

문제설정 방법이 문제해결력과 창의력에 미치는 효과 분석

이 석 희 (대구성서공고)
전 평 국 (한국교원대학교)

오늘날 우리 학생들은 교과서, 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 수학 문제를 논리적으로 푸는 힘이 부족한 많은 학생들은 수학에 대해 흥미를 점점 잃어 가고 있는 실정이다.

오늘날 이를 개선하려는 노력이 나타나고 있다. Lakatos는 학생들의 학습이란 학생들에게 주어진 정리를 논리적으로 증명하는 것이 아니라 그러한 정리를 발견하고 비판하고 개선하는 과정을 통해 교과 지식의 의미 있는 학습과 함께 탐구하는 방법 자체를 학습하는 것이라고 했다(우정호,1993). 또 구성주의자들은 수학 지식은 학습자가 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 것이다.

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. Polya가 제시한 문제 해결 절차의 마지막 단계인 검토 및 반성 단계에서도 문제설정 활동이 가능하다. 뿐만 아니라 문제를 이해하고 파악하기 위해

서는 여러 가지 입장에서 보고 여러 측면으로부터 그 문제를 살펴보아야 하며 계획을 세우고 실행하는 단계에서도 새로운 문제를 구성할 수 있어야 문제 해결을 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 학생들이 스스로 수학 문제를 발견하고 만들어 보는 경험이 모든 학생을 위한 교육의 일부분이 되어야 한다고 말하고 있으며, 또 컴퓨터 공학의 급격한 혁신으로 전자 장비를 통한 의사 소통(electronic communication)이 발달함에 따라 Pollak(1987)은 현대 산업 사회에서 새로운 직업인으로서 갖추어야 하는 능력 중에 적당한 연산을 사용하는 문제를 만드는(set up) 수학적 능력을 중시하고 있다. Curriculum and Evaluation STANDARDS for School Mathematics(1989)와 Professional STANDARDS for Teaching Mathematics(1991)에서 학생들은 이미 만들어진 문제를 해결할 줄 알아야 하고 또 그 문제의 문제 해결 과정을 중시해야 할 뿐만 아니라 학생들이 스스로 실세계의 활동으로부터 문제를 구성하는 활동도 해야 한다고 강조하고 있다. 문제 해결 능력을 개발하기 위해 이미 만들어져 있는 문제를 푸는 것 뿐만 아니라 소집단 또는 학급 전체 학생이 오랜 시간이 걸려 협력해야 하는 문제도 다룰 필요가 있으며, 바로 답이 주어지지 않는 탐구형 문제도 다루어야 하며 아울러 학생들이 문제를 구성하는 활동도 필요하다고 이를 강조하고 있다. 또한 수학 학습의 본질은 탐구하고, 유추하고, 조사하고 평가하는 활동 그 자체이며, 과제는 학생이 쉽게 접근해서 그들의 수학적 지식과 문제해결력을 향상시켜 줄 수 있도록 학생들에게 제시해야 한다고 하면서 또 한편으로 학생들은 주어진 상황으로부터 문제를 새로 꾸며 보거나 주어진 문제에서 조건을 바꾸어 새 문제를 구성해 볼 수 있는 기회를 가져야 한다고 문제 만들기 활동을 강조하고 있다. Brown & Walter(1990)는 학생들이 문제를 받아들이기만 하는 소극적인 자세가 아니라 그들이 그들 학습에 직접 참여하여 활동하는 적극적인 자세를 가져야 한다고 했으며 문제 해결 과정에서도 문제설정이 필요하며 문제를 해결하고 난 다음에도 의문을 가져 새로운 문제를 만들어 분석을 다시 해야 더 이상의 확산된 사고를 할 수 있다고 하면서 문제설정이 수학 활동에서 중요한 활동이라고 했다.

특히 Brown 과 Walter는 문제설정에 대해 첫째 주어진 조건을 그대로 두고 묻는 물음을 달리함으로써 학생들의 사고를 촉진시키는 것이고 둘째 주어진 조건을 바꾸

어 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.

Brown 과 Walter이 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. Einstein & Infeld는 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). 창의력에 관한 연구 중 창의력을 향상시키는 교육 프로그램에는 많은 경우 창의적인 문제 해결을 위해 문제의 속성을 파악하고 이 속성을 바꾸어 새로운 문제를 만들거나 문제의 조건을 다르게 변경함으로써 새롭고 다른 면으로 볼 수 있게 하는 단계를 포함하고 있다. Guilford의 창의력과 관련이 많은 확산적 사고를 촉진하는 질문에서, Crawford의 속성열거법에서 문제설정과 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. 이 때 사고의 방향을 변경하거나 사고의 확산을 위해 문제설정 활동이 일어난다고 할 수 있다(임선하,1993). 또한 Osborn의 창의적 문제해결 방법 중 문제해결책을 찾는 질문 중에서도, 신세호(1981)의 창의력을 복돋우는 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.

개인이 가지고 있는 창의적 특성을 알아보기 위해 만들어진 검사에서도 문제설정 활동이 포함되고 있다. Getzels & Jackson(1962), Balka(1974) 등은 창의력을 측정하

기 위해 실제 생활 상황을 주고 그 상황에서 주어진 정보를 토대로 답을 할 수 있는 수학적 문제를 설정하도록 요구하고 있다. 이에 문제설정 활동을 통해 창의력이 향상될 수 있는지에 대한 연구가 필요하며 그것이 긍정적인 지지를 얻는다면 창의력 지도에 적절한 단서를 제공할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 문제설정 방법이 학습 능력이 다른 학생들의 문제해결력과 창의력을 향상시키는데 보다 더 효과가 있는지 알아보아 문제설정 지도를 통해 문제해결력과 창의력을 지도할 수 있는 유용한 방법을 찾는 데 그 목적을 두고 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

1. 세 가지 문제설정 방법(조건 변경에 의한 문제설정 방법, 결과 변경에 의한 문제설정 방법, 임의 문제설정 방법)에 따라 학습한 집단은 문제 해결력에서 차이가 있는가?

1-1. 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 문제 해결력에서 각 학습 능력 수준(상위 집단, 중위 집단, 하위 집단)에 보다 더 효과가 있는가?

1-2. 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 5개 문제해결력 요소 중 어느 요소에 보다 더 효과가 있는가?

2. 세 가지 문제설정 방법에 따라 학습한 집단은 창의력에서 차이가 있는가?

2-1. 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 창의력에서 각 학습 능력 수준(상위 집단, 중위 집단, 하위 집단)에 보다 더 효과가 있는가?

2-2. 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 6개 창의력 요소 중 어느 요소에 보다 더 효과가 있는가?

용어의 정의

문제설정 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 방법으로 그 보기는 다음과 같다.

보기) 문제 상황: 철수, 영희, 숙희 세 학생은 가위, 바위, 보를 하여 이기면 3점, 비기면 2점, 지면 1점을 얻는 놀이를 한다.

문제 조건: 철수는 6번 시험에서 3번을 이겨 13점을 얻었다. 비긴 횟수와 진 횟수는 각각 얼마인가?

물 음 1: 위 문제를 풀어라.

물 음 2: 위 문제 상황이나 문제의 조건을 바꾸어 보아라.

물 음 3: 그 결과는 어떻게 되는가?

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.

보기) 문제 상황: 철수, 영희, 숙희 세 학생은 가위,바위,보를 하여 이기면 3점, 비기면 2점, 지면 1점을 얻는 놀이를 한다.

문제 조건: 철수는 6번 시험에서 3번을 이겨 13점을 얻었다. 비긴 횟수와 지긴 횟수는 각각 얼마인가?

물 음 1: 위 문제를 풀어라.

물 음 2: 위 물음1에서 얻은 결과를 다른 것으로 바꾸어 보아라.

물 음 3: 그 결과를 얻으려면 문제 상황이나 문제의 조건을 어떻게 바꾸어야 하는가?

3. 임의 문제설정 방법

한 문제 상황에서 문제 조건을 주고 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.

보기) 문제 상황: 철수, 영희, 숙희 세 학생은 가위, 바위, 보를 하여 이기면 3점, 비기면 2점, 지면 1점을 얻는 놀이를 한다.

물 음 1: 위 문제 상황에서 문제를 만들어라.

물 음 2: 만든 문제를 풀어라.

창의력과 창의력 요소

Olsan(1988)에 의하면 창의력이란 어떤 개인의 독특성에서 나오는 그 사람 내부의 힘으로서, 그 사람에게 가치가 있는 새로운 생각이나 참신한 통찰들을 산출하는 것이다. 본 연구에서는 창의력을 Korean Testing Center에서 제공하는 정원식, 이영덕의 창의력 검사의 점수를 말하며 이에 ①유창성 ②유연성 ③독창성 ④정교성 ⑤조직성 ⑥지각적 개방성 6개의 측정 요인으로 되어 있는데 본 연구에서도 창의력 요소를 이 6가지로 한다.

연구 방법 및 절차

연구 대상

대구광역시에 소재하고 있는 D 여중과 S 중학교 2학년생 중에서 각각 2개 반과 1개 반을 선정, 모두 3개 반 학생 151명을 대상으로 하며 먼저 선행 지식 검사를 통해 본 연구에 필요한 선행 지식을 갖춘 학생을 선정하고, 이 3개 반을 각각 조건 변경에 의한 문제설정 방법 처치 집단(C집단), 결과 변경에 의한 문제설정 방법 처치 집단(R집단), 임의 방법에 의한 문제설정 방법 처치 집단(A집단) 세 집단으로 임의 대응하여 본 연구를 실시하였다.

본 연구에 선정된 3개 학급의 학생들 특성을 살펴보면 다음과 같다.

<표1> 선정된 학급의 특성

학 교	D여중 1	D여중 2	S중
인 원 수	48	50	53
지능지수	110.3	108.4	111.4
수학성적	8.5	10.2	11.0
표준편차	4.0	4.2	4.2

*수학 성적은 1995년도 전국 수학 모의고사 성적임(24점 만점).

학교가 위치한 지역은 두 곳의 큰 공업 단지에 인접한 곳이며, 학부모들의 사회적 경제적 지위를 살펴보면 학생들의 부모들이 이 공업 단지에 다니고 있거나 인근 공장에 근무하고 있으며 (D여중 1은 40%, D여중 2는 24%, S중은 60%), 또한 많은 수의 부모가 맞벌이를 하고 있다 (D여중 1은 22%, D여중 2는 40%, S중은 38%).

검사 도구

선행 지식 검사

가. 선정 기준

선행 지식 검사(부록1 참조)는 본 연구에 필요한 선행 지식을 갖춘 학생들을 선정하는 데 사용하며 실험 집단을 학습 능력 수준에 따라 각각 상, 중, 하위 집단으로 나누어 연구 문제를 분석하기 위한 자료로 활용하기 위해 실시하였다. 학생들의 선행 지식은 학생들이 본 연구에서 사용되는 수학 내용에 대한 개념적 지식과 절차적 지식을 말하며 이를 알아보기 위해 <표2>와 같이 본 연구자가 구안하였다.

<표2>선행 지식 검사의 문항 선정 준거 및 문항 배치

내 용	개념적 지식	절차적 지식	계
집합과 자연수	2	2	4
수 와 식	1	3	4
방 정 식	1	3	4
합 수	2	2	4
도 형	1	3	4
계	7	13	20

현재 사용하고 있는 중학교 1, 2학년 교과서를 참고하여 위 선정 기준에 적합한 문항 20문항을 만들어 제1,2차 예비검사를 거쳐 작성하였다.

문제 해결력 검사

연구 문제 1, 1-1, 1-2를 해결하기 위한 것으로 실험 처치 사전과 사후에 검사를 실시하였다. 사전 검사는 문제 해결력에서 세 실험 집단이 동일 집단인지를 알아보기 위해서 실시하였고, 사후 검사는 세 가지 문제설정 방법 중에서 어느 방법이 각 학습 능력 수준에서, 또 문제해결력 요소에서 보다 더 효과적인가를 알아보기 위하여 실시하였으며 검사 문항은 사전 검사와 동종의 문항으로 하였다. 평가 요소는 Curriculum and Evaluation STANDARDS for School Mathematics(1989)와 산수과 평가 문항의 개발 방법과 절차(전평국,1994)에서 제시하고 있는 문제 해결에 대한 학생들의 능력의 평가 요소에 따르며, 선정 기준은 ①문제 형식 ②사고 과정 단계 ③내용 영역 ④전략 유형 ⑤정보 제공 형식 등 다섯 가지로 하여 본 연구자가 검사 문항을 개발하고 전문가에 의해 타당도를 검증 받아 제작하였다.

가. 평가 요소

1) 문제 분석하기: 제공된 문제 상황에서 문제를 해결하는데 주어진 조건이 충분한지 불충분한지 또는 서로 모순이 되어서 문제를 풀 수 없지는 않는지, 불필요한 조건이 제공되지는 않았는지 등을 논리적으로 판단할 수 있는지의 여부를 평가한다.

2) 문제를 구성하기: 여러 가지 정보를 제공하고 그 정보를 이용하여 문제를 구성해 보게 한 뒤 구성된 문제에서 사용된 정보의 양과 수학적 복잡성 그리고 문제의 타당성을 평가한다.

3) 문제 풀기: 주어진 문제에 알맞은 전략을 선택하여 논리적으로 문제를 해결하

는지를 평가한다.

4) 문제 해결의 다양한 전략을 적용하기 : 다양한 전략에 의해 해결할 수 있는 문제를 제공한 후 전략 선택이 적절한지를 평가한다.

5) 결과를 증명하고 해석하기 : 원문제를 해결하고 난 뒤 그 문제에서 유추한 결과의 타당성을 증명하거나 해석할 줄 아는지를 평가한다.

나. 선정 기준

위에서 말한 문제해결력 요소를 평가하기 위해 선정 기준을 ①문제 형식 ②사고 과정 단계 ③내용 영역 ④전략 유형 ⑤정보 제공 형식 등 다섯 가지로 하여 다음과 같이 문항을 만들었다.

1) 문제 형식 : 문제를 제시하는 형식을 말하며 본 연구에서는 문장제 로 하며 정형 문제, 비정형문제를 포함한다.

2) 사고 과정 단계 : 학생들이 문제를 해결할 때 예상되는 사고 과정 의 단계를 말하며 본 연구에서는 1 단계 또는 2 단계 문제로 한다.

3) 내용 영역 : 문제를 다루는 내용의 영역을 말하며 본 연구에서는 수연산, 함수, 논리, 대수, 기하 등의 문제로 한다.

4) 전략 유형 : 학생들이 문제 공간에서 해결하는 방법이나 길을 찾는 기술을 말하며 시행착오, 그림 그리기, 규칙성 찾기, 표 만들기, 단순화 거꾸로 풀기, 식 세우기, 관점 바꾸기, 실험하기, 연역법으로 풀기, 조직화된 목록 만들기, 문제를 실제로 행하기, 논리적 추론 등이 있다. 본 연구에서는 그림 그리기, 규칙성 찾기, 표 만들기, 거꾸로 풀기, 논리적 추론, 관점 바꾸기, 식 세우기, 시행 착오 중 2가지 이상의 전략으로 풀 수 있는 문제로 한다.

5) 정보 제공 형식 : 문제를 진술할 때 정보를 제공하는 형식을 말하 며 본 연구에서는 제공되는 정보가 불충분한 문제, 과잉 문제, 서로 모순되는 문제, 중복되는 문제 등 4가지 형식으로 된 문제로 한다. 여기서 정보가 불충분한 문제란 필요한 만큼 정보가 제공되지 않아서 풀 수 없는 문제를 말하며, 정보 과잉 문제란 문제를 푸는데 지장은 없으나 필요가 없는 정보가 제공된 문제를 말하며, 정보가 서로 모순되는 문제란 주어진 정보 중 어떤 한 정보에 의해 나오는 결과와 다른 정보에 의해 나오는 결과가 달라 풀 수 없는 문제를 말하며, 정보가 중복되는 문제란 주어진 정보가 문제를 푸는데 필요한 정보이기는 하나 주어진 다른 정보와 진술 형태만 다를 뿐 내용은 같은 문제를 말한다.

다. 문항 개발 절차 및 문항 구성

1) 사전 검사

선정된 문제 해결 평가 요소와 기준을 근거로 하여 문제 은행을 개발하였다. 수학과 문제해결력 신장을 위한 교수-학습 자료 개발 연구(한국교육개발원, 1993), 문제 해결의 길잡이(한국수학교육학회, 1994), 중학생 수학적 문제 해결 기능 측정을 위한 평가 도구의 개발(이훈범, 1991), Problem Solving(Krulik & Rudnick, 1987), The Psychology of mathematical abilities on school children(Krutetskii, 1976)를 참고하여 서술형으로 제작하였다.

선별한 24문항을 12문항씩 나누어 문제해결력 예비 검사 I형과 II형 두 가지를 구성하여 예비검사를 거친 후 해결 전략이 중복되지 않으며, 대수 문제에 치우치지 않도록 하고, 성공률이 15%에서 50% 사이에 있는 문제 12문항을 선정하였으며, 이를 다시 예비검사를 실시한 후 문제해결력 사전검사로 확정하였다(부록2 참조).

2) 사후 검사

본 검사는 12개의 문제 상황은 사전 검사와 같게 하고 다섯 가지 문제해결력 평가 요소를 알아보기 위해 각 문제 상황마다 물음을 새로 구성하였다(부록2 참조). 특히 문제 조건에서 제공된 정보가 불충분한 문제, 모순되는 문제, 과잉으로 제공되는 문제, 정보가 중복되는 문제 등 네 가지 형태로 주어졌으며 그것은 다음 <표3>와 같다.

<표3> 문제해결력 사후 검사 문항별 구성 형태

문항	내용	주요 전략	정보 제공 형태
1	대수	그림 그리기, 식 세우기	과잉
2	논리	논리적 추론, 표 만들기	불충분
3	대수	그림 그리기, 거꾸로 풀기	불충분
4	기하	관점 바꾸기, 그림 그리기	중복
5	대수	거꾸로 풀기, 그림 그리기	불충분
6	대수	시행 착오, 식 세우기	중복
7	대수	표 만들기, 시행 착오	중복
8	대수	식 세우기, 그림 그리기	과잉
9	대수	그림 그리기, 식 세우기	모순
10	기하	식 세우기, 논리적 추론	모순
11	대수	규칙 찾기, 그림 그리기	과잉
12	기하	규칙 찾기, 표 만들기	모순

창의력 검사

연구 문제 2, 2-1, 2-2를 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 검사(정원식, 이영덕, 1993)로 측정하였다. 측정 요인은 유창성(FI: Fluency), 유연성(Fe: Flexibility), 독창성(Oy: Originality), 정교성(EI: Elaboration), 조직성(On: 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.

문제설정 방법 학습지

본 연구에서는 교사 변인을 가능하면 적게 줄이고 효율적으로 연구 문제를 달성하기 위하여 세 가지 학습지를 사용하며 각 학습지는 10개의 같은 문제 상황으로 되어 있다.

1. 문제설정 방법 학습지 종류

가. 문제 만들어 풀기 학습지(C형)

이 학습지는 조건 변경에 의한 문제설정 방법 학습지로서 한 개의 문제 상황과 문제 조건, 그리고 세 개의 물음으로 구성되어 있다. 이 학습지는 Brown과 Walter의 What-if-not기법과 What-if기법을 이용하는 것으로 주어진 문제 상황에서 먼저 물음1을 주어 풀게 한 다음, 물음2에서는 문제 상황이나 조건을 변경케 하며, 물음3에서는 물음2에서 문제 상황이나 조건이 달라짐에 따라 결과가 어떻게 바뀌어지는지를 묻는 학습지로, 10개의 문제 상황이 있으며 한 문제 상황마다 2차시가 필요하며, 한 차시를 실시하는데 소요되는 시간은 40분으로 하였다(부록3 참조).

나. 문제 만들어 풀기 학습지(R형)

이 학습지는 결과 변경에 의한 문제설정 방법 학습지로서 한 개의 문제 상황과 문제 조건, 그리고 세 개의 물음으로 구성되어 있다. 문제 상황, 문제 조건, 물음1은 조건 변경에 의한 문제설정 방법의 학습지 C형과 같으며 물음2에서는 물음1에서 나온 결과를 학생 스스로가 변경케하고 물음3에서는 그 결과를 나오게 하려면 문제 상황이나 조건을 어떻게 바꾸어야 하는지를 묻는 학습지이다. 10개의 문제 상황이 있으며 한 문제 상황마다 2차시가 필요하며, 한 차시를 실시하는데 소요되는 시간은

40분으로 하였다(부록3 참조).

다. 문제 만들어 풀기 학습지(A형)

이 학습지는 임의 문제설정 방법 학습지로서 한 개의 문제 상황과 두 개의 물음으로 구성되어 있다. 문제 상황은 C, R형에서 준 문제 상황과 같으며 물음1에서는 주어진 문제 상황에서 학생 스스로가 임의로 자유로이 문제를 만들어 보며, 물음2에서는 물음1에서 만든 문제를 학생 스스로 풀게 하는 학습지로, 10개의 문제 상황이 있으며 한 문제 상황마다 2차시가 필요하며, 한 차시를 실시하는데 소요되는 시간은 40분으로 하였다(부록3 참조).

2. 문제 상황 선정 기준

C, R, A형 학습지에 똑같이 주어지는 문제 상황은 ①수학 문제 속에서 정보가 구체적으로 주어지는 문제 상황 ②실생활 속에서 정보가 구체적으로 주어지지 않는 문제 상황 두 가지로 구분하여 선정하였다. 또 C, R형에서 주어지는 문제 조건이나 물음1은 다음과 같이 선정하였다.

가. 문제 진술 형식은 문장제로 하며 정형문제나 비정형문제를 포함함.

나. 내용 영역은 확률, 대수 및 기하로 한다.

다. 사고 단계는 1 단계나 2 단계 문제를 선정한다.

라. 주요 전략 유형은 규칙 찾기, 식세워 풀기, 표 만들기, 거꾸로 풀기, 그림 그리기 중에서 2문제씩 선정하며, 각 물음은 두 가지 이상의 전략으로 풀 수 있는 문제를 선정한다. C, R, A형 학습지의 문제상황 선정기준은 <표4>과 같다.

<표4>문제 상황 선정 기준

문제상황	내용	주요 전략	문제상황 유형
1	대수	규 칙 찾 기	수학 문제 속에서 정보가 구체적으로 주어지는 문제상황
2	대수	식 세 워 풀 기	
3	대수	표 만 들 기	
4	대수	거 꾸 로 풀 기	
5	기 하	그 립 그 리 기	
6	대수	그 립 그 리 기	실생활 속에서 정보가 구체적으로 주어지지 않는 문제상황
7	대수	거 꾸 로 풀 기	
8	대수	표 만 들 기	
9	대수	식 세 워 풀 기	
10	확률	규 칙 찾 기	

연구 절차

1. 1995. 5. 30 중학교 2학년 3개 학반 151명을 대상으로 선행 지식 검사를 담임 교사와 사전에 협의하여 아침 자습 시간 45분 동안 실시하였다. 실시한 결과 본 연구에 필요한 선행 지식을 갖춘 학생 143명을 선정하였다.

2. 선행 지식 검사를 실시한 다음 처치 집단 편성을 학반과 처치 방법을 임의 대응하여 D여중 두 개반에 조건 변경 문제설정 방법(C형), 결과 변경 문제설정 방법(R형)을, S중학교 한 개반에는 임의 문제설정 방법(A형)을 대응 처치하기로 하였다.

3. 세 개 집단 학생들에게 사전 검사로 1995. 5. 31 문제 해결력 검사를 방과 후 45분 동안 실시하였으며, 1995. 6. 1-6. 2 이틀 동안 방과 후 창의력 검사를 실시하였는데 총 100분이 소요되었다.

4. 사전 검사로 문제해결력 검사와 창의력 검사를 실시한 다음 각 집단은 1995. 6. 7부터 1995. 6. 30까지 다음과 같은 방법으로 대응한 처치 방법에 따라 실시하였다.

가. 먼저 각 처치 집단을 선행 지식 검사 성적으로 9-10개의 소집단으로 구성한다. 이 때 소집단은 5-6명의 이질 집단으로 구성하였다.

나. 세 집단에게 아침 자습 시간 40분간을 이용하여 세 가지 문제설정 방법에 따른 학습지를 소집단별로 풀게 하였다. 이 때 교사는 각 반 담임 교사로 하며 학생들의 학습지 해결에 전혀 관여하지 않으며 다만 학습 분위기만 흐트러지지 않게 하였다. 끝난 다음에는 세 집단 학습지의 효과가 서로 작용하지 않도록 담임 교사는 학습지를 거두어들였다.

다. 그 이튿날 학습 시간에는 처치 집단별로 전날 풀은 학습지를 다시 나누어 준 다음 그 학습지에 대해 전체 학생에게 각 소집단에서 구성한 문제를 소개하고 풀며 또 의문점이 있으면 서로 질문하고 답하는 토의를 거치게 하였다. 이 때 담임 교사는 자습 시간을 고려하여 소집단이 풀 학습지 중 창의성이 뛰어난 것 두 개 또는 세 개를 골라 발표하게 하였다. 문제로서 성립하지 않는 것도 선정하여 발표하게 하였다.

라. 각 처치 집단은 한 학습지마다 위 방법을 반복 실시하여 10개의 학습지를 학습하였다.

5. 실험 처치가 모두 끝나는 다음 날 1995. 7. 3 세 집단 담임교사와 협의한 후 사후 검사로 문제해결력 검사를 사전 검사로 실시한 문제 해결력 검사와 동형의 내용으로 방과 후 45분씩 모두 90분 동안 실시하였다.

6. 그 다음 날 1995. 7. 4 세 집단 모두 창의력 사후 검사를 사전 검사와 동일한 내용으로 방과 후 실시하였으며 모두 100분이 소요되었다.

자료의 수집

문제해결력 점수의 신뢰도를 높이기 위해 채점 기준을 설정하여 채점하였으며 창의력은 Korean Testing Center에서 제공하는 채점 기준을 사용하였다.

자료의 분석

연구 문제에 대한 통계 처리는 SPSS/PC+를 이용하여 일원분산분석이나 공변량분석을 실시하였다.

결과 분석 및 논의

결과

1. 연구 문제 1 : 세 가지 문제설정 방법(조건 변경에 의한 문제설정 방법, 결과 변경에 의한 문제설정 방법, 임의 문제설정 방법)에 따라 학습한 집단은 문제 해결력에서 차이가 있는가?

먼저 세 집단이 동질 집단인지를 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 문제해결력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표5>와 같이 세 집단의 문제 해결력은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없음을 보여 주고 있어 세 집단은 문제 해결력에서는 동질 집단임을 알 수 있다.

<표5>세 문제설정 방법 집단 사이의 문제해결력 사전 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
집단간	2	11.0570	5.5285	1.3290	0.2681
집단내	140	582.3696	4.1598		
합 계	142	593.4266			

$p > .05$

그 다음 문제해결력 사후 검사 결과의 평균과 표준편차는 <표6>와 같다.

<표6>문제해결력 검사 결과의 집단별 평균과 표준편차

집 단	인원 수	평 균	표준편차
C	46	45.02	20.01
R	46	52.17	29.00
A	51	42.59	26.95
계	143	46.45	25.81

세 가지 문제설정 방법에 따라 학습한 집단이 문제해결력에서 차이가 있는지 알아보기 위해 사후 검사에서 얻은 문제해결력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표7>와 같이 세 집단의 문제해결력은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없으므로 나타났다.

<표7>세 문제설정 방법 집단 사이의 문제해결력 사후 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
집단간	2	2361.5146	1180.7573	1.7928	0.1703
집단내	140	92203.9399	658.5996		
합 계	142	94565.4545			

$p > .05$

이상의 결과를 볼 때 조건 변경에 의한 문제설정 방법, 결과 변경에 의한 문제설정 방법, 임의 문제설정 방법 이 세 가지 방법은 문제해결력에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 못함을 알 수 있다.

2. 연구 문제 1-1 : 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 문제해결력에서 각 학습 능력 수준(상위 집단, 중위 집단, 하위 집단)에 보다 더 효과가 있는가?

먼저 세 가지 문제설정 방법 집단이 각 학습 능력 수준별로 동질 집단인지를 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 문제해결력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표8>에서와 같이 세 가지 문제설정 방법 집단은 각 학습 능력 수준별로 문제해결력은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없음을 보여 주고 있어 학습 능력 수준이 상위인 집단도 중위인 집단도 하위인 집단도 각각 세 가지 문제설정 방법 집단은 문제해결력에서 동질 집단임을 알 수 있다.

<표8> 학습 능력 수준별 세 가지 처치 집단 사이의 문제해결력 사전검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

학습수준	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
상위집단	집단간	2	4.4657	2.2329	0.3358	0.7181
	집단내	24	159.6083	6.6503		
	합 계	26	164.0741			
중위집단	집단간	2	4.9862	2.4931	0.9966	0.3730
	집단내	93	232.6388	2.5015		
	합 계	95	237.6250			
하위집단	집단간	2	0.1492	0.0746	0.0414	0.9596
	집단내	17	30.6508	1.8030		
	합 계	19	30.8000			

p > .05

그 다음 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 문제해결력에서 각 학습 능력 수준에 보다 더 효과가 있는지 알아보기 위해 각 학습 능력 수준별로 사후 검사에서 얻은 문제해결력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 처치 방법 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표9>에 나타나 있는 것과 같다.

<표9> 학습 능력 수준별 세 가지 처치 집단 사이의 문제해결력 사후검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

학습수준	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
상위집단	집단간	2	2912.3380	1456.1690	2.4684	0.1060
	집단내	24	14157.9583	589.9149		
	합 계	26	17070.2963			
중위집단	집단간	2	768.0175	384.0088	0.7056	0.4964
	집단내	93	50609.8058	544.1916		
	합 계	95	51377.8333			
하위집단	집단간	2	3246.9111	1623.4556	7.0664	0.0059*
	집단내	17	3905.6389	229.7435		
	합 계	19	7152.5500			

* p < 0.05

<표9>에 나타난 것을 살펴보면 학습 능력 수준이 상위인 집단과 중위인 집단에서는 세 가지 문제설정 방법이 유의수준 0.05에서 유의미한 차이를 보이지 않으나, 하위인 집단에서는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다. 유의한 차이를 나타낸 하위 집단에서 어느 문제설정 방법이 유의한 차이를 만드는지 분석하기 위해서 이 연구에서는 Scheffé-검증을 통해서 알아보았고 그 결과는 <표10>에서와 같다.

<표10> 학습 능력 수준이 하위인 집단에서 문제설정 방법별 Scheffé-검증의 결과

q-통계량 처리 집단(평균)	조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단 (C)	결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단 (R)	임의 문제설정 방법 집단 (A)
C (42.75)			
R (44.11)	0.2113		
A (17.00)	3.8331*	5.0194*	

* $p < 0.05$ ($q_{0.05} = 3.79$)

<표10>를 살펴보면, 유의수준 0.05에서 집단 C와 집단 A, 집단 R과 집단 A가 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있으나 집단 C와 집단 R간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 즉 조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단과 결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단은 차이를 보이지 않는 반면, 임의 문제설정 방법 집단은 다른 두 집단과 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다. 따라서 학습 능력 수준이 하위인 집단에서는 문제해결력에서 유의하게 높은 결과를 얻는 방법이 조건 변경에 의한 문제설정 방법과 결과 변경에 의한 문제설정 방법임을 알 수 있다.

3. 연구 문제 1-2 : 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 다섯 개 문제해결력 요소 중 어느 요소에 보다 더 효과가 있는가?

세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 다섯 개 문제해결력 중 어느 요소에 보다 더 효과가 있는지를 알아보기 위해 사후 검사에서 얻은 각 문제해결력 요소들의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 요소별 점수를 종속 변수로 하고 처치 방법 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표11>에 나타나 있는 것과 같다.

<표11> 문제해결력 요소별 세 가지 처치 집단 사이의 사후 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

해결력요소	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
문제분석	집단간	2	62.0322	31.0161	0.6012	0.5496
	집단내	140	7222.4433	51.5889		
	합계	142	7284.4755			
문제구성	집단간	2	404.8460	202.4230	3.9936	0.0206*
	집단내	140	7096.1330	50.6867		
	합계	142	7500.9790			
문제풀이	집단간	2	78.9497	39.4749	1.0509	0.3524
	집단내	140	5258.8964	37.5635		
	합계	142	5337.8462			
전략적용	집단간	2	63.7825	31.8913	0.7474	0.4755
	집단내	140	5973.4203	42.6673		
	합계	142	6037.2028			
결과해석	집단간	2	54.5264	27.2632	0.4981	0.6084
	집단내	140	7662.2847	54.7306		
	합계	142	7716.8112			

* p < 0.05

<표11>에 나타난 것을 살펴보면 문제 분석력, 문제 풀이력, 전략 적용력, 결과 해석력은 유의수준 0.05에서 유의미한 차이를 보이지 않으나, 문제 구성력에서는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다. 유의한 차이를 나타낸 문제 구성력에서 어느 문제설정 방법이 유의한 차를 만드는지 분석하기 위해서 이 연구에서는 Scheffé-검증을 통해서 알아보았고 그 결과는 <표12>에서와 같다.

<표12>문제 구성력에서 문제설정 방법별 Scheffé-검증의 결과

q-통계량 처리 집단(평균)	조건 변경에 의한	결과 변경에 의한	임의 문제설정 방법 집단 (A)
	문제설정 방법 집단 (C)	문제설정 방법 집단 (R)	
C (8.30)			
R (11.87)	3.3965		
A (8.23)	0.0674	3.5503*	

*p<0.05 (q₀₅ = 3.50)

<표12>를 살펴보면, 유의수준 0.05에서 집단 R과 집단 A가 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있으나 집단 C와 집단 R, 또는 집단 C와 집단 A간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 즉 조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단과 결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단, 또는 조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단과 임의 문제설정 방법 집단은 차이를 보이지 않는 반면, 임의 문제설정 방법 집단과 결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단은 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다. 따라서 문제해결력의 다섯 가지 요소 중 문제 구성력에서 유의하게 높은 결과를 얻는 방법이 결과 변경에 의한 문제설정 방법임을 알 수 있다.

4. 연구 문제 2 : 세 가지 문제설정 방법(조건 변경에 의한 문제설정 방법, 결과 변경에 의한 문제설정 방법, 임의 문제설정 방법)에 따라 학습한 집단은 창의력에서 차이가 있는가?

먼저 세 집단이 창의력에서 동질 집단인지를 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 창의력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표13>와 같이 세 집단의 창의력은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없음을 보여 주고 있어 세 집단은 창의력에서는 동질 집단임을 알 수 있다.

<표13>세 문제설정 방법 집단 사이의 창의력 사전 검사의 결과에 대한 일원변량 분석(One-Way ANOVA)표

변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
집단간	2	1538.8696	769.4348	0.9672	0.3827
집단내	140	111373.2003	795.5229		
합 계	142	112912.0699			

$p > .05$

그 다음 창의력 사후 검사 결과의 평균과 표준편차는 <표14>와 같다.

<표14>창의력 검사 결과의 집단별 평균과 표준편차

집 단	인원 수	평 균	표준편차
C	46	66.35	29.21
R	46	68.79	29.27
A	51	59.31	32.22
계	143	64.62	30.40

세 가지 문제설정 방법에 따라 학습한 집단이 창의력에서 차이가 있는지 알아보기 위해 사후 검사에서 얻은 창의력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표15>와 같이 세 집단의 창의력은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없으므로 나타났다.

<표15>세 문제설정 방법 집단 사이의 창의력 사후 검사의 결과에 대한 일원변량 분석(One-Way ANOVA)표

변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
집단간	2	2373.3533	1186.6766	1.2892	0.2787
집단내	140	128868.2510	920.4875		
합 계	142	131241.6043			

$p > .05$

이상의 결과를 볼 때 조건 변경에 의한 문제설정 방법, 결과 변경에 의한 문제설정 방법, 임의 문제설정 방법 이 세 가지 방법은 창의력에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 못함을 알 수 있다.

5. 연구 문제 2-1 : 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 창의력에서 각 학습 능력 수준(상위 집단, 중위 집단, 하위 집단)에 보다 더 효과가 있는가?

먼저 세 가지 문제설정 방법 집단이 각 학습 능력 수준별로 동질 집단인지를 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 창의력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표16>에서와 같이 세 가지 문제설정 방법 집단은 각 학습 능력 수준별로 창의력은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없음을 보여 주고 있어 학습 능력 수준이 상위인 집단도 중위인 집단도 하위인 집단도 각각 세 가지 문제설정 방법 집단은 창의력에서 동질 집단임을 알 수 있다.

<표16>학습 능력 수준별 세 가지 처치 집단 사이의 창의력 사전 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

학습수준	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
상위집단	집단간	2	518.0167	259.0083	0.4348	0.6524
	집단내	24	14295.9833	595.6660		
	합 계	26	14814.0000			
중위집단	집단간	2	1308.9803	654.4902	0.9767	0.3804
	집단내	24	62322.3530	670.1328		
	합 계	26	63631.3333			
하위집단	집단간	2	246.6325	123.3163	0.5629	0.5798
	집단내	24	3724.3175	219.0775		
	합 계	26	3970.9500			

p > 0.05

그 다음 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 창의력에서 각 학습 능력 수준에 보다 더 효과가 있는지 알아보기 위해 각 학습 능력 수준별로 사후 검사에서 얻은 창의력의 평균 점수의 차를 분석하였다. 얻은 점수를 종속 변수로 하고 처치 방법 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표17>에 나타나 있는 것과 같다.

<표17> 학습 능력 수준별 세 가지 처치 집단 사이의 창의력 사후 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

학습수준	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
상위집단	집단간	2	1507.7175	753.8588	1.5444	0.2339
	집단내	24	11715.0788	488.1283		
	합 계	26	13222.7963			
중위집단	집단간	2	1161.4896	580.7448	0.7752	0.4636
	집단내	93	69671.6953	749.1580		
	합 계	95	70833.1849			
하위집단	집단간	2	4321.2089	2160.6045	2.8385	0.0864
	집단내	17	12939.9286	761.1723		
	합 계	19	17261.1375			

p > 0.05

<표17>에서 나타난 것을 살펴보면 학습 능력 수준이 상위인 집단과 중위인 집단,

하위인 집단 모두 세 가지 문제설정 방법이 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

6. 연구 문제 2-2 : 세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 여섯 개 창의력 요소 중 어느 요소에 보다 더 효과가 있는가?

먼저 세 가지 문제설정 방법 집단이 각 창의력 요소별로 동질 집단인지를 알아보기 위해 사전 검사에서 얻은 창의력의 각 요소별 평균 점수의 차를 분석하였다.

<표18>창의력 요소별 세 처치 집단 사이의 사전 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

창의력요소	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
개방성	집단간	2	41747.5357	20858.7678	42.7247	0.0000*
	집단내	140	68349.8210	488.2130		
	합 계	142	110067.3565			
유창성	집단간	2	1266.6726	633.3363	1.1318	0.3254
	집단내	140	78344.4463	559.6032		
	합 계	142	79611.1189			
유연성	집단간	2	1901.8130	950.9065	1.7346	0.1802
	집단내	140	76747.4318	548.1959		
	합 계	142	78649.2448			
조직성	집단간	2	14626.7362	7313.3681	13.3946	0.0000*
	집단내	140	76439.1100	545.9936		
	합 계	142	91065.8462			
정교성	집단간	2	2577.1532	1288.5766	1.1707	0.3132
	집단내	140	154095.3993	1100.6814		
	합 계	142	156672.5524			
독창성	집단간	2	1556.7401	778.3701	1.2876	0.2792
	집단내	140	84633.5842	604.5256		
	합 계	142	86190.3243			

* p < 0.05

얻은 점수를 종속 변수로 하고 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 검증 결과는 <표18>에서와 같이 세 가지 문제설정 방법 집단은 유창성, 유연성, 정교성, 그리고 독창성은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없음을 보여 주

고 있고, 개방성과 조직성은 유의수준 0.05에서 유의한 차이를 보이고 있다. 즉 세 가지 문제설정 방법 집단은 유창성, 유연성 그리고 독창성에서는 동질 집단이나 개방성과 조직성에서는 이질 집단임을 알 수 있다.

<표19>유창성, 유연성, 정교성, 독창성별 세 처치 집단 사이의 사후 검사의 결과에 대한 일원변량분석(One-Way ANOVA)표

창의력요소	변량원	D.F.	SS	MS	F비	유의확률
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			
독창성	집단간	2	693.5053	346.7526	0.5162	0.5979
	집단내	140	94046.4318	671.7602		
	합 계	142	94739.9371			

* $p < 0.05$

세 가지 문제설정 방법 중 어느 방법이 여섯 개 창의력 중 어느 요소에 보다 더 효과가 있는지를 알아보기 위해 사후 검사에서 얻은 각 창의력 요소들의 평균 점수 차를 다음과 같이 분석하였다.

먼저 유창성, 유연성, 정교성 그리고 독창성에서는 얻은 점수를 종속 변수로 하고 처치 방법 집단을 인자(factor)로 하는 일원변량분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 19>과 같다.

<표19>에 나타난 것을 살펴보면 유연성, 정교성, 독창성은 유의수준 0.05에서 유의미한 차이를 보이지 않으나, 유창성에서는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다. 유의한 차이를 나타낸 유창성에서 어느 문제설정 방법이 유의한 차를 만드는지 분석하기 위해서 Scheffé-검증을 통해서 알아보았고 그 결과는 <표20>에서와 같다.

<표20>유창성에서 문제설정 방법별 Scheffé-검증의 결과

q-통계량 처리 집단(평균)	조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단 (C)	결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단 (R)	임의 문제설정 방법 집단 (A)
C (68.59)			
R (80.60)	3.1860		
A (61.12)	2.0307	5.2978*	

* $p < 0.05$ ($q_{.05} = 3.50$)

<표20>를 살펴보면, 유의수준 0.05에서 집단 R과 집단 A가 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있으나 집단 C와 집단 R, 또는 집단 C와 집단 A간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 즉 조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단과 결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단, 또는 조건 변경에 의한 문제설정 방법 집단과 임의 문제설정 방법 집단은 차이를 보이지 않는 반면, 임의 문제설정 방법 집단과 결과 변경에 의한 문제설정 방법 집단은 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다. 따라서 창의력의 여섯 가지 요소 중 유창성에서 유의하게 높은 결과를 얻는 방법이 결과 변경에 의한 문제설정 방법임을 알 수 있다.

다음은 창의성 사전 검사에서 유의한 차이를 보인 개방성과 조직성은 사전 검사의 점수를 공변인(covariate)으로 하는 공변량(ANCOVA)을 실시하였는데 그 검증 결과는 <표21>에 나타나 있는 것과 같다.

<표21>개방성, 조직성별 세 가지 처리 집단 사이의 사후 검사의 결과에 대한 공변량분석(ANCOVA)표

창의력요소	변량원	SS	DF	MS	F비	유의확률
개방성	Covariates	11934.415	1	11934.415	19.448	.000
	Main Effects	8632.286	2	4316.143	7.033	.001*
	설 명 력	20566.701	3	6855.567	11.171	.000
	오 차	85300.600	139	613.673		
	합 계	105867.301	142	745.544		
조직성	Covariates	19453.762	1	19453.762	68.440	.000
	Main Effects	3514.917	2	1757.458	6.183	.003*
	설 명 력	22968.678	3	7656.226	26.935	.000
	오 차	39510.250	139	284.246		
	합 계	62478.928	142	439.992		

* $p < 0.05$

<표21>에 나타난 것을 살펴보면 개방성, 조직성은 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다. 유의한 차이를 나타낸 개방성, 조직성에서 어느 문제설정 방법이 유의한 차를 만드는지 분석 결과는 <표22>에서와 같다.

<표22>개방성, 조직성에서 문제설정 방법별 평균의 차

창의력요소	집단 구분	조건 변경에	결과 변경에	임의 문제설정 방법 집단(A)
		의한 문제설정 방법 집단(C)	의한 문제설정 방법 집단(R)	
개 방 성	조정되지 않은 사후검사 (M=20.07)	-3.87	4.30	-0.38
	조정 점수	4.03	9.73	-12.41
조 직 성	조정되지 않은 사후검사 (M=76.46)	6.13	0.26	-5.77
	조정 점수	-0.27	6.61	-5.72

<표22>를 살펴보면, 먼저 개방성에서는 유의수준 0.05에서 집단 C와 집단 R이 집단 A보다 높은 결과를 나타내고 있으며, 조직성에서는 집단 C와 집단 R이 집단 A보다 높은 결과를 나타내었다. 따라서 창의력의 여섯 가지 요소 중 개방성에서 유의하게 높은 결과를 얻는 방법은 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이고, 조직성에서 유의하게 높은 결과를 얻는 방법은 조건 변경, 결과 변경에 의한 문제설정 방법임을 알 수 있다.

논의

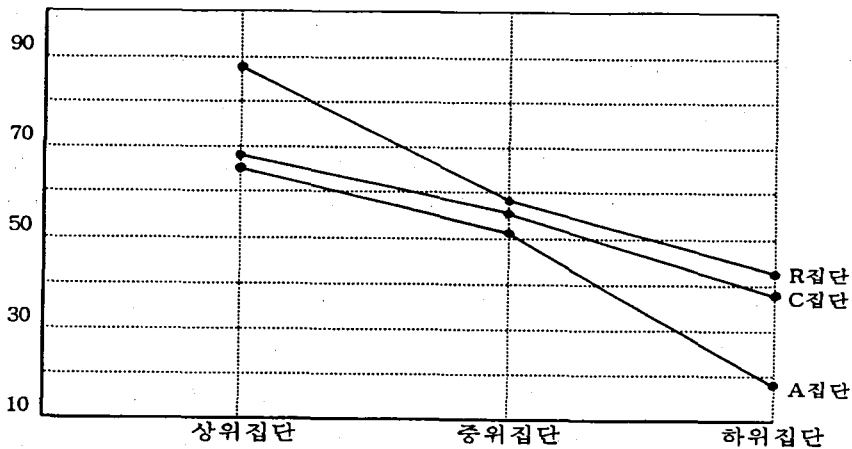
이 연구의 목적은 문제설정이 문제해결력이나 창의력 향상에 도움이 되기는 하나 문제설정의 방법 중 어떤 방법을 택하면 학생들의 문제해결력이나 창의력이 보다 더 향상되는지 학생들의 지도에 적절한 단서를 얻고자 함에 있다. 그래서 문제해결력과 창의력을 향상시키는 문제설정 방법이 무엇인지, 또 학습 능력 수준별로는 어떤 방법이 더 유용한지, 각 요소별로는 어떤 문제설정 방법이 더 유용한지를 알아보려고 하였다.

본 연구 결과에 의하면, 이 세 가지 문제설정 방법 중 어느 한 방법이 다른 두 가지 방법보다 문제해결력에 보다 더 효과가 있다고 말할 수 없으나, 학습 능력 수준이 하위인 집단에게는 문제해결력을 향상시키는 문제설정 방법으로는 임의 문제설정

방법보다는 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 더 효과적인 방법이라고 제안할 수 있다. 이것은 학력이 뒤떨어지는 학생들에게는 문제 상황에서 문제를 임의로 설정하게 하는 것보다는 문제의 조건이나 자료를 교사가 미리 바꾸어 주고 바뀐 조건이나 자료에 따라 그 결과가 어떻게 변하는지를 묻는 문제설정 방법이나 결과를 바꾸어 주고 그런 결과를 나오게 하는 문제설정 방법이 더 효과가 있다고 할 수 있겠다. 즉 학력이 뒤떨어지는 학생들에게는 교사가 좀 더 친절히 '안내하는 지도 방법'이 필요하다고 할 수 있겠다.

또한 학력 수준이 상위인 집단에서는 세 가지 문제설정 방법이 통계적으로는 유의미한 차이를 보이지는 않았으나 세 집단이 얻은 문제해결력의 평균 점수를 비교해보면 <표23>에 나타난 바와 같이 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 다른 두 집단보다 높게 나타나 있다. 이는 결과를 변경시켰을 때 문제의 조건이 어떻게 달라져야 할까를 생각해 보게 함으로써 다른 문제설정 방법보다 문제의 구조를 보다 더 명확하게 이해시킬 수 있는 방법으로 보다 더 유용한 가능성을 보여 준다고 하겠다.

<표23> 학습 능력 수준별 처치 방법별 평균 비교



또한 창의력에서는 세 가지 문제설정 방법 사이에는 유의한 차이가 없으며, 학습 능력 수준별로도 유의한 차이가 없다는 것은 예비 초등 학교 교사를 대상으로 그들이 만든 문제와 그들의 수학적 지식과 창의력 사이의 관계를 연구한 Leung(1993)의 연구 결과와 맥을 같이한다고 할 수 있다. 그녀는 인지 과정과 수학적 사실의 복잡성에 따라 그들이 만든 문제에 대해 등급을 매겨 연구한 결과 문제설정과 창의력 사이

에는 아무런 관계가 없고, 반면에 그들이 만든 문제와 그들이 가지고 있는 수학적 사실과는 강한 관계를 보이고 있다고 주장하였다. 그러나 문제설정 학습을 통하여 학생들의 발산적 생산에 의한 창조적 사고력의 육성이 가능함이 시사되었다는 임재규(1992)의 연구 결과와는 상반된 결과라고 할 수 있다.

그리고 창의적 사고의 궁극적인 목적이 보다 독창적인 사고를 산출하는 데 있다 하더라도 보다 많은 아이디어 중에 좋은 아이디어가 있을 가능성이 그 만큼 커지게 때문에 사고의 한계를 정하지 않고 가능한 한 아이디어를 많이 산출하는 단계가 필요하다. 또 문제 사태에 대하여 관련성이 없는 자극에 의해 방해받지 않고 독립적으로 지각하고 사실대로 인식할 수 있는 능력이 필요하다. 이러한 요소 즉 유창성이나 지각적 개방성은 창의적 사고 과정의 비교적 초기 단계에 일어난다고 할 수 있는데 이 요소들은 문제설정에 의해 자극 받을 수 있으며 특히 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 임의 문제설정 방법보다는 더 학생들의 창의적 사고에 자극을 준다고 할 수 있다. 또 문제설정의 사고 특징 중 문제의 속성을 나열하고 분류하며, 그 속성을 변경하고, 변경된 속성을 만족하는 결과를 얻는 사고 과정이 복잡한 문제 사태를 보다 간결하게 하여 새로운 의미를 부여하고 문제 조건이나 사태 사이를 서로 관련 지을 수 있는 능력인 조직성의 사고와 유사하다고 할 수 있으며, 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제 설정 방법이 임의 문제설정 방법보다 보다 더 조직적으로 문제 사태를 파악하게 한다고 할 수 있다. 그러나 창의적 사고 과정 중 비교적 높은 수준에 있는 유연성, 독창성, 정교성은 문제설정 방법만으로는 차이를 보이지 않는다고 할 수 있으며 통찰, 직관, 일반화 같은 높은 사고 기능이 작용하여야 가능 하리라 생각된다.

본 연구의 결과는 문제해결력을 향상시키는 문제설정 방법으로는 학습 능력 수준이 하위인 집단에서는 임의 문제설정 방법보다는 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 더 효과가 있음을 알 수 있다. 또한 상위 집단에서는 결과 변경에 의한 문제설정 방법을 많이 사용할 필요가 있다는 것을 시사해 주고 있다. 그러나 이러한 문제설정 방법이 창의력 향상과는 관계가 없으나 창의력 요소 중 유창성, 개방성과 같은 비교적 창의적 사고의 초기 단계에는 영향을 미친다고 할 수 있다. 문제설정 방법 중 조건 변경에 의한 방법이나 결과 변경에 의한 방법이 임의 문제설정 방법보다 보다 더 창의적 사고의 초기 단계에 영향을 끼친다고 할 수 있다.

결론

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 문제해결력을 향상시키기 위해 문제설정 방법을 적용할 때는 학생들의 학습 능력 수준에 따라 달리 지도할 필요가 있다. 학습 능력 수준이 하위인 집단은 문제 상황으로부터 임의로 문제를 설정하는 방법보다는 학생들에게 문제설정하는 방법을 자세히 제시, 안내해 주는 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 보다 더 바람직하다 하겠다. 또한 상위 집단은 조건 변경에 의한 방법이나 임의 문제설정 방법보다는 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 더 바람직하다고 생각한다. 이것은 문제를 다 풀고 난 다음 결과를 반성하는 기회를 가지는 것이 학습 능력 수준이 상위인 집단에게는 문제해결력 향상에 도움이 된다고 하겠다.

둘째, 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 요소에 대해서 문제설정 방법 사이에 유의한 차이를 보이는 것은 문제설정이 창의력 향상에 영향을 미치는 것은 분명하다고 하겠다. 그래서 창의력을 향상을 위한 지도 방법에 이 문제설정 방법이 적극 고려되어야 하겠다.

이 연구의 결과를 바탕으로 다음 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 학습 능력 수준이 중위인 집단은 문제해결력에서 유의한 차이를 보이지 않았는데 이에 대한 세밀히 연구함으로써 학습 능력 수준이 중위인 많은 학생들의 문제설정 과정을 밝힐 필요가 있다.

둘째, 하위 집단은 조건 변경이나 결과 변경에 의한 문제설정 방법이 문제해결력에서 다른 집단에 비해 보다 높은 결과를 보였는데 이 집단의 학생들이 문제를 접근하는 방법이 전과는 어떻게 달라졌는지 그 과정을 살펴 볼 필요가 있다.

셋째, 학습 능력 수준에 따라 문제해결력이나 창의력의 각 요소별로 어떻게 접근하는지 서로 다른 과정을 밝힐 필요가 있다.

넷째, 문제설정 방법을 적용함으로써 문제해결력이나 창의력의 각 요소 중 어느 요소가 문제해결력이나 창의력에 더 많은 영향을 미치는지 더 세밀한 연구가 필요하다.

다섯째, 각 수학 내용이나 교과 단원에 알맞는 그리고 가장 효율적인 문제설정 방법이 무엇인지에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 신세호(1981). *창의력 개발을 위한 교육*. 서울:교육과학사.
- 우정호,강문봉(1993). Lakatos의 수리철학의 교육적 연구. *대한수학교육회논문집, 제 3권 제2호*, 대한수학교육학회.pp.1-16.
- 이훈범(1991). *중학생의 수학적 문제 해결 기능 측정을 위한 평가 도구의 개발*. 한국교원대학교 석사 학위 논문.
- 임문규(1992). 수학 교육에서 문제설정과 문제해결에 관한 연구. *수학 교육 논문집*, 대한수학교육학회. pp.13-22.
- 임선하(1993). *창의성에의 초대*. 서울:교보문고.
- 전경옥, 박정옥(공역)(1993). *창의적인 문제해결력*. 서울:서원.
- 전평국(1994). 산수과 평가 문항의 개발 방법과 절차. *평가 문항의 개발 기법* (p.138-161), 국립교육평가원.
- 정원식, 이영덕(1993). *표준화 창의성 검사(중고등학교용)*. 서울:코리안테스팅센터.
- 한국 교육 개발원(1993). *수학과 문제 해결력 신장할 위한 교수-학습 자료 개발 연구*. 서울:방문사.
- 한국 수학 교육 학회(1994). *문제 해결의 길잡이*. 서울: 대한교과서주식회사.
- Brown,S.I.,& Walter,M.I.(1983).*The art of problem posing*. Philadelphia, PA: Franklim Institute Press.
- Kieren, T. (1990). Children's mathematics for children. In L.Steffe(Ed.), *Transforming early childhood education*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Press.
- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating : Where do good problems come from? In A.H.Scheonfeld(Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education*(pp.123-147). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A.(1987). *Problem solving : A handbook for Teachers*(2nd ed.). Newton : Allyn and Bacon.
- Krutetskii, V. A.(1976). *The psychology of mathematics abilities in*

school children. Chicago : Universty of Chicago.

- Leung,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*, 33-40.
- NTCM(1989). Curriculum and evaluation standatds for school mathematics. Reston,VA:The Council. 구광조, 오병승, 류희찬(공역)(1992). *수학 교육과정과 평가의 새로운 방향*. 경문사.
- _____ (1991). *Professional standard for teaching mathematics*. Reston,VA:The Council.
- Polya, G.(1957). How to solve it : A new aspect of mathematical method (2nd ed.). 우정호 (역)(1994). *어떻게 문제를 풀 것인가*. 서울:천재교육.
- Silver,E.A.(1993). On Mathematical Problem Posing. *Proceedings of Seventeenth International Conference for Psychology of Mathematics Education, Vol. I*, 66-85.

<부록1>선형 지식 검사지(예)

선형 지식 검사

중학교 제 2 학년 반 번 이름

* 다음 문제에 알맞은 번호나 답을 ()안에 쓰시오.

1. 집합 $A = \{ 2, 4, 6, 8 \}$ 이 있다. 다음 집합 중 A 의 부분집합을 모두 골라라.

- ① \emptyset ② $\{ 0, 2, 4 \}$
 ③ $\{ 8, 6, 4, 2 \}$ ④ $\{ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$

2. 어떤 수를 28로 나누거나 42로 나누면 나머지가 모두 5라고 한다. 이런 수 중 가장 작은 수는 무엇인가?

3. $101_{(2)}$ 과 $14_{(5)}$ 사이의 자연수를 모두 써라.

5. $-\frac{12}{5}$ 보다 크고 $|\frac{7}{4}|$ 보다 작은 정수를 모두 써라.

6. 다음을 계산하여라.

$$\frac{4}{9} \div \left(-\frac{2}{3}\right) - \left(-\frac{1}{2}\right) \times \frac{2}{3}$$

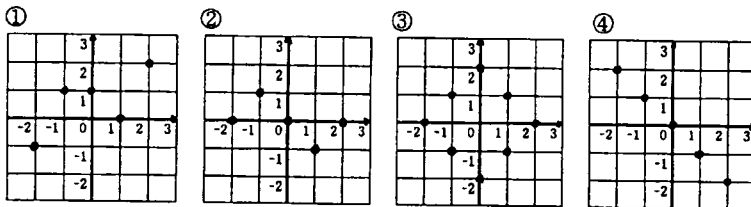
8. 10명이 a 원씩 내어 한 개에 b 원하는 연필을 3자루를 샀더니 50원이 남았다. 이를 a, b 의 관계식으로 나타내어라.

9. x 에 대한 방정식 $3 - 2(x - a) = a -$ 의 해가 -5 일 때 a 의 값은 얼마인가?

11. 4m의 막대기를 2개로 잘랐을 때 한 쪽이 다른 쪽보다 60cm가 길었다. 긴 쪽의 길이는 몇 cm인가?

12. 현재 아버지의 연세는 48세이고, 아들의 나이는 18세이다. 아버지의 연세가 아들의 나이의 4배가 되는 해는 언제인가?

16. 다음 중 정의역이 $\{ -2, -1, 0, 1, 2 \}$ 일 때 함수의 그래프가 아닌 것은?



<부록2>문제해결력 사전, 사후 검사지(예)

문제 1

<문제해결력 사전검사>

현재 영희는 철수보다 다섯 살이 많고 만수의 나이는 영희 나이의 두 배이다.
철수의 나이는 만수 나이의 $\frac{1}{3}$ 이다. 세 사람의 나이의 합은 60살보다 적다.
영희의 나이는 몇 살인가?

<문제해결력 사후 검사>

물음1. 주어진 문제 조건 중 없어도 문제를 풀 수 있는 조건은 무엇인가?

- ① 영희는 철수보다 다섯 살이 많다.
- ② 만수의 나이는 영희 나이의 두 배이다.
- ③ 철수의 나이는 만수 나이의 $\frac{1}{3}$ 이다
- ④ 영희, 철수, 만수 세 사람의 나이의 합은 60살보다 적다.

물음2. 물음1에서 말한 조건을 빼고 문제를 풀어라.

물음3. 물음2에서 여러분이 푼 방법 이외에 다른 방법이 있다면 어떤 방법이 가장 적당한가?

- ① 영희의 나이를 x라 두고 식을 세워 푼다.
- ② 세 사람의 나이에 일정한 규칙성이 있는지 조사하여 푼다.
- ③ 세 사람의 나이를 문제에 맞게 막대 그림으로 나타내어 푼다.
- ④ 더 간단한 경우의 보기를 생각해 본다.
- ⑤ 답을 예상하고 확인해 본다.

물음4. 위 문제에서 “세 사람의 나이의 합이 55세이다.”라는 결론은 타당한가? 타당하지 않는가? 그 이유를 설명해 보시오.

문제 3

<문제해결력 사전 검사>

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

<문제해결력 사후 검사>

물음1. 이 문제를 풀 수 없는 이유는 무엇인가?

물음2. 문제를 풀 수 있도록 문제를 새로 만들어라.

물음3. 물음2에서 만든 문제를 풀어라.

물음4. “섬 전체의 5할이 모래로 이루어져 있다.”라고 말한 학생의 결론은 타당한가? 그렇지 않는가? 그 이유를 설명해 보시오.

<부록3>문제 만들어 풀기 학습지(예)

문제 만들어 풀기 학습지 (1)

중학교 제 2 학년 반 이름

문제 상황

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

<학습지 C형>

문제 조건 : 나는 29번이다.

물음 1 : 내 맞은 편에 앉아 있는 학생은 몇 번인가?

물음 2 : 문제 상황이나 조건을 바꾸어 보아라.

물음 3 : 결과가 어떻게 달라지는가?

<학습지 R형>

문제 조건 : 나는 29번이다.

물음 1 : 내 맞은 편에 앉아 있는 학생은 몇 번인가?

물음 2 : 물음1에서 나온 결과를 다른 것으로 바꾸어 보아라.

물음 3 : 그런 결과를 얻으려면 문제 상황이나 조건을 어떻게 바꾸어야 하는가?

<학습지 A형>

물음 1 : 위 문제 상황에서 스스로 문제를 만들어 보시오.

물음 2 : 물음1에서 만든 문제를 풀어 보시오.