

남북한 초등 물질 영역의 교육 내용 비교 분석

신성찬[†]

Comparative Analysis of Educational Content in the Elementary Material Area: North and South Korea

Shin, Sungchan[†]

국문 초록

이 연구의 목적은 남북한의 초등 과학과 교육과정에서 물질 영역의 교육 내용을 비교·분석하는 것이다. 연구 대상은 남한 2022 개정 과학과 교육과정의 ‘물질’과 ‘운동과 에너지(일부)’ 영역, 북한 2013 자연과 교육강령에서 ‘우리 주위의 물질’과 ‘생활 속의 과학(일부)’ 영역이다. 본 연구에서는 남북한 물질 영역의 교육 내용 요소를 학년 군별로 비교하였고, TIMSS 2023 초등 4학년 물질 내용 영역의 평가틀을 이용하여 남북한의 국제 수준의 물질 영역 목표 반영도를 분석하였다. 남북한 물질 영역 분석에는 초등과학교육을 전공한 교사 4명과 과학교육전문가 1명이 참여하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 물질의 성질 주제에서 남북한의 교육과정에서 다루는 내용은 학년별로 적용 시기가 달랐고 내용의 범위와 수준에도 차이가 있었다. 둘째, 물질의 변화 주제에서 북한은 ‘산과 염기’를 다루지 않았지만, 용해를 빨리하는 방법은 다루고 있었다. 셋째, 북한이 남한보다 TIMSS 2023 ‘물질의 성질’ 주제의 목표 반영도가 더 높았다. 넷째, ‘물질의 성질’ 분석 결과와 유사하게 북한이 남한에 비해 TIMSS 2023 ‘물질의 변화’ 주제의 목표 반영도가 높았다. 결론적으로 남북한의 물질 내용 요소와 이를 적용하는 시기가 달랐고, 국제 수준의 목표 반영도는 북한이 더 높은 것으로 나타났다. 앞으로 남북의 이념적 대립을 넘어 통일을 준비하는 관점에서 남북한 교육 교류의 활성화와 더불어 통합 과학과 교육과정의 개발에 관한 협력과 연구가 이루어지기를 기대한다.

주제어: 물질 영역, 남북한, TIMSS 2023 과학 평가틀, 북한 2013 자연과 교육강령, 2022 개정 과학과 교육과정

ABSTRACT

This study aims to compare and analyze the educational contents of the material area in the elementary science curriculums of North and South Korea. The research subjects are materials and motion and energy (partial) areas of the revised science curriculum of South Korea in 2022 and materials around us and science in daily life (partial) areas of the nature and education program of North Korea in 2013. This study compared the elements of the educational content of the material domain between North and South Korea according to the grade. Furthermore, the reflection of the material domain goals of North and South Korea at the international level was analyzed using the evaluation framework of the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2023 for the material content domains for fourth-grade elementary schools. Four teachers who majored in elementary science education and one expert in science education participated in the analysis. The results are as follows. First, in terms of the properties of matter, the content covered in the curriculum of North and South Korea differed in application period by grade and in the scope and level of content. Second, regarding material change, North Korea did not cover acids and bases but included methods for speeding up dissolution. Third, North Korea reflected the goal of the TIMSS 2023 properties of materials more highly than South Korea. Fourth, similar to the results for the analysis on the properties of materials, North Korea reflected the goal of the TIMSS 2023 for changes of materials more highly than did South Korea. In conclusion, the elements and timing of application of the material contents differed between North and South Korea, and the degree of reflection of goals at the international level was found to be higher for North Korea. In the future, this study hopes that cooperation and

research on the development of integrated science and curriculum will occur along with the revitalization of educational exchange between North and South Korea from the perspective of the preparation for unification beyond the ideological conflict between them.

Key words: material area, North and South Korea, TIMSS 2023 assessment framework, 2013 nature science compulsory curriculum, 2022 revised science curriculum

I. 서 론

우리나라에서 북한의 교육과정과 교과서를 확보하는 것이 어렵기 때문에(Noh, 1999; Park *et al.*, 2004; Shin, 2018a) 북한의 새로운 교육과정이나 교과서가 국내에 반입될 때마다 관련된 연구들이 진행되고 있다. 남북한의 평화적인 통일이 궁극적인 목적이라면 그에 대한 노력으로 남북한의 교육정책, 교육과정, 교과서 등에 관한 연구는 지속해서 이루어져야 한다(Na, 2019; Shin, 2018a; Shin & Shin, 2021). 북한 2013 교육강령과 관련된 연구는 총론 비교 연구(Kim, 2016), 교사용 지도서와 관련된 연구(Jeong & Na, 2020), 교육과정과 교과서의 정책에 관한 연구(Kim *et al.*, 2015), 과학과 일부 영역에서 남북한 교육과정과 교과서에 대한 비교 연구(Shin & Shin, 2017; Shin, 2018b; Sim & Yang, 2020), 북한 교과서의 탐구 경향성 분석(Yang & Sim, 2021) 등의 연구가 있었다. 하지만 이들 연구는 남한의 교육과정이나 교과용 도서와의 비교 연구로 남북한이 국제 수준의 과학과 목표를 얼마나 반영하는지에 대해서는 밝히지 못하였다. 남북한은 장기간의 분단으로 인해 학제나 교육과정 구성에서 많은 차이점이 있다. 국제 수준의 평가틀을 활용하는 것은 연구 관점이나 연구자에 따른 연구의 제한점을 극복하고 남북한 특정 국가에 치우치지 않기에 보다 신뢰성과 타당도를 갖춘 연구 결과를 도출할 수 있을 것이다. 따라서 남북한 과학과 교육과정과 교과서 비교 연구에서 기존의 연구 방법과 더불어 국제 수준의 평가틀을 활용한 연구가 필요하다.

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study; 이하 TIMSS)는 수학·과학 성취도의 국제 비교 평가이다. TIMSS는 참여 나라의 초등학교 4학년과 중학교 2학년 학생들의 수학·과학 교과목의 성취 수준을 파악하고 그동안의 추이 변화 분석을 통해 각 나라에 적용된 교육과정을 평가하여 그 질을 향상하는 데 목적이 있다(Kim & Lim, 2019; Mullis & Martin, 2018; Mullis *et al.*, 2020). TIMSS는 1995

년에 시작하여 4년마다 시행되고 있으며 TIMSS 2023은 8번째 평가이다(IEA, 2023). TIMSS 평가틀은 세계 60여 개 나라의 수학 및 과학교육 전문가들의 합의로 만들어진 국제 공통 기준이자 현재의 수학과 과학교육에서 추구하고 있는 가치가 반영된 목표이다(Kim & Kim, 2021). 따라서 TIMSS 평가틀의 목표는 시행 대상 학년인 4학년과 8학년 학생들이 알아야 하는 최소 필수 내용 지식이라 할 수 있다(Kim *et al.*, 2014).

TIMSS의 평가틀은 참여한 국가들의 수학·과학과 교육과정과 국제사회의 상황을 반영하기 위해 지속해서 개선 과정을 거쳐왔다. TIMSS의 평가틀은 분석 결과를 활용하여 과학과 교육과정을 개선하거나(KOFAC, 2011), ‘과학교육 종합계획’ 수립을 위한 진단 자료로 활용하는 데 사용되기도 하였다(Sang *et al.*, 2016). TIMSS는 성취도 추이를 파악하기 위해 평가 주기마다 평가틀을 수정·보완한다(Kwak, 2017). TIMSS 2023 평가틀은 TIMSS 2019와 유사하지만, 디지털 환경에서 평가되는 상황과 국가들의 교육과정과 목표를 반영하여 개선되었다(IEA, 2023). 우리나라는 2022년에 2022 개정 교육과정을 개발하였고 2024년부터 1~2학년군, 2025년에 3~4학년군, 2026년에 5~6학년군으로 순차적으로 적용된다. 따라서 개선된 TIMSS 2023 평가틀을 활용하여 남북한의 개정된 과학과 교육과정을 분석할 필요가 있다.

2022 개정 교육과정에서는 교사와 학생이 함께 만들어 가는 교육과정을 추구하고 있다(MOE, 2022a). 특히 2025년부터 적용되는 학교 자율시간에는 학교나 교사가 주체적으로 새로운 과목을 개설하여 운영할 수도 있다. 새로운 과목을 개설하기 위해서는 현장 교사들에게 세계교육 동향을 파악하는 능력, 현행 교육과정을 국제 수준에서 이해하는 능력, 새로운 과목에 적합한 성취 기준을 개발하는 능력, 학년 및 학급별 교육과정과 내용을 재구성하는 능력 등이 요구된다. 따라서 TIMSS와 같은 국제 수준을 기준으로 우리나라 교육과정을 분석하는 것은 현장 교사들에게 교육

과정의 이해를 도울 뿐 아니라 교육과정을 개선하는 데에도 많은 시사점을 제시할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 남한 2022 개정 과학과 교육과정과 북한 2013 자연과 교육강령의 초등 물질 영역을 학년군별로 비교하였고 TIMSS 2023 물질 영역의 목표 반영을 분석하였다. 이를 통해 남북한 교육과정에서 물질 영역 내용의 범위와 수준을 비교하여 차기 과학과 교육과정 개발에 대한 시사점을 도출하였다. 또한 남북분단의 현실에서 남북한 통일을 대비한 통합교육과정을 구상하고 계획하는 데에도 시사점을 제시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 남한 2022 개정 과학과 교육과정과 북한 2013 자연과 교육강령을 연구 대상으로 하였다. 2022 개정 과학과 교육과정의 영역은 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명’, ‘지구와 우주’, ‘과학과 사회’로 5개이다(MOE, 2022b). TIMSS 2023 4학년 물질 내용의 목표는 ‘자석의 인력과 척력’, ‘질량/무게’, ‘열전도성과 전기전도성’ 등을 ‘물질의 성질’의 주제에 포함한다(IEA, 2023). 이에 따라 TIMSS 평가틀을 활용한 물질 영역의 분석은 남북한의 물리 영역의 일부 내용 요소를 함께 분석해야 한다. 현재 우리나라에서 수집한 최근 북한 과학과 교육과정은 ‘제1차 전반적 12년제 의무 교육강령(2013)’이다. 이 중에서 소학교 자연 과목과 관련된 교육과정을 본 연구에서는 ‘북한 2013 자연과 교육강령’이라고 한다. 북한 2013 자연과 교육강령에서는 ‘탐구활동’, ‘생물과 환경’, ‘우리 주위의 물질’, ‘천체’, ‘생활 속의 과학’, ‘건강한 우리 몸’의 6개 주제로 교육 내용을 제시하였고 각 주제에 관한 내용의 범위와 수준을 기술하였다(BOE, 2013; Shin & Shin, 2017). 북한 2013 자연과 교육강령에서 남한의 물질 영역과 관련된 주제는 ‘우리 주위의 물질’이고, ‘전기와 자기’, ‘질량/무게’, ‘열전도성과 전기전도성’과 관련된 내용을 ‘생활 속의 과학’ 주제에서 다룬다.

따라서 남북한 물질 영역의 학년별 비교는 남한의 ‘물질’ 영역과 북한의 ‘우리 주위의 물질’을 대상으로 하였고, TIMSS 2023 초4 물질 영역 평가틀을 활용한 분석은 남한의 ‘물질’과 ‘운동과 에너지(일부)’, 북

Table 1. Research Subject

구분	북한	남한
교육과정	2013 자연과 교육강령	2022 개정 과학과 교육과정
학년별 비교	우리 주위의 물질	물질
TIMSS 2023	우리 주위의 물질 + 생활 속의 과학(일부)	물질 + 운동과 에너지(일부)

한의 ‘우리 주위의 물질’과 ‘생활 속의 과학(일부)’를 대상으로 하였다(Table 1).

2. 분석 방법

1) 남북한 학년군별 물질 내용 분석

북한의 소학교는 5년제지만, 남한의 초등학교는 6년제이다(Jo *et al.*, 2016). 또한 남한은 학년군으로 성취 기준을 제시하였기에 남북한 교육 내용을 학년에 따라 비교하는 데에는 제한점이 있다. 남북한의 생명과학 내용을 분석한 선행연구(Shin & Shin, 2021)에서는 2015 개정 과학과 교육과정의 내용 체계표를 활용하여 남한의 초등학교 3~4학년군과 북한 소학교 1~3학년, 남한의 5~6학년군과 북한 소학교 4~5학년을 비교하였다. 남북한 학제가 다른 상황이기에 본 연구에서도 동일한 방법으로 남북한 물질 영역의 내용 요소를 분석하였다. 북한에서 사용하는 교육 용어에 대한 이해를 돕기 위해 본 연구 결과에서는 북한 교육강령에서 사용한 용어를 그대로 사용하였다.

2) TIMSS 2023 평가틀을 활용한 분석

가. TIMSS 2023 4학년 물질 영역 평가틀

TIMSS 평가틀은 평가할 주제를 나타내는 내용 영역과 평가할 사고 과정을 나타내는 인지 영역으로 구성되어 있다. TIMSS 2023 4학년의 내용 영역은 생명과학 45%, 물상과학(물리+화학) 35%, 지구과학 20%로 구성되어 있고, 인지 영역은 알기 40%, 적용하기 40%, 추론하기 20%로 구성되어 있다(IEA, 2023). 본 연구에서는 남북한의 초등학교 물질 영역을 비교하는 것으로 TIMSS 2023의 과학과 내용 영역 평가틀에서 4학년 물질 영역의 목표만을 사용하였다(Table 2).

물질의 성질과 분류 주제는 ‘물질의 상태와 각 상태의 특징적인 차이점’, ‘물질 분류의 기초가 되는 물질의 성질’, ‘자석의 인력과 척력’의 소주제로 구성되

Table 2. TIMSS 2023 elementary 4th grade topics and goals in the material area

주제	소주제	내용 목표	코딩
물질의 성질과 분류	1. 물질의 상태와 각 상태의 특징적인 차이점	A. 물질의 세 가지 상태를 확인하고(identify) 설명한다(describe).	1-A
	2. 물질 분류의 기초가 되는 물리적 성질	A. 물리적 성질을 기준으로 물체와 물질을 비교하고 분류한다.	2-A
		B. 금속의 성질을 확인하고 그 성질을 금속의 이용과 관련짓는다.	2-B
3. 자석의 인력과 척력		C. 혼합물의 예와 물리적으로 분리할 수 있는 방법을 설명한다(describe).	2-C
		A. 자석에는 두 개의 극이 있으며 같은 극은 밀어내고 반대 극은 끌어당긴다는 것을 안다(recognize).	3-A
물질의 변화	4. 일상생활에서 관찰되는 물리적 변화	B. 자석은 일부 금속 물체를 끌어당기는 데 사용될 수 있음을 안다.	3-B
		A. 다른 성질을 지닌 새로운 물질을 생성하지 않는 물질의 변화를 확인한다.	4-A
		B. 가열이나 냉각에 의해 물질의 상태가 다른 상태로 변화할 수 있음을 안다. 물의 상태변화를 설명한다(describe).	4-B
5. 일상생활에서 관찰되는 화학적 변화		C. 주어진 양의 물에 고체 물질을 빠르게 용해하는 방법을 확인한다. 간단한 용액의 약한 농도와 강한 농도를 구별한다(distinguish).	4-C
		A. 다른 성질을 지닌 새로운 물질을 생성하는 물질의 변화를 확인한다.	5-A

어 있다. 물질의 성질과 분류 주제의 범위와 예는 다음과 같다(IEA, 2023).

1-A 목표의 범위는 고체는 일정한 모양과 부피를 갖고, 액체는 일정한 부피는 있지만 일정한 모양은 없으며, 기체는 일정한 모양이나 부피가 없다는 것이다. 2-A 목표에서 물질의 성질은 질량·무게, 부피, 물질의 상태, 열전도성과 전기전도성, 물에 뜨거나 가라앉는 성질, 자석에 끌리는 성질을 의미한다. 하지만, 초등학교 4학년 학생들의 수준을 고려하여 질량과 무게를 구별하는 것은 요구하지 않는다. 2-B 목표에서 금속의 성질은 전기전도성 및 열전도성을 말하고, 이러한 성질을 이용한 금속의 이용은 구리 전선, 철 냄비 등을 의미한다. 2-C 목표에서 혼합물의 분리 방법은 체로 거르기, 여과, 증발, 자석의 인력을 의미한다.

물질의 변화는 ‘일상생활에서 관찰되는 물리적 변화’, ‘일상생활에서 관찰되는 화학적 변화’의 소주제로 구성되어 있다. 4-A 목표에서 다른 성질을 지닌 새로운 물질을 생성하지 않는 물질의 변화는 알루미늄 캔을 녹이거나 분쇄하는 것을 말한다. 4-B 목표에서 물의 상태변화는 용해, 응고, 끓음, 증발, 응결을 말한다. 4-C 목표에서 고체 물질을 빠르게 용해하는 방법은 온도를 높이는 것, 저어 주는 것, 고체를 더 작은 조각으로 부수는 것 등을 말한다. 간단한 용액의 농도는 설탕 한 덩어리와 두 덩어리로 단맛을 낸 물을 구별할 수 있는 능력을 의미한다. 5-A 목표에서 물질의 화학적 변화는 부패, 음식 부패, 연소, 녹스는 것

등을 말한다.

나. TIMSS 2023 평가들에 의한 분석 방법

TIMSS 2023 평가들에 따른 남북한 물질 영역의 내용 관련성은 소주제별 평가 목표의 내용을 반영한 정도를 기준으로 네 가지 수준으로 분석하였다(Table 3). 남북한 물질 영역의 내용에서 TIMSS 2023 물질 영역 소주제별 평가 목표의 내용을 모두 반영하였으면 ‘●’ 기호로 표시하였다. TIMSS 2023 물질 영역 평가 목표의 내용을 전반적으로 다루지만, 목표의 범위나 구체적인 예를 일부 다루지 않았을 때는 ‘●’ 기호로 표기하였다. TIMSS 2023 물질 영역 소주제별 평가 목표의 내용을 전반적으로 다루지 않았지만, 목표의 범위나 예의 일부만을 다룰 때는 ‘△’ 기호로 나타냈다. 마지막으로 TIMSS 2023 물질 영역 소주제별 평가 목표의 내용을 전혀 반영하지 않았다면 ‘☆’ 기호로 표기하였다.

남북한 물질 영역의 내용 분석에는 초등과학교육을 전공한(석사학위) 현장 교사 4명과 초등과학교육

Table 3. Reflection of content

수준	내용	표시
모두 반영	평가 목표의 내용을 모두 반영	●
대부분 반영	평가 목표의 내용을 다루나 일부 범위나 예시를 다루지 않음	●
일부 반영	평가 목표의 범위나 예시의 일부만을 다룸	△
미반영	평가 목표를 반영하지 않음	☆

전문가 1명이 참여하였다. 분석자들은 먼저 분석 기준에 따라 각자 분석하였고, 이견이 있는 내용에 대해서는 상호 협의 과정을 거쳤다. 북한 교육강령에서 사용하는 과학 용어와 문장 진술의 이해가 명확하지 않을 때는 북한의 교육강령에 따라 개발된 소학교 자연 교과서를 추가 근거로 활용하여 협의하였다. 남한은 2022 개정에 따른 과학 교과서를 개발 중이므로 기존 2015 개정 초등 과학 교과서를 활용하였다. 마지막으로 분석자들의 최종 합의 과정을 통해 연구 결과를 도출하였다. 본 연구에서 사용한 북한 교육강령 및 소학교 교과서, 연구의 방법 등으로 인해 연구 결과의 해석에 제한점이 있다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 남북한 학년군별 물질 내용 분석

1) 물질의 성질 주제 분석

물질의 성질 주제에 대한 남북한 학년군별 교육 내용은 Table 4와 같다.

북한 소학교 1학년에서는 자연 사물과 물체를 구성하는 성분이나 물질을 구분하도록 한다(BOE, 2013). 교육 내용의 범위와 수준은 주변(집, 교실, 학교, 부모들이 일하는 곳)의 물체(학용품, 교구비품, 여러 가지 제품)와 물체를 이루는 물질을 알고 전체와 부분의 관계를 표현하는 것이다. 물질의 예로는 철, 나무, 비닐을 다룬다. 북한 소학교 2학년에서는 물과 공기가 사람뿐만 아니라 동식물에게 있어서 꼭 필요한 물질이고 우리의 생활과 관련하여 물과 공기를 보호하는 방법을 다룬다(BOE, 2013). 교육 내용의 범위와 수준은 물과 공기가 우리 생활에 피해를 주는 사례를

알아보고 사람이 건강하게 살기 위해 환경을 깨끗이 하는 한두 가지의 방법을 말하는 것이다.

북한 소학교 3학년에서는 우리 주변에서 공기와 물의 존재를 알고 물리적 성질을 탐구한다(BOE, 2013). ‘공기의 물리적 성질’에서는 색·냄새·맛이 없고 공기의 부피, 압력, 무게를 실험으로 알아본다. 공기의 흐름으로 바람의 의미를 알아보고 우리 생활에서 공기의 쓰임새를 찾게 하며 공기 오염의 예와 보호 방법을 3가지 정도 말하게 한다. ‘물의 물리적 성질’은 색·냄새·맛이 없고, 자기의 고유한 모양이 없으며 스며들고 흐르는 성질을 가지고 있다는 수준이고 감각기관의 관찰과 실험을 통해 알아보게 한다. ‘물에 뜨고 가라앉는 리치’에서는 주변 물체 중에서 물에 뜨는 것을 찾고, 물에 뜬다는 것은 물체의 질량이 그 물체에 의해 밀려난 물의 질량보다 작을 때이며 물체가 가라앉는 것은 물체의 질량이 그 물체에 의해 밀려난 물의 질량보다 클 때라는 것을 실험으로 알게 한다. 마지막으로 땅의 특성과 생물 관계에서는 식물을 심어서 가꿀 수 있는 토양을 찾게 한다.

북한 소학교 4학년에서는 열과 관련한 공기와 물, 금속의 성질들을 다룬다(BOE, 2013). 교육 내용의 범위와 수준은 여러 가지 금속의 열전도 차이를 비교하는 실험을 통해 열전도가 좋은 물질과 나쁜 물질을 주위에서 찾게 한다. 금속 열전도 실험은 금속 막대기에서 열전달 과정을 직관적으로 관찰하는 것이고 이를 통해 가정에서 사용하는 도구들의 제작 특징과 이용 과정을 찾게 한다. 그리고 공기와 물의 열전달은 간단한 대류 실험을 보여줌으로써 학생들이 인식하게 한다. 마지막으로 하루 동안 일정한 시간 간격으로 공기, 땅, 물의 온도를 측정·기록하고 공기, 땅, 물의 온도 변화 과정을 서로 비교하여 말하게 한다.

Table 4. Content analysis of material properties domain

북한 1~3학년	남한 3~4학년군	북한 4~5학년	남한 5~6학년군
<p>(소학교 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물체와 물질 <p>(소학교 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물과 공기가 생활에 미치는 영향 • 물과 공기의 보호 <p>(소학교 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공기의 물리적 성질 • 공기의 오염과 보호 • 물의 물리적 성질 • 물에 뜨고 가라앉는 리치 • 땅의 특성과 생물 관계 	<ul style="list-style-type: none"> • 물체와 물질 • 물질의 성질과 분류 • 물질의 세 가지 상태 • 물질의 성질을 이용한 쓰임새 • 기체의 무게 • 기체의 종류와 성질 	<p>(소학교 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 금속의 열전달과 다른 물질들의 열전달 • 공기의 열전달 • 물의 열전달 • 공기, 땅, 물의 온도 변화 과정 <p>(소학교 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물 오염과 정화 방도 • 대기오염과 정화 방도 • 오물 회수 가치 	<ul style="list-style-type: none"> • 용액, 용매, 용질, 용해 • 용액의 진하기 • 용액의 쓰임새 • 혼합물의 분리

북한 소학교 5학년에서는 우리 주변의 생태환경이 어떻게 오염되고 파괴되는지 알아보고 자연환경을 보호하는 방법을 탐구한다(BOE, 2013). 교육 내용의 범위와 수준은 물 오염과 정화하는 방법, 간이정수기 만들기, 대기오염의 원인과 식물의 가치, 가정이나 학교에서 생기는 오물의 이용 가치를 다룬다.

남한 3~4학년군 ‘물체와 물질’ 단원에서는 물체를 이루는 여러 가지 물질의 성질을 비교하고 물질의 종류에 따라 물체를 분류하는 활동을 한다(MOE, 2022b). 남한에서는 물질의 세 가지 상태(고체, 액체, 기체)를 관찰하고 비교하는 성취 기준이 있지만, 북한에서는 물과 공기의 물리적 성질만 소학교 3학년에서 다루고 있다. 액체와 기체의 물리적 성질을 알아보는 활동은 유사한 수준이었다. 남한에서 다루는 물질은 나무, 철, 유리, 플라스틱 등이었다. 북한에서는 물질의 쓰임새를 알아보는 수준이지만, 남한은 다양한 물질의 성질을 이용하여 쓰임새 있는 물체를 설계하는 활동을 제시하였다. ‘여러 가지 기체’ 단원에서는 기체의 무게, 온도나 압력에 따른 기체의 부피 변화, 일상생활에 이용되는 기체의 종류와 성질을 조사한다(MOE, 2022b). 반면에 북한 소학교 3학년 공기의 물리적 성질에서는 온도에 따른 기체 부피의 변화를 다루지 않는다.

남한 5~6학년군 ‘용해와 용액’ 단원에서는 용해 전과 후의 무게, 용질의 종류와 물의 온도에 따른 물에 녹는 용질의 양, 용액의 진하기 비교, 일상생활에서 용액의 쓰임새를 다루고 있다(MOE, 2022b). ‘혼합물의 분리’ 단원에서는 알갱이의 크기가 고체 혼합물과 골고루 섞이지 않는 액체 혼합물의 분리, 용해와 물의 증발에 의한 분리, 혼합물의 분리를 이용한 과학기술 사례 조사를 다룬다. 2015 개정 교육과정에서는 고체 혼합물의 분리를 강조하였지만(MOE, 2015), 2022 개정에서는 물, 기름과 같이 액체 혼합물을 함께 다룬다. 혼합물의 분리를 이용한 과학기술의 조사는 생태전환교육과 디지털 소양 교육과 연계가 될 수 있도록 안내하고 있다. 혼합물의 분리 단원은 2015 개정에서 3~4학년군이었지만, 2022 개정에서는 5~6학군에 편제되어 있다. 또한 2022 개정에서는 고체 혼합물의 분리에서 자석의 성질을 이용한 분리는 다루지 않는다.

남북한 차이점으로 북한은 소학교 자연에서 물과 공기의 보호, 공기와 물의 오염, 땅의 특성과 생물 관

계, 물 오염과 정화 방도 등과 같이 환경 보호와 관련된 교육 내용을 저학년에서부터 ‘우리 주위의 물질’ 주제에서 다루고 있다는 것이다. 북한의 생명과학 내용을 분석한 선행연구(Shin & Shin, 2021)에서 북한 소학교는 남한에 비해 환경과 생태계 관련 내용을 많이 다룬다고 했는데 북한 소학교 ‘우리 주위의 물질’ 주제에서도 환경과 생태계 관련 교육 내용이 반영되었다는 것을 알 수 있다. 반면 남한 2022 개정 과학과 교육과정의 각 성취 기준은 생태전환교육, 디지털 소양 교육, 민주시민 교육과의 연계성을 강조하고 있음을 알 수 있다. 또한 북한 소학교 ‘우리 주위의 물질’ 주제에서는 ‘혼합물의 분리’와 ‘용해와 용액’의 일부 내용을 다루지 않았다. 이와 관련된 교육 내용은 북한 초급중학교 1학년에서 다루고 있다(Jo et al., 2016).

2) 물질의 변화 주제 분석

물질의 변화 주제에 대한 남북한 학년군별 교육 내용은 Table 5와 같다.

북한 소학교 3학년 ‘물에 풀리는 과정’에서는 물에 용해되는 물질을 찾아보고 소금물과 과일 단물의 특징을 알게 한다(BOE, 2013). 하지만 북한 교육과정과 소학교 3학년 교과서(Jo et al., 2014)에서는 용액의 진하기를 다루지 않는다. ‘물에 빨리 풀리는 방법’에서는 휘젓기와 열주기 등의 조작을 진행하면서 물질이 물에 빨리 풀리는 정도를 비교하게 하였다. 또한 소학교 3학년 자연 교과서에는 굵은소금을 가루소금으로 갈아서 비교하는 실험이 반영되어 있었다.

북한 소학교 4학년에서는 열과 관련된 물과 공기, 금속의 성질들을 초보적으로 인식하고 주변에서 쉽게 보는 열전달, 열불음(열팽창) 현상을 찾고 응용할 수 있게 한다(BOE, 2013). 교육 내용의 범위와 수준은 물의 끓기, 열기, 얼음 녹이기, 수증기의 상태변화를 실험으로 탐구한다. ‘수증기의 상태변화’에서는 이슬, 안개, 서리, 구름, 비, 눈, 우박에 대한 표상을 다룬다. ‘물의 순환’에서는 강, 바다, 비, 눈, 구름, 해, 화살표 등의 모형들을 가지고 물의 순환과정을 학생들이 직접 도식한다. ‘물의 열불음’에서는 물과 얼음의 체적 관계를 알아보고 알코올 온도계와 같은 사례를 찾아 말하게 한다. ‘공기의 열불음’은 찌그러진 탁구공과 고무공 등을 따뜻한 물에 담그는 실험 활동으로 다룬다. ‘금속의 열불음’은 실험을 통해 확인하고

Table 5. Content analysis of material change domain

북한 1~3학년	남한 3~4학년군	북한 4~5학년	남한 5~6학년군
<p>(소학교 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물에 풀리는 과정 • 물에 빨리 풀리는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 물의 상태변화(응고, 용해, 증발, 끓음, 응결) • 온도와 압력에 따른 기체의 부피 변화 	<p>(소학교 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물의 끓기, 얼기, 얼음 녹이기, 증발 • 수증기의 상태변화 • 물과 공기의 열불음 성질과 이용 • 금속 열불음 성질 • 물의 순환 과정 <p>(소학교 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물질이나 물체를 태울 때 변화 • 화재의 원인과 대책 • 산유나 김치 • 식료품을 썩지 않게 보관하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 물에 녹는 용질의 양에 영향을 미치는 요인 • 지시약을 이용한 분류 • 산성과 염기성 용액의 성질 • 산성과 염기성 용액을 섞을 때의 변화 • 산성과 염기성 용액의 이용 • 산성화와 생태계에 미치는 영향 • 물질의 성질이 달라지는 변화와 달라지지 않은 변화 • 연소 조건 • 연소 생성물과 생태계에 미치는 영향

금속 온도에 따른 체적변화와 이와 관련된 생활의 문제를 찾아 해결하는 방법까지 알아본다.

북한 소학교 5학년 ‘생활 속의 과학’ 주제에서는 ‘불타기(연소)’와 화재에 대한 초보적인 표상을 갖게 하고 가정생활에서 볼 수 있는 산화와 부패 현상의 실례들과 그 이용 및 방지 대책들을 다룬다(BOE, 2013). 교육 내용의 범위와 수준은 여러 가지 물질이나 물체(예: 초, 나무, 석탄, 종이 등)를 태울 때 태우기 전과 태운 후의 상태를 기록하고 변화를 알게 한다. 또한 북한의 주요 자원인 석탄에 대해서도 알아본다. 화재의 원인과 대책에서는 화재의 원인과 위험성을 찾아보고 화재방지 대책을 말할 수 있게 한다. ‘산유(요구르트)와 김치’에서는 그 맛을 알아보고 이를 만들기 위해서는 미생물이 필요하다는 것과 온도에 따라 익는 시간이 다르다는 것을 콩우유 실험으로 탐구한다. 식료품을 썩지 않게 보관하는 방법에서는 미생물이 살 수 없는 환경과 관련하여 그 방법들을 말하게 한다.

남한 3~4학년군 ‘물의 상태변화’ 단원에서는 물이 세 가지 상태로 변할 수 있음을 알고 응고, 용해, 증발, 끓음, 응결할 때의 변화를 관찰한다. 이 단원에서는 생태전환교육과 연계하여 물의 중요성과 물 부족 현상을 다루고 물을 얻는 여러 가지 사례나 장치를 조사하여 물을 얻을 수 있는 장치를 창의적으로 고안하게 하였다(MOE, 2022b).

남한 5~6학년군 ‘용해와 용액’ 단원에서는 물에 녹는 용질의 양에 영향을 미치는 요인을 용질의 종류와 온도로 탐구한다. ‘산과 염기’ 단원에서는 지시약을 이용한 여러 가지 용액의 변화 관찰, 산성과 염기

성 용액 분류, 산성과 염기성 용액의 성질 탐구, 산성과 염기성 용액을 섞었을 때의 변화, 산성과 염기성 용액의 이용, 산성화로 인한 환경의 피해 사례를 조사한다. 산성화는 생태전환교육과 연계하여 산성비, 해양 산성화, 토양 산성화 등으로 인한 생태계의 피해 사례를 중심으로 한다. ‘물질의 연소’ 단원에서는 물질의 성질이 달라지는 변화와 달라지지 않는 변화의 비교, 연소 현상 관찰, 연소의 조건, 연소 후 생성물, 연소 과정에서 물질의 성질 변화를 다룬다. 생태전환교육과 관련해서는 연소 생성물 중 이산화탄소로 인한 피해 사례를 조사하게 한다.

남북한의 차이점으로 북한 소학교에서는 ‘산과 염기’를 다루지 않는다. 반면 북한은 물에 물질을 빨리 용해하는 방법과 금속의 열불음을 교육 내용으로 다루고 미생물에 의해 산유나 김치가 만들어진다는 것과 온도 조건에 따른 음식의 발효를 실험으로 다룬다. 남한에서는 용매에 용질을 많이 용해하는 방법만을 다루고 있다.

2. TIMSS 2023 평가들에 따른 남북한 물질 내용 분석

1) 물질의 성질 주제 분석

TIMSS 2023 물질 영역 평가들에 의한 남북한 물질의 성질 주제의 교육 내용은 Table 6과 같다.

1-A 목표는 물질의 세 가지 상태를 확인하고 설명하는 것이며 고체, 액체, 기체의 성질을 다루어야 한다. 북한 소학교 1학년 ‘물체와 물질’, 2학년 ‘물과 공기가 생활에 미치는 영향’에서는 1-A의 목표를 일부

Table 6. Analysis of material properties and classification areas

소주제	목표	북한 소학교					남한	
		1	2	3	4	5	3~4	5~6
1. 물질의 상태와 각 상태의 특징적인 차이점	1-A	△	△	●	●	●	●	●
	2-A	☆	☆	◎	●	●	△	◎
2. 물질 분류의 기초가 되는 물리적 성질	2-B	☆	☆	△	●	●	△	●
	2-C	☆	☆	☆	☆	☆	☆	◎
3. 자석의 인력과 척력	3-A	☆	☆	●	●	●	●	●
	3-B	☆	☆	●	●	●	●	●

※ ●: 모두 반영, ◎: 대부분 반영 △: 일부 반영, ☆: 미반영

만 다루고 있었다. 북한 소학교 3학년에서 공기와 물의 물리적 성질을 알아보는 실험을 통해 액체와 기체의 성질을 학습한다. 북한 2013 교육강령에서 고체, 액체, 기체와의 비교에 대한 언급은 없었지만, 소학교 3학년 교과서를 근거로(Fig. 1) 고체의 성질 또한 학습한다고 연구자들은 판단하였다. 따라서 북한 소학교 3학년부터 1-A의 목표는 모두 반영되었다고 할 수 있다. 남한은 3~4학년군 ‘물체와 물질’ 단원의 [4과 05-02] 성취 기준에서 물질의 고체, 액체, 기체 성질을 관찰 비교할 것을 제시하였기에 초등 3학년부터 모두 반영된 것으로 분석하였다.

2-A 목표는 물리적 성질을 기준으로 물체와 물질을 비교하고 분류하는 것이다. 물질의 성질 예는 질량·무게, 부피, 물질의 상태, 열전도성과 전기전도

성, 물에 뜨거나 가라앉는 성질, 자석에 끌리는 성질이다. 북한 소학교 3학년 ‘우리 주위의 물질’ 주제에서는 물에 뜨거나 가라앉는 성질을 다루고 ‘생활 속의 과학’ 주제에서 전기가 통하는 금속을 찾는 활동에서 물질의 전기전도성만 다루고 있다. 따라서 북한 소학교 3학년은 2-A 목표를 대부분 다룬다고 평가하였다. 그리고 북한 소학교 4학년에서 금속·공기·물의 열전달에 대한 내용 요소가 있었기에 북한 소학교 4학년은 2-A 목표를 모두 반영한다고 분석하였다.

남한 초등 3~4학년군의 운동과 에너지 영역 ‘힘과 우리 생활’ 단원에서 무게를 다루지만, 질량·열전도성·전기전도성에 대해서는 다루지 않는다. 물에 뜨거나 가라앉는 성질은 교육과정에서 다루지 않는다. 하지만 2015 개정 과학 교과서에서 ‘여러 가지 물질로 만들어진 물체가 물에 뜨는지 가라앉는지 확인’하는 활동을 제시한 것을 볼 때(MOE, 2021) 2022 개정 과학 교과서에서도 이를 반영할 것으로 판단된다. 따라서 남한 3~4학년군은 2-A 목표를 일부 반영하고 있다고 분석하였다. 남한 초등 5~6학년군 ‘열과 우리 생활’ 단원에서는 전도·대류·복사를 내용 요소로 다루었고 ‘전기의 이용’ 단원에서 도체와 부도체 내용이 있었기에 남한 초등 5~6학년군에서는 2-A 목표를 대부분 반영으로 분석하였다. 남한은 밀도 및 부력과 관련된 개념은 초등학교에서 다루지 않고 중학교에서 다룬다.

2-B 목표는 금속의 성질을 확인하고 그 성질을 금속의 이용과 관련시키는 것이다. 금속의 성질은 전기전도성 및 열전도성을 의미하고 이러한 금속의 용도는 구리 전선, 철 냄비 등을 말한다. 북한 소학교 3학년에서는 전기전도성을 다루기에 2-B 목표를 일부 반영으로 평가하였다. 북한 소학교 4학년에서는 금속의



되새겨보지요

1 다음의 표를 읽어보고 옳은 곳에는 ○, 틀린 곳에는 ×로 표시하십시오.

	물	물	공기
자리를 차지한다	○		
모양을 가진다		×	
무게를 가진다			
흐른다			
압축할 수 있다			
합성을 가진다			

Fig. 1. Physical properties of air

열전달과 관련된 내용을 제시하였기에 북한 소학교 4학년은 2-B의 목표를 모두 반영한다고 분석하였다.

남한 초등 3~4학년군 ‘물체와 물질’ 단원에서는 물질의 예로 철을 제시하였고 다양한 물질의 성질을 이용한 쓰임새에서 금속의 이용을 일부 다룬다. 하지만 열전도성과 전기전도성은 제시하지 않았기에 남한 초등 3~4학년군은 2-B 목표를 일부 반영하였다. 남한 초등 5~6학년군 ‘열과 우리 생활’ 단원에서는 전도, 대류, 복사를 다루고 ‘전기의 이용’ 단원에서 도체와 부도체를 다룬다. 따라서 남한 초등 5~6학년군에서는 2-B 목표를 모두 반영한 것으로 분석하였다.

2-C 목표는 혼합물의 예와 물리적으로 분리할 수 있는 방법을 설명하는 것이고 혼합물의 분리 방법은 체로 거르기, 여과, 증발, 자기 인력을 포함한다. 북한 소학교에서는 혼합물의 분리를 초급중학교에서 다루기 때문에 미반영으로 평가하였다. 남한 초등 5~6학년군 ‘혼합물의 분리’ 단원에서는 모래와 자갈의 혼합물 분리하기, 물과 기름의 혼합물 분리하기, 소금과 모래의 혼합물 분리하기를 탐구활동으로 제시하였다. 하지만 2015 개정에서 고체 물질을 자석으로 분리하는 활동이 2022 개정에서는 제시되지 않았다. 따라서 남한 초등 5~6학년군에서는 2-C 목표를 대부분 반영한 것으로 분석하였다.

3-A 목표는 자석이 두 개의 극이 있고 같은 극끼리는 서로 밀어내고 반대 극끼리는 서로 끌어당긴다는 것을 아는 것이다. 3-B 목표는 자석이 일부 금속 물체를 끌어당기는 데 사용될 수 있음을 아는 것이다. 북한 소학교 3학년 ‘생활 속의 과학’ 주제에서 자석은 철로 만들어진 물체를 끌어당긴다는 것과 자석의 같은 극과 다른 극끼리 상호작용을 탐구로 제시하였다. 남한 3~4학년군 자석의 이용 단원에서도 3-A 목표 내용을 모두 다루고 있다. 따라서 북한은 소학교 3학년, 남한은 3~4학년군에서 3-A 목표를 모두

반영하였다.

전체적으로 북한이 남한보다 TIMSS 2023 물질의 성질 목표를 더 잘 반영한다는 것을 알 수 있다. 북한은 ‘혼합물의 예와 물리적으로 분리할 수 있는 방법’을 소학교에서 다루지 않기에 2-C 목표를 반영하지 않는 것으로 나타났다. 남한은 7차 교육과정에서 나선형 교육과정을 강조하였지만, 2007 개정부터 수시 개정이 이루어지면서 교육부에서 20% 내용을 줄이는 정책을 펴고 있다. 이에 따라 기존의 성취 기준이 삭제되거나 같은 학교급에서 고학년 또는 상위 학교급으로 이동하다 보니 교육 내용이 줄어든 것으로 판단된다. 이에 따라 7차 교육과정에서는 물질의 열팽창에서 고체, 액체, 기체 모두 다루었으나 현재는 물질의 열팽창을 다루지 않는다. 따라서 우리나라에서 과학과 교육 내용의 축소가 계속 진행된다면 TIMSS와 같은 국제 수준의 과학과 목표의 반영도는 더 낮아질 것으로 예상된다.

2) 물질의 변화 주제 분석

TIMSS 2023 물질 영역 평가틀에 의한 남북한 물질의 변화 주제의 교육 내용은 Table 7과 같다.

4-A 목표는 다른 성질을 지닌 새로운 물질을 생성하지 않는 물질의 변화를 확인하는 것이다. 물리적 변화의 예는 알루미늄 캔을 녹이거나 분쇄하는 것을 말한다. 북한 소학교 3학년에서는 물질을 물에 용해하는 것과 빈 통조림 캔과 찌그러진 통조림 캔의 뜨고 가라앉는 실험, 물에 빨리 풀리는 방법에서 굵은 소금을 가루소금으로 만드는 것을 다루기 때문에 북한 소학교 3학년은 4-A 목표를 대부분 반영한다고 평가하였다. 북한 소학교 4학년에서 물의 상태변화, 금속의 열불음 성질 실험 등을 다루기에 북한 소학교 4학년부터는 4-A의 목표를 모두 반영으로 분석하였다. 남한은 초등 3~4학년군 ‘물체와 물질’ 단원에서

Table 7. Analysis of material change areas

소주제	목표	북한 소학교					남한	
		1	2	3	4	5	3~4	5~6
4. 일상생활에서 관찰되는 물리적 변화	4-A	☆	☆	●	●	●	△	●
	4-B	☆	☆	☆	●	●	●	●
	4-C	☆	☆	●	●	●	☆	△
5. 일상생활에서 관찰되는 화학적 변화	5-A	☆	☆	☆	☆	●	☆	●

※ ●: 모두 반영, ●: 대부분 반영 △: 일부 반영, ☆: 미반영

는 ‘한 가지 물질이 여러 가지 상태로 존재한다는 것은 다루지 않는다.’고 하였고, 물의 상태변화 단원에서는 물의 상태변화를 관찰 가능한 수준에서만 다룬다고 하였다. 따라서 남한 초등 3~4학년은 4-A 목표를 일부 반영한 것으로 평가하였다. 남한 초등 5~6학년군 용해와 용액 단원에서는 용해 현상을 관찰하지만, 찌그러짐이나 분쇄와 같은 물리적 변화를 다루지 않기에 대부분 반영된 것으로 분석하였다.

4-B 목표는 가열이나 냉각에 의해 물질의 상태가 다른 상태로 변화할 수 있음을 아는 것이고 물의 상태변화는 용해, 응고, 끓음, 증발, 응결을 말한다. 북한 소학교 4학년에서는 물의 끓기, 얼기, 얼음 녹이기, 증발, 수증기 상태변화를 다루고 있었다. 남한 3~4학년군 ‘물의 상태변화’ 단원에서는 응고, 용해, 증발, 끓음, 응결의 내용을 다루고 있다. 따라서 북한은 소학교 4학년, 남한은 3~4학년군에서 4-B 목표를 모두 반영한 것으로 분석하였다.

4-C 목표는 일정한 양의 물에 고체 물질을 빠르게 용해하는 방법을 확인하고 간단한 용액의 약한 농도와 강한 농도를 구별하는 것이다. 고체 물질을 빠르게 용해하는 방법은 온도를 높이는 것, 저어 주는 것, 고체를 더 작은 조각으로 부수는 것을 말한다. 북한 소학교 3학년에서 ‘물에 빨리 풀리는 방법’으로 휘젓기, 열주기 등의 조작 활동을 제시하였고, 소학교 3학년 교과서에서 굵은소금을 갈아서 가루소금을 용해

하는 실험을 제시하였다(Fig. 2). 하지만 용액의 진하기를 비교하는 활동을 다루지 않았기에 북한 소학교 3학년부터 4-C 목표를 대부분 반영한 것으로 평가하였다. 남한 초등 5~6학년군 ‘용해와 용액’ 단원에서는 용해 현상, 물에 녹는 용질의 양에 영향을 미치는 요인, 용액의 진하기를 다루고 있다. 하지만 일정한 양의 물에 고체 물질을 빠르게 용해하는 방법에 대해서는 다루지 않았기에 남한 초등 5~6학년군은 4-C의 목표를 일부 반영한 것으로 분석하였다.

5-A 목표는 물질의 화학적 변화를 관찰하고 확인하는 것이며 화학적 변화는 부패, 음식 부패, 연소, 녹스는 것을 의미한다. 북한 소학교 5학년 ‘생활 속의 과학’ 주제에서 연소에 대한 표상을 가지게 하고 가정생활에서 산화와 부패 현상의 실례를 다룬다. 따라서 북한 소학교 5학년은 5-A 목표를 모두 반영하였다. 남한 초등 5~6학년군 ‘산과 염기’ 단원에서 산성 용액과 염기성 용액을 섞을 때 변화와 산성화로 인한 환경의 피해 사례, ‘연소와 소화’ 단원에서 서로 다른 물질을 섞었을 때 물질의 성질이 달라지는 변화와 연소 현상을 다룬다. 따라서 남한 초등 5~6학년군에서는 5-A 목표를 대부분 반영하고 있다.

전체적으로 물질의 성질 주제와 유사하게 북한이 남한보다 TIMSS 2023 물질의 변화 목표를 더 잘 반영한다는 것을 알 수 있다. 이번 2022 개정 초등 과학과 교육과정은 초·중등 교육 내용의 연계, 총론의

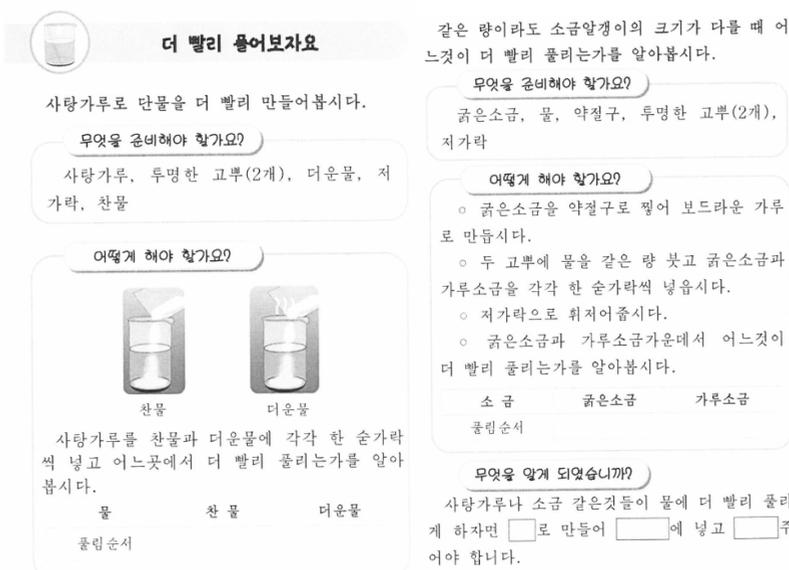


Fig. 2. Exploring 'how to quickly dissolve in water'

역량 강조, ‘과학과 사회’ 영역의 신설, 과학의 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 종합한 핵심 아이디어 도출, 생태전환교육·디지털 소양·민주시민 교육 반영 등에 중점을 두고 개발되었다(MOE, 2022b). 미래 사회에서 요구하는 역량과 시대적 상황을 교육 과정에 포함하기 위해서는 기존 과학과 영역의 내용 축소는 어쩔 수 없는 현실이다. 이러한 교육과정의 내용 축소가 학생들에게 미치는 영향은 앞으로 몇십 년 뒤에나 알 수 있을 것이다. TIMSS 평가들에 우리나라 초등학교 교육과정을 맞추는 필요는 없겠지만, TIMSS 평가들에 반영된 국제 동향을 고려하여 우리나라 초등학교 과학과 교육과정의 내용 전개 순서와 수준을 보완할 필요가 있다(Kwak, 2017). 따라서 지금부터라도 TIMSS와 같은 국제 수준의 비교 평가 결과와 목표의 일치 여부와 같은 기초 연구를 통해 앞으로 우리나라 과학과 교육과정이 나아가 할 방향을 재검토할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 남북한의 초등 과학과 교육과정에서 물질 영역의 교육 내용을 비교·분석하는 것이다. 남북한 학년군별 물질 영역의 비교는 남한 2022 개정 과학과 교육과정의 ‘물질’ 영역과 북한 2013 자연과 교육강령의 ‘우리 주위의 물질’ 주제를 대상으로 하였다. TIMSS 2023 물질 영역의 평가들을 활용한 분석은 남한 2022 개정 과학과 교육과정의 ‘물질’ 및 ‘운동과 에너지(일부)’ 영역과 북한 2013 자연과 교육강령에서 ‘우리 주위의 물질’ 및 ‘생활 속의 과학(일부)’ 영역을 대상으로 하였다. 본 연구의 결과에 따른 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 물질의 성질 주제에서 남북한의 교육과정에서 다루는 내용은 학년별로 적용 시기가 달랐고 내용의 범위와 수준에도 차이가 있었다. 북한은 혼합물의 분리와 용액의 진하기 등의 내용을 소학교에서 다루지 않았다. 하지만 남한에서 다루지 않는 금속의 열전도, 공기와 물의 오염, 환경 보호 등을 다루고 있었다. 남한은 혼합물의 분리를 2015 개정 3~4학년군에서 다루었지만 2022 개정에서는 5~6학년군에 편제하였으며 액체 물질의 분리 내용을 추가하였다. 그리고 북한의 물질 영역에서는 공기 및 물과 관련된 환경오염과 그 대책 방법에 대해서도 다루고 있었다.

전체적으로 남북한 물질 영역의 내용 요소와 적용 시기가 다르기에 남북한 통합 과학과 교육과정을 개발할 때는 이러한 점을 고려할 필요가 있다. 또한 학년이나 학년군에 따라 어떤 학습 내용을 먼저 학습하고 이후에 다룰 것인지에 대한 기초 연구를 통해 학년군별 학습 내용의 편제를 결정할 필요가 있다. 이러한 연구들은 학생들의 미래 역량과 관련되어야 할 것이고 교육과정을 개정하기 전부터 각 영역의 필수 교육 내용을 선정하기 위한 연구가 이루어져야 한다.

둘째, 물질의 변화 주제에서 북한은 ‘산과 염기’에 대한 내용을 소학교에서 다루지 않았다. 반면 북한에서는 금속의 열팽창, 물에 물질을 빨리 녹이는 방법은 다루고 있었다. 남한은 물에 물질을 빨리 녹이는 방법을 제시하지 않았다. 북한은 물질의 변화에서 요구르트나 김치와 같은 발효를 다루면서 미생물과의 관계를 다루었다. 남한은 산성화와 생태계, 연소 생성물이 생태계에 미치는 영향과 같이 생태전환교육과 관련한 내용이 두드러졌다. 북한의 최근 교육강령과 교과서를 모두 구할 수 없는 상황에서 단순 비교할 수 없지만, 북한의 소학교에서는 교육 내용과 실제 생활 상과의 연계를 중요시한다는 것을 알 수 있다. 남북한 통합 과학과 교육과정을 구성할 때는 물질의 변화 주제에서도 남북한 교육 내용의 차이점과 적용 시기를 고려해야 할 것이다.

셋째, TIMSS 2023 물질의 성질 평가들로 분석한 결과, 북한은 ‘물질 분류의 기초가 되는 물리적 성질’의 목표를 남한보다 더 잘 반영하고 있었다. 남한은 ‘물에 뜨거나 가라앉는 성질’을 다루지 않았고 ‘혼합물의 분리’가 5~6학년군으로 이동하면서 초등학교 4학년 물질 성질의 목표 반영도가 낮게 나타났다. 진화론적 관점에서 세계 학생들의 능력과 수준은 큰 차이가 없다고 가정할 수 있다. 이런 관점에서 각 나라의 과학과 교육과정과 국제 수준의 과학과 목표의 일치도가 학생들의 높은 과학 학업성취도를 보장하는 것은 아니지만, 남북한 모든 학생들에게도 국제 수준의 교육 내용을 같은 시기에 학습할 기회를 제공할 필요는 있다. 왜냐하면 불확실한 미래 사회에 요구되는 미래 역량에 대한 의견은 다를 수 있지만, 초등 학령기에 기초·기본교육은 나라와 인종에 차별 없이 균등하게 이루어져야 하기 때문이다.

넷째, ‘물질의 성질’ 분석 결과와 유사하게 북한이 남한에 비해 TIMSS 2023 ‘물질의 변화’ 주제의 목

표 반영도가 높았다. 그 원인은 남한에서 금속의 열팽창, 물질을 빠르게 용해하는 방법, 한 가지 물질이 여러 가지 상태로 존재하는 것 등을 다루지 않았기 때문이다. 학생들의 수준에 따라 교육의 내용과 수준은 달라야 한다. 하지만 예전과 달리 학생들은 어릴 때부터 책, 인터넷, TV, 영상자료 등에서 자신의 학령기에 해당하는 교육과정이나 교과서의 내용보다 훨씬 더 수준이 높은 과학 내용과 용어를 쉽게 접하고 있다. 우리나라와 같이 국가에서 주도하는 교육과정 체제에서는 이러한 학생들의 잠재적 교육과정을 잘 다루지 못한다는 아쉬움이 있다. 따라서 교육과정의 개발은 각 교과교육 전문가, 현장 교사뿐만 아니라 학교급이 다른 현장 교사, 기업가, 지역 인사와 단체, 특정 분야 전문가, 학부모 등과 같은 다양한 학습 주체가 함께 협력하여 개발할 필요가 있다.

결론적으로 남북한의 물질 내용 요소와 이를 적용하는 시기가 달랐고, TIMSS 2023의 목표 반영도는 북한이 남한보다 더 높은 것으로 나타났다. 이 연구의 결과가 차기 교육과정을 개발하거나 남북한의 과학 교육을 이해하는 데 기초 연구로 활용되기를 기대한다. 북한은 ‘제2차 전반적 12년제 의무교육 강령’을 2022년에 개정하였다(NKINFO, 2024). 국가에서는 북한의 최근 교육강령과 교과서를 적극적으로 수집하여 후속 연구가 이루어지도록 해야 할 것이다. 또한, 남한에서는 2022 개정 과학과 교육과정이 2025년부터 초등 3~4학년군에 적용된다. 따라서 TIMSS 2023 과학과 평가틀을 활용하여 2015 개정 과학과 교육과정과 2022 개정 과학과 교육과정을 국제 수준에서 비교하는 연구가 필요하다. 그리고 생명과학, 물리학, 지구과학 분야에서도 남북한과 관련된 비교 연구가 이루어질 필요가 있다. 마지막으로 남북의 이념적 대립을 넘어 평화 통일을 준비하는 관점에서 남북한의 교육 교류의 활성화와 더불어 남북한 통합 과학과 교육과정의 개발과 관련한 후속 연구들이 활발히 이루어지기를 바란다.

참고문헌

BOE (Board of Education). (2013). First General 12-Year Compulsory Education Act. Pyongyang: BOE.
IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). (2023). TIMSS 2023 Assessment Frameworks. Retrieved from <https://timssandpirls.bc.edu>

/timss2023/frameworks/index.html
Jeong, S., & Na, J. (2020). An analysis of the PCK components of science teacher's guidebooks for elementary school and middle school in North Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(4), 415-427.
Jo, J. A., Kwon, S. H., Kim, S. H., Na, G. S., Shin, D. H., Jeong, C. G., & Shin, W. S. (2016). A study on the development direction of the North and South Korea integrated curriculum through comparison of curriculum and textbooks in South and North Korea: Focused on Korean language, mathematics, English, science. Seoul: MOE, 173-216.
Jo, S. O., Shin, H. Y., Baek, J. G., & Park, B. C. (2014). Primary School Nature textbook 3 (pp. 1-159). Pyongyang: Education Book Publishing Company.
Kim, H. K., & Lim, H. J. (2016). Comparison of TIMSS 2019 Science Framework and Korean Middle School Science Curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(18), 1221-1242.
Kim, J. S. (2016). A comparative study of the recent revised curriculum frameworks in North and South Korea. *The Journal of Curriculum Studies*, 34(2), 47-67.
Kim, J. W., Kim, J. S., & Han, S. D. (2015). Policy changes related to the national curriculum and textbooks of North Korea. *Journal of Korean Education*, 42(4), 29-55.
Kim, S. J., Kim, M. Y., Park, J. H., Jeon, K. H., Kim, M. J., & Seo, J. H. (2014). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS 2015): A technical report of the TIMSS 2015 field survey and the results (KICE Research Report, RRE 2014-3-1). Seoul: KICE (Korea Institute for Curriculum and Evaluation).
Kim, S. K., & Kim, H. K. (2021). The relationship analysis of the Korean science curriculum with the physical science domains of the 4th grade TIMSS 2019. *Journal of Science Education*, 45(1), 1-10.
KOFAC (Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity). (2011). Research on Mathematics Curriculum for 2009 Revised Curriculum. Seoul: KOFAC.
Kwak, Y. S. (2017). Analysis of features of Korean fourth grade students' TIMSS science achievement in content domains with curriculum change. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(4), 599-609.
MOE (Ministry of Education). (2015). 2022 Revised Science Education Curriculum. Sejong: MOE.
MOE (Ministry of Education). (2021). Science 3-1. Seoul:

- Chunjae Education.
- MOE (Ministry of Education). (2022a). 2022 Revised General overview of elementary and middle school curriculum. Sejong: MOE.
- MOE (Ministry of Education). (2022b). 2022 Revised Science Education Curriculum. Sejong: MOE.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2018). TIMSS 2019 Progress Report. 5th Meeting of National Research Coordinators, Stockholm, Sweden, August 12-17, 2018. unpublished.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 international results in mathematics and science. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education and Human Development, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Na, G. S. (2019). A comparison study on 2015 mathematics curriculum of South Korea and 2013 mathematics Gyo-suyogang of North Korea. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 29(1), 17-43.
- NKINFO. (2024). Curriculum of North Korea. Retrieved from https://nkinfo.unikorea.go.kr/nkp/pge/view.do;jsessionid=rFoAZ8-BP4v4lG-wmy-klAduw8sNz_ZAYxyrllsf.ins12?menuId=CL403
- Noh, S. G. (1999). A comparative study of chemistry curriculum and textbooks in the middle school of South and North Korea. *Journal of Science Education*, 11, 15-42.
- Park, K. S., Jeong, E. J., Yang, I. H., & Park, K. T. (2004). A comparative analysis of the Science Curriculums and textbooks of middle school in South and North Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(3), 481-498.
- Sang, K., Kwak, Y., Park, J. H., & Park, S. (2016). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS): Findings from TIMSS 2015 for Korea. (Research Report RRE 2016-15-1). Seoul: KICE (Korea Institute for Curriculum and Evaluation).
- Shin, W. S. (2018a). An analysis of energy education contents and textbooks in the middle school science subject between South and North Korea. *Energy Climate Change Education*, 8(1), 33-46.
- Shin, W. S. (2018b). An analysis on energy-related units of science textbook in the third grade of North Korea primary school. *Energy Climate Change Education*, 8(2), 149-159.
- Shin, W. S., & Shin, D. H. (2017). The analysis of education contents related to energy in the elementary natural subjects of North Korea's 'The First Universal 12-year Compulsory Curriculum'. *Energy Climate Change Education*, 7(1), 105-117.
- Shin, W. S., & Shin, D. H. (2021). An analysis of South and North Korea elementary life science content and North Korea primary school 3rd, 5th grade life science units. *Biology Education*, 49(4), 508~520.
- Sim, J., & Yang, S. W. (2020). Comparative analysis of contents characteristics of North Korean higher-level middle school 1 biology and South Korea life science 1 textbook. *Biology Education*, 48(1), 48-62.
- Yang, S. W., & Sim, J. (2021). An analysis of elementary science textbooks for grades 3 in South and North Korea: Focused on inquiry tendency. *Biology Education*, 49(1), 69-80.

[†] 신성찬, 서울선린초등학교 교사(Sungchan Shin; Teacher, Seoul Sunrin Elementary School)