韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 18집 제 2호, 2004. 7. 163-186

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 18, No. 2, July. 2004. 163-186

문제설정이 수학 문제해결력과 창의력에 미치는 효과

- 중학교 중심 -

이 상 원 (능인고등학교)
방 승 진 (아주대학교)

구성주의에 기반한 7차 교육과정에서 교사 중심의 수업에서 학생 중심의 수업으로 전환을 강조하고 있다. 또한 지식을 객관적인 존재라는 의식에서 벗어나 학생들 스스로에 의해 구성되어진다는 것을 강조하고 있다. 이러한 시점에서 교실 수업의 개선은 당연한 흐름이며 교사들의 의식 전환 또한 당연한 것이다. 7차 교육과정에서 문제해결력을 바탕으로 한 수학적 힘의 신장을 강조하고 있다. 이러한 시대적 요청에 부응하는 교수법의 개발에 있어서 문제해결력과 창의적 사고력 학습법에 대한 연구는 필연적이다. 따라서 본 연구의 목적은 어떤 문제설정 방법이 문제해결력과 창의력을 향상시키는데 보다 더 효과가 있는지 알아보는데 그 목적이 있다.

I. 서론

1. 연구의 필요성과 목적

오늘날 우리 학생들은 교과서, 참고서 등에 실려 있는 수학 문제를 교재나 교사가 가르쳐 주는 대로 비판 없이 풀고 이으며 또 이것이 수학 학습의 모든 것으로 여기고 있다. 학생 스스로 교과서나 교사가 가르쳐 주는 방법 이외에 달리 풀 수 있는 해법을 찾아보거나 원하는 결과가 나오도록 문제를 학생 스스로 만들어 보고 재구성해 보는 기회나 활동은 전혀 없다고 해도 과언이 아닐 것이다. 또한 거의 모든 문제가 한 가지 답만 그것도 정확하기만 요구하거나, 증명 과정이나 풀이 과정이 논리적으로 완벽하기만 요구하여 개념적, 절차적 지식의 결손이 누적되거나 수학 문제를 논리적으로 푸는 힘이 부족한 많은 학생들은 수학에 대해 흥미를 점점 잃어 가고 있는 실정이다.

최근 수학 교육에서는 문제 해결 능력을 기르기 위한 많은 연구와 노력 중 문제 해결 교수 학습을 개선하고 그것을 발전시키기 위하여 문제 설정에 대한 논의가 많이 일어나고 있다. Polya의 "How to solve it"에서 문제설정이란 문제를 해결하는 과정에서 해결 수단으로 문제를 새롭게 재구성하는 것이고, 문제를 해결하고 난 뒤 반성 검토 과정에서 그 문제의 의미와 이해를 심화하기 위한 중요한 수단이라고 보고 있다.

특히 Brown 과 Walter는 문제설정에 대해 첫째, 주어진 조건을 그대로 두고, 묻는 물음을 달리함으로써 학생들의 사고를 촉진시키는 것이고 둘째, 주어진 조건을 바꾸어 그 조건에 맞는 물음을

묻는 것으로 두 가지 견해를 말하고 있다. 나아가 문제설정 방법으로는 주어진 문제에서 묻는 물음에 부합하는 조건을 재구성해 보는 문제설정 방법과 주어진 조건을 바꾸어 물음을 만드는 문제설정 방법과 또 순수한 문제 상황에서 문제를 구성하는 방법 등 세 가지를 들 수 있다. 이 세 가지 방법은 사고 과정에서 많은 차이가 있을 것이고 또한 학생들의 학습 효과에 미치는 영향도 학생마다 다를 것이다.

문제설정을 통한 학습이 문제해결력이나 창의력을 향상시킬 수 있다는 연구는 있으나 모든 학생들에게 세 가지 문제설정 학습 수준에 따라 어떤 설정 방법이 문제해결력을 향상시킬 수 있는 지 연구가 필요하며 6개 창의력 요소 중 창의력에 일률적으로 똑같은 문제설정 방법을 적용하기보다는 학생 능력에 맞는 문제설정 방법을 택하여 달리 지도할 필요가 있을 것이다.

이에 위에서 제시한 세 가지 방법 중 어떤 문제설정 방법이 어떤 능력의 학생들에게 보다 더 학습 효과를 가져 올 수 있는지 이를 실제적으로 뒷받침할 수 있는 연구가 필요하다.

Getzels & Jackson(1962)은 창의력을 측정하기 위해 실제 생활 상황을 주고 그 상황에서 주어진 정보를 토대로 답을 할 수 있는 수학적인 문제를 설정하도록 요구하고 있다. Getzels & Jackson은 답을 얻기 위해 사용한 해결 절차의 복잡성을 점수화하고, Balka는 유연성, 유창성, 독창성 등 세 가지 면에서 분석하여 이를 창의력으로 하였다(Silver, 1993). 이에 문제설정 활동을 통해 창의력이 향상될 수 있는지에 대한 연구가 필요하며 그것이 긍정적인 지지를 얻는다면 창의력 지도에 적절한 단서를 제공할 수 있을 것이다.

구성주의에 기반한 7차 교육과정에서 교사 중심의 수업에서 학생 중심의 수업으로 전환을 강조하고 있다. 또한 지식을 객관적인 존재라는 의식에서 벗어나 학생들 스스로에 의해 구성되어진다는 것을 강조하고 있다. 이러한 시점에서 교실 수업의 개선은 당연한 흐름이며 교사들의 의식 전환 또한 당연한 것이다. 7차 교육과정에서 문제해결력을 바탕으로 한 수학적 힘의 신장을 강조하고 있다. 이러한 시대적 요청에 부응하는 교수법의 개발에 있어서 문제해결력과 창의적 사고력 학습법에 대한 연구는 필연적이다. 따라서 본 연구의 목적은 어떤 문제설정 방법이 문제해결력과 창의력을 향상시키는데 보다 더 효과가 있는지 알아보는데 그 목적이 있다.

2. 연구문제

본 연구는 문제 해결력과 창의력을 효과적으로 신장시키기 위한 문제설정의 적절한 방법을 조사하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

< 연구과제 1 > 문제설정이 문제해결력에 얼마나 효과가 있는가?

< 연구과제 2 > 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 창의력에서 각 학습 능력 수준에 보다 더 효과가 있으며, 6개 창의력 요소 중 어느 요소에 더 효과가 있는가?

3. 용어 정의

1) 문제 설정 방법

(1) 조건 변경 방법에 의한 문제설정 방법

Brown과 Walter의 What-if-not기법과 What-if기법을 이용한 문제설정 방법으로 주어진 문제에서 조건을 학생 스스로 달리 바꾸게 하고 바뀐 조건 아래서 새로운 결과를 얻게 하는 방법

(2) 결과 변경에 의한 문제설정 방법

주어진 문제를 풀고 난 뒤 나온 결과를 학생 스스로 바꾸어 보게 하고 바뀐 결과를 얻으려면 조건이나 문제를 어떻게 구성해야 하는지를 묻는 방법으로 그 보기는 다음과 같다.

(3) 임의 문제설정 방법

한 문제 상황에서 문제 조건을 바꾸고 그것을 이용해 풀게 하는 과정은 요구하지 않고, 문제 상황만 주고 그 문제 상황에서 학생 스스로 문제를 자유로이 구성하게 하는 방법을 말하며 그 보기는 다음과 같다.

2) 문제해결전략

넓은 의미에서 목표 상태와 현 상태간의 불일치에서 이 불일치를 극복해 가는 과정과 결과를 말한다(Hunt, 1994).

4. 연구의 제한점

1) 본 연구는 연구 대상 학교를 대구광역시에 있는 중학교 3학년을 대상으로 함으로써 타 지역, 다른 연령층의 학생들에게도 본 연구의 결과가 동일하게 적용될 것이라고 일반화하는 데는 제한점이 있을 것이다.

2) 본 연구에서 사용한 수학 내용이 수학 일반적인 영역에서 선정함으로써 특별한 수학 영역에 국한한 문제설정 방법이 동일하게 결과를 나타낼 것이라는 데에는 제한점이 있을 것이다.

3) 문제 해결력 및 창의성에 대한 점수 산출에서의 질적 분석은 본 연구자에 의해 수행되었기 때문에 다른 사람이 수행하였을 때도 동일한 결과를 얻는 데에는 제한점이 있을 것이다.

5. 선행연구의 고찰

문제해결을 위한 문제설정에 대한 연구는 국내의 연구는 그렇게 많지 않은 편이다. 국내 문제설정에 관한 선행연구는 다음과 같다.

이석희(1997)는 문제설정 방법이 문제해결력과 창의력에 미치는 효과분석에서 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 임의 문제설정 방법보다는 학생들의 창의적 사고에 자극을 준다고

할 수 있다. 세 가지 문제설정 방법에 따라 학습한 집단은 문제해결력에 차이가 있는가에서 학습지를 소집단별로 풀게 하였다. 문제해결력을 향상시키는 문제설정 방법으로는 학습 능력 수준이 하위인 집단에서는 임의설정 방법보다는 조건변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법을 많이 사용할 필요가 있다는 것을 시사해 주고 있다.

문제설정 방법이 학습 능력이 다른 학생들의 문제해결력과 창의력을 향상시키는데 보다 더 효과가 있는지 알아보고 문제설정 방법이 문제해결력을 신장할 수 있다.

임문규(2001)는 제7차 교육과정에 따른 초등학교 1,2학년 수학 교재의 문제 만들기 내용 분석 및 학생들의 실태조사에서 학생들의 문제 만들기를 통하여 높은 흥미와 관심 및 자신감을 갖고 학생들 스스로 문제 만들기에 대한 가치를 인정하고 교재 개발 및 교수·학습에 대한 개선과 발전을 위한 기초가 된다고 하였다.

본 연구자는 선행연구와 다르게 제7차 교육과정에 강조한 문제해결력을 바탕으로 한 문제해결력을 강조하고 있다. 원문제를 제시하여 이를 해결한 다음 반성적 사고 차원에서 원문제 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 새로운 문제를 만들어 보고, 만든 문제를 해결함으로써 창의적인 사고 과정으로 자기 주도적 학습능력 신장과 창의력에 영향을 줄 수 있다는 관점에서 선행연구와 다르다고 하겠다.

이상원(2004)은 문제설정을 통한 효과적인 문제해결에서 국내·외 수학과 수업모형을 바탕으로 문제설정 모형을 개발하였다. Dewey의 반성적 사고와 차원에서 원문제를 Polya 해결전략에 대하여 먼저 문제를 풀고 원문제를 바탕으로 학생 스스로 원문제를 변경하여 이를 해결하도록 하였다. 그 결과 문제해결력 신장과 수학적 태도 변화에 상당하는 영향을 주었다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 문제설정과 문제해결력

오늘날 우리 학생들은 교과서나 참고서 등에 실려 있는 수학 문제를 교재나 교사가 가르쳐 주는 대로 비판 없이 풀고 있으며 또 이것이 수학 학습의 모든 것으로 여기고 있다. 학생 스스로 교과서나 교사가 가르쳐 주는 방법 이외에 달리 풀 수 있는 해법을 찾아보거나 원하는 결과가 나오도록 문제를 학생 스스로 만들어 보고 재구성해 보는 기회나 활동은 전혀 없다고 해도 과언이 아닐 것이다. 또한 거의 모든 문제가 한 가지 답만 그것도 정확하기만 요구하거나, 증명 과정이나 풀이 과정이 논리적으로 완벽하기만 요구하여 개념적, 절차적 지식의 결손이 누적되거나 하여 수학 문제를 논리적으로 푸는 힘이 부족한 많은 학생들은 수학에 대해 흥미를 점점 잃어 가고 있는 실정이다.

Lakatos는 학생들의 학습이란 학생들에게 주어진 정의를 논리적으로 증명하는 것이 아니라 그러한 정의를 발견하고 비판하고 개선하는 과정을 통해 교과 지식의 의미 있는 학습과 함께 탐구하는 방법 자체를 학습하는 것이라고 했다(우정호 외 1명, 1993). 또 구성주의자들은 수학 지식은 학습자

가 직접 관계와 패턴을 구성해 나가는 활동으로 얻어진다고 하였다(Kieren, 1990). 다시 말해 지식은 이미 만들어진 상태로 학생들에게 전수되는 것이 아니라 학생 자기 자신의 경험 위에 스스로 지식을 만들어 가는 것이라고 했다. 특히 수학적 지식이나 문제해결력은 학생 바깥에서 즉 교사가 가르치는 대로 획득되는 것이 아니라 학생 자신의 기존의 경험 위에서 학생이 직접 수학적 관계를 찾아보고 구성해 보는 활동을 통하여 학생들 나름대로 지식 체계를 이룰 때 얻어지는 것이라고 보았다.

최근 수학 교육에서는 문제해결 능력을 기르기 위한 많은 연구와 노력 중 문제해결 교수 학습을 개선하고 그것을 발전시키기 위하여 문제설정에 대한 논의가 많이 일어나고 있다. Polya가 제시한 문제해결 절차의 마지막 단계인 검토 및 반성 단계에서도 문제설정 활동이 가능하다. 뿐만 아니라 문제를 이해하고 파악하기 위해서는 여러 가지 입장에서 보고 여러 측면으로부터 그 문제를 살펴보아야 하며 계획을 세우고 실행하는 단계에서도 새로운 문제를 구성할 수 있어야 문제해결을 쉽게 하며, 또한 문제를 다 풀고 난 뒤에도 원문제와 관련이 있는 여러 문제를 만들어 풀어 보아야 그 문제의 의미와 이해를 심화하게 되어 문제해결력이 향상된다고 본다. 또 Kilpatrick(1987)은 문제의 형식화(formulation)는 학교 수학 교육 과정의 중요한 부분으로 학생들 스스로 수학 문제를 발견하고 만들어 보는 경험이 모든 학생을 위한 교육의 일부분이 되어야 한다고 말하고 있다.

Brown & Walter(1990)는 학생들이 문제를 받아들이기만 하는 소극적인 자세가 아니라 그들이 그들 학습에 직접 참여하여 활동하는 적극적인 자세를 가져야 한다고 했으며 문제해결 과정에서도 문제설정이 필요하며 문제를 해결하고 난 다음에도 의문을 가져 새로운 문제를 만들어 분석을 다시 해야 한 단계 발전된 확산된 사고를 할 수 있다고 하면서 문제설정이 수학 활동에서 중요한 활동이라고 했다. 특히 Brown과 Walter는 문제설정에 대해 첫째, 주어진 조건을 그대로 두고 묻는 물음을 달리함으로써 학생들의 사고를 촉진시키는 것이고 둘째, 주어진 조건을 바꾸어 그 조건에 맞는 물음을 묻는 것으로 두 가지 견해를 말하고 있다. 나아가 문제설정 방법으로는 주어진 문제에서 묻는 물음에 부합하는 조건을 재구성해 보는 문제설정 방법과 주어진 조건을 바꾸어 물음을 만드는 문제설정 방법과 또 순수한 문제 상황에서 문제를 구성하는 방법 등 세 가지를 들을 수 있다.

Brown과 Walter가 주장한 세 가지 방법은 사고 과정에서 많은 차이가 있을 것이고 또한 학생들의 학습 효과에 미치는 영향도 학생마다 다를 것이다. 문제설정을 통한 학습이 문제해결력이나 수학 성취도를 향상시킬 수 있다는 연구는 있으나 모든 학생들에게 일률적으로 똑같은 문제설정 방법을 적용하기보다는 학생 능력에 맞는 문제설정 방법을 택하여 달리 지도할 필요가 있을 것이다. 이에 위에서 제시한 세 가지 방법 중 어떤 문제설정 방법이 어떤 능력의 학생들에게 보다 더 학습 효과를 가져 올 수 있는지 이를 실제적으로 뒷받침할 수 있는 연구가 필요하다. 한편 문제설정은 창의적인 활동의 한 특성으로 오랫동안 고려되어 오고 있다. 새로운 문제를 제기하거나 문제를 새로운 다른 풀이를 생각해 내거나 문제를 새로운 각도에서 바라볼 수 있기 위해서는 창의적인 상상이 필요하다고 했으며 이를 통해 실제로 과학 발전이 이루어진다고 했다(Leung, 1993). 창의력을 향상시키는 교육 프로그램에는 많은 경우 창의적인 문제해결을 위해 문제의 속성을 파악하고 이 속성을 바꾸어 새로운 문제를 만들거나 문제의 조건을 다르게 변경함으로써 새롭고 다른 면으로 볼 수 있게 하는 단

계를 포함하고 있다. Guilford(1971)의 창의력과 관련이 많은 확산적 사고를 촉진하는 질문에서, 문제 설정과 비슷한 사고 활동이 일어난다고 할 수 있다. 또 브레인스토밍시에 학생들이 아무런 아이디어도 내지 못할 때 학생의 사고를 확장할 수 있도록 틀을 제공할 수도 있다. 즉 문제에서 주어진 조건이나 상태를 바꾸어 제공함으로써 학생들이 생각의 방향을 다시 잡게 해줄 수 있다. 이때 사고의 방향을 변경하거나 사고의 확산을 위해 문제설정 활동이 일어난다고 할 수 있다(1993, 임선하). 또한 Osborn(1953)의 창의적 문제해결 방법 중 문제해결책을 찾는 질문 중에서도, 신세호(1981)의 창의력을 북돋우는 질문 목록 중에서도 문제설정이 중요한 수단으로 여기고 있다. 이는 창의적으로 문제를 해결할 경우에도 문제설정 활동이 자주 일어나며 또 창의력 발달에도 이 문제설정이 필요하다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

2. 문제해결력과 창의성

창의력이 매우 중요한 인간의 지적 특성으로 이해되어 오긴 했으나 학문적 관심을 가지게 된 것은 최근의 일이다. 1950년도 Guilford가 창의성 교육의 중요성이 제기된 이래 창의성에 관한 연구가 많이 이루어지게 되었다. 창의성 또는 창의적 사고에 대한 입장은 매우 다양하나 본 연구에서는 창의성을 인간이 가지는 인지 능력이며, 문제 해결 과정에서 적용되는 창의적인 힘으로 보고 창의성과 문제 해결 과정을 중심으로 전개하되 그 창의적 문제 해결 과정에서 문제설정이 어떻게 일어나고 있는지를 고찰하고자 한다.

1) 창의력의 특성

Rogers(1959)는 창의성을 하나의 새로운 결과를 야기하는 행동의 출현이라고 보았다. 그것은 그 개인의 독특성 그 개인을 둘러싼 사건, 자료, 자기의 생활상의 어떤 사정 등에서 생성되는 과정으로 보았기 때문이다. 그래서 그는 창의력을 문제-사람-환경의 관계로 보았다(윤종건, 1994).

Guilford(1967)는 창의력이란 개념에 대해 처음으로 요인 분석적 개념을 갖고 접근했다. 그는 지능구조를 조작(operation), 산출(product), 내용(content)을 축으로 하는 3차원 모형으로 제시하였는데 '조작'을 이루는 요인 중 '확산적 생산(Divergent production)'을 창의력의 본질적 능력이라 보았다. 그는 확산적 생산을 다시 분석하여 창의적 사고에 관련되는 능력을 다음과 같이 추출하였다(신세호, 1977).

창의성의 구성요인을 살펴보면 다음과 같다.

정원식, 이영덕(1993)이 말하는 창의성의 구성 요인을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 융통성(flexibility) : 사고 과정의 융통성이란 한 가지 문제 사태에 대하여 접근할 수 있는 방법의 다양성이 어느 정도인가를 말하는 요인이다. 주어진 어떤 문제를 해결하는 방법으로서 한 가

지 방법에 집착하지 않고 여러 가지 접근에 의해 해결한다는 것은 그 만큼 융통성이 있다는 것을 의미한다.

둘째, 독창성(originality) : 사고의 결과로 나타난 반응의 독창성을 의미한다. 기득 지식의 통합이나 재구성이 아니라 새로운 반응의 도출을 말하는 것이다. 독창적인 반응은 새로운 것이어야 함은 물론이려니와 총명(clever)하여야 하고, 흔히 볼 수 없는(uncommon)것이어야 한다.

셋째, 정교성(elaboration) : 주어진 문제를 세분화하여 전개시키거나 문제에 포함된 의미를 명확히 파악하고 결함을 보충할 수 있는 능력을 의미한다.

넷째, 조직성(organization) : 복잡한 문제 사태를 보다 간결하게 하여 새로운 의미를 부여한 사물 또는 사상 사이의 관련성이나 구조적 관련성을 고려하여 서로 관련지을 수 있는 능력을 말한다.

다섯째, 지각적 개방성(openness) : 문제 사태에 대하여 민감하게 사실대로 지각할 수 있는 능력을 말한다. 특히 관련성이 없는 자극에 의하여 혼돈 되거나 장애를 받지 않고 독립적으로 지각할 수 있는 것을 의미한다. 이른바 장독립적인 지각성(field independent perception)이다.

여섯째, 성격적 요인(personality factor) : 창의성은 지적 능력만으로 결정되는 것이 아니라 성격적 요인이 상당한 정도로 내포되어 있다는 관점에서 창의적 성격 특징을 말한다.

일곱째, 유창성(fluency) : 이 요인은 주어진 자극에 대하여 제한된 시간 내에 보일 수 있는 양의 정도를 말한다. 따라서 반응의 질이 문제가 아니라 단위 시간 내에 반응하는 양에 관한 요인이다.

2) 창의력 신장 지도 방법

창의력은 어느 한 순간 또는 특정한 방법에 의해 신장시킬 수 있는 것이 아니다. 교수-학습활동 전 과정을 통해서 꾸준히 지도되어야 한다.

첫째, 새로운 문제를 제기할 수 있는 기회를 주어야 한다.

둘째, 고정 관념에서 벗어날 수 있는 자세를 가지도록 지도해야 한다.

셋째, 다양한 아이디어를 제출하도록 유도해야 한다.

넷째, 새롭고 쓸모 있는 독창적 아이디어와 결과를 만들도록 지도해야 한다.

3) 창의력 신장 지도에서 교사의 역할

첫째, 교사는 자신이 학생들의 창의력을 신장시키는 주체이고, 매우 큰 비중을 차지하고 있다는 사실을 인식하고 인정해야 한다.

둘째, 교사는 자신이 학생들의 창의력을 개발해 줄 수 있는 실력자로 자부하고, 창의력 신장 수업의 기술을 개발하려고 노력해야 한다.

셋째, 교사는 교수-학습 과정에서 학생들이 창의력을 발휘할 수 있는 적절한 방법으로 안내해야 한다. 학생의 질문에 대해 '핑퐁' 식의 대답은 창의력 신장에 별로 보탬이 되지 않는다.

넷째, 교사는 교과목의 권위자, 실력자 또는 문제해결사가 아니고 학습의 안내자, 조력자로 자기 주도적 학습의 방향을 잡아 주는 역할에 충실할 때 학생들의 창의력 신장에 도움을 준다.

다섯째, 교사는 매 시간 수업의 목표를 분명히 하고 교단에 설 때, 학생들은 교사가 제시한 '수업 목표'를 교사가 의도한 대로 달성시킬 수 있다는 신념을 가져야 한다. 교수·학습 활동 장면에서 교사는 수업 목표 달성을 위해 노력하고, 학생들은 수업 목표를 달성하려고 애쓰는 공동운명체로 보고 학생들이 창출하는 다양한 활동과 능력을 인정해 주어야 한다.

여섯째, 교사는 자신의 수업 목표 달성을 위해 계획한 이외에 나타나는 학생 활동에 대해서는 관용하고, 상황에 따라 적절히 대처할 수 있는 수업 기술을 가져야 한다.

일곱째, 교사는 학생들의 발산적 사고에 관심을 가지고 이를 수용하는 자세를 가져야 한다.

4) 창의성 교육을 위하여 교사가 할 일

학생들의 창의성 교육을 위한 교사의 역할은 대단히 중요하다. 교사는 무엇보다도 창의성의 중요성을 인식하고 학생들의 창의성을 발견하고 지도, 육성하는 일에 적극적이어야 한다. 다음은 학생들의 창의성 발휘를 위해 교사의 역할에 대한 제안들이다.

(1) 저해 요인을 제거한다.

사실 창의력은 저해 요인만 제거해 주면 저절로 뻗어날 수 있는 능력이다. 그런데 우리나라에서는 창의력을 저해하는 요인들이 너무 많다. 어쩌면 우리는 전혀 그것이 창의력의 저해 요인으로 작용한다는 사실조차 모르고 있다. 그 대표적인 것이 지식과 정보 또는 과거의 습관과 경험 등이다.

(2) 다양한 각도에서 사물을 볼 수 있도록 한다.

보다 더 넓은 세계를 이해하고, 그 속에서 새로운 것을 발견하기 위해서 새로운 각도에서 사물을 보도록 가르쳐야 한다. 창의적인 아이디어를 내기 위해서는 융통성 있는 사고가 필요하다. 융통성은 사물을 다른 각도에서 볼 수 있는 능력, 여러 관점에서 상황을 볼 수 있는 능력을 말한다. 또한 사고의 틀을 바꾸는 능력이며, 다양한 아이디어를 생산하는 능력이다. 융통성 있는 사고를 하는 사람들은 일상적으로는 상상할 수 없는 강제 결합을 통해 특이한 아이디어를 생산하는 능력을 갖고 있다. 융통성 있는 사고의 목적은 비 일상적인 사고를 일반화하고 좀더 가치를 높이는데 있다.

(3) 학생들의 독창성을 길러 주어야 한다.

여러 학생들 틈에서 때로는 눈에 띄는 아이를 발견할 수 있다. 대부분의 사람들은 자기가 속한 그룹에서 튀는 것보다는 무난히 비슷하게 살아가는 것이 타인에게 인정을 받는 것으로 여긴다. 사실상 타인과의 관계에서 자기 자신의 신념을 지키기는 쉽지 않다. 그 신념이 독특할수록 더하다.

(4) 교사가 창의적인 모델이 되어야 한다.

학생들을 교육하고 지도하는 일에 창의적인 방법을 모색해야 한다. 책 읽고, 설명하고, 판서하는 것으로 일관된 교육 방법에서 탈피하여 다양한 매체를 활용하거나 WBI의 필요성을 인식하고 현장에 적용하는 창의적인 교수 기법을 활용한다면 수업도 효율적일 뿐만 아니라 교사의 창의적인 모습에서 학생들은 저절로 창의적인 태도를 익히게 된다. 교사의 창의성이 학생들의 창의성에 모델이 된다는 것을 기억해야 한다.

(5) 창의력도 많은 훈련을 통해서 나온다.

창의성은 어느 날 갑자기 솟아오르지 않는다. 창의성의 발휘를 위해서는 어떤 영역이든지 그 영역에서 필요로 하는 기본 지식이 있어야 한다. 그 지식을 바탕으로 꾸준히 노력을 기울일 때 창의적인 작품이 가능해진다. 피카소가 자신만의 독특한 화법을 개발하기 전까지 청년 시절에 그도 역시 사진처럼 정밀하게 묘사된 그림을 그렸다. 이승엽 선수의 훌륭한 배팅 감각도 기본에 충실한 반복적인 연습에서 나오게 된 것이고, 과학자의 발명품도 과학의 기본 원리를 터득한 후에 가능한 것이다.

(6) 창의적 사고를 위한 수업 분위기를 조성해야 한다.

학교에서 억압적인 분위기는 독창적인 아이디어 생산에 저해가 된다. 창의적인 생각이나 활동은 정서적으로 안정된 분위기에서 가능하다. 교사는 정서적으로 불안해질 수 있는 요소들을 제거해 주고, 학생들 자신의 흥미, 경험, 생각들을 자유롭게 표현할 수 있는 편안한 분위기를 만들어 주어야 한다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

대구광역시에 소재하고 있는 N중학교 3학년 학생을 대상으로 하며 먼저 선행 지식 검사를 통해 본 연구에 필요한 선행 지식을 갖춘 학생 140명을 선정하였다.

< 연구과제 1> 연구대상

선행지식검사 자료로 비교반과 실험반 140명을 선정하였다. 구체적 연구대상은 다음과 같다.

<표 Ⅲ-1 > 연구대상자

(단위 : 명)

집단 / 명	비교반	실험반	총 인원 수
인원수	70	70	140

< 연구과제 2 > 연구대상

실험반 70명을 선행지식검사 자료로 상위집단, 중위집단, 하위집단으로 나누었다. 구체적 연구대상은 다음과 같다.

<표 III-2 > 연구대상자

(단위 : 명)

집단 / 명	상위집단	중위집단	하위집단	총 인원 수
인원수	20	30	20	70

2. 검사도구

1) 선행 지식 검사

선행 지식 검사는 본 연구에 필요한 선행 지식을 갖춘 학생들을 선정하는데 사용하며 실험 집단을 학습 능력 수준에 따라 각각 상, 중, 하위 집단으로 나누어 연구 문제를 분석하기 위한 자료로 활용하기 위해 실시하였다.

학생들의 선행 지식을 학생들이 본 연구에서 사용되는 수학 내용에 대한 개념적 지식과 절차적 지식을 말하며 이를 알아보기 위해 이석희(1996)가 구안하였다.

2) 문제 해결력 검사

<연구과제1>을 해결하기 위한 것으로 실험 처치 사전과 사후 검사를 실시하였다. 사전 검사는 문제 해결력에서 세 실험 집단이 동일집단인지를 알아보기 위해서 실시하였고, 사후 검사는 세 가지 문제설정 방법 중에서 어느 방법이 각 학습 능력 수준에서 문제해결력 요소에서 보다 더 효과적인가를 알아보기 위해서 실시하였으며 검사 문항은 사전 검사와 동종의 문항으로 하였다. 평가 요소는 Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics(1989)와 산수과 평가 문항의 개발 방법과 능력의 평가 요소에 따르며, 선정 기준은 문제형식, 사고 과정 단계, 내용영역, 전략 유형, 정보 제공 형식 다섯 가지로 하여 이석희(1996)가 문항을 개발한 검사지. 구체적 문제해결력 검사지는 <부록 2>에 제시한다.

3) 창의력 검사지

<연구과제2>를 해결하기 위한 것으로 실험 처치 사전, 사후에 이 검사를 실시하였다. 사전 검사는 창의력에서 세 실험 집단이 동일 집단인지를 알아보기 위해서 실시하였으며 사후 검사는 연구 문제를 해결하기 위해 실시하였다. 이 검사는 Korean Testing Center에서 제공하는 창의력 검사로 측정하였다. 이 창의성 검사의 저자는 정원식, 이영덕이며, 측정 요인은 유창성(Fl: Fluency), 유연성(Fe: Flexibility), 독창성(Oy: Originality), 정교성(El: Elaboration), 조직성(Ol: Organization), 지각적 개방성(Os: Openness)의 6개 요인과 성격적인 특징을 알아보기 위한 성격적 요인(P: Personality)으로 되어 있다. 이 연구에서는 성격적 요인을 측정하지 않고 나머지 6개 요인을 알아보았다. 이 검사의 신뢰도는 .70-.90이다.

3. 연구절차

본 연구는 다음과 같은 절차에 따라 진행하였다.

1) <연구과제1>의 연구절차

세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 문제해결력에 효과가 있는가 연구하기 위한 구체적 연구 절차는 다음과 같다.

(1) 비교반과 실험반 학생 140명에게 사전 문제해결력 검사를 실시하여 그 결과를 분석하였다.

(2) 2003. 3월초에 5개반 175명을 대상으로 선행 지식 검사를 담임 교사와 사전에 협의 하에 아침 자습 시간 45분 동안 실시하였다. 실시한 결과 본 연구에 필요한 선행 지식을 갖춘 학생 4개반 140명을 선정하였다.

(3) 선행 지식 검사를 실시한 다음 예를 들어 70명을 일반적 수업형태로 수업이 이루어지고, 실험 대상 2개반 학생에게 조건 변경 문제 설정 방법, 결과 변경에 문제설정 방법, 임의 문제설정 방법을 간단하게 설명하였다.

(4) 문제설정을 문장제나 문장제가 아닌 문제를 주고 이를 이용해 문제를 만들고 이를 다시 해결하도록 하였다.

(5) 문제설정에 대한 별도의 노트를 준비하여 매 시간마다 학습과제를 제시하였다.

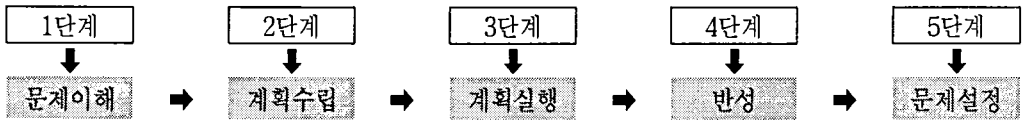
(6) 문제설정 과정, 동기 및 착상을 알아보기 위해 소집단 별로 발표하였다.

(7) 문제설정 검사의 채점 기준표는 엄격하게 주관식 문항임을 고려하여 1차 채점, 2차 채점을 실시하였다.

(8) 3월 중순 사전검사로 문제해결력 검사를 방과 후 45분 동안 실시하였으며, 먼저 선행 지식 검사 성적으로 11-12개의 소집단으로 구성하였고, 이 때 소집단을 5-6명의 이질 집단으로 구성하였다.

(9) 문장제는 필자가 개발한 문제설정 수업모형을 적용하여 수업을 진행하였다(2004, 이상원).

구체적 수업모형은 다음과 같다.



(10) 연구대상 학교의 교사에게 연구목적, 연구내용을 안내하고 실험 일정을 협의하였다. 구체적 내용을 살펴보면 다음과 같다. 실험 기간은 28주 동안 걸쳐 실시하였다.

사전·사후 검사의 실시 동의 절차가 필요하면 Polya의 문제해결전략, 문제설정, 이론적 배경 교육을 설명하고 수업방법, 일정 협의를 하고 실험 대상 학급의 담임교사의 긴밀한 협조가 필요하기 때문에 본 연구자는 본 연구의 목적과 의의, 방법에 관하여 담임교사, 담당 수학교사에게 자세히 설명하고 실험일정에 대해 협의하였다. 본 연구가 순조롭게 이루어 질 수 있도록 최대한의 협조를 구하였다.

(11) 실험 일정이 협의된 후 본격적으로 실험을 진행하였다. 28주 동안 실험처지 중 본 연구자는 교육환경을 파악하고 연구의 미비점 발견 시 이를 즉시 해결하였으며, 직접 수업에는 참여하지 않았다. 다만 본 연구가 원활히 진행될 수 있도록 긴밀한 점검을 하였다.

(12) 문제설정 수업에 대한 학생들의 반응을 알아보았다.

(13) 문제해결력에 대한 사전검사 결과와 사후검사 결과를 통계적 분석을 실시하였다.

① 실험반의 문제해결력에 대한 실험처지 전·후의 결과를 알아보기 위해 t 검증을 실시하였다.

② 이 연구에 쓰여진 통계 처리는 SPSS/PC+를 이용하였다.

(14) 문제설정에 대한 반응

어떤 문제를 완전히 이해하고 해결하기 위해서는 다양한 방향으로 많은 문제를 풀어 보아야 한다. 원문제와 유사한 문제를 만들어 보기도 하고, 내용 및 방향을 바꾸어 보기도 하고 조건을 다르게 해 보기도 하여 다양한 문제를 접해 보아야 한다. 또한 자기가 만든 문제를 해결하려고 하는 학습자의 자세가 올바르게 인식하기 때문에 문제를 해결할려고 하는 과제 집착력이 한층 더 뛰어나기 마련이다.

문제설정은 학생들의 사고가 다양하게 전개됨에 따라 여러 가지 문제를 만들 수 있고 이에 따라 문제해결 방향도 다양할 것이다. 구체적인 수업진행 방향은 다음과 같다.

(i) 적용 전 반응

문장제가 아닌 문항과 문장제 문항의 정답률은 상당한 차이가 있는 것을 확인할 수 있다. 대부분의 학생들은 문장제 문항은 문장제가 아닌 문항에 비해 상대적으로 시간에 쫓겨 저항감과 기피증을 느끼며 한가지 문장제 문제에 대한 이해도가 낮아 식을 세우는데 많은 어려움을 겪고 있음을 알 수 있다. 또한 문장제 문항은 여러 영역에 걸친 통합적인 문제이기에 수학의 전 영역에 대한 기초학력 결손이 발생하면 응용력이 뒤떨어져서 문제해결에 많은 곤란을 겪게 된다. 학생들은 여전히 만든 문제에 대한 흥미와 관심이 없었다. 또한 문장제 문제는 저학년부터 문제를 해결하는데 지도교사의 세심한 학습지도가 부족하여 문제를 해결하는데 문제의 이해도가 낮거나 긴 문장을 이해하는데 많은 어려움을 느끼고 있었다. 문제설정 초기 학생들의 반응은 다음과 같다.

첫째, 문제설정 초기 학생들은 문제설정에 익숙치 않아서인지 막막한 분위기였다.

둘째, 조건이나 숫자를 바꾸는 일이 쉽지 않았으며, 답이 문제와 모순되거나 문제가 해결되지 않은 경우가 많았다.

셋째, 문제를 설정하는 데에는 많은 시간이 들었으며, 많은 시행 착오를 겪기도 하였다.

넷째, 구체적 해결전략을 제시하지 않고 있다.

(ii) 적용 중 반응

수업활동 중 문제설정에 대한 구체적인 반응은 다음과 같다.

① 종전의 일제학습의 단점을 극복하기 위해서 소집단 토의학습을 통하여 학생 스스로 토론식 수업을 전개하면서 기본적인 개념 원리를 완전히 이해할 수 있도록 하고 이해가 잘 되지 않으며 조장

이 개인별로 지도해 주며 토론 과정에서 이해가 되지 않은 내용들은 지도교사가 순회하면서 적절한 설명을 제공하여 종전의 획일적인 수업방식을 탈피한다.

② 실험반을 소집단 그룹으로 5조 6~7명 그룹으로 나뉘고, 그 그룹별 우수학생 한 명(조장)을 배치하였다. 이 조장이 조의 대표가 되어 토의학습 내용을 진행하면서 조원들이 잘 모르는 내용을 그들의 이해에 도움이 되도록 하였다.

③ 과제에 대한 정보를 바탕으로 교사와 각 그룹 전체가 토론에 임하면서 해결 가능한 형식으로 과제를 재 진술하며 제시된 과제 정의에 맞는 아이디어를 발견한다. 그룹별 학습활동이 자유스러운 가운데 문제해결에 대한 활발한 정보교환이 이루어지도록 유도하여 학생들이 가능한 한 많은 아이디어를 생성할 수 있도록 하고 모든 아이디어가 발견될 때까지 판단을 보류하여 문제해결에 대한 탐구노력하는 학습태도가 길러지도록 한다.

④ 아이디어 발견과정에서는 발표된 의견이나 오답도 일단 수용하고 오답을 활용하여 더 나은 방향으로 문제를 해결토록 한다.

⑤ 많은 학생들이 설정한 문제의 오류 및 장단점을 지적해준다.

⑥ 학생들의 다양한 아이디어 장·단점, 다른 사람의 견해, 자료를 유용한 아이디어로 전환시켜 문제를 해결하기 위한 최선의 해결력 신장요소를 선정한다. 이를 바탕으로 각 그룹별로 문제해결전략을 계획 실행한다.

⑦ 각 그룹별로 해결전략 및 문제설정한 문제 풀이를 OHP를 이용하여 발표토록 하여 잘못된 풀이에 대해서는 질의 응답하는 가운데 오류 원인을 스스로 발견하여 처치하도록 하는 등 반성이 이루어지도록 한다.

⑧ 교사는 학생들이 해결책을 계획 수립하는 데 도움이 되는 연습문제들을 선정구안하여 다양한 질의 응답에 대한 객관적 준거 적용을 통하여 반성하도록 하고 각 해결전략을 비교검토하면서 정리·반성한다.

⑨ 수업 중 소집단 토의학습을 통하여 다양한 풀이방법을 제시함으로서 학생들이 문제설정에 대한 관심과 흥미를 가지게 한다.

⑩ 수업 중 철두철미하게 문제설정형 수업모형 5단계를 강조하면서 수업을 진행하였다. 구체적 문제해결전략 과정의 수업모형은 다음과 같다.

⑪ 학생들의 문제설정에 대한 자신감과 흥미를 더욱 더 고취시키기 위해 학습지로 학습과제를 제시하였다. 문제설정 중 학생들의 반응을 종합하면 다음과 같다.

첫째, 문제 이해도가 조금 높아지고, 문제의 이해도의 시간 소요가 단축된다.

둘째, 응용력이 점차 향상되었고, 조금씩 문제를 설정하는데 감이 잡힌다.

셋째, 문제설정을 하는데 점점 흥미를 가졌고, 약간의 자신감이 생겼다.

넷째, 어떻게 바꾸며 답이 어떻게 나올지 대충 감이 잡혔고, 문제를 설정하는 문항수가 점차 증가하였다.

다섯째, 문제를 설정하면서 문제가 자연스럽게 해결되었고, 조건이 하나만 바뀌어도 문제의 답이 없거나 의도와는 전혀 다르게 답이 나왔다.

(iii) 적용 후 반응

문제설정수업 후 학생들의 구체적인 반응은 다음과 같다.

① 처음에는 문장제 문제에 대하여 조급함을 느꼈고, 월별 문항 평가시 두려움을 많이 느꼈다. 그러나 일정한 시간이 흘러가며 문제설정수업모형에 맞춰 각 단계에 맞게 문제를 이해하고 식을 세울려고 노력했다. 또한 정확한 계산을 하려는 의지가 보였다.

② 소집단 토의학습을 통하여 다양한 풀이방법을 제시하면서 문장제 문제에 대하여 이해도 및 흥미도가 높아졌으며 문장제 문제에 대한 자신감을 많이 가졌다. 또한 당황하지 않고 차분하게 문제를 설정하고 문제해결의 식을 세우는 습관이 생겼다.

③ 어려운 문장제는 쉽게 토의하지 않고 혼자서 문제를 해결하려는 과제집착력 및 문제해결력이 이전보다 돋보였다.

④ 10월 문장제 문제의 문항 평가시 과감하게 문제를 풀려고자 하는 자신감이 한층 더 돋보였다.

⑤ 다른 조와 비교하여 자기의 풀이법의 차이점을 비교 분석할려고 하였고, 또한 다른 조의 좋은 풀이법을 수용하려는 노력이 고조되었다.

⑥ 학생들이 더욱 더 좋은 문제를 만들려고 하였다.

⑦ 문제설정의 영향으로 문장제가 아닌 문제도 조건과·결과 임의변경의 문제를 만들려하는 노력이 한층 더 고조되었다.

⑧ 문제에 대한 기피증을 느끼지 않고 과감하게 문제를 해결하려고 하였다.

⑨ 각종 참고서에 나오는 문제의 오류를 발견하고 이를 올바르게 고쳐 문제를 해결하려는 의욕이 고조되었다.

⑩ 처음에는 발표하는데 대한 두려움이 많았지만 시간이 흐를수록 이에 대한 두려움은 점차 감소되었다.

⑪ 어떤 문제를 해결 한 후 학생들은 posing을 외치며 더욱 더 재미있는 문제설정을 원했다. 보다 좋은 문제를 설정하면서 자연스럽게 박수가 나오기도 하였다.

문제설정 후의 학생들의 반응을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 문제설정하는 것에 한층 더 흥미가 있었고, 어려운 문제를 접하면 힘들기도 하지만 포기하지 않고 끊임없이 도전하고 싶다.

둘째, 문제설정에 흥미를 느끼고 학생들은 교사의 수업의도를 이해하였고, 다양한 문제를 만들어 풀 수 있었다.

셋째, 자신감이 한층 더 고조되었고, 시간이 보다 단축되었다.

넷째, 문제를 자유 자재로 바꾸기가 쉬웠고, 문제를 해결하는 데 많은 도움이 되었다.

다섯째, 친구들이 만들어 놓은 잘못된 문제도 스스로 발견할 수 있다.

2) **< 연구과제 2 >의 연구절차**

세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 창의력에서 각 학습 능력수준에 보다 효과가 있으며, 6개 창의력 요소 중 어느 요소에 효과가 있는가 연구에서 구체적 연구절차는 다음과 같다.

(1) 2003년 3월 초 이틀 동안 방과후 창의력 검사를 100분 동안 실시하였다.

(2) 교과서 연습문제, 종합문제 문제를 문장제 중심으로 원문제를 풀고 교사는 3가지 방법으로 실제로 문제설정 수업을 실시하였다.

(3) 문제설정 수업을 4월 초부터 실시하였다. 구체적 문제설정 수업 활동은 <부록 1>에 제시한다.

(4) 문제설정은 종합 문제에 속한 문장제를 중심으로 세 가지 방법으로 문제설정수업을 실시하였다.

(5) 수업 중 교사는 소집단별로 문제설정한 문제를 칠판 및 OHP를 통하여 발표하게 하였다. 문제로서 성립하지 않는 것도 그들을 이해하고 잘못된 문제를 새롭게 문제를 만들어 가면서 문제를 발표하게 하였다.

(6) 실험 처치가 모두 끝나는 다음날 담당교사와 협의한 후 창의력 사후 검사를 방과 후 실시하였으며 모두 100분이 소요되었다.

(7) 사전검사 결과와 사후검사 결과를 통계적 분석을 실시하였다.

① 창의력의 변화를 조사하기 위하여 사전·사후 검사의 결과를 알아보기 위하여 ANOVA 분석을 실시하였다.

② 창의력 각 요소별로 세 집단의 창의력의 각 요소의 평균적인 차를 검증하기 위하여 ANOVA분석과 ANCOVA 분석을 실시하였다.

Ⅳ. 자료 수집 및 분석

1. **< 연구과제 1>**에 대한 문제해결력 검사 결과에 대한 통계 분석은 다음과 같다.

(1) 문제해결력 검사, 사전 검사의 비교반과 실험반의 성적분포를 t 검증하면 다음과 같다.

<표 Ⅳ-1> 비교반과 실험반의 성적분포

구분	Number	Mean	Std Dev	Std Error	Min	Max
비교반	70	46.1	11.3	1.14	21	75
실험반	70	45.8	12.1	1.71	22	70

<표 Ⅳ-2> 비교반과 실험반의 t값

Variance	T	DF	Prob> | T |
Unequal	0.42	92.8	0.67
Equal	0.42	146.5	ⓑ0.6693

Variances are equal, F'=1.15, DF =(49.97), ⓐ Prob> F'= 0.5460

ⓐ의 값이 0.05보다 크므로 95% 신뢰도로 볼 때 실험반과 비교반은 같은 분산을 갖는다. 따라서 ⓑ반에서부터 0.6693이 0.05보다 크므로 95% 신뢰도에서 생각할 때 실험반과 비교반은 별 차이가 없다고 말할 수 있다.

(2) 실험처치 후 10월의 문제해결력 검사에 대한 비교반과 실험반의 성적분포를 t 검증하면 다음과 같다.

<표 Ⅳ-3> 비교반과 실험반의 성적분포

집단	Number	Mean	Std Dev	Std Error	Min	Max
비교반	70	46.9	7.48	0.76	20	60
실험반	70	51.9	7.21	1.01	25	55

<표 Ⅳ-4 > 비교반과 실험반의 t값

Variance	T	DF	Prob> | T |
Unequal	1.72	90.2	0.08
Equal	1.79	140.0	ⓑ0.0491

Variances are equal, F'=1.08, DF =(97.49), ⓐ Prob> F'= 0.7921

ⓐ의 값이 0.05보다 크므로 95% 신뢰도로 볼 때 실험반과 비교반은 같은 분산을 갖는다 할 수 있고 따라서 ⓑ로부터 0.0491<0.05 이므로 실험반이 비교반보다 성적이 더 좋다고 할 수 있다.

2. **<연구과제 2>**에 대한 창의력 검사 결과에 대한 통계 분석은 다음과 같다.

(1) 먼저 세 집단이 창의력에서 동질 집단인지 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 창의력의 평균 점수의 차를 분석하였다.

< 표 Ⅳ-5 > 창의력 검사 결과의 집단별 평균과 표준편차

(단위 : 명/점)

집단 / 설정방법	인원 수	평 균	표준편차
결과 변경	20	69.79	29.27
임의 변경	30	66.35	29.21
조건 변경	20	59.31	32.22
계	70	65.15	30.35

세 집단의 창의력은 유의 수준 0.05에서 상위 집단의 결과 변경과 임의 변경은 유의미한 차이가 있으나, 조건 변경은 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다.

(2) 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 창의력에서 각 학습 능력 수준에 보다 더 효과가 있는가?

① 유창성, 유연성, 정교성, 독창성별 세 처치 집단 사이의 사후 검사의 결과에 대한 ANOVA분석을 실시하였다. 구체적인 사후 검사의 결과는 다음과 같다.

먼저 세 가지 문제설정 방법 집단이 각 학습 능력 수준별로 동질 집단인지를 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 창의력의 평균점수의 차를 분석하였다. 세 가지 문제설정 방법 집단은 각 학습 능력 수준별로 창의력은 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단 모두 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없음을 보여 주고 있어 세 집단은 창의력에서는 동질 집단임을 알 수 있다.

< 표 Ⅳ-6 > 창의성 사후검사 결과

학습수준	변량원	D.F	SS	MS	F비	유의수준
유창성	집단간	2	9272.0216	4636.0108	7.0915	0.0012*
	집단내	140	91523.3482	653.7382		
	합 계	142	100795.3698			
유연성	집단간	2	3868.8089	1934.4045	2.6659	0.0731
	집단내	140	101583.8065	725.5986		
	합 계	142	105452.6154			
정교성	집단간	2	2883.2175	1441.6087	1.0732	0.3447
	집단내	140	188057.6414	1343.2689		
	합 계	142	190940.8589			
개방성	집단간	2	41747.5357	20858.7678	42.7247	0.0000*
	집단내	140	68349.8210	488.2130		
	합 계	142	110067.3565			
조직성	집단간	2	14626.7362	7313.3681	13.3946	0.5979
	집단내	140	76439.1100	545.9936		
	합 계	142	91065.8462			
독창성	집단간	2	693.5053	346.7526	0.5162	0.0000*
	집단내	140	94046.4318	671.7602		
	합 계	142	94739.9371			

* $p < 0.05$

유창성, 개방성, 독창성은 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냄을 알 수 있다.

V. 결론 및 논의

20C 후반 미국을 중심으로 수학교육에서 문제해결에 대한 관심이 급증하고 이에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다. 이에 우리 수학교육계에서도 1980년대 후반 문제해결에 대한 관심이 고조되고 이에 대한 연구가 활발하게 이루어져 오고 있다. 수학교육에서 문제해결 교육과 문제해결 관련 연구가 아주 중요시되고 있다. 중등학교 수학 교육에 있어서 문제해결에 대한 관심은 전세계적으로 점차 높아지고 있다. 문제해결 교육을 통하여 기초적인 수학적 지식이나 기능을 보다 확실히 이해할 수 있을 뿐만 아니라 의사 결정능력, 비판적 사고, 창의적 사고 등과 같은 고등정신 기능을 신장할 수 있다.

이에 대한 종합적이고 반성적인 연구의 일환으로 본 연구가 이루어졌고 이를 통해 일선현장에서 수업질 개선의 차원에서 문제해결 교육과 문제해결 관련 연구에 대한 바람직한 방향모색과 문제를 수학적인 방법으로 조직하고 해결할 수 있는 문제해결능력을 높이며 유연하고 다양한 사고 활동을 통하여 다음과 같은 결론을 얻게 된다. 그 결론은 다음과 같다. 문제설정 수업은 전통적인 수업 활동과는 큰 차이가 있다.

문제설정과 문제해결의 이론적 고찰을 바탕으로 수학문제와 실세계적 상황으로부터 문제설정을 해보는 구체적인 수업의 실제를 생각해 보았다. 초등현장에서는 수학 문제 만들기 내용을 교육과정에 제시하고 또 현장에서 문제 만들기 수업활동을 하고 있지만 중등에서는 교육환경 여건상 수업 현장에 적용해 본 연구는 거의 없다. 문제설정은 문제해결력을 신장하고 수업의 질을 개선하는 관점에서 매우 중요하다고 하겠다.

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

첫째, 문제해결력 신장을 위하여 세 가지 문제설정 방법을 정리하면 상위 집단은 결과 변경에 의한 문제설정의 방법이 바람직하고 이것은 문제를 다 풀고 난 다음 결과를 반성하는 기회를 가지는 것이 상위인 집단에게는 문제해결력 향상에 도움이 된다고 하겠다.

둘째, 중위 집단은 조건 변경에 의한 문제설정 방법이 문제해결력에 도움이 된다고 하겠다.

셋째, 하위 집단은 원문제 자체를 이해하기 곤란하기 때문에 문제설정 방법이 문제해결력에 별 도움이 되지 않는다고 하겠다.

넷째, 창의력에서 상위 집단의 결과 변경과 임의 변경은 유의미한 차이가 있으나, 조건 변경은 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다.

다섯째, 창의력의 6개 요소 중, 개방성, 독창성, 유창성에 대해서는 결과 변경에 의한 문제 설정 방법이 유의미하게 높은 결과를 나타내었다.

여섯째, 문제설정 방법이 창의력 향상에 부분적으로는 기여를 하나 전반적으로는 도움을 주지 못하는 것은 창의성은 복잡한 인지 과정의 상호 작용으로 일어나는 것이라 문제설정만으로는 창의력에

미치는 영향이 작기 때문이라고 생각한다. 그러나 창의력 요소 중 몇 가지 요소 중 몇 가지 요소에 대해서 문제설정 방법 사이에 유의한 차이를 보이는 것은 문제설정이 창의력 향상에 영향을 미치는 것은 분명하다고 하겠다. 그래서 창의력 향상을 위한 지도 방법에 이 문제설정 방법이 적극 고려되어야 하겠다.

따라서, 문제해결력을 향상시키는 문제설정 방법으로는 학습 능력 수준이 상위인 집단은 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 문제해결력을 신장할 수 있고, 중위 집단은 조건 변경에 의한 문제설정 방법이 문제해결력을 신장할 수 있으나, 하위 집단은 문제설정 방법 모두 별 도움이 되지 않는다고 하겠다. 문제해결력과 창의력 각 요소별로는 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 유용한 방법인 것으로 결론지을 수 있다. 이러한 사실은 문제설정 방법을 통한 문제해결력 지도에 있어서 모든 학생들에게 똑같은 문제설정 방법을 적용하기보다는 학습 능력 수준별로 다르게 지도해야 효과가 있으며, 특히 문제를 해결하고 난 뒤에도 나온 그 결과를 더 흥미 있는 결과가 되도록 문제 재구성해 보는 기회를 반드시 가지도록 지도해야 할 것이다.

참 고 문 헌

신세호 (1998). 지력과 정의의 교육, 서울: 배영사.

우정호 (1993). 교육적 연구에 대한 수학교육 논문집, **제3권 제2호**, pp.1-16.

이상원 (2004). 사영기하학과 문제설정을 통한 효율적인 문제해결 방법, 아주대학교 박사학위 논문.

이석희 (1997). 문제설정 방법이 문제해결력과 창의력에 미치는 효과분석, 한국교원대 석사학위논문.

임선하 (1993). 창의성의 초대, 서울:교보문고.

임문규 (1992). 수학교육에서 문제설정과 문제해결에 관한 연구, 수학 교육 논문집, 대한수학교육학회, pp.13-22.

임문규 (2001). 초등 수학과 교수·학습 모형 및 자료 개발, 한국교육대학교 부설 수학교과 공동 연구소.

전평국 (1994). 산수과 평가 문항의 개발 방법과 절차, 평가 문항의 개발 기법 (pp.138-161), 국립교육평가원

정원식·이영덕 (1993). 표준화 창의성 검사(중고등학교 용). 서울: 코리안테스팅센터

Brown,S.I., & Walter,M.I. (1983). *The art of problem posing*, Philadelphia, PA: Franklim Institute.

Getzels, J.W. & Jackson, P.W (1962). *Creativity and intelligence: Explorations with gifted students.* New York: Wiley.

Guilford, J. P. (1971). *The analysis of Intelligence.* New York: McGraw-Hill

Hunt (1994). Problem Solving, *In Think and problem solving*, ed by R. J Sternberg

Kieren (1990). *Children's mathematics for children,* In L.Steffe(Ed.), *Transforming early childhood education*, Hillsdale : Lawrence Erlbaum Press.

Kilpatrick (1987). J. Problem formulating : *Where do good problem come from ?* In A.H.Scheonfeld(Ed.), *cognitive Science and mathematics Educati on* (pp.123-147), Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Leng, S.S. (1993). Mathematical Problem Solving : *the Influence of task formats, mathematic knowledge, and creative thinking, proceedings of the Seventeenth international Conference for the Psychology of Mathematics Education,* **Vol,III**, pp.33-40.

Osborn, A. (1953). Applied Imagination. New York : Scribner's

Silver, E. A. (1985). *Research on teaching mathematical problem solving : some underrepresented themes and needed directions*, In E. A. silver(Ed.), *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp.56-58, pp.65, pp.269-261.

< 부록 1 > 수업 활동 중 이루어진 교안

[문제 상황 1]

서울에서 천안을 거쳐 독립기념관까지의 거리는 96km이다. 시속 120km의 기차로 서울에서 천안까지 가서 시속 60km의 자동차로 독립기념관까지 갔더니 모두 1시간 2분이 걸렸다. 서울에서 천안까지의 거리와 천안에서 독립기념관까지의 거리를 각각 구하여라.

(1) 위 문제를 풀어라.

(2) 문제 상황이나 조건을 바꾸어 보아라.(서울에서 천안까지 거리가 78km, 천안에서 독립기념관까지 30km인 결과가 나오도록 문제 상황을 바꾸어라.)

(3) 결과가 어떻게 달라지는가?

[문제 상황 2]

우리 학교 학생은 800명이다. 1번부터 800번까지 번호를 정하여 순서대로 원 위에 똑같은 간격으로 빙 둘러앉았다.

문제 조건 : 나는 29번이다.

(1) 내 맞은 편에 앉아 있는 학생은 몇 번인가?

(2) 문제 상황이나 조건을 바꾸어 보아라.

(3) 결과가 어떻게 달라지는가?

[문제 상황 3]

벽돌 60장을 나르는데 아버지는 혼자서 하면 20분이 걸리고 형이 혼자서 하면 30분이 걸린다.

문제 조건 : 벽돌 250장을 날라야 한다. 아버지와 형이 30분 동안 같이 나르다가 아버지가 다른 볼 일로 가시고 형이 혼자 일하게 되었다.

(1) 형이 혼자 몇 분을 더 날라야 하는가?

(2) 문제 상황이나 조건을 바꾸어 보아라.

(3) 결과가 어떻게 달라지는가?

<부록 2> 문제해결력 검사지

* 다음 문제를 잘 읽고 주어진 물음에 풀이를 자세히 쓰고 알맞은 답은 괄호속에 쓰시오.

1. 현재 영희는 철수보다 다섯 살이 많고 만수의 나이는 영희 나이의 두 배이다. 철수의 나이는 만수 나이의 $\frac{1}{3}$이다. 영희의 나이는 몇 살인가?

( )

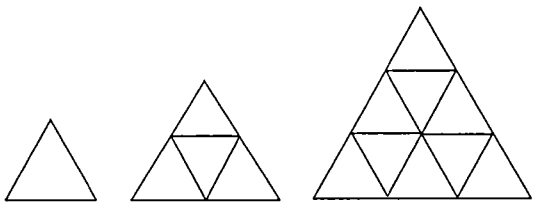
2. 민수는 친구들과 함께 공원에 놀러 갔다. 공원에는 똑같은 크기의 벤치가 있었다. 한 벤치에 6명씩 앉았더니 2명이 앉을 자리가 없어서 한 벤치에 7명씩 앉았다. 그랬더니 4명이 앉을 수 있는 자리가 남았다. 모두 몇 명이 공원에 갔는가?

( )

3. 강어귀에 있는 섬은 숲, 목초지, 모래밭으로 되어 있다고 한다. 섬 전체 넓이의 $\frac{2}{5}$는 숲으로 덮여 있고, 그 나머지의 0.5는 목초지이며, 남은 모래밭의 넓이는 30㎡라고 한다. 섬 전체 넓이는 얼마인가?

( )

4. 한 변의 길이가 인 정사막형 타일을 사용하여 그림과 같이 정삼각형을 만들어 나간다. 만들어진 정삼각형의 둘레가 30일 때 사용된 타일의 수는 몇 개인가?



둘레 3 둘레 6 둘레 9

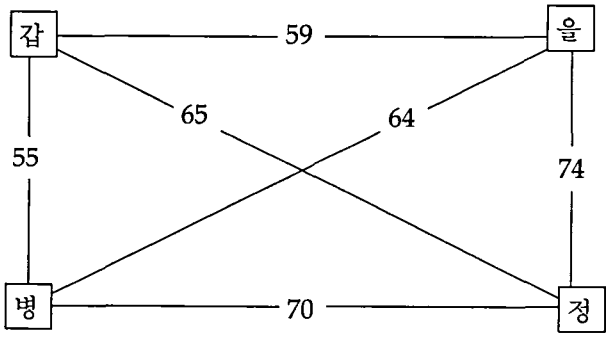
( )

5. 다음 표는 수진이의 다섯 친구 성국, 종훈, 혜영, 진희, 정숙이와 일주일 동안 함께 공부한 친구의 성 또는 이름을 적어 놓은 것이다. 이 표를 따르면 친구들의 성명은 무엇인가?

요 일	월	화	수	목	금	토	일
함께 공부한 친구	종훈 혜영 진희	성국 박	김 이 박 조	진희 조	성국 혜영 조 이	정숙 진희 이	혜영 박 최

(김 , 이 , 박 , 조 , 최)

6. 어느 학교 신체검사에서 갑, 을, 병, 정 네 사람의 몸무게를 재었다. 아래 그림에서 변에 있는 수는 변의 양끝에 있는 사람들의 몸무게의 합이다. 네 사람의 몸무게는 각각 얼마인가?



(갑: 을: 병: 정:)

7. 시내 일반 버스의 요금은 320원이고, 좌석 버스의 요금은 700원이다. 몇 사람이 일반 버스와 좌석 버스에 나누어 탔는데 버스 요금이 모두 4340원이라고 한다. 일반 버스와 좌석 버스를 탄 인원은 각각 몇 명인가?

(일반 버스: 좌석 버스:)

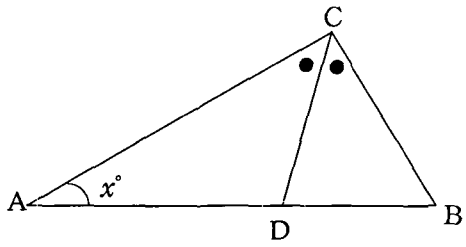
8. 첫째 날에 가게에 있는 감자의 $\frac{1}{5}$가 팔렸으며, 둘째 날에는 첫째 날의 두 배가 팔렸다. 그리고 셋째 날에는 10kg이 팔린 후 20kg이 남았다. 이 가게에는 처음에 몇 kg이 있었을까?

( )

9. 감 10개의 무게는 사과 3개와 배 1개의 무게의 합과 같고, 감 6개의 무게는 사과 1개와 배 1개의 무게의 합과 같다. 배 1개의 무게는 감 몇 개의 무게와 같은가?

( )

10. 이등변삼각형 ABC의 꼭지각A의 크기가 x° 이다. 밑변의 한 각의 이등분선이 대변과 만나면 이 이등변삼각형은 두 개의 서로 다른 이등변삼각형으로 나누어진다. x는 얼마인가?

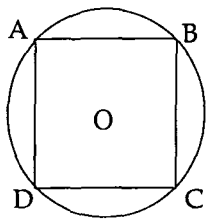


( )

11. 12쌍의 부부가 파티에 초대되었다. 이 부부들을 앉히기 위해 작은 정사각형 모양의 테이블 여러 개를 일렬로 이어 붙여 긴 직사각형 모양의 테이블을 만들려고 한다. 작은 정사각형 모양의 테이블 한 변에 한 사람씩 앉는다면 이 작은 정사각형 모양의 테이블이 최소 몇 개가 필요한가? (단, 테이블과 테이블을 붙인 자리에는 사람이 앉을 수 없다.)

( )

12. 아래 그림과 같이 원 O에 정사각형 ABCD가 들어 있다. 원 O의 넓이가 16 π㎠일 때, 정사각형 ABCD의 넓이는 몇 ㎠인가?



( )