韓國數學教育學會誌 시리즈 E
<數學教育 論文集>
제 11집, 2001. 1. 159-170.

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 11, Jan. 2001. 159-170.

개방형 교수법에 의한 수학지도가 문제해결력과 신념 형성에 미치는 효과

문 성 길 (반송초등학교)
전 평 국 (한국교원대학교)

본 연구의 목적은 개방형 교수법에 의한 수업이 수학적 문제해결력과 신념 형성에 미치는 효과를 분석함으로써 수학 교수방법의 개선에 도움을 주는 데 있다. 본 연구를 통하여 얻은 연구 결과는 첫째, 개방형 수업 집단과 일반적 수업 집단간에 문제해결력에 있어서 유의미한 차이가 있었으며, 둘째, 개방형 수업 집단과 일반적 수업 집단간에 수학적 신념에 있어서도 유의미한 차이가 있었다. 본 연구의 결과를 통하여, 개방형 교수법에 의한 수업은 일반적 수업보다 문제해결력 및 수학적 신념 수준을 향상시킬 수 있는 교수법임을 시사한다.

I. 서 론

A. 연구의 필요성 및 목적

교육의 형태는 그 시대의 사회적 요구를 반영해 왔다. 예를 들어, 고대 농경사회에서는 가족 구성원의 생존을 위해 부모의 직업을 중심으로 한 도제교육이 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 사회'가 그것이다. 그러면, 정보화 사회에서 요구되는 능력은 무엇인가? 이전처럼 지식의 암기와 축적이라는 형태로는 더 이상 정보화 시대의 요구를 만족시킬 수 없다. 대신, 많은 정보와 지식 중에서 자신에게 필요한 것을 취사선택할 수 있고, 그것을 자신의 필요에 맞도록 가공·활용할 수 있는 능력, 그리고 급속하게 변화해 가는 상황에 유연하게 대처할 수 있는 능력, 한 마디로 '문제해결 능력'이 필요하다.

수학 교육에서의 문제해결은 1970년대 이래로 많은 관심을 불러일으킨 연구 영역이었다. 그 노력의 일환으로, NCTM(1980)은 문제해결이 학교수학의 초점이 되어야 하며, 수학과 교육과정은 문제해결을 중심으로 조직되어야 한다고 권고하고 있다. 우리 나라에서도 1980년대 제 4차 교육과정에서 문제해결을 교육과정과 교과서에 반영하도록 함으로써 문제해결이 수학교육의 중심과제로 떠올랐으며, 계속해서 강조되고 있다. 우리 나라는 제 4차 교육과정 이래로 교과서에 '여러 가지 문제' 단원을 설정하여 문제해결력 신장을 위한 문제를 수록하여 지도하고 있다. 제 6차 교육과정에 따른 교과서에서는 '여러 가지 문제(1)', '여러 가지 문제(2)'라는 두 단원으로 분리하여 지도하도록 하고 있다.

그러나 학생들의 문제해결력 신장을 위해 교과서에 수록된 대부분의 문제들은 기존에 배운 지식과 기능을 종합적으로 활용하게 하는 또는 학생들의 수학적인 사고를 자극하는 문제들이 아니다. 현행 교과서의 '여러 가지 문제' 단원에서는 문제를 해결하기 위한 전략을 제시해 두고, 이것을 사용할 수 있는 문제를 통해 전략의 사용법을 익히도록 구성되어 있다. 다시 말하면, 학생들은 문제를 해결하기 위해 많은 생각과 시행착오를 거쳐 해결 전략을 찾는 것이 아니라, 단지 주어진 전략을 적용하는 연습만 하는 것이다. 예를 들면,

$$\underbrace{1+\underbrace{2+\cdots+9}_{11}+10}_{11}=\square\times\square=\square$$

와 같은 형태로 제시되어 있다. 이 문제는 학생들의 다양한 전략과 시행착오를 요하는 문제임에도 불구하고, 이와 같은 형태로 제시되기 때문에 학생들이 할 일은 11이 몇 개 만들어질 수 있는지를 세어 네모 칸에 적당한 수를 써넣는 활동뿐이다. 왜 1과 10을 더하는지, 이 방법이 일반화될 수 있는 것인지 생각할 기회가 주어지지 않는다.

이와 같이, 종래의 수학교실에서 주로 교과서나 참고서를 통해 아동들에게 제시되어 왔던 문제는 대부분 완성된, 정형화된 그리고 답이 오직 하나로 제한되고 닫힌(closed) 통상적인 문제로서, 지식·기능의 습득에는 유효했지만 문제해결 능력을 육성하거나 아동의 흥미와 관심을 고조시켜 자주적인 학습을 촉구하기에는 충분하지 못했다. 그러나 개방형 문제[1]를 활용한 수업에서는 하나의 답이 나왔다고 하더라도 또 다른 옳은 답이 몇 개라도 더 나올 수 있기 때문에 자연스럽게 발표의 장(場)이 활성화되고, 아동들이 활동할 기회도 많이 제공될 것이다.

예를 들어, '8+7은 얼마인가?'라는 문제는, 「15」라는 하나의 고정된 답만을 기대할 수밖에 없고, 이로서 발전의 여지는 없어지며 종국적인 상황이 되어 버린다. 그러나 '「15」는 무엇과 무엇을 더한 것인가?' '8+7을 어떻게 구할 수 있을까?'라고 문제를 제시한다면, 아동들은 자신들이 가진 기존의 지식을 적용하여 다양한 방법으로 창의적인 해법을 개발할 것이다. 또한 그 해결방법이 토의된다면, 자신의 방법과 다른 사람의 방법을 비교하고 비판하며 종합할 수 있는 능력을 개발할 수 있을 것이다.

能田伸彦(1991)에 의하면, 개방형 수업의 목표는 아동 개개인의 자유로운 발상을 중요시하면서, 아동들의 능력과 흥미에 맞춰 해결할 수 있는 문제를 설정함과 동시에, 다양한 해법을 찾아내고 그것을 종합·발전시킴에 따라 아동들의 주체적인 사고를 육성하고, 창조적·발전적으로 문제를 해결하도록 하는 것이라고 한다. 또한 류시규(1995)는 교과서에 기재되어 있는 내용이나 문제를 그냥 지나

1) 개방형 문제(Open-ended Problem)를 일본의 학자들은 '미완결 문제'라고 하였으며, 류시규(1995)는 다양한 해결방법이 있는 '탐구형 문제' 그리고 이용길(1998)은 다양한 해답이 존재한다는 의미에서 '다답형 문제'라고 규정하였으나, 본 연구자는 답이 여러 개 있다는 좁은 의미가 아니라 결과가 미리 정해지지 않는다는 넓은 의미에서 '개방형 문제'로 명명하기로 한다.

치는 교수·학습 지도로 문제해결능력을 육성하여 나간다는 것은 불가능하다고 보고 탐구적인 접근(open approach)을 통해 문제해결 능력을 육성할 것을 주장하고 있다.

한편, 개방형 교수법은 아동들의 수학적 신념에도 변화를 가져올 수 있을 것이다. 즉,「수학은 계산이다. 수학문제는 5분 안에 풀어야 하고, 하나의 정답 외에는 틀린 것이다. 수학 문제를 해결하는 목적은 정답을 얻기 위한 것이다.」등과 같이 아동들이 수학 교과와 수학 학습에 대해 보편적으로 가지고 있는 부정적인 신념을 바람직한 방향으로 변화시킬 수 있을 것이다.

坪田耕三(1993)에 의하면, 개방형 교수법은 수업 중에 개방형 문제를 다룸에 따라 학력이 낮은 아동도, 학력이 높은 아동도 자기 실력에 맞는 해답을 찾게 되어 자력으로 해답을 찾았다고 하는 성취감이나 만족감을 줄 수 있다. 더욱이, 각각의 해답을 발표·토론하는 과정을 통해 상대방의 생각을 인정하고 자신의 아이디어를 인정받는 기쁨을 맛볼 수도 있어서 수학을 좋아하는 아동은 더욱 좋아하게 되고 수학을 싫어하는 아동도 수학에 대한 견해나 생각이 긍정적인 방향으로 바뀔 수 있으므로 수학에 대한 흥미, 관심 및 의욕이 고조될 것이라고 한다.

이상의 내용을 정리해 보면, 개방형 교수법은 개방형 문제를 제시하여 문제에 대한 해답의 다양성을 적극적으로 이용하면서 수업을 전개함에 따라, 그 과정에서 아동들이 유용한 지식·기능을 습득하게 함은 물론, 주어진 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력과 수학 학습에 대한 긍정적인 신념을 형성할 수 있을 것이다.

지금까지 세계 여러 나라에서 개방형 문제의 활용에 대한 많은 연구들이 있었지만, 대부분 평가의 수단으로서 개방형 문제를 활용하기 위한 연구들이었다. 즉, 개방형 문제를 이용한 학생들의 수학적 신념 평가(Spangler, 1992), 고등정신 능력 평가(Becker & Shimada, 1997), 수학 학습을 촉진하는 평가(Wilson, 1995), 수학적 추론과 의사소통 능력 평가(Elliott & Kenney, 1996) 등. 국내에서도 수학교육에 있어서 탐구적인 어프로치의 실천적 연구(류시규, 1995), 전통적인 문제와 창의적인 문제에 대한 비교 연구(송상헌, 1997), 개방형 문제의 개발·활용을 통한 발전적인 생각의 육성(이용길, 1998) 등의 연구가 있었지만, 개방형 교수법에 의한 수학 수업의 효과를 분석한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 지금까지의 정형화된 문제와는 본질적으로 다른,「결과(end)」가 열린 개방형 문제를 설정하여 진행하는 개방형 교수법이 문제해결력과 수학적 신념 형성에 미치는 효과를 분석함으로써 개방형 문제의 적극적인 개발·활용을 촉구하고, 궁극적으로는 아동의 문제해결력 신장과 긍정적인 수학적 신념 형성을 위한 수학 교수 방법의 개선에 도움을 주는 데 그 목적이 있다.

B. 연구 문제

1. 개방형 교수법에 의한 수업 집단과 일반적인 수업 집단 사이에 문제해결력의 차이가 있는가?
2. 개방형 교수법에 의한 수업 집단과 일반적인 수업 집단 사이에 수학적 신념의 차이가 있는가?

C. 용어의 정의

1. 개방형 교수법(Open-Ended Approach)에 의한 수업

개방형 문제를 과제로 하여, 그 문제의 해답의 다양성을 적극적으로 활용하여 수업을 전개하고, 그 과정에서 기습(旣習)의 지식 · 기능 · 사고방식을 적절하게 재조직하여 새로운 것을 발견, 창조해 가는 경험을 하도록 설계된 수업을 의미한다.

2. 일반적인 수업

답이 유일한 문제를 과제로 하며, 다양한 전략을 사용하여 해결하기보다는 교사가 표준화된 알고리즘을 설명하고, 학습자들은 그것을 토대로 유사한 문제들을 해결하도록 설계된 수업을 의미한다.

3. 문제해결력

문제해결력이란 문제의 출발점에서 문제해결자가 주어진 문제 정보를 가지고는 즉각적인 해결방법이 보이지 않는 상태에서 적절한 전략을 사용하여 그 문제가 요구하는 상태로 변화시키는 능력으로, 본 연구에서는 실험처치 전후에 실시하는 문제해결력 검사의 점수로 측정된다.

4. 수학적 신념

일반적으로, 수학적 신념이란 수학적 과제에 어떤 방법으로 접근할 것이며, 어떤 기능은 사용하고, 어떤 기능은 피할 것인지, 그리고 얼마나 오래, 얼마나 열심히 그 과제를 수행할 지를 결정하는 것으로서 각 개인의 수학과 수학적 과제에 접근하는 성향을 말한다. 본 연구에서, 수학적 신념이라 함은 수학에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념, 수학 학습방법에 대한 신념, 자아에 대한 신념을 의미하며, 수학적 신념 검사의 점수로 측정된다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

A. 연구 대상

본 연구는 대구시에 소재하고 있는 S 초등학교 4학년 2개 반(76명)을 임의로 선정하여 연구대상으로 하였다. 임의로 선정된 2개 반 중에서 한 반은 실험집단으로 하고, 다른 한 반은 비교집단으로 무선 할당하였다. 실험처치 전에 실험집단과 비교집단에게 문제해결력 검사와 수학적 신념 검사를 실시한 결과, 두 집단은 동질집단임이 판명되었다. 연구에 참여한 학생 수는 실험집단 38명, 비교집단 38명이며, 분석 대상도 실험 집단 38명, 비교집단 38명이다.

B. 연구 설계

본 연구의 연구문제를 해결하기 위하여 이질통제집단 설계(nonequivalent control group design)가

적용되었다.

C. 검사 도구

본 연구에서 사용된 검사는 사전검사로서 문제해결력 검사1과 수학적 신념 검사, 사후검사로서 문제해결력 검사2, 수학적 신념 검사가 실시되었다. 모든 검사 도구는 지도교수와 현장 교사의 조언을 들어 내용 타당도를 검증 받았으며, 검사도구의 신뢰도는 Cronbach alpha(α)로 측정하였다. 검사도구의 구체적인 내용은 다음과 같다.

1. 문제해결력 검사1

문제해결력 검사1은 사전 검사로서, 실험처치 이전에 두 집단이 수학 능력에 있어서 동질 집단인지를 판단하기 위해 실시하였다. 검사 문항은 10개의 문제해결 전략에 관련된 것으로, 학교수학연구 다락모임에서 1995년에 개발한 초등학교 3학년 문제해결력 검사지(㉮,㉯형)에서 20문항을 선정・활용하였다. 신뢰도는 Cronbach α=.8865 이다.

2. 문제해결력 검사2

문제해결력 검사2는 사후 검사로서 실험처치 이후에 나타나는 실험처치의 효과를 분석하기 위해 실시하였다. 검사문항의 내용은 전략별로 구성하되 아동의 개인적인 능력에 따라 다른 전략으로도 해결할 수 있는 문제이다. 이 검사지 또한, 학교수학연구 다락모임에서 1995년에 개발한 4학년 문제해결력 검사지(㉮,㉯형)에서 20문항을 선정・활용하였다. 신뢰도는 Cronbach α=.7828 이다.

3. 수학적 신념 검사지

수학적 신념 검사는 수학에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념, 수학 학습 방법에 대한 신념, 자아에 대한 신념 수준을 측정하기 위한 검사로 Schoenfeld(1989), McLeod(1992), 梶井義明(1994)의 수학적 신념 척도의 내용과 권미연(1998)의 수학적 신념 검사지를 초등학교 4학년 수준에 맞게 재구성하여 검사를 실시하였다. 검사지의 신뢰도는 Cronbach α=.8200 이다.

D. 실험처치 방법

본 연구의 실험처치는 임의로 할당한 두 집단(개방형 수업 집단, 일반적 수업 집단)에게 서로 다른 유형의 학습을 각각 실시하는 것이다. 실험처치의 수업 내용은 7. 분수, 8. 수직과 평행, 9. 여러 가지 문제(2) 단원이었으며, 실험처치는 1주일에 4시간인 수업시간을 이용하였고, 실험반과 비교반의 수업 일자는 차이가 있었으나 수업의 총 차시는 20차시로 같게 하였다.

<표 III-1> 실험 처치 방법의 비교

	개방형 수업 집단	일반적 수업 집단
학습 모형	개방형 교수법	강의식 수업·개별학습
학습 목표	실제적인 문제 상황에 접하여, 학생들 스스로가 다양한 방법으로 해결하며, 자신의 풀이방법을 설명하고 정당화할 수 있다.	교과서에 제시된 표준적인 알고리즘을 알고, 그것을 응용문제에 적용할 수 있다.
학습 과정	• 교사는 연구자가 고안한 개방형 문제를 제시한다. • 아동들은 문제에 대하여 스스로 계획을 세워 해결한다. • 소집단 학습에서는 개별적으로 하지 않고, 그룹 내에서 협조하여 해결하도록 하고, 자신의 해결방법을 설명하고, 정당화하며, 서로 협의한다. • 전체학습에서는 각 소집단의 해결 방법을 토의하고 협의해 가며, 이 때 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 수행 결과에 대하여 참인지 거짓인지를 판단하며, 표준적인 알고리즘으로 유도하려고 한다.
교사의 역할	학습의 촉진자, 중재자, 동료학습자	지식의 분배자
학생의 역할	능동적인 지식의 구성자	지식의 수용자

Ⅳ. 결과 및 논의

A. 결과

1. 사전 검사 결과

1) 문제해결력 검사1

표 Ⅳ-1에서 알 수 있는 바와 같이 문제해결력 검사1의 평균의 차를 t-검정한 결과, 유의도 p=.618(p 〉 .05)로서 이들 집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 동질 집단임을 알 수 있다.

<표 Ⅳ-1> 문제해결력 검사1에 대한 t-검정

집단	N	M	SD	t	df	p
실험집단	38	60.13	21.98	-.501	74	.618
비교집단	38	62.63	21.52			

2) 수학적 신념 검사

표 Ⅳ-2에서 알 수 있는 바와 같이, 수학적 신념의 점수에 대하여 t-검정한 결과 유의도 p=.559(p 〉 .05)로서 두 집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 동질 집단임을 알 수 있다.

<표 Ⅳ-2> 사전 수학적 신념 검사에 대한 t-검정

집단	N	M	SD	t	df	p
실험집단	38	178.95	16.68	.587	74	.559
비교집단	38	176.79	15.36			

p 〉 .05

2. 사후 검사 결과

1) 연구 문제1 – 실험집단과 비교집단은 문제해결력에 있어서 차이가 있는가?

실험집단과 비교집단이 문제해결력에 있어서 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 문제해결력 검사2의 평균의 차를 t-검정 하였다. 표 VI-3에서 알 수 있는 바와 같이, 문제해결력에 있어서 유의도 p=.035($p < .05$)로 실험집단과 비교집단 사이에는 통계적으로 의미 있는 차가 있는 것으로 나타났다. 이것은 개방형 교수법이 문제해결력에서 의미 있는 효과를 보였다는 것을 뜻한다.

<표 IV-3> 문제해결력 검사2에 대한 t-검정

집단	N	M	SD	t	df	p
실험집단	38	50.39	18.94	2.153	74	.035*
비교집단	38	41.05	18.89			

*$p < .05$

한편, 문제해결력 검사2에 대한 전략 유형별 분석 결과는 표 IV-4와 같다.

<표 IV-4> 문제해결력 검사2에 대한 전략 유형별 t-검정

전략 유형	집단	M	SD	t	p
그림 그리기	실험집단	5.39	3.37	-.164	.870
	비교집단	5.53	3.64		
패턴 찾기	실험집단	7.24	4.89	-.368	.714
	비교집단	7.63	4.46		
표 만들기	실험집단	9.74	4.93	2.133	.036*
	비교집단	7.37	4.76		
시행착오	실험집단	5.26	3.85	.738	.463
	비교집단	4.61	3.92		
식 세우기	실험집단	6.45	3.84	2.561	.012*
	비교집단	4.47	2.80		
거꾸로 풀기	실험집단	11.05	5.95	1.028	.307
	비교집단	9.74	5.20		
관점 바꾸기	실험집단	3.16	2.44	6.083	.000*
	비교집단	0.40	1.37		
실험, 실제	실험집단	0.92	1.96	.622	.536
	비교집단	0.66	1.71		
단순화	실험집단	1.18	2.15	1.179	.242
	비교집단	0.66	1.71		

*$p < .05$

표 IV-4에서 알 수 있듯이, 9개의 문제해결 전략 중에서 그림 그리기와 패턴 찾기 전략을 제외한 7개의 전략에서 실험집단의 평균 점수가 비교집단보다 높게 나왔으며, 표만들기, 식 세우기, 관점 바꾸기 전략에서 획득한 점수의 평균의 차를 t-검정한 결과, $p < .05$ 수준에서 통계적으로 의미 있는

차를 보였다. 특히, 관점 바꾸기 전략에서는 통계적으로 아주 의미있는 차를 보였다.

2) 연구 문제2 - 실험집단과 비교집단은 수학적 신념의 수준에 있어서 차이가 있는가?

개방형 수업 집단과 일반적 수업 집단간의 수학적 신념의 수준에 있어서 차이가 있는지를 알아보기 위해 수학적 신념 검사의 평균의 차를 t-검정하였다. 표 Ⅳ-5에서 알 수 있는 바와 같이, 수학적 신념에 있어서 유의도 $p=.005(p < .05)$로 실험집단과 비교집단 사이에는 통계적으로 의미 있는 차가 있는 것으로 나타났다. 이것은 개방형 교수법이 수학적 신념의 향상에서 의미 있는 효과를 보였다는 것을 뜻한다.

<표 Ⅳ-5> 사후 수학적 신념 검사에 대한 t-검정

집단	N	M	SD	t	df	p
실험집단	38	184.87	18.41	2.862	74	.005*
비교집단	38	174.08	14.18			

*p < .05

한편, 사후 수학적 신념 검사에 대한 하위 영역별 분석 결과는 표 Ⅳ-6과 같다.

<표 Ⅳ-6> 사후 수학적 신념 검사에 대한 하위 영역별 t-검정

하위 영역	집단	M	SD	t	p
수학에 대한 신념	실험집단	41.45	4.84	2.731	.008*
	비교집단	38.63	4.12		
문제해결에 대한 신념	실험집단	56.55	6.63	3.034	.003*
	비교집단	52.42	5.15		
학습방법에 대한 신념	실험집단	60.87	7.28	2.069	.042*
	비교집단	57.76	5.72		
자아에 대한 신념	실험집단	26.00	4.64	.611	.543
	비교집단	25.26	5.81		

*p < .05

표 Ⅳ-6에서 알 수 있듯이, 4개의 하위 영역(수학에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념, 학습방법에 대한 신념, 그리고 자아에 대한 신념) 모두 실험집단의 평균 점수가 비교집단보다 높게 나왔으며, 각 하위 영역별 수학적 신념 검사점수의 평균의 차를 t-검정한 결과, 자아에 대한 신념을 제외한 나머지 3개의 영역에서는 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 의미 있는 차를 보였다. 이러한 결과는 개방형 교수법에 의한 수업이 수학에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념, 학습방법에 대한 신념의 향상에 유의미한 효과가 있음을 의미한다.

B. 논의

본 연구는 초등학교 4학년을 대상으로 개방형 수업과 일반적 수업이 학습자의 문제해결력과 수학

적 신념에 미치는 효과를 비교·분석하여 개방형 교수법이 학습자의 문제해결력과 수학적 신념에 어떤 영향을 주는지를 밝히는 데 있다. 이러한 분석결과를 바탕으로 선행연구와 관련지어 차례로 논의해 본다.

첫째, 개방형 수업 집단과 일반적 수업 집단은 문제해결력에 있어서 유의미한 차이가 있었다($p < .05$). 이러한 결과는, 해답의 다양성을 내포하고 있는 개방형 문제를 학습과제로 활용하는 개방형 교수법은 아동의 문제에 대한 인식전환을 통하여 생각의 폭을 넓히며, 자신과 타인의 사고 방법을 적절하게 재조직하여 새로운 것과 보다 나은 것을 찾아내 가는 경험을 풍부히 시킬 수 있으므로 수학적 사고력 증진이나 문제해결력 향상에 대단히 효과적이라고 주장한 정동권(1996)의 의견과 일치한다.

또한, 9개의 문제해결 전략 중에서 그림 그리기와 패턴 찾기 전략을 제외한 7개의 전략에서 실험집단의 평균점수가 비교집단보다 높게 나왔으며, 표 만들기, 식 세우기, 관점 바꾸기 전략에서 획득한 점수는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 특히, 관점 바꾸기 전략 사용에 있어서는 실험집단이 비교집단에 비해 아주 우수하였다. 이러한 결과는, 개방형 수업에서는 문제를 해결한 후에도 문제를 점검하려거나, 좋은 방법을 찾는다거나, 여러 각도에서 문제를 검토하고, 하나의 결과가 얻어졌더라도 보다 새로운 해답을 찾으려는 아동이 많이 나타났다는 이용길(1998)의 연구 결과에서 그 이유를 찾을 수 있다.

Becker & Shimada(1997)는 개방형 문제의 해결과정에서 학생들은 한 가지 방법이나 접근법이 통하지 않을 때, 다른 방법을 시도함으로써 그들의 관점을 바꾸는 것을 배운다고 주장하였다.

둘째, 개방형 수업집단과 일반적 수업집단은 수학적 신념의 수준에 있어서 유의미한 차이가 있었다($p < .05$). 또한, 4개의 하위 영역(수학에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념, 학습방법에 대한 신념, 그리고 자아에 대한 신념) 모두 실험집단의 평균 점수가 비교집단보다 높게 나왔으며, 각 하위 영역별 수학적 신념 검사점수의 평균의 차를 t-검정한 결과, 자아에 대한 신념을 제외한 나머지 3개의 영역에서는 통계적으로 의미 있는 차를 보였다. 이러한 결과는 개방형 교수법에 의한 수업이 수학에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념, 학습방법에 대한 신념의 향상에 유의미한 효과가 있음을 의미한다. 그러나 자아에 대한 신념에서는 두 집단간에 통계적으로 유의미한 차를 보여주지 못하였다. 이것은 자아에 대한 신념의 특성상 단기간의 학습에서 뚜렷한 진전을 기대하기 어렵기 때문이라 여겨지며, 개방형 교수법을 문제해결 학습에 지속적으로 활용한다면 자아에 대한 신념도 향상될 것으로 기대된다.

따라서 개방형 교수법에 의한 수업은 학습자의 문제해결력뿐만 아니라 수학적 신념의 향상에도 도움을 줄 수 있음을 시사한다. 이것은 能田伸彦(1991)의 주장과 상통한다. 그에 의하면, 개방형 교수법에 의한 수업은 학생 개개인의 자유로운 발상을 중요시하면서 아동들의 능력과 흥미에 맞춰 해결할 수 있는 문제를 설정함과 동시에, 더욱 다양한 해법을 찾아내고 그것을 종합·발전시킴에 따라 보다 나은 수학적 사고방법을 익힐 수 있게 함으로써 학생들의 정의(情意)와 수학적인 인지(認知)를 균형 있게 육성할 수 있다고 한다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 개방형 교수법에 의한 수업이 일반적 수업보다 문제해결력 향상에 있어서 더 효과적이다. 즉, 문제상황을 다각도로 해석하고, 문제가 풀리지 않을 경우에는 반성적 사고 과정 및 관점의 전환을 통해 여러 가지 방법을 고안하며 다른 사람의 생각과 자신의 생각을 비교·검토하고 좀 더 간편하고 합리적인 방법을 찾아가는 과정 속에서 학생들의 문제해결력이 향상되었다고 말할 수 있다. 이것은 개방형 교수법이 새로운 사회적 패러다임인 정보화 사회에서 요구되는 문제해결력을 향상시킬 수 있는 교수법임을 시사한다.

둘째, 개방형 교수법에 의한 수업은 일반적 수업보다 수학적 신념 수준의 향상에 있어서 더 효과적이다. 즉, 수학은 이미 만들어진 것이라는 생각을 갖고 단지 수동적으로 받아들이고 답을 구하는 데에만 집착하는 것이 아니라, 학생들 자신이 새롭고 개선된 방식으로 수학을 재발명함과 동시에 다양한 방법을 생각하고 다른 사람과의 논의하는 과정에서 자신의 활동을 반성하는 가운데 수학과 수학 학습에 대한 긍정적인 신념이 형성될 수 있었다. 일반적 수업집단의 학생들이 「수학은 참과 거짓이 분명한 학문으로서 이미 만들어진 용어와 규칙들로 이루어져 있고, 주어진 문제의 답을 구하는 것이 수학적 활동이다. 이 때, 중요한 것은 답을 신속 정확하게 알아내는 것이다. 그리고 수학을 어려워하고, 수학의 유용성에 회의적이며, 문제해결 결과의 정오(正誤)에 대한 판단은 교사 또는 전과에 의존한다.」라는 신념을 많이 나타내는 반면, 개방형 수업집단의 학생들은 「수학 문제도 한 가지 이상의 정답이 가능하며, 한 문제를 여러 가지 방법으로 풀어보려고 하며, 수학에 대한 흥미와 유용성에서도 긍정적이며, 문제해결 결과의 정오(正誤)에 대한 판단기준을 자신의 풀이 방법에 둔다.」는 반응을 많이 보였다.

이와 같은 연구를 종합해 볼 때, 개방형 교수법에 의한 수업은 학습자의 문제해결력의 신장에 중요한 영향을 미칠 뿐만 아니라, 수학적 신념 수준의 향상에도 도움을 줄 수 있는 교수 방법이라고 할 수 있다. 따라서, 수학 수업에서의 문제해결 활동은 교사가 제시한 기계적인 알고리즘을 단순히 적용·연습하는 활동이 아니라, 학생들에게 문제에 대한 도전감을 주고, 생각하는 힘과 수학적인 힘을 길러줄 수 있는 개방형 교수법에 의한 수업 활동이 조성될 필요가 있다.

이상의 연구 결과를 토대로 하여, 개방형 교수법에 의한 수학수업과 관련지어 다음과 같은 점을 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 연구 대상이 소수이기 때문에 학습 수준별로 개방형 수업의 효과를 분석하지 않았다. 그러나, 제 7차 교육과정에서는 수준별 수학교육이 실시되기 때문에, 이에 대한 보완책으로서 연구 대상을 확대해서 학생들의 학습 수준에 따른 개방형 수업의 효과 분석에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구는 실험연구로서 양적인 측면에만 관심을 가졌지만, 앞으로는 질적인 측면에서의 접

근이 필요하다. 즉, 모든 수업은 학생들의 반응을 탐구해서 그 결과를 기초로 이루어져야 한다. 따라서 개방형 수업에서 나타나는 학생들의 다양한 반응들을 조사하는 것은 장래의 수업을 위한 좋은 지침서가 될 수 있으리라 생각된다.

셋째, 개방형 교수법이 단순히 연구의 한 과정으로만 수행될 것이 아니라, 각급 학교의 수학교실에서 수업의 형태로 보편화되기 위한 방안의 연구가 활성화되어야 할 것이다.

넷째, 개방형 수업을 위해 아동들의 흥미와 수학적 사고를 자극할 수 있는 좋은 개방형 문제의 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

권미연 (1998). 초·중학생들의 수학적 신념 형성의 요인 분석, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

류시규 (1995). 수학교육에 있어서 탐구적인 어프로치의 실천적 연구, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **34(1)**, pp.73-81.

송상헌 (1997). 전통적인 문제와 창의적인 문제에 대한 한 가지 비교 연구, 대한수학교육학회 논문집, **7(1)**, pp.397-414.

이용길 (1998). 다답형 문제의 개발·활용을 통한 발전적인 생각의 육성, 인천교육대학교 대학원 석사학위 논문.

정동권 (1996). 아동의 발전적 사고력을 기르기 위한 Open-ended Problem의 활용, 인천 교육대학교 논문집, **29(2)**, pp.225-239.

能田伸彦 (1991). 算數·數學科 オープンアプローチによる指導の 研究-授業의 構成と評價(增補版). 東洋館出版社.

坪田耕三 (1993). 算數科 オープンエンドアプローチ. 明治圖書.

梶井義明 (1994). 數學的 信念 と 學習 行動 の 關係. 第48回 西日本 數學教育學會.

Becker, J. P. & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics*. Reston, VA. : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

Elliott, P. C. & Kenney, M. J. (Eds.) (1996). *Communication in mathematics, K-12 and Beyond.* Reston, VA. : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education : a reconceptualization. In D. B. McLeod & V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving : A new perspective.* New york : Springer-Verlag.

National Council of Teachers of Mathematics (1980). *An Agenda for Action:Recommendations for School Mathematics of the 1980s.* Reston, VA.:NCTM.

Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of student' mathematical beliefs and behavior. *Journal for*

Research in Mathematical Education, **20**, pp.238-355.

Spangler, D. A. (1992). Assessing students' beliefs about mathematics. *Arithmetic Teacher*, **40(3)**, pp.148-152.