

## 초등학교 과학 교과서의 이독성 연구

고한중 · 송정미 · 강석진  
(전주교육대학교)

### A Study on the Readability of Elementary School Science Textbooks

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

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to devise a new method for examining the readabilities of textbooks and to compare the readabilities of elementary school science textbooks. Third and sixth grade science textbooks were compared in terms of word, sentence, and paragraph in this study. In the word analyses, criterion suggested by Kim (2003) who classified about 238,000 words into seven categories according to their educational importances was adopted. In this study, the words from 3rd and 6th grade science textbooks were classified into four categories, and then the kinds and frequencies of words in each category were investigated. In the sentence analyses, sentences were classified either a simple sentence or a compound/complex sentence, and the ratios of each type were calculated. The average number of words in a sentence was also calculated in the sentence analyses. The ratios of conjunctions and demonstratives were examined in the paragraph analyses. The results indicated that both the kinds and frequencies of words in 3rd grade science textbook were smaller than those of 6th grade one. However, both science textbooks were similar in the distributions of words across the four categories. The ratio of simple sentences in 3rd grade science textbook was higher than that of 6th grade one, and the length of a sentence in 3rd grade science textbook was also shorter than that of 6th grade one. Both the ratios of conjunctions and demonstratives in 3rd grade science textbook were lower than those of 6th grade one.

**Key words** : readability, elementary school science textbook, word, sentence, paragraph

#### I. 서 론

교과서는 교육과정의 목표를 달성하기 위하여 학생 수준에 맞게 교육 내용과 방법을 선정·조직하고 구체적으로 진술한 일종의 예시적 교수·학습 자료이다. 그러나 교과서는 학교에서 사용되는 가장 기본적인 자료이므로 교육 현장에 미치는 영향력은 매우 크다. 최근에는 교과서 외에도 다양한 멀티미디어 자료들이 활용되고 있지만, 여전히 과학 교과서는 교사와 학생들의 의존도가 높은 1차 수업 자료(Tobin *et al.*, 1994; Wellington & Osborne, 2001)이다.

교과서는 학생들에게 전달할 정보를 문자 언어로

표현한 읽기 자료이다. 학생들은 교과서를 바탕으로 학습하므로, 교과서는 정보를 쉽고 정확하게 이해할 수 있도록 구성되어야 한다. 어떤 글이 얼마나 이해하기 쉽게 쓰여졌는가를 이독성(readability)이라고 한다(차배근, 1988). Cooper(1952)는 교과서가 학생들이 읽기에 너무 어렵다는 점을 지적했고, LaBerge & Samuels(1974)는 학생들이 교과서의 내용을 이해하는 것보다 교과서에 사용된 말의 뜻을 해독하는데 더 많은 에너지를 소비한다고 지적했다. 만약 교과서의 이독성 수준이 너무 높다면 학생들의 흥미를 반감시킬 것이고, 반대로 이독성 수준이 지나치게 낮다면 좌절감을 느끼게 할 것이므로 교육 목표 달

성이 어려울 것이다(김국중, 2002). 즉, 교과서는 수요자인 학생들의 능력을 고려하여 그들의 수준에 적합한 이독성 범위 내에서 제시되어야 한다. Wright & Spiegel(1984)은 교과서가 읽기 어려울수록 학생들의 학업 성취도가 낮고 실제로 어렵게 써진 책을 쉽게 고쳐 쓴 결과 학생들의 이해도가 증가함을 밝혔다.

영어권 국가에서는 이독성이 학습에 미치는 영향에 대해 활발한 연구가 이루어져 왔다. 교과서가 학습자에게 알맞게 기술되었는지 측정하기 위해 다양한 이독성 측정 방법들이 개발되었다. Thorndike (1921)는 어휘의 빈도에 주목하여 단어 빈도표를 작성했고, Flesch(1948)는 이독성을 결정하는 요인으로 100개 단어 당 포함된 음절의 수와 한 문장 속에 들어 있는 단어들의 평균 개수를 제시했으며, Dale & Chall(1948)은 전체 단어 중 단어 목록에 없는 생소한 단어가 차지하는 비율과 문장의 평균 길이를 이독성에 영향을 미치는 요인으로 제시했다. Fry(1977)는 교재에서 세 부분을 선택하고, 각 부분에서 100개의 단어를 추출하여 그 속에 있는 문장과 음절의 수를 바탕으로 독해 등급을 예측했다. 또한, Taylor (1953)는 교재의 일부분에 빈 칸을 만든 뒤, 그 빈 칸을 채우는 Cloze 검사를 실시하여 글이 독자들의 예상과 맞는 정도로 이독성을 측정했다.

국내에서도 이독성 연구가 적지 않게 이루어졌으나, 주로 국어나 영어 교과에 치중되어 있다. 윤영선(1974)은 쉬운 단어, 다음절 단어, 한자, 단문, 문장 길이, 인칭대명사의 수, 접속사의 수 등을 이독성의 변수로 삼았고, 임성규(1992)는 문장의 절을 중심으로 문장의 형식적 가치와 내용적 가치를 이독성의 변수로 삼았다. 심재홍(1991)은 국어 교과서가 학생들의 읽기 수준을 잘 고려하여 만든 교재일 것으로 가정하고, 몇 가지 변수들로 이루어진 이독성 공식을 문종별로 제안했다. 과학 교과에서는 조현재(1999)가 Cloze 검사와 심재홍의 이독성 공식 중 논설문의 측정 모형을 이용하여 생물 교과서의 이독성을 측정했으나, 대부분의 연구는 교과서에 제시된 용어의 난이도와 학생들의 이해 수준 사이의 관계를 살펴보는 것이었다(김양진, 1997; 임수진, 1995; 정진우 등, 2004).

과학 교과서가 수업에 효과적으로 사용되기 위해서는 교과서의 이독성 수준이 해당 학년의 학생들에게 적절해야 할 것이다. 특히, 고학년이 될수록 학

생들의 읽기 능력이 향상된다고 가정할 때, 이독성은 초등학교 과학 교과서에서 가장 중요하게 다루어져야 할 것이다. 그러나 현재까지 이루어진 연구는 거의 대부분 중·고등학교 과학 교과서에 관한 것으로서 초등학교 과학 교과서의 이독성에 대한 연구는 거의 없다. 또한, 과학 교과서의 이독성을 판단하기 위한 적절한 기준에 대한 연구도 부족한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 과학 교과서의 이독성을 측정하기 위한 새로운 방법을 고안하고, 이를 바탕으로 초등학교 3학년과 6학년 과학 교과서의 이독성을 비교했다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 자료

10세까지는 아동이 아는 어휘의 대부분이 구체적인 단어들이지만 10세 이후부터는 보다 추상적이고 일반적인 단어들을 정의할 수 있다고 한다(Werner & Kaplan, 1952). 즉, 아동이 학습하게 되는 어휘는 초등학교 4~5학년을 전후로 변별적인 차이를 갖는다고 볼 수 있다(이영숙, 1996). 과학 교과서가 학년에 따른 이독성을 제대로 고려하고 있는지 조사하기 위하여 제7차 교육과정에서 사용하고 있는 3학년 1학기 과학 교과서와 6학년 2학기 과학 교과서를 연구 대상으로 삼았다. 분석한 자료는 3학년 1학기 과학 교과서의 102쪽과 6학년 2학기 과학 교과서의 86쪽이었다. 과학 교과서의 보조 교재인 ‘실험 관찰’은 내용의 대부분이 실험 보고서이므로 이 연구의 분석 대상에서 제외했다.

### 2. 자료 분석

외국에서 개발된 이독성 측정 방법들은 해당 언어 체계에 기반하고 있으므로 언어 구조가 다른 우리말에 적용하기에는 여러 가지 문제점이 있다. 또한, 국내에서 제안된 기존의 이독성 측정법(심재홍, 1991) 역시 한자어와 지시어의 비율에 중점을 두고 있으므로 과학 교과서의 분석에 사용하기에는 적당하지 않다. 따라서 이 연구에서는 과학 교과서를 분석하기 위한 새로운 이독성 측정 기준을 고안했다.

선행 연구들에서 이독성 분석 단위로 어휘와 문장이 공통적으로 제시되고 있으므로(윤영선, 1974; 심재홍, 1991; Dale & Chall, 1948; Flesch, 1948; Fry,

1977), 이 연구에서도 어휘와 문장을 이독성의 분석 단위로 선정했다. 또한, 심재홍(1991)의 연구에서 제안하는 대로 단락 수준의 분석도 추가했다. 어휘, 문장, 단락 수준에서 각각 구체적인 분석 기준을 마련한 뒤, 국어교육 전문가로부터 기준의 타당도를 검증받았다. 분석 결과의 신뢰도를 확보하기 위하여 2인의 분석자가 각각 독립적으로 교과서의 어휘, 문장, 단락을 분석한 뒤 일치도를 비교했다. 분석자 간의 차이를 논의하여 분석 기준을 수정하고, 다시 2인의 분석자가 각각 분석하여 일치도를 비교하는 과정을 반복했다. 그 결과, 어휘 수준에서 3차례의 분석에서 98%의 일치도를 얻었다. 문장 수준에서는 3차례의 분석 결과, 97%의 일치도를 얻었고, 단락 수준에서는 2차례의 분석 결과 99%의 일치도를 얻었다. 분석자간 일치도가 95% 이상에 도달한 뒤, 연구자 중 1인이 전체 분석을 다시 실시했다.

1) 어휘 수준의 분석

교과서를 어휘 수준에서 분석하기 위해 ‘등급별 국어교육용 어휘(김광해, 2003)’를 기준으로 삼았다. ‘등급별 국어교육용 어휘’는 우리말에서 사용되는 어휘 238,010개를 교육적 중요도에 따라 총 7등급으로 분류한 어휘 목록이다. 1등급은 기초 어휘, 2등급은 정규 교육 이전 어휘, 3등급은 정규 교육 시작 후 사춘기 이전까지의 사고 도구어를 일부 포함하는 수준의 어휘로 정의되어 있다. 즉, 1~3등급까지의 어휘가 일반적으로 초등학교의 연령에 해당되는 수준으로 일상생활에서 사용 빈도가 높아 익숙하고

쉬운 어휘이다. 따라서 1~3등급의 어휘가 교과서에 많이 사용되면 교과서의 이독성은 높아진다고 생각할 수 있다. 과학 교과서에 사용된 어휘를 ‘등급별 국어 교육용 어휘’를 바탕으로 1~3등급으로 분류하고, 그 외의 어휘들을 4등급 이상으로 분류했다.

어휘 분석은 교과서의 본문, 말풍선 속의 글, 표 속의 어휘로 한정했으며, 학생 작품 예시에 들어 있는 글, 사진 속의 글, 삽화 속의 글, 그리고 매 단원에 반복하여 사용되는 소제목(예를 들어, 읽을거리, 생각해 보기 등)은 분석 대상에서 제외했다. 또한, 고유명사는 ‘등급별 국어교육용 어휘’의 기준에서 등급이 제시되지 않았으므로 4등급 이상으로 분류했다. 어휘 수준 분석의 첫 단계에서는 그림 1과 같이 글에서 조사를 제외하고, 각 어휘를 표준국어대사전에 제시된 기본형으로 변환하여 어휘를 추출했다.

추출된 어휘는 ‘등급별 국어교육용 어휘(김광해, 2003)’에 따라 1등급, 2등급, 3등급, 4등급 이상의 4단계로 분류한 뒤, 각 등급별 중 수와 빈도를 계산했다. 어휘 분류의 예는 그림 2와 같다.

2) 문장 수준의 분석

문장 수준의 분석에서는 교과서에 제시된 문장을 단문, 중문, 복문으로 분류했다. 단문이란 2개 이상의 절이 접속되지 않고 자기 안에 내포문을 지니지도 않은, 즉 동사가 하나만 있는 문장이다. 복문은 절을 문장 성분으로 지니고 있는 문장으로서, 내포된 절은 문장 안에서 주어, 목적어, 관형어, 부사어 등의 역할을 한다. 중문은 절이 대등한 관계로 연결

양부일구(는) 우리 조상들(이) 만들어 사용하던 해시계로, 조선 시대 세종 대왕 때 처음 만들어 사용하였습니다. 이 시계는 우리가 만든 해시계와 같이 그림자(를) 이용해서 시각을 재는 것으로 오목하게 생긴 해시계입니다.	양부일구, 우리03*, 조상07, 만든다01, 사용-하다03, 해-시계, 조선05, 시대02, 세종, 대왕, 때02, 처음, 이05, 시계01, 같이, 그림자, 이용-하다01, 시각03, 재다02, 것01, 오목하다, 생기다  *숫자는 표준국어대사전에 제시된 동음이의어의 순서임.
--	--

그림 1. 어휘 추출의 예(6학년 2학기 과학 교과서 62쪽)

구분	1등급	2등급	3등급	4등급 이상
어휘 (빈도)	우리03(3)      때02      그림자(2) 조상07      처음      이용-하다01 만든다01(6)      이05      것01(2) 사용-하다03(3)      시계01      생기다 조선05      같이	대왕 재다02	해-시계(6) 시대02 시각03(4) 오목하다(2)	양부일구(3) 세종

그림 2. 어휘 분류의 예(6학년 2학기 과학 교과서 62쪽)

된 문장이다. 한 문장 속에 절이 포함되어 있을 경우, 문장의 내용을 이해하기 위해서는 그 절을 기억한 상태에서 다시 전체 문장을 재생해야 한다. 따라서 단문에 비해 중문이나 복문은 내용을 이해하기가 어려워진다(김영진과 조명환, 1981). 즉, 전체 글에서 중문과 복문의 비율이 높을수록 이독성이 낮아진다고 할 수 있다.

교과서의 문장 중 소제목처럼 문장의 형식을 갖추지 않은 것과 반복적으로 제시되는 문장 형태의 제목은 분석에서 제외했다. 문장을 분석할 때는 한 문장에 있는 서술어의 개수만큼 절이 있는 것으로 간주하여 분석했다. 즉, 서술어에 연결된 주어나 목적어 등이 생략되어 있어도 하나의 절로 처리했다(임성규, 1992). 그러나 ‘해 왔다’와 같이 서술어가 둘일지라도 하나의 의미를 나타낼 경우에는 하나의 절로 처리했다. 문장 분석의 예는 그림 3과 같다.

3) 단락 수준 분석

단락 수준에서 이독성과 관련된 요소로는 접속어와 지시어가 있다. 접속어는 일반적으로 단어, 구, 문장들을 연결하는 기능을 가진 단어를 지칭하는데, 이 글에서는 문장과 문장을 연결해 주는 좁은 의미에서의 문장 접속어만을 의미한다. ‘그러나, 그리고, 그래서, 그렇지만, 따라서, 왜냐하면’ 등이 대표적인 예이다. 글 속에서 접속어는 복잡한 관계를 나타내기 때문에, 접속어의 사용 비율이 높아질수록

교과서에 사용된 문장	종류
자석이 끌려 가네.	단문
우리 주위에 공기가 있음을 알아봅시다.	복문 (명사절 내포)
생물이 살아가는 데에는 무엇이 필요할까요?	복문 (서술절 내포)
환경이 오염되는 원인은 무엇일까?	복문 (관형절 내포)
그는 “지구 밖에 받을 수 있는 곳을 달라. 그러면 내가 지구를 움직여 보이리라.”라고 말했다는 유명한 일화가 있습니다.	복문 (인용절 내포)
그러니까 금반지는 물체이고 / 금은 물질이라고 할 수 있지요.	중문(대등)
실험 중에 알코올램프가 넘어지면 / 불이 날 수 있어요.	중문(종속)

그림 3. 문장 분석의 예

글은 어려워진다(심재홍, 1991).

지시어는 글의 아이디어를 연결해 주는 결합 기능을 수행하는 언어적 형태로서, 앞에서 제시된 내용을 다시 지칭할 때 사용한다. 글을 읽을 때 독자가 지시어를 접하게 되면, 의미 파악을 위해서 일단 그 지시 내용을 다시 탐색해야 한다. 지시어 대신 그 지시어가 가리키는 구체적인 지시 내용을 쓰면 이해는 용이하겠지만, 문장은 길어지고 의미가 중복될 것이다. 따라서 지시어는 글을 간결하고 명료하게 해주지만, 동시에 이독성을 낮추어 글을 이해하기 어렵게 만든다고 볼 수 있다. 지시어의 예로 ‘이, 이것, 그, 그것, 저기, 여기, 저, 거기’ 등이 대표적이지만, 이 연구에서는 문맥 속에서 구체적인 지시 내용을 가진 단어 또는 어구도 모두 지시어에 포함시켰다(심재홍, 1991). 단락 수준의 분석 예를 그림 4에 제시했다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 어휘 수준의 분석 결과

3학년 1학기 과학 교과서에 사용된 어휘의 종류와 빈도를 표 1에 제시했다. 사용된 어휘는 총 1,373종으로 3,453회 사용되었다. 사용된 어휘 중 1등급 어휘는 844종으로 전체의 61.5%를 차지했고, 2등급 어휘는 257종(18.7%), 3등급 어휘는 130종(9.5%), 4등급 이상의 어휘는 142종(10.3%)이 사용되었다. 빈도 측면에서는 1등급 어휘가 2,202회(63.8%), 2등급 어휘가 745회(21.6%), 3등급 어휘가 246회(7.1%), 4등급 이상의 어휘가 260회(7.5%) 사용되었다. 전반적으로 어휘의 등급이 높아질수록 사용된 어휘의 종류와 빈도가 감소하는 경향이 있었다.

계절과 사람들의 생활  
 북반구에서는 일반적으로 3, 4, 5월을 봄, 6, 7, 8월을 여름, 9, 10, 11월을 가을, 12, 1, 2월을 겨울이라고 하여 1년을 사계절로 구분합니다. 그런데 우리 나라의 경우에는 남쪽과 북쪽의 지역 차이가 심합니다. 남쪽 지방은 봄과 가을이 길고, 북쪽 지방은 봄과 가을이 짧습니다. 우리나라는 이렇게 사계절의 길이는 다르더라도 그 변화가 비교적 뚜렷합니다. 봄이 되면 날씨가 따뜻해지면서 새싹이 돋고, 아지랑이가 피어오릅니다. 또, 여름이 되면 기온이 올라가 식물의 잎이 무성해지고 무럭무럭 자라며, 가을에는 낙엽이 지고 곡식이나 과일의 열매가 익습니다. 이렇게 계절에 따라 자연 환경이 변하는 것은 기온이나 강수량 등이 다르기 때문입니다.

그림 4. 단락 분석의 예(6학년 2학기 과학 교과서 51쪽)

표 1. 3학년 1학기 과학 교과서에 사용된 어휘의 종류와 빈도(%)

단원	1등급		2등급		3등급		4등급 이상		계	
	종류	빈도	종류	빈도	종류	빈도	종류	빈도	종류	빈도
우리 주위의 물질	162(52.8)	488(60.2)	62(20.2)	154(19.0)	42(13.7)	92(11.4)	41(13.4)	76( 9.4)	307	810
자석놀이	107(62.6)	253(56.0)	34(19.9)	135(29.9)	13( 7.6)	30( 6.6)	17( 9.9)	34( 7.5)	171	452
소중한 공기	87(61.7)	235(74.8)	32(22.7)	43(13.7)	10( 7.1)	12( 3.8)	12( 8.5)	24( 7.6)	141	314
온도 재기	101(60.1)	260(61.0)	29(17.3)	108(25.4)	23(13.7)	31( 7.8)	15( 8.9)	27( 6.3)	168	426
날씨와 우리 생활	114(71.3)	298(78.8)	19(11.9)	39(10.3)	9( 5.6)	13( 3.4)	18(11.3)	28( 7.4)	160	378
물에 사는 생물	104(62.7)	332(65.4)	36(21.7)	130(25.6)	10( 6.0)	20( 3.9)	16( 9.6)	26( 5.1)	166	508
초파리의 한살이	94(63.1)	170(49.0)	28(18.8)	109(31.4)	11( 7.4)	32( 9.2)	16(10.7)	36(10.4)	149	347
흙을 나르는 물	75(67.6)	166(76.1)	17(15.3)	27(12.4)	12(10.8)	16( 7.3)	7( 6.3)	9( 4.1)	111	218
계	844(61.5)	2,202(63.8)	257(18.7)	745(21.6)	130(9.5)	246( 7.1)	142(10.3)	260( 7.5)	1,373	3,453

6학년 2학기 과학 교과서에 사용된 어휘의 종류와 빈도를 표 2에 제시했다. 6학년 과학 교과서에서는 총 1,887종의 어휘가 5,504회 사용되어 3학년 과학 교과서에 비해 어휘의 종류에서 1.4배, 빈도에서 1.6배 정도 많았다. 사용된 어휘 중 1등급 어휘가 1,049종으로 전체의 55.6%를 차지했고, 2등급 어휘는 361종(19.1%), 3등급 어휘는 274종(14.5%), 4등급 이상의 어휘는 203종(10.8%)이 사용되었다. 빈도 측면에서는 1등급 어휘가 3,362회(61.1%), 2등급 어휘가 966회(17.6%), 3등급 어휘가 656회(11.9%), 4등급 이상의 어휘가 520회(9.4%) 사용되었다. 3학년 과학 교과서와 마찬가지로 6학년 과학 교과서에서도 모두 어휘의 등급이 높아질수록 사용된 어휘의 종류와 빈도가 감소했다. 사용 빈도가 높은 어휘는 학습자에게 친숙하기 때문에 그 의미를 쉽게 알 수 있으며, 반대로 빈도가 낮은 어휘는 생소하므로 그 의미

가 어렵게 느껴진다(심재홍, 1991). 두 학년의 교과서에서 모두 사용 빈도가 높은 1~3 등급의 어휘가 90% 정도 사용되었기 때문에 어휘 측면에서는 이 독성에 큰 문제가 없는 것으로 볼 수 있다.

3학년과 6학년 과학 교과서의 정확한 비교를 위해 각 교과서에 사용된 어휘의 쪽 당 빈도를 분석했다(표 3). 3학년 과학 교과서에는 쪽 당 평균적으로 33.9개의 어휘가 사용되었으나, 6학년 과학 교과서에는 쪽 당 64.0개의 어휘가 사용되었다. 즉, 6학년 교과서에 사용된 어휘가 3학년 교과서보다 쪽 당 1.9배 정도 더 많았다. 쪽 당 사용되는 어휘의 수가 많으면 주어진 시간 내에 읽어야 하는 양이 늘어나므로 학습자 입장에서 읽기 부담이 커지게 된다. 즉, 어휘의 양이라는 측면만 고려한다면, 3학년 교과서에 비해 6학년 교과서는 학습자가 읽어야 하는 내용이 많으므로 학습 부담이 상대적으로 큰 것으

표 2. 6학년 2학기 과학 교과서에 사용된 어휘의 종류와 빈도(%)

단원	1등급		2등급		3등급		4등급 이상		계	
	종류	빈도	종류	빈도	종류	빈도	종류	빈도	종류	빈도
물속의 압력	110(63.6)	349(65.5)	33(19.1)	102(19.1)	18(10.4)	42( 7.9)	12( 6.9)	40( 7.5)	173	533
일기 예보	212(49.3)	592(58.3)	93(21.6)	138(13.6)	80(18.6)	169(16.6)	45(10.5)	117(11.5)	430	1,016
쾌적한 환경	232(54.7)	799(62.7)	92(21.7)	262(20.5)	52(12.3)	119( 9.3)	48(11.3)	95( 7.5)	424	1,275
계절의 변화	212(53.4)	856(59.1)	71(17.9)	286(19.7)	59(14.9)	154(10.6)	55(13.9)	153(10.6)	397	1,449
연소와 소화	162(59.8)	426(65.7)	43(15.9)	93(14.4)	43(15.9)	84(13.0)	23( 8.5)	45( 6.9)	271	648
편리한 도구	121(63.0)	340(58.3)	29(15.1)	85(14.6)	22(11.5)	88(15.1)	20(10.4)	70(12.0)	192	583
계	1,049(55.6)	3,362(61.1)	361(19.1)	966(17.6)	274(14.5)	656(11.9)	203(10.8)	520(9.4)	1,887	5,504

로 볼 수 있다. 그러나 학습자가 성숙함에 따라 학습된 어휘량이 증가하고 정보를 처리하는 속도도 빨라진다는 점을 고려한다면, 어느 정도의 어휘량 증가는 자연스러운 현상일 수도 있다.

3학년 과학 교과서에서 1등급 어휘는 쪽 당 평균 21.6회(63.8%) 정도 사용되었으며, 2등급 어휘는 7.3회(21.6%), 3등급 어휘는 2.4회(7.1%), 4등급 이상의 어휘는 2.5회(7.5%) 정도 사용되었다. 6학년 과학 교과서에는 1등급 어휘는 쪽 당 평균 39.1회(61.1%), 2등급 어휘는 11.3회(17.7%), 3등급 어휘는 7.6회(11.9%), 4등급 이상의 어휘는 6.5회(10.2%) 사용되었다. 즉, 3학년에 비해 6학년 과학 교과서에서 3, 4등급 어휘들의 비율이 약간 높기는 했지만, 전반적으로 3학년과 6학년 과학 교과서에 사용된 등급별 어휘 분포는 유사했다.

3학년 과학 교과서의 경우 단위별로 18.2~50.6회의 어휘가 사용되었고, 6학년 과학 교과서의 경우 단위별로 38.1~103.5회의 어휘가 사용되었다. 즉, 3학년과 6학년 과학 교과서 모두 쪽 당 사용되는 어휘가 단위에 따라 최대 2배 이상 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 두 학년 모두 단위에

따라 학습자들이 느끼는 읽기 부담이 큰 격차를 보일 수 있음을 의미한다.

6학년 교과서의 경우, 에너지와 물질 영역 관련 단위인 ‘물 속의 압력’, ‘편리한 도구’, ‘연소와 소화’ 단위에서 쪽 당 사용된 어휘의 빈도가 낮았고, 지구와 생물 영역 관련 단위인 ‘계절의 변화’, ‘일기 예보’, ‘쾌적한 환경’ 단위에서 쪽 당 사용된 어휘의 빈도가 높았다. 이러한 결과는 물리나 화학과 같은 실험 과학 분야가 소수의 개념만 다루는 설명적 성격이 강한 반면, 생물이나 지구과학과 같은 기술(descriptive) 과학 분야는 다양한 개념을 다루는 서술적 성격이 강하다는 Lawson *et al.*(1989)의 주장과 일치하는 것처럼 보인다. 그러나 3학년의 교과서의 경우에는 다른 경향이 나타났다. 3학년 교과서에서는 쪽 당 사용된 어휘의 빈도가 가장 높은 단위는 물질 영역인 ‘우리 주위의 물질’이었고, 쪽 당 사용된 어휘의 빈도가 가장 낮은 단위는 지구 영역인 ‘흙이 나르는 물’ 단위이었다. 즉, 단위에 따른 어휘의 빈도 차이는 단위에서 다루어지는 과학 학문 영역의 성격에 기인한다기보다는 해당 단위의 학습량이나 구성 방식의 차이에서 기인한다고 볼 수 있다. 그림 5에

표 3. 3학년과 6학년 과학 교과서에 사용된 어휘의 쪽 당 빈도(%)

학년	단위(쪽수)	1등급	2등급	3등급	4등급 이상	계
3	우리 주위의 물질(16)	30.5(60.2)	9.6(19.0)	5.8(11.4)	4.8( 9.4)	50.6
	자석놀이(14)	18.1(56.0)	9.6(29.9)	2.1( 6.6)	2.4( 7.5)	32.3
	소중한 공기(10)	23.5(74.8)	4.3(13.7)	1.2( 3.8)	2.4( 7.6)	31.4
	온도 재기(12)	21.7(61.0)	9.0(25.4)	2.6( 7.3)	2.3( 6.3)	35.5
	날씨와 우리 생활(13)	22.9(78.8)	3.0(10.3)	1.0( 3.4)	2.2( 7.4)	29.1
	물에 사는 생물(15)	22.1(65.4)	8.7(25.6)	1.3( 3.9)	1.7( 5.1)	33.9
	초파리의 한살이(10)	17.0(49.0)	10.9(31.4)	3.2( 9.2)	3.6(10.4)	34.7
	흙을 나르는 물(12)	13.8(76.1)	2.3(12.4)	1.3( 7.3)	0.8( 4.1)	18.2
계(102)	21.6(63.8)	7.3(21.6)	2.4( 7.1)	2.5( 7.5)	33.9	
6	물속의 압력(14)	24.9(65.4)	7.3(19.2)	3.0( 7.9)	2.9( 7.6)	38.1
	일기 예보(14)	42.3(58.3)	9.9(13.6)	12.1(15.2)	8.4(11.6)	72.6
	쾌적한 환경(18)	44.4(62.7)	14.6(20.6)	6.6( 9.3)	5.3( 7.5)	70.8
	계절의 변화(14)	61.2(59.1)	20.4(19.7)	11.0(10.6)	10.9(10.5)	103.5
	연소와 소화(12)	35.5(65.7)	7.6(14.1)	7.0(13.0)	3.8( 7.0)	54.0
	편리한 도구(14)	24.3(58.4)	6.1(14.7)	6.3(15.1)	5.0(12.0)	41.6
	계(86)	39.1(61.1)	11.3(17.7)	7.6(11.9)	6.5(10.2)	64.0



<우리 주위의 물질>



<흙이 나르는 물>

그림 5. 3학년 '우리 주위의 물질' 단원과 '흙이 나르는 물' 단원의 일부

서 볼 수 있듯이, 3학년 교과서의 '우리 주위의 물질' 단원의 경우 실험 절차를 자세하게 설명했으며, '읽을거리'를 두 차례나 제시하고 있었다. 반면, '흙이 나르는 물' 단원에서는 '읽을거리'가 없었고, 현상의 관찰이 주요 내용으로서 짧은 물음과 사진 및 그림 자료를 제시하는 형식으로 구성되어 있었다. 한편, 등급별 어휘 빈도 분포 측면에서는 3학년 교과서가 6학년 교과서에 비해 단원에 따른 편차가 다소 크게 나타났다.

## 2. 문장 수준의 분석 결과

3학년과 6학년 과학 교과서의 문장 종류에 따른 빈도를 표 4에 제시했다. 6학년 과학 교과서에 사용된 문장의 수는 599개로 3학년 과학 교과서의 494개에 비해 1.2배 많았다. 쪽 당 문장 수를 비교한 결과에서도 6학년 과학 교과서는 7.0개로서 3학년의 4.8개보다 1.5배 정도 문장이 많은 것으로 나타났다.

문장의 길이는 어휘 수를 문장 수로 나눈 평균 문장 길이로 나타낼 수 있다. 영어와 달리 우리말에서 어휘의 길이(음절 수)는 이독성에 영향을 미치지 못하지만, 문장이 길어지면 이독성이 낮아진다(심재홍, 1991). 3학년과 6학년 과학 교과서의 문장 길이를 비교해 보면, 3학년 과학 교과서는 한 문장이 평균 7.0개의 어휘로 이루어져 있고, 6학년 과학 교

표 4. 3학년과 6학년 과학 교과서의 문장 종류에 따른 빈도(%)

학년	단원	단문	중문/복문	계
3	우리 주위의 물질	22(20.2)	87(79.8)	109
	자석놀이	16(26.2)	45(73.8)	61
	소중한 공기	17(32.7)	35(67.3)	52
	온도 재기	26(40.6)	38(59.4)	64
	날씨와 우리 생활	32(54.2)	27(45.8)	59
	물에 사는 생물	31(41.3)	44(58.7)	75
	초파리의 한살이	20(41.7)	28(58.3)	48
	흙이 나르는 물	3(11.5)	23(88.5)	26
	계	167(33.8)	327(66.2)	494
	6	물속의 압력	17(26.6)	47(73.4)
일기 예보		12(13.2)	79(86.8)	91
쾌적한 환경		36(27.1)	97(72.9)	133
계절의 변화		28(20.3)	110(79.7)	138
연소와 소화		27(26.7)	74(73.3)	101
편리한 도구		15(20.8)	57(79.2)	72
계		135(22.5)	464(77.5)	599

과서는 한 문장이 평균 9.8개의 어휘로 이루어져 있다. 즉, 6학년 과학 교과서가 3학년에 비해 한 문장

당 평균 2개 정도 어휘가 더 많았다. 국어 교과서를 연구한 심재홍(1991)의 연구 결과에서는 과학 교과서와 기술 방법과 가장 유사하다고 볼 수 있는 논설문이나 설명문의 문장 길이가 2~4학년의 경우 9.1, 5학년과 6학년의 경우 15.6으로 보고된 바 있다. 따라서 3학년과 6학년 과학 교과서 모두 문장의 길이 측면에서는 이독성이 높은 것으로 볼 수 있다. 단원별 문장 길이 분석 결과, 3학년 교과서에서는 6.0~8.4로 유사하게 나타났지만, 6학년 교과서는 6.4~11.2로 상대적으로 편차가 큰 것으로 나타났다.

전체 문장에서 단문이 차지하는 비율은 3학년 교과서가 33.8%였고, 6학년 교과서가 22.5%였다. 중문이나 복문이 단문에 비해 이해하기 어렵다는 점을 고려할 때, 단문의 비율이 높은 3학년 교과서가 6학년 교과서에 비해 문장 수준에서 이독성이 더 높다고 할 수 있다. 그러나 학생들이 성숙함에 따라 중문이나 복문에 포함된 질을 기억한 상태에서 다시 전체 문장을 재생하는 능력 또한 증가한다는 점을 고려한다면, 중문이나 복문의 비중이 어느 정도까지는 증가해도 학생들이 이해하는데 큰 문제가 없을 수도 있다.

### 3. 단락 수준의 분석 결과

3학년과 6학년 과학 교과서에 사용된 접속어와 지시어의 빈도를 표 5에 제시했다. 접속어는 글의 앞뒤 내용을 논리적으로 연결시켜 주기 때문에 글의 내용을 더 빨리 이해하고 회상하는데 도움을 주는 측면도 있지만, 이해하기 어려운 글일수록 논리적 관계를 명확히 하기 위해 빈번히 사용되는 경향이 있다(심재홍, 1991). 따라서 접속어의 사용 비율이 높아질수록 글의 이독성은 낮아진다고 볼 수 있다. 접속어의 비율은 3학년 과학 교과서가 4.7%로서 6학년 교과서의 7.9%에 비해 낮아, 3학년 교과서의 이독성이 높은 것으로 나타났다. 심재홍(1991)의 연구에서는 국어 교과서 중 논설문이나 설명문의 접속어의 비율이 2~4학년이 22.5%, 5학년과 6학년이 32.1%인 것으로 나타났다. 따라서 접속어의 비율이라는 측면에서는 3학년과 6학년 모두 과학 교과서의 이독성이 높은 것으로 생각할 수 있다. 단원에 따른 접속어 비율 분석 결과, 3학년 과학 교과서는 0~7.7%였고, 6학년 과학 교과서는 3.0~13.8%로서 두 학년 모두 단원별 편차가 크게 나타났다.

접속어와 마찬가지로 지시어도 글을 연결하는 기

표 5. 3학년과 6학년 과학 교과서에 사용된 접속어와 지시어의 빈도(%)

학년	단원	문장 수	접속어	지시어
3	우리 주위의 물질	109	6( 5.8)	15(13.8)
	자석놀이	61	1( 1.6)	3( 4.9)
	소중한 공기	52	3( 5.8)	3( 5.8)
	온도 재기	64	4( 6.3)	2( 3.1)
	날씨와 우리 생활	59	0( 0.0)	1( 1.7)
	물에 사는 생물	75	3( 4.0)	2( 2.7)
	초파리의 한살이	48	1( 2.1)	2( 4.2)
	흙을 나르는 물	26	2( 7.7)	1( 3.8)
	계	494	23( 4.7)	30( 6.1)
6	물속의 압력	64	2( 3.1)	5( 7.8)
	일기 예보	91	9( 9.9)	15(16.5)
	쾌적한 환경	133	11( 8.3)	33(24.8)
	계절의 변화	138	19(13.8)	31(22.5)
	연소와 소화	101	3( 3.0)	10( 9.9)
	편리한 도구	72	3( 4.2)	10(13.9)
	계	599	47( 7.9)	104(17.4)

능을 담당한다. 글을 읽을 때 지시어를 접하게 되면 의미 파악을 위해 지시 내용을 탐색해야 하므로 글을 이해하기 어려워진다. 지시어가 사용된 문장의 비율은 3학년 교과서가 6.1%인 반면 6학년 교과서는 17.4%로서, 6학년 과학 교과서의 이독성이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 심재홍(1991)의 연구에서 2~4학년 국어 교과서의 논설문과 설명문에 사용된 지시어 비율이 21.4%이고, 5학년과 6학년이 35%였음을 고려해 본다면, 단락 수준에서 과학 교과서의 이독성이 국어 교과서에 비해서는 높은 것으로 볼 수 있다. 단원에 따른 지시어 비율 분석 결과, 3학년 과학 교과서는 3.1~13.8%, 6학년 과학 교과서는 7.8~24.8%로서, 두 학년 모두 단원별 편차가 심한 것으로 나타났다.

## IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학 교과서의 이독성을 측정하기 위한 새로운 방법을 고안하고, 이를 바탕으로 과학 교과서가 학생들의 수준에 적합하게 기술되어



있는지 조사하기 위하여 초등학교 3학년과 6학년 과학 교과서의 이독성을 어휘 수준, 문장 수준, 단락 수준의 세 가지 수준에서 비교했다.

어휘 수준의 이독성 분석 결과, 3학년 교과서가 6학년 교과서에 비해 어휘의 종류와 빈도가 모두 낮아서 학습자가 읽어야 할 글의 양이 적으므로 이독성이 상대적으로 높았다. 그러나 학생들이 처리할 수 있는 어휘의 양이 학년에 따라 다를 것이므로 이를 고려했을 때의 절대적인 이독성 수준에 대해서는 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한, 어휘의 등급별 분포 측면에서는 두 학년의 교과서가 큰 차이를 보이지 않았고 4등급 이상 어휘의 비율도 낮은 것으로 나타나, 어휘의 난이도 측면에서도 학생들이 과학 교과서를 읽고 이해하기에 큰 어려움은 없는 것으로 생각할 수 있다.

문장 수준의 이독성 분석 결과, 3학년 교과서가 6학년 교과서에 비해 문장의 길이가 짧고 단문 비율도 높아 이독성이 높았다. 그러나 6학년 과학 교과서도 문장의 길이 측면에서는 2~4학년 국어 교과서 수준과 유사했으므로, 과학 교과서가 비교적 이독성이 높게 기술되어 있음을 알 수 있다.

단락 수준의 이독성 분석 결과, 3학년 교과서가 6학년 교과서에 비해 접속어와 지시어의 비율이 모두 낮아 상대적으로 이독성이 높았다. 그러나 6학년 과학 교과서도 접속어와 지시어의 비율이 모두 2~4학년 국어 교과서보다 낮았으므로, 단락 수준에서 과학 교과서의 이독성은 높다고 결론 내릴 수 있다.

이상의 결과를 종합할 때, 어휘, 문장, 단락 수준에서 모두 3학년 교과서의 이독성이 6학년 교과서보다 높았다. 즉, 학생들의 읽기 능력이 학년에 따라 높아짐을 고려할 때, 과학 교과서는 전체적으로 이독성 측면에서 큰 문제가 없는 것으로 볼 수 있다. 문장과 단락 수준에서 6학년 과학 교과서의 이독성이 2~4학년 국어 교과서보다 오히려 높았던 결과는 과학 교과서의 이독성에 문제가 없음을 뒷받침한다.

그러나 과학 교과서는 두 학년 모두 단원에 따라 이독성의 편차가 크게 나타났다. 이러한 결과는 단원이 소수의 개념을 설명하는 방식으로 전개되는가, 아니면 여러 가지 개념을 자세히 소개하는 방식으로 전개되는가에 의해 영향을 받았을 수 있다. 그러나 한편으로는 교과서의 집필 과정에서 단원별로 저자가 다르기 때문에 이와 같은 현상이 나타났을 가

능성도 고려할 필요가 있다. 이 연구의 결과를 고려할 때, 앞으로 과학 교과서 집필에서 문장의 길이, 단문의 비율, 접속어와 지시어의 빈도 등에 관심을 기울이고, 단원 사이의 편차를 줄이도록 글을 다듬는 교정 단계가 강화되어야 할 것이다. 이를 위해서는 교과서를 집필할 때 저자들이 참고할 수 있도록 각 학년별로 사용 가능한 어휘의 종류, 바람직한 문장의 종류와 길이, 지시어와 접속어의 사용 방법 등에 대한 구체적인 실용 지침을 마련하기 위한 연구가 이루어져야 할 것이다.

이 연구의 결과, 과학 교과서는 다른 교과에 비해 이독성이 높은 편이므로 학생들이 비교적 쉽게 교재를 읽고 이해할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 그러나 제7차 교육과정 개정을 위한 기초 연구에 의하면 과학 과목에 대해 ‘아주 어렵거나 어렵다’고 응답한 학생은 56.8%로 국어 43%, 수학 55.2%, 사회 49.8%, 영어 48.8% 등 다른 과목에 비해 많은 편이다(김기석 등, 1996). 이처럼 과학 교과서가 이독성이 높게 기술되어 있음에도 불구하고 과학 과목이 학생들에게 어렵다고 인식되는 것은 교과서의 내용적 측면에서 이독성을 떨어뜨리는 요인이 있음을 의미한다. 따라서 과학 교과서를 학습자가 이해하기 쉬운 교과서로 만들기 위해서는 학습자의 발달 단계를 고려한 학습량과 곤란도의 적정화에 대한 연구가 이루어질 필요성이 있다. 한편, 교과서를 읽을 때 학습자가 실제로 느끼게 되는 곤란도는 교과서 자체의 이독성에도 영향을 받겠지만, 선행 지식, 호기심, 주의, 태도 등과 같은 학습자의 특성 변인들과도 관련이 있을 것이다. 따라서 교과서 자체의 이독성 요인들과 학습자의 특성을 종합적으로 고려한 이독성 연구도 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김광해(2003). 등급별 국어교육용 어휘. 서울: 박이정.  
 김국중(2002). 영어 이독성 분석 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.  
 김기석, 문용린, 박성익, 김재춘(1996). 초·중등학교 교육과정 개정 요구 조사. 교육과정 개정위원회.  
 김양진(1997). 중학교 과학교과서 “힘과 운동” 단원의 용어 분석. 서울대학교 대학원 석사학위논문.  
 김영진과 조명환(1981). 이해를 위한 문장 처리에서 통사 요인과 의미 요인. 어학연구, 17(1), 1-21.  
 심재홍(1991). 글의 이독성에 영향을 미치는 요인과 이독

- 성 측정의 모형화에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤영선(1974). 한국어의 구조적 변인들의 분석과 국민학교 · 중학교 교과서를 중심으로 한 문장 난이도 공식의 개발. *성신인문과학연구소 연구논문집*, 7(1), 241-258.
- 이영숙(1996). 국어과 지도 대상 어휘의 선정 원리에 대한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 임성규(1992). 초등학교 교과서의 문장 난이도 연구. *한국초등국어교육*, 8(1), 77-106.
- 임수진(1995). 과학 및 생물 교과서의 생물 용어 분석과 생물 용어 난이도에 대한 학생과 교사의 인식 조사. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 정진우, 정재구, 박희무(2004). 한자로 된 지구과학 용어에 대한 고등학생의 이해 수준. *한국지구과학회지*, 25(5), 303-314.
- 조현재(1999). 고등학교 생물 I · II 교과서의 이독성 측정 도구로서의 Cloze 검사의 타당성 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 차배근(1988). 국문 독이성 측정 방법 개발을 위한 서설적 소고. *서울대 신문연구소 학보*, 25, 113-132.
- Cooper, J. L. (1952). *The effect of adjustment of basal reading materials on reading achievement*. Unpublished Doctoral Dissertation, Boston University.
- Dale, E. & Chall, J. S. (1948). A formula for predicting readability. *Educational Research Bulletin*, 27(1), 11-20, 28.
- Flesch, R. F. (1948). A new readability yardstick. *Journal of Applied Psychology*, 32(3), 221-233.
- Fry, E. B. (1977). Fry's readability graph; Clarifications, validity, and extension to level 17. *Journal of Reading*, 21(3), 42-52.
- LaBerge, D. & Samuels, S. J. (1974). Towards a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6(2), 293-323.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R. & Renner, J. W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills*. NARST monograph No. 1. Cincinnati: National Association for Research in Science Teaching.
- Tobin, K., Tippins, D. J. & Gallard, A. H. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45-93). New York: Macmillan.
- Taylor, W. L. (1953). Cloze procedure: A new tool for measuring readability. *Journalism Quarterly*, 30(4), 415-433.
- Thorndike, E. L. (1921). *A teacher's word book of 10,000 words*. New York: Teachers College Press.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia: Open University press.
- Werner, H. & Kaplan, E. (1952). *The acquisition of word meanings: A developmental study*. Monographs of the Society for Research in Child Development. vol. 15. Evanston: Child Development Publications.
- 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.