



2009 개정 과학과 교육과정과 중학교 과학 교과서의 과학 용어 사용 연계성 분석

윤은정, 박윤배*
경북대학교

Relationship of Using Science Terminology between Science Curriculum and Middle School Science Textbooks in the 2009 National Curriculum

Eunjeong Yun, Yunebae Park*
Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 August 2014

Received in revised form

30 October 2014

Accepted 31 October 2014

Keywords:

science terminology,
science textbook,
science curriculum

ABSTRACT

It is important to know science terminology when learning science. In terms of linguistic and psychological perspectives, the context of encountering a terminology for the first time is critical. If a student has not learned the terminology properly the first time, it might cause misconceptions or be a barrier in following learning. This study aims to identify how careful science terminology are used in science textbooks, and the relationship of using science terminology between science curriculum and middle school science textbooks in the 2009 National Curriculum. In addition, the educational need, the importance of science learning, proper time for teaching, & difficulty of the terminologies have been surveyed among teachers and students. As results of study show, only 25% of terminologies in science textbooks have appeared in the curriculum, and about 10% have been used in middle school science textbooks prior to science curriculum. The survey results suggested that many of those terminologies could cause problems in teaching and learning situation. The solution for them have been divided into the following: avoiding usage in textbook prior to curriculum, using earlier in textbooks, using earlier in curriculum, and reflecting curriculum precisely in the textbook. In general, the curriculum needs to state performing objectives concretely. And it is needed to examine science terminology advertently when writing textbooks.

1. 서론

대개 초등학교 4학년 이후가 되면 교과서를 포함한 교실에서 제공 되는 언어는 정보전달의 성격을 띠기 시작한다고 한다(Chall, 1996). 그런데, 학교 교육은 학생들에게 정보전달적 언어를 이해하기 위한 교육을 충분히 제공하지 못하고 있으며, 이러한 교육을 제대로 받지 못한 학생들은 이 시기부터 학습에 뒤처지기 시작한다(Chall *et al.*, 1990). 교실의 3분의 2에 해당하는 학생들은 학년 수준의 정보전달형 읽을 거리들을 읽고 이해하지 못한다고 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2007). 이와 관련하여 Gardner(2007)와 Nagy(2005)는 정보전달형 언어를 이해하는 데 필요한 필수 역량 가운데 하나로 해당 과목의 용어를 이해하는 어려움을 꼽고 있다. 즉, 용어에 대한 이해력이 과목의 학습에 크게 영향을 미치며, 용어에 대한 어려움이 학습의 장애로 이어짐을 의미한다. 이에 Yun & Park(2013a)는 과학용어로 인해 과학 교실에서 일어나는 여러 가지 문제점들을 해소하기 위한 방안으로 교과서에서 정선된 용어를 사용할 것과, 학생들에게 과학용어를 체계적으로 교육할 것을 제안한 바 있다.

교과서 집필자는 교육과정에 따라 주요 개념을 선정하고 개별 요소들의 속성에 대해 논리적 이해를 돕는 방식으로 내용을 조직한다(Park,

2010). 따라서 교과서가 정선된 용어를 사용하기 위해서는 교육과정은 교과서 집필을 위한 가이드라인을 잘 제공해줄 수 있어야 하며, 교과서는 교육과정을 충실하게 반영하여 집필되어야 한다. 이 때 교육과정이 구체적일 수록 교과서는 표준화되며 표준화된 교과서를 통해 수업 내용이 교육과정에 밀접하게 상응될 수 있게 된다(Roitman & Mayer, 1982). 그런데 교과 교육과정은 교과서에서 구체적으로 무엇을 가르치고 배울 것인가를 잘 드러내고 있어야 함에도 불구하고 우리나라 교육과정은 지나치게 간략하고 압축적이며(Hwang, 1999), 가르치고자 하는 개념이 모호하다는 비판이 과학과 교육과정에 대해 있어 왔다(Lee, 2004). 선행 연구들은 7차 교육과정의 진술을 비판한 것이었으나 이러한 현상은 2009 개정 교육과정에서도 크게 개선되지 않은 것으로 여겨진다.

우리나라의 과학과 교육과정은 활동과 목표 형태로 진술되어 있어서 가르쳐야 하는 개념들이 명확하게 드러나 있지 않다(Lee, 2004). 특히 교수 학습에 중요한 역할을 하며, 학생들이 어려워하는 용어의 사용에 대해 교육과정은 가이드라인의 역할을 충실히 할 수 있어야 함에도 불구하고(Park, 2011), 과학과 교육과정에서 용어 사용과 관련된 내용은 찾아보기 어렵다. 따라서 과학 교과서들은 집필자에 따라 매우 다양하게 용어를 사용하고 있으며, 이로 인해 여러 가지 문제점들

* 교신저자 : 박윤배 (ypark@knu.ac.kr)

** 이 보고서는 2013년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.7.0667>

을 유발하고 있다(Yun, 2012).

과학과 교육과정이 가르쳐야 하는 개념 및 과학 용어 사용에 대한 가이드라인을 제공하지 못함으로 인해 발생하는 문제점 가운데 중요한 것은 사용하지 말아야 하는 용어의 사용일 것이다. 교과서에서 너무 많은 용어를 사용하고 있거나 학생들의 수준에 비해 어려운 용어를 사용하는 것도 문제가 되지만, 더욱 중요한 것은 학생들의 과학 학습 또는 올바른 개념 형성에 방해가 되는 용어를 사용하는 것이다. 학생들이 가지고 있는 기존 개념은 새로운 지식 학습에 절대적인 영향을 미친다(Munson, 1994). 그만큼 학생들이 개념을 처음 접할 때의 경험이 중요함을 뜻한다. Nam(2011)은 학생들이 개념을 배울 때 개념의 설명 순서 또는 설명 방식에 따라 학습자의 머릿속에서 이루어지는 개념 구성에 영향을 미칠 수 있으므로 교과서에서 개념을 제시할 때 기술 자체에 오류가 없다고 하더라도 충분히 설명되지 않으면 오개념이 파생될 수 있다고 언급한 바 있다. 따라서 과학과 교육과정을 만들 때에는 중요한 개념을 담은 용어들을 언제 어떻게 제시할 것인가에 대해 충분히 고민한 뒤, 용어가 순차적이고 계획적으로 제시될 수 있도록 용어에 대한 사용 지침을 제시할 필요가 있다. 또한 과학 교과서를 집필할 때는 교육과정의 지침에 따라 용어 사용에 신중을 기해야 한다.

학생들이 중요한 과학 용어들을 처음 접할 때의 경험은 언어학적인 측면에서도 매우 중요하다. 일반적으로 글을 읽을 때 가장 중요한 것이 단어 재인 기술¹⁾이라는 사실은 이미 많은 학자들이 인정한 사실이다(Adams, 1990; Daneman, 1991; Juel, 1991; Stanovich, 1991). 그런데 읽기에 능숙하지 않을수록 글의 내용을 이해함에 있어 단어 재인 능력에 크게 영향을 받게 되며(Lovett et al., 1990), 또한 단어를 인식함에 있어 글의 맥락적 정보에 많이 의존하게 된다(Allington & Strange, 1977). 과학 교실 상황에서 다시 설명하자면, 과학적 글에 익숙한 교사의 경우 생소한 단어가 나오더라도 전체 글의 내용을 이해하는 데 크게 영향을 받지 않을 수 있는 반면, 과학적 글에 익숙하지 않은 학생들은 과학 교과서를 읽을 때 생소한 단어가 나오면 글의 전체 내용을 파악하는데 영향을 많이 미쳐서 이해에 어려움을 겪게 됨을 뜻한다. 또한 과학 교사들은 글을 읽을 때 단어 하나하나의 의미를 비교적 독립적으로 명확하게 인식할 수 있으나 학생들은 주변 맥락과 함께 인식하는 정도가 크다는 것이다. 즉, 생소한 용어가 나왔을 때 학생들은 이것을 주변의 맥락과 관련하여 의미망을 형성하게 된다. 그리고 머릿속에 의미망이 형성되고 나면 이것은 즉각적이고 자동적으로 응집된 지각 단위이기 때문에, 다음에 그 단어를 봤을 때는 처음에 형성된 맥락과 함께 떠오르는 인식을 제어할 수 없게 된다(Miller, 1998 강범모 역). 그러므로 중요한 개념을 담은 용어일수록 처음 제시되는 장면이 중요하며, 교과서에서는 계획적으로 신중하게 기술할 필요가 있는 것이다.

이러한 관점에서, 교육과정에 중요한 개념어들에 대해 가르치는 학년이 제시되고, 교과서는 해당 학년에서 충분한 설명과 함께 계획적으로 용어를 사용해야 하며 이전 단원 혹은 이전 학년의 교과서에서는 가급적 해당 용어를 사용하지 않도록 주의해야 한다. 상위 학년의 교육과정에서 가르치도록 제시된 개념어를 이전 학년 혹은 이전 단원의 교과서에서 사용하는 것은 문제점이라 할 수 있다. 현재의 과학과 교육

1) 단어 재인 기술: 시각적으로 제시된 단어를 부호화하여 지각하고, 이것을 머릿속에서 소리 정보로 변환한 다음 머리 속의 단어망에서 탐색하여 의미와 연결짓는 것을 뜻한다(Stanovich, 1991).

Table 1. Survey target distribution-teachers

성별	전공	경력		담당학년 (복수담당포함)	
		기간	인원	학년	인원
남	물리	39	61	1학년	41
	생명과학	26	32	2학년	56
여	지구과학	20	16	3학년	42
	화학	26	2		
무표기					
전체 111명					

Table 2. Survey target distribution-students

성별	인원	학년	
		학년	인원
남	408	1학년	220
여	248	2학년	277
무표기	9	3학년	168
전체 665명			

과정이 가르칠 개념어들에 대해 명시적으로 제시하고 있지 않아 사용 시기에 문제가 되는 용어들을 완벽하게 확인하는 것은 어렵다. 그러나 교육과정에 드러나는 일부 개념들에서도 이와 같은 문제점들이 발견된 적이 있다(Yun, 2012). Yun(2012)에서 제시된 사례는 7차 교육과정의 물리 영역 단원에 국한된 것이었다. 이에 본 연구에서는 현재 시행되고 있는 2009 개정 교육과정을 대상으로 하고 과학과 전 영역에 걸쳐 위와 같은 문제 사례들이 어느 정도 나타나고 있는지 알아보고, 해당 용어들에 대해 과학 교사 및 학생들은 어떻게 인식하고 있는지 조사하여 과학과 교육과정을 기술할 때 다루어야 할 용어들에 대한 지침을 제시할 필요가 있음에 대해 논의하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

먼저 분석 대상은 2009 개정 교육과정의 3학년-9학년 과학, 고등학교 과학, 물리 I, 물리 II, 생명과학 I, 생명과학 II, 지구과학 I, 지구과학 II, 화학 I, 화학 II에 사용된 과학용어들이며, 비교 대상 교과서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 1, 2, 3학년 과학 교과서이다. 이때 교과서는 한 종류의 출판사를 대상으로 했으며, 출판사는 임의로 정하였다. 2009 개정 교육과정에 따른 초등학교 교과서는 아직 모두 출판되지 않아 분석 대상에 포함할 수 없었으며, 고등학교는 모든 과목이 선택 과목에 해당하므로 용어의 제시 순서만을 단순하게 비교하여 논의하기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 중학교 과학 교과서만을 대상으로 계량적인 분석을 하였으며, 세부적인 추가 분석에서는 올해 도입되는 초등학교 3학년 1학기 과학과 4학년 1학기 과학 교과서를 부분적으로 참고하여 논의하였다. 본 연구는 한 종류의 교과서만을 대상으로 분석하였으므로, 연구 결과는 전체 교과서에서 나타날 수 있는 문제점들의 일부 사례에 불과하다.

다음으로 조사된 용어에 대한 인식 설문은 중학교 과학 교사 111명과, 중학생 665명을 대상으로 실시하였다. 설문에 응답한 과학 교사의 성별, 전공, 경력, 담당학년 분포는 Table 1에 제시하였으며, 조사대상 학생의 성별 및 학년 분포는 Table 2에 제시하였다.

2. 연구 방법

가. 과학과 교육과정보다 과학 교과서에서 먼저 사용되고 있는 용어 조사

본 연구에서는 교육과정에 제시된 용어들과 중학교 과학 교과서에 수록된 용어들을 추출하여 그 제시 순서를 비교하고자 하였다. 그러기 위해서는 교육과정의 내용 기술에서 주요 개념어들을 하나하나 추출해야 하며, 추출된 각각의 용어들이 교과서에서 언제 처음 사용되고 있는지를 찾아내야 한다. 따라서 수작업으로 하기에는 부적절하여 컴퓨터 프로그램을 활용하였으며, Yun & Park(2013b)의 과학언어 분석 프로그램을 사용하였다.

과학언어 분석 프로그램은 물리, 생명과학, 지구과학, 화학 영역의 각 학회에서 발간한 용어집과 표준국어대사전에서 각 영역의 전문어로 분류한 용어 목록과 대조하여 과학 용어를 추출하도록 설계되어 있다. 학회에서 발간한 용어집에는 해당 학문 분야에서 사용하는 용어들이 폭넓게 수용되어 있는 반면에 주요 개념어들이 누락된 경우가 많다. 반면 표준국어대사전은 용어집에서 누락된 용어들이 상당수 반영되어 있기는 하나 시대의 변천에 따른 용어사용의 변화를 수용하지 않아 현재는 잘 사용하지 않는 과거의 용어들을 일부 포함하고 있는 문제점이 있다. 따라서 표준국어대사전과 학술용어집 두 가지 모두를 기반으로 용어를 추출하게 되면 넓은 범위의 용어를 포괄적으로 수용하는 것이 가능하다. 또한 프로그램을 통해 추출된 용어에는 도서명, 과목명, 학년, 단원, 페이지 등의 수록 정보가 함께 코딩되어 있어서 용어 추출 뒤 계량적으로 제시 순서를 비교할 수 있게 된다.

다음으로 프로그램에서 추출된 용어들을 Excel 파일로 변환하여 각각의 사용 시기를 비교하였다. 본 연구에서는 사용 시기만을 비교할 것이므로 프로그램을 통해 코딩된 다른 정보들은 삭제한 뒤, 사용 시기를 자동 비교할 수 있도록 학년과 단원을 단일 코드로 코딩하였다. 이와 같은 방법으로 교육과정과 교과서 각각에 대하여 Excel 파일을 만든 다음, 최종적으로 하나의 시트로 합쳐서 두 코드를 비교하였다. 이 때 교육과정의 코드보다 교과서의 코드가 작은 값인 경우만을 추출하도록 하여 교육과정에서 보다 교과서에서 먼저 사용하고 있는 용어 목록을 얻었다.

컴퓨터 분석을 통해 교육과정보다 교과서에서 앞서 사용하고 있는 용어를 얻었으나, 여기에는 본 연구에서 논의하고자 하는 주요 과학용어들 뿐만 아니라 일상적 의미로 사용된 용어, 동음이의어 등이 포함되어 있다. 따라서 자동으로 추출된 용어들을 검토하여 과학적 의미로 사용되지 않은 경우는 제거하였다.

나. 조사된 용어에 대한 과학교사와 학생의 인식 조사

교육과정에서 보다 교과서에서 먼저 사용된 것으로 추출된 용어들을 대상으로 교사와 학생용 설문지를 각각 제작하였다. 교사 대상 설문에서는 개별 용어에 대하여 교육의 필요성 및 과학학습에의 중요성을 물었으며, 교육과정의 시기와 교과서의 시기를 함께 제시한 뒤 적절한 교육 시기를 표시하도록 하였다(Figure 1 참조). 또한 교사의 전공에 따라 용어에 대한 인식에 차이를 보이는 것을 고려하여(Yun & Park, 2013c), 교육과정에 제시된 단원을 기준으로 하여 용어를 물리, 생명과

- A : 교육과정의 시기(가) 보다 더 높은 학년에서 가르치는 것이 좋다.
- B : 교육과정의 시기(가)에 가르치는 것이 좋다.
- C : 교육과정의 시기(가) 보다 낮은 학년에서 가르쳐도 좋으나, (나)의 시기는 적절하지 않다.
- D : 교과서의 시기(나)에 가르치는 것이 좋다.
- E : 과학 학습의 측면에서 필요한 용어이기는 하나 중학생 정도의 학생이라면 대부분 이해하고 있을 것 이므로 별도의 설명을 할 필요가 없다.
- F : 과학 학습에 별로 중요하지 않은 용어이므로 교육과정이나 교과서를 통해 설명할 필요가 없다.

용어	교육과정의 시기(가)			교과서의 시기(나)			A	B	C	D	E	F
	학년	단원	단원명	학년	단원	단원명						
직류	9	1	전기와 자기	8	1	물질의 구성						
발전기	9	1	전기와 자기	7	5	열과 우리 생활						
모터	9	1	전기와 자기	7	4	융합성						
표준 속도	물리 I	1	시간 공간 운동	7	7	수평의 구성과 순환						
	물리 I	1	시간 공간 운동	7	1	과학이란						

Figure 1. Sample of questionnaire for science teacher

단어	해당 하는 곳에 O 표시 하세요			이 단어를 보고 가장 먼저 생각하는 단어 한 가지를 적으세요 (깊이 생각하지 말고 생각나는 단어가 없으면 비워주세요)
	단어의 뜻을 정확하게 알고 있다	들어본 적은 있으나 정확한 뜻은 모르겠다	잘 모르겠다	
우리는하				
가속도				
광학				
생명공학				
양자				
음성				
재조합				
제조				
줄기세포				

Figure 2. Sample of questionnaire for student

학, 지구과학, 화학 각 영역별로 나눈 뒤 각 영역별로 구분하여 해당 전공의 교사들에게 설문지를 배부하였다. 교사 1인당 총 제시 용어는 100개 정도였으며, 피로 효과 및 제시 순서에 따른 효과를 줄이기 위하여 개인별로 용어 제시 순서를 다르게 하였다.

다음으로 학생 설문지는 개별 용어를 제시하고 용어에 대한 개인의 인식을 ‘정확하게 알고 있다’, ‘들어본 적은 있으나 정확한 뜻은 모르겠다’, ‘잘 모르겠다’의 세 단계로 나누어 표시하도록 하였으며, 본인이 잘 알고 있다고 생각하고 있더라도 실제로는 잘 모르고 있거나 혹은 다른 의미로 인식하고 있는 경우가 있을 것을 감안하여 용어에 대한 연상어를 함께 적도록 하였다(Figure 2 참조). 설문 결과에서 실제로 잘 알고 있다고 응답했으나 연상어에 다른 의미로 반응한 경우는 잘 모르는 것으로 응답을 변경하여 처리하였다. 예를 들어 전기단원의 ‘대전’에 대해 ‘정확하게 알고 있다’고 응답하였으나 연상어에 ‘전투’라고 반응한 경우는 잘 모르는 것으로 코딩하여 처리하였다. 설문 진행은 과학 교사가 과학 수업 시간에 실시하여 일상적인 과학 수업 시간과 같은 환경에서 이루어졌으며, 설문에 앞서 별도로 과학적 상황이라는 주지는 시키지 않았다. 이는 연구자의 경험에 비추어 과학 수업시간이라고 해서 모든 학생들의 사고가 과학적 상황으로 몰입되어 있다고 보장하기는 어려우므로 일반적으로 과학 교사와 학생들이 소통하는 장면과 유사하도록 한 것이다. 그러나 실제로 학생들이 맥락의 제시 여부에 따라 어느 정도 사고의 차이를 보이는가에 대한 것은 추가적인 연구가 필하다고 여겨지며, 이에 본 연구에서는 단어 인식에 있어 맥락적 효과가 일부 있을 수 있음이 제한점이라고 볼 수 있다. 학생 설문은 각 학년별로 이미 학습한 단원에 제시된 용어만을 대상으로 하였으며, 세부 영역을 따로 구분하지 않았고, 교사 설문과 마찬가지로 피로 효과 및 제시 순서에 따른 효과를 피하기 위해 개인별로 용어 제시 순서를 다르게 하였다. 또한 역시 피로 효과를 줄이기 위해 1인당 제시 용어는 50개로 제한하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학과 교육과정에서 보다 과학 교과서에서 먼저 사용하고 있는 용어

먼저 2009 개정 과학과 교육과정의 학습 내용 부분에 제시된 과학 용어는 초등학교 372개, 중학교 287개, 고등학교 718개로 총 1,377개였으며, 중학교 1학년에서부터 3학년까지 과학 교과서 세 권에 수록된 과학용어는 3,659개였다. 그리고 중학교 과학 교과서에서 사용된 과학용어 가운데 전 학년의 교육과정에서 단 한 번도 언급되지 않은 용어는 2,727개였으며, 반대로 초등학교 교육과정에 제시되어 있으나 중학교 교과서에서 한 번도 사용되지 않은 용어도 10여 개 있는 것으로 나타났다.

컴퓨터를 이용한 자동 분석을 통해 교육과정보다 교과서에서 먼저 사용하고 있는 사례로 추출된 용어는 총 345개였으며, 이 가운데 동음이의어 및 과학적 의미로 사용되지 않은 경우 등을 제거하고 313개의 용어를 최종적으로 추출하였다. 추출된 313개의 용어 가운데 일부를 교육과정과 교과서의 제시 시기와 함께 Table 3에 제시하였다. 분석의 편의상 사용된 학년과 단원의 숫자를 연결하여 코딩하였다. 예를 들어 코드 '73'은 7학년 3단원에서 처음 사용되었다는 의미이며, 코드 '82'는 8학년 2단원, 코드 '생명과학12'는 고등학교 생명과학 I의 2단원에서 사용되었다는 의미이다. 따라서 교육과정 코딩보다 교과서 코딩이 숫자가 적은 것은 교육과정에서 제시하기 이전에 교과서에서 사용하고 있는 사례에 해당한다(Table 3 참조).

Table 3에 제시된 용어들을 살펴보면 '속력', '속도', '가속도', '세포 호흡', '분자' 등 교육과정과 사용 시기를 일치시켜야 될 것으로 여겨지는 것도 있지만, '망원경', '모터', '인공위성' 등과 같이 그 원리를 모르더라도 학생들의 수준에 맞추어서 사용한다면 용어 사용 자체에는 크게 문제가 없을 것으로 여겨지는 것들도 있다. 또한 '혈액', '개체' 등은 개념의 어려움 보다는 표현하는 용어가 어휘력이 낮은 학생들에게는 친숙하지 않을 수 있으며, 보다 쉬운 표현으로 바꾸어 쓰는 것도 가능한 사례에 해당한다. 따라서 313개의 용어에 대해 일괄적으로 문제점을 논하기는 어려우므로 사례별로 몇몇 용어만을 대상으로 교육과정과 교과서에서의 실제 사용 형태를 구체적으로 살펴보았다.

가. 속력, 속도, 가속도

'속력', '속도', '가속도'는 물리에서 중요하게 다루고 있으며, 학생들이 혼동하거나 어려워하기 쉬운 개념에 해당한다. 2009 개정 교육과정에서는 중학교 1학년 3단원에서 '속력'이라는 용어를 처음 사용하여 가르치도록 이야기하고 있다. 이에 앞서 초등학교 5학년에서 속력의 개념은 다루고 있으나 이때는 '속력' 대신에 '빠르기'라는 표현을 사용하고 있으므로, 교육과정을 기준으로 보면 학생들은 '속력'이라는 용어를 중학교 1학년에서 처음 배우도록 제시되어 있는 셈이다. 이후 고등학교 물리 I 교육과정에서 '속도'와 '가속도'를 배우도록 정하고 있다(Table 4 참조).

그런데 교과서에서는 '속력', '속도', '가속도' 모두 교육과정에서 보다 먼저 사용하고 있다. 중학교 1학년 교과서 '3. 힘과 운동' 단원에서는 '물체의 빠르기를 수치로 나타낸 값을 속력이라 하고, 단위로는

Table 3. Time of terminology used in textbook and curriculum

기본형	교육과정	교과서	기본형	교육과정	교과서
속력	73	72	마이크로파	물리26	82
대류	75	72	천체망원경	물리26	93
분자	76	74	양자	물리27	98
해수	77	72	전자현미경	물리27	74
빙하	77	72	감수분열	생명과학12	94
기후	77	72	염색체이상	생명과학13	96
원소	81	72	돌연변이	생명과학13	96
전자	81	72	기관계	생명과학14	74
전하	81	73	홍분	생명과학15	84
전파	82	72	체온조절	생명과학15	87
대기대순환	83	72	개체군	생명과학17	96
혈액	84	72	적조현상	생명과학18	77
어는점	85	75	세포소기관	생명과학21	74
끓는점	85	75	원핵세포	생명과학21	96
밀도	85	83	진핵세포	생명과학21	96
빛에너지	86	74	삼투	생명과학21	74
신경계	87	84	미토콘드리아	생명과학22	74
호르몬	87	84	세포호흡	생명과학22	84
대전	91	81	형질발현	생명과학23	96
전력	91	77	줄기세포	생명과학24	98
발전기	91	75	변이	생명과학26	96
생식	94	84	수질오염	지구과학16	77
산화	95	81	연주운동	지구과학18	93
형질	96	94	쌀알무늬	지구과학18	93
은하	97	73	채층	지구과학18	93
시차	97	93	홍염	지구과학18	93
인공위성	97	72	코로나	지구과학18	93
속도	물리11	72	시운동	지구과학18	93
가속도	물리11	98	공전주기	지구과학18	93
자성	물리13	72	자전주기	지구과학18	93
절연체	물리14	91	우주개발	지구과학19	82
엘리디	물리14	82	나선팔	지구과학210	97
초음파	물리15	72	산란	지구과학210	87
축전기	물리16	91	구상성단	지구과학210	97
교류	물리16	91	외부은하	지구과학211	97
음성신호	물리16	82	조암광물	지구과학22	72
풍력발전기	물리17	91	마그마	지구과학22	72
열기관	물리18	75	대륙이동설	지구과학23	72
전동기	물리18	86	심층해류	지구과학27	77
등속운동	물리21	73	산화환원반응	화학14	95
절대온도	물리22	75	열용량	화학21	75
엑스선	물리26	72	모세관현상	화학21	74

Table 4. 'speed', 'velocity', 'acceleration' used in 2009 National Curriculum

학년	단원	학습 내용
초등학교 5학년	6. 물체의 빠르기	· 시간에 따른 위치의 변화로 물체의 운동을 이해하고, 운동하는 물체를 관찰하여 빠르기를 정성적으로 이해한다.
중학교 1학년	3. 힘과 운동	· '물체의 직선 운동에서 속력이 일정한 운동과 속력이 일정하게 증가하거나 감소하는 운동을 다룬다.' · '거리-시간, 속도-시간 그래프를 해석하여 물체의 운동을 설명할 수 있다.'
고등학교 물리 I	1. 시간, 공간, 운동	· 속도, 가속도의 개념을 이해한다.

m/s, km/h 등을 사용한다'라고 하고 있어 초등학교에서 배운 '빠르기'의 개념을 '속력'이라는 용어를 도입하여 연결하고 있다. 문제는 이보다 앞 단원인 '2. 지구계와 지권의 변화'에서 '속력'을 사용하고 있다는 것이다. 용어를 배우기도 전에 활용 장면부터 접하게 되는 것이다. 그런데 더 큰 문제는 이 단원에서 고등학교 교육과정에서 제시하고 있는 '속도'까지도 사용하고 있으며, 심지어 '속력'과 '속도'를 구분 없이 섞어서 사용하고 있다는 것이다. 다음은 중학교 1학년 2단원에서 발췌한 문장들이다.

“지진파는 지구 내부를 통과하면서 속력이 변하며, 특히 어떤 깊이에서는 지진파의 속력이 크게 변한다”

“지진파의 속도 (km/s)”

“녹인 살릴이 식어서 굳는 속도와 결정의 크기는 어떤 관계가 있는가”

이러한 상황에서는 학생들이 머리 속에 '속력'과 '속도'에 대한 정확한 개념을 인식하기가 어려울 것이며, 추후 두 용어를 학습하는 데에도 장애가 될 것으로 여겨진다. '가속도' 역시 고등학교 물리 I에서 개념을 배우도록 되어 있음에도 불구하고, 중학교 3학년 교과서 8단원에서 아래와 같이 사용하고 있었다.

“스마트폰을 기울여 게임을 하고, 내비게이션으로도 사용할 수 있는 것은 MEMS 기술을 이용하여 만든 초소형 가속도 센서나 지자기 센서 등이 있기 때문이다”

이처럼, 속력, 속도, 가속도를 가르치는 단원에서는 비교적 주의를 기울여 용어를 사용하고 있으나, 이 외의 단원에서는 그렇지 못함으로 인해 학생들에게 용어 및 개념 습득에 혼란을 줄 수 있음을 알 수 있다. 따라서 주의 깊게 사용해야 하는 개념어들은 교육과정에서 다루기 이전에 교과서에서 사용하지 않도록 교과서 집필 시 주의해야 한다.

나. 망원경

'망원경'은 중학교 3학년 교육과정 '태양계' 단원 '육안 및 망원경으로 천체 관측하기'에서 처음으로 언급하고 있다. 그런데 교과서에서는 초등학교 3학년에서 부터 사용되고 있다. 얼핏 '망원경'과 같이 일상생활에서 많이 사용하는 단어들은 특별히 주의를 기울이지 않아도 문제가 되지 않을 것으로 생각하기 쉬우나, 교과서에서 사용되고 있는 형태를 살펴보면 문제점이 있음을 확인할 수 있다. 먼저, '망원경'을 표준국어대사전에서 검색하면 “두 개 이상의 볼록 렌즈를 맞추어서 멀리 있는 물체 따위를 크고 정확하게 보도록 만든 장치”라고 정의하고 있으며, 물리 분야의 전문어로 분류하고 있다. 그런데, 사람들이 일상생활에서 '망원경'이라는 단어를 사용할 때 이러한 정의를 정확하게 인지하고 있다는 것을 전제하기는 어려울 것이다. 과학 교육에서는 일반인의 과학적 소양 측면에서 이런 간단한 용어들의 의미를 정확하게 알고 사용하도록 할 필요가 있을 것이다. 그러나 모든 용어들을 일일이 다 교육할 수는 없으므로 일상생활에서 많이 사용되고 있으면서 과학 교육 과정에서도 지속적으로 사용되고 있는 용어들의 경우 정확한 용법을 설명할 필요성이 높다고 볼 수 있겠다.

한편, '망원경'은 교과서에서 아래와 같이 사용되고 있다.

초 3. 동물의 한살이

“새를 연구하는 과학자는 새가 놀라지 않도록 멀리 떨어져서 망원경으로 행동을 관찰합니다”

중 2. 빛과 파동

“이러한 성질을 이용하여 반사 망원경으로 희미한 별빛을 모아 관측하고, 손전등으로 전구의 빛이 멀리까지 나아가도록 한다”

중 3. 태양계의 이해

“멀리 있는 사물을 가까이 있는 것처럼 확대하여 볼 수 있게 해 주는 망원경은 1608년경에 네덜란드의 한 안경점 주인이 처음 만든 것으로 알려져 있다. 이 신기한 도구에 대한 소식을 들은 갈릴레오는 스스로 그 원리를 알아내어 그동안 인간이 맨눈으로 보지 못했던 작고 어두운 천체를 볼 수 있는 천체 망원경으로 개량하였다. 천체 망원경은 빛을 모으는 방식에 따라 굴절 망원경과 반사 망원경으로 구분 된다”

초등학교 3학년에서부터 중학교 2학년까지는 별다른 설명이나 정의의 제시 없이 그냥 사용하고 있다가 중학교 3학년 교과서에서 굵은 글씨로 표현하고 그 정의를 설명하고 있다. 또한 중학교 3학년에서 망원경의 구분을 배우기도 전에 중학교 2학년에서 '반사 망원경'을 활용하고 있다. 이러한 사용에 대하여 네 가지 정도의 문제점들을 기술해 보았다.

첫째, '망원경'의 정의와 설명을 과학 교육에서 할 필요가 있는가에 대한 문제이다. 과학에서의 망원경은 일상생활에서 사용하는 단순한 망원경에서 보다 의미가 확장된다. 중학교 수준에서만 보더라도 '망원경-천체망원경-굴절반사망원경'으로 세분화 되는 것을 볼 수 있다. 따라서 '망원경' 자체에서 끝나는 것이 아니라 이것이 과학적 상황에서 여러 가지로 활용되고 의미를 확장하는 후속 학습을 위해서는 처음 사용할 때부터 정확하게 그 의미를 설명할 필요가 있을 것이다.

둘째, 그렇다면 '망원경'의 정의를 언제 제시할 것인가의 문제이다. 망원경의 과학적 원리를 정확하게 이해하는 것은 빛의 성질이나 렌즈에 대해서 학습한 뒤에 가능하다. 그러나 현재 중학교 3학년 교과서에 제시된 '멀리 있는 사물을 가까이 있는 것처럼 확대하여 볼 수 있게 해 주는 것' 정도의 설명은 초등학교에서도 가능하다. 그리고 빛과 렌즈에 대해서 학습한 뒤에는 광학적 원리에 대해서 설명할 수 있을 것이다. 따라서 '망원경'이 제시될 때 학생들의 수준에 맞는 단계적인 설명이 제시될 필요가 있을 것이다.

셋째, 위계적인 용어들의 제시 순서의 문제이다. 용어의 위계상 '망원경-천체망원경-반사굴절망원경'의 순서로 설명되는 것이 바람직해 보이나, 현재 교과서에는 '천체망원경'보다 '반사망원경'을 먼저 사용하고 있다. 참고로 2009 개정 교육과정에는 '천체망원경'이 고등학교 물리 II의 학습 내용에 제시되어 있다. 따라서 현재는 교육과정과 교과서의 용어 사용의 연계뿐만 아니라, 교과서 내에서도 학년 사이에 용어 사용의 연계가 잘 되고 있지 않음을 알 수 있다. 따라서 위계적으로 확장되어 사용되는 용어 가운데 교육적 필요성이 있는 것들에 대해서는 교육과정에 각 단계별로 제시 수준과 함께 나타낼 필요가 있을 것이다.

마지막으로, 교과서 용어 색인에 대한 문제이다. 초등학교에서 부터 사용되고 있는 '망원경'이 초등학교나 중학교 1, 2학년에서는 별다른

주의 없이 사용되다가, 중학교 3학년 교과서에서 굵은 글씨로 표시되고 용어 색인에도 등장하는 것은 그 의미와 타당성을 짚어볼 필요가 있다. 현재 사용되는 과학 교과서들 가운데는 본문에 과학 용어들이 굵은 글씨로 표시되고, 표시된 용어들에 대해 색인 목록을 부록으로 제공하는 교과서들이 있다. 그러나 이 때 어떤 단어들에 굵은 표시를 할 것인가는 교과서 집필자의 주관에 달려 있다. 현재는 과학 용어의 구분 및 교육적 필요성에 대해 명확하게 제시된 기준이 없으며, 교육과정에서도 가르쳐야 되는 개념이나 용어 사용에 대한 가이드라인을 제시하고 있지 않기 때문이다. 이러한 현상은 학습자의 입장에서도 학습의 혼란을 야기할 수 있는 문제점으로 지적될 수 있다.

다. 마그마

‘마그마’는 교육과정에서는 고등학교 지구과학Ⅱ ‘지각의 물질’ 단원 성취기준인 ‘마그마의 생성 과정을 이해한다’에 처음 등장한다. 그런데, 교과서를 살펴본 결과 초등학교 4학년에서 부터 사용되고 있으며 이후 중학교 1학년, 고등학교 지구과학Ⅱ까지 지속적으로 사용되고 있다. 문제는 교과서에서 ‘마그마’가 사용될 때 마다 반복해서 정의를 하고 있다는 것이다. 아래는 교과서에서 마그마를 설명하고 있는 내용을 발췌한 것이다. 교과서에서는 마그마가 나올 때 마다 새로이 정의나 설명을 하고 있다. 특히 초등학교 4학년의 경우 복잡한 복문 구조의 문장 속에서 마그마를 설명하고 있어서 학생들이 문장 이해에 어려움을 겪을 것으로 예상된다.

초4. 1. 화산과 지진

“화산은 땅속 깊은 곳에서 암석이 높은 열에 의하여 녹은 마그마가 분출하여 생긴 지형입니다”

중1. 2. 지권의 구성물질

“깊은 땅속은 온도와 압력이 매우 높기 때문에 암석이 녹아 쇠물처럼 뜨거운 마그마가 만들어지는 곳이 있다”

지구과학Ⅱ. 2. 지각의 물질

“지각의 하부나 맨틀의 상부와 같이 지하 깊은 곳에서 암석이 녹아 생성된 용융체를 마그마라고 한다”

이런 경우 교육과정에서 마그마에 대한 설명을 하위 학년에서 하도록 제시하고, 이후 교과서에서 반복해서 설명하는 것을 줄이면 교육과정이나 교과서가 훨씬 효율적으로 연계될 수 있을 것이다.

라. 전자기파, 엑스선, 감마선, 마이크로파

아래는 교육과정에 기술된 ‘전자기파’와 관련된 내용이다.

물리Ⅰ. 6. 정보의 전달과 저장

“전자기파의 스펙트럼을 이해하고, 각 파동의 영역별 파장의 크기와 파장별 쓰임새를 안다”

물리Ⅲ. 6. 빛의 이용



Figure 3. Figure in 8th grade science textbook

“엑스선, 감마선, 마이크로파와 같은 여러 전자기파가 실생활에서 사용되는 예를 들 수 있다”

우선 교육과정에서는 물리Ⅰ에서 ‘전자기파’가 처음 등장하고 물리Ⅱ에서 ‘엑스선’, ‘감마선’, ‘마이크로파’가 등장한다. 그런데 교과서에서는 중학교 1학년 ‘지구계와 지권의 변화’ 단원에서 ‘엑스선’이 사용되고, 이후 중학교 2학년 교과서 ‘빛과 파동’ 단원에 ‘전자기파’, ‘엑스선’, ‘감마선’, ‘마이크로파’가 모두 사용되고 있다(Figure 3 참조).

중1. 2. 지구계와 지권의 변화

“우리 몸 속을 조사하는 방법. 엑스선 촬영”

중 2. 2. 빛과 파동

“전자기파는 우리 생활 곳곳에 이용되고 있다”

“전자기파의 이용”

실제로 중학교 2학년 교육과정에는 전자기파에 대한 언급이 나타나 있지 않다. 따라서 이러한 사례를 예방하기 위해서는 교과서를 집필할 때 다른 학년의 교육과정을 충분히 검토하여 다룰 내용의 범위와 수준을 정하는 것이 필요하며, 또한 교육과정에서는 가르칠 내용의 범위와 수준을 보다 구체적으로 명시해줄 필요가 있을 것이다.

2. 과학교사와 학생의 인식 조사

교육과정에서 보다 교과서에서 먼저 사용하고 있는 313개의 용어들의 교육적 필요성 및 과학 학습에의 중요성에 대한 교사의 인식을 살펴보았다. Figure 1의 설문에서 A~D까지의 응답수와 E, F의 응답수를 카이자승법을 이용하여 비교한 결과 ‘가르칠 필요가 없거나 중요하지 않다’에 유의미하게 더 많은 교사가 응답한 용어는 21개로 나타났다. 따라서 과학교사들은 제시된 313개 용어 가운데 21개를 제외한 292개의 용어에 대해 어느 정도 중요성 및 필요성을 인정하고 있음을 알 수 있었다(Table 5 참조). 한편, 교사들이 가르칠 필요가 없거나 중요하지 않다고 응답한 21개의 용어는 이후의 모든 분석에서 제외하였다.

개별 용어를 가르치기에 적절한 시기에 대해서는 크게 A~C의 응답을 ‘현재 교과서의 시기가 적절하지 못한 것’으로, D의 응답을 ‘교육과정의 제시 시기를 앞당길 필요가 있는 용어’로 간주하여 살펴보았다. 두 값 역시 카이자승법을 이용하여 비교하였으며, 그 결과 전체 292개 용어 가운데 93개의 용어가 두 값이 유의미하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 이 가운데 현재 교과서에서의 사용이 적절하지 못하다는

Table 5. Terminologies that regarded as necessary and important for learning science by science teachers(292개)

가설, 가속도, 가열, 감마선, 감수분열, 개체, 개체군, 검출, 결합, 경계, 경사, 경쟁, 공전주기, 공학, 관측, 광학, 광학기기, 교류, 구리, 구상성단, 궤도, 규모, 근원, 기, 기관계, 기상, 기후, 끓는점, 나선팔, 낙하, 노폐물, 농도, 뉴턴, 다양성, 다이아몬드, 다이어트, 당뇨병, 대기, 대기대순환, 대기압, 대기오염, 대류, 대륙이동설, 대순환, 대양, 대전, 대폭발, 도선, 돌연변이, 등급, 등속운동, 마그마, 마이크로파, 막, 망원경, 매체, 모세관현상, 모의실험, 모터, 물질교환, 미토콘드리아, 밀도, 반응물질, 발생, 발생기, 발전기, 발현, 방어, 방출, 방출량, 배열, 배율, 법칙, 변동, 변성암, 변이, 보존, 부식, 분석, 분자, 분자모형, 분해, 불순물, 비만, 빙하, 빛에너지, 사진, 사막화, 사태, 산개성단, 산란, 산화, 산화환원반응, 삼투, 삼투압, 상, 상승, 상의, 상층, 상호, 색소, 생명공학, 생물자원, 생물체, 생식, 설탕, 섭씨온도, 성간물질, 성장, 세포막, 세포분열, 세포소기관, 세포호흡, 소음, 속도, 속력, 수송, 수압, 수양액, 수조, 수질오염, 숲, 스펙트럼, 스피커, 시운동, 시차, 신경, 신경계, 심장, 심층해류, 쌀알무늬, 아미노산, 양부, 일구, 액성, 액체질소, 약물, 양자, 어느점, 엑스선, 엔진, 엘디, 역서, 연구, 연구운동, 연직, 열기관, 열용량, 염, 염색체이상, 염화나트륨, 영상, 영양소, 예보, 오존층, 외부, 외부온도, 우리온도, 우주개발, 원소, 원유, 원자로, 원자모형, 원천, 원판, 원핵세포, 원형, 위도, 위상, 위성, 유도, 유전, 유전정보, 은하, 음계, 음성, 음성신호, 음파, 이온, 이온화, 인공위성, 인산, 일기도, 일주운동, 자기권, 자발적, 자성, 자연선택, 자전주기, 재생, 재조합, 적조현상, 전기분해, 전기신호, 전도성, 전동기, 전력, 전열기, 전자, 전자이동, 전자현미경, 전파, 전하, 절대, 절대온도, 절연체, 정리, 정지, 제조, 조석, 조성, 조암광물, 조절, 조직, 주기, 주기성, 줄기세포, 중기, 지각, 지각변동, 지레, 지평선, 지하수, 지하자원, 직류, 진자, 진핵세포, 진화, 질환, 집단, 차원, 채층, 천체, 천체관측, 천체망원경, 철광석, 체온, 체온조절, 체제, 초음파, 초점, 초파리, 촉매, 추출, 축전기, 층돌, 층돌, 코, 코로나, 탄소, 탐색, 태풍, 토네이도, 토양, 퇴적작용, 파도, 파스칼, 팽창, 퍼센트, 편서풍, 포도당, 표준, 풍력발전기, 피부, 필터, 함성, 항성, 해수, 해수면, 해양, 해양오염, 해일, 핵형, 혀, 혈관, 혈액, 혈액형, 형질, 형질발현, 호르몬, 호우, 홍연, 화학, 화학결합, 화학식, 환경보호, 황사, 회전, 효소, 흐름, 흑연, 흑점, 흥분

용어는 63개였으며(Table 6 참조), 교육과정 제시 시기를 앞당길 필요가 있다는 응답이 더 많은 용어는 30개 였다(Table 7 참조). 현재 교과서의 시기가 적절하지 못하다고 응답한 63개의 용어에 대해 가르치기 적절한 시기를 분석한 결과 ‘교과서 시기와 교육과정의 시기 사이’, ‘교육과정에 제시된 시기’, ‘교육과정에 제시된 시기 이후’ 가운데, 63개 용어 모두에서 ‘교육과정에 제시된 시기’에 응답한 교사가 가장 많았다.

한편 학생 응답의 경우 ‘단어의 뜻을 정확하게 알고 있다’의 응답을 1, ‘들어본 적은 있으나 정확한 뜻은 모르겠다’를 2, ‘모르겠다’를 3으로 코딩한 뒤, 1과 3의 빈도만을 카이제곱법을 이용하여 비교해 보았다. 그 결과 모르겠다는 응답이 유의미하게 더 많은 용어는 49개인 것으로 나타났으며, Table 8에 제시하였다.

학생들이 해당 단원을 학습한 상태임에도 불구하고 전혀 모르겠다는 응답이 유의미하게 높게 나타난 용어들의 경우 학생들이 해당 단원에서 이해하기 어려운 용어이거나, 교사 혹은 교과서에서 용어의 의미를 제대로 설명하지 않았거나, 중요하게 다루어지지 않았거나 등의 원인이 있을 수 있다. 실제로 Table 8의 49개 용어와 교사들이 교과서 시기가 적절하다고 응답한 Table 7의 용어 가운데 일치하는 용어는 하나도 없었다. 이에 Table 8의 용어들은 현재 교과서에서 최초로 사용된 장면이 불필요하게 학습에 어려움을 가중시킬 수 있는 사례로 볼 수 있으며, 교육과정을 고려하여 적절한 단원에서 주의 깊게 사용해야 할 필요가 있다.

끝으로, 292개 용어에 대한 교사와 학생의 인식 차이를 보기 위하여, 개별 용어들에 대해 교사와 학생 응답의 평균을 비교해 보았다. 교사를 대상으로 한 설문은 용어의 난이도를 직접적으로 묻은 것이 아니므로

Table 6. Terminologies that responded inappropriate usage in science textbook(63개)

가속도, 감마선, 광학기기, 교류, 기, 대전, 도선, 등급, 마이크로파, 모터, 밀도, 발생, 발생기, 사건, 사태, 산화, 상, 상의, 시운동, 시차, 신경, 신경계, 심층해류, 양자, 엑스선, 엔진, 역서, 연구운동, 열기관, 염, 원자로, 원천, 원핵세포, 위상, 유도, 유전, 은하, 인산, 일주운동, 재조합, 전기분해, 전력, 전자, 전파, 전하, 절대, 주기성, 줄기세포, 지레, 직류, 진핵세포, 진화, 초음파, 추출, 축전기, 층돌, 팽창, 표준, 필터, 핵형, 형질, 화학결합, 회전

Table 7. Terminologies that responded appropriate usage in science textbook(30개)

가열, 물질교환, 분해, 설탕, 스펙트럼, 아미노산, 어느점, 천체망원경, 포도당, 개체, 기관계, 기상, 농도, 뉴턴, 다이어트, 당뇨병, 막, 미토콘드리아, 변성암, 비만, 세포막, 세포호흡, 쌀알무늬, 쓰나미, 영양소, 원자모형, 정지, 지각, 퍼센트, 흑연

Table 8. Terminologies that students do not know even though learned(49개)

상, 전자, 연직, 전하, 모세관현상, 삼투, 세포소기관, 대전, 직류, 인산, 주기성, 감마선, 광학기기, 사태, 원판, 조성, 교류, 절연체, 축전기, 항성, 시운동, 역서, 연구운동, 위상, 일주운동, 자기권, 채층, 중기, 감수분열, 형질, 산화환원반응, 액성, 염, 촉매, 개체군, 발현, 염색체이상, 원핵세포, 자연선택, 진핵세포, 체제, 핵형, 형질발현, 구상성단, 나선팔, 산개성단, 성간물질, 광학, 양자

교사의 응답을 해석하는 데에는 한계가 있을 수 있으나, 학생들의 응답 순위와 교사의 응답 순위가 차이가 많이 나는 용어는 분명 교사와 학생 사이 인식의 차이가 있는 것으로 볼 수 있을 것이다. Figure 4는 용어별로 교사의 평균과 학생의 평균을 함께 나타낸 것으로서, 앞서 언급한 것처럼 평균값의 절대적 의미를 부여하기는 어려우며 교사와 학생의 인식을 비교하기 위해 제시한 것이다. 그림에서 학생은 ‘단어의 뜻을 정확하게 알고 있다’의 응답을 1, ‘들어본 적은 있으나 정확한 뜻은 모르겠다’를 2, ‘모르겠다’를 3으로 코딩한 뒤, 용어별로 그 평균값을 나타낸 것이고, 교사는 A부터 F까지를 1부터 6까지로 코딩한 뒤, 용어별로 그 평균값을 나타낸 것이다.

그림을 보면 학생들의 응답은 모든 급간에 고르게 분포하고 있는 반면에 교사의 응답은 비교적 아래쪽으로 치우쳐 있음을 알 수 있다. 또한 ‘가’ 영역의 경우 학생들에 비해 교사들이 더 높은 수준으로 응답한 경우에 해당하며, ‘나’ 영역은 교사들은 크게 어렵다고 인식하지 않으나 학생들은 잘 모른다고 응답한 용어에 해당한다. ‘가’ 영역의 용어들을 살펴보면 ‘가속도’, ‘시차’, ‘전파’, ‘대폭발’, ‘심장’ 등이 속하는데, 아마도 학생들은 용어가 지닌 개념에 대한 인식 보다는 ‘속도’, ‘폭발’ 등의 비교적 친숙한 단어들에 포함되어 있어 쉽다고 인식했을 가능성이 있으며, 이에 반해 교사들은 용어가 지닌 과학적 개념의 중요성 및 깊이를 함께 고려했을 가능성이 있다. 여기에 대한 구체적인 논의는 학생과 교사의 응답에 대한 질적인 추가 조사가 있어야 가능하다. 학생들이 머리 속에서 용어의 정확한 과학적 개념을 모른 채 일상적 상황과 먼저 연결 지은 경우, 용어를 둘러싼 선 경험이 오히려 과학 개념 학습에 장애를 일으킬 수 있다는 측면에서 봤을 때 ‘가’ 영역의 용어에 대한 보다 심층적 연구 및 주의 깊은 사용이 요구될 수 있다.

한편 ‘나’ 영역을 살펴보면 Table 8에 제시된 용어들이 대표적인 ‘나’ 영역 용어 사례에 해당한다. 이러한 용어들의 경우 개념의 깊이 혹은 난이도 보다는 용어의 친숙도에 차이가 있을 수 있음을 추측할

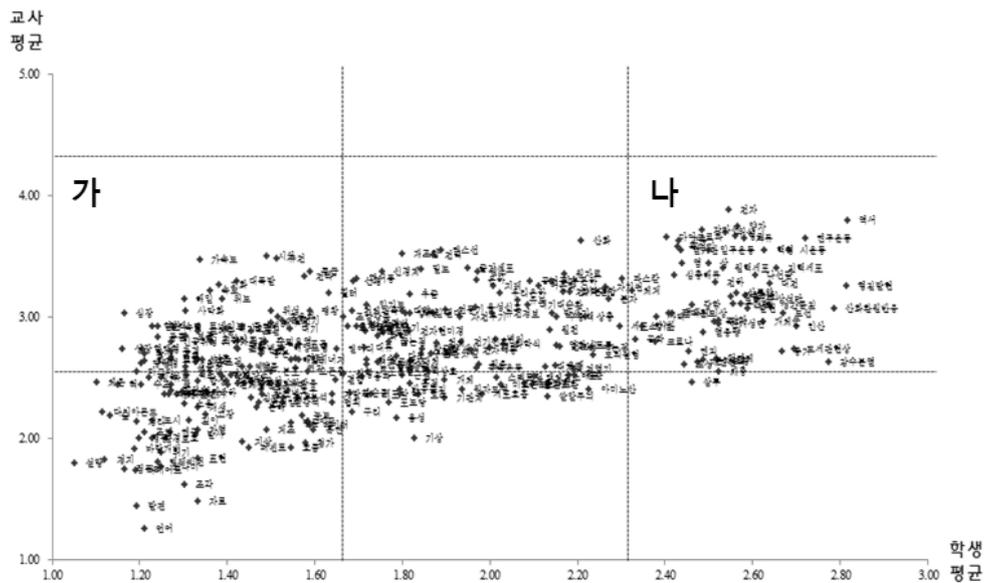


Figure 4. Differences in perception of teachers and students for the terminologies

수 있다. 해당 용어를 접한 경험의 양 자체가 교사는 많아서 친숙한 데 비해, 학생들은 그렇지 않아 생소하게 느낄 수 있기 때문이다. 이 역시 구체적 논의를 위해서는 추가적인 분석이 필요할 것이나, 교사는 친숙하여 별도의 주의를 기울이지 않고 사용할 가능성이 높으며 이로 인해 학생과의 소통에 장애를 유발하게 될 수 있는 용어들에 해당한다.

IV. 결론 및 제언

이상에서 2009 개정 교육과정의 과학과 교육과정에 제시된 과학 용어 가운데 교육과정에서 제시되기 이전에 교과서에서 먼저 사용하고 있는 경우들을 조사해 보고, 그 가운데 대표적인 사례에 대해 구체적으로 문제점을 살펴보았다. 또한 이러한 용어들에 대한 교사와 학생 각각의 인식 및 인식의 차이를 비교해 보았다. 그 결과 중학교 과학 교과서에 사용된 용어 가운데 약 75% 정도는 교육과정에는 언급조차 되지 않고 있으며, 10% 정도는 상위 교육과정에서 다루어지는 용어인 것으로 나타났다. 즉, 85%에 달하는 용어가 계획적이지 않게 사용되고 있음을 확인하였다. 과학 교육과정에서 보다 교과서에서 먼저 사용하고 있는 것으로 나타난 용어들 가운데 과학 교사들이 중요하지 않거나 가르칠 필요가 없다고 응답한 21개를 제외한 292개의 용어들에 대해 교사와 학생의 인식을 조사한 결과 과학 교사들이 현재 교과서의 시기에 가르치는 것이 적절하다고 응답한 용어는 292개 가운데 약 10%에 해당하는 30개였는데, 이 용어들은 교육과정에서 제시시기를 낮추어 교과서와의 사용 시기를 일치시킬 필요성이 높은 용어에 해당한다. 한편, 교사와 학생의 인식을 통해 현재 교과서에서의 사용이 부적절하다고 판단된 용어 89개가 추출되었다. 이 용어들은 해당 단원에서 꼭 가르쳐야 되는 용어가 아니거나 교육과정에 제시된 단원에서 가르치는 것이 바람직하다고 과학 교사들은 인식하고 있었으며, 학생들 또한 단원 학습 후에도 용어에 대한 인지가 거의 이루어지지 않은 것들이다. 또한 교사와 학생의 인식에 차이를 보이는 용어들도 다수 있는 것으로 나타나, 교육과정 및 교과서에서 용어를 다룰 때 전문가들의 합의 뿐만 아니라 학생들의 인식을 보다 심층적으로 조사하여 반영할 필요가 있음을 시사하고 있다.

결론적으로 교육과정에서보다 교과서에서 먼저 사용되고 있는 용어 가운데 상당수는 실제 과학 학습에 어려움을 줄 수 있는 것으로 해석할 수 있다. 본 연구는 교육과정에서 중요하게 다루고 있는 일부 용어만을 대상으로 교과서와의 연계를 살펴본 것이었다. 그런데 연구 내용에 제시하였듯이 중학교 과학 교과서에는 전체 과학과 교육과정에 한 번도 등장하지 않은 용어 2,700여 개가 사용되고 있으며, 이들을 대상으로 개념을 제대로 배우기 전에 먼저 활용하고 있는 사례를 조사한다면 문제는 더욱 클 것으로 여겨진다.

수학과 교육과정의 경우 교육과정에서 각 단원마다 학습 내용과 함께 가르쳐야 하는 용어 목록을 제시하고 있으며, 교육과정에 등재된 용어는 교과서에서 반드시 사용할 것, 공인되지 않은 용어나 꼭 필요하지 않은 용어는 사용하지 않을 것, 맥락에 따라 다양하게 사용하는 용어는 맥락에 따라 재 정의하고 사용할 것 등을 제안하고 있다(Park, 2011). 과학 교육에서 과학 용어가 차지하는 중요성은 결코 수학에 뒤지지 않는다. 그럼에도 불구하고 그동안 과학과에서는 교육과정과 교과서에서 용어를 체계적이고 계획적으로 사용하기 위한 노력이 부족했던 것으로 여겨진다. 교과서를 집필할 때 용어의 표현이나 표기를 편수자료나 표준국어대사전과 대조하여 검토하는 정도의 노력이 이루어졌을 뿐, 교육과정에서 가르쳐야 할 개념 및 사용할 핵심 용어들을 제공하거나, 교육과정과 교과서의 용어 사용 시기의 연계, 교과서에서 학년간 용어 사용의 연계를 체계적으로 갖추기 위한 노력과 시도가 부족했던 것이 사실이다.

따라서 본 연구 결과에서 드러난 것과 같은 문제점을 줄이기 위해서는 교육과정에서 학습 내용을 정할 때 해당 단원에서 가르쳐야 할 개념 및 사용할 용어를 정하여 제시해줄 필요가 있다. 다음으로 교과서를 집필할 때는 용어 사용에 보다 신중을 기해야 하고 교육과정에 제시된 용어 사용의 가이드라인에 따라야 하며, 교과서 감수 단계에서 이를 검토하는 과정이 있어야 할 것이다. 교과서 감수 과정에서 본 연구와 같이 컴퓨터를 활용하여 교육과정과 교과서, 그리고 교과서 내에서 용어 제시 순서를 비교, 검토하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 끝으로 교과서를 집필하고 감수할 때 과학 용어를 학습하는 학생의 입장에서 용어가 위계적이고 순차적으로 잘 제공될 수 있도록

록 보다 심도 있는 연구와 노력이 필요하다.

국문요약

과학 학습에서 과학 용어는 매우 중요한 역할을 한다. 언어학 및 심리학적 측면에서 학생들이 과학 용어를 처음 접할 때의 상황과 맥락은 매우 중요하며, 처음에 제대로 인지되지 못하면 오개념 등으로 이어져서 후속 학습에 장애를 일으키게 된다. 본 연구는 과학 교육에서 중요하게 다루어지는 개념을 담은 용어들을 교육과정과 교과서에서 얼마나 주의 깊게 제시하고 있는지, 교육과정과 교과서가 잘 연계되어 있는지를 살펴보고 문제점을 짚어보기 위해 실시되었다. 2009 개정 교육과정의 단원별 성취기준에 제시된 과학 용어들 가운데 교과서에서 먼저 사용되고 있는 것들을 조사한 뒤, 이 용어들의 교육적 필요성, 과학학습에의 중요성, 적절한 교육 시기, 난이도 등을 교사와 학생 설문 조사를 통해 알아보았다. 연구 결과 중학교 과학교과서에 사용된 과학 용어의 25% 정도만이 교육과정에 언급되고 있었으며, 약 10% 정도는 교육과정에 언급되기 이전에 교과서에서 먼저 사용되고 있는 것으로 나타났다. 교육과정에서보다 교과서에서 먼저 사용되고 있는 용어들을 대상으로 과학교사와 학생 설문조사 결과 상당수의 용어가 실제 교수학습 상황에서 문제를 야기할 가능성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 줄이기 위해서는 교육과정에서 가르쳐야 할 개념이나 사용 용어를 보다 구체적으로 제시해 주고, 교과서를 집필할 때 이를 충분히 반영해야 한다. 또한 학습자의 입장에서 과학 용어를 위계적이고 순차적으로 접할 수 있도록 전체 학년의 교과서를 검토할 필요가 있다.

주제어 : 과학용어, 과학교육, 과학 교과서, 과학 교육과정, 연계성

References

- Adams, M. J. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Allington, R. L., & Strange, M. S. (1977). Effects of grapheme substitutions in connected text on reading behaviours. *Visible Language*, 11, 285-297.
- Chall, J. S. (1996). *Stages of reading development*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace.
- Chall, J. S., Jacobs, V. A., & Baldwin, L. E. (1990). *The reading crisis: Why poor children fall behind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Daneman, M. (1991). Individual differences in reading skills. In R. Barr, M. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds), *Handbook of reading research*. New York, NY: Longman.
- Gardner, D. (2007). Children's immediate understanding of vocabulary: Contexts and dictionary definitions. *Reading Psychology*, 28, 331-373.
- Hwang, G. (1999). Meanings and criteria of curriculum continuity. *The Journal of Curriculum Studies*, 17(1), 167-192.
- Juel, C. (1991). *Beginning reading*. In R. Barr, M. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds), *Handbook of reading research*. New York, NY: Longman.
- Lee, J., Grigg, W., & Donahue, P. (2007). The nation's report card: Reading 2007 (NCES 2007-496). Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Lee, Y. (2004). Analysis of curriculum development processes and the relationship between general statements of the curriculum and science curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(3), 468-480.
- Lovett, M. W., Warren-Chaplin, P. M., Ransby, M. J., & Borden, S. L. (1990). Training the word recognition skills of reading disabled children: Treatment and transfer effects. *Journal of Educational Psychology*, 82, 769-780.
- Miller, G. A. (1996). *The science of words*. New York, NY: WHFreeman.
- Munson, B. H. (1994). Ecological misconception. *Journal of Environmental Education*, 25, 30-35.
- Nagy, W. E. (2005). Why vocabulary instruction needs to be long-term and comprehensive. In E. H. Hiebert & M. L. Kamil (Eds.), *Teaching and learning vocabulary: Bringing research to practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Nam, G. (2011). Conceptualizing and categorizing the text for grammar education. *Korean Language Education*, 136, 139-173.
- Park, G. (2011). A discussion on suitability of registering terms in elementary school mathematics curriculum and using terms in elementary school mathematics textbooks in Korea. *The journal of educational research in mathematics*, 21(4), 361-378.
- Park, S. (2004). The case study of geography classes taught by non-majored teacher in the middle school. *Journal of the Korean Geographical Society*, 39(4), 620-632.
- Roitman, D., & Mayer, J. P. (1982). *Fidelity and reinvention in the implementation of innovations*. American Psychological Association, Washington, DC: National Science Foundation.
- Stannovich, K. E. (1991). Word recognition: Changing perspective, In R. Barr, M. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds), *Handbook of reading research*. New York, NY: Longman.
- Yun, E. (2012). *A study of rating the science words in physics sections of elementary and secondary science textbooks*. (Doctoral dissertation). Kyungpook National University.
- Yun, E., & Park, Y. (2013a). Analysis of physics terminology in science textbooks for teaching science words. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 735-750.
- Yun, E., & Park, Y. (2013b). Analysis of physics terminology used in science textbook 'Force and Motion' unit in 7th, 2007 & 2009 national curriculum—A method to select science terminology for teaching. *Journal of Koreaalex*, 22, 193-210.
- Yun, E., & Park, Y. (2013c). Research on science teacher's perception of teaching science terminology. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(7), 1343-1353.