

우리나라와 미국의 중학교 과학 교과서 비교

- 세포 단원의 글의 구조, 어휘, 비유, 탐구형 질문을 중심으로* -

이 병 민**

< 次 例 >

- I. 들어가는 말
- II. 연구방법
- III. 양국의 중학교 과학 교과서 분석 결과
- IV. 결론

I. 들어가는 말

교과서는 한 국가나 지역의 교육과정을 반영하며, 학생과 교사가 배우고 가르쳐야 하는 내용과 지식을 담고 있다. 교과서는 교사와 학생들이 가르치고 배우는 기준이 될 뿐만 아니라, 학생들의 학습 결과를 평가하는 기준이 되며, 전국 단위의 평가나 기타 중요한 평가의 기준이 되기도 한다.

물론 교과서가 학습의 유일한 자료가 되는 것은 아니다. 교실 수업의 경우 교사의 설명이 수반되기도 하며, 그 과정에서 다양한 교수학습 자료가 학생들에게 제공되기도 한다. 이처럼 학생들은 학습

* 이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012년도-330-2012S1A3A2033717).

** 서울대학교 영어교육과 교수

과정에서 다양한 학습 자료를 접하게 되지만, 그렇다고 교과서의 위치나 역할 및 중요성이 작아지는 것은 아니다. 그런 면에서 교과서에서 지식이 어떻게 구성되고 제공되는지 살펴보는 것은 중요하다(Khine, 2013). 교과서를 어떻게 구성하고 전달하느냐에 따라서 학생들의 학습에 기여하는 정도가 달라질 수 있기 때문이다. 특히 창의적 사고나 문제 해결력을 강조하는 과학 교육에서 교과서의 내용 전달이나 설명 방식은 학생들이 과학적 개념을 이해하고 활용하는데 영향을 미친다(Irez, 2009; Stylianidou et al., 2002; Stern & Roseman, 2004; Devetak et al., 2010; Devetak & Vogrinc, 2013).

과학교육 분야에서 교과서의 속성을 이해하기 위한 연구들이 많이 눈에 띄는데, 과학 교과서에 사용된 비유(analogy)를 분석한 연구들이 많이 있다(김영민·박희숙, 2000; 노태희·권혁순·김동연·채우기, 1997; 노태희·안인영·강석진, 2013; 주소현·김희백, 2000). 미국에서도 과학교육에서 비유의 기능이나 역할에 대한 이론적인 논의와 함께, 과학 교과서에서 비유가 어떤 식으로 사용되고 있는지 분석한 연구들이 많다(Curtis & Reigeluth, 1984; Thiele et al., 1995, Orgill & Bodner, 2006; Thiele & Treagust, 1995).

또한 비유가 과학 교육에서 갖는 기능, 역할, 유용성 및 한계에 대해 논의가 이루어졌다(Harrison & Coll, 2008; Orgill, 2013). 대개 이런 연구들은 비유가 효율적으로 사용되었을 때, 학습 효과가 뚜렷하며(Treagust, 1993; Treagust et al., 1996), 학생들이 실생활에서 접하는 언어를 비유에 사용함으로써 편안함을 제공하고, 학습 흥미와 동기를 제공하는 것으로 나타난다(Lemke, 1990). 또한 학생들은 비유를 사용했을 때, 다른 방식의 설명보다 3~4배 이상의 주의를 기울이며, 일상의 비유를 사용했을 때 학습에 집중한다고 한다(Dagher, 1994; 1995).

비유를 사용했을 때 나타나는 학습 효과뿐만 아니라, 어떤 방식으로 비유를 사용하는 것이 학습 효과를 높이는지도 연구되었다. 예를 들어, 하나의 비유를 사용하는 경우 학생들은 한정된 관계 속에서 비유물과 개념의 관계를 이해하는 경향을 보인다(Beane et al., 1990; Gilbert, 1989; Paris & Glynn, 2004; Spiro et al., 1989). 따라서 깊이 있는 이해를 돕기 위해서 다양한 비유물을 사용할 필요가 있다. 다양한 비유를 통해서 개념을 깊이 있게 이해하고, 그런 깊이 있는 이해를 통해서 학생들은 다양한 문제 해결 능력을 갖게 된다.

한편, 과학 교과서의 성격상 탐구학습이 강조된다. 우리나라 2009 개정교육과정에서도 탐구학습을 강조하고 있다.¹⁾ 이런 상황은 미국이나 다른 나라에서도 크게 다르지 않다.²⁾ 이를 반영하여, 탐구학습과 관련하여 과학 교과서가 어떤 내용을 담고 있는지 교과서에 나타난 질문 양식을 통해서 탐구학습의 성격을 살펴본 연구들이 있다 (Lowery & Leonard, 1978a; 1978b; Park, 2005; Park & Lavonen, 2013). 특히, 우리나라 교과서와 미국 교과서를 비교한 것을 보면, 우리의 지구과학 교과서는 직접적 정보를 묻는 질문이 압도적으로 많았고, 탐구학습 이후에 묻는 체험 질문(experiential questions)은 거의 나타나지 않았다(Park, 2005).

이밖에 과학 교과서에 사용되는 어휘를 분석한 연구도 있다. 어휘

1) 2011년 8월에 공포된 2009개정교육과정 과학을 보면, “기초 탐구 능력의 바탕 위에 통합 탐구 과정이 포함된 탐구 활동을 통하여 종합적인 과학 탐구 능력을 기른다.” 라고 명시하고 있다. 참조: 국가교육과정정보센터 <http://ncic.go.kr>.

2) 탐구(inquiry)는 학생들이 어떻게 과학자들이 자연의 세계를 연구하는지 이해하는 것과 동시에 과학적 내용을 이해하고 지식을 발전시키기 위해서 사용하는 활동을 가리킨다. 이런 탐구활동은 이미 초등학교 5-8학년 학생들에게도 요구되는 능력이다. <http://www.nsta.org/about/positions/inquiry.aspx>, National Science Education Standards (<https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf>)

는 학생들이 교과서에 제시된 내용을 개념화하고 이해하는 데 많은 영향을 미친다. 이와 관련하여, 전문용어와 일상용어의 사용 비율을 통해서 과학 교과서를 분석한 연구도 있으며(Groves, 1995; Yager, 1983; Bryce, 2013), 과학 교과서의 텍스트를 분석한 연구도 있다(Chambliss & Calfee, 1989; Izquierdo & Marquez, 2008).

과학 교과서를 둘러싼 이런 다양한 분석에도 불구하고, 우리나라 과학 교과서에 대한 연구는 비유의 사용에 한정된 경향이 있다(노태희·권혁순·김동연·채우기, 1997; 이춘식, 2015; 주소현·김희백, 2000; 최경희·이영애·류수경, 2003). 또한 다른 나라의 과학 교과서와 비교를 통한 우리 교과서의 특성을 연구한 국내 논문은 거의 없는 형편이다.

다른 교과에서 이루어진 교과서 비교 연구를 보면 우리 교과서가 가진 특징이 드러나기도 한다(이병민, 2014; 김재춘, 2008; Park, 2005; Park, et al., 2009). 특히, 고등학교 과정에서 사용하는 경제 교과서를 비교한 것을 보면, 우리나라 교과서는 미국 교과서에 비해 상대적으로 적은 분량에 비교적 많은 정보를 제공하고, 다양한 사례나 상황을 통해서 개념을 설명하기보다 단편적으로 설명하려는 경향이 있다. 이런 표피적 설명은 개념을 제대로 이해하고 응용력을 높이는 데 장애가 될 수 있다.

일반적으로 한 주제나 개념에 대해 깊이 있게 사고한다는 것은 여러 가지 다양한 방식으로 접근하고 이해하는 것을 의미한다. 그런 방식이 토대가 되어야 지식을 종합하고 창조적 사고를 가능하게 한다(Gardner, 2010). 이런 과정을 거쳐 하나의 개념을 제대로 이해하려면 시간이 걸린다. 그러나 미국 교과서와 우리나라 교과서를 비교해 보면, 과학 교과서에도 이런 특징을 보일 개연성이 높다. 본 연구에서는 이런 연장선에서 우리나라 중학교 과학 교과서와 미국 중학교

과학 교과서를 비교해봄으로써 양국 과학 교과서의 특징을 살펴보고 보다 나은 교과서를 제작하기 위한 교육적 함의를 얻고자 한다.

II. 연구방법

우리나라 과학 교과서와 미국 과학 교과서를 비교하기 위해 사용한 분석틀과 방법을 설명하면 다음과 같다. 양국의 과학 교과서를 적절한 수준에서 비교하기 위해 고등학교 과학 교과서보다 중학교 과정에서 사용되는 과학 교과서를 선택하였다. 고등학교 과정에서는 보다 심화된 내용이 다루지며 각각의 분야에서 다루는 내용도 차이가 있다. 상대적으로 중학교 교과서의 경우 다루는 내용이 양국 간에 유사하고, 기본적인 공통의 주제들이 있기 때문에 비교하기에 용이하다.

미국 중학교 과정에서 사용되는 과학 교과서로 글렌코(Glencoe) 출판사에서 발간한 ‘Science: An Introduction to Life, the Earth, and Physical Sciences’를 사용하였다. 이와 비교한 우리나라 중학교 과학 교과서는 동아출판, 좋은책 신사고, 천재교과서, 교학사에서 출판한 중학교 과학1 교과서이다. 이들 교과서는 2009년도 개정교육과정에 따라 제작되었고, 현재 중학교에서 널리 사용되고 있는 것들이다.

본 연구에서 미국 중학교 과학 교과서를 한 권만 선택한 것은 미국 교과서를 구하는 데 현실적 제약이 있기도 했지만, 나름 널리 사용되는 교과서 한 권을 기준으로 우리나라 교과서와 심층적으로 비교해봄으로써 우리나라 중학교 과학 교과서가 갖는 장점과 단점을 알아보고자 하였다. 또한 전체 교과서를 피상적으로 비교하기보다 상세한 비교를 위해서 같은 내용을 다루고 있는 세포 단원을 주로

살펴보았다. 그렇게 함으로써, 각 교과서가 같은 내용을 다루고 있지만, 그 주제를 어떻게 제시하고, 무슨 언어와 텍스트 장치를 통해서 학생들의 이해를 돕고 있는지 비교적 상세히 들여다볼 수 있다.

전체 교과서를 비교하는 것보다 한 단원이나 주제를 비교하는 것이 갖는 또 다른 장점은 우리나라 교과서의 경우 우리의 교육과정을 반영할 뿐만 아니라, 교과서의 분량도 집필자가 마음대로 정할 수 없다. 이런 면에서 교과서 한권을 전체로 놓고 미국 교과서와 우리나라 교과서를 비교하면 교과서의 분량이나 다루는 주제 면에서 한계가 있을 수밖에 없다. 그러나 비교하려는 교과서에서 같은 내용을 다루고 있는 한 단원을 살펴보는 것은 몇 가지 타당한 근거를 찾을 수 있다. 첫째, 정확하게 일치하거나 매우 유사한 내용을 다루고 있다면, 각 교과서마다 그런 내용을 어떻게 다루고 있는지 비교가 가능하다. 즉, 정확하게 일대일로 텍스트의 내용 비교가 가능하다. 또한 다루는 주제뿐만 아니라, 그 주제를 소개하는 분량이 비슷하다면, 텍스트를 기준으로 글의 구성이나 내용면에서 비교가 가능하다. 즉, 동일한 주제를 같은 분량으로 다루고 있다면, 각 교과서마다 그 내용을 어떻게 다루고 있는지 비교할 수 있다. 이런 점에서 연구자는 중학교 1학년 과학 교과서 중에서 세포를 소개하는 단원만 분리해서 비교하였다. 분량 면에서 약간의 차이가 있지만, 각 교과서는 세포와 관련한 내용을 8~11쪽 사이에서 다루고 있다. 따라서 분량 면에서 큰 차이가 나지 않는다.

〈표 1〉 분석 대상 중학교 과학 교과서

교과서	저자	단원	쪽수	출판연도/ 교육과정
Science: An Introduction	Blaustein 외	세포(Cells)	60-71 (11쪽)	2003
중학교 과학 1 (동이출판)	이진승 외	광합성 -생물을 이루는 기본 단위, 세포	154-163 (10쪽)	2012/2009 개정
중학교 과학 1 (좋은책 신사고)	현종오 외	광합성 -생명체의 작은 방, 세포	136-145 (10쪽)	2012/2009 개정
중학교 과학 1 (천재교과서)	신영준 외	광합성 -식물체의 구성 단계	146-153 (8쪽)	2012/2009 개정
중학교 과학 1 (교학사)	박희송 외	광합성 -식물세포와 동물세포는 어떻게 다들까?	142-149 (8쪽)	2012/2009 개정

이들 중학교 과학 교과서의 특징을 분석하기 위해서 다음 몇 가지 측면에 주목하였다. 이들 기준들은 그동안 과학 교과서 분석에서 많이 논의되고 사용된 것들로서, 첫 번째로 단원의 전체 내용을 기준으로 어떤 주제를 어떻게 구성하고 있는지 분석하였다. 주로 목차를 바탕으로 다루어진 내용과 내용의 논리적 관계와 흐름을 살펴보았다.

두 번째 기준은 교과서에 사용된 어휘와 관련된 것이다. 과학 교과서의 성격상 다양한 과학 용어들이 등장하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 전문용어 대비 일반용어의 사용 비율을 조사했다. 한 단원에서 전문 용어가 많이 사용되면 될수록, 학생들은 해당 용어를 새롭게 배워야 할 뿐만 아니라, 그와 관련한 개념도 함께 익혀야 할

경우가 많다. 따라서 학습에 많은 부담이 될 수 있다.

이 연구에서 사용한 전문 용어는 전문적 개념을 지칭하는 어휘 또는 어휘의 집합을 말한다(국립국어원, 2006). 본 연구에서 제시된 전문 용어는 국내최대 과학포털인 사이언스올(www.ScienceALL.com)에서 제공하는 과학용어사전에 수록되어 있는 단어들을 대상으로 선정하였으며, 사전에 미 수록된 단어 가운데에서도, ‘양분’, ‘관찰’, ‘상(像)’과 같이 일상생활에서 자주 쓰이는 다른 단어(예: 영양, 보다, 모습)가 있거나, 과학 교과라는 특수한 맥락 내에서만 사용되는 경우 함께 포함하였다. 반대로 ‘에너지’, ‘꽃가루’와 같이, 과학용어사전에 수록되어 있더라도 일상생활에서 흔히 쓰이는 경우는 포함하지 않았다.

세 번째로 과학적 현상이나 개념을 설명하기 위해서 사용된 비유(analogy)를 중심으로 내용 분석을 실시하였다. 비유는 대개 어렵고 추상적인 과학적 개념을 일상에서 접할 수 있는 쉬운 비유물과 연결해서 서로의 공통점을 통해서 이해를 돕는 수사적 장치이다. 과학 교과서에서 비유를 사용하는 방식은 비유의 대상이 되는 목표물(target)과 비유물(analog)의 관계 그리고 그 둘을 둘러싸고 비유물과 목표물 사이의 특징을 설명하는 방식에 따라 구분된다(Glynn, 1991). 예를 들어, 세포라는 목표물을 설명하기 위해서 공장이라는 비유물을 사용하는 경우 이들 관계가 어떤 식으로 설명되는지 분석하는 것이다. 교과서에 사용된 비유를 분석하기 위해서 그동안 과학 교육에서 널리 활용된 분석틀을 통해서 비유가 사용되고 있는지 아닌지, 비유가 어떻게 설명되고 있는지, 비유의 활용이 적절한지 살펴보았다(부록 참조).

마지막으로 교과서 분석에 사용한 기준은 탐구학습과 관련한 내용이다. 과학에서 탐구활동은 학생들의 과학 활동에 대한 호기심을

향상시키고, 실생활의 문제해결력, 과학적 사고, 창의적 사고를 돕기 위해서 장려하는 활동이다. 탐구학습은 2009개정 교육과정에서 여러 차례 강조되고 있으며, 미국 과학 교육과정에서도 중요한 의미를 갖고 있다.

이런 탐구학습과 관련한 내용이 교과서에 어떻게 반영되어 있는지 알아보기 위해서 해당 단원에 등장하는 의문문을 중심으로 살펴 보았다. Lowery와 Leonard(1978a; 1978b)에 따르면, 과학 교과서에 등장하는 의문문은 체험 학습을 위한 체험 질문과 기타의 질문으로 구분될 수 있으며, 그런 질문들도 무엇을 묻는지에 따라서 세분할 수 있다. 과학 교과서에서 체험 질문은 실험실과 같은 환경에서 경험한 것을 묻는 질문이다. 예를 들면, 이번 실험을 통해서 식물세포와 동물세포는 어떻게 다른가? 등과 같은 것이다. 비체험 질문은 일반적인 형태의 질문으로 식물세포는 동물세포와 다른 무엇을 가지고 있는가? 등과 같은 형태의 질문이다. 이밖에 수사적 질문은 답을 필요로 하지 않거나, 그 즉시 답이 주어지는 질문이다. 직접 정보 질문은 구체적 사실이나 개념 또는 정보를 요구하는 형태의 질문이다. 초점형 질문은 저자가 당장 답을 제시하지는 않지만 나중에 교과서 내에서 답을 도입하는 역할을 한다. 개방형 질문은 학생들이 제한을 갖지 않고 자유롭게 그 문제를 탐구해보도록 하는 질문이다. 가치판단형 질문은 학생들로 하여금 인지적으로나 정의적으로 평가하도록 하는 형태의 질문이다. 이런 기준을 통해서 교과서에서 사용된 질문을 분석해봄으로써 교과서가 어떤 질문을 던지고, 그런 질문을 통해서 어떤 과제를 제공하는지 살펴볼 수 있다.

이와 함께 교과서에 제시된 탐구학습이 어느 정도 개방성(openness)을 띄고 있는지 분석하였다. 탐구활동의 개방성은 Herron(1971)이 제시한 기준을 사용하였다. Herron(1971)은 과학적

탐구활동을 개방성에 따라서 4단계로 구분했는데, 개방성이 높을수록 학생들이 스스로 길을 찾고, 생각하고 답을 찾도록 유도한다. 이런 과정은 새로운 문제를 해결하기 위해서 과학자나 연구자들이 실제 탐구 과정에서 겪는 것과 유사하다는 측면에서 이해될 수 있다.

<표 2> 실험탐구 활동의 개방성 정도³⁾

수준	탐구 문제	탐구 절차	탐구 해결
0	주어짐	주어짐	주어짐
1	주어짐	주어짐	주어지지 않음
2	주어짐	주어지지 않음	주어지지 않음
3	주어지지 않음	주어지지 않음	주어지지 않음

Ⅲ. 양국의 중학교 과학 교과서 분석 결과

위에서 제시한 네 가지 분석틀을 기준으로 우리나라 중학교 1학년 과학 교과서와 미국의 과학 교과서를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 교과서 텍스트의 구성 및 내용 전개

교과서는 각 단원마다 나름의 이야기 구조와 단원들 사이의 논리적 연결 구조를 갖고 있다. 더불어 교과서를 사용하는 대상이 아직 지적으로 성숙하지 않고, 그 분야의 배경 지식이 충분하지 않기 때문에 독자 친화적인 이야기 구조와 내용 설명을 제공할 필요가 있다. 그런 점을 고려하여 각 교과서의 내용 구성을 살펴보면 다음과 같다.

3) Herron(1971)에서 사용하고, Park과 Lavonen(2013)이 사용한 것을 이용함.

<표 3> 미국 글렌코 중학교 교과서 세포 단원의 구성

주제	세부내용	쪽수
세포에 대한 이야기	도입 및 [탐구활동] 양파 세포 관찰	1쪽
세포의 세계	일상어로 세포와 관련한 일반적인 내용을 그림과 함께 소개	2쪽
세포를 구성하고 있는 부분들에 대한 소개	피자집을 비유로 들어서 세포의 부분과 기능을 소개	2쪽
식물세포와 동물세포의 구성과 조직의 차이	그림과 간단한 설명으로 동물세포와 식물세포를 설명	2쪽
세포의 구성에 대한 설명	피자집을 비유로 활용하여 세포의 구조와 각각의 기능을 설명. [탐구활동] 모형 만들기 활동	3쪽
[탐구활동] 식물세포와 동물 세포를 비교	엘로디아(수초의 일종) 잎 세포와 사람의 상피세포를 비교하고 이유를 유추하기	1쪽
	전체	11쪽
	세포를 소개하는 글	8쪽(70%)

<표 4> 천재교과서 중학교 과학1 세포 단원의 구성

주제	세부내용	쪽수
식물에서 배우다	도입 부분으로 실제 세포와는 직접적인 관련이 없음	2쪽
세포에 대한 이야기 도입	생물의 구성단위인 개체, 기관, 조직, 세포 중 최소 단위인 세포를 소개	2쪽
[탐구활동] 식물세포 동물세포의 관찰	양파와 입안 상피세포의 관찰	2쪽
식물세포와 동물세포의 구성과 조직의 차이	식물세포와 동물세포를 그림과 간단한 설명 제시	2쪽
	전체	8쪽
	세포를 소개하는 글	2쪽(25%)

<표 5> 교학사 중학교 과학1 세포 단원의 구성

주제	세부내용	쪽수
도입	신인상과 화가 쇠라의 그림을 소개	1쪽
역사적 배경 설명	세포의 발견과 현미경에 대한 이야기	1쪽
[탐구활동] 식물세포와 동물세포 관찰	양파 표피세포와 입안 상피세포 관찰	2쪽
식물세포와 동물세포 그림과 설명 제시	식물세포와 동물세포의 구조를 제시	2쪽
과학과 예술	전자 현미경과 자연의 미세 구조를 예술적으로 표현한 것을 소개	2쪽
	전체	8쪽
	세포를 소개하는 글	2쪽(25%)

<표 6> 동아출판 중학교 과학1 세포 단원의 구성

주제	세부내용	쪽수
[탐구활동] 퍼즐을 만들어 보는 활동	퍼즐 조각을 맞추는 활동	2쪽
세포의 모양과 기능을 소개	세포를 소개하고 세포에 대한 간략한 소개	2쪽
[탐구활동] 식물세포와 동물세포의 관찰	검정말의 잎과 입안의 상피세포를 관찰하는 활동	2쪽
식물세포와 동물세포의 구조	그림과 간단한 설명으로 식물세포와 동물세포를 비교 설명	2쪽
현미경에 대한 소개	현미경의 구조와 조작 순서에 대한 소개	2쪽
	전체	10쪽
	세포를 소개하는 글	2쪽(20%)

<표 7> 좋은책 신사고 중학교 과학1 세포 단원의 구성

주제	세부내용	쪽수
생명체의 작은 방, 세포	세포가 무엇인지 소개	2쪽
현미경의 구조와 사용법	현미경에 대한 소개와 현미경을 어떻게 사용하는지 소개하는 글과 그림	2쪽
[탐구활동] 식물세포와 동물세포의 구조	검정말 잎 세포와 입안의 상피세포 관찰 자료 제시	2쪽
식물세포와 동물세포의 차이	동물세포와 식물세포의 구조를 그림과 글로 설명	2쪽
세포의 구조 설명	핵, 세포막, 액포, 엽록체 등의 구조와 기능에 대한 설명	1쪽
[탐구활동] 세포 모형 만들기	초콜릿이나 땅콩과 같은 것을 이용해서 세포의 모형을 만드는 활동	1쪽
	전체	10쪽
	세포를 소개하는 글	3쪽(30%)

다섯 종의 교과서들이 가진 공통점을 보면, 첫째 모두 식물세포와 동물세포의 구조를 커다란 그림으로 제시하고, 간단한 설명을 제공하고 있다. 조사한 다섯 종의 교과서에서 제시된 양식이나 분량도 거의 동일하게 2쪽 분량이었다. 또 다른 공통점은 식물세포와 동물세포를 비교하는 탐구활동이다. 5종의 교과서는 동일하게 2쪽 분량을 할애하여 식물세포와 동물세포의 생김새나 구조적 차이를 비교하는 탐구활동을 제시하고 있다.

그러나 다섯 종의 교과서는 몇 가지 뚜렷한 차이점을 보여주었다. 미국 글렌코 교과서의 경우 하나의 논리적 이야기 구조를 갖추고 있다. 예를 들어, 이 교과서는 3개의 소규모 탐구활동을 제시하고 있지만, 이 활동으로 인해서 세포를 소개하고 설명하는 전체 이야기 구조를 크게 훼손하지 않는다. <표 3>을 보면, 이 교과서의 경우 세포를

설명하는 내용이 모두 11쪽인데, 그 중에서 세포의 조직과 기능 등 세포를 설명하는 분량이 8쪽을 차지한다. 이는 전체 11쪽의 72%를 차지하는 분량으로, 우리나라 교과서들이 대개 2~3쪽을 할애하고 있는 것과 뚜렷한 차이를 보인다. 상대적으로 우리나라 과학 교과서들은 세포와 직접 관련이 없는 현미경에 대한 소개나 다른 내용을 소개하는 부분이 많았다.

미국 글렌코 교과서의 경우 식물세포와 동물세포를 비교하는 탐구 활동이나 현미경을 사용하는 활동이 세포에 대한 설명을 방해하지 않기 위해서 교과서의 한쪽 면에 배치한 반면, 우리나라 교과서는 현미경을 활용하는 것과 식물세포와 동물세포를 비교하는 내용이 쪽의 전체를 차지함으로써 세포를 설명하는 글의 흐름을 단절시키고 있다.

또 다른 차이점은 5종의 교과서가 모두 세포를 소개하고 세포의 세부 조직의 기능을 설명하지만, 우리나라 교과서들은 세포를 광합성에서 다루고 있다. 이는 우리나라 중학교 과학교육과정과 관련이 있다. 우리나라 과학교육과정에서 광합성은 큰 주제로 분류되어 있고, 그 하부 내용으로 식물의 세포를 다루고 있다. 물론 이 부분이 서로 논리적 연관성이 없는 것은 아니지만, 광합성과 세포를 연결한다면 광합성과 식물세포를 연결하는 것은 논리적으로 타당하지만, 동물세포를 다루는 것은 연관성이 떨어진다. 광합성은 주로 식물세포에서 이루어지는 활동이고, 동물세포와는 직접적인 관련이 없기 때문이다. 광합성이 상위 주제가 되면, 식물세포가 주요 내용이 될 수 있지만, 동물세포는 부차적인 내용일 수밖에 없다. 그러나 우리나라 교과서의 경우 광합성 단원에서 동물세포와 식물세포를 소개할 뿐만 아니라, 식물세포와 동물세포를 비교하는 것이 세포 자체를 설명하는 것만큼 중요한 위치를 차지하고 있다.

미국의 글렌코 과학 교과서의 경우 세포를 다루는 부분이 광합성과 연결되지 않을 뿐만 아니라, 세포라는 하나의 단원으로 독립되어 있다. 과학 교과서의 목차를 보면, 생명과학을 다루는 부분에서 여섯 개의 단원이 있는데 그 내용은 다음과 같다: 1. 생명이란 무엇인가(What is life?); 2. 세포들(Cells); 3. 유전과 재생산(Heredity and Reproduction); 4. 다양성과 적응(Diversity and Adaptations); 5. 생태계(Ecology); 6. 자원(Resources)). 따라서 두 번째 단원에서 식물 세포와 동물세포를 소개하고, 식물세포와 동물세포의 차이를 비교하는 것은 논리적으로 타당하다.

결과적으로 미국 글렌코 중학교 과학 교과서는 세포라는 주제를 중심에 놓고, 세포의 구조, 세포의 기능, 동물 및 식물세포의 차이 등이 유기적으로 연결되어 하나의 통일된 이야기 구조를 갖는다면, 우리 교과서들은 광합성, 세포, 식물 및 동물세포, 현미경 사용 등과 같이 논리적 연결 구조가 느슨한 내용들이 한 단원에 병렬적으로 공존하고 있다. 결과적으로 세포 자체에 대한 설명이나 이야기가 다른 내용들과 동일한 중요성을 갖고 다뤄지고 있다. 이런 근거는 <표 3>~<표 7>에서에서 각 교과서가 주제별로 몇 쪽이나 할애하고 있는지 보면 알 수 있다.

2. 교과서에 사용된 어휘: 전문용어와 일상용어

각 중학교 1학년 과학 교과서에 등장한 어휘를 일상용어와 전문용어로 분류해보면, 우리나라 과학 교과서의 경우 세포를 다루는 단원에서 41~54개 정도의 전문용어가 등장한다. 반면 글렌코 과학 교과서의 경우 전문용어의 숫자는 23개에 불과하다. 분석한 단원의 전체 단어수가 우리나라 과학 교과서의 경우 612~1,416개 정도이고,

글렌코 과학 교과서가 그 2~3배에 해당하는 2,182개라는 것을 고려하면, 우리나라 과학 교과서에 등장하는 전문용어의 절대 수나 비율이 높은 것을 알 수 있다. 우리 과학 교과서들은 일상용어가 3~4번 등장할 때 전문용어가 한번 등장한다면, 미국의 글렌코 과학 교과서는 일상용어가 약 8번 등장하면, 전문용어가 한번 등장하는 정도다. 조사된 우리나라 중학교 과학 교과서가 전반적으로 글렌코 과학 교과서보다 전문용어를 압축적으로 많이 사용하고 있는 것을 알 수 있다.

<표 8> 중학교 과학 교과서의 전문용어와 일상용어의 비율⁴⁾

어휘	좋은책 신사고	동아 출판	교학사	천재 교육	글렌코
총 단어 수 (token)	1,147	1,416	912	672	2,182
전문용어의 수(token)	294	265	190	161	246
일상용어의 수 (token)	853	1,151	722	511	1,936
전문용어의 종류(type)	46	54	41	42	23
전체 단어 중 전문용어 비율 (전문용어 수/총 단어 수) (token)	0.26	0.19	0.21	0.24	0.11
전체 단어 중 일상용어 비율 (일상용어 수/총 단어 수) (token)	0.74	0.81	0.79	0.76	0.89
전문용어 대 일상용어 사용 비율 (전문용어 : 일상용어) (token)	2.90	4.34	3.80	3.17	7.87

4) 유형(type)과 형태(token)은 어휘를 분류할 때 사용되는 용어다. 유형은 단어의 종류를 가리키며 분석하고자 하는 텍스트에서 해당 어휘가 몇 번을 등장하든 한 가지 유형으로 처리된다. 반면, 형태는 해당 단어가 글에서 나타난 모든 경우를 가리킨다. 예를 들면, 텍스트에서 '과학'이라는 단어가 일곱 번 등장한다면, '과학'이라는 유형(type)은 한 개이며, 그 단어가 나타난 형태(토큰)는 일곱 개가 된다.

<표 9> 중학교 과학 교과서에 등장하는 전문용어

출판사	전문용어(빈도수)	개수
좋은책 신사고	간세포(1), 고배율(2), 공변세포(2), 관찰(23), 광원장치(2), 광합성(2), 근육세포(1), 노폐물(2), 대물렌즈(9), 동물세포(19), 렌즈(7), 메틸렌블루 용액(3), 모세혈관(1), 미동나사(2), 미토콘드리아(9), 배율(3), 볼록렌즈(1), 산소(1), 상(像)(9), 상피세포(6), 생명체(6), 세포(55), 세포막(8), 세포벽(6), 세포소기관(11), 세포질(3), 식물세포(24), 신경세포(2), 아세트산카민 용액(5), 액포(5), 양분(3), 엽록체(8), 유전 정보(2), 잎세포(6), 재물대(4), 저배율(1), 적혈구(1), 접안렌즈(3), 조동나사(4), 조리개(1), 초점(4), 표본(6), 표피세포(1), 핵(10), 확대(8), 회전판(2)	294
동아 출판	경통(4), 경통이동식현미경(1), 고배율(2), 공변세포(1), 관찰(22), 광원장치(2), 광합성(1), 구조적 단위(2), 근육세포(1), 기능적 단위(2), 노폐물(2), 다세포 생물(2), 단세포 생물(1), 대물렌즈(6), 동물세포(5), 렌즈(2), 메틸렌블루 용액(2), 물관세포(1), 물질(4), 미동나사(3), 미세 구조(1), 미토콘드리아(4), 배율(4), 상(像)(11), 상피세포(8), 세포(57), 세포 소기관(3), 세포막(8), 세포벽(4), 세포질(7), 식물세포(12), 신경세포(1), 아세트산카민용액(2), 액포(3), 양분(4), 염색액(4), 엽록체(5), 입체 구조(1), 잎살세포(1), 잎세포(8), 재물대(8), 재물대이동식현미경(1), 접안렌즈(4), 조동나사(4), 조리개(3), 조작(2), 초점(5), 표본(6), 표피(2), 표피세포(1), 핵(7), 확대(4), 회전판(2), 흡수(2)	285
교학사	고배율(1), 관찰(24), 광학현미경(1), 광합성(5), 노폐물(2), 동물세포(1), 메틸렌블루 용액(2), 모세혈관(1), 물질(6), 미세구조(3), 미토콘드리아(2), 배율(6), 산소(1), 상(像)(7), 상피세포(4), 생물체(1), 세포(25), 세포 소기관(3), 세포막(6), 세포벽(2), 세포질(5), 수술(1), 식물세포(17), 식물체(2), 아세트산카민 용액(3), 암식(1), 암술(2), 액포(2), 양분(4), 엽록체(2), 영양소(1), 적혈구(1), 전자 현미경(8), 주사 전자 현미경(4), 투과 전자 현미경(5), 표면구조(3), 표본(2), 표피(3), 표피세포(4), 핵(5), 호흡(1)	190

출판사	전문용어(빈도수)	개수
천재 교과서	개체(4), 고배울(2), 관다발(2), 관다발조직(1), 관찰(11), 광합성(3), 기관(3), 노폐물(2), 동물세포(11), 메틸렌블루 용액(3), 물관(1), 물질(2), 미토콘드리아(3), 배울(1), 상피(1), 상피세포(3), 생명체(2), 생물체(1), 세포(18), 세포막(6), 세포벽(3), 세포질(3), 식물세포(13), 식물체(4), 아세트올세인용액(3), 액포(3), 양분(8), 엽록체(4), 용액(6), 잎세포(1), 작용(1), 저배울(2), 조직(7), 조직계(3), 체관(1), 표본(4), 표피(4), 표피세포(3), 표피조직(1), 핵(5), 핵막(1), 흡수(1)	161
글렌코	animal cell동물세포(15), bacteria박테리아(3), carbon dioxide이산화탄소(2), cell세포(82), cell membrane세포막(8), cell wall세포벽(8), cellular respiration(세포호흡), chloroplast엽록체(7), chlorophyll엽록소(2), chromosome염색체(9), cytoplasm세포질(12), DNA(5), microscope현미경(14), mitochondrion/mitochondria미토콘드리아(13), nucleus핵(14), nutrients영양소(1), organelles세포소기관(6), organism생물체(10), oxygen산소(4), photosynthesis광합성(1), plant cell식물세포(14), vacuole액포(8), White blood cells백혈구(3)	246

이런 차이는 외국어를 배우는 것과 비교할 수 있다. 대개 영어와 같은 외국어 교과서는 한 단원에 20~30개 정도의 새로운 단어를 소개한다. 우리나라 영어교육과정에서도 중고등학교 과정에서 약 2,400개 정도의 영어 단어를 소개한다. 한 학년이 대개 12개 단원이고 중고등학교 6년을 계산하면, 한 단원에 평균 33~34개 정도의 단어를 소개하는 셈이다. 이와 비교하면, 우리나라 과학 교과서에서 비교적 전문용어가 많이 사용되고 있으며, 학생들의 입장에서 과학 교과를 배우는 것이 새로운 외국어를 배우는 것처럼 부담스러울 수 있다.

전문용어로 분류된 일부 단어의 경우 학생들이 일상생활에서 이미 학습을 했거나, 초등학교 과학 교육에서 익혔을 가능성을 배제할 수 없다. 그러나 그런 조건은 미국 학생이나 우리나라 학생이 같다고 볼

수 있다. 그런 점에서 미국의 글렌코 과학 교과서보다 우리나라 중학교 과학 교과서가 상대적으로 많은 전문용어를 사용함으로써 학생들이 내용을 이해하고 개념을 학습하는 데 부담이 될 수 있다.

3. 교과서에 사용된 비유의 종류 및 내용

비유는 과학 교과서에서 학생들의 이해를 돕기 위해서 널리 사용되는 학습 장치다. 각 교과서마다 사용된 비유를 분석해보면 조사된 대부분의 과학 교과서는 세포를 다루는 부분에서 비유를 사용하고 있다. 물론 천재교과서의 경우 비유를 하나도 사용하지 않았지만, 다른 3종의 교과서들은 비유를 약간씩 사용하고 있다. 비유를 가장 많이 사용한 교과서는 좋은책 신사고이며, 나머지 두 종의 교과서들은 단원의 도입 부분에 점묘식 그림이나 퍼즐 그림 같은 비유물을 사용하였다. 상대적으로 가장 폭넓게 비유를 사용하고 있는 교과서는 미국의 글렌코 과학 교과서였다. 이 교과서는 비유를 이용하여 세포의 주요 개념과 조직을 상세하게 설명하고 있다. 아래 표는 각 교과서에 등장하는 비유물과 목표물을 정리한 것이다.

<표 10> 세포 단원에 사용된 비유물과 목표물

교과서	비유	비유물(anlog)과 목표물(target)
동아출판	퍼즐 그림	퍼즐 그림 = 세포
	돌, 나무, 집	돌, 나무 = 세포 집 = 식물

교학사	프랑스 신인상과 화가 쇠라의 점묘식 그림	점묘식 그림 = 세포
	벽돌로 지은 집의 벽돌	벽돌 = 세포
	집	집 = 생명체
	장난감 블록 조각	장난감 블록 조각 = 세포
천재교과서	비유가 등장하지 않음	
좋은책 신사고	초소형 책	초소형 책 = 생명체
	과자공장	과자공장 = 세포
	발전소	발전소 = 미토콘드리아
	중앙통제실	
	벽과 출입문	
	가장 작은 공장	가장 작은 공장 = 세포
	다양한 공장	다양한 공장 = 다양한 세포
글렌코	지구상 수많은 국가	국가 = 세포
	피자집(pizza shops)	피자집 = 세포
	밀가루 반죽, 토마토 소스, 치즈, 토핑, 저장 창고, 오븐,	피자집 매니저 = 핵
	발전소(power plants), 가스회사(gas companies)	발전소, 가스회사 = 미토콘드리아
	영업 운영계획	운영계획 = 크로모솜
	저장창고, 냉장고(refrigerators), 쓰레기(garbage), 쓰레기 통(trash cans) closets, 냉동고(freezers)	저장소 = 액토
	피자집의 직원	피자집 직원 = 세포소기관(organelles)
	피자집의 작업 공간	피자집 공간 = 세포질
활발한 세상(active world)	활발한 세상(active world) = 세포	

<표 11> 세로 단원에 비유를 사용한 방식에 따른 비교

분류기준		동아	교회사	천재	신사고	글렌코
교과서내의 위치	선행 구성자 (Advance Organizer)	퍼즐 조각	점묘식 그림 벽돌			
	본문에서 활용 (embedded activator)				과자 공장	피자집
	마지막 종합 (post synthesizer)	기와, 나무, 돌	장남감 블록 조각			
공유 속성	구조적	퍼즐 조각 기와, 나무, 돌	벽돌 장남감 블록 조각			
	기능적					
	구조적/기능적				과자 공장	피자집
표현 방식	언어					
	그림					
	언어/그림	퍼즐 조각 기와, 나무, 돌	벽돌 장남감 블록 조각		과자 공장	피자집
추상도	구체적/구체적	퍼즐 조각 기와, 나무, 돌	벽돌 장남감 블록 조각		과자 공장	피자집
	구체적/추상적					
	추상적/추상적					

분류기준		동아	교학사	천재	신사고	글렌코
대응 정도	단순	퍼즐 조각 기와, 나무, 돌	벽돌 장난감 블록 조각			
	부연				과자 공장	
	확장					피자집
비유의 언급 여부	비유라는 용어를 사용					
	비유라는 용어를 사용 안 함	퍼즐 조각 기와, 나무, 돌	벽돌 장난감 블록 조각		과자 공장	피자집
비유의 한계 언급 여부	비유의 한계 언급					
	비유의 한계 언급 안 함	퍼즐 조각 기와, 나무, 돌	벽돌 장난감 블록 조각		과자 공장	피자집

비유가 사용된 교과서 내의 위치를 보면, 조사된 우리나라 교과서들의 경우 주제를 도입하기 위한 선행 구성자로서 사용한 경우가 많았다. 예를 들어, 퍼즐 그림 조각 맞추기 활동이나 신인상과 점묘식 그림이 세포 단원의 첫 부분에 소개되었는데, 이들 비유물을 통해서 세포를 소개하려는 의도로 사용되었다. 이런 비유물을 사용한 경우 세포와의 관계를 구체적으로 언급하고 있지 않다. 물론 선행 구성자로 비유물을 사용하였기 때문에, 이런 비유물을 통해서 세포와의 유사성을 찾아보도록 유도하고 있을 뿐이다. 상대적으로 좋은 책 신사고의 경우 세포를 소개하는 부분에서 ‘과자공장’이라는 비유물을 사용하고 있으며, 미국의 글렌코 교과서의 경우도 세포의 구조

와 기능을 설명하는 부분에서 ‘피자집(pizza shop)’이라는 비유물을 사용하고 있다.

비유물과 목표물이 공유하는 속성과 관련하여, 우리 과학 교과서들은 세포와 비유물 사이에 외적 구조의 유사성에 주목하고 있다. 예를 들어, 세포를 건물을 구성하는 벽돌, 기와, 나무에 비유하거나, 신인상과 점묘식 그림과 세포를 비유하거나, 각각으로 쪼개진 퍼즐 그림 조각과 생명체를 구성하는 세포와 비유하고 있는데, 이런 비유는 형태 측면에서만 유사성을 찾아볼 수 있다. 즉, 세포라는 작은 조직이 하나씩 합쳐지면 식물이 되고 동물이 되고 사람이 되는 것처럼, 세포는 전체를 구성하는 아주 작은 하나의 단위이며, 그런 점에서 집을 구성하는 벽돌이나 쪼개진 퍼즐 그림 조각과 세포가 유사하는 설명이다.

이런 비유에서는 세포라는 목표물과 비유물 사이에 역할이나 기능 면에서 공통점을 찾아보기 어렵다. 예를 들어, 세포와 벽돌, 세포와 퍼즐 조각, 세포와 점묘식 그림은 전체를 구성하는 하나의 작은 단위일지 모르지만, 그 외의 공통점을 찾아보기 어렵다. 세포는 살아있는 생명체이며, 세포는 다양한 기능과 역할을 하는 조직이다. 그러나 점묘식 그림이나 집을 구성하는 벽돌이나 퍼즐조각에서는 그런 공통점을 찾아볼 수 없다.

상대적으로 좋은책 신사고와 글렌코 과학 교과서의 경우 (과자) 공장이나 피자집을 비유물로 사용하여 생명체의 세포와 과자공장 또는 피자집이 구조나 역할 그리고 기능 면에서 공통점이 있다는 점을 부각시키고 있다. 그런 면에서 보다 유의미하게 비유물을 사용한 경우이다.

하지만 많은 연구들이 보여주고 있는 것처럼, 비유를 사용한다고 해서 무조건 이해를 돕는 것은 아니다. 예를 들어, 목표물이 여러 가

지 측면에서 비유물과 적절하게 연결되어야 하며, 사용된 비유물이 학생들이 충분히 알고 있는 내용이어야 한다. 즉, 비유가 새로운 지식과 기존의 알고 있는 지식 사이에 연결고리를 만들어서 이해를 도와야 한다(Anderson & Pearson, 1984; Ausubel, 1968). 따라서 목표물과 비유물이 구조적으로나 기능적으로 밀접하게 연결될 뿐만 아니라, 목표물과 비유물 사이에 어떤 연결 관계가 있는지 상세한 설명이 필요하며, 다양한 비유물을 사용하여 설명의 효율성을 높이는 것이 필요하다. 그래야 학생들의 이해를 돕는 적절한 비유라고 할 수 있다.

이런 측면에서 보면, 좋은책 신사고의 경우, 제일 작은 공장 또는 과자공장을 비유물로 사용하면서 기능 면에서 과자공장과 세포가 공통점을 갖고 있다고 설명한다. 그러나 세포가 과자공장과 비슷하지만, 구체적으로 어떤 측면에서 공통점이 있는지 명확한 설명이 없다. 예를 들어, 발전기가 세포에 뒤에 해당하고, 그런 기능을 하는 것이 무엇인지 구체적으로 설명하고 있지 않다. 좋은책 신사고가 비유물로 사용한 과자공장에 대한 설명을 보면 다음과 같다.

세포는 세상에서 가장 작은 공장이라고 할 수 있다. 공장에서 제품을 생산하려면 무엇이 필요할까? 예를 들어 과자 공장에서 과자를 만드는 기계, 기계가 작동할 수 있도록 에너지를 만들어 공급해 주는 발전기, 이 모든 과정을 계획하고 관리하는 중앙 통제실 등이 있어 다양한 재료를 사용하여 과자를 생산할 수 있다. <중략>

오른쪽 그림은 과자를 생산하는 공장의 모습을 나타낸 것이다. 공장에서 벽과 출입문은 어떤 역할을 하는가? 세포에도 공장의 벽이나 출입문과 같은 역할을 하는 것이 필요한가? ... 세포도 에너지가 필요한데, 그 에너지는 어떻게 얻을 수 있는지 조사해 보자. (좋은책 신사고, pp.136-137)

〈중략〉

세포를 둘러싸고 있어 세포의 안과 밖을 구분해주는 얇은 막을 **세포막**이라고 하며, **세포막**은 물질이 주로 안팎으로 드나드는 것을 조절한다. **미토콘드리아**는 세포의 생명 활동에 필요한 에너지를 만들어 내는 곳으로, **발전소**와 같은 역할을 한다. **액포**는 생명 활동 결과 생긴 물, 양분, 노폐물 등을 저장하는 곳으로, 주로 식물세포에 잘 발달되어 있다. (좋은책 신사고, p.144)

위의 내용을 읽는 학생의 입장에서 보면, 공장과 세포는 연결할 수 있지만, 발전기, 출입문, 중앙 통제실 등과 같은 비유물을 세포의 무엇과 연결할지 명확하지 않다. 세포 내부의 조직인 핵, 세포막, 미토콘드리아, 액포, 엽록체, 세포벽 등을 소개하면서 발전기, 중앙 통제실, 출입문 등과 같은 비유물과 대응해서 서로의 관계를 보여주고 있지 않기 때문이다.

좋은책 신사고는 텍스트의 공간적 배치에 있어서도 과자공장을 비유로 사용한 부분과 세포막, 미트콘드리아, 액포를 소개하는 부분 사이에 7쪽 정도의 차이가 있다. 따라서 비록 앞에서 과자공장을 세포를 설명하는 비유물로 사용했지만, 세포막이나 액포 등을 소개하는 단계에서 과자공장의 벽이나 출입문 등을 이런 구조와 연결해서 이해하는 것은 쉽지 않다.

비유를 사용하는 경우, 대개 단순히 비유물을 제시하거나 암묵적으로 제시하는 것은 학습에 도움이 되지 않는다. 비유물이 목표물과 어떤 면에서 유사하고 어떤 면에서 서로 공유된 특징을 갖고 있는지 명시적으로 설명해주는 것이 필요하다(Harrison&Tregust, 1993). 또한 비유는 잘못 사용되거나 정보가 미흡하면 오히려 부정적인 효과가 나타날 수도 있다. 한 가지 경우는 학생들이 교과서에

제시된 비유를 무시하는 경우이며, 다른 경우는 비유물과 목표물 사이의 공통점이나 연결고리에 신경을 쓰지 않는 경우이다. 또한 교과서에 제시된 비유를 통해서 오히려 잘못된 개념을 갖게 되는 경우도(Orgill, 2013). 예를 들어, 생물에서 세포와 공장의 비유는 가장 흔하게 나타나지만, 학생들이 공장에 대해서 많이 알고 있고, 세포에 대해서 지식이 부족할 때, 공장을 세포에 그대로 적용함으로써 세포도 공장처럼 세포와 세포 사이에 출입하는 입구가 한정되어 있다는 식으로 이해할 수 있다(Orgill, 2013).

본 연구에서 보면, 좋은책 신사고의 경우 구체적으로 어떤 면에서 어떻게 과자공장과 세포가 연결되는지 목표물과 비유물 사이의 관계를 명확하게 설명하지 않았다. 아마도 조사한 우리나라 중학교 과학 교과서에서 사용된 점묘식 그림과 같은 비유나 과자공장의 비유는 학생들이 세포를 이해하는 데 그다지 도움을 주지 못했을 가능성이 있다.

상대적으로 글렌코 과학 교과서의 경우 비유물을 사용하는 방식이 많이 달랐다. 비유물(피자집)이 목표물인 세포의 특성과 조직 그리고 기능을 설명하는 데 일관되게 사용되었을 뿐만 아니라, 비유물과 목표물 사이의 관계를 명확하게 설명하고 있다. 그것은 단지 세포의 조직을 설명하는 것뿐만 아니라, 세포를 구성하는 다양한 조직들의 기능을 설명하는 경우에도 적용되고 있다. 예를 들면 다음과 같은 식이다.

하나의 **피자집**은 하나의 **세포**와 비교될 수 있다. 피자집은 건물이 필요하다. 내부 공간은 영업 활동을 하는 데 필요하다. 피자를 만드는데 필요한 재료들은 - 밀가루 반죽, 치즈, 토마토 소스, 토핑-준비되어야 하고, 요리해서 제공해야 한다. 재료나 생산물을 저장하기 위한 창고 또한 필요하다. 전기는 오븐을 돌리고, 매장의 전기를 제공하고 매장

의 난방을 하는데 필요하다.

매니저는 전체 매장의 운영을 총괄한다. 매니저는 매장의 모든 종업원들의 활동에 대한 계획을 짠다. . . . 세포는 생명활동이 일어나는 경계가 있다. . . . 세포는 생명활동을 유지하는데 필요로 하는 물질을 만들고 에너지를 공급하기 위해서 여러 재료를 사용하는 부분을 갖고 있다.

<중략>

세포의 **매니저**는 **핵**이다. 핵은 세포의 모든 활동을 통제한다. 핵 안에 **크로모솨**가 있는데, 이것은 매장을 운영하는데 매니저가 따르는 **영업 계획**과 같은 것이다. . . . **피자매장**이 **영업 계획**을 갖고 있는 것처럼, **크로모솨**는 **세포에 대한 계획**을 갖고 있다. 크로모솨는 어떤 생명체가 예를 들어, 키, 머리색, 눈의 색 등과 같이 어떤 특징을 갖고 있을 것인가를 결정하는 중요한 화학물인 DNA를 갖고 있다.

<중략>

세포는 에너지를 필요로 한다. 세포는 세포의 활동에 에너지를 공급하는 **미토콘드리아**라고 불리는 세포소기관을 갖고 있다. **미토콘드리아**는 소시지 형태로 만들어진 식물이나 동물의 **발전소**이다. (글렌코, pp.65-69)

이 교과서는 피자매장과 세포가 유사한지 학생들이 이해하지 못할 수 있다고 생각하고, 피자매장의 내부 구성이나 운영되는 방식 등을 상세하게 설명한다. 단원의 앞에서 피자매장과 세포가 기능이나 구조면에서 유사하다는 점만 부각시키고, 세포의 여러 소기관을 설명하는 부분에서 비유물과 목표물을 보다 구체적으로 연결시키고 있다. 멤브레인은 세포의 벽이며, 세포의 매니저는 핵이며, 크로모솨는 영업 계획이며, 미토콘드리아는 에너지를 공급하는 발전소나 가스회사라는 식이다. 세포라는 생명체의 작은 단위가 어떤 모습을 하고 있고, 어떤 기능과 역할을 하는지 피자집을 비유로 들면서 일관

되게 세포와 피자집을 연결시키고 있다. 따라서 이 글을 읽는 학생은 처음부터 끝까지 세포를 이해하기 위해서, 피자집을 염두에 두고 서로의 공통점을 생각하면서 읽을 수 있다. 세포 내에 어떤 구조를 갖고 있고, 세포를 구성하는 소기관들이 어떤 기능을 수행하는지 학생들은 피자집을 생각하면 도움이 된다. 단지 구조적인 유사성뿐만 아니라 세부 구조나 기능면에서 비유물을 사용한 상세한 설명은 우리나라 과학 교과서를 제작하는 과정에서 보다 유의할 필요가 있다. 단순히 교과서가 필요한 과학적 지식을 전문용어를 사용하여 전달하는 매개체가 아니라, 학생들에게 과학 지식에 대한 흥미와 이해를 돕는 텍스트라는 점에서 접근할 필요가 있다.

4. 텍스트의 질문의 특성과 탐구활동의 개방성

탐구활동의 특징을 살펴보기 위해서 양국 중학교 과학 교과서의 문장 대비 질문의 비율과 경험 질문의 비율을 살펴보면 다음과 같다.

<표 12> 교과서 내 문장의 개수 비율

교과서	질문 수	체험질문 수	총 문장의 수	문장대비 질문의 비율	체험질문의 비율
좋은책 신사고	19개	4개	119	16%	21%
동아출판	3개	2개	90	3.3%	66%
교학사	7개	0개	70	10%	0%
천재교과서	12개	4개	54	22.2%	33%
글렌코	14개	10개	161	8.6%	71.4%

의문문을 체험 질문과 비체험 질문으로 나누었을 때, 체험 질문은 학생들이 과학 체험 활동을 바탕으로 질문에 답하는 형태이다. 체험 질문의 비율을 보면, 글렌코 과학 교과서가 71.4%로 가장 높고, 우리나라 교과서는 0~66%의 분포를 보였다. 상대적으로 동아출판이 가장 높았고, 교학사는 체험 질문이 없었다.

<표 13> 비체험 질문의 양식에 따른 교과서별 특징

비체험 질문	좋은책 신사고	동아출판	교학사	천재 교과서	글렌코
수사적 질문	8	0	1	1	1
직접 정보 질문	5	0	0	4	0
초점 질문	1	1	5	3	2
개방형 질문	1	0	0	0	1
가치를 묻는 질문	0	0	0	0	0

체험 질문을 제외한, 비체험 질문을 분석해보면, <표 13>에 나타난 것처럼, 좋은책 신사고나 천재교과서의 경우 직접 정보를 묻는 질문이 상대적으로 많았다. 다시 말하면, 제시된 내용에 대해서 단순히 이해를 확인하기 위한 질문이거나 정답이 정해져 있는 단답형 형태의 질문이 많았다. 상대적으로 글렌코 과학 교과서는 사실 정보를 묻는 질문은 없었다. 이런 특징은 우리나라 고등학교 지구과학 교과서와 미국 교과서를 비교한 연구에서도 나타난다(Park, 2005). 정답이 정해져 있지 않은 개방형 질문의 경우 좋은책 신사고와 글렌코 과학 교과서만 각각 한 개씩 있었다.

<표 14> 탐구활동 유형의 개방성에 따른 교과서별 특징

교과서	탐구활동 유형	탐구활동 개방성
교학사	식물세포와 동물세포의 관찰 및 비교	1
동이출판	식물세포와 동물세포의 관찰 및 비교	1
좋은책 신사고	식물세포와 동물세포의 관찰 및 비교	1
	세포 모형 만들기	1
천재교과서	식물세포와 동물세포의 관찰 및 비교	1
글렌코	양과 세포의 관찰	1
	세포형태를 만드는 활동	1
	식물세포와 동물세포의 관찰 및 비교	1

5종 교과서 모두 한 개 이상의 탐구활동을 제시했다. Herron(1971)이 제시한 기준으로 탐구활동의 개방성을 살펴보면, 다섯 종 교과서 모두 탐구 문제와 실험 절차에 대해서 상세한 정보를 제공하고 있으며, 관찰한 결과에 대해서만 학생들이 답하도록 하고 있다. 따라서 탐구활동의 개방성 측면에서 1단계 수준이 주를 이루고 있다. 이 점은 우리나라 네 종의 과학 교과서와 미국의 글렌코 교과서 사이에 큰 차이가 없다. 아마도 중학교 일학년 수준이라는 것을 고려하여, 탐구활동을 하는 경우에 실험의 절차나 내용에 대해서 상세한 정보를 제공하고 있다고 볼 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 우리나라 중학교 과학 교과서와 미국의 글렌코 과학 교과서의 세포 단원을 중심으로 여러 가지 측면에서 비교 분석하였다. 네 가지 측면에서 우리나라 과학 교과서와 미국의 글렌코 과학 교과서를 비교 분석한 것을 보면, 탐구활동과 관련하여 질문 내용의 개방성에서 뚜렷한 차이는 없었지만, 텍스트로서 소개와 글의 구성, 전문용어와 일반용어의 사용 비율, 텍스트 내에서 질문 사용에서 차이를 보였다. 특히 우리의 중학교 과학 교과서는 미국 글렌코 교과서에 비해서 하나의 읽기 교재로서 내용의 조직, 어휘의 선택 그리고 비유를 사용하는 방식에서 학생 친화적 특성을 보여주지 못했다. 상대적으로 내용이나 개념에 대한 상세한 설명이나 소개보다는 과학적 사실과 지식을 집중적으로 소개하는 데 중점을 두고 있다.

물론 이 연구는 몇 가지 한계를 갖는다. 첫째, 세포 단원을 중심으로 심층 분석을 했지만, 위에서 언급한 특징이나 차이가 해당 교과서 전체에서 나타난다고 말할 수 없다. 교과서가 대개 한 단원의 체제가 다른 단원에도 반복되기 때문에, 한 단원의 비교 분석을 통해서 전체 단원의 구조나 내용을 유추할 수 있지만, 여전히 일반화의 한계는 남는다. 더 나아가 이런 차이가 우리나라 과학 교과서와 미국 교과서 전반에 존재한다고 말할 수 없다. 또한 이런 차이가 실질적으로 학습에 어떤 영향을 미치는지 실험을 통한 경험적 결과를 얻지 못한 상태에서, 어떤 교과서가 어떤 교과서보다 질적으로 우수하거나 우수하지 않다고 말하는 것은 조심할 필요가 있다. 마지막으로 본 연구에서 사용한 네 가지 분석 기준들 중에서 비유를 제외하면, 아직은 이론적인 엄격함이나 그런 내용을 분석할 수 있는 객관적인 분석틀의 측면에서 개선

의 여지가 있다.

이런 한계에도 불구하고, 우리나라 중학교 과학 교과서는 여러 가지 면에서 개선의 여지가 있다. 먼저 과학적 개념을 설명하는 데 비유와 같은 다양한 설명 장치를 고려할 필요가 있다. 교과서는 교사가 활용하는 매체일 뿐만 아니라, 학생이 학습하는 자료다. 따라서 여러 가지 다양한 장치를 통해서 학생들이 교과서에 제시된 개념이나 정보를 쉽게 이해할 수 있도록 구성할 필요가 있다. 그러한 노력은 적절한 어휘의 선택, 적절한 비유의 활용, 스토리텔링 기법을 활용한 흥미 있는 글의 구성이나 단원에서 소개된 주제들의 논리적 구성으로 나타날 수 있다. 또한 개념이나 내용에 대한 피상적 수준의 설명으로 그치지 말고, 보다 상세하고 다양한 적용 사례, 비유, 또는 설명을 제공할 필요가 있다. 이런 점들이 고려되었을 때 적어도 교과서는 보다 학생 친화적이고 유익한 학습 자료가 될 수 있다.

앞으로 다른 나라와 우리나라의 과학 교과서를 비교한 후속 연구가 진행될 필요가 있으며, 과학 교과서뿐만 아니라 다른 교과목의 교과서들도 비교 연구를 확장할 필요가 있다. 특히 교과서가 학생들이 사용하는 학습 교재라는 측면에서 우리나라 교과서가 얼마나 학생 친화적으로 제작되었는지 살펴볼 필요가 있다. 더불어 이번 연구를 통해서 과학 교육에서는 상대적으로 다양한 과학적이고 객관적인 분석틀을 개발해서 사용하고 있는 것을 알게 되었다. 이런 객관적이고 과학적인 분석적인 틀을 다른 교과에서도 개발할 필요가 있다. 무엇이 좋은 교과서이고 어떤 특징을 갖출 필요가 있는지 비교 분석할 수 있는 틀은 교과서의 향상 및 학교 교육을 위해서 꼭 필요한 작업이라고 생각한다.*

* 이 논문은 2015. 5. 11. 투고되었으며, 2015. 5. 18. 심사가 시작되어 2015. 6. 13. 심사가 완료되었고, 2015. 6. 15. 편집위원회 심의를 거쳐 게재가 확정되었음.

참고 문헌

- 김영민·박희숙(2000), 「중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사」, 『한국과학교육학회지』 20(3), pp.411-420.
- 김재춘(2008), 「한국, 일본, 중국 중학교 과학 교과서 내용 조직 방식 비교 분석: ‘빛 단원’을 중심으로」, 『교육과학연구』 39(2), pp.45-68.
- 노태희·권혁순·김동연·채우기(1997), 「제6차 교육과정에 따른 중등 과학 교과서 화학 영역의 비유 분석」, 『화학교육』 24(1), pp.1-8.
- 노태희, 안인영, 강석진(2013), 「2007 개정 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 분석」, 『대한화학회지』 57(3), pp.398-404.
- 박희송 외 12인(2013), 『중학교 과학 1』, 교학사.
- 배진순, 정화숙(2005), 「고등학교 생물 교과서에 제시된 비유의 유형화 역할 분석」, 『과학교육연구지』 29, pp.29-44.
- 신영준 외 11인(2013), 『중학교 과학 1』, 천재교과서.
- 이병민(2014), 「한국과 미국의 경제관련 중등 교과서 비교- 지식과 창의성 신장을 위한 읽기 이해 중심으로」, 『국어교육연구』 13, pp.273-318.
- 이선경·김희백(1999), 「중학교 과학 교과서의 생물 영역에 포함된 비유 분석」, 『생물교육』 24(4), pp.357-367.
- 이진승 외 13인(2013), 『중학교 과학 1』, 동아출판.
- 이춘식(2015), 「중학교 기술·가정, 과학 교과서의 원자력 관련 교육내용 분석」, 『한국실과교육학회지』 28(1), pp.89-103.
- 주소현·김희백(2000), 「제6차 교육과정에 의한 고등학교 생물교과서 비유분석」, 『한국생물교육학회지』 28(4), pp.363-372.
- 최경희·이영애·류수경(2003), 「고등학교 과학교과서에 제시된 비유 분석 및 비교」, 『한국과학교육학회지』 23(2), pp.165-175.
- 현중오 외(2013), 『중학교 과학 1』, 좋은책 신사고.
- Anderson, R. C., & Pearson, P. D.(1984), *A schema-theoretic view of basic processes in reading comprehension*, In Pearson, P. D., Barr, R., & Kamil M. L.(1984), *Handbook of Reading Research*, Psychology Press.

- Ausubel, D. P.(1968), *Educational psychology: A cognitive view*, New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Bean, T. W., Searles, D., & Cowen, S.(1990), "Text-based analogies", *Reading Psychology* 11, pp.323 - 333.
- Blaustein, D, Matthias, W., Butler, L., & Hixson, B.(2003), *Science: An Introduction to Life, the Earth, and Physical Sciences*. New York: Glencoe.
- Bryce, N.(2013), *Textual features and language demands of primary grade science textbooks: the call for more informational texts in primary grades*, In M. S. Khine (ed.), *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating instructional effectiveness*, Springer.
- Chambliss, M. J., & Calfee, R. C.(1989), "Designing science textbooks to enhance student understanding", *Educational Psychologist* 24(3), pp.307 - 322.
- Curtis, R. V., & Reigeluth, C. M.(1984), "The use of analogies in written text", *Instructional Science* 13(2), pp.99-117.
- Dagher, Z. R.(1994), "Does the use of analogies contribute to conceptual change?", *Science Education* 78(6), pp.601-614.
- Dagher, Z. R.(1995), "Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education", *Science Education* 79(3), pp.295 - 312,
- Devetak, I, Vogrinc, J., & Glažar, S. A.(2010), "States of matter explanations in Slovenian textbooks for students aged 6 to 14", *International Journal of Environmental and Science Education* 5(2), pp.217 - 235.
- Devetak, L. & Vogrinc, J.(2013), *The criteria for evaluating the quality of the science textbooks*, In M. S. Khine (ed.), *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating instructional effectiveness*, Springer.
- Gardner, H.(2010), *Five minds for the future*. Boston, Harvard University Press.
- Gilbert, S. W.(1989), "An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts", *Journal of Research in Science Teaching* 26, pp.315 - 327.

- Glynn, S. M.(1991), *Explaining science concepts: A teaching-with analogies model*, In S. Glynn, R. Yeany, & B. Britton (eds.), *The psychology of learning science*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Glynn, S. M., & Takahashi, T.(1998), "Learning from analogy-enhanced science text", *Journal of Research in Science Teaching* 35, pp.1129 - 1149.
- Groves, F. H.(1995), "Science vocabulary load of selected secondary science textbooks", *School Science and Mathematics* 95(5), pp.231-235.
- Harrison, A. G., & Coll, R. K.(2008), *Using Analogies in Middle and Secondary Science Classrooms: The FAR Guide*. California: Corwin Press.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F.(1993), "Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics", *Journal of Research in Science Teaching* 30, pp.1291 - 1307.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F.(1996), "Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry", *Science Education* 80(5), pp.509-534.
- Herron, M. D.(1971), "The nature of scientific enquiry", *School Review* 79, pp.171-212.
- Irez, S.(2009), "Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks", *Science Education* 93(3), pp.422-447.
- Izquierdo, M. & Marquez, C.(2008), "A proposal for textbook analysis: Rhetorical structures", *Science Education International* 19(2), pp.209-218.
- Lemke, J. L.(1990), *Talking science: Language, learning, and values*, Norwood, NJ: Ablex.
- Orgill, M.(2013), *How Effective Is the Use of Analogies in Science Textbooks?*, In M. S. Khine (ed.), *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating instructional effectiveness*, Springer Science & Business Media.
- Orgill, M., & Bodner, G. M.(2006), "An analysis of the effectiveness of analogy use in college level biochemistry textbooks", *Journal of Research in Science Teaching* 43, pp.1040-1060.

- Paris, N. A., & Glynn, S. M.(2004), "Elaborate analogies in science text: Tools for enhancing preservice teachers' knowledge and attitudes", *Contemporary Educational Psychology* 29, pp.230-247.
- Park, D. & Lavonen, J.(2013), *An analysis of standards-based high school physics textbooks of Finland and the United States*, In M. S. Khine (ed.), *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating instructional effectiveness*, Springer Science & Business Media.
- Park, D.(2005), "Differences between a standards-based curriculum and traditional textbooks in high school earth science", *Journal of Geoscience Education* 53(5), pp.540-547.
- Park, M., Park, D., & Lee, R. E.(2009), "A Comparative Analysis of Earth Science Curriculum Using Inquiry Methodology between Korean and the U.S. Textbooks", *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 5(4), pp.395-411.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K.(1989), *Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition*, In S. Vosniadou, & A. Ortony (eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Stahl, S. A., Jacobson, M. G., Davis, C. E., & Davis, R. L.(1989), "Prior knowledge and difficult vocabulary in the comprehension of unfamiliar text", *Reading Research Quarterly* 24(1), pp.27-43.
- Stern, L., & Roseman, J.(2004), "Can middle school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061' curriculum evaluation study: Life science", *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), pp.538-568.
- Stylianidou, F., Ormerod, F., & Ogborn, J.(2002), "Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them", *International Journal of Science Education* 24(3), pp.257-283.

- Thiele, R. B., & Treagust, D. F.(1995), "Analogies in chemistry textbooks", *International Journal of Science Education* 17, pp.783-795.
- Thiele, R. B., Venville, G. J., & Treagust, D. F.(1995), "A comparative analysis of analogies in secondary biology and chemistry textbooks used in Australian schools", *Research in Science Education* 25, pp.221-230.
- Treagust, D. F.(1993), "The evolution of an approach for using analogies in teaching and learning science", *Research in Science Education* 23, pp.293-301.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G., & Venville, G. J.(1996), "Using an analogical teaching approach to engender conceptual change", *International Journal of Science Education* 18, pp.213-229.
- Yager, R. E.(1983). "The importance of terminology in teaching K-12 science", *Journal of Research in Science Teaching* 20(6), pp.577-588.

■ 국문초록

우리나라와 미국의 중학교 과학 교과서 비교

— 세포 단원의 글의 구조, 어휘, 비유, 탐구형 질문을 중심으로 —

이병민

본 연구는 네 종의 우리나라 중학교 1학년 과학 교과서와 한 종의 미국 중학교 과학 교과서를 세포 단원을 중심으로 비교 분석하였다. 주로 살펴본 내용은 교과서 내의 내용 및 텍스트와 관련된 부분으로 (1) 텍스트의 내용과 구성, (2) 과학 교과서에서 사용된 전문어휘와 일상어휘의 비율, (3) 과학 교과서에서 사용된 비유의 사용 양상, (4) 과학 교과서에 나타난 질문의 양태와 탐구활동의 개방성 등이다. 이 네 가지 기준을 통해서 전반적으로 과학 교과서의 내용이나 활동의 유용성이나 이해의 정도를 가늠해볼 수 있다. 비교 분석한 결과를 보면, 전반적으로 우리나라 중학교 1학년 과학 교과서들은 내용 구성에서 논리적 연관성이 부족하고, 전문 어휘를 상대적으로 많이 사용하고 있으며, 비유를 사용한 경우가 적거나 비유를 사용한 경우 설명이 미흡한 경향을 보였다. 또한 교과서에 등장하는 질문 유형도 체험 질문보다 비체험 질문이 많았고, 그런 질문도 대개 직접적으로 정보를 묻는 질문이 많았다. 한편, 탐구활동의 개방성을 보여주는 측면에서 양국의 교과서들은 큰 차이가 없었다.

[주제어] 언어, 과학, 어휘, 비유, 탐구 질문, 과학교육, 교과서

■ Abstract

A comparison of Korean and US middle school science textbooks

– Focusing on text structure, vocabulary, analogy, and questions of inquiry in the unit of cell –

Byungmin Lee

This study aims to compare four Korean first-year middle school science textbooks with one US counterpart published by Glencoe. The five middle school science textbooks were compared to each other, focusing on how these textbooks deal with the topic of cell from the following four features: text content and structure, vocabulary focusing on the ratio of common vs. scientific words, the usage of analogy to explain cell, and types of inquiry questions and openness of inquiry tasks. Overall the four Korean textbooks seem to be different from the US one in these four aspects. Particularly, the content of the four Korean textbooks were organized under the theme of photosynthesis while rather equally dealing with four loosely connected topics: cell, microscope, and plant and animal cells. On the other hand, the US textbook primarily covers the topic of cell, while dealing with the rest of them marginally. Also, the four Korean textbooks tend to use a higher proportion of scientific terms over common words. With respect to using analogy in the text, two Korean textbooks used analogy only at the beginning of the unit as an advanced organizer, even though one Korean textbook never used any type of analogy at all in the text. The US textbook, however, extensively and consistently uses ‘pizza shop’ to explain cell and its internal structure. Finally, even though Korean textbooks used more non-experiential questions over experiential questions, there is no significant difference in the degree of openness of inquiry task in the unit.

[key words] language, science, analogy, inquiry questions, science education, textbook

[부록]

〈표〉 중학교 과학 교과서 비유 분석을 위한 기준표⁶⁾

분류기준		설명
교과서내의 위치	선행 구성자 (Advance Organizer)	비유가 본문의 제일 첫 부분에 등장. 새로운 개념을 학습하기 위한 배경 정보로 제시.
	본문에 들어가서 기여 (embedded activator)	내용이 본격적으로 제시되는 부분에 등장. 추상적이거나 학습자에게 어려운 부분에서 설명을 도와주기 위해 사용
	마지막 정리하는 역할 (post synthesizer)	내용 설명의 마지막 부분에 등장해서, 소개한 내용을 정리하고 새로운 주제를 소개하는 역할
공유 속성	구조적	비유물의 모양, 크기, 색 등이 목표물에 대응
	기능적	비유물의 기능과 행동이 목표물에 대응
	구조적/기능적	비유물과 목표물이 구조적, 기능적 속성을 공유
표현 방식	언어	비유물이 언어로만 제시
	그림	비유물이 그림으로만 제시
	언어/그림	비유물이 그림과 언어로 제시
추상도	구체적/구체적	구체적 비유물을 구체적 목표물에 대응
	구체적/추상적	구체적 비유물을 추상적 목표물에 대응
	추상적/추상적	추상적 비유물을 추상적 목표물에 대응
대응 정도	단순	부연 설명 없이 단순히 목표물을 비유물과 비슷하다고만 표현
	부연	공유속성에 관한 언급이나 설명 제시
	확장	하나의 목표물을 설명하기 위해 여러 가지 비유물을 사용하거나 하나의 비유물이 목표물과 여러 가지 속성을 공유

6) 이 분석틀은 Thiele, Venville와 Treagust(1995)가 제시한 것을 이선경과 김희백(1999) 및 배진순과 정화숙(2006)이 사용한 것을 연구의 목적에 맞게 재구성했으며, 특히 '교과서내의 위치'와 관련해서 Curtis와 Reigeluth(1984)의 분류표를 참조하였음.

분류기준		설명
비유의 언급 여부	비유라는 용어를 사용	비유 설명에 비유라는 용어를 언급
	비유라는 용어를 사용 안 함	비유 설명에 비유라는 용어를 언급하지 않음
비유의 한계 언급 여부	비유의 한계 언급	비유설명에 비유의 한계를 언급
	비유의 한계 언급 안 함	비유 설명에 비유의 한계를 설명하지 않음