

초등 6학년 과학 교과서의 요구 인지 수준과 학생의 심리적 난이도 비교 분석

정은영^{1*} · 장명덕²

¹(대전보성초등학교) · ²(공주교육대학교)

The Comparative Analysis between the Demanded Cognitive Levels of Science Textbooks for the Sixth Graders and the Students' Psychological Difficulty with the Textbooks

Jeong, Eun Young^{1*} · Jang, Myoung-Duk²

¹(Daejeon Boseong Elementary School) · ²(Gongju National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze whether the required cognitive levels of the current 6th graders' science textbooks conform to the children's cognitive levels and to examine the students' sensed psychological difficulty of the current science textbooks. The eighty five students (boy: 39, girl: 46) from one elementary school were participated in this study. The results of the study are as follows. First, the 2/3 out of the contents in the six graders' science textbooks require concrete level of operation and the 1/3 out of the contents in the textbooks requires the formal level of operation. So the 70% students at the concrete operational level are likely to undergo difficulties with the 1/3 contents in the textbooks. Second, the students' psychological difficulty on the science textbooks is relatively low (approximately two out of five points) and there is not any special pattern between the cognitive level of the textbooks and the students' psychological difficulty of the textbooks.

Key words: science textbook, elementary school student, cognitive level, psychological difficulty

I. 연구의 필요성 및 목적

날로 증가하는 과학교육의 중요성에도 불구하고 TIMSS, PISA 등에서 우리나라 학생들의 과학 교과에 대한 관심과 흥미는 국제 평균에 비해 매우 낮으며(박정 등, 2004; 구자욱 등, 2016), 학생들의 과학에 대한 흥미는 학년이 높아질수록 감소하는 경향을 보여준다(이양락 등, 2004). 초·중등학생의 과학 교과나 학습에 대한 태도를 분석한 연구들에 따르면 초등학생과 중학생 모두 '내용 이해의 어려움'을 과학 학습의 가장 주된 어려움으로 들고 있다(곽영순 등, 2006; 이양락 등, 2004).

이와 같은 학생들의 과학 교과나 학습에 대한 흥미도 감소나 과학 학습 내용에 대해 느끼는 어려움과 관련하여 그 원인 중 하나로 학생의 인지 수준보다 높은 교과서 학습 내용의 요구 인지 수준의 가능성을 생각해볼 수 있다. 사실 이러한 가능성에 대한 인식에 근거하여 약 30년 전부터 초등 과학 교과서의 요구 인지 수준과 학습자의 사고 수준을 비교한 연구들이 중등에 비해 많지는 않지만 꾸준히 발표되고 있다(김영희, 1988; 김현재 등, 1986; 백남권 등, 2006; 손창호, 1993; 우중욱 등, 1991; 한영신, 1991). 이들 연구는 공통적으로 초등 과학 교과서의 내용이 학생들의 인지 수준보다 높은 사고 수

준을 요구하고 있어 학생들이 학습을 하는데 어려움을 갖게 한다거나, 어려움을 느끼게 할 요인으로 작용할 가능성을 지적하고 있으며, 초등학생들이 이해하기 쉽도록 구성되어야 함을 제안하고 있다.

하지만 Piaget가 제안한 발달 단계는 중복되어 있어 구체적 조작기의 많은 아이들이 형식적 조작기의 사고를 할 수 있기 때문에 이따금 도전적인 과제를 제공하는 것도 바람직하다는 Martin(2000)의 제안이나 학습자의 발달 수준보다 약간 앞선 수준에서 학습이 진행되는 것이 학습자의 발달을 촉진한다는 Vygotsky의 제안을 고려할 때 과학 교과서의 요구 인지 수준이 학생의 인지 수준보다 높은 것이 학습자의 인지 발달에 긍정적인 영향을 미칠 수도 있다. 또한 학생들이 교과서 학습 내용과 관련하여 실제로 느끼는 어려움의 정도, 즉 심리적 또는 체감 난이도가 다를 수 있기 때문에 초등학생들이 실제로 느끼는 교과서 내용의 심리적 난이도에 대한 조사가 필요하지만, 이에 대한 연구를 아직까지 찾아보기 쉽지 않다.

따라서 이 연구는 현행 초등 6학년 과학 교과서의 요구 인지 수준과 6학년 학생들의 인지 수준 그리고 교과서 요구 인지 수준과 교과서 내용 학습에 대한 학생들의 심리적 난이도를 비교 분석함으로써 과학 교과용 도서 개발 및 교과서 관련 후속 연구를 위한 시사점을 제공하고자 수행되었으며, 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 2009 개정 초등 6학년 과학 교과서 내용의 요구 인지 수준과 6학년 학생들의 인지 수준은 일치하는가?

둘째, 2009 개정 초등 6학년 과학 교과서 내용의 요구 인지 수준과 과학 교과서 내용에 대한 학생들의 심리적 난이도는 일치하는가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

2009 개정 교육과정에 따라 개발된 현행 초등 6학년 과학 교과서(교육부, 2016a; 2016c)의 총 8개 단원을 대상으로 교과서의 요구 인지 수준을 분석하였다. 각 단원의 교육과정 성취기준에 해당하는 차시 즉 ‘과학 탐구’ 코너에 해당하는 차시별 주요 개념 그리고 주요 개념별 학습 방법만을 대상으로 분석하였으며, ‘재미있는 과학’, ‘과학이야기’, ‘과학 더

하기’ 및 ‘과학생각모음’ 차시는 분석에서 제외하였다. 또한 보다 정확한 분석을 위해 필요한 경우 해당 학년 교사용 지도서(교육부, 2016b; 2016d)의 내용을 참고하였다.

한편, 6학년 학생들의 인지 발달 수준과 심리적 난이도 분석을 위해서 D광역시에 위치한 한 개 초등학교의 6학년 4학급 85명(남: 39명, 여: 46명)의 학생들이 참가하였다. 이 학교는 연구자가 근무하는 학교로 구도심에 위치해 있고, 학급당 인원수는 20명 초반이며 학교 전체의 학업에 대한 열의와 학업 성취도는 보통 수준이다.

2. 검사 도구

과학 교과서 내용의 요구 인지 수준 분석을 위해 우종욱 등(1991)이 개발한 분석틀이 사용되었다. 이 분석틀은 기존의 다른 초등 교과서 분석틀과는 달리 구체적 조작 전기와 후기(C1과 C2) 그리고 형식적 조작 전기와 후기(F1과 F2) 4단계로 보다 상세하게 인지 수준을 결정할 수 있고, 교과서의 주요 개념만을 분석 대상으로 하는 기존의 다른 분석틀들과는 달리 주요 개념과 그 접근 방법 두 가지 측면 모두 분석 가능하다는 장점이 있다.

한편, 이 연구에 참가한 학생들의 과학 교과서에 대한 심리적 난이도 즉 과학 교과서의 각 차시별 내용에 대해 학생들이 실질적으로 느끼는 어려움을 조사하기 위해서 Fig. 1과 같이 5단계 Likert 척도의 설문지를 개발하였다. 이 설문지 문항은 ‘1. 연구대상’에서 전술한 바와 같이 6학년 과학 교과서 ‘과학 탐구’ 코너에 해당하는 학습주제만으로 구성하였다. 따라서 학생들은 부록 1-1과 부록 1-2에 제시된 포의 ‘학습주제’와 같이 6학년 1학기 27개의 학습주제 그리고 6학년 2학기 24개의 학습주제 총 51의 학습주제에 대해 ‘① 아주 쉬웠다’에서 ‘⑤ 매우 어려웠다’의 다섯 가지 중 하나를 자유롭게 선택하도록 구성하였다. 문항의 내용 타당도 확보를 위해 과학교육전문가 1명과 현장교사 1명의 내용 검토 후 활용하였다.

또한 이 연구에 참여한 학생들의 인지 수준을 분석하기 위해 Roadranka *et al.*(1983)에 의하여 개발되고, 국내에서 김경미(1999) 등의 다양한 연구자에 의해 활용되고 있는 GALT(Group Assessment of Logical Thinking) 축소본을 활용하였다. 축소본 GALT는 보존 논리, 비례 논리, 변인 통제 논리, 확률 논

과학교과서 내용에 대한 심리적 난이도 조사

() 초등학교 6학년 () 반 이름 : ()

1. 다음은 여러분이 지난 학기 과학시간에 공부하였던 교과서의 내용입니다. 각 차시 내용에 대해서 느꼈던 어려움의 정도를 \checkmark 표시해 주세요. 예를 들어 보통일 경우에는 '㉓'에 \checkmark 표를 합니다.

과학(6학년 1학기)						
단원명	차시 내용	아주 쉬웠다	쉬웠다	보통이다	어려웠다	매우 어려웠다
1. 지구와 달의 운동	지구의 자전이란 무엇일까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
	하루 동안 달과 별의 위치는 어떻게 달라질까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
	낮과 밤은 왜 생기는 것일까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
	지구의 공전이란 무엇일까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
	계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭은 무엇일까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
	여러 날 동안 달의 모양을 관찰하여 볼까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
	달의 모양이 변하는 까닭은 무엇일까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
생태계란 무엇일까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	
생태계 구성 요소는 서로 어떤 관련이 있을까요?	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	

Fig. 1. The example of test items on the student's psychological difficulty with contents of science textbooks.

리, 가설연역적(상관) 논리, 조합 논리로 각각 2문항씩 구성되어 있다. 초등 6학년생 이상이면 읽고 답하는데 어려움이 없도록 구성되어 있고, 결과 점수에 따라 구체적, 과도기, 형식적 조작기 수준으로 구분할 수 있다.

3. 자료 수집 및 분석

6학년 과학 교과서 요구 인지 수준 분석을 위해 먼저 각 단원의 학습주제별로 제시된 주요 개념과 학습 방법을 모두 추출하였다. 이어서 1개 단원을 대상으로 우종욱 등(1991)의 분석틀에 따라 예비 분석하며 분석틀을 점검하였다. 다음으로 각 단원의 각 학습 주제에서 추출된 각각의 개념과 학습 방법이 요구하는 인지 수준을 분석하였다(부록 1-1 및 부록 1-2). 학습 주제별로 개념이나 학습 방식의 수가 일정하지 않기 때문에 각 주제별로 추출되는 요구 인지 수준의 개수가 달랐다. 즉, 1개의 요구 인지 수준만 추출된 학습주제가 있는가 하면 5개까지 요구 인지 수준이 추출된 학습주제도 있다. 판정 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 과학교육전공 대학원생이자 현장교사인 2명이 독자적으로 분석한 후, 두 분석자의 판정 결과를 비교하여 두 분석자간 판정 결과가 일치하지 않는 경우에는 과학교육전문가 1명을 포함한 총 3명이 최종적으로 합의 판정하였다.

한편, 이 연구에 참가한 학생들의 인지 수준은 85명을 대상으로 8월 말에 실시되었다. 소요 시간은 40

분이었으며, 추가 시간 제공과 답과 직접적인 관련이 없는 질문은 모두 허용하였다. 응답 결과는 Roadranka *et al.*(1983)이 제시한 방식에 따라 채점하였으며, 채점 결과에 따라 0~4개를 맞춘 학생들은 구체적 조작기(2A), 5~7개를 맞춘 학생들은 과도기(2A/3B), 8~12개를 맞춘 학생들은 형식적 조작기(3B)로 구분하였다. 이 연구에 참가한 학생들은 교과서 내용에 대한 심리적 난이도 검사지에 응답하였는데, 6학년 1학기 각 단원별 학습주제에 대해서는 8월 말에 85명이 그리고 2학기 학습 내용에 대해서는 12월 말에 81명이 과학 교과서를 보면서 응답하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등 6학년 과학 교과서의 요구 인지 수준

먼저 2009 개정 과학과 교육과정에 따라 개발된 현행 초등 6학년 과학 교과서의 주요 개념과 학습 방법의 요구 인지 수준을 분석한 결과는 Table 1과 같다(부록 1-1 및 부록 1-2). Table 1과 같이 6학년 총 90개의 주요 학습 내용 중 구체적 조작 수준을 요구하는 것은 65.6%(59개)[전기: 28.9%(26개), 후기: 36.7%(33개)]이고, 형식적 조작 수준을 요구하는 것은 34.4%(31개)[전기: 20.0%(18개), 후기: 14.4%(13개)]이다. 이 연구와 동일한 분석틀을 사용하여 제5차 교육과정에 따라 개발된 6학년 과학 교과서의

Table 1. The required cognitive level of the current sixth graders' science textbooks by unit

영역	단원	요구 인지수준	구체적 조작기			형식적 조작기			계(%)
			전기(C1)	후기(C2)	소계(%)	전기(F1)	후기(F2)	소계(%)	
물리	6-1-3. 렌즈의 이용		7	5	12(100.0) ^a	-	-	-	12
	6-2-2. 전기의 작용		1	11	12(85.7)	1	1	2(14.3)	14
	소계		8(30.8)	16(61.5)	24(92.3)	1(3.8)	1(3.8)	2(7.7)	26
화학	6-1-4. 여러 가지 기체		-	3	3(37.5)	2	3	5(62.5)	8
	6-2-4. 연소와 소화		3	3	6(66.7)	-	3	3(33.3)	9
	소계		3(17.6)	6(35.3)	9(52.9)	2(11.8)	6(35.3)	8(47.1)	17
생물	6-1-2. 생물과 환경		7	4	11(57.9)	4	4	8(42.1)	19
	6-2-1. 생물과 우리 생활		5	2	7(77.8)	2	-	2(22.2)	9
	소계		12(42.9)	6(21.4)	18(64.3)	6(21.4)	4(14.3)	10(35.7)	28
지구	6-1-1. 지구와 달의 운동		2	2	4(36.4)	7	-	7(63.6)	11
	6-2-3. 계절의 변화		1	3	4(50.0)	2	2	4(50.0)	8
	소계		3(15.8)	5(26.3)	8(42.1)	9(47.4)	2(10.5)	11(57.9)	19
계(%)			26(28.9)	33(36.7)	59(65.6)	18(20.0)	13(14.4)	31(34.4)	90

^a 개수(%).

요구 인지 수준을 분석한 우종욱 등(1991)의 연구에서는 구체적 조작기 70.2%(80개)[전기: 8.8%(10개), 후기: 61.4%(70개)] 그리고 형식적 조작기 29.8%(34개)[전기: 14.9%(17개), 후기: 14.9%(17개)]이었다(부록 2-1). 따라서 현행 6학년 과학 교과서의 제5차 교육과정의 6학년 과학 교과서의 요구 인지 수준 중 형식적 조작 수준만을 비교해 보면, 현행 교과서가 형식적 조작 수준의 개수는 약간 적고 비율은 상대적으로 약간 높다는 차이가 있기는 하지만, 전반적으로는 커다란 차이가 없다고 할 수 있다.

한편, Table 2와 같이 6학년 학생들을 대상으로 GALT 축소본을 사용하였던 선행연구들에서 구체적 조작 수준에 있는 6학년 학생의 비율이 평균 68.2%(최소: 50.0%, 최대: 84.4%)이라는 점 그리고 GALT 완본을 사용할 때보다 축소본을 사용할 때 높게 측정된다는 점(강순희 등, 1998)을 고려할 때, 현 6학년 학생들 중 약 70%의 학생이 구체적 조작 수준에 있다고 할 수 있다. 따라서 현재 6학년 학생의 약 70%가 교과서의 형식적 조작 사고를 요하는 약 1/3(34%)에 대해 어려움을 겪을 가능성이 있음을 추정할 수 있다.

Table 1과 같이 현행 6학년 과학 교과서의 요구

Table 2. The data related to the sixth graders' cognitive level in the previous researches

연구자	학생 수	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기
김영희(1988)	180	72.2(130) ^a	27.2(49)	0.6(1)
김동우(1992)	280	62.9(176)	30.7(86)	6.4(18)
강심원(1994)	392	84.4(331)	14.8(58)	0.8(3)
김효남(1995)	148	75.0(111)	21.6(32)	3.4(5)
권도현과 권성기(2000)	192	50.0(96)	43.2(83)	6.8(13)
백남권 등(2007)	100	71.0(71)	24.0(24)	5.0(5)
이미현(2007)	321	62.3(200)	32.4(104)	5.3(17)
신영준 등(2009)	193	62.2(120)	28.0(54)	9.8(19)
강철웅 등(2013)	32	59.4(19)	28.1(9)	12.5(4)
계	1,838	68.2(1,254)	27.1(499)	4.6(85)

^a %(학생수).

인지 수준의 비율은 각 영역 및 단원별로 큰 차이를 보였다. 예를 들어 형식적 조작 수준을 요구하는 내용의 비율이 가장 높은 영역은 57.9%의 지구과학

이었으며, 그 다음으로 화학(47.1%), 생물(35.7%), 물리(7.7%) 순이었다. 세부적으로는 총 8개 단원 중 형식적 조작 수준을 요구하는 개념과 학습 방법의 비율이 가장 높은 단원은 ‘6-1-1. 지구와 달의 운동’(63.6%), ‘6-1-4. 여러 가지 기체’(62.5%), ‘6-2-3. 계절의 변화’(50.0%), ‘6-1-2. 생물과 환경’(42.1%), ‘6-2-4. 연소와 소화’(33.3%), ‘6-2-1. 생물과 우리 생활’(22.2%), ‘6-2-2. 전기의 작용’(14.3%), ‘6-1-3. 렌즈의 이용’(0%) 순이었다. 이러한 사실은 현행 6학년 교과서의 경우 영역별로는 지구과학, 화학, 생물 및 물리 순으로, 그리고 단원별로는 ‘지구와 달의 운동’, ‘여러 가지 기체’, ‘계절의 변화’의 경우 교과서 내용의 절반 이상이 어려움을 줄 것으로 추정된다. 교육과정 시기별로 비교해 보면 교과서 영역별로 형식적 사고 수준을 요구하는 비율은 달랐는데, 부록 2-2와 같이 김현재 등(1986)의 연구에 형식적 사고 수준을 요구하는 개념의 비율이 지구과학(50.0%), 물리(25.6%), 화학(15.4%), 생물(5.3%) 영역 순이었고, 우종욱 등(1991)의 연구에서는 물리(77.8%), 화학(31.5%), 지구과학(12.5%), 생물(9.1%) 순이었다.

전체적으로 각 단원의 주요 개념과 그 접근 방식을 살펴보면 부록 1-1 및 부록 1-2와 같이 구체적 조작기의 ‘친근한 실례와 행동에 대한 논리적 조작’(C1-1), ‘단순한 실험으로 결과 직접 획득’(C1-2), ‘구체적 실험을 통한 결론 도출’(C2-1), ‘특정한 많은 예 제시와 내용 전개 및 논리적 조작’(C2-2)의 비율이 높았다. 이는 거의 매 차시가 구체적인 조작 활동이나 다양한 예시를 통하여 학습 내용에 대한 접근 방식을 취하고 있음을 시사한다. 한편, 형식적 조작 수준의 내용 비율이 가장 높은 3개 단원, 즉 ‘6-1-1. 지구와 달의 운동’의 경우에는 “구체적인 예시 제시를 통한 가설적 또는 추상적 개념 설명”(F1-5)에 해당하는 내용이 가장 많았고, ‘6-1-4. 여러 가지 기체’의 경우에는 “실험이나 관찰 결과 해석 및 결론 도출하기 위한 추상적 지식 사용”(F2-2)에 해당하는 내용이 많았으며, ‘6-2-3. 계절의 변화’ 단원의 경우에는 “주어진 간접 실험에 의한 데이터 해석 및 결론 도출”(F1-4)과 “실험 상황에서 변인 분리 조작”(F2-3)에 해당하는 활동이 많았다.

2. 초등학교 6학년 과학 교과서 요구 수준과 학습자의 심리적 난이도 비교

이 연구에 참가한 6학년 학생들의 인지 수준은

Table 3과 같이 구체적 조작기 69.4%(59명), 과도기 23.5%(20명), 형식적 조작기 7.1%(6명)로, Table 2의 선행연구들에 참여하였던 6학년 학생의 평균값과 비교하여 구체적 조작기와 형식적 조작기 학생 비율은 약간 높은 편이지만 전반적으로 비슷한 양상이다. 따라서 이 연구에 참여한 약 70%의 구체적 조작 수준의 학생들은 과학 교과서의 형식적 조작 수준을 요구하는 약 1/3의 내용에 대해 어려움을 겪었을 것이라고 추정할 수 있다.

한편, 이 학생들이 생각하는 과학 교과서 내용의 심리적 난이도는 Table 4 및 Table 5와 같다. Table 4와 같이 심리적 난이도 점수가 가장 높은 단원은 ‘전기의 작용’(2.20)이었으며, 그 다음으로 ‘여러 가지 기체’(1.98), ‘계절의 변화’(1.95), ‘연소와 소화’(1.91), ‘지구와 달의 운동’(1.79), ‘생물과 우리 생활’

Table 3. The cognitive development stages of the students who participated in this study

성별(명) \ 인지수준	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기
남(39)	71.8(28) ^a	20.5(8)	7.7(3)
여(46)	67.4(31)	26.1(12)	6.5(3)
계(85)	69.4(59)	23.5(20)	7.1(6)

^a %(학생수).

Table 4. The students' psychological difficulties on the current science textbooks by unit and by cognitive development stage

학기	단원명	심리적 난이도			평균
		구체적 조작기	과도기	형식적 조작기	
6-1	1. 지구와 달의 운동	1.88	1.68	1.33	1.79
	2. 생물과 환경	1.70	1.59	1.26	1.64
	3. 렌즈의 이용	1.79	1.64	1.45	1.73
	4. 여러 가지 기체	2.07	1.83	1.56	1.98
평균		1.85	1.68	1.40	
6-2	1. 생물과 우리 생활	1.75	1.73	1.73	1.74
	2. 전기의 작용	2.28	2.11	1.76	2.20
	3. 계절의 변화	1.98	2.06	1.33	1.95
	4. 연소와 소화	1.88	1.99	1.89	1.91
평균		1.99	1.99	1.68	

Table 5. The comparison of the required cognitive level of the current science textbooks for the 6th graders and the 6th grade students' psychological difficulties on the books by unit

영역	단원명	교과서의 형식적 조작 요구 인지 수준		학생들이 느꼈던 심리적 난이도	
		비율 (개수)	순위	점수	순위
물리	6-1-3. 렌즈의 이용	0.0(0)	8	1.73	7
	6-2-2. 전기의 작용	14.3(2)	7	2.20	1
화학	6-1-4. 여러 가지 기체	62.5(5)	2	1.98	2
	6-2-4. 연소와 소화	33.3(3)	5	1.91	4
생물	6-1-2. 생물과 환경	42.1(8)	4	1.64	8
	6-2-1. 생물과 우리 생활	22.2(2)	6	1.74	6
지구	6-1-1. 지구와 달의 운동	63.6(7)	1	1.79	5
	6-2-3. 계절의 변화	50.0(4)	3	1.95	3

(1.74), ‘렌즈의 이용’(1.73), ‘생물과 환경’(1.64) 순이었다. 단원별 난이도 점수 범위는 5점 만점에 2점인 ‘② 쉬웠다’에 해당하는 낮은 점수 분포를 보여 이 연구에 참가한 학생들은 교과서의 내용에 대해 심리적으로는 큰 어려움을 느끼지 않았다고 할 수 있다. 더욱이 구체적 조작기의 학생들의 경우, 과학 교과서의 내용 약 1/3이 학생들의 인지 수준에 비해 더 높은 사고의 수준을 요구하고 있어 학생들이 학습하는데 많은 어려움을 겪을 것이라는 예상과 달리 구체적 조작기의 학생들의 경우에도 큰 어려움을 느끼지 않았다고 응답하였다.

Table 5는 과학 교과서 8개 단원의 형식적 요구 인지 수준의 비율 순위와 전체 학생들의 심리적 난이도의 순위를 비교한 것으로, 둘 사이의 뚜렷한 상관성이 보이지 않는다. 예를 들어 형식적 사고 수준의 비율이 전체 8개 중 7위로 낮았던 ‘전기의 작용’ 단원의 경우, 학생들이 느끼는 심리적 난이도 점수 순위에서는 1위로 가장 높았다. 이는 아마도 “‘전기’ 관련 단원에서 학습자가 응답한 어려움으로는 처음 접하는 전기 관련 용어 사용, ‘직렬’과 ‘병렬’의 뜻과 구분, 전지와 전구의 연결에서 연결 방법에 따라 전구의 밝기가 다른 점이 많은 혼란을 주며, 다양한 전기회로를 꾸미는 것에 곤란을 느낀다.”

(임아름과 전영석, 2014)는 점이 그 한 가지 원인일 가능성도 있다. 또한 요구 인지 수준이 1위였던 ‘지구와 달의 운동’ 단원의 경우 심리적 난이도 순위는 5위로 실제 학생들에게 어려움을 주지는 않은 것으로 나타났는데, 이는 아마도 형식적 조작 수준을 요구하는 개념에 대해 학생들의 학습에 대한 관심과 흥미 및 자발적 참여 유발 및 과학 개념 학습에 유용한 수업전략인 역할놀이(교육인적자원부, 2001; Craciun, 2010; McSharry & Jones, 2000)를 기반으로 하였기 때문일 수도 있다. 하지만 Table 4과 같이 구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기로 갈수록 심리적 난이도 점수가 감소하는 경향성은 교과서의 요구 인지 수준이 심리적 난이도에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나임을 시사한다. 또한 “교과서의 내용적인 면에서는 일반적으로 구체적 조작 위주로 구성되어 있으나, 그 과정에서 형식적 조작 사고의 유형들이 내포되었을 가능성”도 있지만(백남권 등, 2006), “학습자 중심의 다양한 실생활 소재를 활용하여 학습의 흥미를 높이고 자신감을 고치시키기 위한 교과용 도서 개발”(교육부, 2016b)로 학생들에게 교과서의 내용이 친근하고 쉽게 느껴졌을 가능성도 있다.

부록 1-1, 부록 1-2와 같이 각 단원의 세부 학습 주제별 심리적 난이도 또한 학습주제별 뚜렷한 경향성은 보이지 않는다. 예를 들어, 6학년 1학기 ‘2. 생물과 환경’ 단원의 경우, 3차시 ‘생태계 구성 요소는 서로 어떤 관련이 있을까요?’는 구체적 조작기 수준(C1-1)을 요구하는 반면, 6차시 ‘생물은 환경에 어떻게 적응하며 살아갈까요?’는 형식적 조작 수준(F1-5)의 사고를 요한다. 하지만 두 차시의 심리적 난이도는 각각 1.71과 1.67로 6차시 학습 주제가 오히려 약간 낮았다. 또한 6학년 2학기 ‘2. 전기의 작용’ 단원의 경우, ‘전지의 연결 방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요?’나 ‘전구의 연결 방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요?’의 경우 모두 구체적 조작 후기(C2-1와 C2-2)에 해당하지만, 심리적 난이도는 각각 2.27과 2.23으로 비교적 높았다. 반면에 ‘전기 회로에서 전류는 어떤 방향으로 흐를까요?’나 ‘전기와 우리 생활의 관계를 알아볼까요?’의 경우, 모두 형식적 조작 후기(F2-2)와 전기(F1-8)에 해당하지만, 심리적 난이도는 각각 1.84와 2.07로 상대적으로 낮았다.

이러한 과학 교과서의 요구 인지 수준과 학생들

의 심리적 난이도의 비교 결과는 아마도 전우수 등 (2003), 이수영(2011), 이양락 등(2004)의 연구에서와 같이 초등학생들의 경우 과학을 좋아하는 학생의 비율이 높다는 점과 관련된 긍정적 응답으로 인한 편향일 가능성도 있다. 또한 학습 내용의 요구 인지 수준보다는 단순히 실험기구의 복잡성이나 실험기구 설치의 어려움을 난이도로 생각하고 응답한 것도 그 한 원인일 수 있다. 예를 들어, 비교적 복잡한 과정의 기체발생 실험을 해야 하는 ‘6-1-4. 여러 가지 기체’ 단원의 ‘산소는 어떤 성질이 있을까요?’와 ‘이산화탄소는 어떤 성질이 있을까요?’의 경우 모두 구체적 조작 후기에 해당하는 인지 수준을 요구하지만, 심리적 난이도는 2.14와 2.35로 상대적으로 높았다. 반면에 풍선, 주사기 등을 이용하여 실험조작이 단순하고 친숙한 ‘기체는 어떻게 공간을 채을까요?’나 ‘기체에 압력을 가하면 기체의 부피는 어떻게 될까요?’의 경우 각각 형식적 조작 전기와 후기에 해당하는 인지수준을 요구하지만, 학생들의 심리적 난이도는 1.89와 1.95로 상대적으로 낮았다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 현행 초등 6학년 과학 교과서 내용의 요구 인지 수준과 학습자의 사고 수준 그리고 교과서의 요구 인지 수준과 학생들이 실제로 느끼는 심리적 난이도를 비교·분석한 것으로 연구 결과에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등 6학년 과학 교과서 내용의 약 1/3이 형식적 조작 수준을 요구하고 있으며, 이에 대한 학습과 관련하여 구체적 조작기에 해당하는 70%의 학생이 어려움을 겪을 가능성이 있다. 이는 동일한 분석 방법을 사용하여 제5차 교육과정 과학 교과서의 요구 인지 수준을 분석한 선행 연구 결과(우중욱 등, 1991)와 전반적으로는 거의 비슷한 양상이다. 한편, 영역별로는 지구과학, 화학, 생물, 물리영역의 순으로 어려움을 겪을 것으로 예상되며, 단원 학습 내용의 절반 이상이 형식적 사고 수준을 요구하고 있는 ‘지구와 달의 운동’, ‘여러 가지 기체’, ‘계절의 변화’ 단원의 경우 다른 단원에 비해 더 큰 어려움을 겪을 것으로 예상된다.

둘째, 이 연구에 참가한 6학년 학생들의 과학 교과서 주요 내용에 대한 전체적인 심리적 난이도는 비교적 낮은 편으로 학생들은 심리적으로는 교과

서의 내용에 대해 큰 어려움을 느끼지 않는다고 할 수 있다. 한편, 구체적 조작기와 과도기의 학생에 비해 형식적 조작기의 학생의 심리적 난이도 점수가 감소하는 경향성은 교과서의 요구 인지 수준이 심리적 난이도에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나임을 시사한다. 하지만 흥미롭게도 요구 인지 수준이 높은 학습주제임에도 불구하고 학생들의 심리적 난이도가 낮은 경우도 있고, 그 반대인 경우도 있는데, 이는 학생들에게 친근한 실생활 중심의 학습 소재, 흥미를 유발하는 학습 활동, 생소한 용어에 대한 친절한 설명 등의 교과서의 구성이나 전개 방식 등도 학습자의 심리적 난이도에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

한편, 이 연구의 다음과 같은 후속연구를 필요로 한다.

첫째, 초등 과학 교과서의 요구 인지 수준과 학습자의 사고 수준을 비교한 기존 선행 연구들은 이 연구와 마찬가지로 1개 학년(예: 6학년-김영희, 1988; 김현재 등, 1986; 4학년: 한영신, 1991)이나 2개 학년(예: 3학년과 6학년-우중욱 등, 1991; 4학년과 5학년-손창호, 1993)을 대상으로 하거나, 물리 등의 특정 영역(예: 백남권 등, 2006)에 국한하여 이루어졌다. 따라서 3~6학년 과학 교과서 전체에 대한 요구 인지 수준 분석을 통한 학년별 요구 인지 수준의 패턴을 분석하는 연구 또는 3~6학년을 대상으로 해당 학년 교과서의 심리적 난이도를 분석하는 연구가 이루어질 필요가 있다.

둘째, 이 연구에서는 한 개 학교 학생들을 대상으로 설문지의 응답과 분석을 통해 학생들의 심리적 난이도를 분석하였다. 따라서 보다 상세한 정보 수집과 심층적인 분석을 위해 면담 등을 통한 질적 연구나 설문지 등의 정량적 분석과 면담 등을 통한 정성적 분석을 병행하는 보다 심도 있는 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한 이 연구에서는 한 학기 수업 후 심리적 난이도를 검사하였으나, 향후 연구에서는 단원별 수업 종료 후 각 학습주제에 대한 난이도를 검사하는 방법도 고려해 볼만하다.

참고문헌

- 강심원 (1994). 인지양식에 따른 인지수준과 과학탐구능력에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
강순희, 노정원, 박종윤 (1998). 과학교육 연구에 사용된

- GALT 원본과 축소본에 대한 조사 연구. 한국과학교육학회지, 18(3), 399-413.
- 강철웅, 김형범, 정진우 (2013). 논리적 사고력 수준에 따른 초등학교 6학년 학생의 과학적 개념의 이해 분석. 대한지구과학교육학회지, 6(3), 165-173.
- 박영순, 김찬중, 이양락, 정득실 (2006). 초·중등 학생들의 과학 흥미도 조사. 한국지구과학회지, 27(3), 260-268.
- 교육과학기술부 (2010). 초등학교 교사용지도서 과학 4-2. 서울: 금성출판사.
- 교육과학기술부 (2011). 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책 9].
- 교육부 (2016a). 초등학교 과학 6-1. (주)미래엔.
- 교육부 (2016b). 과학 6-1 교사용 지도서. (주)미래엔.
- 교육부 (2016c). 초등학교 과학 6-2. (주)미래엔.
- 교육부 (2016d). 과학 6-2 교사용 지도서. (주)미래엔.
- 교육인적자원부 (2001). 초등학교 교사용 지도서 과학 3-1. 서울: 대한교과서주식회사.
- 구자옥, 김성숙, 이혜원, 조성민, 박혜영 (2016). OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2015 결과 보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2016-2-2.
- 권도현, 권성기 (2000). 초등학생의 부력 개념 형성과 인지 수준의 관계. 한국초등과학교육학회지, 19(1), 131-143.
- 김경미 (1999). 원본과 축소본 GALT의 비교 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김영희 (1988). 국민학교 6학년 아동의 지적 발달 수준과 '자연'교과 내용의 수준 비교 연구. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 김동우 (1992). 국민학생의 논리적 사고 수준과 전류와 자기장의 학습 성취도와와의 관계. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김효남 (1995). 아동, 예비교사, 중견교사의 과학지식, 과학적 탐구 능력, 인지 수준의 비교. 한국과학교육학회지, 15(1), 68-72.
- 김현재, 이철이, 채규준 (1986). Piaget 사고 유형에 의한 4, 6학년의 과학 교과서 내용 분석. 한국과학교육학회지, 6(2), 15-33.
- 박정, 정은영, 김경희, 한경혜 (2004). 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구: TIMSS 2003 결과 보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-3-2.
- 백남권, 이을수, 박종호 (2006). 초등학생들의 지적 발달 수준과 과학교과 내용의 수준 비교: 물리 개념을 중심으로. 진주교육대학교논문집, 48, 289-306.
- 손창호 (1993). 인지수준에 따른 국민학교 자연과 교과서 내용 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 신영준, 동효관, 장윤경 (2009). 초등학생의 인지 발달 수준과 식물 관찰 빈도 관계 분석. 한국생물교육학회지, 37(2), 177-190.
- 우종욱, 정완호, 권재술, 최병순, 정진우, 허명 (1991). 국민학교 자연교과서 개발체제 분석 및 평가 연구. 한국교원대학교 과학교육연구소.
- 이미현 (2007). 6학년 학생들의 인지 발달 단계와 자료 표현방법의 이해에 대한 실태 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이수영 (2011). 초등학생의 과학-수학 교과에 대한 인식과 경험이 과학기술분야 진로 선택에 미치는 영향 분석. 서울교육대학교 한국초등교육, 22(1), 99-117.
- 이양락, 박재근, 이봉우, 박순경, 정영근 (2004). 과학과 교육내용 적정성 분석 및 평가. 한국교육과정평가원 연구보고, RRC 2004-1-6.
- 임아름, 전영석 (2014). 초등학교 과학과 "전기회로" 단원 수업에서 겪는 교사와 학생의 어려움 분석. 한국초등과학교육학회지, 33(3), 597-606.
- 전우수, 임성민, 윤진 (2003). 초등학생의 과학선호도. 초등과학교육, 22(1), 81-96.
- 정완호, 김영신, 권용주 (1999). 중학생들의 과학적 사고 수준과 교과서 생물 분야의 탐구활동에서 요구하는 사고수준의 분석. 한국생물교육학회지, 27(3), 202-210.
- 한영신 (1991). 자연교과 내용과 아동의 인지 발달 수준 간의 적합성 고찰. 이화여자대학교 석사학위논문.
- Cracium, D. (2010). Role-playing as a creative method in science education. *Journal of Science and Arts*, 1(12), 175-182.
- Martin, D. J. (2000). *Elementary science methods: A constructivist approach* (2nd ed.). Wadsworth/Thomson Learning.
- McSharry, G. & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(298), 73-82.
- Roadrangka, V., Yeany, R. H. & Padilla, M. J. (1983). The construction and validation of a Group Assessment of Logical Thinking (GALT): *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Dallas, Texas.

부록 1-1. 6학년 1학기 각 단원의 학습주제별 심리적 난이도 응답 결과

단원명	학습 주제	요구 인지수준	1반 (22명)	2반 (22명)	3반 (21명)	4반 (20명)	합계 (85명)	평균
6-1-1. 지구와 달의 운동	· 지구의 자전이란 무엇일까요?	F1-5/F1-5/F1-3	37	27	34	35	65	1.56
	· 하루 동안 달과 별의 위치는 어떻게 달라질까요?	C2-5/F1-6	46	37	42	43	85	1.98
	· 낮과 밤은 왜 생기는 것일까요?	C2-3	31	26	34	29	59	1.41
	· 지구의 공전이란 무엇일까요?	F1-5	32	27	34	34	60	1.49
	· 계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭은 무엇일까요?	C1-3/F1-7	43	39	41	48	83	2.01
	· 여러 날 동안 달의 모양을 관찰하여 볼까요?	C1-2	45	44	44	51	90	2.16
	· 달의 모양이 변하는 까닭은 무엇일까요?	F1-5	40	36	46	42	77	1.93
	계						1,067	1.79
6-1-2. 생물과 환경	· 생태계란 무엇일까요?	C2-4/C2-4/C2-2/C2-2	35	34	30	23	71	1.44
	· 생태계 구성 요소는 서로 어떤 관련이 있을까요?	C1-1	38	41	35	31	80	1.71
	· 생태계 내에서 생물은 어떤 관련이 있을까요?	C1-1/C1-1/F2-1/F1-7/F1-5	44	43	39	29	88	1.82
	· 비생물적 환경 요인은 생물에게 어떤 영향을 줄까요?	F2-3/F2-3/C1-1/C1-1/C-1	37	39	31	31	78	1.62
	· 생물은 환경에 어떻게 적응하며 살아갈까요?	F1-5	38	40	34	30	79	1.67
	· 우리 생활은 생태계에 어떤 영향을 줄까요?	C1-1/F2-3	38	39	36	33	78	1.72
	· 사람들은 생태계를 보전하고 복원하기 위하여 어떤 노력을 하고 있을까요?	F1-8	34	29	34	32	64	1.52
	계						977	1.64
6-1-3. 렌즈의 이용	· 오목렌즈로 물체를 보면 물체가 어떻게 보일까요?	C1-2/C1-2/C2-2	39	31	40	35	71	1.71
	· 볼록 렌즈로 물체를 보면 물체가 어떻게 보일까요?	C1-2/C1-2/C2-2	39	31	40	38	71	1.74
	· 안경은 어떤 렌즈로 만들까요?	C2-1	33	31	37	39	66	1.64
	· 렌즈를 통과하는 빛은 어떻게 나아갈까요?	C2-1	37	39	38	39	78	1.80
	· 볼록 렌즈로 햇빛을 모아 볼까요?	C1-2	32	30	35	26	63	1.45
	· 우리 생활에서 렌즈를 이용한 기구를 찾아볼까요?	C2-2	38	39	39	40	79	1.84
	· 간이 사진기를 만들어 볼까요?	C1-2/C1-2	40	48	43	36	89	1.96
	계						1,032	1.73
6-1-4. 여러 가지 기체	· 고무풍선의 크기가 줄어드는 까닭은 무엇일까요?	C2-4/F2-2	34	33	41	24	69	1.55
	· 기체는 어떻게 공간을 채울까요?	F1-5	39	40	45	37	80	1.89
	· 기체에 압력을 가하면 기체의 부피는 어떻게 될까요?	F2-2/F2-2	43	40	48	35	85	1.95
	· 산소는 어떤 성질이 있을까요?	C2-1	48	48	46	40	98	2.14
	· 이산화탄소는 어떤 성질이 있을까요?	C2-1	51	55	50	44	108	2.35
	· 우리 생활에 어떤 기체가 이용되고 있을까요?	F1-8	41	44	43	40	86	1.98
	계						1,009	1.98

부록 1-2. 6학년 3학기 각 단원의 학습주제별 심리적 난이도 응답 결과

단원명	학습 주제	요구 인지수준	1반 (20명)	2반 (20명)	3반 (22명)	4반 (19명)	합계 (81명)	평균
6-2-1. 생물과 우리 생활	· 버섯과 곰팡이에 대하여 알아보니까요?	C1-1/C1-1/C1-1	36	31	35	36	103	1.70
	· 해감과 쥘신벌레에 대하여 알아보니까요?	C1-2/C1-2	37	31	34	31	103	1.64
	· 세균에 대하여 알아보니까요?	F1-8	36	31	34	35	102	1.68
	· 생물은 우리 생활에 어떤 영향을 끼칠까요?	C2-2/C2-2	36	33	35	36	106	1.73
	· 첨단 생명 과학이 우리 생활에 어떻게 활용되고 있을까요?	F1-8	43	37	43	36	124	1.96
계							706	1.74
6-2-2. 전기의 작용	· 전지, 전구, 전선을 어떻게 연결하여야 전구에 불이 켜질까요?	C2-1/C1-2/ C2-4/C2-1	51	39	58	44	150	2.37
	· 전지의 연결 방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요?	C2-2/C2-1	49	35	59	41	145	2.27
	· 전구의 연결 방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요?	C2-2/C2-1	49	35	56	41	142	2.23
	· 전기 회로에서 전류는 어떤 방향으로 흐를까요?	F2-2	40	38	39	32	119	1.84
	· 전류가 흐르는 전선 주위에서 나침반 바늘은 어떻게 될까요?	C2-1	52	46	57	43	157	2.44
	· 전자석을 만들어 전자석의 성질을 알아보니까요?	C2-1/C2-1/C2-2	44	38	53	42	137	2.19
	· 전기와 우리 생활의 관계를 알아보니까요?	F1-8	43	35	51	39	130	2.07
계							1,249	2.20
6-2-3. 계절의 변화	· 하루 동안의 태양 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하여 볼까요?	C2-4	46	34	49	39	131	2.07
	· 태양 고도와 그림자 길이, 기온은 서로 어떤 관계가 있을까요?	C2-1	46	38	49	36	135	2.09
	· 계절에 따라 태양의 남중 고도는 어떻게 달라질까요?	C2-4/F1-4	48	32	45	32	127	1.94
	· 계절에 따라 낮의 길이는 어떻게 달라질까요?	C1-1/F1-4	44	28	47	34	120	1.89
	· 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 무엇일까요?	F2-3	43	30	44	33	119	1.85
	· 계절이 변하는 까닭은 무엇일까요?	F2-3	43	33	42	31	120	1.84
계							946	1.95
6-2-4. 연소와 소화	· 물질이 타 때 어떤 현상이 일어날까요?	C1-2/C2-2	42	30	39	47	112	1.95
	· 공기는 물질이 타는 데 어떤 영향을 끼칠까요?	C1-1/F2-3	42	36	42	44	121	2.02
	· 불을 붙이지 않고 물질을 태우려면 어떻게 해야 할까요?	F2-3/F2-3	41	38	45	44	126	2.07
	· 물질이 타 때 생기는 것은 무엇일까요?	C2-1	42	36	43	43	123	2.02
	· 불을 끄려면 어떻게 해야 할까요?	C2-1	37	28	37	37	104	1.72
	· 화제가 발생하면 어떻게 해야 할까요?	C1-1	35	29	33	36	98	1.64
계							926	1.91

부록 2-1. 초등 6학년 과학교과서 요구 인지 수준 관련 선행 연구 결과(우종옥 등, 1991)

영역	학년-학기-단원명	개념수	논리 수준			
			C1	C2	F1	F2
물리	6-1-2. 전류와 자기장	12	2(16.7)	2(16.7)	4(33.3)	4(33.3)
	6-2-4. 에너지	15	-	2(13.3)	7(46.7)	6(40.0)
	소계	27	2(7.4)	4(14.8)	11(40.7)	10(37.1)
화학	6-1-3. 분자	6	-	3(50.0)	-	3(50.0)
	6-2-3. 산소와 이산화탄소	13	4(30.7)	9(46.2)	-	3(23.1)
	소계	19	4(21.1)	9(47.4)	-	6(31.5)
생물	6-1-4. 우리의 몸	31	1(3.2)	29(93.6)	1(3.2)	-
	6-2-1. 환경오염과 자연보존	13	-	10(76.9)	2(15.4)	1(7.7)
	소계	44	1(2.3)	39(88.6)	3(6.8)	1(2.3)
지구 과학	6-1-1. 움직이는 땅	10	-	9(90.0)	1(10.0)	-
	6-2-2. 계절의 변화	14	3(21.4)	9(64.3)	2(14.3)	-
	소계	24	3(12.5)	18(75.0)	3(12.5)	-
계	114	10(8.8)	70(61.4)	17(14.9)	17(14.9)	

* C1: 구체적 조작기 전기, C2: 구체적 조작기 후기, F1: 형식적 조작기 전기, F2: 형식적 조작기 후기.

부록 2-2. 초등 6학년 과학교과서 요구 인지 수준 관련 선행 연구 결과(김현재 등, 1986)

영역	학년-학기-단원명	개념수	논리 수준		
			C1	C2	F1
물리	6-1-2. 전자석	8	1(12.5)	6(75.0)	1(12.5)
	6-2-4. 에너지	6	-	3(50.0)	3(50.0)
	소계	14	1(7.1)	9(64.3)	4(25.6)
화학	6-1-3. 산과 염기의 성질	5	3(60.0)	2(40.0)	-
	6-2-3. 연소	8	1(12.5)	5(62.5)	2(25.0)
	소계	13	4(30.8)	7(53.8)	2(15.4)
생물	6-1-4. 우리의 몸	13	-	12(92.3)	1(7.7)
	6-2-1. 환경오염과 자연보호	6	2(33.3)	4(66.7)	-
	소계	19	2(10.5)	16(84.2)	1(5.3)
지구 과학	6-1-1. 화산과 지진	8	-	2(25.0)	6(75.0)
	6-2-2. 계절의 변화	8	-	6(75.0)	2(25.0)
	소계	16	-	8(50.0)	8(50.0)
계	62	7(11.3)	40(64.5)	15(24.2)	

* C1: 구체적 조작기 전기, C2: 구체적 조작기 후기, F1: 형식적 조작기 전기, F2: 형식적 조작기 후기.