韓國數學教育學會誌 시리즈 E <數學教育 論文集>
http://dx.doi.org/10.7468/jksmee.2015.29.3.533
제 29집 제 3호, 2015. 9. 533-551
J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 29, No. 3, Sep. 2015. 533-551

예비교사의 문제 생성과 재구성 활동에 관한 탐색

김 슬 비 (이화여자대학교 대학원)
황 혜 정 (조선대학교)†

본 연구에서는 '동일한' 문제 조건으로부터 생성과 재구성을 모두 경험할 수 있는 문제제기 활동을 적용하되, 활동을 세분화하여 학생들의 자주적인 활동을 강조한 활동과 학생들의 보편적 사고를 유도하며 교사 안내가 수반되는 활동으로 구분하여 이에 대한 두 절차를 구안하고, 이 두 활동에 의거하여 문제생성과 재구성 활동에 관해 탐색하고자 한다. 이를 위하여, 본 연구에서는 예비교사들을 대상으로 연구자가 구안한 문제제기 활동을 적용한 실험 수업 후 설문조사를 통하여 문제생성과 재구성에 대한 난이도 및 흥미도, 인지적·정의적 측면에서의 효과, 그리고 수학 수업 및 평가에서의 활용성 등을 탐색하였다. 그 결과, 문제생성은 창의력을 증진시키고 수학에 대한 흥미를 유발하며, 문제재구성은 문제 해결력 향상에 도움이 되고 자신감을 길러주는 것으로 나타났다. 또한 수업 상황에서는 문제생성 활동이 더 효과적이고, 평가 상황에서는 문제재구성 활동이 더 효과적인 것으로 나타났으나 각 상황에서 문제생성과 재구성에 대한 응답의 차이가 크지 않았으므로 두 활동 모두 수업 및 평가에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 교사는 학습자의 수준, 가르칠 영역, 진도 등을 고려하여 수업 및 평가 상황에서 문제생성과 재구성 활동을 적절한 시기에 알맞게 적용함으로써 학습자의 인지적, 정의적 성취의 함양을 돕도록 해야 할 것이다.

I. 서론

21세기는 컴퓨터, 스마트폰 등의 통신 기기를 통하여 실시간으로 수많은 정보를 접할 수 있는데, 이때, 이러한 정보들을 수동적으로 받아들이기만 할 것이 아니라 보다 능동적으로 의문이나 문제를 제기하여 이를 해결하고 다른 상황에 응용할 수 있어야 할 것이다. 이러한 활동은 비판적 사고력을 기르고, 자신의 의견을 논리정연하게 피력하는데 도움이 되므로 다양한 현상이나 문제를 효율적이고 합리적으로 해결하기 위해 학습자에게 요구되는 역량이라 볼 수 있다(이광우 외, 2009). 따라서 이러한 문제제기 능력은 문제해결 능력과 더불어 학교 교육에서 강조되어야 할 요소 중에 하나라 할 수 있겠다. 이렇듯 문제해결을 위한 수단으로서 문제제기에 대한 관심을 갖게 되면서, 점차 문제제기 활동의 교수학적 의의를 실제로 탐색하는데 관심이 모아졌으며, 문제제기 활동을 통해 나타난 학습자, 예비교사 또는 현직교사들의 인지적·정의적 측면의 효과성에 관한 연구가 활발히 수행되었다.

그 결과, 인지적 측면에서 연구 대상자들은 문제제기를 해 봄으로써 문제해결 능력이 길러지고, 수학적 지식을 이해할 수 있고, 수학적 창의성 및 사고력이 증진되며, 학업 성취도가 향상된 것으로 나타났다(김경옥, 류성림, 2009; 김준겸, 임문규, 2001; 이강섭, 황동주, 2007; 이상원, 방승진, 2003; 전미라, 허혜자, 1998; 정성건, 박만구, 2010; English, 1997; Leung & Silver, 1997; Sayed, 2002). 한편, 정의적 측면의 경우, 연구 대상자들은 문제제기 활동을 통해 수학에 대한 흥미와 관심이 생기고, 자신감, 학습 동기, 수학 가치의 인식, 그리고 태도 변화에

* 접수일(2015년 9월 9일), 심사(수정)일(2015년 9월 12일), 게재확정일자(2015년 9월 16일)
* ZDM 분류 : C70
* MSC2000 분류 : 97D99
* 주제어 : 문제제기, 문제생성, 문제재구성
† 교신저자 : sh0502@chosun.ac.kr

의 증진이 나타났다(김경옥, 류성림, 2009; 이상원, 방승진, 2003; 정성건, 박만구, 2010; Akay & Boz, 2010; English, 1997). 그 밖에 본 연구 주제와 관련하여, 문제제기의 의미를 정의하고 유형을 세분화 하여 수행된 연구도 있는데, Silver(1994)는 문제제기란 주어진 조건(정보, 상황, 경험 등)에 기초하여 새로운 문제를 생성(generation)하거나 주어진 문제에 기초하여 문제를 재구성(re-formulation)[1]하는 것이라고 하였다. 또한, Stickles(2006)는 문제제기를 주어진 상황이나 배경으로부터 문제를 만들어내는 과정이라 정의하였으며, Silver(1994)의 견해와 같이 문제제기를 문제생성과 문제재구성으로 구분 지었다. 한 마디로, 문제제기란 의문이나 문제를 논의의 대상으로 내어 놓는 것으로, 상황으로부터 새로운 문제를 만들거나 주어진 문제로부터 새로운 문제를 만드는 활동이라 할 수 있다.

이처럼 Stickles(2006)와 이유진(2013)은 문제제기를 문제생성과 재구성으로 나누어 그들이 제기한 문제의 유형을 구분하고, 그 유형별 특징을 분석하였다. 하지만, 이러한 연구에서는 문제생성과 재구성 활동이 연구 대상자들에게 어떠한 영향을 미치고 있는지 즉, 문제생성과 재구성 활동 각각의 인지적·정의적 효과는 무엇인지 등을 구체적으로 탐색하지는 않았다. 따라서 수학적 개념을 도입하여 학습자의 이해를 촉구하도록 하는 수업 상황과 습득된 개념을 강화하기 위하여 문제를 해결하는 수업 상황에서 문제생성과 재구성 활동의 활용성, 상호 연계성, 인지적·정의적 효과 등을 살펴볼 필요가 있다. 특히, 문제생성과 재구성에 대하여 각각 다른 수학 내용의 문제 조건이나 문제를 제시하기 보다는, '동일한' 문제 조건을 대상으로 문제를 생성하고 해결한 후 재구성해 보게 함으로써 생성과 재구성 활동의 역할과 차이점을 살펴보는 것도 흥미로울 것이다.

이러한 취지하에 본 연구에서는 동일한 문제 조건으로부터 생성과 재구성을 모두 경험할 수 있는 문제제기 활동을 적용하되, 활동을 세분화하여 학생들의 자주적인 활동을 강조한 문제제기 활동과 학생들의 보편적 사고를 유도하며 교사 안내가 수반되는 문제제기 활동의 두 유형으로 구분하여 이에 대한 절차를 구안하고, 이를 토대로 문제생성과 재구성 활동의 교육적 효율성을 탐색하고자 하였다. 이를 위하여, 본 연구에서는 예비교사들을 대상으로 문제제기 활동을 적용한 실험 수업 후 설문조사를 실시하여 문제생성과 재구성에 대한 난이도 및 흥미도, 인지적·정의적 측면에서의 효과, 그리고 수학 수업 및 평가에서의 활용성을 탐색하고자 하였다. 이에 따라 장차 교사가 될 예비교사들이 직접 다양한 문제제기 활동을 경험해 봄으로써 이들이 현재 보유하고 있는 문제제기 관련 정보가 어느 정도인지를 살펴보고, 이러한 경험을 토대로 향후 학생들의 문제제기 활동을 어떻게 이끌 수 있는지 그 가능성을 탐색하여 적절한 안내를 이끄는데 보탬이 되고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 문제제기의 유형

서론에서 언급한 바와 같이, 문제제기는 의문이나 문제를 논의의 대상으로 내어 놓는 것으로, 상황으로부터 새로운 문제를 만들거나 주어진 문제로부터 새로운 문제를 만드는 활동을 모두 포함하는 것이라 볼 수 있으며, 이러한 문제제기는 보는 관점에 따라 그 유형의 구분이 다양하다.

우선 Polya(1957)의 문제해결 과정에서 나타난 문제제기는 계획 단계에서의 문제제기와 반성 단계에서의 문제제기로 나눌 수 있다. 계획 단계에서의 문제제기는 주어진 문제의 조건과 구하고자 하는 것 사이의 관계를 파악할 수 없을 때 보조문제를 고안하는 것이며, 반성 단계에서의 문제제기는 문제를 해결한 후 얻어진 결과나 방법을 활용할 수 있는 새로운 문제를 제기하는 것이다(우정호 역, 2002). 둘째, Brown과 Walter(1990)는 문제를

1) re-formulation이란 용어를 전평국과 방정숙은 재명료화(Silver, 1993), 이유진(2013)은 변형으로 번역하였으나, 본 연구에서는 재구성으로 번역함.

제기하는 방법에 따라 수용하기(accepting)와 도전하기(challenging) 단계로 구분하였다. 이때, 수용하기는 주어진 것을 그대로 유지하면서 탐구하는 것이며, 도전하기는 주어진 것을 그대로 받아들이지 않고 변형하여 새로운 방향으로 나아가기 위하여 탐구하는 것으로 '만약 ~이 아니라면(What-if-not)?' 전략이 있다. 셋째, Silver(1994)는 문제제기를 문제해결 전, 중, 후의 시점으로 분류하였는데, 문제해결 이전의 문제제기는 상황이나 경험으로부터 새로운 문제를 창조하는 것이고, 문제를 해결하는 동안의 문제제기는 문제를 더 쉽게 해결하기 위해서 문제를 재구성하거나 형식화하는 것이며, 문제를 해결한 후의 문제제기는 원래 문제의 조건을 검토하여 관련된 문제를 생성하는 것이라 하였다. 넷째, Stoyanova와 Ellerton(1996)은 문제를 제기하는 상황(situation)에 따라 자유로운(free) 상황, 반구조화된(semi-structured) 상황, 구조화된(structured) 상황에서의 문제제기로 분류하였다. 자유로운 상황에서 문제제기는 주어진 조건과 상황으로부터 제약 없이 문제를 제기하고, 반구조화된 상황에서 문제제기는 이전의 수학적 경험으로부터 얻어진 수학적 지식, 기술, 개념을 적용함으로써 주어진 열린 상황의 구조를 탐색하여 문제를 제기하며, 구조화된 상황에서 문제제기는 특정한 문제에 기초하여 문제를 제기하는 활동이다.

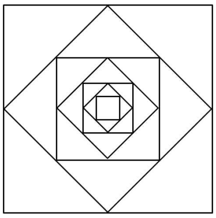
본 연구에서는 Silver(1994)와 Stickles(2006)의 연구 결과에 따라 문제제기의 유형을 주어진 조건으로부터 새로운 문제를 만드는 '문제생성'과 주어진 문제로부터 새로운 문제를 만드는 '문제재구성'으로 분류하였다. 이는 Polya(1957)의 문제해결 과정에서 나타난 계획 단계에서의 문제제기는 문제재구성, 반성 단계에서의 문제제기는 문제생성 또는 문제재구성으로 간주할 수 있기 때문이다. 마찬가지로 Silver(1994)의 문제해결 전의 문제제기는 문제생성, 문제해결 중은 문제재구성, 문제해결 후는 문재생성 또는 재구성으로 볼 수 있으며, Stoyanova와 Ellerton(1996)의 자유로운 상황과 반구조화된 상황에서의 문제제기는 문제생성, 구조화된 상황에서 문제제기는 문제재구성으로 재분류할 수 있기 때문이다.

2. 문제제기의 효과 및 실제

국내·외 선행 연구에서 문제제기 활동의 효과, 즉 문제제기를 적용한 교수·학습 상황에서의 학생들의 인지적 측면과 정의적 측면의 변화에 대해 살펴보고자 한다. 우선, 이상원과 방승진(2003)은 반성적 사고에서의 문제제기를 활용한 수업, 즉 (P+P형)=(Polya의 문제해결 4단계)+(Problem posing)을 적용한 후, 기 개발된 행동특성검사지를 통하여 수학에 대한 생각, 태도, 지적, 정의적, 창의적 특성 등의 효과를 조사하였다. 그 결과 학생들은 창의성이 신장되고, 자신의 사고를 정당화하고 비판적인 사고를 할 수 있으며, 수학에 대한 흥미와 관심, 자신감, 가치 인식, 태도 등 정의적 특성에 도움이 되는 것으로 나타났다. 정성건과 박만구(2010)의 연구 결과, 수학 수업에서 학생들이 문제를 만드는 활동을 통하여 문제를 충분히 이해하고 분석하게 됨으로써 문제 해결력의 향상에 있어서 유의미한 효과를 보인 것으로 나타났고, 문제제기를 실시한 후에 수학 학습 태도(즉, 자신감, 융통성, 의지력, 호기심, 반성, 가치의 6개 하위 요소) 모두에서 긍정적인 변화가 있었으며, 특히 자신감이 많이 향상된 것으로 나타났다. 또한, Sayed(2002)는 예비교사들의 문제해결 과정에서 문제제기 전략의 활용에 대한 효과를 알아보았는데, 이때 문제제기는 문제를 해결한 후에 'What-if?'전략을 이용하거나 주어진 것을 변경하도록 하였다. 여기서 문제제기 전략을 활용하여 문제를 해결한 예비교사들은 그렇지 않은 예비교사들에 비해 문제해결 시험 점수가 향상된 것으로 나타났다(각각 4.16점, 3.64점). Akay와 Boz(2010)는 82명의 초등학교 예비교사를 대상으로 수학적 태도와 자기 효능감에 대한 문제제기 활동의 효과를 조사하였다. 이를 위하여 실험집단과 비교집단을 대상으로 사전, 사후 검사를 실시하였는데, 그 결과 문제제기를 적용한 수학 수업은 전통적인 수업에 비해 수학적 태도와 자기 효능감에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편 문제제기를 적용한 교수·학습 활동의 구체적인 예를 살펴보면, Stickles(2006)는 문제제기 유형을 문제생성과 문제재구성으로 분류하여 예비교사와 현직교사를 대상으로 연구를 수행하였는데, 문제생성을 위하여 '중첩된 사각형'과 '아이스크림 가게'의 문제 조건, 그리고 문제재구성을 위하여 '농구 데이터'와 '주차장 전단지' 문제

를 개발하였다. 이 중 ‘중첩된 사각형’ 조건과 ‘주차장 전단지’ 문제로부터 제기된 문제생성과 문제재구성의 예는 각각 다음과 같다. <그림 Ⅱ-1 참조>

중첩된 사각형(조건)	유형	문제생성의 예
	연습문제	가장 큰 사각형의 넓이가 1피트일 때, 다른 사각형들의 넓이는 얼마인가?
	문제, 충분한 정보, 특정한 목표	크레용으로 각 영역에 색을 칠하려고 한다. 인접한 곳은 다른 색으로 칠하려고 한다면, 최소 몇 개의 색이 필요한가?
	비와 비율	가장 큰 사각형과 가장 작은 사각형의 한 변의 길이의 비를 구하여라.
	최적화	12×12 영역에서 그릴 수 있는 사각형의 최대의 개수는 얼마인가?
	측정	다음 그림과 같은 20×20 영역의 화단에 다른 색의 꽃으로 영역을 구분하려고 한다. 그렇다면 10피트의 목재가 얼마나 필요한가?

주차장 전단지(문제)	유형	문제변형의 예
SpreadtheWorld 광고 회사는 다른 10개의 회사의 전단지를 주차장에 있는 차에 붙이려고 한다. 주차장에는 1000대의 차가 있다. 한 회사는 모든 차에 전단지를 분배할 비용을 지불했기 때문에 전단지를 모두 붙였다. 두 번째 회사는 전단지를 하나 걸러 붙일 수 있는 돈을 지불했으므로 주차장에서 두 번째 차를 시작으로 하나 걸러 하나씩 전단지를 붙였다. 세 번째 회사는 세대에 하나씩 붙일 수 있는 돈을 지불했고, 주차장에서 세 번째 차를 시작으로 세 대마다 전단지를 붙였다. 마찬가지로 다음 회사들 또한 이와 같이 전단지를 붙일 때, 10종류의 전단지가 모두 붙어있는 차는 몇 대인가?	연습문제	1, 2, 3, ..., 10의 최소공배수를 구하여라.
	확장	두 회사 또한 이 홍보를 신청하고자 한다. 그러나 한 회사는 11번째 차마다 전단지를 붙일 수 있고, 다른 회사는 12번째 차마다 전단지를 붙일 수 있다. 12종류의 전단지가 모두 붙어있는 차는 몇 대인가?
	단순화	만약 주차장에 100대의 차가 있다면, 1종류의 전단지만 붙여진 차가 몇 대인가? 2종류의 전단지는? 10종류의 전단지만 붙여진 차가 존재할까? 만약 존재한다면 몇 대인가?

[그림 Ⅱ-1] 생성 및 변형된 문제의 예(Stickles, 2006)

전영배 외(2013)는 ‘What-if-not?’전략을 포함하는 ‘의미 분석을 강조한 문제제기 모형’을 설계하였는데, 그 모형은 [기존 문제→문제 풀이→속성 나열→What-if-not?→문제제기→의미 분석→문제의 오류 파악→문제제기→완료]와 같다. 여기서, 의미 분석이란 주어진 문제의 속성의 의미를 파악해 보고, 관계를 찾아 제기된 문제의 옳고 그름을 판단하도록 하는 과정으로, 이러한 의미 분석을 통해 제기된 문제의 오류를 발견하여 보다 옳은 문제를 제기할 수 있도록 하는 것이다. 이를 적용하여 연구자가 제시한 예를 간략히 소개하면 [그림 Ⅱ-2]와 같다.

기존 문제		속성 나열		What-if-not?	
두 복소수 α, β에 대하여 $\alpha\overline{\alpha}=1$, $\beta\overline{\beta}=1$, $\alpha+\beta=\sqrt{3}i$ 일 때, $\alpha^2+\beta^2$의 값은?	⇒	α, β는 복소수이다. $\alpha\overline{\alpha}=1$, $\beta\overline{\beta}=1$, $\underline{\alpha+\beta=\sqrt{3}i}$이다. $\alpha^2+\beta^2$을 구한다.	⇒	α, β가 복소수가 아니라면? $\alpha\overline{\alpha}\neq 1$, $\beta\overline{\beta}\neq 1$, $\alpha+\beta\neq\sqrt{3}i$라면? $\alpha^2+\beta^2$을 구하는 것이 아니라면?	⇒

문제제기		의미 분석(문제의 오류 파악)		완료(최종 문제제기)
두 복소수 α, β에 대하여 $\alpha\overline{\alpha}=1$, $\beta\overline{\beta}=1$, $\underline{\alpha+\beta=\sqrt{5}i}$ 일 때, $\alpha^2+\beta^2$의 값은?	⇒	$\alpha\overline{\alpha}=\lvert\alpha\rvert^2=1$은 원점을 중심으로 반지름이 1인 원을 나타낸다. $\alpha+\beta$는 벡터의 합(평행사변형 법칙)처럼 표현할 수 있다. $\therefore \lvert\alpha+\beta\rvert\leq 2$여야 한다.	⇒	두 복소수 α, β에 대하여 $\alpha\overline{\alpha}=1$, $\beta\overline{\beta}=1$, $\alpha+\beta=\sqrt{2}i$ 일 때, $\alpha^2+\beta^2$의 값은?

[그림 Ⅱ-2] 의미 분석을 강조한 문제제기 모형의 예(전영배 외, 2013)

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구에서는 G지역 소재 C대학교 사범대학 수학교육과 3학년에 재학 중인 33명의 예비교사들을 대상으로 하여 총 3주에 걸쳐 진행되었으며, 이에 대한 구체적인 일정 및 내용은 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 연구 일정 및 내용

<table>
<tr><th colspan="2">일 정</th><th colspan="2">내 용</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>1</td><td>3월 25일
(1시간 30분)</td><td colspan="2">문제제기 강의</td><td>문제제기의 정의 및 유형, 중요성 및 역할, 예(모둠별로 문제를 제기함)에 관한 내용을 강의함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">4월 1일
(1시간 40분)</td><td colspan="2" rowspan="2">문제제기 활동1</td><td>언어 조건: 생성(20분)→스스로 생성한 문제해결(10분)→재구성(20분)</td></tr>
<tr><td>도형 조건: 생성(20분)→스스로 생성한 문제해결(10분)→재구성(20분)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td rowspan="2">4월 2일
(40분)</td><td rowspan="5">문제제기
활동2</td><td rowspan="2">문제생성</td><td>언어 조건: 생성(20분)</td></tr>
<tr><td>도형 조건: 생성(20분)</td></tr>
<tr><td>4월 3일 ~
4월 7일</td><td>연구자가
‘가장 많이
생성된 문제’
선정</td><td>두 개의 조건 각각에서 생성된 총 66문제의 학년 및 영역, 유형 분석을 통하여 가장 많이 생성된 문제를 선정하여 이를 연구자가 다듬음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">4월 8일
(1시간)</td><td rowspan="2">문제해결,
재구성</td><td>언어 조건: →가장 많이 생성된 문제해결(10분)→재구성(20분)</td></tr>
<tr><td>도형 조건: →가장 많이 생성된 문제해결(10분)→재구성(20분)</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4월 9일
(1시간)</td><td colspan="2">설문 조사</td><td></td></tr>
</table>

연구 대상자들이 이미 본 연구에 앞서 정규 수업 시간에 문제제기에 관한 전반적인 이론을 수강하였지만, 첫 번째 일정을 통해 본 연구에서 요구되는 보다 세밀한 문제생성과 문제재구성에 좀 더 친숙해지는 기회를 갖도록 하였다. 이때의 구체적인 활동은 Stickles(2006)가 제시한 ‘중첩된 사각형’ 조건을 이용하여 문제생성 활동을 해 보고, ‘주차장 전단지’ 문제를 이용하여 문제재구성 활동을 해 보도록 하였다. <그림 Ⅱ-1 참조> 모둠별로[2] 약 20분 동안 학교급 및 학년, 그리고 수학 내용 영역에 제한을 두지 말고 가능한 다양한 문제들을 제기해 보도록 하였다. 일주일 후 본격적으로 연구를 진행하였으며, 이때 두 번째 일정에 해당하는 ‘문제제기 활동1’은 학생들의 자주적인 활동을 강조한 것으로 [문제생성→스스로 생성한 문제의 해결→해당 문제의 재구성] 절차로 구성하였으며, 세·네 번째 일정에서는 학생들의 보편적 사고를 유도하며 교사의 안내를 수반하는 ‘문제제기 활동2’, 즉 [문제생성→‘가장 많이 생성된 문제’[3]의 해결→해당 문제의 재구성] 절차를 구안하였다.

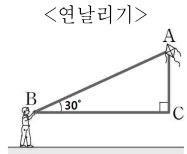
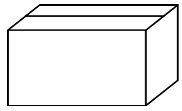
본 연구에서는 익숙하고 다양한 문제 조건을 이용한 문제제기 활동을 경험해 보도록 하기 위하여 실생활 소재를 포함한 언어 조건과 도형 조건을 두고 각 조건에 해당하는 문제 조건을 활동별로 하나씩 개발하였는데, 이때 도형조건에는 중학교 3학년의 기하 영역(피타고라스 정리 또는 삼각비), 언어조건에는 문자와 식 영역(이차방정식) 또는 함수 영역(이차함수)로 제한하였다.[4] <표 Ⅲ-2 참조>

2) 이 모둠은 사전에 정규 수학교육 관련 강의 시간에 나누어진 모둠이며, 각 모둠의 인원수는 3~4명임.

3) 본 연구에서 ‘가장 많이 생성된 문제’란 연구 대상자들에 의해 생성된 문제를 분석하고 빈번히 생성된 문제를 선정하여, 후에 이뤄질 재구성 활동에 많은 사고를 할 수 있도록 연구자가 다듬어 제시한 문제를 말하며, 이를 위하여 5일 정도가 소요됨.

4) 첫날 일정(강의)에서는 조별로 문제생성과 재구성 활동이 서로 관련 없는 예를 제시하여 문제를 제기하고, 학년 및 영역과 문제 수도 제한하지 않았으나, 예비교사인 연구 대상자들은 현직교사가 된 후 교육과정의 특정 영역과 내용에 맞는 문제를 제기하고 학생들의 문제제기 활동을 평가할 수 있어야 하므로, 본격적으로 연구가 수행된 두 번째 일정에서는 학년과 영역을 제한하여 정하였음.

<표 III-2> 개발된 언어·도형 문제 조건

	언어 조건	도형 조건		언어 조건	도형 조건
문제제기 활동 1	<울타리> • 벽에 직사각형의 울타리를 설치함. • 울타리의 길이는 35 cm. • 넓이는 143 cm². • 가로의 길이>세로의 길이. 중학교 3학년 문자와 식 또는 함수 영역	<연날리기>  중학교 3학년 기하 영역	문제제기 활동 2	<공연티켓> • 공연장의 좌석은 총 150석. • 1인당 공연비는 10만원. • 150석이 채워지지 않으면, 채워지지 않은 좌석당 1인이 2000원의 추가비용을 내야 함. • 총 수익=인원 수 X 1인당 공연비 중학교 3학년 문자와 식 또는 함수 영역	<선물상자>  중학교 3학년 기하 영역

두 번째 일정에 해당하는 문제제기 활동1에 대해 좀 더 상세히 살펴보면 다음과 같다. 문제제기 활동1은 1시간 40분에 걸쳐 진행되었으며, 예비교사들에게 20분 동안 주어진 언어 조건으로부터 2문제를 생성하고, 그 중에 더 잘 만들었다고 판단되는 문제를 하나 선정하여 10분 동안 해결한 후, 이 문제를 20분 동안 재구성하도록 하였다. 마찬가지로 도형 조건도 동일한 방법으로 진행하였다. 이 활동은 연구 대상자가 스스로 문제 생성, 해결, 재구성을 해 보는 것으로 자유롭고 다양한 사고를 할 수 있으나, 연구 대상자가 스스로 생성한 문제는 주어진 학년 및 영역에 맞지 않거나 해결하기에 조건이 부족하거나 완전한 문제가 아닐 수 있다. 이러한 문제는 그 해결 자체에도 결함이 있을 수 있음은 물론 그러한 불완전한(미완성된) 문제를 대상으로 하는 문제재구성 활동은 유의미하다고 보기 어렵다.

이러한 이유에서, 본 연구에서는 세 번째 일정을 통하여 예비교사들이 생성한 문제들을 수합하여 이 중에 빈번히 생성된 문제를 선정하고 연구자가 다듬어 온전한 문제('가장 많이 생성된 문제')를 제시하는 문제제기 활동2를 전개하였으며, 이는 예비교사들로 하여금 보다 의미 있는 재구성 활동을 경험하도록 하기 위함이다. 이때, 연구자는 주어진 언어 조건으로부터 생성된 총 66개의 문제(연구 대상자 33명X2문제) 중 빈번히 생성된 문제를 선정하여 다듬는 과정을 거쳤다. 마찬가지로 도형 조건에서도 동일한 방법으로 '가장 많이 생성된 문제'를 제시하였다. 이를 위하여 <표 Ⅲ-3>에서와 같이 Stickles(2006)의 연구에 근거하여 문제 유형을 '단순화된 문제', '동형 문제', 그리고 '확장된 문제'로 구분하였으며, 이 선정 과정과 그 예는 다음 2절에 제시하였다.

<표 III-3> Stickles(2006)에 근거한 문제 유형

Stickles(2006)의 생성된 문제의 분류 구조			문제 유형
분류 구조	특징		
충분한 정보	생성된 문제를 해결할 수 있는 충분한 정보를 포함함.	⇒	단순화된 문제
수학적 구조	문제의 잠재적인 구조를 언급함. 가령, 일차방정식의 체계.		
목표의 유형	제약은 변하지 않고 목표(일반적, 특정한)생성에 초점을 둠.	⇒	동형 문제
초기 조건 제약-조작	초기에 주어진 조건을 변경함.	⇒	확장된 문제
내제된 가정 제약-조작	잠재적인 가정을 변경함.		
추가된 정보	원래 문제에 정보를 추가함.		

네 번째 일정은 문제제기 활동2의 생성활동 후에 각 조건별로 (연구자가 다듬어 제시한) '가장 많이 생성된 문제'를 10분 동안 해결한 후, 20분간 재구성하게 하게 하였다. 다섯 번째 일정은 예비교사들에게 한 시간 동안 설문지를 작성하게 하는 것으로, 이에 관해서는 다음 3절에 제시하였다.

2. ‘가장 많이 생성된 문제’ 유형

앞서 언급한 바와 같이, ‘가장 많이 생성된 문제’는 문제제기 활동2의 과정에서 연구자에 의해 다듬어진 문항을 뜻하는 것으로, 문제제기 활동2의 주어진 조건(언어, 도형)에서 각각 생성된 총 66개 문제의 1차 분석 결과는 <표 Ⅲ-4>과 같다. 우선, ‘언어’ 조건에서는 중학교 1학년에 해당하는 문제가 23문제, 중2는 6문제, 중3은 23문제, 고1은 6문제, 고2는 1문제, 문제오류는 7문제가 생성되었으며, ‘도형’ 조건에서는 중1에 해당하는 문제가 8문제, 중2는 1문제, 중3은 48문제, 고1은 1문제, 고2는 1문제, 문제오류는 7문제가 생성되었다. 여기서 문제오류는 문제를 해결하기에 충분한 조건이 없거나 해결 과정에서 답이 주어진 조건에 맞지 않는 경우를 뜻한다.

<표 Ⅲ-4> 언어, 도형 조건에서 생성된 문제의 1차 분석 결과

	언어 조건		도형 조건	
학년	해당 영역(내용)	개수	해당 영역(내용)	개수
수학/중1	식의 값	12	점, 직선, 평면 사이의 위치관계	1
			입체도형의 겉넓이와 부피(기둥)	5
	일차방정식(해 찾기)	11	입체도형의 겉넓이와 부피(구)	2
	합계	23	합계	8
수학/중2	연립일차방정식(해 찾기)	1	닮은 도형의 성질 활용(부피 비)	1
	일차부등식	4		
	일차함수(식 세우기)	1		
	합계	6	합계	1
수학/중3	**이차방정식(해 찾기)**	**11**	피타고라스 정리(직사각형의 대각선)	6
			피타고라스 정리(삼각형의 넓이)	4
	이차함수(이차함수의 의미)	1	피타고라스 정리(등변사다리꼴의 넓이)	1
			피타고라스 정리(직육면체의 대각선)	**21**
	이차함수(식 세우기)	1	피타고라스 정리(뿔의 높이)	2
			피타고라스 정리(최단거리)	1
	이차함수의 그래프의 성질(최댓값)	10	삼각비(삼각비의 뜻)	3
			삼각비(삼각비의 값)	10
	합계	23	합계	48
수Ⅰ/고1	여러 가지 부등식(이차부등식)	6	·	
	합계	6	·	
수Ⅱ/고1	·		절대부등식	1
	·		합계	1
미적분Ⅰ/고2	도함수의 활용	1	도함수의 활용	1
	합계	1	합계	1
문제오류		7	문제오류	7
합계		7	합계	7
총 합계		66	총 합계	66

본 연구에서는 주어진 조건을 이용하여 해당 학년과 영역에 맞게 문제를 생성해야 하므로, ‘언어’ 조건에서는 중학교 3학년의 문자와 식 또는 함수 영역에 해당하는 23문제 중 가장 많은 유형인 이차방정식의 해를 찾는 것에 관한 11개의 문항을 대상으로 2차 분석을 하였다. 이때, 앞 장에서 이미 언급한 바와 같이 2차 분석에는 <표 Ⅲ-3>과 같이 Stickles(2006)의 분석틀을 재구성하여 사용하였다. 여기서, 단순화된 문제는 주어진 이차방정식의 해를 구하는 문제이고, 동형 문제는 주어진 조건을 수용하여 채워진 좌석 수(공연을 보러온 인원수) 또는 빈 좌석 수(보러오지 않은 인원수)를 구하는 문제이며, 확장된 문제는 주어진 조건을 변경하거나 정보를 추가하여 채워진 좌석 수 또는 빈 좌석 수를 구하는 문제를 뜻하는데, 2차 분석 결과 총 11문제 중 단순화된 문제가 0개, 동형 문제가 7개, 확장된 문제가 4개 생성되었다. 마찬가지로, ‘도형’ 조건에서 중학교 3학년의 기하 영역에 해당하

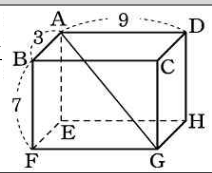
는 48문제 중 가장 많은 유형인 직육면체의 대각선을 구하는 것에 관한 21개 문제를 대상으로 2차 분석하였다. 이때 단순화된 문제는 직육면체의 대각선의 길이를 구하는 문제이고, 동형 문제는 주어진 조건을 수용하여 상자의 대각선의 길이를 구하는 문제이며, 확장된 문제는 상자에 넣을 수 있는 막대의 최대 길이를 구하거나 새로운 정보(상자에 공을 넣음, 상자 2개를 붙임 등)를 추가한 문제를 뜻하는데, 2차 분석 결과 총 21문제 중 단순화된 문제가 9개, 동형 문제는 5개, 확장된 문제는 7개가 생성되었다. <표 Ⅲ-5 참조>

<표 Ⅲ-5> 언어, 도형 조건에서 생성된 문제의 2차 분석 결과

언어 조건		도형 조건	
이차방정식(해 찾기) 문제의 유형	개수	피타고라스 정리(직육면체의 대각선) 문제의 유형	개수
단순화된 문제	0	**단순화된 문제**	**9**
동형 문제	**7**	동형 문제	5
확장된 문제	4	확장된 문제	7
합계	11	합계	21

이에 본 연구자는 언어 조건에서 생성된 가장 많은 유형인 동형 문제의 특징을 살려, 보다 친숙한 '러브 액츄얼리'라는 연극 소재를 수반하며, 최대 수익인 2000만원을 제시함으로써 후에 이뤄질 재구성 활동에서 다양한 사고(이차함수의 최댓값을 구하는 등)를 할 수 있도록 하였다. 또한, 도형 조건에서 생성된 가장 많은 유형인 단순화된 문제를 다듬어 가로와 세로의 길이, 높이가 모두 다른 직육면체를 제시함으로써 좀 더 다양한 사고를 할 수 있도록 하였고, 대각선이라는 용어를 문제에 포함시켜 물음의 의도를 확실하게 보이고자 하였다. <표 Ⅲ-6 참조>

<표 Ⅲ-6> '가장 많이 생성된 문제'

언어 조건	도형 조건
광주 유·스퀘어 문화관에서 '러브 액츄얼리' 공연을 한다. 이 공연장의 좌석은 총 150석이고, 1인의 공연 관람비용은 10만원이다. 그런데 만약 채워진 좌석이 150개 미만이면, 1인의 관람비용은 채워지지 않은 좌석 수당 2천원의 추가비용이 부과된다. 4월 5일 공연의 총 수익이 2000만원일 때, 이날 공연을 보러 온 관객의 수는 몇 명인가?	오른쪽 그림은 세 모서리의 길이가 각각 9, 3, 7과 같은 직육면체이다. 이때, 대각선 $\overline{AG}$의 길이를 구하여라. 

3. 설문 내용

본 연구에서는 설문 영역을 크게 문제생성과 문제재구성, 그리고 문제제기 활동1과 문제제기 활동2로 구분하고, 이에 관한 각각의 설문 내용을 <표 Ⅲ-7>에서와 같이 문제제기 관련 활동의 수월성, 문제제기 관련 활동의 흥미 정도, 인지적 측면에서의 활동 의미, 정의적 측면에서의 활동 의미, 문제제기의 장단점, 수업에의 문제제기 활동의 적용, 평가에의 문제제기 활동의 적용으로 구성하였다.

<표 Ⅲ-7> 설문 영역 및 내용[5]

영역 / 설문 내용	문제제기	
	문제생성 & 문제재구성	활동1 & 활동2
활동의 수월성	1번 문항	9번 문항
활동의 흥미 정도	2번 문항	10번 문항
인지적 측면에서의 활동 의미	3, 4번 문항	<생략-1>

정의적 측면에서의 활동 의미	5, 6번 문항	
문제제기의 장·단점	<생략-2>	11번 문항
수업에의 문제제기 활동의 적용	7, 7-1번 문항	12, 12-1번 문항
평가에의 문제제기 활동의 적용	8, 8-1번 문항	<생략-3>

이러한 설문 내용의 구성은 서론에서 나타난 바와 같이, 문제제기 관련 활동(문제생성, 문제재구성, 문제제기 활동1, 문제제기 활동2)의 교육적 효율성을 탐색하고자 하는 본 연구의 목적에 의해 선정하였다. 즉, 문제제기 관련 활동의 인지적·정의적 측면에서의 효과와 장단점을 살펴봄으로써, 이를 수학 수업 상황과 평가 상황에서 교육적으로 적용할 수 있는지에 관하여 탐색하고자 설문 내용을 인지적·정의적 측면에서의 활동 의미, 문제제기의 장단점, 그리고 수업 및 평가에의 문제제기 활동의 적용으로 선정하였다. 또한, 문제제기 관련 활동 중 어떤 활동이 연구 대상자들에게 쉬운지 어려운지 또는 재밌는지 재미없는지를 알아보는 것은 교수·학습 상황에서 우선적으로 고려해야 할 부분이므로 문제제기 관련 활동의 난이도와 흥미 정도를 설문 내용에 포함하였다.

그리고 설문 내용 및 영역에 관한 문항을 살펴보면, 문제제기 관련 활동의 수월성과 흥미 정도에 관한 문항은 1, 2, 9, 10번에 해당하며, 모두 5단계 척도를 사용하였다. 그리고 문제생성과 문제재구성 활동의 인지적 및 정의적 측면에 관한 문항은 3~6번 문항에 해당하는데, 이때 선행연구(김경옥, 류성림, 2009; 김준겸, 임문규, 2001; 이강섭, 황동주, 2007; 이상원, 방승진, 2003; 전미라, 허혜자, 1998; 정성건, 박만구, 2010; Akay & Boz, 2010; English, 1997; Leung & Silver, 1997; Sayed, 2002)의 결과를 토대로 인지적 측면은 '개념이해', '문제 해결력', '사고력(일반화, 분석력)', '창의성'으로 범주화하고, 정의적 측면은 '흥미', '가치인식', '학습동기', '자신감'으로 범주화하였다.[6] 또한, 서술형 문항으로는, 문제제기 활동의 장·단점을 묻는 11번 문항과 수업 및 평가 상황에의 적용과 관련된 7, 8, 12번 문항이 있다. 설문 조사지 내용은 <부록 1>에 제시하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 문제생성과 문제재구성 활동

1) 난이도, 흥미도

설문 문항의 1번, 2번은 문제생성과 재구성 활동의 난이도와 흥미 정도를 살펴보기 위한 것으로, 두 활동의 난이도는 각각 평균 척도 3.33과 3.06으로 생성 활동이 재구성에 비해 다소 어려운 것으로 나타났으나 큰 차이는 없다. 이에 비해 흥미 정도는 각각 평균 척도 3.58과 3.42로 두 활동 모두 거의 유사한 정도로 재미있다는 반응을 보였다. <표 Ⅳ-1 참조>

5) 본문의 <표 Ⅲ-7>에서 <생략-1>의 경우, 문제제기 활동1, 2 모두 생성과 재구성 활동을 포함하고 있으므로 인지적, 정의적 측면에서의 효과가 큰 차이가 없을 것으로 판단되어 묻지 않았으며, <생략-2>의 경우에는 생성과 재구성에 대한 설명은 사전에 이미 강의한 내용으로 충분히 인지하고 있을 것이라 판단되어 생략하였다. 단, 문제제기 활동1, 2는 본 연구에서 개발한 교수·학습 활동으로 연구 대상자들이 두 활동의 의미를 제대로 파악하는 지에 대해 알아보기 위해 장·단점에 대해 서술하도록 하였다. 또, <생략-3>의 경우, 문제제기 활동1, 2는 각각 생성과 재구성 활동을 모두 포함하는 활동이고, 활동1, 2의 절차가 단순하지 않으므로, 평가 상황에서 활용상의 차이를 묻는 것은 예비교사들에게 다소 어렵고 난해할 것으로 예상하여 생략함.

6) 이때, 인지적 측면에서 흔히 제안되는 학업 성취도는 본 연구 대상자가 예비교사임을 감안하여 제외하였으며, 사고력은 그 의미가 매우 포괄적이므로 설문 대상자들의 혼란스러움을 줄이기 위하여 사고력의 요소를 일반화와 분석력으로 제한하고, 설문 조사 당시 이에 관해 연구자가 간략히 설명하였음.

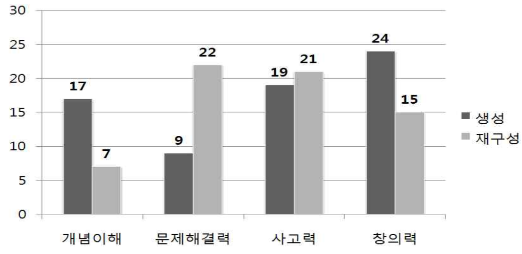
<표 Ⅳ-1> 문제제기 활동의 난이도 및 흥미도

	난이도 (평균 척도)	흥미도 (평균 척도)
생성	**3.33**	**3.58**
재구성	3.06	3.42

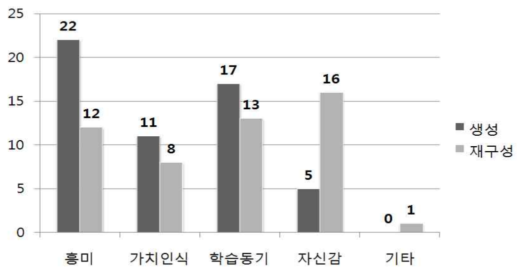
2) 인지적·정의적 효과

중복 응답이 가능한 3번과 4번 문항은 각각 문제생성과 재구성 활동의 인지적 효과를 알아보기 위한 것으로, 실제 문제생성 활동을 해 봄으로써 창의력 신장에 도움이 된다고 답한 응답자는 24명(34.78%), 사고력 향상에 도움이 된다고 답한 응답자는 19명(27.54%), 개념을 이해하는데 도움이 된다고 답한 응답자는 17명(24.64%), 문제 해결력을 길러준다고 답한 응답자는 9명(13.04%) 순으로 나타났다. 마찬가지로, 문제재구성 활동은 문제 해결력이 22명(33.84%), 사고력이 21명(32.31%), 창의력이 15명(23.08%), 개념이해가 7명(10.77%) 순으로 효과가 있는 것으로 나타났다. <그림 Ⅳ-1 참조> 결과적으로, 생성 활동은 창의력 신장에 영향을 미치고, 재구성 활동은 문제 해결력의 향상에 도움을 주는 것으로 볼 수 있다. 또, 두 활동은 모두 두 번째로 사고력(일반화, 분석력) 증진에 효과가 있다고 하였는데, 이는 예비교사들에게 있어서 문제제기 활동은 수학교육에서 가장 중요시 여겨지는 사고력 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 간주하고 있음을 알 수 있다. 한편 개념이해와 문제 해결력에서 두 활동은 상반된 결과가 나타났는데, 이 결과는 개념이해를 돕는 데는 생성활동이 효과적이며, 문제 해결력을 신장하는 데는 재구성이 효과적임을 알 수 있다.

또한, 중복 응답이 가능한 5번과 6번 문항은 각각 문제생성과 재구성 활동의 정의적 효과를 살펴보기 위한 것으로, 생성 활동을 함으로써 흥미가 생긴다고 답한 응답자가 22명(40%), 학습에 대한 동기를 유발한다고 답한 응답자가 17명(30.91%), 수학에 대한 가치를 인식할 수 있다고 답한 응답자가 11명(20%), 그리고 자신감을 길러준다고 답한 응답자가 5명(9.09%) 순으로 나타났다. 마찬가지로, 재구성 활동은 자신감이 16명(32%), 학습동기가 13명(26%), 흥미가 12명(24%), 가치인식이 8명(16%), 그리고 기타-모방이 1명(2%) 순으로 길러진다고 하였다. <그림 Ⅳ-2 참조> 결과적으로, 문제를 생성해 봄으로써 수학에 대한 많은 흥미를 갖게 되고, 문제를 재구성하는 활동을 통해 자신감 향상에 도움이 됨을 알 수 있다. 또한, 예비교사들은 정의적 영역의 효과에 대해 두 활동은 모두 두 번째 순위로 학습 동기를 부여하는데 긍정적 영향을 미친다고 생각하는 것으로 나타났다. 한편, 흥미와 자신감에서 생성과 재구성 활동은 상반된 결과를 보였는데, 이는 생성활동이 재구성 활동에 비해 어렵기 때문인 것으로 판단된다.



[그림 Ⅳ-1] 3, 4번 문항의 응답자 수



[그림 Ⅳ-2] 5, 6번 문항의 응답자 수

3) 수업 및 평가 상황에의 적용

설문 7번 문항은 문제생성과 재구성 활동 중 어떤 활동이 실제 수업 상황에서 더 효과가 있는지에 대한 예비교사들의 의견을 알아보기 위한 것으로, 수업 상황에서는 생성 활동이 더 효과적이라는 응답자가 18명(54.6%), 재구성 활동이 더 효과적이라는 응답자가 14명(42.42%)으로 나타났으며, 한 응답자는 생성과 재구성 두 가지를 동시에 답하였다. <표 Ⅳ-2 참조> 18명의 예비교사들은 수업 상황에서 재구성보다 생성 활동이 더 효과적이라고 하였는데 그렇게 답한 이유를 정리해 보면 다음과 같다. 첫째로 생성 활동은 학생들이 자유롭게 자신의 수준에 맞는 문제를 만들 수 있으므로 학업 성취 수준이 다른 많은 학생들이 참여할 수 있으며, 둘째로 생성을 해봄으로써 학생들은 수학에 흥미가 생기고, 학습동기를 유발하며, 수학의 가치를 인식할 수 있다고 하였다. 세 번째는 문제생성을 할 때에는 해당하는 영역(단원)의 전체적인 개념 구조를 이해하고 있어야 하는데, 이러한 개념이해는 문제해결에 필수적 요소이므로 개념이해와 문제해결을 모두 다루는 수업 상황에서 더 활용이 가능하다고 하였다. 반면에 14명의 예비교사들은 재구성 활동이 더 효과적이라고 하였는데, 그 이유를 종합해 보면 다음과 같다. 첫째로 문제를 재구성함으로써 문제 해결력이 향상되고 습득한 지식을 점검할 수 있고, 둘째로 전체적인 개념을 충분히 인지해야 문제를 만들 수 있는 생성활동보다 특정한 문제를 재구성하는 활동이 더 수월하며, 셋째로 특정 영역에 해당하는 성취기준 또는 개념을 이해하는데 재구성 활동이 더 효과적이기 때문이라고 하였다.

<표 Ⅳ-2> 수업 및 평가 상황에서의 응답 현황

	생성(%)	재구성(%)
수업 상황	**18/33 (54.6)**	14/33 (42.4)
평가 상황	14/33 (42.4)	**19/33 (57.6)**

문제생성 활동을 선호한 예비교사들 중, 한 명은 생성 활동은 전체적인 개념을 가지고 더 폭넓은 영역에서 사고할 수 있다고 다음과 같이 서술하였다.

> 재구성은 단지 (주어진) 문제 안에서 생각하는 것이다. … 학생은 이 활동으로 단지 그 개념에 대해서만 확실히 알 수 있을 것 같다는 생각이 든다. (반면) 문제생성을 할 때에는 그 단원에서의 개념들을 하나하나 떠올려보며 어떤 개념을 문제로 만들기에 적합한지 생각해 볼 수도 있고, 또한 그 개념으로 문제를 생성하기 위해서는 어떤 조건을 주고 무엇을 물어봐야 할지도 더 폭넓은 영역에서 생각해 볼 수 있을 것이다. (그러므로) 재구성보다는 생성 시 더 여러 방면으로 문제를 생각해 볼 수 있고 그 개념들을 스스로 조합하여 새로운 문제를 만드는 과정에서 더 복잡한 사고를 하며 많은 생각을 할 수 있을 것이라고 본다.

반면, 문제재구성을 선호한 예비교사들 중, 한 명은 문제해결 방법 및 문제 해결력의 향상을 장점으로 내세우며 다음과 같이 서술하였다.

> 수학수업 상황에서 개념이나 새로운 것들을 배우는 학생들에게 문제생성은 조금 어려울 수도 있다는 생각이 들고, 주어진 문제로부터 새로운 문제를 만드는 문제재구성이 더 적합하다고 생각한다. 문제재구성을 하기 위해 기존 문제를 정확히 이해하고 해결하여야 하고 문제재구성을 통해 새로운 방법으로 문제를 해결하는 방법도 알아갈 수 있다는 생각이 들어서 문제재구성이 더 효과가 있을 것이라 생각한다.

한편, 문제생성과 재구성 활동 중 어떤 활동이 실제 평가 상황에서 더 효과가 있는지에 대한 8번 문항에 대한 예비교사들의 의견 결과, 생성 활동이 더 효과적이라고 응답한 경우는 14명(42.4%), 재구성 활동이 더 효과적

이라는 응답한 경우는 19명(57.6%)으로 평가 상황에서는 생성에 비해 재구성이 좀 더 효과적인 활동으로 나타났다. <표 Ⅳ-2 참조> 14명의 예비교사들은 평가 상황에서 생성 활동이 더 효과적이라 답하였는데, 그 이유를 종합해 보면 다음과 같다. 첫째로 문제를 생성하기 위해서는 해당 단원의 개념을 전반적으로 이해하고 있어야 하므로 학습자의 개념이해 정도를 평가할 수 있으며, 둘째로 문제생성은 문제 조건으로부터 문제를 만드는 활동이므로 학습자의 창의력과 사고력에 대해 파악할 수 있기 때문이라고 답하였다. 반면 19명의 예비교사들은 재구성 활동이 생성 활동에 비해 더 효과적이라 하였는데 그 이유는 우선, 다양한 답이 존재할 수 있는 생성 활동에 비해 해당하는 문제를 재구성하는 활동이 보다 수월하게 채점할 수 있고, 둘째로 문제를 해결하기 위해서나 문제를 해결한 후 재구성해 봄으로써 학생들의 문제 해결력을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 해당 문제와 관련된 특정한 개념의 이해 정도를 파악할 수 있기 때문인 것으로 나타났다.

생성 활동을 선호한 예비교사들 중, 한 명은 평가 상황에서는 단원 전체의 개념을 얼마나 잘 이해하고 있는지를 평가해야 하므로 문제생성이 더 효과적이라고 하며 다음과 같이 서술하였다.

> … 재구성 상황에서는 그 문제 속의 개념만을 가지고 문제를 만들려고 하므로 다른 개념들을 생각할 여지가 별로 없다. 평가의 목적은 학생이 배운 그 단원의 개념을 얼마나 잘 이해하고 있느냐 인데, 재구성에서 교사가 주는 문제를 얼마나 잘 풀었느냐는 평가의 기준이 되겠지만 그 문제를 재구성할 때 문제를 얼마나 잘 바꿨느냐는 기준이 되기에 애매할 것 같다. 교사는 평가 시 만들어진 문제를 보고 그 문제에 어떤 개념이 쓰였는지 학생이 이 개념에 대해 이해하고 있는지를 알 수 있을 것이며, 적당한 기준(예를 들면, 이차방정식에서 이차방정식을 한 개 이상 생성하라)을 정해놓는다면 그에 맞춰 채점해 평가할 수 있을 것이다.

반면에 재구성 활동을 선호한 예비교사들 중, 한 명은 수학 평가를 교사가 수업을 한 후 학생들의 개념이해의 정도를 파악하는 상황으로 정의하며, 다음과 같이 서술하였다.

> 수학평가 상황은 교사가 학생들에게 필요한 수학적 개념을 이해시킨 후 그 결과를 통해 학생들의 이해 정도를 알 수 있고, 앞으로 수업을 어떻게 보완 진행해 나가야 할지를 파악할 수 있는 상황이다. 따라서 … 개념에 관련된 문제를 먼저 제시한 후 그 문제를 학생 스스로 아는 범위 내에서 확장 또는 단순화 해 보는 활동을 통해 학생 입장에서도 자신의 실력을 확인할 수 있고 교사 입장에서도 재구성 활동을 통해 학생들이 어느 정도 이해했는지 그 정도를 파악하여 다음 수업을 진행하는데 도움을 받을 수 있다고 생각한다.

2. 문제제기 활동1과 문제제기 활동2

본 연구에서 마련한 문제제기 활동 1, 2는 동일한 조건에서 생성과 재구성을 연속하여 경험해 보는 활동으로, 문제제기 활동1은 주어진 조건에 맞게 문제를 생성한 후 스스로 생성한 문제를 대상으로 재구성을 해 보는 것이고, 문제제기 활동2는 스스로 문제를 생성한 후 '가장 많이 생성된 문제'를 대상으로 재구성해 보는 활동이다. 이 절에서는 이 두 활동의 난이도, 흥미도, 장·단점, 그리고 수학 수업에의 적용에 대한 설문 응답 결과를 살펴보고자 한다.

1) 난이도, 흥미도

예비교사들이 실제로 문제제기 활동 1, 2를 해 봄으로써 느낀 난이도는 해당 문항 결과에서 각각 평균 척도 3.24, 2.94로, 문제제기 활동1이 문제제기 활동2에 비해 다소 어려운 것으로 나타났으며, 두 활동에 대한 흥미도는 각각 3.70, 3.36으로 문제제기 활동1이 좀 더 재미있는 것으로 나타났다. 이는 문제제기 활동1에서는 문제생성, 해결, 재구성과 같은 모든 활동을 스스로 수행하는 과정에서 어려움을 느끼는 반면, 자유롭게 다양한 사고를

가능케 하는 점도 있으므로 문제를 제시해 주는 문제제기 활동2의 제한적인 상황에 비해 상대적으로 재미있게 느낀 것으로 판단된다. <표 Ⅳ-3 참조>

<표 Ⅳ-3> 문제제기 활동1, 2의 난이도, 흥미도

	난이도 (평균 척도)	흥미도 (평균 척도)
문제제기 활동1	3.24	3.70
문제제기 활동2	2.94	3.36

2) 장·단점

본 연구에서 고안한 문제제기 활동 1, 2의 차이와 그 의미를 잘 이해했는지를 알아보기 위하여, 이 두 활동의 장·단점을 다룬 11번 서술형 유형의 설문 응답 결과를 종합하여 정리하면 다음과 같다. 문제제기 활동1의 장점으로, 학생들은 자신이 생성한 문제들 중 하나를 직접 선택하여 그 문제를 해결하고 재구성해 봄으로써 흥미와 자신감이 생기고, 스스로 주어진 조건으로부터 문제를 만들고 문제를 해결했던 경험을 토대로 재구성을 할 수 있어 폭 넓은 사고를 할 수 있으며, 문제를 해결하는 과정에서 자신이 생성한 문제의 오류를 발견하고 수정할 수 있다고 하였다. 반면, 문제제기 활동1의 단점으로, 모든 과정을 혼자 해야 하기 때문에 학업 성취 수준이 낮은 학생들에게 어려울 수 있고, 자신의 생각을 적절히 반성할 기회가 적은 편이라고 하였다. 또, 생성과 재구성의 두 활동을 연이어 하기 때문에 시간이 오래 걸리고, 문제를 재구성할 때 생성에서 크게 벗어나지 않는 유사한 사고를 하게 되어 재구성 활동 결과가 제한적일 수 있으며, 학생이 생성한 문제가 옳은지 그른지를 깨닫지 못한다면 유의미하지 못한 재구성 활동이 될 가능성이 있다고 하였다.

한편, 문제제기 활동2의 장점으로 학생들이 생성한 문제를 수집하여 '가장 많이 생성된 문제'를 제시함으로써 제각각 학업 성취 수준이 다른 학생들이 참여할 수 있고, 상대방의 보편적인 사고 성향에 대해 알 수 있어서 자신의 것과 비교하고 반성할 수 있다고 하였다. 또한 연구자가 연구 대상자들에 의해 빈번히 생성된 문제를 다듬어 보다 옳은 문제를 제시하게 되므로, 이러한 문제를 이용하여 수행되는 재구성 활동이 학생들에게 좀 더 유의미한 활동이 될 수 있다고 하였다. 그러나 문제제기 활동2에 다양한 성취 수준의 학생들이 참여할 수 있을지라도, 주어진 문제의 난이도 및 유형에 따라 흥미와 학습동기에 영향을 미칠 수 있고, 자신이 생성한 문제에 대한 오류를 찾을 기회가 적으므로 문제를 선정하는 데에 보다 많은 시간이 소요되는 점이 있다고 하였다. 또 문제제기 활동2의 경우, 학생들은 주어진 문제에만 의존하여 문제를 재구성하기 때문에 문제제기 활동1에 비해 단순하게 조건을 변경하거나 문제를 모방하는 등 제한적인 사고를 하게 될 가능성이 있다고 하였다.

이와 관련하여 한 예비교사는 반성적 사고에 대한 측면에서 문제제기 활동 1, 2의 장·단점을 다음과 같이 말하였다.

> 문제제기 1번 활동은 자신이 생성한 문제에 대한 재구성을 하는 것이므로 재구성 단계에서 생성단계에서 자신이 저질렀던 오류나 잘못된 개념을 자신이 직접 바로 잡을 수 있다는 면에서 좋을 것 같다. 하지만 자신이 생성단계에서 저질렀던 오류나 실수가 잘못된 것인지 깨닫지 못하면 재구성단계에서도 똑같은 실수를 반복하게 될 수도 있을 것 같다.
> 문제제기 2번은 다른 사람들의 생각이 반영된 문제를 가지고 하기 때문에 자기 스스로 제기한 문제를 재구성하는 단계에서는 깨닫지 못했을 오류를 바로 잡을 수 있고, 자기가 생성한 문제와 비교해 봄으로써 반성을 할 수도 있을 것 같다. 그렇지만 만약 자기가 생성했던 문제들과는 많이 다른 유형의 문제가 제기된다면 자기가 생성했던 문제에 대한 피드백 효과가 떨어질 것 같다.

또, 다른 예비교사는 수학적 의사소통의 측면에서의 두 활동의 장·단점을 서술하였다.

문제제기 1번 활동에서 (학생들은) 스스로 제기된 문제를 재구성함으로써 그 개념에 대해 되짚어 봄으로써 잘 이해할 수 있고 그에 따라 해결력도 길러질 것이다. (그러나) 본인이 제기한 문제만 하게 되면 다른 의견을 듣지 못해 사고의 폭이 좁아질 수도 있고, 잘못된 개념을 가지고 있다면 피드백이 힘들 것이다.
2번에서는 주어진 문제를 재구성하면서 자신이 미쳐보지 못했던 여러 수학적 관점에 대해 공유하게 되면서 사고력이 신장되고 그에 따라 더 좋은 문제를 재구성할 수 있다. (그러나) 주어진 문제가 너무 흔한 문제일 경우 학생들에게 많은 도움이 되지 못할 것이다. 그리고 자신이 생각한 것 외에 외부의 문제가 들어와서 문제의 틀에 갇혀 재구성이 풍부해지지 못할 것이다.

3) 수업 상황에의 적용

설문 12번 문항은 개념이해와 문제해결을 모두 다루는 수학 수업 상황에서 문제제기 활동 1과 2 중 어떤 문제제기 활동이 더 효과적인지를 알아보기 위한 것으로, 문제제기 활동1이 더 효과적이라 답한 응답자는 33명 중에 14명(42.4%)이고, 문제제기 활동2가 더 효과적이라고 답한 응답자는 19명(57.6%)이었다. 이는 문제제기 활동2에서는 학생들이 생성한 문제를 분석하여 '가장 많이 생성된 문제'를 제시하여 이를 해결해 보도록 함으로써 문제제기 활동1에 비해 학생들이 문제해결에서의 잘못된 결과를 범할 확률이 적으며, 다른 학생들의 사고를 자신의 생각과 비교하고 반성할 수 있기 때문에 보다 효율적인 수업 활동으로서의 적용이 가능할 것으로 판단된다.

Ⅴ. 결론 및 시사

앞 장의 연구 결과로부터 도출된 결론 및 시사점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 수행한 문제생성과 재구성 활동 결과에 대한 인지적 측면의 경우, 두 활동이 모두 비슷한 반응을 보인 사고력과 창의력 부문과는 달리 개념이해와 문제 해결력 부문에서는 결과가 상반되게 나타났는데, 이는 문제생성은 개념을 이해하는데 보다 나은 효과가 있고, 문제재구성은 문제 해결력의 향상에 보다 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 그렇다면 학습동기를 유발하기 위해 보다 친숙한 소재를 이용한 문제의 생성을 통해 해당 단원의 내용(개념)을 전달하고, 개념 강화를 위한 문제해결 활동은 유사하거나 혹은 응용된, 즉 한 마디로 '재구성된' 문제를 통해 이뤄나가면 좋을 것이다. 다만, 이때 교사가 재구성된 문제를 제시할 것인지 아니면 학습자 스스로 문제를 재구성하여 해결할 것인지에 관한 문제가 대두되는데, 본 연구 결과에서 나타난 바와 같이 학습자 스스로 문제를 재구성하는 활동이 보다 바람직한 측면도 있지만, 재구성된 문제의 옳고 그름의 판단 여부, 수업 상황에 따라 재구성하는데 걸리는 시간, 또는 학습자의 다양한 학업 성취 수준에 따른 각기 다른 수준의 문제 제기 등의 문제가 발생할 것이므로 이를 교사가 어떻게 조정하여 운영할 것인지에 관한 현명한 판단과 지도가 요구된다.

둘째, 본 연구에서 수행한 문제생성과 재구성 활동 결과에 대한 정의적 측면의 경우, 문제의 조건만을 이용하여 문제를 스스로 만들어 보는 생성 활동은 기존에 예비교사들이 흔히 경험해 보지 못한 활동으로 생각되며, 이에 따라 주어진 문제를 푸는 데에 익숙한 이들에게 스스로 문제를 만들어 본다는 경험이 수학에 대한 흥미 내지 긍정적 호기심을 갖게 해 준 것으로 판단된다. 한편 문제재구성 활동은 문제생성 후에 하는 경험으로, 생성 활동을 통해 어느 정도 문제제기 활동에 조금은 친숙해 진 예비교사들로 하여금 자신감을 갖게 하는데 긍정적 영향을 미친 것으로 보인다. 반면, 문제생성의 경우 자신감이 가장 낮은 것으로 나타났는데, 이는 (상대적으로 문제를 재구성하는 것보다) 문제를 직접 만들어 보는 활동의 어려움을 뜻하는 것으로도 볼 수 있다. 이와 더불어 문제생성과 재구성 모두 학습 동기 유발에도 긍정적 효과를 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때, 문제제기는 학습자의 내적 동기를 유발시키는데 도움이 될 수 있는 활동으로 간주할 수 있는데, 이는 이전에 내적 동기를 경험해 보지 못한 학습자가 문제생성에 관한 과제를 수행함으로써 흥미와 호기심을 갖게 되고, 생성 후 재구성을 해 봄으로써 자신감을 갖게 되면서 수학에 대한 내적 동기가 유발될 수 있기 때문이다.

이로써, (물론 학습자의 학업 성취 정도, 학년급 등에 따라 충분히 달라질 수 있겠지만) 교사와 학습자 입장 모두, 수학 수업 상황에서 문제생성 활동을 간단히 경험한 후에 문제재구성 활동에 임하는 것이 문제제기 활동을 효율적이고 성공적으로 이끄는 길일 것으로 판단된다.

셋째, 수학 수업 상황에서는 문제생성 활동이 재구성 활동보다 좀 더 효과적이라는 결과가 나왔지만 큰 차이가 나타나지 않았으므로(각각 54.55%, 42.42%), 두 활동 모두 수업에 적용하는데 큰 선호도나 문제점을 가지는 것으로 특징짓기는 어려울 듯하다. 예비교사들의 응답으로부터 문제생성은 다양한 내용 영역에서 가능하므로, 여러 학습 성취 수준을 수반하는 일반 수학 수업에서 많은 학생들이 참여할 수 있는 반면, 전반적인 선행 지식에 관한 폭넓은 포괄적인 이해가 요구되기 때문에 개념을 도입하는 단계에서는 학생들이 스스로 문제를 생성하는데 어려움을 겪을 수도 있음을 알 수 있었다. 반면, 문제재구성 활동은 생성 활동에 비해 문제 해결력을 기르는데 보다 도움이 됨을 알 수 있었다. 따라서 수학 수업을 크게 개념을 도입하여 이해하는 단계와 개념을 강화하기 위해 문제해결을 하는 단계로 나누어 볼 때, 문제생성은 개념이해와 밀접한 관련이 있으므로 학생들의 개념이해를 강조하는 수업에서는 생성 활동을 하고, 문제해결과 보다 관련 있는 문제재구성은 문제해결을 강조하는 수업에서 다루면 무난할 것으로 판단된다.

혹자의 경우 문제생성과 재구성을 별개의 활동으로 봐야하는지, 아니면 상호 연계된 활동으로 적용해야 하는지에 대한 의문과 우려가 있을 수 있는데, 본 연구에서와 같이 동일한 문제 상황에서 생성과 재구성이 모두 이뤄질 수 있도록 함은 특정한 개념을 이해한 후 문제를 해결함으로써 그 개념을 강화하고 문제 해결력을 기를 수 있으므로 유의미한 활동이 될 것이다. 결국, 학생들의 개념이해 및 문제해결을 고려하는 일반적인 수학 수업에서 교사는 학생들에게 문제생성과 문제재구성 활동 모두를 경험할 수 있도록 지도함이 바람직할 것이다. 다만, 문제생성과 재구성 활동이 각자 나름대로의 장점을 가지고 있으므로, 수학 수업에서 교사는 학습자의 수준, 가르칠 영역, 진도 등을 고려하여 문제생성이나 문제재구성의 활동을 적절한 시기에 알맞게 적용함으로써 학습자의 인지적·정의적 성취의 함양을 돕는다면 학교 수학교육에 일말의 보탬이 될 수 있을 것이다.

넷째, 수학 평가 상황에서는 문제재구성 활동이 효과적이라는 보다 높은 결과가 나왔을지라도, 그 차이가 크지 않으므로(생성과 재구성 각각 42.42%, 57.58%) 학교 수학에서 평가 목적에 따라 문제 생성이나 재구성의 활동 의미 및 특징을 적절히 살려 활용하면 될 것이다. 예비교사들의 응답 결과에 기초하여 판단해 볼 때, 생성 활동은 다양한 문제의 생성과 이에 따른 다양한 답이 존재하게 되므로, 채점 기준 및 채점이 재구성 활동에 비해 상대적으로 수월하지 않을 수 있는 반면, 학습자의 다양한 측면의 사고력을 판단하고 전반적인 개념 이해의 정도를 파악할 수 있는데 보탬이 될 것이다. 반대로, 재구성 활동은 주어진 문제에 관한 (학습자의 수준에 따라 수준별로 다른) 문제들이 제기될 것이므로, 이를 통해 특정의 수학 내용에 대한 학습자의 습득 수준 내지 이해 정도를 파악하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 다만, 수학 평가 상황에서 두 활동은 모두 나름대로의 장점을 가지고 있으므로, 교사는 문제제기 활동을 수업에 대한 평가로서 피드백을 얻기 위하여 수업 시간 전이나 수업 중에 과제로 제시할 것인지, 한 차시의 수업 후 단기 과제로제시할 것인지 등을 판단하여 수학 평가 상황에 적절히 접목시켜야 할 것이다.

다섯째, 본 연구에서 개발한 문제제기 활동 1과 2는 문제생성과 재구성에서 동일한 문제 상황을 사용하여 두 활동의 상호 연계성을 강조한 것으로, 활동 1보다는 활동 2가 수업 상황에의 적용이 보다 수월할 것이라는 결과가 나왔으나(각각 42.4%, 57.6%), 그 차이에 의미를 두기 보다는 두 활동의 장·단점을 감안하여 활용하면 될 것이다. 가령, 문제제기 활동1은 스스로 문제생성과 재구성을 하는 활동으로 자신이 생성한 문제의 오류를 발견할 수 있지만 다른 학생들의 생각을 알 수 없는 단점이 있으므로, 이를 보완하여 문제생성 단계가 끝나면 모둠별로 서로의 문제를 바꾸어 해결해보는 활동을 추가해 볼 수 있다. 또, 문제제기 활동2는 '가장 많이 생성된 문제'를 해결하고 재구성함으로써 다른 학생들의 보편적인 사고와 비교하고 반성할 수 있지만, 스스로 생성한 문제에 대한 활동이 생략되어 자신의 사고 과정에 대하여 반성할 기회가 적으므로 자신이 생성한 문제를 해결해 볼 수

있는 기회를 부여해야 할 것이다. 결국, 학습자는 자신의 문제뿐만 아니라 다른 학생들의 문제를 해결하여 다양한 난이도의 문제를 접하고, 문제해결의 전후 과정을 경험할 수 있을 것이다(Bush & Fiala, 1993).

끝으로, 본 연구의 문제제기 활동 1과 2는 주어진 조건으로부터 문제를 생성하고, 이를 해결한 후 문제를 재구성하는 활동으로 문제를 해결한 후에 얻어진 결과나 방법을 활용할 수 있는 다른 문제를 만드는 (반성 단계에서의) 문제재구성 활동을 수반하였으나, 문제를 해결하기 위하여 이전에 해결했던 경험이 있는 유사한 문제를 떠올리거나 해결하기에 더 쉬운 문제를 생각해 보는 (계획 단계에서의) 문제재구성 과정은 생략하였다. 이는 본 연구의 대상이 예비교사임을 감안하여, 문제 해결을 위한 수단으로서의 문제재구성 활동을 생략해도 충분히 문제를 해결할 것이라 판단하였기 때문이다. 그러나 이러한 문제제기 활동을 중등학교 학생들을 대상으로 적용한다고 상정할 때, 문제생성 후 생성한 문제의 해결이 원만하지 않는 경우가 있을 수 있다. 따라서 생성한 문제를 해결하기에 앞서 유사 문제를 제기하는 재구성 활동 즉, 계획 단계에서의 문제제기를 통해 (처음 생성한) 본래 문제의 해결 방법을 탐색하여 원만히 해결해 보도록 함은 의미 있는 일일 것이다.

참 고 문 헌

김경옥 · 류성림 (2009). 상황제시형 수학 문제 만들기(WQA) 활동이 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향. 학교수학, 11(4), 665-683.

Kim, K. O. & Ryu, S. R. (2009). The effects of the situation-based mathematical problem posing activity on problem solving ability and mathematical attitudes. *School Mathematics*, 11(4), 665-683.

김준겸 · 임문규 (2001). 문제 상황 제시에 따른 문제만들기 활동이 문제해결력에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, 5(1), 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(1), 77-89.

이광우 · 전제철 · 허경철 · 홍원표 · 김문숙 (2009). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 설계 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2009-10-1.

Lee, K. W., Jeon, J. C., Huh, K. C., Hong, W. P. & Kim, M. S. (2009). *Redesigning elementary and secondary school curriculum for developing future koreans' core competences*. Korean Institute for Curriculum and Evaluation RRC 2009-10-1.

이강섭 · 황동주 (2007). 수학 영재학생과 일반학생의 수학 창의성과 문제설정과의 상관 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 46(4), 503-519.

Lee, K. S. & Hwang, D. J. (2007). Correlation between gifted and regular students in mathematical problem posing and mathematical creativity ability. *The Mathematical Education*, 46(4), 503-519.

이상원 · 방승진 (2003). 문제 설정을 통한 문제 해결력 신장 방안 (고등학교중심). 대한수학교육학회 2003년도 제 24회 추계학술대회 논문집, 1, 371-419.

Lee, S. W. & Bang, S. J. (2003). A study on developing problem-solving ability using problem posing activities. *Proceeding of the fall semester conference of 2003 published by The Korea Society of Educational Studies in Mathematics*, 1, 317-419.

이유진 (2013). 학생들의 문제 만들기 활동 결과 구성된 수학 문제 유형 분석. 석사학위논문. 이화여자대학교.

Lee, Y. J. (2013). *An analysis of students' mathematical problem posing*. Master's Dissertation. Ewha Womans University.

전미라・허혜자 (1998). 문제제기 전략을 강조한 수학과 학업 성취도와의 관계분석: 방정식을 중심으로. 대한수학교육학회논문집, 8(2), 709-722.

Jeon, M. R. & Heo, H. J. (1998). A study of the effects of problem posing strategies on mathematics achievement. *Journal of the Korea Society of Educational Studies in Mathematics*, 8(2), 709-722.

전영배・노은환・김대의・강정기 (2013). 의미 분석을 강조한 문제설정 모형 설계하기. 한국학교수학회논문집, 16(2), 383-407.

Jun, Y. B., Roh, E. H., Kim, D. E. & Kang, J. G. (2013). Designing a model of problem posing focusing on the anlaysis of meaning. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 16(2), 383-407.

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.

Akay, H., & Boz, N. (2010). The effect of problem posing oriented analyses-Ⅱ course on the attitude toward mathematics and mathematics self-efficacy of elementary prospective mathematics teachers. *Australian Journal of Teacher Educaion*, 35(1), 59-75.

Brown, S. I., & Walter, M. I. (1990). *The art of problem posing*. 조정수, 김진환 역(2012). 문제제기의 기술. 서울: 경문사.

Bush, W. S. & Fiala, A. (1993). Problem stories: A new twist on problem posing. In: S. I. Brown, & M. I. Walter (Eds.), *Problem posing: Reflections and applications* (pp. 167-173). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Danielson, C. (1997). *A Collection of Performance Tasks & Rubrics: Middle School Mathematics*. Larchmont, NY: Eye On Education.

English, L. D. (1997). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34(3), 183-217.

Leung, S. S., & Silver, E. A. (1997). The role of task format, mathematics knowledge, and creative thinking on the arithmetic problem posing of prospective elementary school teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 9(1), 5-24.

Polya, G. (1957). *How to solve it*. 우정호 역(2002). 어떻게 문제를 풀 것인가?. 서울: 교우사.

Sayed, RAE. El. (2002). Effectiveness of problem posing strategies on prospective mathematics teachers' problem solving performance. *Journal of Science and Mathematics Education in S. E. Asia*, 25(1), 56-69.

Silver, E. A. (1993). A study on the mathematical problem posing. 전평국, 방정숙 역(1995). 수학적 문제설정에 관하여. 과학과수학교육논문집, 16, 215-232.

Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.

Stickles, P. R. (2006). *An analysis of secondary and middle school teachers' mathematical problem posing*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University.

Stoyanova, E. & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. In P. Clarkson (Ed.), *Technology in Mathematics Education* (pp. 518-525). Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.

An Investigation on the Application for Problem Generation and Problem Reformulation by Pre-service Teachers

Kim, Seul Bi
The Graduate School, Ewha Womans University
E-mail : ksbshs@hanmail.net

Hwang, Hye Jeang†
Chosun University
E-mail : sh0502@chosun.ac.kr

Problem posing in school mathematics is generally regarded to make a new problem from contexts, information, and experiences relevant to realistic or mathematical situations. Also, it is to reconstruct a similar or more complicated new problem based on an original problem. The former is called as problem generation and the latter is as problem reformulation.

The purpose of this study was to explore the co-relation between problem generation and problem reformulation, and the educational effectiveness of each problem posing. For this purpose, on the subject of 33 pre-service secondary school teachers, this study developed two types of problem posing activities. The one was executed as the procedures of [problem generation→solving a self-generated problem→reformulation of the problem], and the other was done as the procedures of [problem generation→solving the most often generated problem→reformulation of the problem].

The intent of the former activity was to lead students' maintaining the ability to deal with the problem generation and reformulation for themselves. Furthermore, through the latter one, they were led to have peers' thinking patterns and typical tendency on problem generation and reformulation according to the instructor(the researcher)'s guidance. After these activities, the subject(33 pre-service teachers) was responded in the survey. The information on the survey is consisted of mathematical difficulties and interests, cognitive and affective domains, merits and demerits, and application to the instruction and assessment situations in math class. According to the results of this study, problem generation would be geared to understand mathematical concepts and also problem reformulation would enhance problem solving ability. And it is shown that accomplishing the second activity of problem posing be more efficient than doing the first activity in math class.

* ZDM Classification : C70
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D99
* Key Words : problem posing, problem generation, problem reformulation
† Corresponding author

<부록 1> 설문지

설 문 지

학 과 :	학 번 :	이 름 :

※ 문제생성은 주어진 상황으로부터 새로운 문제를 만드는 활동이고, 문제재구성은 주어진 문제로부터 새로운 문제를 만드는 활동입니다. 다음 물음에 자신의 의견을 체크하거나 서술해주세요.

1. 문제생성과 문제재구성 활동 중 어느 쪽이 쉬웠습니까?

쉬움 어려움

	1	2	3	4	5
문제생성					
문제재구성					

2. 문제생성과 문제재구성 활동 중 어느 쪽이 재미있었습니까?

재미없음 재미있음

	1	2	3	4	5
문제생성					
문제재구성					

3. 문제생성 활동을 해봄으로써 다음의 인지적 측면에서 실제로 어떤 도움을 받았습니까?
기타의견은 괄호 안에 작성해주세요.(중복응답가능)

①개념이해 ②문제 해결력 ③사고력(일반화, 분석력)
④창의력 ⑤기타( )

4. 문제재구성 활동을 해봄으로써 다음의 인지적 측면에서 실제로 어떤 도움을 받았습니까?
기타의견은 괄호 안에 작성해주세요.(중복응답가능)

①개념이해 ②문제 해결력 ③사고력(일반화, 분석력)
④창의력 ⑤기타( )

5. 문제생성 활동을 해봄으로써 다음의 정의적 측면에서 실제로 어떤 도움을 받았습니까?
기타의견은 괄호 안에 작성해주세요.(중복응답가능)

①흥미 ②가치인식 ③학습동기
④자신감 ⑤기타( )

6. 문제재구성 활동을 해봄으로써 다음의 정의적 측면에서 실제로 어떤 도움을 받았습니까?
기타의견은 괄호 안에 작성해주세요.(중복응답가능)

①흥미 ②가치인식 ③학습동기
④자신감 ⑤기타( )

7. 수학수업 상황에는 크게 '개념이해'와 '문제해결'단계로 나눌 수 있습니다. 수학수업 상황(개념이해 및 문제해결)에서 어떤 문제제기 활동이 더 효과가 있을 것이라 생각합니까?
①생성 ②재구성

7-1. 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

8. 수학평가 상황(서술형, 수행과제 등)에서 어떤 문제제기 활동이 더 효과가 있을 것이라 생각합니까?

①생성 ②재구성

8-1. 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

※ 문제제기 1번 활동은 [생성→스스로 제기한 문제해결→재구성]이고, 문제제기 2번 활동은 [생성→가장 많이 생성된 문제해결→재구성]입니다. 다음 물음에 자신의 의견을 체크하거나 서술해주세요.

9. 문제제기 1번과 2번 활동 중 어느 쪽이 쉬웠습니까?

쉬움 어려움

	1	2	3	4	5
문제생성					
문제재구성					

10. 문제제기 1번과 2번 활동 중 어느 쪽이 재미있었습니까?

재미없음 재미있음

	1	2	3	4	5
문제생성					
문제재구성					

11. 문제제기 1번과 2번 활동의 장·단점은 무엇입니까?

12. 그렇다면 수학수업 상황(개념이해 및 문제해결)에서 문제제기 1번과 2번 활동 중 어떤 활동이 더 효과가 있을 것이라 생각합니까?

① 1번 ② 2번

12-1. 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?