

수학 문제만들기 활동이 문제해결력과 학습 태도에 미치는 효과

정성건¹⁾ · 박만구²⁾

본 연구는 수학 교육과정을 근거로 개발한 문제만들기 활동 자료를 이용하여 학생들로 하여금 문제만들기 활동을 하도록 하여 문제해결력과 수학 학습 태도에 미치는 효과를 알아보았다. 실험반은 서울시의 J초등학교 5학년 2개 학급을 선정하여 문제만들기를 실시하고 비교반은 같은 기간 동안 문제만들기를 실시하지 않고 일반적인 교수·학습만을 실시하였다. 사전·사후 검사로서는 문제해결력 검사와 수학 학습 태도 검사를 실시하여 각각 t검증 하였다. 연구 결과 첫째, 수학 문제만들기를 적용한 반이 문제해결력 향상에 있어서 유의미한 효과를 보였다. 둘째, 수학 문제만들기를 적용한 반의 수학 학습 태도에 긍정적인 효과를 보였다. 결론으로, 학생들은 문제만들기를 통하여 문제를 충분히 이해하고 분석하게 되어 어려운 문제를 해결할 수 있는 문제해결력을 갖게 되고, 학생들이 스스로 문제를 만들고 재구성하면서 수학 학습에 적극적으로 참여하게 되어 수학에 대한 태도도 긍정적으로 변화시킨 것으로 볼 수 있다.

[주제어] 문제만들기, 문제해결력, 학습 태도

I. 서 론

급변하는 사회 속에서 우리는 단순한 지식이나 기능의 습득보다는 지식과 기능을 종합하여 여러 다양한 상황에서 발생하는 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추기를 바라고 있다. 이러한 흐름에 수학교육에서도 거듭되는 교육과정 개편을 통해 자발적 탐구, 협력적 토론, 조작적 활동에 의한 발견 등 학습자의 능동적 학습 활동에 의한 문제해결력 신장에 중점을 두고 있다(National Council of Teachers of Mathematics, 2000; 교육과학기술부, 2009). 이러한 문제 해결 방식의 학습은 학생 스스로의 다양한 사고 활동을 요구하는 것으로, 단편적인 전략의 사용만이 아닌 이미 학습된 내용을 종합적으로 활용하여야 한다. 즉, 학생들이 주어진 문제 상황을 해결하기 위하여 스스로 능동적이고 적극적인 학습 활동으로 문제를 해결해야 가능한 것이다.

이에 따라 학생 스스로 문제를 만들어 보는 기회를 갖게 하여 학생들의 실제적인 사고 활동이 전개될 수 있게 하는 문제만들기 교수·학습을 적용하는 것이다. 문제만들기는 수학적 활동과 지적 탐구의 중요한 면으로, 다른 교육과정 목표들을 달성하기 위한 수단으로, 그리고 목표 그 자체로서 수학교육에서 주목을 받아오고 있다(Ellerton, 1986; Silver,

1) [제1저자] 서울 정복초등학교

2) [교신저자] 서울교육대학교 수학교육과

1993). 우리나라에서도 교육과정의 개편을 통해 문제만들기 교수·학습을 강조하고 있다.

수학 문제만들기 교수·학습은 문제 해결 교수·학습의 단순화를 지양하고, 문제 해결과의 직접적인 관련과 수학 교수·학습의 다양화를 위해, 그리고 학생들의 유연하며 확산적인 사고력의 육성 및 학생 자신의 주체적인 자주적인 학습으로 수학에 대한 흥미와 관심을 고취시켜 수학교육의 개선과 발전을 기대할 수 있는 방법이다(박정수, 1998; 박희진, 2004; 백년영, 2005; 손병석, 2000; 이송계, 2003; 임문규, 2001). 이와 같은 문제만들기의 필요성과 가치를 고려해 볼 때, 문제만들기의 실제적이고 다양한 측면에 대한 연구는 수학교육에서 매우 중요한 의미를 담고 있다고 볼 수 있다. 문제 만드는 활동은 주어진 문제를 학생들이 수동적으로 해결하는 것으로 그치는 것이 아니라, 학생들이 스스로 문제 만드는 활동을 함으로써 이전과는 다른 새로운 관점으로 문제 상황을 보게 하고, 그 문제 상황에서 새로운 생각을 하는 데 도움이 될 뿐만 아니라 능동적, 발전적인 문제해결 능력을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 교육과정의 내용을 바탕으로 연구자들이 고안한 문제만들기 활동 자료를 수업시간에 적용해 보고, 학생들의 문제해결력과 수학 학습에 대한 태도에 어떤 효과를 주었는지를 분석하여 문제만들기 활동이 유의미한 효과가 있는지를 알아보았다.

II. 이론적 배경

1. 문제만들기

수학교육에서 문제만들기는 그 의미는 대동소이하지만 학자에 따라서 Problem definition(Noddings, 1985), Problem formulation(Kilpatrick, 1987), Problem generation(Silver, 1993) 등의 다양한 용어와 의미로 사용하고 있으며, 우리말로는 문제 제시(정은실, 1993), 문제 설정(임문규, 1992)으로 사용되고 있다. 이밖에도 문제 발굴, 문제 창안, 문제 제기 등의 용어로 쓰이기도 한다. 위 여러 학자들의 견해에 따르면, 문제만들기는 주어진 문제를 바탕으로 새로운 문제를 만들어 나가는 활동과 현실적 상황을 수학적 문제로 바꾸는 활동, 다시 말해 상황을 수학적으로 해결하는 활동이라고 볼 수 있다. 즉 문제만들기는 문제가 이미 존재한 상황으로부터 그 조건의 일부 혹은 전부를 변경함으로써 문제를 만드는 경우가 있고, 또 다른 하나는 문제가 만들어져 있지 않은 상황으로부터 문제를 만드는 것이라 볼 수 있다.

문제만들기 특징에 대하여 본 연구에서는 수학교육에 있어서 문제만들기의 역할과 위치를 알아볼 수 있는 몇 가지 관점들을 Silver(1993)의 견해를 근거로 하여 살펴보았다. 첫째, 문제만들기를 창조적 활동의 일면 또는 특별한 수학적 능력으로 본다. 둘째, 문제만들기를 탐구지향적 교수의 한 특징으로 본다. 셋째, 문제만들기를 수학적 활동의 독특한 특징으로 본다. 학생들에게 수학 전문가들의 활동과 비슷한 경험을 제공하는 것이다. 넷째, 문제만들기를 학생들에게 수학적 이해를 주는 수단으로 본다. 다섯째, 문제만들기를 학생의 수학에 대한 성향을 개선하는 수단으로 보았다.

문제만들기 유형은 수학적 상황으로부터 문제만들기와 실세계 상황으로부터 문제만들기로 유형화하고 있다. 수학적 상황이란 이미 식이나 수학의 문제 및 정리된 상황을 의미하고, 실세계 상황이란 아직 수학적 되어 있지 않은 자연 및 사회적 상황을 의미한다(임문규, 2001). 첫째, 수학적 상황으로부터 문제만들기는 교과서나 참고서의 문제라 하더라도

문제를 푸는 과정이나 문제를 푼 후에 그 문제와 유사하거나 새로운 문제를 만들게 하는 문제만들기 학습을 하는 경우이다. 둘째, 실세계 상황으로부터 문제만들기는 일상생활의 일과(가정생활, 학교생활, 시장 보기, 통학 등) 놀이 및 게임 활동(술래잡기, 윷놀이, 제기차기, 운동시합 등), 뉴스의 내용(신문, 잡지, TV 등), 역사(수학자와 과학자의 전기, 역사적 사실 등), 서적(교과서, 참고서, 전기, 백과사전 등), 타 교과 내용(과학, 사회, 국어, 음악, 미술, 체육 등), 그림이나 모형(여러 가지 그림, 사진, 건축물, 다리 등), 옛날 이야기(전설, 설화, 민담, 이야기 등), 현존의 사물(학교, 친구, 가족, 교통기관 등)에서 일어날 수 있는 상황으로부터 수학적 내용을 끌어내는 것이다.

문제만들기 단계를 살펴보면 다음과 같다(임문규, 1992). 1단계는 문제 상황 설정 및 제시 단계로 학생들이 다양한 문장제를 만들 수 있는 문제 상황을 실생활과 관련지어 그림이나 이야기 등으로 설정하여 제시한다. 2단계는 학생들의 개인 문제만들기 단계로 주어진 문제 상황을 이해하고 학생 스스로 상황에 맞는 문제를 만들어 본다. 3단계는 학생들이 만든 문제를 여러 친구들 앞에서 발표하고 다른 학생들로 하여금 그 문제를 해결해 보게 하는 활동 등을 통하여 자신이 만든 문제의 잘된 점이나 부족한 점 등을 스스로 느껴보는 단계다. 4단계는 학급 문제의 구성 및 결정으로 학급의 모든 학생들이 해결해야 할 공통의 문제를 구성하여 결정한다. 5단계는 구성된 학급의 문제의 해결 단계로 학생 개개인이 학급 문제의 해결을 시도한다. 6단계는 학급 문제해결의 검토 단계로 학생들이 시도한 해결 과정을 발표해서 비교·검토하여 보고 여러 가지 해결 방법을 찾아보며 또한 더 발전적인 해결법을 찾아보는 단계이다. 7단계는 발전적인 문제만들기 단계로 지금까지 해 온 문제에서 상황을 첨가하거나 조건 등을 변경하여 더 발전적인 문제를 만들어 보는 것이다. 본 연구에는 3단계까지 적용하였다.

여러 학자들의 견해를 바탕으로 임문규(1992)가 정리한 초등학교 수학교육에서의 문제만들기 교수·학습의 의의는 다음과 같다. 첫째, 목표 및 성취도 면에서 본다면, 자연현상과 사회현상을 수리적으로 보고 다루는 능력과 태도를 몸에 익히게 한다. 둘째, 학생의 태도 면에서 본다면, 학생들이 적극적으로 수업에 참여하게 되며 발표의 횟수가 많아진다. 셋째, 지식 및 이해 면에서 본다면, 수학의 개념 형성을 촉진시킨다. 즉, 이해의 폭과 깊이를 확대한다. 장기 기억으로 연결된다. 넷째, 수학적 사고 면에서 본다면, 분석력과 종합력, 실용력과 응용력이 길러진다. 즉, 일반화하는 사고와 유연한 사고력과 보다 발전적인 사고력이 길러진다. 다섯째, 관심 및 태도 면에서 본다면, 자주적인 학습 능력을 향상시킨다. 그리고 흥미와 관심을 갖게 되어 적극적인 수업 태도를 가진다. 여섯째, 문제만들기 능력 면에서 본다면, 수학화 하려는 능력이 육성되며 문제 해결의 발전적 활동이 가능하다.

2. 문제해결

문제해결은 문제를 무엇으로 보느냐에 따라 많이 달라진다. 문제를 문장제로 볼 것인가, 수학적 지식을 필요로 하는 계산으로 볼 것인가, 알고리즘을 적용하는 것으로 볼 것인가, 수학적 사고력을 요하는 문제로 볼 것인가? 일반적으로 문제란 처음에는 정확한 해의 길을 알지 못하지만 해의 결과를 필요로 하는 개인 또는 단체에 부과된 양적인 장면, 즉 개인이나 집단이 해결하려 하는 구체적이거나 확실한 해결의 방법을 쉽게 찾을 수 없는 어떤 상황으로 정의한다(Scheonfeld, 1994). 문제를 정의하는 열쇠는 '답이 알려지게 하는 길이 없는'이라는 문구라고 정의하고 이를 해결하기 위해 이전에 학습한 지식을 종합하는 사고를 요구하는 상황으로 단순한 질문이나 연습과는 차별화하고 있다. 그리고 문제는 개

인이나 집단이 해결하려는 의지가 있어야 하고, 해결방법이 쉽게 떠오르지 않는 상황이므로, 문제해결이란 문제에서 답을 찾는 행위이고 그런 능력이 문제해결력이다.

문제만들기와 문제해결은 매우 밀접한 관계를 맺고 있어서 서로 분리될 수 없다(Kilpatrick, 1987). 문제의 명료화(problem formulation) 또는 재 명료화(reformulation)는 문제만들기의 한 종류인데 흔히 문제 해결 과정 중에 일어난다. 간단한 문제가 아닐 때 문제를 해결하는 사람은 좀 더 쉬운 방법으로 해결하기 위하여 주어진 문제를 재구성하는 문제만들기의 형식을 이용하게 되는데 여기서 '문제의 명료화'라는 것은 해결자가 주어진 문제의 진술을 풀이에 관심을 두면서 새롭게 꾸미는 것이다(Silver, 1993). 또 해결자가 원래의 문제가 복잡하여 해결하기 어려우면 주어진 문제를 단순화하게 되는데 그 과정에서 문제를 개인화(그 문제를 자신의 문제로 만들어)함으로써 문제만들기가 일어난다.

Brown과 Walter(1983)는 문제만들기와 문제해결 간에는 내적으로 본질적 관계가 있다고 보고 있다. 첫째, 문제만들기와 문제해결 간에는 사후 효과라고 하는 내적 관련성이 있다. 문제를 해결하기 위한 접근 방법이 다소 불만족스럽거나 끌리지는 않지만 어쩔 수 없이 새로운 의문점들을 찾아낸 후에는 놀랍고 당황하며 혼란스러워져 원래의 문제에 대해 다시 의문을 제기하게 된다. 즉, 문제를 풀었다고 생각한 후(특히 만족스럽지 못하게 문제를 해결한 경우에) 새로운 의문을 제기할 수밖에 없는 데 이를 사후 효과라고 한다. 이는 문제만들기와 문제해결간의 자연스런 관계를 연결해 준다. 둘째, 문제만들기와 문제해결 간에는 사전 효과라고 하는 내적 관련성이 있다. 이것은 문제를 해결한 후가 아니라 문제를 풀기 전에 문제를 풀기 위해 논리적으로 새로운 의문이나 다른 문제를 제기해야 한다는 것이다. 즉, 문제를 풀기 위해 새로운 의문점들을 제기하는 것이 문제해결 활동의 일부가 되는 것이다. 따라서 문제 해결 활동은 반드시 문제만들기 활동인 원래 문제의 재형성을 필요로 함을 알 수 있다(김혜정, 2005; 나철영, 2001; 석경희, 백석운, 2004; 신수진, 임문규, 2010; 최윤석, 배종수, 2004).

3. 수학적 태도

Mandler(1989)는 수학 학습 과정에서 발생하는 정의적 요소들의 매커니즘을 설명하면서 신념이 학습에 주요 역할을 한다고 주장하였으며, McLeod(1992)는 더 나아가 정의적 영역을 <표 1>과 같이 크게 신념(Belief), 태도(Attitude), 감정(Emotion)의 하위 범주로 분류하였다. 우리나라에서는 서관석, 안진수(2003)가 수학 학습에서 정의적인 요소를 유사 범주로 분류하여 연구를 하였다. 여기서 신념이란 대상에 관하여 개인이 가지고 있는 정보를 말하며, 이는 외부로부터 수용된 정보, 직접적인 관찰, 또는 다양한 추론과정을 통해 형성된다.

<표 1> 수학교육에서의 정의적 영역(McLeod, 1992)

범주		예
신념 (Belief)	수학에 대한	수학은 규칙을 토대로 두고 있다.
	자신에 대한	나는 문제를 풀 수 있다.
	수학지도에 대한	가르치는 것은 말하는 것이다.
	사회적 상황에 대한	학습은 경쟁이다.
태도(Attitude)		기하학적 증명을 싫어한다.

	문제해결에 대하여 즐거움을 가진다. 발견학습에 대하여 선호한다.
감정(Emotion)	비정형적인 문제를 해결하는 기쁨(좌절)을 느낀다. 수학에 대한 미적 반응을 한다.

Aiken(1970)은 수학에 대한 태도를 일반적으로 수학적 대상이나 수학 학습과 관련된 상황에서 긍정적 또는 부정적으로 반응하려는 개인의 학습된 성향이라고 정의했다. 수학 학습 태도는 인지적인 아닌 정의적 영역에 해당되는 것으로 수학이나 수학 학습에 대하여 가지고 있는 가치관이나 흥미도, 수학을 하는 자세, 수학에 대해 가지고 있는 정서 등에 대한 것이다(Reys, Suydam, Lindquist, & Smith, 1998).

선행연구들을 종합해 볼 때, 문제만들기와 수학적 태도의 중요성은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 문제만들기는 창의적 활동 능력 또는 특별한 수학적 능력으로 고려된다. 둘째, 문제만들기는 수학 분야와 수학적 사고의 본질에 있어서도 중요하다. 셋째, 문제만들기는 학생들의 문제해결 능력을 강화시켜 주는 수단으로 이용되고 있다. 넷째, 문제만들기는 수학적 아이디어를 학생들이 이해하고 본질을 탐구하는 수단이 된다. 다섯째, 문제만들기는 학생들로 하여금 수학에 대하여 관심과 흥미를 갖게 한다. 이 중 문제만들기의 참여가 수학에 대한 학생의 관심을 자극한다는 생각 때문에 문제만들기를 고려하는 상호 기대가 있다. 수학에 곤란감을 지니는 학생들은 때때로 수학 불안이라고 알려진 두려움과 기피증에 의해 특정 지워진다. 따라서 수학 불안은 문제만들기 과정을 통하여 감소될 수 있다고 주장하기도 있는데(Brown & Walter, 1983; 조주연, 2005), 이는 문제만들기에 대한 학생의 참여가 수학을 덜 두려운 것으로 생각하도록 하기 때문이다.

III. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 서울특별시 양천구에 소재하고 있는 J초등학교 5학년 A반 학생을 실험반으로, 같은 학교 5학년 B반 학생을 비교반으로 선정하였다. 연구 집단의 선정은 진단평가를 통해 동질 집단인 반을 우선 선정하고 연구 결과의 타당도 저해요인을 최대한 감소시키기 위하여 2개 학급 학생의 생활환경, 학교 외 수학활동(학원, 과외로 선등), 담임교사의 교직 경력, 성격, 연령, 성별선등의 요인을 고려하여 선정하였다. 비교반 교사는 교육경력 3년차로 열의와 신념을 가지고 아이들을 지도하며 수학교육에 관심을 가지고 수학 교과서를 중심으로 가르쳐야 한다는 신념을 가지고 성실히 지도했다. 학급분위기 또한 좋으며 열심히 하고자 하는 분위기가 느껴지는 반이다. 그 결과 연구에 참여한 학생 수는 실험반 30명(남 15명, 여 15명), 비교반 30명(남 16명, 여 14명)으로 총 60명을 연구 대상으로 하였다.

2. 실험설계

본 연구는 문제만들기 활동이 문제해결력과 학습 태도에 미치는 효과를 검증하기 위한 것으로 전후 검사 통제집단 설계(Pretest-Posttest Control Group Design)를 적용할 것이며, 구체적인 실험 설계 모형은 <표 2>와 같다.

<표 2> 실험 설계

집 단	사전검사	실험처치	사후검사
실험반	O1	X1	O3
	O2		O4
비교반	O1	X2	O3

O1 : 사전 문제 해결력 검사

O3 : 사후 문제 해결력 검사

O2 : 사전 수학 학습 태도 검사

O4 : 사후 수학 학습 태도 검사

X1 : 일반 교수·학습 후 문제만들기 교수·학습 적용

X2 : 일반 교수·학습만 적용(수학책이나 수학익힘책에 나와 있는 것만 지도)

3. 검사도구

본 연구의 연구문제를 해결하기 위하여 문제해결력, 수학 학습 태도에 관한 사전 및 사후 검사를 실시하였다. 검사 도구의 구체적인 내용은 다음과 같다.

가. 문제해결력 검사

문제만들기 활동이 문제해결력에 효과가 있는지 알아보기 위하여 실험반을 대상으로 문제만들기 활동을 하고, 실험 전·후에 문제 해결력의 변화를 확인하기 위하여 실험반과 비교반에 IPSP평가를 투입하였다.

IPSP(Iowa Problem Solving Project) 평가지는 University of Norhten Iowa에서 1976년부터 1979년까지 5-8학년의 문제해결력 평가를 위하여 개발된 평가 자료이다. IPSP평가지는 사칙 연산에 관한 문장제 중심의 문항으로 작성되었고, 본 연구에서는 IPSP평가를 우리나라 실정에 맞게 용어를 수정하여 20문항으로 구성하였다.

채점 방법은 한 문항에 1점씩 20점 만점으로 하였다. 본 문제 해결력 평가지(IPSP)의 자세한 내용은 부록에 사전과 사후로 제시하였다. 본 적용 실험에서는 실험반의 문제해결력 평가지 결과 처리를 SPSS 15.0으로 t검증하였다.

나. 수학 학습 태도 검사

실험반의 수학 학습에 대한 태도가 얼마나 긍정적으로 변화하였는지 알아보기 위하여 실험반을 대상으로 적용 실험하고, 적용 실험 전·후에 수학에 대한 학습 태도의 변화를 확인하기 위해서 수학 학습 태도에 대한 검사를 실시하였다. 이 검사지는 한국교육개발원이 제작하였고 많은 연구에서 이미 사용된 바 있는 것으로 교육목표의 정의적 영역과 관련된 수학 학습 태도 변화를 검증하는 데 목적을 두고 있다(한국교육개발원, 1992).

수학 학습 태도 검사지는 '수학에 대한 자신감'(1번~4번), '수학에 대한 용통성'(5번~8번), '수학에 대한 의지력'(9번~12번), '수학에 대한 호기심'(13번~16번), '수학에 대한 반성'(17번~20번), '수학에 대한 가치'(21번~24번)라는 6가지 영역으로 구성되고, 각 영역별로 4문항씩 총 24문항으로 이루어져있으며 긍정적인 문항이 23개, 부정적인 문항이 1개로 구성되어 있다. 채점 방법은 전혀 아니다(1점), 대체로 아니다(2점), 보통이다(3점), 대체로 그렇다(4점), 매우 그렇다(5점)로 표시하였고, 부정적인 문항(17번)은 채점을 역으로 해서 계산하였다. 따라서 본 검사지에서는 점수가 높을수록 문항에 대해 긍정적인 반응을 나타

내게 된다. 본 검사지의 문항 번호와 내용은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 수학 학습 태도 검사의 구성 내용

하위 변인	문항 수	문항 번호	비 고
수학에 대한 자신감	4	1번~4번	긍정적인 문항 1번~16번, 18번~24번 (부정적인 문항 17번)
수학에 대한 용통성	4	5번~8번	
수학에 대한 의지력	4	9번~12번	
수학에 대한 호기심	4	13번~16번	
수학에 대한 반성	4	17번~20번	
수학에 대한 가치	4	21번~24번	

본 적용 실험에서는 실험반의 수학 학습 태도에 대한 검사 결과 처리를 SPSS 15.0으로 t검증하였다.

4. 문제만들기 활동 자료 개발

가. 목적

본 연구에서는 문제만들기 활동을 통해 수학 교과서나 수학 익힘책에 제시되어 있는 문제를 기계적으로 풀거나 문제 풀이 활동 자체를 싫어하는 학생들의 학업 성취도 향상 및 수학에 대한 긍정적인 태도와 흥미를 갖도록 하기 위해 다양한 상황 설정으로 스스로 문제를 만드는 기회를 제공해 주고자 하였다. 이 연구는 장수진(2005)의 수학 교과서에서의 문제만들기 부분을 분석하여 자료로 제시한 것을 참고하여 보다 상세화하였다.

수학 교과서나 수학 익힘책에서는 비슷한 문제만들기, 정보를 활용한 문제만들기, 창의적으로 문제만들기로 3가지 유형에 대해서만 제시되어 있다. 본 연구에서는 그림이나 식을 보면서 문제를 만들어 보고, 다양한 활동(재미있는 놀이 포함)을 통해서도 충분히 문제만들기가 가능하다고 보고, 다양한 문제만들기 유형을 착안하여 문제만들기 활동 자료를 개발하였다.

문제만들기 활동은 문제를 만드는 과정에서 문제의 내용을 충분히 이해할 수 있고 응용하는 능력이 향상될 수 있도록 도와주며, 새로운 내용으로 재구성하면서 문제 풀이에 대한 자신감과 흥미를 갖고 수학학습에 적극적으로 참여할 수 있는 태도를 향상시키는 데 있다.

나. 문제만들기 활동 자료의 유형 설정

본 연구의 적용기간이 3월부터 5월까지인 관계로 단원과 영역이 수학 5-가 단계의 수와 연산 영역과 도형 영역에 해당하는 1~5단원에 걸쳐서 개발하였다. 문제만들기 활동 자료로 비슷한 문제만들기(조건형), 그림을 보고 문제만들기(그림형), 식에 알맞은 문제만들기(수식형), 정보를 활용한 문제만들기(정보형), 활동을 통한 문제만들기(활동형), 창의적으로 문제만들기(자유형) 등 6개 유형으로 설정하여 23개의 자료를 개발하였다. 각 문제만들기 활동 자료의 유형별 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 비슷한 문제만들기(조건형)

어떠한 조건이나 장면이 제시된 예시문제에서 조건을 일부 바꾸어서 새로운 문제를 만드는 활동이다. 이 활동에서는 예시문제에 사용된 수나 낱말을 바꾸어서 유사한 문제를 만들 수 있으며, 예시문제의 내용을 일부 고쳐서 새로운 문제로 만들어서 해결할 수 있다.

2) 그림을 보고 문제만들기(그림형)

문제 상황이 제시된 그림을 보고 다양한 문제를 만들거나, 제시된 그림을 보고 떠오르는 생각을 이용하여 문제를 만들고 해결하는 활동이다. 이 활동은 그림에 제시된 사물의 개수나 그들의 관계를 파악하여 상황에 적절한 문제를 만들어 해결할 수 있다.

3) 식에 알맞은 문제만들기(수식형)

주어진 식을 이용하여 문장제 문제를 만들어 보고 해결하는 활동이다. 수식에 나타난 숫자와 그 숫자들의 관계를 이해하고 실생활에 다양하게 응용하여 문제를 만들고 해결할 수 있다.

4) 정보를 활용한 문제만들기(정보형)

예시문제에 주어진 정보를 이용하여 새로운 문제를 만들고 해결하도록 하는 활동이다. 제시되어진 문제에서 중요한 정보가 빠져 있을 경우, 필요한 정보를 첨가하여 새로운 문제를 만들 수 있다. 그리고 제시된 정보가 문제를 해결하는 데 필요 없을 경우에는 그 정보를 삭제한 후 새로운 문제로 완성하고 해결할 수 있다.

5) 활동을 통한 문제만들기(활동형)

학생들의 생활 주변에서 흔히 볼 수 있는 여러 가지 구체물들을 이용하여 주제와 관련된 간단한 조작활동을 하면서 문제를 만드는 것이다. 학생들은 보기에 제시된 순서에 따라 구체물을 이용한 활동을 하면서 문제를 스스로 만들고, 만든 문제를 풀기 위해 알맞은 식을 쓰고 문제를 해결할 수 있다.

6) 창의적으로 문제만들기(자유형)

문제와 관련된 조건이나 식의 형태를 전혀 제시하지 않고 학생 스스로 독창적으로 자유롭게 문제 상황을 생각하여 문제를 만들고 해결하는 활동이다. 본시 학습 내용과 관련된 상황을 설정하여 알맞은 문제를 만든 후 해결할 수 있다.

다. 문제만들기 활동 자료의 개발

문제만들기 활동 자료는 단위 수업 시간에 직접 학습에 투입하기 위한 자료로 <표 4>와 같이 문제만들기 자료 개발 계획을 수립하여 문제만들기 활동 자료를 개발하였다.

<표 4> 문제만들기 활동 자료 개발 계획

영역	단 원	적용 차시	주 제	문제만들기 유형	자료 번호
수와 연산	1.배수와 약수 (9차시)	2	약수 알아보기	활동형	1
		3	배수와 약수의 관계 알아보기	그림형	2
		4	공약수와 최대공약수 알아보기	조건형	3
		5	공배수와 최소공배수 알아보기	정보형	4
		6	공약수와 최대공약수, 공배수와 최소공배수의 관계 알아보기	자유형	5
		8	문제 해결하기	수식형	6

도형	2.무늬 만들기 (7차시)	3	한 가지 모양 조각으로 도형 덮기	그림형	7
		6	문제 해결하기	활동형	8
수와 연산	3.약분과 통분 (7차시)	1	크기가 같은 분수 알아보기	활동형	9
		2	분수의 약분과 기약분수 알아보기	그림형	10
		3	분수의 통분 알아보기(1)	조건형	11
		4	분수의 통분 알아보기(2)	정보형	12
		5	분수의 크기 비교하기	조건형	13
		6	문제 해결하기	자유형	14
도형	4.직육면체 (9차시)	2	직육면체 알아보기	활동형	15
		3	직육면체와 직육면체 면 사이의 관계 알아보기	그림형	16
		8	문제 해결하기	자유형	17
수와 연산	5.분수의 덧셈과 뺄셈 (9차시)	1	분수의 덧셈 알아보기	그림형	18
		3	대분수의 덧셈 알아보기	정보형	19
		4	분수의 뺄셈 알아보기	수식형	20
		6	대분수의 뺄셈 알아보기	정보형	21
		7	세 분수의 덧셈과 뺄셈 알아보기	조건형	22
		8	문제 해결하기	자유형	23

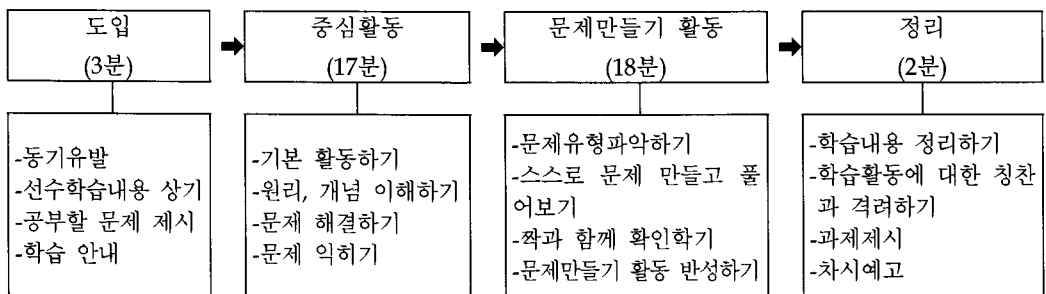
<표 4>에서 보듯이 단원의 전 차시에 걸쳐서 문제만들기 활동 자료를 개발하지 않고, 각 단원의 마지막 차시는 수준별 학습차시로 마지막 전 차시에 이미 자유형을 경험하기 때문에 개발하지 않았다. 학습내용이 중복되는 경우나 문제만들기 활동이 어려운 차시(2단원 도형 부분)의 경우에도 개발하지 않았다. 단원의 학습 내용 중 연구에 필요한 내용만을 선별하여 문제만들기 활동을 개발하였다.

5. 문제만들기 활동 자료의 적용

문제만들기 활동 자료를 수학 5-가 단계의 학습활동과 연계하여 이루어졌다.

가. 문제만들기 교수·학습의 기본 모형

본 연구에서 이루어진 수학수업모형은 초등학교 교사용 지도서에서 제시한 수업모형을 근간으로 하여 '문제만들기 활동'이라는 단계를 삽입하여 교수·학습의 특징에 맞게 투입하여 다시 구안하였다. 문제만들기 교수·학습의 기본 모형에서는 실제 매 차시에 교실에서 기본학습과정과 문제만들기 활동에 각각 약 20분씩 할애하여 균형적인 학습이 이루어지도록 하였다.



[그림 1] 문제만들기 교수·학습의 기본 모형

<표 5> 문제만들기 활동의 세부 단계

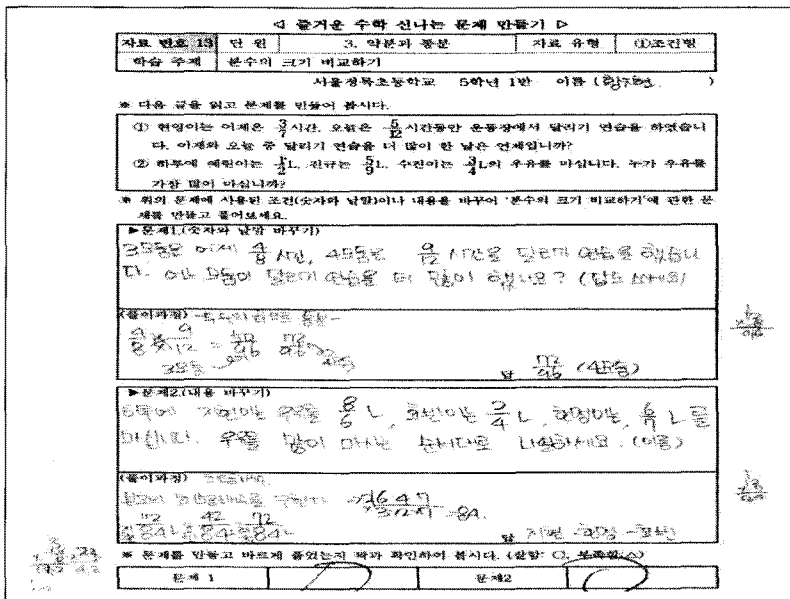
단계 (시간)	활동 과정	세부 활동 내용
1단계 (1분)	문제유형 파악하기	교사가 제시한 문제유형에 대해 파악한다. 6가지 유형 중에서 어떤 유형인지를 알기
2단계 (10분)	스스로 문제 만들고 풀어보기	문제만들기 유형에 따라 스스로 창의적으로 문제를 만들고 자신이 직접 그 문제를 해결해 보기
3단계 (5분)	짝과 함께 확인하기	자신이 만들고 해결한 문제에 대해 짝과 함께 문제나 해결과정에서 오류가 있는지 없는지 확인하기
4단계 (2분)	문제만들기 활동 반성하기	문제만들기 활동 중 잘된 점이나 고칠 점, 부족한 부분에 대해 반성하기

나. 문제만들기 활동 자료 적용의 실제

개발된 문제만들기 활동 자료를 문제만들기 교수·학습의 기본모형에 따라 적용한 결과 학생들이 다음과 같은 구체적인 반응을 보였다.

1) 비슷한 문제만들기(조건형)

조건이나 장면이 제시된 예시 문제를 살펴보고 숫자나 낱말, 내용을 바꾸어 유사 문제를 만드는 활동으로 대부분의 학생들이 쉽게 문제만들기를 하였다. 대체로 수학 학습에 관심이 많은 학생이 다양하고 창의적인 장면을 선정하여 문제만들기 활동을 잘 하였으며, 다소 부진한 학생은 단순히 숫자나 낱말을 바꾸는 활동만 하는 것을 볼 수 있었다. 다음은 한 학생의 비슷한 문제만들기 활동의 예이다.



[그림 2] 비슷한 문제만들기(조건형) 활동의 예

2) 그림을 보고 문제만들기(그림형)

문제 상황이 제시된 그림들의 관계를 전체적으로 살펴보고 문제를 만드는 활동을 하였는데, 처음에는 그림의 내용을 이해하고 적합한 소재를 찾는데 시간이 많이 소요되었지만, 그림의 내용에 대한 힌트를 주고 공동 사고할 수 있는 기회를 제공함으로써 문제를 만드는 시간이 점차 줄어들었다. 다음은 한 학생의 그림을 보고 문제만들기 활동의 예이다.

◁ 즐거운 수학 신나는 문제 만들기 ▷

자료 번호: 10	단 원: 3. 약분과 분분	자료 유형: ②(그림형)
학습 주제: 분수의 약분과 기약분수 알아보기	서울명곡초등학교 5학년 1반 이름 ()	

※ 다음 그림을 보고 세웠던 모양이 있습니다.

5/16

3/5

2/5

1/5

※ 위의 그림을 보고 '분수의 약분과 기약분수'에 관한 문제를 만들고 풀어보세요.

▶ 문제1. 위 그림의 기약분수를 나타내시오.

(풀이과정)

$\frac{4}{16} = \frac{1}{4}$, $\frac{3}{15} = \frac{1}{5}$, $\frac{2}{10} = \frac{1}{5}$, $\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$

▶ 문제2. 위 그림의 기약분수만은? 0 개가요?

(풀이과정)

$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$, $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 즉 기약분수가 없다.

※ 문제를 만들고 바르게 풀었는지 적자 확인하여 봅시다. (잘함: ○, 부족함: △)

문제1	○
문제2	○

[그림 3] 그림을 보고 문제만들기(그림형) 활동의 예

3) 식에 알맞은 문제만들기(수식형)

처음에는 식만 보고 문제를 만드는 활동에 어려움을 느끼는 학생들이 많았지만, 활동이 계속 진행되면서 식을 보고 문제 만드는 활동을 수월하게 하는 것을 볼 수 있었다. 다음은 한 학생의 식에 알맞은 문제만들기의 예이다.

◁ 즐거운 수학 신나는 문제 만들기 ▷

자료 번호: 6	단 원: 1. 배수와 약수	자료 유형: ③(수식형)
학습 주제: 문제 해결하기	서울명곡초등학교 5학년 1반 이름 ()	

※ 다음 식을 보고 문제를 만들어 봅시다.

1. $6A + 8 = C \dots 3$
 $6B + 12 = D \dots 3$
 2. $17 + 6E = F \dots 1$
 $25 \div 6G = H \dots 1$

※ 위 식에 알맞은 '배수와 약수'에 관한 문제를 만들고 풀어보세요.

▶ 문제1. 딸기 몇개가 있는데, 딸기를 8명에게 나누어 주면 3개가 남고, 딸기를 12개 나누어도 3개가 남습니다. 딸기는 몇개입니까? (딸기 개수를 구합니다.)

(풀이과정)

12와 8의 최대공약수 $\frac{12}{4} = 3$, $\frac{8}{4} = 2$ $2 \times 2 \times 3 \times 2 = 24$
 $24 + 3 = 27$, $27 \div 8 = 3 \dots 3$, $27 \div 12 = 2 \dots 3$
 딸기 27개

▶ 문제2. 사탕 17개가 있는데, 몇명에게 나누어 주면 1개가 남습니다. 사탕 25개가 있는데 몇명에게 나누어 주면 2개가 남습니다. 모두 몇명에게 나누어 줄 수 있습니까? (나누어 줄 수 있는 개수를 구합니다.)

(풀이과정)

$17 - 1 = 16$, $25 - 2 = 23$, 16과 23의 최대공약수 $\frac{16}{1} = 16$, $\frac{23}{1} = 23$
 $16 \times 2 = 32$, $23 \div 8 = 2 \dots 7$, $17 \div 8 = 2 \dots 1$
 $\frac{16}{8} = 2$, $\frac{23}{1} = 23$
 딸기 32개

※ 문제를 만들고 바르게 풀었는지 적자 확인하여 봅시다. (잘함: ○, 부족함: △)

문제1	○
문제2	○

[그림 4] 식에 알맞은 문제만들기(수식형) 활동의 예

4) 정보를 활용한 문제만들기(정보형)



보기에 제시된 문제에서 빠진 내용이나 부족한 내용을 찾아서 문제를 완성하는 활동에 처음에는 문제가 만들어지기 위해 어떤 내용이 빠졌는지, 미흡한지 찾는데 어려움을 느끼다가 차츰 문제를 잘 만들어갔으며, 해답을 구하기 위해 문제에 필요한 요소들을 꼼꼼히 따져가며 문제를 만들고 해결하였다. 다음은 한 학생의 정보를 활용한 문제만들기의 예이다.

◁ 즐거운 수학 신나는 문제 만들기 ▷				
자료 번호	단 원	1. 배수와 약수	자료 유형	④정보형
학년 주제	문제수와	최소공배수 알아보기		
서울특별시초등학교 5학년 1반 이원 (김지은)				
※ 다음 글을 읽고 문제를 만들어 봅시다. ① 버스 정류장에서 기차역으로 가는 버스는 3분마다 출발합니다. ② 기차역에서 부산으로 가는 기차는 6분마다, 광주로 가는 기차는 10분마다 출발합니다. ③ 중앙에서 제주도로 가는 비행기는 12분마다, 일본으로 가는 비행기는 18분마다 출발합니다.				
※ 위의 ①-③의 정보를 이용하여 빠진 내용을 넣어서 '배수와 약수'에 관한 문제를 만들고 풀어 보세요.				
▶ 문제1 기차역으로 가는 버스는 2분마다, 5도로 가는 버스는 3분마다 출발합니다. 3시부터 3시간까지 가는 버스의 총 길이는 3시간 동안에 몇 번 열까요? (3시부터 처음으로 열기 시작합니다)				
(풀이과정) 20+30의 최소공배수는 6 즉 60, 120, 180, 240, 300 즉 30 / 5 = 6번				
▶ 문제2 배운 7분마다 기차는 6분마다, 광주로 가는 기차는 10분마다 출발합니다. 승객이 3시간 동안 기다려야 하는 1시간에서 1시간 59분사이의 승객이 3시간 동안 기다려야 하는 기차는 몇 대 열까요?				
(풀이과정) 즉 14 / 14308 = 2번				
※ 문제를 만들고 다르게 풀었는지 학과 확인하여 봅시다. (표함: ○, 부족함: △)				
문제 1		○		문제2

[그림 5] 정보를 활용한 문제만들기(정보형) 활동의 예

5) 활동을 통한 문제만들기(활동형)

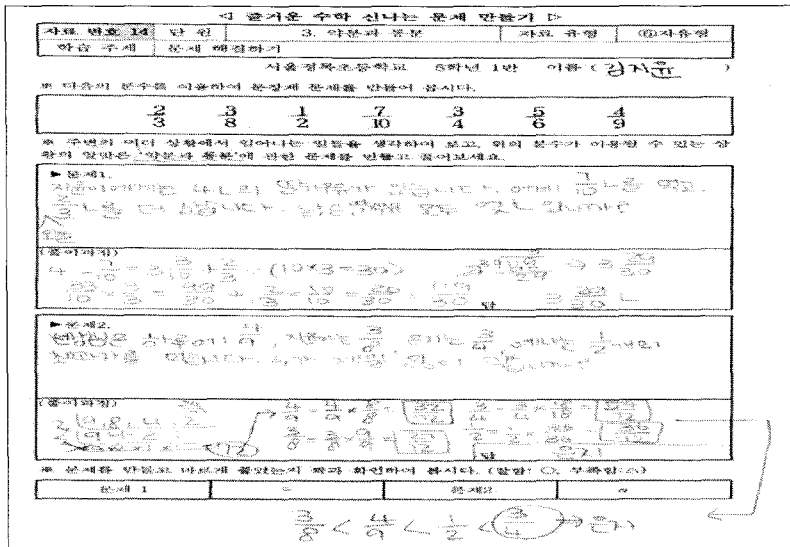
학생들이 직접 구체물을 이용한 간단한 조작 활동을 하면서 문제만들기 활동을 함으로써 학습 내용에 대한 흥미와 호기심을 갖고 열심히 참여하였다. 보기에 제시된 활동 이외의 활동을 창의적으로 해봄으로써 좀 더 다양한 형태의 문제만들기 활동을 하였다.

◁ 즐거운 수학 신나는 문제 만들기 ▷				
자료 번호	단 원	2. 도형만들기	자료 유형	⑤활동형
학년 주제	문제 해결하기			
서울특별시초등학교 5학년 1반 이원 (김해관)				
※ 다음의 활동을 이용하여 <보기>의 내용에 따라 직접 활동을 해 봅시다.				
<보기> ※준비물: 오븐용이나 등가지 모양 도형				
※활동 내용: ① ①도형을 이용하여 ②도형 만들어보기 ② ③도형을 이용하여 ④도형 만들어보기 ③ ④도형을 이용하여 ⑤도형 만들어보기 ④ ⑤도형을 이용하여 ⑥도형 만들어보기				
※ 위의 활동내용과 관련된 여러 가지 모양 조각으로 도형, 넓이에 관한 문제를 만들고 풀어 보세요.				
▶ 문제1 ⑤ 도형을 이용하여 ④ 도형 만들어보기				
(풀이과정)  3개				
▶ 문제2 ④ 도형을 이용하여 ⑥ 도형 만들어보기				
(풀이과정)  3개				
※ 문제를 만들고 다르게 풀었는지 학과 확인하여 봅시다. (표함: ○, 부족함: △)				
문제 1		○		문제2

[그림 6] 활동을 통한 문제만들기(활동형) 활동의 예

6) 창의적으로 문제만들기(자유형)

자유형에서는 학생들이 스스로 독창적으로 자유롭게 문제만들기를 할 수 있도록 하였다. 대다수의 학생들이 학습 활동을 통해 문제를 풀어보았던 경험을 살려 유사한 형태로 문제를 만들었다. 일부 문제에 필요한 조건이나 정보를 빠뜨리는 경우도 있었지만 문제만들기 활동의 반성 단계에서 부족한 부분을 개선해 나갔다. 다음은 창의적인 문제만들기 활동의 예이다.



[그림 7] 창의적으로 문제만들기(자유형) 활동의 예

6. 문제만들기 활동 자료의 분석

학생들이 문제만들기 자료를 통해 보여준 내용을 분석하면 다음과 같다.

조건형 문제만들기 활동을 가장 쉽게 생각하고 표현하였다. 특히 예시문제를 이용하여 숫자나 낱말을 바꾸는 활동을 쉽게 하였고, 예시문제의 내용에서 크게 달라지지 않은 내용으로 문제를 만드는 경우가 많았다. 아쉬운 점은 다양한 상황을 설정하여 새롭게 발견된 문제를 만드는 내용 바꾸기 활동이 적게 이루어졌다는 것이다.

그림형 문제만들기에서는 예로 제시된 그림의 내용과 학습내용간의 관계를 파악하는 것을 어려워하였지만 차츰 좋아지는 모습을 보였다. 그림만을 보고 문제를 만드는 활동을 하다 보니 다른 상황에 비해 좀 더 자유롭게 문제를 만들었지만, 대부분의 학생들이 만든 문제들이 사고를 많이 요하는 문제보다는 단답형의 답을 요구하는 경우(그림을 보고 기약분수로 나타내시오)가 많았다.

수식형 문제만들기에서는 제시된 식만 보고 단순하게 빨리 계산하려는 경향이 많았다. 문제 상황을 제시하여야 하는데 어떤 요소를 추출하여 상황을 구성해야 하는지에 대해 학생들은 어려움을 느꼈다. 예를 들면, 수식은 분수의 덧셈과 뺄셈이 혼합되어 있는데 뺄셈만 제시하거나 덧셈만 제시하는 경우가 있었다. 활동이 계속되면서 교과서에 제시된 상황을 상기하면서 문제 상황을 제시하였고 처음에 보이던 현상들은 차츰 줄어들었다.

정보형 문제만들기에서는 주어진 정보를 활용하여 문제를 만드는데 있어 무엇을 물어바

야 하는지 어려움을 느끼는 경우가 많았지만 처음에 문제 만드는 방향을 제시해 줌(덧셈 상황, 뺄셈상황 등)으로써 차츰 문제만들기를 수월하게 하였다. 좀 더 복잡해지고 사고를 요하는 문제(두 분수의 덧셈을 배웠는데 세 분수의 덧셈에 관한 문제를 만드는 경우가 있었음)가 많이 만들어졌다.

활동형 문제만들기에서는 학습활동과 관련된 구체물을 이용한 활동을 실시하였지만, 처음에 이런 활동이 문제만들기와 어떤 관계가 있는지 파악하는데 어려움을 느꼈다. 활동이 계속될수록 <보기>에 제시된 구체물을 이용한 활동에 관심과 흥미를 갖고 참여하였으며 학습내용과 관련된 문제를 만들었다.

자유형 문제만들기에서는 학생들의 수준을 가늠할 수 있었다. 상위 수준의 학생들은 주어진 수를 이용하여 다양하고 복잡한 사고를 요하는 문제를 쉽게 만들었지만, 하위 수준의 학생들은 어떤 문제를 만들어야 할 지 어려워했으며 만든 문제도 문제 해결에 필요한 상황이 부족하거나 문제를 제대로 진술하지 못하는 경우를 볼 수 있었다.

대부분의 학생들은 활동을 계속할수록 처음에 나타난 어려움이 사라지고 쉽고 능숙하게 문제를 만들었다. 그러나 하위 수준의 학생들은 여전히 문제만들기를 어려워하여 짝과 모둠원 또는 교사와 함께 논의하는 과정을 계속적으로 실시할 수밖에 없었으며, 결과적으로 차츰 문제를 만드는 상황이 개선되어갔다.

IV. 연구 결과의 분석

1. 문제해결력 검사

문제만들기를 실시한 실험반이 비교반에 비해 문제해결력에서 차이가 있는지 알아보기 위하여 문제해결력에 대한 사전·사후 검사를 실시했다.

가. 문제해결력 사전 검사 결과

실험반과 비교반이 문제해결력에 있어서 동질 집단인지를 알아보기 위하여 사전검사를 실시하였다. 두 집단의 문제해결력 검사의 평균의 차를 t검정한 결과 실험반과 비교반 사이에는 유의수준 0.05에서 유의미한 차이가 없는 동질집단임을 알 수 있다. 다음 <표 6>은 문제해결력 사전 검사의 결과를 t검정한 결과이다.

<표 6> 문제해결력 사전 검사 결과

집단	사례 수	평균	표준편차	t 값	유의수준
실험반	30	13.07	3.657	.332	.742
비교반	30	12.77	3.692		

p<0.05

나. 문제해결력 사후 검사 결과

문제만들기가 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 문제해결력 사후 검사의 결

과를 t검증하였다. 검증결과는 다음 <표 7>에서 알 수 있는 바와 같이 실험반이 문제해결력에 있어서 유의수준 $p < 0.05$ 에서 유의미한 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 7> 문제해결력 사후 검사 결과

집단	사례 수	평균	표준편차	t 값	유의수준
실험반	30	15.57	2.897	2.331	.027*
비교반	30	13.37	3.653		

$p < 0.05$

위의 <표 7>에 나타난 바와 같이 실험반의 학습 전 평균은 13.07에서 학습 후 평균이 15.57로 증가하였으며, 비교 집단 평균 13.37보다 높은 평균치를 보여주고 있으며 검증결과 문제만들기가 문제해결력에 효과가 있음을 알 수 있다.

2. 수학 학습 태도 검사

문제만들기를 실시한 실험반이 수학 학습 태도에 변화가 있는지 알아보기 위하여 수학 학습 태도에 대한 사전·사후 검사를 실시했다. 문제만들기를 실시하기 전, 후에 실시한 수학 학습 태도 검사지의 응답을 점수화하여 하위 변인 6개의 평균의 차를 구하고 t검증하였다. 다음 <표 8>은 문제만들기를 실시하기 전 후의 태도 변화의 검사 결과를 나타낸 것이다.

<표 8> 문제만들기를 실시하기 전, 후의 태도 변화 검사 결과

(N=30)

하위변인	시기	평균	표준편차	t 값	유의수준
자신감	학습 전	12.50	5.029	-2.982	.006**
	학습 후	15.30	2.961		
융통성	학습 전	12.00	2.912	-2.256	.032*
	학습 후	13.66	3.055		
의지력	학습 전	12.90	3.457	-1.040	.307
	학습 후	13.70	3.007		
호기심	학습 전	12.86	3.866	-3.263	.003**
	학습 후	15.16	3.108		
반성	학습 전	12.73	3.503	-1.178	.248
	학습 후	13.66	2.411		
가치	학습 전	13.06	3.786	-.683	.500
	학습 후	13.63	3.034		

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$

위의 <표 8>에 나타난 바와 같이 수학학습 태도 6개의 하위변인 모두에서 학습 후가 학

습 전보다 평균점수가 모두 향상되었음을 보여주고 있고, 특히 자신감은 학습 전 평균이 12.50에서 학습 후 평균이 15.30으로 평균 점수의 차가 가장 크게 나타났다.

유의수준 $p < 0.05$ 에 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것은 융통성이었으며, $p < 0.01$ 수준에서는 호기심과 자신감이 유의미한 차이를 나타내었다. 그러나 의지력, 반성, 가치의 하위변인에서는 모두 평균점수의 향상은 보여주었으나 통계적으로 의미 있는 차이는 나타내지 못하였다. 즉 문제만들기가 수학학습 태도 중 자신감, 융통성, 호기심에 효과를 미친다고 할 수 있다.

이상의 결과를 태도 변인의 하위 구분 없이 학습 전과 후로 나누어 종합적으로 분석한 결과는 다음 <표 9>와 같다.

<표 9> 수학 학습 태도 검사 결과

시기	사례수	평균	표준편차	t 값	유의수준
학습 전	30	76.06	18.468	-2.735	.011*
학습 후	30	85.13	11.379		

$p < 0.05$

위의 <표 9>에 나타나 바와 같이 학습 전 수학 학습태도의 전체 평균은 76.06에서, 학습 후 수학 학습태도의 전체 평균은 85.13으로 향상되었으며 $p < 0.05$ 유의수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 문제만들기가 수학 학습태도 변화에 매우 긍정적인 영향을 주었다.

3. 문제만들기를 통해 나타난 특징

대부분의 학생들은 처음 문제만들기를 접했을 때 간단한 수식을 통해 제시하려고 하였다. 문제란 수식으로 되어 있는 것으로 인식하는 경우가 많았다. 교사는 학생들로 하여금 문제만들기를 문장으로 표현하도록 하였고, 학생들은 처음에 간단한 상황의 문제만들기를 하였지만 활동이 거듭될수록 점차 숫자가 커지고 복잡해지는 상황으로 설정해 나갔다. 학생들은 생활 속에서 수학적 요소를 찾아 스스로 문제 장면을 구성하는 것을 볼 수 있었으며, 만든 문제를 짝이나 모둠원과 함께 바꾸어 논의하는 과정을 통해 자신의 오류를 발견하고 수정하였다. 그럼 학생들이 문제만들기에서 나타난 오류를 살펴보면 첫째, 문제는 제대로 만들었지만 계산을 잘못하거나 답을 틀리게 쓰는 경우가 있었고, 둘째, 문제를 구성함에 있어 연산에 필요한 구체적인 상황으로 제대로 진술하지 못하거나 필요한 요소를 갖추지 못하고 빠뜨리는 경우가 있었으며, 마지막으로 문제 만들기에 자신이 없어서 결국 문제 만들지 못하고 비워두는 경우가 있었다. 이런 오류들도 짝과 모둠원, 선생님과 함께 논의하는 과정 속에서 차츰 개선되었다.

문제만들기를 적용하는 동안 수학 과목을 싫어하거나 거부하던 학생이 문제를 차분히 읽으며 내용을 이해하려 노력하는 모습을 볼 수 있었고, 생활주변에서 문제만들기에 이용할 수 있는 소재를 찾아 자기가 만든 문제를 직접 풀면서 차츰 자신감과 흥미를 갖고 활동에 참여하게 되었다. 또한 수학 과목을 좋아하고 잘하는 학생에게는 자신이 수학전문가가 될 수 있는 기회의 장을 마련하여 더욱 열심히 할 수 있는 동기를 부여하였다.

V. 결 론

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 문제만들기를 한 학생들이 문제만들기를 하지 않은 학생들보다 문제해결력 향상에 있어서 유의미한 효과를 보였다. 문제만들기를 처음 접한 학생들은 문제를 만드는 활동에 다소 소극적이고 문제를 문장으로 표현하기보다는 단편적인 수식으로 나타내려는 경향이 있었으나, 실험에 참여한 연구자와의 의사소통을 통해 문제 만드는 방법을 점차 이해하며 자신감을 얻었고, 선생님이나 교과서에서 제시되는 쉬운 용어와 숫자를 활용하여 문제를 만들다가 점차 복잡한 용어와 숫자를 활용하여 문제를 만드는 모습을 보였다. 학생들이 만든 문제의 유형을 분석한 결과 대부분의 학생들이 문제 조건에 알맞게 다양한 문제를 만들었지만 소수의 학생들은 문제와 관련된 수학적 개념(덧셈 문제인데 뺄셈문제로 만드는 경우)에 어긋나거나 학습의 부족으로 인한 비현실적인 엉뚱한 문제를 만들기도 하였다. 즉, 문제를 만드는데 있어서 필요한 단어를 잘못 사용하거나 빼고 기술하여 덧셈문제가 뺄셈문제나 곱셈문제로 되는 경우를 발견할 수 있었다. 이 경우를 통해 문제 만드는 활동이 언어적인 문장 해석능력, 표현능력과도 중요한 연관성이 있음을 알 수 있었다. 그러나 대부분 만든 문제를 짚과 또는 선생님과 논의하는 과정 속에서 문제의 오류를 발견하고 잘못된 개념을 바르게 수정하여 조건에 알맞게 새로운 문제를 만들었으며, 이런 과정을 통해 학생들은 문제를 직접 만들면서 문제 상황을 충분히 이해하고 문제를 좀 더 꼼꼼하게 분석하는 일련의 과정을 통해 문제해결능력이 향상되었다.

둘째, 문제만들기를 한 학생들의 수학 학습 태도에 긍정적인 효과를 보였다. 항상 주어진 문제를 교과서에 제시된 몇 가지 정해진 방법으로만 답을 구해야 한다는 생각에 수학에 대한 두려움을 느끼고 해결하지 못함이 반복됨으로써 수학에 대한 자신감을 잃고 포기하게 되는 경우가 많았다. 그래서 이를 해결하는 방법으로 직접 문제를 만드는 활동을 적용하였고, 함께 문제를 만들어보는 활동을 지속적으로 실시한 결과, 문제에 대한 중요한 핵심 포인트를 찾아 문제를 만들고 풀어봄으로써 수학에 대한 자신감을 갖게 되었다. 또한 비슷한 문제만들기(조건형), 그림을 보고 문제만들기(그림형), 식에 알맞은 문제만들기(수식형), 정보를 활용한 문제만들기(정보형), 활동을 통한 문제만들기(활동형), 창의적으로 문제만들기(자유형) 등 6가지 유형의 문제만들기를 통해 수학에 대한 흥미를 느끼고 좀 더 다양하고 창의적인 문제를 만들었다. 즉, 문제를 수동적으로 해결하는 것이 아니라 학생들이 새로운 관점과 다양한 방법을 이용하여 문제를 만들어 가는 활동을 통해 수학 학습에 긍정적인 태도와 자신감을 심어주었다.

본 연구의 결과 문제해결 영역에서의 시사점 및 제안점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 문제 만드는 방법을 비슷한 문제만들기(조건형), 그림을 보고 문제만들기(그림형), 식에 알맞은 문제만들기(수식형), 정보를 활용한 문제만들기(정보형), 활동을 통한 문제만들기(활동형), 창의적으로 문제만들기(자유형) 6가지로 제한하였으나 실제 교실에서는 문제만들기 형태를 좀 더 다양한 방법으로 제시할 필요가 있다. 학생들은 다양한 상황의 문제 만드는 활동에 재미와 관심을 표현했으며, 실질적으로 다양하게 표현하는 방법을 통해 새로운 형태의 문제만들기 형태를 원하였다.

둘째, 본 연구에서는 수와 연산 영역과 도형 영역에 관한 문제만들기 활동 자료만 개발되어 적용하였으나 나머지 영역인 측정, 확률과 통계, 규칙성과 문제해결 영역에 관한 문

제만들기 활동 자료도 개발되어야 한다고 보며, 현장에서 문제만들기 활동을 통한 실험연구가 계속적으로 지속될 필요가 있다. 나머지 영역에 대해서도 문제 만들기 활동 자료를 개발하여 적용하여 어떤 시사점을 얻을 수 있는지 확인해 볼 필요가 있다.

셋째, 본 연구에 나타난 학생들의 오류사항 중의 하나인 언어적인 문장 해석능력과 표현능력이 수학문제를 이해하고 문제를 만드는데 있어서 대단히 중요한 연관성을 가지고 있다는 것을 알게 되었으므로 이와 관련된 연구가 필요하다. 학생들이 알고 있는 문장 해석능력이 문제를 파악하는데 아주 중요하다. 어떤 단어와 조사를 사용했는지에 따라 문제 상황은 바뀌게 되는데 일부 학생들은 인식하지 못하는 경우를 볼 수 있었다. 결국 문제를 만들기 위해서는 자신이 표현하고자 하는 의미로 문장을 표현할 수 있는 능력을 길러 주어야 한다.

참 고 문 헌

- 김혜정 (2005). 문제해결 과정의 검토 및 수정 활동에서 나타나는 사고의 특성에 관한 연구. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 교육과학기술부 (2009). 2009 수학과 교육과정. 서울: 교육과학기술부.
- 나철영 (2001). 수학 문제 만들기 활동이 문제해결력 및 학습 태도에 미치는 효과. 서울 교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박정수 (1998). 초등학교 수학교실에서 문제 만들기 활동이 문제해결력 신장에 미치는 영향. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박희진 (2004). 문제 만들기 활동이 문제해결력에 미치는 영향 -초등학교 3학년 아동들을 대상으로-. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 백난영 (2005). 문제만들기를 활용한 수학과 교수·학습에 관한 연구. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 서관석, 안진수 (2003). 협동학습에서의 초등학생 수학적 신념 및 태도 변화 연구. 학교수학, 5(4), 541-553.
- 석경희, 백석윤 (2004). 초등 수학의 문장제 해결 과정에 나타난 오류 분석. 한국초등수학교육학회지, 8(2), 147-168.
- 손병석 (2000). 문제 만들기를 적용한 수업이 수학과 학습력 신장에 미치는 효과에 대한 연구. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신수진, 임문규 (2010). 연차시 수업을 통한 수학 문제 만들기 활동 분석 연구-초등학교 3학년을 중심으로-. 한국초등수학교육학회지, 14(1), 43-64.
- 이송계 (2003). 단계별 문제 만들기 프로그램이 수학 학습 성취에 미치는 효과. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임문규 (1992). 문제 설정의 교수·학습에 관하여. 수학교육, 31(3), 55-62.
- 임문규 (2001). 제7차 교육과정에 따른 초등학교 1, 2학년 수학교재의 문제 만들기 내용 분석 및 학생들의 실태조사. 학교수학, 3(2), 295-324.
- 장수진 (2005). 초등학교 수학교재의 “문제 만들기” 내용분석을 통한 교수·학습 자료 개발 및 그 활용. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조주연 (2005). 수학 문제 만들기 활동이 초등학생의 문제 구성 능력과 수학적 태도에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최윤석, 배중수 (2004). 초등 수학에서 문제 만들기를 적용한 수업이 수학적 문제 해결력 및 태도에 미치는 효과. 한국초등수학교육학회지, 8(1), 23-43.
- 한국교육개발원 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가 체제 연구(II)-수학과 평가도구 개발-. 서울: 한국교육개발원.
- Aiken, L. R. (1970). Attitudes toward mathematics. *Review of Educational Research*, 40, 551-596.

- Brown, S. I. & Walter, M, I. (1983). *The art of problem posing*. Philadelphia, PA: Franklin Institute Press.
- Ellerton, N. F. (1986). Children's made up mathematics problem: A new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 261-271.
- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? In A. H. Schoenfeld(Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123-147). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mandler, G. (1989). Affect and learning: Causes and consequences of emotional interactions. In N. B. McLeod & V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (pp. 3-19). New York: Springer-Verlag.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 575-596). New York: Macmillan.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Noddings, N. (1985). Small groups as a setting for research on mathematical problem solving. In E. A. Silver (Ed.), *Teaching and learning mathematics problem solving: Multiple research perspectives* (pp. 345-359). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., Lindquist, M. M., & Smith, N. L. (1998). *Helping children learn mathematics*. NY: Simon & Schuster. 강문봉 외(공역) (1998). 초등 수학 학습지도의 이해. 서울: 양서원.
- Schoenfeld, A. H. (Ed.) (1994). *Mathematical thinking and problem solving*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 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 Education, Vol.1*(pp.66-85), Tsukuba, Japan.

<Abstract>

The Effects of the Mathematical Problem Generating Program on Problem Solving Ability and Learning Attitude

Jung, Sung Gun³⁾; & Park, Mangoo⁴⁾

The goal of this research was to study the effects of the Mathematical Problem Generating Program on problem solving ability and learning attitude. The experiment was carried out between two classes. One class was applied with the experimental program (treatment group), and the other continued with normal teaching and learning methods (comparative group). In this study, two 5th grade elementary classes participated in Seoul city. In this study, the students were tested their problem solving abilities by the IPSP test and learning attitude by the Korean Education Development Institute (KEDI) before and after use of the program. The collected results were t-tested to find any meaningful changes. The results showed the followings. First, use of the mathematical generating program showed meaningful progressive results in problem solving ability. Second, the students that used the program showed positive results in learning attitude. In conclusion, learning mathematics using the problem generating method helps students deeper understand and solve complex problems. In addition, problem solving abilities can be improved and the attitude towards mathematics can be changed while students are using an active and positive approach in problem solving processes.

Keywords : problem generating program, problem solving ability, learning attitude

논문접수: 2010. 05. 03

논문심사: 2010. 05. 22

게재확정: 2010. 08. 05

3) tjekd2@hanmail.net

4) mpark29@snu.ac.kr