

디지털교과서 활용 효과에 관한 영향

- 6학년 수학 쌓기나무 단원을 중심으로 -

이혜숙¹⁾ · 권성룡²⁾

본 연구는 초등학교 6학년 수학 쌓기나무 단원의 디지털교과서 활용 수업이 공간 능력, 수학학습성취도, 수학 교과에 대한 흥미도 등에 미치는 영향을 분석함으로써 수학 수업에 있어서 학습효과를 향상시킬 수 있는 방안을 모색하고자 하는데 그 목적이 있다.

위의 연구를 위하여 실험반은 디지털교과서, 비교반은 서책교과서로 수업을 진행하였다. 그 결과 실험처치 후 실험반과 비교반의 공간 감각 능력 및 수학 교과에 대한 흥미도에 있어서 통계적으로 유의미한 차이는 발견할 수 없었다. 그러나 공간 능력 성적의 중위 그룹에서 실험반이 통계적으로 유의미하게 높게 나타났는데, 이는 디지털교과서가 다수의 중위권 학생들에게 학습에 대한 관심을 유도하고 흥미를 유지시키는 역할을 할 수 있다는 점을 시사한다. 또한 공간 능력 검사지의 대부분의 문항에서 실험반이 더 높은 정답률을 보인 점은 구체물과 멀티미디어를 병행 활용한 학습 형태가 공간 능력에 긍정적인 영향을 주었을 가능성이 있음을 보여준다.

[주제어] 디지털교과서, 공간 능력, 수학학습성취도, 교과에 대한 흥미도

I. 서론

최근 들어 종이 인쇄본의 서책교과서를 보완하기 위하여 디지털교과서 실험학교가 확대 운영되고 있다. 디지털화된 교재는 학생들에게 다양한 학습 활동 기회를 제공할 수 있기 때문이다. 특히 쌓기나무 조작 멀티미디어 자료는 가상공간에서 학생이 마우스나 전자펜을 움직여 쌓기나무 도막을 쌓은 후 원하는 방향으로 돌려 볼 수 있도록 설계되어 있다. 또 학생들은 쌓아진 모양을 마음껏 쌓고 부수고 다시 쌓을 수 있으며, 구체물이 바닥에 떨어지거나 소리를 내는 소음 요소 없이 활동에 집중할 수 있는 장점이 있다.

컴퓨터 프로그램의 활용은 학생의 문제 해결에 도움을 준다(교육인적자원부, 2006). 권성룡 외(2007)는 공학환경이 반영적 추상화에 도움이 되는 활동을 제공해 줌으로써 학생의 수학 학습을 도울 수 있다고 하였다. 김수운(2004)은 수업 사례에서 쌓은 모양을 정면에서 보면 위나 측면이 보이지 않는다는 사실을 학생들에게 알려주어야 하는 등 학생들이 혼동을 일으킨다는 사실을 관찰했다. 특히 고학년의 경우 쌓은 모양을 관찰하여 그리는 것 뿐 아니라 머릿속으로 회전하거나, 입체 모양을 유추해서 앞, 옆, 위에서 본 모양을

1) [제1저자] 대전 선화초등학교

2) 공주교육대학교 수학교육과

그리는 활동까지 확장해야 하므로 기존의 쌓기나무와는 다른 자료의 필요성이 제기된다. 실험학교의 보고서(예. 충북산외초·경남남강초·대전탄방초·전남백초초, 2006) 역시 수학의 지도 내용 중 도형 영역의 경우 다양한 3D 모듈 및 멀티미디어 자료는 구체물 조작 활동 후 머릿속으로 유추하는 중간단계 활동을 가능케 함으로써 다인수 학급에서 학생들의 개인차를 줄여 줄 수 있다는 결과를 내놓았다. 이에 본 연구는 디지털교과서의 쌓기나무 멀티미디어 조작자료가 실험반 학생들의 공간 능력에 긍정적 영향을 미칠 것인지, 또한 서책교과서로 공부한 비교반 학생들과 공간 능력에 있어서 어떠한 차이가 있는지를 분석하고자 한다. 아울러 디지털교과서로 공부한 실험반과 서책교과서로 공부한 비교반 학생들의 학업성취도, 수학 교과에 대한 태도도 비교해 봄으로써 디지털교과서의 활용 효과를 고찰보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 디지털교과서

디지털교과서란 기존 서책교과서가 지니는 기능적 한계를 보완하여 시·공간에 구애받지 않고 교육 서비스를 제공하기 위해 학교 또는 가정에서 사용될 수 있는 멀티미디어 형태의 학습교재이다. 기존의 서책교과서에 비해 다양하고 풍부한 자원과 기술을 동원하여 학습자와의 다양한 상호작용이 가능하다. 디지털교과서의 기능에는 기본 기능(쓰기, 지우기, 메모, 책갈피, 페이지 넘기기 등), 부가편의 기능(검색, 네비게이션, 출력, 복사 등), 멀티미디어 및 학습지원 기능(3D-애니메이션 등 멀티미디어, 하이퍼링크, 용어사전, 평가기능 등) 등이 있다. 싱가포르, 말레이시아, 미국, 프랑스 등의 나라가 개발에 나서고 있으며, 우리나라도 2002년부터 개발에 들어가 2008년도에는 5·6학년 수학 외 타교과까지 확대하여 실험학교를 운영하고 있다.

2. 웹기반 수업

웹(web)이란 하이퍼텍스트와 하이퍼미디어 환경을 제공하는 인터넷 서비스의 일종으로, 컴퓨터 네트워크를 활용하여 기존의 텍스트 위주의 정보만이 아니라 멀티미디어를 포함하는 종합적 정보를 교환할 수 있게 하는 체제이다. 웹을 기반으로 하는 학습에서 교사는 무엇보다도 웹 기반의 디지털교과서 및 컴퓨터가 교수·학습의 주체가 아닌 보조 수단으로써의 역할을 충실히 이행하도록 수업을 구성하여 학생의 수학적 탐구활동이 용이하도록 도와야 할 것이다.

3. 공간 능력

공간 감각에 대해 전문가들은 다양한 의견을 내놓고 있는데, 본 연구자는 공간 감각을 공간 시각화의 관점에서, Frostig와 Horne(1964), Hoffer(1977)가 제시한 시각-작동적 조정(eye-motor coordination), 도형의 지각(figure-bound perception), 지각의 지속성(perceptual consistency), 공간에서의 위치 지각(position-in-space perception), 공간 관계의 지각(perception of spatial relationships), 시각적 변별(visual discrimination) 등을 본 연구의 공간 능력의 하위 요소로 구분하였다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 실험대상과 기간

연구 대상 학교는 대전광역시 탄방동에 위치하며, 6학년 4학급을 선정하여 2개 학급 70명은 비교반으로 2개 학급 70명은 실험반으로 선정하였다. 실험 기간은 2007년 3월부터 2008년 2월까지 1년간이다.

2. 검사도구

가. 공간 능력 검사

공간 능력 검사는 쌓기나무 단원을 학습한 후 이들이 지난 2007년 6월 20일 2교시에 40분간 실시되었다. 공간 능력 검사지는 청주교육대학교 김남균 교수(한국교육학술정보원, 2006)팀이 제공한 검사지 32문항을 25문항으로 재구성하였고 각 문항당 4점씩 배점되었다.

(1) 검사 문항 내용

본 검사에서는 공간에 대한 인식을 시각화하는 능력을 중심으로 평가를 하여 그 결과를 비교하고자 한다. 또한 이전 학년이나 이전 단원의 도형영역 학습 내용이 본 연구에 미치는 영향을 최소화하기 위하여, 6학년 쌓기나무 단원 내용을 중심으로 검사지를 구성하였다.

공간 능력의 하위요소로는 Frostig와 Horne의 공간 능력 검사 기준의 도형의 지각, 지각의 지속성, 공간에서의 위치 지각, 공간 관계의 지각과 호퍼의 시각적 변별 등의 요소와 관련하여 평가한다.

(2) 문항 분석 방법

문항 분석은 공간 능력을 하위요소별로 분류하여 정답자 수를 백분율로 나타냈으며, 통계 결과는 각 학생별 결과를 집단 수, 성적 상, 중, 하로 구분하여 SPSS 15.0으로 분석하였다.

나. 학업성취도 평가

학업성취도 평가는 대전시 교육청이 제공한 3월의 진단평가지와 7월에 실시된 1학기말 평가지를 활용하였다.

다. 수학 교과에 대한 태도 검사(흥미도 검사)

(1) 채점과 통계 처리 방법

본 연구에서는 비교반과 실험반 학생들의 수학 교과에 대한 흥미도 변화를 측정하고자 한국교육개발원에서 제작한 '수학에 대한 태도 검사 문항' 과 Aiken이 개발한 '수학 흥미도 검사 문항' 을 기본으로 하여 제작되었다.

태도 검사는 4월과 10월에 각각 실시되었으며, 사전 협의를 통하여 검사 조건(실시일,

소요시간, 교사 태도 등)을 통제하였다.

(2) 채점과 통계 처리 방법








검사지의 총 문항 수는 20문항이며, 타당성을 저해하는 5개 문항(√)을 제외한 15문항에 대해 분석을 실시했다. 각 문항은 5단계 Likert 척도를 사용했으며, 수학 흥미도를 진술한 항목 중 매우 그렇다(5점), 그렇다(4점), 보통이다(3점), 그렇지 않다(2점), 전혀 그렇지 않다(1점)로 채점하였으며, 수학 흥미도에 반대되는 11~12번 문항은 역산 채점하였다.

3. 쌓기나무 단원의 수업실행




가. 실험반과 비교반의 수업환경

비교반은 교실에서 서책교과서로 수업을 진행하며, 실험반은 수학 교과시간에 컴퓨터실(1인 1PC)로 이동하여 디지털교과서를 활용하여 수업을 실시하였다.

< 표 1 > 디지털교과서 수업 환경

학습 환경	○ 유선 인터넷 환경 ○ 데스크탑 PC 사용 ○ 펜마우스 사용						
내용	○ 디지털교과서 사용 등록 ○ 디지털교과서의 메뉴 별 기능 방법 익히기						
보조자료	○ 3D 테트리스 프로그램 ○ 에듀넷 사이버가정학습 콘텐츠 ○ 원격제어 프로그램 네스퍼 ○ 파워포인트(동영상 삽입)						
학습 콘텐츠	디지털교과서	동영상	파워포인트	3D자료	메모	웹자료	실물자료
							

< 표 2 > 서책교과서 수업 환경

학습 환경	○ 유선 인터넷 환경(교사용 컴퓨터) ○ 프로젝션 TV ○ 실물화상기			
내용	○ 서책교과서 준비 ○ 모둠별 실물자료 바꾸니 준비			
보조자료	○ 쌓기나무 교사 제작 자료 ○ 수준별 학습지 ○ 파워포인트(동영상 삽입)			
학습 콘텐츠	동영상	파워포인트	실물자료	기타
				교과서, 보충학습지, 심화학습지

나. 수업 실행

비교반 교사와 실험반 교사는 수업 아이디어를 함께 구상하고 수업자료를 함께 공유하여 시간을 효율적으로 활용하려는 노력을 하였다. 그러므로 교과서의 동기유발 자료나 수업 도중 사용되는 대부분의 자료는 같도록 하였다.

다. 디지털교과서 활용을 위한 수업 전략

기존의 서책교과서로 수업하던 경우와 달리 디지털교과서를 활용한 수업에서는 전략적으로 특별한 준비가 필요하다. 특히 디지털교과서는 자료 활용과 다양한 기능(노트, 메모장)이 있어 편리하며, 재미있는 놀이 자료도 활용할 수 있고, 학습과 관련된 사이트 접속이 용이하며, 컴퓨터 자체가 강한 동기유발을 한다. 따라서 개별학습이나 수준별 학습, 자기주도적 학습에 효과적으로 활용될 수 있다.

라. 실험반 담임교사와의 면담 내용

실험반 담임교사와의 면담을 통해 다음과 같은 사실을 알 수 있었다. 첫째, 멀티미디어(3D)자료를 활용하여 쌓기나무를 쌓는 활동은 실물로 쌓는 것보다 학습 활동에 집중도를 높여주며, 사방으로 돌려보며 위, 앞, 옆모양을 관찰할 수 있으므로 공간 지각 능력 및 규칙 찾기에 효과적이다. 둘째, 활동에 어려움을 느끼는 부진학생은 실물자료를 활용해 직접 조작과 병행할 경우 흥미를 갖고 학습에 임할 수 있다는 것을 발견했다. 셋째, 규칙과 원리를 찾는 활동에서는 소집단 토의활동이나 채팅을 통한 전체 토의 활동을 하는 등 수학적 다양성을 제공할 수 있었다. 넷째, 처음부터 멀티미디어 학습자료로 조작하는 것 보다는 실물자료를 이용한 활동이 충분히 이루어진 후 디지털 자료를 활용할 경우, 학생들의 관심과 흥미를 유지시키면서 공간에 대한 개념형성에 도움을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 다섯째, 중하위권 학생들이 수업에 더 적극적으로 참여하였고, 개념 이해가 될 때까지 스스로 반복 조작하는 것을 관찰할 수 있었다.

마. 비교반 담임교사와의 면담 내용

비교반 담임교사와의 면담을 통해 다음과 같은 사실을 알 수 있었다. 첫째, 쌓기나무를 직접 쌓아보는 활동은 학생들이 재미있어 하고 이해도 비교적 잘 하는 편이나 쌓기나무를 가지고 장난을 친다든가 교실 바닥에 떨어뜨려 소란하게 하는 등 수업 방해 요인이 많아 통제에 신경을 쓸 필요가 있었다. 둘째, 쌓기나무의 개수를 활동에 필요한 만큼 충분히 준비하지 못한 경우가 있었고 또 활동공간의 부족으로 인해 활동에 방해가 되는 경우도 있었다. 쌓기나무가 부족한 경우는 개별 활동보다는 모둠활동이나 짝활동으로 문제 해결을 해야만 했고 이런 경우에는 소외되는 학생이 있었다. 셋째, 실제로 쌓기나무를 이용하고 모둠활동을 하게 됨으로 교사-학생, 학생-학생 간 의사소통이 활발히 전개이뤄진다. 넷째, 위, 앞, 옆에서 본 모양을 보려주려고 하는 경우 실물을 돌리면서 무너지거나 흐트러지는 등 학생들에게 모양을 보여주는데 어려움이 있었다. 다섯째, 1, 2차시는 실물자료를 이용한 직접 쌓는 활동에 집중하는 모습을 보이지만 3차시쯤 계속해서 같은 구체물로 학습하면서 점차 싫증을 내는 것을 관찰할 수 있었다.

IV. 연구의 결과 및 논의

1. 공간 능력 검사 결과

가. 공간 능력의 평균과 표준편차

실험반과 비교반 사이에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 <표 4>와 같이 성적을 상·중·하의 세 그룹으로 나누어 비교하였을 경우, 중간 그룹에서 실험반의 평균이 더 높다는 결과를 보였다.

< 표 3 > 공간 능력 평균과 표준편차

구 분	N	공간 능력		평균의 표준편차
		평균	표준편차	
실험반	70	77.34	17.89	2.14
비교반	70	71.74	19.88	3.38

< 표 4 > 성적 상·중·하 그룹의 공간 능력

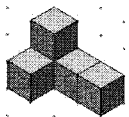


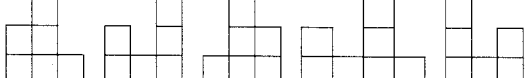
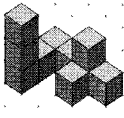
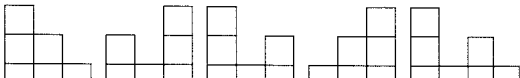
구 분	상위 그룹(n=36)			중위 그룹(n=87)			하위 그룹(n=17)		
	평균	표준편차	평균의 표준편차	평균	표준편차	평균의 표준편차	평균	표준편차	평균의 표준편차
실험반	90.35	8.90	2.16	78.00	15.13	2.28	49.56	11.95	3.98
비교반	81.89	21.7	4.97	70.79	17.55	2.68	52.75	4.81	4.17

구 분	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
	F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표준편차	차이의 95%신뢰구간	
								하한	상한
상	4.499	.041	1.497	34	.141	8.458	5.651	-3.026	19.942
중	2.616	.110	2.054	85	.043	7.209	3.510	.230	14.189
하	.034	.856	-.553	15	.588	-3.194	5.774	-15.501	9.112

성적 중간 그룹의 공간 능력 독립 표본 t-검정결과, F값이 2.616이고 유의확률 = 0.110 > 0.05이므로 두 집단의 분산은 동일하다고 볼 수 있다. 등분산 가정 하에서 실험반과 비교반 중위그룹의 평균차 7.209는 유의확률 = 0.043 < 0.05로 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

나. 실험반과 비교반의 공간 능력 분석 예시

< 표 5 > 문항 1, 2, 4번에 대한 실험반과 비교반의 정답률

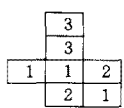
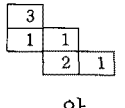
문항 번호	평가 내용(도형, 위치 ³⁾)	구분	정답 수(명)					정답 률 (%)
			①	②	③	④	⑤	
1	쌓은 모양을 보고 옆에서 본 모습 찾기  앞 옆 ① ② ③ ④ ⑤ 	실험반	65	1	1	3		93
		비교반	61	5	1	3		87
		공간 능력	○ 3차원을 2차원 모양과 관련짓기 ○ 방향(위치) 지각 ○ 옆에서 정면으로 보이는 면 인식					
2	쌓은 모양을 보고 뒤에서 본 모습 찾기  앞 ① ② ③ ④ ⑤ 	실험반	20	7	41		2	59
		비교반	20	3	44		3	63
		공간 능력	○ 3차원→2차원 ○ 관점 변환: 뒤 ○ 방향(위치)지각: 뒤 ○ 뒤에서 정면으로 보이는 면 인식 ○ 시각화한 내용 그려 본 후 같은 모양 찾기					
4	쌓은 모양을 보고 왼쪽에서 본 모습 찾기  앞 오른쪽 ① ② ③ ④ ⑤ 	실험반	3	47	17		3	67
		비교반	1	48	14	1	6	69
		공간 능력	○ 3차원→2차원 ○ 관점 변환: 왼쪽 ○ 방향(위치)지각: 왼쪽 ○ 왼쪽서 정면으로 보이는 면 인식 ○ 시각화→그리기→같은 모 양 찾기					

3) 시각 : 시각-작동적 조정, 도형 : 도형의 지각, 지속 : 지각의 지속성, 위치 : 공간에서의 위치 지각, 관계 : 공간 관계의 지각, 변별 : 시각적 변별을 줄여서 표현함

위의 문항은 입체 도형을 공간에서의 방향(위치)을 지각한 후 관점을 변환하여 정면으로 보이는 면만 인식할 수 있는 능력이 요구된다. 3차원 입체를 2차원 평면의 모양과 관련된짓는 활동으로 쌓기나무를 실제로 쌓아 보는 활동이 필요하다.

실험반은 가상 조작에 앞서 구체물 활용 병행으로 인하여 비교반과 큰 차이는 보이지 않았다. 1번 문항의 경우는 관점 변환을 하지 않아도 보이는 면을 쉽게 찾을 수 있지만 2, 4번 문항은 입체를 본 후 관점을 변화시켜 시험지 여백에 그려 본 후 정답을 찾는 학생들이 많이 발견되었다. 두 집단 모두 옆에서 본 모양을 찾아야 할 경우는 손쉽게 해결하였으나 왼쪽에서 본 모양을 찾아야 할 경우는 70%, 뒤쪽에서 본 모습을 찾는 경우는 60% 순으로 뒤쪽을 어려워하는 경향을 보였다. 2번, 4번 문항에서 오답자의 70%가 완성된 바탕그림에서 좌우를 바꾸어 표현하였다.

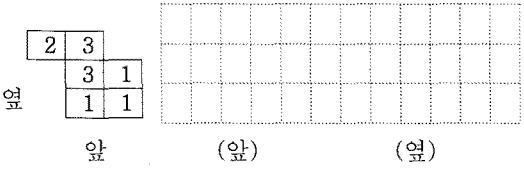
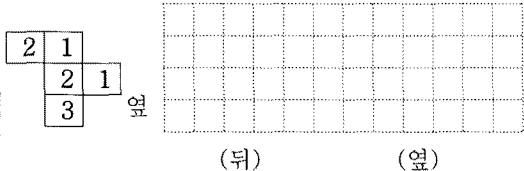
< 표 6 > 문항 6, 7번에 대한 실험반과 비교반의 정답률

문항 번호	평가 내용(위치)	구분	정답 수(명)					정답 률 (%)
			①	②	③	④	⑤	
6	쌓여진 개수를 보고 뒤에서 본 모습 찾기 뒤 	실험반	26	7	32	1	4	46
		비교반	25	6	37	2		53
		공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 관점 변환: 뒤 ○ 앞→뒤: 좌우변환 ○ 시각화→그리기→같은 모양 찾기 ○ 줄별로 가장 큰 수만큼 칸 세기					
7	쌓여진 개수를 보고 앞에서 본 모습 찾기 앞 	실험반	3	60	3	2	2	86
		비교반	3	57	3	3	4	81
		공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 시각화→그리기→같은 모양 찾기 ○ 줄별로 가장 큰 수만큼 칸 세기					

1번과 7번, 2번과 6번 문항을 비교해보면, 바탕그림만 제시한 문제보다 층별로 쌓은 개수가 제시될 경우 학생들이 더욱 어려워한다는 것을 알 수 있다. 이런 문제의 경우, 2차원에서 3차원으로 시각화 한 후 다시 2차원으로 관련지을 수 있어야 한다. 관점을 변환한

후 줄별로 가장 높은 층의 개수를 세어 그려보고 자신이 그린 것과 같은 모양인지 비교하여 선택해야 한다. 어떤 학생들은 앞에서 본 후 방향을 바꾸기보다 자신의 위치를 해당 방향으로 옮겨 장면을 상상하거나, 시험지를 돌려서 해결하는 방법을 이용하기도 하였다. 6번 문항의 오답자 중 80%는 좌우를 바꾸어 표현하였고, 많은 학생들이 관점을 앞>옆>뒤 순으로 변환을 어려워하는 것으로 나타났다.

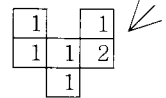
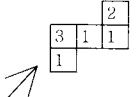
< 표 7 > 문항 3, 17번에 대한 실험반과 비교반의 정답률

문항 번호	평가 내용(지각, 위치, 시각)	구분	정답 수(명)					정답 률 (%)
			①	②	③	④	⑤	
3	쌓여진 개수 보고 앞과 옆에서 본 모습 그리기 	실험반	앞:63(90) 옆:58(83)					87
		비교반	앞:57(81) 옆:48(69)					75
		공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 관점 변환: 옆 ○ 방향(위치) 지각: 오른쪽 ○ 줄별로 가장 큰 수 만큼 색칠(해결 방법)					
17	쌓여진 개수를 보고 뒤와 옆에서 본 모습 그리기 	실험반	뒤:31(44) 옆:56(80)					62
		비교반	뒤:31(44) 옆:52(74)					59
		공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 관점 변환: 옆 ○ 방향(위치)지각: 오른쪽, 왼쪽 ○ 앞→뒤: 좌우변환 ○ 줄별로 가장 큰 수 만큼 색칠(해결 방법)					

이 문제는 쌓기나무를 실제로 쌓아본 후 여러 방향으로 관점을 바꾸어 관찰하여 머릿속으로 시각화하는 활동이 반복적으로 필요하다. 즉, 2차원 바탕그림에서 3차원으로 시각화한 후 다시 2차원으로 관련지어야 하는데 시각화에 도움을 주는 멀티미디어 조작자료를 병행한 실험반이 비교반 보다 다소 높은 정답률을 보였다. 좌우 변환이 필요 없는 3번 문항의 경우, 앞에서 본 모습은 성공률이 매우 높은 편이었으나 실패한 대부분의 학생들은 옆의 위치에서 본 모습에 좌우 바꾸기를 시도하였다.

17번 문항에서는 관점을 뒤로 변환하여 표현할 때 좌우를 바꾸지 못하고 앞에서 본 모습을 그대로 그린 학생이 두 집단 각각 약 30%인 것으로 나타났다.

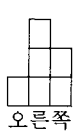
< 표 8 > 문항 23, 25번에 대한 실험반과 비교반의 정답률

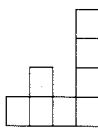

문항 번호	평가 내용(위치)	구분	정답 수(명)					정답 률 (%)
			①	②	③	④	⑤	
23	쌓여진 개수를 보고 오른쪽 뒤에서 본 모습 찾기 	실험반	8	8	18	1	34	49
		비교반	10	8	19	3	30	43
		공간 능력	○ 2차원→3차원 ○ 관점 변환: 화살표(빗각) ○ 가상 조작: 돌리기 ○ 방향(위치) 지각: 오른쪽 뒤 ○ 시각화→같은 모양 찾기					
25	쌓여진 개수를 보고 왼쪽 앞에서 본 모습 찾기 	실험반	29	9	3	27	1	39
		비교반	33	6	3	23	5	33
		공간 능력	○ 2차원→3차원 ○ 관점 변환: 화살표(빗각) ○ 가상 조작: 돌리기 ○ 방향(위치) 지각: 왼쪽 앞 ○ 시각화→같은 모양 찾기					

위의 유형은 2차원 평면을 3차원 입체와 관련짓는 활동인데, 먼저 조건에 맞는 입체를 구체물로 쌓아 본 후, 가상으로 조작해 보는 활동이 필요하다. 학생들이 화살표 방향의 관점 변환은 교과와 무관한 활동이므로 두 집단 모두 정답률이 매우 낮은 것으로 판단된다. 실험반의 경우 멀티미디어 조작 자료를 활용하여 가상으로 원하는 각도만큼 돌려보는 활동에 익숙해져 있으므로 비교반 보다 다소 높게 나타난 것으로 보인다.

23번 문항에서 ①, ②, ③을 선택한 학생은 위치 지각에 실패한 것으로 특히 오답자가 많은 ③은 화살표 방향이 아닌 오른쪽 앞에서 본 모양을 시각화한 경우이다. 25번 문항에서 40%이상의 학생이 선택한 ①의 경우 역시 관점을 오른쪽 앞으로 잘못 변환한 것으로 보인다. 학생들은 왼쪽보다는 오른쪽에 대한 인지도가 높아 보인다.

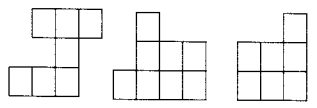
< 표 9 > 문항 5, 8, 9번에 대한 실험반과 비교반의 정답률

문항 번호	평가 내용(위치)	구분	정답 수(명)					정답 률 (%)
			①	②	③	④	⑤	
5	오른쪽 바탕그림의 왼쪽에서 본 모습 찾기 	실험반	4	3	2		61	87
		비교반	4	4	2	1	58	83
		공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 관점 변환: 왼쪽 ○ 방향(위치)지각: 왼쪽 ○ 오른→왼: 좌우변환 ○ 시각화→그리기→모양 찾기					

8	뒤쪽 바탕그림을 보고 앞에서 본 모습 찾기	실험반	6	6	2	56		80
	 뒤 ① ② ③ ④	비교반	6	9	0	55		79
	공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 관점 변환: 앞 ○ 방향 지각: 앞, 뒤 ○ 뒤→앞: 좌우변환 ○ 각화→그리기→모양 찾기						
9	앞쪽 바탕그림을 보고 뒤에서 본 모습 찾기	실험반	4	4	57	1	4	81
	 앞 ① ② ③ ④ ⑤	비교반	9	6	53	1	1	76
	공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 관점 변환: 뒤 ○ 방향 지각: 앞, 뒤 ○ 앞→뒤: 좌우변환 ○ 시각화→그리기→모양 찾기						

바탕그림을 보고 반대 방향 바탕그림을 찾아내는 위의 문항들은 학생들 대부분이 용이하게 해결하였다. 먼저 관점을 반대 방향으로 변환 한 후 보일 모양을 시각화하여 같은 모양을 고르면 된다. 비교반 보다 실험반 학생이 정답률이 더 높게 나타났으며, 오답에 있어서 좌우 변환이 안 된 학생이 실험반은 14명, 비교반은 21명, 상하 변환을 실행한 학생도 실험반은 13명, 비교반이 16명으로 실험반 학생의 정답률이 약간 높은 것으로 드러났다.

< 표 10 > 문항 10, 13, 14번에 대한 실험반과 비교반의 정답률

문항 번호	평가 내용(위치, 관계)	구분	정답 수(명)					정답률 (%)
			①	②	③	④	⑤	
10	위, 앞, 옆을 보고 개수 바르게 나타낸 것 찾기  위 ① ② ③ ④ 앞 ① ② ③ ④ 옆(오른) ① ② ③ ④	실험반	3	2	2	63		90
		비교반	3	9	10	48		69
	공간 능력	○ 2차원→2차원 ○ 공간 인식 ○ 줄별로 가장 많은 개수 인식 ○ 논리적 사고						
13	위, 앞, 옆을 보고 개수가 가장 많은 경우 찾기	실험반	45	12	10	3		64
		비교반	41	16	6	7		59

		공간 능력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2차원→2차원 ○ 공간 인식 ○ 줄별로 가장 많은 개수 인식 ○ 논리적 사고
14	<p>위, 앞, 옆을 보고 개수가 가장 적은 경우 찾기</p>	실험반	1 1 6 9 52 74
		비교반	1 6 8 14 38 54
		공간 능력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2차원→2차원 ○ 공간 인식 ○ 줄별로 가장 많은 개수 인식 ○ 논리적 사고

문항 10, 13, 14번은 위, 앞, 옆의 바탕그림을 보고 쌓은 개수를 유추해 내는 활동으로 공간에 대한 인식과 함께 논리적 사고력을 요한다. 위의 문항에서는 실험반이 비교반보다 20%이상 높은 정답률을 보였다. 10번 문항의 ②, ③, 13번의 ②, ④, 14번의 ②, ④를 선택한 경우는 공간에서의 관계 파악이 부족한 경우로 볼 수 있으며, 13번의 ③, 14번의 ③을 선택한 학생은 문제 파악이 미흡했거나 성급하게 답을 고른 것으로 보인다.

전반적으로 각 문항에 공간 능력의 하위 요소들이 중복적으로 내포 되어 있는 것을 알 수 있다. 특히 공간에서의 위치 지각이나 공간 관계의 지각 요소에서는 실험반 학생들이 우위를 나타내는 것으로 보인다. 각 요소에서도 학생들이 관점을 어떻게 했는가가 결과에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다.

공간 능력별 실험반과 비교반의 정답률을 분석한 결과 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

< 표 11 > 공간 능력별 실험반과 비교반의 정답률

구분		2차원↔	2차원→	2차원→	2, 3차원		평균
		3차원	2차원	2차원(개수)	쌓인개수알기	모양 변별	
관점 변환 없음	실험반	(1) (7) 93, 86		(3-1) 90	(11) (12) 89, 59	(15) (16) (18) 91, 93, 86 (21) (24) (20) 97, 96, 92	88.4
	비교반	87, 86		81	89, 79	86, 91, 77 94, 90, 80	85.5
관점 변 환	옆	(4) 67		(3-2) (17-2) 83, 80	(10) (13) (14) 90, 64, 74		76.3
	뒤	(2) 59	(5) (8) (9) 87, 80, 81	(6) (17-1) 46, 44			64.7
	실험반	(2) 59	(5) (8) (9) 87, 80, 81	(6) (17-1) 46, 44			66.2

	비교반	63	83, 79, 76	53, 44			66.3
빛각	실험반	(23) (25) 49, 39				(19) (22) 87, 62	59.3
	비교반	43, 33				77, 50	50.8
평균	실험반	65.5	82.7	68.6	75.2	88.0	
	비교반	62.5	79.3	64.2	70.0	80.6	
비 고		※ 숫자 위의 ()안의 수는 문항 번호를 의미함					

첫째, 두 집단 모두 관점 변환에 취약하며, 45° (빛각) < 뒤 < 옆 순으로 정답률이 나타났으며, 왼쪽보다는 오른쪽에 대한 방향지각이 익숙한 것으로 보인다. 많은 학생들은 좌우를 바꿔 표현하는 오류가 많다.

둘째, 두 집단 모두 3차원 입체에서 2차원이나 3차원 모양과 관련지어 시각적으로 변별하는 문제의 정답률은 약 80% 이상으로 비교적 높은 편이다.

셋째, 시각화나 입체의 가상 조작 활동이 많을수록 실험반 학생들에게 유리한 것으로 나타났다. 즉 2차원 바탕그림을 보고 입체를 시각화한 후 다시 2차원으로 표현하거나, 2차원 바탕그림에 입체 모양을 시각화한 후 개수를 알아보는 문항은 비교반에 비해 4% 정도 높았다. 또한 입체를 가상 조작으로 회전했을 때의 모양과 관련지어 변별하는 문항에서는 9% 정도 높게 나타났다.

넷째, 수업시간에 학습이 이루어지지 않은 오른쪽 뒤나 왼쪽 앞과 같은 빛각으로 관점을 변환하였을 경우도 실험반이 비교반 보다 9% 정도 정답률이 높게 나타났다.

다섯째, 대부분의 문항에서 실험반의 정답률이 높은 이유는 수업시간에 쌓기나무 멀티미디어 조작자료 뿐 아니라 구체물로 쌓아보기 활동을 병행한 것 때문으로 생각할 수 있다.

2. 학업성취도와 교과에 대한 태도

가. 학업성취도

수학교과 학기말 성취도 평가에서 실험반과 비교반 모두 성적이 향상되었다. 그러나 두 집단 간 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 성적을 상·중·하 그룹으로 나누어 본 결과도 마찬가지인 것으로 나타났다.

< 표 12 > 학업성취도 평균 비교

구 분		N	평균	표준편차	평균의 표준오차
진단(3월)	실험반	70	80.94	15.56	1.86
	비교반	69	79.94	15.33	1.85
1학기말(7월)	실험반	70	83.51	13.92	1.66
	비교반	69	81.22	12.89	1.55

나. 교과에 대한 태도(신뢰도 95%)

실험반과 비교반의 수학 교과에 대한 흥미도 차이를 분석하기 위하여 t-검증한 결과, 아래의 <표 13>과 같이 평균 점수에서는 통계적으로 유의미한 차이는 발견되지 않았다.

< 표 13 > 실험반과 비교반간 수학 교과에 대한 태도

구분	4월(사전)				10월(사후)			
	평균	표준편차	t-값	유의확률	평균	표준편차	t-값	유의확률
실험반(n=71)	2.95	0.81	1.89	0.061	3.24	0.60	-1.94	0.054
비교반(n=72)	2.67	0.93			3.47	0.80		

성별에 따른 수학 교과에 대한 태도의 차이를 분석한 결과 [표 14]와 같이 평균 점수에서는 통계적으로 유의미한 차이가 발견되지 않았다.

< 표 14 > 실험반 비교반의 남녀간 수학 교과에 대한 태도

구분	4월				10월			
	평균	표준편차	t-값	유의확률	평균	표준편차	t-값	유의확률
남학생(n=82)	2.85	0.95	0.652	0.515	3.38	0.79	0.59	0.556
여학생(n=61)	2.75	0.78			3.31	0.59		

실험반과 비교반간에 수학 교과에 대한 흥미도 검사 결과 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

V. 결론과 제언

1. 결론

연구의 결과를 종합해 볼 때, 디지털교과서를 활용한 쌍기나무 단원의 수업 실행이 공간 감각 능력 향상에 큰 영향을 주었다고 볼 수 없으며, 수학 교과에 대한 태도에 있어서도 서책교과서로 학습한 학생들보다 더 좋은 결과가 나타났다고 볼 수는 없다.

그러나 공간 능력 점수를 상·중·하 그룹으로 분석하였을 때, 중위 그룹의 성적에서 실험반과 비교반 사이에 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 이는 디지털교과서가 중위권 학생들에게 학습에 대한 관심을 유발하고 흥미를 유지시키는 매개체로서의 역할을 할 수 있을 것이라는 가능성을 시사한다.

대부분의 공간 능력 검사 문항에서 실험반이 비교반보다 높은 정답률을 나타낸 것은 구

채물 조작활동 외에도 멀티미디어 조작 자료를 병행한 결과가 긍정적인 영향을 주었을 가능성을 보여준다. 즉, 디지털교과서에 탑재된 다양한 멀티미디어 자료에 접할 기회를 많이 제공받을수록 가상공간에 대한 지각능력이 좋아질 수 있다는 것이다. 이는 수업시간에 활용되는 서지형, 구체물, 디지털 등 다양한 차원의 자원들은 학생들의 학습에 대한 흥미와 관심을 이끄는 데 효과적인 역할을 할 수 있다는 연구 결과를 보여준다.

2. 제언

본 연구는 지금까지 익숙하게 사용해 오던 서책교과서를 보완하는 방법으로 디지털교과서를 활용한 실험적용 연구이다. 공간 능력의 경우 중위 그룹에서 긍정적인 결과가 나타나기는 하였지만 전체적으로는 차이가 없었으며, 학업성취도나 교과에 대한 태도 결과도 마찬가지였다. 그러나 서책교과서의 역사에 비해 디지털교과서는 2년 정도 밖에 되지 않아 수업에 적용한 모형이나 전략들은 모두 서책교과서를 기반으로 한 것이었다. 따라서 학습환경을 반영하는 수업모형이나 전략을 효과적으로 활용하는데 어려움이 있었다. 또 디지털교과서의 쌓기나무 멀티미디어 조작 자료를 활용하는 과정에서 프로그램 상의 오류나 컴퓨터 환경상의 미비 등으로 실제로 원활하게 수업을 진행하는데 어려움이 있었다. 따라서 이후의 디지털교과서 관련 연구에서는 먼저 원활한 수업을 위해서 디지털교과서 프로그램의 오류를 최소화하고 이를 구현하는 환경 역시 보완될 필요가 있다.

디지털교과서가 서책교과서를 대체하는 것이 아니라면 기존의 서책교과서의 문제점을 보완하는 방향으로 디지털교과서를 활용하는 방안에 관한 연구도 이뤄질 필요가 있다. 기존에 개발된 디지털교과서는 지도할 내용의 특성을 고려하여 디지털교과서의 장점을 충분히 살리는 방향으로 제작한 것이라기보다는 전체 교과서를 디지털화 한 것이기 때문에 이런 측면에서 좀 더 많은 연구가 필요하다.

참고문헌

- 권성룡 · 김남균 · 류성립 · 박성선 (2007). *테크놀로지와 함께하는 수학교육*. 서울: 경문사.
- 김수운 (2004). *쌓기나무 단원의 수업 실행 연구(6단계 中心으로)*. 청주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 교육인적자원부 (2006). *초등학교 교사용 지도서, 수학 6-나*. 서울: 천재교육.
- 충북산외초 · 경남남강초 · 대전탄방초 · 전남백초초 (2006). *6학년 수학과 전자교과서 실험학교 운영보고서*.
- 한국교육학술정보원 (2006). *2006년도 전자교과서 연구 및 시범개발 중간보고회 자료집*.
- Frostig, M. & Horne, D. (1964). *Teacher's guide: The frostig program for the development of visual perception*. Chicago: Follett Educational Corporation.
- Hoffer, A. R. (1977). *Mathematics resource project geometry and visualization*. Creative Publications, Palo Alto, CA.

<Abstract>

A Study on the Effects of Using Digital Textbook
- Focused on Stacking Cubes Activities in 6th Grade -

Yi, Hea Sook⁴⁾; & Kwon, Sungyong⁵⁾

The purpose of this study was to investigate the effects of digital mathematics textbook on spatial abilities, interest and achievement of 6th graders. For this, research questions were set as follow:

A. Is there any difference in cognitive ability in the space perception test between the experimental group and the control group.

B. What distinctive attributes exist between the experimental group and the control group in the Spatial abilities?

C. Is there any difference in learners' interest and achievement between the experiment group and the control group.

To investigate the research questions, two classes of 6th grade children were selected from an elementary school in Daejeon and assigned one as experimental group and the other as control group. The experimental group studied mathematics using Digital Textbooks under an individual PC environment while the control group studied using the existing book-type textbooks.

The following results and conclusions were obtained from the research.

First, the effect of the Digital Textbooks on children's mathematics achievement was not statistically meaningful even though there was some progress in children's achievement. Furthermore, it was not found that the usage of a Digital Textbooks consistently influenced improvement in the students' interest in mathematics.

Second, there were some positive changes in the achievement of Spatial ability of the middle subgroup of pretest score in the experiment group. It can have some educational implication that the Digital Textbooks can affect positively to the middle group in mathematics achievement who dominated more than 50% of the class.

Third, the number of correct answers was found to be somewhat higher than that of the control group in spatial reasoning items. This means that the learning environment with Digital Textbooks allow more opportunities for manipulating geometric objects physically and mentally. Therefore, It seems necessary to offer various resources such as digital contents for students' geometric learning.

For future research, It is strongly recommended to fix the bugs of the digital

4) teach4i@korea.kr

5) xenolord@gjue.ac.kr

textbook programs and to upgrade the operating system of the computer.

Keywords : Digital Textbook, Spatial ability, children's achievement, students' interest in mathematics

논문접수: 2009. 3. 28

논문심사: 2009. 4. 20

게재확정: 2009. 5. 15