

한국, 미국, 호주 초등 수학 교과서의 자료와 가능성 영역에 제시된 과제 비교 분석: 인지적 요구 수준과 발문을 중심으로

박미미(경인교육대학교, 조교수) · 이은정(광주교육대학교, 부교수)†

이 연구에서는 한국, 미국, 호주 초등 수학 교과서의 자료와 가능성 영역에 제시된 과제의 인지적 요구 수준과 발문 유형을 비교·분석하였다. 과제의 인지적 요구 수준은 과제에서 요구하는 지식과 과정 및 사고 유형을 구분하여 분석하였고, 과제의 발문 유형과 더불어 과제의 정답 유형과 응답 유형을 분석하였다. 과제의 인지적 요구 수준을 분석한 결과, 세 나라 모두 과제의 지식과 과정의 측면에서는 '표현'이, 사고 유형의 측면에서는 '개념/기능적용'의 비율이 가장 높게 나타난다는 공통점이 있었다. 이 외에도 사고 유형의 측면에서 그래프 학습과 가능성 학습에 있어 세 나라 교과서 과제의 차이점을 발견하였다. 발문 유형을 분석한 결과, 세 나라 모두 '관찰 추론 발문'의 비율이 가장 높았고, 다음으로 '사실 발문'의 비율이 높게 나타난다는 공통점이 있었다. '구성 발문'의 경우, 미국과 호주 교과서 과제와 우리나라 교과서 과제에 제시된 특징이 다르게 나타났다. 분석 결과에 비추어 초등학교 자료와 가능성 영역에서의 교과서 과제 구성에 대한 시사점을 제시하였다.

I. 서론

교과서는 학생의 학습과 교사의 수업 설계 모두에 중요한 토대가 되며(권하나, 김구연, 2021), 이에 따라 교과서에 포함된 수학 과제는 수업을 통해 학생이 가지게 될 학습 기회와 경험을 결정짓는 중요한 요소 중의 하나라고 볼 수 있다. 수학 교과서 과제가 학습에 지대한 영향을 미칠 수 있다는 인식과 함께 국내에서도 교과서 과제를 분석하는 연구들이 꾸준히 수행되어 오고 있다. 초등학교 수학 교과서 과제를 분석

한 연구들에는 과제의 인지적 요구 수준을 분석한 연구(예를 들어, 구미영, 이광호, 2015), 발문을 분석한 연구(예를 들어, 도주원, 2021a; 2021b; 2022a; 2022b; 조가은, 박만구, 2021) 등이 있다.

과제의 인지적 요구 수준을 분석한 국내 연구의 대부분은 Stein 외(2000)가 개발한 수학 과제의 인지적 요구 수준 분석틀을 사용하였는데, 주로 중학교 수학 교과서를 대상으로 분석이 이루어졌으며 초등학교 수학 교과서 과제를 분석한 연구는 많지 않다. 그중 초등학교 1-2학년군 길이 단원에 포함된 과제를 분석한 구미영과 이광호(2015)는 인지적 요구 수준이 낮은 암기형 과제에서부터 인지적 요구 수준이 높은 과제까지 다양한 수준의 과제들이 교과서에 포함되어 있으나, 일부 과제들은 문제 제시 방식이나 삽화로 인해 인지적 요구 수준이 더 쇠퇴하는 경우가 있어서 과제를 재구성하여 수업을 실행할 필요가 있다고 주장하였다. 이와 유사하게, 5-6학년군 수학 교과서 과제를 분석한 이은정(2022)은 높은 수준의 과제일지라도 과제에 포함된 하위 발문 유형에 따라 그 과제의 인지적 요구 수준이 낮아질 가능성이 있기 때문에 과제의 발문 구성에 주의를 기울일 필요가 있음을 언급한 바 있다. 또한 초등학교 3-4학년군 도형 단원의 수학적 추론 과제의 인지적 요구 수준을 분석한 나귀수 외(2023)는 중간 정도의 인지적 요구 수준을 갖는 연결성 있는 절차 과제의 비율이 가장 높았다는 점은 강점이라고 볼 수 있으나, 인지적 요구 수준이 높은 수학 행하기 과제의 비율이 가장 낮은 것으로 나타나 학생들이 풍부한 수학적 사고를 경험할 기회를 충분히 얻지 못한다는 점은 개선이 필요하다고 지적하였다.

발문을 분석한 국내 연구 중 조가은과 박만구(2021)는 한국과 미국 초등학교 수학 교과서 도형 영역의 발문 유형을 비교 분석하였으며, 그 결과 한국 교과서는 개념 학습과 관련된 구체적인 조작 활동을 제

* 접수일(2024년 4월 19일), 심사(수정)일(2024년 5월 7일), 게재확정일(2024년 5월 30일)

* MSC2020분류 : 97U20

* 주제어 : 과제 분석, 인지적 요구 수준, 발문 유형, 자료와 가능성, 초등 수학 교과서

† 교신저자 : ejlee0529@gnu.ac.kr

시하는 제안적 발문의 비중이 높았던 반면, 미국 교과서는 개념 적용을 위한 적용적 발문의 비중이 높은 것으로 나타났다. 또한 한국 교과서는 미국 교과서보다 개방적 발문이 더 많았지만, 비판적 사고력과 관련된 판단적 발문은 더 적은 것으로 나타나 비판적 사고력을 기를 수 있는 발문이 보완될 필요가 있음을 보여주었다. 이와 더불어 초등학교 수학 교과서의 다섯 가지 내용 영역 각각에 제시된 발문의 특성을 분석한 도주원(2021a; 2021b; 2022a; 2022b)의 연구에서는 모든 영역에서 추론 발문의 비율이 가장 높았고 사실 발문이나 열린 발문의 비율은 내용 영역과 학년군별로 다르게 나타났으며, 발문의 기능 또한 영역별 학년군별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 조가은과 박만구(2021)와 도주원(2021a; 2021b; 2022a; 2022b)의 연구는 교과서 과제의 발문뿐만 아니라 활동 안내 발문 등을 모두 포함하고 있어서 두 연구를 통해 과제의 특징으로서 발문의 유형을 파악하기는 어렵다. 이에 수학 교과서 과제에서 사용하는 발문만을 대상으로 과제의 특징을 분석해 볼 필요가 있다.

앞서 살펴본 선행연구들은 초등학교 수학 교과서 과제의 인지적 요구 수준 혹은 발문 유형이 내용 영역에 따라 다를 수 있음을 보여주었다. 이는 특정 내용 영역에서 요구되는 수학적 지식과 사고가 무엇이며, 이것이 교과서 과제에 어떻게 구현되어 있는지를 면밀하게 분석할 필요가 있다는 점을 시사한다. 한편, 최근 우리나라 수학과 교육과정에서는 초등학교 수준에서 확률과 통계의 교수·학습 방법을 변화시키고자 하는 시도가 있었다(이경화 외, 2022). 이러한 교육과정의 의도가 충실히 실행으로 연결되기 위해서는 교사와 학생 모두에게 중요한 영향을 미치는 교과서의 과제와 발문 등이 어떻게 구성되어 있는지를 분석하고 이로부터 개선점을 도출할 필요가 있다. 특히 선행연구(구미영, 이광호, 2015; 이은정, 2022)에서 주장한 바와 같이 과제의 인지적 요구 수준이 과제에 포함된 발문 유형에 따라 변화될 가능성이 있다는 점을 고려하면 과제의 인지적 요구 수준과 발문 유형을 함께 살펴볼 필요가 있다. 이에 본 연구는 자료와 가능성 영역의 지도 방안을 탐색한 선행연구들을 검토하여 자료와 가능성 영역의 특성을 파악하고, 이를 토대로 한국, 미국, 호주 초등학교 수학 교과서의 자료와 가능성 영역에 포함된 과제의 인지적 요구 수준과 발문

유형을 비교·분석함으로써 우리나라 수학 교과서 과제를 구성하는 데 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

1) 한국, 미국, 호주의 초등 수학 자료와 가능성 영역의 교과서 과제에서 요구하는 인지적 요구 수준은 어떠한가?

2) 한국, 미국, 호주의 초등 수학 자료와 가능성 영역의 교과서 과제에 제시된 발문의 특성은 어떠한가?

II. 이론적 배경

1. 수학 과제 분석에 관한 선행연구

가. 과제에서 요구하는 인지적 요구 수준

수학 과제에서 요구하는 인지적 요구 수준에 대하여 Son(2012)은 인지적 복잡성(cognitive complexity)의 폭과 깊이로 구분하여 분석하였다. 인지적 복잡성의 폭은 학생들이 수학 문제를 풀 때 사용하는 수학적 지식의 유형 혹은 수학적 과정의 종류를 나타내는 것으로 ‘개념적 지식’, ‘절차적 지식’, ‘수학적 추론’, ‘표현’, ‘문제해결’의 다섯 가지로 구분된다. 개념적 지식은 개념 그 자체에 대한 답을 요구하는 것이고, 절차적 지식은 알고리즘을 수행하도록 하는 것이다. 이때 추론이나 정당화는 요구하지 않는다. 수학적 추론은 문제를 해결하는 과정 중에 추론과 정당화를 요구하는 것이고, 표현은 다이어그램이나 그림을 해석하거나 문제해결을 위해 나타내도록 하는 것이며, 문제해결은 전략을 활용하여 문장제 문제를 해결하는 것이다.

인지적 복잡성의 깊이는 지식의 수준에 따라 ‘회상/재생산’, ‘개념/기능의 적용’, ‘전략적 사고’, ‘확장적 사고’의 네 수준으로 구분된다. 인지적으로 낮은 수준인 1수준에 해당하는 회상/재생산은 정의, 용어, 성질 등을 회상하거나, 알고리즘이나 공식의 적용을 요구하는 경우를 의미한다. 2수준인 개념/기능의 적용은 수학적 모델을 사용하여 수학적 개념을 표현하거나, 여러 개념이 필요한 정형문제 혹은 기준에 따라 절차를 선택하고 수행하면서 해결될 수 있는 경우를 의미하는 것으로, 인지적으로 중간 정도의 수준이다. 3수준에 해당하는 전략적 사고는 문제해결을 위해 추론이나 증거의 사용을 포함한다. 추측 및 검증하기, 정답이 하나 이상일 때 자신의 생각 설명하기, 비정형 문제의

해결을 위해 개념 사용하기, 문제풀이 방법을 기술하기, 비교하기, 대조하기 등이 그 예이다. 4수준인 확장적 사고는 복합 추론을 요구하는 것으로, 수학적 개념을 실생활 문제나 수학의 다른 내용 영역과 관련짓고, 수학적 모델을 설계하여 추상적 혹은 실제적 상황의 문제를 해결할 수 있는 경우를 말한다. 3수준과 4수준은 인지적으로 높은 수준으로 분류된다.

이러한 분석틀을 활용하여 Son(2012)은 우리나라 7차 및 2007 개정 수학 교과서와 미국의 개혁 기반 수학 교과서의 분수의 덧셈과 뺄셈 내용의 과제를 비교·분석하였다. 그 결과, 우리나라 2007 개정 수학 교과서에 제시된 과제는 7차 교과서에 제시된 과제보다 개념적 지식과 수학적 추론, 표현을 요구하는 과제의 비율이 더 높았고, 인지적으로 높은 수준의 과제의 비율도 더 높게 나타났다. 그러나 미국 교과서는 한국 교과서보다 개념적 지식, 표현, 문제해결을 요구하는 과제의 비율이 더 높았고, 3수준과 4수준 과제 등 인지적으로 높은 수준의 과제를 더 많이 포함하고 있었다.

동일한 분석틀을 사용하여 우리나라 2015 개정 초등학교 5-6학년 수학 교과서에 제시된 과제의 지식과 과정 및 사고 유형을 분석한 이은정(2022)에 따르면, 우리나라 수학 교과서 과제에서 요구하는 지식과 과정은 모든 교과서에서 수학적 추론이 가장 높은 비율로 나타났다. 또한 다섯 가지 내용 영역 모두에서도 수학적 추론을 요구하는 비율이 가장 높게 나타났고, 나머지는 내용 영역에 따라 다소 다르게 나타났다. 수와 연산 및 측정 영역에서는 수학적 추론 다음으로 절차적 지식을 요구하는 비율이 높게 나타났으나, 규칙성과 자료와 가능성 영역에서는 수학적 추론 다음으로 표현을 요구하는 비율이 높게 나타났다. 사고 유형의 경우, 5-6학년군 교과서 모두에서 개념과 기능의 적용을 요구하는 2수준 과제가 가장 비율이 높았고, 높은 인지적 요구 수준의 과제의 비율이 상당히 낮게 나타났는데 이러한 결과는 Son(2012)에서의 결과와 유사하다. 내용 영역별로 분석했을 때에도 개념과 기능의 적용이 가장 높은 비중을 차지하였고, 모든 내용 영역에서 높은 수준의 과제의 비율이 상당히 낮게 나타남을 확인할 수 있었다. 이에 이은정(2022)은 높은 인지적 요구 수준의 과제들도 교과서에서 다루어주면서 학생들의 다양한 사고를 촉진시킬 수 있는 기회가 제공되어야 함을 주장하였다.

나. 발문의 유형

수학 수업에서 교사는 학생들에게 다양한 발문을 제공하면서 학생이 수학적으로 사고할 수 있는 기회를 제공한다. 수업 시간에 학생들이 수학적 개념을 구성하고 의사소통하게 되는 지식의 종류는 교사의 발문에 영향을 받으므로(Moyer & Milewicz, 2002) 교사는 신중하게 발문을 고안하고 제공해야 한다. 발문에 대한 선행연구들은 수업에서 제공하는 교사 발문의 유형을 다양하게 범주화하고 있다. 예를 들어, Sahin과 Kulm(2008)은 교사 발문의 유형을 학생들에게 자신의 사고를 설명하거나 자신의 아이디어를 정당화하도록 하는 발문인 '탐색 발문(probing questions)*', 일반적인 전략을 생각해 보도록 하거나, 절차를 완성하는데 도움이 되는 힌트를 제공하는 발문인 '안내 발문', 구체적인 사실이나 정의를 묻는 발문인 '사실 발문'의 세 가지로 구분하여 제시하고 있다.

이 외에도 Vacc(1993)은 '사실 발문', '추론 발문', '열린 발문'을 중심으로 교사 발문을 세분화하였다. 이때 사실 발문이란 학생들이 특정 수학적 사실을 알고 있는지 여부를 확인하기 위해 묻는 발문이다. 예를 들어, 주어진 도형의 이름을 묻거나, 주어진 도형과 합동인 도형을 찾으려 하는 발문 등과 같이 학생들이 이전에 학습했던 내용을 상기하여 해결할 수 있는 발문이 사실 발문에 해당한다. 이와 달리 추론 발문은 학생들이 논리적으로 정보를 조직하거나 기억으로부터 구성/재구성하도록 하는 것으로, '단힌 추론 발문', '열린 추론 발문', '관찰 추론 발문'으로 구분된다. 단힌 추론 발문은 하나의 정확한 정답만을 요구하지만, 열린 추론 발문은 하나 이상의 답을 요구한다. 예를 들어, 사각형 세 개를 제시한 후 "이 세 도형은 왜 삼각형이 아닌가?"와 같은 발문은 열린 추론 발문에 해당하는 것이다. 이와 달리 관찰 추론 발문은 학생들에게 주어진 자료를 해석하도록 하는 발문이다. 예를 들어, 유사하게 생긴 직사각형 두 개를 제시한 후 "제시된 두 도형 중 더 큰 도형은 무엇인가?"와 같이 묻는 것이 이에 해당한다. 마지막으로 추론을 요구하지 않는 열린 발문(open questions not calling for reasoning)은 수용될 수 있는 다양한 답변을 요구하는

* 도주원(2021b)과 같은 선행연구에서는 '조사 발문'으로 번역하고 있으나, 본 연구에서 '조사 발문'은 다른 의미로 사용되므로 '탐색 발문'으로 번역한다.

발문으로 교사가 새로운 개념을 소개할 때 학생의 생각에 대한 정보를 얻기 위해 제공할 수 있는 발문이다. 이와 같은 교사 발문의 유형은 교사들이 수업에서 활용하는 교과서 과제의 발문 유형을 분석하는 데에도 사용될 수 있다.

예를 들어, Vacc(1993)에서 분류한 발문의 유형을 중심으로 우리나라 2015 개정 초등학교 5-6학년군 수학 교과서 과제의 발문을 분석한 이은정(2022)은 각 학기별로 사실 발문의 비율이 가장 높고, 추론 발문, 열린 발문의 순으로 비율이 높음을 확인하였다. 도주원(2021a; 2021b; 2022a; 2022b) 역시 Vacc(1993)에서 분류한 발문의 유형에 따라 우리나라 수학 교과서의 내용 영역별 발문의 유형을 분석하였다. 이중 도주원(2021a)은 자료와 가능성 영역에서의 발문의 유형별 기능을 함께 분석하였는데, 자료와 가능성 영역의 교과서에서 추론 발문은 수학적으로 올바른 판단을 돕는 기능, 수학적 추론을 돕는 기능, 문제의 추측과 발명 및 해결을 돕는 기능으로 작용함을 확인하였다. 이외에도 사실 발문은 수학적 이해를 돕는 기능, 수학적으로 올바른 판단을 돕는 기능으로, 추론을 요구하지 않는 열린 발문은 문제의 추측, 발명, 해결을 돕는 기능 및 수학적 지식이나 아이디어 등을 연결하도록 돕는 기능으로 작용하였다(도주원, 2021a). 이처럼 발문의 유형별로 작용하는 기능이 서로 다르므로, 자료와 가능성 영역의 교과서 과제가 어떠한 발문을 활용하고 있는지 파악하는 것은 학생들이 교과서 과제의 해결을 수행함에 따라 함양할 수 있는 다른 기능이나 역량을 가늠해 보는데 도움이 될 수 있다.

2. 자료와 가능성에 관한 선행연구

2015 개정 수학과 교육과정부터 초등학교에서는 ‘확률과 통계’ 대신 ‘자료와 가능성’이라는 영역명을 사용하고 있다. 가능성으로의 영역명 변경은 초등학교에서는 형식적인 확률 개념 학습보다는 확률 개념 형성에 필요한 직관의 형성에 초점을 두고자 하는 의도가 반영된 것이며, 자료라는 영역명은 기존 통계 학습에서 자료의 수동적인 처리를 다루는 것에서 벗어나 통계의 주요 활동인 자료의 수집, 분류, 정리, 해석의 모든 과정을 경험하도록 하고자 하는 의도를 보여준다(유현주 외, 2019). 다시 말해 2015 개정 교육과정에

서의 영역명의 변경은 어떻게 가르칠 것인가, 즉, 확률과 통계 영역의 교수·학습 방법을 어떻게 바꿀 것인가에 대한 고민이 반영된 것임을 알 수 있다. 교수·학습 방법에서의 변화를 추구한 이러한 교육과정의 의도가 충실히 실행으로 연결되기 위해서는 먼저 자료와 가능성 영역의 교과서 과제와 활동, 발문 등이 어떻게 구성되어 있는지를 살펴보고 이로부터 지도 방안에 대한 시사점을 도출할 필요가 있다.

가능성과 관련하여 고은성과 탁병주(2022)는 우리나라 초등학교에서 가능성이 어떻게 지도되고 있는지를 분석하였다. 분석 결과, 초등학교에서 가능성은 직관적인 수준에서만 다루어지고 있으며, 자료를 기반으로 추론하고 판단하는 경험은 제공되지 않았다. 또한 확률적 사고 발달에 필요한 무작위성과 등확률성에 대한 아이디어도 초등학교에서는 제대로 다루어지지 않고 있다. 반면, 박상욱 외(2014)에 따르면, 미국 초등학교 교과서에서는 독립과 무작위성에 대한 학생들의 이해를 중요하게 다루고 있는데, 학생들의 오개념이 드러날 수 있는 과제를 활용하여 독립과 무작위성에 대한 아이디어를 학습할 기회를 제공하는 것으로 나타났다. 가능성의 지도 방안을 탐색한 장혜원 외(2021)는 학생들의 가능성에 대한 이해를 높이기 위해서는 변경된 조건에서 가능성 판단하기, 제시된 가능성의 상황 선택하기와 구성하기 등 다양한 상황에서 가능성을 탐구할 수 있는 과제와 발문이 우리나라 초등학교 교과서에 포함될 필요가 있다는 점을 언급하였다.

그래프는 통계적인 결정과 판단을 내리는 데 사용될 수 있는 기본적인 수단이라는 점(우정호, 2017)에서 통계교육에서 중요한 학습 요소라고 볼 수 있다. 탁병주(2020)는 그래프 학습의 한 측면인 그래프 작성과 관련하여 그래프의 틀을 분석하였는데, 통계 그래프의 틀은 학생들을 그래프의 구성요소에 주목하도록 하며 직접 손으로 그래프를 쉽게 그릴 수 있도록 하는 역할을 한다. 그의 연구 결과에 따르면, 우리나라에서는 초등학교 내내 표 형태의 그래프 틀만 사용하고 있으나, 호주에서는 저학년 때는 표 형태의 그래프를 사용하고 학년이 올라가면서 축 형태의 틀로 점차 변화시켜 제시하고 있다. 이는 우리나라의 초등학교에서 그래프를 그릴 때 공학 도구보다는 학생들이 직접 그리는 활동이 주를 이루고 있기 때문으로 보인다.

그래프 학습의 또 다른 측면인 그래프 이해와 관련하여 황현미와 방정숙(2007)은 학생들의 그래프 이해 수준을 조사하였다. 그들은 선행연구를 토대로 학생들의 그래프 이해를 ‘자료 읽기’, ‘자료 사이의 관계 찾기’, ‘자료 해석하기’, ‘상황 이해하기’의 네 측면으로 나누어 살펴보았다. 그 결과, 학생들은 그래프에서 바로 찾을 수 있는 정보를 묻는 자료 읽기 과제와 그래프에 제시된 자료 사이의 관계를 묻는 과제에서는 높은 성취도를 보였으나, 자료 이면의 정보를 해석하고 추론하도록 요구하는 과제와 제시된 그래프를 보고 상황을 만들거나 주어진 상황에 적합한 그래프를 찾도록 하는 과제에서는 낮은 성취도를 보였다. 이자미와 고은성(2019)의 연구에서도 이와 유사한 결과가 확인되었다. 자료 사이의 관계 찾기 과제, 자료 해석하기 과제, 상황 이해하기 과제에서 학생들의 오류가 많이 나타났는데, 이는 학생들이 자료에 근거하지 않고 주관적인 생각이나 경험에 의존하여 문제를 해결하려고 했기 때문이었다.

다른 한편으로, 한국과 호주의 초등 수학 교과서에 제시된 자료 영역의 그래프를 분석한 고은성(2020)의 연구에서는 한국 교과서는 그래프의 구성요소를 학습한 후 그래프에 나타난 자료를 해석하는 것에 초점을 두고 있으나, 호주 교과서는 그래프를 해석하는 것에서 나아가 그래프에 제시되지 않은 정보를 그래프를 통해 알아내도록 하는 것을 다루고 있는 것으로 나타났다. 이와 유사하게, 통계적 소양의 관점에서 우리나라 초등 수학 교과서를 분석한 김서영(2020)은 그래프로부터 알 수 있는 내용을 말하도록 하는 문제는 교과서에 많이 제시되어 있었지만, 자료를 토대로 결론을 추론하고 그것을 평가하는 단계까지 나아가도록 구성되어 있지는 못하다는 점을 언급하였다. 지금까지 살펴본 그래프 이해와 관련된 선행연구 결과는 자료 해석하기와 상황 이해하기 과제에서 겪는 학생들의 어려움은 초등학교에서의 그래프 학습 경험과 관련이 있음을 말해준다. 따라서 그래프 이해와 관련된 과제들이 어떻게 구현되어 있는지 여러 교과서를 자세하게 분석해 볼 필요가 있다.

III. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구를 위해 한국의 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 국정 수학 교과서(교육부, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021i, 2021j, 2021k, 2021l), 미국의 CCSSM 기반의 교과서인 Go Math!(Dixon et al., 2015a, 2015b, 2015c, 2015d, 2015e, 2015f), 호주의 국가 교육과정 8.4판에 따른 교과서인 Australian Signpost Maths(McSevency et al., 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2018e, 2018f, 2018g, 2018h)를 선정하였다. 미국은 K-12학년 통계 교육에 대한 일관적인 틀을 만들고 이를 토대로 체계적인 통계 교육과정을 제시하고 있으며, 호주는 통계 교육학자들이 연구를 수행하면서 학교 통계교육의 방향과 내용을 결정하는데 영향을 미치고 있으므로(한국통계진흥원, 2017), 이 두 나라의 교과서 과제를 분석하는 것은 우리나라 자료와 가능성 영역의 교과서 과제 구성을 위한 시사점을 제공하는데 의미가 있다고 생각하여 선정하였다.

한국의 경우 2022 개정 교육과정에 따른 교과서가 아직 1, 2학년만 출판되었기 때문에 2015 개정 교육과정에 따른 교과서를 선정하였다. 2015 개정 교육과정에 따른 교과서는 국정 1종, 검정 10종이 출판되었지만, 1학년부터 6학년까지 전체 학년을 다루고 있는 교과서는 국정 교과서 하나였기 때문에 2015 개정 초등학교 수학 교과서 중 국정 교과서를 선정하였다. 미국 교과서는 CCSSM 기반의 교과서 중 미국 내에서 많이 사용되는 교과서였기 때문에(Sahm, 2015) 선정하였고, 호주 교과서는 분석 당시 최신판인 교과서를 선정하였다. 분석의 범위는 우리나라 초등학교 1-6학년에 해당하는 호주의 F-6학년과 미국의 K-5학년(정영옥 외, 2016)이다.

각 교과서 내 분석 대상의 선정은 다음과 같이 이루어졌다. 한국 교과서의 경우 ‘본 차시’, ‘도전 수학/놀이 수학/생각 수학’, ‘얼마나 알고 있나요’, ‘탐구 수학’에 제시된 모든 과제를 분석하였다. 미국과 호주 교과서에서는 한국 교과서의 분석 내용에 대응될 수 있는 차시에 속한 모든 과제를 분석 대상으로 하였다. 미국의 경우, ‘Instruction’, ‘본 차시’, ‘Mid-Chapter Checkpoint’, ‘Practice and Homework’, ‘Review/Test’로 구성되어 있으나, ‘본 차시’, ‘Mid-Chapter

Checkpoint', 'Practice and Homework'만을 분석하였으며, 호주 교과서는 '본 차시'와 'Progress Test'로 구성되어 있으나 '본 차시'만을 분석하였다.

2. 분석 방법

세 나라의 수학 교과서 과제를 분석하기 위해 Son(2012)에서 제시한 과제 분석 틀을 활용하였다. 이 틀에 따르면 과제의 인지적 요구 수준 중 지식과 과정은 '개념적 지식', '절차적 지식', '수학적 추론', '표현', '문제해결'로 구분되고, 사고 유형은 '회상/재생산', '개념/기능 적용', '전략적 사고', '확장적 사고'로 구분된다. 이중 지식과 과정은 하나의 과제에 둘 이상의 요소가 요구될 때 중복코딩하였다. 예를 들어, [표 1]과 같은 호주 6학년 교과서 과제에서는 이원화된 표에 제시된 정보를 읽고, 주어진 정보 외의 것을 추측하도록 하고 있으며, 표에 제시된 정보를 활용하여 막대그래프를 완성하도록 하고 있다. 이에 지식과 과정은 '표현'과 '수학적 추론'으로 중복코딩하였다. 또한 사고 유형의 측면에서는 주어진 자료와 관련된 추론을 통해 요구하는 질문을 해결하도록 하고 있으므로 '전략적 사고'로 코딩하였다.

[표 1] 교과서 과제의 코딩 예시

과제 예시

1 This two-way table shows the results of a survey conducted with 50 boys and 50 girls. If one of those surveyed is chosen at random, find the probability that the person will be:

a a girl b a man

c a girl who does not like cheese

d a boy who likes cheese

e a child who does not like cheese

f If this is a sample of a school that has 500 boys and 500 girls, estimate the number of students who don't like cheese.

g Use the table data to complete the graph.

	Boys	Girls
like cheese	30	40
don't like cheese	20	10
like Vegemite	25	20
don't like Vegemite	25	30

$$\text{Probability Number} = \frac{\text{Total Number}}$$

(호주, 6학년: McSeveny et al., 2018f, p. 150)

번호	발문 유형	정답 유형	응답 유형
1a	사실	폐쇄적	답만
1b	사실	폐쇄적	답만
1c	관찰	폐쇄적	답만
1d	관찰	폐쇄적	답만
1e	관찰	폐쇄적	답만
1f	단힌추론	폐쇄적	답만
1g	구성	폐쇄적	답만

각 과제에서 하위 과제가 존재하는 경우, 발문 유형, 정답 유형, 응답 유형은 하위 과제에서 코딩하였으며, 그 예시는 [표 1]과 같다. 과제에서 제시하는 발문의 특징을 분석하기 위해 Vacc(1993)에서 제시하는 발문 유형인 '사실 발문', '추론 발문(단힌 추론, 열린 추론, 관찰 추론)', '열린 발문'을 사용하였는데, 이러한 분류에 해당하지 않은 발문들이 상당수 존재하였다. 이에 본 연구에서는 '조사 발문'과 '구성 발문'을 추가하여, 학생에게 직접 '조사'를 요구하는 발문은 '조사 발문'으로([그림 10], [그림 11] 참조), 수집한 자료를 표나 그래프로 나타내는 등 주어진 자료 집합에 대한 자료 표현을 완성하거나 구성하도록 하는 발문은 '구성 발문'으로 분류하였다([그림 7] 참조). 정답 유형의 경우, 정답이 하나인 경우를 '폐쇄형', 정답이 여러 개인 경우를 '개방형'으로 구분하여 분석하였고, 응답 유형의 경우, '답만 제시', '답과 풀이 과정 제시', '답과 이유 제시' 및 '이유만 제시'로 분석하였다. 예를 들어, [표 1]에 제시된 과제에서 하위 발문은 7개이므로 발문 유형, 정답 유형, 응답 유형은 각 하위 발문마다 코딩하였다. 발문 유형의 경우, 하위 발문 1a와 1b는 주어진 정보로부터 확률을 구할 수 있는지를 확인하고 있으므로 '사실 발문'으로 코딩하였고, 하위 발문 1c, 1d, 1e는 주어진 표를 해석하고 추론을 통해 답을 구하도록 하고 있으므로 '관찰 추론'으로 코딩하였다. 하위 발문 1f의 경우 표본의 정보를 알고 있을 때, 모집단의 특징을 추론하도록 하고 있으므로 '단힌 추론'으로, 하위 발문 1g는 주어진 표를 통해 선 그래프를 완성하도록 하고 있으므로 '구성 발문'으로 코딩하였다. 각 하위 발문들은 모두 정해진 답이 존재하는 유형이므로 정답 유형은 '폐쇄적', 응답 유형은 '답만'으로 코딩하였다.

위 분석틀에 기반하여 두 연구자가 개별적으로 코딩을 수행하였고, 그 결과 일치도는 한국 교과서 90%, 미국 교과서 92%, 호주 교과서 97%, 전체 94%로 나타났다. 코딩 결과가 일치하지 않은 경우에 대해서는 논의를 통해 합의된 결과를 도출하여 코딩을 완성하였다.

IV. 연구 결과

1. 한국, 미국, 호주 수학 교과서 과제의 인지적 요구 수준

한국, 미국, 호주 초등학교 수학 교과서에 포함된 과제의 인지적 요구 수준을 분석한 결과는 [표 2]와 같다. 먼저 지식과 과정의 결과를 살펴보면, 세 나라 모두 표현을 요구하는 과제의 비율(한국 44.5%, 미국 54.8%, 호주 51.6%)이 가장 높았고, 그다음으로 수학적 추론을 요구하는 과제의 비율(한국 37.9%, 미국 36.9%, 호주 37.4%)이 높았으며, 절차적 지식을 요구하는 과제의 비율(한국 2.6%, 미국 0.2%, 호주 0.0%)이 가장 낮게 나타났다. 이를 통해 세 나라 교과서 모두 자료와 가능성 영역에서 단순히 절차나 계산을 요구하기보다는 그래프 표현을 이해하고 해석하고 추론하는 활동에 더 중점을 두고 있음을 알 수 있다. 다만, 수학적 추론을 요구하는 과제의 경우, 세 나라 교과서 모두 비슷한 비율을 보인 반면, 표현을 요구하는 과제의 비율은 한국 교과서가 미국과 호주 교과서보다 7~10%p 낮은 것으로 나타났다. 이는 미국과 호주 교과서에는 dot plot, line plot, tree diagram, divided bar graph, two-way table 등 한국 초등학교 교과서에서는 다루지 않는 그래프와 표를 다양하게 다루고 있기 때문으로 보인다.

한편, 사고 유형은 세 나라 모두 개념/기능 적용을 요구하는 과제의 비율이 가장 높았고, 특히 미국은 88.0%로 한국(70.0%)과 호주(61.0%)보다 높게 나타났다. 다음으로 높게 나타난 사고 유형은 세 나라 모두

전략적 사고와 확장적 사고 순이었으며, 한국과 호주의 두 사고 유형의 과제 비율은 각각 27.9%, 37.5%로 미국(11.0%)보다 약 2배 이상 높게 나타났다. 그러나 미국은 과제의 총합이 크기 때문에 전략적 사고와 확장적 사고를 요구하는 과제의 비율이 다른 두 나라보다 낮더라도 과제의 수가 적다고 볼 수는 없다.

다음에서는 인지적 요구 수준의 사고 유형 관점에서 세 나라 교과서 과제가 어떤 특징을 보이고 있는지 실제 교과서 예시를 그래프 학습과 가능성 학습을 중심으로 살펴보고자 한다.

첫째, 그래프 학습과 관련하여 세 나라의 교과서 과제를 살펴본 결과, 미국과 호주의 경우에는 그래프에 제시되지 않은 정보를 해석하고 추론하도록 하는 전략적 사고를 요구하는 과제가 제시되어 있는 반면, 한국 교과서는 자료를 읽거나 자료 사이의 관계를 찾도록 하는 과제들로 구성되어 있었다. [그림 1]을 보면, 왼쪽에 제시된 미국 3학년 교과서에 있는 과제는 한 달 동안 하루 중 가장 높은 온도를 조사하여 나타낸 line plot을 보고 어느 계절인지를 추론하도록 하고 있으며, [그림 1]의 왼쪽 위에 제시된 호주 5학년 교과서의 과제는 잔디밭의 높이를 조사한 자료를 나타낸 그래프를 보고 언제 잔디를 깎았는지 추론하도록 하고 있다. 한편, 황현미와 방정숙(2007)은 그래프 이해의 또 다른 유형으로 상황 이해하기를 제안하였는데, 이는 그래프를 보고 이야기를 만드는 것이다. [그림 1]의 오른쪽 아래 호주 2학년 교과서에 제시된 과제의 예시를 보면, 모든 자료 집합은 이야기를 말해준

[표 2] 한국, 미국, 호주 수학 교과서 과제의 인지적 요구 수준

인지적 요구 수준		한국	미국	호주
지식과 과정	개념적 지식	9.6% (26/272*)	6.2% (55/891)	4.0% (19/473)
	절차적 지식	2.6% (7/272)	0.2% (2/891)	0.0% (0/473)
	수학적 추론	37.9% (103/272)	36.9% (329/891)	37.4% (177/473)
	표현	44.5% (121/272)	54.8% (488/891)	51.6% (244/473)
	문제해결	5.5% (15/272)	1.9% (17/891)	7.0% (33/473)
총계		100% (272/272)	100% (891/891)	100% (473/473)
사고 유형	회상/재생산	2.1% (4/190)**	1.1% (6/568)	1.6% (5/310)
	개념/기능 적용	70.0% (133/190)	88.0% (500/568)	61.0% (189/310)
	전략적 사고	21.6% (41/190)	9.2% (52/568)	25.2% (78/310)
	확장적 사고	6.3% (12/190)	1.8% (10/568)	12.3% (38/310)
총계		100% (190/190)	100% (568/568)	100% (310/310)

*과제에서 요구하는 지식과 과정을 중복 코딩하여 합한 수, **과제의 총 개수

다는 것을 명시적으로 언급하며, 그래프와 표를 보고 이야기를 만들어 보도록 하고 있다.

이와 더불어 그래프 학습과 관련하여 세 나라 교과서 과제의 또 다른 차이점은 한국은 그래프에 나타난 정보를 묻고 답하는 과제가 대부분인 반면, 미국과 호주 교과서는 더 나아가 그래프의 자료를 이용하여 답할 수 있는 질문이나 문제를 학생들에게 만들도록 요구하는 전략적 사고나 확장적 사고가 필요한 과제를 포함하고 있다는 점이다. 과제 예시는 [그림 2]와 같다. [그림 2]의 왼쪽에 있는 미국 3학년 교과서 과제는 학생들이 그린 그림그래프를 이용하여 풀 수 있는 문제를 만들고 해결하도록 하는 확장적 과제이며, 이와 마찬가지로 오른쪽에 있는 호주 3학년 교과서 과제도 제시된 표를 사용하여 답할 수 있는 문제를 스

스로 만들어 보도록 요구하고 있다.

이와 유사하게, 학생들에게 그래프의 유용성을 인식하도록 하는 과제에서도 미국과 한국의 교과서가 차이를 보였다. 한국은 자료를 표나 그래프로 나타내면 편리한 점이 무엇인지를 묻거나 실생활에서 학습한 그래프를 본 경험을 말하도록 하는 확장적 과제를 제시하여 그래프의 필요성과 유용성을 인식하도록 하고 있다([그림 3]의 왼쪽 참조). 반면, [그림 3]의 오른쪽에 나타난 바와 같이, 미국 교과서에서는 그래프를 사용해서 해결할 수 있는 문제를 직접 만들고 해결해 보도록 함으로써 실생활에서 수동적으로 본 경험을 뛰어넘어 일상생활 속에서 그래프를 이용할 수 있는 상황을 능동적으로 만들고 해결하도록 하는 확장적 과제를 사용하고 있다.

미국, 3학년: Dixon 외, 2015d, p. 128

호주, 5학년: McSeveny 외, 2018f, p. 156

호주, 2학년: McSeveny 외, 2018c, p. 101

미국, 3학년: Dixon 외, 2015d, p. 102

[그림 1] 그래프 학습 관련 과제의 예 1

Use your picture graph above for 8-10.

8. Pose a Problem Write a problem that can be solved by using the data in your picture graph. Then solve the problem.

미국, 3학년: Dixon 외, 2015d, p. 102

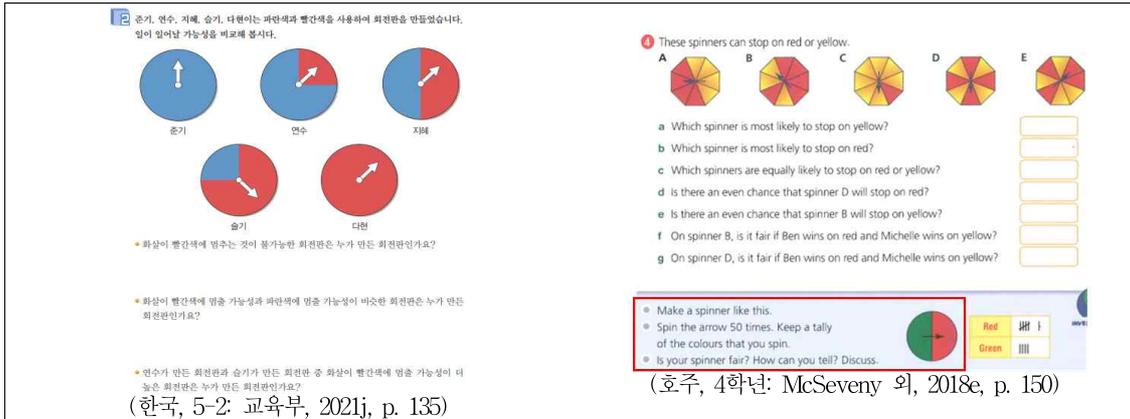
How old is each person?

Name	Age	Name	Age
Alana	27	Alan	57
Ally	38	Luke	20
Deklyn	0	Rachel	23
Greg	10	Tom	87
Heather	17	Naomi	22

Make up your own question that could be answered using this table.

호주, 3학년: McSeveny 외, 2018d, p. 148

[그림 2] 그래프 학습 관련 과제의 예 2



[그림 5] 가능성 학습 관련 과제의 예 2

사고를 요구하는 과제들이 포함되어 있다.

가능성 지도와 관련하여 한국과 호주 교과서 과제가 보이는 또 다른 차이점은 회전판, 동전, 주사위 등으로 가능성을 인식하고 나타내는 방식이다. [그림 5]의 왼쪽에 제시된 한국 교과서를 보면, 회전판을 이용하여 가능성을 비교하는 과제가 제시되어 있는데 색깔이 다른 회전판의 영역을 보고 불가능이나 반반을 구분하고 직관적으로 가능성이 더 높은지 낮은지를 판단하도록 하고 있다. 반면, [그림 5]에 제시된 호주 교과서는 한국과 마찬가지로 직관적으로 가능성을 판

단하는 개념/기능 수준의 과제도 다루지만, 더 나아가 회전판을 직접 돌려보는 활동을 통해 나온 자료를 바탕으로 회전판이 공정한지를 추론하고 판단하도록 요구하는 전략적 사고 과제를 함께 제시하고 있다.

2. 한국, 미국, 호주 수학 교과서 과제의 발문 유형

한국, 미국, 호주 수학 교과서 과제에 포함된 발문 유형, 정답 유형 및 응답 유형을 분석한 결과는 [표 3]과 같다. 세 교과서에 제시된 발문의 수는 호주가

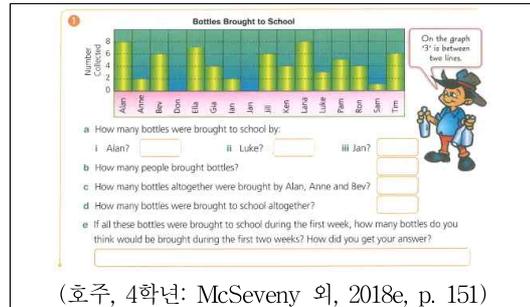
[표 3] 한국, 미국, 호주의 수학 교과서 과제의 발문 유형

		한국	미국	호주	
발문 유형	추론 발문	관찰 추론	30.6% (114/373)	45.4% (294/648)	35.7% (375/1051)
		단한 추론	8.6% (32/373)	6.2% (40/648)	13.4% (141/1051)
		열린 추론	6.4% (24/373)	4.2% (27/648)	7.1% (75/1051)
	사실 발문	29.8% (111/373)	27.6% (179/648)	26.8% (282/1051)	
	구성 발문	15.0% (56/373)	13.6% (88/648)	7.8% (82/1051)	
	열린 발문	7.2% (27/373)	0.0% (0/648)	2.2% (23/1051)	
	조사 발문	2.4% (9/373)	3.1% (20/648)	6.9% (73/1051)	
총계		100% (373/373)	100% (648/648)	100% (1051/1051)	
정답 유형	폐쇄	62.7% (234/373)	79.8% (517/648)	74.6% (784/1051)	
	개방	37.3% (139/373)	20.2% (131/648)	25.4% (267/1051)	
총계		100% (373/373)	100% (648/648)	100% (1051/1051)	
응답 유형	답만	92.5% (345/373)	91.4% (592/648)	92.3% (970/1051)	
	답과 풀이과정	2.4% (9/373)	4.6% (30/648)	1.5% (16/1051)	
	답과 근거 및 이유	3.8% (14/373)	3.1% (20/648)	4.8% (50/1051)	
	이유만	1.3% (5/373)	0.9% (6/648)	1.4% (15/1051)	
총계		100% (373/373)	100% (648/648)	100% (1051/1051)	

1051개로 가장 많았고, 다음으로 미국 648개, 한국 373개의 순이었다. 이하에서는 각 분석 결과에 대한 해석을 교과서 사례와 함께 제시한다.

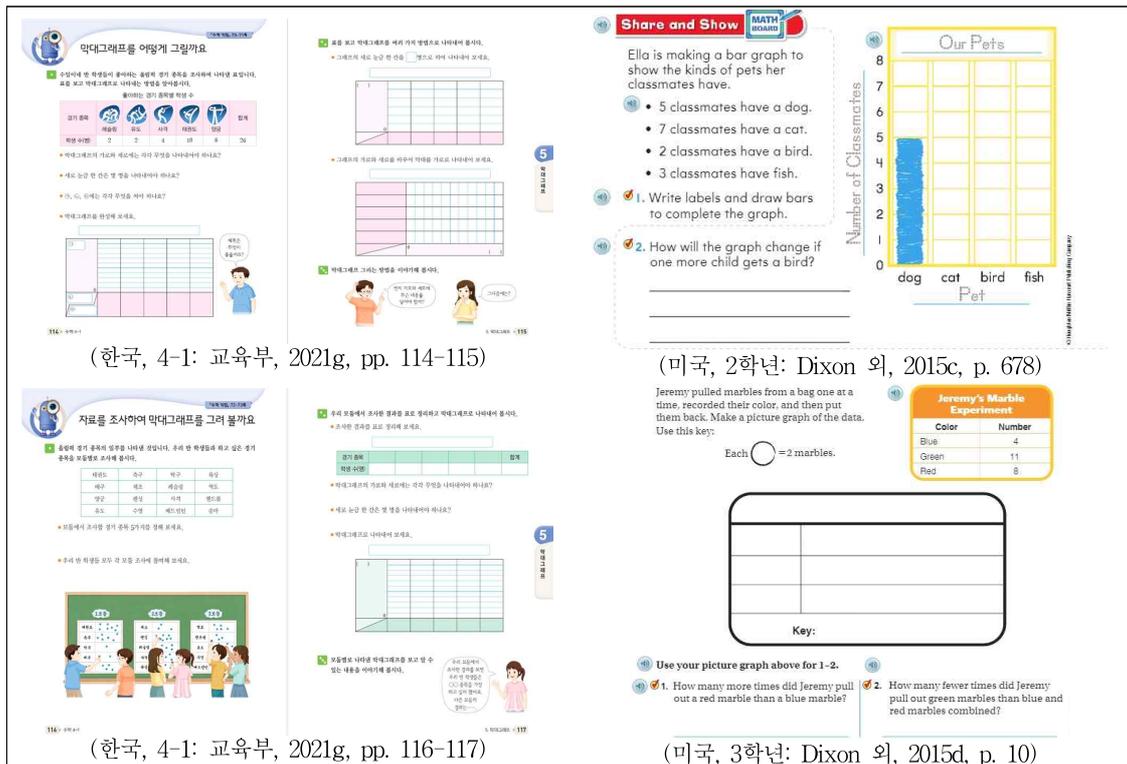
세 나라 모두 추론 발문이 46~56%로 비율이 가장 높게 나타났고, 추론 발문 중에서는 관찰 추론 발문(31~36%), 닫힌 추론 발문(6~13%), 열린 추론 발문(4~7%)의 순으로 비율이 높았다. 추론 발문 다음으로는 사실 발문이 27~30%로 높은 비율을 차지하였다. 세 나라 모두 관찰 추론 발문과 사실 발문의 비율이 높은 것은 자료와 가능성 영역의 특성상 표나 그래프를 제공한 후 이를 통해 확인되는 사실을 파악하고 이러한 표현들을 관찰하여 추론을 통해 정보를 알아내야 하는 과제가 많기 때문인 것으로 보인다. 예를 들어, 호주 4학년 교과서 과제인 [그림 6]에 제시된 발문 a와 b는 주어진 그래프로부터 확인 가능한 정보를 적도록 하는 사실 발문이고, 발문 c와 d는 주어진 자료에 대한 관찰을 기반으로 덧셈 계산을 요구하는

관찰 추론 발문이다. 세 나라 교과서 과제들에서는 이와 같이 하나의 과제에서 주어진 그래프나 표와 관련된 사실 발문과 관찰 추론 발문을 함께 제시하고 있는 경우가 많았다.



[그림 6] 사실 발문 및 추론 발문의 예

세 나라 모두 추론 발문, 사실 발문 다음으로 구성 발문의 비율이 8~15%로 높게 나타났다. 표나 그래프



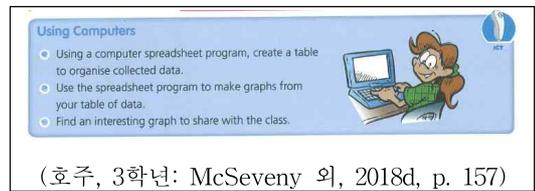
[그림 7] 구성 발문의 예

를 만들고, 완성하도록 하는 구성 발문의 비율은 한국이 15.0%로 다른 두 나라보다 높게 나타났으며, 호주(8%)보다 약 2배 높았다. 각 나라의 교과서 과제에서 구성 발문의 특징은 다소 다르게 나타났다. 한국 교과서 과제에서 구성 발문은 자료를 표나 그래프로 만드는 방법을 학습하는 단원에서 주로 제시되었다. 예를 들어, [그림 7]의 왼쪽과 같이 4학년 1학기 막대그래프 단원에서는 ‘막대그래프를 어떻게 그릴까요?’라는 차시에서 막대그래프를 완성해 보는 기회를 제공한 후, 막대그래프를 여러 가지 방법으로 나타내도록 한다. 이후 ‘자료를 조사하여 막대그래프를 그려볼까요?’ 차시에서 조사를 통해 얻은 자료를 막대그래프로 나타낸 후 ‘막대그래프를 보고 알 수 있는 내용을 이야기하도록 한다. 이는 그래프 구성의 목적이 자료의 표현 방법을 학습하는 것에 있음을 나타낸다.

미국과 호주 교과서의 경우, 한국과 유사하게 자료를 표나 그래프로 나타내는 방법을 학습하는 차시에서 구성 발문이 많이 나타나고 있으나, 이 외에도 다른 문제를 해결하거나 추론을 하기 위해 구성의 기회를 제공하고 있다는 점이 특징적이다. 예를 들어, 미국 교과서에서는 막대그래프를 그리는 방법을 학습한 학생들에게 [그림 7]의 오른쪽 위 과제를 제공하여 학생들이 주어진 자료를 막대그래프로 나타내고(과제1), 추론 과제(과제2)를 해결하도록 한다. 과제2에 명시적으로 제시되어 있지는 않지만, 학생들이 과제1에서 그린 막대그래프는 자료의 변화를 추론하는데 도움이 되는 역할을 한다. 이처럼 미국 교과서에서는 암묵적으로 문제해결에 그래프를 활용하도록 하고 있을 뿐만 아니라 [그림 7]의 오른쪽 아래 과제와 같이 구성 발문을 통해 그래프를 만들도록 한 후 이를 활용하여 문제를 해결하도록 명시적으로 제시하고 있다.

또한 세 나라의 구성 발문은 공학 도구 활용의 측

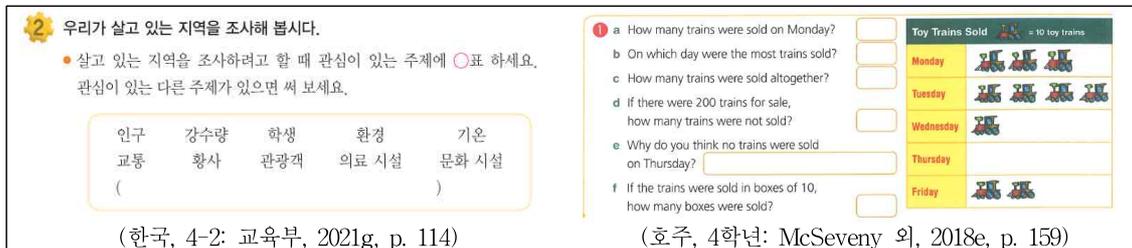
면에서도 다소 차이가 있었다. 호주 교과서에서는 [그림 8]과 같이 공학 도구의 활용을 명시적으로 제시하고 있었고, 계산기와 컴퓨터, 스프레드 시트 등 활용되는 공학 도구의 종류도 다양했다. 그러나 한국 교과서의 경우 복잡한 계산에서 계산기를 사용하도록 하고 있으나, 이러한 발문의 수는 적은 편이었고, 계산기 외 공학 도구를 활용하여 표나 그래프를 구성하는 기회는 제공되지 않았다. 마찬가지로 미국 교과서에서도 공학 도구를 사용하여 표나 그래프를 구성하도록 하는 경우는 없었다.



[그림 8] 구성 발문에서 공학 도구 활용의 예

추론 요구 없는 열린 발문의 경우, 한국(7.2%), 호주(2.2%), 미국(0%) 순으로 비율이 높았다. 한국 교과서 과제에서 추론 없는 열린 발문은 [그림 9]의 왼쪽처럼 조사하려는 주제를 선택할 때 많이 사용되었다. 호주의 경우도 유사하지만, 호주 교과서에서는 이 외에도 [그림 9]의 오른쪽과 같이 학습한 그래프 맥락 내에서 자유롭게 다양한 의견을 말하도록 하는 발문도 제시하고 있었다. 이러한 발문은 수학적 혹은 통계적 추론을 요구하는 발문은 아니지만, 주어진 그래프 맥락을 실생활 상황에 비추어 생각해 보도록 의도한 것으로 예상된다. 미국의 경우 추론 없는 열린 발문은 제시되지 않았다.

조사 발문의 경우, 호주(6.9%), 미국(3.1%), 한국



[그림 9] 추론 요구 없는 열린 발문의 예

(2.4%)의 순으로 높게 나타났다. 미국과 호주는 다르게 한국 교과서에서는 조사 발문이 차지하는 비율이 전체에서 가장 낮게 나타났다. 세 나라에서 활용된 조사 발문은 공통적으로 [그림 10]에 제시된 한국과 미국 교과서 사례와 같이 같은 학급 안에서 친구들을 대상으로 주어진 조건의 자료를 조사하도록 요구하는 맥락이 많이 사용되었다. 특히 한국의 경우 표나 다양한 종류의 그래프의 특징을 학습하는 것을 목표로 하는 학년, 차시에서 표나 그래프를 사용하여 표현할 자료를 만들어 내는데 필요한 자료를 조사하는 것을 요구하는 경우가 대부분이었고, 조사를 수행하는 방법 자체를 학습할 수 있는 구체적인 내용은 포함하지 않고 있다.

■ 올림픽 경기 종목의 일부를 나타낸 것입니다. 우리 반 학생들과 하고 싶은 경기 종목을 모둠별로 조사해 봅시다.

태권도	축구	탁구	육상
배구	체조	레슬링	역도
양궁	펜싱	사격	핸드볼
유도	수영	배드민턴	승마

- 모둠에서 조사할 경기 종목 5가지를 정해 보세요.
- 우리 반 학생들 모두 각 모둠 조사에 참여해 보세요.

■ 올림픽 경기 종목의 일부를 나타낸 것입니다. 우리 반 학생들과 하고 싶은 경기 종목을 모둠별로 조사해 봅시다.

태권도	축구	탁구	육상
배구	체조	레슬링	역도
양궁	펜싱	사격	핸드볼
유도	수영	배드민턴	승마

- 모둠에서 조사할 경기 종목 5가지를 정해 보세요.
- 우리 반 학생들 모두 각 모둠 조사에 참여해 보세요.

(한국, 4-1: 교육부, 2021g, p. 116)

5. Take a survey. Ask 10 classmates which indoor game is their favorite. Use tally marks to show their choices.

Favorite Indoor Game	
Game	Tally
board	
card	
computer	
puzzle	

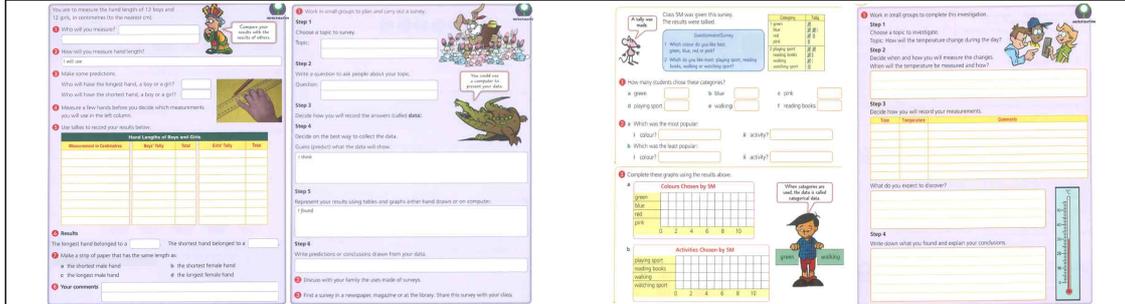
(미국, 2학년: Dixon 외, 2015c, p. 655)

[그림 10] 조사 발문의 예 1

그러나 조사 발문의 양이 상대적으로 많은 호주 교과서에서는 자료 조사 방법을 학습하는 것을 목표로 하는 내용이 다수 포함되어 있다. [그림 11]의 위쪽에서 알 수 있듯이, 호주 교과서에서는 “Collecting information”, “Carry out your own survey”, “Questionnaires/Surveys”, “Data Investigation”과 같은 자료 수집 관련 내용이 여러 학년에 걸쳐 반복적으로 제시되면서 학생들이 자료 수집 방법을 학습할 수 있도록 하고 있다. 또한 [그림 11]의 아래에 제시된 것처럼 표본 조사와 전수 조사의 의미를 이해하는 기회를 제공하고, 표본을 통해 모집단을 예측하도록 하면서 비형식적 추리의 기회도 제공하고 있었다.

정답 유형의 경우 세 나라 모두 폐쇄적인 경우가 높게 나타났다. 미국과 호주는 폐쇄적인 정답이 각각 79.8%, 74.6%로 매우 높은 편이었으나, 우리나라의 경우 62.7%로 상대적으로 낮게 나타났다. 응답 유형의 경우 세 나라 모두 답만 제시하도록 요구하는 발문의 비율이 90% 이상으로 가장 높았다.

마지막으로 세 나라의 수학 교과서에서 3수준에 해당하는 전략적 사고와 4수준에 해당하는 확장적 사고를 요구하는 높은 인지 수준의 과제의 하위 발문을 분석한 결과는 [표 4]와 같다. 미국 교과서의 경우 이에 해당하는 하위 발문의 수가 매우 적어 한국과 호주 교과서 과제만을 비교하였다. 그 결과, 두 나라 모두 높은 인지적 요구 수준 과제들의 하위 발문은 추론 발문의 비율(한국 51.2%, 호주 60.6%)이 가장 높고, 다음으로 사실 발문의 비율(한국 20.2%, 호주 17.0%)이 높다는 점에서 [표 3]에 제시한 결과와 유사했다. 그러나 한국과 호주는 모두 [표 3]에서보다 추론 발문의 비율이 증가했고(한국 5.6%p, 호주 4.4%p), 사실 발문의 비율이 감소하는(한국 9.6%p, 호주 9.8%p) 특징을 보였다. 높은 인지적 요구 수준의 과제에서 사실 발문의 사용은 그 과제의 인지적 요구 수준을 낮출 수 있으므로 주의해야 하는데(이은정, 2022), 한국과 호주의 높은 수준의 과제들에서 사실 발문의 사용이 줄어들었다는 점은 긍정적이라고 볼 수 있다. 추론 발문의 경우, [표 3]과 비교했을 때, 한국은 관찰 추론, 닫힌 추론, 열린 추론 모두 그 비율이 소폭 상승하였으나, 호주는 특히 열린 추론의 비율이 5%p 증가하였다. 호주 교과서에서 열린 추론이 포함된 과제는 [그림 12]의 왼쪽과 같이 확률 실험을 수



(호주, 4학년: McSevemy 외, 2018e, p. 158, p. 161)

(호주, 5학년: McSevemy 외, 2018f, pp. 154-155)

2 Fifty children from a school were surveyed to find which coloured pencil they believed they sharpened most frequently.

Use their results in the table to predict how many pencils of each colour would be the results if 100 children were surveyed.

a blue b green c red d yellow

Use the scale 0% to 100% to estimate the probability of the following responses from this group:

e red f yellow g blue h green

i yellow or green j red or blue k not red

l Do you think that asking 50 children would give helpful results?

m Should we ask all children from one school year or some from each year? Why or why not?

2 Repeat the survey above, asking 10 different people.

Choice of Fruit (Survey 2)			
Fruit Chosen	Tally	Total	Percentage
Apples (A)			
Oranges (O)			
Bananas (B)			
Pears (P)			

Choice of Fruit

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	O	B	P							

Number of Choices

Were the results of Survey 2 the same as for Survey 1?

3 Would it have been better to carry out a census of the class?

(호주, 6학년: McSevemy 외, 2018g, pp. 156-157)

[그림 11] 조사 발문의 예 2

[표 4] 한국, 호주의 수학 교과서 3, 4수준 과제의 하위 발문 유형

		한국	호주
발문 유형	추론 발문	관찰 추론	31.0% (26/84)
		단힌 추론	11.9% (10/84)
		열린 추론	8.3% (7/84)
	사실 발문	20.2% (17/84)	17.0% (66/388)
	구성 발문	8.3% (7/84)	8.8% (34/388)
	열린 발문	13.1% (11/84)	2.3% (9/388)
	조사 발문	7.1% (6/84)	11.3% (44/388)
총계		100.0% (84/84)	100.0% (388/388)

4 Put the numbers 1 to 6 on the faces of a matchbox. Are the faces equally likely to land face up when the box is tossed? Carry out this experiment 50 times, keeping a tally of the results. What did you discover?

Tally					
1	2	3	4	5	6

3 One hundred marbles were placed in a bag and the following sample was pulled out at random.

Use this sample to predict how many marbles of each colour were in the bag.

a green b red c yellow d blue

e If the marbles were returned and a different 10 marbles chosen, how would they resemble the first lot of marbles?

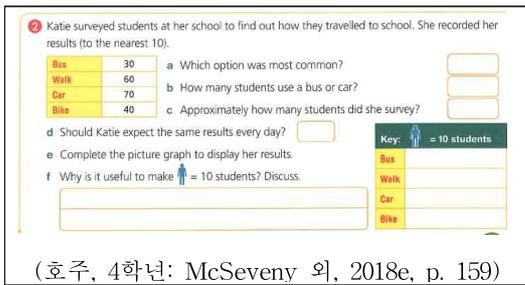
(호주, 4학년: McSevemy 외, 2018e, p. 156)

(호주, 6학년: McSevemy 외, 2018g, p. 150)

[그림 12] 열린 추론 발문의 예 1

행하도록 한 후 자신이 수행한 결과를 통해 발견한 것을 추론하도록 하는 과제, [그림 12]의 오른쪽과 같이 표본을 통해 모집단을 예측하도록 하는 등 비형식적 추리를 하도록 하는 과제들에서 제시되었다.

다음으로 한국과 호주의 높은 인지 수준의 과제에서는 공통적으로 조사 발문과 추론 요구 없는 열린 발문의 비율이 [표 3]보다 증가하였으나, 구성 발문의 경우 호주에서는 [표 3]보다 비율이 소폭 증가한 반면, 한국에서는 6.7%p 감소하였다는 점이 특징적이다. 이는 전술한 바와 같이 한국 교과서에서의 구성 발문은 자료를 표나 그래프로 표현하는 방법을 학습하는 차시에서 많이 활용되어, 구성 발문을 사용한 많은 수의 과제가 개념/기능 적용의 2수준 과제로 분류되었기 때문인 것으로 보인다. 그러나 호주 교과서에서는 예를 들어, 4학년 과제인 [그림 13]과 같이 하위 과제 e에서 그림그래프를 완성하도록 하는 구성 발문을 제시한 다음에 학생이 완성한 그림그래프에서 그림이 나타내는 단위와 관련된 열린 추론 발문을 제시하고 있다. 이처럼 호주 교과서의 구성 발문이 포함된 과제에서는 구성 발문과 더불어 학생들에게 구성된 표현과 관련된 추론을 설명하는 발문을 포함하면서 전략적 사고 즉 높은 인지적 수준을 요구하는 과제로 분류된 것으로 보인다.



[그림 13] 열린 추론 발문의 예 2

V. 결론 및 논의

이 연구에서는 한국, 미국, 호주 초등학교 수학 교과서의 자료와 가능성 영역에 포함된 과제의 인지적 수준과 발문 유형을 분석하였다. 과제의 인지적 요구 수준을 분석한 결과, 지식과 과정의 측면에서는 세 나

라 교과서 모두 표현과 수학적 추론을 요구하는 과제의 비율이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 한국과 미국의 교과서 속 분수의 연산 과제를 분석한 Son(2012)의 연구와 한국의 5-6학년군 수학 교과서 속 과제를 분석한 이은정(2022)의 연구에서 각각 개념적 지식과 수학적 추론 과제의 비율이 가장 높게 나타난 것과는 차이를 보이는데, 이는 자료와 가능성 영역의 특성상 여러 가지 그래프와 표를 학습하면서 자료를 그래프로 나타내고 그래프를 읽고 해석하고 추론하는 활동들을 주로 하기 때문인 것으로 보인다.

이와 더불어, 인지적 요구 수준의 사고 유형 측면에서 세 나라의 교과서 과제를 구체적으로 살펴보았다. 먼저 그래프 학습과 관련하여 미국과 호주의 교과서에는 그래프에 제시되지 않은 정보를 해석하고 추론하도록 하는 전략적 사고를 요구하는 과제나 그래프와 표를 보고 이야기를 만들어 보도록 하는 상황 이해하기 과제들이 다수 포함되어 있었던 반면, 한국 교과서에는 주로 자료를 읽거나 자료 사이의 관계를 찾도록 하는 과제들이 제시되어 있었다. Curcio(1987)가 제시한 그래프 이해의 세 단계인 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료로부터 해석하기에 비추어 보면, 한국 교과서는 자료로부터 해석하기 단계를 학습할 수 있는 과제가 다뤄지지 않고 있다고 볼 수 있으며, 이는 학생들의 불완전한 그래프 이해를 초래할 수 있다. 실제 초등학생들의 그래프 이해 수준을 조사한 황현미, 방정숙(2007)과 이자미, 고은성(2019)의 연구에서 자료 이면의 정보를 해석하고 추론하는 과제와 상황 이해하기 과제에서 학생들이 낮은 성취도를 보이고 오류가 많이 나타났음을 보고한 바 있다. 따라서 학생들이 다각도에서 그래프를 이해할 수 있도록 적절한 학습 기회를 제공하기 위해서는 교과서에서 자료 해석하기와 상황 이해하기 유형의 과제들을 보완할 필요가 있다.

다음으로 가능성 학습과 관련하여 한국 교과서는 주로 글로 표현된 문장을 읽고 가능성을 판단하도록 하는 등 다소 제한된 방식으로 과제가 구성되어 있지만, 호주 교과서는 이와 더불어 가능성 상황을 그림에 표시해 보도록 하거나 그림 속 상황을 말로 표현해 보도록 하는 등 다양한 방식으로 과제들을 제시하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학생들의 가능성에 대한 이해를 높이기 위해 우리나라 초등학교 교과서

에 제시된 가능성의 상황 선택하기와 가능성 상황 구성하기 등 다양한 상황에서 가능성을 탐구할 수 있는 과제가 포함되어야 한다는 장혜원 외(2021)의 주장을 뒷받침한다고 볼 수 있다. 또한, 한국 교과서는 가능성을 학습하기 위해 회전판, 동전, 주사위 등을 이용하여 직관적으로 가능성이 더 높은지 낮은지를 판단하도록 하는 개념/기능 적용 수준의 과제들을 제시하고 있지만, 호주 교과서는 더 나아가 회전판을 직접 돌려보는 활동을 한 후 그 자료를 토대로 회전판이 공정한지 추론하고 판단하도록 요구하는 전략적 사고의 과제를 제시하고 있다. 즉, 한국의 교과서 과제는 가능성을 직관적인 수준에서 다루고 있는 반면, 호주의 교과서 과제는 확률 실험 결과를 토대로 추론하고 가능성을 판단하도록 하고 있다는 것을 알 수 있다. 고은성과 탁병주(2022)는 초등학교에서의 가능성 지도가 직관적인 수준에 머무르기보다는 확률적 사고의 토대 역할을 해야 한다고 주장한 바, 호주 교과서에 제시된 회전판 돌리기나 동전 던지기 등과 같이 확률 실험을 활용한 과제 유형을 초등학교에서 다루는 것에 대해 숙고할 필요가 있다.

세 나라의 수학 교과서에 포함된 발문의 유형을 분석한 결과, 세 나라 모두 공통적으로 관찰 추론 발문의 비율이 가장 높고, 사실 발문이 두 번째로 높게 나타났다. 이러한 결과는 자료에 대한 분석을 중심 내용으로 하고 있는 초등학교 자료와 가능성 영역이 가지는 고유의 특성 때문일 것으로 해석된다. 이 외에도 이 연구에서는 높은 인지적 요구 수준 과제의 하위 발문들의 유형을 분석하였는데, 한국이나 호주 모두 관찰 추론의 비율이 가장 높고, 사실 발문의 비율은 전체 과제를 분석했을 때보다 줄었다는 특징을 확인할 수 있었다. 사실 발문의 사용이 감소되었다는 점은 과제가 높은 인지적 요구 수준을 그대로 유지할 가능성이 있다는 점에서 고무적이라고 생각된다.

발문의 유형 중 주목할 만한 것은 본 연구에서 새롭게 범주화한 구성 발문과 조사 발문이었다. 구성 발문의 경우, 미국과 호주보다 우리나라 교과서에서 비율이 더 높게 나타났지만, 우리나라에서 구성 발문이 제공된 과제들은 다른 두 나라들과 다르게 표나 그래프의 구성 방법 자체를 학습하는 것에 중점을 두고 있는 경우가 많았다. 높은 인지적 요구 수준 과제의 하위 발문들의 유형들을 분석한 결과, 호주와 다르게

우리나라 교과서에서는 구성 발문의 비율이 많이 줄어들었는데, 이는 우리나라 교과서에서 구성 발문이 포함된 많은 과제들이 인지적 요구 수준이 낮은 과제였음을 나타내는 것이다. 새로운 교육과정인 2022 개정 교육과정에 따른 초등학교 자료와 가능성 영역의 교과서 개발 지침으로 이경화 외(2022)는 그래프를 그리는 절차를 지나치게 강조하지 말고 공학 도구의 활용을 통해 그래프 특징에 주목하도록 하고 있다. 이러한 지침에 따라 앞으로 수학 교과서에서 구성 발문은 그래프 그리는 방법 자체를 강조하는 것은 지양할 것으로 보인다. 이와 더불어 그래프 표현의 구성이 다른 문제해결이나 의사결정을 위한 과정에서 추론을 위해 필요한 것으로 활용되어 보다 높은 수준의 과제로 기능할 수 있도록 개선될 필요가 있다고 생각한다.

조사 발문의 비율은 미국과 호주가 우리나라보다 높았는데, 호주가 좀 더 자료 수집에 대한 체계적인 접근 방식을 취하고 있다. 최근 통계적 문제해결이 강조됨에 따라 자료 수집 지도에 대한 관심이 높아지고 있으나, 그동안 우리나라 초등 수학 교육과정과 수학 교과서에서 자료 수집은 다소 소홀하게 다루어져 왔음이 지적된 바 있다(탁병주, 고은성, 2022). 최신 교육과정인 2022 개정 수학과 교육과정 3-4학년군 자료와 가능성 영역에서 “문제 상황에 맞게 간단한 설문조사, 실험과 관찰, 공공 자료의 활용 등을 통해 자료를 직접 수집하게 한다.”(교육부, 2022, p. 23)가 포함됨에 따라 학생들이 스스로 자료를 수집하는 조사에 참여하게 할 것으로 기대되지만, 보다 구체적인 교과서 과제 제시 방식에 대해서는 호주의 사례를 참고하여 자료 조사에 대한 체계적인 학습 기회를 제공하는 것이 필요할 것이다.

마지막으로, 높은 인지적 요구 수준 과제의 하위 발문들의 유형을 분석했을 때, 호주 교과서에서는 열린 추론의 비율이 가장 높아졌는데, 확률 실험이나 비형식적 추리 과제에서 이러한 측면이 더욱 두드러졌다. 전술한 바와 같이 초등학교에서 확률 실험의 도입에 대해 고려할 필요가 있으며, 이 외에도 비형식적 추리의 도입 가능성에 대해서도 논의를 시작할 필요가 있다. 비형식적 통계적 추리는 기술통계와 형식적 통계적 추리를 연결하는 다리 역할을 하면서 강조되지만(Ben-Zvi & Gil, 2010), 아직 우리나라 초등학교 교육과정에는 도입되지 않았다. 호주 교과서 과제에서

요구되는 비형식적 추리나 예측 등이 자료와 가능성 영역에서 살펴볼 수 있는 열린 추론의 형태가 된다는 점을 고려한다면, 앞으로 우리나라 교과서에서 열린 발문의 도입을 비형식적 추리와 관련해서 어떻게 해야 할지에 대하여 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 고은성(2020). 한국과 호주의 초등수학교과서 비교 연구-자료와 가능성 영역을 중심으로. 초등교육연구, 31(2), 213-227.
- 고은성, 탁병주(2022). 우리나라 초등학교 수학에서 가능성 지도에 대한 고찰과 개선 방안 탐색. 수학교육, 61(1), 29-45.
- 교육부(2021a). 수학 1-1, 비상 교육.
- 교육부(2021b). 수학 1-2, 비상 교육.
- 교육부(2021c). 수학 2-1, 비상 교육.
- 교육부(2021d). 수학 2-2, 비상 교육.
- 교육부(2021e). 수학 3-1, 비상 교육.
- 교육부(2021f). 수학 3-2, 비상 교육.
- 교육부(2021g). 수학 4-1, 비상 교육.
- 교육부(2021h). 수학 4-2, 비상 교육.
- 교육부(2021i). 수학 5-1, 비상 교육.
- 교육부(2021j). 수학 5-2, 비상 교육.
- 교육부(2021k). 수학 6-1, 비상 교육.
- 교육부(2021l). 수학 6-2, 비상 교육.
- 교육부(2022). 수학과 교육과정. 교육부.
- 구미영, 이광호(2015). 인지적 요구 수준 및 사고수준의 발달방향에 따른 초등학교 길이 측정 단위의 수학과제 분석. 한국초등수학교육학회지, 19(3), 387-408.
- 권하나, 김구연(2021). 한국과 미국 중학교 교과서의 기하영역 수학과제 비교 분석. 학습자중심교과교육연구, 21(3), 1531-1557.
- 김서영(2020). 통계적 소양의 관점에서 한국, 미국, 싱가포르의 통계 단원 관련 초등 수학 교육과정 및 교과서 비교분석. 서울교육대학교 석사학위논문.
- 나귀수, 권혁상, 김소영, 최현민, 김동원(2023). 초등 학교 수학 교과서에 나타난 수학적 추론 양상 탐색: 3~4학년 도형 관련 단원을 중심으로. 수학교육학연구, 33(4), 1137-1159.
- 도주원(2021a). 초등수학 교과서의 자료와 가능성 영역에 제시된 발문의 유형과 기능 분석. 수학교육, 60(3), 265-279.
- 도주원(2021b). 초등수학의 규칙성 영역 단원에 제시된 발문의 특성 분석. 초등수학교육, 24(4), 189-202.
- 도주원(2022a). 초등수학 교과서의 도형 및 측정 영역에 제시된 발문의 특성. 초등수학교육, 25(4), 313-328.
- 도주원(2022b). 초등수학 교과서의 수와 연산 영역 단원에 제시된 발문 특성 연구. 수학교육 논문집, 36(1), 89-105.
- 박상욱, 박교식, 김지원(2014). 미국 초등학교 수학 교과서 'Everyday Mathematics'의 확률 영역 분석. 한국초등수학교육학회지, 18(3), 475-492.
- 우정호(2017). 학교수학의 교육적 기초. 서울대학교 출판문화원.
- 유현주, 조영미, 나귀수, 고은성, 고정화, 이동환(2019). 초등수학 교재연구와 지도. 동명사.
- 이경화 외 44인(2022). 2022 개정 수학과 교육과정 시안(최종안) 개발 정책연구(11-B552111-000034-01). 한국과학창의재단 보고서.
- 이은정(2022). 5-6학년군 수학 교과서에 제시된 과제의 인지적 노력 수준과 발문 유형 분석. 학습자중심교과교육연구, 22(24), 275-290.
- 이자미, 고은성(2019). 초등학교 4, 5, 6학년 학생들의 그래프 이해 능력 조사. 한국초등수학교육학회지, 23, 169-192.
- 장혜원, 김민희, 박찬혜, 이연주, 표주은(2021). 수학교과서의 비교 분석을 통한 '가능성' 지도 방안 탐색. 학교수학, 23(1), 101-121.
- 정영욱, 장경윤, 탁병주, 강현영, 서동엽, 박선화, 남진영, 김구연, 고희경, 김진호, 권나영(2016). 수학교육과정 국제 비교 분석 연구 - 미국, 싱가포르, 영국, 일본, 호주의 중학교와 고등학교 교육과정을 중심으로. 수학교육학연구, 26(3), 371-402.
- 조가은, 박만구(2021). 한국과 미국 초등수학교과서의 도형 영역 발문 유형 분석. 한국초등수학교육학회지, 25(3), 315-336.

- 탁병주(2020). 초등학교 수학 교과서에서 통계 그래프의 틀에 대한 교육적 고찰. 초등수학교육, 23(4), 157-173.
- 탁병주, 고은성(2022). 통계적 문제해결 교육의 관점에 따른 초등학교 수학 교과서의 자료 수집 지도 방식 분석: 3~4학년군을 중심으로. 초등수학교육, 25(4), 329-341.
- 한국통계진흥원(2017). 2017 고교 실용통계 교수·학습 자료 개발. 한국통계진흥원.
- 황현미, 방정숙(2007). 초등학교 6학년 학생들의 그래프 이해 능력 실태 조사. 학교수학, 9(1), 45-64.
- Ben-Zvi, D., & Gil, E. (2010). The role of context in the development of students' informal inferential reasoning. In C. Reading (Ed.), *Proceedings of the 8th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS8, July, 2010)*, Ljubljana, Slovenia.
- Curcio, F. R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), 382-393.
- Dixon, J. K., Burger, E. B., Leinwand, S. J., Larson, M. R., & Sandoval-Martinez, M. E. (2015a). *Go math!-K (Student edition)*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Dixon, J. K., Burger, E. B., Leinwand, S. J., Larson, M. R., & Sandoval-Martinez, M. E. (2015b). *Go math!-1 (Student edition)*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Dixon, J. K., Burger, E. B., Leinwand, S. J., Larson, M. R., & Sandoval-Martinez, M. E. (2015c). *Go math!-2 (Student edition)*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Dixon, J. K., Burger, E. B., Leinwand, S. J., Larson, M. R., & Sandoval-Martinez, M. E. (2015d). *Go math!-3 (Student edition)*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Dixon, J. K., Burger, E. B., Leinwand, S. J., Larson, M. R., & Sandoval-Martinez, M. E. (2015e). *Go math!-4 (Student edition)*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Dixon, J. K., Burger, E. B., Leinwand, S. J., Larson, M. R., & Sandoval-Martinez, M. E. (2015f). *Go math!-5 (Student edition)*. Houghton Mifflin Harcourt.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018a). *Australian signpost maths F (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018b). *Australian signpost maths F (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018c). *Australian signpost maths 1 (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018d). *Australian signpost maths 2 (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018e). *Australian signpost maths 3 (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018f). *Australian signpost maths 4 (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018g). *Australian signpost maths 5 (Student book)*. Pearson.
- McSeveny, A., Parker, A., McSeveny-Foster, D., McSeveny, R., Johnson, E., Collard, B. (2018h). *Australian signpost maths 6 (Student book)*. Pearson.
- Moyer, S., & Milewicz, E. (2002). Learning to questions: Categories of questioning used by preservice teachers during diagnostic mathematics interviews. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, 293 - 315.

- Sahin, A., & Kulm, G. (2008). Sixth grade mathematics teachers' intentions and use of probing, guiding, and factual questions. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(3), 221-242.
- Sahm, C. U. (2015). *Curriculum counts: NYC public schools and the Common Core*. Civic Report. Retrieved from <https://www.manhattan-institute.org/html/curriculum-counts-nyc-public-schools-and-common-core-6360.html>
- Son, J.-W. (2012). A cross-national comparison of reform curricula in Korea and the US in terms of cognitive complexity: The case of fraction addition and subtraction. *ZDM*, 44(2), 161-174.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M., & Silver, E. (2000). *Implementing standards-based mathematics instruction: A case book for professional development*. Teachers College Press.
- Vacc, N. N. (1993). Implementing the "Professional standards for teaching mathematics": Questioning in the mathematics classroom. *The Arithmetic Teacher*, 41(2), 88-91.

**A study of data and chance tasks in elementary mathematics textbooks:
Focusing on Korea, the U.S., and Australia**

Park, Mimi

Gyeongin National University of Education
E-mail : mpark@ginue.ac.kr

Lee, Eunjung[†]

Gwangju National University of Education
E-mail : ejlee0529@gnue.ac.kr

The purposes of this study were to analyze the levels of cognitive demand and questioning types in tasks of ‘Data and Chance’ presented in elementary mathematics textbooks in Korea, the United States, and Australia. The levels of cognitive demand of textbook tasks were analyzed according to the knowledge and process and thinking types required in the tasks. The tasks were also analyzed for questioning types, answer types, and response types. As a result, in terms of knowledge and process and thinking types in tasks, all three countries had something in common: the percentage of tasks requiring ‘representation’ and process was the highest, and the percentage of tasks requiring ‘basic application of skill/concept’ was also the highest. From a thinking types perspective, differences were found between textbook tasks in the three countries in graph and chance learning. The results of analyzing questioning types showed that in all three textbooks, the percentage of observational reasoning questions was highest, followed by the percentage of factual questions. The proportions and characteristics of the constructing questions included in the U.S. and Australian textbooks differed from those in the Korean textbooks. Based on these results, this study presents implications for constructing elementary mathematics textbook tasks in ‘Data and Chance.’

* 2020 Mathematics Subject Classification : 97U20

* Key Words : task analysis, the levels of cognitive demand, questioning types, data and chance, elementary mathematics textbooks

† Corresponding Author