

## 핀란드 초등 과학 교과서의 소재중심 통합단원 분석

채희인 · 노석구<sup>†</sup> · 이소영<sup>††</sup>

(합정초등학교) · (경인교육대학교)<sup>†</sup> · (삼성초등학교)<sup>††</sup>

### Analysis of Characteristics of Material - Centered Integrated Unit in Finland Elementary Science Textbook

Chae, HeeIn · Noh, SukGoo<sup>†</sup> · Lee, SoYoung<sup>††</sup>

(Hapjeong Elementary School) · (Gyeongin National University of Education)<sup>†</sup> · (Samsung Elementary School)<sup>††</sup>

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to grasp the characteristics of composition regarding the material-centered integrated unit of environmental and natural studies, a science subject in Finland, to investigate a need for applying the material-centered integrated unit to the science curriculum of Korea. For the purpose, the study made an analysis on contents, inquiry activities, and visual materials (the most important in the elementary science curriculum and textbook composition), and it brought following results: First, as a result of analyzing the area of contents, the bicycle material-centered integrated unit comprised a large proportion of 44 pages (25.3%) of the whole 174 pages from the environmental and natural studies textbook for the third grade. The contents included such various concepts as traffic rules, safety, environmental protection and pollution, recycling and separate collection, tubes and triangular structures, wedges and screws, leverage, wheels, axles, gears, elasticity (spring), friction, and so on. Second, as a result of analyzing contents related to the thinking ability of inquiry activities, “expecting or confirming expectations” and “application” are included in every lesson, and one lesson is composed in such a way that students can study on bicycles as a practical material for their daily life and they can improve various thinking abilities. Third, as a result of analyzing the circumstances of inquiry activities, daily circumstances made up eight lessons (80.0%) and technical and social circumstances made up two lessons (20.0%) by focusing on bicycles, a material related to students’ daily life. Fourth, as a result of analyzing visual materials, the percentage of pictures and photos was high at 53.4% and 45.2% respectively. As a result of analyzing the role of visual materials, the percentage of the illustrative role and explanatory-complementary role was high at 52.1% and 47.9% respectively. Lastly, as a result of analyzing from the epistemological view to interpret the relation between visual materials and students and the position of visual materials, the visual textbook materials were provided toward a way that students can decrease their feeling of epistemological separation in the three fields of ideational metafunction, interpersonal metafunction, and textual metafunction.

**Key words** : material-centered integrated unit, contents, inquiry activities, visual materials, Finland

#### I. 서 론

지금까지 우리나라 과학교육에서 학생들의 일상 생활 경험과 동떨어진 탈맥락적이고 분절된 지식

의 학습에 대한 많은 문제점들이 제기되고 있었다. 특히 학생들의 경우, 일상적인 과학적 사실은 이해 하지만, 그 과학적 원리나 용어, 그리고 이론은 이해하지 못하며, 탈맥락적인 과학 지식에 대해 흥미

를 느끼지 못하고, 이로 인해 과학 학습을 부정적으로 인식하고 있다고 하였다(김용환 등, 2008; 최병순 등, 2011).

따라서 이러한 탈맥락적이고 분절된 지식 중심의 획일적인 교육 방식에서 벗어나려는 노력은 우리나라뿐만 아니라 국제적으로도 진행되어 왔으며, 핀란드의 경우 교육과정을 “Teaching by subject”에서 “Teaching by topic”으로 전환하려는 노력을 하고 있다(채희인과 노석구, 2015; Richard, 2015).

이러한 핀란드 교육은 지속적인 개혁과 혁신을 통하여 발전하여 왔으며, 국제적으로도 그 우수성을 인정받고 있다. 2003년부터 2009년까지 PISA 과학 분야에서 연속으로 1위를 차지하였으며, PISA 2012에서도 1~3위를 차지하였다(김경희 등, 2010; OECD, 2013). 또한 WEF(World Economic Forum)의 국가경쟁력 평가에서 핀란드는 2011년부터 2014년까지 3~4위를 기록하였으며(WEF, 2014), IMD(International Institute for Management Development)의 인재 관리 순위에서 2012년부터 2014년까지 연속으로 3위를 기록하였다(IMD, 2014a, 2014b).

핀란드 교육의 이런 강점으로 인하여 핀란드 교육과정과 교과서를 분석한 연구들이 많이 진행되었으며, 한국과 핀란드 초등과학 교과서의 체제와 내용 비교 분석(권치순과 조한수, 2011), 우리나라 2009 개정 초등학교 과학과 교육과정과 핀란드 초등학교 과학과 교육과정 비교분석(이소영과 노석구, 2014), 초등학교 과학교육을 중심으로 살펴본 핀란드의 핵심역량교육 연구 동향(채희인과 노석구, 2015) 등의 연구들이 진행되었다.

하지만 우리나라 초등학교 과학과 교육과정 및 교과서 개선에 많은 시사점을 줄 수 있는 핀란드의 소재중심 통합단원을 세부적으로 분석한 연구가 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 학생들에게 친숙한 소재인 자전거를 중심으로 과학 교과서를 구성한 단원을 세부적으로 분석하기 위하여 초등학교 과학 교과서 구성에 있어서 가장 중요한 부분인 내용영역, 탐구활동 그리고 시각 자료를 분석하였다.

내용영역 분석의 경우, 국제교육성취도평가협회(IEA)가 수학과 과학의 성취도를 국제적인 수준에서 파악하고, 국가적인 교육 체제를 점검하기 위한 목적으로 시행하는 TIMSS의 분석틀을 활용하였으며, TIMSS의 평가 요소는 국제적인 교육과정 분석 작업을 통하여 마련된 평가틀로써 해당 내용이 교

육과정 상에 포함되는지에 대한 국제적인 기준이라고 할 수 있다(김수진 등, 2014; 이소영과 노석구, 2014; Mullis *et al.*, 2005).

탐구활동의 경우, 과학교육에 있어서 매우 중요한 요소로, 과학적 탐구란 자연 세계를 설명하기 위하여 과학자들이 탐구하는 방법을 이해하고, 그에 대한 지식과 이해를 높이기 위한 활동을 의미한다. 따라서 학생들에게 다양한 탐구 경험을 제공한다는 측면에서 탐구활동은 매우 중요하며(심규철 등, 2002; NRC, 2000), 탐구 상황의 맥락적 특성과 사고 활동의 경우 학생들의 탐구활동과 직접적으로 연결된다는 점에서 그 중요성이 크다고 할 수 있다.

마지막으로 초등학교에서 시각 자료는 내용 이해를 위한 필수적인 도구이자, 과학 수업에서 학습의 기본적인 양식으로 교과서 구성의 필수적인 요소라고 할 수 있으며(한재영, 2006; Jacobi, 1999; Kress *et al.*, 2001; Lemke, 1998), 지금까지는 시각 자료가 갖는 외연적인 의미를 중심으로 이를 분석하고자 하는 노력이 많았으나, 오늘날에는 시각 자료가 갖는 내연적 의미의 중요성에 대한 인식으로 인하여 이에 대한 인식론적인 분석이 중요시되고 있다(이정아 등, 2007).

따라서 본 연구에서는 우리나라의 초등학교 과학과 교육과정과 교과서가 탈맥락적인 학습 상황과 분절된 지식을 중심으로 구성되어 있으므로 발생하는 문제점들을 해결하기 위하여 학생들의 인식론적 괴리감을 줄여주고, 실제적인 과학지식을 학습할 수 있는 소재중심 통합단원 구성에 대한 분석을 하고자 하였다. 또한 이를 통해 단원 구성을 다양화하는 방안으로 소재중심 통합단원을 도입하는 것이 왜 필요하며, 어떻게 구성되어야 하는가에 대한 고찰을 하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

핀란드의 초등학교 교육과정에서 과학 교과는 환경과 자연과학(Ympäristöoppi), 생물과 지리(Biologia ja maantieto), 물리와 화학(Fysiikka ja kemia)으로 구성되어 있으며, 기존에는 초등학교 과정에서 환경과 자연과학, 생물과 지리, 물리와 화학을 학습하였으나, 개정 교육과정부터는 초등학교 전 과정에서

통합중심의 교과인 환경과 자연과학을 학습하고, 나머지 두 과목은 7학년부터 학습하는 것으로 개정되었다(채희인과 노석구, 2015; FNBE, 2004, 2011).

교과서의 경우, 검정 교과서 제도를 채택하고 있기 때문에 사전 연구들에서 핀란드 대사관에 의뢰하여 가장 많이 활용되는 교과서를 선정하였으며, WSOY 출판사의 교과서를 가장 많이 사용하므로 본 연구에서도 WSOY 출판사의 자연(Luonnonkirja) 3학년 교과서를 분석에 활용하였다(권치순과 조한수, 2011; 이소영과 노석구, 2014; Johanna et al., 2004). 특히 3~4학년의 환경과 자연과학 교과서는 생물, 지리, 물리, 화학, 건강 교육에 관한 통합교과로, 학생의 기존 지식과 경험 및 그와 관련된 맥락에서 출발하는 문제 중심의 교과라고 할 수 있다(FNBE, 2004).

단원의 분석에 있어서 핀란드 교육 전문가의 번역(Translation)과 변안(Adaptation)을 기초로 하였으며, 권치순과 조한수(2011)의 사전 연구를 참고하여 자전거를 소재로 한 통합단원이 포함된 2단원의 3개 소단원, 3단원의 7개 소단원에 대한 세부 구성을 바탕으로 분석을 실행하였다. 또한 소재중심 통합단원의 경우, 3학년 환경과 자연과학 교과서의 전체 내용부분 174페이지 중 44페이지(25.3%)에 걸쳐서 상당한 비중으로 구성되어 있었으며, 교통규칙, 안전, 환경 보존과 오염, 재활용과 분리수거, 관·삼각구조, 썰기·나사, 지레, 바퀴, 차축, 기어, 탄성(스프링), 마찰 등의 다양한 개념을 포함하고 있었다.

## 2. 분석 도구

### 1) 내용영역의 요소 분석틀

TIMSS 2007 분석틀은 과학 내용영역과 인지영역으로 구분되어 있으며, 과학 내용영역은 4학년 수준의 생명과학, 물상과학, 지구과학으로 분류되어 있고, 8학년 수준의 생물, 물리, 화학, 지구과학으로 분류되어 있어 대영역별 비교·분석이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 핀란드 소재중심 통합단원을 분석하기 위하여 TIMSS 2007 분석틀에 통합의 다양한 요소인 지리/지도, 인간생활, 첨단과학의 내용을 추가한 분석틀을 활용하였다(이소영과 노석구, 2014). 분석을 위한 기본적인 범주인 분석 단위는 각각의 문단을 기준으로 하였으며, 총 87개의

분석 단위를 기준으로 분석을 실시하였다.

### 2) 탐구활동의 사고 내용 분석틀

핀란드의 소재중심 통합단원이 학생들의 탐구활동에서 어떤 유형의 사고를 하도록 구성되어 있는지를 분석하기 위하여 Millar(2010)의 ‘탐구활동 분석틀(Practical Activity Analysis Inventory)의 사고 내용(Minds-on content)’을 수정·보완하여 활용하였다. 기존의 분석틀에서 I3와 I5는 초등학교 수준에서 활동의 구별이 큰 의미가 없다고 판단되어 ‘I3. (독립변인 및 사물이나 사건에 따라)달라진 결과 탐색하기’로 통합하였으며, I6는 3~4학년군의 수준을 고려하여 두 개의 독립변인을 변화시키는 것이 어렵다고 판단되어 삭제하였다. 또한 I10~I12는 그 유사성에 따라 ‘I8. 자료에 대해 가장 적절한 설명 결정하기’로 통합하였다. 마지막으로 핀란드 소재중심 통합단원에 대한 파일럿 분석(Pilot analysis) 결과, 탐구 활동의 사고 내용 중 적용에 관련된 부분이 많이 포함되어 있다고 판단되어 ‘I9. 적용하기’를 추가하였다. 위 사항을 고려하여 작성된 최종적인 분석틀은 Table 1과 같으며, 분석 단위는 소단원을 기준으로 하였으며, 이는 핀란드의 경우 우리나라와 같이 차시의 구분이 명확하지 않으며, 소단원 단위로 하나의 주제에 대한 유기적인 학습을 실시할 수 있도록 구성되어 있기 때문이다.

Table 1. Framework of the minds-on contents

사고내용(What students have to ‘do’ with ideas?)
I1. 과학적 용어를 사용하여 관찰 결과 보고하기
I2. 사물이나 사건들 사이의 공통점·차이점 찾기
I3. (독립변인 및 사물이나 사건에 따라)달라진 결과 탐색하기
I4. 시간에 따라 달라지는 결과 탐색하기
I5. 측정, 관찰하는 방법 계획하기
I6. 직접 측정하지 못하는 양 구하기
I7. 예상하거나 예상 확인하기
I8. 자료에 대해 가장 적절한 설명 결정하기
I9. 적용하기

### 3) 탐구활동의 상황 분석틀

탐구활동의 상황 분석틀은 NAEP(1986)의 탐구 상황 요소(과학적 상황 요소, 개인적 상황 요소, 사회적 상황 요소, 기술적 상황 요소)와 우중욱과 정철(1996)의 탐구 상황 요소(순수과학적 상황 요소,

일상적 상황 요소, 기술/사회적 상황 요소, 자연환경적 상황 요소)를 바탕으로 최재중과 박재근(2010)이 재구성한 분석틀에 탈맥락적인 요소를 적용하여 순수과학적·탈맥락적 상황 요소, 일상적 상황 요소, 자연환경적 상황 요소, 기술·사회적 상황 요소로 구분하였으며, 한 차시를 기준으로 탐구 상황을 분석하였다.

4) 시각 자료 분석틀

시각 자료의 종류는 Pozzer and Roth(2003)의 연구를 바탕으로 김수정과 한재영(2007)이 수정·보완한 분석틀을 사용하였다. 이 분석틀은 시각 자료의 종류를 사진, 그림, 만화, 도표, 그래프, 개념도, 표, 수식으로 구분하고 있으나, 초등 3~4학년군 수준에서는 수식이 포함되어 있지 않다고 판단되어 제외하였다.

시각 자료의 역할은 이기영(2009)의 연구를 바탕으로 김형진 등(2014)이 수정·보완한 분석틀을 사용하였으며, 본 연구에서는 소범주는 제외하고, 대범주인 장식적 역할, 예시적 역할, 설명·보충적 역할, 요약적 역할, 활동지 역할의 5가지 분석틀만을 활용하였다.

마지막으로 시각 자료의 사회-기호학적인 특징은 Dimopoulos *et al.*(2003)의 분석틀을 이정아(2011)가 번안하고, 김형진 등(2014)이 초등학교 수준에 맞게 재구성한 분석틀을 활용하였다.

3. 자료 분석 및 절차

본 연구에서는 자료 분석의 신뢰도와 타당도를 확보하기 위하여 연구자 2인에 의한 파일럿 검증

(Pilot test)을 실시하였고, 분석 결과가 일치함에 따라 세부 분석을 실시하였으며, 분석의 과정에서 개별적인 판단을 최소화하기 위하여 지속적인 협의를 실시하며 분석 작업을 진행하였다. 또한 분석 결과를 과학교육 전문가 1인에게 점검 받았으며, 이를 바탕으로 최종적인 분석을 완료하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 내용영역의 요소 분석

자전거를 소재로 한 통합단원은 3학년 전체 5단원 중 2단원의 3개 소단원, 3단원의 7개 소단원으로 총 10개 소단원에 걸쳐서 제시되어 있었다. 이를 분석하기 위해 각각의 문단을 분석 단위로 설정하여 총 87개의 분석 단위를 얻을 수 있었으며, 그 결과는 Table 2와 같다.

생명과학 대영역에서는 4학년 성취수준인 ‘환경과의 상호작용’, ‘생물의 특징과 생명활동’, ‘생태계’의 소영역 내용을 다루고 있었으며, 총 14개 (16.1%) 분석 단위에서 다루고 있었다.

지구과학 대영역에서는 8학년 성취수준인 ‘지구의 자원, 이용과 보존’ 소영역 내용을 다루고 있었으며, 총 5개(5.7%) 분석 단위에서 다루고 있었다.

물상과학 대영역에서는 성취수준이 4학년 수준이었고, 화학 관련 내용은 물질의 특성과 분류를 다루고 있었으며, 총 4개였다. 물리 관련 내용은 ‘에너지원, 열과 온도’, ‘힘과 운동’을 다루고 있었으며, 각각 2개, 11개였다. 화학과 물리를 포함한 물상과학 내용은 총 17개(19.5%) 분석 단위에서 다루고 있었다.

Table 2. TIMSS 2007 science framework: Content domains

영역	하위요소	성취수준	n	N	비율(%)
생명과학	· 환경과의 상호작용		3		
	· 생물의 특징과 생명활동	4학년	4	14	16.1
	· 생태계		7		
지구과학	· 지구의 자원, 이용과 보존	8학년	5	5	5.7
물상과학	· 물질의 특성과 분류		4		
	· 에너지원, 열과 온도	4학년	2	17	19.5
	· 힘과 운동		11		
물리	· 힘과 운동	8학년	44	44	50.6
기타	· 인간생활(안전, 나와 대중과의 관계)	4학년	7	7	8.1
합계			87	87	100.0

물리 대영역에서는 힘과 운동의 8학년 수준을 다루고 있었으며, 전체 분석 단위 중 44개(50.6%)로 과학내용에 있어서 가장 많은 비율을 보이고 있는데, 자전거라는 소재의 특성상 일에 대한 기초지식을 학습하고, 일반적인 예를 통하여 간단한 도구의 기능을 보여주는 세부내용들을 다양하게 다룰 수 있기에 나타난 결과라고 생각된다.

마지막으로 기타 대영역에서는 인간생활 중 ‘안전’, ‘나와 대중과의 관계’ 측면에서 자전거 안전, 교통규칙, 안전보호대 착용 등을 다루고 있었으며, 총 7개(8.1%) 분석 단위에서 제시되어 있었다.

TIMSS 2007 분석틀에 따라 핀란드의 소재중심 통합단원이 어떤 내용 영역으로 구성되어 있는지 분석해본 결과, 자전거라는 소재를 중심으로 교통규칙, 안전, 환경 보존과 오염, 재활용과 분리수거, 관·삼각구조, 썰기·나사, 지레, 바퀴, 차축, 기어, 탄성(스프링), 마찰 등의 다양한 개념을 포함하고 있었다. 또한 대영역인 생명과학, 지구과학, 물상과학의 내용을 고루 다루고 있으며, TIMSS 2007에는 다루고 있지 않은 안전, 교통규칙과 같은 내용 또한 자세하게 보여주고 있었다.

따라서 탈맥락적이고 분절된 과학 지식이 아닌 학생들에게 친숙한 소재를 중심으로 과학 교과의 다양한 영역에 대한 통합뿐만 아니라, 다른 교과와의 통합까지 이루어진 구성을 파악할 수 있었으며, 지금까지 실생활의 소재를 중심으로 과학의 각 영역을 통합하여 제시하는 방식의 경우, 과학적 개념과 지식을 중심으로 내용을 제시하는 방식에 비해서 과학의 기초적인 내용 학습에 부정적인 영향을 미칠 것이라는 문제가 많이 제기되어온 것이 사실이다(권재술, 1991). 하지만 핀란드의 사례를 통하여 살펴보면, TIMSS 분석틀이 교육과정 분석을 위하여 국제적인 기준으로 제시하는 상대적인 분석틀이며, 핀란드 과학교과서에 제시되어 있는 내용이 8학년 내용을 모두 다룬 것은 아니었지만 TIMSS 8학년 내용까지 제시되어 있는 것을 파악할 수 있었고, 그 구성이 난이도 있는 개념과 내용을 상당히 다양하게 다룬 것을 파악할 수 있었다. 이는 학생들에게 친숙한 일상적인 소재를 중심으로 내용

을 통합하여 제시하였기 때문에 어려울 수 있는 교과 지식을 보다 쉽게 제시할 수 있었을 것이라 판단된다.

## 2. 탐구활동의 사고 내용 분석

핀란드 소재중심 통합단원의 탐구활동에서 학생들의 사고 내용(Minds-on contents)을 분석한 결과를 Table 3과 같았다. 여기에서 사고 내용이란 학생들이 학습 주제에 따라 탐구 활동의 과정에서 하게 되는 사고활동이 무엇인가에 대한 개념(What students have to do with idea?)으로, Millar(2010)는 학생들이 수업시간에 탐구활동을 할 때, 관찰 결과 보고, 공통점·차이점 찾기, 결과 탐색, 예상, 설명 등의 사고활동을 한다고 하였다.

분석 결과, 핀란드 소재중심 통합단원의 경우 총 10개의 소단원 중에서 17(예상하거나 예상 확인하기)와 19(적용하기)는 매 소단원마다 포함되어 있는 것을 파악할 수 있었으며, 11(과학적 용어를 사용하여 관찰 결과 보고하기)와 18(자료에 대해 가장 적절한 설명 결정하기)의 경우 각각 9개 소단원(90.0%)과 8개 소단원(80.0%)에 걸쳐 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 그 다음으로는 15(측정, 관찰하는 방법 계획하기), 13(독립변인 및 사물이나 사건에 따라 달라진 결과 탐색하기) 그리고 12(사물이나 사건들 사이의 공통점·차이점 찾기)의 순이었으며, 14(시간에 따라 달라지는 결과 탐색하기)와 16(직접 측정하지 못하는 양 구하기)는 포함되어 있지 않았다.

우리나라 과학 교과서에 대한 탐구활동의 사고 내용 분석 결과와 비교해서 살펴보면, 2007년 개정 3학년 지구와 우주 영역에서는 ‘14. 시간에 따라 달라지는 결과 탐색하기’와 ‘15. 측정, 관찰하는 방법 계획하기’의 비율이 높았으며, 5-6학년 물질 영역에서는 ‘11. 과학적 용어를 사용하여 관찰 결과 보고하기’와 ‘18. 자료에 대해 가장 적절한 설명 결정하기(관련)’의 비율이 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다(김지은과 여상인, 2014; 신명경과 이수정, 2013).

이소영과 노석구(2014)의 연구에서도 우리나라 과학 교과서의 경우, 인지영역의 전개 패턴에서 대

Table 3. The results of the minds-on contents

(N=10)

사고 내용	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
n(%)	9(90.0)	1(10.0)	4(40.0)	0(0.0)	7(70.0)	0(0.0)	10(100.0)	8(80.0)	10(100.0)



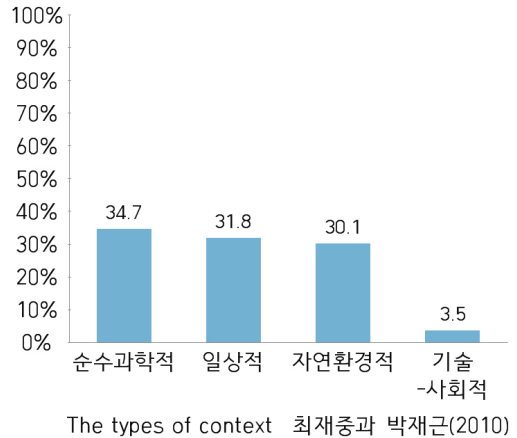
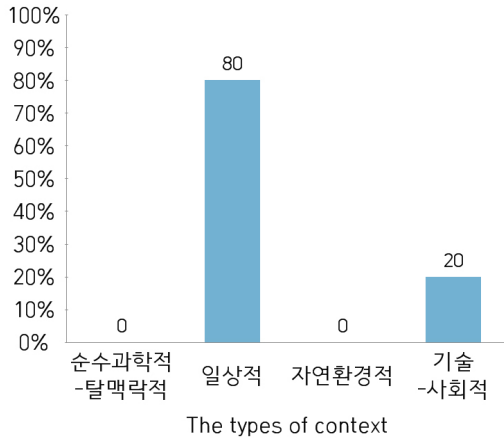


Fig. 1. The types of context

이는 자전거 단위 구성의 특성상 일상적인 소재를 활용하여 과학에 대한 학습을 추구하는 방식으로 인해 탐구 활동에서 일상적 상황 요소를 많이 반영하고 있다고 할 수 있다. 핀란드의 교육과정에서도 학습의 개념을 학생의 능동적인 활동의 결과로 보고 있으며, 학습자의 기존 지식을 바탕으로 주변의 문제 상황과 환경이 학습의 출발점이라고 명시하고 있다. 특히 환경과 자연과학 교과는 학생의 환경 및 자신과 관련 있는 사건, 현상, 사물 등에서 출발하는 조사중심, 문제중심의 학습을 추구한다고 하였으며, 이를 바탕으로 학습하는 습관을 길러 평생학습역량의 함양을 추구하고 있다(채희인 과 노석구, 2015; FNBE, 2004).

또한 기술-사회적 상황의 경우, 자전거 소재에 관한 학습 이후 환경 보존과 오염 그리고 재활용 및 분리수거로 이어지는 융합적인 구성을 통하여 학생들이 일상적이고 친근한 소재를 바탕으로 과학 기술의 발달이 인간과 사회 그리고 환경에 미치는 영향과 과학적 책무성에 대한 인식을 할 수 있도록 구성되어 있다.

#### 4. 시각 자료 분석

핀란드 교과서의 소재중심 통합단원에 대한 시각 자료의 추출에 있어서 김형진 등(2014)의 시각 자료 선택과 구분 기준에 따라 총 73개의 시각 자료를 분석 단위를 설정하였으며, 그 종류 및 역할, 사회-기호학적 특징에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

#### 1) 시각 자료의 종류 및 역할

시각 자료의 종류에 대한 분석 결과, 그림 39개 (53.4%), 사진 33개(45.2%), 도표 1개(1.4%)의 순이었으며, 만화, 그래프, 개념도, 표의 경우에는 없는 것으로 나타났다(Fig. 2). 이는 분석 자료가 하나의 대단원 정도로 제한되어 있어서 시각 자료의 수가 73개로 적었으며, 그로 인해 다양성이 적게 나타난 것이라고 판단할 수 있다.

또한 소재중심 통합단원의 특성상 그림과 사진의 경우 대부분 소재와 관련되어 있는 일상생활의 장면들이었으며, 핀란드의 지리·환경적 특성과 문화적 특성을 반영하고 있었다. 마지막으로 사진보다 그림이 더 많은 비율을 보였는데, 이는 시각 자료의 제시에 있어서 내용과 관련되는 가장 알맞은 장면을 가장 쉽고, 자세하게 나타낼 수 있는 방법이 그림이기 때문이라고 판단된다.

위의 분석 결과를 우리나라 과학 교과서의 시각 자료를 분석한 연구들과 비교한 결과, 여상인 등(2007)의 연구에서 우리나라의 7차 과학 교과서의 경우, 사진이 가장 많은 비율을 차지했으며(66.3%), 다음으로 만화(22.9%)와 그림(7.4%) 순이었다. 방희건과 박재근(2013)의 2007 개정 과학 교과서의 3~4학년 생물 단원에 대한 시각 자료 분석에서도 사진(76.2%), 그림(17.8%), 도해(5.6%)의 순이었고, 김형진 등(2014)의 2007 개정 과학 교과서의 3~4학년 전 영역에 대한 분석 결과, 3학년과 4학년 각각 사진(67.5%/72.2%), 그림(28.5%/23.7%), 표(1.1%/1.6%)의 순이었다.

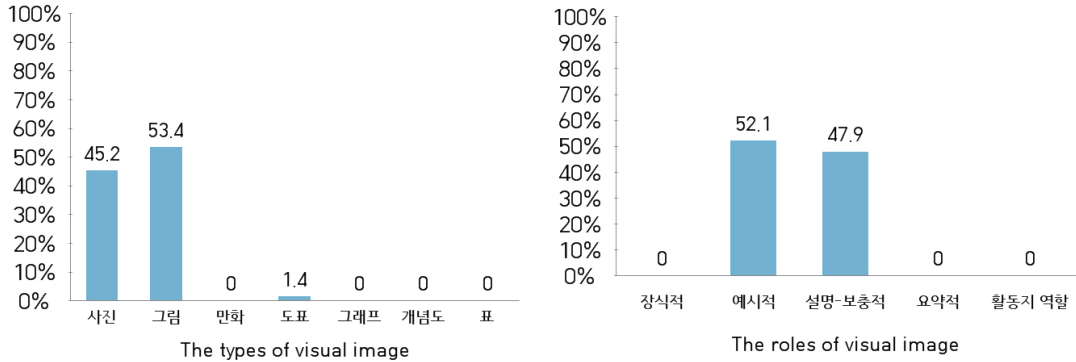


Fig. 2. The types and roles of visual image

이를 통해서 우리나라의 경우, 사진이 다른 시각 자료에 비해 압도적으로 많은 비율을 보이고 있으며, 사진과 그림 등을 제외한 다른 시각 자료의 경우 그 수치가 매우 적게 나타나는 것을 파악할 수 있었다.

시각 자료의 역할에 대한 분석 결과, 핀란드 소재중심 통합단원의 경우 예시적 역할 38개(52.1%), 설명-보충적 역할 35개(47.9%)의 순이었으며, 장식적, 요약적, 활동지 역할에 해당되는 시각 자료는 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과가 나타난 이유는 시각 자료가 학생들의 내용 이해를 돕기 위한 역할로 많이 사용되기 때문이라고 판단된다.

우리나라의 2007 개정 3-4학년 과학 교과서의 시각 자료에 대한 분석에서도 3, 4학년 각각 설명-보충적 역할(51.1%/60.8%), 예시적 역할(29.6%/16.7%) 순으로 나타났으며(김형진 등, 2014), 핀란드 소재중심 통합단원과 그 순서에만 차이가 있을 뿐 기본적인 차이는 없는 것으로 파악되었다.

## 2) 시각 자료의 사회-기호학적 특징

사회-기호학적 접근은 관념적 메타기능(Ideational metafunction), 상호적 메타기능(Interpersonal metafunction), 구성적 메타기능(Textual metafunction)으로 구성되며, 관념적 메타기능은 시각적 이미지가 무엇에 대하여 말하고 있는지에 대한 개념으로 시각적 이미지가 담고 있는 내용을 분석한다. 상호적 메타기능은 시각적 이미지의 생산자와 해석자 사이의 사회적 관계 및 지위가 어떠한지를 분석한다. 마지막으로 구성적 메타기능은 시각적 이미지를 구성하는 기호들이 내·외적으로, 부분·전체적으로 어떤 방식으로 제시되어 있는지를 분석한다(이

정아 등, 2007; Kress and van Leeuwen, 2006; Lemke, 1998; Halliday, 1994; Dimopoulos *et al.*, 2003).

### (1) 관념적 메타기능

관념적 메타기능의 시각 자료 기능(Function of visual image)에 대한 분석 결과는 Fig. 3과 같다. 내러티브-은유형(Narrative-Metaphoric)이 63개(86.3%), 분류-분석형(Classificational-Analytical)이 10개(13.7%)로 내러티브-은유형의 경우 학생들이 직관적으로 이해할 수 있기 때문에 인식론적 괴리감이 약하고, 따라서 초등학교 수준에 적합하다고 할 수 있다(이정아, 2011).

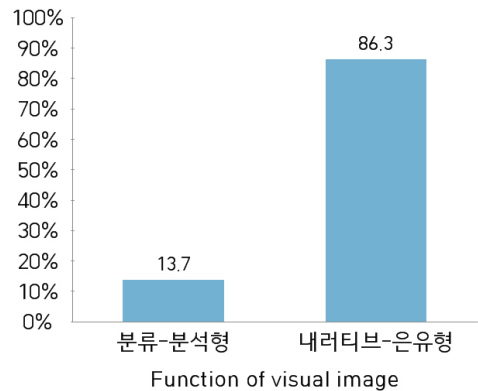


Fig. 3. The analysis of ideational metafunction

### (2) 상호적 메타기능

상호적 메타기능의 시각 자료의 수직각도(vertical angle of shot), 시각 자료와의 거리(distance of shot), 시각 자료의 수평각도(horizontal angle of shot)에 대한 분석 결과는 Fig. 4와 같다.



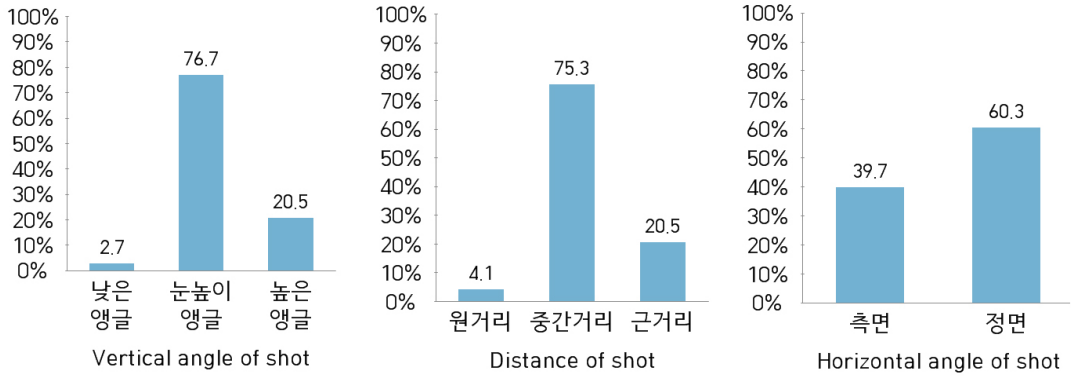


Fig. 4. The analysis of interpersonal metafunction

수직각도의 경우, 눈높이 앵글(eye level)이 56개 (76.7%)로 가장 많았으며, 높은 앵글(high angle)이 15개(20.5%), 낮은 앵글(low angle)이 2개(2.7%)의 순이었다. 여기에서 수직각도는 시각 자료의 통찰에 있어서 주체가 누구냐를 결정지을 수 있는데, 높은 앵글의 경우 학생이 그 주체가 됨을 의미하며, 인식론적 거리감이 약한 것으로 판단된다. 따라서 눈높이 앵글과 높은 앵글이 많이 나타나는 것은 학생이 시각 자료의 통찰에 있어서 평등하거나 주도적인 특성을 갖는다고 할 수 있다.

시각 자료와의 거리의 경우, 중간거리(Medium)가 55개(75.3%), 근거리(Close)가 15개(20.5%), 원거리(Distance)가 3개(4.1%)의 순이었으며, 근거리 자료의 경우 학생들이 이를 자세히 관찰하는 것과 같은 효과를 주어 높은 관련성을 갖게 한다고 할 수 있다.

마지막으로 수평각도의 경우, 정면(Frontal)이 44

개(60.3%), 측면(Oblique)이 29개(39.7%)였다. 정면 자료의 경우, 학생들이 시각 자료를 받아들이는 주체로 인식될 수 있도록 하며, 높은 친밀감을 형성할 수 있도록 한다. 따라서 일상적인 소재를 활용하여 학생 주변의 과학적 탐구 상황을 학습하는 소재 중심 통합단원의 경우 정면 자료를 많이 제시함으로써 인식론적 괴리감도 줄였다고 할 수 있겠다.

### (3) 구성적 메타기능

구성적 메타기능의 그림자 효과(Color modulation)와 지면과의 구분(Contextualization)에 대한 분석 결과는 Fig. 5와 같다.

그림자 효과의 경우, 사진처럼 모든 그림자를 표현하여 실재감을 살린 실재형(Realism)이 36개(49.3%), 그림자 없음(No shade)이 34개(46.6%), 1~3개(1~3 shade)가 3개(4.1%)였다. 실재형의 경우, 그림자의 명암을 통하여 학생이 눈으로 직접 보는 듯한 실재감

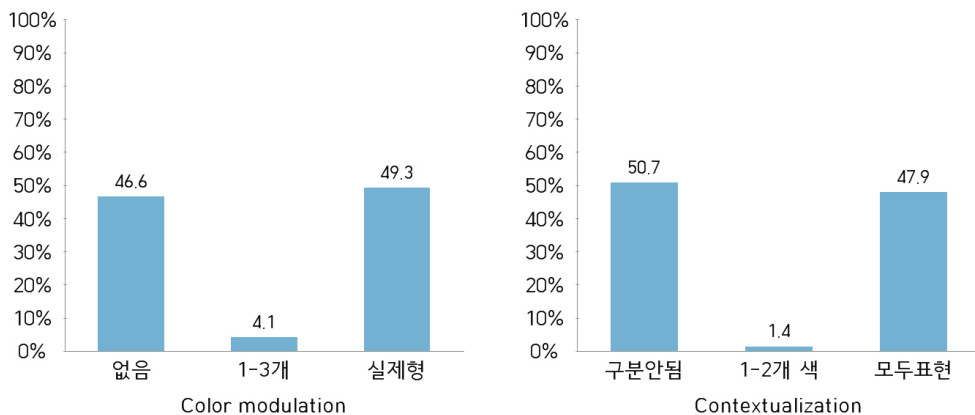


Fig. 5. The analysis of textual metafunction

을 표현하여 인식론적 괴리감이 약하게 되는데, 이는 초등학교 수준에서 적합한 방법이라고 할 수 있다. 반면 핀란드의 소재중심 통합단원에서는 그림자가 없는 경우도 많이 나타났는데, 그 이유는 사진보다 그림의 비율이 더 많았기 때문이라고 판단된다.

지면과의 구분의 경우, 지면과 시각 자료의 배경이 같아 구분되지 않는 경우(no background)가 37개(50.7%), 사진처럼 배경이 모두 표현되는 경우(Realism)가 35개(47.9%), 1~2개의 색으로 표현되는 경우(1~2 color)가 1개(1.4%)였다. 특히 시각 자료의 배경이 없어 지면과 구분되지 않는 경우에는 자료의 추상성이 커져 학생들이 괴리감을 느끼기 쉬운 것으로 해석되며, 핀란드의 소재중심 통합단원의 경우 시각 자료의 배경이 구분되지 않는 경우와 실제적으로 표현되는 경우가 거의 같은 비율로 제시되어 있는 것을 파악할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 핀란드의 초등학교 과학과 교과서인 환경과 자연과학(Ympäristöoppi)의 소재중심 통합단원 구성의 특성을 파악하고, 우리나라 과학과 교육 과정에 소재중심 통합단원을 반영할 필요성과 그 방안에 대한 탐색을 하고자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 초등학교 과학과 교육 과정 및 교과서 구성에 있어서 가장 중요한 부분인 내용영역, 탐구활동 그리고 시각 자료를 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 내용영역에 대한 분석 결과, 소재 중심 통합단원의 경우 3학년 환경과 자연과학 교과서의 전체 내용부분 174페이지 중 44페이지(25.3%)에 걸쳐서 상당한 비중으로 구성되어 있었으며, 교통규칙, 안전, 환경 보존과 오염, 재활용과 분리수거, 관·삼각 구조, 뼈기·나사, 지레, 바퀴, 차축, 기어, 탄성(스프링), 마찰 등의 다양한 개념을 포함하고 있었다.

또한 전체 87개의 분석 단위를 TIMSS 2007 분석틀을 활용하여 분석한 결과, 4학년의 생명과학, 물상과학 및 기타(인간생활) 대영역과 8학년의 지구과학, 물리 대영역의 내용을 고루 포함하고 있었으며, 자전거라는 일상생활의 소재를 중심으로 교과서를 구성하여 다양한 영역의 지식을 자연스럽게 통합하여 구성할 수 있었고, 실생활의 맥락적 지식

의 학습에 용이한 구조를 갖고 있었다. 그리고 통합 및 융합 단원의 경우 물리, 화학, 생물, 지구과학 각각의 기초적인 내용 학습에 부정적인 영향을 미칠 것이라는 반론이 많이 제기되었지만, 실제로 내용영역에 대한 분석 결과, 기초적이지만 8학년 영역의 내용도 다수 포함되어 있는 등 기초적인 내용과 수준 높은 내용을 이해하는데 있어서 학생들에게 친근한 소재를 적절히 활용한 것으로 판단되었다.

둘째, 탐구활동의 사고 내용 분석 결과, “예상하거나 예상 확인하기”와 “적용하기”는 모든 소단원마다 포함되어 있는 것을 파악할 수 있었으며, 이는 우리나라 과학 교과서의 경우 인지영역의 전개 패턴에서 대부분 알기(knowing)로 시작하는 경향을 보였으나, 핀란드 과학 교과서의 경우 알기(knowing)와 적용하기(applying)를 적절히 분배하여 시작하는 패턴을 보이고 있다는 사전 연구 결과와 일치한다고 할 수 있다. “과학적 용어를 사용하여 관찰 결과 보고하기”와 “자료에 대해 가장 적절한 설명 결정하기”의 경우에도 10개의 소단원 중 각각 9개(90.0%)와 8개(80.0%) 소단원에 걸쳐 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 하나의 소단원에서 학생들이 실생활 소재인 자전거에 대해 탐구하며 다양한 사고를 촉진할 수 있도록 구성되어 있는 것을 파악할 수 있었다.

셋째, 탐구활동의 상황에 대한 분석 결과, 학생들의 일상생활과 관련된 소재인 자전거를 중심으로 단원을 구성하여 8개 소단원(80.0%)이 일상적 상황 중심으로 구성되어 있었으며, 2개 소단원(20.0%)은 기술·사회적 상황 중심이었다. 반면, 우리나라 7차 과학 교과서에 대한 탐구 상황을 분석한 사전 연구를 살펴보면, 순수과학적-탐색적 상황이 34.7%로 가장 많이 나타난 것을 파악할 수 있었다. 따라서 핀란드의 소재중심 통합단원의 경우, 기본적으로 학생들에게 친숙하고 일상적인 소재인 자전거를 중심으로 단원을 구성하여 학생들이 과학을 학습하는데 괴리감이 적었으며, 수업시간에 배운 과학적 지식과 탐구 능력이 일상생활의 과학적 문제를 해결하는 적용 단계에까지 이르기 용이할 것으로 파악되었다.

넷째, 시각 자료에 대한 분석 결과, 그림(53.4%)과 사진(45.2%)의 비율이 높게 나타났으며, 특히 학생들의 내용 이해를 돕기 위해 가장 적절한 방식으로 대상을 표현한 그림이 가장 높은 비율을 보이는

것을 파악할 수 있었다. 또한 시각 자료의 역할에 대한 분석 결과, 예시적 역할(52.1%)과 설명-보충적 역할(47.9%)이 많이 나타났으며, 이는 우리나라 과학 교과서를 분석한 사전 연구들과 유사한 경향을 보이고 있는 것을 파악할 수 있었다.

마지막으로 시각 자료와 학생의 관계 및 지위에 대한 해석을 실시하는 인식론적인 관점에 따라 분석을 실시한 결과, 관념적 메타기능, 상호적 메타기능, 구성적 메타기능의 세 가지 측면에서 학생들의 인식론적 괴리감을 줄여주는 방향으로 교과서의 시각 자료가 제시된 것을 파악할 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 위의 결과를 바탕으로 우리나라의 과학과 교육과정 및 교과서 구성을 다양화하기 위하여 다음과 같이 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 우리나라는 40년이 넘는 세월동안 과학 교육과정 및 교과서의 구성에 있어서 지식 중심의 구성을 지속적으로 유지해 왔으며, 그에 따라 탈맥락적이고 분절된 과학지식의 학습이 이루어지게 되었다. 하지만 과학적 지식과 상황의 경우, 물리, 화학, 생물, 지구과학으로 구분해서 존재하는 것이 아니며, 이는 이해를 위해 임의적으로 구분해 놓은 것에 불과하다. 따라서 하나의 분절된 지식으로만 학습하는 것은 바람직하지 않다.

그러므로 이러한 과학 교육의 문제점을 해결하고 개선하기 위해서 교육과정을 다양화 할 필요성이 있으며, 그 대안 중의 하나가 소재중심 통합단원의 도입이다. 이를 위해서 우리는 과학과 교육과정과 교과서의 구성에 있어서 기존의 ‘지식중심의 내용인지 패러다임’에서 벗어나 ‘소재중심의 융합 탐구 패러다임’으로 인식을 전환할 필요가 있다.

둘째, 핀란드의 소재중심 통합단원의 경우, 학생들에게 친숙하고 일상적인 소재를 활용하여 다양한 영역의 지식을 통합하여 가르치고 있었으며, 다양한 사고 활동을 촉진시키는 것을 알 수 있었다. 또한 탐구활동을 통하여 학습한 과학적 지식이 일상생활에 적용되기 쉬운 구조를 갖고 있었으며, 시각 자료의 경우에도 학생들의 인식적 괴리감을 줄여주는 방향으로 제시되어 있었다. 따라서 이러한 점들은 과학과 교과서의 구성 및 개발에 있어서 우리가 참고할 만한 부분이라고 생각된다.

셋째, 초등학교 수준에서 과학 교과를 분절하여 가르치는 것이 아닌 하나의 큰 아이디어와 주제를

중심으로 통합하여 구성하려는 노력이 전 세계적으로 지속되고 있다. 이러한 점은 미래 사회의 특성을 반영한 것으로, 앞으로 미래 사회를 영위하고 국가 발전에 근본적인 초석이 되는 인재를 양성하기 위해서는 학생들에게 일상생활의 과학적 문제 상황을 해결할 수 있는 역량을 함양시켜 주어야 한다고 판단된다.

본 연구의 경우, 핀란드의 교과서 전체를 대상으로 분석을 실시한 것이 아니며, 우리나라 과학교과서에는 제시되지 않은 소재중심 통합단원을 대상으로 분석을 실시하여 연구 결과를 일반적으로 적용하는 것에는 그 한계가 있을 것이다. 하지만 실제적인 맥락을 강조하는 소재중심 통합단원에 대한 문헌 연구를 바탕으로 해당 단원을 추출하고, 우리나라 과학교과서에는 적용되지 않았던 구성 방식에 대한 기초적인 분석을 실시하여 그 시사점을 도출하는 것이 우리나라 과학교과서 구성에 많은 도움을 줄 수 있다는 점과 이러한 구성이 한 학년 교과서의 약 25%에 걸쳐 제시되어 있다는 점은 우리나라 과학교과서의 2~3단원에 걸친 상당한 비중의 구성이라는 점에서 이를 분석하는 것이 학문적인 가치가 클 것이라 판단하여 본 연구를 실시하게 되었으며, 새롭게 개정되는 교육과정에 많은 시사점을 줄 것이라 생각한다.

## 참고문헌

- 권재술(1991). 학문 중심 과학 교육의 문제점과 생활 소재의 과학 교재화 방안. 한국과학교육학회지, 11(1), 117-126.
- 권치순, 조한수(2011). 한국과 핀란드 초등과학 교과서의 체제와 내용 비교 분석. 대한지구과학교육학회지, 4(2), 134-141.
- 김경희, 시기자, 김미영, 옥현진, 임혜미, 김선희, 정송, 정지영, 박희재(2010). OECD 학업성취도 국제비교 연구(PISA 2009) 결과보고서. 서울: 한국교육과정평가원.
- 김수정, 한재영(2007). 고등학교 1학년 과학 교과서에 사용된 시각자료 분석. 과학교육논총, 20(1), 1-11.
- 김수진, 김미영, 박지현, 전경희, 김민정, 서지희(2014). 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구: TIMSS 2015 예비검사 시행 및 결과 분석. 서울: 한국교육과정평가원.
- 김용환, 신순선, 조규성(2008). 중학교 과학과 학습부진아 지도실태 및 개선방향에 대한 교사들의 인식. 과학

- 교육논총, 33, 81-90.
- 김지은, 여상인(2014). 2007년 개정 초등 5, 6학년 과학 교과서 물질 영역에 제시된 탐구 활동 분석. 초등과학 교육, 33(1), 21-29.
- 김형진, 신명경, 이규호, 권경필(2014). 초등 과학 교과서에 실린 시각 자료의 종류, 역할 그리고 사회-기호학적 특징 분석. 과학교육연구지, 38(3), 641-656.
- 방희건, 박재근(2012). 초등학교 과학 교과서 생명 영역에 제시된 시각 자료의 분석. 생물교육, 40(3), 279-289.
- 신명경, 이수정(2013). 과학탐구의 헨즈온 활동 내용, 사고 활동 내용, 논리적 구조 측면에서의 초등 과학 교과서 분석: 지구와 우주 영역의 사례. 교과교육학연구, 17(4), 1483-1499.
- 심규철, 김현섭, 박영철(2002). 제7차 교육과정 7학년 과학 교과 생명 영역의 탐구 분석. 한국과학교육학회지, 22(3), 550-559.
- 여상인, 박창식, 임희준(2007). 한국과 미국의 BSCS 초등 과학 교과서의 삽화 비교. 초등과학교육, 26(4), 459-467.
- 우중욱, 정철(1996). 과학 탐구의 3차원 평가틀에 의한 평가 목표 분류 및 진술. 한국과학교육학회지, 16(3), 270-277.
- 이기영(2009). 중학교 과학 교과서에 사용된 시각자료의 유형, 기능 및 구조 분석: 제7차 교육과정 지구과학 내용을 중심으로. 한국지구과학회지, 30(7), 897-908.
- 이소영, 노석구(2014). 우리나라 2009 개정 초등 과학교육과정과 핀란드 초등 과학교육과정 비교분석. 초등과학교육, 33(3), 491-509.
- 이정아(2011). 2007개정 교육과정 초등 과학 교과서의 시각 이미지에 대한 언어학적 분석: 날씨의 변화와 단원을 중심으로. 초등과학교육, 30(4), 482-489.
- 이정아, 맹승호, 김찬중(2007). 초등 과학 교과서 시각 이미지의 사회-기호학적 분석: '날씨'와 '일기예보'를 중심으로. 한국지구과학회지, 28(3), 277-288.
- 채희인, 노석구(2015). 핀란드의 핵심역량교육 연구 동향: 초등과학교육 중심의 분석. 교과교육학연구, 19(3), 645-667.
- 최병순, 권용주, 김익균, 양일호, 정용재, 정철, 차희영, 채동현(2011). 과학과 학습부진학생 지도 전략 및 방법 연구. 청주: 충청북도교육청.
- 최재중, 박재근(2010). 우리나라와 싱가포르 초등학교 과학교과서의 내용요소 및 탐구활동 비교 분석. 과학교육논총, 23(1), 115-126.
- 한재영(2006). 과학 교과서에 사용된 화살표의 의미. 초등과학교육, 25(3), 244-256.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V. & Sklaventis, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education*, 33(2), 189-216.
- Finnish National Board of Education. (2004). National core curriculum for basic education 2004. Helsinki: FNBE.
- Finnish National Board of Education. (2011). Amendments and additional to the national core curriculum for basic education. Helsinki: FNBE.
- Halliday, M. (1994). An introduction to functional grammar (2nd ed.). London: Edward Arnold.
- International Institute for Management Development (IMD). (2014a). IMD world competitiveness yearbook. Lausanne: IMD.
- International Institute for Management Development (IMD). (2014b). IMD world talent report. Lausanne: IMD.
- Jacobi, D. (1999). *Le communication scientifique: Discours, figure, modes*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Johanna, H., Martti, R., Jorma, R., Martti, S. & Erkki, A. (2004). *Luonnonkirja 3*. Helsinki: WSOY.
- Kress, G. & van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design* (2nd ed.). New York: Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. NY: Continuum.
- Lemke, J. (1998). *Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text*. In Martin, J. R. & Veel, R. (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourse of science* (pp. 87-113). London: Routledge.
- Millar, R. (2010). *Analysing practice science activities to assess and improve their effectiveness*. Heslington: University of York.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A. & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 assessment frameworks*. Chestnut Hill: IEA.
- National Assessment of Educational Progress (NAEP). (1986). *The science objectives, 1985-86 assessment*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2013). *PISA 2012 results: What students know and can do - student performance in mathematics, reading and science* (vol. 1). OECD.
- Pozzer, L. L. & Roth, W. M. (2003). *Toward a pedagogy*

of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 1089-1114.

Richard, G. (2015). Finland schools: Subjects scrapped and replaced with 'topics' as country reforms its edu-

cation system. The Independent, Retrieved Mar 20, 2015, from <http://www.independent.co.uk/news>.

World Economic Forum (WEF). (2014). The global competitiveness report 2014-2015. Geneva: WEF.