韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 19집 제 1호, 2005. 1. 271-290

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 19, No. 1, Jan. 2005. 271-290

소수 학습에서 메타 인지적 사고가 문제 해결력에 미치는 영향

한 길 준 (단국대학교)
이 양 기 (단국대학교 대학원)

오래 전부터 수학과의 연구는 학생들의 문제 해결력에 관하여 집중되어 온 것이 사실이다. 그럴 때마다 수학적 사고력에 관한 연구도 상당히 많은 부분이 있어 왔다.
본고에서는 학생들의 수학적 사고를 돕기 위한 방법으로 메타 인지를 강조함으로써 보다 까다로운 (비정형) 문제들의 문제 해결을 돕고자 하였다.
따라서 메타 인지를 유발하는 수업(소수 학습)을 통하여 학생들의 문제 해결력(정형 - 비정형)에서 유의미한 차이가 있는지를 알아보고, 궁극적으로는 메타 인지적 사고가 비정형 문제들을 해결하는 데 미치는 영향을 밝혀 수학 학습의 발전 방안을 찾고자 한다.

Ⅰ. 서 론

A. 연구의 필요성 및 목적

오래 전부터 수학과의 연구는 학생들의 문제 해결력에 관하여 집중되어 온 것이 사실이다. 그럴 때마다 수학적 사고력에 관한 연구도 상당히 많은 부분이 있어 왔다.

실제로 학생들은 자신이 문제를 해결하고도 성찰하는 과정이 부족하고, 문제 해결 중의 자신의 사고에 대하여 반성하고 자신의 사고를 재조직하는 일에 익숙하지 않다.

그러한 이유로는 과정보다는 결과만을 중시하는 사회적 영향이 매우 크다고 할 수 있겠으나, 현장에서 이루어지는 교수·학습 방법의 영향도 크다고 할 수 있다.

학생들은 주어진 시간 안에 많은 문제를 해결해야 하는 압박을 느끼며 인내심의 부족과 지식 위주의 주입식 교육의 영향으로 사고 과정을 재조직할 여력이 없는 것이다.

이러한 일련의 과정이 계속 반복된다면 학생들은 문제를 기계적으로 푸는 능력은 향상되겠으나, 응용문제라든지 독창적인 문제를 접하게 되면 상당 부분 어려움을 느끼게 될 것이다. 그로 인하여, 정형화된 문제들은 잘 해결하지만 비정형 문제들을 대할 때면 상당히 어려워하는 것을 볼 수 있다.

학교 학습이 효율적으로 이루어지기 위해서는 아동들에게 다양한 기능들을 다양한 영역에서 조절하도록 해야 할 필요가 있다. 교육적 성과를 최대화하기 위해서는 인지적 사고, 메타 인지적 사고, 동기적 양식을 조화시키는 방법이 필요할 것으로 생각된다.

'메타 인지(meta-cognition)'는 '사고(思考)에 관한 사고(思考), 인지에서의 반성, 인지에 관한 자신의 지식, 사고의 재조정'으로 정의 된다. 즉 '돌이켜 보기, 선택하기, 계획하기, 평가하기, 수정하기, 점검하기' 등의 활동이 지적 활동 과정에서 자신의 인지 과정을 의식하고 조정하는 것으로서, 인지를 대상으로 하는 다른 차원에서의 인지적 작용을 말한다.

메타 인지는 특히 인간의 문제 해결 과정이나 학업 성취와 관련하여 최근 인지 심리학, 교육 심리학, 발달 심리학 분야에서 주요한 관심 영역이다. 메타 인지는 지능, 창의적 사고, 비판적 사고 등과는 다른 또 하나의 사고 유형으로 간주되어 인간의 고등 정신 작용인 문제 해결 과정과 학업 성취에서 핵심적인 역할을 수행하며, 메타 인지 능력을 신장시킴으로써 과제 성취도를 신장시킬 수 있음을 보여주고 있다(김옥기, 1988).

메타 인지는 문제 해결력과 학업 성취를 믿음직스럽게 예언해 주는 훈련 가능한 변인으로서, 초보적인 문제 해결자와 학습의 장애 및 부진아의 원인을 메타 인지의 결손으로 설명하고 있다(이달석, 1989). 특히 메타 인지의 하위 구성 요소 중 메타 인지적 자기-조정 학습은 학생들이 학습, 기억, 그리고 정보를 이해하는 데 이용하는 실질적인 인지전략으로써, 문제 해결력과 관련하여 중요한 요인으로 작용한다(Pintrich & Groot)고 보고 있다.

메타 인지 연구가들은 문제 해결 과정에서 수학 문제 해결을 위한 메타 인지 지도가 강조되어야 한다고 주장한다(Day, 1987). 특히, 수학적 문제 해결력이 낮은 학생에 대한 메타 인지적 활동이 보다 강조되어야 하며, 교사는 교육 과정의 지식을 모두 발달시키려고 노력하는 것보다는 메타 인지 요소와 문제 해결의 관련을 지도하는 것이 보다 현명하다는 등 문제 해결에서 메타 인지의 중심적 역할을 역설하고 있다.

본 논문에서는 메타 인지를 유발하는 수업을 통하여 학생들의 문제 해결력에서 유의미한 차이가 있는지를 알아보고, 항상 어려워만 했던 비정형 문제들에 대하여 접근하는 방법과 해결하는 방법을 통하여 학생들의 변화를 관찰하여, 궁극적으로는 메타 인지적 사고가 비정형 문제들을 해결하는 데 미치는 영향을 밝혀 수학 학습의 발전 방안을 찾고자 한다.

B. 연구 문제

본 연구의 목적은 메타 인지적 사고를 유발하는 학습과 전통 학습을 비교하여 보고, 수학 학습에서 메타 인지적 사고가 문제(정형-비정형) 해결력에 각각 어떤 영향을 미치는가를 알아보는 것이다.

이러한 연구의 목적을 위하여 다음과 같은 연구 문제를 선정하였다. '연구 문제 1 - 2'는 메타 인지적 사고를 유발하는 학습과 전통적 학습 사이의 문제 해결력에 차이가 있는가를 밝히기 위하여 실험 연구를 통하여 분석되었다.

1. <메타 인지적 사고를 유발하는 학습>과 <전통학습>은 정형화된 문제를 해결하는 데에 있어서 문제 해결력에 어떠한 차이가 있는가?

2. <메타 인지적 사고를 유발하는 학습>과 <전통학습>은 비정형화된 문제를 해결하는 데에 있어서 문제 해결력에 어떠한 차이가 있는가?

C. 용어의 정의

본 연구에서 사용되는 주요 용어는 다음과 같다.

1. 메타 인지(meta-cognition)

'메타 인지(認知)'라는 용어는 'meta-cognition'을 우리말로 해석한 것으로 '직접적인 사건을 떨어져 고찰하여 그 사건을 제기할 수 있는'이란 의미로 사용되고 있다.

Weinert와 Kluwe(1987)은 메타 인지를 「二次的인 認知 : 思考에 관련된 思考, 知識에 대한 知識, 또는 行動에 대한 反映化」로 정의하고 있다.

메타 인지 분야의 개척자적인 역할을 한 Flavell(1976)은 "메타 인지는 자기 자신의 인지 과정에 대한 지식과 그 산물, 또는 이들과 관련된 제반의 것"으로 정의하고 있다. 다시 말해 메타 인지는 인지 과정에 관련된 인지적 대상이나 자료과 관련하여, 주로 어떤 구체적인 목적이나 목표에 따라 인지 과정을 적극적으로 감독하고 감독한 인지 과정을 조정하며 이들 과정이 조화를 이루도록 하는 것이다.

Schoenfeld(1987)는 메타 인지를 ①자신의 사고 과정에 관한 자신의 지식, ②조절 또는 자기 통제, ③신념과 직관으로 정의하고 메타 인지적 기능을 '자신의 인지 활동을 통제하고 평가하는 일종의 전략적 기능'이라고 설명한다.

본 연구에서는 메타 인지를 Schoenfeld의 정의와 비슷한 다음의 내용으로 사용하고자 한다. 즉, 메타 인지란 '자신의 사고에 대하여 마음속으로 음미하며 사고를 관리하며 재조직하는 것'이라 할 수 있다.

2. 비정형 문제

비정형 문제(nonroutine problem)들은 종종 '과정 문제'라고도 한다.

비정형 문제들은 수학적인 문장으로 번역해서 알려진 절차를 사용한 것 이상을 필요로 한다. 비정형 문제는 문제 해결자가 해(解)를 구하는 방법을 연구하는 것을 필요로 한다. 문제 해결자는 해를 찾는 것은 물론이고, 해에 도달하는 방법을 계획해야 한다.

이를테면, 그림 그리기, 예상하고 확인하기, 테이블 혹은 목록 만들기와 같은 전략 등을 종종 사용한다. 비정형 문제들은 1개 이상의 해를 갖는 개방형 문제(open ended problem)들이 될 수 있다.

본 논문에서는 문장제 문제들 중 한 번의 사고 과정으로 해결할 수 없는 문제들, 다시 말해서 하나의 식이 아닌 두 개 이상의 식이 결합되어져서 두 번 이상의 사고 과정이 이루어져야만 해결할 수 있는 문제들을 비정형 문제라 정의한다.

3. 메타 인지적 사고를 유발하는 학습

수학 교과에 메타 인지 전략을 적용하는 것은 크게 문제 확인, 예언, 계획, 실행, 자기평가, 자기 강화의 6단계의 흐름(생각하는 차례)으로 진행되고 각 단계마다 점검과 통제 과정인 자기 질문(다시 살펴 볼 일)이 포함되어 있다.

또, 여기에 덧붙여 문제 해결자의 해결과정을 도와주는 절차로서 자신의 배경 지식을 구명하는 자기 탐색과 교사의 지도(선생님이 도와주실 일)가 내포되어 있다.

위에서 제시한 6단계의 흐름을 잘 구성하여 각 단계에서 자기 점검과 통제를 적절히 할 수 있게 지도하는 학습을 메타 인지적 사고를 유발하는 학습이라 한다.

4. 전통 학습

전통 학습은 교과서와 교사용 지도서에 준해서 학교에서 이루어지는 수업을 말한다. 특히 교사 주도하에 이루어지며 학생들에게 표준적인 계산 알고리즘을 제시하고 설명하는 학습이다. 학생들은 이 표준적인 알고리즘을 문장제에 적용하는 학습을 받으며 여러 가지 연습 문제를 학습한다.

D. 연구의 제한점

1. 본 연구의 대상자는 연구자가 임의로 선정하였기 때문에, 다른 지역에 학생들에게도 동일한 연구가 나올 것이라고 일반화하는 데 제한점을 갖는다.
2. 실험 처치를 위한 특정한 단원을 선정하였기 때문에, 다른 내용에 대해서는 동일한 연구 결과가 나올 것이라고 일반화하는 데 제한점을 갖는다.

E. 기대되는 효과

본 연구를 통하여 다음과 같은 효과가 기대된다.

1. 정형-비정형 문제를 해결하는 데 어떠한 학습의 형태가 효율적인가를 확인할 수 있으며, 이를 통하여 수학 교육의 방향을 모색할 수 있다.
2. 수학 학습에서 메타 인지가 미치는 영향을 밝힘으로써, 수학 지식의 획득 및 수학 학습에서도 메타 인지가 미치는 영향을 고려해야 한다는 시사점을 얻을 수 있다.

II. 이론적 배경

A. 인지와 메타 인지

메타 인지 개념의 불명확성 문제는 메타 인지 개념의 열린 정의 방식에서도 그 원인을 찾을 수 있다. 열린 정의란 개념에 대한 대략적인 정의를 한 이후, 그것을 보충하기 위한 몇 개의 전형적인 사례를 제시하는 것으로, 문제는 제시된 몇 개의 전형적인 사례를 제외한 나머지 구체적인 사례에 대한 객관적인 판단 기준을 얻기 어렵다는 문제점이 있다. 이러한 문제점은 정의된 개념을 불명확한 것으로 인식시키게 하는 주요 요인이 될 수 있으며, 이는 메타 인지 개념에 대해서도 예외는 아니다. 메타 인지 개념의 불명확성 문제를 해결하기 위해, 메타 인지 개념에 대한 정의가 이미 존재하는 데도 불구하고 메타 인지적인 것과 아닌 것을 구분하려는 시도를 꾸준히 하여 왔으며, 그와 같은 노력이 구체화된 것이 '인지와 메타 인지 대비 파라다임'이다.

인지와 메타 인지 대비 파라다임이란, 인지를 메타 인지와 대비되는 개념으로 간주하고 '인지는 이러한 반면 메타 인지는 저러하다'는 식으로 메타 인지 개념을 규명하려는 연구 방식을 지칭하는 것이다. 사실 이 방식은 메타 인지 개념을 규명하기 위한 가장 보편화된 방식으로, 그 원류는 Flavell(1977)에서 찾을 수 있다. 그러나 이 방식 역시 그 추상적인 표현으로 인해 기존에 제시되어 있는 메타 인지 개념의 정의 방식으로 다양한 해석이 가능할 뿐만 아니라 메타 인지 개념의 특정 측면만이 부각됨으로써 메타 인지 개념에 대한 전체적인 시각을 얻는 데는 그다지 도움이 되지 못한다. 그러나 개념의 규정 방식이 어떠하던 간에 그 대상이 추상적인 개념인 경우에는 해석의 자의성이나 다양성은 불가피한 현상이고 보면, 이와 같은 방식을 잘 세련시켜 나가는 것도 메타 인지 개념의 불명확성 문제를 해결하는 한 가지 방법이 될 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 염두에 두고 기존에 개별적으로 제시되어 있는 인지와 메타 인지 기준점을 종합하여, 거기서 메타 인지 개념의 명확화에 도움이 될 만한 특성을 추출하고자 한다.

결론적으로 기존의 인지와 메타 인지 대비 파라다임이 메타 인지 개념을 철저하게 규명하는 데는 성공하지 못했다고 하더라도 그것이 메타 인지 개념의 규명에 기여한 바를 무시할 수는 없을 것이다. 문제는 메타 인지라는 복잡하고 다면적인 개념을 이해하기 위해 전적으로 이 방법에만 의존해서는 안 된다는 것이며, 보다 체계적이고 다각적인 분석 방법이 개발되어야 한다는 것이다.

B. 메타 인지와 수학 교육

전형적인 수학 교수와 교실 학습 그리고 숙제는 개념과 절차에 관한 지식을 늘리도록 고안되었으나, 학생의 메타 인지적 지식을 발전시키는 데는 직접적인 관심을 보이지 않는다. 비록 많은 학생들은 이러한 인식을 발전시키고 자기 스스로 조절을 하며 대부분의 교사가 약간의 조절(예를 들어 학생들에게 검토하도록 권장)을 가르치는 것이 사실이나, 수학 교수는 수학적 내용에 지나치게 초점이 맞춰지고 수학적 행동에는 충분하지 못하다. 수학 교사가 자신의 학생을 단순히 수학적 사실과 절차를 아는 사람이 아니라, 수학의 능동적 학습자가 되게 하려면, 교사는 학생들이 메타 인지를 발전시키는데 도움이 되는 교수를 설계해야 한다.

그러므로, 여기에서는 주로 메타 인지를 발전시키기 위한 교수법에 관해 논한다. 1절에서는 우선 학생들이 메타 인지를 발전시키도록 도울 때 교사가 해야 할 일을 간단히 논하고, 2절에서는 메타 인지에 집중되는 교수 기법의 몇 가지 예를 보여주며, 3절에서는 메타 인지를 병합한 전략 교수 모델에 관해 논한다.

1. 메타 인지를 발전시키기 위해 교사가 해야 할 일

학생들이 메타 인지 지식을 발전시키도록 도우려면 많은 일을 해야 한다.

첫째, 교사는 학생들이 자신의 수학적 지식과 행동을 곰곰이 생각하고 분석하며 보고하도록 요구하는 질문을 하고 숙제를 내야 한다. 교사는 반응자의 구실을 하여 학생에게 건설적인 피드백을 주어야 한다. 다음의 것이 이러한 질문들의 예이다.

문제 풀이를 연습할 때 네가 하는 모든 것을 생각해 보아라. 왜 너는 이러한 일들을 하는가?
네가 종종 범하는 실수는 어떤 것인가? 왜 이런 실수를 범한다고 생각하는가? 너는 이러한 실수를 범하지 않기 위해 무엇을 할 수 있는가?
왜 천천히 하는 것이 중요할지도 모름을 말해 보라. 이것은 항상 중요한가?
너는 낯선 문제를 대했을 때 무엇을 하는가? 왜 그러는가?
너는 문제가 잘 안 풀릴 때 네가 할 수 있는 몇 가지 일을 나열해 보라. 이러한 일들이 항상 도움이 되는가?
네가 하고 있는 것을 추적할 수 있는 몇 가지 일을 나열해 보라.
너의 작업을 체크하는 것이 유용한 때를 말하라. 왜 그럴까? 단지 그 순간뿐일까?
너는 수학 문제를 풀 때 해야 할 어떤 종류의 일을 잊어버리는가?
너는 어떤 종류의 문제를 가장 잘 푸는가? 왜?
너는 어떤 종류의 문제를 가장 못 푸는가? 왜? 이런 문제를 더 잘 풀기 위해서 너는 무엇을 할 수 있는가? (Graofalo, 1987)

둘째, 교사는 수행과 관계있는 수학, 과제의 여러 측면을 지적하도록 노력해야 한다. 예를 들어, 교사는 다음을 지적해야 한다.

모든 수학 문제가 단지 사칙 연산만으로 풀리는 것은 아니다.
어떤 문제를 푸는 방법은 하나 이상이다.
어떤 문제는 매우 빨리 풀리나 어떤 것들은 시간이 많이 걸린다.
때로는 너는 문제 속에 주어진 숫자를 모두 사용할 필요가 없다.
반드시 교사가 풀던 방식으로 문제를 풀 필요는 없다.

셋째, 교사는 가르치면서 조절 결정과 행동을 보여줌으로서 학생이 자신의 행동을 조절하는 법을 배우도록 도와야 한다. 교사는 수업 중 학생들에게 대개 다듬어 낸 풀이를 보여주므로 교사가 풀이 과정을 계획, 조사, 평가하는데 사용한 전략적 결정과 행동은 감춰지게 된다. 교사는 수학적 수행의 이러한 면을 가능한 한 분명히 하여, 학생이 수학적 수행의 이런 면을 언제 어떻게 생기는 지를 이해하고 풀이 과정에서 이들의 역할과 가치를 이해하도록 노력해야 한다.

2. 메타 인지에 집중되는 교수 기법의 예

이 단락에선 메타 인지에 집중되는 네 가지 교수법과 이들의 원리를 살펴본다.

(1) 비디오테이프 사용하기

학생들에게 다른 학생들이 문제를 푸는 과정을 담은 비디오를 보여주는 것으로, 예를 들어 비디오 속의 학생은 문제를 풀 때 문제를 읽고 해야 할 것을 결정한 후 다른 가능성을 배제한 채 결정한 것에 매달렸으나 문제 해결에는 실패했다고 하자. 분명 문제를 해결할 만한 수학적 지식을 알고 있었음에도 불구하고 한번 시도한 방법을 무작정 따랐으므로 문제 풀이에 실패했을 때, 이를 지켜보던 학생들의 반응은 다음과 같다 : "저렇게 바보스럽다니…. 모든 시간을 허비하고 있잖아. 저건 문제 풀이에 전혀 도움이 안 될 텐데…." 다른 한편에서 비디오 속의 학생들과 공감하면서 "나도 저럴 것 같아"라고 한다. 바로 이것이 요점이다. 다른 사람의 행동을 분석하고 이것이 자신에게 적용됨을 보는 것이 훨씬 쉽고 학생들은 또한 메타 인지의 문제를 알게 된다 (Schoenfeld, 1987).

(2) 메타 인지 행동을 위한 역할 모델로서의 교사

일반적으로 수업 중 교사는 칠판에 문제의 답을 쓸 때 간결하고 깨끗한 표현으로 생각의 결과를 보여준다. 그러나 어려운 문제를 풀기 위해서는 꽤 오랫동안 이리저리 궁리해 보기도 하고, 그러던 중 한 생각이 문제를 올바르게 이해시킬 것이고 그러면 답이 완성되는 것이다. 그런데 세련된 표현은 종종 답을 산출하는 과정을 가리게 된다. 결과적으로 실제적인 문제 해결에 관한 의견 교환 - 즉 잘못된 출발, 이로부터의 회복, 흥이 있는 통찰, 이를 이용한 방법 등 -을 학생들에겐 숨긴 것이다 그러나 이는 드러내야 할 과정이다.

이러한 과정을 드러내는 한 방법은 문제 해결 '과정'을 형상화하는 것이다. 교사는 문제를 이해했다고 확신하는 예를 보여주기도 하고 문제 해결에 실마리가 될 것을 찾으면서 몇 개의 시험적인 탐험을 하기도 한다. 몇 개의 합리적인 해결 방안을 만든 후 그 중 하나를 선택해 당분간은 그것을 따른다. 몇 분 후, '문제 해결을 향해 한 걸음 나아간 걸까?'를 생각한 후 적절히 행동한다. 교사는 첫 번째 따랐던 방법으로 답을 구할 수도 있고 아니면 뒤로 물러나서 문제 해결을 위한 다른 방법을 찾을 수도 있다. 이 과정은 교사가 문제를 해결할 때까지 계속되고, 문제가 해결되었을 때에는 검토를 하고 전체적인 풀이 과정을 다시 본다.

첫 번째 예와 함께 두 번째 예는 인위적이므로 드물게 사용될 수밖에 없다. 그러므로 이들의 근본적인 역할은 학생들의 관심을 메타 인지 행동에 촛점 맞추게 하는 것이다.

(3) '조정자'로서의 교사와 함께 학급 전체적으로 문제에 관해 토의하기

학급이 전체적으로 문제를 풀 때 교사는 학생들의 제안을 받아 적고 조절하는 역할을 맡을 뿐 자신의 수학적 지식에 기초해서 적절한 풀이로 학생들을 이끌지 않는다. 교사의 할 일은 학생들이 산출할 수 있는 것 중 가장 좋은 것을 만들고 이를 어떻게 만드는 지에 관해 곰곰이 생각할 수 있도록 도와주는 것이다.

(4) 소그룹 문제 풀이

이는 문제를 풀기 위해 학생들을 3·4 명의 그룹으로 묶어 나누어 학생들이 문제를 풀고 있을 때 교사는 질문에 대답을 하거나 조언을 해주면서 그룹 사이를 돌아다니는 것이다. 여기서 교사의 역할을 어떻게 정의하느냐가 문제의 핵심인데, 보통 수업 시간에 교사는 자신을 정보 제공자라고 생각하는 경향이 있다. : "지금까지 알려진 것과 이를 사용하는 방법은 이러하다." 물론 이러한 정보를 전달하는 것도 문제 풀이 수업의 요소이다. 그러나, 교사가 할 대부분의 일은 학생이 이미 알고 있던 지식을 효과적으로 이용하도록 도와줌으로써 훌륭한 문제 해결자가 되도록 도와주는 것이다. 이런 의미에서 교사가 하는 일은 코치가 하는 일과 비슷하다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

A. 연구 대상

본 연구는 서울시에 소재하고 있는 B초등학교 5학년 5개 반(170명) 중 사전 검사를 실시하여 동일 집단으로 간주되는 2개반을 선정하여 연구대상으로 하였다.

이 학교는 아파트 밀집 지역에 있으며 학력 수준과 가정의 사회·경제적 수준은 중위에 속한다. 선정된 2개 반 중 한 반은 실험 집단으로 하고 다른 한 반은 비교 집단으로 무선 할당하였다. 분석 대상은 실험 집단 30명, 비교 집단 30명이었다.

B. 연구 설계

본 연구에서는 실험 연구를 수행하였다.

'연구 문제 1 - 2'를 해결하기 위하여 실험 연구가 수행되었다.

본 연구에서 실험 연구의 목적은 메타 인지적 사고를 유발하는 학습이 전통 학습 보다 문제 해결력에 차이가 있는가를 보이기 위한 것이다.

실험 연구의 실험 설계는 동질 집단에 적용되었으며, 그 모형은 표와 같다.

<표III-1> 실험 설계

집 단	사전 검사	실험 처치	사후 검사
실험 집단	수학 능력 검사	메타 인지적 사고를 유발하는 학습	지필검사
비교 집단	수학 능력 검사	전통 학습	지필검사

C. 검사 도구

본 연구에 사용된 검사는 사전 검사로서 수학 능력 검사, 사후 검사로서는 지필 검사1, 지필 검사 2가 실시되었다.

1. 수학 능력 검사

수학 능력 검사는 사전 검사로서, 실험 처치 이전에 두 집단이 수학 능력에 있어서 동일한 집단인지를 알아보기 위한 것으로 실험학교의 5개 반에서 동시에 실시되었다.

수학 능력 검사에 사용한 문항은 5학년 2학기 1, 2 단원 중 정형화된 문제 10 문항과 비정형 문제 8문항으로 구성되었다. 모든 문항들은 교과서와 익힘책 수준으로 작성하였고, 정형화된 문제의 신뢰도는 Alpha = 0.8220이었으며, 비정형 문제에 대한 신뢰도는 Alpha = 0.8401로 나타났다.

2. 지필검사

지필 검사는 사후 검사로서, 실험 처치 이후에 실험 집단과 비교 집단이 문제 해결력에서 어떠한 차이를 보이는가를 분석하기 위한 것이다. 이 검사는 학교에서 실시하고 있는 단원평가의 형태로 정형화된 문제들과 비정형문제들을 구분하여 하는 검사이다. 검사문항은 실험처치에서 학습된 내용들 중에서 교과서와익힘책을 중심으로 제시되었고, Alpha =0.8530 이었다.

IV. 연구의 결과

1. 연구문제 1의 결과

연구문제 1의 결과를 알아보기 위해 실험 전 사전검사와 실험 후 두 집단의 문제해결력을 분석한 결과는 다음과 같다.

집단통계량

<표 1> 사전검사(정형)

	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
비교반	30	6.87	2.01	.37
실험반	30	7.00	2.48	.45

독립표본 검정

<표 2>사전검사(정형)

	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균	차이의 95% 신뢰구간	
					하한	상한
비교반	18.687	29	.218	6.87	6.12	7.62
실험반	15.476	29	.218	7.00	6.07	7.93

먼저 두 집단 간의 사전 문제해결력 차이에 대한 유의성 검증을 위해 2학기 1,2단원에 대하여 정형과 비정형 문제를 평가하였는데 <표 1>에서 두 집단간의 평균차가 0.13이고 <표 2>에서 보면 유의수준 .05에서 검정할 때, p=.218으로써 p> 0.05이므로 실험반과 비교반의 문제해결력에 차이가 없음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에 선정 된 두 집단은 문제해결력에 있어서 동일 집단이라고 할 수 있다.

독립표본 검정

<표 3> 사후검사(정형)

	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균	차이의 95% 신뢰구간	
					하한	상한
실험반	12.554	29	.127	5.00	4.19	5.81
비교반	12.402	29	.127	4.23	3.54	4.93

두 집단간의 실험 후의 사후검사에서 정형화된 문제해결력에 관하여 어떠한 차이가 있는지 분석하여 보았다.

집단통계량

<표 4> 사후검사(정형)

	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
실험반	30	5.00	2.18	.40
비교반	30	4.23	1.87	.34

실험집단과 비교집단에 대한 문제해결력은 사전검사에서는 두 집단의 차이가 없었으나 사후검사에서는 <표 4>에서 보는 것과 같이 실험반이 비교반보다 평균이 0.77점 높게 나타났다.

두 그룹의 분산이 같다고 가정하는 경우, 유의확률이.127로서 $p>.05$이므로 <메타 인지적 사고를 유발하는 학습>을 적용한 실험반이 <전통학습>을 한 비교반보다 정형화된 문제들을 해결하는 데 있어서 문제해결력 향상에 대해서 유의미한 결과가 있다고 볼 수 없다.

연구문제 2의 결과

<메타 인지적 사고를 유발하는 학습>과 <전통학습>은 비정형화된 문제를 해결하는데 있어서 어떠한 차이가 있는지를 분석한 결과는 다음과 같다.

집단통계량

<표 5> 사전검사(비정형)

	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
비교반	29	3.55	2.69	.50
실험반	30	3.70	2.77	.51

집단통계량

<표 6> 사후검사(비정형)

	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
실험반	30	4.67	2.58	.47
비교반	30	2.53	2.10	.38

독립표본 검정

<표 7> 사후검사(비정형)

	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 95% 신뢰구간	
					하한	상한
실험반	9.917	29	.000	4.67	3.70	5.63
비교반	6.618	29	.000	2.53	1.75	3.32

실험집단과 비교집단에서 비정형 문제에 대한 문제해결력은 사전검사에서는 두 집단간의 차이가 없었으나 사후검사에서는 <표 6>에서 보는 것과 같이 실험반이 비교반보다 평균이 2.14 점 높게 나타났다. <표 7>에서 두 그룹의 분산이 같다고 가정하는 경우, 유의확률이

.000으로서 $p < .05$이므로 실험반이 비교반보다 문제해결력 향상에 대해서 유의미한 결과가 있다고 볼 수 있다.

Ⅴ. 결론 및 제언

1. 결론

'소수 학습에서 메타 인지적 사고가 문제 해결력에 미치는 영향'을 알아보기 위하여 시행한 본 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, <메타 인지적 사고를 유발하는 학습>이 <전통학습>보다 소수학습에서 정형화된 문제들에 관하여 문제해결력을 향상시켰다고 볼수 없다.

둘째, <메타 인지적 사고를 유발하는 학습>이 <전통학습>보다 소수학습에서 비정형화된 문제들에 관하여 문제해결력을 향상시켰다.

끝으로 , 특히 <메탄 인지적 사고를 유발하는 학습>이 <전통학습>보다 소수학습에서 정형화된 문제들보다, 비정형문제들을 해결하는데에 상당히 많은 도움을 주었다고 할 수 있겠다.

2. 제언

비정형문제들은 많은 학생들이 어려움을 호소하는 상황임을 감안한다면 보다 도움이 될 수 있는 학습방법에 대하여 생각해 보아야 할 것이다. 본 연구에서 살펴본 바로는 수업시간에 메타인지를 유발하는 수업을 지속적으로 유지한다면 학생들의 문제해결력에 상당히 도움이 될 것이라 생각한다. 또한 다른 영역에도 확장시키고 표본의 크기도 크게하여 연구해 보기를 제안 한다.

참 고 문 헌

김옥기 (1988). 초인지, 인지전략과 수행 간의 관계:초인지 전력활용 훈련과 초인지 자기조정 훈련과의 비교. 박사학위논문, 중앙대학교.

이달석 (1989). 메타인지와 학업성취도와의 관계 분석, 박사학위논문, 충남대학교.

Day, J, D., & Borkowski, J. G. (Eds.). (1987). *Intelligence and exceptionality*: New directions for theory, assessment, and instructional practices. Norwood: Ablex Publishing Corporation, **12**,141-142, 224, 235, 237

Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1976). Metmemory. In R. V. Kail & J. W. Hagen(Eds.), *Perspective on the Development of Metmemory and Cognition.* Hillsdale, N. J.:Erlbaum.

Flavell, J. H. (1977). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist,* 34/10, special issue, pp.906-911.

Garofalo, J. (1987). *"Metacognition, and school Mathematics" in Arithmetic Teacher*, May, pp.22-23.

Pintrich, P, R., & De Groot, E. V. (1990) Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Educational Phychology*, **82(1)**, pp.33-40

Schonfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Schoenfeld(Ed), *Cognitive Science of Mathematics Education,* L.E.A., pp.189-215.

Weinert, F. E. (1987). Introduction and overview : metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe(Eds.). *Metacognition, Motivation and Understanding.* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, pp.1-16.

<부록> 1

사전검사(수학 능력검사)

5학년 수학 능력 검사
5학년 ( )반 ( )번 이름 ( )

◉ **다음 물음에 맞는 답이나 번호를 ( ) 안에 쓰시오.**

※ □ 안에 알맞은 수를 써 넣으시오.(1~2)

1. $0.794 \times \square = 7940$

2. $33.4 \times 0.001 = \square$

3. 다음 계산을 하시오.

(1) $\begin{array}{r} 0.7 \\ \times \quad 8 \\ \hline \square \end{array}$ (2) $\begin{array}{r} 26 \\ \times \ 0.06 \\ \hline \square \end{array}$

4. 470 × 0.35와 곱이 같은 것을 두 개 고르시오. ---------------- (,)

① 47 × 0.35 ② 4.7 × 35
③ 4.7 × 0.35 ④ 47 × 3.5
⑤ 0.47 × 35

5. 다음 중 곱이 가장 큰 것을 고르시오.
-------------------------- ( )

① 279 × 0.7 ② 279 × 0.07
③ 279 × 0.007 ④ 27.9 × 0.7
⑤ 27.9 × 0.7

6. 3.07 × 0.74 × 75의 곱은 소수점 아래 몇 자리의 수입니까? --------------- ( )

① 두 자리 수 ② 세 자리 수
③ 네 자리 수 ④ 여섯 자리 수
⑤ 일곱 자리 수

7. 곱이 큰 순서대로 기호를 쓰시오.

㉠ 0.07 × 0.4	㉡ 1.05 × 37
㉢ 32.4 × 0.06	㉣ 7.3 × 4.5

(→ → →)

※ ○ 안에 〉, =, 〈를 바르게 써 넣으시오.
(8~9)

8. $2\frac{2}{3} \div 6 \bigcirc \frac{5}{9}$

9. $5\frac{3}{5} \div 7 \bigcirc \frac{4}{5}$

10. 다음 계산을 하시오.

$2\frac{3}{5} \div 4 \times 5 = \square$

11. 1 ㎞를 달리는 데 휘발유가 0.07 L 드는 자동차가 있습니다. 이 자동차로 한 시간에 60 ㎞의 빠르기로 2시간 30분 동안 달렸습니다. 사용된 휘발유는 몇 L입니까?

(L)

12. 경연이네 집에서는 1주일 동안에 $2\frac{3}{4}$ kg의 밀가루를 사용하였습니다. 경연이네가 12일 동안 사용하려면 몇 kg의 밀가루가 필요합니까?

식 ________________ 답 ________kg

13. 10분에 $17\frac{1}{2}$ ㎞를 달리는 자동차가 있습니다. 같은 빠르기로 16분 동안 달린다면, 몇 ㎞를 달릴 수 있겠습니까?

식 ________________ 답 ________㎞

14. 철사 $\frac{3}{5}$ m를 네 사람이 똑같이 나누어, 각자 정삼각형을 한 개씩 만들 수 있습니다. 이 정삼각형의 한 변의 길이를 구하시오.

식 ________________ 답 ________m

15. 농촌에 살고 계시는 강민이네 삼촌께서 추수한 쌀을 보내 주셨습니다. 한 가마니에 80kg씩인 쌀을 네 가마니 반 보내셨는데, 다섯 집이 똑같이 나누어 먹기로 하였습니다. 한 집에 몇 kg씩 나누어 가지게 됩니까?

식 ________________ 답 ______kg

16. 어느 식당에서 식용유 $4\frac{4}{5}$L를 똑같이 4 병으로 나눈 다음, 그 중에서 2 병을 2주일 동안 사용하려고 합니다. 매일 같은 양을 사용한다면, 하루에 몇 L씩 사용해야 합니까?

식 ________________ 답 ______L

17. 한 변의 길이가 각각 0.4 cm와 1.6 cm인 정사각형이 있습니다. 두 정사각형의 넓이의 차를 구하시오.

식 ____________________________

답 ________㎠

18. 진수 아버지의 몸무게는 68kg이고 진수의 몸무게는 아버지의 0.7배입니다. 어머니의 몸무게가 54.2kg이라면, 어머니와 진수의 몸무게의 합은 모두 얼마입니까?

식 ____________________________

답 ________kg

☞ **수고하셨습니다. 천천히 검토해보세요.**

정 답

1. 10000
2. 0.0334
3. (1) 5.6 (2) 1.56
4. ②, ④
5. ①
6. ③
7. ㉡ → ㉣ → ㉢ → ㉠
8. <
9. =
10.
11. 식 $(60 \times 2.5) \times 0.07$ 답 10.5
12. 식 $2\frac{3}{4} \div 7 \times 12$ 답 $4\frac{5}{7}$
13. 식 $17\frac{1}{2} \div 10 \times 16$ 답 28
14. 식 $\frac{3}{5} \div 4 \div 3$ 답 $\frac{1}{20}$
15. 식 $(80 \times 4 + 40) \div 5$ 답 72
16. 식 $(4\frac{4}{5} \div 4) \times 2 \div 14$ 답 $\frac{6}{35}$
17. 식 $(1.6 \times 1.6) - (0.4 \times 0.4)$
    답 2.4
18. 식 $(68 \times 0.7) + 54.2$
    답 101.8

<부록> 2

사전검사(지필검사)

5학년 지필 검사
5학년 (　)반 (　)번 이름 (　　　)

◉ **다음 물음에 맞는 답이나 번호를 (　) 안에 쓰시오.**

1. □ 안에 알맞은 수를 써 넣으시오.

$3.57 \div 7 = \frac{\square}{100} \div 7 = \frac{\square}{100} = \square$

2. 8750 ÷ 70= 125를 이용하여 □ 안에 알맞은 수를 써 넣으시오.

$0.875 \div 70 = \square$

※ 나눗셈을 하시오. (3~4)

3.
$16\overline{)48.8}$

4.
$54\overline{)380.7}$

5. 몫의 소수 첫째 자리 숫자가 0인 나눗셈을 찾아보시오. --------------- (　)

① 1.68 ÷ 8　② 32.1 ÷ 3
③ 12.6 ÷ 9　④ 5.45 ÷ 5
⑤ 15.3 ÷ 6

6. 나눗셈의 몫이 가장 큰 것은 어느 것입니까? ---------------------- (　)

① 33.6 ÷ 15　② 3.36 ÷ 15
③ 33.6 ÷ 150　④ 336 ÷ 150
⑤ 336 ÷ 15

7. 분수나 소수 중 $\frac{3}{5}$에 가장 가까운 수는 어느 것입니까? --------------- (　)

① 0.59　② $\frac{7}{11}$　③ $\frac{4}{7}$
④ 0.63　⑤ $\frac{8}{13}$　⑥ $\frac{5}{9}$

8. 몫이 큰 순서부터 차례대로 쓰시오.

㉠ 14.6 ÷ 7	㉡ 27.2 ÷ 13
㉢ 58 ÷ 29	㉣ 88 ÷ 42

(　→　→　→　)

9. 무게가 같은 사과 15개가 들어 있는 바구니가 있습니다. 사과가 든 바구니의 무게는 4.25kg이고, 바구니 안의 무게가 0.3kg이라면 사과 한 개의 무게는 몇 kg입니까?

식 ________________ 답 _______kg

10. 어떤 수에 45를 곱하면 137.25가 된다고 합니다. 어떤 수를 25로 나누면 얼마가 되겠습니까?

식 ________________ 답 _______

11. 철사를 이용하여 한 변의 길이가 0.18m인 정오각형을 만들었습니다. 이 철사를 다시 펴서 정삼각형을 만든다면, 이 정삼각형의 한 변의 길이는 몇 m가 되겠습니까?

식 ________________ 답 ________m

12. 어떤 수를 7로 나누었더니 몫이 8.03이 되었습니다. 이 수를 9로 나누었을 때의 몫을 반올림하여 소수 둘째 자리까지 구하시오.

식 ________________ 답 _______

13. 10 ÷ 7은 나누어떨어지지 않습니다. 이 계산을 소수 둘째 자리에서 나누어떨어지게 하려면, 나누어지는 수에 얼마를 더해야 하는지 가장 작은 수를 구하시오.

식 ________________ 답 _______

14. 53.46 ÷ 14의 몫을 반올림하여 소수 첫째 자리까지 구했을 때와 소수 둘째 자리까지 구했을 때의 차를 구하시오.

답 _____________

15. 어떤 수에 45를 곱하면 742.5가 된다고 합니다. 어떤 수를 15로 나누면 얼마가 되겠습니까?

식 ________________ 답 _______

16. 똑같은 음료수 13병을 담은 상자의 무게가 4.4kg이었습니다. 상자의 무게가 0.1kg일 때, 음료수 한 병의 무게는 얼마인지 반올림하여 소수 첫째 자리까지 나타내시오.

식 ________________ 답 _______kg

정 답

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9. 식 답
10. 식 답
11. 식 답
12. 식 답
13. 식 답
14. 답
15. 식 답
16. 식 답