



과학교과서에 제시된 과학용어에 대한 명시적 및 암시적 교육 사례 분석

윤은정*

경북대학교 과학교육연구소

An Analysis of Explicit and Implicit Teaching Cases for Scientific Terms in Science Textbooks

Eunjeong Yun*

Science Education Research Institute of Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 November 2019

Received in revised form

27 November 2019

2 December 2019

Accepted 13 December 2019

Keywords:

scientific terminology, explicit term teaching, implicit term teaching, science textbook

ABSTRACT

This study was conducted to analyze explicit and implicit teaching cases of scientific terms in accordance with the 2015 revised curriculum, pointing out the problems of current textbooks in terms of scientific terms education and proposing method to improve them. Scientific terms used in eight science textbooks of 2015 revised curriculum, third and sixth graders of elementary school, first graders of middle school and first graders of high school were extracted, and cases used explicitly and implicitly were collected and analyzed. Brief summary of the results of the study is as follows. First, scientific terms were used in elementary, middle, and high school science textbooks at a rate of about 15 to 30 percent of the total vocabulary contained in the textbooks, which is on average more than five times larger than those in foreign countries based on the number of scientific terms included on each page. Second, among the scientific terms used in science textbooks, the percentage of scientific terms in which semantic education is achieved through explicit means was 9.7 to 18.8 percent, which naturally means that the remaining 80 percent or more of the scientific terms are presented in the form of implicit education. Third, even though the ratio of explicit term education should be higher in the lower grades, the ratio of explicit term education in elementary schools was lower than 10% in the sixth grade.

1. 서론

과학에서 사용하는 과학 언어에는 많은 과학용어가 사용된다는 특징이 있다. 대부분의 학문 분야가 자신들만의 용어를 생산하고 사용하는 것은 공통적일 수 있으나, 과학에서 사용하는 과학용어들은 과학의 복잡한 개념 체계를 포함하고 있고 개념의 위계가 심하여 그 특징이 더욱 뚜렷하게 드러난다(Fang, 2006; Staples & Helselden, 2002). 과학용어는 과학자들의 경험에서 이론으로 가는 변화의 과정에서 동사가 명사로 전환되는 문법적 전환을 통해 생겨나거나(Reeves, 2005), 관찰의 결과를 새롭게 규정하고 추상화 및 분류하기 위하여 현상을 하나의 개념으로 추상화하여 명명하는 과정에서 주로 생겨난다(Shin, 2005). 그러나 과학자들에게 있어 과학용어는 정확하고 효율적으로 사고하고 표현하거나, 혹은 새로운 유형의 사고를 발전시키는 출발점으로서의 중요한 지위를 차지하고 있는 반면, 과학을 배우는 학생들에게는 과학을 더욱 어렵게 느끼게 만드는 학습의 장애 요소가 되기도 한다(Groves, 2016; Yun *et al.*, 2015).

과학의 지식이나 개념에 대한 학습과 과학용어의 학습은 서로 분리하기 어려운 관계에 있다. 지식이 거대한 단어들의 집합체라는 언어학적 접근에서 살펴보면(Miller, 1991), 과학의 지식은 과학용어들을 포함한 수많은 단어들의 연결로 구성되어 있기 때문이다. 그러나 지금까지 과학교육에서 과학용어에 대한 교육은 독립적 이슈로 잘 다루

어지지 않았다. 즉 과학 과목에서 개념에 대한 교육과 개념을 담고 있는 용어 교육을 분리하여 다루지 않은 채 개념에 대한 교육에 집중해 왔으며, 교육과정상 상대적으로 중요하게 다루어지지 않는 과학용어들에 대해서는 교육적 필요성을 간과해 왔기 때문일 것이다. 그러나 과학 언어에서 과학용어가 차지하는 비중, 학생들이 과학용어로 인해 겪는 과학 학습의 어려움이나 흥미 저하 등을 고려해볼 때 과학용어에 대한 교육은 과학교육에서 더 이상 간과해서는 안 될 중요한 이슈라 여겨진다(Miller, 2009; Wilson, 1998; Yun & Park, 2013).

일반적으로 단어 습득에 가장 많이 영향을 미치는 요인으로 해당 단어에 얼마나 많이 노출되는가를 의미하는 노출 빈도가 꼽힌다(Huckin & Coady, 1999; Jenkins, Stein & Wysocki, 1984; Rott, 1999). 이는 단어에 노출되는 횟수가 늘어날수록 해당 단어의 습득이 일어날 가능성이 높아짐을 의미한다(Chen & Truscott, 2010). 어휘 습득의 측면에서는 정독보다 다독이 효과적이라는 사실 또한 같은 맥락에서 해석할 수 있다(Al-Homoud & Schmitt, 2009; Bell, 2001). 단어 습득에 효과적인 노출 횟수에 대해서는 연구에 따라 결과가 조금씩 상이하기는 하나 평균적으로 최소 7~8번 이상의 노출이 필요하며(Chen & Truscott, 2010; Waring & Takaki, 2003; Webb, 2005; Zahar, Cobb & Spada, 2001), 5회 미만의 노출에서는 단어 습득이 거의 이루어지지 않음이 보고된 바 있다(Waring & Takaki, 2003). 과학용어의 경우 학생들이 일상 생활 속에서는 거의 접할 기회가 없

* 교신저자 : 윤은정 (ejyun@knu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.6.767>

고 과학 수업을 통해서만 제한적으로 접하는 경우가 대부분이다. 따라서 학생들로 하여금 과학용어를 습득하게 하려면 과학 수업을 통해 의도적으로 노출 기회를 주어야 하는데, 제한된 수업 시간 동안 많은 양의 과학용어를 모두 가르칠 수는 없으므로 적절한 교수 전략을 찾는 것이 중요하다 하겠다.

어휘 교육의 전략은 크게 명시적 방법과 암시적 방법으로 나눌 수 있다(Lee & Park, 2018). 명시적 어휘 교육 방법은 단어의 사전적 정의나 번역을 제시하거나, 학습해야 할 단어 목록 제시, 단어 노트 등 학습자가 직접적으로 어휘의 형태와 의미에 대한 인식을 할 수 있도록 의식적인 어휘 학습 과정을 제시하는 것이고, 암시적 방법은 어휘에 대한 특별한 조작 없이 듣거나 읽기 활동 중 문맥을 통해 전달되는 메시지에 집중하여 학습 내용 속에서 묵시적으로 어휘 학습이 일어나는 것을 의미한다(Ellis, 1994, Nation, 2001). 이 두 가지 어휘 학습법은 서로 상반되는 어휘 교육법이지만 각각의 특성을 고려하여 상황에 맞게 절충적으로 활용하는 것이 권장된다(Mun, 2013). 명시적 방법은 주로 어휘 학습의 초기 단계에 있는 학습자에게 적절인데, 그 이유는 어휘력이 낮은 초기 학습자는 문맥을 통해 어휘의 의미를 파악하는 데 어려움이 있고, 기초적인 어휘의 양을 어느 정도 확보하기 위해서는 명시적 어휘 학습이 필수적이기 때문이다(Folse, 2004; Hunt & Beglar, 2005). 그러나 명시적 어휘 교육 방법은 단어의 피상적인 의미만을 기억하게 할 가능성이 높다는 단점이 있고(Mun, 2013), 높은 수준의 학습자가 알아야 하는 많은 양의 어휘를 모두 명시적 방법으로 교육하는 것은 어려운 일이다. 따라서 명시적으로 학습한 단어를 다양한 문맥에서 풍부하게 사용하여 노출 빈도를 늘림으로써, 단어의 적절한 사용과 정확한 의미를 파악할 수 있도록 암시적 어휘 교육이 뒤따라야 한다(Stahl, 1986). 또한, 암시적 어휘 교육은 단어를 단순히 이해하는 수용적 지식이 아닌, 단어를 사용하여 표현하는 능력이 생선적 어휘 지식(Kim & Im, 2012)의 습득에 효과적임이 보고된 바도 있다(Mun, 2013).

어휘 교육에 대한 이러한 이론적 바탕을 과학용어 교육 전략에 적용해보면, 학생들이 과학을 배우기 시작하는 초기 단계에서는 기초적인 과학용어와 사용 빈도가 높은 유용한 용어들을 명시적 방법 위주로 지도하고(Beck & Mckeown, 1991), 이후 암시적 방법을 통해 노출 횟수를 늘려 개념에 대한 풍부한 이해와 더불어 용어에 대한 능동적 지식을 갖추도록 하는 것이 중요할 것이다. 또, 어느 정도 기본적인 용어에 대한 지식이 축적되고 함께 학습해야 하는 과학용어의 개수가 증가하는 높은 학년의 단계에서는 명시적 방법과 암시적 방법을 적절하게 혼용하되 많은 개수의 용어를 산발적으로 제시하는 것보다는 목표 용어를 정하고 이를 반복적으로 노출시키는 것이 중요하다(Matsuoka & Hirsh, 2010; Nation, 2001). 그리고 이를 위해서는 과학용어 측면에서 학습자의 수준에 맞추어 작성된 단계적 읽기 자료가 필요하며(Nation & Wang, 1999), 기본적으로는 과학교과서가 이러한 기능을 담당해야 할 것으로 보여진다.

이에 본 연구는 현재 사용되고 있는 과학교과서를 과학용어 교육을 위한 도구적 측면에서 점검하고자 수행되었다. 구체적으로는 과학교과서에 어느 정도의 과학용어가 사용되고 있는지 살펴보고, 이들의 명시적, 암시적 용어 교육 실태를 분석해 보았다. 그리고 명시적 암시적 교육 형태의 구성 비율이 학년별로 적절한지를 살펴 종합적으로 학생들의 입장에서 현재의 과학교과서가 과학용어 학습 도구로서 적

절하게 기능할 수 있을지를 살펴보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 교과서

현재 현장에서 사용되고 있는 2015 개정 교육과정에 따른 과학교과서 가운데 초등학교 3학년과 6학년, 중학교 1학년, 고등학교 1학년의 4개 학년을 연구 대상으로 선정하였다. 초등학교 3학년은 학생들이 과학을 처음 배우기 시작하는 단계이므로 기초 과학용어들이 명시적 방법 위주로 제시되어 있는지 확인할 필요가 있다고 판단하여 선정하였고, 초등학교 6학년과 중학교 1학년은 학교급이 변하는 시기에 교과서의 과학용어 제시 전략이 어느 정도 연속성 있게 사용되고 있는지 알아보기 위하여 정하였으며, 고등학교 1학년은 중 3까지의 교육을 마친 학생들을 대상으로 하는 상위 단계의 학습 도구로서의 측면에서 살펴보기 위하여 정하였다. 초등학교 교과서는 단일 출판사이고, 중학교와 고등학교 교과서는 각각 3종의 출판사를 임의로 선정하여 분석하였다. 그리고 중학교 1학년의 ‘과학과 나의 미래’와 같은 통합적 성격의 단원은 분석에서 제외하였다. 연구에 사용된 교과서 목록과 각 교과서의 분량을 표 1에 제시하였다.

Table 1. Science textbooks included in study

학교급	학년	출판사	대단원수	페이지수	문장 개수
초등학교	3	B	8	224	2118
	6	B	9	236	2330
중학교	1	D	6	227	3702
		M	6	205	4249
		B	6	228	3037
고등학교	1	D	4	315	4919
		M	4	309	4969
		B	4	317	5772

2. 과학용어 추출

과학교과서에 과학용어가 어느 정도 사용되고 있으며, 어떤 형태로 교육되고 있는지를 파악하기 위해서는 과학용어의 판별과 추출이 필요하다. 본 연구에서는 표준국어대사전의 전문어 목록과 물리, 생명과학, 지구과학, 화학 분야 각 학회에서 발간한 용어집, 그리고 그 외에 박사과정 이상의 과학교사들이 과학용어로 인식하고 있는 단어들을 망라한 약 15만개의 과학용어 목록(Yun *et al.*, 2018)을 기준으로 하여 과학용어를 판별, 추출하였다. 컴퓨터를 이용하여 목록과 텍스트의 대조를 통한 자동 추출을 먼저 하고, 이후 추출된 문장들을 수동 검토하며 의미 검토를 실시하여 다의어의 의미 구분 및 추출 오류를 수정하는 과정을 거쳤다. 이후 과학적 지식 습득 측면에서의 과학용어 교육을 다루는 연구이므로 고유명사, 직업명, 기관명, 학문분야명 등 과학의 지식 체계와 거리가 있는 단어들, ‘관찰’, ‘탐구’, ‘실험’ 등 영역 통합적 단어들, 그리고 ‘어림’, ‘값’, ‘점’, ‘선’, ‘기술기’ 등의 수학 용어들은 제외하였고, 끝으로 동물명, 식물명, 별자리 이름은 특정 영역에서 용어수가 과다하게 집계될 소지가 있는 명명 단어들이라고 판단하여 추출에서 제외하였다.

3. 명시적 과학용어 교육 사례 추출

명시적 어휘 교육 방법으로는 단어의 사전적 정의나 번역을 제시하기, 학습해야 할 단어 목록 제시, 단어 노트 제시하기(Nation, 2001), 단어를 반복해서 써보기, 그림으로 표현해보기, 발음하며 암기하기(Sökmen, 1997), 빈칸 채우기, 단어 찾기, 크로스퍼즐(Mun, 2013) 등이 있는데, 이 가운데 현재 사용되고 있는 과학교과서에서 찾을 수 있는 방법은 정의 제시하기와 빈칸 채우기, 단어 찾기 등의 형태로 제시된 문항 정도를 꼽을 수 있다. 이에 본 연구에서는 과학교과서에 사용된 명시적 용어 교육 사례로 정의문과 빈칸 채우기 등과 같이 맥락을 제시하고 단어를 적도록 하는 문항 두 가지를 각각 추출하여 분석하였다.

가. 정의문 추출

정의는 하나의 개념과 다른 개념을 구분해 주는 의미 속성을 제공하는 것으로서(Pavel & Nolet, 2001), 한 단어의 의미를 다른 단어들과의 관계 속에서 위치시키는 대표적인 방법이다(Werner & Kaplan, 1963). 정의문의 형식은 피정의항과 정의항으로 구성되며 정의항은 다시 유개념과 종차의 두 가지 요소를 포함한다(Kim, 2009). 여기서 피정의항은 정의의 대상이 되는 단어를 의미하고, 정의항은 단어의 정의가 제시된 부분을 의미한다. 그리고 유개념은 피정의항을 포함하는 상위개념, 종차는 피정의항을 다른 개념들과 구분해주는 특성들을 나열한 부분이다. 예를 들어 ‘나침반은 자석의 성질을 이용해 북쪽과 남쪽을 찾을 수 있도록 만든 도구입니다’의 문장에서 피정의항은 ‘나침반’이고, ‘자석의 성질을 이용해 북쪽과 남쪽을 찾을 수 있도록 만든’이 종차, ‘도구’가 유개념이 된다. 간혹 텍스트의 특성에 따라서 정의문의 형식에 일부 변형이 일어나기도 하는데, 정의문의 형식적 완결성에 따라 공식적 정의, 준공식적 정의, 비공식적 정의로 나누기도 한다(Flowerdeew, 1992). 한편, 사전의 정형화된 뜻풀이가 아닌 실제 텍스트에서의 정의문은 피정의항과 정의항을 연결하는 ‘~라고 한다’와 같은 연결동사를 반드시 포함한다는 특징이 보고된 바 있다(Nam, 2016). 특히 과학교과서 텍스트에 제시된 정의문의 특징을 분석한 Nam(2016)의 연구에 따르면 과학교과서의 정의문은 ‘~는~이다/~는~를 말한다/~라고 하다/~라고 부르다’의 형식으로 대체로 정형화되어 있고, 피정의항인 과학용어가 문장의 마지막에 오는 후행 패턴이 다수이며, 앞 문장과 연결하여 ‘이처럼/이와 같이/이러한’ 등의 대응표현으로 시작하는 전략이 많이 사용된다.

본 연구에서는 과학용어에 대한 정의문을 추출함에 있어 정의의 의미와 정의문의 형식적 특성을 모두 고려하였다. 추출 방법으로는 형태적 표지를 이용하여 자동 추출하는 방법도 있었으나, 문장을 수동으로 하나하나 읽어 내려가며 정의문을 추출해내는 방법을 택하였다. 그 이유는 과학교과서의 정의문 표지 사례가 단일 선행 연구의 결과만으로는 충분하지 않은 점, 실제 교과서 문장에서 정의문과 같은 형식이지만 정의문이 아닌 경우가 다수 발견되는 점 등으로 인해 자동 추출 결과의 정확도가 떨어지기 때문이다. 아래의 두 문장은 전형적인 정의문의 형식이 아니지만 피정의항, 유개념, 종차를 모두 포함하고 있는 정의문에 해당한다.

ㄱ. 광물 : 암석을 이루고 있는 알갱이

ㄴ. 암석이 오랜 시간 동안 풍화 작용을 받으면 식물이 자라고 동물이 생활할 수 있는 흙인 토양이 만들어진다.

ㄱ에서 피정의항은 ‘광물’, 종차는 ‘암석을 이루고 있는’, 유개념은 ‘알갱이’가 되며, 피정의항과 정의항이 분리되어 있는 사례이다. ㄴ의 경우 ‘토양’이 피정의항, ‘식물이 자라고 동물이 생활할 수 있는’이 종차, ‘흙’이 유개념이 되며 정의문이 인간 문장으로 다른 문장에 포함된 사례이다. 한편 아래의 두 문장은 정의문과 같은 형식이지만 내용상 정의문이 아닌 경우에 해당한다.

ㄷ. 원자는 물질을 이루고 있는 기본 입자이다.

ㄹ. 산소는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

ㅁ. 기존 물질의 단점을 보완하거나 새로운 성질을 가진 물질을 신소재라고 한다.

ㅂ. 우리나라에서도 교통이 불편한 산간 지역에 무인기로 물품을 배송할 예정이라고 한다.

ㄷ과 ㄹ은 모두 ‘~는~이다’의 같은 형식을 띄고 있지만 ㄷ은 의미상 ‘원자’의 정의문에 해당하고, ㄹ은 ‘산소’의 정의문에 해당하지 않는다. 왜냐하면 ㄹ은 산소가 가진 하나의 성질을 설명하는 글은 맞지만 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질은 산소 외에 질소, 물 등 여러가지가 있을 수 있기 때문에 ‘산소’라는 개념을 다른 개념과 구분해줄 수 없기 때문이다. ㅁ과 ㅂ 역시 두 문장 모두 ‘~라고 한다’의 전형적인 정의문 형식으로 되어 있지만 ㅁ은 정의문에 해당하고 ㅂ은 정의문에 해당하지 않는다. 요컨대 정의문의 추출 기준은 첫째, 피정의항이 명시적으로 드러나고 유개념과 종차의 요소를 가지고 있으며, 둘째, 전형적인 정의문의 형식으로 구성되어 있으며, 셋째, 정의항이 피정의항의 개념을 다른 개념들과 구분지어 주는가의 세 가지를 모두 충족하는 경우 정의문으로 추출하였다.

나. 문항 추출

과학 교과서에는 단원의 도입부에 제시되는 문제 제기형 문항, 소 단원의 마무리 부분에 나오는 형성평가형 문항, 중단원 혹은 대단원의 마무리 부분에 나오는 개념정리 및 단원마무리형 문항 등 여러 가지 유형의 문항들이 수록되어 있다. 이 가운데 개별 과학용어에 대한 명시적 학습이 제시되는 부분은 주로 형성평가형 문항과 개념정리형 문항이었다. 그리고 문항의 형식은 주로 의미를 제시하고 해당하는 용어를 적도록 하는 형태와 빈칸 채우기 형태의 두 가지였다. 학생들은 제시된 문장의 문맥을 통해 용어의 의미를 파악하고 이에 해당하는 용어의 형태를 정확하게 문자로 표현하는 과정에서 명시적 용어 학습이 이루어지게 된다. 따라서 과학용어의 명시적 교육 사례에 해당하는 문항으로 형성평가와 개념 정리 부분에 제시된 문항들 가운데 정답이 단일 과학용어인 단답형 문항과 빈칸 채우기형 문항을 추출하였다. 아래의 문장 가운데 ㅅ은 명시적 용어 교육 사례로 추출된 단답형의 문항 예시이고, ㅇ은 빈칸 채우기형 문항의 예시이다.

Table 2. Words distribution by textbook

학년	초등학교			중학교			고등학교		
	3	6		1			1		
출판사	B	B	D	M	B	D	M	B	
과학용어 개수(type)	162	380	605	638	529	968	873	956	
과학용어 개수(token)	2232	3955	7398	7881	5933	14465	12690	14562	
전체 어절수	15283	18270	28920	36849	28269	48187	43939	48654	
과학용어의 비율	14.6	21.6	25.6	21.4	21.0	30.0	28.9	29.9	
페이지당 과학용어 개수	10	17	33	38	26	46	41	46	

- ㅅ. 우주는 대폭발로 시작되었으며 지금도 계속 팽창하고 있다는 우주론은 무엇인가?
- ㅇ. 철보다 무거운 원소들은 () 폭발이 일어날 때 만들어진다.

이러한 문항들은 학생들이 문제를 풀 때 단어의 의미를 찾고자 하므로 의미 검색 활동에 적극적으로 참여하게 되고 단어 선택 이후에는 그 단어의 의미가 문맥에 맞는지 평가하는 과정을 거치기 때문에 어휘 학습에 효과적이다(Laufer & Hulstijn, 2001).

4. 과학용어의 암시적 교육 사례 추출

암시적 어휘 교육은 단어에 대한 특별한 주의 환기 없이 읽기나 듣기 활동을 통해 자연스럽게 단어에 노출되도록 하는 것이다. 따라서 과학 교과서 내에서 과학용어가 정의문의 피정의항으로 제시되는 경우, 단답형이나 빈칸 채우기 문항에서 정답으로 활용되는 경우를 제외한 나머지 경우들은 모두 암시적 교육에 해당한다고 볼 수 있다. 다만, 암시적 어휘 교육 방법은 문맥을 통해 문장에서 전달되는 메시지에 집중하는 과정에서 어휘에 대한 주의가 부수적으로 일어나는 것이 중요하므로(Mun, 2013) 한두 어절로 이루어져 있는 단원 제목 등의 미완결 문장들에서는 암시적 어휘 학습이 일어난다고 보기 어려울 것이다. 따라서 암시적 교육 사례로는 과학교과서에서 과학용어가 포함된 문장들 가운데 제목의 형태로 제시된 문장들과 2어절 이하의 짧은 문장들을 제외한 나머지 문장들을 추출하여 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학교과서에 수록된 과학용어의 양

교과서별로 수록된 어절 수와 추출한 과학용어의 개수 분포를 살펴 보았다(표 2 참조). 먼저 연구 대상 교과서 전체에 수록된 어절수는 초등학교 3학년 15,283 개, 6학년 18,270 개, 중학교 1학년 평균 31,346 개, 고등학교 1학년 평균 46,927 개로 학년이 높아질수록 텍스트의 분량이 증가하고 있었다. 학년이 높아짐에 따라 학습 분량이 늘어나고 이와 함께 텍스트의 분량이 증가하는 것은 자연스러운 일이나 증가 비율이 점진적이지 않은 것은 문제점으로 보여진다. 초등학교 3학년에서 6학년까지 3개 학년 동안 텍스트 분량이 약 3,000 어절 증가한 것에 반해 초등학교 6학년과 중학교 1학년 사이는 출판사에 따라 약간의 차이는 있지만 1개 학년 동안 평균 약 13,000 어절이 증가했다. 그리고 중학교 1학년에서 고등학교 1학년 사이 3개 학년

사이에 평균 13,000 어절이 증가했다. 일반적으로 언어 능력은 8세에서 13세 정도 사이에 집중적 발달하는 것으로 알려져 있는데, 이 때와 다른 연령대에 비해서 이 시기에 발달 비율이 높다는 것일 뿐 8세에서 13세 사이의 연령별 발달 비율은 유사하게 나타난다(Kim, 2003). 따라서 초등학교 6학년과 중학교 1학년 과학교과서 사이의 급진적인 텍스트 분량 증가는 학생들에게 큰 어려움 내지는 거부감으로 작용할 수 있을 것으로 보여진다.

과학용어의 개수(type)는 초등학교 3학년 162개, 6학년 380개, 중학교 1학년 평균 약 590개, 고등학교 1학년 평균 약 930개였고, 과학용어의 개수(token)는 초등학교 3학년 2,232개, 6학년 3,955개, 중학교 1학년 평균 7,071개, 고등학교 1학년 평균 13,906개였다. 외국의 경우와 비교해 보면 미국의 중학교 1학년에 해당하는 6학년 과정의 과학교과서의 경우 페이지수는 687 페이지로 우리나라 중학교 1학년 과학교과서보다 약간 많은 수준이지만, 수록된 과학용어 개수(token)는 1,387개로 우리나라의 20% 수준에 불과하다(Groves, 2016). 이보다 앞서 1980년대와 1990년대에 이루어진 Groves(1995)와 Yager(1983)의 연구에서 역시 중등학교 한 학년 분량의 과학교과서에 수록된 과학용어의 개수(token)가 평균적으로 1,400개 정도였던 것과 비교해도 우리나라의 과학교과서에 과학용어가 다소 과다하게 사용되고 있는 것으로 보여진다. 물론 영어와 한국어라는 언어의 차이가 있고, 과학용어의 선정 기준이나 텍스트 수집 범위 등 연구 방법의 차이를 어느 정도 고려해야 하므로 선행연구와 본 연구 결과의 수치를 직접적으로 비교하는 것은 무리가 있다. 그러나 언급된 선행 연구들에서는 중등학교 과학교과서의 페이지당 평균 과학용어 개수(token)가 4~6개 정도임에도 불구하고 과학교과서의 용어 부담이 과다하다고 강조하고 있는 것을 고려하면 페이지당 평균 30~40개의 과학용어가 사용되고 있는 우리나라 과학교과서의 과학용어 부담이 높은 것은 분명해 보인다. 비율로 본다면 전체 과학교과서 텍스트의 20~30%가 과학용어로 구성되어 있는 셈이다. 다만, 이것이 과학용어 교육 측면에서 어떤 유불리점을 가지는가에 대해서는 추후 분석 결과들과 종합하여 논의가 가능할 것이다.

2. 명시적 과학용어 교육 사례 추출 결과

과학용어가 정의문 또는 단답형 문항의 형태로 명시적으로 교육되고 있는 사례들을 추출해 보았다. 먼저 단답형 문항의 형태로 제시된

- 1) 어휘수(type) : 텍스트에 사용된 어휘의 종류 개수. 중복 사용된 경우는 포함되지 않음.
- 2) 어휘수(token) : 텍스트에 사용된 전체 어휘의 개수. 중복 사용된 경우도 모두 포함함.

과학용어들은 초등학교는 3학년은 0개, 6학년은 6개였고, 중학교는 평균 65개, 고등학교는 평균 30개가 있었는데, 이들은 모두 피정의항으로 명시된 사례에 포함되어 있었다. 따라서 해석은 중복해서 다루지 않고 정의문 사례를 중심으로 기술하고자 한다.

과학용어가 피정의항으로 명시된 정의문들을 추출하고 이 때 피정의항으로 명시된 과학용어들의 개수와 정의문의 예시를 표 3에 제시하였다.

과학용어가 피정의항으로 제시된 정의문은 초등학교 3학년이 24개, 6학년이 37개, 중학교 1학년이 세 개 출판사 평균 약 102개, 고등학교 1학년이 세 개 출판사 평균 175개가 추출되었다. 각 학년별로 교과서에 수록된 전체 과학용어 개수 대비 정의문이 제시된 과학용어의 비율을 살펴보면 3학년이 약 14.8%, 6학년이 약 9.7%, 중학교 1학년이 평균 약 17.3%, 고등학교 1학년이 평균 약 18.8% 였다. 정의문이 제시되지 않고 사용된 나머지 과학용어들 가운데는 이미 이전

학년에서 명시적 교육을 했으므로 중복해서 정의를 설명할 필요가 없는 용어들도 있을 것이나 그렇지 않은 경우도 다수 포함되어 있다. 교육과정의 성취기준에 제시된 용어임에도 불구하고 정의문이 명시적으로 드러나지 않은 경우도 있고, 학년 수준의 학생들에게 다소 생소할 것으로 여겨지는 용어들도 정의 제시 없이 사용되는 경우도 있었다. 특히 초등학생들의 경우 과학적 지식이나 과학용어의 이해도 측면에서 초기 학습자에 해당하므로 명시적 정의 제시가 중요함에도 불구하고 3학년은 124개(83.8%), 6학년은 343개(90.3%)의 과학용어가 명시적 정의 제시 없이 사용되는 것은 문제점으로 보여진다.

정의문이 제시된 과학용어의 비율이 가장 낮은 6학년의 경우에서 실제 사례들을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 2015 개정 교육과정의 성취기준 또는 성취기준 해설에 수록되어 있으나 교과서에는 정의문 없이 사용되고 있는 용어들에는 ‘세포막’, ‘세포벽’, ‘소화기관’, ‘압력’, ‘에너지’, ‘영구자석’, ‘핵’ 등이 있었다. ‘소화기관’의 경우 ‘배설

Table 3. Terms that used as definiendum

교과서	정의문수	정의문 예시
초 3	24	<ul style="list-style-type: none"> 모양이 있고 공간을 차지하고 있는 것을 물체라고 합니다. 동물이 태어나서 성장하여 자손을 남기는 과정을 동물의 한살이라고 합니다. 소음은 사람의 기분을 좋지 않게 만들거나 건강을 해칠 수 있는 시끄러운 소리를 말합니다. 부식물은 식물의 뿌리나 죽은 곤충, 나뭇잎 조각 등이 썩은 것입니다. 공기처럼 담는 그릇에 따라 모양과 부피가 변하고, 담긴 그릇을 항상 가득 채우는 물질의 상태를 기체라고 합니다.
초 6	37	<ul style="list-style-type: none"> 낮은 태양이 동쪽에서 떠오를 때부터 서쪽으로 완전히 질 때까지의 시간을 말합니다. 식물이 빛과 이산화 탄소, 뿌리에서 흡수한 물을 이용하여 스스로 양분을 만드는 것을 광합성이라고 합니다. 현미경은 볼록 렌즈인 대물렌즈와 접안렌즈를 이용하여 작은 물체의 모습을 확대해서 볼 수 있게 만든 기구입니다. 전류가 잘 흐르는 물질을 도체라고 합니다. 물질이 산소와 빠르게 반응하여 빛과 열을 내는 현상을 연소라고 합니다.
D	85	<ul style="list-style-type: none"> 암석이 녹은 것을 마그마라고 하고, 마그마가 지표로 흘러나온 것을 용암이라고 한다. 과학에서는 물체의 운동 상태나 모양을 변화시키는 원인을 힘이라고 한다. 물을 끓이면 물이 수증기가 되는데, 이처럼 액체에서 기체로 상태가 변하는 현상을 기화라고 한다. 빛은 태양이나 전등과 같이 스스로 빛을 내는 물체인 광원에서 나온다. 생태계를 이루는 생물의 종류와 수가 크게 변하지 않고 안정된 상태를 유지하는 것을 생태계 평형이라고 한다.
중 1	M 120	<ul style="list-style-type: none"> 빛이 공기에서 렌즈나 물을 지날 때와 같이 두 물질의 경계면에서 진행 방향이 꺾이는 현상을 빛의 굴절이라고 한다. 융해와 기화뿐만 아니라 고체가 기체로 승화할 때에도 열에너지를 흡수하는데, 이를 승화열이라고 한다. 과거에는 번식했지만 오늘날 개체 수가 많이 줄어 멸종 위기에 처해 있는 생물종이 있는데, 이를 멸종 위기종이라고 한다. 원핵생물계는 세포 안에 핵이 없어서 핵이 뚜렷이 구분되지 않는 생물 무리이다. 지구 내부에서 일어나는 급격한 변동으로 땅이 갈라지거나 흔들리는 현상을 지진이라고 한다.
B	103	<ul style="list-style-type: none"> 균계는 핵이 있는 세포로 이루어진 생물 중 버섯이나 곰팡이 등과 같이 운동성이 없고, 양분을 스스로 만들 수 없는 생물 무리이다. 무게와 달리 장소가 달라져도 변하지 않는 물체의 고유한 양을 질량이라고 한다. 화산 활동이 자주 발생하는 지역을 화산대라 하고, 지진이 자주 발생하는 지역을 지진대라고 한다. 광물은 암석을 이루는 알갱이이다. 물질을 이루는 입자가 스스로 움직여 퍼져 나가는 현상을 확산이라고 한다.
D	190	<ul style="list-style-type: none"> 원자 속 전자들의 위치에 따른 에너지를 에너지 준위라고 한다. 구슬을 꿰어 다양한 장식품을 만드는 것처럼 크고 복잡한 물질을 만들 때 반복해서 이용되는 기본 재료를 단위체라 한다. 공기의 저항을 무시할 때, 물체가 중력만 받아 낙하하는 운동을 자유 낙하 운동이라 한다. 물체가 운동할 때 물체의 질량과 속력의 곱으로 나타내는 물리량을 운동량이라 한다. 생산자는 광합성을 통해 스스로 영양분을 만드는 생물로, 식물, 조류 등이 있다.
고 1	M 162	<ul style="list-style-type: none"> 주기율표는 원소를 원자 번호 순서와 화학적 성질을 기준으로 배열하여 만든 원소 분류표이다. 맨틀 대류가 상승하면서 판이 갈라져 서로 멀어지는 곳을 발산형 경계라고 한다. 화학 반응이 진행되는 데 필요한 최소한의 에너지를 활성화 에너지라고 한다. 일정한 지역에 사는 같은 종의 개체들로 이루어진 무리를 개체군, 일정한 지역에 사는 모든 개체군의 무리를 군집이라고 한다. 발전기는 전자기 유도 현상을 이용하여 전기를 생산하는 장치이다.
B	173	<ul style="list-style-type: none"> 원자의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자를 원자가 전자라고 하는데, 원자가 전자는 원소의 화학적 성질을 결정한다. 철, 구리, 알루미늄 등과 같이 전기 저항이 작아 전류가 잘 흐르는 물질을 도체라 하고, 고무, 유리, 플라스틱 등과 같이 전기 저항이 매우 커서 전류가 거의 흐르지 않는 물질을 절연체라고 한다. 초전도 현상이 나타나기 시작하는 온도를 임계 온도라고 한다. 지진과 화산 활동이 자주 일어나는 지역을 연결하면 지구의 표면은 크고 작은 조각으로 구분되며, 이러한 조각을 판이라고 한다. 광합성은 생물이 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로 포도당과 산소를 만드는 반응이다.

기관'이나 '순환기관' 등의 용어에 대해서는 정의문이 제시된 것에 반해 '순환기관'에 대해서는 '입, 식도, 위, 작은창자, 큰창자, 항문 등은 소화 기관이고 간, 쓸개, 이자는 소화를 도와주는 기관입니다'와 같이 유개념이나 종차가 없이 하위요소들의 나열로 기술되어 있었다. '에너지'의 경우는 물리 영역에서 중요하게 다루는 개념어 가운데 하나로 정확한 과학적 정의는 고등학교 1학년 교과서에 주로 제시된다. 아마도 초등학교에서 지식의 체계상 '에너지'라는 용어를 사용해야 하나 '일'에 대한 과학적 개념이 형성되기 전이므로 고등학교 수준의 과학적 정의를 제시하는 것이 무리가 되기 때문에 나타난 현상으로 여겨진다. 그러나 서론에서 언급한 바와 같이 초등학생들은 과학을 배우는 초기 단계로서 맥락을 통한 과학용어의 의미 유추, 즉 암시적 어휘 학습이 일어나기 쉽지 않기 때문에 명시적 정의 없이 과학용어를 그냥 사용하는 것도 문제가 될 것이다. 더군다나 '에너지'는 물리학에서 매우 중요한 개념어로서 고빈도로 사용되는 과학용어임에도 불구하고 일상어와의 혼용 등으로 인해 학생들이 정확한 과학적 개념을 잡는데 어려움을 겪는 경우가 많다. 따라서 이처럼 낮은 학년에서 높은 수준의 과학적 정의를 제시하는 것이 부적절한 경우는 낮은 학년의 수준에 맞추어 쉬운 단어들로 낮은 수준의 정의를 개발하여 제시하는 방법도 고려해 볼 수 있을 것이다.

다음으로 교육과정에는 언급되어 있지 않으면서 교과서에 정의문 없이 사용되고 있는 용어들에 '가뭄', '가는줄기', '감전', '겨울눈', '겹눈', '곧은뿌리', '곧은줄기', '공전궤도면', '발광다이오드', '상현달', '열에너지', '위치에너지', '운동에너지', '에너지효율', '전기에너지', '전도성', '전동기', '체관', '추분', '태양고도', '태양전지', '표피세포', '화석연료', '화학에너지' 등이 있었고, 이전 학년에서 정의문을 통한 명시적 교육이 이미 이루어진 경우는 '물질', '물체' 등이 있었다.

한편, 중학교와 고등학교의 경우 출판사별로 정의문이 제시된 과학용어의 차이가 크게 나타났다. 중학교의 경우 3개 출판사의 교과서에서 정의문이 제시된 과학용어는 총 174개 였는데, 이 가운데 3개 출판사의 교과서 모두에 공통적으로 정의문이 제시된 과학용어는 52개에 불과하였다. 그리고 2개 출판사가 공통된 과학용어는 30개, 1개 출판사에서만 정의문이 제시된 과학용어가 92개로 가장 많았다. 고등학교의 경우는 차이가 더 크게 나타났는데, 전체 350개 과학용어 가운데 3개 출판사 모두에서 정의문을 제시한 과학용어는 51개로 약 15%에 불과하였고, 2개 출판사에서 공통으로 정의문을 제시한 과학용어가 73개, 그리고 나머지 65%에 달하는 226개의 과학용어는 1개 출판사에서만 정의문을 제시하고 있었다. 교과서에서 정의문을 제시하는 등의 명시적 용어 교육을 제공할 과학용어를 선정하는 것은 이상적으로는 학생들의 과학적 지식의 수준이나 과학용어에 대한 이해도를 고려하여 결정되어야 할 것이다. 그러나 현재는 교과서의 집필자가 교육과정과 자신의 전문성을 기반으로 주로 결정되며 그 결과 위와 같이 출판사별 편차를 보이는 것으로 여겨진다.

3. 암시적 과학용어 교육 사례 추출 결과

교과서에서 피정의항으로 채택된 과학용어라 하더라도 정의문을 통해 노출되는 횟수는 1~2회에 불과하므로, 용어 습득을 위한 최소 노출 횟수로 언급되는 8회에는(Chen & Truscott, 2010; Waring &

Takaki, 2003; Webb, 2005; Zahar, Cobb & Spada, 2001) 못 미친다. 따라서 암시적 형태의 노출을 통해 학생들의 용어 학습을 도울 필요가 있다. 이에 정의문을 제외한 문장들 가운데 3어절 이상으로 구성된 문장 속에서 과학용어가 사용된 사례들을 추출하고, 개별 과학용어가 문장 속에 암시적 교육 형태로 사용된 빈도를 조사해 보았다. 그 결과 모든 학년의 과학교과서에서 빈도수 8회 이상 사용된 과학용어보다 8회 미만으로 사용된 과학용어 개수가 더 많았다(표 4 참조). 연구 대상이 된 모든 교과서에서 60% 이상의 과학용어가 빈도수 8 미만으로 사용되고 있는 것으로 나타났고 그 비율은 초, 중, 고 모두에서 큰 차이 없이 유사하게 나타났다.

Table 4. Number of implicit term teaching

학교급	학년	출판사	3어절 이상 문장 속 과학용어 개수	
			빈도수 8회 이상	빈도수 8회 미만
초	3	B	56(34.6%)	106(65.4%)
	6	B	132(34.7%)	245(64.5%)
중	1	D	172(28.4%)	420(69.4%)
		M	240(37.6%)	398(62.4%)
		B	171(32.3%)	352(66.5%)
고	1	D	339(35.0%)	622(64.3%)
		M	327(37.5%)	537(61.5%)
		B	379(39.6%)	571(59.7%)

빈도수 8 미만의 과학용어들은 학생들이 학년의 과학 학습을 모두 마치더라도 학습 효과가 나타나지 않거나 지속되기 어려울 가능성이 높다. 이들 용어들 중에는 교육과정의 내용상 중요하게 다루어져야 하는 용어임에도 충분한 빈도로 사용되지 않은 경우도 있을 것이고, 너무 쉬운 단어이거나 혹은 이전 학년에서 충분한 학습이 이루어진 경우도 있을 것이며, 불필요하거나 부적절하게 사용되어 내용 학습의 어려움만 가중시키는 경우도 있을 것이다. 따라서 이러한 각각의 경우들이 어느 정도인지 알아보기 위하여 빈도수 8 미만의 단어들 가운데 해당 학년의 교육과정에 제시된 용어의 개수, 같은 교과서에서 피정의항으로 채택된 용어의 개수, 그리고 일상적으로 해당 학년보다 쉬운 단어로 등급이 매겨진 용어의 개수를 각각 구해보았다. 이 때 해당 학년보다 쉬운 단어로 등급이 매겨진 용어는 Kim(2003)의 어휘 등급 목록을 기준으로 구분하였다. 여기서 1등급은 국어 기초어휘, 2등급은 정규 교육 이전에 습득되는 어휘, 3등급은 초등학교에 해당하는 사춘기 이전에 습득되는 어휘로 구분된다. 따라서 초등학교 3학년과 6학년에서의 쉬운 용어는 2등급까지로 구분하였고, 중학교와 고등학교의 경우 3등급까지를 쉬운 용어로 구분하였다. 그리고 그 결과를 표 5에 제시하였다.

표 5에서 교육과정에 제시된 과학용어의 경우 교육과정의 성취기준 혹은 성취기준해설의 문장 속에 사용되고 있는 과학용어와 학습요소로 나열되어 있는 과학용어들로서 해당 학년에서 충분히 학습되어야 하는 용어들이다. 그럼에도 불구하고 이들은 교과서에서 빈도수 8 미만의 낮은 빈도로 사용되고 있어 학생들에게 충분한 학습이 이루어지기 어려운 경우에 해당한다. 여기에 해당하는 용어의 예로는 3학년의 '떨림', 6학년의 '영구자석', '증산작용', 중학교 1학년의 '풍화작용', '조암광물', '종파', '횡파', 고등학교 1학년의 '세포소기관', '파력발전', '에너지준위', '충격량', '열효율' 등이 있었다. 초등학교 3학년

Table 5. Distribution of scientific terms under 8 of frequency

학교급	학년	출판사	빈도수 8회 미만 과학용어 개수	교육과정에 제시된 과학용어	피정의항으로 제시된 과학용어	1~3등급 이하의 과학용어*
초	3	B	106	1	4	44
	6	B	245	12	12	75
중	1	D	420	11	35	170
		M	398	16	20	122
		B	352	18	19	123
고	1	D	622	11	29	157
		M	537	21	28	155
		B	571	17	26	153

* 초등학교는 2등급 이하, 중학교와 고등학교는 3등급 이하의 과학용어 개수

의 ‘떨림’의 경우 교육과정 성취기준 ‘4과08-01-여러 가지 물체에서 소리가 나는 현상을 관찰하여 소리가 나는 물체는 떨림이 있음을 설명할 수 있다’에 제시된 용어로 ‘진동’을 비유적으로 표현한 것으로 보인다. 그러나 일상적 의미에서의 ‘떨림’은 ‘우리 몸에서 무의식적으로 일어나는 근육의 불규칙한 운동’(National Institute of the Korean Language, 2008)을 의미하는 단어로 무생물이 주체가 될 수 없으며 소리를 유발하는 진동과는 분명한 의미적 차이가 있다. 따라서 교육과정과 교과서에서 ‘진동’을 쉬운 단어로 표현하기 위하여 ‘떨림’이라는 일상어를 선택한 것으로 보이지만, ‘떨림’의 일상적 의미와의 혼동으로 인해 개념 습득에 어려움이나 오개념이 유발될 가능성이 있는 점, 이후 학년에서 같은 개념을 다시 ‘진동’이라는 용어로 바꾸어 표현하기 때문에 학생들의 혼란이 가중될 수 있다는 점, ‘진동’이 일상어 3등급으로 초등학교 수준에서 습득 가능한 단어이므로 초등학교 3학년에서 굳이 사용을 피하지 않아도 된다는 점 등을 고려할 때, 초등학교 3학년에서의 ‘진동’의 대용어로서 ‘떨림’을 사용하는 것이 바람직한 것인지 다시 검토해볼 필요가 있을 것이다.

다음으로 표 5에서 피정의항으로 제시된 과학용어의 예로는 초등학교 3학년의 ‘부식물’, ‘완전탈바꿈’, 초등학교 6학년의 ‘부도체’, ‘감각기관’, ‘광합성’, ‘남중’, 중학교 1학년의 ‘조흔색’, ‘원핵생물계’, ‘반사광선’, ‘탄성력’, ‘진동수’, ‘볼록거울’, 고등학교 1학년의 ‘알칼리금속’, ‘친수성’, ‘신에너지’, ‘선스펙트럼’, ‘부정합면’, ‘영구기관’ 등이 있었다. 이 용어들은 아마도 교과서의 집필자들이 학생들에게 정확한 정의를 제시하는 것이 중요하다고 판단했거나 학생들에게 생소하고 어려운 단어라고 판단했을 것으로 여겨진다. 그러나 중요하고 어려운 과학용어임에도 노출 횟수가 충분하지 않아 학생들에게 용어 학습의 효과는 나타나기 어려울 것으로 보인다.

앞의 두 가지 사례를 제외한 나머지 용어들은 너무 쉬운 단어라서 굳이 의도적인 용어 교육이 필요하지 않거나, 혹은 과학 개념 학습에서 중요하지 않으면서 학생들에게 어려울 수 있는 용어로 구분할 수 있을 것이다. 먼저 전자의 경우는 표 5에서 1~3등급 이하의 과학용어에 해당하는데, 얼핏 보면 아무 문제가 없어 보일 수 있지만 학생들의 정확한 개념 습득의 측면에서는 문제가 될 수 있다. Kim(2003)의 3등급 이하 단어 목록에 수록되어 있다는 것은 그만큼 낮은 수준에서 일상적으로 많이 사용됨을 의미하며, 일상적 의미와 과학적 의미를 가지는 다의어의 경우가 많다. 과학용어가 일상적 의미와 과학적 의미를 동시에 가지는 경우 많은 학생들은 이 용어의 일상적 사용으로 인해 과학적 의미 습득에 장애 혹은 혼란을 겪게 된다(Itza-Ortiz et

al., 2003; Lemke, 1990). 따라서 이러한 여러가지 의미를 가진 과학용어들이 일수록 일상적 의미와 혼동하지 않으면서 정확한 과학적 개념 습득을 위해서는 과학적 맥락에서 충분히 노출되는 것이 매우 중요한데, 교과서에서 저빈도로 사용되는 것은 문제점으로 여겨진다. ‘일’, ‘기관’, ‘원시’, ‘신경’, ‘인력’ 등이 이러한 경우에 해당하였다.

끝으로 교육과정이나 정의문에 사용되지 않으면서 3등급 이하의 쉬운 단어도 아닌 나머지 경우가 빈도수 8미만 용어들의 절반 이상을 차지하고 있었다. 사례들로는 초등학교 3학년의 ‘감각기관’, ‘부화’, ‘서식지’, 초등학교 6학년의 ‘생체모방’, ‘태양전지’, ‘에너지효율’, ‘겨울눈’, ‘공전궤도면’, ‘영구표본’, ‘압축공기’, 중학교 1학년의 ‘볼의고리’, ‘생물계’, ‘구면거울’, ‘원핵생물’, ‘자성’, ‘자철석’, ‘생물자원’, ‘다이오드’, ‘고체연료’, ‘대륙지각’, ‘반도체’, ‘지각변동’, ‘진화’, 고등학교 1학년의 ‘감압’, ‘고분자물질’, ‘외부온화’, ‘화학반응식’, ‘염기쌍’, ‘가속도법칙’, ‘유기물질’, ‘플라스마’, ‘세균성질병’ 등이 있었다. 이러한 용어들은 개념의 중요성과 용어 학습의 필요성을 충분히 고려해서, 필요하다면 사용 빈도를 의도적으로 늘여야 할 것이고, 그렇지 않다면 학습의 어려움만 불필요하게 가중시킬 수 있으므로 사용을 지양하는 것이 좋을 것이다. 용어 학습의 측면에서는 다독이 효과적이기는 하나 산발적인 용어 제시 보다는 목표 용어를 선별하여 반복 제시하는 것이 중요하기 때문이다(Matsuoka & Hirsh, 2010; Nation, 2001).

IV. 결론 및 제언

이상에서 2015 개정 교육과정에 따른 과학교과서를 대상으로 교과서에 수록된 과학용어의 명시적, 암시적 교육 사례를 분석해 본 연구 결과를 정리해 보면 다음과 같다. 첫째, 2015 개정 과학교과서의 초, 중, 고 과학교과서에는 교과서에 포함된 전체 어휘 대비 약 15~30% 정도의 비율로 과학용어가 사용되고 있었는데, 이는 페이지당 수록 과학용어 개수를 기준으로 미국의 경우와 비교했을 때 5배 이상의 많은 분량에 해당한다. 둘째, 과학교과서에 사용된 과학용어들 가운데 명시적 방법을 통해 의미 교육이 이루어지는 과학용어의 비율은 9.7~18.8%로 20%가 되지 않았으며, 나머지 80% 이상의 과학용어들은 암시적 교육 형태로 제시되어 있음을 알 수 있었다. 셋째, 저학년일수록 명시적 용어 교육의 비율이 높아야 함에도 불구하고 오히려 초등학교의 명시적 용어 교육의 비율이 가장 낮았으며, 6학년의 경우는 10%가 채 되지 않는 것으로 나타났다. 이러한 종합적인 연구 결과들

과 연구 과정에서 드러난 현재 과학교과서가 갖는 문제점들을 용어교육 측면에서 몇 가지 짚어보고 개선방안에 대한 제언들을 기술해보고자 한다.

첫째, 현행 과학교과서 내에 과학용어들이 다소 산발적으로 사용되고 있는 경향이 있다. 초, 중, 고를 막론하고 명시적으로 교육이 이루어지는 과학용어는 20% 미만이었으며, 나머지 80% 이상의 과학용어 가운데에서 암시적 교육이 일어날 만큼 충분한 빈도로 사용되고 있는 용어가 20% 미만, 그 외 60% 이상의 과학용어들은 과학용어 교육이 제대로 일어나기 어려운 저빈도로 사용되고 있었다. 집필자의 입장에서는 풍부한 설명과 다양한 예시를 들어 학생들의 이해를 돕기 위한 의도를 가지고 있을 것이나, 학생들의 입장에서는 과학용어들이 많이 사용될수록 텍스트 읽기에 어려움을 느끼게 되고 학습의 효과는 낮아질 수 밖에 없다. 특히 암시적 용어 교육의 측면에서 봤을 때 학생들은 문장이 담은 메시지와 주변 맥락을 통해 자연스럽게 용어의 의미를 파악하게 되는데, 문장 속에 다른 과학용어들이 많이 섞여 있을수록 메시지 파악이 어려워지므로 용어 학습과 메시지 전달 두 가지 모두 실패할 가능성이 높아지게 된다. 따라서 과학교과서를 집필할 때 교과서에서 다루게 될 과학용어 목록을 작성해보고, 가능하면 목표 용어를 중심으로 이들을 반복적으로 사용하며 기술하는 것이 내용전달과 용어 교육 모두에 효과적일 수 있을 것이다.

둘째, 출판사별 용어 사용의 편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 교과서에서 명시적 교육 대상으로 선정된 과학용어들은 집필자들이 중요하다고 판단한 개념어일 가능성이 높다. 그러나 연구 결과에서 출판사별로 정의문을 제시한 용어의 일치도가 낮고, 교육과정에 제시된 과학용어들도 완전히 반영되어 있지 않음이 드러났다. 이는 학생들이 같은 교육과정의 교육을 받더라도 어느 출판사의 교과서를 접하느냐에 따라 중요하게 학습되는 과학용어의 종류가 크게 달라짐을 의미한다. 주요 과학용어들의 사용을 통일하는 것이 모든 과학교과서들을 획일적으로 기술해야 함을 의미하지 않는다. 유사한 과학용어들을 사용하더라도 교과서의 내용이나 구성은 얼마든지 다양하게 표현 가능하므로, 국가 교육과정을 채택하고 있는 우리나라 상황에서 핵심적인 개념어들을 중심으로 하는 주요 과학용어들에 대한 사용에 좀 더 주의를 기울일 필요가 있다. 예를 들어 교육과정 차원에서 해당 학년의 학습에 필요한 필수 용어들에 대한 가이드라인을 만들고 최소한 명시적 교육 대상 과학용어라도 통일한다면 국가 교육과정의 운영 취지를 좀 더 잘 살리고, 학생들의 입장에서는 과학 학습의 수월성을 좀 더 높일 수 있을 것으로 여겨진다. 2015 개정 교육과정에서 ‘학습요소’라는 새로운 항목이 도입되기는 했으나, 현재는 과학용어들의 목록이 아닌 핵심 학습 개념 위주로 제시되어 있어서 교과서에서 사용할 과학용어에 대한 가이드라인의 기능을 하기에는 부족하다.

셋째, 초등학교 과학교과서의 명시적 과학용어 교육 비율을 높일 필요가 있을 것이다. 초등학교는 과학 학습을 시작하는 초기 단계이므로 과학의 지식 체계에서 가장 기본적이면서도 중요한 개념들을 접하게 된다. 따라서 초등학교에서 기본적이고 핵심적인 과학용어들을 정확하고 충분하게 학습하는 것은 중학교 이상의 후속 학습에도 크게 영향을 미치게 된다. 즉, 과학 학습을 위한 기초 과학용어들을 초등학교에서 충분히 확보하는 것은 기본 개념들을 잘 습득한다는 의미 외에도 중학교 이상에서의 암시적 용어 학습의 효율이 향상되어 전체적으로 과학 텍스트에 대한 이해력 향상 및 과학 학습에 대한

어려움 경감으로 이어질 수 있다. 그러므로 초등학교에서는 교육과정에서 제시하고 있는 핵심 개념어를 중심으로 관련된 과학용어들에 대한 명시적 교육을 확대하고 이들의 사용 빈도를 의도적으로 8회 이상으로 늘린다면 암시적 용어 교육 효과 또한 확보할 수 있을 것이다. 과학교과서에 과학용어 사용 비율이 높은 것은 과학용어들이 저빈도로 산발적으로 많이 사용될 때는 문제가 되지만, 제한된 목표 용어들의 반복 사용 횟수를 늘리는 것은 오히려 용어 학습에 도움이 된다. 그리고 학년이 높아짐에 따라 교육할 목표 용어 수를 점진적으로 늘린다면 과학교과서는 읽기 쉬워지고, 학생들의 과학용어에 대한 이해력도 향상될 것이다.

넷째, 일상적 의미와 과학적 의미를 함께 가지는 과학용어들을 보다 주의 깊게 교육할 필요가 있다. 이런 과학용어들은 일상생활 속에서 많이 사용되므로 교과서 집필자와 과학 교사, 그리고 학생 모두가 너무도 친숙하여 소홀하게 다룰 가능성이 높다. 실제로 본 연구 결과에서 보면 언어학에서 3등급 이하의 쉬운 일상어로 구분되는 과학용어들이 과학교과서에 저빈도로 사용되는 경우가 많았다. 일상적 의미와 과학적 의미를 함께 가지는 과학용어들의 경우 학생들의 머리 속에는 이러한 과학용어들의 일상적 의미와 주변 맥락이 이미 강하게 자리 잡고 있기 때문에(Yun & Park, 2015) 교과서의 문장을 저자의 의도와는 다르게 해석하거나 해석에 혼란을 겪을 가능성이 있다. 실제로 중학생들이 ‘전하’를 보고 ‘왕을 높여 부르는 말’을 가장 많이 떠올리거나, ‘거리’를 보고 ‘길거리’를, ‘빛면’을 보고 ‘하늘에서 내리는 비에 축축하게 젖은 바닥’을 가장 많이 떠올리는 사례가 보고된 바 있다(Yun, Lee, & Park, 2013). 다의어의 의미를 처리하기 위해서는 문장 속의 다른 단어와의 연관성을 파악하여 활성화된 단어의 여러 의미들 중에서 적절한 의미는 활성화 수준을 강화하고 불필요한 의미들은 빠르게 억제함으로써 효율적인 의미를 처리할 수 있어야 한다(Gernsbacher & Faust, 1991). 그러나 문맥을 파악하는 데 능숙하지 않은 학생들은 맥락에 맞지 않는 의미를 억제하는 처리에 미숙하고(Ko, Choi, & Hwang, 2010), 또 일상적 의미가 과학적 의미에 훨씬 친숙하기 때문에 집필자나 교사에게는 쉬워 보이는 문장도 학생들은 느리거나 혹은 다르게 해석할 수 있는 것이다. 따라서 일상적 의미와 다의적으로 사용되는 과학용어들의 경우 과학용어로서의 암시적 교육 빈도를 늘려서 해당 용어의 과학적 의미 학습이 충분히 일어나고 일상적 의미와 과학적 의미를 정확하게 구분할 수 있도록 유도할 필요가 있다. 한편, 다의어가 아니라도 일상 생활에서 많이 사용하는 과학용어들의 경우 과학교과서에서 명시적으로 정의를 제시해준다면 일상 생활 속에서 보다 정확한 의미로 사용하고, 생활속에서의 암시적 용어 학습의 질이 높아질 수 있을 것이다.

국문요약

본 연구는 2015 개정 교육과정에 따른 과학교과서를 대상으로 교과서에 수록된 과학용어의 명시적, 암시적 교육 사례를 분석하여 과학용어 교육 측면에서 현행 교과서가 가지는 문제점들을 짚어보고 개선 방안을 제안하고자 실시하였다. 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 3학년과 6학년, 중학교 1학년, 고등학교 1학년의 과학교과서 8권으로 부터 사용된 과학용어들을 추출하고, 명시적 및 암시적으로 사용된 사례를 수집 및 분석하였다. 연구 결과를 간략하게 정리하면

다음과 같다. 첫째, 2015 개정 과학교과서의 초, 중, 고 과학교과서에는 교과서에 포함된 전체 어휘 대비 약 15~30% 정도의 비율로 과학 용어가 사용되고 있었는데, 이는 페이지당 수록 과학용어 개수를 기준으로 외국의 경우와 비교했을 때 평균적으로 5배 이상의 많은 분량에 해당한다. 둘째, 과학교과서에 사용된 과학용어들 가운데 명시적 방법을 통해 의미 교육이 이루어지는 과학용어의 비율은 9.7~18.8%로 20%가 되지 않았으며, 자연스럽게 나머지 80% 이상의 과학용어들은 암시적 교육 형태로 제시되어 있음을 의미한다. 셋째, 저학년일수록 명시적 용어 교육의 비율이 높아야 함에도 불구하고 오히려 초등학교의 명시적 용어 교육의 비율이 가장 낮았으며, 6학년의 경우는 10%가 되지 않는 것으로 나타났다.

주제어 : 과학용어, 명시적 용어 교육, 암시적 용어 교육, 과학교과서

References

- Al-Homoud, F., & Schmitt, N. (2009). Extensive reading in a challenging environment: A comparison of extensive and intensive reading approaches in Saudi Arabia. *Language Teaching Research*, 13(4), 383-401.
- Beck, I., & Mckeown, M. (1991). Conditions of vocabulary acquisition. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research 2* (pp. 789-814). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bell, T. (2001). Extensive reading: Speed and comprehension. *The Reading Matrix*, 1(1).
- Chen, c., & Truscott, J. (2010). The effects of repetition and L1 lexicalization on incidental vocabulary acquisition. *Applied Linguistics*, 31(5), 693-713.
- Ellis, N. C. (1994). *Implicit and explicit learning of language*. London: Academic Press.
- Fang, Z. (2006). The language demands of science reading in middle school. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520.
- Flowerdew, J. (1992). Definitions in Science Lectures. *Applied Linguistics*, 13(2), 202-221.
- Folse, K. S. (2004). Myths about teaching and learning second language vocabulary: What recent research says. *TESL Reporter*, 37(2), 1-13.
- Gernsbacher, M., & Faust, M. (1991). The mechanism of suppression: A component of general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology*, 17(2), 245-263.
- Groves, F. H. (2016). A longitudinal study of middle and secondary level science textbook vocabulary loads. *School Science and Mathematics*, 116(6), 320-325.
- Groves, F. H. (1995). Science vocabulary load of selected secondary science textbooks. *School Science and Mathematics*, 95(5), 231-235.
- Huckin, T. & Coady, J. (1999). Incidental vocabulary acquisition in a second language. *Studies in Second Language Acquisition*, 21(2), 181-193.
- Hunt, A., & Beglar, D. (2005). A Framework For developing EFL reading vocabulary. *Reading in a Foreign Language*, 17(1), 23-59.
- Itza-Ortiz, S., Rebello, N. S., Zollman, D., & Rodriguez-Achach, M. (2003). The vocabulary of introductory physics and its implications for learning physics. *The Physics Teacher*, 41(6), 330.
- Jenkins, J. R., Stein, M. L., & Wysocki, K. (1984). Learning vocabulary through reading. *American Educational Research Journal*, 21(4), 767-787.
- Kim, G. (2003). *Vocabulary by grade for Korean education*. Pagjounng Press.
- Kim, J. (2009). The writing of a definition sentence. *The Modern Education of Korean Language*, 81, 69-84.
- Kim, J. & Im, H. (2012). The interaction effects of exposure frequency and task-induced involvement on English learners' vocabulary development. *Foreign Languages Education*, 19(4), 349-373.
- Ko, S., Choi, K., & Hwang, M. (2010). Comprehension of ambiguous words in children with poor reading comprehension. *Communication Sciences and Disorders*, 15(3), 348-356.
- Lee, E. & Park, M. (2018). The effects of explicit and implicit vocabulary learning through movies on Learners' vocabulary knowledge. *Journal of the Korea English Education Society*, 17(2), 75-92.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Matsuoka, W., & Hirsh, D. (2010). Vocabulary learning through reading: Does an ELT course book provide good opportunities? *Reading in a Foreign Language*, 22(1), 56-70.
- Miller, G. A. (1991). *The science of words*. W. H. Freeman & Co.
- Miller, J. (2009). Teaching refugee learners with interrupted education in science: Vocabulary, literacy and pedagogy. *International Journal of Science Education*, 31(4), 571-592.
- Mun, J. (2013). Comparative study on the effect of Arabic vocabulary learning depending on the compromise ratio of implicit/explicit vocabulary learning methods *The Journal of The Institute of the Middle East Studies*, 32(1), 85-121.
- Nam, K. (2016). A study on types of defining sentences in science text. *Korean Semantics*, 52, 111-138.
- Nation, I. S. P., & Wang, K. (1999). Graded readers and vocabulary. *Reading in a Foreign Language*, 12(2), 355-380.
- Nation, I. S. P. (2001). *Learning vocabulary in another language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- National Institute of the Korean Language (2008). *Standard Korean dictionary*. National Institute of the Korean Language.
- Pavel, S. & Nolet, D. (2001). *Handbook of terminology*. Public Works and Government Services Canada.
- Reeves, C. (2005). *The language of science*. Routledge
- Rott, S. (1999). The effect of exposure frequency on intermediate language learners' incidental vocabulary acquisition and retention through reading. *Studies in Second Language Acquisition*, 21(4), 589-619.
- Shin, S. (2005). The abstraction and taxonomy of events. *Korean Semantics*, 16, 295-317.
- Stahl, S. A. (1986). Three principles of effective vocabulary instruction. *Journal of Reading*, 29(7), 662-668.
- Staples, R. & Helselden, R. (2002). Science teaching and literacy. *The School Science Review*, 83(304), 51-62.
- Sökmen, A. J. (1997). Current trends in teaching second language vocabulary. In N. Schmitt & M. McCarthy (Eds.), *Vocabulary: Description, acquisition and pedagogy* (pp. 237-257), Cambridge: Cambridge University Press.
- Waring, R., & Takaki, M. (2003). At what rate do learners learn and retain new vocabulary from reading a graded reader. *Reading in a Foreign Language*, 15(2), 130-163.
- Webb, S. (2005). Receptive and productive vocabulary learning: The effects of reading and writing on word knowledge. *Studies in Second Language Acquisition*, 27(1), 33-52.
- Werner, H., & Kaplan, B. (1963). *Symbol formation: An organismic developmental approach to language and the expression of thought*. New York: Wiley.
- Wilson, E. O. (1998). *Consilience: The unity of knowledge*. New York: Alfred A. Knopf.
- Yager, R. (1983). The importance of terminology in teaching K-12 science. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 577-588.
- Yun, E., Yi, Y., & Park, Y. (2013). Analysis of students' word association about the science terminologies used in the "Force and Motion" unit in middle school science textbook. *Journal of Science Education*, 37(3), 573-582.
- Yun, E. & Park, Y. (2013). Research on science teacher's perception of teaching science terminology. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(7), 1343-1353.
- Yun, E. & Park, Y. (2015). Test environment factors influencing word association about science terminology in students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(6), 1031-1038.
- Yun, E., Kwon, S. G., & Park, Y. (2015). Analysis of problems of current science textbooks perceived by teachers and students in view of learner-centered classroom. *Journal of Science Education*, 39(3), 404-417.
- Yun, E., Kim, J., Nam, K., Song, H., Ok, C., Choi, J., & Park, Y. (2018). Building Korean science textbook corpus (K-STeC) for research of scientific language in education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 575-585.
- Zahar, R., Cobb, T., & Spada, N. (2001). Acquiring vocabulary through reading: Effects of frequency and contextual richness. *Canadian Modern Language Review*, 57(4), 541-572.

저자 정보

윤은정(경북대학교과학교육연구소 연구교수)