Education*, **1**(1), 153-163.

The Effects of Mathematical Problem Posing Activities on 10th Grade Students' Mathematics Achievement and Affective Characteristic of Mathematics

Lee, Jae-Young

Hyomyeong Highschool
E-mail : jaey1209@naver.com

Han, Hyesook[†]

Dankook University
E-mail : hanhs@dankook.ac.kr

The purpose of this study is to investigate the effect of mathematics classes focused on mathematical problem posing activities on 10th grade students' mathematics achievement and affective characteristics of mathematics. This study was conducted in a total of 45 regular mathematics classrooms with 81 students from two classes through a nonequivalent control group design. The results of the study showed that the teaching method based on mathematical problem posing activities had a more positive effect on students' mathematics achievement and the affective characteristics of mathematics than the teaching method that focuses on problem solving. The teaching method based on problem posing activities proposed in this study could induce students' self-reflective learning motivation, which in turn gave them a more solid understanding of the mathematical concepts they had learned. In addition, it was found that students' problem solving ability, mathematical communication ability, and mathematical thinking ability were positively influenced by problem posing activities. Regarding the affective characteristics of mathematics, the mathematical problem-posing activity suggested in this study turned out to be a very effective strategy for improving students' interest in mathematics.

* ZDM Classification : D44

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key words : Mathematical problem posing activity, Mathematics achievement, Affective characteristics of mathematics

* This paper was re-written by using data from the first author's master's thesis.

[†] corresponding author