

개방형 학습활동이 수학적 창의력 및 수학적 성향에 미치는 효과

백 종 숙 (대구운암초등학교)

류 성 립 (대구교육대학교)

I. 서론

1997년 후반에 '교육개혁'의 초점이 인성 교육과 창의성 교육이었고, 제7차 교육과정에서도 새로운 지식을 창출하는 인간을 21세기에 적합한 인간상으로 규정하면서 창조적 지식기반 국가건설에 중추적인 역할을 할 현재 초·중·고등학교에 재학 중인 학생들에게 창의성을 지도할 것을 강조하고 있다.

이처럼 창의성 교육이 강조되고 있는 이유는 무엇일까? 미래사회는 흔히 정보화 사회로서 무한 경쟁 사회라고 말하고 있다. 이것은 개인이나 사회, 더 나아가 국가 간의 경쟁이 두뇌 싸움에서 더욱 치열해 질 것이라는 의미를 내포하고 있으며, 이와 같은 경쟁사회에서 필수 요소는 무엇보다도 개인의 창의력에 의해 좌우될 수밖에 없는 것이다. 현대 창의성 연구자들은 창의성이 소수 특정한 능력이라고 보던 과거의 관점에서 벗어나 인간에게 내재된 일반 특성으로 간주되어야 한다는 점을 공통적으로 강조하고 있다. 수학적 창의성은 누구나 가지는 잠재능력으로 환경적 요인에 의해서도 길러질 수 있다는 창의성의 일반적인 특징과 맥락을 같이하여 다양한 연구가 이루어지고 있다. 최근 학교 현장에서는 교과 학습을 통한 창의력 개발의 한 방법으로 개방형 교수법에 관한 연구들이 늘고 있다. Becker와 Shimada(1997)에 의하면 개방형 교수법이란 '미완결의 문제'를 과제로 하여 거기에 내재하는 정답의 다양성을 이용하여 수업을 전개하고 이전에 학습했던 학생들 자신의 지식, 기능, 사고 방법을 결합함으로써 뭔가 새로운 것을 발견하는 경험을

제공하는 방법이다.

사고교육이론 분야의 대가인 Marzano(2000)는 학교 교육과정의 구성이나 교수·학습 과정에 시사하는 바를 크게 두 가지로 요약하고 있다. 첫째, 학습자는 스스로 의미를 구성해 가는 존재이며, 둘째, 학습자의 사고 활동은 상호작용적 체제라는 것이다. 이 두 가지의 시사점은 교과교육을 통해 창의성 교육을 실천할 경우, 학습자에게 의미 있는 학습활동이 되어야 함을, 학습자와 학습자, 학습자와 교사간의 의사소통의 필요성을 강조하는 것으로 보인다(이영만, 2001).

교과학습을 통한 창의성 교육을 부르짖는 요즘 본 연구자는 개방형 교수법을 적용한 개방형 학습활동을 수업에 활용해보고자 한다. 본 연구에서의 '개방형 학습활동'은 개방형 교수법(Open-Ended Approach)¹⁾을 적용한 학습자 중심의 학습활동으로, 학생들의 직접 참여를 유도하는 학습 동기가 높은 학습활동이다. 제시된 상황이나 조건을 학생들이 스스로 결정하는 열린 상황에서 서로의 활동 결과를 공유하여 수학적 지식이나 개념을 구성할 수 있는 의미 있는 학습활동이다. 학습수준이 서로 다른 학생들에게도 같은 활동을 통해 자신의 수준에 맞는 사고를 할 수 있으며, 수학적 활동을 자극하는 학습자 중심의 학습활동을 의미한다.

본 연구의 목적은 단순히 개방형 문제를 해결해야 하는 상황이 아닌 수업의 한 형태로 접근할 수 있는 학습자 중심의 개방형 학습활동이 수학적 창의성과 수학적 성향의 변화에 어떤 효과가 있는지 분석해봄으로써 수학교수·학습의 개선에 작은 변화를 시도하는데 그 목적이

* 2008년 2월 투고, 2008년 5월 심사완료
* ZDM 분류 : D42
* MSC2000 분류 : 97D40
* 주제어: 개방형 학습 활동, 수학적 창의력, 수학적 성향

1) 개방형 교수법 (Open-Ended Approach)은 개방형 문제를 학습내용으로 하여 수업을 전개하고, 다양한 학습결과를 통해 그 과정에서 기습(既習)의 지식·기능·사고방식을 적절하게 재조직하여 새로운 것을 발견, 창조해 가는 경험을 제공하는 방법이다.

있다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 개방형 학습활동이 수학적 창의력(유창성, 융통성, 독창성) 신장에 효과가 있는가를 알아본다.

둘째, 개방형 학습활동이 수학적 성향에 미치는 효과가 있는가를 알아본다.

수학적 창의력은 수학적 문제 상황에서 고착된 틀에서 벗어나 새로운 아이디어를 내고 다양한 방법으로 해결하는 능력으로, 특정한 문제 상황에서 가능한 많은 아이디어나 반응을 산출하는 능력인 유창성, 정적인 사고 방식에서 벗어나 여러 각도에서 다양한 해결책을 찾아내는 능력인 융통성, 기존의 것과 다르게 새롭고 독특한 아이디어를 산출하는 능력인 독창성을 그 하위 요소로 한다. 민감성과 정교성은 초등학교에서 측정하기가 어려워 본 연구에서는 제외하기로 한다.

II. 이론적 배경

본 연구에서의 '개방형 학습활동'은 서론에서 밝힌바와 같이 기존의 개방형 교수법에 학습자 중심의 학습활동을 보다 적극적으로 활용한 것으로, 학생들의 직접 참여를 유도하는 학습 동기가 높은 학습활동이다. 여기서는 본 연구의 배경이 되는 개방형 교수법과 학습자 중심 학습 활동의 개념과 특성을 알아보고, 지금까지 개방형 교수법과 관련된 연구들을 고찰하고자 한다.

1. 개방형 교수법의 개념

能田伸彦(1984)과 島田茂(1977)는 지금까지의 일제식 수업하에서 교사의 주입식 교육과 입시 교육에 익숙해진 학생들에게 좋은 효과를 기대하기 어렵고, 자칫하면 수업이 산만하고 목적의식을 상실할 수도 있다는 문제 설정(problem posing)의 학습에서 일보 전진하여, 개방형 교수법(Open-ended approach)이라는 교수·학습이론을 제창하였다(문성길, 2000). 개방형 교수법의 교수·학습이론의 목표는 학생의 창조적 사고의 육성인 동시에 수학적 활동을 육성하는 것이다.

能田伸彦(1984)에 의하면, 개방형 교수법은 문제해결

과정에서 다양한 처리나 표현방식을 통하여 또한 조건의 첨가 또는 삭제 등에 따라 문제를 발전적으로 처리하여 수학이 본래 가지고 있는 자유성과 창조성을 학생들에게 보장하면서 주체적인 인간 형성을 도모하는 교육을 개방형 교수법에 의한 지도방법이라고 한다. 즉 개방형 교수법에 의한 지도는 문제 해결자 각자의 마음을 열어 가는 것을 목표로 하면서 동시에 수학적인 사고력의 정신도 함께 열어 나가려고 하는 지도 방법이다. 여기에서 요구되는 학습활동은 문제 상황에 직면하여 그 상황을 적절히 수학적화 하고, 이미 배운 지식과 기능을 충분히 활용하고, 내재하는 관계와 법칙 등을 발견하며, 문제를 해결하고 그 결과를 확인하는 것이며 또한 다른 사람이 발견한 상황과 방법을 알고 그것을 비판하든지 그것을 받아들여서 자기의 생각을 수정·발전하여 나가게 하는 것이다. 또한 島田茂(1977)는 개방형 교수법을 미완결의 문제를 과제로 하여 거기에 내재하는 정답의 다양성을 이용하여 수업을 전개하고 이전에 학습했던 학생들 자신의 지식, 기능, 사고방법을 결합함으로써 뭔가 새로운 것을 발견하는 경험을 제공하는 방법이라고 하였다.

류시규(1995)는 개방형 교수법을 '탐구적인 어프로치'라 칭하면서 수학교육에서 고등정신을 평가하기 위한 방법으로 결과가 하나의 결정되지 않는 문제 상황을 제재로 하여 거기에 내재하는 결과의 다양성을 적극적으로 이용하는 방법으로 수업을 전개하고 그 과정에서 이미 배운 지식과 기능, 수학적사고 방법을 여러 가지로 짜 맞추어 새로운 경험을 학생에게 부여하는 학습활동이라고 정의하였다.

위의 정의를 요약하면 개방형 교수법은 여러 상황 속에서 직·간접으로 상황의 변화에 참여하여 문제를 해결하고 그 속에 내포된 해답의 다양성을 적극적으로 수업에 활용함으로써, 그 해결과정에서 자신과 다른 이의 생각을 교환 및 수용을 거듭하면서 기습의 지식·기능 및 사고 방법을 적절하게 재조직하여 새로운 것을 발견하거나 좀 더 발전적인 시각으로 수학 학습을 바라보거나, 적극적으로 학습에 참여할 수 있는 기회를 제공하는 학습법이라 생각된다. 그러나 지금까지 교과서 위주와 교사 중심의 교수·학습에 익숙해져 있는 학생에게 정도의 차이는 있겠지만 다소 부담스러운 학습이 될 것이라 예상된다.

2. 학습자 중심의 학습활동

제7차 수학과 교육과정의 가장 큰 변화라고 하면 공급자 중심의 교육과정에서 수요자 중심의 교육과정으로 패러다임이 변했다는 점이다. 이런 패러다임의 변화의 싹은 수학교육 분야에서는 「새수학(New Math)」 시기에 이미 움트기 시작했다고 볼 수 있다. 브루너는 “... 수학교육과정 개발자는 각기 학생들에게 학문의 기본적인 구조를 제시하되 이를 학생들로 하여금 스스로 발견할 수 있도록 그 과정을 재미있게 꾸미는 것이 가능하다고 촉구한다.”고 진술하고 있다. 이 진술에서 “학생이 스스로 그 지식을 구성한다.”는 데 그 신선함이 있었던 것이다. 1989년 미국수학교사협회(NCTM)는 “학교수학 교육과정과 평가를 위한 기준”을 발표하면서 “행하는 수학(doing mathematics)”을 강조하였다. 이는 수학자들이 수학을 탐구하듯이 그래서 수학적 지식을 산출해 내듯이, 학생들도 수학을 해 보면서 수학적 지식을 구성해 가는 교수·학습이 교실에서 발생해야 한다는 것을 의미한다. 학습자 중심 수업을 하는 것은 세계적인 추세이며 수학교과도 예외는 아니다. 즉 학습자가 스스로 지식을 구성할 수 있는 교육을 하는 것이 학습자 중심 수업이다(김진호, 2005).

3. 선행연구 고찰

지금까지 개방형 문제의 활용과 개방형 교수법에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 여기서는 개방형 문제의 개발 및 이를 평가에 활용한 연구 사례, 개방형 문제의 활용이 수학적 문제해결력과 창의력 신장에 관한 연구 사례, 개방형 문제에 대한 학생들의 반응에 관한 연구 사례를 중심으로 알아보고, 연구자들의 제언을 통해 수학과 교수·학습 방법의 변화를 시도해보고자 한다.

그 연구들을 보면 다음과 같이 세 가지 유형으로 나눌 수 있다.

첫째, 개방형 문제의 개발과 개방형 문제를 활용한 평가에 관한 연구들이다. 개방형 문제의 개발·활용을 통한 발전적인 생각의 육성(이용길, 1998)이나 개방형 문제를 활용한 평가가 수학적 창의력에 미치는 효과(변은진, 2001), 수행평가를 위한 개방형 문제의 개발(조경희,

2003) 등 다수가 연구가 이루어졌다. 이들 연구에 의한 결과는 개방형 문제 개발의 필요성과 개발된 문제를 평가에 활용하여 평가 방법의 개선을 하는데 그 시사점을 준다.

둘째, 개방형 문제를 활용한 개방형 교수법이 학생들의 수학적 문제해결력이나 창의력 신장에 관한 연구들이다. 개방형 교수법에 의한 수학지도가 문제해결력과 신념 형성에 미치는 효과(문성길, 2000), 개방형 문제를 활용한 수학적 창의성 신장 방안(홍자영, 2005), 개방형 문제를 이용한 창의적 토의수업이 수학문제해결력과 수학적 창의성에 미치는 영향(조은미, 2005) 등이 있다. 이들 연구에 의한 결과는 개방형 문제를 활용한 개방형 교수법이 수학적 문제해결력과 창의력 신장 및 신념 형성에 긍정적인 효과가 있음을 시사한다.

셋째, 개방형 교수법에서 개방형 문제에 대한 학생들의 반응에 관한 연구들이 있었다. 개방형 문제에 대한 수학영재아들의 반응연구(정민주, 2001), 초등학생들의 수학과 개방형 문제 해결과정에서 나타난 창의적인 반응 분석(박필옥, 2006) 등이 있다. 이들 연구에 의하면 개방형 문제에 대한 학생들의 반응이 수학적 학습력과 수학적 창의성과의 상관계수가 높아서 앞으로 개방형 문제의 활용의 필요성에 시사점을 준다.

위의 연구들의 여러 제언을 구체적으로 살펴보면 네 가지 유형으로 나눌 수 있다.

첫째, 학년별, 단원별, 영역별 다양한 개방형 문제의 개발 및 개발된 개방형 문제의 지필평가 외의 다양한 평가 방법이 필요하다(문성길, 2000; 변은진, 2001; 안일란, 2002; 조경희, 2003; 조은미, 2005; 홍자영, 2005; 박필옥, 2006).

둘째, 개방형 문제 및 창의력 평가요소의 객관적인 채점 기준표 개발이 필요하다(변은진, 2001; 조경희, 2003; 홍자영, 2005).

셋째, 개방형 문제 및 개방형 학습을 위한 교사의 역할과 학생과 학생 사이의 상호작용에 대한 연구를 해야 한다(조경희, 2003; 조은미, 2005; 홍자영, 2005; 박필옥, 2006).

넷째, 수학교실에서 수업의 한 형태로 보편화되기 위한 방안이 필요하다(문성길, 2000; 변은진, 2001; 조경희, 2003; 조은미, 2005).

위의 연구를 종합해 볼 때, 지금까지의 연구는 평가의 수단으로써 개방형 문제를 개발·활용하였고 개방형 문제를 개발하여 실제 수업에 활용함으로써 수학적 문제해결력과 수학적 창의력 및 수학적 신념에 대한 연구가 조금씩 이루어졌음을 알 수 있다. 그러나 여러 연구자들은 단순히 개방형 문제를 해결하는 것으로 학습이 이루어지는 것보다 수업의 한 형태로 개방형 교수법이 접근되기를 희망하고 있다. 따라서 본 연구는 수업의 한 형태로 개방형 교수법을 적용한 학습활동을 통해 수학적 창의력 및 수학적 성향을 향상시킬 수 있는 한 방법을 제시하고자 한다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 개방형 학습활동이 수학적 창의력 및 수학적 성향에 미치는 효과를 검증하기 위한 것으로, 이를 위해 대구광역시 소재하고 있는 B초등학교 3학년 2개 반을 임의로 선정하여 연구대상으로 하였다. 1개 반은 실험집단(29명)으로 하고, 다른 1개 반은 비교집단(28명)으로 무선 할당하였다. 실험처치 전에 실험집단과 비교집단에 수학적 창의력 검사와 수학적 성향 검사를 실시한 결과, 동질집단임이 판명되었다. 또한 연구에 대한 설명을 구두로 충분히 하여 그에 대한 간접적 동의를 얻었다.

2. 연구의 설계

본 연구의 연구문제를 해결하기 위하여 이질통제집단 전후 검사 설계(nonequivalent control group pretest-posttest design)가 적용되었으며, 설계 모형은 다음과 같다.

<표 1> 실험 설계

| | | | | | |
|-------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|
| 실험 집단 | O ₁ | O ₂ | X | O ₃ | O ₄ |
| 비교 집단 | O ₁ | O ₂ | Y | O ₃ | O ₄ |

O₁ : 사전 수학적 창의력 검사

O₂ : 사전 수학적 성향 검사

X : 개방형 학습활동 Y : 일반적 학습활동

O₃ : 사후 수학적 창의력 검사

O₄ : 사후 수학적 성향 검사

3. 검사 도구

가. 수학적 창의력 검사

1) 수학적 창의력 검사 내용

<표 2> 수학적 창의력 검사 내용

| 문항 | 내용 영역 | 검 사 내 용 | 평 가 요 소 |
|----|---------|-------------------------|---------------|
| 1 | 수와 연산 | 두 숫자간의 공통점 찾기 | 유창성, 융통성, 독창성 |
| 2 | 규칙성과 함수 | 6개의 도형을 한 줄로 늘어놓는 방법 찾기 | 유창성, 융통성 |
| 3 | 규칙성과 함수 | 곱셈표 보고 규칙 찾기 | 유창성, 융통성, 독창성 |
| 4 | 측정 | 정사각형을 똑같이 4등분으로 나누기 | 유창성, 융통성, 독창성 |
| 5 | 문자와 식 | 주어진 식에 알맞은 문제 만들기 | 유창성, 융통성 |
| 6 | 도형 | 주어진 조건에 맞는 도형 만들기 | 유창성, 융통성, 독창성 |
| 7 | 수와 연산 | 주어진 수와 연산자를 이용해 식 만들기 | 유창성, 융통성 |

수학적 창의성에 대한 정의는 학자들마다 다양하여 하나의 합의된 정의를 찾기는 어렵지만, 주어진 문제를 다양한 방식으로 분석하여 문제의 요소들이나 수학적 아이디어 등을 결합하여 결과를 얻는 것과 관련된다. Haylock(1984)과 신현용·한인기(1999)는 고착화된 사고를 극복하고 정신적 틀을 벗어나는 능력으로 개방된 수학적 상황에서 다양하고 독창적인 반응을 많이 낼 수 있는 능력으로 정의했으며, Fouche(1993)는 동일한 문제에 대하여 다양한 해결책을 고안하는 융통성과 문제 요소들을 새로운 방식으로 결합하는 독창성을 포함하는 능력으로 정의하고 있다. 이런 정의에서 수학적 창의성은 사고의 유창성, 독창성, 융통성과 관련이 있음을 알 수 있다.

본 연구에 사용된 수학적 창의력 검사지는 한국교육개발원(1992)에서 개발된 수학 창의적 문제해결력 검사지와 손은영(2005)의 수학적 창의력 검사의 문항 중 예비검사를 통해 난이도를 고려하여 재구성 하였고, 수학적 창의력의 하위 요소는 유창성, 융통성, 독창성이다. 수학적 창의력을 측정하기 위한 사전 검사지(부록 1)와 사후 검사지(부록 2)는 동형문제로 구성하였다.

2) 수학적 창의성 채점 방법

(1) 유창성(fluency): 많은 아이디어를 산출해 내는 능력을 측정하는 것으로, 반응 중 중복된 것과 부적절한 것을 제외한 반응의 수이다. 각 하위 검사에 대한 반응의 총수가 유창성의 점수가 되며 그 점수를 합하여 총 유창성 점수로 나타낸다.

(2) 융통성(flexibility): 다양한 아이디어를 산출해 내거나 하나의 접근 방법에서 다른 접근 방법으로 옮겨가는 능력을 측정하는 것으로 각 반응의 사용범주에 대해 1점씩을 준다. 사용 범주는 하위 범주에 따라서 분류하여 점수를 주며 반복된 범주는 점수를 주지 않는다. 또한 독특한 질문을 제외한 모든 하위 검사에 대해 반응 범주의 빈도에 따라 융통성 점수를 산출하며 이 점수의 합으로 총 융통성 점수를 나타낸다.

(3) 독창성(originality): 평범하거나 기존의 것과는 다른 아이디어를 산출하는 능력을 측정하는 것으로 분석된 반응 유형이 몇 %이내에 속하는지를 분석하여 자의 20% 이상은 0점으로, 반응자의 10%이상 20% 미만은 1점, 5% 이상 10% 미만은 2점, 5% 미만은 3점을 부여한다. 유창성, 융통성과 마찬가지로 각 하위 검사의 점수를 합하여 총 독창성 점수를 산출한다.

3) 수학적 창의력 검사지 채점표 예시

수학적 창의력 검사지는 7 문항으로 구성되어 제작하였다. <그림 1>은 '창의력 검사지 2' 1번 문항의 예시이며, <표 3>은 수학적 창의력 검사지의 채점표 예시이다.

【예시】 1. 다음 두 숫자간의 공통점을 있는 대로 찾아보세요.

| | | |
|---|---|----|
| | 5 | 15 |
| ① | | ② |
| ③ | | ④ |
| ⑤ | | ⑥ |
| ⑦ | | ⑧ |
| ⑨ | | ⑩ |

<그림 1> 수학적 창의력 검사지 예시

<표 3> 수학적 창의력 검사지 채점표 예시

| 문항 번호 | 반응 | 독창성 | 유창성 (반응수 1점) | 융통성 (사용범 주 1점) |
|-------|-------------------------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1 | 홀수다. | 0 (77%) | 1 | 1 |
| | 두 수 모두 5가 있다. | 0 (75%) | 1 | 1 |
| | 일의 자리수가 5이다. | 0 (56%) | 1 | |
| | 20보다 작은 수이다. | 0 (61%) | 1 | 1 |
| | 0과 20 사이의 수이다. | 0 (42%) | 1 | |
| | 5를 더하면 짝수가 된다. | 0 (51%) | 1 | 1 |
| | 두 수의 차는 10이다. | 1 (18%) | 1 | 1 |
| | 구구단의 5단에 속한다. | 0 (61%) | 1 | 1 |
| | 5의 배수이다. | 2 (9%) | 1 | |
| | 곱을 했을 때 일의 자리수가 0 아니면 5가 나온다. | 3 (4%) | 1 | 1 |

나. 수학적 성향 검사

수학을 학습하는 것은 단순히 개념이나 절차에 따라 문제를 해결하거나 그것을 응용한 다양한 문제를 해결하는 것 이상의 것이다. 그것은 수학적 성향을 발달시키는 것을 포함한다. 여기서의 성향은 단순히 태도가 아니라 긍정적으로 사고하고 행동하는 경향을 말한다. NCTM (1989, 구광조 외 역, 1992)에서는 수학적 성향에 다음과 같은 것을 포함시키고 있다. 문제를 풀고, 아이디어를 교

환하고, 추론하기 위해 수학을 사용하는 것에 대한 자신감, 수학적 아이디어를 탐구하고, 다른 문제 해결 방법을 찾는데 있어서의 흥미, 호기심, 창의성, 자신의 생각과 수행 결과를 모니터하고 반성하려는 경향, 다른 과목과 일상의 경험에서 발생하는 상황에 수학을 적용하는 것의 가치를 아는 것, 우리 문화에 있어서의 수학의 역할과 도구와 언어로서의 수학에 대한 이해하는 것 등이다.

이상과 같이 수학에 대한 학생들의 성향은 다양하게 나타난다. 본 연구에 사용된 수학적 성향 검사지는 한국 교육개발원에서 개발한 것을 바탕으로 재구성하였으며, 수학적 성향의 구성요인을 6가지(수학적 자신감, 수학적 융통성, 수학적 의지, 수학적 호기심, 수학적 반성, 수학적 가치)로 분류하여 각 구성요인에 해당되는 문항 수를 4개씩 만들어 총 24개의 문항으로 구성하였다.

1) 수학적 성향 검사 내용

실험집단과 비교집단 학생들의 수학적 성향을 알아보기 위한 구체적인 검사 내용의 예시는 <표 4>와 같다. 수학적 성향 검사는 사전·사후 검사를 각각 실시하였으며 검사지는 동일하다.

<표 4> 수학적 성향 검사지 문항의 예

| 하위요인 | 문항수 | 문항의 예 |
|---------|-----|--------------------------------------------------|
| 수학적 자신감 | 4 | 나는 어려운 수학 문제도 풀 수 있다. |
| 수학적 융통성 | 4 | 나는 수학 문제를 다양한 방법으로 풀기를 좋아한다. |
| 수학적 의지 | 4 | 나는 문제 해결이 안 될 때 모르는 것이 있으면 주위의 도움을 받아서라도 풀려고 한다. |
| 수학적 호기심 | 4 | 나는 수학 시간이 지루하다. |
| 수학적 반성 | 4 | 내가 푼 문제를 다른 친구들과 이야기 하며 친구들이 푼 방법을 알아본다. |
| 수학적 가치 | 4 | 나는 학교 밖에서 게임, 독서 등 일상의 생활에서도 수학을 이용한다. |

2) 수학적 성향 채점 방법

수학적 성향 검사의 평가 척도의 경우 '매우 그렇다'가 5점, '그렇다'가 4점, '보통이다'가 3점, '아니다'가 2점, '전혀 아니다'가 1점으로 모든 문항이 5개의 평가 척도로 구성되었으나, 15번 문항은 역추적 문항으로 통계 처리하였다.

4. 연구 절차

가. 수학적 창의력 검사 및 수학적 성향 검사

1) 사전 검사

사전 검사는 실험 처치 전에 실험집단과 비교 집단이 수학적 창의력 및 수학적 성향에 있어 동질 집단인지 확인하기 위한 검사이며, 2007년 3월 27일 연구 대상으로 선정한 두 학급을 대상으로 실시하였다.

2) 사후 검사

개방형 학습활동을 한 집단과 일반적 학습활동을 한 집단 사이의 수학적 창의력에 차이가 있는지, 수학적 창의력 요소 중 어느 요소에 더 효과가 있는지, 또 수학적 성향에 차이가 있는지, 수학적 성향의 하위 요인 중 어느 요인에 더 효과가 있는지를 검정하기 위한 자료를 수집하기 위해 실시하였다. 2007년 5월 16일 사후 검사를 실시하였으며, 검사 방법과 절차는 사전 검사와 동일하게 하였다.

나. 실험 처치 방법과 일정

본 연구의 실험처치는 임의로 할당된 두 집단(개방형 학습활동 수업 집단, 일반적 수업 집단)에게 서로 다른 유형의 학습을 각각 실시하는 것이다. 실험처치의 수업 내용은 3-가 단계의 '3. 평면도형(8차시), 4. 나눗셈(10차시)' 단원이며, 실험처치는 2007년 4월 9일에서 5월 11일까지 5주간에 걸쳐 이루어졌으며, 일주일에 4차시, 총 18차시의 수업을 하였다.

5. 자료 수집

수학적 창의력 검사의 문항은 총 7문항으로 각 문항은 수학적 창의력의 요소인 유창성, 융통성, 독창성으로 구분하여 채점하였으며, 이들 점수의 총합을 수학적 창의력 점수로 하였다. 수학적 성향 검사는 총 24문항으로 구성되었다. 각 문항은 5단계 평정법을 사용하여 '매우 그렇다'가 5점, '그렇다'가 4점, '보통이다'가 3점, '아니다'가 2점, '전혀 아니다'가 1점씩 계산하였다. 역추적 문항인 경우 역으로 채점 하여 통계 처리하였다.

IV. 학습의 실제

1. 개방형 학습활동의 개발

가. 개방형 학습활동 구성의 관점

본 연구의 개방형 학습활동 개발의 관점을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 차시별 학습활동이 단원 전체 목표와 관련성이 긴밀해야 한다.

둘째, 학생의 흥미 속에 적극적 참여를 유도하는 학습 활동이어야 한다.

셋째, 학생들의 선행지식과 사전 개념이 활용될 수 있어야 한다.

넷째, 학생들의 아이디어를 자신의 방식으로 표현할 수 있어야 한다.

다섯째, 다양한 결과로부터 새로운 사실을 발견하는 학습활동이어야 한다.

나. 개방형 학습활동 구성의 기본방향

개방형 학습활동 구성의 기본 방향을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 열린 조건을 학습자 스스로 결정하여 결과를 도출하는 개방형으로 구성한다.

둘째, 자신의 아이디어와 소집단의 아이디어를 공유할 수 있도록 구성한다.

셋째, 개별학습, 소집단 학습, 일제 학습이 적절히 이루어져 개념이나 원리를 학생들이 발견할 수 있도록 구성한다.

다. 개방형 학습활동에서 교사의 역할

개방형 학습활동에서는 일반적인 학습활동과는 다른 교사의 역할이 필요하다. 주요 역할은 다음과 같다.

첫째, 학생 스스로 할 수 있다는 의욕을 갖게 분위기를 조성한다.

둘째, 학생의 결점을 지적하기보다 오히려 결점을 인식하고 그것을 해결하는 지도를 한다.

셋째, 교사는 다루는 내용에 대한 학생의 준비성이 갖추어져 있는지 아닌지를 미리 확인하고 지도에 임한다.

넷째, 교사는 어떤 내용을 지도할 경우, 유사한 내용

과 비교하면서 유사점과 차이점을 명확하게 하면서 지도한다.

다섯째, 교사는 학생의 답이나 반응이 불충분하거나 불명확하다면, 그것들을 보충하거나 반례를 제시하면서 지도한다.

라. 교육과정 분석에 따른 개방형 학습활동 개발

본 연구는 3-가 단계의 2개의 단원(3.평면도형, 4.나눗셈)을 선정하여 개방형 학습활동을 <표 5>와 같이 개발하였고, 그에 따른 개방형 활동지를 <그림 2, 3, 4, 5>의 예시처럼 구안하였다.

<표 5> 교육과정 분석 및 개방형 학습활동

| 단계 | 영역 | 단원 | 주제 | 수업내용 및 활동 | 개방형 학습활동 |
|-------------|------|---------|---------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 3 가 | 도형 | 3. 평면도형 | ◦ 각의 이해 (1/8) | 주변 구체물에서 각을 추상하여 각과 직각을 이해하기 삼각자에서 직각 부분 찾기 | 들어본 적 있나요? 중지와 검지 사이 |
| | | | ◦ 직각삼각형의 이해 (2/8) | 직각삼각형 만들어 보 점 이어 직각삼각형 그리기 | 삼각자와 별 여러 가지 각 그리기/각 익히기 |
| | | | ◦ 직사각형의 이해 (3/8) | 생활에서 직사각형 찾고 종이접기를 통해 직사각형 만들기 | 직각 찾기 만약 직각으로 이루어지지 않았다면? |
| | | | ◦ 정사각형의 이해 (4-5/8) | 직사각형과 정사각형 비교하기 종이접기와 모눈종이 이용하여 정사각형 만들기 | '직각의 나라'에 온 삼각형과 사각형 나를 찾아보세요. |
| | | | ◦ 재미있는 놀이, 문제해결 (6-8/8) | 도형판을 이용하여 재미있는 모양 만들기 | 직각의 나라에 온 칠교판 내가 만든 칠교판 내가 만든 칠교판으로 꾸미기 |
| | 수와연산 | 4. 나눗셈 | ◦ 똑같이 나누어 보기 (1) (1-3/10) | 같은 양으로 나누는 조작을 하여 구하려는 것 알고 나눗셈 식으로 나타내기 | 나눗셈이란 돈 나누어 갖기 묶음 만들기 주몽의 화살 (1) 주몽의 화살 (2) |
| | | | ◦ 똑같이 나누어 보기 (2) (4-5/10) | 양을 똑같이 나누는 조작을 하여 구하려는 것을 알고, 나눗셈 식으로 나타내기 | 활쏘기 배우기 (1) 활쏘기 배우기 (2) 발견한 점 찾기 |

| 단계 | 영역 | 단원 | 주제 | 수업내용 및 활동 | 개방형 학습활동 |
|-------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 3 가 | 수 와 연 산 | 4. 나 눗 셈 | ◦ 붓 알아보기 (6/10) | 곱셈식에서 승수와 피승수를 찾아 나눗셈의 붓 알기 | 바둑돌 나누기 (1) 바둑돌 나누기 (2) |
| | | | ◦ 붓 구하는 방법 알기 (7/10) | 곱셈으로 나눗셈의 붓을 구하는 방법 알기 | 직사각형 만들기 |
| | | | ◦ 곱셈과 나눗셈의 관계 알기 (8/10) | 곱셈과 나눗셈의 관계를 알기 | 곱셈과 나눗셈의 관계 나눗셈의 다른 표현 |
| | | | ◦ 나눗셈 활용 (9/10) | 나눗셈 문장제를 해결하기 | 즐거운 체육시간 나눗셈 상황 만들기 |
| | | | ◦ 재미있는 놀이, 문제 해결 (10/10) | 놀이를 통해 곱셈구구의 범위의 나눗셈식을 익히기 | 종이타일 놀이하기 |

다음은 개방형 활동지의 예이다.



내가 만든 칠교판-()의 칠교판

대구북부초등학교 3학년 이름 ()

주어진 종이에 직각삼각형, 직사각형, 정사각형으로만 되어 있는 칠교판을 만들어 봅시다. 그리고 색종이에 그려 붙여 봅시다.

<그림 2> 7차시 활동지



주몽의 화살(2)

대구북부초등학교 3학년 이름 ()

주몽의 화살은 2개 있습니다. 2개를 동시에 사용하여 연습하려고 합니다. 몇 번하면 화살을 모두 사용할까요? 나눗셈식으로 나타내어 봅시다.

나의 경우

친구의 경우

발견한 점

<그림 3> 11차시 활동지



즐거운 체육시간

대구북부초등학교 3학년 이름 ()

친구들과 함께 운동경기를 하려고 합니다. 운동 경기에 따라 한 팀의 사람수도 달라집니다. 친구들의 수는 □명입니다.

운동 경기 정하기

나눗셈식

<그림 4> 17차시 활동지

종이 타일 놀이
대구북부초등학교 3학년 이훈 ()

| 놀이하는 이렇게 | 나눗셈식 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 두 사람이 한다. 2. 종이타일 25개를 준비한다. 3. 종이컵의 갯수를 주사위로 정한다. 4. 종이타일 ÷ 종이컵의 개수로 나눗셈을 한다. 5. 나머지가 생기면 본인이 가져간다. 6. 나눗셈식을 기록한다. 7. 남은 종이타일로 다음 사람이 한다. 8. 종이컵의 갯수를 주사위로 정한다. 9. 이와 같은 방법으로 계속한다. 10. 종이타일이 많은 사람이 이긴다. | |

<그림 5> 18차시 활동지

2. 개방형 학습활동의 적용

가. 개방형 학습활동 교수·학습 모형

(1) 개방형 활동 제시

교사는 개방형 학습 활동지를 통해 개방형 활동이 학생들의 흥미와 수학적 수준에 적합하며, 수학적 내용이 풍부하여 다양한 관점에서 사고할 수 있도록 하고, 학생들이 쉽게 이해할 수 있는 학습활동의 방법을 발견할 수 있도록 제시해야 한다.

(2) 개별학습

학생들은 제시된 학습활동을 이해하면서 자신의 학습활동의 능력을 스스로 점검을 한다. 또한 제시된 학습활동에 자신의 경험을 떠올리고 도전심을 가지고 출발하도록 한다. 개별학습활동은 학생들이 이미 알고 있는 경험과 지식을 바탕으로 하여 문제를 해결하려고 노력한다. 또 스스로 선택한 조건으로 직접 실험을 하여 결과를 도출한다. 이때 교사는 학생들이 문제 상황을 충분히 이해하고 해결 방법을 찾을 수 있도록 충분한 시간적 여유를

제공한다. 또한 자신의 학습 결과를 글이나 그림으로 표현 할 수 있도록 한다.

(3) 소집단 학습

소집단 학습은 일반적으로 학급에서 이루어지는 모둠 활동으로 생각하면 된다. 소집단 활동은 개별 활동에서 얻은 자신의 생각을 다른 친구들과 함께 공유하면서 상대방의 개별 활동의 결과를 공유하게 된다. 이때 자신과 다른 결과를 접하게 됨으로써 새로운 학습의 기회가 생긴다. 또한 그렇게 함으로써 자신의 의견을 수정할 수 있는 기회가 되기도 한다. 이때 개별의 의견을 모아 하나의 의견을 내어야 할 상황에는 의견의 일치를 보아야 한다. 의견의 일치를 보아야 하는 과정을 통해 학습자들은 반박과 수용, 질문과 합의를 해 나가는 활동을 하게 된다.

(4) 전체 토의

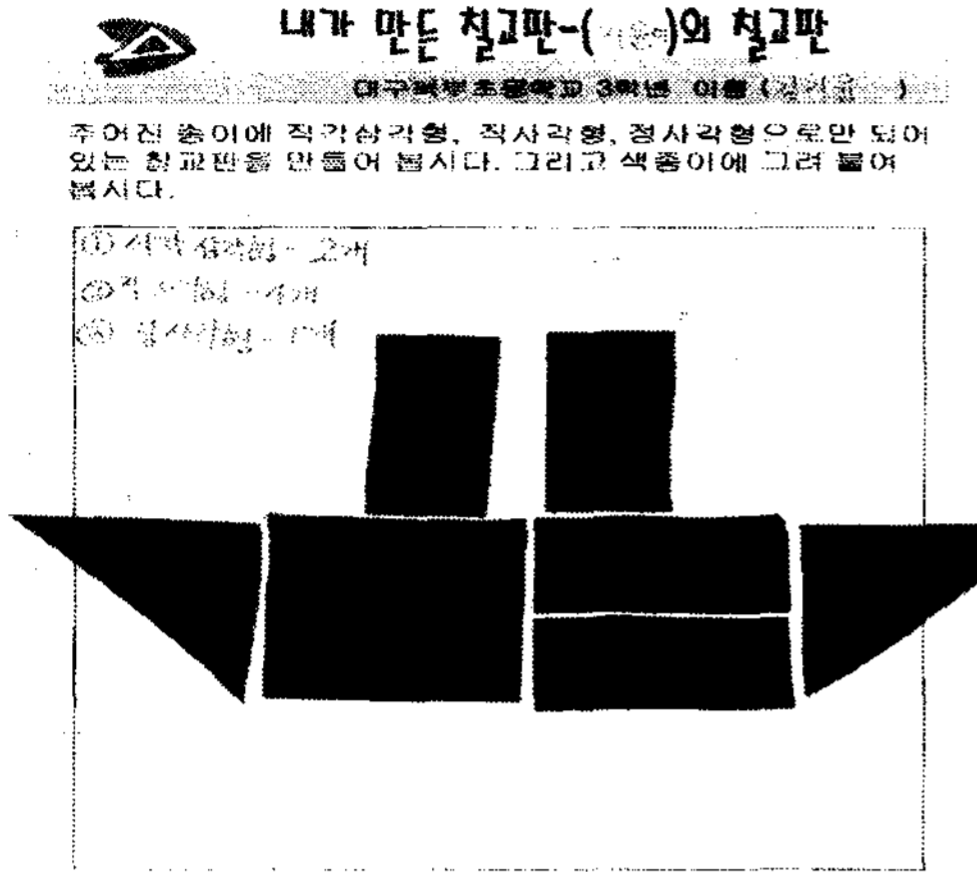
개방형 교수법에서는, 문제해결 과정에서 의논을 하고 다른 사람을 이해시키기 위해 수학적 용어나 기호를 사용하여 확실하게 표현하고, 보다 나은 해결방법을 제시함과 동시에 수학적 사고방식을 학급 전원에게 알리는 것과 같은 협동학습의 형태를 특히 중요시한다(能川伸彦, 1984).

전체 토의에서는 개별학습에서의 다양한 결과나, 소집단 학습에서 나온 여러 결과로부터 규칙을 발견하고 찾는 과정을 통해 학생들은 그 학습의 목표에 맥락적으로 다가갈 수 있다. 또한 그러한 과정 속에서 자신의 의견을 수정하거나 다른 이의 의견을 수용하면서 지식을 스스로 재구성한다.

나. 개방형 학습활동 지도의 실제

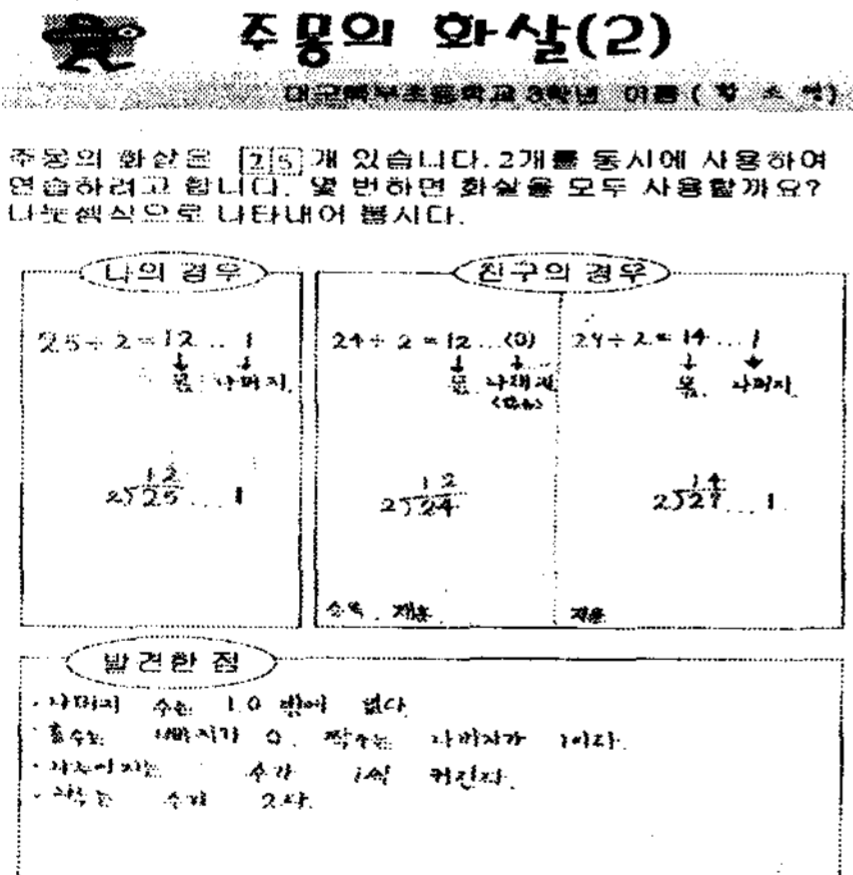
개방형 교수법은 개별 활동과 소집단 활동, 그리고 전체 토의의 세 가지 활동으로 구성된다. 그러나 유일한 답을 찾는 것이 아니기 때문에 수업이 개별학습에서 전체토의까지 진행되는 동안 아직 학생들이 발견하지 못한 새로운 관점이 나타날 것이라고 기대할 수 있다. 따라서 이 교수법에서는 개별학습에서 소집단 학습, 소집단 학습에서 전체 토의로 진행되는 것이 중요하다(Becker & Shimada, 1997). 다음의 <그림 6>-<그림 13>은 학생들이 개방형 활동지를 활용한 사례와 개방형 학습활동 후 소감 및 일기를 기록한 사례들이다.

(1) 개방형 학습 활동지의 사례 및 분석



<그림 6> 지운의 7차시 활동지

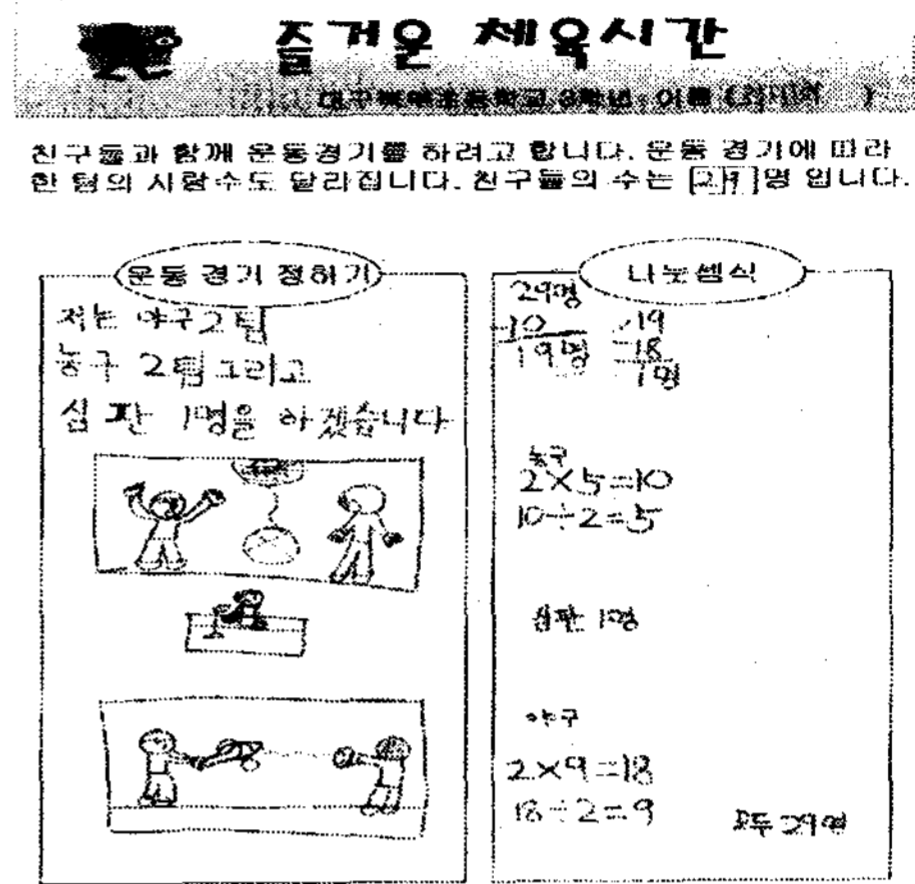
지운이는 정사각형 색종이를 접어서 직각삼각형 2개 직사각형 4개 정사각형 1개로 칠교판을 만들었다. 자신이 만든 칠교판을 '배 모양'으로 배열하여 학습지에 붙였다. 이런 활동으로 도형에 대한 개념이 정착되어지고 학습활동도 즐겁게 할 수 있었다.



<그림 7> 소영의 11차시 활동지

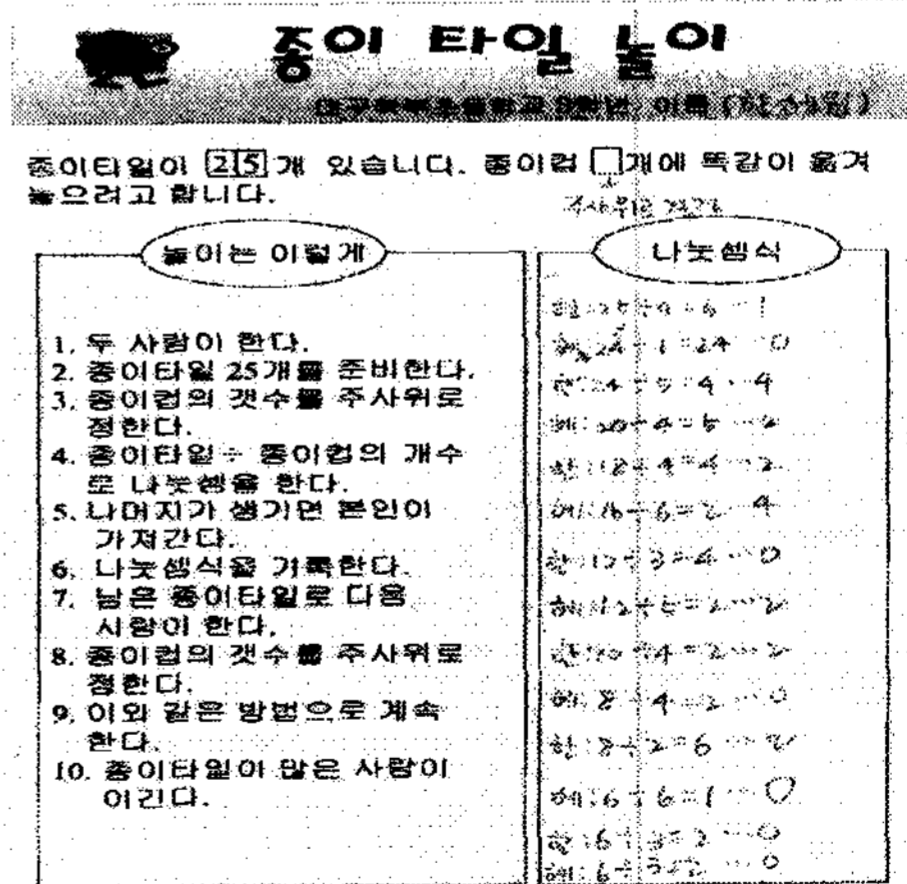
이 학습에서는 화살의 개수를 학생 스스로 정해야 한다. 소영이는 25개를 정하여 몫 12, 나머지 1이 되었다. 친구의 경우, 24, 29개를 선택하였다. 전체 토의에서는

나누어지는 수가 20에서 29까지 다양하게 나왔고 거기에 따른 발견한 점을 기록하였다.



<그림 8> 민희의 17차시 활동지

민희반 학생 수는 29명이다. 먼저 운동경기에 따른 인원수를 먼저 학습하고 스스로 29명의 학생들이 할 수 있는 경기를 정하도록 하였다. 민희는 29명에서 농구 2팀 10명, 야구 2팀 18명 그리고 남은 학생 1명을 심판으로 두었다. 재미난 결정을 하였다.

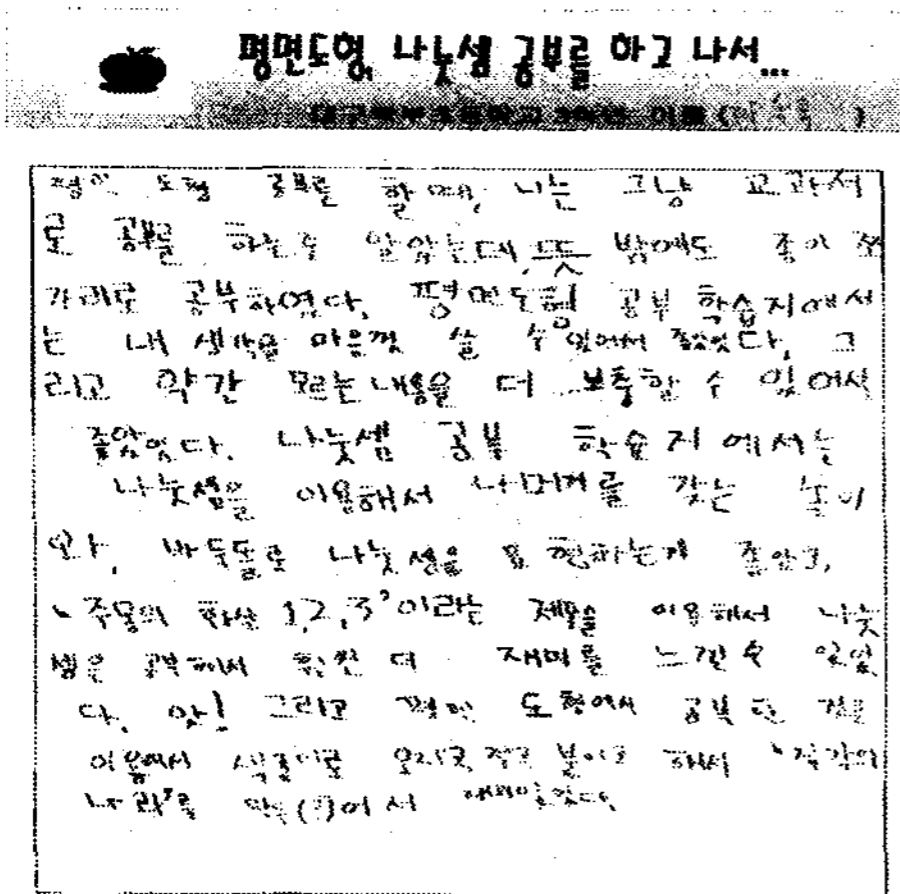


<그림 9> 혜원의 18차시 활동지

종이타일 놀이는 나누어지는 수는 25개로 정해두고 나누는 수는 주사위로 결정한 뒤 나머지가 생기면 가져

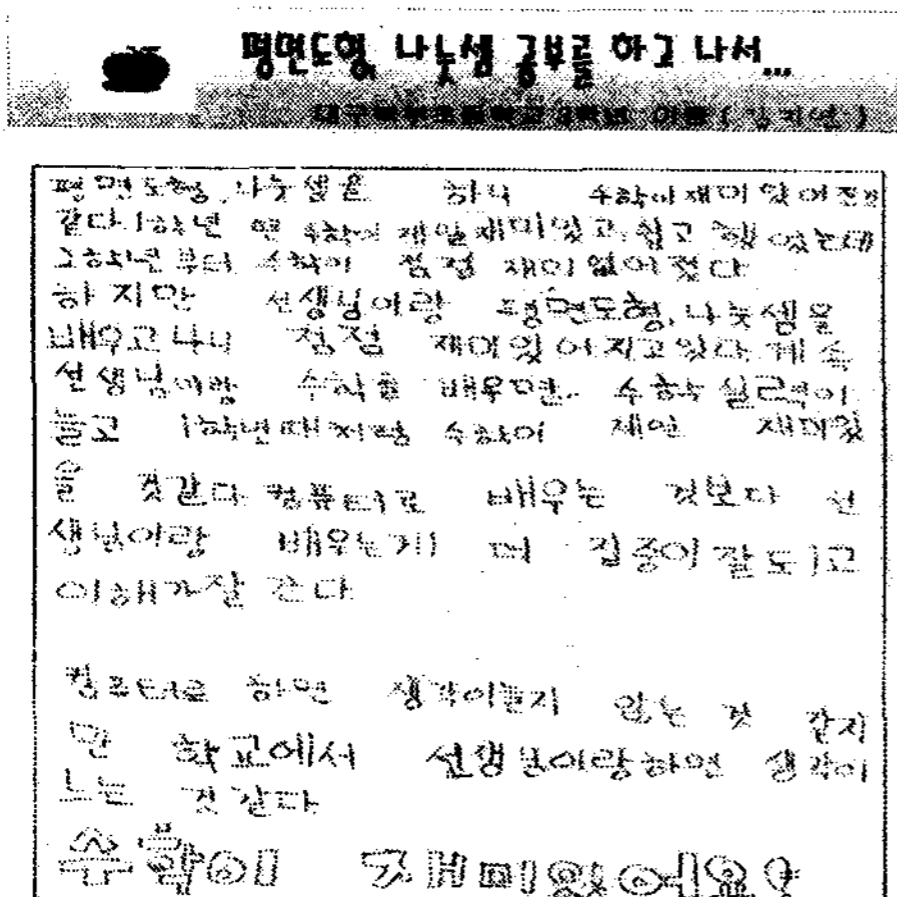
가는데 많이 가지는 사람이 이기는 경기이다. 혜원이는 놀이를 즐겁게 하면서 다양한 나눗셈을 경험하고 놀이 후 어떤 수가 유리한지 알게 되었다.

(2) 개방형 학습 활동 후 학생 소감록 및 분석



<그림 10> 승록의 소감록

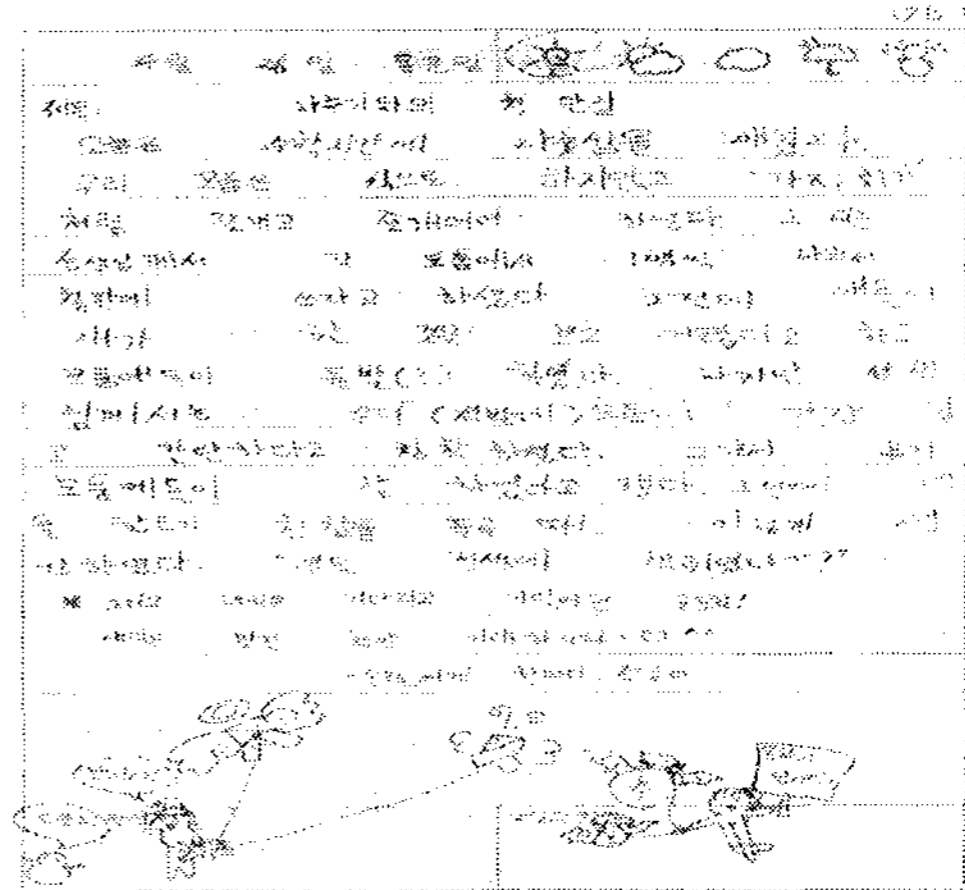
승록이는 자신의 생각을 마음껏 쓸 수 있어서 공부하는 것이 좋았다고 한다. 특히 주몽의 화살에서 설정된 내용에 흥미를 많이 가진 것을 알 수 있다. 평면도형에서는 '직각의 나라'에서 일어난 이야기로 직각과 평면도형 학습이 재미있었던 것을 알 수 있다.



<그림 11> 지연의 소감록

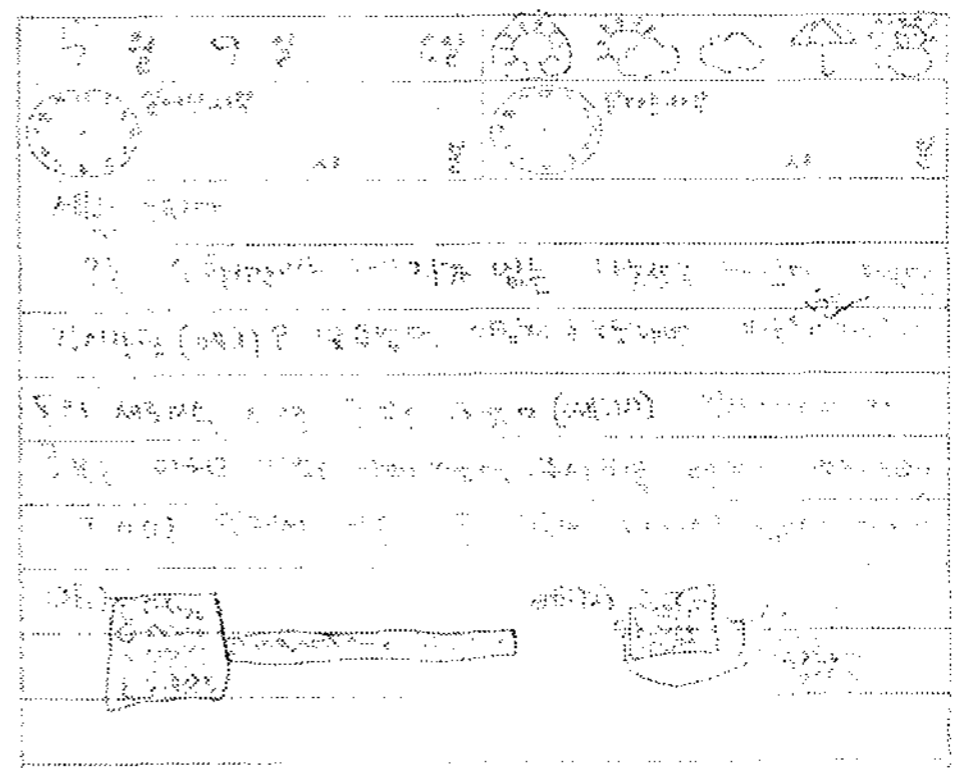
지연이는 2학년 때 수학 학습에 흥미를 잃고 있는 상황이었다. 개방형 학습활동으로 흥미가 되살아나고 스스로 생각하는 힘이 늘었고, 집중이 잘 된다고 말하고 있다. 특히 수학 학습에 재미를 느끼고 있는 점이 다행스럽다.

(3) 개방형 학습활동 후 학생들의 일기 및 분석



<그림 12> 소영의 일기

소영이는 '나누기와의 첫 만남'이라는 제목을 일기를 통해 개방형 학습활동의 '돈 똑같이 나누기' 활동을 스스로 '가지치기'라는 표현처럼 계속해서 쪼개어 똑같이 나누어 활동한 경험을 기록하고 있다. 소집단 활동에서 의견의 일치를 보는 과정이 힘들었음을 알 수 있다.



<그림 13> 수한의 일기

수한이는 직사각형을 만들어 나머지가 없는 경우, 학습한 것을 일기로 표현하였다. 친절하게도 그림으로 자세한 설명을 하면서 나머지가 없으려면 직사각형이나 정사각형이 되어야 함을 스스로 찾게 되었음을 알 수 있다. 스스로 나눗셈에 관한 지식이 구성됨을 알 수 있다.

단이 훨씬 높다는 것을 알 수 있다. 이는 개방형 학습활동이 수학적 창의력 향상에 의미 있는 효과를 보였음을 뜻한다.

V. 결과 분석 및 논의

1. 결과

가. 연구문제 - '개방형 학습활동을 한 집단과 일반적 학습활동을 한 집단 사이에 수학적 창의력(유창성, 융통성, 독창성)의 차이는 있는가?'의 결과

(1) 사전 수학적 창의력 검사

사전 검사에서 실험 집단과 비교 집단의 수학적 창의력 평균 점수의 차를 t-검정한 결과 전체 유의도는 $p=.748(p>.05)$ 로서 두 집단은 동질 집단임을 알 수 있다.

<표 6> 사전 수학적 창의력 검사 결과에 대한 t-검정

| | 집단 | N | M | SD | t | p | 비고 |
|-----|-------|----|---------|---------|------|------|---------|
| 전체 | 실험 집단 | 29 | 41.8966 | 14.7729 | .323 | .748 | $p>.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 40.6667 | 13.6466 | | | |
| 유창성 | 실험 집단 | 29 | 29.3103 | 10.0538 | .165 | .591 | $p>.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 30.1111 | 9.5850 | | | |
| 융통성 | 실험 집단 | 29 | 10.6207 | 3.5898 | .576 | .995 | $p>.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 8.6296 | 3.0778 | | | |
| 독창성 | 실험 집단 | 29 | 1.9655 | 3.0057 | .054 | .957 | $p>.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 1.9259 | 2.4326 | | | |

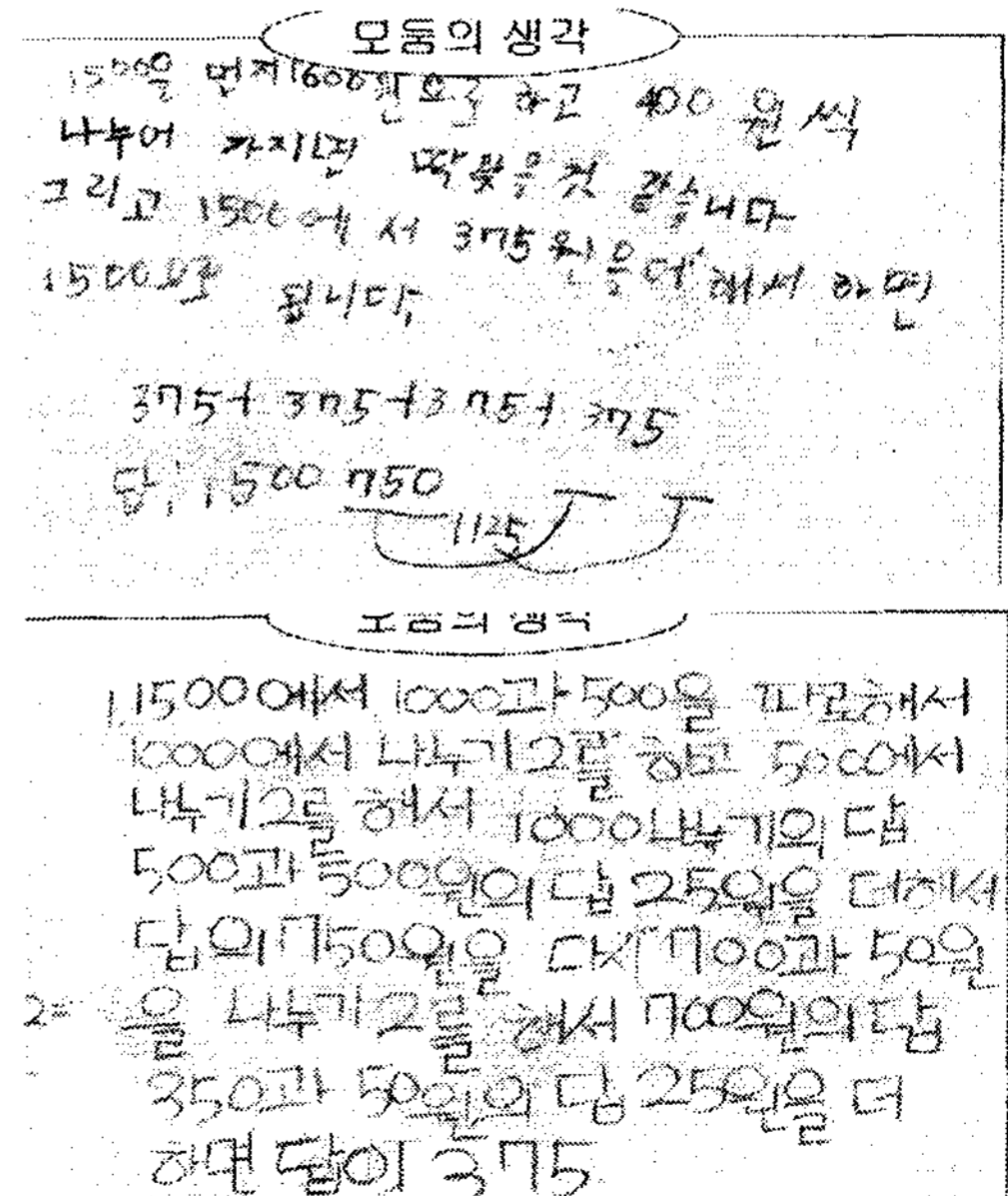
(2) 사후 수학적 창의력 검사

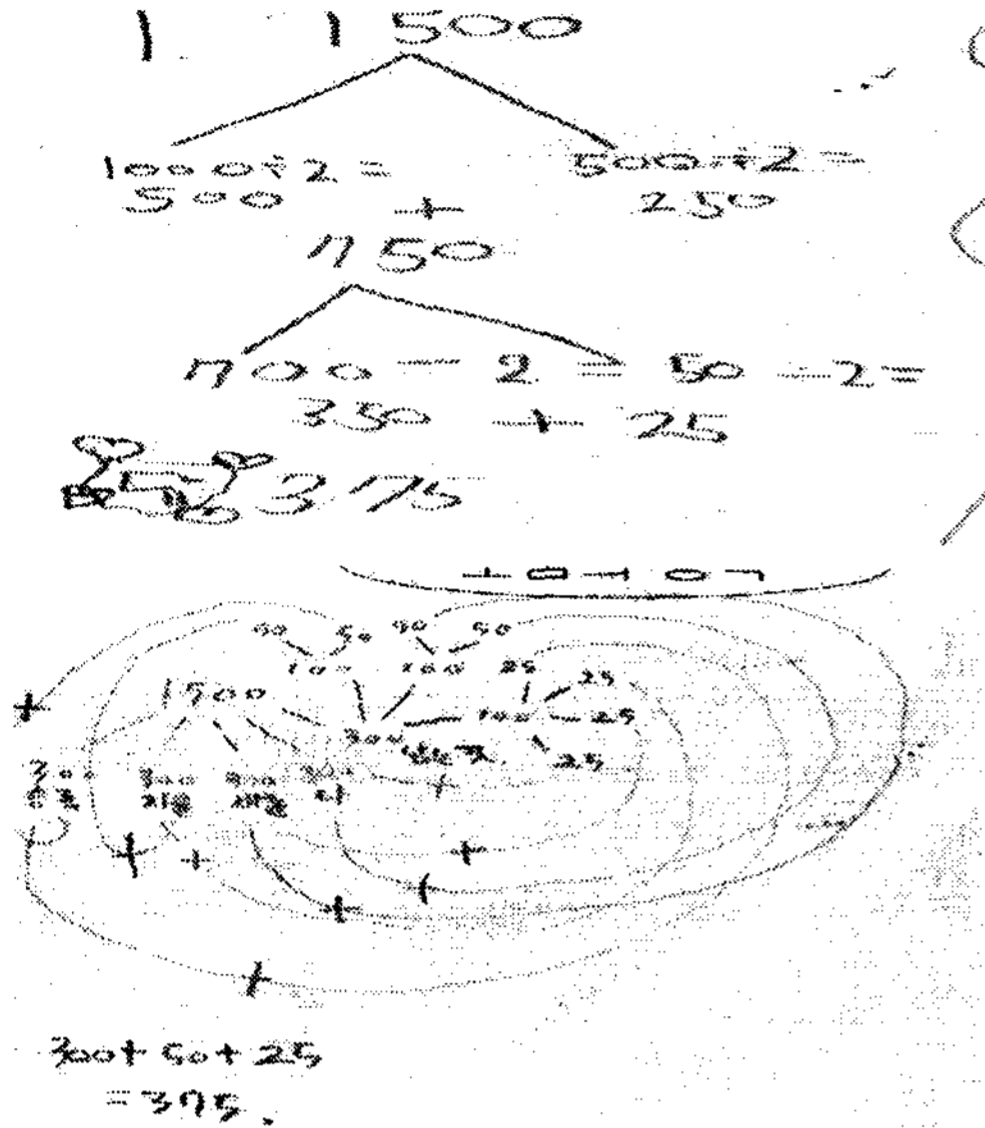
사후 검사 결과 유의도 $p=.007(p<.05)$ 로 두 집단 사이에는 통계적으로 의미 있는 차가 있는 것으로 나타났다. 유창성의 경우 $p=.078(p>.05)$ 로 유의미한 결과는 아니지만 평균은 비교 집단에 비해 높은 결과를 볼 수 있다. 융통성의 경우 $p=.000(p<.05)$ 으로 유의미한 차이가 있었으며, 평균에 있어서 실험 집단이 비교 집단에 비해 2배 정도 높게 나왔다. 독창성의 경우 $p=.027(p<.05)$ 로 유의미한 차이가 있었으며, 역시 평균에 있어서 실험 집

<표 7> 사후 수학적 창의력 검사 결과에 대한 t-검정

| | 집단 | N | M | SD | t | p | 비고 |
|-----|-------|----|---------|---------|-------|------|---------|
| 전체 | 실험 집단 | 29 | 51.0345 | 17.5265 | 2.786 | .017 | $p<.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 38.6429 | 15.9912 | | | |
| 유창성 | 실험 집단 | 29 | 32.7241 | 12.7248 | 1.424 | .078 | $p>.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 27.3103 | 11.9193 | | | |
| 융통성 | 실험 집단 | 29 | 15.2096 | 3.9614 | 6.730 | .000 | $p<.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 8.6071 | 3.4463 | | | |
| 독창성 | 실험 집단 | 29 | 3.1034 | 2.1271 | 2.280 | .027 | $p<.05$ |
| | 비교 집단 | 28 | 1.9643 | 1.5982 | | | |

아래 <그림 14>의 학습활동의 사례는 학생들이 하나의 문제에 대한 의견을 다양하게 나타내거나, 혹은 조건을 스스로 정하여 문제를 해결한 후 그 결과들을 통해 개념을 스스로 구성하고 있는 것을 보여준다. 또한 소집단의 의견을 정하는 과정에서 자신의 의견을 수정하는 과정을 거치기도 한다. 이러한 학습과정이 학생들의 창의력 변화를 가져온 것으로 보인다.





<그림 14> '돈 나누어 갖기' 학습활동의 사례

나. 연구문제 - '개방형 학습활동을 한 집단과 일반적 학습활동을 한 집단 사이에 수학적 성향의 차이는 있는가?'의 결과

(1) 사전 수학적 성향 검사

사전 검사에서 실험 집단과 비교 집단의 수학적 성향의 평균 점수의 차를 t-검정한 결과 유의도 $p=.481(p > .05)$ 로서 두 집단은 동질 집단임을 알 수 있다.

<표 8> 사전 수학적 성향 검사 결과에 대한 t-검정

| 집단 | N | M | SD | t | p | 비고 |
|-------|----|--------|-------|------|------|-----------|
| 실험 집단 | 29 | 3.3429 | .4460 | .711 | .481 | $p > .05$ |
| 비교 집단 | 28 | 3.2683 | .2559 | | | |

(2) 사후 수학적 성향 검사

사후 검사 결과 유의도 $p=.074(p > .05)$ 로 두 집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 평균에서 비교집단은 근소한 차이로 낮아진

반면 실험집단은 높게 나왔다. 이는 개방형 학습활동이 수학적 성향 향상에 어느 정도 효과가 있었음을 뜻한다.

<표 9> 사후 수학적 성향 검사 결과에 대한 t-검정

| 집단 | N | M | SD | t | p | 비고 |
|-------|----|--------|-------|-------|------|-----------|
| 실험 집단 | 29 | 3.4583 | .4691 | 1.827 | .074 | $p > .05$ |
| 비교 집단 | 28 | 3.2554 | .2758 | | | |

한편 개방형 학습활동을 한 실험집단의 사전과 사후의 수학적 성향 결과 분석에서는 전체적으로는 $p=0.387$ 로서 유의 수준 5%에서 유의미한 차이가 없는 것으로 드러났다. 그러나 6개의 하위 요소 중 수학적 자신감 외 5개의 하위요소에서 평균점수가 높게 나왔다. 이는 개방형 학습활동을 한 학생들의 수학적 성향이 일반적 학습활동을 학생들보다 향상된 것으로 나타나고 있다. '수학적 자신감'에서는 비교집단보다 평균점수가 근소한 차이로 오히려 낮아진 것으로 볼 때 학생들이 지금까지의 학습활동과 다른 방식의 학습활동에 상대적으로 부담을 느낀 학생들이 생겼기 때문인 것으로 보인다.

<표 10> 개방형 학습활동을 한 집단의 사전·사후 수학적 성향의 결과 분석

| 요인 | 검사유형 | 평균 | 표준편차 | t(p) | 비고 |
|---------|------|--------|--------|-------------------|-----------|
| 전체요인 | 사전검사 | 3.3429 | 0.4460 | -0.873 (0.387) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 3.4538 | 0.4691 | | |
| 수학적 자신감 | 사전검사 | 3.0431 | 0.5472 | 0.4003 (0.688) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 2.9828 | 0.6011 | | |
| 수학적 융통성 | 사전검사 | 3.3535 | 0.5155 | -0.858 (0.392) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 3.4828 | 0.6266 | | |
| 수학적 의지 | 사전검사 | 3.2500 | 0.6748 | -0.528 (0.600) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 3.3534 | 0.8115 | | |
| 수학적 호기심 | 사전검사 | 3.5086 | 0.8724 | -0.217 (0.828) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 3.5603 | 0.9441 | | |
| 수학적 반성 | 사전검사 | 3.0344 | 0.5658 | -1.514 (0.136) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 3.2578 | 0.6455 | | |
| 수학적 가치 | 사전검사 | 3.8710 | 0.6325 | -1.462 (0.148) | $p > .05$ |
| | 사후검사 | 4.1293 | 0.7122 | | |

2. 논의

본 연구는 초등학교 3학년을 대상으로 개방형 교수법을 적용한 학습활동을 한 수업과 일반적인 수업이 학습자의 수학적 창의력과 수학적 성향에 미치는 효과를 비교·분석하여 개방형 교수법을 적용한 학습활동이 학습자의 수학적 창의력과 수학적 성향에 어떤 효과를 주는지를 밝히는 데 있다. 이러한 분석결과를 바탕으로 선행 연구와 관련지어 차례로 논의해 본다.

첫째, 개방형 학습활동을 한 집단과 일반적 수업 집단은 수학적 창의력에 있어서 유의미한 차이가 있었다. 이러한 결과는 학습자들의 자유로운 활동에서 얻은 다양한 결과를 통해 문제를 해결하고 자신과 타인의 생각을 서로 공유하면서 자신의 생각을 확충 혹은 수정을 통해 새로운 지식을 수학적 사고력과 수학적 창의성 향상에 대단히 효과적이라고 주장한 조은미(2005)의 의견과 일치한다.

또한 수학적 창의성 중 융통성과 독창성은 통계적으로 유의미한 차이를 보였고, 유창성은 유의미한 차이는 없었지만 실험집단의 평균점수가 비교집단의 평균점수보다 높게 나왔다. 이러한 결과는 개방형 과제에 의한 수학적 활동이 수학적 창의력 향상에 상관계수가 높다고 주장한 박필옥(2006)의 연구 결과와 일치한다.

둘째, 개방형 학습활동을 한 집단과 일반적 수업 집단은 수학적 성향에 있어서 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만 6개의 하위 요인 중 5개의 하위 요인의 평균점수가 높게 나와 수학적 성향에도 긍정적인 효과가 있었다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 신념 형성에 유의미한 결과가 나온 문성길(2000)의 연구 결과와 일치한다. 그러나 수학적 자신감에서 비교 집단보다 낮은 점수를 보이는 것은 학생들이 새로운 수학 학습 방법에 적응하는 기간이 짧았고 적응이 어려웠던 학생이 발생한 것으로 파악된다. 이는 Becker와 Shimada의 개방형 교수법을 번역한 '수학지도를 위한 새로운 제안-개방형 교수법'에서 개방형 교수법의 단점으로 '몇몇 능력 있는 학생들도 자신들의 답에 대하여 불안해 할 수 있고, 학생들은 학습과정을 기록하고 정리하는데 어려움이 있기 때문에 자신들의 학습이 만족스럽지 않다고 느낄 수도 있다'는 주장과 상통한다. 학생들은 자신의 생각을 기록하는 것에

부담감을 느끼고 다양한 결과에서 규칙을 발견하는 새로운 학습 방식을 익히기에는 시간이 충분하지 못했으리라 여겨진다. 그러나 개방형 학습활동을 지속적으로 한다면 수학적 자신감도 향상될 것으로 기대된다.

VI. 결론

본 연구는 개방형 교수법을 적용한 개방형 학습활동을 하기 위해 개방형 학습 활동지를 구안하여 적용한 후 학생들의 수학적 창의력 및 수학적 성향에 어떤 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 이러한 연구들 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 개방형 학습활동으로 개인의 다양한 학습 결과와 상호간의 의사소통에 의해 아이디어간의 결합이, 수학적 사고를 풍부하게 하여 창의성 개발에 변화요인인 유창성, 융통성, 독창성 등의 사고 활동을 자극하게 되어 창의력 신장으로 이어졌다. 이것은 개방형 교수법을 적용한 개방형 학습활동이 새로운 사회적 패러다임인 정보화 사회에서 요구되는 수학적 창의력을 향상시킬 수 있는 교수법임을 시사한다.

둘째, 개방형 교수법을 적용한 학습활동은 일반적 학습활동보다 수학적 성향에 있어서 긍정적인 효과를 가져왔다. 이는 수학은 한 가지 답만 구하는데 집착하던 일반적인 방식에서 벗어나 학생들 자신이 흥미로운 상황을 설정하고 구체적 조작활동과 함께 자신들의 다양한 결과로 규칙을 찾는 새로운 방식으로서의 수업에서 수학은 사고력을 향상시키는 유용한 학문이라는 긍정적인 생각의 변화가 일어났다.

이와 같은 연구를 종합해 볼 때 개방형 학습활동은 수학적 창의력뿐만 아니라 수학적 성향에도 긍정적인 효과를 줄 수 있는 교수·학습 방법이라고 할 수 있다. 따라서 수학 수업에서 하나의 답으로만 귀결되는 문제해결에서 학생들에게 도전감을 주고 생각하는 힘과 수학적인 사고력을 길러줄 수 있는 개방형 학습활동에 의한 수업이 조성될 필요가 있다.

본 연구의 과정과 결과를 토대로 하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 개방형 교수법을 적용한 개방형 학습활동을 3-가 단계의 연산 영역(나눗셈)과 도형 영역

(평면 도형)에 국한하여 개발·적용하였기 때문에 다른 학년과 다른 영역에 대해서도 시도해 볼 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 실험 연구로서 수학적 창의력 및 수학적 성향에 대하여 양적인 측면에서 관심을 가졌지만, 앞으로는 질적인 측면에서 접근해 볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김진호 (2005). 수학자가 수학을 탐구하듯이 학습자도 수학을 탐구할 수 있는 방안 모색. 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육>, 44(1), pp.87-101.
- 류시규 (1995). 수학교육에 있어서 탐구적인 어프로치의 실천적 연구. 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육>, 34(1), pp.73-81.
- 문성길 (2000). 개방형 교수법에 의한 수학지도가 문제해결력과 신념 형성에 미치는 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박필옥 (2006). 초등학생들의 수학과 개방형 문제 해결과정에서 나타난 창의적인 반응 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 변은진 (2001). 개방형 문제를 활용한 평가가 수학적 창의력에 미치는 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 손은영 (2005). 탐구학습이 초등학교 6학년 학생들의 수학적 창의력에 미치는 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신현용·한인기 (1999). 수학 영재의 창의력 신장을 위한 방향 모색, 청람수학교육, 8, 15-44.
- 안일란 (2002). 개방형 문제의 교수·학습이 창의력 신장에 미치는 효과. 대구교육대학 교육대학원 석사학위논문.
- 이영만 (2001). 교과교육을 통한 창의성 교육의 접근 방안 탐, 초등교육연구, 14(2), 5-26.
- 이용길 (1998). 다답형 문제의 개발·활용을 통한 발전적인 생각의 육성. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 정민주 (2001). 초등학교 수학 영재아들의 개방형문항 반응에 관한 연구. 아주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조경희 (2003). 수행평가를 위한 개방형 문제의 개발. 영남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조은미 (2005). 개방형 문제를 이용한 창의적 토의수업이 수학문제해결력과 수학적 창의성에 미치는 영향. 전북대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국교육개발원 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가체계연구(Ⅲ). 수학과 평가도구 개발 연구보고서.
- 홍자영 (2005). 개방형 문제를 활용한 수학적 창의성 신장 방안. 아주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 島田茂 (1977). 算數・數學科 オープ ソアブ ローチによる. みすうみ書房.
- 能田伸彦 (1984). 算數・數學科 オープ ソアブ ローチによる 指導の研究. 東洋館出版社.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (구광조·전평국·박성선·문성길 역)(2004). 개방형 교수. 서울: 경문사.
- Fouche, K. K. (1993). *Problem solving and creativity: Multiple solution methods in a cross-cultural study in middle level mathematics*. University of Florida. Doctoral Dissertation.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Education Studies in Mathematics*, 18, 29-74.
- Marzano, R. J. (2000). *Transforming Classroom Grading*. Assn for Supervision & Curriculum.
- NCTM. (구광조·오병승·류희찬 역)(1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 서울: 경문사.

The Effects on the Mathematical Creativity and Disposition by the Open-ended Learning Activity Approach

Beak, Jong Suk

Daegu Woonam Elementary School

E-mail: js2001w@hanmail.net

Ryu, Sung Rim

Daegu National University Education

E-mail: srryu@dnue.ac.kr

The purpose of this study is to help to improve the method of math teaching by analysing how learner-centered teaching method effects mathematical creativity and mathematical disposition.

For this purpose, research questions are established as follows;

(1) Mathematical creativity between open-ended learning activity approach(OLAA) and general classroom-based instruction(GCI) shows any difference?

(2) Mathematical disposition between OLAA and GCI shows any difference?

The results obtained through this study were as follows:

(1) There was significant difference between OLAA group and GCI group in mathematical creativity. This means that open-ended learning activity approach was generally more effective in improving mathematical creativity than general classroom-based instruction.

(2) There was no significant difference between OLAA group and GCI group in mathematical disposition. But the average scores of mathematical disposition except mathematical confidence improved a little. So we can say that open-ended learning activity approach brought an positive influence on students' mathematical disposition.

The results obtained in this study suggest that the OLAA can be used to cultivate the children's mathematical creativity and disposition. Therefore, I suggest that teachers should use the OLAA to improve the children's mathematical creativity and disposition.

* ZDM Classification : D42

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key Words : open-ended learning activity approach,
mathematical creativity, mathematical disposition

<부록 1>

수학적 창의력 검사지 1

| 수학적 창의력 검사 | | | 점 수 | 유창성 | 융통성 | 독창성 |
|------------|----|----------|-----|-----|-----|-----|
| 3학년 반 번 | 이름 | 성별(남, 여) | | | | |

<답안지 작성할 때 주의사항>

1. 각 문제의 답은 자신이 가장 좋다고 생각되는 답을 가능한 많이 적으시오.
2. 각 문제에서는 비슷한 답보다 서로 다른 답이 많을수록 더 좋습니다.
3. 누구나 쉽게 생각할 수 없는 독특한 것 일수록 더 좋습니다.
4. 답은 정확하고 자세할수록 좋습니다.
5. 한 문제에 너무 많은 시간을 소비하지 마세요.

1. 다음 두 숫자간의 공통점을 있는 대로 찾아보세요.

4, 8

- | | |
|---|---|
| ① | ② |
| ③ | ④ |
| ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ |
| ⑨ | ⑩ |

2. 6개의 숫자 1, 1, 2, 2, 3, 3을 한 줄로 늘어놓으려고 합니다. 단, 같은 숫자는 서로 이웃할 수 없습니다. 보기와 같이 늘어놓는 방법을 모두 적어보시오.

<보기> 1, 2, 3, 1, 2, 3

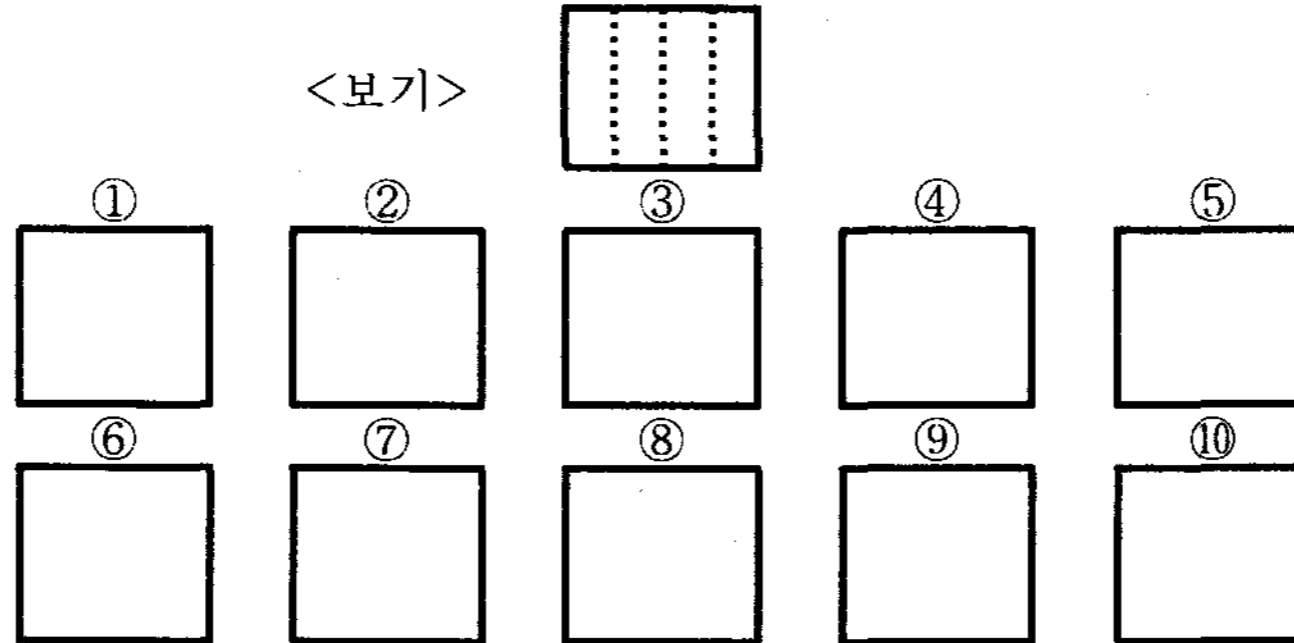
- | | |
|---|---|
| ① | ② |
| ③ | ④ |
| ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ |
| ⑨ | ⑩ |

3. 다음 곱셈표에는 여러 가지 규칙이 있습니다. 세로로 보거나, 가로로 보거나, 대각선으로 보아서 가능한 많은 규칙을 찾아 쓰시오.(구체적인 숫자를 사용해도 됩니다.)

| | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| × | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

- | | |
|---|---|
| ① | ② |
| ③ | ④ |
| ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ |
| ⑨ | ⑩ |

4. 다음의 정사각형을 모양과 크기가 똑같이 나눌 수 있는 여러 방법을 생각해 보고 그림으로 나타내시오.

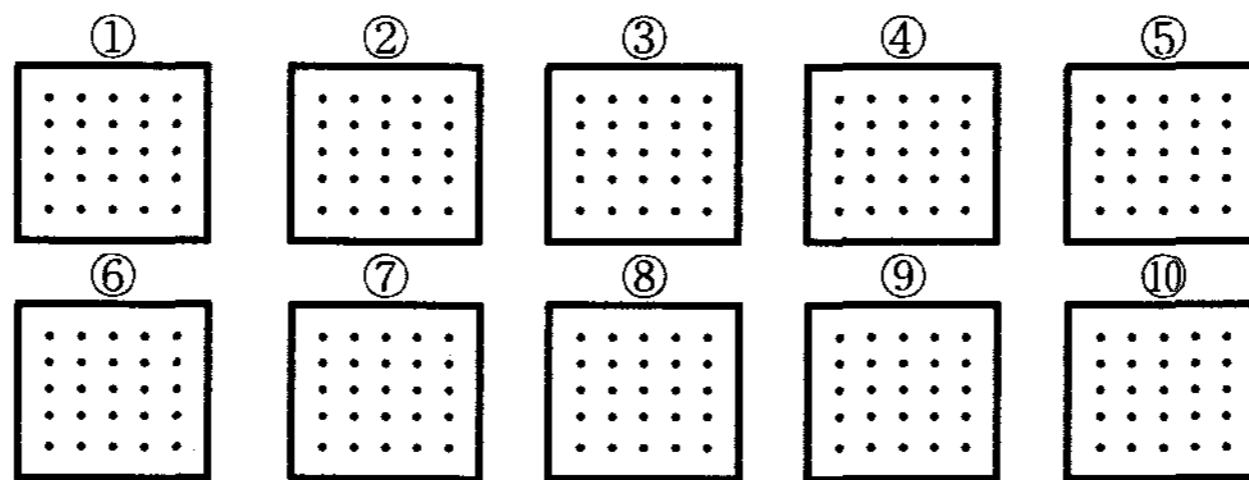


5. 다음 주어진 식에 어울리는 문제를 만들어 보시오.

| |
|-------------------|
| $2 \times 5 = 10$ |
|-------------------|

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ① ③ ⑤ ⑦ ⑨ | ② ④ ⑥ ⑧ ⑩ |
|-----------------------|-----------------------|

6. 다음 점판에 모양과 크기가 서로 다른 삼각형을 그리시오.(단 옮기기, 뒤집기, 돌리기에 의해 겹쳐지는 것은 같은 것으로 봅니다.)



7. 보기와 같이 다음 주어진 연산기호와 숫자를 이용하여 세 수의 계산식을 만들어 봅시다. 그 답이 10이 되도록 만들어 보시오. 단 연산기호와 숫자는 같은 것이 반복되어도 됩니다. (순서가 바뀐 것은 같은 것으로 봅니다.)

| | |
|------------------------|-----------------|
| +, -, 1, 2, 3, 4, 5, 6 | (보기) $1+4+5=10$ |
|------------------------|-----------------|

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ① ③ ⑤ ⑦ ⑨ | ② ④ ⑥ ⑧ ⑩ |
|-----------------------|-----------------------|

<부록 2>

수학적 창의력 검사지 2

| 수학적 창의력 검사 | | 점 수 | 유창성 | 융통성 | 독창성 |
|---------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| 3학년 반 번 성별(남, 여) | 이름 | | | | |

<답안지 작성할 때 주의사항>

1. 각 문제의 답은 자신이 가장 좋다고 생각되는 답을 가능한 많이 적으시오.
2. 각 문제에서는 비슷한 답보다 서로 다른 답이 많을수록 더 좋습니다.
3. 누구나 쉽게 생각할 수 없는 독특한 것 일수록 더 좋습니다.
4. 답은 정확하고 자세할수록 좋습니다.
5. 한 문제에 너무 많은 시간을 소비하지 마세요.

1. 다음 두 숫자간의 공통점을 있는 대로 찾아보세요.

5, 15

- | | |
|---|---|
| ① | ② |
| ③ | ④ |
| ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ |
| ⑨ | ⑩ |

2. 3개의 모양 ○, ⊙, □을 2번씩 넣어 한 줄로 늘어놓으려고 합니다. 단, 같은 모양은 서로 이웃할 수 없습니다. 보기와 같이 늘어놓는 방법을 모두 적어보시오.

<보기> ○, ⊙, □, ○, ⊙, □

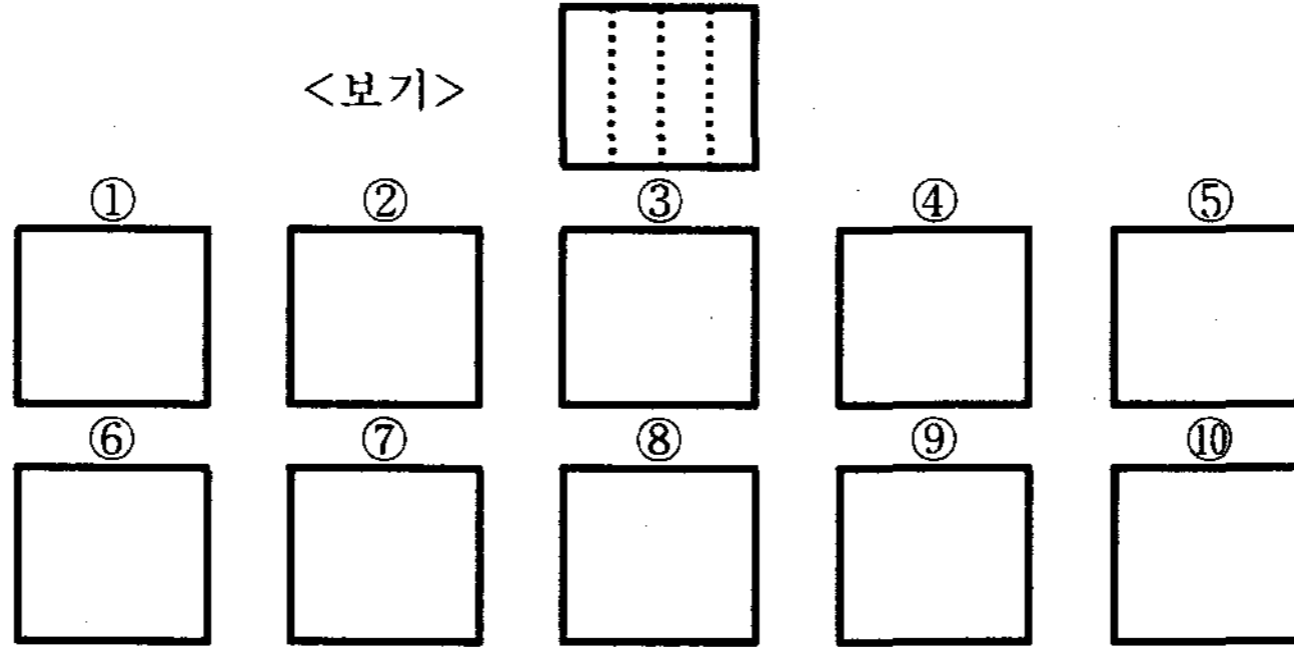
- | | |
|---|---|
| ① | ② |
| ③ | ④ |
| ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ |
| ⑨ | ⑩ |

3. 다음 곱셈표에는 여러 가지 규칙이 있습니다. 세로로 보거나, 가로로 보거나, 대각선으로 보아서 가능한 많은 규칙을 찾아 쓰시오.(구체적인 숫자를 사용해도 됩니다.)

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| × | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 1 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 3 | 6 | 12 | 18 | 24 |
| 5 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 7 | 14 | 28 | 42 | 56 |

- | | |
|---|---|
| ① | ② |
| ③ | ④ |
| ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ |
| ⑨ | ⑩ |

4. 다음의 정사각형을 모양과 크기가 똑같이 나눌 수 있는 여러 방법을 생각해 보고 그림으로 나타내시오.

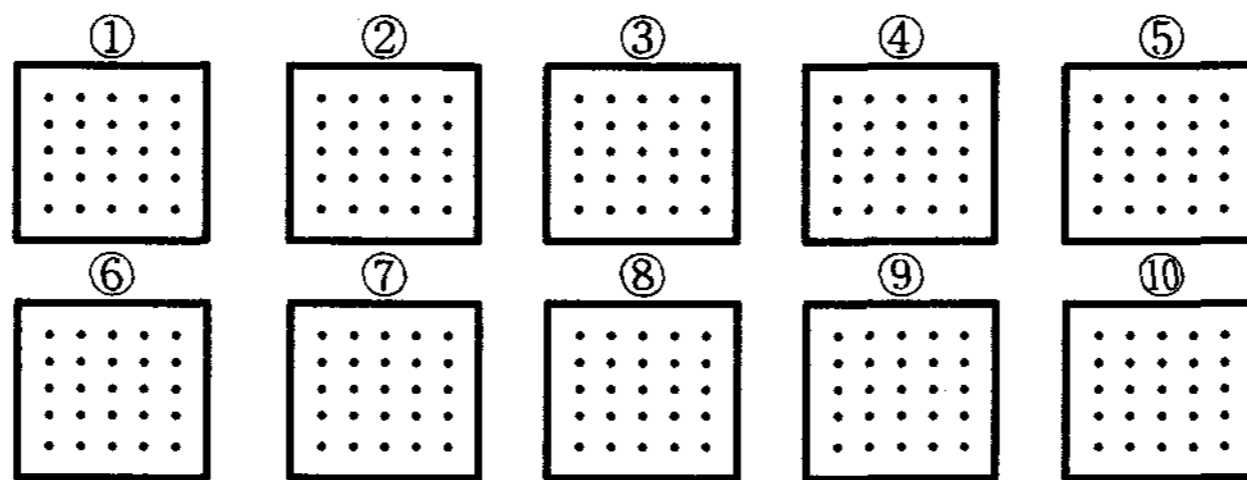


5. 다음 주어진 식에 어울리는 문제를 만들어 보시오.

$20 \div 4 = 5$

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ① ③ ⑤ ⑦ ⑨ | ② ④ ⑥ ⑧ ⑩ |
|-----------------------|-----------------------|

6. 다음 점판에 모양과 크기가 서로 다른 사각형을 그리시오.(단 옮기기, 뒤집기, 돌리기에 의해 겹쳐지는 것은 같은 것으로 봅니다.)



7. 보기와 같이 다음 주어진 연산기호와 숫자를 이용하여 세 수의 계산식을 만들어 봅시다. 그 답이 12가 되도록 만들어 보시오. 단 연산기호와 숫자는 같은 것이 두 번까지 반복되어 사용할 수 있습니다. (순서가 바뀐 것은 같은 것으로 봅니다.)

| | |
|------------------------|-----------------|
| +, -, 1, 2, 3, 5, 6, 7 | (보기) $1+5+6=12$ |
|------------------------|-----------------|

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ① ③ ⑤ ⑦ ⑨ | ② ④ ⑥ ⑧ ⑩ |
|-----------------------|-----------------------|