

## 디지털 교과서를 활용한 초등 과학 수업에 대한 비평적 접근

임희준 · 오필석\*

경인교육대학교

### A Critical Approach to an Elementary Science Lesson Using a Digital Science Textbook

Heejun Lim · Phil Seok Oh\*

Gyeongin National University of Education

**Abstract** : The purpose of this study was to explore what a science lesson using a digital textbook looked like and what kinds of implications could be drawn from the lesson. The study qualitatively described a 4th grade science lesson in the unit of Earth and Moon, analyzed the structure of the lesson, and critically interpreted the meaning of it. It was revealed that the introduction of a digital science textbook did not bring about changes in the already patternized structure of elementary science instruction as well as in the manner of classroom interaction. The result was followed by discussion concerning the ways the use of a digital textbook could change elementary science instruction and enable new types of classroom interaction. It was suggested that negotiations should be reached about the nature of digital science textbooks and their developments and that the teacher's own pedagogical roles in the science classroom should be improved.

**keywords** : digital textbook, lesson criticism, elementary school science, science lesson

### I. 서론

오늘날 빠르게 발달하는 과학기술과 정보통신기술은 교육 현장에도 많은 변화를 요구하고 있다. 이 중 가장 가시적으로 발생하고 있는 일 중의 하나가 각급 학교의 수업에서 디지털 교과서를 활용하는 것이다. 우리나라에서는 1997년부터 전자 교과서 혹은 디지털 교과서에 관한 연구가 시작되었고, 2007년 정부가 '디지털 교과서 상용화 추진 계획(교육인적자원부, 2007)'을 발표하면서 본격적으로 국가주도적 사업으로 진행되었다. 또, 2011년에 발표된 '스마트교육 추진 전략(국가정보화전략위원회, 교육과학기술부, 2011)'에서는 디지털 교과서의

개발과 적용을 주요 과제의 하나로 천명하였으며, 과학과의 경우 초등학교 3, 4학년 교실에서 사용될 디지털 교과서가 2013년 현재 연구학교에서 시범 적용되고 있다(노정민, 2013; 변호승, 송연옥, 2010).

디지털 교과서는 다양한 방식으로 정의되어 왔지만, 2007년 정부의 디지털 교과서 상용화 추진 계획과 현재 연구학교에서 사용하고 있는 디지털 교과서의 특징을 고려할 때, '서책 기반형' 또는 '고정형'이라는 개념으로 이해할 수 있다. 즉, 현재의 디지털 교과서는 서책형 교과서의 구성과 배치를 그대로 따르지만 참고서, 문제집, 용어 사전 등의 내용을 동영상, 애니메이션, 가상현실, 하이퍼링크 등의 멀티미디어와 통합하여 수록한 뒤 유무선정보통

\*교신저자 : 오필석(philoh@ginue.ac.kr)

\*2014년 6월 10일 접수, 2014년 8월 13일 수정원고 접수, 2014년 8월 14일 채택

신망을 이용할 수 있도록 한 교수·학습 교재를 말한다(교육인적자원부, 2007; 임정훈 등, 2008). 이러한 디지털 교과서는 다양한 상호작용 기능과 학습자의 특성과 능력에 맞는 학습 관리 기능이 안정적으로 장착될 경우 학교교육에 의미 있는 변화를 가져올 것으로 기대되고 있다.

그동안 디지털 교과서에 관련된 연구는 디지털 교과서의 개념을 탐색하는 것으로부터 시작하여 디지털 교과서 개발 체제와 방법을 마련한 후 디지털 교과서를 적용한 수업의 효과성을 측정하는 데 초점을 맞추어 진행되어 왔다(변호승 등, 2011). 그런데 디지털 교과서의 효과성에 관한 연구물을 종합해 보면, 일반적인 기대와는 달리 디지털 교과서를 활용한 수업이 서책형 교과서에 기반한 수업에 비해 효과가 있다는 일관된 결론을 내리기 어렵다(양미경, 2013; 임유나, 홍후조, 2013). 그래서 최근에는 디지털 교과서의 특징과 디지털 교과서를 사용하는 데 따르는 난점들에 관한 본질적인 논의를 전개한 글들이 등장하고 있으며(양미경, 2013; 임유나, 홍후조, 2013; 임정훈, 2010; 정현선, 2013), 디지털 교과서를 활용한 수업의 실재를 분석한 질적 성격의 연구물들도 발표되고 있다(김혜숙, 2013; 류지현, 2008; 성경희, 2012; 안순선, 임정훈, 2013). 그런데 이러한 연구들은 디지털 교과서가 학교 수업에 가져온 변화와 한계를 함께 지적하고 있다. 예를 들어, 김혜숙(2013)은 디지털 교과서를 활용한 초등 사회과 수업에서 비교적 다양한 교수학적 변화가 관찰됨에도 불구하고 수업 방식이 기존에 서책형 교과서를 활용한 수업에서 정형화된 패턴과 차이가 없다고 보고하였다. 또, 임정훈(2010)은 디지털 교과서를 활용한 수업에서 교사와 학생, 혹은 학생들 간의 의사소통과 상호작용이 향상되지 않았다는 점을 쟁점으로 지적하기도 하였다.

위와 같이 일반 교육학이나 다른 교과 교육 분야에서 디지털 교과서에 관한 연구가 다채롭게 진행되어 온 것에 비하여 과학 교육 분야에서는 디지털 교과서의 특징을 분석하거나 디지털 과학 교과서를 활용한 수업의 효과를 측정한 연구가 소수 진행되었을 뿐(서정희 등, 2011; 최선영, 서정희, 2009),

디지털 교과서를 활용한 과학 수업이 실제로 어떻게 이루어지고 있으며 그것이 과학 교육 측면에서 어떤 함의를 제공하는지에 관하여 논의한 논문은 찾아보기 어렵다. 이점을 고려하여 본 연구에서는 디지털 교과서를 활용한 초등학교 과학 수업을 ‘수업 비평’적 시각에서 논해 보기로 한다.

수업 비평은 “수업 현상을 하나의 분석 텍스트로 하여 수업 활동의 과학성과 예술성, 수업 참여자의 의도와 연행, 교과와 사회적 맥락 등을 종합적으로 고려하면서 수업을 기술, 분석, 해석, 평가하는 비판적이고 창조적인 글쓰기”(이혁규, 2008, p. 16)를 의미한다. 따라서 수업 비평에서는 질적 사례 연구와 같이 한 편의 수업을 심층적으로 다루는 경우가 많고, 기존 학술 논문과 비교하여 새로운 형식의 글쓰기 방식을 택하기도 한다. 이에 따라 본 연구에서는 디지털 교과서를 활용한 한 차시 분량의 초등학교 과학 수업에 대한 비평문을 질적 기술, 분석, 해석의 세 절로 나누어 제시한다. 이렇게 본 연구는 수업 비평이라는 장르를 택하여 디지털 교과서를 활용한 과학 수업 현상을 논의함으로써 관심 있는 사람들 사이에 디지털 교과서의 의미 있게 활용할 수 있는 방안을 고민하는 기회를 제공하는 것을 목표로 한다. 또한 이러한 새로운 연구 작업은 과학 교육 분야에서 질적 연구의 지평을 확대하는 시도의 하나로서도 의미가 있을 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 수업 자료 수집

본 연구는 ‘과학 디지털 교과서를 활용한 효과적인 교수·학습 연구’라는 더 큰 과제의 한 부분으로 수행되었다. 이 과제를 위하여 연구진은 2개의 디지털 교과서 연구학교에서 각각 2차시 씩, 총 4차시에 걸쳐 디지털 교과서를 활용한 과학 수업을 참여관찰하고 수업 장면을 녹화하였으며, 수업 지도안과 같은 관련 문서 자료를 수집하였다. 또, 수업을 실시한 교사와 동료 교사, 학생들과 면담하였고,

학생들에게는 별도의 설문 조사를 실시하여 디지털 교과서의 장단점을 파악하였다. 이외에도 한 연구학교에서 직접 촬영한 수업 녹화물 2편을 추가로 수집하였으며, 디지털 교과서를 활용한 수업과 비교하기 위한 목적에서 서책형 교과서를 활용한 3학년 과학 수업을 두 차시 참여관찰 하였다. 본 논문에서는 이들 자료 중 Y초등학교의 4학년 ‘지구와 달’ 단원의 한 차시 수업을 비평적으로 분석하였다.

Y초등학교는 신도시인 S시(市)에서 2009년에 개교한 신설 학교로서, 2014년 3월 1일 현재 초등 32개 학급을 비롯하여 특수 학급과 유치원으로 편성되어 있다. 이 학교는 2013학년도에 국정 교과서 현장 적합성 검토 연구학교로 지정되었고, 연구진이 방문한 시기(2013년 12월)에는 과학 디지털 교과서를 활용한 수업을 시범적으로 진행하고 있었다. 본 연구의 초점이 된 수업은 2009년 개정 과학과 교육과정에서 3·4학년군에 새로 신설된 지구와 달 단원의 것으로, 본 차시의 수업 주제는 ‘지구와 달 비교하기’이었다. 이 차시는 지구와 달의 표면, 지형, 생물 등을 사진과 동영상 자료를 통해 비교하고 지구에 생물이 살 수 있는 까닭을 설명하는 것을 목표로 하고 있다. 이 수업은 30대 전후로 보이는 젊은 남자 교사인 M교사가 진행하였다. M교사는 중부 지역에 소재하고 있는 교육대학교를 졸업하였고, 자료 수집 당시까지 5년 동안 초등 교사로 일하고 있었다. M교사는 디지털 교과서와 관련된 경력은 없었지만 비교적 짧은 교직 경력 중에도 과학전람회에서 2회 수상할 정도로 과학 교과에 관심을 가지고 있었다. 또, 기존 과학 수업에서 프레젠테이션 자료를 직접 제작하여 사용할 수 있을 정도로 컴퓨터 및 디지털 기기를 다루는 데에 큰 부담을 느끼지 않고 있었다.

M교사의 수업은 총 27명의 학생들이 참여한 가운데 Y초등학교의 과학실에서 약 40분간 이루어졌다. 연구진은 수업 전에 M교사의 수업 지도안을 제공받았으며, 교실 앞과 뒤에 각각 한 대의 카메라를 설치하여 수업을 녹화하였다. 수업이 진행되는 동안에는 본 논문의 교신 저자가 현장일지를 작성하였고 잠시 학생들의 활동에 참여하여 간단한 대화를 주고받기도 하였다. 수업을 마친 후에는 M

교사 및 동료 교사 1인과 면담하였으며, M교사의 수업에 참여하였던 5명의 학생들과도 면담하였다. 면담은 모두 반구조화된 형식으로 진행되었다. 면담을 위하여 미리 작성된 질문은 ‘과학 디지털 교과서의 내용 구성에 대해서 어떻게 생각하십니까?’와 같이 과학 디지털 교과서의 일반적인 특성에 관한 것이었고, 교사나 학생의 답변에 따라 본 수업과 관련된 보다 구체적인 질문을 추가하는 방식으로 진행하였다. 따라서 본 연구에서는 교사와 학생들과의 면담 내용을 체계적으로 분석하지 않고 M교사의 수업을 분석하는 중에 보조 자료로만 활용하였다.

## 2. 수업 분석

본 연구에서 자료의 분석은 수업 비평이라는 장르의 특성을 고려하여 M교사의 수업을 질적이고 집중적으로 다루는 과정을 통해 이루어졌다. 구체적으로, 연구학교에서 참여관찰과 일차적인 자료 수집을 마친 후에 연구진이 함께 모여 수업 녹화물을 보면서 자유롭게 의견을 나누며 분석의 관점을 수립하였다. 이때 연구진 내에서는 디지털 과학 교과서를 활용한 수업의 활동 구조와 교사-학생 또는 학생-학생간의 상호작용을 분석의 주요 관점으로 결정하였다. 이에 따라 세 명의 연구자가 독립적으로 수업의 전체적인 구조와 세부 활동의 구조, 수업 활동의 특성, 디지털 교과서의 활용 방식, 교사와 학생의 역할 등을 분석한 후, 연구진 모두가 참여하는 회의를 통해 그 결과를 종합하였다. 이렇게 하여 연구진 내에서 분석 결과가 공유된 후에는 그것을 바탕으로 한 명의 연구자(교신저자)가 M교사의 수업 녹화물과 전사본, 수업 지도안, 수업을 참여관찰 하는 동안 작성한 현장일지, 그리고 M교사와의 면담 내용 등을 반복적으로 검토하면서 자세한 비평의 글을 작성하였다. 이때 작성된 수업 비평문은 연구진 내에서 합의된 분석의 관점을 반영하기 위하여 디지털 과학 교과서가 기존의 학교 수업에 의미 있는 변화를 불러일으키는 ‘도구적 중재’(류지현, 2008)의 역할을 하고 있는지 확인하고

자 하는 문제의식에 기초를 두었다. 따라서 참여관찰과 녹화 기록을 통해 가장 잘 파악할 수 있는 수업 요소인 과학 수업의 구조와 수업 참여자들 간의 상호작용에 비평의 초점을 맞추었다. 결과적으로 본 논문에서는 무선 통신 접속 문제와 같은 기술적인 장애나 스마트 기기의 결합으로 인한 문제에 대한 논의는 최소한으로 하고, 디지털 교과서를 활용한 과학 수업이 수업의 흐름과 교사-학생, 학생-학생 간의 사회적 교섭에 어떻게 영향을 미쳤는지 혹은 그렇지 않은지를 주로 다루었다. 또한 연구 결과로서 디지털 교과서를 활용한 과학 수업에 대한 비평문을 질적 기술, 분석, 해석의 세 단계(조용환, 1999)에 따라 제시함으로써 M교사의 수업 장면을 독자들에게 현장감 있게 전달한 후 점층적으로 연구진의 관점이 부각되도록 하였다.

이상과 같은 과정을 거쳐 M교사의 지구와 달 단원의 수업에 대한 비평문이 완성된 후에는 다시 연구원들이 이를 검토하고 수정하였다. 이와 더불어 다른 교사의 수업에 관한 자료와 동료 교사 및 학생들과의 면담 결과 등을 보조 자료로 활용하여 비평문의 내용을 다각적으로 검증하고 보완함으로써 본 논문의 초안을 확정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 질적 기술: 디지털 교과서를 활용한 초등 과학 수업의 실제

질적 기술의 목적은 연구자가 경험한 현장의 모습을 독자들에게 생생하게 보여주는 데 있다(조용환, 1999). 따라서 이 절(節)에서는 M교사의 수업을 시간적인 흐름에 따라 기술하여 과학 디지털 교과서를 활용한 수업이 실제로 어떻게 이루어졌는지 파악할 수 있도록 하였다. 특히 아래의 본문에서는 주로 현재 시점을 사용하고 M교사의 수업에서 참여관찰자의 역할을 하였던 연구자를 1인칭 주어인 ‘나’로 기술하여 현장감을 높이도록 하였다. 하지만 본문에 등장하는 학생들의 이름은 모두 가명을 사

용하였다.

M교사의 수업은 Y초등학교의 1층 과학실에서 진행되었다. 이 과학실의 전면(前面)에는 디지털 교과서와 연동하는 전자 칠판이 설치되어 있고, 그 앞에는 컴퓨터가 놓여진 교사용 테이블이 있다. 과학실의 양쪽 벽면에는 초등학교 교육과정에 나오는 과학 개념을 그림이나 사진, 도식 등을 이용하여 깔끔하게 정리해 놓은 블라인드가 내려져 있고, 실험 기구들이 가지런히 정리된 캐비닛이 과학실 뒤쪽 벽에 불박이장처럼 설치되어 있다. 과학실 전체에는 학생들의 실험실습 활동을 위한 테이블이 총 6개 놓여 있고, 학생들은 한쪽 모서리에 2명씩 앉아 총 4명 또는 6명이 한 테이블을 사용한다. 4학년 5반의 수업이 시작되기 전에 학생들에게는 디지털 과학 교과서가 내장된 스마트 패드(이하 ‘패드’)가 주어졌다. 하지만 학생 한 명마다 하나의 패드가 지급된 것이 아니라 두 명의 학생이 하나의 패드를 받아 사용한다. 수업 시간(오전 11시)이 되었지만 학생들 패드의 기술적인 문제로 인해 실제 수업은 시작되지 못하고 있다. 교사가 학생들에게 디지털 교과서에서 로그아웃하고 다시 로그인하도록 지시한다.

패드의 문제가 해결되고 수업은 예정보다 약 4분 늦게 시작되었다. M교사가 자신이 직접 제작해 온 파워포인트(PowerPoint, 이하 ‘PPT’) 자료를 화면에 띄운 후, 학생들이 패드를 책상 위에 내려놓고 화면에 집중하게 한다. 화면에는 풀을 뜯는 토끼의 영상과 달에서 방아를 찧는 토끼의 그림, ‘툰’과 ‘체리’라고 이름 붙여진 두 명의 우주인이 우주선을 타고 가는 간단한 애니메이션 영상이 차례로 등장한다. 교사가 “달나라에 토끼가 있을까, 없을까?”, “[툰과 체리가 달나라로 우주여행을 가면] 과연 달에서도 토끼를 만날 수 있을까, 없을까?”라고 질문하자 학생들이 일제히 “없어요.”라고 크게 대답한다. 하지만 M교사는 학생들의 답변에 응대하지 않고 학습 목표가 적힌 종이를 전자 칠판 옆에 있는 게시판에 부착한 후, “다 같이 오늘 공부할 문제를 읽어 봅시다.”라고 말한다. 학생들이 큰 목소리로 칠판에 부착된 학습 목표를 읽는다: “지구에서 생물이 살 수 있는 까닭을 달과 비교하여

설명해 보자.”

다시 전자 칠판에 재생된 PPT 화면에는 톱과 제리가 탄 우주선이 달을 향해 날아가는 모습이 나오고, 교사가 학생들에게 지구를 벗어나 우주에 가면 어떤 모습을 볼 수 있는지 묻는다. 여러 학생들이 손을 들었고, 교사가 지목하는 학생들이 차례로 대답한다. 달, 별, 오로라 등의 답변이 나왔지만, M교사는 한 가지 답을 더 듣기 원하는 듯 다음과 같이 질문한다.

교사: 지구에서는 볼 수 없는 건 뭐가 있을까? 지구에서 볼 수 없는 거. 지구에서는 볼 수 없는 거. (손으로 학생을 가리키며) 진영이.

진영: 여러 가지, 목성이나 토성, 행성들이요.

교사: 아, 그렇죠. 조금 어렵네요. 지구에서 볼 수 없는 거. (손으로 학생을 가리키며) 사라야.

사라: 지구의 모습이에요.

교사: 그렇지. 지구의 모습과 지구와 같이 또 뭐도 볼 수 있어요?

학생들: 달.

교사: 달도 볼 수가 있어요.

곧이어 M교사는 학습 목표를 제시할 때와 마찬가지로 첫 번째 학습 활동의 내용이 적힌 종이를 게시판에 부착하고 학생들이 그것을 큰 소리로 읽게 한다. 활동 1은 ‘지구와 달의 모습 비교하기’이다. M교사가 학생들에게 지구와 달의 모습을 비교하는 내용이 나오는 과학 디지털 교과서의 페이지(144~145쪽)를 보도록 지시한다. 이때가 오전 11시 7분 정도이다. 교사가 보라고 한 페이지에는 우주에서 찍은 지구와 달의 모습과 지구와 달에 특징적인 지형 사진들이 실려 있다. 교사가 해당 페이지를 전자 칠판에 띄우면서 학생들과 질문과 대답을 주고받는다.

교사: 지구 하늘의 특징은, 어떤 특징이

있을까? 지구 하늘의 특징? 정우.

정우: 구름이 있어요.

교사: 구름이 있다. 구름 잘 찾았네. 구름 말고 또 어떤 특징이 있을까? 유민이.

유민: 하늘이 밝습니다.

... (중략)

교사: 그러면 ... 달의 모습에는 어떤 특징이 있어? 나현이.

나현: 지구 하늘과는 비교되게 하늘이 온통 꺼매졌습니다.

교사: 하늘이 어두컴컴하다. ... 또 있어요? ... 진영이.

진영: 달의 하늘에는 구름이 없어요.

교사: 오, 구름이 없다. 또 있어요?

학생: 공기가 없습니다.

교사: 아, 그건 눈으로는 확인할 순 없는 데, 뭐 그것도 틀린 말은 아니에요. ... 그럼 이번엔 윤석[구멍이]으로 한번 가보자. ... “달의 윤석구멍이는 이런 특징이 있어요, 선생님.” 영수. ...

영수: 구멍이 얇은 것 같아요.

교사: 구멍이 얇은 것 같아? 좋습니다. 또? ... 준호, 어떤 것 같아?

준호: 구멍이 많습니다.

교사: 구멍이 많아요. 선생님이 저걸 기대했었는데. 찬석이도, 또 어떤 게 있어?

찬석: 지구에 비해 구멍이 작아 보여요.

교사: 구멍이 작아 보인다? 지구의 윤석구멍이는 지금 이렇게 하난데, 달의 윤석 구멍이는 어때요?

학생들: 많아요.

교사: 훨씬 더?

학생들: 많아요.

이 대화는 2분 이상 지속되었고, 학생들은 교과서에 수록된 4장의 사진에서 지구와 달에서 보는

하늘의 색, 구름의 존재 여부, 운석구덩이의 특징들을 찾아내었을 뿐만 아니라 달에는 공기가 없다는 것 또한 이야기하였다. 즉, 학생들은 이미 지구와 달의 특징에 대해 상당한 지식을 가지고 있는 것처럼 보였고, 교사는 학생들의 답변 중에서 이번 시간에 자신이 더욱 강조하고자 하는 것이 무엇인지 알려 주었다.

학생들과의 대화를 마친 후 M교사는 과학 디지털 교과서에 있는 활동을 안내한다. 과학 디지털 교과서에서 노트 모양의 아이콘을 누르면 지구와 달의 사진이 크게 확대되어 보이고 그 하단에는 지구와 달의 모습을 찍은 사진의 조각들이 나타난다. 그러면 학생들은 사진 조각을 끌어다가 지구의 조각은 위쪽에 있는 큰 지구 사진에, 달의 조각은 달 사진에 넣어야 한다. 서책형 교과서에 따른 4학년 과학 ‘실험관찰’에는 이 활동이 여러 개의 사진 조각을 붙여 하나의 사진을 완성하는 것으로 제시되어 있지만, 디지털 교과서에서는 단순히 화면상에서 사진 조각을 끌어다가 알맞은 위치에 놓기만 하면 되는 것이다. 교사는 학생들에게 “1분 정도”의 시간을 주겠다고 하고 사진 조각들을 분류하여 보라고 지시한다. 나란히 앉은 두 명의 학생이 자신들의 패드상에서 사진 조각들을 끌어다 지구나 달의 사진 속에 넣는 활동을 하고, 교사가 학생들의 테이블 사이를 오가며 학생들이 활동하는 것을 살펴본다.

약 1분 20초의 시간이 흐른 후 M교사는 학생들의 주의를 집중시키고, 학생들이 방금 조별로 한 활동을 교실 앞에 나와서 교사용 테이블에 있는 컴퓨터를 이용하여 다시 해 볼 것을 권한다.

교사: 그러면은, 내가 분류한 자료를 친구들 앞에서 한번 보여주고 싶은 사람? ... 나와서 자료를 옮길 때는 이 지형이 어떤 모습인지도 설명을 해주면 좋을 것 같은데 ... 동철이. (동철이가 교실 앞으로 나와 전자 칠판 앞에 선다.) ... 지구에다 3개 정도 옮겨보세요.

동철: (동철이가 사진 조각을 옮기고, 사진 조각들이 옮겨지는 모습이 전자 칠판에 나타난다.) 이것은 산입니다. 이것은 섬이고요, 이것은 산에서 흐르는 계곡입니다.

위와 같은 방식으로 3명의 학생들이 지구의 사진 조각들을 모두 옮기고 난 후 M교사는 남아 있는 달의 사진 조각들에 관해 학생들과 질문과 대답을 주고받으며 달 지형의 특징을 정리한다. 이번에는 달에 운석구덩이가 많다는 것 외에도 달에 지구와 비슷한 산과 골이 있다는 것이 언급되었다.

11시 15분이 조금 지나 지구와 달 수업의 두 번째 활동이 시작되었다. 이번에도 M교사는 먼저 자신이 준비한 PPT 애니메이션을 작동하고 애니메이션으로 연출된 상황과 관련한 학생들의 생각을 탐색한다. 전자 칠판에 재생된 화면에서는 톰과 제리가 달에 도착하였고, M교사가 달 표면에 내린 톰과 제리가 무엇을 느꼈는지 학생들의 생각을 묻는다.

교사: 자, 달에 도착을 했어요. 달에 도착을 했을 때 톰과 제리는 제일 먼저 뭐를 느꼈을까? ...

학생: 성취감.

교사: 성취감, 또? 편하게 얘기해 보세요. 어떤 것을,

학생: 무중력.

교사: 무중력. 또 다른 거?

학생: 숨 막힌다.

교사: 숨 막힌다. 또?

학생: 내가 왜 여기 있지.

학생들이 저마다 자유롭게 대답하지만, 그것은 교사가 염두에 두고 있는 답변과는 다른 것처럼 보인다. M교사는 다시 애니메이션 작동시키며 학생들의 응답을 유도한다.

교사: 그런데, 그런 것도 있겠지만, 톰과

제리가 내리면서 제일 먼저 느낀 것은 (애니메이션을 작동시키며) 애는 “앗, 뜨거워”, 제리는 “앗, 차가워”. 똑같이 내렸는데 한 명은 뜨겁다고 외치고 한 명은 차갑다고 외치는데 누구 말이 맞을까?

학생들: 둘 다 맞아요.

교사: (학생들에게 손을 들라는 것을 지시하며) “뜨겁다는 말이 맞을 것 같다.”, “나, 달에 내리면 뜨거울 것 같다.” 한 명. 또? 자신 있게 얘기해. 괜찮아. 둘, 셋, 넷, 다섯 명. 자, “나, 달에 내리면 추울 것 같다.” (손을 든 학생들을 눈으로 확인하며) 좋습니다. 이번 활동을 잘하면 누구 말이 맞는지 확인을 할 수가 있어요.

M교사는 활동 1에서와 마찬가지로 활동 2의 제목이 적힌 종이를 게시판에 부착하였고, 학생들은 “달에 생물이 살 수 있을지 알아보기”라고 크게 읽는다. 곧이어 M교사가 생물이 살기 위해 필요한 조건을 묻자 학생들은 물, 공기, 햇빛, 음식 등이라고 대답한다. M교사는 그 중에서 물과 공기가 달에 있는지 알아보자고 말하여 활동의 초점이 어디에 있는지 알려 준다. 교사가 과학 디지털 교과서의 해당 페이지(146쪽)를 전자 칠판에 띄워 지구와 달의 사진을 학생들이 크게 볼 수 있도록 하면서 지구와 달의 차이가 무엇인지 질문한다. 한 학생이 달의 표면이 밝거나 어둡게 보이는 부분으로 이루어졌다는 것을 지적하자 그 대답은 곧 ‘물’의 존재에 관한 질문으로 이어진다.

학생: 화려한 지구에 비해 어둡고 밝은 부분이 있어요.

교사: 좋아요. (달의 사진을 가리키며) 이렇게 어둡고 밝은 부분 밖에 볼 수가 없어요. 혹시 그러면은, 이 어두운 부분 보면, 지구와 비교해 봤을 때 지구의 어디랑 비슷한 것 같아?

... 상우.

상우: 바다입니다.

교사: (웃으며) 정답이 너무 빨리 나왔어. 바다 같아요, 이거?

학생들: 네.

학생들: 아니요.

교사: 바다 안 같아요?

학생들: 바다 같은데.

교사: 옛날 과학자들은 이걸 뭐라고 불렀냐면 달의 바다라고 불렀어. 달의 바다라고 불려서, 이게 여기에 물이 굉장히 많을 거라고 생각했어요. 물이 있을까, 없을까?

학생들: 없어요.

교사: 없을 것 같아요?

학생들: 네.

대부분의 학생들이 달에 물이 없다고 대답하였지만, M교사는 “[달에] 물이 있는지 없는지 확인하는 방법[이] 여러분의 디지털 교과서[에 있다.]”고 하면서 디지털 교과서에 내장된 활동을 안내한다. 과학 디지털 교과서의 해당 페이지에는 달의 사진이 있고, 학생들이 사진의 한 부분을 클릭하면 달의 바다와 운석구덩이를 찍은 4장의 사진이 차례로 나타난다. 이 활동은 11시 20분 즈음부터 시작되었고, 활동 1과 비슷하게 1분 20초가량 진행되었다. M교사의 수업을 참여관찰하고 있던 나는 학생들이 활동하는 동안 한 테이블에다가 가서 질문을 던졌다.

나: 물 있어, 없어?

학생1: 없어요.

나: 이거 [물] 아냐, 이거? (운석구덩이 안쪽의 단구 형태의 지형을 가리키며) 물결 아니야, 물결? 물결무늬 아냐?

학생1: 아니에요.

나: 물결무늬 같은데. 어떻게 알아, 물인지, 아닌지?

학생1: 음, 색깔이 \*\*\* (학생의 말을 알아

듣기 어려움)

나: (운석구덩이 중앙에 볼록 솟아오른 지형과 안쪽의 단구 형태의 지형을 가리키며) 이거 물이 "뚱"하[고 떨어지면] "또르르르" 생기는 거 아닐까?

학생2: (다른 조의 학생이 대답한다.) 진흙 아니에요? 진흙?

나: 진흙? 진흙이야? 진흙인지 어떻게 알아?

학생3: (학생 2와 같은 조의 학생이 말한다.) 물 같은데.

학생2: 진흙 같은데 ...

학생3: 진흙 같기도 하고, 물 같기도 하고

나: (운석구덩이 안의 지표면을 가리키며) 깨끗하잖아. 매끈하고. (다시 단구 형태의 지형을 가리키며) 이거는 파도치는 것 같고. 안 그래?

학생2: 그런 것 같기도 하고.

나: 옛날에 호수 아니었을까, 호수?

학생3: (다른 달 지형 사진을 가리키며) 여기도 물 같아. 여기서도.

내가 학생들에게 이처럼 다소 짓궂은 질문을 던진 까닭은 이미 잘 알려진 과학 지식조차도 새로운 증거나 증거에 대한 새로운 해석에 비추어 비판적으로 사고해 볼 수 있다는 것을 알려 주고 싶었기 때문이었다. 그런데 처음에는 물이 아니라고 하던 학생들이 나의 계속되는 질문에 “물 같기도 하[다.]”, “여기도 물 같아.”라며 의아스럽다는 목소리를 내기 시작한다. 나는 이 학생들과 좀 더 이야기하고 싶었지만, 교사가 학급 전체의 주의를 모으고 학생들이 활동한 결과에 대해 묻는다.

교사: 확인해 보니까 물이 있습니까?

학생들: 없어요.

교사: 물은 없어요. 그럼 혹시 왜 과학자들은 이걸 물이라고 생각했을까? 왜 이게 어두워 보일까? 물이 아닌데 왜 어두워 보일까? 혹시 그 이유 생

각해본 친구? 왜 물도 없는데 어두워 보일까? 현승이.

현승: 구덩이가 많이 파여 있어요.

교사: 구덩이가 파여 있어. 또? 상우.

상우: 그림자가 저서요.

교사: 그림자가 저서. 또? 보람이.

보람: 태양과 거리가 멀어요.

교사: 태양과 거리가 멀어서. 찬경이.

찬경: 암석의 색깔이 어둡기 때문입니다.

교사: 박수. (학생들이 박수를 친다.) 그러면 달에는 물이 있다, 없나?

학생들: 없다.

교사: 물이 있는 것 같이 보이는 이유는 암석의 색깔이 어둡기 때문이다?

학생들: 어두워요.

교사: 어둡기 때문이다. 좋아요. 물은 이제 없는 걸로 확실해 졌어요.

M교사는 “[달에] 물은 이제 ... 없는 걸로 확실해졌[으므로]” 활동의 초점을 ‘공기’로 옮겨 학생들에게 질문한다. 학생들은 물의 경우와 마찬가지로 달에 공기가 없다고 하고 “[공기가 없으면] 숨을 못 쉬어요.”라며 공기의 역할에 대해서도 주저 없이 대답한다. M교사는 “그렇지.”라며 학생들의 말이 옳았음을 즉시 확인해 준다. 또, 자신이 준비해 온 공기 포장 비닐, 일명 “뽁뽁이”를 예로 들어 공기가 온도를 유지하는 기능이 있다는 것을 부연 설명하고, 과학 디지털 교과서에서 ‘온도 차이’라는 용어를 클릭하여 달에서 햇빛이 비추는 곳과 그늘이 진 곳의 온도 차이를 비교하여 보여 준다.

공기의 온도 유지 기능에 대한 추가적인 설명을 마친 후 M교사는 다시 학생들에게 활동 2의 핵심 주제를 상기시키는 질문을 던져 ‘지구에는 물과 공기가 있어 생물이 살 수 있고, 달에는 물과 공기가 없기 때문에 생물이 살 수 없다.’는 응답을 이끌어낸다. 11시 28분이 조금 지난 시각에 M교사는 디지털 교과서를 이용하여 “지구에 사는 아름다운 생물들의 모습을 ... 감상[해 보자.]”고 제안한다. 4학년 과학 디지털 교과서의 해당 페이지(147쪽)에는



지구의 사진 위에 소, 새, 물고기, 꽃의 사진이 겹쳐져 있고 각각의 사진을 클릭하면 동영상이 실행된다. 예를 들어, 소의 사진을 누르면 들판에 소들이 한가롭게 풀을 뜯고 있는 동영상 시연되고 소의 울음소리도 들을 수 있다. 학생들은 간혹 동영상이 제대로 실행되지 않는다고 불평하기도 하였지만, 대체로 흥미로운 표정으로 사진을 클릭하여 동영상을 감상한다. 11시 30분이 되자 M교사는 학생들에게 패드를 내려놓게 하고 전자 칠판에 동영상을 재생시켜 모든 학생들이 함께 동영상을 볼 수 있게 한다. 그리고 동물이 나오는 3개의 동영상을 재생한 후, “그러면 여러분들 이제 생물이 살아가는 데 필요한 게 어떤 건지 알 것 같아요?”라고 물어 동영상을 시청한 까닭을 다시금 상기시킨다.

수업 시간이 9분가량 남은 시점에서 M교사는 학생들에게 서책형 실험관찰을 펴서 오늘 배운 내용, 즉 “지구와 달의 비슷한 점과 다른 점”을 정리하여 적어 놓도록 한다. 그리고 교실을 순회하면서 자신의 패드에 내장된 카메라를 이용하여 학생들이 실험관찰에 기록한 것을 촬영한다. 그리고 교실 앞으로 가 방금 촬영한 것을 화면에 띄우고 학습의 모든 학생들과 함께 그 내용을 확인한다.

교사: 자, 화면 잘 나와요? (화면을 조정하면 뒤) 잘 안 보여요? 자, 유정이가 한 건데, 잘 안 보이면 선생님이 읽어 줄게. 공통점은 모양이 둥글다. 또, 평야 지역과 높은 지역이 있습니다. 산과 같은 높은 지형이 있습니다. 그 다음, 차이점은 어떤 게 있을까? 달은 운석 구멍이가,

학생들: 많다.

교사: 많고, 지구는 구멍이가,

학생들: 적다.

교사: 어, 거의 없다. ... 달은 뭐가 없다?

학생들: 공기.

교사: 공기가 없지만, 지구는 있다. 그 다음, 달은 뭐가 없지만?

학생들: 물.

교사: 지구는 뭐가 있다?

학생들: 물.

교사: 혹시 [자신이 적은 것에] 부족하거나 그런 거 있으면 보충하세요. 물이나 공기 이야기는 다 들어갔니?

학생들: 네.

11시 38분이 되자 M교사는 마지막으로 과학 디지털 교과서의 마지막 페이지(147쪽) 구석에 있는 아이콘을 클릭하여 학습 내용을 평가하는 문항을 화면에 띄운다. 그리고 학생들도 같은 방법으로 자신의 패드에 평가 문항이 나타나게 한 후 답을 입력해 놓도록 지시한다. 이 평가 문항은 괄호에 들어갈 알맞은 용어를 찾아 문장을 완성하는 형식으로 되어 있다. 약 1분의 시간이 흐른 후 교사가 “자, 정답은 뭘까? 달은 뭐와 뭐가 없기 때문에?”라고 질문하자 학생들이 “물과 공기”라고 답하고, 교사가 다시 그것이 옳은 답임을 확인해 준다. 곧 이어 M교사는 학생들이 모두 디지털 교과서에서 로그아웃 한 후 패드를 반납할 것을 지시하고, 간단히 다음 시간에 할 것을 언급하면서 수업을 종료한다.

## 2. 질적 분석: 수업의 구조와 활동의 특징

질적 분석은 현상을 구성하는 요인이나 변수를 확인하고 그것들의 관계를 확인하여 현상의 구조를 파악하는 작업이다(조용환, 1999). 본 연구에서는 먼저 관심의 대상이 되는 수업의 전체적인 진행 구조를 파악하고, 연이어 그 속에 내재된 활동들의 특징과 세부 구조를 확인하였다. 우선 앞 절에서 기술한 디지털 과학 교과서를 활용한 4학년 지구와 달 단원의 수업은 다음과 같은 흐름으로 진행되었다.

- ① 본 차시 수업을 위한 동기 유발 → ② 학습 목표 확인 → ③ 활동 1 → ④ 활동 2 → ⑤ 실험관찰 기록 → ⑥ 복습 문제 풀이 → ⑦ 다음 차시 안내 및 수업 종료

위와 같은 수업의 진행 구조는 M교사의 수업 지도안(그림 1 참조)을 통해서도 다시 한 번 확인할 수 있다. M교사는 자신의 수업 지도안에서 이 차시의 ‘학습 내용’을 ‘① 동기 유발 → ② 학습 문제 확인 → ③ 지구와 달의 모습 관찰하기[활동 1] → ④ 생물이 살 수 있는지 알아보기[활동 2] → ⑤ 지구에 생명이 살 수 있는 까닭 정리하기 → ⑥ 형성 평가 → ⑦ 차시 예고’의 순으로 기록하고 있다. 그런데 이러한 수업 구조는 서책형 교과서를 기반으로 하는 일반적인 초등 과학 수업의 그것과 거의 동일하고, 디지털 교과서를 활용한 다른 교과 수업의 흐름과도 매우 유사하다. 예를 들어, 김혜숙(2013)은 디지털 교과서를 활용하는 초등 사회과 수업이 ‘흥미 유발 → 학습 목표 확인 → 교과서 읽기 → 활동 1, 2 → 학습 정리 평가 → 차시 예고 → 과제 부여’의 단계로 조직되어 있다고 분석하였다. 그렇다면 과학 디지털 교과서를 사용한 M교사의 수업 역시 초등학교에 보편적인 수업 패턴에서 벗어나지 않고 있다고 말할 수 있다.

단원	4. 지구와 달		차시	9/11	관련교과	과학
주제	지구에서 생물이 살 수 있는 까닭을 달과 비교해 알아보기					
학습 목표	지구에서 생물이 살 수 있는 까닭을 달과 비교하여 설명해 보자					
교수학습 자료	교과서, 실험 관찰, 디지털 교과서(스마트패드), 전자칠판, PPT자료					
단계	학습 내용	교수·학습활동			시간	자료(·) 유의점(·)
		교사 활동		학생 활동		
탐색 및 문제 파악	동기유발 □달나라로 떠나는 도깨탑사 여행 PPT를 제시하기 학습문제 확인 □공부할 문제를 파악하게 한다. □공부할 문제를 파악하게 한다. 지구에서 생물이 살 수 있는 까닭을 달과 비교하여 설명해 보자 □학습할 내용과 순서를 안내한다. 【활동1】 지구와 달의 모습 비교하기 【활동2】 달에 생명이 살 수 있는지 알아보기	□달나라로 떠나는 도깨탑사 여행 □달나라로 떠나는 도깨탑사 여행 PPT를 보기	5	PPT	□공부할 문제 카드	
				5		

그림 1. M 교사의 지구와 달 단원의 수업 지도안 일부

이와 더불어 M교사의 수업의 전체적인 흐름 속에서는 과학 디지털 교과서 활용과 관련하여 몇 가지 중요한 특징과 세부 구조를 발견할 수 있다.

첫째, M교사는 학생들의 학습 동기를 유발하기

위하여 디지털 교과서를 사용하지 않고 자신이 직접 제작한 PPT를 사용하고 있다. 이것은 본 연구진이 Y초등학교를 방문하였던 날 M교사의 수업에 앞서 참여관찰 하였던 3학년 ‘소리의 성질’ 단원의 수업 장면과 구별되는 것이다. 이 수업에서는 교사가 과학 디지털 교과서에 있는 아이콘을 클릭하여 악기 연주에 관한 동영상을 실행시킴으로써 학습 동기를 유발하였다. 이와는 달리 M교사는 본 차시 수업을 도입하면서 학생들의 관심을 유도하기 위해 별도의 PPT를 이용하였다. 또한 두 명의 우주인이 달나라로 여행하는 애니메이션으로 구성된 이 자료를 이후 두 개의 학습 활동을 전개하는 데에도 반복적으로 사용하였다. 말하자면 교사의 PPT 자료가 수업의 흐름을 이끌어 가는 데 핵심적인 역할을 한 것이다.

둘째, M교사의 수업에서 본격적으로 과학 디지털 교과서를 활용하는 교수·학습 장면은 활동 1과 활동 2에서 관찰할 수 있다. 그런데 이 두 활동은 서로 유사한 구조를 지니고 있다. 즉, 활동 1은 ‘① 동기 유발 → ② 활동 제시 및 확인 → ③ 학생들의 생각 탐색 → ④ 과학 디지털 교과서를 이용한 조별 활동 → ⑤ 학급 전체를 대상으로 한 발표 또는 토론, 정리’의 순서로 진행되었다. 활동 2의 전체적인 흐름도 활동 1과 비슷하였는데, 다만 이 활동에서 다루는 주제가 두 가지(물, 공기)였고 교사가 공기가 온도를 유지하는 역할을 한다는 것을 부연 설명하면서 ③ 이후의 활동이 반복되었을 뿐이다. 더 나아가 이러한 세부 활동 구조는 일반적인 초등 과학 수업에서 실험실습 활동 전에 교사가 실험 방법을 제시한 후 실험 결과에 대한 학생들의 예상을 듣고, 활동 후에는 실험 결과를 발표하며 정리하는 흐름과도 일치하는 특징이 있다(양일호 등, 2007).

셋째, 학생들이 모든 활동을 마친 후에는 본 차시에 학습한 내용을 자신들의 ‘실험관찰’에 정리하여 기록한다. 예의 3학년 소리의 성질 단원의 수업에서는 학생들이 과학 디지털 교과서의 아이콘을 클릭하여 실험관찰의 해당 페이지가 팝업 되도록 한 후, 그곳에 학습 내용을 입력하는 장면을 관찰할 수 있었다. 하지만 M교사의 수업에서는 학생들

이 서책형 실험관찰에 연필로 직접 기록하고 교사가 자신의 패드를 이용하여 학생들이 기록한 것을 찍고 그것을 다시 학습원 모두가 볼 수 있도록 화면에 띄워 학습 내용을 전체적으로 정리하였다. 결국 카메라가 내장된 패드와 컴퓨터가 사용되기는 하였지만, 과학 디지털 교과서의 고유 기능이 활용되었다고는 볼 수 없었다.

넷째, 4학년 지구와 달 단원의 수업에서 과학 디지털 교과서가 다시 활용된 것은 M교사가 자신의 수업 지도안에서 ‘형성 평가’라고 하였던 ‘복습 문제 풀이’의 상황에서였다. 하지만 이 경우에도 디지털 교과서의 고유 기능이 사용되었다고 하기는 어렵다. 앞 절에서 기술한 바와 같이, 이때는 교사와 학생들이 디지털 교과서의 아이콘을 눌러 문항이 팝업 되어 나오도록 한 후, 교사가 문제를 읽으면 학생들이 답을 말하고 이를 다시 교사가 확인해 주는 방식의 상호작용이 진행되었다. 그런데 이러한 장면은 교사가 문제를 제시하고 학생들이 구두로 혹은 화이트보드와 같은 간단한 도구를 이용하여 답을 말하는 일반적인 초등학교 수업의 복습 과정과 본질적으로 차이가 나지 않는다.

이상과 같이 M교사의 수업을 분석하여 보면, 디지털 과학 교과서를 활용한 수업이 수업의 전체적인 구조나 세부적인 특징에 있어 이미 초등학교 교실에 정형화되어 있고 교육에 관심 있는 사람들이라면 누구나 상식적으로 알고 있을 법한 수업 방식과 크게 다르지 않다는 것을 알 수 있다. 다시 말하여, 디지털 교과서를 도입했다고 해서 수업의 전체적인 흐름이 바뀌지는 않았다는 것이다. 이러한 결과는 “멀티미디어 기기는 ... 교육 방법을 바꾸기 보다는 기존의 교육 방법을 효율화시키는 방향으로 작동하였다.”는 이혁규(2013, p. 169)의 비판적인 통찰을 떠올리게 한다. 그렇다면 디지털 교과서가 학교 수업 방식에 변화를 주어 새로운 교실 상호작용이 가능하게 하려면 어떻게 해야 할까?

### 3. 질적 해석: 과학 디지털 교과서와 수업에 대한 비평적 접근

조용환(1999)은 질적 연구의 맥락에서 기술, 분석, 해석이 서로 구별되는 논리와 기법을 가지고 있음을 논하면서 “분석이 현상의 구조를 확인하는 작업임에 비해서 해석은 현상의 의미를 확인하는 작업”(p. 49)이라고 하였다. 그런데 어떤 현상의 의미는 그것을 해석하는 연구자의 식견이나 태도, 관심 등에 따라 달라질 수 있고 다양할 수 있다. 본 연구는 디지털 교과서를 활용한 초등 과학 수업을 비평적인 관점에서 이해하는 것을 목적으로 하고 있으며, 따라서 이 절의 질적 해석은 지금까지 기술하고 분석한 수업에 대한 비평적인 논의를 주된 내용으로 하였다.

디지털 교과서는 다채로운 과학기술과 정보통신 기술을 탑재하여 새로운 형태의 교수·학습이 가능하게 함으로써 우리나라의 학교 교육에 중대한 변화를 가져올 수 있을 것으로 기대되었다. 류지현(2008)은 이렇게 수업에 사용된 매체의 기능이나 속성에 의해서 수업 활동이나 상호작용 형태가 달라지는 매체의 효과를 ‘도구에 의한 중재 효과’ 또는 ‘도구적 중재’라는 개념으로 설명하였다. 하지만 본 연구에서 집중적으로 다루고 있는 M교사의 수업을 보면, 과학 디지털 교과서가 이러한 도구적 중재의 역할을 하고 있다고는 말하기 어렵다. 이것은 디지털 교과서를 활용한 다른 교과 수업 역시 여전히 정형화된 수업 형태를 벗어나고 있지 못하고 수업의 효과 또한 일관되지 않다는 최근의 연구 결과와도 맥이 통한다(김혜숙, 2013; 양미경, 2013; 임유경, 홍후조, 2013). 특히 임정훈(2010)은 디지털 교과서에 관한 기존의 연구 결과를 인용하면서 “디지털교과서를 활용한 수업에서 교사들이 오히려 학습자들과 상호작용하는 시간이 줄어들고 있으며, 학습자들간에 대화하고 의사교류하는 활동도 부족해지는 경향이 있음”(pp. 98-99)을 지적하기도 하였다. 하지만 현 시점에서는 이러한 결과를 디지털 교과서가 본래의 목표를 성취하는 데 실패하였다고 결론짓는 근거로 취급하기보다 디지털 교과서를 활용한 보다 바람직한 수업을 위해 어떤 일들을 할 수 있는지 개방적으로 고민하고 논의하는 계기로 삼는 것이 좋을 것이다.

이를 위해 우선적으로 재점검해 보아야 할 것은

디지털 교과서의 개발 방향이다. 일반적으로 초등 학교 교사들은 학생들의 동기 유발을 중요시하여 다채롭고 흥미로운 소재와 자료를 미리 준비한다. 본 연구에서 관찰한 M교사 역시 자신이 직접 만든 PPT와 그 속에 담긴 달나라 여행이라는 이야기를 통해 학생들의 학습 동기를 유발하고 자칫 분절적일 수 있는 학습 활동들을 유기적으로 연계하여 수업을 이끌어 갔다. 그렇다면 교사가 나름대로 적절한 동기 유발 자료나 기타 교수·학습 자료를 개발하여 사용하도록 하는 것이 좋을까, 아니면 디지털 교과서에 최대한 많은 자료를 삽입하고 그것을 잘 조직하여 교사들이 디지털 교과서만으로도 수월하게 수업을 전개할 수 있도록 하는 것이 좋을까? 여기에는 서로 다른 답변이 있을 수 있다. 아마도 전자를 지지하는 사람들은 교사가 자신의 학생들에게 가장 적절한 자료가 무엇인지 가장 잘 판단할 수 있고 교사의 창의성도 발휘할 수 있다는 점을 강조할 것이다. 반대로 후자를 지지하는 사람들은 많은 공문과 업무에 시달리는 통에 교재 개발을 할 수 있는 시간이 넉넉하지 않은 교사들을 위해서는 이미 잘 만들어진 자료를 제공하는 것이 좋다고 할는지 모른다.

결국 이러한 논쟁은 과학 디지털 교과서의 개발 방향에 관한 철학적 입장을 세우는 것과 관련이 있다. 만약 디지털 교과서가 교사의 능동적이고 창의적인 수업 구성을 돕는 것이야 한다면, 서책형 교과서의 개념과 특징을 그대로 가지고 있는 현재의 디지털 교과서는 삽화나 사진, 동영상의 품질을 개선하고 기술적인 오류를 수정하는 수준에서 충분히 좋은 것이 될 수 있을 것이다. 좀 더 욕심을 내자면, 교사들이 직접 선택하고 제작한 자료를 디지털 교과서에 넣어 교과서를 재창조할 수 있도록 할 수도 있을 것이다. 그러나 만약 디지털 교과서가 잘 짜여진 완결된 교수·학습의 틀과 내용을 제공하는 것이 되어야 한다면, 각 단원과 차시마다 가장 효과적인 교수·학습 자료와 수업 전개 방식은 무엇인지 치밀히 연구하여 그것을 디지털 교과서에 내장시키고 교사와 학생들이 디지털 교과서만으로도 충분히 가르치고 배울 수 있도록 해야 할 것이다. 물론 디지털 교과서가 어떤 지향점을 가져야

하는가 하는 문제에는 실제로 구현 가능한 것들을 기술적인 측면이나 효율의 측면에서 찬찬히 따져보아야 하는 현실적인 쟁점 또한 내포되어 있다. 하지만 현 시점에서 중요한 것은 디지털 교과서, 나아가 서책형 교과서를 포함한 과학 교과서 전체의 성격과 역할에 관해 과학 교육 주체들 사이에 활발한 토론이 이루어지고 가능한대로 합의를 도출해내는 것이라고 생각된다.

다음으로 디지털 교과서가 새로운 교실 상호작용을 유도하여 보다 바람직한 과학 수업을 실현하는데 기여할 수 있도록 하기 위해서는 M교사가 진행한 수업의 활동 구조를 다시 한 번 살펴보고 수업 개선을 위해 시행되어야 할 일들은 무엇인지 논의해 볼 필요가 있다. M교사의 수업에서 디지털 교과서의 역할은 기존 초등 과학 수업의 실험실습 활동을 대체하는 것이라고 할 수 있다. 보통의 초등 학교 과학 수업에서는 학생들이 실험실습 활동을 통해 자연 현상 또는 과학적인 현상에 대한 경험을 공유하고 그것을 바탕으로 교사가 좀 더 일반적이거나 추상적인 결론을 제공하는 담화 패턴이 자주 등장한다(오필석, 안유민, 2013). M교사의 수업에서는 활동 1의 구조 속에서 이러한 패턴을 엿볼 수 있다. 즉, 활동 1은 모든 학생들이 자신의 패드를 이용하여 동일하게 지구와 달의 사진 조각을 옮기는 활동을 한 후, 몇몇의 학생들이 학급 전체를 대상으로 다시 한 번 활동을 수행하면서 교사와 함께 핵심적인 내용을 정리하는 방식으로 진행되었다. 이것은 학생들이 조별로 실험실습을 수행한 후, 각 조가 그 결과를 발표하고 교사가 실험실습의 의미를 정리하는 활동의 구조와 매우 유사하다. 또, 일반적인 초등 과학 수업에서 실험실습 활동은 학생들이 이미 알고 있는 내용을 확인시켜 주는 역할을 하기도 한다. 즉, 학생들이 학습한 내용을 실물 관찰이나 교사의 시범, 혹은 학생들의 조별 실험을 통해 직접 확인하여 학습 내용을 강화하는 것이다(오필석, 안유민, 2013). M교사의 수업에서는 활동 2가 이러한 특징을 지니고 있다. 앞서 기술한 바와 같이, 디지털 과학 교과서에는 지구와 달의 특징에 관한 지식을 검증할 수 있는 정보가 사진과 동영상의 형태로 내장되어 있고, M교사의 학생들은 그것

을 클릭하여 봄으로써 자신의 선지식이나 교사가 알려준 내용이 틀리지 않았음을 확인하였다.

한 가지 주의할 것은 연구자들이 여기에서 활동 1, 2의 구조가 잘못 되었다고 주장하는 것이 아니라 점이다. 초등 과학 수업에서는 구체적인 경험으로부터 일반적인 결론을 이끌어 내는 활동이나 관념적으로 알고 있는 것을 실험실습을 통해 실증적으로 확인하는 활동이 충분히 의미가 있을 수 있다. 게다가 연구학교 교사들과 면담한 내용에 따르면, 과학 디지털 교과서에 있는 활동 1에 대해서는 긍정적인 평가 또한 존재한다. 연구 당시 한창 개발 중에 있던 서책형 4학년 과학 교과서에서는 같은 활동이 종이로 된 여러 개의 사진 조각들을 서로 맞추어 하나의 퍼즐을 완성하는 것으로 되어 있었다. 그러다 보니 4학년 학생들조차도 어려워하는 경우가 적지 않았고, 사진 조각들이 스티커의 형태가 아니라서 그것을 부착하는 데에도 불편이 많았다고 한다. 하지만 화면상에서 사진 조각들을 끌어다 넣는 디지털 교과서의 방식은 요즘 학생들에게는 매우 익숙한 것이어서 어려움이 없고 오히려 학생들의 흥미를 유발하는 데 도움이 될 수 있다. 그럼에도 불구하고 연구자들이 강조하여 말하고자 하는 것은 디지털 과학 교과서의 활용이 수업의 전체적인 구조를 바꾸지 못했던 것처럼 세부적인 활동의 구조 또한 변화시키지 못했다는 것이고, 결과적으로 기존 초등 과학 수업에서 자주 보아왔던 상호작용 양상이 그대로 발견되었다는 것이다.

이렇게 이미 정형화된 수업 현상의 또 다른 일면들은 M교사 수업의 마지막 ‘정리하기’와 ‘형성 평가’ 단계에서도 관찰되었다. 초등학교 교사들의 이야기를 들어 보면, 학생들은 과학 수업 시간에 실험관찰에 기록하는 것을 매우 중요하게 생각한다고 한다. 즉, 실험관찰에 기록을 남겨 놓아야지 ‘과학을 공부하였다.’, ‘진도를 나갔다.’고 믿는 학생들이 많다는 것이다. 교사들의 경우에는 흔히 각종 시험에 출제되는 것과 유사한 형태의 문제를 학생들과 함께 푸는 것으로 한 차시 수업을 마무리곤 한다. 본 연구의 관심 대상인 M교사의 수업에서도 이러한 두 가지 절차를 통해 수업이 종료되는 것을 관찰할 수 있었다. 다만 M교사의 수업에서는 학생들

이 서책형 실험관찰에 기록한 것을 교사가 사진 촬영하여 보여주었다는 것과 디지털 교과서로부터 팝업 하는 방식으로 문제가 제시되었다는 점이 일반적인 수업과 달랐을 뿐이다. 결국 수업을 마무리하는 두 과정에서도 디지털 교과서의 고유 기능은 거의 활용되지 못하였고 교실 상호작용 양상에도 변화를 발견하기 어려웠다.

그러면 과학 디지털 교과서를 활용한 수업에서 교사-학생, 학생-학생 간의 상호작용 양상이 달라지고 그것이 수업의 구조를 변화시키는 데 기여할 수 있게 하려면 어떻게 해야 할까? 이를 위해서는 우선 디지털 교과서가 실현할 수 있는 기술적인 특장점을 충분히 활용하는 방안을 생각할 수 있다. 예를 들어, 학생들이 디지털 교과서를 가지고 활동하면서 실시간으로 교사에게 데이터를 전송하고, 교사는 그것을 모아 학생들이 이해할 수 있는 형태로 변환하여 보여주고, 그들 데이터가 공통적으로 지시하는 결론이 무엇인지 학급 전체가 토의하는 것이다. 이러한 활동을 실현할 수 있는 과학 디지털 교과서와 지원 환경이 구축된다면, 학생들이 조별로 활동한 것을 다시 앞에 나와 발표하는 과정을 거치지 않아도 되고 서로 다른 결과를 얻은 학생들을 파악하여 그 까닭이 무엇인지 추적하는 것도 가능할 것이다. 뿐만 아니라 학생들의 활동 과정에 대한 교사의 실시간 모니터링과 피드백 기능, 학생들이 자신의 이해도를 표시하여 교사에게 전송하는 기능, 학생들의 자기 평가 기능 등이 추가된다면 과학 디지털 교과서를 통해 새롭고 다채로운 교실 상호작용을 유도하는 일이 보다 수월해 질 것이다.

그런데 디지털 교과서 개발에 참여한 경험이 있는 전문가들에 따르면(2014년 2월 21일 전문가 협의회 토의 내용), 현재의 과학 디지털 교과서는 컴퓨터 언어가 서로 다르기 때문에 위와 같은 기능들을 모두 구현하기 어려운 기술적인 문제가 있다고 한다. 또, 그러한 기능들을 모두 탑재하였을 때 디지털 교과서의 용량이 지나치게 커지는 현실적인 문제도 고려해야 한다. 현재의 상황이 이와 같다면, 디지털 교과서를 활용한 초등 과학 수업에서 참여자간 상호작용의 변화는 수업의 또 다른 중요한 요소, 즉 교사의 고유한 교수법적 역할의 변화로부터

시도되어야 할 것이다. 본 논문에서는 그 구체적인 단서를 참여관찰자가 학생들의 활동에 개입한 장면에서 찾고자 한다.

앞서 언급한 바와 같이, 참여관찰자의 개입 의도는 학생들이 과학적인 주장은 증거에 의해 입증되어야 하고 증거에 비추어 비판적으로 따져 볼 수 있다는 것을 알았으면 하는 데 있었다. 그런데 이러한 교수법적인 의도가 실제적으로 어떻게 구현되어 교실 상호작용을 다르게 전개시킬 수 있는지는 이후의 수업 장면을 상상해 보는 것만으로도 충분히 알 수 있다. 예를 들어, 달의 구덩이가 물의 존재를 알려주는 것은 아닌지 의심스러워하는 학생들에게 교사는 달에 구덩이가 생긴 과정에 대한 가설을 세우도록 할 수 있을 것이다. 여기에는 ‘옛날에 호수였던 곳에 물이 말라서 생겼다.’라거나 ‘화산이 폭발하여 구덩이가 만들어졌다.’, ‘운석이 충돌하여 생겼다.’ 등과 같은 다양한 가설이 제안될 수 있을 것이다. 그러면 교사는 다시 학생들에게 자신의 가설을 입증할 수 있는 증거를 보이도록 요구할 수 있다. 지금의 구덩이가 과거에는 호수였다고 주장하는 학생이라면, 지구상에서 과거에 호수였던 곳이 현재 어떻게 변했는지 유사한 증거를 찾아 볼 수 있을 것이다. 달의 구덩이가 운석에 의해 만들어졌다는 가설을 입증하고 싶다면, 구슬을 운석에 비유하고 모래밭을 달의 표면에 비유하여 모형 실험을 해 보일 수도 있을 것이다. 그렇게 하여 다양한 가설과 증거가 제시된 후에는 학급 전체가 그 중에서 가장 타당한 가설과 증거가 무엇인지 협의하는 시간을 가질 수 있을 것이다. 또 이때 교사가 과학자들의 견해를 소개하면서 서로 다른 주장들의 학문적인 타당성 또한 점검하게 한다면 학생들이 과학적인 개념을 얻는 데에도 도움이 될 것이다.

위와 같은 상상의 수업 장면은 다양한 과학 교육 개혁 문서에서 제시하는 혁신적인 교실의 상호작용 양상과 닮은 점이 많다(예: National Research Council, 1996). 그런데 그러한 새로운 수업은 디지털 교과서와 같은 첨단 기기가 구현해 낼 수 있는 것이 아니다. 오히려 그것은 교사의 세심한 발문과 학생 응답에 대한 교사의 적절한 반응에 의해 가능하다는 사실에 주목할 필요가 있다. 달리

말하여, 좋은 수업에서 발견할 수 있는 “우발성과 즉흥성”(이혁규, 2013, p. 142)은 ‘스마트 기기’가 아닌 ‘스마트한 교사’에 의해서만 실현될 수 있다.

## IV. 결론

지금까지 본 논문에서는 디지털 과학 교과서를 활용한 초등학교 4학년 지구와 달 단원의 수업을 질적으로 기술하고 수업 현상의 구조를 분석한 후 그 의미를 비평적인 관점에서 해석하였다. 이러한 작업의 결과로부터 얻을 수 있는, 향후 디지털 교과서를 활용한 효과적인 초등 과학 수업을 위한 시사점은 다음과 같이 정리하여 말할 수 있다.

무엇보다 먼저 과학 디지털 교과서의 본질과 개발 방향에 관한 철학적 입장이 정립되어야 할 것이다. 즉, 과학 디지털 교과서를 학교의 과학 수업을 실질적으로 변화시킬 수 있는 중재적 도구로 개발할 것인지, 아니면 교사들의 창의적인 교육과정 재구성을 돕는 매개체의 역할을 하게 할 것인지에 관해 과학 교육 공동체 내의 합의가 이루어져야 한다. 그런데 이 문제는 교육공학 분야의 오래된 논쟁을 연상케 한다. 학자들은 새로운 교수 매체의 도입에 따른 효과가 매체 자체의 효과인지 혹은 그 속에 포함된 내용이나 매체 활용 방법의 효과인지에 관해 서로 다른 의견을 견지하고 있다(예: Clark, 1983; Kozma, 1991). 따라서 디지털 과학 교과서의 개발 방향에 관한 이 문제는 쉽게 답을 찾을 수 없을 것처럼 보이기도 한다. 하지만 우리나라 학교 현장에 시험적으로 적용된 디지털 교과서가 일관된 학습 효과를 산출하지 못하고 수업의 변화에 영향을 미치는 정도 역시 제한적이라고 보고되고 있는 현 시점에서는, 디지털 교과서와 서책형 교과서 중 어느 것을 사용하였는가와 무관하게 문제 해결력 신장 수업을 경험한 학생들에게서 문제 해결력 향상의 효과가 있었다는 연구 결과(서순식 등, 2009)를 주목해 볼 필요가 있다. 또한 “컴퓨터를 통한 정보 수집은 결코 대면 관계를 통한 교사의 가르침을 대신할 수 없[다.]”(양미경, 2013,

pp. 68-69)는 점도 염두에 둘 필요가 있다. 결국 과학 디지털 교과서의 정체성에 관한 논의를 충실하기 진행하기 위해서는 디지털 교과서를 활용하는 교사의 수업 방법과 전략에 대한 심도 있는 연구가 병행되어야 하고, 그러한 연구를 바탕으로 효과적인 수업 방안을 반영할 수 있는 기능을 디지털 교과서에 구현하려는 지혜가 필요할 것이다(류지현, 2008).

본 연구의 질적 해석 부분에서는 디지털 교과서를 활용한 초등 과학 수업에서 교사-학생, 학생-학생 간의 다채로운 상호작용이 이루어지기 위해서는 교사의 교수법적인 역할이 중요하다는 점을 강조하였다. 하지만 앞서 언급한 가상의 수업 장면은 교사가 특정한 수업 기술을 연마한다거나 잘 짜 놓은 교수-학습 과정안을 따라 한다고 해서 실현될 것처럼 보이지 않는다. 오히려 그것은 교사가 상상하는 수업을 실제 자신의 과학 교실에서 시도해 보고 이를 반성하여 다시 실천해 보는 장기적이고 의식적인 노력에 의해서 이루어질 가능성이 높다. 물론 교사의 반성적이고 실천적인 노력을 지원할 수 있는 교사 공동체나 수업 장학, 교사 교육 프로그램 등이 함께 구축된다면 그 가능성은 더욱 높아질 것이다. 그런데 이 모든 일들은 국가 수준의 교육 정책과 별개로 이루어질 수 없다. 현재 가장 문제가 되는 것 중의 하나는 교사들이 자신의 과학 수업을 실천적이고 탐구적인 교육 개혁의 장(場)으로 만들어 가기에는 교육과정에서 요구하는 내용의 양이 많고 활동의 다양성 또한 매우 부족하다는 것이다. 사실 이 문제는 우리나라 과학 교육 분야에서 오래 전부터 제기되어 왔고 교육과정 시기 때마다 언급되었지만, 실제로 실효성 있게 개선된 적은 없었다. 최근의 소식에 의하면 나라에서는 또 다시 새로운 교육과정을 준비하고 있다고 한다. 그렇다면 지금이야말로 초·중등학교의 과학 교육과정의 내용을 대폭 줄이고 교사들의 자율적이고 창의적인 교육과정 운영을 보장하기 위한 과감한 정책적인 결단이 내려져야 할 때라고 생각한다.

## 참고 문헌

- 국가정보화전략위원회, 교육과학기술부(2011). 스마트교육 추진 전략. 보도자료.
- 교육인적자원부(2007). 디지털교과서 상용화 추진 계획. 보도자료.
- 김혜숙(2013). 사회과 디지털교과서 활용 수업 사례 분석. *사회과교육*, 52(1), 85-102.
- 노정민(2013). 디지털 교과서의 실제. *한국열린교육학회 춘계학술대회 논문집*, 25-32.
- 류지현(2008). 태블릿 PC 기반의 디지털교과서 수업에 대한 교실생태학적 분석. *교육공학연구*, 24(2), 271-297.
- 변호승, 송연옥(2010). 디지털교과서 현황과 발전 과제. *정보과학회지*, 28(10), 58-63.
- 변호승, 류지현, 송연옥(2011). 디지털교과서의 연구동향과 학업성취도 효과성 연구에 대한 메타분석. *교육방법연구*, 23(3), 635-663.
- 안순선, 임정훈(2013). 디지털교과서 활용수업의 핵심성공요인에 관한 질적 사례연구. *한국컴퓨터교육학회 논문지*, 16(2), 49-60.
- 양미경(2013). 디지털 교과서의 특성과 난점에 대한 비판적 검토. *교육과정연구*, 31(4), 52-75.
- 양일호, 조현준, 윤영란(2007). 확인 실험 수업에서 나타나는 초등교사들의 교수 행동 절차 분석. *초등과학교육*, 26(4), 418-427.
- 오피석, 안유민(2013). 인식 행위로서 수업 담화 분석: 초등 과학 수업을 중심으로. *초등과학교육*, 32(3), 269-284.
- 이혁규(2008). 수업, 비평의 눈으로 읽다. 서울: 우리교육.
- 이혁규(2013). 수업, 누구나 경험하지만 누구도 잘 모르는. 서울: 교육공동체 벗.
- 임유나, 홍후조(2013). 종이교과서에서 디지털교과서로의 단계적 발전 방안에 관한 시론. *교육학연구*, 51(2), 1-36.
- 임정훈(2010). 초등학교에서의 디지털교과서 활용 수업: 쟁점과 과제. *한국교육논단*, 9(1),

87-114.

임정훈, 임병노, 정문성, 임희준, 심창용, 김세리, 백현기(2008). 디지털교과서 활용 교수·학습 방법 연구. 한국교육학술정보원 연구보고 KR 2008-12.

서순식, 서정희, 황소희(2009). 디지털교과서 활용이 문제해결력 향상에 미치는 효과. 한국정보교육학회 논문지, 13(5), 263-271.

서정희, 성정희, 구양미(2011). 보편적 학습 설계의 관점에서 초등학교 4학년 디지털 교과서 분석. 초등과학교육, 30(4), 442-458.

성경희(2012). 디지털교과서를 활용하는 사회과 교수행위에 대한 질적 사례연구: 초등학교 6학년 사회과 수업을 중심으로. 시민교육연구, 44(3), 29-74.

정현선(2013). '도구' 활용의 중요성을 중심으로 한국어과 디지털교과서 교수·학습 활동의 비판적 검토와 제언. 국어교육, 140, 509-544.

조용환(1999). 질적 기술, 분석, 해석. 교육인류학연구, 2(2), 27-63.

최선영, 서정희(2009). 초등과학 디지털 교과서 활용이 학생들의 과학적 문제 해결력에 미치는 영향. 초등과학교육, 28(2), 132-141.

Clark, R. E. (1983). Reconsidering research on learning from media. Review of Educational Research, 53(4), 445-459.

Kozma, R. B. (1991). Learnig with media. Review of Educational Research, 61(2),

179-211.

National Research Council (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.

## 국문 요약

본 연구의 목적은 디지털 교과서를 활용한 과학 수업이 실제로 어떻게 이루어지고 있으며 그것이 과학 교육 측면에서 어떤 함의를 제공하는지 탐색하는 것이었다. 이를 위하여 디지털 과학 교과서를 활용한 초등학교 4학년 지구와 달 단원의 수업을 질적으로 기술하고 수업 현상의 구조를 분석한 후 그 의미를 비평적인 관점에서 해석하였다. 그 결과 디지털 교과서의 도입이 이미 확립되어 있는 초등 과학 수업의 구조나 교실 상호작용 양상을 변화시키는 데 기여하지 못하고 있음을 알 수 있었다. 이에 따라 디지털 교과서의 활용이 초등 과학 수업 방식에 변화를 주어 새로운 교실 상호작용을 가능하게 하기 위한 방안을 논의하였다. 이때는 디지털 과학 교과서의 본질과 개발 방향에 대한 합의가 있어야 하고 과학 수업에서 교사의 고유한 교수법적 역할의 변화가 있어야 함을 주장하였다.

주요어: 디지털 교과서, 수업 비평, 초등 과학, 과학 수업