

조작활동 중심의 탐구형 기하 프로그램 설계 및 활용

Design and Applications of Inquiry-Style Geometry Program based on Operating Activity

권보섭

안동대학교 컴퓨터교육과

Bo-Seob Kwon(bxkwon@andong.ac.kr)

요약

초등학교 학생의 인지발달 단계의 특성을 고려하여 개발된 교수·학습용 소프트웨어는 별로 없다. 본 논문은 초등학교 도형 학습에 있어서 도형의 개념을 확실히 인지시키기 위해 시간적, 공간적 제약이 많은 구체물을 대신할 수 있는 조작활동 중심의 소프트웨어, 즉 컴퓨터 화면상에서 학생들이 다양하게 조작할 수 있고, 프로그램을 익히는데 부담을 느끼지 않아 쉽게 활용할 수 있도록 개발된 교수·학습용 자료가 도형 학습에 효과가 있는지를 분석하는데 목적이 있다. 이것을 통하여 효율적인 도형 학습 지도 방안과 교수·학습용 소프트웨어의 개발 방안에 대한 시사점을 찾고자 한다.

■ 중심어 : | 조작 활동 | 도형 | 기하 프로그램 |

Abstract

There have been a few mathematic education programs that based on operating activity considering cognitive development level of elementary student, although we can find a variety of computer-aided mathematic teaching methods for elementary school. The purpose of this paper was to examine the effect of mathematical program based on operating activity developed as teaching materials in plain figures. As results of the post-achievement test and attitude test, it was found that the math program has been improved the achievement positively. By a result that inspects mathematical learning attitude of the experiment group, it was found that variable factors such as interest, confidence, self-learning were changed significantly more important in statistics.

■ keyword : | Operating Activity | Geometry Program | Plain Figure |

1. 서론

일상 생활에서 컴퓨터의 활용이 보편화되고 인터넷의 생활화로 학교 교육에서는 ICT(Information Communication and Technoloy : 정보처리기술) 활용 교육의 중요성이 강조되고 있다. 정보화 시대의 흐름에 적응하고 이끌어 나갈 수 있는 능력을 배양하기 위해

교수·학습 방법과 내용도 변화되어, ICT를 활용한 학습 자료 개발과 활용에 많은 노력을 하고 있다.

수학 교육에 있어서도 교사의 설명에 의존하는 방식에서 벗어나, 컴퓨터를 활용하려는 의지와 요구가 활발해지고 있다. 그리하여 많은 소프트웨어들이 개발되고 이를 교수·학습에 활용하는 추세이지만, 자료개발자가 학생의 학습 심리에 대한 전문적인 지식이 부족하여

접수번호 : #080411-002

접수일자 : 2008년 04월 11일

심사완료일 : 2008년 04월 21일

교신저자 : 권보섭, e-mail : bxkwon@andong.ac.kr

나, 전문적인 지식을 가진 교사는 자료 개발 기술이 부족하여, 학생의 발달 단계를 고려한 소프트웨어들이 부족한 실정이다.

Piaget의 주장에 의하면 초등학교 학생들은 구체적 조작기로서 현실 상황에서 직접적으로 관찰하거나 구체물, 반구체물을 이용한 구체적 조작활동을 통해서만 사고가 가능하다[8]. 하지만, 이러한 초등학교 학생의 인지 발달 단계의 특성을 고려하여 개발된 교수·학습용 소프트웨어는 별로 없다.

특히 초등학교 도형 학습에서 많은 학생들이 개념 형성에 어려움을 겪고 있다. 이는 도형 영역의 학습에 있어 평면·입체도형의 성질과 이들 사이의 관계를 탐구하기 위해 구체물이나 시각적 자료를 필요로 하지만, 이 자료들은 시간적·공간적 제약으로 인하여 단지 부분적 활용에 그치고 있는 실정이기 때문에 학생들의 요구 수준에 미치지 못하고 있다. 그렇지만 수학적 탐구 활동을 위한 도구로서 컴퓨터의 활용은 학생들의 관심과 흥미를 불러 일으켜 다양한 예를 제시하여 조작함으로써 시각적 관찰을 토대로 수학적 지식에 귀납적으로 접근할 수 있어 인지적 부담을 덜어 줄 수 있다.

최근 도형 학습에 활용되기 시작한 탐구형 소프트웨어의 하나인 GSP¹⁾는 컴퓨터 화면상의 직접적인 조작이나 연속적인 움직임, 몰입적인 환경을 제공해 주고 학생들이 프로그램의 조작법도 쉽게 익힐 수 있어 조작 활동이 활발한 도형 학습에 활용할 수 있다. 그러나 이 프로그램에 대한 교사의 전문적인 지식 부족으로, 초등학교에 있어서는 관심있는 몇몇 교사에 의해 실험적으로 그 활용 방안이 연구되고 있다[10][12].

[3]은 GSP를 활용한 수업에서 “학습 초기(1~3차시)에는 컴퓨터를 활용하여 학습한다는 기대감으로 매우 흥미가 있어 수업에 적극적으로 참여하였으나, 학습 중기(4~5차시)에는 GSP에 대한 흥미가 떨어졌다”고 밝혔다. 이것은 학생들은 똑같은 활동이 반복되면 금방 싫증을 내게 됨으로 조작활동도 다양하게 제공되어야 한다는 점을 시사해 준다. 또, [2]은 “GSP와 같은 탐구 활동용 소프트웨어는 아주 좋은 도구이지만, 기하의 작

도에 대한 충분한 이해가 되어야 사용할 수 있으므로 학생들을 위해서는 보다 쉬운 소프트웨어가 필요하다”고 제언하였다. 이는 초등학생들이 GSP 프로그램을 직접 활용하기보다는 더 쉽게 활용할 수 있는 소프트웨어가 필요함을 말해준다.

본 연구는 초등학교 도형 학습에 있어서 도형의 개념을 확실히 인지시키기 위해 시간적, 공간적 제약이 많은 구체물을 대신할 수 있는 조작활동 중심의 소프트웨어, 즉 컴퓨터 화면상에서 학생들이 다양하게 조작할 수 있고, 프로그램을 익히는데 부담을 느끼지 않아 쉽게 활용할 수 있도록 개발된 교수·학습용 자료가 도형 학습에 효과가 있는지를 분석하는데 목적이 있다. 이것을 통하여 효율적인 도형 학습 지도 방안과 교수·학습용 소프트웨어의 개발 방안에 대한 시사점을 찾고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 수학에서의 개념 학습

초등학교 3,4학년은 인지 발달 단계로 보면 구체적 조작기의 중기에 해당된다. 이 시기에 나타나는 현상은 보존 문제를 해결하고 사고가 탈자기 중심적이므로 시각에 있어서 중심화를 벗어난다. 변환을 주의 깊게 시각적으로 추구할 수 있을 뿐 아니라 가장 중요한 현상으로 조작을 가역할 수 있다. 그러나 이 시기의 학생들은 많은 인식 과정에서 진보가 있음에도 불구하고 아직은 가상적이고, 추상적인 문제를 해결할 수 있는 논리적 기술을 사용하기 어렵기 때문에 대상을 인지하는데 있어서 주로 직접적인 경험을 통하여 얻어진 정보에 기본을 둘 뿐이다.

학습 활동의 상당한 부분이 개념 학습과 밀접히 관련되어 있고, 인간의 인지적 능력의 발달 정도는 개념 학습 능력 수준과 비례한다. 개념 학습이란 단순한 명칭이나 지식의 획득이 아니라 문제 해결 능력이나 고등정신 기능의 육성에 전제 조건이 되므로, 개념 학습은 학교 학습 활동의 핵심 과제로 간주해도 무리가 아니다. 수학에 있어서도 아동들은 법칙이나 간단한 산술의 절차에 기초가 되는 개념만이 아닌 그 이상을 포함하는

1) GSP : The Geometer's Sketch Pad(Swarthmore College와 KEY Curriculum Press가 공동 개발한 기하 소프트웨어)

수학의 기초 개념을 이해해야 한다.

2. 도형학습과 탐구형 기하 소프트웨어 활용

현재의 기하교육은 연역적 증명에 강조를 두고 있으나 기하학적 개념이나 원리들이 학생들에게 의미를 가지는 것이 중요하므로 이를 위해서는 연역 이전에 학생들이 지식을 귀납적으로 탐구하는 '구성'의 과정이 필요하다. 그러나 교사들은 자신과 학생들의 사고의 수준차를 인정하지 않은 채 설명식 방법을 통해 수업을 전개해 나간다. 물론 시각적인 도형을 사용하여 설명은 한다. 특히 기하 과목에서는 공간적인 현상에 대한 직접적인 활동이 없으면 학생들이 학습한 기하학적 지식은 이해하기 힘들뿐만 아니라 의미가 없게 된다.

초등학교 도형 학습에 귀납적 탐구 활동이 이루어질 수 있도록 하기 위해서는 학생이 자신의 추측을 다양한 예를 통해 확인하고, 이러한 탐구 활동에 능동적이고 적극적으로 몰입할 수 있는 환경을 마련해 주어야 한다. 이를 위해 기하 수업을 구성적으로 만드는 기하 학습 도구인 GSP와 같은 탐구형 기하 소프트웨어의 활용은 지필 환경의 제약을 넘어서 공학적으로 풍부한 탐구 환경을 제공해 준다[11].

3. 선행 연구 고찰

[4]는 '초등학교 도형 개념 학습에서의 GSP 활용 방안 연구'에서 탐구형 소프트웨어는 아동과의 상호작용을 통해 탐구 활동의 의의를 살릴 수 있는 학습 도구로서 선행 연구를 통해 입증된 바 있는 GSP를 초등학교의 도형 영역 학습에서 적용할 수 있는 실천적인 활용 방안을 연구하였다.

이 연구에서는 사전 준비면에서 학생들에게 사전에 GSP 기능 학습의 기회를 제공해야하고, 학습에 참여하는 교사와 아동 모두가 GSP의 특수상황에 대하여 합의해야 한다고 했다. 수업 단계면에서는 학습문제 제시하기, GSP로 자유 탐구하기(소극적 탐구·적극적 탐구), 안내된 탐구하기, 개념 표현 및 형식화하기, 개념 적용 및 일반화하기의 순으로 수업을 진행하는 방안을 제시하였다. 실제 활동면에서는 교사가 GSP 전문가가 될 것과 GSP를 통해 경험한 조작활동을 활용하여 개념을

표현하고 적용하도록 하며 학업성취도가 높은 학생에게 GSP를 통한 도전적인 과제를 제시하는 등 활용 방안을 주장하였다.

[3]은 '탐구형 기하 소프트웨어 활용을 통한 도형 개념 형성 및 성질 탐구에 관한 연구'에서 GSP를 이용하여 초등학교 도형 개념 형성 및 성질을 효과적으로 가르칠 수 있는 학습 자료를 개발하여 전통적인 수업과의 학업 성취도 및 학습 태도 및 호응도의 차이를 양적 연구를 통하여 비교하였다.

[6]는 '탐구형 기하 소프트웨어를 활용한 탐구활동에서 초등학교 5학년 학생들의 상호작용에 관한 사례연구'에서 소프트웨어를 활용한 컴퓨터 환경이 지필 환경에 비하여 지각 효과와 인식 효과로 인하여 자율적인 탐구 의욕이 강화됨으로써, 적극적인 탐구 활동을 이끌고 학생 사이에 풍부한 상호작용을 가져왔다. 또 상호작용을 통해 기호화 활동이 지필 환경에 비하여 활발하게 나타났으며 학생들은 발견한 수학적 사실과 기존의 수학적 지식 사이에 연결을 도모하는 반영적 사고를 통한 탐구활동을 유도했다.

[7]는 '초등 기하학습에서 Geometer's Sketchpad 활용에 관한 연구'에서 수학 학습 능력과 문항 형태에 따라 GSP를 활용한 학습 효과가 다르게 나타났다. 상위 집단은 유의미한 차이가 없었으나 중위집단과 하위집단에서 학업성취도가 향상되었다. 주관식 문제에 대해서도 같은 결과가 나왔으나 객관식 문제는 하위집단에서 유의미한 차이를 나타냈다.

이러한 선행 연구들은 GSP와 같은 탐구형 소프트웨어가 초등학교 학생들의 도형 개념 학습에 효과적으로 활용할 수 있음이 입증되었으나[9] 보다 쉽게 활용할 수 있는 방안이 필요함을 시사해 주었다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구 설계

본 연구의 대상으로 중소도시에 소재한 D초등학교 4학년 3 개반 중 2 개반을 선정하였다. 1 개반(32명)은 조작활동 중심의 소프트웨어로 학습을 하고, 다른 1개

반(32명)은 전통적인 교사 주도의 일반적인 학습을 하였다.

본 연구를 수행하기 위한 설계는 [표 1]과 같다. 초등학교 수학 4-나 단계의 5단원 ‘사각형과 도형 만들기’의 학습 지도에 학생들의 자유 탐구가 가능한 조작활동 중심의 소프트웨어를 개발하여 실험집단에 적용하였다. 실험집단에 적용한 소프트웨어는 G 교육연구원에서 Flash로 개발한 WBI 자료에 Flash의 액션스크립트를 강화하고 탐구형 기하 학습 프로그램인 GSP 프로그램을 활용한 조작활동을 첨가하여 재개발한 소프트웨어로서, 별도의 프로그램을 설치할 필요가 없고 Adobe Shockwave plug-in이 설치되어 있으면 활용할 수 있다. 비교집단은 전통적인 교사 중심의 일반적인 수업을 적용했다.

표 1. 연구 설계

구분	사전 학습 성취도 검사	사전 학습 태도 검사	학습 방법	사후 학습 성취도 검사	사후 학습 태도 검사
실험 집단	실시	실시	조작활동 중심 학습프로그램사용	실시	실시
비교 집단	실시	실시하지 않음	교사 중심의 전통적인 수업	실시	실시하지 않음

2. 연구 절차

2.1 수학과 도형 영역의 교육과정 분석

초등학교 수학과 교육 과정에서 본 연구와 관련된 도형 영역의 단계별 학습 내용 체계를 알아보기 위해 단계별, 단원별 학습 내용을 추출하였다[1]. 저학년의 경우, 구체물 조작을 통한 도형의 기초 개념 형성에 중점을 두고 시각·운동감각 조절 능력과 시각적 변별력 향상시키는데 목적이 있다. 고학년에서는 귀납적 방법에 의하여 평면도형의 성질을 동적인 측면에서 이해시키고, 공간지각력 및 문제 해결력 배양에 중점을 두고 있다.

2.2 기존 소프트웨어의 분석

실제 수업 장면에서 학습용으로 쉽게 활용할 수 있는 기존의 소프트웨어 중에서 4가지를 선정하여 구체적인 조작 단계에 있는 초등학교 학생들의 특성을 고려한 조

작활동이 어느 정도 포함되었는지를 분석해 보았다.

교사들에 의해 개발되어 인터넷 사이트에 탑재된 G 교육연구원의 수학과 WBI(Web Based Instruction : 웹 기반 학습) 자료, 에듀넷 학습 자료, T교육넷의 멀티미디어 학습 자료와 학교에 보급된 H사에서 개발한 EBS 멀티미디어 자료를 분석해 보았다.

대부분의 학습 내용이 전자교과서처럼 교과서의 학습 활동 순서대로 그대로 옮겨 놓았거나 활동의 일부분만을 그대로 제시하는 형태였다. 학생들은 버튼의 클릭만으로 화면의 변화를 시각적으로 관찰할 수 있을 뿐 활동적으로 조작할 수 있는 부분이 거의 없어 도형의 개념을 이해하는데 효과적이지 못하였다.

2.3 조작활동 중심의 소프트웨어 설계

앞의 기존 소프트웨어의 분석을 근거로 본 연구는 G 교육연구원의 WBI 자료의 기본 화면에 Flash의 액션 스크립트와 기하 학습 프로그램인 GSP를 이용하여 조작활동을 첨가하여 소프트웨어를 재개발하였다. GSP의 활용은 학생이 직접 GSP 프로그램을 활용하는 것이 아니라, 학생들이 프로그램 사용법을 직접 익혀야 하는 부담을 없애기 위해 여러 가지 사각형의 성질에 맞게 GSP 프로그램으로 도형을 제작하여 HTML로 변환하여 Web상에서 구현되도록 한 것이다. 이것은 꼭지점을 끌면 도형의 성질을 유지한 채 마음대로 모양 또는 크기를 변화시킬 수 있어 학생들이 흥미롭게 도형의 성질을 탐구할 수 있도록 한 것이다. 첨가된 조작활동은 마우스의 클릭(click) 뿐만 아니라 끌기(drag), 키보드로의 입력 등 화면상에서 학습자의 자유의지를 반영하여 조작할 수 있게 하였다.

‘사각형과 도형 만들기’ 단원의 지도 계획 10차시분 중 도형의 개념과 관련된 6차시분에 대하여 조작활동 중심의 학습 프로그램을 개발하여 교수·학습 활동에 적용하였다. 1~4차시의 사다리꼴, 평행사변형, 마름모, 정사각형과 직사각형의 관계에 대한 조작활동 설계는 같은 유형으로 되어 있고, 7차시의 여러 가지 도형 만들기는 Flash로 개발된 Tangram을 활용하고 8차시의 재미있는 놀이(다각형 카드놀이)하기는 game 형식으로 설계하였다.

기존 소프트웨어의 분석 내용과 조작활동 중심의 소프트웨어 설계 내용의 예시는 [표 2]와 같다.

하였다.

표 2. 조작활동 중심의 소프트웨어 설계 내용

학습 단계	조작활동 설계(사다리꼴 알아보기: 1/10차시)
기본 화면	•기본 화면 그대로 활용
생활에서 알아보기	•마우스를 사각형 위치로 이동하면 사각형이 보이고 왼쪽 버튼 누르면 사다리꼴이 나타남(P) •형태가 다른 사다리 모양 제시(P)
공부할 문제	•공부할 문제를 키보드로 입력함(T)
활동1	•사각형에서 공통점을 찾아보자.(T) -세 가지 유형의 사다리꼴의 꼭지점을 마우스로 끌면 다양한 사다리꼴로 변화됨(P : GSP로 만들)
약속하기	•GSP로 사다리꼴 확인하기(T,A) •키보드로 약속한 도형의 성질과 이름을 써 넣도록 함(T)
활동2	•가위와 버튼을 제공-버튼을 누르면 사각형이 떨어져 나옴 다음 위치에 새이 가위와 버튼이 생겨남(P,A) •잘라낸 도형을 모눈 위로 자유롭게 이동하여 한 쌍의 변이 평행됨을 확인할 수 있게 함(P,A) • '그렇다' 버튼을 누르면 소리와 함께 '잘라 낸 도형은 모두 사다리꼴이다' 제시(S,T)
익히기	•사다리꼴 찾아보기-네 가지 사각형을 제시하고 마우스로 클릭하면 Textbox에 사각형의 기호가 나타나게 함(T) -확인버튼 : 정답일 경우에 다음 단계로 진행되고 오답일 경우 다시 답을 구하도록 함. (S,P) •사다리꼴 그리기 -삼각자, 직선그리기 연필, 지우기 기능 버튼 삼각자 회전 기능 버튼제공 (A,P,T) -모눈 위에 사다리꼴을 삼각자와 연필을 이용하는 구체적인 조작활동처럼 그릴 수 있음(A,P)

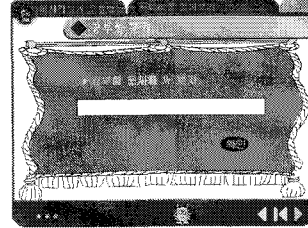


그림 2. 공부할 문제

(3) [그림 3]과 [그림 4]의 약속하기는 본 설계의 핵심으로 GSP로 그린 사각형을 HTML로 변환한 것이다. 사각형의 꼭지점을 마우스로 끌면 마주보는 한 쌍의 변이 항상 평행하면서 모양과 크기가 변형된다. 공통점을 찾아내지 못할 경우 도움말 버튼을 누르면 평행한 한 쌍의 마주 보는 변이 다른 색깔로 그려져 쉽게 찾을 수 있게 이해를 돕는다.

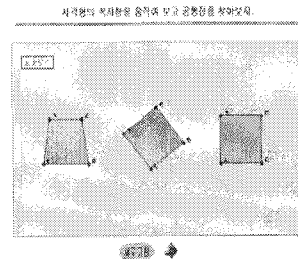


그림 3. 약속하기 : 사각형의 공통점 찾기

다음 그림은 설계 화면의 예시이다.

(1) 생활에서 알아보기에서는 사다리의 두 가지 유형을 제시하고 사각형 모양을 볼 수 있는 곳에 마우스를 가져가면 모양이 나타나고 누르면 확대되어 [그림 1]과 같이 보여진다.



그림 1. 생활에서알아보기

(2) 공부할 문제는 키보드로 학습할 내용을 써 넣게 하여 학습 목표를 분명히 알도록 [그림 2]와 같이 설계

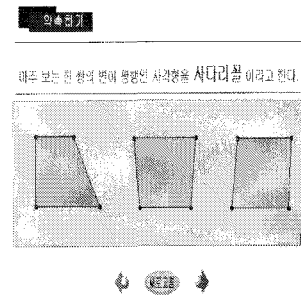


그림 4. 약속하기 :사다리꼴의 개념

(4) [그림 5]에서는 기체물을 조작하는 것처럼 종이따를 버튼에 의해 자르고 잘라낸 사각형을 모눈 위

에 옮겨 마주보는 한 쌍의 변이 평행임을 확인할 수 있다. [그림 6]에서는 실제 삼각자를 이용하여 사다리꼴을 그리는 것처럼 화면상의 조작활동을 통해 사다리꼴을 그릴 수 있게 하였다.

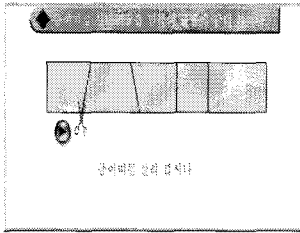


그림 5. 익히기 : 사다리꼴의 성질 확인하기

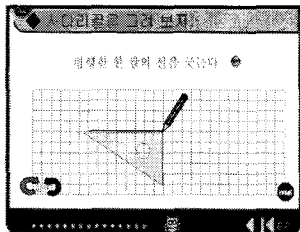


그림 6. 익히기 : 사다리꼴 그리기

3. 적용 분석

3.1 검사 도구

조작활동 중심의 수학 학습 프로그램이 도형의 개념 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전·사후 학업성취도 검사와 학습태도 검사를 다음과 같이 실시하였다.

본 연구의 결과 처리는 윈도우용 SPSS(Ver 10.0)을 이용하여 처리하였다.

(1) 사전 학업성취도 검사

사전 학업성취도 검사는 실험집단과 비교집단 간의 학력 차이를 알아보기 위한 검사로 1학기 수학 학업 성취도 검사 2회 등 3종류의 검사를 종합하여 평균과 표준편차를 산출하고, t-test를 하였다.

(2) 사후 학업성취도 검사

사후 검사는 조작활동 중심의 소프트웨어를 활용하

여 학습한 실험집단과 교사 중심의 전통적인 수업을 한 비교집단과의 사이에 도형의 개념 및 학업 성취도에 유의한 차이가 있는지를 검증하였다.

검사 내용은 4-나 단계 '5. 사각형과 도형 만들기' 단원의 지도 내용을 경상북도 교육연구원에서 제작한 수학 4-2 학업 성취도 평가 문항 자료집에서 동료 교사들과 협의하여 20문항을 [표 3]과 같이 출제하였다. 문항 당 배점은 5점씩 총100점 만점으로 처리하여 실시하였다.

표 3. 사후 수학 학업 성취도 검사지의 구성 내용

문제 형식	문항수	영역		
		지식·이해	기능	적용
객관식	4문항	2	1	1
주관식	16문항	4	3	9

(3) 사전·사후 학습 태도 검사

본 연구에서는 수업을 하기 전·후 학습 태도 변화를 측정하기 위하여 사전·사후 학습 태도 검사를 실시하였다. 학습 태도 검사는 한국교육개발원에서 제작한 학업태도 검사문항을 실험집단에 대하여 교육 목표의 정의적 영역과 수학 학습 태도 변화를 검증하는데 목적을 두고 있다.

이 검사지는 수학 교과에 대한 자아개념, 수학 교과에 대한 태도, 수학 교과에 대한 학습 습관의 3개의 영역으로 이루어져 있고, 세부 영역은 우월감, 자신감, 흥미도, 목적의식, 성취동기, 주의집중, 자율학습, 학습기술적용이라는 8개의 하위영역으로 나뉘어져 있으며 각각의 하위영역은 5문항씩으로 총 40문항으로 구성되어 있다.

각 문항에 대한 검사지의 반응 형태는 '항상 그렇다', '대체로 그렇다', '그렇다와 아니다가 반반이다', '대체로 그렇지 않다', '전혀 그렇지 않다'의 5단계 평정 척도로 각각에 대해 5, 4, 3, 2, 1점을 부여하고, 부정형 문항(5, 9, 13, 17, 18, 25, 26, 27번)은 긍정형 문항과 반대로 점수를 부여하였다.

본 연구에 사용된 수학 학습 태도 검사지의 영역 및 문항 구성은 [표 4]과 같다.

표 4. 수학 학습 태도 검사지의 영역 및 문항 구성

상 위 영역	하 위 영역	문 항 번 호	문 항 수(40)
수학 교과에 대한 자아개념	우 월 감	1 ~ 5	10
	자 신 감	6 ~ 10	
수학 교과에 대한 태도	흥 미 도	11 ~ 15	15
	목 적 의 식	16 ~ 20	
	성 취 동 기	21 ~ 25	
수학 교과에 대한 학습 습관	주 의 집 중	26 ~ 30	15
	자 율 학 습	31 ~ 35	
	학 습 기 술 적 용	36 ~ 40	

3.2 실험 처치

- (1) 실험집단의 수업은 컴퓨터실에서 개인용 PC를 가지고 개별학습 위주로 5시간을 실시하였다.
- (2) 두 집단 모두 수학 수업의 일반적인 모델을 적용한 수업을 전개하도록 하였다.
- (3) 실험집단은 2차시에 걸쳐 G교육연구원에서 개발한 WBI 자료를 활용하여 '수직과 평행' 단원의 수업을 하여 프로그램을 활용 방법을 사전에 익혔다.
- (4) 실험처치는 정규 수학시간에 단원 '5. 사각형과 도형 만들기'의 10차시 중 6차시 분을 개발한 수학 학습 프로그램을 활용하여 지도하였고, 비교집단은 교사용 지도서 수학 4-나를 활용하여 지도하도록 하였다.
- (5) 두 집단간의 조건을 같게 하기 위하여 수업시간, 진도 등을 맞추었다.
- (6) 사전·사후 학업성취도와 학습 태도 검사는 t-test로 분석하고 해석하였다.

IV. 결과 및 논의

본 연구의 실행에서 나타난 사전 학업성취도 검사에서 실험집단과 비교집단의 동질성 여부를 확인하고 실험처치 후에 두 집단에 대한 학업성취도 검사와 실험집단에 대한 사전·사후 학습태도 검사 결과를 분석하고 논의하고자 한다.

1. 결과

1.1 사전 학업 성취도 검사 결과 분석

사전 수학과 학업성취도 검사에 참여한 학생수는 실험집단 32명, 비교집단 32명 총 64명이었다. 두 집단의 동질성 여부를 확인하기 위해 학습준비도 검사와 1학기 중 실시한 학업 성취도 검사 2회를 종합하여 산출한 것으로 그 결과는 [표 5]과 같다.

표 5. 사전 학업 성취도 검사 결과

구분	N	M	SD	t	p
실험집단	32	75.36	16.98	-0.563	0.575
비교집단	32	77.88	18.71		

[표 5]의 사전 학업성취도 검사 결과에 제시된 바와 같이 학업 성취도 검사에서는 전통적인 교수·학습 집단이 실험집단보다 다소 높은 평균 점수를 보였으나, 검증 결과 $p > 0.05$ 로 유의미한 차이가 아닌 것으로 나타나 실험처치 이전의 두 집단은 학업 성취도에서 동질 집단임이 확인되었다.

1.2 사후 학업 성취도 검사 결과 분석

사후 수학 학업 성취도 검사는 조작활동 중심의 수학 학습 프로그램을 활용하여 학습한 실험집단과 전통적인 방법으로 학습한 비교집단 사이에 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 실시하여 t-검증을 하였다. 사후 학업 성취도 검사 결과는 [표 6]과 같다.

표 6. 사후 학업 성취도 검사 결과

구분	N	M	SD	t	p
실험집단	32	72.50	17.78	1.001	0.321
비교집단	32	67.50	21.96		

사후 학업성취도 검사 결과를 보면 조작활동이 학업 성취도에 있어서 긍정적인 효과가 나타났지만 실험집단과 비교집단 사이의 평균의 차가 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 $t = 1.00$ 으로 유의확률 p 의 값이 $p > 0.05$ 이므로 유의

미한 차이가 없었다.

1.3 학습 태도 검사 결과 분석

조작활동 중심의 수학 학습 프로그램을 적용하기 전과 적용하고 난 후에 실시한 수학 학습 태도 검사지의 응답을 점수화하여 하위 변인 8개의 평균의 차를 구하고 t-검증한 결과 [표 6]과 같다.

위의 [표 7]에 나타난 바와 같이 흥미도는 학습 전 평균이 3.175이고 학습 후 평균이 3.675로 평균의 차가 가장 컸으며 이 때의 $t=-2.203$ 이고 $p=0.031$ 로 유의수준 5%에서 매우 유의미한 차가 있었다. 또 자신감의 학습 전·후의 평균이 각각 3.087과 3.569로 $t=-2.091$ 이고 $p=0.041$ 로 유의미한 평균의 차를 나타내었다. 그리고 자율학습태도는 학습 전 평균은 3.069이고 학습 후 평균이 3.450으로 역시 향상되었으며 $t=-2.053$, $p=0.044$ 로 평균의 차가 유의미하게 나타났다. 그 외에 우월감, 목적의식, 성취동기, 주의집중, 학습기술적용 등은 통계적으로 유의수준 5%에서 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

표 7. 수학 학습 프로그램 적용 전후의 태도 변화

상위변인	하위변인	시기	M	SD	t	p
수학 교과에 대한 자아개념	우월감	학습 전	3.106	.859	-.352	.726
		학습 후	3.175	.696		
	자신감	학습 전	3.087	1.026	-2.091	.041
		학습 후	3.569	.802		
수학 교과에 대한 태도	흥미도	학습 전	3.175	.957	-2.203	.031
		학습 후	3.675	.856		
	목적의식	학습 전	3.450	.825	-1.255	.214
		학습 후	3.669	.539		
	성취동기	학습 전	3.475	.687	-8.77	.384
		학습 후	3.631	.738		
수학 교과에 대한 학습 습관	주의집중	학습 전	3.181	.667	-1.333	.187
		학습 후	3.419	.756		
	자율학습	학습 전	3.069	.791	-2.053	.044
		학습 후	3.450	.691		
	학습기술 적용	학습 전	3.056	.684	-1.614	.112
		학습 후	3.344	.740		
총 합	학습 전	3.200	.483	-2.669	.010	

(N=32, p(.05))

이상의 결과를 태도 변인의 구분 없이 학습 전과 후로 나누어 종합적으로 분석한 결과는 학습 전 평균이 3.200이고 학습 후 평균이 3.491로서 $t=-2.669$, $p=0.010$ 으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

따라서 조작활동 중심의 수학 학습 프로그램이 수학 학습 태도 변화에 영향을 준다고 말할 수 있다.

2. 논의

본 연구의 결과는 조작활동 중심의 학습 프로그램 활용한 학습이 학업성취도에 유의미한 차이를 나타내지는 않았지만 긍정적인 효과가 있으며, 학습 태도 변화에는 의미있는 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 구체적 조작기의 초등학교 학생에게 조작활동 중심의 소프트웨어가 Dienes가 제시한 활동성과 지적적 다양성, 수학적 다양성 원리를 적용하여 수학적 개념화와 추상화를 위한 효과적인 학습 전략이 될 수 있음을 보여 준 것이다.

학생의 발달 단계를 고려한 조작활동 중심의 학습 자료를 수업에 적절히 사용하면 지필 환경에 비해 학생들이 흥미를 가지며, 자율적인 탐구 의욕이 강화되어 학습에 적극적으로 참여하게 된다.

그러나, [13]가 지적한 바와 같이 컴퓨터 환경에서 학생들이 얻게 되는 경험은 수학 학습의 출발점이 될 수 있지만, 컴퓨터가 지닌 한계성으로 인하여 수학적 지식이 왜곡될 가능성도 있다. 그러므로 컴퓨터를 이용하여 수학을 지도하려는 교사들은 수학적 지식의 성격에 주의할 것을 기울이는 교수학적 노력이 필요하다.

V. 결론

조작활동 중심의 소프트웨어를 활용한 학습이 도형의 개념 형성에 미치는 영향을 파악하고자 초등학교 수학 4-나 '5. 사각형과 도형 만들기' 단원의 학습 제재로 연구를 실행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 조작활동 중심의 학습 프로그램을 개발·적용함으로써 학생들은 도형의 성질을 유지하면서 마음대로 조작할 수 있기 때문에, 도형의 기본 개념이 귀납적으로 형성되어 전체적인 시각으로 파악할 수 있는 직관력을 키우는데 도움이 되며, 교사는 도형의 개념 이해 및 원리 발견학습에 학생들의 탐구력을 높일 수 있는 수업 전략과 학습의 수월성 원리에 적합하였다.

둘째, 수학에 있어서 컴퓨터의 활용은 학생들이 구체물 조작에서 오는 비효율성을 줄이고 탐구에 몰입할 수 있으며, 구체물 조작을 대신하는 조작활동을 통해 역동적으로 시각화함으로써 도형의 성질을 탐구하고 추정하여 수학적 개념을 보다 근본적으로 이해시키는데 긍정적인 효과가 있었다.

셋째, 사각형의 개념 지도에 GSP와 Flash의 Action script를 활용한 소프트웨어를 이용하여 풍부한 학습 경험이 제공되어, 학생들이 다양한 사고로 직접 탐구함으로써 흥미와 자신감이 높아지고 자발적인 학습이 이루어져 학습 태도에 긍정적인 효과가 있었다.

넷째, 교사의 설명이나 시범에 의존하지 않고, 학생 개인의 학습 심리적 발달 수준 차이나 학습 능력의 차이를 반영시켜 개별 학습의 기회를 제공함으로써 학습자 중심의 활동주의 학습이 이루어져 교수·학습 방법을 개선하는 효과가 있었다.

다섯째, ICT활용 교육이 활성화되고 학교 및 가정에 보급된 컴퓨터의 교육적 활용에 보다 큰 관심을 갖게 하며 효율적인 활용에 긍정적인 영향을 주었다.

참고 문헌

- [1] 교육부, *초등학교 교육 과정 해설(IV)*, 대한교과서 주식회사, 1999.
- [2] 강병욱, *컴퓨터 소프트웨어 활용이 도형학습에 미치는 영향(GSP를 중심으로)*, 제주대학교 석사학위 논문, 1999.
- [3] 맹종만, *탐구형 기하 소프트웨어 활용을 통한 도형개념 형성 및 성질 탐구에 관한 연구*, 대구교육대학교 석사학위 논문, 2001.
- [4] 배윤희, *초등학교 도형 개념 학습에서의 GSP 활용 방안 연구*, 인천교육대학교 석사학위 논문, 2002.
- [5] 이종영, *컴퓨터 환경에서의 수학 학습 지도에 관한 교수학적 분석*, 서울대학교 박사학위 논문, 1999.
- [6] 하경미, *탐구형 기하 소프트웨어를 활용한 탐구활동에서 초등학교 5학년 학생들의 상호작용에 관*

한 연구, 한국교원대학교 석사학위 논문, 2001.

- [7] 황의태, *초등 기하학습에서 Geometer's Sketchpad 활용에 관한 연구(초등학교 6학년 중심으로)*, 한국교원대학교 석사학위 논문, 2000.
- [8] J. Piaget and C. Margaret(Trans.), *The Construction of reality in the child*, New York : Basic Books, 1954.
- [9] 김해규, 현창식, “초등기하학습에서의 GSP를 활용한 영재교육 자료개발 및 활용 방안”, 한국수학교육학회지시리즈E: 제18권, 제2호, pp.321-340, 2004.
- [10] 석귀용, 전재공, 손대원, 정선영, “GSP의 대수적 활용”, 한국수학교육학회, 제 36회 전국수학교육연구대회 프로시딩, pp.163-172, 2006.
- [11] <http://www.mathlove.co.kr>
- [12] 계영희, “GSP를 활용한 테셀레이션 작도”, 한국수학교육학회지시리즈E, 제19권, 제1호, pp.319-320, 2005.
- [13] 박미영, *구체적 조작물을 이용한 체험학습에 관한 수업 방법 연구*, 성관대학교 석사학위 논문, 2000.

저자 소개

권 보 섭(Bo-Seob Kwon)

정회원



- 1983년 2월 : 경북대학교 전자공학(공학사)
- 1990년 8월 : 충남대학교 전자공학(공학석사)
- 1997년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 1983년 1월 ~ 1985년 8월 : LG전자 연구원
- 1985년 9월 ~ 1998년 3월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1998년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 컴퓨터교육과 교수 <관심분야> : 컴퓨터교육, 차세대통신망