

특별호

2015 개정 교육과정에 따른 초등 과학 검정 교과서 내용 다양성 분석 - ‘물체의 무게’ 단원을 중심으로 -

신정윤 · 박상우[†] · 정현지 · 홍미나 · 김현재

Content Diversity Analysis of Elementary Science Authorized Textbooks according to the 2015 Revised Curriculum: Focusing on the “Weight of an Object” Unit

Shin, Jung-Yun · Park, Sang-Woo[†] · Jeong, Hyeon-Ji · Hong, Mi-Na · Kim, Hyeon-Jae

국문 초록

이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 초등 과학 국정 교과서와 동 교육과정에 따라 2022년에 출판된 초등 과학과 검정 교과서 7종의 ‘물체의 무게’ 단원에 진술된 과학 개념의 서술과 탐구활동 내용의 특징을 비교하여 초등 과학 검정 교과서의 내용 다양성을 분석해 보았다. 이를 위해 각 교과서의 설명텍스트에서 개념 서술 내용의 흐름, 개념 서술 과정에서의 특이점을 분석하였고, 언어네트워크 분석 방법으로 노드와 링크 수, 연결중심성이 높은 중심 단어를 분석 하였다. 또한 교과서에 제시된 탐구 활동에서 탐구활동 유형, 탐구과정기능 및 탐구 활동 내용을 분석하였다. 연구 결과, 검정 교과서에서는 과학 개념의 서술이나 탐구활동 내용 구성에서 다양성이 잘 드러나지 않았다. 하위 개념의 포함 여부, 중심 단어 등이 교과서별로 유사하였다. 탐구활동을 비교하였을 때에도 탐구활동 내용과 탐구 유형, 탐구과정기능이 유사하였다. 특히 이전 교과서에서 제시되지 않았던 새로운 탐구활동 주제나 실험 방법을 도입한 경우는 없었다. 하지만 동일한 교육과정을 바탕으로 개발되었음에도 불구하고 검정 교과서 체제의 장점을 살릴 수 있는 노력들이 일부 시도되고 있었다. 핵심 내용을 설명하기 위한 하위 개념의 배치 순서가 교과서마다 달라 개념을 설명하는 과정이 몇 가지 유형으로 구분되었고, 탐구활동의 내용은 동일하였지만 기존 실험에서의 어려움을 개선하고 보완하기 위해 탐구 활동 준비물이 교과서별로 서로 다르게 나타나기도 하였다. 이를 바탕으로 검정 교과서의 장점을 살릴 수 있는 시도가 계속되어야 할 것이다.

주제어: 과학 검정 교과서, 물체의 무게, 2015 개정 교육과정, 개념 서술 방식, 탐구활동

ABSTRACT

This study examined the content diversity of seven authorized science textbooks by comparing the characteristics of the science concept description and the contents of inquiry activities in the “weight of objects” unit. For each textbook, the flow of concept description content and the uniqueness of the concept description process were analyzed, and the number of nodes and links and words with high connections were determined using language network analysis. In addition, for the inquiry activities described in each textbook, the inquiry subject, inquiry type, science process skill, and uniqueness were investigated. Results showed that the authorized textbooks displayed no more diversity than expected in their scientific concept description method or their inquiry activity composition. The learning elements, inclusion of subconcepts, and central words were similar for each

textbook. The comparison of inquiry activities showed similarities in their contents, inquiry types, and scientific process skills. Specifically, these textbooks did not introduce any research topics or experimental methods that were absent in previous textbooks. However, despite the fact that the authorized textbook system was developed based on the same curriculum, some efforts were made to make use of its strengths. Since the sequence of subconcepts to explain the core contents differed across textbooks, this explanation process was divided into several types, and although the contents of inquiry activities were the same, the materials for inquiry activities were shown differently for each textbook to improve and overcome the difficulties in the existing experiments. These findings necessitate the continuation of efforts to utilize the strengths of certified textbooks.

Key words: science authorized textbook, weight of object, 2015 revised curriculum, concept description method, inquiry activity

I. 서 론

1. 연구의 목적 및 필요성

교과서는 집필자의 관점에 따라 교육과정 목표와 내용을 해석하여 풍부한 설명과 활동을 체계적으로 조직한 텍스트로(박선미, 2010), 학습 내용 제시, 탐구 내용 안내, 학생의 동기유발 등 다양한 기능을 한다(Priya & Yadava, 2017). 물론 과학 교과서는 과학 교육과정의 목표를 구현한 하나의 예시적 교수·학습 자료의 역할을 하지만(백남권 등, 2002), 다른 교수·학습 자료들에 비해 그 역할이 상대적으로 중요하며, 과학 수업에서 교과서는 필수적이고 표준적인 교재로 활용되고 있다(Kesidou & Roseman, 2000). 과학 수업에서는 교과서에 제시된 내용과 논리대로 학습목표 설정, 수업 진행, 평가 등이 이루어지는 경우가 많다. 타 교과에 비해 과학 교과에서는 과학적 원리와 지식체계에 대한 노출과 학습기회가 상대적으로 학교에서 사용되는 교과서에 국한되어 있어(류지수와 전문기, 2021) 과학 교과서에 대한 학습자의 의존도는 매우 높다(고한중 등, 2010). 특히 국정 형태로 교과서가 개발되어 왔던 우리나라에서는 과학 교과서가 지니는 교육적 가치와 역할이 다른 나라들보다 더 크다고 보고되고 있다(박주현과 권혁순, 2007).

2015 개정 교육과정까지 초등 과학 교과서는 국정 교과서 형태로 발행되어 왔지만 교육부에서는 2022년부터 초등학교 과학과 검정 교과서 체제를 도입하였다. 이는 교과용도서 다양화 및 자유발행제 추진 계획에 따른 것으로, 교과서 다양성 추구를 통해 그간 획일적으로 구성했던 국정 교과서 형식에서 벗어나 학생의 흥미와 경험을 중시하고, 양질의 교과서 및 학생에게 친절한 교과서 개발을 의

도한 것이다. 중·고등학교 과학 교과에서는 이미 검정 교과서 체제를 갖추어 여러 가지 교과서를 개발함으로써 다양하고 풍부한 수업 자료가 활용되고 있다.

이처럼 초등학교 과학 검정 교과서를 개발함으로써 다양화된 형태와 내용을 제공받을 것으로 기대하지만, 동시에 교육과정이나 학교 환경 등의 여건 때문에 그 내용이 획일적일 가능성 역시 존재한다. 2015 개정 교육과정은 학년군별 및 주제 단원별로 성취기준, 탐구활동 및 학습요소, 교수·학습 및 평가 방법을 구체적으로 명시하고 있어 교육 내용 선정과 수업 운영의 자율성과 다양성을 담보하기 어렵다. 교육과정에서 학습 내용과 탐구활동을 구체적이고 명시적으로 제시할수록 교과서 내용은 획일화되고 표준화되기 쉽기 때문에 동일한 교육과정으로 개발된 국정 교과서와 검정 교과서는 형식과 내용면에서 차이를 보이기 힘든 한계를 지니고 있다. 반면에 교과서 집필자가 교육과정에 제시된 성취기준을 어떻게 해석하는지에 따라, 또는 무엇을 부각시키느냐에 따라 교과서 전체 내용 흐름이나 서술 방식이 달라질 수 있기에 같은 교육과정을 바탕으로 개발된 검정 교과서일지라도 다양한 형태를 보일 수 있다. 특히 초등학교 과학 교과서를 개발할 때에는 중·고등학교에서 개념 중심으로 접근하는 것과 달리 소재나 주제 중심으로 다양하게 개발할 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 초등학교 과학 4학년 1학기 ‘물체의 무게’ 단원을 중심으로 검정 교과서의 내용 다양성을 분석하였다. 무게 단원은 초등학교 과학 교과과정에 필수적으로 다루어졌던 단원으로, 일상에서도 쉽게 접하는 개념이자 ‘힘과 운동’ 학습에 필수적인 중요한 단원이다(임희준, 2020).

그러나 역학적 에너지를 이해하기 위한 기초가 되는 무게 단위는 초등학교생들이 가장 어려워하는 단위 중의 하나이다(박준형과 전영석, 2014; 임희준, 2020). 학생들은 무게와 중력을 서로 연결하거나 구분하는데 어려움을 겪으며, 무게와 관련하여 오개념이 다양하고 견고하여 무게 개념을 과학적으로 정확히 이해하는 것이 매우 어렵다고 알려져 있다(Galili, 2001). 초등학교생들은 무게를 물체가 가지고 있는 고유한 양적인 개념이라고 생각하며, 무게가 힘의 크기라는 것에 대하여 받아들이기 어렵다고 대답한다(박준형과 전영석, 2014).

‘물체의 무게’ 단원에 대한 교재 개발이나 교과서 집필 과정에서도 과학 개념을 ‘정확히’ 지도할 것인지 아니면 과학적이지 않은 개념이 일부 포함될지라도 ‘학생들이 이해할 만한 수준’으로 지도할 것인지에 대한 두 주장의 갈등이 대립하고 있다(박준형과 전영석, 2020). 무게 단위 사용과 관련하여 과학을 정확하게 가르쳐야 한다는 관점에서는 무게 단위로 힘의 단위인 N을 사용해야 한다고 주장하고, 이해할 만한 수준으로 지도해야 한다는 관점에서는 질량의 단위지만 학생들이 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 kg을 사용해도 된다는 논쟁이 지속적으로 있어 왔다(박준형과 전영석, 2020). 과거 과학과 교육과정에 기초하고 교과서 연구진, 개발진, 심의진 등의 협의와 합의에 의해 도출된 국정 교과서에서의 단위 내용 서술과는 달리, 다양한 관점과 합의가 개입될 수 있는 검정 교과서 체제에서 오랫동안 딜레마로 여겨졌던 ‘물체의 무게’ 단원의 내용이 각 검정 교과서에서 어떻게 전개되고 서술되었는지 분석하는 것은 교육과정과 교과서의 다양성을 논의하는 데 큰 의미를 준다.

한편 학생들은 과학적 탐구를 통해 과학지식을 이해하거나 획득하며, 과학적 탐구기능을 습득할 수 있다(김지영 등, 2011). 과학적 탐구는 과학을 다른 교과와 구분하는 가장 특징적인 것이자 과학의 본성을 인식하는 과정이자 수단이다(장기범, 2014). 학생들이 과학 수업에서 탐구 활동을 적절히 수행할 수 있는지는 중요한 문제이므로, 교육과정이 개정될 때마다 새롭게 출판되는 과학 교과서의 탐구 활동 분석 연구는 지속적으로 이루어져 왔다(김지영 등, 2011). 처음으로 초등학교 과학 검정 교과서들이 출판된 바, 검정 교과서를 통해 학생들이 경험하는 탐구활동의 유형, 탐구기능, 탐구활동 내용

등을 분석하는 일은 검정 교과서 활용의 기초 연구로서 반드시 필요하다.

이에 본 연구는 2015 개정 교육과정 초등 과학 국정 교과서와 2021년에 교육부 검정기준을 통과한 초등 과학과 7종의 검정 교과서 ‘물체의 무게’ 단원에 진술된 과학 개념 서술의 특징과 탐구활동 내용을 비교하여 초등 과학 검정 교과서의 내용 다양성을 분석해 보았다. 과학 교과서를 분석하는 일은 교수·학습 자료의 질을 높이는데 필요한 정보를 제공한다는 점에서 의의를 가지기 때문에(김종영 등, 2016), 이 연구는 검정 교과서 내용 다양성의 정도를 파악하고 한계를 정리함으로써, 새로운 교육과정 개발과 이에 따른 검정 교과서 검정기준을 설정하는데 유의미한 시사점을 제공할 수 있을 것이라고 기대된다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구에서는 Table 1과 같이 2015 개정 교육과정에 의해 개발된 국정 교과서 1종, 검정 교과서 7종의 초등 과학 4학년 1학기 교과서 ‘물체의 무게’ 단원을 분석 대상으로 하였다. 교과서에 제시된 개념 서술 방식과 탐구활동을 분석하는 것이 연구의 목적이므로 각 교과서 체제 중 ‘탐구활동’ 차시에 해당되는 부분으로 분석 대상을 제한하고, ‘단원 도입’, ‘재미있는 과학’, ‘과학과 만나요’, ‘창의 융합’, ‘과학 이야기’, ‘단원 마무리’ 차시와 삽화 등은 분석 대상에서 제외하였다. 각각의 교과서에 대한 표기는 표기의 편의성과 연구 서술 과정에서 발생할

Table 1. Textbooks analyzed in this study

표기 코드	출판사	저자	분석 범위	비고
Ta	천재교과서	채○○ 외 29인	76~89쪽	국정
Tb	동아출판	장○○ 외 19인	72~85쪽	검정
Tc	비상교과서	조○○ 외 19인	76~87쪽	검정
Td	아이스크림미디어	현○○ 외 21인	78~87쪽	검정
Te	김영사	조○○ 외 9인	76~89쪽	검정
Tf	천재교과서	이○○ 외 15인	82~95쪽	검정
Tg	(주)금성출판사	박○○ 외 24인	76~89쪽	검정
Th	지학사	권○○ 외 27인	70~83쪽	검정

수 있는 오해를 줄이기 위해, 구체적인 출판사명 대신 Table 1에 제시된 표기 코드를 따랐다.

또한 ‘물체의 무게’ 단원의 개념 설명 방식과 탐구활동 내용 분석은 Table 2와 같이 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 성취기준을 기초로 하였다. 이 단원의 성취기준 중 [4과09-04]는 국정 및 검정 교과서 7종에서 개념이나 탐구활동을 다루기보다는 앞선 차시에서 학습한 개념을 응용하여 과학, 기술, 생활 등의 내용을 융합한 STEAM 차시 내용을 다루고 있으므로 분석 대상에서 제외하였다.

2. 자료 수집 및 분석

1) 자료 수집

천경록(2017)은 과학 교과서에 제시된 텍스트들을 목적과 기능에 따라 안내텍스트, 설명텍스트, 자료텍스트, 활동텍스트로 분석하였는데, 본 연구에서는 개념 서술 방식을 분석하기 위해 각 교과서들에서 과학 지식을 설명하는 기능을 하는 설명텍스트(Fig. 1)에 해당하는 부분만을 발췌하여 분석하였다. 탐구활동 내용 분석을 위해서는 각 교과서에 ‘탐구’ 또는 ‘탐구활동’ 이라고 제시된 부분(Fig. 1)을 분석하였다.

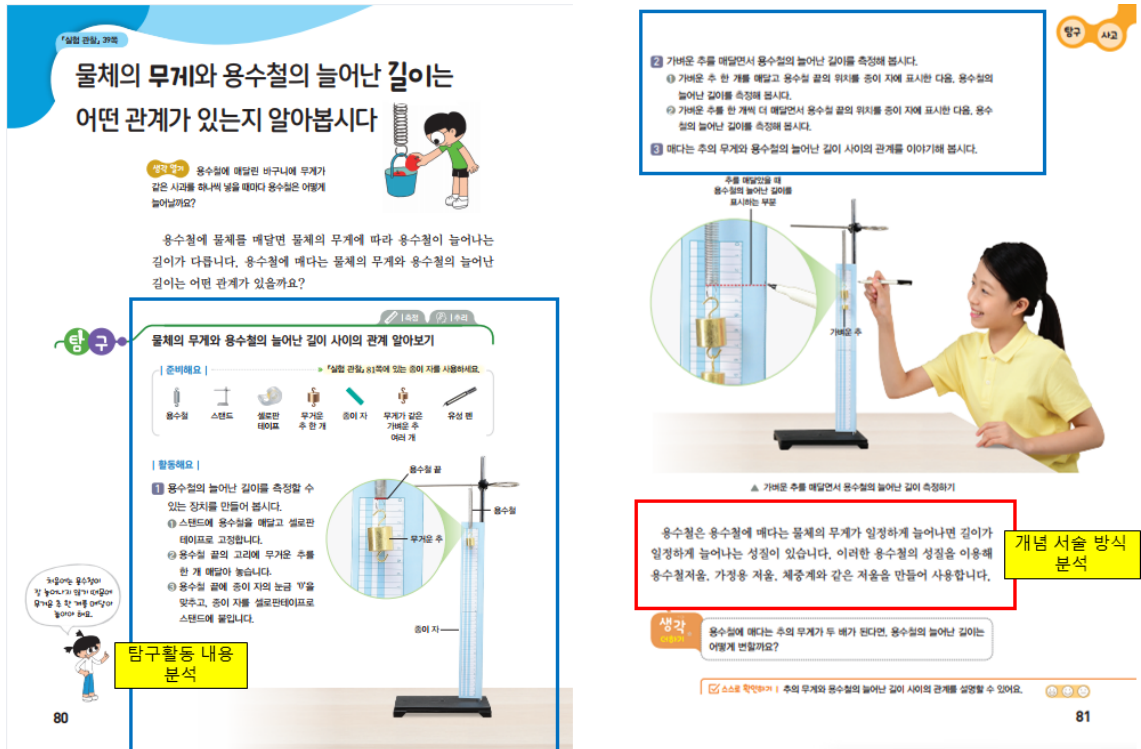


Fig. 1. Data collection scope for analysis

Table 2. Achievement criteria for the ‘weight of an object’ unit

코드	성취기준	내용 요소	분석대상
[4과09-01]	일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고 무게 측정이 필요한 이유를 설명할 수 있다.	무게	포함
[4과09-02]	수평 잣기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있다.	수평 잣기	포함
[4과09-03]	용수철에 매단 물체의 무게와 용수철의 늘어난 길이의 관계를 조사하고 물체의 무게를 재는 원리를 설명할 수 있다.	용수철저울의 원리	포함
[4과09-04]	간단한 저울을 설계하여 제작하고 그 결과물을 평가할 수 있다.	간단한 저울 만들기	불포함

2) 개념 서술 방식 분석

2015 개정 교육과정에 따라 출판된 국정 교과서와 검정 교과서 개념 설명텍스트에서 개념 서술 내용의 흐름, 개념 서술과정에서의 특이점을 분석하였다. 이를 위해 먼저 성취기준 상세화로 각 성취기준의 내용을 세부 내용으로 분류하여 부호화하였고, 추가적으로 성취기준에 서술되지 않는 것만 검정 교과서 7종에 제시된 세부 개념을 귀납적인 방법으로 추가하여 성취기준별 세부 내용을 체계화 하였다. 이 과정에서 성취기준에 직접적으로 제시된 내용은 알파벳 대문자로, 성취기준 달성을 위해 필요하지만 성취기준에 직접적으로 제시되지 않은 내용은 알파벳 소문자로 나타냈고, 같은 의미나 원리이지만 다르게 표현한 것이면 그 알파벳에 프라임(′)을 붙여 표시하였다(Table 3). 성취기준별 세부 내용 체계표를 바탕으로 각 하위 개념이 교과서별로 어떻게 분포되어 있는지, 어떠한 순서로 제시되고 있는지 분석하였다.

개념 서술 방식을 좀 더 상세하게 분석하기 위해 언어네트워크 분석을 추가적으로 사용하였다. 언어네트워크 분석은 텍스트를 구성하는 요소들의 관계적 특성을 분석하는 방법으로, 텍스트에서 주요 키워드를 추출하여 키워드들 간의 관계를 네트워크로 분석하는 방법이다(장경완, 2020). 언어네트워크 분석을 위해 데이터에 대한 탐색적 분석과 시각화 작업을 실행할 수 있는 넷마이너(NetMiner 4.3) 프로그램을 이용하였다. 분석 대상인 2015 개정 교육과정 국정 교과서와 7종의 검정 교과서 ‘물체의 무게’ 단원에 제시된 설명텍스트를 추출하였고, 제외어와 유의어 등 불필요한 단어를 선별하는 작업인 사전작업을 수행하였다. 먼저 분석 대상을 명사, 형용사, 동사 등 3가지 품사로 정하였다. 분석 시 과학적 의미를 가지지 않는 ‘하다’, ‘있다’ 등의 일반동사를 제외단어로 설정하였고, 측정·측정하다, 이러·이러하다 와 같이 같은 의미이지만 체언이 독립품사로 분석되는 경우 유의어로 설정하여 통합하였다. 분석 옵션 값은 토픽 개수 500개 미만,

Table 3. Classification of the details by achievement criteria

성취기준	표기 코드	세부 내용
[4과09-01]	a	물체를 손으로 들어봐서 무게를 비교할 때의 불편함
	B	저울을 이용해 무게 측정을 하는 이유
	C	생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시
	C′	저울을 사용해 생활에서 물체의 무게를 정확하게 측정하는 예시
	d	여러 가지 저울(용수철저울, 가정용저울, 체중계 등)의 원리와 쓰임새
[4과09-02]	e	수평의 정의
	F	무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 수평이 됨
	F′	무게가 다른 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 무거운 물체 쪽으로 기울어짐
	F″	무게가 다른 물체로 나무판자 등에서 수평을 잡기 위한 방법
	g	수평 잡기의 원리 정의
	g′	수평 잡기의 원리를 이용한 예시
	h	양팔저울의 각 저울접시에 물체를 올려 두 물체의 무게를 비교하는 방법(직접비교)
h′	양팔저울에서 한 물체와 수평을 이루는 기준 물체의 개수를 비교하여 두 물체의 무게를 비교하는 방법(간접비교)	
[4과09-03]	I	용수철에 물체를 매달면 용수철이 늘어남
	I′	물체의 무게가 무거울수록 용수철은 더 많이 늘어남
	j	용수철이 늘어나는 까닭
	k	무게의 정의와 단위
	L	용수철은 물체의 무게에 따라 일정하게 늘어나거나 줄어드는 성질이 있음
	L′	용수철의 늘어난 길이와 눈금을 비교하여 물체의 정확한 무게를 측정할 수 있음
	m	용수철의 성질을 이용한 저울의 예시
	n	용수철저울 사용법
	n′	용수철저울 사용 시 주의사항

Window size 7, 동시 출현 빈도 1 이상으로 설정하여 분석 결과를 시각화하였다. 시각화된 이미지에서 단어가 쓰인 붉은색 동그라미를 ‘노드’, 노드와 노드 사이에 연결된 선을 ‘링크’라고 부르는데(Fig. 2), 각 성취기준별로 노드와 링크수를 추출하였다. 또한 언어네트워크 분석을 활용한 선행연구들에서 중심성 분석을 할 때 연결 중심성 지표를 사용하는 경우가 많기 때문에 본 연구에서도 다른 단어들과 네트워크 내에서 연결된 정도를 의미하는(황서이와 황동열, 2018) 연결 중심성 분석을 실시하였다. 연결 중심성이 높게 나온 단어는 해당 키워드가 다른 키워드와 함께 사용되는 경우가 많고, 빈도수가 높게 등장하였음을 의미하므로(문영주, 2020) 분석 대상 텍스트에서 상대적으로 강한 영향력을 보여주는 키워드로 볼 수 있다. 성취기준별로 각 출판사에서 연결 중심성이 높은 단어를 1위~5위까지 추출하였고, 본 논문에서는 이를 ‘중심 단어’라고 명명하였다(Fig. 2). 각 교과서별로 중심단어를 추출하면 어떤 단어를 강조하여 개념을 서술하고 있는지 비교할 수 있다는 장점이 있다.

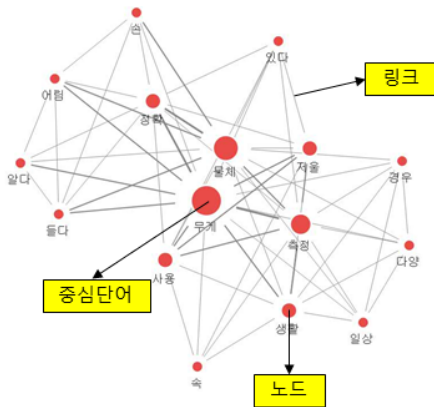


Fig. 2. Example of language network analysis

3) 탐구활동 내용 분석

2015 개정 교육과정에 따라 출판된 국정 교과서와 검정 교과서의 탐구 활동 내용, 탐구활동 유형, 탐구과정기능, 특이사항을 분석하였다. 탐구과정기능은 각 교과서에서 명시된 내용을 그대로 수집하여 정리하였고, 탐구활동 유형은 장기범(2014)의 연구에서 사용했던 탐구활동 유형을 바탕으로 일부 탐구활동 유형의 정의를 재진술하거나 조정한 후 완성한 분석틀(Table 4)을 사용해 분석하였다. 또한 타 교과서와 구별되는 준비물을 사용하거나 탐구활동 소재와 내용에 특징적인 면이 있을 경우 함께 기술하고 분석하였다.

분석의 타당성을 높이기 위해 먼저 한 개의 교과서를 연구자 5인이 함께 분석하면서 분석 기준에 대해 합의하고 숙지하는 과정을 거쳤다. 그 후 분석 기준을 숙지한 3인의 연구자가 교과서별로 각각 분석하였고, 일치하지 않는 부분은 토의를 통해 결정하여 타당도를 높였다. 분석의 모든 과정은 과학교육 전문가 2인, 석사 1인, 석사과정 2인의 지속적인 세미나를 통하여 분석자 간 신뢰도를 확보하였다. 협의를 통해 도출된 최종 신뢰도는 99.24 %였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. ‘물체의 무게’ 단원에서의 개념 서술 과정 분석

1) 성취기준 [4과09-01]

성취기준 [4과09-01] ‘일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고 무게 측정이 필요한 이유를 설명할 수 있다.’를 반영한 차시에서의 개념 서술 과정을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 4. Analysis framework of inquiry activity type

탐구활동 유형	정의
해 보기	조작변인을 정성적으로 비교하거나 변인이 2개 이내로 수행되는 실험 결과를 확인하는 탐구활동
실험	변인을 3개 이상 정량적으로 조작하여 수행한 실험값을 수집하여 분석하는 탐구활동
조사	먼저 수행된 실험이나 연구에서 만든 자료원에서 필요한 자료를 재수집하고 정리하는 활동
자료해석	이미 얻어진 데이터를 변환하고 데이터가 갖는 의미를 해석하는 탐구활동
토의	쟁점을 관하여 구성원 간의 의견을 교환하면서 문제점을 해결하고 결론을 이끄는 활동
견학, 탐방	특정 장소를 방문하여 자료를 수집하거나 분석하고 새로운 아이디어를 얻는 활동
과제연구	탐구문제에 대하여 스스로 계획하고 방법을 강구하여 문제를 해결하는 활동

Table 5. Analysis result of concept description process for achievement standard [4과09-01]

세부 내용	Ta	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
a	○	○	○	○		○	○	
B	○	○	○	○	○	○	○	○
C	○	○	○		○		○	○
C'		○			○		○	○
d	○					○		
내용 흐름	a→B→C→d	a→B→C'	C→B→a→B	a→B	B→C→C'	a→B→d	C→a→B→C'	C→C'→B

- a: 물체를 손으로 들어봐서 무게를 비교할 때의 불편함
- B: 저울을 이용해 무게 측정을 하는 이유
- C: 생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시
- C': 저울을 사용해 생활에서 물체의 무게를 정확하게 측정하는 예시
- d: 여러 가지 저울(용수철저울, 가정용저울, 체중계)의 원리와 쓰임새

해당 성취기준의 학습개념은 크게 ‘저울을 이용해 무게 측정을 하는 이유’(B)와 ‘생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시’(C)로 상세화 될 수 있다. 모든 교과서에서 저울을 이용해 무게 측정을 하는 이유(B)를 다루고 있었고, 생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시(C) 역시 Td와 Tf 교과서를 제외한 모든 교과서 설명텍스트에서 기술하고 있었다. 국정 교과서에 제시되었던 여러 가지 저울의 원리와 쓰임새(d)는 Tf 교과서에서만 다룬 뿐 대부분의 검정 교과서에서 공통적으로 다루고 있지 않았다. 이는 검정 교과서에서 본 성취기준을 교과서에 반영할 때 개별적인 저울의 과학적 원리를 다루기보다는 무게를 측정하는 다양한 상황 자체를 많이 다루는 것으로 해석하였음을 의미한다. 학생들이 보다 친근감을 느낄 수 있는 소재와 상황을 활용하여 수업을 진행했을 때 무게 단위 학습 내용에 대한 이해에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구(임희준, 2020)를 고려할 때 바람직한 방향으로 교과서가 집필되었음을 알 수 있다.

개념 서술의 흐름을 분석한 결과 학습개념을 서술하는 유형은 검정 교과서마다 다양하게 나타났다. Ta, Tb, Te 교과서는 저울을 이용해 무게 측정을 하는 이유(B)를 먼저 서술하고 생활에서 물체의 무게를 측정하는 예시(C)를 제시하였으나, Tc, Tg, Th 교과서는 생활에서 물체의 무게를 측정하는 상황(C)을 먼저 제시하고 저울을 이용해 무게를 측정해야 하는 이유(B)와 구체적인 저울 사용의 예시(C')를 나중에 제시하였다. 특히 Ta, Tb 교과서는 손으로 무게를 어렵거나 비교하면 정확하지 않다는 것(a)을 부각시키면서 물체의 무게를 정확하

게 측정하기 위해 저울을 사용하여야 한다는 점(B)을 설명하고, 여러 가지 저울을 사용하는 상황이나 예시(C또는 C')를 드는 것으로 구성하였다. C→B의 구조로 서술한 교과서들은 일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 상황을 강조하여 무게 측정이 필요한 이유를 귀납적으로 유도하였다고 추리할 수 있고, B→C의 구조로 서술한 교과서들은 물체의 무게를 어렵할 때의 불편함으로부터 저울을 이용해 무게 측정을 해야 함을 강조한 뒤 무게를 측정하는 다양한 예시를 나열함으로써 연역적으로 개념을 서술했음을 알 수 있다. 또한 개념 C와 C'을 구분하여 모두 다룬 교과서들은 무게를 측정하는 예시뿐만 아니라 저울을 사용해 생활에서 물체의 무게를 ‘정확하게’ 측정하는 것이 중요하다는 것을 강조하고 있다고 해석할 수 있다. 이는 각 교과서 집필자별로 성취기준을 다양하게 해석할 수 있음을 의미하며, 다양한 관점을 통해 학생들에게 유의미한 학습이 이루어지도록 하는 것이 필요하다(조현민과 황홍섭, 2022)는 검정 교과서 도입 취지를 고려할 때 검정 교과서별로 하위 개념 내용의 흐름이 모두 다르게 나타난 것은 주목할 만한 결과이다.

한편 Td와 Tf 교과서는 생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시(C또는 C')를 본문 서술로 제시하지 않고 삽화나 사진으로만 제시하여 성취기준의 내용이 덜 강조되기도 하였다. 학습개념의 구성 순서는 교과서 집필자의 개발 방향에 따라 다양하게 구성할 수 있지만, 과학교육에서 교육과정 상의 성취기준 내용은 교과용 도서를 통하여 반드시 지도해야 하는 내용이다. 학생들 주변의 친숙한 소

재와 무게 재기에 관련 있는 상황을 제시하였을 때 학생들의 인지적 참여가 높아진다는 선행연구(임희준, 2020)를 고려하면 생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시에 대한 설명은 탐구활동이나 삽화뿐만 아니라 설명텍스트에서도 상세히 다룰 필요가 있다. 또한 2015 개정 교육과정에 제시된 학습요소에 ‘저울’은 포함되지 않지만 Tb 교과서의 경우 생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시(C)를 다루지 않고 저울을 사용해 생활에서 물체의 무게를 정확하게 측정하는 예시(C’)를 다루고 있는바, 무게 측정에 있어서 저울의 중요성을 타 교과서에 비해 강조하고 있다고 추론할 수 있다. 비슷한 맥락으로 Tb, Td, Te 교과서와 달리 Tc, Tf, Th, Tg 교과서에서는 체중계, 전자저울, 가정용 저울 등과 같이 2~4가지의 저울의 종류 명칭까지 제시하였다. 저울의 종류와 명칭까지 제시한 교과서의 경우 여러 가지 저울의 이름과 사용 상황까지 제시함으로써 저울의 사용에 대해 친숙하게 하려는 의도임을 추리할 수 있다.

성취기준 [4과09-01]을 반영한 차시의 개념 설명 텍스트를 언어네트워크 분석한 결과, 평균 노드 개수는 37개, 링크 수는 143개였는데, 교과서에 따라 노드와 링크 수에서 차이가 컸다. Ta, Te, Tg 교과서는 노드와 링크가 많은 반면, Td 교과서는 상대적으로 노드와 링크가 적게 나타났다(Fig. 3, Fig. 4).

언어네트워크 분석에서는 문장에 제시된 단어의 빈도와 문장에 연결된 구조가 노드와 링크를 결정한다. 네트워크를 구성하는 단어와 단어들이 서로 연결된 횟수를 의미하는 링크의 수는 단어들이 얼

마나 많은 관계를 맺고 있는지 알려 주기 때문에 노드와 링크가 많음은 텍스트의 내용이 많고, 중요한 단어가 잘 부각되었음을 의미한다(박경진, 2017). 따라서 상대적으로 노드와 링크 수가 적게 나타난 교과서는 설명텍스트의 양과 설명텍스트를 구성하는 주요 단어들의 수가 작고, 단어들 사이의 관계가 치밀하지 못하다고 분석할 수 있다. 특히 실제 생활에서 저울을 사용하여 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시를 통해 학생들이 저울 사용의 필요성을 이해하고, 개념 친숙도를 높여야 한다는 선행연구(임희준, 2020)를 고려할 때 성취기준 중 ‘일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고’ 라는 부분을 교과서에 충분히 반영하기 위해서는 일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시를 서술해야 하는데, 중심원과 노드수가 많은 교과서의 경우 이를 충분히 반영하였다고 해석할 수 있다. 반면에 다른 교과서들에 비해 Td 교과서에서는 성취기준의 중요 개념과 관련된 예시가 충분히 포함되지 않았거나 설명텍스트 문장 분량이 작았음을 추론할 수 있다. 물론 교과서는 교육과정을 실현하기 위한 여러 교수·학습 자료들 중 하나로, 교사의 역량에 따라 교과서 자체가 지닌 특성을 넘어서 상호작용의 질과 수준이 달라질 수 있지만(신명환 등, 2010)과학 수업에서 교과서는 필수적이고 표준적인 교재로 활용되고 있을 뿐 아니라 자기주도적 학습의 매개체가 된다(Kesidou & Roseman, 2000)는 점에서 교과서 설명텍스트에는 주요 내용이 충분히 포함되어야 할 것이다.

성취기준 [4과09-01]에 대해 Table 6과 같이 교과

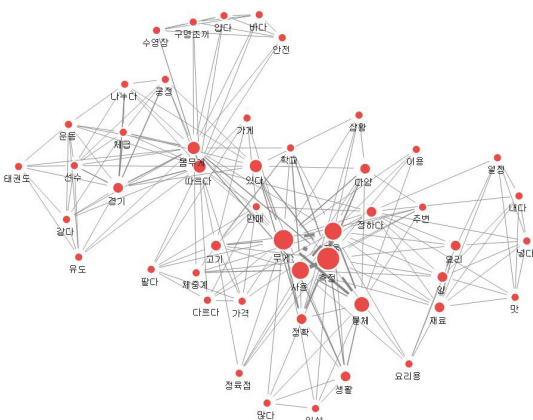


Fig. 3. Language network analysis of 'Te' textbook

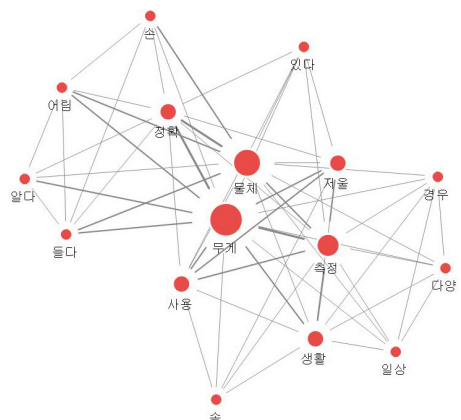


Fig. 4. Language network analysis of 'Td' textbook

서별 연결중심성이 높은 중심 단어를 추출한 결과 성취기준에 서술된 ‘무게’와 ‘측정’이 검정 교과서들에서 공통적으로 중심 단어로 포함되어 있었다.

반면에, 성취기준에 서술되지 않은 용어이지만 Tb, Tc, Td, Tg 교과서에서는 ‘정확’이라는 단어가 중심 단어에 들어가 있다. 이 교과서들은 무게 측정이 필요한 이유를 ‘정확한 측정을 위함’으로 해석하고 있으며, 이를 강조하고 있음으로 해석할 수 있다. 또한 Ta, Te, Tf, Tg 교과서에서 성취기준에 서술되지 않은 용어이지만 ‘저울’이라는 단어가 중심 단어에 들어가 있다. 이 교과서들은 무게를 정확하게 측정하기 위해 ‘저울’을 사용해야 함을 강

조하고 있음으로 해석할 수 있다.

2) 성취기준 [4과09-02]

성취기준 [4과09-02] ‘수평 잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있다.’를 반영한 차시에서의 개념 서술 과정을 분석한 결과는 Table 7과 같다.

성취기준 [4과09-02]에 대하여 2015 개정 교육과정의 국정 교과서 및 검정 교과서 7종에서는 모두 수평잡기에 관련된 내용 한 차시와 양팔저울로 두 물체의 무게를 비교하는 방법에 관련된 내용 한 차시, 총 두 개 차시로 구성하였다. 해당 성취기준의 학습개념은 크게 ‘수평 잡기의 활동’과 ‘물체의 무

Table 6. Analysis result of core word for achievement standard [4과09-01]

출판사	중심단어			
	1순위	2순위	3순위	4순위
Ta	무게	저울	이용	물체
Tb	정확	무게	측정	물체
Tc	무게	측정	정확	따르다
Td	무게	물체	측정	정확
Te	측정	무게	사용	저울
Tf	이용	물체	저울	만들다
Tg	무게	측정	정확	저울
Th	무게	사용	측정	상품

Table 7. Analysis result of concept description process for achievement standard [4과09-02]

세부 내용	Ta	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
e				○				
F	○	○	○	○	○	○	○	○
F'	○	○	○		○	○	○	○
F''	○	○	○		○	○	○	○
g	○	○			○	○	○	○
g'	○							○
h	○	○		○	○	○	○	○
h'	○	○	○	○	○	○	○	○
내용 흐름	F→F''→g→g'→ F→F'→h'→h	F→F'→F''→ g→h→h'	F→F'→ F''→h'	e→F→ h→h'	F→F''→g→ F→F'→h→h'	F→F''→g→ g'→h'→h	F→F'→F''→ g→h→h'	F→F''→g→g'→ F→F'→h'→h

e: 수평의 정의

F: 무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 수평이 됨

F': 무게가 다른 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 무거운 물체 쪽으로 기울어짐

F'': 무게가 다른 물체로 수평을 잡기 위한 방법

g: 수평 잡기의 원리 정의

g': 수평 잡기의 원리를 이용한 예시

h: 양팔저울의 각 저울접시에 물체를 올려 두 물체의 무게를 비교하는 방법(직접비교)

h': 양팔저울에서 한 물체와 수평을 이루는 기준 물체의 개수를 비교하여 두 물체의 무게를 비교하는 방법(간접비교)

게 비교하기'로 상세화될 수 있는데, 모든 교과서들에서 무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 수평이 된다(F)는 개념을 공통적으로 제시하고 있었다. Td 교과서를 제외한 대부분의 교과서들은 개념 F뿐만 아니라 F'와 F''도 수평 잡기 활동을 통해 도출할 수 있는 개념으로 공통적으로 서술하고 있었다. 물체의 무게를 비교하는 방법으로는 모든 교과서에서 양팔저울에서 한 물체와 수평을 이루는 기준 물체의 개수를 비교하여 두 물체의 무게를 비교하는 간접 비교(h') 방식을 제시하고 있었고, Tc 교과서를 제외한 대부분의 교과서들은 양팔저울의 각 저울접시에 물체를 올려 두 물체의 무게를 비교하는 직접 비교(h) 방식도 공통적으로 다루고 있었다.

반면에 학습개념을 서술하는 유형은 다양하게 나타났다. 수평 잡기의 원리를 설명하는 과정은 교과서에 따라 세 가지 유형으로 분류되었는데, 첫 번째 방법으로 Tb, Tc, Tg 교과서는 무게가 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 수평이 된다는 개념(F)과 무게가 다른 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 무거운 물체 쪽으로 기울어진다는 개념(F'')을 대조하여 설명한 후 무게가 다른 물체로 수평을 잡기 위한 방법(F'')을 추가로 설명하였다. 그 후 Tb와 Tg 교과서는 이를 '수평 잡기의 원리'라고 소개하였고(g), Tc 교과서는 '수평 잡기의 원리'라는 용어를 도입하지 않았다. 두 번째 방법은 무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 수평이 된다는 개념(F)과 무게가 다른 물체로 수평을 잡으려면 무거운 물체를 받침점 가까이 놓아야 한다는 개념(F'')을 대조하여 설명한 후 이를 '수평 잡기의 원리'라고 정리하며(g), 무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 수평이 된다는 개념(F)과 무게가 다른 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대는 무거운 물체 쪽으로 기울어진다는 개념(F'')을 다시 대조하여 설명하는 방식이다. Ta, Te, Th 교과서가 이와 같은 방식을 따랐다. 즉 수평 잡기의 원리를 개념 F, F', F''로 해석할 것인가, 아니면 수평 잡기의 원리를 개념 F와 F''로 해석할 것인가에 대해 교과서별로 차이가 있었다. 그 외의 방법으로 Tf 교과서의 경우 무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평대가 수평이 된다는 개념(F)과 무게가

다른 물체로 수평을 잡으려면 무거운 물체를 받침점 가까이 놓아야 한다는 개념(F'')을 대조시킨 후 이를 '수평 잡기의 원리'라고 정리하고(g), 추가적인 서술을 하지 않았다. Tb 교과서의 경우 다른 교과서들과 달리 수평의 정의(e)를 설명한 후 무게가 같은 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓으면 수평이 된다는 것(F)만 서술하였다. 무게가 다른 물체로 수평을 잡는 방법(F'')이나 무게가 다른 물체를 받침점으로부터 같은 거리에 놓는 상황(F')에 대해서는 설명텍스트로 서술하지 않고 삽화로 표현하였다. 학생들은 수평 잡기 원리를 실제 상황에서 적용하기 어려워하는데, 물체의 균형을 직접 맞추게 하는 상황에서 수평 잡기의 원리를 적용하기보다는 자신의 직관에 따라 반대방향으로 물체의 받침점을 이동하는 등의 행동을 보인다(박준형과 전영석, 2014). 따라서 이를 해결하기 위해 검정 교과서에서 나타난 것처럼 여러 가지 방법의 개념 설명 방식을 시도해 보고, 초등학교생들의 이해와 적용 가능성을 검증해 볼 필요가 있을 것이다.

양팔저울로 물체의 무게를 비교하는 방법에 대해 설명하는 차시에서의 개념 설명방식도 크게 두 가지로 구분되었다. 양팔저울의 저울 접시에 각각 두 물체를 올려놓고 물체의 무게를 비교하는 '직접 비교' 방식(h)을 먼저 설명한 후 양팔저울에서 한 물체와 수평을 이루는 기준물체의 개수를 비교하여 두 물체의 무게를 비교하는 '간접 비교' 방식(h')을 설명한 교과서는 Tb, Td, Te, Tg 교과서였다. 반대로 Ta, Tf, Th 교과서는 간접 비교 방식(h')을 먼저 설명한 후 직접 비교 방식(h)을 설명하였다. Tc 교과서는 간접비교 방식(h')만 서술하였다. 간접 비교로 물체의 무게를 비교하는 과정을 설명할 때 Tc 교과서는 '기준물체'라는 용어를 명시하여 사용하였고, Tb 교과서는 기준물체의 예시가 되는 '클립'으로 설명하였다. 그 외 교과서들은 '무게가 일정한 물체'로 설명하였다.

성취기준 [4과09-02]를 반영한 차시의 개념 설명 텍스트를 언어네트워크 분석한 결과 평균 노드 개수는 30개, 링크 수는 149개였고, 교과서별 편차가 크지 않았다. 또한 Table 8과 같이 연결중심성이 높은 중심 단어를 추출했을 때 공통적으로 1순위와 2순위는 '물체'와 '무게'로 나타났다. '수평', '같다', '받침점'도 여러 교과서에서 공통적으로 중심단어로 기술되었다.

하지만 해당 성취기준에 서술된 핵심 개념인 ‘수평’은 여러 교과서에서 중심 단어로 포함되어 있었으나 Ta, Te, Tg 교과서에서는 중심 단어로 포함되지 않았다. 중요한 개념인데 중심 단어로 포함되지 않았음은 해당 단어가 자주 사용되지 않았음을 의미하며, 충분히 서술되지 않았음을 의미하기도 한다. 단어에 노출되는 횟수가 늘어날수록 해당 단어의 습득이 일어날 가능성이 높아진다(Chen & Truscott, 2010)는 것을 고려하면 성취기준에 서술된 핵심 개념이나 학습요소는 교과서 텍스트에서 충

분히 강조되어 서술되어야 할 것이다.

3) 성취기준 [4과09-03]

성취기준 [4과09-03] ‘용수철에 매단 물체의 무게와 용수철의 늘어난 길이의 관계를 조사하고 물체의 무게를 재는 원리를 설명할 수 있다.’를 반영한 차시에서의 개념 서술 과정을 분석한 결과는 Table 9와 같다.

성취기준 [4과09-03]에 대하여 2015 개정 교육과정의 국정 교과서 및 검정 교과서 7종에서는 세 개

Table 8. Analysis result of core word for achievement standard [4과09-02]

출판사	중심단어				
	1순위	2순위	3순위	4순위	5순위
Ta	물체	무게	같다	받침점	거리
Tb	물체	무게	받침점	수평	올리다
Tc	물체	무게	수평	같다	받침점
Td	물체	무게	수평	같다	올리다
Te	물체	거리	받침점	같다	놓다
Tf	물체	무게	수평	올리다	양쪽
Tg	물체	무게	나무판자	받침점	같다
Th	물체	무게	수평	올리다	비교

Table 9. Analysis result of concept description process for achievement standard [4과09-03]

세부 내용	Ta	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
I	○	○		○	○	○	○	○
I'	○	○			○			○
j	○	○			○	○	○	○
k	○	○		○	○	○	○	○
L	○	○	○	○	○	○	○	○
L'		○	○		○			
m	○	○		○		○	○	○
n	○		○	○	○	○	○	
n'	○				○	○	○	○
내용 흐름	I→I'→j→k→I'	I→j→I'→k	L→L'→m	I→L→k	I→I'→j→k→	I→j→k→L→	I→j→k→L→	I→j→k→I'→
	→L→m→n→n'	→L→L'→m		→m→n	L→L'→m→n'	m→n→n'→n	m→n'→n	L→m→n'

- I: 용수철에 물체를 매달면 용수철이 늘어나는 현상
- I': 물체의 무게가 무거울수록 용수철은 더 많이 늘어남
- j: 용수철이 늘어나는 까닭
- k: 무게의 정의와 단위
- L: 용수철은 물체의 무게에 따라 일정하게 늘어나거나 줄어드는 성질이 있음
- L': 용수철의 늘어난 길이와 눈금을 비교하여 물체의 정확한 무게를 측정할 수 있음
- m: 용수철의 성질을 이용한 저울의 예시
- n: 용수철저울 사용법
- n': 용수철저울 사용 시 주의사항

차시로 해당 성취기준을 지도하도록 제시하였다. 큰 틀에서 Tc 교과서를 제외한 대부분의 교과서는 용수철에 물체를 매달면 용수철이 늘어나는 현상(I)을 서술한 후 용수철이 늘어나는 까닭(j), 무게의 정의와 단위를 서술하고(k), 용수철은 물체의 무게에 따라 일정하게 늘어나거나 줄어드는 성질이 있음을 설명하는(L) 차례로 구성되어 있었다(I→j→k→L). 무게의 정의나 단위 서술 역시 모든 교과서에서 동일하게 기술되어 있었다. 무게의 단위를 ‘kg중’, ‘g중’, ‘N’과 같이 질량의 단위와 구분하여 정확히 도입하여 지도하자는 의견과 학생들의 이해 수준을 고려하여 일상생활에서 사용하는 ‘kg’ 또는 ‘g’을 무게의 단위로 사용해도 무방하다는 의견은 여전히 논쟁의 여지가 있다(박준형과 전영석, 2020). 2015 개정 국정 교과서와 검정 교과서 7종에서는 모두 무게의 단위로 ‘kg중’, ‘g중’을 제시하고 있고, 캐릭터의 말풍선을 통해 일상생활에서는 ‘kg’이나 ‘g’으로 표시하기도 한다고 서술하고 있다. 이는 무게의 단위는 과학 단위로서 정확하게 설명되되, 물체의 무게를 측정할 때는 질량 단위로 대신 사용하는 현실을 염두에 둔 것이다. 또한 이러한 결과는 과학적 지식의 정확성을 강조하는 검정 심사 기준을 통과하기 위한 결과이기도 하다. 초등 교사들은 무게의 단위의 관련하여 과학적인 정확성 보다는 학생이 이해할만한 수준에 맞게 가르치는 것을 더 중요하게 생각한다(박준형과 전영석, 2020)는 관점과 질적으로 우수한 교과서를 개발하고 평가하기 위해서는 높은 타당도와 신뢰도를 갖춘 교과서 평가 기준을 체계적으로 확립하고 적용하는 일이 무엇보다도 중요하다(김경한, 2021)는 관점을 고려할 때 무게의 단위를 어떻게 서술할지에 대한 논의는 지속되어야 할 것이다. 또한 교육의 다채로움을 끌어내기 위한 목적으로 검정 교과서를 도입했으므로, 국가 교육과정 내용 체계를 기준으로 개발된 검정 교과서 내용 구성의 확일성이 갖는 한계를 뛰어넘는 새로운 교과서에 대한 시도가 필요하다(조현민과 황홍섭, 2022).

반면에 교과서별로 개념 서술 방식에서 차이를 보이는 부분도 있었다. Tc 교과서는 용수철에 물체를 매달면 용수철이 늘어나는 현상(I), 용수철이 늘어나는 까닭(j)이 서술되어 있지 않았으며, 타 교과서와 달리 유일하게 무게의 정의와 단위(k)에 대해서도 서술되어 있지 않았다. 이로부터 Tc 교과서는

이 단원에서 개념 서술이나 설명을 하는 대신 ‘무게 측정하기’ 활동 중심으로 구성하려던 것으로 해석된다. Td 교과서의 경우 타 교과서와 제시 순서가 달랐는데, 용수철에 물체를 매달면 용수철이 늘어나는 현상을 서술한 후 용수철은 물체의 무게에 따라 일정하게 늘어나거나 줄어드는 성질이 있음을 서술하고, 무게의 정의와 단위를 설명하였다(I→L→k). 한편 성취기준에 제시된 ‘물체의 무게를 재는 원리 설명하기’를 충분히 반영하기 위해서는 용수철의 늘어난 길이와 용수철저울의 눈금을 비교하여 물체의 정확한 무게를 측정할 수 있음을 서술(L)해야 한다. 이에 Tb, Tc, Te 교과서는 용수철은 물체의 무게에 따라 일정하게 늘어나거나 줄어드는 성질이 있음을 서술(L)하고, 이어서 용수철의 늘어난 길이와 용수철저울의 눈금을 비교하여 물체의 정확한 무게를 측정할 수 있음(L)까지 이어서 서술하였다. 그런데 Ta, Td, Tf, Tg, Th 교과서는 용수철은 물체의 무게에 따라 일정하게 늘어나거나 줄어드는 성질이 있음(L)만 서술함으로써 물체의 무게와 용수철의 늘어난 길이의 관계만으로 용수철저울의 원리를 설명하였다.

성취기준 [4과09-03]을 반영한 차시의 개념 설명 텍스트를 Table 10과 같이 언어네트워크 분석한 결과 해당 성취기준에 서술된 핵심 개념인 ‘용수철’, ‘무게’가 대부분의 교과서에서 중심 단어로 포함되어 있었다.

성취기준 [4과09-03]의 내용을 교과서에 반영하기 위해서는 용수철에 매단 물체의 무게에 따라 용수철의 길이가 일정하게 늘어남을 설명해야 한다. Tb, Tc, Td, Te, Th 교과서는 ‘무게’, ‘용수철’, ‘늘어나다’가 모두 중심단어에 포함되어 이를 충분히 강조하고 있는 반면, Ta, Tf, Tg 교과서는 ‘무게’와 ‘용수철’만 중심단어에 포함되어 있었다.

2. ‘물체의 무게’ 단원에서의 탐구활동 내용 분석

1) 성취기준 [4과09-01]

성취기준 [4과09-01] ‘일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고 무게 측정이 필요한 이유를 설명할 수 있다.’의 탐구활동 내용을 분석한 결과는 Table 11과 같다.

Tf 교과서를 제외한 모든 교과서들은 공통적으

Table 10. Analysis result of core word for achievement standard [4과09-03]

출판사	중심단어				
	1순위	2순위	3순위	4순위	5순위
Ta	무게	물체	측정	용수철	걸다
Tb	용수철	늘어나다	물체	길이	무게
Tc	용수철	물체	늘어나다	무게	표시
Td	물체	늘어나다	무게	용수철	일정
Te	물체	무게	용수철	늘어나다	측정
Tf	물체	무게	측정	걸다	용수철
Tg	물체	무게	눈금	자	용수철
Th	물체	용수철	늘어나다	무게	

Table 11. Analysis result of inquiry content for achievement standard [4과09-01]

탐구활동 내용	Ta	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
여러 가지 물체를 손으로 들어보고 무거운 순서 정하기	○	○	○			○	○	
무게를 측정하는 예 조사하기	○	○	○	○	○		○	○
저울의 이름과 쓰임새 조사하기	○					○		○
무게 측정이 필요한 까닭 토론하기				○				○
무게를 정확하게 측정하지 못할 때의 불편함 토의하기					○			

로 ‘무게를 측정하는 예 조사하기’ 탐구활동을 제시하고 있었고, Td, Te, Th 교과서를 제외한 교과서들은 여러 가지 물체를 손으로 들어보고 무거운 순서를 정하는 탐구활동도 공통적으로 포함하고 있었다.

탐구활동 내용이 제시되는 순서는 3가지 유형으로 나뉘었는데, Ta, Tb 교과서는 물체를 손으로 들어 보고 무거운 순서를 정한 후 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하도록 구성하였고, Tc, Tg 교과서는 이와 반대로 물체의 무게를 측정하는 예를 먼저 조사한 후 물체를 손으로 들어 보고 무거운 순서를 정하는 탐구활동을 배치하였다. Tc, Td, Th 교과서는 물체의 무게를 측정하는 예를 조사한 후 물체의 무게를 측정하는 까닭을 토의해 보도록 구성하였다. Tf 교과서에서는 타 교과서와 달리 무게를 측정하는 예를 조사하는 것이 아니라 저울의 이름과 쓰임새 조사하는 것으로 탐구활동을 구성하였다. Th 교과서 역시 생활에서 무게를 측정하는 다양한 예시를 조사하는 것이 아니라 주어진 삽화에 사용된 저울(전자저울, 가정용저울)의 이름과 저울의 사용 예시를 조사하도록 하였다. 이러한 방식은 다른 교과서들에 비해 무게를 측정하는 상황 보다

는 전자저울이나 가정용저울 등과 같은 ‘저울’에 좀 더 초점을 맞추어 교과서를 개발한 것으로 해석할 수 있다.

성취기준 [4과09-01]에 대한 탐구활동 유형과 탐구과정기능을 분석한 결과는 Table 12와 같다.

탐구활동 유형은 모두 ‘조사’를 포함하고 있었는데, Td, Te, Th 교과서는 ‘조사’와 ‘토의’로 구성되어 있었고, 다른 교과서들의 경우 ‘조사’와 ‘해 보기’로 구성되어 있었다. 탐구과정기능은 모두 ‘의사소통’을 포함하고 있었다. 다만 같은 내용의 탐구활동을 함에도 불구하고 교과서별로 명시한 탐구과정기능이 다른 경우가 있었다. ‘물체를 손으로 들어 보고 무거운 순서 정하기’라는 같은 내용의 탐구활동을 함에도 불구하고 Ta 교과서는 탐구과정기능을 관찰과 의사소통으로, Tb 교과서는 추리와 의사소통으로, Tc 교과서는 관찰과 측정으로 교과서에 구분하였다. ‘물체의 무게를 측정하는 예 조사하기’에 관한 탐구활동에서는 의사소통을 중심으로 하고, 관찰과 추리 탐구과정기능이 포함되어 있었다.

2) 성취기준 [4과09-02]

성취기준 [4과09-02] ‘수평 잡기 활동을 통해 물

Table 12. Analysis result of inquiry activity for achievement standard [4과09-01]

출판사	탐구활동 유형	탐구과정기능
Ta	해 보기, 조사	관찰, 분류, 의사소통
Tb	해 보기, 조사	추리, 의사소통
Tc	해 보기, 조사	관찰, 측정, 의사소통
Td	조사, 토의	의사소통
Te	조사, 토의	관찰, 추리, 의사소통
Tf	해 보기, 조사	관찰, 예상, 의사소통
Tg	해 보기, 조사	측정, 의사소통
Th	조사, 토의	관찰, 예상, 의사소통

Table 13. Analysis result of inquiry content for achievement standard [4과09-02]

탐구활동 내용	Ta	Tb	Tc	Td	Te	Tf	Tg	Th
무게가 같은 나무토막으로 수평 잡기	○	○	○	○	○	○	○	○
무게가 다른 나무토막으로 수평 잡기	○	○	○	○	○	○	○	○
양팔저울 각 부분의 이름과 사용방법 알아보기	○			○	○	○	○	○
무게 간접비교하기	○	○	○	○	○	○	○	○
무게 직접비교하기		○		○	○			○

체의 무게를 비교할 수 있다.’에 대한 탐구활동 내용을 분석한 결과는 Table 13과 같다.

탐구활동 내용에 대한 분석 결과 ‘수평 잡기로 물체의 무게 비교하기’를 위해 모든 교과서가 동일하게 ‘수평대에서 무게가 같은 나무토막으로 수평 잡기’와 ‘수평대에서 무게가 다른 나무토막으로 수평 잡기’ 활동이 제시되었다. ‘양팔저울로 물체의 무게 비교하기’를 위해서는 모든 교과서가 기준물체를 이용해 두 물체의 무게를 양팔저울로 비교하는 활동을 제시하였다. Tb와 Tc를 제외한 모든 교과서들은 양팔저울 각 부분의 이름과 사용방법을 알아보는 탐구활동도 함께 제시하였고, Tb, Tc, Td, Th 교과서는 간접비교뿐만 아니라 직접비교 까지 함께 다루었다. 이전 교육과정의 교과서 또는 2015 개정 국정 교과서에서 제시되지 않았던 새로운 탐구활동 내용이나 실험 방법을 도입한 경우는 없었다. 이러한 결과는 검정 교과서가 교육과정의 내용 범위 및 수준과 무관하게 개발될 수 없고, 교수·학습 전략뿐만 아니라 오류 없이 서술되어야 함을 강조하는 검정 교과서 심사가 갖는 특징 때문이다. 교과서 개발은 교육과정의 취지를 반영하는데 초점을 두기 때문에 현장에 적합한 교과서 내용의 다양성과 창의성의 희생될 수 있는 측면이 있지만(김

세영, 2017), 최근의 교과서 정책은 학생들의 다양한 수준 및 흥미에 부합하고 학생들의 창의성을 향상시키기 위해 다양성을 근간으로 한 다종의 교과서 개발을 지향하고 있기 때문에(한창일, 2016) 검정 교과서의 장점을 살릴 수 있는 다양한 탐구활동 소재 개발이 지속적으로 필요하다. 초등 사회과 검정 교과서를 비교·분석한 조현민과 황홍섭(2022) 역시 추후 이어질 검정 교과서에서도 이와 같은 한계가 나타난다면 우리나라 검정 교과서들은 단순히 화려하고 시각적으로만 자극적인 방향으로 흘러가며, 그 안의 내용에는 변별력이 없어지는 과정을 따라갈 수도 있다고 우려하였다.

하지만 ‘양팔저울로 여러 가지 물체의 무게 비교하기’ 차시의 탐구활동 순서는 세 가지 유형으로 분류되었다. 첫 번째 유형으로 Tb, Td, Te교과서는 두 물체를 양팔저울에 직접 올려 비교하는 직접 비교 활동을 먼저 한 후 왼쪽 저울접시에 물체를 올리고 오른쪽 저울접시에는 클립과 같은 단위물체 올려 물체의 무게를 클립의 개수로 간접 측정하여 두 물체를 비교하는 간접 비교 활동으로 내용을 하도록 탐구활동을 구성하였다. 두 번째 유형으로 Th 교과서는 첫 번째 유형과 반대로 간접비교를 먼저 하고 직접비교를 나중에 하도록 구성하였다. 반면

초등학생의 개념 이해를 돕지 못함(박준형과 전영석, 2014)을 보완하는 시도로 볼 수 있다. 특히 학생들은 지구가 물체를 끌어당기는 힘을 스스로 생각해내기가 어렵고(Galili, 2001), 물체를 들 때 근육을 통해 느낄 수 있는 힘 또는 물체의 양으로서 무게를 이해하고 지구가 물체를 당기는 힘을 무게와 관련지어 이해하지 못한다(Galili & Bar, 1997). 이를 해결하기 위한 다양한 탐구활동 방법의 시도가 지속적으로 필요하다.

한편, 추의 무게와 늘어난 용수철의 길이 사이의 관계를 알아보기 위한 탐구활동 내용 역시 모든 교과서에서 동일하였다. 모든 교과서들에서 2015 개정 국정 교과서에 제시되었던 탐구 활동과 동일하게 늘어난 용수철의 길이를 측정할 수 있는 장치를 만든 후 추를 하나씩 더 걸면서 늘어난 용수철의 길이를 측정해 보게 하였다.

다만 늘어난 용수철의 길이를 측정하는 실험에서의 어려움을 보완하기 위해 교과서별 다양한 방법들이 시도되었는데, Tb 교과서에서는 두꺼운 종이를 스탠드에 고정시켜 측정에서의 편의를 높이기도 하였고, Tg 교과서에서는 ‘용수철 실험 장치’라는 플라스틱으로 튼튼하게 만들어진 별도의 교재를 사용하게끔 유도하기도 하였다. 또한 이 실험의 어려움으로 처음에 용수철이 잘 늘어나지 않기 때문에 걸어둔 추와 용수철의 성질을 확인하기 위해 추가로 거는 추가 동일하여 학생들이 실험 결과를 해석하는데 어려움을 보인다는 내용이 보고되었는데, Th 교과서에서는 처음에 거는 추는 ‘무거운 추’로, 추가로 거는 추들은 ‘가벼운 추’로 구분하여 용수철에 걸게 함으로써 이러한 어려움을 보완하고자 하였다.

용수철저울로 물체의 무게를 측정하는 활동도

모든 교과서에서 탐구활동 내용이 동일하였다. 여러 가지 물체를 도구를 활용하여 용수철저울에 걸어 무게를 측정하도록 하는데, 그중 4개의 교과서(Ta, Tc, Td, Tf)는 용수철저울을 사용하여 여러 가지 물체의 무게를 측정하기 전 용수철저울의 각 부분의 이름을 확인하도록 탐구활동을 구성하였다. Tf와 Tb 교과서는 물체의 무게를 어렵히는 내용을 포함하고 있으며, 특히 Tb 교과서는 용수철저울로 측정된 무게와 손으로 어렵힌 무게를 비교하는 활동을 진행하였다.

성취기준 [4과09-03]에 대한 탐구활동 유형과 탐구과정기능을 분석한 결과는 Table 16과 같다.

탐구활동의 유형은 모두 ‘실험’에 해당하였다. 교과서 탐구활동에 명시된 탐구과정 기능 유형은 ‘용수철에 매단 물체의 무게 느껴 보기’에서는 관찰, 측정, 예상, 추리가 제시되었고, ‘물체의 무게와 용수철의 늘어난 길이 사이의 관계 알아보기’에서는 측정, 추리, 예상, 의사소통이 제시되었다. ‘용수철저울로 물체의 무게 측정하기’에서는 관찰, 측정, 추리, 의사소통이 제시되었다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 초등 과학 국정 교과서 및 검정 교과서 7종의 ‘물체의 무게’ 단원에 진술된 과학 개념 서술의 특징과 탐구활동 내용을 비교하여 초등 과학 검정 교과서의 내용 다양성을 분석해 보았다. 연구 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 국정 교과서 체제에서 검정 교과서 체제로 변화함에 따라 교과서 내용의 다양성이 두드러질 것이라 예상했으나 과학 개념 서술이나 탐구활동

Table 16. Analysis result of inquiry activity for achievement standard [4과09-03]

출판사	탐구활동 유형	탐구과정기능
Ta	실험	관찰, 측정, 추리, 예상
Tb	실험	관찰, 측정, 예상, 의사소통
Tc	실험	측정
Td	실험	측정, 추리
Te	실험	관찰, 측정, 예상
Tf	실험	관찰, 측정, 추리, 예상
Tg	실험	관찰, 측정, 추리, 예상
Th	실험	관찰, 측정, 추리

내용 구성에서 다양성이 잘 드러나지 않았다. 각 성취기준에 대한 차시 배분이나 하위 개념의 포함 여부가 교과서별로 유사하였다. 성취기준별 언어네트워크 분석 결과에서도 중심 단어가 교과서별로 유사하였다. ‘물체의 무게’ 단원을 집필할 때 마다 논란이 되었던 무게 개념 정의나 단위 제시 측면에서도 7종의 검정 교과서 모두 동일한 내용으로 서술되어 있었고, 무게 개념 정의를 끌어내기 위한 개념 서술 과정도 유사하였다. 탐구활동을 비교하였을 때에도 성취기준에 따른 탐구활동 내용과 탐구활동 유형이 동일하게 나타났다. 손으로 물체의 무게를 어렵하여 무거운 순서 정하기, 저울이 이용되는 예시 조사하기, 수평대와 나무도막으로 수평잡기의 원리 익히기, 양팔저울로 물체의 무게 비교하기, 용수철에 물체를 매달아 늘어난 길이만큼 손으로 당겨 물체의 무게 느껴 보기, 추의 무게에 따른 용수철의 길이 변화 측정하기, 용수철저울로 물체의 무게 측정하기 등 2015 개정 국정 교과서에 제시되었던 탐구활동 내용이 검정 교과서에서도 동일하게 제시되었다. 이전 교과서에서 제시되지 않았던 새로운 탐구활동 주제나 실험 방법을 도입한 경우는 없었다. 탐구활동 유형 역시 조사와 실험으로 확립화 되었다.

이러한 결과는 검정 교과서가 교육과정의 내용 범위 및 수준과 무관하게 개발될 수 없고, 교수·학습 전략뿐만 아니라 오류 없이 서술되어야 함을 강조하는 검정 교과서 심사가 갖는 특징 때문이다. 최근의 교과서 정책은 학생들의 다양한 수준 및 흥미에 부합하고 학생들의 창의성을 향상시키기 위해 다양성을 근간으로 한 다종의 교과서 개발을 지향하고 있기 때문에(한창일, 2016) 검정 교과서의 장점을 살릴 수 있는 다양한 탐구활동 소재 개발 및 개념 설명 방식 시도가 지속적으로 필요하다.

둘째, 동일한 교육과정을 바탕으로 개발되었음에도 검정 교과서 체제의 장점을 살릴 수 있는 노력들이 일부 시도되고 있었다. 핵심 내용을 설명하기 위한 하위 개념의 배치 순서가 교과서마다 달라 개념을 설명하는 과정이 몇 가지 유형으로 구분되었다. 예를 들어 저울을 이용해 무게 측정을 하는 이유와 생활에서 물체의 무게를 측정하는 다양한 예시를 설명하는 방식이 교과서마다 달랐고, 수평잡기의 원리를 설명하는 과정 역시 여러 유형으로 나타났다. 탐구활동의 내용은 동일하였지만 탐구활

동이 제시되는 순서가 교과서별로 다르게 나타나기도 하였다. 이는 각 검정 교과서의 집필진이 교육과정을 해석하는 관점이 상이하거나 교육과정을 벗어나지 않는 범위 내에서 집필진이 강조하고 싶은 내용을 부각해 교과서가 제작되었음을 의미한다. 또한 기존 실험에서의 어려움을 개선하고 보완하기 위해 탐구 활동 준비물이 교과서별로 서로 다르게 나타나기도 하였다. 물체의 무게에 따라 늘어난 용수철 길이를 측정하는 탐구활동 내용은 동일하지만 기존 실험에서의 어려움을 개선하고 보완하기 위해 늘어난 용수철의 길이를 측정할 수 있는 장치를 만들 때 준비물이 교과서별로 서로 다르게 나타났다.

이를 바탕으로 검정 교과서 체제의 장점을 살릴 수 있도록 교과서를 개발하기 위한 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 검정 교과서 심사 체계 마련에 대한 연구와 논의가 지속되어야 한다. 교과서 내용 및 형식에 대한 창의성과 다양성을 강조하고, 그에 대한 심사 기준을 체계적으로 확립하여 교과서의 질적 개선을 이끌어야 한다. 검정 교과서를 심사할 때 오류 없는 과학 개념 서술 등과 같이 지식을 정확하게 전달하는지의 여부뿐만 아니라 현장 중심, 학습자 중심, 교육환경 중시(김경한, 2021) 등 최근의 교과교육학적 시각을 반영하여 검정 심사 체계 및 기준을 마련해야 한다. 2015 개정 교육과정에 따라 확립된 국가 수준의 교과서 검정 기준은 매우 포괄적이며(서영진, 2018), 교과서 검정 기준이 교육과정을 충실히 반영하고 교과서 구성요소를 충족하는지의 여부를 평가하는 주로 형식적인 측면에 초점을 두고 있어서 교과 내용의 질적 우수성을 변별하는 데에는 한계가 있다(김경한, 2021)는 지적을 해결하기 위해 체계적인 심사 체계 마련에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 교과서가 개발된 후에도 꾸준한 후속 연구와 사후 질 관리가 필요하다. 현재는 새로운 교육과정이 고시되면 그때에 맞추어 교과서가 발행되고 그것으로 개발 과정이 끝나기 때문에 교과서에 대한 사전·사후 질적 관리의 필요성이 제대로 인식되고 있지 않다(김경한, 2021). 검정 교과서에서 다양한 개념 서술 방식이나 탐구활동을 시도하고, 그에 따른 효과를 비교·분석하여 다음 교육과정 개발과 교과서 집필에 반영 되어야 한다.

참고문헌

- 고한중, 송정미, 강석(2010). 초등학교 과학 교과서의 이독성 연구. *초등과학교육*, 29(2), 134-143.
- 김경한(2021). 교과교육 관점의 교과서 검·인정 기준 재구조화 연구. *학습자중심교과교육연구*, 21(24), 747-763.
- 김세영(2017). 교과서의 대안적 모습 탐색. *통합교육과정 연구*, 11(1), 115-142.
- 김종영, 하지훈, 임희준(2016). 5E 과학학습 과정 상의 기능을 중심으로 한 2009 개정 초등과학교과서 삽화 분석: 3~4학년 지구과학 단원을 대상으로. *초등과학교육*, 35(3), 305-315.
- 김지영, 한재은, 박종석(2012). 2009 개정 교육과정 화학 II 교과서의 탐구 활동 분석. *한국과학교육학회지*, 32(5), 928-937.
- 류지수, 전문기(2021). 과학교과서의 학년 간 언어적 특성 분석: 텍스트 정합성을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 41(2), 71-82.
- 문영주(2020). 토픽모델링과 언어 네트워크 분석을 활용한 교장공모제 관련 연구 동향 분석. *교육문화연구*, 26(1), 217-242.
- 박경진(2017). 언어네트워크분석을 활용한 대학부설 과학영재교육원 교육프로그램의 학습목표 특성 분석. *영재교육연구*, 27(1), 17-35.
- 박선미(2010). 사회과 교육과정 구조가 교과서 다양성에 미친 영향: 제7차 교육과정과 2007년 개정교육과정의 중학교 지리영역 중심으로. *한국지리환경교육학회지*, 18(3) 251-267.
- 박주현, 권혁순(2007). 제7차 초등학교 과학교과서 물질 영역에 제시된 발문 분석. *초등과학교육*, 26(5), 551-557.
- 박준형, 전영석(2014). 무게 단위 수업에서 겪는 교사와 학생의 어려움 분석. *한국과학교육학회지*, 34(3), 295-301.
- 박준형, 전영석(2020). 초등학교에서 무게와 질량 단위 도입의 문제에 대한 고찰. *새물리*, 70(7), 603-612.
- 백남권, 서승조, 조태호, 김성규, 박강은, 이경화(2002). 제 6차와 제 7차 초등학교 3, 4학년 과학 교과서의 내용과 삽화의 비교·분석. *초등과학교육*, 21(1), 61-70.
- 서영진(2018). 국어 교과서 검정기준의 타당성에 대한 비판적 고찰. *청람어문교육*, 67, 117-156.
- 신명환, 맹승호, 김찬중(2010). 초·중등 과학교과서 화산과 지진 관련 단원 글의 언어 구조 비교 분석. *한국지구과학회지*, 31(1), 36-50.
- 임희준(2020). 초등학교의 무게 단원에 적용한 다차원적 관점의 참여 증진 수업 전략의 효과. *에너지기후변화교육*, 10(1), 87-97.
- 장기범(2014). 2007 개정 교육과정의 운동과 에너지 영역에 관한 과학 교수학습에서의 탐구활동분석. *에너지기후변화교육*, 4(1), 35-42.
- 장경완(2020). 직업 목적 한국어교육 연구 동향 분석: 언어 네트워크 분석을 중심으로. *언어와 문화* 16(2), 135-156.
- 조현민, 황홍섭(2022). 검정교과서로 전환에 따른 초등사회과 교과서 비교분석: 3~4학년 지리영역을 중심으로. *사회과교육*, 61(1), 103-124.
- 천경록(2017). 초등 과학 교과서의 학습읽기 전략 실태와 개선 방안. *청람어문교육*, 61(0), 33-58.
- 한창일(2016). 검정교과서 선정 시 초등 교사의 시선추적 연구. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 황서이, 황동열(2018). 토픽모델링과 의미연결망 분석을 통한 예술경영 연구동향 분석. *예술경영연구*, 48, 5-29.
- Chen, C., & Truscott, J. (2010). The effects of repetition and L1 lexicalization on incidental vocabulary acquisition. *Applied Linguistics*, 31(5), 693-713.
- Galili, I. (2001). Weight versus gravitational force: Historical and educational perspectives. *International Journal of Science Education*, 23(10), 1073-1093.
- Galili, I., & Bar, V. (1997). Children's operational knowledge about weight. *International Journal of Science Education*, 19(3), 317-340.
- Kesidou, S., & Jo Ellen Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? findings from project 2061's Curriculum Review. *Journal of Research In Science Teaching*, 39(6), 522-549.
- Priya, M. R., & Yadava, S. (2017). Elementary school science textbooks: A framework for analysis. *International Education and Research Journal*, 3(7), 30-31.

신정윤, 대전배울초등학교 교사(Shin, Jung-Yun; Teacher, Daejeon Baeul Elementary School).

† 박상우, 청주교육대학교 교수(Park, Sang-Woo; Professor, Cheongju National University of Education).

정현지, 매포초등학교 교사(Jeong, Hyeon-Ji; Teacher, Maepo Elementary School).

홍미나, 석현초등학교 교사(Hong, Mi-Na; Teacher, Seokhyeon Elementary School).

김현재, 경산초등학교 교사(Kim, Hyeon-Jae; Teacher, Kyongsan Elementary School).