韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 8집, 1999. 1. 107-119.

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 8, Jan. 1999. 107-119.

문제중심 수업과 설명식 수업의 효과 분석

백 선 수 (성명초등학교)
김 원 경 (한국교원대학교)

본 연구의 목적은 문제중심 수업과 설명식 수업이 학생들의 학업 성취에 미치는 효과를 분석하는 것이다. 본 연구를 통하여 얻은 결과는 첫째, 문제중심 수업과 설명식 수업은 계산 문제의 학업 성취도에 있어서 유의미한 차이가 없었으며, 둘째, 문제중심 수업과 설명식 수업은 적용 문제의 학업 성취도에 있어서 유의미한 차이가 있었다. 본 연구의 결과를 통하여, 문제중심 수업은 계산력을 향상시킬 수는 없었지만, 교사에 의한 통상적인 지도 없이도 계산력은 유지될 수 있음을 보여주었다. 또한, 문제중심 수업은 설명식 수업보다 문제 해결력을 향상시킬 수 있는 교수법임을 시사한다.

Ⅰ. 서 론

교육의 형태는 그 시대의 사회적 요구를 반영해 왔다. 예를 들어 고대 농경 사회에서는 가족 구성원의 생존을 위해 부모의 직업을 중심으로 한 도제 교육이 이루어졌으며, 산업화 사회에서는 대량 생산을 위한 단편적인 지식이나 기술의 암기와 숙달이 요구되는 획일적인 교육이 이루어졌다.

그러나, 21세기가 문 앞에 다가선 현재에는 새로운 사회적 패러다임이 형성되고 있다. 즉, '정보화'가 그것이다. 정보화 사회에서는 예전처럼 지식의 암기와 축적이라는 형태로는 더 이상 능동적이고 자기 주도적인 인재를 양성할 수 없다. 급격하게 변화해 가는 미래 사회에 유연하게 대처하기 위해서는 많은 정보 중에서 자신에게 필요한 정보를 취사선택할 수 있고 그것을 자신의 필요에 맞도록 활용할 수 있는 능력, 한마디로 '문제해결 능력'이 필요하다.

정보화 시대에 요구되고 있는 문제해결 능력은 이미 수학 교육에서 1970년대 이래로 많은 관심을 불러일으킨 연구 영역이었다. 그 노력의 일환으로, NCTM은 문제 해결이 1980년대의 학교 수학의 초점이 되어야 하며, 수학과 교육과정은 문제 해결을 중심으로 조직되어야 한다고 권고하고 있다. 우리 나라에서도 1980년대 제 4차 교육과정에서 문제 해결을 교육과정과 교과서에 반영하여 지도하도록 함으로써 문제 해결이 수학 교육의 중심과제로 떠올랐으며, 지금까지 계속해서 강조되고 있다.

하지만, 이러한 문제해결의 수업은 교사가 학생들에게 문제해결 전략(Polya [1973]의 문

제해결 4단계 등)들을 주입하는 것으로 잘못 인식되어, 학생들이 그러한 전략들을 암기해야 하는 또 다른 병폐를 낳고 있다. Schoenfeld에 의하면, 그러한 수업은 학생들에게 아무런 효과를 미칠 수 없으며, 그것보다는 비록 학생들이 문제를 잘 풀 수 없을 지라도 하나의 문제를 가지고 고민할 수 있는 기회를 준다면, 그것이 훨씬 강력한 수업이 될 수 있다고 지적한다(Richards, 1991).

지금까지의 학교 수학에서의 문제 해결은 비정형 문제나 실생활 문제, 혹은 아동들의 능력으로 해결하기에는 매우 어려운 문제에 초점을 맞추어, 수학 교과 전반에 걸쳐 문제해결을 교수 방법으로서 채택하기에는 어려운 것으로 인식되어 왔다. 또한 교과서의 구성면에 있어서도 '여러 가지 문제' 단원을 삽입함으로써, 문제해결을 강조한 것처럼 보이나, 일선 교사들에게 있어서는, 그 단원만이 문제해결을 위한 단원인 것처럼 인식되어 왔다. 따라서, 다른 단원에서는 계산 절차들을 학생들에게 주입하는 것이 당연한 것처럼 인식되어왔다.

그러나 Hierbert 등(1996)은 교육과정과 교수에서의 개혁이 학생들에게 대상을 문제화(problematize)하도록 허용하는 것에 기초해야 한다고 주장한다. 이때 대상이 문제화되도록 허용한다는 의미는 학생들이 우선, 왜 그러한가에 대해 궁금해하고, 조사하며, 해를 찾고, 모순을 해결하도록 허용하는 것이다. 그래서 교육과정과 교수법 모두가 문제들과 딜레마, 그리고 학생들의 물음으로부터 시작되어야 한다는 것을 의미한다. 여기서 "문제적인(problematic)"이라는 것은 학생들이 혼돈되어야 하고 문제가 지나치게 어렵다는 것을 의미하지는 않는다. 그것보다는 학생들이 자신들이 배우는 것을 문제화하고, 문제들을 명확히 인식하도록 허용되고 자극되어야 한다는 의미에서 "문제적인"이라는 말을 쓴다. 그들은 그러한 이론적 배경으로 듀이의 '반성적 사고(reflective thinking)'를 들고 있다. 문제중심 수업은 구성주의 학습이론에서도 접근이 가능하다. "구성주의적 입장에서 보면, 학습은 단순한 자극-반응 현상이 아니다. 즉, 학습을 위해서는 자기 조절과, 반성과 추상화를 통한 개념적 구조의 수립이 필요하다. 문제해결은 기계적으로 학습한 정답의 재생에 의해 수행되지 않는다. 문제를 인지적으로 해결하기 위해서는 먼저 나 자신의 문제로 간주해야 한다. 즉 목표를 향한 나의 진로에 있어 하나의 장애로 보아야 한다."(von Glasersfeld, 1995a, p.14) 지식과 기능은 교사에 의해서 전달될 수 있는 것이 아니라 학습자 개개인이 능동적으로 구성하는 것이다. 따라서, 학습의 과정은 교사가 일방적으로 사실들을 주입하기보다는 아동이 우선 문제를 인식해야 한다. 이러한 문제 인식이 선행되기 위해서는 교수 방법이 문제중심일 수밖에 없다.

실제로 Wheatly(1991)는 구성주의 학습이론을 배경으로 하는 문제중심 학습을 고안하였고, Cobb 등(1991)에 의하면 문제중심 수학 프로젝트에 참여한 학생들과 참여하지 않은 학생들의 계산 수행 수준은 비슷했지만, 프로젝트에 참여한 학생들이 수학에

있어서 보다 높은 수준의 개념적인 이해를 보였다고 보고하였다. 그러나 듀이의 반성적 사고에 의한 문제중심 수업에 대한 효과측정은 아직 보고되지 않고 있다.

본 연구자는 문제중심 수업을 듀이의 반성적 사고와 구성주의에 기초하여 고찰하며, 그러한 수업을 했을 때의 효과를 단순한 계산 문제와 적용 문제를 투입하여 효과를 검증하고자 한다.

Ⅱ. 문제중심 수업

문제중심 수업이란 교사가 설명보다는 문제를 제시하고, 학습자들이 그 문제를 인식하여 그것을 스스로 혹은 동료와의 토의를 통하여 합의해 나감으로써 해결해가도록 설계된 수업을 의미한다. 그러한 문제중심 수업을 위한 전제 조건과 일반적인 원칙, 그리고 전개과정을 Dewey의 반성적 사고와 구성주의에 기초하여 살펴보면 다음과 같다.

1. 문제중심 수업의 전제 조건

문제중심 수업을 실시하는데 있어서 먼저 전제되어야 할 것은, 철저히 구성주의적인 인식론에 기초해야 한다는 것이다. 즉, 학생들은 수동적으로 지식을 수용하는 것이 아니라 스스로 대상에 의미를 부여하면서 능동적으로 구성하고, 외재적인 절대적 진리를 추구하는 것이 아니라 동료와 합의함으로써 생존 가능한 진리를 추구한다는 것이다.

Coob과 Yackel(출판중)에 의하면, 전문가로서의 교사는 교실에서 학생 개개인과 집단 활동을 계속해서 평가함으로써, 자신들의 수업 계획을 조정할 것이기 때문에 하나의 수업 전략을 완전히 모방하는 것은 가능하지도 않으며, 바람직하지도 않다고 본다. 따라서, 문제중심수업을 실시하려면, 우선 앞에서 언급한 구성주의의 밑바탕이 되는 학습자의 능동적 구성의 원리, 지식에 대한 적응성과 합의성의 원리를 단순히 수용하지 말고, 교사 스스로가 철저히 재구성하여 내면화해야 한다. 그러한 터전 위에, 여러 가지 문제중심수업 모델들을 고찰하고 비판하여 적용해야 할 것이다.

2. 문제중심 수업을 위한 일반적인 원칙

Becker(1998)는 수학 교수법에서 너무나 지배적이었고 현재도 여전한, 일단의 개념과 기능의 숙달 혹은 "이미 만들어진(ready-made)" 수학의 학습을 초월할 필요가 있다고 지적한다. 그러면서 그는 Freudenthal이 언급한 수학의 두 가지 의미[1] 가운데,

---

1) Freudenthal에 의하면 수학은 수학적인 활동을 통해 생성된 지식 체계로서의 "수학"과 "수학을 행하는" 활동으로서의 "수학"이라는 두 가지 의미가 있다. 비록 수학자들은 양자를 모두 이해하지만, 학교 수학은 전자라기보다 "활동" 혹은 "손으로 만든(hand-made)" 수학으로서, 후자의 수학으로 이해되어야 한다는 입장을 취하고 있다. 즉, "학습자들은 수학이라기 보다는 수학화(mathematizing)를; 추상적인 개념보다는 추상화를; 공식보다는 공식화를; 알고리즘보다는 알고리즘화를; 언어보다는 언어화를 재발명해야 한다."(Becker, 1998, p.263)

학교 수학이 "수학을 행하는(doing mathematics)" 활동으로서의 "수학"이라는 관점을 채택하게 되면, 교사는 "지식의 분배자"에서 학습의 촉진자 혹은 지휘자로 역할이 변한다고 한다. 또한, 교사의 과제는 학생들에게 좋은 수학적인 문제를 도입함으로써, 그리고 의사소통과 협동을 격려하고 촉진하는 학급 문화를 유지함으로써 학생들이 도전하도록 만드는 것이 된다. 그는 이러한 관점에 따른 교수법을 위한 일반적인 원칙을 4가지로 들고 있는데 그것을 요약하면 다음과 같다.

1) 능동적인 학습(Learning actively): 학생들은 스스로 능동적이고 자신들의 학습에 대하여 책임을 지도록 자극되어야 한다.

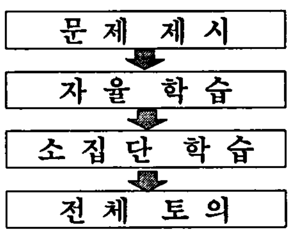
2) 개별적인 학습(Learning individually): 수학 수업은 학생의 비형식적 지식과 그들만의 사고 방식과 문제해결 방식에 기초해야 한다. 이것은 학생들이 성인의 관점으로부터의 학습이 아닌, 그들 자신의 수학적인 사고 방식을 자연스럽게 사용하도록 격려되어야 함을 의미한다.

3) 협동적인 학습(Learning cooperatively): 학생들은 학급 담화를 통해 나타나는 다른 학생들의 사고를 고려할 뿐만 아니라, 자신들의 사고 방식을 다른 학생들과 의사소통함으로써, 자신들만의 사고 방식을 공유하고 그것들을 반성할 수 있는 기회가 충분히 주어져야 한다.

4) 요소와 상황 속에서의 학습(Learning in strands and contexts): 학습 요소들은 서로 혼합되어서 전체 학교 교육과정의 일부분이 되어야 하며, 다른 교과목과 연결되어야 하고 직업과도 연계되어야 한다. 학습은 또한 수학적인 사실들을 서로 연관시키고, 개개인과 실 세계를 연결시키는 유의미한 상황 속에서 이루어져야 하며, 그렇게 했을 때 학생들은 수학의 유용성을 느끼게 되고 학습에 더욱 적극적으로 임하게 된다.

3. 문제중심 수업의 전개

본 연구자가 고안한 문제중심 수업은 4가지 요소로 구성되며, 그 전개 과정을 도식화하면 <그림 Ⅱ-1>과 같다.



<그림 Ⅱ-1> 문제중심 수업의 전개 과정

1) 문제 제시

(1) 문제 만들기

문제를 만들기에 앞서, 교사는 우선 두 가지의 지식을 가지고 있어야 한다. 첫째는 주어진 교육과정의 목표를 잘 달성하기 위해서는 교과에 대한 전문 지식이 있어야 하고, 둘째는 학생들이 기존에 가지고 있는 경험과 지식을 연관시켜 유의미한 학습이 되도록 하기 위해서는 학생들의 비형식적인 수학적 지식을 가지고 있어야 한다.

Hierbert 등(1996)에 따르면 반성적인 사고를 기를 수 있는 문제를 학생들 스스로 만드는 것은 불가능하다고 하지만, PBL(문제에 기초한 학습)에서처럼 문제에 대한 '주인 의식'이 생기기 위해서는 문제를 만드는 과정에 학습자의 참여가 요구된다. 따라서, 교사에 의해 교과서를 재구성한 실생활 문제가 미리 만들어질 수도 있지만, 학생과의 상호작용을 통하여 문제를 형성해 갈 수도 있을 것이다. 단, 이때 교사는 어떠한 방법으로 학생과 함께 문제를 만들 것인가에 대한 전략이 미리 갖추어져 있어야 한다.

(2) 문제의 성격

첫째, 수학에서의 문제는 접근하는 방법에 따라 다양한 결과를 유도할 수 있도록 개방적이어야 한다.

둘째, 현실적인 상황과 유리된 인위적인 문제가 아닌, 학생들의 경험과 밀접한 문제 상황을 만들어야한다.

셋째, 문제화할 수 있는 학급 문화를 형성해야겠다. Hierbert 등(1996)에 따르면 과제들은 본질적으로 문제적이거나 기계적이지 않다. 그것들이 문제화되느냐는 교사들과 학생들이 그것들을 다루는 방법에 달려있다고 한다. 즉, 아무리 아동의 경험과 밀접한 실생활 문제가 주어질지라도, 그것을 교사가 설명 위주로 수업을 이끌어 간다면, 문제적이지 않다. 비록 단순한 문제가 주어질지라도, 다양한 방법으로 풀도록 요구되고, 자신의 풀이 방법을 다른 사람에게 설명하며, 다른 사람의 주장을 비판적으로 받아들이고, 자신이 이해 못한 것을 떳떳하게 표명할 수 있는 학급 문화에서는 그 문제가 문제적인 것으로 될 수 있다는 것이다.

2) 자율 학습

듀이(1933)에 의하면, 사고의 출발은 당황, 혼돈, 의심에서 비롯되는 문제 상황이라고 보았다. 또한 von Glasersfeld(1995)에 의하면 학습은 단순한 자극-반응 현상이 아니며 문제 해결은 기계적으로 학습한 정답의 재생에 의해 수행되지 않는다. 문제를 지적으로 해결하기 위해서는 먼저 나 자신의 문제로 간주해야 하며 목표를 향한 나의 진로에 있어 하나의 장애로 보아야 한다. 이러한 관점에서 볼 때, 우선 학습자 개개인의 문제 인식, 그리고 그것을 직접 스스로 풀어보는 행함이 필요하다.

Wheatly(1991)의 문제중심수업에서는 과제, 소집단 활동, 전체 토의로 구성되어 있어, 자칫 자율학습에 대한 부분이 소홀히 취급된 듯하다. 그러나, 구성주의의 밑바탕이

학습자의 능동적인 구성인 만큼, 수업의 전(全) 과정에서 강조해야 할 부분이다.

자율학습 시간 동안에 학생들은 스스로의 방법으로 문제를 다양하게 해결하도록 기대되어진다. 특히, 이때 교사가 주의해야 할 점은 학생들에게 시간을 충분히 주지 않으므로써, 학습 속도가 느린 학생들이 구경꾼으로 전락하는 것을 방지해야 한다. 또한 정답을 얻는 것보다는 자신이 이해하고 해석한 것이 소중하다는 것을 인식시켜, 스스로 학습할 수 있는 지적 자율성(Kamii,1982)을 길러 주어야 한다. 이러한 학급 분위기가 형성되면, 교사는 더 이상 학생들을 감시하거나 감독할 필요가 없게되며, 설명식 수업에서 교사가 학급 통제를 위해 낭비하는 시간에 학습 부진아에게 적절한 비계설정(scaffolding)[2]을 제공할 수 있게 된다.

3) 소집단 학습

소집단 학습은 다른 학생의 풀이 방법을 접하게 됨으로써, 자신의 풀이 방법을 반성하게 되고, 상대방의 견해를 비판적으로 수용하게 되므로, 하나의 문제를 확장시켜서 문제적인 것으로 인식하게 된다. 따라서 학생들에게는 새로운 학습 기회가 된다.

소집단 학습을 진행함에 있어서 우선 주의해야 할 점은, 첫째, 학생들에게 자신의 의견이 소중한 것과 마찬가지로 상대방의 의견도 소중하므로, 그것을 수용할 수 있는 태도를 먼저 형성시켜야 한다. 그리하여 학생들의 마음이 열려진 개방상태를 만들어야 한다.

둘째, 자신의 생각이 소중함을 일깨워야 한다.

셋째, 학생들은 자신의 생각을 상대방에게 설명하고 정당화해야 한다.

넷째, 소집단 학습에서는 구성원간의 '의견의 일치'를 보아야 한다.

다섯째, 아동이 소집단 학습을 하는 동안에, 교사는 아동의 반응을 탐구할 수 있는 기회의 장(場)이 되어야 한다.

4) 전체 토의

전체 토의에서는 앞에서 언급한 소집단 학습에서 강조한 사회적 규범이 여전히 강조되어야 한다. 즉, 상대방의 의견을 존중하고, 다양한 해결 방법이 가치로우며, 자신의 생각을 주장할 수 있어야 한다. 이때, 전통적인 수업에서의 전체토의와 구별되는 점은, 객관적인 사실들의 설명만을 나열하는 것이 아니라, 비판과 정당화를 통한 상호작용이 주된 학습과정이 되어야 하며, 그러한 상호작용을 통해 학급 공동체가 합의해 가도록 만들어야 한다.

---

2) 비계설정은 교사와 학습자가 공동으로 문제해결 활동에 참여할 때의 협동을 의미하는데, 학습자의 학습 능력이 증가함에 따라 좀 더 많은 책임을 갖도록 함으로써 학습자의 자율성을 지원한다(Berk & Winsler, 1995).

Ⅲ. 연구방법 및 절차

A. 연구 대상

본 연구는 연구자가 임의로 선정한 충청북도 청원군에 소재하고 있는 O초등학교 3학년 2개 학급을 연구대상으로 하였다. 이 학교는 도시 외곽에 위치하고 있으며, 가정의 사회·경제적 수준은 중위 수준에 해당한다.

B. 연구 설계

본 연구는 실험연구로 nonequivalent control group design이 적용되었다.

C. 검사 도구

1. 학력진단 검사

본 검사지는 수학 능력에 있어서 실험집단과 비교집단의 동질성을 확인하기 위해 사전 검사를 실시한 것이며, 검사 문항 수는 20문항이고 2학년 수학 교과서의 각단원에서 골고루 출제하였다.

2. 학업 성취도 검사

1) 문항 제작

본 검사지는 실험 처치 후, 실험집단과 비교집단이 계산능력과 적용능력에 있어서 차이를 보이는지를 분석하기 위한 것이다. 문항 제작에 있어서 출제 범위는 3학년 1학기 7. 길이와 시간 단원과 8. 분수 단원에 한정했으며, 어느 한 단원이나 교과 내용에 편중되지 않도록 하였다.

2) 계산문제

계산문제는 사후검사로서 실험집단과 비교집단이 계산능력에 있어서 어떠한 차이를 보이는가를 분석하기 위한 것이다. 이 검사는 일반적으로 학교에서 평가되는 문제 유형으로써, 교과서를 토대로 출제되었다.

3) 적용문제

적용문제는 사후검사로서 실험집단과 비교집단이 적용능력에 있어서 어떤 차이를 보이는가를 분석하기 위한 것이다. 이 검사지는 학습자가 개념적인 이해를 바탕으로 해결할 수 있는 문장제 문제나 실생활 문제, 비정형 문제를 의미한다.

D. 실험 처치 방법

본 연구의 실험처치는 연구자가 임의로 선정한 두 집단에 서로 다른 유형의 학습을 실시하는 것이다. 실험 처치에 이용된 교과 내용은 3학년 1학기 '길이와 시간' 단원과 '분수' 단원이었으며, 실험집단은 주로 본인이 제작한 문제적인 과제를 토대로 실험교사가 재구성하여 수업했다. 두 집단의 특징을 간단히 요약하면 다음 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 III-1> 실험 처치 집단의 비교

구분	문제중심 학습집단	설명중심 학습집단
학습 목표	실제적인 문제 상황에 접하여 학생들 스스로가 다양한 방법으로 해결하며, 자신의 풀이방법을 설명하고 정당화 할 수 있다.	교과서에 제시된 표준적인 알고리즘을 알고, 그것을 응용문제에 적용할 수 있다.
학습 과정	·교사는 연구자가 고안한 문제적인 과제를 고려하여 학급 상황에 맞게 제시한다. ·아동들은 각자가 문제에 대하여 스스로 계획을 세워 해결한다. ·소집단 학습에서는 자신의 해결방법을 설명하고 정당화하며 서로 협의해 간다. ·협동 학습에서는 각 소집단의 해결방법을 토의하고 협의해 가며, 이때 교사는 표준적인 알고리즘을 제시하지 않고 어느 방법이 효율적인가는 학생들에게 맡긴다.	·교사는 교과서나 교사용 지도서에 제시된 표준적인 알고리즘을 소개한다. ·학생들은 교사가 제시한 표준적인 알고리즘을 모방하며 그것을 유사한 문제에 적용시킨다. ·교사는 학생들의 수행의 결과에 대하여 참인지 거짓인지를 판단하며, 표준적인 알고리즘으로 유도하려고 한다.

Ⅳ. 결과 및 논의

A. 결과

1. 사전 검사 결과

사전 검사인 학력진단 검사는 실험집단과 비교집단이 수학 능력에 있어서 동일한 집단임을 보이고자 실시되었다. 검사 결과를 t-검증한 결과, 아래 표 Ⅳ-1에서와 같이 실험집단과 비교집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 동일한 집단임을 알 수 있다.

<표 IV-1> 사전 학력 진단 검사 결과

집단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	34	78.53	13.74	37	0.188	0.851
비교집단	35	79.29	19.14			

2. 사후 검사 결과

실험 처치 후, 계산문제 해결력과 적용문제 해결력의 차이를 밝히기 위한 것으로써 계산문제 검사지와 적용문제 검사지가 사용되었다.

(1) 연구문제 1: 실험집단과 비교집단은 계산능력에 있어서 차이가 있는가?

실험집단과 비교집단이 계산 능력에 있어서 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해서 계산문제가 제시되었다. 아래 표 Ⅳ-2에서 보는 바와 같이 두 집단간의 계산 능력에 있어서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

<표 Ⅳ-2> 계산문제에 대한 실험 결과

집단	N	M	SD	df	t	P
실험집단	32	83.1250	16.837	63	-0.52	0.606
비교집단	33	81.0606	15.246			

(2) 연구문제 2: 실험집단과 비교집단은 적용문제 해결에 있어서 차이가 있는가?

'연구문제 2'는 문제중심 수업이 적용문제의 해결에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 적용문제 검사지의 결과를 t-검증하였다. 그 결과, 표 Ⅳ-3에서 알 수 있는 바와 같이, 실험집단이 적용문제의 해결력에 있어서는 유의수준이 0.041(<0.05)로서 높게 나타났다. 이러한 결과는 문제중심 수업이 적용문제 해결에서 유의미한 효과가 있음을 의미한다.

<표 Ⅳ-3> 적용문제에 대한 실험 결과

집단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	32	64.6875	26.025	63	-2.09	0.041*
비교집단	33	51.2121	26.042			

$p < 0.05^{*}$

B. 논의

본 연구는 듀이의 반성적 사고와 구성주의에 기초한 문제중심 수업과 설명식 수업이 학습자의 계산능력과 적용능력에 영향을 미치는가를 검증하였다. 이러한 분석결과를 바탕으로 선행연구와 관련지어 논의해 보고자 한다.

첫째, 문제중심 수업집단과 설명식 수업집단의 계산 능력에 있어서는 차이가 없었다 ($p>0.05$). 이러한 결과는 설명식 수업이 표준화된 알고리즘을 가르치고 그것의 반복적인 연습을 했음에도 불구하고 유의미한 차이가 없다는 것이다. 그러므로, 교사가 일방적으로 표준화된 알고리즘을 학생들에게 가르치는 교수법이 문제적인 것이 될 수도 있음을 시사한다.

Becker(1998, p.265)는 오늘날 많은 사람들이 일상 생활에서 계산기를 사용하는 환경에서 표준적인 알고리즘을 여전히 가르쳐야 할 것인지가 중요한 문제로 남아 있다고

지적한다. 하지만 "알고리즘"은 수학에서 기본적인 것이기 때문에 어느 정도 강조가 있어야 하지만, 그것이 너무 조기에 도입될 경우, 의미 없는 기호와 계산을 유도할 수 있다고 우려하고 있다.

둘째, 문제중심 학습집단과 설명중심 학습집단의 적용능력에서는 차이가 있었다 $(p<0.05)$. 이러한 결과는 Cobb 등(1991)의 의견과 일치하는데, 실제 하나의 문제를 가지고 살펴보자. 적용문제 10번을 예로 들면 다음과 같다.

> 적용문제 10) 피자를 1개 사서 $\frac{1}{5}$은 동생이, 그리고 $\frac{2}{5}$는 내가 먹었습니다. 그러면, 남은 피자는 전체의 몇 분의 몇일까요?

이 문제에 대한 아동들의 반응을 살펴보면 다음과 같다.

<표 Ⅳ-4> 적용문제 10번에 대한 학습자들의 반응 비교

구분	정답				오답				무반응 및 기타	계
	정답만 기록	그림형 과정	서술형 과정	수식형 과정	오답만 기록	그림형 과정	서술형 과정	수식형 과정		
실험집단	4	16	2	2	1	3	·	2	1	31
비교집단	13	1	3	2	5	·	·	7	2	33

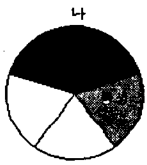
10번 문항의 경우, 비교집단에서 수식으로 문제를 해결한 아동은 9명(27.27%)이고, 실험집단은 4명(12.9%)이었다. 비교집단의 학생들은 수식에 더 의존적이었고, 문제 상황을 수식으로 표현하는 것이 곤란하자 정답만 쓰거나(13명; 39.4%), 수식을 쓰더라도 잘못된 방법을 사용하였다. 비교집단의 수식을 이용한 대표적인 오류형태는 $\frac{1}{5}+\frac{2}{5}=\frac{3}{5}$(3명), $\frac{2}{5}-\frac{1}{5}(\frac{1}{5}-\frac{2}{5})=\frac{1}{5}$(4명)이었는데, 이러한 수식의 반응은 문제에 대한 이해 없이, 막연한 유추에 의해 기인된 것이라고 생각된다.

이러한 결과는, 아동들이 문제를 해결하는 과정에서 잘못된 연산을 사용하는 원인에 대한 전평국(1998, p.97)의 다음과 같은 주장과 일맥상통한다.

"일반적으로, 많은 아동은 문제를 읽은 후에 문제에서 주어진 핵심 단어와 수에 집착을 하고 그럴싸한 연산을 선택하려는 경향이 있다. 이것은 전통적인 교과서에서 취급했던 많은 문제들이 사실상 문제로서의 성격보다는 연습 과제의 성격이 더 강했으며, 이 연습 과제들은 외형적으로 유형화(형식화)되어 있는 경우가 허다하였기 때문에

학생들은 문제의 구조를 이해하기보다는 문제의 외형적인 유형(형식)에 의존하려는 현상으로 나타나기 때문이다."

이에 반하여 실험집단에서는 문제를 그림으로 표상하여 다음과 같이 나타내었다.



'동생이 $\frac{1}{5}$을 먹고, 내가 $\frac{2}{5}$를 먹으니까 $\frac{2}{5}$가 남았다.'

실험집단의 이러한 반응은 전체의 51.6%를 차지했으며, 무엇보다도 문제에 대한 확실한 이해가 선행되었다고 생각된다. 이러한 결과를 통하여 비교집단에서는 학생들이 확실한 이해 없이 상징적인 기호의 조작으로서 학습할 가능성이 있고, 문제중심 수업에서는 학생들이 개념적인 이해를 바탕으로 학습한다고 추론할 수 있다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 Dewey의 반성적 사고와 구성주의에 기초한 여러 가지 문제중심 학습 모델에 근거하여 본 연구자가 구안한 문제중심 수업과 전통적 수업이 학업성취에 미치는 효과를 검증하고자 하였다. 이러한 목적을 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 문제중심 수업과 설명식 수업에 따른 학습자의 계산문제의 학업 성취도에는 차이가 있는가?

2. 문제중심 수업과 설명식 수업에 따른 학습자의 적용문제의 학업 성취도에는 차이가 있는가?

이러한 연구문제를 해결하기 위하여 충청북도 청원군에 소재하고 있는 O 초등학교 3학년 2개 학반(69명)을 대상으로 하였다. 선정된 2개 학급 중 1개 학급은 문제중심 수업집단으로, 1개 학급은 설명식 수업 집단으로 편성하였다.

실험처치는 두 집단에게 서로 다른 유형의 수업을 실시하는 것인데, 실험집단에는 본 연구자가 개발한 문제적인 과제를 중심으로 실험집단 교사가 문제중심 수업을 했으며 비교집단에서는 설명식 수업을 하였다. 실험 처치를 위한 학습 과제는 현행 초등학교 수학 3학년 1학기 7. 길이와 시간 단원과 8. 분수 단원이었다.

본 연구를 통하여 다음과 같은 연구 결과를 얻을 수 있었다.

1. 문제중심 수업 집단과 설명식 수업 집단이 계산문제의 학업 성취도에 있어서 차이가 있는지를 알아보고자, 두 검사의 평균의 차를 t-검증한 결과 두 집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 문제중심 수업 집단과 설명식 수업 집단이 적용문제의 학업 성취도에 있어서 차이가 있는지 알아보고자 두 검사의 평균의 차를 t-검증하였다. 적용문제에서는 유의도가 0.041로서 문제중심 학습집단이 설명식 학습집단 보다 높게 나타났다. 이는 문제중

심 수업이 적용문제에 유의미한 효과가 있음을 의미한다.

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 문제중심 수업은 계산력 향상에 있어서는 유의미한 효과를 보이지는 못하였지만, 표준적인 알고리즘의 지도 없이도 계산력은 유지될 수 있음을 의미한다.

둘째, 문제중심 수업은 설명식 수업보다 적용력에 있어서 유의미한 효과가 있었으며, 이는 새로운 사회적 패러다임인 정보화 사회에서 요구되는 문제해결력을 향상시킬 수 있는 교수법임을 시사한다.

참 고 문 헌

교육부 (1997). *《수학 4-1》*, 충남 연기: 국정교과서주식회사.

수학과 교육과정 개정 연구위원회 (1997). *제7차 초 · 중 · 고등학교 수학과 교육과정 개정 시안 연구개발*('97 교육부 연구과제 답신 보고서').

전평국 (1998). *초등 수학 교육: 이론과 실제,* 서울: 교학사.

Becker, J.P. (1998). A comprehensive review and synthesis of classroom related research at the elementary level, Proceedings of The first International Commission on Mathematical Instruction - East Asia Regional Conference on Mathematics Education, Korea National University of Education, August 17-21, *Proc. ICMI-EARCOME1,* Vol. 1, pp.243-286.

Berk, L.E., & Winsler, A. (1995) *Scaffolding children's learning: Vygotsky and early childhood education,* National Association for the Education of Young Children.

Cobb, P.; Wood, T.; Yackel, E.; Nicholls, J.; Whetly. G.; Trigatti, B., & Perlwiz, M. (1991). Assessment of a Problem-Centered Second-Grade Mathematics Project, *Jounal for Research in Mathematics Education,* 22(1), pp.3-29.

Cobb, P., & Yackel, E. (in press). *Contructivist, emergent, and sociocultural perspectives in the context of developmental research,* Educational Psychologist.

Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process,* Boston: Heath, 임한영 역(1986), *사고하는 방법,* 도서출판 법문사.

Hierbert, J.; Carpenter, T.P.; Fennama, E.; Fuson, K.; Human, P.; Murray, H.; Olivier, A., & Wearne. D. (1996). Problem Solving as Basis for Reform in Curriculum and Instruction: The Case of Mathematics, *Educational Resear-*

cher, 25(4), pp.12-21.

Kamii, C. (1982). *Number in Preschool & Kindergarten,* 김판희 역(1987), *유아교육에 있어서 수지도*, 정민사.

Polya, G. (1973). *How to Solve it(2nd ed.),* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Richards, J. (1991). Mathematical discussion, In E. von Glasersfeld(Ed.), *Radical constructivism in mathematics education*, Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, pp.13-51.

von Glasersfeld, E. (1995). A Constructivist Approach to Teaching, In L.P. Steff & J. Gale(Eds.), *Constructivism in Education*, Hillsadale, NJ: Law- rence Erlbaum Associates, Inc, pp.3-15.

Wheatly, G.H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning, *Science Education*, 75(1), pp.9-21.