

저시력학생의 수학과 디지털교과서 콘텐츠 접근성과 활용 만족도 분석

- 초등학교 6학년 수학 원과 원기둥을 중심으로 -

강 보 순*

부산맹학교

《 요 약 》

본 연구는 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성을 분석하고 저시력학생의 수학과 디지털 교과서 활용 만족도를 질적연구하여 일반용 디지털교과서에 대한 접근성을 개선할 수 있는 방법을 모색하기 위한 연구이다.

수학과 디지털교과서에서 제공되는 콘텐츠에 대한 저시력학생의 접근성을 향상시킬 수 있는 방안에 대하여 논의하였고, 저시력학생이 일반용 디지털교과서에 접근하는데 많은 어려움이 있지만 디지털교과서를 활용한 수업에 적극 참여하고 활용 만족도가 높았다. 디지털교과서 콘텐츠를 저시력학생의 접근성을 보장할 수 있도록 수정·보완·개발하여 저시력학생들의 학습효율성을 높여야 할 것이다.

주제어 : 저시력학생, 디지털교과서, 콘텐츠 접근성, 활용 만족도

I. 서 론

1. 연구의 필요성

정보통신기술과 컴퓨터 환경의 발전으로 교육정보 공유의 시·공간적 제한을 없애므로써 누구나 원하는 장소에서, 원하는 정보를 얻을 수 있는 유비쿼터스 교육환경으로 변화하였고, 21세기 지식정보사회에서 요구되는 소양을 갖추기 위한 교육으로

* 교신저자(duru0920@hanmail.net)

학습자의 능력과 적성, 진로를 고려한 학습자 중심의 교육이 강조되고 있다. 이러한 교육환경의 변화에 부응하기 위하여 교수-학습 활동의 중요한 역할을 담당하고 있는 교과서 형태를 기존의 서책형에서 디지털형으로 변화시킨 디지털교과서가 개발되고 있다.

디지털교과서는 기존의 서책형교과서가 가지고 있는 장점과 컴퓨터 및 멀티미디어 기능을 결합하여 학습효과성을 극대화하기 위하여 다양한 기능을 제공하고 있다. 예를 들면 학생들의 창의성을 자극시키고, 풍부한 학습이 가능하도록 다양한 자료들을 제공하여 학습자가 학습과정에 흥미를 가지고 학습할 수 있도록 하거나(변호승 외, 2006), 하이퍼링크를 제공함으로써 교과 및 수업에 관련된 정보의 접근을 용이하게 해주고 학습자가 언제, 어디서나 학습할 수 있도록 지원한다(강명희 외, 2010). 디지털교과서는 서책형교과서를 기본으로 하되 교수·학습의 효과를 높이기 위한 다양한 디지털기능의 결합된 형태(고정형)로 개발되어 교과서 내용에 다양한 콘텐츠를 통합한 학습 자료를 제공함으로써 관련 교과의 이해와 심화학습을 유도하고 있다.

디지털교과서의 장점으로 김정희(2007)는 학생들의 수업 집중도를 높인다, 변화하는 자료나 바뀌는 내용 등의 수정과 업데이트가 용이하고 그에 따른 비용이 들지 않는다, 학생이 디지털 환경에 익숙해지고 이해도를 높일 수 있다고 하였고, 삼여초등학교(2009)는 실제 조작 학습으로 개념 형성이 용이하다, 자료의 역동성과 구체성이 뛰어나다, 자료의 입체적인 제시가 가능하다, 교사 학생 간에 다양한 상호작용을 할 수 있다, 학생 개개인에게 피드백을 제공할 수 있다를 들었고, 단점으로 학생간의 다양한 상호작용의 제한, 사고활동의 시간적 여유가 없다, 부진학생에 대한 배려가 부족하다를 들었다.

일반용 디지털교과서는 처음부터 장애학생의 접근을 고려하지 않고 개발되었다(김중무 외, 2009). 교육과학기술부에서는 특수교육 현장의 디지털교과서 활용을 위해 2007학년도부터 부산맹학교를 디지털교과서 활용 연구학교로 지정하여 시각장애 학생의 디지털교과서 활용 방안을 모색하였고, 장애학생의 특성과 접근성을 고려한 특수교육용 디지털교과서의 개발을 위하여 2008년부터 국립특수교육원의 주관 하에 한국교육학술정보원의 협력과 한국정보문화진흥원의 자문을 얻는 체제를 구축하였다. 부산맹학교의 기능 개선 제안에 따라 2009년도에는 일반용디지털교과서의 화려하고 구분이 어려웠던 메뉴 기능과 상태표시도구 모음이 구분하기 쉽게 단순하고 선명해졌고, 환경설정에 단축키 설정 기능이 제공되었다. 2010년도에는 통합플랫폼에서는 자신이 원하는 크기로 화면확대가 가능해졌고, 환경설정 기능에서 자신이 원하는 배경색과 글자색, 글자크기를 조정할 수 있게 되었으며, 단축키 설정 기능이 다양해졌고, 과목에 따라서 동영상 콘텐츠 목록이 제공되었다(부산맹학교, 2010).

수학과 디지털교과서를 사용한 학습효과성 연구를 분석하면 임리주(2009)는 디지털교과서를 활용한 도형 수업은 서책형교과서를 활용한 도형수업보다 입체도형에

대한 개념 이해와 입체도형에 대한 공간감각 능력을 향상에 더 효과적이라고 하였고, 백수정(2010)은 수학과 디지털교과서를 활용하여 학습하였을 때 가장 효과적인 영역이 도형영역이며 디지털교과서의 멀티미디어 자료와 기능이 도형 수업에 도움이 된다고 하였다. 저시력학생은 도형 단원에서 공간개념 형성의 부족 등으로 학습에 어려움이 있으나 디지털교과서의 콘텐츠와 기능을 효율적으로 사용하였을 때 도형 단원에 대한 학습 효율성을 높일 수 있을 것이다.

본 연구에서는 수학과 디지털교과서를 활용한 수업에서 학습효율성이 높은 도형 단원을 중심으로 저시력학생의 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성과 활용 만족도를 분석하여 저시력학생의 일반용 디지털교과서에 대한 접근성을 개선하고 학습효율성을 높일 수 있는 방법을 모색하기 위한 연구로서 그 의의가 있다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 저시력학생의 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성과 활용 만족도를 분석하여 저시력학생의 일반용 디지털교과서에 대한 접근성을 개선할 수 있는 방법을 모색하기 위한 연구로서 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 첫째, 저시력학생의 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성을 분석한다.
- 둘째, 저시력학생의 수학과 디지털교과서의 활용 만족도를 분석한다.

3. 연구의 제한점

본 연구의 대상은 시각장애학교 초등학교에 재학 중이고 잔존시력을 사용하여 디지털교과서의 콘텐츠에 접근할 수 있는 저시력학생으로 제한하였고, 수학과 디지털교과서의 6학년 2학기 4. 원과 원기둥 단원만을 분석하였기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데에는 한계가 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

1) 대상학생의 선정 기준

본 연구의 대상학생은 B 시각장애학교 초등학교 6학년에 재학하는 학생 4명 중 잔존시력을 사용하여 디지털교과서의 콘텐츠에 접근할 수 있는 저시력학생 3명을 대상으로 하였다.

<표 1> 대상학생의 시력특성

영역 \ 대상학생	학생 A	학생 B	학생 C
연령	만 12세	만 12세	만 12세
성별	남	여	남
근거리 시력*	좌안: 0.16/20 우안: 광각	좌안: 광각 우안: 0.8/5	좌안: 광각 우안: 0.12/20
시각장애 원인	녹내장, 백내장	소안구증	미숙아망막증
장애발생 시기	선천성	선천성	선천성
광학기구 배율	5X	12.5X	6X

* 한국시각장애연구회 근거리 시력표를 사용하여 측정한 시력, 시표크기/읽은 거리

2) 대상학생의 읽기 특성 및 컴퓨터 사용 선호도

본 연구의 대상학생의 읽기 특성과 컴퓨터 사용 선호도는 <표 2>와 같다.

<표 2> 대상학생의 읽기 특성과 컴퓨터 사용 선호도

대상학생	구분	문자매체	읽기 속도	컴퓨터 사용 선호도	정보접근방법	
					키보드	상
학생 A	확대경 확대교과서	확대경: 299cpm 확대교과서: 247cpm	상	키보드	상	
				마우스	중	
	화면낭독	사용				
	펜기능	사용				
학생 B	확대경을 사용하여 확대 교과서 읽음	120cpm	중	키보드	상	
				마우스	하	
				화면낭독	사용	
				펜기능	사용	
학생 C	확대경 확대교과서	확대경: 237cpm 확대교과서: 248cpm	상	키보드	하	
				마우스	상	
	화면낭독	사용안함				
	펜기능	사용안함				

* cpm : 1분 동안의 평균 읽기 속도

3) 디지털교과서 통합플랫폼 환경설정

디지털교과서 통합플랫폼에서는 저시력학생들의 시력특성에 따라 접근 환경을 선택할 수 있다. 대상학생들의 디지털교과서 통합플랫폼 환경설정 내용은 <표 3>과 같다.

<표 3> 디지털교과서 통합플랫폼 환경설정

대상학생	구분	선호테마	화면대비	글자체	글자크기	화면확대율	화면보기
학생 B	BLACK	검정색바탕/ 흰색글자	중고딕 (bold)	36	300%	단면보기	
학생 C	BLUE	파란색바탕/ 흰색글자	굴림 (bold)	12	130%	단면보기	

2. 연구 도구

본 연구에서는 2010학년도 한국학술정보원에서 개발하여 보급한 수학과 디지털 교과서 버전 2.6.3 중 6-나의 4. 원과 원기둥 단원을 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0(한국정보통신기술협회, 2009)을 사용하여 분석하였다. 콘텐츠 접근성 분석을 위하여 B맹학교에서 4년간 저시력학생의 디지털교과서 활용을 지도한 컴퓨터담당교사의 자문을 구하였다. 디지털교과서 콘텐츠의 용어정의(교육과학기술부, 2009)와 한국형 웹 콘텐츠 접근성 2.0의 지침(한국정보통신기술협회, 2009)는 <표 4>, <표 5>와 같다.

<표 4> 디지털교과서 콘텐츠 용어정의

콘텐츠 유형	콘텐츠 용어정의
애니메이션	각 차시별로 동기유발을 위해 삽입한 애니메이션 콘텐츠
탐구형	멀티미디어 콘텐츠를 직접 조작하여 해당 문제를 해결하게 하는 콘텐츠
멀티미디어	해당문제에 대한 심화용 팝업 콘텐츠로 임베디드형 콘텐츠 포함
3D 조작	입체도형 콘텐츠를 직접 돌리거나 역동적인 3D 애니메이션을 제공하는 콘텐츠

<표 5> 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0

영역	접근성 지침
인식의 용이성	(대체 텍스트) 텍스트 아닌 콘텐츠에는 대체 텍스트를 제공해야 한다.
	(멀티미디어 대체 수단) 동영상, 음성 등 멀티미디어 콘텐츠를 이해할 수 있도록 대체 수단을 제공해야 한다.
	(명료성) 콘텐츠는 명확하게 전달되어야 한다.
운용의 용이성	(키보드 접근성) 콘텐츠는 키보드로 접근할 수 있어야 한다.
	(충분한 시간 제공) 콘텐츠를 읽고 사용하는데 충분한 시간을 제공해야 한다.
	(광고민성 발작 예방) 광고민성 발작을 일으킬 수 있는 콘텐츠를 제공하지 않아야 한다.
이해의 용이성	(쉬운 네비게이션) 콘텐츠는 쉽게 네비게이션 할 수 있어야 한다.
	(가독성) 콘텐츠는 읽고 이해하기 쉬워야 한다.
	(예측 가능성) 콘텐츠의 기능과 실행결과는 예측 가능해야 한다.
	(콘텐츠의 논리성) 콘텐츠는 논리적으로 구성해야 한다.
견고성	(입력도움) 입력 오류를 방지하거나 정정할 수 있어야 한다.
	(문법준수) 웹 콘텐츠는 마크업 언어의 문법을 준수해야 한다.
	(웹 애플리케이션 접근성) 웹 애플리케이션은 접근성이 있어야 한다.

3. 연구 절차

본 연구의 대상학생 3명은 2008년도부터 디지털교과서를 사용하였고, 2010년도에 본 연구자와 수학 시간에 디지털교과서를 활용한 수업을 하였다.

수학과 디지털교과서를 활용하여 6-나의 4. 원과 원기둥 단원을 총 5차시 운영하였다. 차시별 학습 주제와 콘텐츠 유형은 <표 6>와 같다.

<표 6> 차시별 학습 주제 및 콘텐츠 유형

차시	학습주제	콘텐츠 유형
1차시	원주와 원주율	애니메이션, 탐구형
2차시	원주 구하기	애니메이션, 탐구형
3차시	원의 넓이	애니메이션, 탐구형, 멀티미디어
4차시	원기둥의 겉넓이	애니메이션, 탐구형, 멀티미디어, 3D 조작
5차시	원기둥의 부피	애니메이션, 멀티미디어, 3D 조작

매 차시마다 연구자는 콘텐츠 유형을 분석하고, 저시력학생의 접근 방법을 고려하여 콘텐츠 접근을 지도하였으며, 특수교육보조원은 학생들의 수업활동을 관찰한 내용을 중심으로 수업일지를 작성하였고, 학생은 디지털교과서를 활용한 수업의 장단점과 만족도를 중심으로 수업일지를 작성하였다. 본 연구자는 특수교육보조원과 학생의 수업일지를 바탕으로 학생들과 개별면담을 실시하여 그 내용을 분석하였다.

4. 자료의 처리

수학과 디지털교과서 버전 2.6.3, 6-나의 4. 원과 원기둥 단원에 대한 저시력 학생의 콘텐츠 접근성(애니메이션, 탐구형, 멀티미디어, 3D 조작 콘텐츠)은 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0(한국정보통신기술협회, 2009)을 사용하여 인식의 용이성, 운용의 용이성, 이해의 용이성, 견고성을 분석하였고, 저시력학생의 수학과 디지털교과서 활용 만족도는 특수교육보조원과 학생이 작성한 수업일지와 개별면담 내용을 질적분석기법으로 분석하고 해석하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성 분석

1) 인식의 용이성

인식의 용이성은 사용자가 장애유무 등에 관계없이 웹 사이트에서 제공하는 모든 콘텐츠를 동일하게 인식할 수 있도록 제공하는 것을 의미하고, 대체 텍스트, 멀티미디어 대체 수단, 명료성의 세가지 지침으로 구성되어 있다(한국정보통신기술협회, 2009). 저시력학생의 수학과 디지털교과서 콘텐츠의 인식의 용이성을 분석한 결과는 <표 7>과 같다.

저시력학생의 수학과 디지털교과서 6-나의 4. 원과 원기둥 단원의 인식의 용이성을 콘텐츠별로 분석한 결과는 다음과 같다.

애니메이션은 전개되는 화면에 대한 설명을 제공하고, 색대비가 선명하여 저시력학생들의 접근성을 보장하였고, 배경음을 사용하지만 화면설명을 방해하지는 않는 것으로 나타났다.

탐구형 콘텐츠에서 저시력학생의 접근성을 보장하는 부분은 저시력학생이 조작할 부분을 쉽게 찾을 수 있도록 단서를 제공하였다. 저시력학생의 접근이 어려운 부분은 첫째, 텍스트 또는 촉각 자료, 화면해설이 제공되지 않는 점 둘째, 그림은 확대가 되지만 글자크기는 확대가 안되는 점 셋째, 제공되는 그림과 글자의 색대비를 고려하지 않는 점으로 나타났다.

<표 7> 수학과 디지털교과서의 인식의 용이성 분석

지침	콘텐츠유형	접근성 분석
적절한 대체 텍스트 제공	애니메이션	대체 텍스트 또는 촉각 자료 제공 안됨
	탐구형	
	멀티미디어	
	3D 조작	
멀티미디어 대체 수단	애니메이션	전개되는 화면에 대한 설명 제공함
	탐구형	화면해설이나 대체 수단 제공 안됨 조작할 부분을 쉽게 찾을 수 있도록 단서를 제공함 그림을 확대하였을 때 글자크기는 확대 안됨

	멀티미디어	전체화면으로 확대 가능하나 콘텐츠의 부분 확대는 안됨 콘텐츠 블록에 제목과 활동 방법에 대한 설명이 제시됨 화면확대·화면해설 기능 등 대체 수단 제공 안됨
	3D 조작	해당 페이지에서 자동 재생됨 화면 해설이나 대체 수단 제공 안됨
명료성	애니메이션	선명한 색 대비가 이루어짐 배경음 사용함
	탐구형	그림과 글자색의 대비가 선명하지 않음(예; 하늘색 바탕그림 /파란색 글자, 분홍색 바탕그림/빨간색 글자 등)
	멀티미디어	임베디드형 콘텐츠 제공시 색 대비를 고려함 콘텐츠별 제목과 활동 방법에 대한 설명이 제시됨 텍스트 입력 부분에 대한 강조점이 없음 그림과 글자색의 대비가 선명하지 않음(예; 분홍색 그림 /남색 글자색, 파란색 그림/남색 글자색 등)
	3D 조작	선명한 색대비가 이루어짐(예; 연보라색/진보라색, 연분홍색 /진보라색)

멀티미디어 콘텐츠에서 저시력학생의 접근을 보장하는 부분은 첫째, 콘텐츠 블록에 제목과 활동방법에 대한 설명이 있는 점 둘째, 임베디드형 콘텐츠 제공시 색대비를 고려한 점이다. 저시력학생의 접근이 어려운 부분은 첫째, 대체 텍스트 또는 촉각 자료 제공과 화면낭독프로그램의 접근이 안되는 점 둘째, 멀티미디어 콘텐츠의 그림과 글자색의 대비가 선명하지 않고 글자크기 확대가 안되는 점으로 나타났다.

3D 조작 콘텐츠는 저시력학생의 접근을 보장하는 부분은 색대비를 고려한 점이다. 저시력학생의 접근이 어려운 부분은 첫째, 해당 페이지에서 자동 재생되는 점 둘째, 대체 텍스트, 촉각 자료를 제공되지 않는 점으로 나타났다.

이러한 분석의 결과 수학과 디지털교과서의 인식의 용이성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 조작할 부분을 쉽게 찾을 수 있도록 단서를 제공하고, 콘텐츠 블록에 제목과 활동방법에 대한 설명이 있으며, 임베디드형 콘텐츠 제공시 색대비를 고려하였다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 모든 콘텐츠에서 대체 텍스트 또는 촉각 자료를 제공하고, 콘텐츠에 따라 그림색과 글자색의 대비를 선명하게 제시하며, 화면낭독·화면확대프로그램·화면해설 기능을 선택적으로 사용할 수 있도록 콘텐츠를 수정·보완하여야 한다는 것을 알 수 있다.

2) 운용의 용이성

운용의 용이성은 사용자가 장애유무 등에 관계없이 웹 사이트에서 제공하는 모든 기능들을 운용할 수 있게 제공하는 것을 의미하고, 키보드 접근성, 충분한 시간 제공, 광과민성 발작 예방, 쉬운 네비게이션의 네가지 지침으로 구성되어 있다(한국 정보통신기술협회, 2009). 저시력학생의 수학과 디지털교과서 콘텐츠 운용의 용이성을 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

저시력학생의 수학과 디지털교과서 6-나의 4. 원과 원기둥 단원의 운용의 용이성을 콘텐츠별로 분석한 결과는 다음과 같다.

애니메이션은 키보드 접근이 이루어지지 않지만 재생, 일시정지, 정지버튼이 제공되어 마우스와 펜기능을 사용하여 속도 조절 및 반복 재생이 가능하고, 선택적으로 재생시킬 수 있으며, 콘텐츠 유형(ani)을 파악할 수 있어 저시력학생의 접근성을 보장하고 있는 것으로 나타났다.

탐구형과 멀티미디어 콘텐츠에서 저시력학생의 접근을 보장하는 부분은 첫째, 정지화면으로 제공되어 개인별 시간 조절이 가능한 점 둘째, 콘텐츠 블록의 제목과 활동 지시문의 위치가 동일한 점 셋째, 콘텐츠(M)를 선택하지 않는 것으로 건너뛰기가 가능한 점이다. 저시력학생의 접근이 어려운 부분은 첫째, 키보드 접근이 안되는 점 둘째, 멀티미디어 표시(M)에 마우스 오버를 하였을 때 활동 1, 활동 2의 방식으로만 표시되고 구체적인 콘텐츠 제목과 유형을 알 수 없는 점으로 나타났다.

3D 조작 콘텐츠에서 저시력학생의 접근을 보장하는 부분은 반복재생이 가능한 점이다. 저시력학생의 접근이 어려운 부분은 첫째, 콘텐츠의 제목과 활동 지시문이 제시되지 않은 점 둘째, 해당페이지에서 설명없이 자동 재생되고 속도조절이 안되는 점으로 나타났다.

이러한 분석의 결과 수학과 디지털교과서의 운용의 용이성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 시간 조절과 반복재생이 가능하며, 콘텐츠 블록의 제목과 활동지시문의 위치가 동일하고, 건너뛰기가 가능하다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 멀티미디어 표시(M)에 마우스 오버를 하였을 때 콘텐츠의 구체적인 제목과 유형을 알 수 있게 하여야 한다는 것을 알 수 있다.

<표 8> 수학과 디지털교과서의 운용의 용이성 분석

지침	콘텐츠유형	콘텐츠 분석
키보드 접근성	애니메이션	키보드 접근이 이루어지지 않음
	탐구형	
	멀티미디어	
	3D 조작	
충분한 시간제공	애니메이션	재생, 일시정지, 정지 버튼의 제공 속도 조절 및 반복 재생 가능
	탐구형	정지화면으로 제공되어 개인별 시간 조절 가능
	멀티미디어	
	3D 조작	자동재생 되어 시간조절 안됨 반복재생 가능함
광과민성 발작 예방	애니메이션	모든 콘텐츠에서 광과민성 발작 안 일어남
	탐구형	
	멀티미디어	
	3D 조작	
쉬운 네비게이션	애니메이션	선택적으로 재생시킬 수 있음 애니메이션 표시(ani) 제시되고 있어 사전에 콘텐츠 유형을 파악할 수 있음
	탐구형	콘텐츠 블록의 제목과 활동 지시문의 위치가 동일함 멀티미디어 표시(M)만 제시되어 창을 열기 전에는 콘텐츠의 제목과 유형을 알 수 없음 콘텐츠(M)를 선택하지 않는 것으로 건너뛰기가 가능함
	멀티미디어	
	3D 조작	콘텐츠의 제목과 활동 지시문이 없음 해당화면이 열리면 자동 재생됨

3) 이해의 용이성

이해의 용이성은 사용자가 장애유무 등에 관계없이 웹 사이트에서 제공하는 콘텐츠를 이해할 수 있도록 제공하는 것을 의미하고, 가독성, 예측 가능성, 콘텐츠의 논리성, 입력 도움의 네가지 지침이 있다(한국정보통신기술협회, 2009). 저시력학생의 수학과 디지털교과서 콘텐츠 이해의 용이성을 분석한 결과는 <표 9>과 같다.

저시력학생의 수학과 디지털교과서 6-나의 4. 원과 원기둥 단원의 이해의 용이성을 콘텐츠별로 분석한 결과는 다음과 같다.

애니메이션은 전체화면으로 확대가 가능하며, 화면 전개 내용에 대한 설명이 제공되며, 재생, 일시정지, 정지버튼을 사용하여 화면을 통제할 수 있어 저시력학생의 접근성을 보장하고 있는 것으로 나타났다.

<표 9> 수학과 디지털교과서의 이해의 용이성 분석

지침	콘텐츠유형	접근성 분석
가독성	애니메이션	전개되는 화면에 대한 설명 제공됨
	탐구형	콘텐츠 블록의 제목과 활동 방법에 대한 설명이 제시되었으나 화면낭독·화면확대프로그램이 접근 안됨 그림을 확대하였을 때 글자크기는 확대 안됨
	멀티미디어	
	3D 조작	콘텐츠의 제목과 활동 지시문이 없음 해당화면이 열리면 자동 재생되고 반복 재생 가능함
예측 가능성	애니메이션	사용자가 선택하였을 때만 실행됨 재생, 일시정지, 정지 버튼을 사용하여 화면을 통제함
	탐구형	사용자가 선택하였을 때만 실행됨
	멀티미디어	
	3D 조작	해당 화면이 열리면 자동 재생됨
콘텐츠의 논리성	애니메이션	콘텐츠 블록을 원하는 곳에 위치시킬 수 있음
	탐구형	콘텐츠는 선형화되어 논리적으로 나열됨 화면에 표시되는 순서를 변경할 수 없음 멀티미디어 선택 버튼이 일정한 곳에 위치함 콘텐츠 상단 부분을 클릭하였을 때만 블록 이동이 가능함
	멀티미디어	
	3D 조작	해당 화면이 열리면 자동 재생됨
입력도움	애니메이션	입력도움 지침 적용 안됨
	탐구형	학생 스스로 문제를 조작할 수 있고 정답을 입력하고 정정할 수 있음
	멀티미디어	정답확인 기능이 있고 오답인 경우 재입력이 가능
	3D 조작	입력도움 지침 적용 안됨

탐구형과 멀티미디어 콘텐츠에서 저시력학생의 접근을 보장하는 부분은 첫째, 사용자가 선택하였을 때만 실행되는 점 둘째, 콘텐츠는 선형화되어 논리적으로 나열되어 있다는 점 셋째, 멀티미디어 선택 버튼이 일정한 곳에 위치한다는 점이다. 저시

력학생의 접근이 어려운 부분은 첫째, 화면에 표시되는 순서를 변경할 수 없다는 점 둘째, 콘텐츠 블록의 제목과 활동 방법에 대한 설명이 제시되어 있으나 화면낭독·화면확대 프로그램의 접근이 안되는 점 셋째, 그림을 확대하였을 때 글자크기는 확대가 안되는 점 넷째, 콘텐츠 상단 부분을 클릭하였을 때만 블록 이동이 가능한 점으로 나타났다.

3D 조작 콘텐츠는 콘텐츠의 제목과 활동 지시문이 없고 해당페이지에서 사용자의 의도와 상관없이 자동 재생되어 저시력학생의 접근이 어려운 것으로 나타났다.

이러한 분석의 결과 수학과 디지털교과서의 이해의 용이성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 콘텐츠는 선형화되어 논리적으로 나열되어 있고, 선택 버튼(M)이 일정한 곳에 위치하고, 학생이 활동을 선택할 수 있으며, 학생 스스로 문제를 조작하여 정답을 입력하고 정정할 수 있게 하고 있다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 콘텐츠 블록의 제목과 활동 방법 설명에 대한 화면낭독·화면확대프로그램 접근이 이루어지게 하고, 3D 조작 콘텐츠에 재생 등 동작 조절 기능을 제공하여야 한다는 것을 알 수 있다.

4) 견고성

견고성은 사용자가 기술에 관계없이 웹사이트에서 제공하는 콘텐츠를 이용할 수 있도록 제공하는 것을 의미하고 문법준수, 웹 애플리케이션 접근성의 두 가지 지침이 있다(한국정보통신기술협회, 2009). 저시력학생의 수학과 디지털교과서 콘텐츠의 견고성을 분석한 결과는 <표 10>와 같다.

<표 10> 수학과 디지털교과서의 견고성 분석

지침	콘텐츠유형	콘텐츠 분석
문법준수	애니메이션	모든 콘텐츠의 열기, 닫기, 최대화, 최소화의 방법이 동일하고 화면낭독프로그램의 접근이 가능함 콘텐츠 내용에는 화면낭독프로그램의 접근이 안됨
	탐구형	
	멀티미디어	
	3D 조작	문법 준수지침 적용 안됨
웹 애플리케이션 접근성	애니메이션	웹 애플리케이션이 제공하는 기능의 명칭, 역할, 상태에 관한 정보에 대한 화면낭독프로그램 접근이 안됨
	탐구형	
	멀티미디어	
	3D 조작	

저시력학생의 수학과 디지털교과서 6-나의 4. 원과 원기둥 단원의 견고성을 콘텐츠별로 분석한 결과는 다음과 같다.

모든 콘텐츠 유형에서 저시력학생의 접근을 보장하는 부분은 첫째, 열기, 닫기, 최대화, 최소화의 방법이 동일한 점 둘째, 부분적으로 화면낭독프로그램의 접근이 가능한 점이다. 저시력학생의 접근이 어려운 부분은 콘텐츠 내용과 웹 애플리케이션이 제공하는 기능의 명칭, 역할, 상태에 관한 정보에 대하여 화면낭독프로그램의 접근이 안되는 점으로 나타났다.

이러한 분석의 결과 수학과 디지털교과서의 견고성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 모든 콘텐츠의 열기, 닫기, 최대화, 최소화 방법이 같고 부분적으로 화면낭독 프로그램의 접근이 이루어진다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 콘텐츠 내용과 웹 애플리케이션이 제공하는 기능의 명칭, 역할, 상태에 관한 정보에 대한 보조기기의 접근이 가능하게 하여야 한다는 것을 알 수 있다.

2. 수학과 디지털교과서의 활용 만족도 분석

수학 6-나의 4. 원과 원기둥 단원은 원주율에 대한 이해를 바탕으로 원주와 원의 넓이, 원주율을 이용하는 원기둥의 겉넓이, 원기둥의 부피를 구하게 한다. 생활에서 원형으로 된 여러 가지 물체를 활용하여 원주율을 이해하고 원을 여러 조각으로 한없이 잘게 잘라 붙이면 직사각형이 됨을 이용하여 원의 넓이를 구하는 방법을 이해하게 한다. 또 원기둥의 겉넓이는 원기둥의 전개도에서 밑면인 두 개의 원과 옆면의 직사각형의 넓이로 겉넓이를 구할 수 있게 하고 원기둥의 부피는 원기둥을 한없이 잘게 자르면 각기둥이 됨을 이용하여 원기둥의 부피를 구하는 방법을 이해한 후 여러 가지 원기둥의 부피를 구할 수 있도록 지도한다(교육과학기술부, 2010).

수학과 디지털교과서에서는 이미지, 애니메이션, 학습목표, 3D 조작, 탐구형 및 게임형, 일반 조작형, 팝업형, 임베디드형 콘텐츠를 제공하고 있으며 원과 원기둥 단원에서는 애니메이션, 탐구형, 멀티미디어, 3D 조작 콘텐츠를 제공하여 학생들의 이해를 돕고 있다. 디지털교과서의 콘텐츠 활용 만족도를 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 원주와 원주율 알아보기, 원주 구하기

원주의 의미를 알고 지름에 대한 원주의 비를 원주율이라고 함을 알고 원주율을 이용하여 원주를 구할 수 있도록 지도하는 차시(교육과학기술부, 2010)로 디지털교과서에서는 서책형교과서 내용에 애니메이션, 탐구형 콘텐츠를 제공하여 학생들의 이해를 돕고 있다. 학생들의 활용 만족도를 살펴보면 다음과 같다.

애니메이션으로 학습할 내용에 대한 설명을 해주어 무엇을 공부할 것인지 알 수 있어 재미있습니다. 탐구형 콘텐츠에서 컴파스를 이용한 활동은 방법을 잘 몰라서 선생님의 설명을 듣고 했습니다. 문제를 풀고 선생님이 확인해주지 않아도 정답 확인을 할 수 있어서 좋습니다. 원주 구하기에서 심화학습 문제를 풀 때 그림은 커지지만 글자크기는 커지지 않아서 선생님의 도움을 받아서 문제를 풀었습니다(A학생).

애니메이션에 내가 아는 신밧드가 나와서 재미있고 디지털교과서는 화면을 크게 확대해서 볼 수 있지만 다른 친구들보다 속도가 느려서 속상해요. 컴퍼스 조작 활동은 어려워서 선생님의 도움을 받았어요. 원주 구하기를 할 때는 익히기 문제를 풀고 정답확인을 했습니다(B학생).

애니메이션에 나오는 만화가 재미있고, 컴퍼스 조작 활동은 활동 방법을 몰라서 선생님의 도움을 받았습니다. 문제를 풀고 내가 정답확인을 할 수 있어서 좋아요. 원주 구하기에서 교과서 익히기 문제를 풀고 보충 문제를 풀 때는 그림은 확대가 되는데 글자가 작아서 선생님이 문제를 불러주셔서 풀었습니다(C학생).

2) 원의 넓이 구하기

원주율을 이용하여 원의 넓이를 구하는 것으로 여러 가지 활동으로 원의 넓이가 반지름이 한 변인 직사각형과 어떤 관계인지 살펴보고 원을 한없이 잘게 잘라 붙이면 직사각형에 가까워짐을 이용하여 원의 넓이를 구하는 방법을 이해하는 차시(교육과학기술부, 2010)로 디지털교과서에서는 서책형교과서 내용에 애니메이션, 탐구형, 멀티미디어 콘텐츠를 제공하여 학생들의 이해를 돕고 있다. 학생들의 활용 만족도를 살펴보면 다음과 같다.

원의 넓이를 구하는 활동에서는 멀티미디어와 탐구형 콘텐츠가 제공되어 내가 숫자를 입력하면 원이 조각이 나고 큰 숫자를 입력할수록 직사각형에 가까워지는 것으로 보니 신기했습니다. 원의 넓이를 구하는 방법에 제시된 페이지에서는 교과서 내용과 같은 멀티미디어 콘텐츠가 나와서 실망했습니다. 멀티미디어 콘텐츠로 심화학습 문제를 풀 때 원은 커지지만 글자의 크기는 작고 그림색과 글자색이 비슷하여 선생님이 읽어주시면 문제를 풀었습니다(A학생).

애니메이션으로 신데렐라의 호박마차 이야기가 나와서 재미있어요. 원의 넓이 구하는 방법을 찾을 때는 조각들이 원기둥이 펼쳐지면서 직사각형이 되는 것을 보는 것이 재미있는데 화면 전개 속도가 빨라서 여러번 반복하여 보았어요. 제가 속도 조절을 할 수 있었으면 좋겠어요(B학생).

원의 넓이 구하는 방법을 찾을 때는 디지털교과서에서 많은 활동을 할 수 있어서 재미있고 원의 넓이 구하는 방법을 쉽게 알 수 있었습니다. 교과서 문제 말고 다른 문제도 풀 수 있어서 좋겠습니다(C학생).

3) 원기둥의 겉넓이 구하기

원기둥의 전개도에서 밑면은 2개의 원이 되고 옆면은 직사각형이 됨을 이해한 후 각각의 넓이를 구하여 원기둥의 겉넓이를 구할 수 있음을 지도하는 차시(교육과학기술부, 2010)로 디지털교과서에서는 서책형교과서 내용에 애니메이션, 탐구형, 멀티미디어, 3D 조작 콘텐츠를 제공하여 학생들의 이해를 돕고 있다. 학생들의 활용 만족도를 살펴보면 다음과 같다.

애니메이션으로 학습할 내용을 설명해주어서 재미있습니다. 원기둥의 전개도를 이용하여 겉넓이 구하기 방법을 3D 조작 화면으로 보여주어 원기둥의 구조를 쉽게 이해할 수 있었고, 단계적으로 문제를 풀어가는데 도움이 되었습니다. 멀티미디어 콘텐츠로 제공된 화면은 원기둥의 전개도가 펼쳐지는 그림까지 나오지만 글자크기가 작아서 선생님의 설명을 들었는데 글자크기가 확대되었으면 좋겠습니다. 디지털교과서는 교과서 내용은 보기가 쉽지만 콘텐츠로 제공되는 것은 화면과 글자크기 조절이 어려워 보기가 어렵습니다(A학생).

애니메이션으로 우주선 발사 장면으로 설명을 해주어서 재미있어요. 원기둥의 전개도를 설명하는 3D 콘텐츠는 재미있어서 여러번 반복해서 보았어요. 선생님의 설명을 들으면서 겉넓이 구하는 방법을 알았어요. 시간이 되면 멀티미디어에서 제공하는 심화학습 문제도 풀어보고 싶어요. 콘텐츠의 그림과 글자가 내가 볼 수 있을 만큼 확대가 되었으면 좋겠어요(B학생).

애니메이션에 나오는 만화가 재미있고, 원기둥의 전개도와 겉넓이 구하기 멀티미디어 심화 학습 문제를 많이 풀 수 있어서 좋습니다. 글자가 보이긴 하지만 더 컸으면 좋겠습니다(C학생).

4) 원기둥의 부피 구하기

원의 넓이를 구할 때와 비슷한 방법으로 원기둥을 잘게 잘라서 각기둥으로 등적 변형한 후 각기둥의 부피를 구하는 것으로 원기둥의 부피를 구하게 한다. 원기둥을 밑면인 원의 지름으로 잘라 서로 엇갈리게 붙이면 각기둥과 같은 모양이 됨을 이해하게 한 후 원기둥의 부피를 구하는 것이 곧 원기둥의 부피를 구하는 것이 됨을 이용하여 여러가지 원기둥의 부피를 구하는 차시(교육과학기술부, 2010)로 디지털교과서에서는 서책형교과서 내용에 애니메이션, 멀티미디어, 3D 조작 콘텐츠를 제공하여 학생들의 이해를 돕고 있다. 학생들의 활용 만족도를 살펴보면 다음과 같다.

어렵게 느껴지는 수학 개념들을 애니메이션으로 쉽게 설명해주고, 교과서의 평면적인 그림을 3D 조작 콘텐츠로 입체감 있게 보여주어 재미있습니다. 원판이 차곡차곡 쌓여서 원기둥이 되는 동영상을 보며 부피 개념을 설명해주어 이해하기 쉬웠습니다. 익히기 문제 외에 멀티미디어 콘텐츠로 심화학습 문제가 제공되어 개별학습을 할 수 있어서 좋아요(A학생).

원기둥 모양의 무를 잘라서 직사각형을 만드는 애니메이션을 보니 직접해보고 싶은 생각이 들었어요. 교과서 그림이 3D 조작 콘텐츠로 부피 개념을 설명하는데 화면전개가 빠르고 무엇에 대한 설명인지 몰라서 선생님의 설명을 들으면서 반복하여 보고 알 수 있었습니다(B학생).

원의 부피 구하는 방법을 찾을 때는 3D 조작 콘텐츠로 원판이 차곡차곡 쌓이면서 원기둥이 되는 것을 보았는데 반복해서 보면서 원기둥의 부피에 대하여 알 수 있었습니다. 이런 콘텐츠들을 볼 때 속도 조절을 할 수 있었으면 좋겠습니다(C학생).

5) 저시력학생의 수학과 디지털교과서 활용 만족도

저시력학생의 6-나의 4. 원과 원기둥의 디지털교과서 활용 만족도를 콘텐츠 유형별로 정리하면 다음과 같다.

애니메이션 콘텐츠는 저시력학생의 시력특성, 학습능력, 컴퓨터 활용능력 등 개인적 특성에 관계없이 만족하고 있으며 학생들의 학습동기를 유발하는데 도움이 되었다.

탐구형 콘텐츠는 조작할 부분을 쉽게 찾을 수 있도록 단서를 제공하고 있지만 콘텐츠에 따라 제공되지 않거나 그림과 글자의 확대가 동일하게 이루어지지 않는 경우 다른 사람의 도움을 받지만 스스로 원과 원기둥을 조작하고 문제 해결하는 과정에 적극적으로 참여하였으며 학습 흥미도를 높일 수 있었다.

멀티미디어 콘텐츠는 화면전개속도가 빠르고, 심화학습문제에서 그림과 글자의 확대가 동일하게 이루어지지 않아 다른 사람의 도움을 받지만 임베디드형 콘텐츠 등 다양한 형태로 제공되어 학생들의 흥미를 유발시켰으며 학생에 따라 개별적으로 심화학습문제를 풀고 스스로 정답확인을 할 수 있어서 학습만족도가 높았다.

3D 조작 콘텐츠는 입체적으로 제공되는 화면을 보면서 입체도형의 구조와 개념을 이해하는데 도움이 되었다. 화면 전개속도가 빨라서 여러번 반복해서 보며 내용을 이해하였고, 개인적으로 화면전개속도를 조절할 수 있기를 희망하였으며 입체감 있는 자료 제시 방법은 저시력학생의 학습 흥미를 높일 수 있었다.

저시력학생은 디지털교과서를 활용하였을 때 애니메이션으로 학습내용을 설명해줘 동기유발이 되고, 심화학습문제를 풀면서 개별학습을 할 수 있고, 문제를 풀고 스스로 정답확인을 할 수 있으며, 다양하고 입체적인 콘텐츠를 활용하여 학습하는 것에 만족도가 높았다. 화면전개속도 조절, 그림과 글자의 동일한 확대, 그림과 글자색

의 대비 등 저시력학생의 콘텐츠 접근을 고려하지 않는 부분에서는 다른 사람의 도움을 받아야 하지만 저시력학생들의 디지털교과서 활용 만족도가 높은 것을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 수학과 디지털교과서 버전 2.6.3 6-나의 4. 원과 원기둥 단원의 콘텐츠 접근성을 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0(한국정보통신기술협회, 2009)를 이용하여 콘텐츠의 인식의 용이성, 운용의 용이성, 이해의 용이성, 견고성을 분석하고, 저시력학생들의 수학과 디지털교과서 활용 만족도를 질적 연구하여 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시킬 수 있는 방향을 제시하는데 연구의 목적이 있고 그 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성 분석

첫째, 수학과 디지털교과서의 인식의 용이성은 저시력학생의 접근성을 보장하기 위하여 저시력학생이 조작할 부분을 쉽게 찾을 수 있게 단서를 제공하고, 콘텐츠 블록에 제목과 활동방법에 대한 설명이 있으며, 임베디드형 콘텐츠 제공시 색대비를 고려하였다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 모든 콘텐츠에서 대체 텍스트 또는 촉각 자료를 제공하고, 모든 콘텐츠에서 그림색과 글자색의 대비를 선명하게 제시하고, 화면낭독·화면확대프로그램·화면해설 기능을 선택적으로 사용할 수 있도록 콘텐츠를 수정·보완하여 접근성을 향상시켜야 한다는 것을 알 수 있다.

둘째, 수학과 디지털교과서의 운용의 용이성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 키보드 접근이 이루어지지 않는지만 마우스와 펜기능을 이용하여 콘텐츠를 선택적으로 재생시킬 수 있고, 시간 조절과 반복재생이 가능하여 학생들의 학습을 돕고 있다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 멀티미디어 표시(M)에 마우스 오버를 하였을 때 콘텐츠의 구체적인 제목과 유형을 알 수 있게 하여야 한다는 것을 알 수 있다.

셋째, 수학과 디지털교과서의 이해의 용이성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 콘텐츠는 선형화되어 논리적으로 나열되어 있고, 선택버튼(M)이 일정한 곳에 위치하고, 학생이 활동을 선택할 수 있으며, 학생 스스로 문

제를 조작하여 정답을 입력하고 정정할 수 있게 하고 있다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 콘텐츠 블록의 제목과 활동 방법 설명에 대한 화면낭독·화면확대프로그램 접근이 이루어지게 하고, 3D 조작 콘텐츠에 재생 등 동작 조절 기능을 제공하여야 한다는 것을 알 수 있다.

넷째, 수학과 디지털교과서의 견고성은 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 보장하기 위하여 모든 콘텐츠의 열기, 닫기, 최대화, 최소화 방법이 같고, 부분적으로 화면낭독 프로그램의 접근이 이루어진다. 저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 콘텐츠 내용과 웹 애플리케이션이 제공하는 기능의 명칭, 역할, 상태에 관한 정보에 대한 보조기기의 접근이 가능하게 하여야 한다는 것을 알 수 있다.

한국정보통신기술협회(2009)는 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0을 제시하며 지침 22개 항목 중 어느 하나라도 만족하지 못하면 해당 웹 콘텐츠는 ‘웹 접근성이 없다’ 또는 ‘웹 접근성 지침을 준수하지 못하는 웹 콘텐츠’라고 하였다. 웹 접근성 지침을 준수하였을 때 다음과 같은 기대 효과가 있다고 하였다.

인식의 용이성에 대한 접근성 지침을 준수하면 첫째, 저시력학생이 해당 콘텐츠를 음성을 통해 들을 수 있으므로 최소한의 접근권을 보장할 수 있고 둘째, 제공받는 정보가 불충분하여 학생이 콘텐츠의 핵심내용을 인지할 수 없거나 불필요한 정보를 제공 받음으로써 겪게 되는 불필요한 혼동을 줄일 수 있으며 셋째, 선명한 대비를 제공함으로써 콘텐츠의 내용이나 구조를 쉽게 이해할 수 있어 저시력학생의 접근성을 보장할 수 있을 것이다.

운용의 용이성에 대한 접근성 지침을 준수하면 첫째, 포인팅 장치를 사용하기 어려운 저시력 학생이 키보드만으로 콘텐츠에 접근할 수 있고 둘째, 콘텐츠의 커서가 논리적인 순서에 따라 이동할 수 있도록 구성할 수 있어 화면낭독프로그램을 사용하는 저시력학생이 커서 주변의 상황에 대한 정보를 잃어버리지 않고 콘텐츠에 접근할 수 있게 할 수 있으며 셋째, 화면을 보고 이해하는데 많은 시간이 걸리는 저시력학생이 지나간 콘텐츠를 쉽게 확인할 수 있는 기능을 제공할 수 있고 넷째, 필요한 정보가 위치한 페이지로 쉽게 이동할 수 있으며 다섯째, 링크 텍스트를 직관적이고 의미있게 구성하여 저시력학생이 링크의 용도와 의도를 명확하게 파악할 수 있어 저시력학생의 접근성을 보장할 수 있을 것이다.

이해의 용이성에 대한 접근성 지침을 준수하면 첫째, 저시력학생이 새 창이 갑자기 뜨는 것과 같이 문맥의 변화가 발생하는 것을 인지하기 어려운 점을 개선할 수 있고 둘째, 콘텐츠의 논리적인 순서 제공으로 화면확대프로그램의 사용을 도울 수 있으며 셋째, 입력오류를 정정할 수 있는 방법을 제공하여 오류의 내용을 먼저 텍스트로 설명하거나 프로그램을 통해 오류가 난 위치에 도달하도록 하고 오류의 내용을 설명해 줄 수 있어 저시력학생의 콘텐츠 접근성을 보장할 수 있을 것이다.

견고성에 대한 접근성 지침을 준수하면 첫째, 저시력학생이 화면낭독프로그램, 화면확대프로그램을 사용하기 편하고 둘째, 웹 애플리케이션의 접근성을 제공할 경우 웹 애플리케이션과 상호작용이 가능하므로 저시력학생의 콘텐츠 접근성을 보장할 수 있을 것이다.

디지털교과서의 콘텐츠와 장애학생이 상호작용할 때 보조공학기구나 소프트웨어가 반드시 필요한 경우는 이를 전제로 콘텐츠가 설계되어야 하며, 그렇지 않은 경우는 콘텐츠 자체에 그러한 기능을 제공해 주는 것이 바람직하다(김종무 외, 2009). 그러나 수학과 디지털교과서는 통합플랫폼에서는 시각장애학생의 접근을 위하여 화면낭독·화면확대프로그램을 사용할 수 있으나 다양한 콘텐츠에 대한 보조공학기구나 소프트웨어의 접근은 이루어지지 않는다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 김종무 외(2009)는 저시력학생의 디지털교과서 접근성 증진 방안으로 첫째, 텍스트와 배경간의 대비를 증진시킨다. 둘째, 텍스트는 패턴과 무늬가 있는 배경이 아닌 단색 배경에 표현한다. 셋째, 모든 화면과 대화상자의 레이아웃은 일관되도록 만든다. 넷째, 도구들은 메뉴바를 통해 접근이 가능해야 한다. 다섯째, 화면에 선을 그릴 때는 선 굵기에 대한 가이드를 준수한다. 여섯째, 시각장애학생이 화면이나 화면비율을 확대할 수 있어야 한다고 제안하였다. 응용프로그램과의 호환성을 높이기 위한 방안으로 첫째, 시스템 포인터나 시스템에서 제공하는 기호, 삽입 바를 사용한다. 둘째, 커서가 보이지 않을 때에도 커서를 끌 때는 강조점을 포함시켜야 한다. 셋째, 고대비 설정을 지원할 수 있는 기능을 추가한다. 넷째, 화면상에서 동떨어진 곳에서 동시에 두 개 이상의 이벤트가 따로 따로 발생하지 않아야 한다고 하였다. 수학과 디지털교과서가 이러한 제안 사항과 함께 첫째, 모든 콘텐츠에 대체 텍스트 또는 촉각 자료를 제공 둘째, 그림색과 글자색의 대비 고려 셋째, 화면낭독·화면확대·화면해설 프로그램을 선택적 사용 기능 제공 넷째, 콘텐츠 재생 속도 조절 등 동작 조절 기능 제공, 넷째, 모든 콘텐츠에 대한 키보드 접근이 가능하도록 개발되었을 때 저시력학생의 수학과 디지털교과서에 대한 접근성을 증진시킬 수 있을 것이다.

2. 수학과 디지털교과서 활용 만족도 분석

첫째, 저시력학생은 디지털교과서를 활용하였을 때 애니메이션으로 학습내용을 설명해줘 공부할 내용을 쉽게 이해할 수 있었고, 심화학습문제를 풀고 스스로 정답 확인을 할 수 있어 개별학습이 가능하며, 다양하고 입체적인 콘텐츠를 활용하여 학습하는 것이 재미있다고 하였다. 이는 정안학생들이 디지털교과서를 활용한 수업을 하였을 때 수업에 집중하기 쉽다, 설명을 이해하기 쉽다, 혼자 공부할 수 있다는 면에서 수업 만족도가 높았던 것(구일초등학교, 2010)과 디지털교과서의 다양한 멀티

미디어 기능 및 콘텐츠는 개별학생의 학습 수준에 맞는 학습의 기회가 제공되어 적극적인 수업참여를 유도할 수 있었으며 수업 이해도, 흥미도, 만족도를 향상되었다(연세초등학교, 2009)는 연구 결과와 일치한다.

둘째, 저시력학생의 디지털교과서를 활용하였을 때 단점으로 제공되는 콘텐츠들의 제목과 활동 방법을 이해하기 어려워 교사의 도움을 받아야 하고, 탐구형 콘텐츠의 경우 도형의 크기는 확대가 되지만 글자크기는 확대가 되지 않아 보기 힘들다, 3D 조작 콘텐츠는 화면 전개속도가 빨라서 선생님의 설명을 듣거나 여러번 반복하여 보는데 개인별로 속도조절을 할 수 있었으면 좋겠다. 콘텐츠 제목과 활동방법 설명 부분을 화면낭독·화면확대프로그램의 접근이 안되어 읽기가 어렵다 등 학습활동을 독립적으로 수행할 수 없는 면을 들었다. 이러한 문제들은 수학과 디지털교과서가 접근성 지침을 준수하지 않았기 때문에 생기는 어려움으로 수학과 디지털교과서의 콘텐츠 접근성 지침과 장애유형별 디지털교과서 접근성 확보방안을 준수하여 수정·보완하였을 때 이러한 어려움을 개선할 수 있을 것이다.

디지털교과서는 처음부터 장애학생의 접근을 고려하지 않고 개발되어(김중무 외, 2009) 저시력학생이 디지털교과서에 접근하는데 많은 어려움이 있지만 디지털교과서를 활용한 수업에 적극 참여하고 활용 만족도가 높게 나타난 것을 알 수 있다. 디지털교과서가 콘텐츠 접근성 지침을 준수하여 개발되면 저시력학생의 접근성을 보장하고 학습효율성을 증진시킬 수 있을 것이다.

저시력학생의 디지털교과서에 대한 접근성을 증진시키는 것은 시각장애학교에 재학하고 있는 저시력학생뿐만 아니라 통합교육을 받고 있는 저시력학생들의 기본적인 교육권을 보장하기 위한 것이다. 교육환경에 관계없이 저시력학생들의 기본적인 교육권을 보장하기 위하여 디지털교과서 수정·보완·개발 과정에 시각장애교육 전문가들이 참여하여 저시력학생의 콘텐츠 접근성을 확보할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

참고문헌

- 강명희, 이정민, 구진아, 육성혜 (2010). 초등 국어 디지털교과서 활용 수업에서의 학습효과에 대한 자기효능감과 교수실재감의 예측관계 분석. **교과교육학연구**, 14(4), 787-806.
- 김정희 (2007). 초등학교 디지털교과서 디자인에 대한 연구 -5학년 수학책을 중심으로. 석사학위 논문, 숙명여자대학교 대학원.
- 교육과학기술부 (2007). **디지털교과서 상용화 개발 본격 착수 계획**. 서울: 교육과학기술부.
- 교육과학기술부, 한국교육학술정보원 (2009). **초등학교 6학년 수학과 디지털교과서 콘텐츠 매뉴얼 요약본(교사용)**. 서울: 교육과학기술부, 한국교육학술정보원.
- 교육과학기술부 (2010). 초등학교 교사용지도서 수학 6-나. 서울: 교육과학기술부.
- 구일초등학교 (2010). 디지털교과서의 현장적합성 연구. 서울: 연구학교 운영보고서.
- 김종무, 금미숙, 김명호, 김성남, 김정호, 우이구, 육주혜, 이효자, 홍경순, 박선아 (2009). **특수교육용 디지털교과서 접근성 설계·평가 지침 개발 연구**. 서울: 교육과학기술부, 한국교육학술정보원.
- 백수정 (2010). 디지털교과서를 활용한 도형수업 분석. 석사학위 논문, 부산교육대학교 교육대학원.
- 변호승, 조완영, 김남균, 류지현, 이기서 (2006). **디지털교과서 효과성 측정 연구**. 서울: 한국교육학술정보원 연구보고 CR 2006-38.
- 부산맹학교 (2010). 시각장애학생의 디지털교과서 활용 및 접근성 분석. 부산: 연구학교 운영보고서.
- 삼어초등학교 (2009). 디지털교과서의 현장적합성 및 효과성 검토. 부산: 연구학교 운영보고서.
- 삼어초등학교 (2010). 디지털교과서 활용을 통한 자기주도적 학습능력 신장. 부산: 연구학교 운영보고서.
- 연제초등학교 (2009). 디지털교과서 현장적용에 대한 효과성 연구. 광주: 연구학교운영보고서.
- 임리주 (2009). 디지털교과서를 활용한 도형 수업이 초등학교 6학년 학생들의 공간감각과 수학 교과학습태도에 미치는 영향. 석사학위 논문, 한국교원대학교 교육대학원.
- 한국정보통신기술협회 (2009). **한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0**. 서울: 한국정보통신기술협회.

The Analysis of Accessibilities of Students with Low Vision to
Contents in Math-Digital Textbooks and Utilizing Satisfaction
- the case of sixth-grade math circles and cylinders -

Kang, Bo Soon

Busan School for the Blind

<Abstract>

The purpose of this study was to investigate the methods to improve the accessibilities of students with low vision to math-digital textbooks by analyzing the accessibilities to contents in math-digital textbooks and satisfaction of attending class utilizing math-digital textbooks. The researcher discussed the methods for improving accessibilities of students with low vision to accessibilities to contents in math-digital textbooks for math students. Although students with low vision had a hard time to access to digital textbooks, they were willing to participate in class using digital textbooks and highly satisfied with class utilizing contents. Digital textbook contents to ensure accessibility by modifications · complementary · developing will increase the efficiency learning student with low vision.

Key Words

: Students with Low Vision, Digital Textbooks, Contents Accessibilitie,
Utilizing Satisfaction

논문 접수: 2011. 08. 03 심사 시작: 2011. 08. 10 게재 확정: 2011. 09. 26

