

수학 문장제의 명사화 여부에 따른 초등학교 3학년의 해결 과정 분석

강윤지(서울홍연초등학교, 교사)
장혜원(서울교육대학교, 교수)[†]

명사화는 문법적 은유 중 하나로, 수식으로 변환해야 하는 대상의 수학을 용이하게 한다는 장점과 함께 복잡하고 압축된 문장 구성으로 인해 문장 이해를 어렵게 할 가능성이 있다는 단점이 있다. 이러한 명사화가 실제 학생들의 문장제 해결 과정에 어떠한 영향을 미치는지 파악하기 위하여 초등학교 3학년을 대상으로 명사화 여부에 따른 사칙연산 문장제 8개를 제공하여 검사를 실시하였다. 분석 결과, 문장제의 명사화 여부는 문제 이해 및 수식화 가능 여부에 의미 있는 영향을 미치지 못하였다. 그러나, 검사에 참여한 학생에게 명사화에 대한 사전 경험이 없음에도 불구하고 문제 이해 단계에서 명사화 또는 탈명사화가 나타나는 것을 확인하였으며, 명사화의 유형 변화가 발생하는 경우 성공 비율이 높게 나타나는 등 수식화 단계를 용이하게 하였다. 이를 통하여 명사화가 문장제의 문제 이해 및 수식화 단계에서 교수학적 전략으로 활용될 수 있으며 문장제의 학습에서 더 깊이 있는 이해를 유도할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

I. 서론

수학 이해와 수행에서 언어적 특징의 역할에 대한 연구는 날로 증가하고 있다(Neri & Retelsdorf, 2022). 수학교육에서 언어적 요소가 잘 드러나는 활동 중 하나가 문장제 해결이다. 수학 문장제 해결과 언어적 능력 사이에 상관관계가 있고(Vilenius-Tuohimaa et al., 2008), 언어적 유창성이 수학 성취에 영향을 미치므로 학생의 언어적 특성이 문장제 해결에 장애 요인이 될 수 있다(Schlager et al., 2017). 따라서 문장제에 사용된 언어적 요소를 정교하게 탐색하는 일은 학생들이 현상이나 사태를 수학적 처리가 가능한 형태로 개념화

하고 기호화하는 과정의 어려움을 극복하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다(이관희, 장혜원, 맹승호, 2021). 이를테면, 여러 문법적 은유(grammatical metaphor) 중 동적으로 표현되는 언어 형식이 명사 상당 어구를 통해 실현되는 것을 명사화(nominalization)라 한다(이관희, 장혜원, 2021). 명사화는 현실에서 동적으로 존재하는 현상을 언어 층위에서 명사적으로 표현하는 방식(조진수, 2018)을 통해 객관적이고 명확하게 표현하여 핵심적인 의미가 무엇인지 더욱 분명하게 나타낼 수 있다(장혜원, 강윤지, 2022). 이러한 객관성 덕분에 명사화는 형식적인 수학 글쓰기를 개인과 무관하도록(impersonal) 만들며(Barwell, 2014), 나아가 명사화를 이용하면 기술적이고 전문화된 어휘를 만들 수 있어 정보의 밀도가 높은 담론이 가능하다(Holtz, 2009).

명사화는 교과 교육, 특히 과학 및 수학 교과에 텍스트와 관련하여 다양한 관점에서 주목받아왔다(소지영, 주세형, 2017; 이관희, 장혜원, 2021; 이관희, 장혜원, 맹승호, 2021; 장혜원, 강윤지, 2022; Mueller, 2015 등). 과학 학습에서 명사화는 과학 텍스트와 관련된 내용을 정의하고 설명하는 데 효과적이다. 관련된 용어를 함축적으로 나타내어 의미 밀도를 강화할 수 있으며 효율적이고 경제적으로 말하고자 하는 바를 나타낼 수 있기 때문이다. 이때, 압축된 추상적이고 전문적인 개념에 어휘 문법과 의미의 재구조화가 요구된다(정려란, 2018).

이와 같이 대상을 함축적으로 집약하여 나타내는 대상화에 대한 요구는 과학에서만뿐만 아니라 실생활과 연계한 수학교육 경향에서 실세계 대상을 수학적 대상으로 모델링하는 과정상 필수적이기 때문에 최근 들어 수학교육에서 주목하는 사례가 빈번해지고 있다(이관희, 장혜원, 2021; 장혜원, 강윤지, 2022 등). 또한, 수학교육에서 문법적 은유는 표현의 다양성과 함께 연구되기도 한다(O'Halloran, 2005). 동일 개념에 대해 다양한 수학적 표현의 가능성은 동일 내용에 대해 형태의 다

* 접수일(2023년 3월 9일), 심사(수정)일(2023년 4월 5일), 게재확정일(2023년 4월 12일)

* MSC2000분류 : 97D40

* 주제어 : 초등 수학, 명사화, 탈명사화, 문장제, 문제 이해

[†] 교신저자: hwchang@snu.ac.kr

중성을 함의하는 문법적 은유 개념으로 설명할 수 있기 때문이다.

특히 초등학교 수학교육에서는 생활 주변 현상을 수학적으로 관찰하고 표현하는 과정이 강조되고 있다. 실생활 경험에서 기초 개념, 원리, 법칙 등을 습득하는 수학적 모델링이 강조된다는 점에서 일련의 텍스트로 구성된 문장제는 교과서 학습 활동의 많은 부분을 차지한다(이관희, 장혜원, 맹승호, 2021). 문장제의 수행은 언어적 요인과 산술적 요인의 상호 작용에 영향을 받는다(Daroczy et al., 2020a, 2020b). 문장제는 주로 수학 외적 상황에서 수학 기호와 일상어를 혼합하여 정보를 제공한다는 점에서 수학적 과정을 추가로 요구하기 때문이다(이관희, 장혜원, 2021). 다시 말하면, 문장제를 해결하기 위하여 문장을 구성하고 있는 일상적인 언어를 이해하여 수학적 기호를 이용한 수식으로 변환하는 과정이 필요하다. 많은 학생이 이러한 과정에서 어려움을 겪고 있으며, 명사화된 표현은 수식화의 대상이 무엇인지를 명확하게 파악할 수 있도록 할 수 있다(이관희, 장혜원, 2021).

수학 문장제의 해결과 관련된 기존 연구(강하나, 백석윤, 2009; 강윤지, 백석윤, 2020 등)는 문장제의 문장 복잡성을 낮추고 쉽고 명료하게 문장을 구성하여 문장제의 본문 이해를 돕는 측면에 집중하였다. 이러한 연구는 쉬운 어휘를 사용한 간단한 구조의 문장이 이해하기 쉽기 때문에 문장제의 해결에 도움이 된다는 견해를 유지한다. 그러나 문장제에서 수학적 모델링의 대상을 명확히 파악하는 것을 돕는 명사화와 관련된 수학교육 연구는 수적으로도 열세이지만, 연구 주제에서도 교과서 분석에 치우칠 뿐 문장제의 명사화 유형이 학생들의 문제해결에 미치는 영향에 대해 실질적인 인지적 파악을 시도한 연구는 찾아볼 수 없다. 이에 본 연구는 문장제의 문장 복잡성을 넘어 명사화가 수학적 대상을 더욱 명료하게 인지할 수 있게 하며 사태의 수식화를 용이하게 한다는 측면까지 고려하고자 한다. 그렇기에 수학 교과서의 문장제에 반영된 명사화라는 언어적 요소가 문장의 구조를 더욱 복잡하게 구성할 수 있음에도 불구하고 수학적 대상화 과정에 어떻게 기여할 수 있는지를 분석하고자 하였다. 구체적으로 명사화라는 문법적 은유가 학생의 실제 문제해결 과정에 미치는 영향을 파악하고자 초등학교 3학년 학생을 대상으로 하여 사칙연산 문장제의 해결 과정을

분석하였으며 그러한 결과를 바탕으로 언어적 측면에서 문장제의 학습 지도에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 문장제와 명사화

언어는 경험이 지식이 되는 과정인 지식의 필수 조건이다(Halliday, 1993). 수학자들은 아이디어나 정보를 효율적으로 표현하기 위하여 동사를 명사로 대체하여 사용한다. 명사는 인정, 수량, 상태나 성질 등을 나타내는 수식어의 수식을 받아 절의 내용을 추가하면서 절의 기능을 확장할 수 있기 때문이다(정려란, 2018). 형용사 또는 동사에서 명사를 파생할 수 있으며(Martin, 2008), 이것을 명사화된 표현이라고 일컫는다. 이렇듯 어떤 과정이나 성질을 묘사하기 위하여 명사를 활용한 형태로 서술할 때 명사화가 발생한다.

명사화는 체계기능언어학(SFL)에서 영어권 과학 언어의 특성을 규명할 때 사용한 주요 개념으로(이관희, 맹승호, 2022), 그 유형을 처음 구분한 Halliday(1993)는 과학과의 문장을 예로 들어 명사화를 설명했다. 그러나 수학 문장과 과학 문장은 다르다. 수학에는 타학문에 없는 다양한 수학적 언어가 있고, 따라서 수학적 언어 이외의 다른 방법으로는 작성되기 어렵다. 수학은 과학에 비해 설명글이 적다는 사실을 동학년의 교과서를 통해서도 확인할 수 있다. 과학에서는 다루는 여러 현상이나 개념에 대한 설명을 위해 다량의 문장을 이용한다. 반면, 수학에서는 문장 이외에 시각적, 기호적 표현 등 다양한 표현 양식을 사용하며 개념적 설명보다는 문제해결 및 탐구 활동으로 전개되기 때문에 상대적으로 문장의 출현 빈도가 낮다. 그럼에도 불구하고 수학 교과서에서 다량의 문장이 출현하는 부분이 바로 문장제이다.

문장제는 문제 상황이나 표현이 일상적인 문장으로 서술되어 있어, 그 문제를 해결하기 위해 학생들은 일상 언어로 쓰여진 문장제의 텍스트를 수식이나 기호 등을 써서 수학 언어로 바꾸어야 한다(김선희, 2004). Polya(1973)에 따르면 문제 이해 단계의 과업은 주어진 문장제로부터 주어진 것과 구해야 할 것을 찾아내

는 것으로, 문제해결의 출발점으로서 그 중요성이 주목된다. 이에 대한 모델링 과정을 거쳐 수학 세계로의 변환이 요구되며 이를 쉽게 가능하게 하도록 돕는 역할을 할 수 있는 것이 바로 명사화이다. 동일한 내용을 표현하는 문장제일지라도 어떠한 문법적 구조로 구성하는가에 따라 표면적인 형태가 다른 문장으로 서술될 수 있다. 예를 들어, 초등학교 수학 교과서 1학년 2학기 4단원에 수록된 차시 활동 문장제는 ‘친구가 주머니에 넣었던 바둑돌의 수를 맞춰 봅시다(교육부, 2020, p.85).’라고 서술되며 이는 명사화로 표현된 문장에 해당한다. 이 문장제는 일상적인 언어를 사용하여 ‘친구가 주머니에 바둑돌을 몇 개 넣었는지 맞춰 봅시다.’의 형태로 나타낼 수 있다. 이 두 가지 형태로 나타난 예제는 언어적 측면에서 분석하면 문장의 구조가 다르게 구성되어 있지만, 동일한 산술 연산 과정을 통해 해결 가능하다. 문장제에서 동사로 표현된 내용을 명사 상단 어구로 변형함으로써 문장의 의미는 그대로 둔 채 대상화하여 다루기 쉽게 바꾸는 것이 핵심이다. 대상화와 추상화에 의한 객관성(objectivity), 전 과정을 하나의 단어로 밀집하는 응집성(condensation), 어휘적 밀도가 야기하는 정보 밀도(information density), 전문 용어를 구성하는 전문성(technicality) 및 합리성(rationality)이라는 명사화의 기능(Kazemian et al., 2013) 중 객관성 및 응집성에서 기인하는 이점이라 할 수 있다.

이와 같은 기능으로 인해 문장제의 명사화는 문장 복잡성에 두 가지 방향으로 영향을 미친다. 하나는 명사화로 인해 문장의 복잡성이 축소되는 것이다. 길게 서술된 내용의 구를 단어로 압축하여 나타내면 문장의 복잡성이 축소된다. 다만, 이 경우 명사화는 어휘 자원을 확장하며(Martin, 2008) 결과적으로 사용되는 어휘의 난이도가 증가하기 때문에 문장을 이해하는 과정에서 어려움이 증가한다. 다른 하나는 명사화로 인하여 문장의 복잡성이 증가하는 것이다. 말하고자 하는 내용을 특정한 형태의 구로 나타내는 명사화의 과정에서 문장 구조의 변화로 인한 문장의 복잡성이 증가하여 문장 이해의 어려움을 심화시킬 수 있다. 실제로 Schlager et al.(2017)의 연구 결과에서 학생들에게 덜 익숙한 형태이자 명사화로 표현된 문장제의 정답률이 낮게 나타났으며 학업 성취도가 높은 학생들에게는 언어적 차이로 인한 영향이 상대적으로 적게 나타난다고

하였다. 이외에도 명사화로 표현된 문장제의 해결 과정에서 학생의 응답시간이 유의미하게 증가하였으며 특히 초기 이해 단계에 영향을 미쳤다는 결과가 보고되었다(Daroczy et al., 2020a).

명사화가 문장제 이해를 어렵게 한다는 보고와 반대로, 일상의 언어에서 동사화된 문장제의 표현을 의도적으로 명사화하여 표현함으로써 학생들이 수학적 수식으로 변환해야 할 대상에 더 쉽게 접근할 수 있게 도와줄 수 있다는 연구(조진수, 2018)도 있다. 이관희, 장혜원(2021)에서는 명사화 여부를 기준으로 초등 수학 교과서 6학년 1학기 4단원 ‘비와 비율’ 단원의 문장제를 분석하여 명사화는 학생들이 수학적 대상화가 요구되는 개체를 더욱 가시적으로 포착할 수 있도록 도울 수 있다고 하였다. 예를 들어, 문장제에서 ‘누가 만든 회색 물감이 더 어두운지’라는 절은 일상적 언어를 사용한 표현으로 파악된다. 반면, 교과서의 세부 발문에서는 수학적 사고를 유도하기 위하여 ‘회색 물감 양에 대한 검은색 물감 양의 비율’과 같이 명사화된 표현을 제시하고 있다.

명사화된 표현의 장단점에 주목하여 문장제의 문장이 어떤 유형으로 제시되는지에 대해 분류한 연구자들이 있다. 조진수(2018)의 4가지 분류 중 학생의 문제해결 과정이나 교사의 수업 발화 중에 학생들의 이해를 돕기 위한 교수학적 도구로 등장하는 수식과 언어가 혼재된 유형이나 문장제에 해당하지 않는 수식으로만 이루어진 유형을 제외하면, 문장제의 문장은 문법적 은유가 사용되지 않은 일상 언어 표현인 [유형 1]과 문법적 은유가 사용되어 수학적 기호로 변환되어야 하는 개체가 명사적으로 표현된 [유형 2]로 구분된다. 이관희, 장혜원(2021)은 이 두 가지 유형에 ‘비와 비율’이라는 내용 특성상 나타난 유형인 ‘...에 대한 ...의 비’라는 특정 유형의 명사화를 [유형 2]으로 명명하여 분석 도구로 사용하였다. 명사화가 실현되었다는 점에서 [유형 2]와 같은 성격의 문장 표현이지만 교과 보편적이지 아니라 내용상 야기된 교과 특수 유형을 나타내고자 의도한 것이다. 또한 장혜원, 강운지(2022)는 교과서의 연산 관련 단원에 제시된 문장제를 명사화의 관점에서 분석하면서 위의 두 가지에 [유형 1]의 동적 표현이 명사구에 포함되는 형태인 [유형 1.5]를 추가하여 분석 도구로 이용하였다. 이때 [유형 1.5]는 명사화가 실현되지 않은 [유형 1]과 구별되어 명사절/구로 표

현되었지만, 명사/명사구로 간단명료하게 표현되는 [유형 2]와 구별되는 성격을 지닌다. 초등 수학 문장제에서 나타나는 명사화의 실현 정도를 정리하면 [표 1]과 같다.

[표 1] 초등 수학 문장제에서 명사화의 실현 정도(장혜원, 강윤지, 2022)

유형	명사화의 실현 정도
1	문법적 은유가 사용되지 않고 일상어로 표현됨.
1.5	문법적 은유가 부분적으로 사용되어 동적 표현이 명사를 수식하는 형태로 명사구를 이룸.
2	문법적 은유가 사용되어 구해야 할 대상이 명사적으로 표현됨.

본 연구는 명사화의 특성을 고려하여 이러한 명사화된 표현이 실제 문장제의 해결 과정에서 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 하였다. 이를 위하여 이상의 연구에서 공통이며 명사화의 여부에 따라 양자가 확연히 구별되는 [유형 1]과 [유형 2]에 해당하는 문제를 제시하여 해결 과정을 분석하고자 한다. 명사화는 그 장단점이 뚜렷한 문법적 은유로서 동일한 산술 과정을 요구하는 문제여도 명사화의 여부에 따라 문장제로 구현된 문장 또는 학생의 문제해결 방향이 다르게 나타날 수 있다. 따라서 명사화에 대한 사전 안내 없이 학생들에게 [유형 1]과 [유형 2]에 해당하는 사칙연산을 요구하는 문장제를 제시하여 해결 과정을 분석하고자 하였다. 문장 복잡성에 영향을 미치는 요인은 다양하게 나타나지만, 본 연구에서는 명사화라는 동사적 표현의 명사적 표현으로의 전환에 의한 복잡성만 고려할 것이다.

2. 명사화 관련 초등 교과 교육 선행 연구

초등학교에서 교과를 학습하는 것은 일상의 언어 세계와 경계에서 추상의 세계가 형상화된 언어를 다루는 것과 관련이 깊다. 개별 교과에서 강조하는 교과 특수적 사고를 위한 언어의 매개적 기능과 작용을 교수학적으로 제공하는 것이 필요하기 때문이다(이관희, 장혜원, 맹승호, 2021). 따라서 초등학교에서 교과 교육과 관련하여 언어적 표현에 대하여 분석하는 것은 교

과서 문장의 의미 파악에서 더 나아가 해당 교과의 지식과 내용을 깊게 이해하는 것에 도움을 줄 수 있다.

이러한 관점에서 명사화는 교과교육, 특히 수학과 과학 교과의 지식과 관련하여 다양한 측면에서 연구되어 왔으며 최근 초등 교과 교육과 명사화를 관련하여 진행된 국내외 선행 연구는 다음과 같다.

소지영, 주세형(2017)은 과학 지식을 언어화할 때 명사화가 어떠한 기능과 역할을 하는지 알아보기 위하여 과학 교과서에서 확인되는 명사화 양상을 분석하였다. 분석 결과, 과학 교과의 전문적인 개념어를 구체적으로 다루지는 않지만, 명사화된 표현을 통해 앞선 문장의 일상 언어적 표현을 더 집약된 표현으로 제시하고 있음을 확인하였다. 다만 고등학교 교과서와 달리 초등 교과서에서는 명사화된 언어 표현의 빈도가 높지 않았으며 이를 탐구 활동을 강조하는 초등 과학 교육의 특수성에 기인한 결과로 해석하였다.

이관희, 장혜원, 맹승호(2021)은 문법 영역의 도구성을 ‘교과 보편성’과 ‘교과 특수성’으로 구분하고 수학과 과학 교과에서 문법 기반 교과 통합의 방향성이 드러난 사례를 조사하였다. 조사 결과, 수학 교과에서 문장제를 언어적으로 재표상하는 과정에서 체계기능언어학의 명사화가 학생들의 수학적 대상화를 도울 수 있는 중요한 언어적 요소임을 밝혔다. 또한, 초등학교 과학 교과서의 설명 텍스트를 문법적 시각에서 분석하는 작업을 통하여 과학 지식 구성을 견인하기 위하여 특정한 언어 형식을 의도적으로 노출할 필요가 있음을 모색하였다.

이관희, 장혜원(2021)은 명사화의 실현 여부와 문법적 실현 방식의 두 축을 분석틀로 삼아 ‘비와 비율’ 단원에 제시된 문장제를 분석하였다. 이러한 분석을 통하여 교과서 문장제의 계열성이 나타나지 않음을 지적하였으며 문장제를 간결하고 친숙하게 표현하는 차원이 아니라 학생들이 주목해야 하는 개체를 어떠한 언어 형식에 실어 표현해야 하는가의 문제에 주목해야 함을 환기하였다. 이를 바탕으로 하여 수학적 대상화의 과정에서 명사화된 표현이 학생들에게 일종의 비계(scaffolding)를 제공할 수 있다는 관점에서 문장제 학습 활동의 계열화를 주장하였다.

장혜원, 강윤지(2022)는 초등학교 수학 교과서의 연산 관련 문장제의 명사화 유형을 학년군별, 차시 활동과 단원 평가, 특화 차시별, 수식화에 대한 명시적인

요구 등 네 가지 관점에서 분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 명사화의 특성 및 장단점을 명확하게 인지하여 학년군 또는 차시 목적, 학생의 인지 수준 등에 따라 명사화 정도를 전략적으로 선택할 경우 초등 수학 문장제 해결 과정에서 다양한 활용이 기대될 것이라고 하였다.

Daroczy et al.(2020b)은 언어적 특성과 산술적 특성 모두 문장제의 난이도에 기여하고 눈의 움직임이 이러한 특성에 따라 달라진다는 가정 하에 10~13세 아동의 문장제 해결 과정 중 나타나는 눈 동작 움직임을 관찰하였다. 연구 결과, 문장에 명사화가 나타나는 경우 초기 읽기 단계에 영향을 미쳤을 뿐만 아니라 문장제의 이해가 표현에 따라 달라질 수 있다고 하였다. 또한, 읽기 과정이 해결 과정과 분리될 수 없으며 명사화는 문제를 읽는 것뿐만 아니라 해결 과정의 다른 단계에까지 영향을 미친다고 하였다.

Mueller(2015)는 초등학교와 중학교 과학 교과서를 분석하고, 명사화가 어떻게 사용되는지와 이에 따른 독해 능력에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과, 초등학교 교과서에서는 명사화가 상대적으로 적게 사용되었으나, 중학교 교과서에서는 많이 사용되었다고 하였다. 명사화가 많이 사용된 교과서에서는 독해 능력이 떨어지는 경향이 있었으며, 학생들이 과학적 개념을 이해하는 데 더 많은 시간과 노력이 소요될 수 있어 교과서 집필진이 명사화를 적절하게 사용해야 한다고 하였다.

Neri & Retelsdorf(2022)는 과학과 수학의 학습에 언어가 긴밀하게 관련되어 있다고 하였으며 일상적 언어와 다른 과학과 수학의 언어적 특징이 개인의 이해와 성취에 어떤 역할을 하는지에 대하여 연구하였다. 연구 결과, 과학 및 수학에서 여러 가지 언어적 특징이 발견되었으며 내용의 이해와 수행을 방해하거나 촉진하였다. 과학과 수학에 적절한 정신적 표현을 만들기 위하여 언어적 특징의 이해가 중요하다고 하였으며 그 중 다의어, 명사화, 전치사구 등은 이해와 수행에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

명사화와 관련한 초등 교과 교육 분야의 선행 연구는 해당 교과 교육과 관련하여 체계기능언어학의 관점에서 언어적 표현을 분석하였다는 의의가 있으나 이러한 명사화가 학생의 실제 문제해결에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 실증 연구가 부족하였다. 따라서 본

연구는 명사화라는 언어적 요소가 문장제의 문제해결 과정 중 문제 이해 및 수식화 단계에 어떠한 영향을 미치는지 직접 확인하고자 하였다. 더욱이, 교수학적 의도에 따라 문장제를 구성하는 문장의 구조에 대하여 언어학적 관점에서 접근하는 것은 문제해결 지도에 의미 있는 시사점을 제시할 수 있을 것이다.

III. 연구방법 및 절차

1. 조사 대상

본 연구의 조사 대상은 2015 개정 교육과정을 이수하고 있는 초등학교 3학년 학생들이다. 2022년 12월 현재 서울 H 초등학교 3학년 5개 학급 학생 89명을 대상으로 1차 조사를 실시하였고, 조사 결과 검사지의 문제해결 여부를 확인할 수 있었다. 이에 유사한 성취 수준을 보이는 인근 지역의 초등학교로부터 3학년 학생 144명을 추가로 선정하였으며 결과적으로 3학년 12개 학급 학생 233명을 대상으로 조사를 진행하였다.

초등학교 3학년을 대상으로 선정한 것은 해당 연령의 학생이 한글로 구성된 문장을 읽고 쓰는 데 어려움을 겪지 않을 것으로 기대되며, 덧셈·뺄셈·곱셈·나눗셈을 모두 학습하여 간단한 사칙연산이 가능한 시기이기 때문이다. 해당 교육과정을 충실하게 이수한 3학년 학생은 문장으로 구성된 사칙연산 문제를 바르게 해결할 수 있으리라 예상된다. 또한 분수나 소수를 연산의 대상으로 할 경우, 문제해결 과정에서 문장제를 이해하고 식을 수립하여 문제를 해결하는 것보다 해당 수의 특징과 그 연산에 대한 지식이 문제해결 여부에 더 큰 영향을 미칠 가능성을 우려하였다. 이에 검사지의 문항을 자연수의 범위에 국한하여 구성하여 3학년 2학기 말에 조사를 진행하였다.

연구에 참여한 초등학교 3학년 233명은 간단한 문장의 읽고 쓰기와 사칙연산에 어려움을 겪지 않는 학생이다. 수학 과목에 대한 개인별 성취 격차 및 선호도의 차이는 존재하지만, 국어와 수학 과목에서 심각한 학습 부진으로 판단되거나 수학 과목의 영재교육 수혜 학생은 없다. 검사에 참여한 학생 전체가 검사 문항으로 제시된 문장제를 읽고 이해할 수 있었으며 교사에게 별도의 도움을 요청하지 않아도 문제에서 구

하고자 하는 것, 식, 답에 해당하는 내용을 나름의 방식으로 숫자, 식, 문장을 이용하여 서술할 수 있었다. 명사화에 대한 사전 경험이나 관련 지식이 형성되어 있지 않았으며 본 연구의 목적에 대한 별도의 안내 없이 검사를 진행하였다.

2. 검사지

본 연구에서는 문장제의 명사화 여부에 따른 문제 이해 및 수식화 과정을 분석하고자 하였다. 이를 위한 검사지는 다음과 같은 8가지 문제로 구성된다.

1. 부산으로 가는 기차에 남자가 275명, 여자가 147명 탔습니다. 기차에 모두 몇 명이 탔는지 알아보세요. -구해야 하는 것 : -식 : -답 :
2. 딸기가 한 상자에 18개씩 들어 있습니다. 24상자에 들어 있는 딸기의 수를 알아보세요. -구해야 하는 것 : -식 : -답 :
3. 울릉도로 가는 배에 543명이 타기로 했습니다. 지금 256명이 탔다면 더 타야 하는 사람의 수를 알아보세요. -구해야 하는 것 : -식 : -답 :
4. 방울토마토 84개를 2봉지에 똑같이 나누어 담으려고 합니다. 한 봉지에 몇 개씩 담으면 될지 알아보세요. -구해야 하는 것 : -식 : -답 :
5. 제주도로 가는 배에 635명이 타기로 했습니다. 지금 178명이 탔다면 몇 명이 더 타야 하는지 알아보세요. -구해야 하는 것 : -식 : -답 :

6. 달걀 69개를 3상자에 똑같이 나누어 담으려고 합니다. 한 상자에 담은 달걀의 수를 알아보세요.

-구해야 하는 것 :

-식 :

-답 :

7. 사과가 한 상자에 26개씩 들어 있습니다. 23상자에 는 모두 몇 개의 사과가 들어 있는지 알아보세요.

-구해야 하는 것 :

-식 :

-답 :

8. 여수로 가는 기차에 남자가 356명, 여자가 267명 탔습니다. 기차에 탄 사람의 수를 알아보세요.

-구해야 하는 것 :

-식 :

-답 :

이상 8개의 문제는 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 사칙 연산을 요구하는 문장제로 현행 3학년 교과서의 단원 평가에 제시된 문장제와 내용의 수준 및 문장의 길이, 상황의 소재를 비슷하게 재구성한 것이다. 단원평가 차시의 문장제를 참고하여 가감승제 4개의 연산 별로 유사한 난이도의 2문제씩을 출제하였다. 이때, 다른 요소가 문제해결에 미치는 영향을 통제하기 위하여 각 연산 유형별로 명사화 여부를 제외한 문장제의 소재 및 구조의 일관성을 확보하였다. 2문제 중 하나는 명사화가 실현되지 않은 [유형 1]이고 다른 하나는 명사화가 실현된 [유형 2]이다. 8개의 문제 각각에서 구해야 하는 것, 식, 답을 요구하였으며 분량의 제한이나 형식의 안내 없이 자유롭게 서술하도록 하였다. 연구에 참여한 학생이 각 문장제의 구성 특성을 의식하지 않고 문제를 해결하도록 사칙연산의 종류와 명사화 여부를 무작위로 배열하여 제시하였다.

이에 따라 명사화 여부와 사칙계산 유형에 따른 문제 배열의 구조는 [표 2]와 같다. 명사화가 실현되지 않은 [유형 1]은 1번, 4번, 5번, 7번이며 명사화가 실현된 [유형 2]는 2번, 3번, 6번, 8번에 해당한다. 한편 제시된 문항 중 덧셈은 1번, 8번, 뺄셈은 3번, 5번, 곱셈은 2번, 7번, 나눗셈은 4번, 6번이다.

[표 2] 검사 문항의 분류

		사칙연산			
		덧셈	뺄셈	곱셈	나눗셈
명사화	부 [유형 1]	1번	5번	7번	4번
	여 [유형 2]	8번	3번	2번	6번

3. 분석 방법

본 연구에서는 문장제의 명사화 여부가 실제 문제 해결에 영향을 미치는지, 학생의 문제 이해 단계에서 문장 속 문법적 구조의 유형 변화가 발생하는지, 앞선 두 가지 결과인 명사화의 유형 변화와 수식화 가능 여부의 관계가 있는지 분석하고자 하였다. 이를 위한 분석의 내용과 방법은 다음의 세 가지이다.

첫째, 문장제의 명사화 여부가 학생의 문제해결 과정에 미치는 영향이다. 이를 확인하기 위하여 문장제의 유형에 따른 전체 학생의 수식화 가능 여부를 분석하였으며, 학생의 성취도를 3단계로 나누어 각 하위 집단의 수식화 가능 여부를 비율로 계산하였다. 수식화 가능 여부는 문제를 바르게 읽고 식을 옳게 작성하였는지를 기준으로 한다. 검사에 참여한 학생의 성취도는 수식화 가능 여부를 기준으로 하여 0~2개, 3~5개, 6~8개로 나누어 상, 중, 하 3단계로 구분하였다. 학생의 성취도를 구분하는 기준은 올바른 수학적 단계를 거친 수식화 가능 여부였으며 계산의 성공 여부는 고려하지 않았다. 이는 본 연구가 자연수의 사칙연산을 다루는 문장제 해결을 위해 수학적 활동인 계산의 성공 여부에 초점을 두지 않기 때문이다. 사칙연산의 수행 여부가 아닌 문제 이해로부터 시작하여 구조화, 수식화에 이르는 명사화와 관련한 문장제의 해결 과정에 주목하고자 한 것이다.

둘째, 문제 이해 단계에서 발생하는 명사화의 유형 변화이다. 문제 이해 단계에서 파악해야 하는 ‘구해야 하는 것’을 작성한 학생들의 표현에서 문장 유형의 변화가 나타났는지 탐색하였다. 그 결과는 문제를 해결하는 학생이 문장제의 내용을 그대로 수용하였는지, 나름의 방식으로 재구조화하여 이해하였는지, 또는 문제를 바르게 이해하지 못하였는지 등을 드러낼 것으로 기대하였다. 이때, 명사화의 유형 변화를 검사지의 문장제 유형 및 연산의 종류와 관련하여 분석하였다.

문제 이해 단계에서 나타나는 문장 유형의 변화는

명사화가 발생한 것, 탈명사화*가 발생한 것, 재진술, 기타 등으로 구분하였다. 명사화가 발생한 것은 명사화가 나타나지 않은 형태로 제시된 문장제를 읽고 구해야 할 것을 명사화가 나타난 형태로 서술한 것이며 탈명사화가 발생한 것은 명사화가 나타난 형태로 제시된 문장제를 읽고 명사화가 나타나지 않은 형태로 유형을 변환한 것이다. 재진술은 문제에서 지시하는 내용을 추출하여 서술한 것으로 문제에서 제시한 문장 구조의 유형이 변화하지 않은 경우이다. 기타에 해당하는 것으로는 [그림 1]에서 S1이 작성한 것처럼 구해야 하는 것을 식으로 나타낸 것, [그림 2]의 S2와 같이 문제의 소재를 짚막하게 서술하였거나 문제와 관련 없는 내용을 서술한 것, 구해야 하는 것을 서술하지 않은 것, 전체 문제를 고스란히 옮겨 쓴 것 등이 해당한다. 검사지에 나타난 명사화의 유형 변화를 명확하게 구분하기 위하여 연구자 간 교차 검토를 통하여 신뢰도를 확보하고자 하였다.

7. 사과가 한 상자에 26개씩 들어 있습니다. 23 상자에는 모두 몇 개의 사과가 들어 있는지 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 26 x 23을 곱해야 합니다.
 -식 : 26 - 23 = 578
 -답 : 578

[그림 1] 구해야 하는 것에 식을 기입(S1)

6. 달걀 69개를 3상자에 똑같이 나누어 담으려고 합니다. 한 상자에 담은 달걀의 수를 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 달걀
 -식 : 69 ÷ 3 =
 -답 : 23

[그림 2] 구해야 하는 것에 소재를 기입(S2)

* 동사를 명사 상당 어구로 변환하는 명사화와 반대로, 명사화된 표현을 비명사적으로 변환하는 역과정을 ‘agnation’이라 한다(Mueller, 2015). 이 과정을 통해 명사화된 단어에 대한 개인의 일상적 표현을 파악할 수 있다. 본 연구에서는 명사적 표현으로부터의 환원이라는 의미에서 ‘탈명사화’라 지칭하기로 한다.

셋째, 명사화의 유형 변화와 수식화 가능 여부의 관계이다. 문제 이해 단계에서 나타나는 명사화의 유형 변화와 학생의 수식화 과정에서 나타나는 수식화 가능 여부를 살펴봄으로써 해당 요인 간 특정 관계가 형성되었는지 분석하였다. 이를 위하여 검사 결과로 나타난 명사화의 유형 변화 및 수식화 가능 여부에 따른 각각의 경우를 확인하였으며 해당하는 건수와 비율을 구하여 표로 정리하여 두 가지 요인 간 특정한 관계가 형성되는지 탐색하였다. 명사화의 유형은 앞서 언급한 것처럼 명사화가 발생한 것, 탈명사화가 발생한 것, 재진술, 기타 등으로 구분하였으며 수식화 가능 여부는 문제를 읽고 식을 알맞게 세웠는지를 기준으로 하였고 마찬가지로 계산의 성공 여부는 고려하지 않았다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 명사화의 유형이 문제해결에 미치는 영향

명사화의 유형에 따른 수식화 가능 여부를 성취도와 관련지어 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

검사지에 제시된 문제의 명사화 여부와 관련 없이 학생들은 총 1864개 문제 중 1619개 문제(86.86%)에서 식을 바르게 수립하였다.

명사화의 유형을 기준으로 수식화가 가능한 경우를 분석하면 명사화가 실현되지 않은 [유형 1] 문제의 경우 807건(49.86%), 명사화가 실현된 [유형 2] 문제의 경우 812건(50.15%)으로 나타났으며 문제의 명사화 구현 여부에 따른 차이가 미미하였다.

학생의 성취도를 수준별로 나누어 분석한 결과, 문제의 명사화 여부와 관련 없이 상 수준 학생의 식 수립 여부가 높게 나타났고 중 수준, 하 수준이 그 뒤를 이었다. 수식화 가능 여부를 수준별로 분석하면 상 수준과 중 수준의 경우 차이가 미미하였다. 하 수준의 경우 명사화가 실현되지 않은 [유형 1] 문제의 7건 (41.18%)보다 명사화가 실현된 [유형 2] 문제의 10건

(58.82%)로 문장제에 명사화가 실현된 경우 수식화에 성공한 비율은 높았으나 건수의 차이는 3회로 나타나는 등 큰 차이가 나타나지 않았다. 앞서 언급하였듯 학생들의 성취도는 수식화 가능 여부에 따른 문제의 개수를 기준으로 하였으며 각각 상 수준 200명, 중 수준 23명, 하 수준 10명으로 나타나 수준별 인원의 차이를 고려하여야 한다.

명사화의 유형에 따른 수식화 가능 여부와 성취도를 분석하면 명사화라는 언어적 요소가 학생의 수학적 대상화를 도울 수 있음에도 불구하고 실제 문제의 수식화 가능 여부는 문장제의 명사화 여부보다 학습 성취의 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 명사화가 일상어를 수식으로 변환하는 과정이 요구되는 문장제에서 수학적 대상화에 더욱 용이하게 접근할 수 있게 도와주지만(이관희, 장혜원, 2021), 실제 문제 이해 단계에서 문장제의 문장이 명사화가 실현된 구조로 구성되었는지 여부는 학생의 식 수립 여부에 미치는 영향이 미미하다는 것을 보여준다. 문장제를 읽고 식을 바르게 세우지 못하는 경우는 대부분 [그림 3]에서 나타난 S3의 풀이처럼 문장에서 요구하는 바를 바르게 이해하지 못하여 사칙연산 중 어떤 것을 적용할지 바르게 고르지 못하거나, [그림 4]에 나타난 S4의 풀이처럼 식에서 제시하는 수학적 정보를 바르게 인지하지 못한 경우로 수렴하였다.

2. 딸기가 한 상자에 18개씩 들어 있습니다. 24 상자에 들어 있는 딸기의 수를 알아보세요.

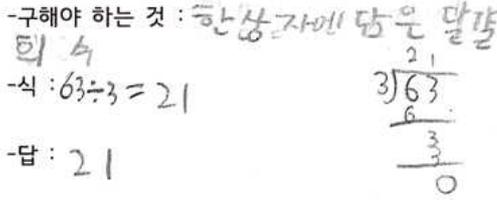
-구해야 하는 것 : 딸기 한 상자의 수.
 -식 : $18 + 24 = 42$
 -답 : ~~42~~ 42 상자

[그림 3] 연산 선택 오류(S3)

[표 3] 명사화의 유형에 따른 수식화 가능 여부와 성취도에 따른 분석 :건(%)

	전체	상	중	하	전체 문제 수
[유형 1]	807(49.86)	755(50.03)	45(48.39)	7(41.18)	932(100)
[유형 2]	812(50.15)	754(49.97)	48(51.61)	10(58.82)	932(100)
계	1619(100)	1509(100)	93(100)	17(100)	1864(100)

6. 달걀 69개를 3상자에 똑같이 나누어 담으려고 합니다. 한 상자에 담은 달걀의 수를 알아보세요.



[그림 4] 정보 파악 오류(S4)

이외에도 학생의 식 수립 여부와 계산 성공 여부를 분석하였을 때 식을 바르게 수립한 경우 정답률이 높게 나타났으나 항상 일치하는 것은 아니었다. 식을 바르게 수립하였어도 정답을 구하지 못하는 계산 과정의 오류가 나타나거나 식을 바르게 세우지 못하였는데 정답을 맞히는 경우도 나타났다. 식을 수립하지 않은 경우는 문제에서 요구하는 내용을 이해하지 못한 것이 원인인 경우도 있었으나 별도로 식을 세우지 않고 머릿셈으로 답을 구하는 경우 등 그 사례가 다양하게 나타났다기에 이러한 점을 고려할 필요가 있다.

2. 문제 이해 단계에서 명사화의 유형 변화

구해야 하는 것에 대한 학생들의 답에 근거하여 문제 이해 단계에서 '구해야 할 것'에 대한 답변을 명사화의 유형 변화를 중심으로 하여 [표 4]와 같이 정리하였다.

문제 이해 단계에서 명사화의 유형 변화가 나타나는 경우는 명사화가 발생하는 경우와 그 역과정인 탈명사화가 모두 존재하였다. 이는 전체 1864건 중 303

건(16.26%)에 해당한다. 유형 변화는 [유형 1]의 경우, 주어진 [유형 1]의 문제인 명사화가 실현되지 않은 문제를 학생이 [유형 2]인 명사화를 이용하여 바뀌 진술한 명사화의 경우로 총 248건(26.61%)이다. 반면, [유형 2]는 그 반대이다. 주어진 [유형 2]의 문제를 명사화가 나타나지 않은 형태로 바꾸어 진술한 탈명사화의 경우로, 총 55건(5.90%)이다. 이때, 유형 변화 중 명사화가 발생한 경우가 탈명사화가 발생한 경우보다 다섯 배 가까이 많이 나타났음을 주목할 만하다.

문제 이해 단계를 사칙연산의 종류를 중심으로 분석하면 [유형 1]에서는 덧셈 79건(33.91%), 뺄셈 71건(30.47%), 곱셈 56건(24.03%), 나눗셈 42건(18.03%)의 순서로 유형 변화가 나타났으며 [유형 2]에서는 뺄셈 24건(10.30%), 덧셈 13건(5.58%), 곱셈 11건(4.72%), 나눗셈 7건(3.00%)의 순서로 유형 변화가 나타났다. 공통으로 가감승제 중 덧셈과 뺄셈에서 유형 변화가 나타나는 빈도가 더 높았으며 곱셈과 나눗셈에서 그러한 변화가 적게 나타났다. [유형 1]과 [유형 2]의 문제 이해 단계 중 학생에게 익숙하여 비교적 쉽게 이해하고 수식화할 수 있는 덧셈과 뺄셈에서 명사화의 유형 변화가 더 많이 나타나는 것을 통하여 학생의 이해 여부가 명사화의 유형 변화에 영향을 미친다는 것을 짐작할 수 있다.

명사화가 실현되지 않은 문장제의 이해 단계를 분석하면 S5는 '기차에 모두 몇 명이 탔는지'를 '남자와 여자가 탄 수'([그림 5])로 작성하였으며, S6은 '한 봉지에 몇 개씩 담으면 될지'가 '한 봉지에 담아야 하는 방울토마토의 수'([그림 6])로 서술하는 등 제시된 문장에 대하여 나름의 방식으로 명사화가 발생하였다. 검사에 참여한 학생에게 명사화와 관련된 사전 경험이 나 지식이 없었으며 이에 대한 별도의 언급이나 안내 없이 문제를 해결하도록 지시하였음을 고려하고 언어

[표 4] 문제 이해 단계에서 '구해야 할 것'의 응답 :건(%)

	[유형 1]					[유형 2]				
	1번	5번	7번	4번	계	8번	3번	2번	6번	계
	덧셈	뺄셈	곱셈	나눗셈		덧셈	뺄셈	곱셈	나눗셈	
유형 변화	79(33.91)	71(30.47)	56(24.03)	42(18.03)	248(26.61)	13(5.58)	24(10.30)	11(4.72)	7(3.00)	55(5.90)
계진술	124(53.22)	112(48.02)	119(51.07)	139(59.66)	494(53.00)	169(72.53)	171(73.39)	191(81.97)	166(71.24)	697(74.79)
기타	30(12.88)	50(31.46)	58(24.89)	52(22.32)	190(20.39)	51(21.89)	38(16.31)	31(13.30)	60(25.75)	180(19.31)
계	233(100)	233(100)	233(100)	233(100)	932(100)	233(100)	233(100)	233(100)	233(100)	932(100)

형식을 어떻게 포함하는가에 따라 수학적으로 대상화해야 하는 개체를 보다 명료하게 파악할 수 있다는 것(이관희, 장혜원, 2021)을 감안하면 문제 이해 단계에서 자발적으로 명사화 과정이 나타났음에 주목할 필요가 있다. 심지어 명사화가 실현된 표현의 구조가 더욱 복잡하게 구성되어 있다는 점을 고려하였을 때, 학생 본인의 선택으로 명사화가 실현된 표현으로 문장을 재구조화하였다는 것은 명사화에 대상의 수학적 대상화를 돕는 장점이 있음을 인지하고 문제해결 과정에 활용하였다는 것을 보여준다.

1. 부산으로 가는 기차에 남자가 275명, 여자가 147명 탔습니다. 기차에 모두 몇 명이 탔는지 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 기차에 탄 승객의 수

$$\text{-식 : } 275 + 147 = \text{ ? } 22$$

-답 : 422

[그림 5] [유형 1]→[유형 2]의 사례(S5)

4. 방울토마토 84개를 2봉지에 똑같이 나누어 담으려고 합니다. 한 봉지에 몇 개씩 담으면 될지 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 한 봉지에 담아야 하는 방울토마토의 수

$$\text{-식 : } 84 \div 2 = 42$$

-답 : 42개

[그림 6] [유형 1]→[유형 2]의 사례(S6)

반면, 명사화의 역방향으로의 변형인 탈명사화가 발생하는 경우도 나타났다. 문제 이해 단계에서 발생하는 탈명사화는 명사화가 실현된 문장을 익숙하고 일상적인 언어를 사용한 문장으로 재구성하여 나타낸 것이다. 예를 들어, 명사화가 실현된 문제의 이해 단계에서 S7은 ‘더 타야 하는 사람의 수’를 ‘울릉도로 가는 배에

몇 명이 더 타야 하는지’로 서술하였으며([그림 7]), S8은 ‘기차에 탄 사람의 수’를 ‘기차에 모두 몇 명이 탔는지’([그림 8])로 변형하는 등 탈명사화가 발생하였다. 탈명사화가 발생하는 경우는 명사화가 발생하는 경우와 비교하면 상대적으로 적었으나 명사화의 경우와 마찬가지로 학생 스스로 문장의 구조를 변화하여 재구조화하였다는 것에 주목할 필요가 있다.

3. 울릉도로 가는 배에 543명이 타기로 했습니다. 지금 256명이 탔다면 더 타야 하는 사람의 수를 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 울릉도로 가는 배에 몇 명이 더 타야 하는지 구하기

$$\text{-식 : } 543 - 256 = 287$$

-답 : 287

[그림 7] [유형 2]→[유형 1]의 사례(S7)

8. 여수로 가는 기차에 남자가 356명, 여자가 267명 탔습니다. 기차에 탄 사람의 수를 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 기차에 모두 몇 명이 탔는지

$$\text{-식 : } 356 + 267 = 623(\text{명})$$

-답 : 623(명)

[그림 8] [유형 2]→[유형 1]의 사례(S8)

문제 이해 단계에서 나타난 명사화와 탈명사화는 문제에서 구하고자 하는 것을 파악하는 과정에서 문제의 본문을 나름의 방식으로 유형을 변화하여 나타낸 것이다. 이러한 과정을 통하여 문장제의 이해 단계에서 문장의 구조를 바꾸어 새로운 언어적 표현을 구성하는 것은 물론 그러한 과정에서 명사화가 나타나거나 나타나지 않는 방향으로 유형을 변화하였음을 확인할 수 있다. 즉, 학생이 의도를 가진 학습의 주체로서 문

장제의 문장 구조를 재구성하는 적극적인 형태의 문제 이해를 보인 것이다. 더욱이 현행 초등 수학 교과서에 명사화가 나타나지 않았거나 부분적으로 나타난 문장으로 서술된 문장제의 비율이 높았던 것(장혜원, 강운지, 2022)을 고려하면 학생이 명사화가 실현되지 않은 문제를 명사화가 실현된 형태로 재구조화하였다는 점에 더욱 주목하여야 한다.

한편, 학생의 문제 이해 단계에서 재진술이 명사화가 실현되지 않은 [유형 1]인 문제와 명사화가 실현된 [유형 2]인 문제의 경우 각각 494건(53.00%), 697건(74.79%)으로 가장 많다는 공통점이 있다. 이는 문제를 읽고 문제에서 구하고자 하는 바를 문장에서 추출하여 서술한 것에 해당하는 것으로 문제를 읽고 문제에서 요구하는 바를 이해하여 별다른 의문 없이 문장을 그대로 수용하였음을 의미한다.

3. 명사화의 유형 변화와 수식화의 관계

문제 이해 단계에서 나타난 명사화의 유형 변화와 수식화 단계에서 요구되는 수식화 간의 관계를 분석한 결과는 [표 5]와 같다.

전체 1864건 중 문장제의 수식화가 가능한 경우는 1619건(86.86%)으로 연구 참여자는 사칙연산 문장제를 이해하여 식을 세우는 성취 수준이 꽤 높다고 할 수 있다. 문제 이해 단계에서 문장 구조 유형의 변화가 나타난 경우를 분석하면 명사화가 발생한 경우 중 수식화가 가능한 경우는 231건(93.15%), 탈명사화가 발생한 경우 중 수식화가 가능한 경우는 53건(96.36%)으로 나타났다. 이는 유형 변화가 나타나지 않은 경우인 재진술 1077건(90.43%), 기타 258건(69.74%)와 비교하였을 때 문제해결 과정 중 문장의 유형을 변화시킨 학생들이 더 높은 비율로 식을 바르게 수립하였다는 것을 보여준다.

분석 결과를 활용하여 문제 이해 단계에서 명사화 또는 탈명사화가 발생하는 등 학생이 문장 구조의 유형을 변화한 경우에서 그렇지 않은 경우보다 더욱 적극적인 형태의 문제해결 과정이 나타났음을 확인하였다. 문제 이해 단계에서 나타나는 학생의 적극적 참여는 수식화 단계에까지 긍정적으로 작용하여 바르게 식을 수립하는 결과로 이어졌다. 이러한 과정을 바탕으로 명사화나 탈명사화가 문제 이해 및 수식화 과정을 도울 수 있는 교수학적 전략으로 활용이 가능할 것이라 기대할 수 있다. 명사화는 수학의 수식과 상당히 가까운 언어 형식이며, 문장제에서 의도적으로 명사화된 표현을 노출하는 일은 일상어로부터 수학적 표현으로 나타내는 수식화 과정을 위한 매개 기능을 할 수 있기 때문이다(이관희, 장혜원, 2021). 탈명사화 또한 적극적인 형태의 문제해결 과정이며 낮은 연령의 학생에게 일상적 언어로 서술된 표현이 더 익숙하지만, 분석 결과와 같이 명사화가 실현된 표현으로 문장을 재구성하는 경우가 반대의 경우보다 다섯 배 가까이 더 많았다는 것은 학생이 명사화를 활용하여 대상의 수학을 용이하게 하려 시도하였다는 것을 보여주는 근거가 될 수 있다.

예를 들어, [그림 9]에서 S9이 서술한 것처럼 기차에 모두 몇 명이 탔는지에 ‘기차에 탄 사람의 수’로 명사화가 발생한 경우는 문제에서 구하고자 하는 것을 학생 본인이 명확하게 인지하고 있다고 판단할 수 있다. 학생이 문제를 바르게 이해하여야 내용이 같지만 문장 구조가 다른 새로운 문장으로 재서술할 수 있기 때문이다. 이처럼 명사화는 문제해결 과정에서 학생의 문제 이해 정도를 가시적으로 표현하여 나타낼 수 있으며 대상의 수학을 용이하게 하여 수식화의 가능 여부에까지 도움을 줄 수 있다. S9은 8개 문제 중 명사화가 실현되지 않은 문장제 4개를 모두 명사화가 나타난 문장으로 재구성하여 문장의 유형 변화를 보여주

[표 5] 명사화의 유형 변화와 수식화의 관계 :건(%)

		명사화의 유형 변화		재진술	기타	계
		명사화	탈명사화			
수식화 가능	여	231(93.15)	53(96.36)	1077(90.43)	258(69.74)	1619(86.86)
	부	16(6.45)	2(3.64)	102(8.56)	47(12.70)	167(8.96)
무응답		1(0.4)	0(0)	12(1.01)	65(17.57)	78(4.18)
계		248(100)	55(100)	1191(100)	370(100)	1864(100)

었으며 검사지에 제시된 8문제 모두 바르게 식을 수립하였다.

다만, 문제 이해 단계에서 나타나는 문장 구조 유형의 변화가 수식화의 성공으로 항상 이어지지는 않는다. 예를 들어, [그림 10]에서 S10은 ‘몇 명이 더 타야 하는지’가 ‘제주도로 가는 사람 수’로 문장의 유형을 변화하여 서술하였고 이는 문제 이해 단계에서 명사화가 발생하였음을 보여준다. 이처럼 명사화가 발생하였으나 문제를 바르게 파악하지 못하고 뺄셈을 요구하는 문제에서 덧셈을 요구하는 것으로 잘못 이해하여 올바른 수식화에 실패하였다.

1. 부산으로 가는 기차에 남자가 275명, 여자가 147명 탔습니다. 기차에 모두 몇 명이 탔는지 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 기차에 탄 사람의 수

-식 : $275 + 147 = 422$

-답 : 422명

[그림 9] 문제 이해 단계에서 명사화로 유형 변화가 나타났고 식을 바르게 수립한 경우(S9)

5. 제주도로 가는 배에 635명이 타기로 했습니다. 지금 178명이 탔다면 몇 명이 더 타야 하는지 알아보세요.

-구해야 하는 것 : 제주도로 가는 사람 수

-식 : $635 - 178 =$

-답 : 457

[그림 10] 문제 이해 단계에서 명사화가 나타났으나 식을 바르게 수립하지 못한 경우(S10)

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 문장제의 명사화 반영 여부가 실제

학생들의 문제해결 과정에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 하였다. 이를 위하여 명사화의 반영 여부를 고려한 자연수의 사칙연산 문장제 8문제에 대하여 구해야 할 것, 식, 답을 작성하도록 함으로써 초등학교 3학년 학생들의 문제 이해 및 수식화 과정을 분석하였다. 분석 결과, 학생에게 제공되는 문장제의 명사화 유형이 문제해결 성공 여부에 큰 영향을 미치는 않았으나 문제 이해 단계에서 학생이 구해야 하는 것을 파악하면서 명사화를 활용하거나 그 반대의 경우인 탈명사화를 활용하여 문장제의 명사화 유형을 변화시킨 사례를 여러 차례 확인하였다. 학생들이 문제해결 과정에서 명사화의 유형을 변환할 수 있고 이를 활용하여 문제를 해결하였다는 것은 명사화가 문장제의 이해와 수식화를 돕는 전략으로 활용될 수 있음을 함의한다. 이는 수업 중 명사화 유형의 변화를 활용하여 효과적인 학습 지도 방안을 고려할 수 있는 가능성을 보여준다. 이에 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론 및 문장제의 교수·학습을 위한 시사점을 도출하였다.

첫째, 문장제의 명사화 여부는 초등학교 3학년 학생의 문제 이해 및 수식화에 직접적인 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 명사화는 주로 산술적 또는 대수적 처리와 관련됨에도 불구하고(이관희, 장혜원, 2021), 학생에게 제시한 사칙연산 문장제에 명사화가 실현되었는지 여부는 옳은 식의 수립 여부에 대하여 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 제시된 문장의 유형에 따른 정답률은 큰 차이가 없었으며 성취도에 따라 분석하여도 마찬가지로 문제 이해 및 수식화 가능 여부에 의미 있는 차이가 나타나지 않았다. 이는 명사화가 실현된 문장제에서 정답률이 낮게 나타난다는 선행 연구(Schlager, et al., 2017)와 대조적인 결과로, 그 이유를 명사화에서 비롯되는 대상화의 이점과 문장의 복잡성이라는 두 가지 요소의 측면에서 생각해볼 수 있다. 선행 연구에서 제시한 문장제는 본 연구에서 제시한 문장제보다 길고 복잡하게 구성되기 때문에 명사화된 표현이 문제에서 요구하는 대상화를 용이하게 하였다. 그러나, 본 연구에서 제시한 초등 3학년 수준의 사칙연산 문장제는 문제 자체의 내용 요소가 간단하여 문제를 이해하고 수식화하는 과정에서 대상화의 어려움이 적고 명사화가 실현되어 있지 않아도 대상화가 어렵지 않다는 것이 원인일 수 있다. 이러한 점을 고려하면 중등 수준에서 제시되는 방정식의 활용 문장제

와 같이 문장이 길고 복잡하며 방정식을 세우기 위해 대상화가 필수적으로 요구되는 문장제에서 명사화의 유형에 따른 문제해결 과정을 탐색한다면 명사화의 역할을 더욱 분명하게 파악할 수 있을 것이라 예상된다.

둘째, 문제 이해 단계에서 나타나는 명사화의 유형 변화를 분석함으로써 연구에 참여한 학생이 문제에서 구해야 할 것에 대한 대상화를 위하여 자발적으로 명사화된 표현을 이용하였다는 것을 확인하였다. 문제 이해 단계에서 명사화가 발생한 경우는 248건(26.61%)로 탈명사화가 발생한 경우인 55건(5.90%)보다 많게 나타났다. 사전에 명사화에 대한 안내, 사전 경험 또는 학생의 인지가 없는 상황에서 이러한 명사화가 발생했다는 것은 명사화가 수식화 단계에서 주목해야 할 대상을 분명하게 하는 등(장혜원, 강윤지, 2022) 문제해결 과정에서 학생의 수식화를 도울 수 있다는 증거가 될 수 있다. 명사화가 상대적으로 복잡한 문장 구조를 내포하고 있으며 3학년 학생에게 이러한 유형의 문장이 더욱 어렵게 느껴질 수 있음에도 불구하고 적극적인 학습의 주체로서 학생 본인의 의지에 따라 명사화가 발생하였기 때문이다. 실제 초등학교 학생의 문제 이해 단계에서 명사화를 통하여 문제에서 구하고자 하는 것을 더 구체적으로 파악한 사례를 확인할 수 있었으며 이를 통하여 문장제의 풀이를 어려워하는 학생에게 문장제를 구성하는 언어적 표현을 점검하고 문장의 유형을 변환하여 제시한다면 문제 이해 및 대상의 수식화에 영향을 도움을 줄 수 있을 것이라는 기대가 가능하다. 반면, 문제 이해 단계에서 탈명사화가 나타난 경우도 있었으며 이러한 경우는 초등학교 학생에게 익숙한 일상적인 언어로 문장을 재구성함으로써 더 익숙한 형태의 문장으로 바꾸어 이해하였음을 알 수 있었다. 이러한 변환은 명사화 또는 탈명사화가 각각의 장단점을 분명하게 내포하고 있으며 학생이 나름의 주관을 바탕으로 문장의 유형을 선택하였음을 보여준다. 명사화가 적용된 문장은 대상의 수식화를 용이하게 하지만 일상생활에서 사용하는 용어와 거리가 있어 이해의 어려움을 야기한다는 양면적 특성을 고려한다면 문장제를 구성하는 과정에서 명사화 여부를 선택하는 것은 중요한 교수학적 문제일 수 있다. 교사와 같은 교육 전문가나 성취 수준이 높은 학생은 문장제에 포함된 정보와 문장제가 요구하는 바를 쉽게 파악할 수 있다. 반면, 저학년 초등학교 학생에게는 문장을 읽고 수학적 정보를 추출

하여 수식으로 만드는 과정이 어렵고 익숙하지 않을 수 있기 때문에 문장의 내용뿐 아니라 문장의 구조 및 유형까지 세심하게 접근할 필요가 있다.

셋째, 문제해결 과정에서 나타나는 명사화의 유형 변화와 수식화의 관계를 통하여 명사화 또는 탈명사화를 문제 이해 및 수식화를 위한 전략으로 활용할 수 있다. 어휘 문법 범주의 변화 및 의미의 재구성에 의한 명사화는 개념의 재구조화를 형성하게 할 수 있다(정려란, 2018). 동일한 산술 과정을 요구하더라도 별개의 구조로 구성된 문장을 서술할 수 있으며, 이러한 문장 구조의 차이는 명사화를 사용한 문장 표현이 수학적 단계에서 주목해야 할 대상을 분명하게 한다는 장점과 문장의 이해를 어렵게 하고 온전한 수학적 모델링 단계의 경험을 저해한다는 단점을 모두 지닌다는 것을 보여준다(장혜원, 강윤지, 2022). 초등학교 저학년 학생의 문제 이해 및 수식화 단계에서 교사의 안내나 지시 없이 문장의 유형 변화가 자발적으로 나타난 것은 학습자가 단순히 문장을 읽고 의미를 파악하는 것이 아니라 나름의 방식으로 구조화하여 재서술하였다는 것을 보여주며 그러한 경우 수식화의 성공 비율이 높았던 것 역시 이를 뒷받침한다. 그렇다면 의도적으로 문제해결 과정에서 나타나는 명사화 또는 탈명사화 등 문장 구조의 유형 변화가 포함된 활동을 제시하여 학생의 문제해결 과정 중 수식화의 깊이를 더할 수 있으며 역동적인 문제 이해 및 수식화를 유도하는 전략으로 활용할 수 있다는 예상이 가능하다. 더욱이 이러한 전략은 별도의 문제를 구성하여 제시할 수도 있겠지만 간단한 안내를 통해 기존의 문제를 변환할 수 있기 때문에 수업 중 손쉽게 적용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 수업 중 교사의 발문, 다양한 문장 구조의 유형을 포함하는 추가 학습지 등을 통하여 이와 같은 전략을 다양한 측면으로 활용할 수 있다.

본 연구는 문장제의 명사화 여부에 따른 초등학교 3학년의 해결 과정을 분석하여 문장제의 명사화 또는 탈명사화가 단순한 문장제 텍스트의 구조를 넘어 학생들의 문제 이해 및 수식화 단계에 실제로 미치는 영향을 탐색하였다. 본 연구가 현장의 초등 교사에게 문장제 문제해결 과정 지도에 도움이 되길 바라며 추후 중등 수준의 학생을 대상으로 하거나 다양한 유형의 문장으로 구성된 문장제를 제시하는 등 다양한 관점에서의 후속 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강윤지, 백석운(2020). 초등 수학 교과서의 수학 용어 정의 및 문장체에 사용된 표현의 문장 복잡성 비교 분석. 한국초등수학교육학회지, 24(2), 231-257.
- 강화나, 백석운(2009). 수학 문장체의 문장 구조에 따른 초등학생의 문제해결 반응 비교 분석. 수학교육학연구, 19(1), 63-80.
- 교육부(2020). 수학 1-2. (주)비상교육.
- 김선희(2004). 수학 문장체 해결에 영향을 주는 언어적·인지적 요인: 혼합물 문제를 중심으로. 수학교육학연구, 14(3), 267-281.
- 소지영, 주세형(2017). 과학 교과서의 '문법적 은유'를 중심으로 본 국어과의 도구 교과적 본질 탐색. 국어교육연구, 39, 119-158.
- 이관희, 장혜원(2021). '명사화'에 기반한 초등학교 수학 교과서 문장체의 계열성 분석: '비와 비율' 단원을 대상으로. 수학교육학연구, 31(1), 17-34.
- 이관희, 장혜원, 맹승호(2021). 수학 및 과학의 사례에 근거한 국어 문법 기반 초등 교과 통합 교육의 방향 탐색. 초등교육연구, 32, 101-111.
- 장혜원, 강윤지(2022). 명사화의 관점에서 수와 연산 영역의 교과서 문장체 분석. 초등수학교육, 25(4), 395-410.
- 정려란(2018). 국어 문법적 은유에 대한 체계기능언어학적 접근. 한국어문교육, 26, 97-126.
- 조진수(2018). 문법적 은유를 활용한 수학 문장체 텍스트의 이해 과정 연구. 텍스트언어학, 45, 279-306.
- Barwell, R. (2014). Mathematics and language. In P. Andrews, T. Rowland, & S. Brindley (Eds.), *Masterclass in mathematics education: International perspectives on teaching and learning* (pp. 75-86). Bloomsbury Publishing.
- Borromeo Ferri, R.(2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer. 장혜원. 김은혜. 최혜령. 강윤지역(2020). 수학적 모델링 어떻게 가르칠까? 경문사.
- Daroczy, G., Meurers, D., Heller, J., Wolska, M., & Nürk, H. C. (2020a). The interaction of linguistic and arithmetic factors affects adult performance on arithmetic word problems. *Cognitive Processing*, 21, 105-125.
- Daroczy, G., Artemenko, C., Meurers, D., Wolska, M., & Nuerk, H. C. (2020b). *Influence of task characteristics on eye-movement patterns related to numerical and textual information in arithmetic word problems*. Retrieved from <https://doi.org/10.31234/osf.io/6mpcx>
- Halliday, M. A. (1993). Towards a language-based theory of learning. *Linguistics and Education*, 5(2), 93-116.
- Holtz, M. (2009). Nominalisation in scientific discourse: A corpus-based study of abstract and research articles. In M. Mahlbert, V. González-Díaz, & C. Smith (Eds.), *Proceedings of corpus linguistics conference* (pp. 341 - 359). Liverpool: University of Liverpool.
- Kazemian, B., Behnam, B., & Ghafoori, N. (2013). Ideational grammatical metaphor in scientific texts: A Hallidayan perspective. *International Journal of Linguistics*, 5(4), 146-168.
- Martin, J. R. (2008). Incongruent and proud: de-vilifying 'nominalization'. *Discourse & Society*, 19(6), 801-810.
- Mueller, B. M. (2015). Analysis of nominalization in elementary and middle school science textbooks. *School of Education and Leadership Student Capstone Theses and Dissertations*. 247. https://digitalcommons.hamline.edu/hse_all/247
- Neri, N. C., & Retelsdorf, J. (2022). The role of linguistic features in science and math comprehension and performance: A systematic review and desiderata for future research. *Educational Research Review*, 36, 100460.
- O'Halloran, K. L. (2005). *Mathematical discourse: Language, symbolism and visual images*. Continuum.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Schlager, S., Kaulvers, J., & Büchter, A. (2017). Effects of linguistic variations of word problems on the achievement in high stakes tests. *CERME 10*. 1364-1371.

Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology, 28*(4), 409-426.

Analysis of the 3rd Graders' Solving Processes of the Word Problems by Nominalization

Kang, Yunji

Seoul Hongyeon Elementary School
E-mail : angie0718@sen.go.kr

Chang, Hyewon[†]

Seoul National University of Education
E-mail : hwchang@snue.ac.kr

Nominalization is one of the grammatical metaphors that makes it easier to mathematize the target that needs to be converted into a formula, but it has the disadvantage of making problem understanding difficult due to complex and compressed sentence structures. To investigate how this nominalization affects students' problem-solving processes, an analysis was conducted on 233 third-grade elementary school students' problem solving of eight arithmetic word problems with or without nominalization. The analysis showed that the presence or absence of nominalization did not have a significant impact on their problem understanding and their ability to convert sentences to formulas. Although the students did not have any prior experience in nominalization, they restructured the sentences by using nominalization or agnation in the problem understanding stage. When the types of nominalization change, the rate of setting the formula correctly appeared high. Through this, the use of nominalization can be a pedagogical strategy for solving word problems and can be expected to help facilitate deeper understanding.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key words : elementary mathematics, nominalization, agnation, word problems, understanding the problem

[†] corresponding author