

초등학교 과학 교과서의 텍스트에 대한 어휘와 문장 단위의 이독성 분석

강석진 · 고한중
(전주교육대학교)

An Analysis on the Readability of the Texts in Elementary School Science Textbooks in Terms of Word and Sentence Units

Kang, Sukjin · Koh, Hanjoong
(Jeonju National University of Education)

ABSTRACT

In this study, the readability of the texts in the third and the sixth grade science textbooks developed under the 2007 revised science curriculum were analyzed in terms of word and sentence units. In the word unit analyses, the levels of the words in the texts were classified into four categories, 1st to 4th levels. In the sentence unit analyses, the sentences in the texts were classified either a simple sentence or compound/complex sentences, and the average length of the sentences was also calculated. The results indicated that more than 90 percents of the words in the 2007 revised science textbooks were classified as the 1st to the 3rd levels. However, both the kinds and the frequencies of the words in the 2007 revised science textbooks were increased in comparison of those in the 7th science textbooks. In particular, it was found that the increasement in the 3rd grade science textbook was noticeable. The ratio of the compound/complex sentences in the 2007 revised science textbooks were increased in comparison of those in the 7th science textbooks. The average length of the sentences in the 2007 revised science textbooks was also increased.

Key words : readability, 2007 revised science curriculum, elementary school science textbook, word, sentence

I. 서 론

과학 교과서는 과학교육과정에서 제시한 목표를 달성하기 위하여 내용을 선정·조직하고 구체적으로 진술한 자료로서, 교사들의 수업 방법이나 수업 내용에 큰 영향을 미치는 매체이다(Trowbridge *et al.*, 2004; Wellington & Osborne, 2001). 특히, 여러 과목을 가르쳐야 하는 초등 교사는 수업 목표, 내용, 방법 및 평가 등 모든 측면에서 교과서를 지침으로 삼으려는 경향이 크므로(Kwak, 2004), 초등학교 과학 수업에서는 교과서의 비중이 더욱 커진다. 일반적으로 교과서를 구성하는 보편적인 요소는

문자 언어이므로, 교과서의 내용 타당성이나 학습 효율성을 결정하는 것은 문자로 기술된 부분이라고 할 수 있다(Lee, 2011). 그런데 과학에 사용되는 언어는 형식적이고, 일상생활에서 잘 사용되지 않는 특별한 어휘가 사용되기도 한다(Tao, 1994). 또한 일상생활에서는 여러 개의 절을 사용해야 전달할 수 있는 정보도 과학에서는 하나의 문장으로 압축하여 전달하는 축약된 문법 구조를 사용하는 경우가 많으므로, 과학 교과서는 정보 밀도가 매우 높다(Fang, 2006; Tao, 1994). 결과적으로, 언어적 능력이 부족한 학생들은 과학 교과서의 텍스트를 잘 못 이해할 가능성이 높으므로, 학생의 수준을 고려

하여 과학 교과서의 텍스트를 구성할 필요가 있다.

텍스트가 너무 쉬우면 학생들은 지루해지고, 반대로 너무 어려우면 학생들이 텍스트를 이해할 수 없게 된다. 따라서 유의미한 교과서가 되기 위해서는 너무 쉬워서 도전 의식을 느낄 수 없는 독립적(independent) 수준의 텍스트나 너무 어려워서 포기하게 되는 좌절(frustration) 수준의 텍스트가 아닌 도움을 바탕으로 내용을 이해할 수 있는 지도적(instructional) 수준의 텍스트를 구성해야 한다(Walpole et al., 2006). 즉, 교과서의 텍스트는 학생들의 실제 발달 수준과 잠재적 발달 수준 사이의 근접 발달 영역 내에 위치함으로써, 교사나 동료 학생들로부터 적절한 지원과 인지적 비계를 제공받을 수 있어야 한다(Wellington & Osborne, 2001). 학생들의 수준에 맞는 텍스트를 제공할 경우, 능동적인 자기주도 학습뿐 아니라, 실질적인 수준별 학습이 가능해진다(Suh, 2011). 과학과 같이 특정 교과의 개념이나 원리를 다루는 교과서는 학생들의 언어 능력보다 어렵게 구성될 경우, 학습에 장애가 될 수 있다(Lee, 2011). Wright and Spiegel(1984)은 교과서가 읽기 어려울수록 학업 성취도가 낮았고, 어려운 교과서를 쉽게 고쳤더니 실제로 학생들의 이해도가 증가하였음을 보고하였다.

어떤 글이 얼마나 이해하기 쉽게 쓰여졌는가를 이독성(readability)이라고 하는데, 교과서의 이독성 수준이 적절하지 않을 경우 학습에 방해가 될 수 있다. Yun and Park(2009; 2011)은 과학 교과서에 사용된 과학 용어에 대한 연구에서 과학 교과서의 이독성을 높이기 위해서는 각 학년에 적합한 과학 용어의 사용을 주장하였다. 그러나 과학 용어가 아닌 일상적인 어휘도 과학적인 맥락에서 사용되면 학생들이 쉽게 이해하지 못하는 것으로 알려졌다(Pickersgill & Lock, 1991; Wellington & Osborne, 2001). Merzyn(1987)은 학생들이 3차원, 양, 개념과 같이 교과서에 흔히 사용되는 일상적 어휘의 의미를 이해하는데 어려움을 겪는다고 보고하였다. 학생들은 과학적 맥락에서 어휘의 의미를 엄밀하게 사용하지 못하는 경우가 많으므로, 어려운 어휘를 쉬운 어휘로 교체하는 것만으로도 학생들의 수행을 향상시킬 수 있다고 한다(Cassels & Johnstone, 1984). 이와 같이, 이독성은 학생의 성취와 밀접한 관련이 있으므로, 과학 교과서의 이독성 수준을 분석하기 위한 연구들(Kang & Park, 2009; Koh et al., 2010; Lee, 2011;

Lee, 2013)이 이루어져 왔다.

한편, 텍스트의 이독성을 판단하는 기준을 제시하기 위하여, 이독성에 영향을 미치는 요인에 대한 탐색이 이루어졌다. Yun(2006)은 어휘의 난이도와 문장의 길이로 텍스트의 난이도를 65% 가량 설명할 수 있다고 보고하였고, Choi(2012)는 어려운 어휘 수와 평균 문장 길이로 텍스트 난이도의 43%를 설명할 수 있다고 보고하였다. Suh et al.(2013)도 어려운 어휘 수와 문장 수로 초등학교용 텍스트의 복잡도를 75% 이상 설명할 수 있다고 보고하였다. 즉, 선행 연구의 공통적인 결론은 이독성을 결정하는 중요한 요인이 어휘의 난이도와 문장의 길이라는 점이다. 최근에는 대부분의 이독성 연구가 정량적인 요인만 단편적으로 다룬다는 한계를 극복하기 위하여, 텍스트의 복잡도라는 관점에서 종합적으로 이독성에 접근하려는 움직임이 나타났다. Suh(2011)는 이독성을 떨어뜨리는 텍스트의 복잡도에 영향을 미치는 요인으로 텍스트의 구조, 텍스트의 의미, 학생의 배경 지식을 제시하였는데, 텍스트의 구조는 다시 어휘의 난이도나 문장 구조와 같은 미시 구조와 텍스트에 두드러진 특징적인 거시 구조(기술, 비교 대조, 문제-해결, 원인-결과 등)로 나누었다. 그런데 과학 교과서는 대부분이 설명 텍스트이므로 예측 불가능한 거시적 구조를 사용할 가능성이 낮고, 텍스트의 내용이나 주제를 명시적으로 전달하므로 텍스트의 의미가 암시적이거나 함축적인 경우도 거의 없다. 또한 과학 교과서의 텍스트는 과학교육과정의 개념 체계에 근거하여 구성되므로 평균적인 학생의 배경 지식이 고려되는 것으로 볼 수 있다. 따라서 과학 교과서의 경우, 텍스트의 복잡도 관점에서도 교과서의 이독성에 영향을 미칠 가능성이 높은 요인은 텍스트의 미시 구조, 즉 어휘의 난이도나 문장의 구조라고 볼 수 있다.

이에, 이 연구에서는 2007 개정 과학교육과정에 의거하여 개발된 초등학교 과학 교과서의 텍스트를 어휘와 문장 측면에서 조사하고, 이 결과를 7차 초등학교 과학 교과서의 텍스트의 이독성에 대한 선행 연구(Koh et al., 2010)의 결과와 비교하여 2007 개정 초등학교 과학 교과서의 이독성 수준을 논의하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 자료

이 연구는 2007 개정 과학교육과정에 의거하여 개발된 초등학교 과학 교과서를 대상으로 하였다. 과학 교과서를 기술할 때 학년에 따른 이독성 수준이 고려되었는지 조사하기 위하여 초등학교 과학교육과정의 처음과 마지막에 해당하는 3학년 1학기 및 6학년 2학기 과학 교과서의 텍스트를 대상으로 이독성을 분석하였다. 3학년 1학기 과학 교과서는 총 126쪽 분량이고, 6학년 2학기 과학 교과서는 총 128쪽 분량으로 구성되어 있다. 과학 교과서의 보조교재인 ‘실험관찰’은 거의 모든 내용이 실험 결과를 기록하는 보고서 성격이므로, 이 연구의 분석대상에서 제외하였다.

2. 자료 분석

선행 연구에서 이독성 수준을 판단하기 위한 기준으로 제안된 요인 중 공통적으로 포함된 것은 어휘와 문장이다(Choi, 2012; Koh *et al.*, 2010; Lee, 2011; Suh *et al.*, 2013; Yun, 2006). 따라서 이 연구에서는 선행 연구(Koh *et al.*, 2010)를 바탕으로 이독성의 분석 단위로 어휘와 문장 측면에서 분석 기준을 고안하였다.

어휘의 수준을 분석하기 위한 기준은 ‘등급별 국어교육용 어휘(Kim, 2003)’에서 제시한 어휘 등급이다. ‘등급별 국어교육용 어휘’는 우리말에서 사용되는 어휘 24만여 개를 교육적 중요도에 따라 총 7등급으로 분류한 어휘 목록이다. 이 목록은 기존 연구들을 폭넓게 수렴한 메타 연구 결과라는 점에서 신뢰도가 높으며, 어휘의 중요성에 대한 전문가의 조정을 거쳤다는 점에서 타당도 또한 높다. 즉, 등급별 국어교육용 어휘는 객관적인 분포와 전문가의 주관적인 판단을 동시에 고려하였다는 장점이 있다. 1등급은 기초 어휘, 2등급은 정규 교육 이전 어휘, 3등급은 정규 교육 시작 후 사춘기 이전까지 수준의 어휘이다. 따라서 1~3등급의 어휘가 초등학생에 해당되는 수준으로서 일상생활에서 사용빈도가 높아 익숙하고 쉬운 어휘이다. 이 연구에서는 과학 교과서에 사용된 어휘를 ‘등급별 국어교육용 어휘’를 바탕으로 1~3등급으로 분류하고, 그 외의 어휘들을 4등급 이상으로 분류하였다.

어휘 분석은 교과서의 본문, 말풍선 속의 텍스트, 표 속의 어휘에 대해서만 실시하였다. 학생 작품 예시, 사진, 삽화 등에 들어 있는 텍스트는 특정한 의미를 전달하기 위하여 사용된 것이 아니므로 분석

에서 제외하였다. 또한 텍스트 내의 제목(학습용어, 되짚어보기, 확인하기, 과학글쓰기, 해보기, 창의활동, 과학 이야기, 나도 과학자 등)과 실험 활동의 단계 제목 (무엇이 필요할까요, 어떻게 할까요, 생각해 볼까요, 더 탐구해 볼까요, 이런 것도 있어요 등) 등과 같이 교과서의 구조상 반복적으로 제시되는 어휘도 분석에서 제외하였다. 한편, 고유 명사는 ‘등급별 국어교육용 어휘’의 기준에서 등급이 제시되지 않았지만, 자주 사용되지 않으므로 난이도가 높은 것으로 판단하여 4등급 이상으로 분류하였다.

문장 수준의 분석에서는 교과서에 제시된 문장을 단문, 중문, 복문으로 분류하였다. 단문은 동사가 하나만 있는 문장이고, 복문은 절을 문장 성분으로 가지고 있는 문장이며, 중문은 두 개의 절이 대등한 관계로 연결된 문장이다. 한 문장 속에 절이 포함되어 있거나 두 개 이상의 절이 연결되어 있을 경우, 문장의 내용을 이해하기 위해서는 하나의 절을 기억한 상태에서 다시 전체 문장을 재생해야 한다. 따라서 단문에 비해 중문이나 복문의 이독성이 낮아진다고 할 수 있다. 교과서의 텍스트에서 소제목처럼 문장의 형식을 갖추지 않은 것과 반복적으로 제시되는 문장 형태의 제목은 분석에서 제외하였다. 문장을 분석할 때는 한 문장에 있는 서술어의 수만큼 절이 있는 것으로 간주하여 분석하였다. 즉, 서술어에 연결된 주어나 목적어 등이 생략되어 있어도 하나의 절로 처리하였다. 그러나 ‘해 왔다’와 같이 서술어가 두 개이더라도 하나의 의미를 나타낸다고 판단될 경우에는 하나의 절로 처리하였다.

분석 결과의 신뢰도를 확보하기 위하여 2인의 분석자가 2007 개정 3학년 1학기 과학 교과서의 한 단원을 선택하여 교과서의 어휘 수준과 문장 구조를 분석한 후 일치도를 비교하였다. 분석자 간의 차이를 논의하여 분석 기준을 수정하고, 다시 2인의 분석자가 각각 분석하여 일치도를 비교하는 과정을 반복하였다. 그 결과, 2회의 분석에서 어휘 수준은 97%, 문장 수준은 96%의 일치도를 얻었다. 분석자간 일치도가 만족할 만한 수준에 도달하였으므로, 연구자 중 1인이 모든 연구 자료의 분석을 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 어휘 수준의 분석

2007 개정 3학년 1학기 및 6학년 2학기 과학 교과서에 사용된 어휘의 종류와 빈도를 Table 1에 제시하였다. 3학년 과학 교과서에는 총 2,008종의 어휘가 7,601회 사용되었다. 1등급 어휘는 1,049종으로 전체의 52.2%를 차지하였고, 2등급 어휘는 486종(24.2%), 3등급 어휘는 218종(10.9%), 4등급 이상 어휘는 255종(12.7%)이 사용되었다. 빈도 측면에서는 1등급 어휘가 4,643회(61.1%), 2등급 어휘가 1,767회(23.2%), 3등급 어휘가 570회(7.5%), 4등급 이상 어휘가 621회(8.2%) 사용되었다.

6학년 과학 교과서에서는 총 2,638종의 어휘가 10,155회 사용되어(Table 1) 3학년 과학 교과서에 비해 어휘의 종류와 빈도가 약 30% 정도 많았다. 1등급 어휘가 1,126종으로 전체의 42.7%를 차지하였고, 2등급 어휘는 569종(21.6%), 3등급 어휘는 432종(16.4%), 4등급 이상의 어휘는 511종(19.4%)이 사용되었다. 빈도 측면에서는 1등급 어휘가 5,412회(53.3%), 2등급 어휘가 1,836회(18.1%), 3등급 어휘가 1,461회(14.4%), 4등급 이상의 어휘가 1,446회(14.2%) 사용되었다.

사용 빈도가 높은 어휘는 친숙하므로 의미를 쉽게 알 수 있고, 반대로 사용 빈도가 낮은 어휘는 생소하므로 어렵게 느껴진다(Sim, 1991). 연구 결과, 사용 빈도가 높은 1~3등급의 어휘가 3학년 교과서에서는 91.8%, 그리고 6학년 교과서에서는 85.8%를 차지하고 있었다. 이러한 결과는 어휘의 난이도 측면에서는 과학 교과서의 이독성에 큰 문제가 없음을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 7차 과학 교과서에 대한 선행 연구(Koh *et al.*, 2010)와 비교할 때, 2007 개정 과학 교과서에 사용된 어휘의 종류와 빈도가 크게 증가한 것으로 나타났다. 어휘의 종류는 3학년과 6학년 교과서에서 각각 46%와 40% 증가하였고, 어휘의 빈도는 각각 120%와 85% 증가하였다. 이러한 결과는 지나치게 활동 중심으로 구성되어 학생들이 스스로 공부하기 어려운 기존 교과서의 문제점을 개선하기 위하여, 2007 개정 과학 교과서가 ‘탐구의 강화와 실험 확인에서만 끝나지 않고 관련 개념과 현상에 대한 설명을 보강하는 것에 강조점을 두고자(Lim *et al.*, 2007, p. 592)’ 하였기 때문일 수 있다. 또한 2007 개정 과학 교과서는

Table 1. Kinds and frequencies of the words in the 2007 revised science textbooks (%)

Chapter	1st level		2nd level		3rd level		4th level		Total	
	Kind	Frequency	Kind	Frequency	Kind	Frequency	Kind	Frequency	Kind	Frequency
Science 3-1										
Our life and matter	242 (51.8)	1,122 (58.8)	119 (25.5)	513 (26.9)	52 (11.1)	143 (7.5)	54 (11.6)	129 (6.8)	467	1,907
Properties of magnet	246 (52.5)	1,111 (55.6)	116 (24.7)	576 (28.8)	53 (11.3)	182 (9.1)	54 (11.5)	130 (6.5)	469	1,999
Lives of animals	275 (51.7)	1,127 (61.3)	139 (26.1)	380 (20.7)	48 (9.0)	124 (6.7)	70 (13.2)	207 (11.3)	532	1,838
Weather and our life	286 (53.0)	1,283 (69.1)	112 (20.7)	298 (16.0)	65 (12.0)	121 (6.5)	77 (14.3)	155 (8.3)	540	1,857
Total	1,049 (52.2)	4,643 (61.1)	486 (24.2)	1,767 (23.2)	218 (10.9)	570 (7.5)	255 (12.7)	621 (8.2)	2,008	7,601
Science 6-2										
Changes of weather	323 (43.5)	1,371 (55.7)	178 (24.0)	436 (17.7)	109 (14.7)	350 (14.2)	133 (17.9)	305 (12.4)	743	2,462
Gases	243 (41.5)	1,118 (49.8)	131 (22.4)	394 (17.6)	94 (16.0)	349 (15.5)	118 (20.1)	384 (17.1)	586	2,245
Energy and instrument	277 (41.7)	1,347 (50.9)	133 (20.0)	505 (19.1)	108 (16.3)	336 (12.7)	146 (22.0)	458 (17.3)	664	2,646
Combustion and extinguishment	283 (43.9)	1,576 (56.2)	127 (19.7)	501 (17.9)	121 (18.8)	426 (15.2)	114 (17.7)	299 (10.7)	645	2,802
Total	1,126 (42.7)	5,412 (53.3)	569 (21.6)	1,836 (18.1)	432 (16.4)	1,461 (14.4)	511 (19.4)	1,446 (14.2)	2,638	10,155

전체 쪽 수가 늘어나고, 지면이 커졌으며, 7차 과학 교과서에서는 교과서와 실험관찰에 나뉘어 수록되었던 읽기자료가 2007 개정 교과서에서는 모두 교과서에 수록된 점 등도 영향을 미쳤을 수 있다. 그러나 결과적으로 교과서의 사용자인 학생들의 입장에서 읽어야 할 어휘량이 거의 두 배 가량 증가되었기 때문에 읽기 부담이 커졌을 가능성이 높다.

2007 개정 3학년과 6학년 과학 교과서의 이독성을 비교하기 위하여, 각 교과서에 사용된 어휘의 쪽 당 빈도를 계산하였다(Table 2). 3학년 과학 교과서에는 쪽 당 평균적으로 60.3개의 어휘가 사용되었으나, 6학년 과학 교과서에는 쪽 당 79.3개의 어휘가 사용되었다. 즉, 6학년 교과서에는 3학년 교과서에 비해 쪽 당 32% 더 많은 어휘가 사용되었다. 초등학교 2~3학년경부터 학생들의 읽기 능력이 급속히 빨라지기 시작한다는 점(Park, 2005)을 고려할 때, 6학년 교과서에 어느 정도 많은 어휘가 사용되는 것은 자연스러운 현상으로 볼 수 있다. 한편, 3학년 과학 교과서에서 1등급 어휘는 쪽 당 평균 36.8개(61.1%)가 사용되었으며, 2등급 어휘는 14.0개(23.2%), 3등급 어휘는 4.5개(7.5%), 4등급 이상의 어휘는 4.9개(8.2%)가 사용되었다. 6학년 과학 교과서에는 1등급 어휘는 쪽 당 평균 42.3개(53.3%), 2등급 어휘는 14.3개(18.1%), 3등급 어휘는 11.4개(14.4%), 4등급 이상의 어휘는 11.3개(14.2%) 사용되었다. 즉, 6학년 과학 교과서에서는 3학년 교과서에 비해 1, 2등급 어휘의 비율이 낮아지고, 3, 4등급 어휘의 비율이 높아지는 경향이 있었다. 학생들은 성장할수

록 어려운 어휘를 처리하는 능력이 생기므로(Park, 2005), 6학년 과학 교과서에 높은 등급 어휘의 비율이 다소 높아진 결과는 자연스러운 현상으로 볼 수 있다.

어휘의 사용 빈도를 단원별로 비교한 결과(Table 2), 3학년 교과서는 단원에 따라 쪽 당 56.1~66.6개의 어휘가 사용되었고, 6학년 교과서는 단원에 따라 쪽 당 74.6~84.9개의 어휘가 사용된 것으로 나타났다. 단원별로 사용된 쪽 당 어휘 수의 편차가 매우 컸던 7차 과학 교과서(Koh *et al.*, 2010)와 달리, 2007 개정 과학 교과서에서는 단원별로 사용된 쪽 당 어휘 수에서 큰 차이가 나타나지 않았다. 즉, 과학 교과서의 각 단원이 서로 다른 저자들에 의해 독립적으로 개발되므로 이독성 수준에서 차이가 발생할 가능성이 높음에도 불구하고, 2007 개정 과학 교과서는 쪽 당 어휘 수 측면에서 각 단원에서 학습자에게 요구되는 읽기 부담을 비슷한 수준으로 조절하는데 성공한 것으로 보인다.

한편, 2007 개정 과학 교과서에 사용된 쪽 당 어휘 수는 7차 과학 교과서에 비해 크게 증가하였다(Table 3). 2007 개정 3학년 과학 교과서의 쪽 당 어휘 수는 60.3개로 7차 3학년 과학 교과서의 33.9개에 비해 78% 증가하였고, 2007 개정 6학년 과학 교과서의 쪽 당 어휘 수는 79.3개로 7차 6학년 과학 교과서의 64.0개에 비해 24% 증가하였다. 학년에 따른 적정 어휘량에 대한 절대적인 기준이 없고, 동일한 정보를 쉬운 어휘로 상세하게 풀어내는 것이 오히려 이독성이 높을 수도 있으므로, 어휘의

Table 2. Frequencies of words per page in the 2007 revised science textbooks (%)

Chapter (number of pages)	1st level	2nd level	3rd level	4th level	Total
Science 3-1					
Our life and matter (34)	33.0(58.8)	15.1(26.9)	4.2(7.5)	3.8(6.8)	56.1
Properties of magnet (30)	37.0(55.6)	19.2(28.8)	6.1(9.1)	4.3(6.5)	66.6
Lives of animals (31)	36.4(61.3)	12.3(20.7)	4.0(6.7)	6.7(11.3)	59.3
Weather and our life (31)	41.4(69.1)	9.6(16.0)	3.9(6.5)	5.0(8.3)	59.9
Total (126)	36.8(61.1)	14.0(23.2)	4.5(7.5)	4.9(8.2)	60.3
Science 6-2					
Changes of weather (33)	41.5(55.7)	13.2(17.7)	10.6(14.2)	9.2(12.4)	74.6
Gases (29)	38.6(49.8)	13.6(17.6)	12.0(15.5)	13.2(17.1)	77.4
Energy and instrument (33)	40.8(50.9)	15.3(19.1)	10.2(12.7)	13.9(17.3)	80.2
Combustion and extinguishment (33)	47.8(56.2)	15.2(17.9)	12.9(15.2)	9.1(10.7)	84.9
Total (128)	42.3(53.3)	14.3(18.1)	11.4(14.4)	11.3(14.2)	79.3

Table 3. Frequencies of the words per page in the 7th and the 2007 revised science textbooks (%)

Level	7th science textbook ¹⁾		2007 revised science textbook	
	3rd grade	6th grade	3rd grade	6th grade
1st	21.6(63.8)	39.1(61.1)	36.8(61.1)	42.3(53.3)
2nd	7.3(21.6)	11.3(17.7)	14.0(23.2)	14.3(18.1)
3rd	2.4(7.1)	7.6(11.9)	4.5(7.5)	11.4(14.4)
4th	2.5(7.5)	6.5(10.2)	4.9(8.2)	11.3(14.2)
Total	33.9	64.0	60.3	79.3

¹⁾ Taken from Koh *et al.* (2010)

증가를 무조건 문제라고 판단하기는 어렵다. 또한 2007 개정 교육과정 교과서에서 어휘 수의 증가는 다른 교과목에서도 공통적으로 나타나는 현상이다 (Kwak, 2010; Yun & Park, 2013). 그러나 6학년 과학 교과서에 비해 3학년 과학 교과서의 증가폭이 두드러진다는 점에는 주목할 필요가 있다. Fang(2006)은 초등학교 저학년 교과서에서 주로 이야기와 대화 텍스트만 접하던 학생들이 고학년에서 설명 텍스트를 접할 경우, 부담을 느낄 수 있음을 지적하였다. 우리나라의 경우도 초등학교 1~2학년 교과서의 과학 내용은 통합 교과목 속에서 짧은 이야기나 대화체 중심의 텍스트로 제시된다. 그러나 3학년부터는 독립된 과학 교과서를 접하게 되는데, 과학 교과서는 대부분 설명 텍스트로 구성되어 있다. 학생들은 설명 텍스트를 읽는 것이 이야기식 텍스트를 읽는 것과 다르다는 점을 재빨리 알아채므로(Frey & Fisher, 2007), 과학 교과서를 처음으로 접하는 3학년 학생들을 위해서 특별한 조치가 강구될 필요성이 있다. 그러나 2007 개정 3학년 과학 교과서에서 쪽 당 어휘 수가 크게 증가한 것으로 나타난 이 연구의 결과는 2007 개정 3학년 과학 교과서가 설명 텍스트에 익숙하지 않은 학생들에 대한 배려가 부족하였고, 그 결과 어휘 측면에서는 학생들이 읽기에 대한 부담을 느낄 가능성을 시사한다.

2. 문장 수준의 분석

2007 개정 3학년 1학기과 6학년 2학기 과학 교과서에 제시된 문장의 종류와 빈도를 Table 4에 제시하였다. 교과서의 텍스트 중에서 문장의 형식을 갖추지 않은 제목이나 반복적으로 제시되는 문장 형태의 제목은 문장 수준의 분석에서 제외하였다. 3학년 과학 교과서에 사용된 문장은 총 784개였고,

Table 4. Kinds and frequencies of the sentences in the 2007 revised science textbooks (%)

Chapter	Simple sentence	Compound/complex sentence	Total
Science 3-1			
Our life and matter	53(26.1)	150(73.9)	203
Properties of magnet	27(13.2)	177(86.8)	204
Lives of animals	32(17.3)	153(82.7)	185
Weather and our life	35(18.2)	157(81.8)	192
Total	147(18.8)	637(81.3)	784
Science 6-2			
Changes of weather	23(10.8)	190(89.2)	213
Gases	23(12.9)	155(87.1)	178
Energy and instrument	9(4.3)	200(95.7)	209
Combustion and extinguishment	18(7.4)	225(92.6)	243
Total	73(8.7)	770(91.3)	843

한 문장은 평균 8.4개의 어휘로 구성되어 있었다. 6학년 과학 교과서에 사용된 문장은 총 843개였고, 한 문장은 평균 10.0개의 어휘로 구성되어 있었다. 7차 3학년 과학 교과서는 한 문장이 평균 7.0개의 어휘로 이루어져 있었고, 6학년 과학 교과서는 한 문장이 평균 9.8개의 어휘로 이루어져 있었던 선행 연구(Koh *et al.*, 2010)와 비교할 때, 3학년과 6학년 모두 평균적으로 문장 당 1개 정도씩 어휘가 증가하였다. 어휘 수를 문장 수로 나눈 평균 문장 길이가 길어지면 이독성이 낮아진다는 선행 연구(Sim, 1991)를 고려할 때, 문장 수준에서는 2007 개정 교과서의 이독성이 다소 낮아진 것으로 볼 수 있다. Lee(2011)의 연구에서 과학은 국어나 사회에 비해 상대적으로 평균 문장 길이가 긴 것으로 나타났는데, 특히 3학년 과학 교과서의 문장이 언어 능력을 기르기 위한 국어 교과서의 문장보다 긴 것은 심각한 문제로 지적되었다. 따라서 7차 교과서에 비해 평균 문장 길이가 더 길어진 2007 개정 교과서는 이독성 측면에서 문제를 일으킬 가능성이 높다. 한편, 평균 문장 길이를 단원별로 분석한 결과에서 2007 개정 3학년 과학 교과서는 8.1~8.8개, 6학년 과학 교과서는 9.5~10.9개로 단원에 따른 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 단원별로 문장의 길이가 큰 차이를 보였던 7차 교과서의 문제점(Koh *et al.*, 2010)이 개선되었음을 의미한다.

2007 개정 과학 교과서에서 전체 문장 중 중문이

나 복문이 차지하는 비율은 3학년 교과서가 81.3%였고, 6학년 교과서가 91.3%였다. 7차 과학 교과서의 경우, 3학년 교과서는 중문이나 복문의 비율이 66.2%였고, 6학년 교과서는 77.5%였다(Koh *et al.*, 2010). 즉, 7차 교과서에 비해 2007 개정 교과서에서 중문이나 복문의 비율이 약 20% 정도 증가한 것으로 나타났다. 과학에서는 명제가 논리적 관계를 통하여 연결되는 경우가 많으므로, 과학 교과서의 문장은 흔히 위계적인 복문이나 중문 구조를 띠게 된다(Schleppegrell, 2004). 그런데 복문이나 중문에서 논리적 연결이나 의존 관계를 파악하는 데는 시간과 노력이 필요하다는 점(Fang, 2006)을 고려할 때, 중문이나 복문의 비율이 높아진 결과는 2007 개정 과학 교과서의 이독성이 낮아졌음을 의미한다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 2007 개정 과학교육과정에 근거하여 개발된 초등학교 과학 교과서가 학생들의 읽기 능력에 적합한지 조사하기 위하여, 2007 개정 3학년 1학기 과학 교과서와 6학년 2학기 과학 교과서의 이독성을 어휘 수준과 문장 수준에서 분석하고, 그 결과를 7차 초등학교 과학 교과서를 대상으로 이독성을 분석한 선행 연구(Koh *et al.*, 2010)의 결과와 비교하였다.

이독성을 어휘 수준에서 분석한 결과, 2007 개정 과학 교과서는 초등학생의 수준에 적절한 것으로 보고된 1~3등급 어휘가 전체의 90% 정도를 차지하고 있어서, 어휘의 난이도 측면에서는 이독성에 문제가 없는 것으로 판단된다. 그러나 어휘의 종류와 빈도는 7차 과학 교과서에 비해 큰 폭으로 증가한 것으로 나타났는데, 이는 읽어야 할 텍스트의 양이 증가하여 학생들이 부담을 느낄 가능성이 있음을 시사한다. 그러나 한편으로는 학생들이 처리할 수 있는 어휘량에 대한 명확한 기준이 없으므로, 학년에 따른 적절한 수준의 어휘량에 대해서는 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 한편, 어휘의 빈도를 단원별로 분석한 결과에서는 단원에 따라 상당한 편차가 나타났던 7차 과학 교과서와 달리, 2007 개정 과학 교과서에서는 단원별로 사용된 어휘의 수에서 큰 차이가 발견되지 않았다. 이는 2007 개정 과학 교과서에서 단원별로 이독성 수준을 조절하는 방향으로 의미있는 개선이 이루어졌음을 의

미한다.

2007 개정 과학 교과서에서 어휘량의 증가는 6학년보다 3학년에서 두드러졌다. 학생들이 스스로 공부할 수 있도록 관련 개념과 현상에 대한 설명에 강조점을 둔 2007 개정 과학 교과서의 개발 방향(Lim *et al.*, 2007)을 고려한다면 어느 정도의 어휘량 증가는 불가피한 문제라고 볼 수도 있다. 그러나 3학년 교과서에서 상대적으로 큰 폭으로 어휘량이 증가하였다는 점은 문제의 소지가 있다. 초등학교 저학년에서 이야기나 대화 형식의 짧은 텍스트에 익숙해져 있던 학생들에게 3학년이 되자마자 갑자기 길이가 긴 설명 텍스트를 제시하는 것은 과학 교과서에 대한 학생들의 부담을 증가시키고, 과학이나 과학 수업에 대한 태도에도 영향을 미칠 가능성이 있기 때문이다. 이후에 개발될 과학 교과서에서는 처음으로 과학 과목을 공부하는 3학년 학생들의 언어 능력이나 집중력 등을 고려하여, 교과서에 제시하는 어휘량의 결정에 세심한 주의를 기울일 필요가 있다.

이독성을 문장 수준에서 분석한 결과, 2007 개정 과학 교과서는 3학년과 6학년 모두 7차 교과서에 비해 문장의 평균 길이가 증가한 것으로 나타나, 2007 개정 과학 교과서의 이독성이 7차 과학 교과서에 비해 낮아졌을 가능성이 높다. 과학 교과서의 평균 문장 길이가 언어 능력을 가르치는 국어 교과서보다도 더 길다는 문제점이 지적되었음(Lee, 2011)을 고려할 때, 이후에 개발될 과학 교과서에서는 평균 문장 길이를 감소시키기 위한 노력이 이루어져야 할 것이다. 한편, 전체 문장 중 복문이나 중문이 차지하는 비율도 2007 개정 과학 교과서에서 증가한 것으로 나타났다. 복문이나 중문은 학생들이 논리적 연결과 같은 텍스트에 내재된 의미를 파악하기 쉽지 않으므로(Fang, 2006), 2007 개정 과학 교과서의 이독성이 낮아졌을 것으로 예상할 수 있다. 학생이 스스로 공부할 수 있도록 자세하고 친절한 교과서를 집필하는 방향에 이의를 제기할 수는 없지만, 이 설명을 복잡하고 긴 문장으로 구성하여 학생이 이해하기 어려운 방식으로 교과서의 텍스트를 기술하는 것은 문제가 있다. 따라서 길고 복잡한 구조의 문장을 짧고 단순한 구조의 문장으로 바꿈으로써 읽기 능력이 부족한 학생들도 텍스트에 내재된 의미를 명확히 이해할 수 있도록 개선할 필요성이 있다(Fang, 2006; Lee, 2011).

과학 교과서 텍스트의 이독성 수준을 적절히 유지하는 문제의 중요성에도 불구하고, 이 작업은 대부분 과학 교과서 저자의 경험이나 직관에만 의존하고 있는 실정이다. 과학 교과서의 이독성을 향상시키기 위해서는, 우선 교과서를 집필하는 저자들이 참고할 수 있도록 각 학년별로 사용 가능한 어휘의 종류나 바람직한 문장의 종류와 길이 등에 대한 구체적인 지침이 제시되어야 할 것이다. 미국의 공통중핵교육과정에서 텍스트의 복잡도에 대한 연구를 바탕으로 학년별로 적절한 수준의 교과서 텍스트를 선정한 사례는 주목할 만하다(Suh, 2011). 최근 언어 교육 분야에서의 발전은 텍스트를 등급화하고, 학생들이 텍스트를 잘 읽을 수 있도록 보조하는 컴퓨터 시스템이 구축되어, 교과서 개발이나 이러닝에 사용되는 지점까지 도달해 있으므로(Graesser et al., 2011), 교과서 집필을 위한 실용적인 지침 제작은 실현가능한 목표라고 할 수 있다. 또한 교과서 개발 과정에 언어 전문가들이 참여하여 텍스트의 이독성 수준을 검토하고 피드백하는 절차를 마련하는 것도 고려되어야 한다. 한편, 텍스트의 레이아웃, 제목의 구성 방식, 텍스트의 명료성과 유창성, 텍스트의 스타일, 핵심 용어의 활자체 등과 같은 요소도 이독성에 영향을 미친다는 주장(Wellington & Osborne, 2001)을 고려할 때, 학생 친화적인 교과서를 만들기 위해서는 어휘나 문장뿐 아니라 이독성에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요소들을 고려하여 종합적인 판단을 내릴 수 있도록 추후 연구가 이루어질 필요성이 있다.

참고문헌

- Cassels, J. R. T. & Johnstone, A. H. (1984). The effect of language on student performance on multiple choice tests in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 61(7), 613-615.
- Choi, S. K. (2012). A study on the development and application of reading material evaluation models for reading education based text complexity model. *Korean Language Education*, 139, 451-490.
- Fang, Z. (2006). The language demands of science reading in middle school. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520.
- Frey, N. & Fisher, D. (2007). Reading for information in elementary school: Content literacy strategies to build comprehension. Upper Saddle River: Pearson.
- Graesser, A. C., McNamara, D. S. & Louwerse, M. M. (2011). Methods of automated text analysis. In M. L. Kamil, D. Pearson, E. B. Moje, & P. Afflerbach (Eds.), *Handbook of reading research, Volume IV* (pp. 34-53). New York: Routledge.
- Kang, S. & Park, S. (2009). Comparison of the readabilities of science and social studies textbooks. *Journal of International Gifted in Science*, 3(1), 55-65.
- Kim, K. H. (2003). Words by levels for teaching Korean [등급별 국어교육용 어휘]. Seoul: Pakijung.
- Koh, H., Song, J. & Kang, S. (2010). A study on the readability of elementary school science textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(2), 134-143.
- Kwak, J.-Y. (2010). The study of vocabulary in Korean textbook for primary school students. *Han-Geul*, 290, 265-295.
- Kwak, Y. (2004). An evaluative study on the 7th national elementary-school science curriculum implementation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 1028-1038.
- Lee, M. A. (2013). An analysis on the vocabulary used in the elementary school science textbooks according to the 2007 revised curriculum. Unpublished master's thesis, Seoul National University of Education.
- Lee, S.-Y. (2011). A comparative study on readabilities of elementary school textbooks. *Korean Language Education Research*, 41, 169-193.
- Lim, C.-S., Yoon, H.-G., Jang, M.-D., Lim, H., Shin, D.-H., Kim, M., Park, H.-W., Lee, I.-S., Kwon, C.-S., Lee, D.-H. & Kim, N.-I. (2007). Developing an innovative framework of grade 3-4 science textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(5), 580-595.
- Merzyn, G. (1987). The language of school science. *International Journal of Science Education*, 9(4), 483-489.
- Park, H.-S. (2005). Assessing the effects of item text characteristics on children's reading comprehension over time. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 19(3), 779-798.
- Pickersgill, S. & Lock, R. (1991). Students understanding of selected non-technical words in science. *Research in Science Education*, 9(1), 71-79.
- Schleppegrell, M. (2004). The language of schooling: A functional linguistics perspectives. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Sim, J.-H. (1991). Research on model of readability measure-

- ment and factors which influence upon readability of Korean text. Unpublished master's thesis, Seoul National University.
- Suh, H. (2011). A study on the elaboration of text complexity for the systematic reading education (1) -Focused on critical perspectives about text complexity researches. *Korean Language Education Research*, 42, 433-460.
- Suh, H., Lee, S.-R., Ryu, S.-K., Oh, E.-H., Yoon, H.-S., Byun, K.-G. & Pyeon, J.-Y. (2013). A study on the elaborating the degree of text complexity for the systematic reading education (2). *Korean Language Education Research*, 47, 253-290.
- Tao, P. K. (1994). Words that matter in science: A study of Hong Kong students' comprehension of non-technical words in science. *Educational Research Journal*, 9(1), 15-23.
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W. & Powell, J. C. (2004). Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Walpole, S., Hayes, L. & Robnolt, V. (2006). Matching second graders to text: The utility of a group-administered comprehension measure. *Reading Research and Instruction*, 46(1), 1-22
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). Language and literacy in science education. Philadelphia: Open University press.
- Wright, J. D. & Spiegel, D. L. (1984). Teacher-to-teacher: How important is textbook readability to biology teachers? *American Biology Teacher*, 46(4), 221-225.
- Yun, C.-U. (2006). A study on the development of a readability formula in non-literary texts. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education.
- Yun, E. & Park, Y. (2009). Research of scientific terms for physics of elementary school science textbooks and laboratory observation books. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(3), 331-339.
- Yun, E. & Park, Y. (2011). Investigation of scientific terms in physics units of middle school science textbooks. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(8), 1175-1185.
- Yun, E. & Park, Y. (2013). Analyzing the science words of physics in 'wise life' textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(2), 127-138.