

## 초등 수학 교과서의 문장제에 대한 실제적 맥락 관점에서의 분석

강윤지(서울홍연초등학교, 교사)

문장제는 학습자에게 다양한 문제해결의 경험을 제공하고 수학적 지식을 맥락에 적용할 수 있도록 안내하여 학습자의 수학 학습을 더욱 의미 있게 이끌 수 있다. 본 연구는 초등 수학 교과서의 문장제를 실제적 맥락 관점에서 살펴봄으로써 교과서 집필 및 교수 학습 과정에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 이를 위하여 초등 수학 교과서 내 수와 연산 영역의 문장제를 살펴보았으며 구체적인 대안을 모색하기 위하여 미국과 핀란드의 초등 수학 교과서를 참고하였다. 분석 결과, 초등 수학 교과서의 문장제에 부자연스러운 맥락이나 소재를 설정하는 경우, 인위적인 수를 삽입하거나 문장제의 언어적 표현 및 삽화가 명료하지 않게 제시되는 경우 등이 나타났다. 이러한 경우 학습자가 문장제의 맥락을 실생활과 별개의 것으로 인식하거나 문장제에서 요구하는 내용을 이해하여 문제를 해결하기 어려울 수 있다. 추후 교과서 집필 시 학습자를 고려하여 소재를 설정하고 삽화, 도식 등을 적극적으로 활용하며 문장 및 삽화를 더 명료하게 구성하는 등 실제적 맥락을 고려하여 다양한 형태의 문장제를 구성할 필요가 있다.

### I. 서론

문장제는 수식을 활용한 문제가 수와 식으로 제시되고 알고리즘의 조작에 의하여 해결되는 것과 달리 일반 언어와 수학적 언어가 혼합되어 있으며 문장의 맥락과 요구하는 내용을 읽고 파악해야 해결할 수 있는 특징을 가지고 있다. 문장제는 문제에 대한 이해 없이는 문제해결 계획 및 실행까지 도달할 수 없기 때문에 문장제의 언어적 해석 및 수학적 요소의 파악까지 두루 요구한다. 더 나아가 문장제는 구체적인 맥락을 내포하여 학습자가 수학의 유용성 및 실용성을 경험할 기회를 제공한다. 즉, 문장제는 실생활과의 관련성을 통해 자신이 수행하는 수학적 활동에 의미를 부여할 뿐 아니라 '수학화'(mathematising)의 경험과 더

불어 문제해결 능력의 신장이라는 측면에서 중요한 활용 가치를 가지게 된다(장혜원, 2002).

이러한 문장제의 특성을 고려할 때, 교과서에 제시되는 문장제는 학생들이 접하는 현실적인 상황을 구체적으로 표현하고, 문제해결에 필요한 조건을 한정하지 않아 학생들이 다양한 조건을 선별하고 선택할 수 있어야 하며 다양한 수학적 의미를 내포해야 한다(이대현, 2009). 그러나 전통적인 수학 교수 학습 과정에서 문장제는 현실적인 상황을 고려하기보다 수학적 개념 및 알고리즘 적용을 연습하기 위한 용도로 여겨져 왔다. 학습자는 반복된 연습과 훈련의 결과로 문장제에 제시된 현실 맥락에 대하여 고민하기보다 수학에 초점을 맞춰야 하는 전통적인 수학 교육 관행과 실제적 맥락의 요소를 고려해야 한다는 상반된 두 가지 요구에 부응해야 하는 상황을 마주한다(Inoue, 2005).

여러 연구자는 학생들이 실생활 문제가 제시하는 맥락에 대한 고민 없이 수학 공식이나 연산을 적용하여 비합리적인 답을 제시하는 경향에 대하여 주목하였다(Boaler, 1993; Greer, 1993; Verschaffel et al., 1994; Yoshida et al., 1997). 학생들이 문제를 해결하는 과정에서 문제의 맥락을 고려하지 않는 원인으로서는 실생활 문장제에 대한 전통적인 수학 교실의 사회 수학적 규범과 교수학적 계약이 지목되었으며(Greer, 1997; Reusser & Stebler, 1997) 인위적으로 구성된 수학 교과서 내 문제의 맥락 또한 비판의 대상이다(Verschaffel et al., 1997a, 1997b). 특히 수학 교과서의 문장제에서 제시하는 맥락은 우리가 생활하는 실생활에 존재할 것 같은 상황보다 문제에 제시된 숫자들을 계산하여 답을 도출하는 데 무리가 없도록 인위적으로 구성되었다는 비판을 받아왔다(김민경, 2004; Freudenthal, 1991). 맥락과 유리되어 작성된 문장제를 접하는 학생들은 문제의 맥락을 이해하고 고민하여 문제를 해결하기보다 문제에 포함된 모든 수를 적고, 수학적 연산을 선택하여 연산을 수행한다(Bailey, 2002). 실생활 문제의 해결 과정을 수학적 모델링이나 수학적

\* 접수일(2022년 8월 22일), 심사(수정)일(2022년 9월 9일), 게재확정일(2022년 9월 27일)

\* MSC2000분류 : 97U20

\* 주제어 : 문장제, 교과서, 진정성, 실제성, 실생활, 맥락

활동으로 여기기보다 실생활과 관계없는 퍼즐 풀이처럼 인식하는 것이다(Reusser & Stebler, 1997).

최근 몇 년 동안 수학 교육 분야에서는 현실적인 맥락에서 제기된 문제의 해결을 포함하여 수학의 적용을 강조하고 있다(NCTM, 1991; Cooper & Harries, 2002). 우리나라 역시 현행 2015 개정 교육과정에서 생활 주변과 사회 및 자연 현상을 수학적으로 이해하고 문제를 합리적이고 창의적으로 해결할 것을 목표로 제시하는 등 실생활 상황 및 맥락을 강조하고 있다(교육부, 2015a). 그러나 현행 초등 수학 교과서에 제시된 문장제가 문제를 해결하는 학습자의 입장에서 실생활 상황 및 맥락을 적절하게 반영하는지에 대한 의문이 존재한다. 수학 문장제의 학습 지도와 관련한 여러 국내 선행 연구(김민경, 2004; 김민경 외, 2012; 정혜윤 외, 2020)이 진행되었으나 선행 연구의 대부분이 수학적 모델링과 관련하여 문장제의 맥락을 살펴보고 있으며 문장제의 소재에 집중하는 경향이 있다.

본 연구에서는 실제적 맥락 관점에서 교과서 내 문장제를 살펴봄으로써 초등 수학 교과서 내 문장제 구성의 적절성에 대하여 고민하고자 한다. 본 연구는 문장제 해결 과정에서 요구되는 맥락과 관련하여 문장제의 소재와 상황 등이 실생활과 유리되지 않아야 한다는 입장에서 실제적 맥락이라는 용어를 사용한다. 즉, 실제적 맥락이란 실생활에서 접할 수 있는 특정한 상황을 나타내야 하며, 상황의 중요한 측면들이 현실적이면서 진정성 있게 구성되어야 한다는 것을 의미한다. 상황의 측면은 문장제의 소재를 비롯하여 수학적 상황, 언어적 표현, 삽화 등 문장제를 구성하고 있는 요인을 두루 포함한다. 이러한 맥락을 통하여 교과서에 제시된 문장제를 살펴보고 더 적합한 문장제를 위한 대안을 모색함으로써 초등 수학 교과서 집필 및 교수 학습 지도에 대한 구체적인 시사점을 제시하고자 하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학 문장제의 실제성

실생활 문장제는 수학 학습 동기를 유발하고, 새로운 개념 및 기술의 의미 있는 발달 기회를 제공할 뿐만 아니라, 실생활에서의 수학의 응용과 수학적 모델

링의 학습 기회를 제공한다(Boaler, 1993). 학생들은 문제해결 과정에서 자신의 일상과 관련 있는 맥락을 경험하며 이러한 경험을 통하여 수학의 실용적 가치는 물론 수학 학습의 목적과 의미를 깨닫고 흥미를 느낄 수 있다. 그렇기에 문장제의 구성은 학생들의 인지 수준 및 발달 단계에 적합한 것이어야 하며 실제적 맥락을 고려해야 한다. 그러나 학생들은 학교 수업이나 수학 교과서의 과제에서 묘사된 실제 상황의 현실을 고려하지 않으며, 문제의 해답이 실제 상황과 관련하여 터무니없게 여겨지는 상황을 경험하고 있다(Palm, 2008; Verschaffel et al., 2000).

이러한 상황에 대하여 문제의식을 제기한 기존 선행 연구는 문제의 현실성(reality), 실생활(real life), 진정성(authenticity), 실제성(practicality) 등의 용어에 주목한다. Niss(1992)는 진정성에 대하여 언급하면서 실제로 발생했거나 발생할 수 있는 상황을 진실하게 묘사해야 한다는 맥락에 초점을 맞춘다. 그는 진정한 수학의 외적 상황은 수학 이외의 실제적인 연습이나 주제 영역에 내재하여 있고, 그 영역에 진실한 객체, 현상, 주제 또는 문제를 다루고 있으며, 그 영역에서 활동하는 사람들에 의해 그렇게 인식되고 있다고 주장한다. Palm(2008)은 진정성을 '진짜' 학교 밖 상황에 대한 설명을 포함하는 수학적 학교 과제와 실제 생활 상황 사이의 일치성이라고 설명한다. 진정한 과제는 현실적으로 설명될 수 있어야 하며, 문제해결 과정은 실제 상황에 대하여 합리적이어야 한다. Riyanto et al.(2017)은 실제성을 사용하기 쉽고 해석 가능하며 모호하지 않다는 의미로 사용한다. 이처럼 수학 문장제와 "실제 상황(real-world)" 사이의 일치성을 위한 용어는 명확하게 정의되어 있지 않으며 연구자 및 연구의 방향성에 따라 각각 다르게 나타나지만, 공통적으로 문장제의 맥락과 실제 상황 사이의 연결을 가리키고 있다.

또한, 선행연구에서는 학교의 기존 산술 문장제에 대하여 학생들이 자신의 실제 지식을 제대로 활용하지 못하고 문장제에 설명된 학교 외의 맥락과 관련하여 해결 방안이 타당해야 한다는 요구를 고려하지 않는다고 비판하며 맥락의 중요성을 강조한다(Verschaffel et al., 2000). Verschaffel et al.(2000)은 학생들이 실제 세계의 "가짜 진정성"이나 장식적이지 않은 숫자와 수학에서 "정말 실제적인" 문장제에 관여할 규칙적이고 일

관된 기회가 필요하다고 주장한다. 다음은 선행 연구 중 제시된 맥락과 관련하여 살펴볼 수 있는 예제 중 하나이다.

450명의 군인은 그들의 훈련 장소로 버스를 타고 가야 한다. 각 군용 버스는 36명의 군인을 수용할 수 있다. 몇 대의 버스가 필요합니까? (버스 문제, Verschaffel et al., 2000, p. 19)

만약 학습자가 버스 문제의 해답으로 12.5를 도출한다면 이는 전통적인 학교 수학 문제가 학교 밖에서 발생할 수 있는 실제적 맥락에 주의를 기울이지 않아도 된다는 점을 고려할 때 합리적인 해답처럼 여겨질 수 있다. 그러나 실생활 상황을 고려하여 문제를 해결해야 한다는 관점에서 볼 때 이 문제의 진정성 있는 해답은 12.5가 아니라 13이 될 것이다. 실생활에서 버스의 수를 12.5대 제공할 수는 없기 때문이다.

물론 교과서의 문장제가 교실 밖의 맥락을 오롯이 담아내는 것은 불가능하다. 그러나 학교 수학에서의 현실적인 제약에도 불구하고, 학생들의 의미 있는 문제해결을 위하여 실생활과 유사한 상황 및 맥락을 설정하여 문제의 맥락을 구성할 수 있다는 점을 고려할 때 교과서 문장제의 실제적 맥락이 학습자에게 중요한 영향을 미치리라고 짐작할 수 있다.

본 연구는 선행연구에서 언급한 문장제와 실제 생활의 일치성과 관련된 여러 용어가 가리키는 바를 종합하여 살펴보기 위하여 실제적 맥락의 관점에서 접근한다. 문장제의 실생활 상황 및 맥락을 소재에만 국한하지 않고 언어적 표현과 수학적 개념을 비롯하여 삽화, 도식 등 문장제의 해결에 영향을 미치는 요인을 두루 살펴보고 문장제 구성 및 교수 학습 방법에 대한 구체적인 시사점을 모색하고자 하였다.

## 2. 학교 수학 문장제의 실제적 맥락 도입

문장제의 수행은 언어적 요인, 수학적 요인 및 그들의 상호작용에 의하여 영향을 받는다(Daroczy et al., 2020). 언어적 요인은 문장제의 주제를 구성하는 맥락 및 발문 등을 가리키고 수학적 요인은 수와 연산, 함수, 방정식 등과 같은 수학적 내용을 포함한다. 문장제에서는 이러한 언어적 요인과 수학적 요인을 분리하

여 문제를 해결할 수 없다. 문장제를 해결하기 위해서는 우선 언어적으로 문제의 구조를 인지한 다음 적절한 알고리즘을 선택하여 문제해결 과정에 적용하기를 요구하기 때문이다(박장희 외, 2012). 그 결과, 문장제는 수식으로 이루어진 문제와 달리 문제의 내용을 분석하는 능력과 문장으로 이루어진 내용을 수식으로 표현하는 능력, 수학적 개념의 숙지와 연산 능력 및 수학적 사고력 등 여러 가지 복합적인 능력을 요구한다. 이러한 문장제의 특성으로 인하여 다양한 관점에서 문장제와 관련된 국내외 선행 연구가 진행된 바 있다.

Duan et al.(2000)은 중국의 교사들을 대상으로 문장제를 해결하고 문제의 적절성에 대하여 평가하도록 하였다. 연구 결과, 교사들은 문장제가 더 명확하게 서술되어야 한다고 생각하는 경향이 나타났다. 교사들은 주어진 수치를 이용하여 논리적으로 도출될 수 있는 유일한 답을 구할 수 있다는 믿음을 공유하고 있었으며 문장제의 개선을 위하여 현실적인 수학적 모델링 문제에서 불확실성을 제거하고자 하였다.

Cooper & Harries(2002)는 '현실적(realistic)' 문제에 대한 영국 어린이들의 반응을 분석하여 학생들이 문제해결에 대한 현실적인 접근이 가능한지 탐구하였다. 분석 결과, 적절하게 구성된 현실적 문제가 주어지면 어린이들이 문제의 맥락에서 현실적인 반응을 도입할 의지와 능력이 더 향상될 수 있고 광범위한 지식을 활용할 수 있다고 하였다.

Palm(2008)은 문제의 맥락에 서술된 학교 외적 상황과 관련하여 문제의 진정성이 학생들의 성향에 미치는 영향을 조사하였다. 연구 결과, 문제해결 과정에서 학생들은 표면적인 전략을 자주 사용하였고 문장제에 기술된 상황과 일치하지 않는 풀이를 사용하였으나, 문제의 진정성이 향상되는 경우 실제 상황에 대한 지식을 활성화하는 경향을 나타냈다. 이를 통하여 진정성은 교실에서 사용될 문장제의 개발과 선택에서 중요하게 고려되어야 할 요소임을 강조하였다.

Riyanto et al.(2017)은 현실적 수학교육의 수학 모델링 문제는 어떻게 유효하며 현실적 수학교육의 수학 모델링 문제는 어떻게 실용화되는지에 집중하였다. 전문가 검증과 학생들의 의견과 답변을 바탕으로 타당하면서 실제적인 수학적 모델링 문제를 생산하였다.

국내 연구의 경우, 문장제의 실제적 맥락과 연관이 있는 선행연구는 대부분 모델링의 관점에서 문장제의

소재를 살펴보거나 문장제를 통하여 학습자의 실제적 맥락에 대한 이해 여부를 조사하는 방향으로 진행되었다. 그 중 초등 수학 교과서 및 학생들의 문제 해결 과정을 대상으로 분석한 국내 연구는 다음과 같다.

김민경(2004)은 수학 교과서의 문장제가 실생활 상황을 반영하기보다 문제에서 주어진 숫자와 연산의 기계적인 조합을 통해 문제를 해결하게 하는 경향으로 나타나는 문제점을 지적하였다. 초등학생을 대상으로 현실적인 상황을 고려한 문장제를 제시한 결과 대부분의 초등학생은 문장제의 현실성을 고려하여 문제를 해결하지 못하였으며 문제에 주어진 숫자들을 단순히 계산하는 경향이 나타났다. 김민경 외(2012)는 실생활 활용 측면과 관련하여 문제에서 제시하는 상황이 실제로 일어날 수 있는지, 사실적 소재를 다루는지, 학습자의 경험과 관련이 있는지를 기준으로 하여 초등학교 4학년 수학 교과서를 분석하였다. 분석 결과, 한국 교과서는 미국 교과서보다 맥락 문제가 차지하는 비율뿐 아니라, 과정보다 맥락성이 낮게 나타났다.

정혜윤 외(2020)의 연구에서는 초등학교 6학년 수학 교과서에 제시된 과제를 분석하여 학생들이 경험할 수 있는 수학적 모델링 학습 기회의 특징을 확인하고자 하였다. 분석 결과, 2015 개정 교육과정 시기의 수학 교과서에는 여러 단계의 수행을 유도하는 다중 과제 비율이 높아졌으며 교과서 과제에서 학생들의 실생활에 밀접한 상황이 더 높은 비율로 반영되었다. 그러나 이러한 변화에도 불구하고, 여전히 특정 모델링 단계와 상황을 반영하는 과제의 비율이 높게 나타났다.

이외에도 문장제의 언어적 요인에 주목한 국내 선행연구에서는 문장제를 구성하는 언어적 요인이 학습자의 문제해결 과정에까지 영향을 미칠 수 있음을 강조하고 있다. 이러한 연구에 따르면 문장을 구성할 때 수학 문장제의 문장 구조(강화나, 백석윤, 2009), 문장 복잡성(강윤지, 백석윤, 2020)을 고려하여 학습자가 언어적 능력의 미숙으로 인하여 문제를 해결하지 못하는 경우가 없도록 문장제를 서술하여야 한다. 또한, 문법적 은유의 일종인 명사화(이관희, 장혜원, 2021)의 기능을 고려하면 일상적인 표현을 명사화하려 표현하는 것은 수학적 대상화를 위한 개체를 보다 쉽게 파악할 수 있도록 하지만 이러한 표현이 학습자의 인지적 부담을 야기할 수 있다는 점을 고려해야 한다.

이처럼 문장제와 관련된 국내외 선행 연구는 교수

학습 과정 중 문장제의 중요성과 맥락의 진정성에 대하여 긍정적인 입장을 견지하면서 문장제에서 제시하는 맥락이 학습자의 실제 생활과 관련 있어야 하며 학생들에게 알맞게 구성된 문장을 구성할 필요가 있다는 것에 동의하고 있다. 이에 따르면 실제적 맥락의 문제를 통하여 현실과 수학 사이의 인지적 연결의 발달은 물론 학습자의 정서적, 동기부여 영역에 대한 긍정적인 영향까지 미칠 수 있으리라 짐작할 수 있다.

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

본 연구는 초등 수학 교과서의 문장제를 실제적 맥락 관점에서 살펴보고 교과서 집필 및 문제해결 교육에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 이를 위하여 현행 2015 개정 교육과정이 반영된 국정 교과서 내 문장제를 연구 대상으로 설정하였다. 2022년부터 초등학교 3·4학년군의 검정 교과서가 사용되고 있으나 현행 2015 개정 교육과정을 반영하는 국정 교과서가 존재하며 검정 교과서와 비교하였을 때 교육과정에 대한 대표성을 지닌다고 판단되었기 때문이다.

본 연구의 대상으로 선정된 문장제는 수와 연산 영역의 문장제이며 실생활 상황을 포함하고 연산 과정이 기대되는 문제이다. 수와 연산 영역의 문장제는 다른 영역의 문장제와 비교하였을 때 실생활 상황이 명확하게 제시되어 있으며 측정, 작도 등의 추가적인 활동을 요구하지 않고 문장제의 본문만으로 문제해결에 필요한 정보가 온전히 제시되는 경우가 많아 본 연구의 목적에 더 적합하다. 또한, 2015 개정 교육과정의 성취기준에서도 실생활 상황을 통하여 덧셈과 뺄셈, 곱셈과 나눗셈의 의미를 이해할 것을 강조하는 등 수학적 개념을 실생활과 관련지어 다루고 있다(교육부, 2015a). 반면, 다른 영역의 문장제는 문장제의 상황이 명확하게 제시되지 않거나 산술적 처리 대신 학습자의 특정 활동을 지시하는 경우, 문제해결을 위한 필수적인 정보를 삽화나 도식 등에 의존하여 문제를 전개하는 경우 등이 많아 본 연구의 대상에서 제외하였다. 이와 유사한 맥락에서 문장제의 해결에 필수적인 정보가 삽화나 도식 등으로 표시되어 문장제의 문장만으로 문제

를 해결할 수 없거나 산술 계산 대신 삽화에 그려진 대상의 개수를 세거나 지우는 등의 활동을 지시하는 경우를 제외하였다.

1학년부터 6학년까지의 현행 초등 수학 교과서 중 수와 연산 영역 단원의 문장제를 추출하여 연구 대상으로 설정하였으며 개정 2007 교육과정 및 개정 2009 교육과정이 반영된 초등 수학 교과서 내 문장제 또한 연구 대상에 포함하였다.\* 이는 실생활 관점을 강조하는 비교적 최근 교육과정이 반영된 교과서를 함께 살펴봄으로써 보다 구체적인 대안을 모색하고 문장제 서술에 대한 전반적인 경향성 및 변화의 과정을 살펴보고자 하였다. 다른 나라의 교과서로는 미국 교과서와 핀란드 교과서를 참고하였다. 미국은 우리나라의 교육과정 및 교과서 집필에 큰 영향을 미치고 있는 국가이며 본 연구에서 참고한 'Go Math!'는 Common Core State Standards(공통 핵심 주 표준안)를 충족시키는 수학 교과서로 수학 개념을 실생활에서 활용할 수 있는 다양한 사례를 포함하고 있다. 핀란드의 수학 교과서는 수학과 생활을 친밀한 것으로 인식하게 하며 학생들이 다양한 방식으로 수학을 사용하고 응용하면서 실생활과 관련지어 수학을 공부하도록 한다(Forsback et al., 2018a). 그 중, OTAVA 출판사의 'Tuhattaituri' 시리즈는 핀란드의 여러 초등학교에서 선정한 교과서 이면서 핀란드의 최신 교육과정을 반영하고 있다. 'Tuhattaituri' 시리즈를 다른 나라 언어권의 특성을 고려하여 출간한 영어판 'STAR MATHS' 시리즈의 국내 번역본을 참고하였다.

## 2. 분석 절차 및 방법

실제적 맥락 관점에서 교과서 내 문장제를 살펴보기 위하여 2015 초등 수학 교과서 내 문장제를 추출하여 분석하였다. 1차 분석을 통하여 초등 수학 교과서 내 문장제를 살펴보았으며 연구 대상을 수와 연산 영역의 문장제 중 실생활 맥락이 포함된 문제로 선정하였다. 이후 2차 분석을 통하여 연구 대상으로 선정한 문장제 중 실제적 맥락 관점에서 분석을 실시하여 유

사한 문제점이 나타난 문장제를 부자연스러운 맥락이나 소재를 설정하는 경우, 인위적인 수를 삽입하는 경우, 언어적 표현 및 삽화가 어색한 경우 등으로 범주화하였으며 초등교육 전문가 2인의 교차 검토를 통하여 이러한 범주가 적절한지 살펴보았다. 이를 바탕으로 3차 분석을 진행하여 각 문장제의 사례가 실제적 맥락에 적합하지 않은 경우 외국의 교과서에 우리나라 교과서와 유사한 사례 또는 개선된 사례가 있는지 탐색하여 구체적인 대안을 고민하고자 하였다.

본 연구는 실생활 기준에 충족하는 문장제의 수를 수량화하거나 이전 교육과정의 교과서 및 다른 나라 교과서와 비교하는 것이 목적이 아니라 실제적 맥락 관점에서 초등 수학 교과서 내 문장제에서 나타나는 문제점을 살피고자 한다. 이러한 목적을 위하여 우리나라 교과서의 문장제를 분석하였으며 문제점을 탐색하고 범주화하여 구체적인 개선 방안 및 교수 학습 지도의 시사점을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 2007 초등 수학 교과서, 2009 초등 수학 교과서, 2015 초등 수학 교과서의 문장제를 비롯하여 다른 나라 교과서에서 동일한 수학적 개념을 다루는 단원에서 나타나는 문장제의 소재, 표현, 상황 및 수 등을 실제적 관점에서 살펴봄으로써 유사한 형태의 문장제가 발견되었거나 개선된 형태로 문장제가 제시되었는지 살펴봄으로써 구체적인 개선 방안을 모색하기 위함이다.

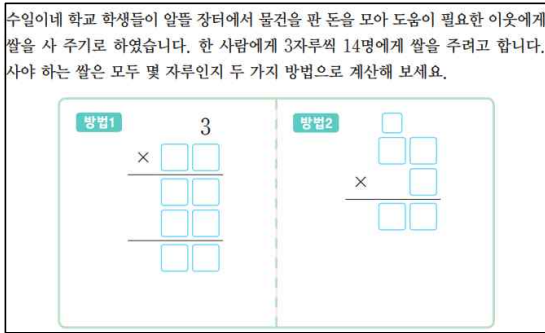
## IV. 연구 결과

### 1. 부자연스러운 맥락 및 소재를 설정하는 경우

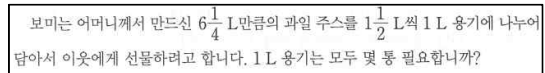
문장제는 독자가 이해할 수 있다고 가정되는 상황의 텍스트 설명이며(Verschaffel et al, 2000), 허구적이고 실현 불가능한 상황이 아닌 실생활과 연관된 문제의 유형이다(박장희 외, 2012). 이처럼 맥락이 포함된 문제에서 문제의 맥락은 학생들의 일상과 관련된 것이어야 하며 이러한 문제는 학생들에게 실제적인 맥락을 가진 문제로 경험되어야 한다. 문장제의 맥락을 설명하기 위한 정보라고 해도 학생들에게 와닿지 않거나 학생들이 이해할 수 없는 수준과 내용으로 구성되어 있다면 그러한 문제는 부자연스럽게 느껴질 수 있다. 따라서 효과적인 문장제 학습을 위하여 실생활 소재의

\* 본 연구에서는 교육과정에 따라 2007 개정 교육과정, 2009 개정 교육과정, 2015 개정 교육과정이 반영된 초등 수학 교과서를 각각 2007 초등 수학 교과서, 2009 초등 수학 교과서 및 2015 초등 수학 교과서라고 지칭한다.

문제 상황을 내포하고 있어야 하지만, 초등 수학 교과서의 문장제에서 자연스럽게 않은 맥락이나 소재를 설정하는 경우가 나타났다.



[그림 1] 2015 초등 수학 교과서 3학년 2학기 25쪽(교육부, 2020b)



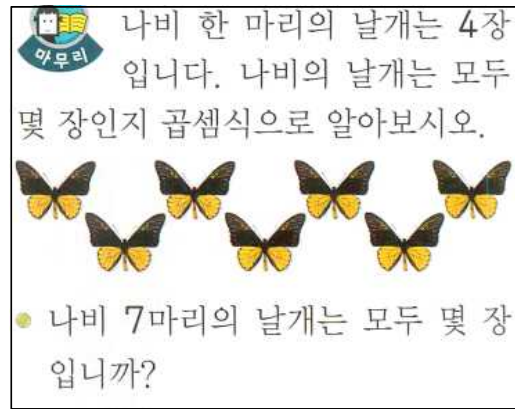
[그림 2] 2009 초등 수학 교과서 6학년 1학기 56쪽(교육부, 2015c)

[그림 1]에서는 ‘수일이네 학교 학생들이 알뜰 장터에서 판 돈을 모아 도움이 필요한 이웃에게 쌀을 사 주기로 하였습니다.’라는 상황을 제시한다. 이 문장은 서술되지 않아도 문제해결에 지장이 없는 문장으로 문제해결에 필요한 언어적 소재나 수학적 소재를 포함하고 있지 않다. 이처럼 맥락을 별도의 문장으로 삽입하는 경우 학생들의 수학적 흥미에 긍정적인 영향을 미칠 수는 있으나 동시에 읽어야 하는 문장의 양이 늘어 인지적 부담이 증가할 수 있다.

[그림 2]에서는 분수의 나눗셈을 연습하기 위하여 과일 주스를 나누어주는 상황을 설정한다. 그러나 실생활에서 음료의 양을 측정할 때 분수로 표현하는 경우는 드물다. 이처럼 문장제에 실생활 맥락을 삽입하는 과정에서 오히려 문제의 맥락과 문제를 해결하기 위하여 필요로 하는 수학적 개념이 부자연스럽게 연결된다. 이외에도 일상생활에서 밀가루의 양, 설탕의 양 등은 분수를 사용하여 표기하지 않지만 문장제에서 분수의 연산을 연습하기 위하여 맥락으로 삽입되는 경우가 여럿 나타났다.



[그림 3] 2007 초등 수학 교과서 2학년 1학기 115쪽(교육과학기술부, 2012a)



[그림 4] 2009 초등 수학 교과서 2학년 2학기 51쪽(교육과학기술부, 2015b)

상식적인 수준에서 살펴보았을 때 나비의 날개는 위치에 따라 그 크기와 모양, 기능이 다르게 작용한다. 따라서 이산량의 관점에서 나비의 날개가 4개라고 수를 셀 수 있으나 실제로 이러한 사례는 각각 다른 개체를 대상으로 수를 세는 것으로 여겨질 수 있어 적절하지 않다. 2007 초등 수학 교과서에 삽입된 문제인 [그림 3]에서는 삽화까지 제시하고 있으며 삽화 내 나비의 날개 또한 윗날개와 아랫날개가 다르게 그려져 있다. 2009 초등 수학 교과서에서도 [그림 4]와 같이 동일한 소재를 다시 활용한다. 마찬가지로 나비의 날개가 각각 다른 크기로 그려져 있으며 나비 7마리의 날개가 모두 몇 장인지 묻는다. 반면 2015 초등 수학 교과서의 경우 비교적 동일하다고 여겨질 수 있는 소재로 문장제를 구성한다. 물리적으로 완전히 동일한

수는 없지만 유사하게 여겨지거나 동일하게 그린 삽화를 추가하여 문장제를 보완한다. 2015 초등 수학 교과서 곱셈 단원에 제시되는 문제 대부분이 풍선을 30개씩 2묶음, 호두과자를 12개씩 4봉지, 달걀이 15개씩 9판' 등으로 동일한 소재를 활용하는 방향으로 사용하고 있는 것을 고려할 때 집필자의 의도 역시 같은 맥락이었을 것이라고 짐작할 수 있으며 이러한 부분에 문제의식을 느끼고 개선하는 방향으로 집필이 이루어지고 있음을 짐작할 수 있다.

또한, 우리나라 초등 수학 교과서는 대부분 문장제를 언어적 서술의 형태인 문장으로 제시하고 있으며 문장제의 해답은 계산의 결과를 숫자로 기재하는 단답형의 형태로 제시되는 경우가 많다. 이러한 문장제가 반복적으로 제시되면 학생들은 문장제의 맥락을 이해하지 않고 문장제에서 수학적 정보만을 추출하여 기계적으로 해답을 구하게 될 수 있다.

Mrs. Shaw is buying 26 markers. She can buy them in packs of 10 markers or as single markers. Which of these is a way that she can buy the markers? (pp. 29-32)

Packs of 10 markers	Single markers
2	6
0	26

- 1 pack of 10 markers and 26 single markers
- 6 packs of 10 markers and 2 single markers
- 1 pack of 10 markers and 16 single markers
- 3 packs of 10 markers and 6 single markers

[그림 5] 미국 초등 수학 교과서 Go Math 2권 43쪽 (Houghton Mifflin Harcourt, 2011a)

① 잡지가 1권에 3유로예요. 알렉은 13유로를 가지고 잡지를 몇 권까지 살 수 있을까요?

알렉은 잡지를 \_\_\_\_\_ 권 사고,  
\_\_\_\_\_ 유로가 남아요.

[그림 6] 핀란드 초등 수학 교과서 3학년 2-1권 45쪽 (Kiviluoma et al., 2018a)

반면, 미국 초등 수학 교과서에서는 문제의 해답으

로 주관식뿐 아니라 객관식 문제를 여럿 제시하고 있으며 이는 단답형을 주로 출제하는 우리나라의 초등 수학 교과서와 다른 점 중 하나이다. 또한, 답안의 경우 [그림 5]처럼 맥락을 반영하는 문장으로 제시하여 학습자가 단순히 숫자만 계산하는 것이 아니라 실제적 맥락을 이해해야 알맞은 답을 구할 수 있도록 안내하고 있다. 핀란드 초등 수학 교과서에서도 학습자가 문장제에 대한 맥락을 고려하여 문제를 해결하고 답을 적을 수 있도록 [그림 6]과 같이 정답을 적는 공간을 비운 문장을 제시하고 있다. 우리나라 교과서의 문장제에서도 '( )개', '( )마리' 등 답안을 구체적으로 제시하는 경우가 존재하지만 단답형으로 결과를 요구하는 형태가 대부분이다. 반면, 미국 교과서와 핀란드 교과서는 맥락이 드러나는 문장을 통하여 학습자가 맥락을 이해해야 해결할 수 있는 형태로 답안을 제시한다. 이러한 경우 학습자는 단순히 문제에 포함된 숫자를 기계적으로 계산하는 것이 아니라 자신이 무엇을 구해야 하며 자신이 구한 답이 무엇을 의미하는지 한번 더 고민하게 될 수 있어 문장제의 맥락 이해를 위한 문장제의 대안적인 형태로 고려할 수 있다.

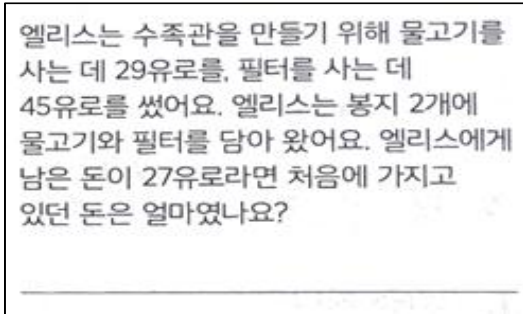
또한, 우리나라 초등 수학 교과서 내 문장제는 대부분의 경우 문제를 해결하기 위하여 꼭 필요한 정보와 발문, 맥락을 위한 서술 위주로 서술된다. 문제해결이 강조된 7차 교육과정 이후의 교과서 속 문장제에 포함된 수치 정보의 분석 결과, 정보과다 문제는 소량 제시된 바 있으며 정보부족 문제의 경우 자칫 문장제의 오류로 여겨질 수 있기 때문에 정보부족 문제를 교과서에서 구현하는 데 한계가 있을 것으로 보인다(장혜원 외, 2019).

팔찌 매듭을 만들기 위해 매듭실을 4명에게  $\frac{2}{5}$  m씩 잘라 주었더니  $\frac{3}{5}$  m가 남았습니다. 남은 매듭실을 4명이 똑같이 나누어 반지 매듭을 만들었습니다. 한 명이 반지 매듭을 만드는 데 사용한 매듭실의 길이를 구해 봅시다.

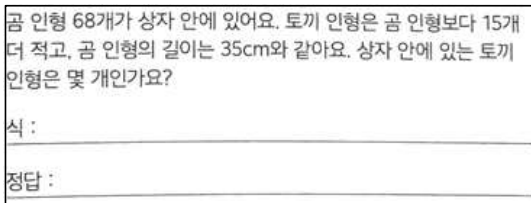
[그림 7] 2015 초등 수학 교과서 6학년 1학기 20쪽(교육부, 2020f)

[그림 7]은 2015 초등 수학 교과서에 삽입된 정보과다 문제의 예시이다. 이 문제에는 문제의 해결에 사용하지 않는 정보가 삽입되어 있다. 이 문제에서 필요한 정보는 남은 매듭실의 길이이지 팔찌를 만들기 위해 3명에게 나누어준 매듭실의 길이는 중요하지 않기 때문

이다. 이러한 경우는 앞서 언급한 [그림 1]에 제시된 것처럼 수학적 개념과 관련 없이 문제의 맥락을 설명하기 위한 문장을 추가한 경우나 문제해결 과정에서 필수적인 정보만을 제시하는 경우와 달리 학습자가 문제를 이해하고 제시된 맥락을 통해 문제해결에 필요한 정보를 선별하도록 의도하였음이 나타난다. 이처럼 정보과다 문제를 삽입하는 경우 제시된 수의 조합만으로는 문제를 정확하게 해결할 수 없기 때문에 학습자가 필연적으로 문제의 맥락을 이해해야 하는 상황에 직면하기 때문이다.



[그림 8] 핀란드 초등 수학 교과서 2학년 2-1권 정보과다 문제 59쪽(Forsback et al., 2018b)

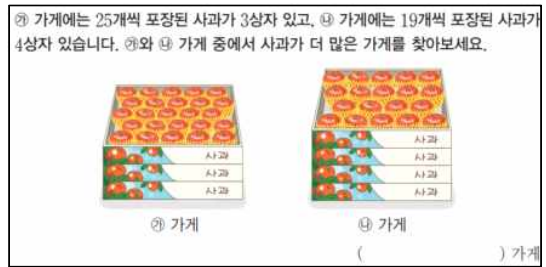


[그림 9] 핀란드 초등 수학 교과서 2학년 2-1권 정보과다 문제 79쪽(Forsback et al., 2018b)

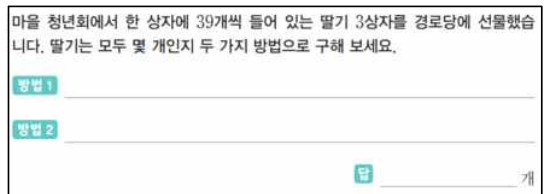
핀란드 교과서에서는 [그림 8], [그림 9]처럼 정보과다 문제를 의도적으로 배치하고 있으며 ‘필요 없는 조건의 문장을 찾아 줄을 그어 지은 후, 문제를 풀어 보세요.’라고 안내하여 정보과다 문제를 출제한 의도를 분명히 언급한다. 이는 앞서 언급한 맥락을 설정하기 위하여 추가로 삽입된 문장이 아니라 학습자가 문장제를 읽고 필요 없는 조건의 문장을 찾을 수 있도록 의도한 것으로 학습자의 문장제 맥락 이해 및 고차원적인 수학적 사고 능력을 향상하고자 고안된 것이다.

## 2. 인위적인 수를 삽입하는 경우

초등 수학 교과서를 살펴본 결과 학습자의 문제해결을 돕기 위하여 의도적으로 인위적인 수를 설정하는 경우가 여러 차례 발견되었다. 학생들에게 익숙하지 않은 수이거나 맥락에 어울리지 않는 수를 삽입하는 경우가 해당한다. 이러한 경우 문장제에 제시된 상황이 학습자에게 익숙하고 친근한 상황이라도 그 맥락이 실제적이지 않게 여겨질 수 있다.



[그림 10] 2015 초등 수학 교과서 3학년 1학기 82쪽(교육부, 2020a)

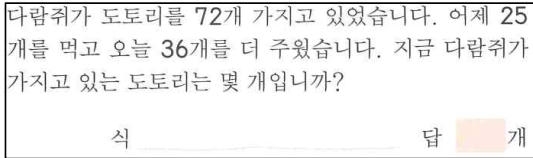


[그림 11] 2015 초등 수학 교과서 3학년 1학기 83쪽(교육부, 2020a)

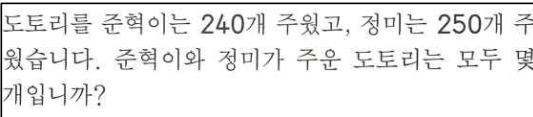
[그림 10]에서는 사과 상자의 단위를 25개, 19개로 제시하고 있다. 유사한 경우로 [그림 11]에서는 딸기 한 상자를 39개 용량으로 제시하고 있다. 실생활에서도 무게를 기준으로 과일을 판매하는 경우 10개 단위가 아닌 임의의 개수로 과일이 담길 수 있지만 초등학생이 과일을 상자 단위로 직접 구입할 기회가 적고 다량의 과일을 접하는 것도 익숙하지 않은 상황이다. 이러한 상황을 고려하였을 때 [그림 10]과 [그림 11]의 문제에 설정된 수치는 해당 차시의 목표에 부합하는 다양한 연산 연습을 돕기 위한 의도로 특정한 숫자를 배치한 것일 수 있다. 이처럼 인위적인 수를 삽입할



경우 문장 중 삽입되는 수에 따라 계산의 난이도를 조정하거나 의도적으로 특정한 수와 관련된 연습을 가능하게 할 수 있으나 다양한 경험이 부족한 어린 연령의 학생들에게 낯선 상황으로 여겨질 수 있다.



[그림 12] 2007 초등 수학 교과서 2학년 1학기 63쪽 (교육과학기술부, 2012a)



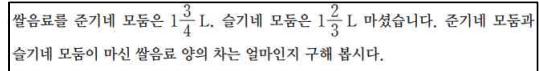
[그림 13] 2007 초등 수학 교과서 2학년 2학기 37쪽(교육과학기술부, 2012b)

2007 초등 수학 교과서에서는 삽입되는 수로 인하여 문제의 맥락이 실제적이지 않은 경우가 여럿 관찰된다. 다람쥐가 도토리를 줌은 것은 당연한 것처럼 여겨지지만 [그림 12]처럼 다람쥐가 도토리를 72개 가지고 있다가 25개를 먹고 36개를 주울 수도 없으며 [그림 13]에서 초등학생으로 인식되는 준혁이와 정미가 200개가 넘는 도토리를 주울 수도 없다. 이는 문제해결의 용이성을 위하여 문장제의 상황에 비현실적인 수학적 정보를 제시하는 것이다. 이처럼 문제 상황에 인위적인 수를 삽입하는 경우 문장제의 난이도 조절에는 요긴하겠으나 문장제의 실제적 맥락이 소실되며 학습자는 문장제의 맥락을 고려하지 않고 실생활과 유리된 것처럼 인지하게 될 우려가 있다. 학습자의 연산 연습 및 차시 목표의 달성을 위하여 의도적으로 수를 삽입할 수 있으나 이러한 경우에도 문제 상황의 맥락과 학습자의 선행 경험을 고려하여 수를 설정한다면 문제의 실제성에 더욱 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

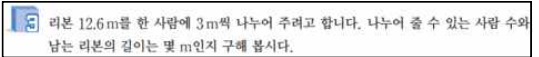
### 3. 문장제의 언어적 표현이 일상적이지 않은 경우

문장제는 언어적 표현에 근거하여 학습자가 문제를

이해하고 요구하는 바를 파악하여 문제를 해결할 것을 요구한다. 초등학생의 문장제 해결 과정을 살펴보면 주어진 문장제를 읽고 그 안에 제시된 정보를 인식하는 과정에서 문장제의 문장 구조에 따라 그 문제가 요구하는 수학적 내용이나 제시하는 정보가 실제와 다르게 받아들이는 심리적 오류 현상을 찾아볼 수 있다(강하나, 백석운, 2009). 만약 학습자가 해결해야 하는 문제의 언어적 표현이 모호하거나 일상적이지 않은 경우, 문장의 길이나 구조가 지나치게 복잡하게 구성된 경우 학습자가 문제에서 요구하는 바를 정확하게 이해하지 못하거나 문제를 해결하기 위하여 필요한 정보를 바르게 찾지 못할 우려가 있다.



[그림 14] 2015 초등 수학 교과서 5학년 1학기 97쪽 (교육부, 2020d)



[그림 15] 2015 개정 수학 교과서 6학년 1학기 43쪽 (교육부, 2020f)

[그림 14]에서는 ‘준기네 모듬과 슬기네 모듬이 마신 쌀음료 양의 차’를 구할 것을 요구한다. [그림 15]에서는 ‘나누어 줄 수 있는 사람 수와 남는 리본의 길이’를 구할 것을 요구한다. 이는 문법적 은유 중 하나인 명사화가 실현된 압축적인 표현으로 문장의 구성에 일관성을 부여하고 수학적 대상화를 유도하는 과정에서 실생활에서 자주 사용하지 않는 구조의 문장이 서술된 것이다. 수학적 대상화를 위한 개체를 보다 쉽게 파악할 수 있어(이관희, 장혜원, 2021) 학습자가 문장을 읽고 수식으로 변환하는 과정이 수월하지만, 동시에 일상적으로 사용하지 않는 복잡한 구조의 문장을 이해하기 위한 인지적 부담이 증가할 수 있다. 초등학생의 연령과 문해력을 고려하여 복잡한 문장으로 인하여 문제를 해결하지 못하는 일이 없게끔 문장의 구조를 단순화하여 서술할 필요가 있다(강윤지, 백석운, 2020).

이외에도 우리나라 초등 수학 교과서의 내용을 살펴보면 학습자의 문제해결에서 나타나는 수확화를 돕기 위하여 실생활에서 사용하지 않는 표현을 삽입하여

서술한 언어적 표현이 여럿 관찰된다. 특히 분수 단원의 경우 문장제를 구성하기 위한 일상적이지 않은 표현이 다수 나타났다.

도영이네 가족이 방울토마토 36개를 준비했습니다. 아버지가 36개의  $\frac{2}{9}$ 만큼, 어머니가 36개의  $\frac{1}{3}$ 만큼을 드시고 나머지는 도영이가 모두 먹었습니다. 누가 가장 많이 먹었는지 알아봅시다.

[그림 16] 2015 초등 수학 교과서 3학년 2학기 91쪽 (교육부, 2020b)

진희는 우표를 12장 가지고 있었습니다. 가지고 있는 우표의  $\frac{3}{4}$ 을 친구들에게 나누어 주었습니다. 진희가 친구들에게 준 우표는 몇 장입니까?

[그림 17] 2007 초등 수학 교과서 3학년 1학기 106쪽 (교육과학기술부, 2012c)

[그림 16]에서 제시한 것처럼 ‘아버지가 36개의  $\frac{2}{9}$ 만큼’ 등의 표현은 실생활에서 사용되지 않는 어색한 표현이다. 실생활에서 ‘몇분의 몇’과 같이 분수를 사용한 표현을 거의 사용하지 않으며 ‘9로 나눈 것 중 2만큼’이라는 표현조차 사용하지 않는다. 그러나 교과서에서는 분수 단원의 문장제를 구성하기 위하여 의도적으로 어색한 표현을 활용하고 있다. [그림 17]과 같이 2007 초등 수학 교과서에서도 이러한 표현을 살펴볼 수 있다. 이는 분수를 활용한 문장제를 만들기 위하여 문장 중간에 분수를 삽입한 일상적이지 않은 표현이다. 학생들은 실생활과 다르게 표현된 문장제를 읽으면서 문장제에서 구하고자 요구하는 바를 파악하지 못하거나 문제에서 제시하는 상황을 정확하게 이해하기 어려워할 수 있다. 이러한 경우 삽화나 도식, 표 등을 활용하여 접근함으로써 언어적 표현의 구성으로 인한 부담을 완화할 수 있다.

외국 교과서에서 제시하는 문장제의 경우 우리나라 교과서에서 제시하는 것보다 구성과 형태가 유연하다. 핀란드 교과서의 경우 문제에 삽화와 표 등을 효율적으로 활용하여 문장제의 언어적 표현을 더욱 명료하게 구성하고 있다. 문제 해결을 위하여 필수적인 수학적 정보를 문장으로만 기술하는 대신 시각적 표현을 보다 적극적으로 활용하는 것이다. 이러한 경우 문장제의 본문을 더욱 간결하고 효과적으로 서술할 수 있으며


수학적인 정보를 문장으로 구성하기 어색한 경우를 보완하여 문장제의 완성도를 높일 수 있다. 우리나라의 교과서에서도 수학적 정보를 삽화로 삽입하는 경우가 존재하지만, 핀란드 교과서는 보다 적극적으로 다양한 성격의 삽화를 활용하고 있다.

6. 아래 표를 살펴보고 질문에 답해 보세요.

알렉의 화요일

활동	시간 (하루에서 차지하는 비율)
학교생활	$\frac{1}{4}$
수면	$\frac{5}{12}$
취미 활동	$\frac{1}{12}$
운동	$\frac{5}{24}$
숙제	$\frac{1}{24}$

- 알렉이 화요일에 학교생활과 숙제에 쓰는 시간은 모두 얼마일까요?  
식: \_\_\_\_\_  
정답: \_\_\_\_\_
- 알렉이 화요일에 수면, 취미 활동, 그리고 숙제에 쓰는 시간은 모두 얼마일까요?  
식: \_\_\_\_\_  
정답: \_\_\_\_\_
- 알렉의 수면 시간은 운동 시간보다 얼마나 더 많을까요?  
식: \_\_\_\_\_  
정답: \_\_\_\_\_
- 알렉의 수면 시간은 학교생활 시간보다 얼마나 더 많을까요?  
식: \_\_\_\_\_  
정답: \_\_\_\_\_
- 알렉이 취미 활동에 쓰는 시간은 얼마일까요?  
식: \_\_\_\_\_  
정답: \_\_\_\_\_



[그림 18] 핀란드 초등 수학 교과서 4학년 2-1권 46쪽(Kiviluoma et al., 2018b)

[그림 18]의 경우 분수를 활용한 문장제에서 각 활동에 따른 시간을 표로 제시하고 있다. 이러한 경우 분수의 덧셈에 대한 문장제를 구성하면서 문장에 분수를 삽입하지 않아도 문제를 구성할 수 있어 문장을 더 자연스럽게 서술할 수 있다. 분수의 연산에 대한 문장제에서 이러한 방식으로 표나 삽화를 활용하여 문제를 구성하는 방법을 고려할 수 있다.

1. 노란 공룡의 가격을 구해 보세요.

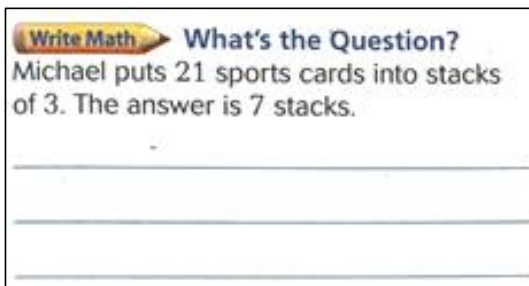


총 가격 12€                      총 가격 15€                      €

[그림 19] 핀란드 초등 수학 교과서 1학년 2-1권 67쪽(Forsback et al., 2018a)

[그림 19]의 경우 해당 문제를 문장의 형태만으로 서술하려면 공룡 장난감을 구입하려는 상황과 빨간 공

통과 노란 공룡의 가격을 설명하기 위하여 긴 문장이 여럿 요구된 것이다. 그러나 예시처럼 삽화에 수학적 정보를 포함할 경우 문장을 더욱 간략하게 구성할 수 있으며 학습자가 구해야 하는 바를 명료하게 나타낼 수 있다. 이처럼 문제 구성 시 필수적인 정보를 담고 있는 삽화를 삽입하면 학생들의 적극적인 정보 탐색을 안내하고 문제해결에 필요한 수학적 정보를 선별하도록 의도할 수 있다(강운지, 장혜원, 2022).



[그림 20] 미국 초등 교과서 3권 304쪽(Houghton Mifflin Harcourt, 2011b)

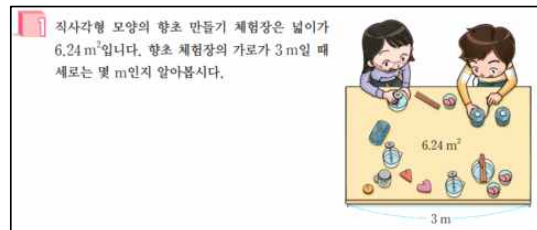
미국 교과서의 경우 [그림 20]과 같이 결과를 먼저 주고 학습자에게 질문하기도 하는 등 문장제의 문장 구성이 더 자유롭다. 이러한 문제 상황에서 학생들은 자신만의 문장제를 작성하면서 실제 세계에 대한 통찰과 고려를 기반으로 하는 상황과 시나리오를 "수학화"할 수 있을 것이다(Barwell, 2011).

4. 삽화가 맥락을 적절히 반영하지 않는 경우

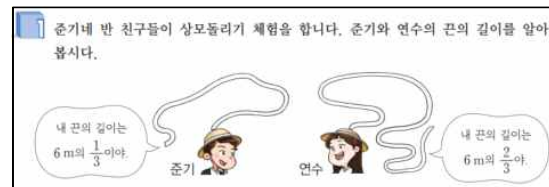
2015 초등 수학 교과서를 살펴보면 중 문장제에 제시된 상황이 삽화와 어울리지 않는 경우가 나타났다. 이는 삽화에서 묘사하고 있는 대상이 문장제의 내용과 다르게 표현되는 경우 등이 해당한다. 교과서 지면의 한계를 고려하더라도 문장제의 삽화는 내용을 충실하게 반영해야 하며 그렇지 않을 경우 학습자의 문제해결 과정에 혼란을 야기할 수 있다.

[그림 21]의 경우 문장제의 본문에서 향초 만들기 체험장의 넓이를 제시하여 세로의 길이를 구할 것을 요구하고 있다. 이때 삽화에서는 학생 2명과 함께 작업대를 묘사하고 있다. 문제에서 설명하

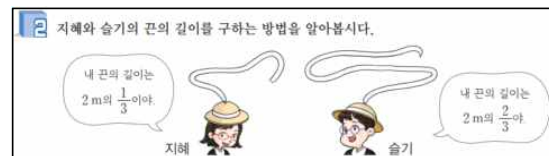
는 대상은 향초 만들기 체험장으로 '체험장'이라는 공간에 대하여 언급하고 있으나 제시된 삽화는 체험장보다 작업대에 더 어울리는 내용을 담고 있다. 더욱이, 학생 2명에게 알맞은 크기로 보이는 작업대의 가로 길이를 3m로 제시하여 나타내는 것은 학생들의 길이에 대한 양감과 일치하지 않는다. 만약 작업대의 가로의 길이를 3m로 나타내고 싶다면 더 많은 수의 학생들을 삽화에 삽입하거나 삽화에 그려진 학생들을 더 작은 크기로 묘사하여야 한다. 이외에도 문제가 요구하는 체험장의 세로는 2.08m이지만 삽화에서 제시되는 작업대의 삽화에서 가로와 세로의 비가 문제에서 제시하는 수치와 반영되지 않은 형태로 그려져 있다.



[그림 21] 2015 초등 수학 교과서 6학년 1학기 60쪽(교육부, 2020f)



[그림 22] 2015 초등 수학 교과서 5학년 2학기 36쪽(교육부, 2020e)



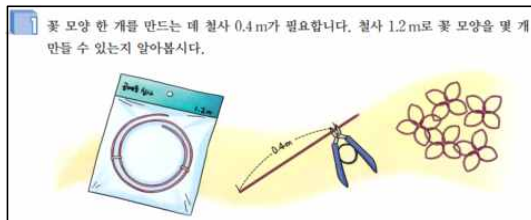
[그림 23] 2015 초등 수학 교과서 5학년 2학기 37쪽(교육부, 2020e)

[그림 22]과 [그림 23]은 동일한 차시에 연속적으로

제시된 문장제이다. 이때 [그림 22]에 삽입된 준기의 끈의 길이는 2m이며 연수의 끈의 길이는 4m이다. [그림 23]에 삽입된 지혜의 끈의 길이는  $\frac{2}{3}$ m이며 슬기의 끈의 길이는  $\frac{4}{3}$ m이다. 하지만 삽화는 실제 끈의 길이를 고려하지 않고 그려져 있으며 연수, 슬기, 준기, 지혜의 순서로 끈의 길이가 길게 그려져 있다. 계산한 결과를 반영하면 연수, 준기, 슬기, 지혜의 순서로 끈의 길이가 길게 그려져야 한다.



[그림 24] 2015 초등 수학 교과서 4학년 1학기 68쪽 (교육부, 2020c)



[그림 25] 2015 초등 수학 교과서 6학년 1학기 30쪽 (교육부, 2020g)

[그림 24]에서는 헌책 180권을 30권씩 나누어 몇 묶음이 되는지를 묻고 있다. 헌책 180권은 30권씩 나누어 6묶음을 만들 수 있지만 교과서 삽화에서는 끈으로 묶인 헌책 4묶음과 아직 묶이기 전의 헌책 3묶음을 제시하고 있다. 이러한 경우 학생들은 삽화에서 헌책 7묶음을 제시하는 것처럼 인식할 수 있다. [그림 25]에서는 철사 1.2m를 이용하여 철사 0.4m가 필요한 꽃 모양을 몇 개 만들 수 있는지 묻고 있다. 제시된 철사로 꽃 모양을 3개 만들 수 있지만 교과서 삽화에서는 꽃 모양을 5개 제시하고 있다. 앞서 언급한 것처럼 교과서의 삽화가 오히려 학생들의 문제 해결에 혼란을

줄 수 있는 상황이다. 문제에 제시된 수를 변경하거나 삽화의 내용을 변경할 필요가 있다.

## V. 결론

본 연구는 초등 수학 교과서에 삽입된 문장제를 실제적 맥락 관점에서 살펴봄으로써 초등 수학 교과서 집필 시 문장제 구성의 방향과 학교 수학에서의 문장제 학습 지도 방안에 대하여 고민하고자 하였다. 이를 위하여 우리나라 초등 수학 교과서의 문장제를 살펴보고 있으며 미국과 핀란드의 초등 수학 교과서를 참고하여 구체적인 대안을 모색하고 진정성 있는 문장제 구성에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 본 연구의 결론 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 학습자에게 적절한 맥락을 설정해야 한다. 문장제에 실생활과 관련된 맥락을 제시하는 경우 문장제의 소재 및 상황을 설정하면서 학습자의 연령 및 배경 지식, 선행 지식 등을 두루 고려해야 한다. 일부 학생들은 문장제의 맥락을 이해하기 위하여 필요한 실제 지식을 갖추지 못하거나 적절한 인지 수준에 도달하지 못할 수 있다. 이러한 경우 오히려 문장제에 제시된 맥락이 학생들의 주의를 분산시키고 문제 이해의 난이도를 상승시켜 문제해결 과정의 방해물이 될 수 있다. 또한, 의미 없는 맥락이 제시된 경우 오히려 문장제의 맥락이 문장제의 이해 및 해결 과정에 부정적으로 작용할 수 있다. 학생들은 비현실적인 문장제를 마주하게 될 경우 비현실적인 답을 도출하게 되며 이러한 상황이 반복된다면 학교 수학에서의 문장제를 실생활에서의 것과 별개의 것으로 인식할 수 있다. 따라서, 학생들이 공감할 수 있는 실제적 맥락에 대하여 고민하여 학생들이 흥미를 느끼고 자신의 지식과 경험을 적용하여 해결할 수 있는 맥락을 구성해야 한다.

둘째, 실제적 맥락에 적절한 수를 삽입해야 한다. 학습자에게 익숙한 소재를 제시하더라도 문제에 인위적인 수를 설정하는 경우 문장제의 소재와 별개로 문장제의 맥락이 실제적이지 않게 여겨질 수 있으며 학생들이 문장제를 자신의 경험과 연결하지 못하고 기계적으로 계산하는 과정을 반복하게 될 우려가 있다. 학습자가 문제를 실제적으로 인식하기 위하여 문장제의 소재와 상황뿐 아니라 학습자의 경험을 고려하여 공감

할 수 있는 수치를 설정하는 것도 중요하다. 따라서 추후 문장제 집필 시 학습자의 배경지식을 고려한 자연스러운 맥락의 수를 설정하여 실생활과 연계된 효과적인 학습을 의도하여야 한다.

셋째, 학습자의 이해를 고려한 문장으로 서술하여야 한다. 우리나라 초등 수학 교과서의 경우 매 차시의 구성 및 문장제의 문장 구조가 유사하게 구성되어 있다. 더욱이, 문장제의 발문을 간결하게 서술하려는 과정에서 문장의 구조가 복잡해지고 압축적인 표현이 나타나면서 일상적이지 않은 표현이 사용되어 학습자의 문장 이해를 어렵게 할 수 있다. 일상적이거나 복잡성이 낮은 구조의 문장으로 서술하고 필수적인 정보나 맥락을 삽화나 표 등을 활용하여 노출함으로써 학습자의 문장 이해를 도울 수 있으며 불필요한 문제 상황이라면 오히려 맥락을 과감하게 생략하는 것도 대안이 될 수 있다.

넷째, 문장제의 맥락이 적절하게 구현된 삽화를 제시해야 한다. 문장제의 삽화는 학습자가 문장제의 맥락을 쉽게 이해하고 학습자의 문제해결을 돕기 위한 의도로 삽입된다. 그러나 우리나라 교과서의 문장제에서 문장제의 본문에서 지시하는 내용과 다르게 삽화가 삽입되거나 수치가 삽화에 바르게 구현되지 않는 등 문장제에 제시된 삽화의 내용과 형태가 오히려 문장제의 상황을 왜곡하는 경우가 나타났다. 이러한 경우 학습자의 문제해결을 돕기 위한 삽화가 오히려 학습자에게 혼란을 주고 적절한 어려움을 방해할 수 있다. 따라서 문장제에 삽화를 제시하는 경우 문제의 상황과 제시된 수치가 적절하게 반영될 수 있도록 삽화의 내용 및 형태를 고려할 필요가 있다.

다섯째, 다양한 형태의 문장제를 제안할 필요가 있다. 우리나라의 문장제는 불필요한 정보를 포함하거나 필요한 정보가 제외되는 경우가 드물며 수치화된 답을 요구하는 형태로 서술되고 대부분의 문장제가 문장으로만 구성되어 있다. 반면, 다른 나라의 교과서를 살펴보면 의도적으로 문제해결에 필요하지 않은 정보를 문장제에 제시하여 학습자가 문제해결을 위하여 필요한 정보를 스스로 선별할 수 있도록 유도하거나 객관식으로 보기를 제시하고 다양한 삽화, 표, 도식 등을 활용하는 등 더욱 다양한 형태로 구성되어 있다. 학습자는 다양한 형태로 구성된 문장제를 통하여 맥락과 필요한 정보를 선택하고 다양한 방향으로 사고할 수 있는 능

력을 기를 수 있으며 이는 학습자의 수학적 역량 향상에 도움을 줄 수 있을 것이다. 문장제의 문장이 기존의 교과서와 유사하게 구성되어야 한다는 고정관념에서 벗어날 필요가 있다.

문장제는 학생들에게 수학적 문제해결의 대상일 뿐 아니라 실생활과 수학을 연결 짓는 역할을 할 수 있다. 학생들은 실제적 맥락이 포함된 문장제를 해결하면서 학교에서 배운 수학적 지식과 개념을 활용하여 실생활 상황과 수학을 연결할 수 있고 수학의 실용적 가치를 인식하여 수학을 내면화할 수 있다. 따라서 수학 교과서의 문장제가 더 실제적인 맥락을 고려하여 제시된다면 더욱 효과적인 수학 학습이 가능할 것이라는 예측이 가능하다.

## 참 고 문 헌

- 강운지, 백석운(2020). 초등 수학 교과서의 수학 용어의 정의 및 문장제에 사용된 표현의 문장 복잡성 비교 분석. 한국초등수학교육학회지, 24(2), 231-257.
- 강운지, 장혜원(2022). 수학 익힘의 삽화 기능 및 문제해결시 삽화에 대한 학생의 인식 분석. 학교수학, 24(1), 1-21.
- 강화나, 백석운(2009). 수학 문장제의 문장 구조에 따른 초등학생의 문제해결 반응 비교 분석. 수학교육학연구, 19(1), 63-80.
- 교육과학기술부(2012a). 수학 2-1. 두산동아.
- 교육과학기술부(2012b). 수학 2-2. 두산동아.
- 교육과학기술부(2012c). 수학 3-1. 두산동아.
- 교육부(2015a). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].
- 교육부(2015b). 수학 2-2. 천재교육.
- 교육부(2015c). 수학 6-1. 천재교육.
- 교육부(2020a). 수학 3-1. 비상교육.
- 교육부(2020b). 수학 3-2. 비상교육.
- 교육부(2020c). 수학 4-1. 비상교육.
- 교육부(2020d). 수학 5-1. 비상교육.
- 교육부(2020e). 수학 5-2. 비상교육.
- 교육부(2020f). 수학 6-1. 비상교육.
- 김민경(2004). 현실적인 문장제에 관한 초등학생의 반응 분석. 학교수학, 6(2), 135-151.

- 김민경, 박은정, 허지연(2012). ‘맥락성’ 관점에서 본 수학교과서의 문제 분석. 한국학교수학회논문집, 15(1), 1-25.
- 박장희, 유시규, 이증권(2012). 실생활 문장제의 해결 과정에 나타나는 오류유형 분석. 한국학교수학회논문집, 15(4), 699-718.
- 이관희, 장혜원(2021). ‘명사화’에 기반한 초등학교 수학 교과서 문장제의 계열성 분석: ‘비와 비율’ 단원을 대상으로. 수학교육학연구, 31(1), 17-34.
- 이대현(2009). 수학 교과서의 덧셈과 뺄셈 문장제와 그에 대한 학생들의 반응 분석. 학교수학, 11(3), 479-496.
- 장혜원(2002). 수학 학습을 위한 상황문제의 활용. 학교수학, 4(3), 483-494.
- 장혜원, 강윤지, 김은혜, 최혜령(2019). 정보과다 문제와 정보부족 문제에 대한 초등학교 6학년의 문제 해결 분석. 학교수학, 21(4), 669-685.
- 정혜윤, 이경희, 정진호(2020). 수학적 모델링 관점에 따른 초등학교 6학년 교과서의 실세계 맥락 과제 분석. 학습자중심교과교육연구, 20(18), 1313-1340.
- Bailey, T. (2002). Taking the problems out of word problems. *Teaching Pre K - 8*, 32(4), 60 - 61.
- Barwell, R. (2011). What works? Research into practice. A research-into practice series produced by a partnership between the Literacy and Numeracy Secretariat and the Ontario Association of Deans of Education. *Research Monogram*, 34, 1-4.
- Boaler, J. (1993) ‘The role of contexts in the mathematics classroom: do they make mathematics more “real”?’ *For the Learning of Mathematics* 13(2), 12-17.
- Cooper, B., & Harries, T. (2002). Children’s responses to contrasting ‘realistic’ mathematics problems: Just how realistic are children ready to be? *Educational Studies in Mathematics*, 49, 1-23.
- Daroczy, G., Meurers, D., Heller, J., Wolska, M., & Nürk, H. C. (2020). The interaction of linguistic and arithmetic factors affects adult performance on arithmetic word problems. *Cognitive processing*, 21(1), 105-125.
- Duan, X., Depaepe, F., & Verschaffel, L. (2011). Chinese upper elementary school mathematics teachers’ attitudes towards the place and value of problematic word problems in mathematics education. *Frontiers of Education in China*, 6(3), 449-469.
- Forsback, M., Kalliola, A., Tikkanen, A., & Waneus, M. (2018a). *STAR MATHS 1B*. Otava. 이경희(역). 핀란드 1학년 수학 교과서 2-1. 마음이음.
- Forsback, M., Kalliola, A., Tikkanen, A., & Waneus, M. (2018b). *STAR MATHS 2B*. Otava. 이경희(역). 핀란드 2학년 수학 교과서 2-1. 마음이음.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Kluwer.
- Greer, B. (1993). The modeling perspective on word problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 12, 239-250
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Houghton Mifflin Harcourt(2011a). *Go Math 2 Student's Book with Practice Book*. Houghton Mifflin.
- Houghton Mifflin Harcourt(2011b). *Go Math 3 Student's Book with Practice Book*. Houghton Mifflin.
- Inoue, N. (2005). The realistic reasons behind unrealistic solutions: The role of interpretive activity in word problem solving. *Learning and Instruction*, 15(1), 69-83.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Niss, M. (1992). *Applications and modelling in school Mathematics-directions for future development* (Vol. 3, pp. 346-361). Development in School Mathematics Education Around the World.
- Kiviluoma, P., Nyrhinen, K., Perälä, P., Rokka, P.,

- Salminen, M., & Tapiainen, T. (2018a). *STAR MATHS 3b*. Otava. 박문선(역). 핀란드 3학년 수학 교과서 3-2. 마음이음.
- Kiviluoma, P., Nyrhinen, K., Perälä, P., Rokka, P., Salminen, M., & Tapiainen, T. (2018b). *STAR MATHS 3b*. Otava. 박문선(역). 핀란드 4학년 수학 교과서 2-1. 마음이음.
- Palm, T. (2008). Impact of authenticity on sense making in word problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 67(1), 37-58.
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution—The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7(4), 309-327.
- Riyanto, B., Zulkardi, Putri, R.I.I., & Darmawijoyo. (2017). Mathematical modeling in realistic mathematics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 943(1), 012049.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994). Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problems. *Learning and Instruction*, 4(4), 273-294.
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997a). Teaching realistic mathematical modeling in the elementary school: A teaching experiment with fifth graders. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 577-601.
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997b). Word problems. A vehicle for authentic mathematical understanding and problem solving in the primary school? In T. Nunes & P. Bryant (Eds.), *Learning and teaching mathematics: An international perspective*(pp. 69-98). Psychology Press.
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Swets & Zeitlinger.
- Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematic word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties?. *Learning and Instruction*, 7(4), 329-338.

## **An Analysis of the Word Problem in Elementary Mathematics Textbook from a Practical Contextual Perspective**

**Kang, Yunji**

Seoul Hongyeon Elementary School

E-mail : angie0718@sen.go.kr

Word problems can lead learners to more meaningfully learn mathematics by providing learners with various problem-solving experiences and guiding them to apply mathematical knowledge to the context. This study attempted to provide implications for the textbook writing and teaching and learning process by examining the word problem of elementary mathematics textbooks from the perspective of practical context. The word problem of elementary mathematics textbooks was examined, and elementary mathematics textbooks in the United States and Finland were referenced to find specific alternatives. As a result, when setting an unnatural context or subject to the word problem in elementary mathematics textbooks, artificial numbers were inserted or verbal expressions and illustrations were presented unclearly. In this case, it may be difficult for learners to recognize the context of the word problem as separate from real life or to solve the problem by understanding the content required by the word problem. In the future, it is necessary to organize various types of word problems in practical contexts, such as setting up situations in consideration of learners in textbooks, actively using illustrations and diagrams, and organizing verbal expressions and illustrations more clearly.

---

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U20

\* Key Words : word problems, textbooks, authenticity, practicality, real life, context

† Corresponding Author