



‘명사화’에 기반한 초등학교 수학 교과서 문장제의 계열성 분석: ‘비와 비율’ 단원을 대상으로 1)

이 관 희* · 장 혜 원**†

*서울교육대학교 교수, **서울교육대학교 교수

Sequences of Word Problems in Elementary Mathematics Textbooks Based on Nominalization: Focusing on the Unit ‘Ratio and Rate’

Lee, Kwanhee* · Chang, Hyewon**†

Professor, Seoul National University of Education, South Korea, gani99@snue.ac.kr

Professor, Seoul National University of Education, South Korea, hwchang@snue.ac.kr

초록. 본 연구는 학생들에게 어려움을 야기하는 것으로 알려진 문장제의 수학적 모델링 과정에서 발생하는 일상어와 수학적 표현 사이의 간극을 좁히기 위한 언어적 접근의 일환으로, 체계기능 언어학(systemic functional linguistics)을 기반으로 논의되는 문법적 은유(grammatical metaphor) 중 ‘명사화(nominalization)’의 문제를 다루었다. 초등학교 6학년 1학기 ‘비와 비율’ 단원에 제시된 문장제를 ‘명사화의 실현 여부에 따른 유형’과 ‘명사화의 문법적 실현 방식’의 두 축을 분석틀로 삼아 분석하였다. 분석 결과, 명사화의 [유형 1], [유형 2], [유형 2] 간의 계열성이 확보되지 못할 뿐만 아니라 언어적 관점에서는 이해하기 어려울 만큼 절 구성, 구 구성, 어휘에 의한 명사화가 일정한 계열성이 없이 출현함을 확인하였다. 이에, 문장제의 언어적 표현 과정에서 수학적 대상화를 위한 개체를 보다 쉽게 파악할 수 있도록 하는 명사화의 기능을 고려할 때, 명사화의 유형 및 문법적 실현 방식의 양 측면에서 수학 교과서의 문장제 간의 긴밀한 계열성을 확보하는 것의 중요성과 그 방안에 대해 논의하였다.

핵심어: 비, 비율, 문장제, 계열성, 문법적 은유, 명사화

ABSTRACT. As part of linguistic approaches to narrowing the gap between everyday words and mathematical representations in the mathematical modeling process of word problems as known to cause difficulties for students, this study examines the nominalization of the grammatical metaphor in systematic functional linguistics. We analyzed word problems in the unit “Ratio and Rate” from the mathematics textbook 6-1 using two conceptual frameworks: types of nominalization and methods for nominalization. Our analysis shows that not only do [Type 1], [Type 2], and [Type 2] of the nominalization fail to have proper sequence but also nominalizations by clause composition, phrase composition, and vocabulary are present with little consideration of sequence from a linguistic point of view. As regards students’ ability to use nominalization to identify objects for mathematical objectification in word problems, we discuss the importance of and method for appropriate curricular sequencing of word problems in mathematics textbooks relative to both the types of and the methods for nominalization.

KEY WORDS: ratio, rate, word problems, sequence, grammatical metaphor, nominalization

1) 이 논문은 2020년 서울교육대학교 대학혁신지원사업 SCALE-UP 학제 간 통합 연구 사업의 지원을 받아 수행되었음.

† corresponding author

Received: Dec 31, 2020 / Reviewed: Feb 08, 2021 / Accepted: Feb 16, 2021

1. 서론

2015 개정 수학과 교육과정에서는 초등학교 급의 목표 중 하나로 ‘생활 주변 현상을 수학적 으로 관찰하고 표현하는 경험을 통하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 이해하고 수학의 기능을 습득한다(Ministry of Education, 2015).’를 명시한다. 이러한 맥락에서 초등학교 수학 교과서의 학습 활동은 주로 문장제(word problems)로 구성되어 있는데, 문장제를 통해 실제 상황 속에 놓인 여러 문제를 수학적으로 표현하는 방법을 익히며, 생활과의 관련성을 통해 자신이 수행하는 수학적 활동에 의미를 부여하고 동시에 문제 해결력을 기를 수 있기 때문이다(Chang, 2002). 요컨대, 문장제는 현실 사태의 수학적 경험을 제공하는(Hwang, Na, Choi, Park, & Lim, 2016) 교수학적 변환의 산물이다.

그런데 이러한 의도와 다르게 문장제는 특히 초등학생들이 인지적 부조화를 겪는 학습 활동이다. 수식으로만 표현되는 문제와 달리 문장제는 주로 수학 외적 상황에서 수학 기호와 일상어를 혼합하여 정보를 제공한다는 점에서 수학적화의 과정이 추가적으로 요구되기 때문이다. Kim, Koh, Baek, An, & Kim(2015)에서 문장제에 대한 학생들의 오류 유형 중 하나로 ‘문제에서 제시된 상황에 대한 이해 부족’을 요약화한 것도 여기에서 기인하는데, 숙련자에게는 익숙하고 당연한 수학적 모델링이 학습자에게는 낯설고 이질적인 경험으로 작용하는 탓이다.

문장제를 다루는 다수의 선행 연구들 역시 대체로 이 문제를 타개하는 방향으로 전개되어 왔다. 실생활 사태의 문제 해결을 통한 수학적 힘

혹은 수학적 소양의 함양이라는 목표를 놓치지 않으면서도 문장제에 쓰이는 언어 표현의 이질성을 극복하고자 했던 것이다. 문법적 오류가 없는 정확한 표현을 강조하거나(Heh & Shin, 2013), 의미적 명료성을 지니는 간결한 문장 구조를 지향해야 한다는(Yoo, 2017) 논의들이 이에 해당한다.

구체적으로 살펴보면, Kang & Baek(2009)에서는 단문 중심 문장제에 비해 복문 중심 문장제가 학습자에게 인지적 부담을 가중시킬 수 있음을 밝혔으며, Kim & Kim(2005)에서는 구문론, 의미론, 소재, 문제 해결 전략의 네 요인을 토대로 문장제의 유형화를 시도하고 이 중 구문론에서 하위 요소화한 문장의 수, 문법적 복잡성(Yngve 지수²⁾)을 통해 문장제에 대한 언어적 접근을 시도한다. 한편 문장제에 포함되는 구성 요소를 살피는 논의도 축적되었는데, Kim & Kim(2005)에서는 실생활 관련 여부, 학습자의 흥미, 통합교과적 요소 등의 측면에서 문장제의 소재를 분석하였고, Ra & Baek(2009)에서는 Polya(1957)에 주목하여 문장제의 수학적 구성 요소를 ‘미지의 것, 자료, 조건, 보조 요소’로 세분화한 뒤 각각을 어느 정도로 포함하는가에 따라 초등 교과서의 문장제를 유형화하였다.

그런데 이들 연구 성과는 학습자의 입장에서 친숙하고 쉽게 파악되는 내용과 형식으로 문장제를 구성하여야 한다는 정도의 추상적 방향성만을 제안할 뿐 문장제 해결에 관여하는 학습자의 사고 과정을 포괄하지는 못한다는 점에서, 문장제 교수-학습을 위한 실체적 접근으로 보기에 는 제한적이다. 문장제에 대해 학습자가 겪는 본질적인 어려움은 현상이나 사태를 수학적 처리가 가능한 형태로 개념화하고 기호화하는 과정

2) Chomsky의 수형도 개념에 기반하여 통사 구조 분석의 기초 작용을 적용한 지수로, 자세한 논의는 Kim(1998)을 참조할 수 있다.

에서 발생하고는 하는데, 이 지점과 직결되지 못한다는 것이다. 다시 말해, 수학적으로 표상되지 않은 현실 세계의 현상을 수학적 표현으로 변환하는 과정(Nam, 2008)에 주목하여 문장제의 어떠한 요소를 수학적으로 개체화해야 하는지, 나아가 이러한 개체화 과정에 개입하는 언어 형식은 어떠한지 하는 문제의 초점을 두어야 문장제를 둘러싼 학습자의 어려움을 직접적으로 해소하기 위한 기반을 마련할 수 있다.

본 연구에서는 체계기능 언어학(systemic functional linguistics)을 기반으로 논의되는 ‘문법적 은유(grammatical metaphor)’, 좀 더 범위를 좁혀 문법적 은유를 가능하게 하는 핵심 조건인 ‘명사화(nominalization)’(Maeng, Shin, Cha, Ham, Shin, & Kim, 2010)를 통해 이 문제를 다룬다.

II장에서 자세히 다루겠지만, 단적으로 표현하면 문법적 은유는 동일한 의미에 대한 변형된 표현을 가리킨다. 즉, 문법적 은유는 실제 현실의 사태와 언어 형식 간의 불일치를 나타내는 개념으로, 현실 층위에서는 동적으로 존재하는 현상이 언어 층위에서는 명사적으로 표현되는 방식인 명사화를 대표적인 사례로 들 수 있다(Jo, 2018a). 예컨대 ‘얼마나 먹었는지를 구하라’와 ‘먹은 개수를 구하라’는 본질적으로 같은 의미이지만 ‘얼마나 먹었는지’라는 동적 표현이 ‘먹은 개수’라는 명사적 표현으로 변화된 것이다. 이 점에서, 일상어를 수식으로 변환하는 과정이 요구되는 문장제에서 명사화는 수학적 대상화에 보다 용이하게 접근할 수 있는 교두보 역할을 할 수 있다. 요컨대, 수학 문장제 내에 명사화라는 언어 형식을 어떻게 포함하는가에 따라 학습자가 수학적으로 대상화해야 하는 개체를 보다 명료하게 파악할 수 있게 된다.

이상의 문제의식을 바탕으로, 본 연구에서는 6학년 1학기 4단원 ‘비와 비율’을 대상으로 문장

제 학습 활동의 계열성을 분석하는 것을 목적으로 한다. ‘비와 비율’ 단원은 실생활 또는 타고과의 맥락과 밀접한 연계성을 지니며, 따라서 다수의 문장제를 다루는데 그것이 기본 사칙연산과 관련된 문장제가 아니라 비교해야 할 양을 명확히 대상화할 것을 요구한다는 점에서 명사화의 양상이 비교적 두드러지게 확인될 것이라 예상했기 때문이다.

이 과정에서, 문장제 분석을 위해 각각의 문장제에 포함된 명사화 여부 및 그 문법적 실현 방식을 분석 기준으로 삼을 것이다. 또한, 분석 결과에 근거하여 수학 교과서의 문장제 구성을 위한 시사점을 도출할 것이다. 이때, 본 연구의 논의는 기본적으로 언어적 관점에 입각하여 전개된다는 점에서 수학적 개념 혹은 지식 자체에 대한 논의와는 변별적으로 접근할 필요가 있다. 그렇지만 학습자들이 당면하고 있는 문장제 해결의 어려움을 통합적으로 조망하기 위한 하나의 접근으로서 언어적 관점의 분석을 시도한다는 점에서 의의를 지닌다.

II. 이론적 고찰

1. 문법적 은유와 명사화

전통적 의미의 은유는 원관념(tenor)과 보조관념(vehicle) 사이의 사상(mapping)을 통해 이루어진다(Shin, 2009). 그런데 체계기능 언어학의 고유한 관점을 드러내며, Halliday(1985)가 처음으로 제안한 문법적 은유는 은유의 기본적인 메커니즘을 공유하지만, 원관념과 보조관념의 사상에서 개입된 관념의 차이가 아니라 어휘-문법적 변이를 통해 실현된다는 특징을 지닌다. Taverniers(2013)는 이에 대해 ‘표현 형식은 동일

하나 의미에는 차이가 있는 은유³⁾인 전통적인 은유에 대비하여 ‘동일한 의미에 대한 다른 표현 방식’을 문법적 은유라고 설명한다. 예컨대 S1이 전형적인 일상의 표현이라면 S2는 문법적 은유를 통한 표현이라는 것이다.

S1. Because technology is getting better, people are able to write business programs faster.

S2. Advances in technology are speeding up the writing of business programs.

이때, 일상어인 S1에서 ‘be getting better’, ‘to write’이 S2에서는 ‘Advances in technology’, ‘the writing of business programs’로 표현된 것처럼, ‘동적(動的)으로 표현되는 언어 형식이 명사 상당 어구를 통해 실현되는 것’을 명사화라고 한다. 체계기능 언어학에서는³⁾ 이러한 문법적 은유 및 문법적 은유를 가능하게 하는 명사화를 통해 실제 현실에서는 하나의 개체로 인식되기 어려운 동적인 현상까지도 특정 장르에서는 개별 개체 및 개체 간의 관계를 표현할 수 있음을 논의한다. 나아가 이러한 표현 방식의 차이에 내재하는 기제와 그로 인한 장르적 특성을 상세하게 논의하는데, 특히 Halliday(1985)의 논의 자체가 과학 텍스트를 분석하는 과정에서 도출되었다는 점에서 명사화를 둘러싼 논의 대부분은 과학 분야 텍스트의 특성을 밝히는 방향으로 집중되어 왔다. 과학적 사고 과정에서는 실제 현실의 현상을 개체화할 것을 요구받는데, 이러한 이유로 과학 텍스트에서는 필연적으로 명사화된 표현이 빈번하게 사용된다는 것이다.

보다 구체적으로, Halliday(2004)는 다음과 같은 과학적 관찰 사례를 통해 명사화를 예시하는

데, S3에서 S7로 갈수록 명사화가 두드러지게 나타나며 이에 따라 과학의 언어에 가까워짐을 논한다.

S3. Glass cracks more quickly the harder you press on it.

S4. Cracks in glass grow faster the more pressure is put on it.

S5. Glass crack growth is faster if greater stress is applied.

S6. The rate of Glass crack growth depends on the magnitude of the applied stress.

S7. Glass crack growth rate is associated with applied stress magnitude.

이 과정에서, 명사화가 관찰 결과를 새롭게 규정하고 분류하며 이들 현상을 하나의 개념으로 추상화하여 명명하는 역할을 담당하며(Shin, 2009), 나아가 개념 사이의 관계까지도 표현할 수 있게 한다.

명사화에 대한 이러한 논의는 ‘과학을 배우는 것은 결국 과학의 언어를 배우는 것과 동일하다(Halliday, 2004)’는 관점 아래 교과 지식의 언어적 표현 과정에서 명사화가 어떠한 기능과 역할을 담당하는지에 대한 논의로 확장된다. 특히 범교과적 도구 교과로서의 국어과 교육의 위상을 정립하는 관점 하에 전개된 비교적 최근의 논의인 So & Joo(2017, 2018), Park, Kang, & Jo(2017), So, Sung, & Joo(2018), So(2020) 등에서 이러한 방향성을 확인할 수 있다. 예를 들어, So & Joo(2017)에서는 학교급별 과학 교과서에 드러난 명사화 양상을 분석하는데, 그중 초등학교 3학년 과학 교과서에서 확인되는 명사화의 양상은 S8과 같다.

3) 체계기능 언어학에서 문법적 은유 및 명사화가 지니는 위상과 의의, 보다 정밀한 문법적 은유의 실현 방식 등은 본 연구의 범위를 넘어선다고 판단되어 자세히 다루지 않는다. 이와 관련해서는 Cheng(2018)의 최근 논의가 좋은 참조가 된다.

S8. 망치나 못을 만들 때 사용하는 철은 나무나 플라스틱보다 단단합니다. 그래서 건물이나 다리, 탑 등을 만들 때 흔히 사용합니다. (...중략...) 물질의 성질에 따라 물체의 쓰임새가 결정된다(Ministry of Education, 2014, p. 38).

초등학교 3학년이라는 학습자의 발달 단계를 감안할 때⁴⁾ 추상성이 높은 과학 개념을 본격적으로 다루지는 않지만, ‘물질의 성질’, ‘물질의 쓰임새’와 같은 명사화된 표현을 통해 전술된 일상의 현상들을 보다 밀도 높게 개념화함으로써 학습자의 지식 구성을 돕는 양상을 확인할 수 있다.

2. 수학 문장제와 명사화

교과서에 쓰인 명사화를 분석한 연구는⁵⁾ 국내의 수학교육학 분야에서도 전개된 바 있는데, 대표적으로 Jun & Cho(2015)가 확인된다. 이 논의에서는 체계기능 언어학의 전반적인 분석틀에 따라 고등학교 수학 교과서의 설명 텍스트를 분석하는데, 그중 S9의 사례를 통해 명사화가 실현된 양상을 포착한다. 즉, ㉠의 동사적 표현을 두고 후속 문장에서는 ㉡과 같이 명사화된 표현으로 압축하여 지시함으로써 응집성(Cohesion)을 높임은 물론 학습자의 개념화 과정을 돕는다는 것이다.

- 4) So & Joo(2017)에서는 3-4학년군의 과학 교과서를 분석한 결과, 최초의 연구 가설에 부합하지 않게 명사화된 표현이 의외로 많이 나타나지 않았음을 보고한다. 이에 대해, 과학적 지식이나 개념을 심도 있게 다루기보다는 중학교 이후의 학습에 토대가 되는 기초 탐구 활동을 강조하는 초등 과학교육의 특수성에 기인한 결과로 해석하는데, 그럼에도 불구하고 일정 부분 명사화가 실현된 사례를 통해 일종의 전조적 특성을 지니는 것으로 분석한다.
- 5) 문법적 은유를 포함하여 수학 텍스트에 실현된 전반적인 은유 현상을 다룬 국외 연구로는 O'Halloran(2003)이 대표적이다. O'Halloran(2003)에서는 언어적 표현뿐 아니라 수식 및 도식 등의 표현까지를 포괄하기 위해 ‘기호적 은유’라는 개념을 도입한다. 이렇게 볼 때, 본 연구의 분석 대상 단원인 ‘비와 비율’에 쓰이는 이중 수직선 역시 기호적 은유의 일환으로 볼 수 있다. O'Halloran(2003)에서와 같은 확장된 관점의 은유와 문장제의 연관성에 대한 문제는 후고를 기약하며, 본 연구에서는 우선 문법적 은유를 실현하는 명사화의 문제에 초점을 두어 논의하고자 한다.

S9. 이차함수 $y = x^2 - 4x + 3$ 의 ㉠ 그래프는 x 축과 두 점에서 만난다. 이차함수의 ㉡ 그래프와 x 축의 교점의 x 좌표는 이차방정식 $x^2 - 4x + 3 = 0$ 의 두 실근 1, 3과 같다.

그런데 본 연구의 연구 대상은 설명 텍스트가 아닌 문장제라는 점에서 이러한 논의와 관점을 달리할 필요가 있다. 수학 문장제에 조준하여 명사화의 문제를 다룬 논의는 Jo(2018a, 2018b)에서 집중적으로 이루어졌는데, 먼저 Jo(2018b)에서는 다음과 같은 사례를 통해 문장제와 명사화 사이의 관계를 설명한다.

- S10. ㉢ A기계는 한 시간당 10개를 생산하고, B기계는 A기계보다 1.5배 많이 생산한다. B기계가 A기계보다 제품을 35개 더 많이 생산하려면 몇 시간이 지나야 할지 구하시오.
- S11. ㉣ ' A기계의 생산량은 한 시간당 10개이다. B기계의 생산량은 A기계의 생산량의 1.5배이다. x 시간이 지난 후 B기계의 생산량과 A기계의 생산량의 차이가 35개라고 할 때, x 의 값을 구하시오.
- S12. ㉤ " x 시간 동안의 A기계의 생산량은 $10x$ 이므로 x 시간 동안의 B기계의 생산량은 $y = 15x$ 가 된다. x 시간이 지난 후 B기계의 생산량과 A기계의 생산량의 차이는 $15x - 10x = 5x$ 이고, 이 값이 35이므로 $5x = 35$ 이다. 따라서 $x = 7$ 이다.

상술하자면, S10의 ㉔과 대비하여 S11의 명사화를 거친 표현인 ㉔'은 수학적 대상화가 요구되는 개체를 학습자의 입장에서 보다 용이하게 파악할 수 있게 한다. 이러한 교두보를 통해 궁극적으로는 S12의 ㉔"처럼 수식으로의 변환을 능숙하게 처리할 수 있다는 것이다.

이러한 논의를 바탕으로, Jo(2018a, 2018b)에서는 수학 교과에서 학습자가 접하는 문항을 다음과 같이 분류한다. 즉, ㉔, ㉔', ㉔" 각각을 유형화할 수 있다는 것이다.

[유형 1] 문법적 은유가 사용되지 않고 일상적 언어로 표현된 유형

[유형 2] 문법적 은유가 사용되어 수학적 기호로 변환되어야 하는 개체가 명사적으로 표현된 유형

[유형 3] 수식과 언어가 혼재된 유형

[유형 4] 수식으로만 이루어진 유형

이 중 [유형 4]는 문장제에 해당하지 않으며, [유형 3]은 학생의 문장제 해결 과정이나 교사의 수업 발화 중에 학생들의 이해를 돕기 위한 교수학적 도구로 등장하는 경우이므로) 전형적인 문장제로 보기는 어렵다. 이렇게 볼 때, 본 연구의 논의는 문장제를 [유형 1]로 구현할지, [유형 2]로 구현할지의 문제로 축약된다.

이는 단계화된 문장제 구성을 통해서도 구현 가능한데, Jo(2018a)에서 예시하는 S13이) 그러한 경우에 해당한다.

S13. 명희는 과녁을 향해 활을 쏘는 게임을 한

다. 명희가 쏜 화살이 과녁에 맞으면 3점을 얻고, 과녁에 맞지 않으면 -2점을 얻는다. 명희가 활을 8번 쏘고 후 얻은 총 점수는 9점이 되었다. 물음에 답하시오.

(1) ㉔ 명희가 쏜 화살이 과녁에 맞은 횟수를 x , ㉔ 과녁에 맞지 않은 횟수를 y 라 할 때, 다음 연립일차방정식의 A에 알맞은 일차방정식을 구하시오.

$$\boxed{x+y=8} \quad \boxed{A}$$

(2) (1)의 연립일차방정식을 이용하여 ㉔ 명희가 쏜 화살이 과녁에 맞은 횟수 x 를 구하는 풀이 과정과 답을 쓰시오.

S13에서는 소문항으로 (1), (2)를 설정하고, ㉔, ㉔과 같은 명사화된 표현을 통해 해당 문장제에서 수학적으로 대상화해야 하는 개체를 명시함으로써 학습자에게 일종의 비계(scaffolding)를 제공하는 양상이 확인된다. 문장제의 해결 과정에서는 일상어를 수학적 기호를 이용한 수식으로 변환하는 단계가 반드시 요구되는데, 그 중간 단계에 명사화된 표현을 두어 수식화의 대상이 무엇인지를 명확하게 파악할 수 있도록 안내하는 것이다.

이렇듯, 문장제에 포함된 명사화는 주로 산술적 또는 대수적 처리와 관련된다. 예를 들어, 방정식의 활용과 관련한 문장제는 방정식의 풀이 전에 방정식을 세우는 단계가 우선하며 이때 미지수 x 로 지정할 대상을 정하고 나머지 대상과의 관계를 식으로 나타내는 것이 문제 해결의 관건인 것이다. 이 과정에서, 일상적인 동적 표현을 명사화하여 표현하는 것은 특정 개체의 수학적 대상화를 통해 학생들의 문장제 해결을 도

6) 예컨대, 본 연구의 대상 단원인 ‘비와 비율’의 교사용 지도서에서 문장제의 풀이로 제시하는 다음과 같은 표현이 [유형 3]에 해당할 것이다.

$$(\text{인상률}) = \frac{(\text{오른보증금}) - (\text{왼래보증금})}{(\text{왼래보증금})} = \frac{130 - 50}{50}$$

7) S13은 중학교 2학년년을 대상으로 2015년에 실시된 국가 수준 학업 성취도 평가의 서답형 2번 문항이다.

을 수 있다.

또 다른 예로, 방정식의 대수적 풀이 이전 단계에서 구체물을 이용하거나 시행착오적인 산술적 풀이 등의 발달 과정에 대해 논의한 Radford(2012)를 살펴볼 수 있다. 해당 논의에서 학생들에게 순차적으로 제시된 S14, S15의 발문은 ‘한 봉투에 들어 있는 카드는 몇 개인가’와 ‘각각의 봉투에는 몇 개의 카드가 들어 있는가’이다. S15에 비해 S14는 일상적 표현을 명사화를 통해 표현하였고, 이에 따라 미지수 x 로 치환할 대상을 보다 용이하게 파악하게 함으로써 ‘한 봉투에 들어 있는 카드의 수를 x 라 하면’이라는 대수적 사고로 자연스럽게 환원될 수 있다.⁸⁾

- S14. 폴레트와 리차드의 어머니는 아이들에게 카드가 담긴 봉투를 선물로 주었다. 각각의 봉투에 같은 수의 카드를 넣었기에 모든 봉투에 들어 있는 카드의 개수는 동일하다. 폴레트는 7개의 카드를 가지고 있고, 1개의 봉투를 더 받았다. 리차드는 2개의 카드를 가지고 있고, 2개의 봉투를 더 받았다. 두 아이가 가지고 있는 총 카드의 개수가 같을 때, 한 봉투에 들어 있는 카드는 몇 개인가?
- S15. 매트와 메틱의 어머니는 아이들에게 선물을 주기로 하였다. 어머니는 아이들에게 카드가 들어 있는 봉투를 준다. 봉투가 서로 동일하도록 각각의 봉투에 같은 개수의 카드를 넣는다. 매트는 이미 7개의 카드가 있고 어머니는 1개의 봉투를 더 주었다. 메틱은 이미 3개의 카드가 있고 어머니는 그에게 3개의 봉투를 더 주었다. 이제 두 아이는 같은 수의 카드를 갖고 있다. 각각의 봉투에는 몇 개의 카드가 들어 있는가?

8) 이 점에서, 명사화라는 표현을 직접적으로 언명하지는 않지만 초등학교 저학년의 덧셈/뺄셈 문장제에서 구해야 할 것을 □로 치환하는 과정을 다룬 Chang & Lim(2019) 역시 본 연구와 동질적인 문제의식을 지니는 것으로 보인다. 초등 저학년에서 다루는 □를 사용한 식 표현에서 □는 조작의 대상인 미지수와 다르지만 자리지기(place holder)로서의 □ 역시 동적 개체를 명사화하는 것이 필요하기 때문이다. 다만 본 연구에서는 □에 해당하는 수학적 개체를 명사화라는 언어 형식으로 표현하는 문제에 대해 논의하는 것이다.

III. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구의 분석 대상은 2015 개정 교육과정에 따른 수학 교과서 6학년 1학기 4단원 ‘비와 비율’의 10개 차시 문장제이며, 차시별 주제는 Table 1과 같다. 차시의 전반적 구성은 다른 단원과 마찬가지로 ‘도입-본 차시-도전 수학-단원 평가-탐구 수학’의 순으로 이루어져 있다.

Table 1. Structure of the unit ‘ratio and rate’ in 6th grade mathematics textbook

구분	차시	차시 주제
도입	1차시	단원 도입
비	2차시	두 수를 비교해 볼까요?
	3차시	비를 알아볼까요?
비율	4차시	비율을 알아볼까요?
	5차시	비율이 사용되는 경우를 알아볼까요?
백분율	6차시	백분율을 알아볼까요?
	7차시	백분율이 사용되는 경우를 알아볼까요?
정리	8차시	[도전수학] 수학으로 환경을 읽어 볼까요?
	9차시	얼마나 알고 있나요?
	10차시	[탐구수학] 글자의 비율을 생각하며 글씨체를 만들어 볼까요?

2. 분석 방법

일상어로 진술된 현상이나 사태를 수학적으로 모델링하는 과정에서 명사화라는 언어 형식을 통해 학습자가 수학적 대상화의 개체를 포착하게 할 수 있음을 논의하는 본 연구는 기본적으로

로 Jo(2018a, 2018b)의 논의를 전제로 한다.

앞서 다루었듯이, Jo(2018a, 2018b)의 논의는 일상어 문장제인 [유형 1]과 명사화 문장제인 [유형 2]로 대별된다. 그런데 본 연구에서 대상 단원에 대한 분석을 진행하는 과정에서 [유형 2]에는 일반적인 명사화와는 달리 특수한 양상을 띠는 경우가 존재함을 파악하였다. 단순히 [유형 1]의 일상어를 명사화하여 표현하는 경우로서의 [유형 2]가 아니라, 학습의 대상이 되는 수학적 개념의 특정 문형(文型)을 그대로 빌어서 명사화를 시도하는 경우이다. 예를 들어, 비를 읽는 방법으로서 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 비’에 따라 동일한 문형을 지니는 문장제가 반복적으로 출현하는데⁹⁾, 일상어의 장면에서는 거의 등장할 가능성이 없는 이질적인 언어 사용 방식이다. 이러한 경우는 수학적 개념화 대상인 ‘기준량’과 ‘비교하는 양’의 개체를 명사화하여 표현한다는 점에서 [유형 2]에 포함되지만, 일반적인 [유형 2]와의 변별을 위해 본 연구에서는 이러한 경우를 [유형 2']로 별도로 범주화하고자 한다.

요컨대, 본 연구에서는 ‘비와 비율’ 단원의 문장제를 명사화의 실현 여부에 따라 Table 2와 같은 세 유형으로 구분하고자 한다. 이때, 유의해야 할 점은 명사화가 실현되었는지의 여부를 문장제를 구성하는 문장 전체를 대상으로 판단해서는 안 된다는 점이다. 문장제 해결의 관건은 수학적 대상화가 요구되는 개체를 파악하는 일이며, 이 점에서 명사화에 대한 판별은 이러한 개체를 포함하는 표현에 국한하여 전개되어야

하기 때문이다.

Table 2. Conceptual framework of analysis I

유형	명사화의 실현 여부
1	문법적 은유가 사용되지 않고 일상어로 표현된 유형
2	문법적 은유가 사용되어 수학적 기호로 변환되어야 하는 개체가 명사적으로 표현된 유형
2'	개념에 따른 특정 문형을 취하면서 수학적 기호로 변환되어야 하는 개체가 명사적으로 표현된 유형

명사화의 실현 여부에 따른 이러한 유형 분류에 더해, 본 연구에서는 [유형 2]와 [유형 2']에 나타나는 명사화가 어떠한 문법적 형식을 통해 실현되는지도 분석의 또 다른 축으로 상정한다. Cheng(2018)에서는 언어 유형적 차이로 인해 한국어에서의 명사화의 문법적 실현 양상이 영어의 그것과는 다르게 나타남을 지적한다. 구체적으로, 한국어의 명사화는 대체로 (1) 명사형 전성 어미에 의한 명사절 구문, (2) 명사 나열을 통한 명사 병치 구문, (3) 관형격 조사에 의한 관형격 구문, (4) 관형사형 전성 어미에 의한 관형절 수식 구문 정도로 실현됨을 주장한다. 즉, 개별 단어로서의 명사와 계열 관계(paradigmatic relation)를 이루어 대치가 가능한 명사 상당 어구(noun phrases and clauses)를 크게 넷으로 구분하는 것이다. 이론적으로는 이러한 예상이 가능하지만, 초등학교 수학 교과서의 문장제에서 명사형 전성 어미인 ‘-음’, ‘-기’에 의한 (1)이 등장할 가능성은 희박하다. 또한, (2)와 (3)은 ‘학교 운동장’,

9) 이러한 특이성은 ‘비와 비율’이라는 학습 내용에서 기인한다. 5차부터 2009 개정 교육과정까지의 교과서마다 ‘비와 비율’ 관련 개념이 상이하게 정의되어 왔음을 고려하면(Chang, Lim, & Yu et al., 2017), ‘기준량에 대한 비교하는 양’의 문형은 문장제에서 공통적으로 반복할 수밖에 없었을 것이기 때문이다. 이러한 고민은 다음과 같은 교사용 지도서의 설명에서도 확인된다.

‘교육 현장에서 ‘3과 2의 비’로 충분하지 않을까, 학생들이 ‘3의 2에 대한 비’, ‘2에 대한 3의 비’를 혼동하는데 굳이 지도 필요성이 있을까라는 문제제기가 있어 숙고한 결과, 이후 비율을 도입할 때 ‘기준량에 대한 비교하는 양’ 등 관련 표현이 종종 요구되기 때문에 비 관계에서 중요한 기준량과 비교하는 양의 파악을 돕기 위한 기제로 세 가지 읽는 방법을 유지하였다(Ministry of Education, 2019, p. 236).’

‘학교의 운동장’의 경우에서처럼 관형격 조사 ‘의’의 실현 여부에만 차이가 있을 뿐¹⁰⁾ 본질적으로 수식-피수식 관계에 의한 구 구성 범주로 통합할 수 있다. 또한, 이러한 양상에 더해 하나의 어휘로 명사화되는 양상도 출현 가능하다. 이에 따라, 본 연구에서는 문장제에 쓰인 ‘명사화의 문법적 실현 방식’을 Table 3과 같이 셋으로 나누고 이를 두 번째 개념적 분석틀로 활용하고자 한다.

Table 3. Conceptual framework of analysis II

범주	명사화의 문법적 실현 방식
A	절 구성에 의한 명사화(대체로 관형절)
B	구 구성에 의한 명사화(명사 병치, 관형격 구문)
C	어휘에 의한 명사화

이때, 본 연구에서는 명사화에 따른 문장제의 유형과 명사화의 문법적 실현 방식이라는 두 개념적 분석틀을 통해 단순히 문장제들을 분류하는 차원에 그치지 않고, 그 사이의 계열성(sequence)을¹¹⁾ 분석하고자 한다. Yang(2003)에서는 학습자의 질문이 발전되어 가는 계열을 중심으로 내용을 선정하고 조직하는 방식인 ‘교육적 순서’의 중요성을 강조하는데, 문장제 역시 학습 활동의 일환이라는 점, 개별 차시 내의 학습 활동들 역시 계열성을 갖추어 조직될 때 차시 목표로 수렴되는 유기성을 떨 수 있다는 점을 중시하기 때문이다.

이상의 논의에 따라 본 연구에서 취하는 계열

성에 대한 관점을 연역적으로 제시하면 다음과 같다. 먼저, 명사화의 실현 여부에 따른 문장제의 유형 측면에서는 [유형 2] → [유형 2] → [유형 1] 정도의 계열성을 기대한다. 수학적 대상화가 요구되는 개체를 명사화된 표현을 통해 비교적 가시적으로 제시하는 [유형 2], [유형 2]에 비해 이를 학습자가 스스로 포착하여 명사화·수식화해야 하는 [유형 1]에서 인지적 요구도가 높을 것이기 때문이다. 다만, 이 과정에서 [유형 2]와 [유형 2] 사이의 계열성은 점선으로 표현하였는데, 특정 문장제에서 다루는 수학 개념과 문제 상황에 따라 [유형 2]와 [유형 2]가 반드시 배타성을 지니지 않을 수 있음을 고려한 결과이다.

또한, 명사화의 문법적 실현 방식의 측면에서는 [어휘에 의한 명사화] ↔ [구 구성에 의한 명사화] → [절 구성에 의한 명사화] 정도의 계열성이 확보되어야 한다고 예상한다. 주지하듯이, 언어 단위로서의 구(句, phrases)나 어휘에 비해 주어와 술어의 관계를 포함하는 절(節, clauses) 구성에는 더 많은 정보가 포함되며, 그에 따라 단위의 길이도 길어지기 때문이다. 이 과정에서 학생들이 특정 개체를 포착하기 위해서는 더 많은 인지적 부담이 요구될 것이 자명하다. 한편, 어휘에 의한 구성은 구나 절 구성에 비해 정보량이 적고 단위 길이가 짧은 경우가 대부분이지만, 압축률이 높고 학생들에게 익숙하지 않은 한자어로 실현되는 경우도 존재함을 고려하여 양방향의 계열성을 지니는 것으로 표현하였다¹²⁾.

10) 물론, 문법적으로 볼 때 모든 명사 병치 구성이 관형격 조사에 의한 구성과 일치하는 것은 아니다.

11) Tyler는 ‘계속성’과 ‘계열성’을 구분하여 논의하는데, 계속성(繼續性, continuity)은 학년이 올라감에 따라 목표를 실현하기 위한 교육 내용이 반복적으로 다루어져야 함을, 계열성(系列性, sequence)은 교육 내용이 계속성을 바탕으로 하되 좀 더 폭넓고 깊이 있게 다루어져야 함을 의미한다(Lee, 2006).

12) 이때, 현실적으로는 각각의 명사화에 쓰인 언어 표현 그 자체가 학습자의 입장에서 얼마나 쉽고 어려운지도 고려 대상이 되어야 하지만, 본 연구에서는 명사화가 어떠한 문법적 형식을 통해 실현되었는지만을 기준으로 삼고자 한다.

IV. 연구 결과

본 연구의 분석 대상은 6학년 1학기 4단원 ‘비와 비율’에서 학습 활동의 일환으로 구안된 문장제이다. ‘비와 비율’은 실제로 일상과 밀접하게 연계되어 있음은 물론 학생들은 대개 비와 비율에 대한 비형식적 지식을 가지고 있다는 점에서(Ministry of Education, 2019), 실생활 사태를 수학적 도구로 해결하고 그 결과를 해석하는 수학적 모델링이 반드시 요구되는 단원이다. 또한, III장에서 살폈듯이 이 단원에서는 ‘기준량에 대한 비교하는 양’이라는 문형이 문장제에 높은 빈도로 출현한다는 점에서, 문장제에서의 명사화 양상을 가시적으로 관찰할 수 있게 한다.

이 단원은 Table 1과 같이 전체 10차시로 구성된다. 본 연구에서는 도입 학습에 해당하는 1차시를 제외한 나머지 차시를 ‘비, 비율, 백분율, 정리’로 나누고, 각각을 III장에서 상정한 문장제 유형과 명사화의 문법적 실현 방식이라는 개념적 분석틀을 이용하여 분석한다.

1. 비 관련 차시 분석 결과

먼저, 가법적 비교와 승법적 비교를 대비하는 2차시와 비의 개념과 일상에서의 사용 상황을 다루는 3차시에는 각각 3개의 문장제가 제시된다. 이를 명사화 여부에 따른 유형과 명사화의 문법적 실현 방식에 따라 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4의 6개 문장제 모두 수학적 대상화가 요구되는 개체를 모두 명사화하여 표현한다. 물론, 해당 차시들이 비와 비율에 대한 기초 개념을 다룬다는 점을 감안하더라도, 일상어로 표현된 문장제에서 수학적으로 대상화해야 하는 개체를 포착하게 하는 [유형 1]이 제시되지 않는다는 사실은 학습 활동 간의 계열성 면에서 재고의 여지가 있다. 특이한 점은 3차시의 ②에서 처음으로 [유형 2']가 출현한다는 것인데, 이는 3차시의 ①과 ② 사이에서 ‘비’에 대해 정의하고 이를 언어적으로 표현하는 세 가지 방식을 안내하는 구성에 따른 결과이다¹³⁾. 그런데 이후 ③에서

Table 4. The result of analysis (Period 2 & 3)

차시	핵심 내용	개체에 대한 표현	문장제 유형	명사화 실현 방식
2차시	두 수의 비교	① 준비하는 사람 수와 판매하는 사람 수를 비교	[유형 2]	절 구성
		② 모둠 수에 따른 준비하는 사람 수와 판매하는 사람 수를 비교	[유형 2]	절 구성
		③ 나무의 높이와 그림자 길이를 비교	[유형 2]	구 구성
3차시	비의 개념	① 포도 주스를 만들기 위해 필요한 물의 양과 포도 원액의 양을 비교하는 방법	[유형 2]	구 구성
		② 판매 금액에 대한 기부 금액의 비	[유형 2']	구 구성
		③ 출발점에서부터 장애물까지 거리와 장애물에서부터 도착점까지 거리의 비	[유형 2]	구 구성

13) 해당 부분에서는 ‘비’를 ‘두 수를 나눗셈으로 비교하기 위해 기호 :을 사용하여 나타낸 것’으로 정의 내리고, 비를 읽는 방식에 대해 ‘3과 2의 비’, ‘3의 2에 대한 비’, ‘2에 대한 3의 비’라고 설명한다. 이렇게 볼 때 ‘A와 B의 비’ 역시 [유형 2]로 볼 여지도 있지만, 본 연구에서는 이러한 표현은 일상어의 국면에서도 일반적으로 사용된다고 판단하여 [유형 2]로 분류하였다. 즉, ‘A에 B의 비’와 비교할 때 ‘A와 B의 비’는 수학적 개념에 따른 특정 문형이라고 보지 않는다는 것이다.

는 다시 [유형 2]로 회귀하는 양상을 보이는데, 이는 비를 읽는 방식의 다양성을 구현하려는 의도로 파악되지만, 명사화의 계열성 측면에서는 어색해 보인다.

더욱이, 명사화의 문법적 실현 방식의 측면에서는 오히려 계열성이 역전되어 나타난다. 물론, 2차시의 ①, ②가 가법적 비교와 승법적 비교에 해당됨을 고려하더라도 절 구성에 의한 명사화가 구 구성에 의한 명사화에 선행하는 것은 안정된 계열성을 확보하지 않은 것으로 판단된다.

2. 비율 관련 차시 분석 결과

비율의 개념과 활용 상황을 핵심 내용으로 삼는 4차시와 5차시를 같은 개념적 분석틀로 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 4와 달리 4차시의 ②를 제외한¹⁵⁾ Table

5의 문장제에서 명사화는 [유형 2]로 실현됨을 확인할 수 있는데, 이는 4차시의 ①과 ② 사이에서 ‘비율’을 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로 정의한 이후에 해당 문형을 문장제에도 그대로 반영한 결과이다. 이러한 가운데 4, 5차시 각각의 ③에서는 [유형 1]로 상황을 제시한 후 [유형 2]를 통해 학생들로 하여금 수학적 대상화를 단계적으로 유도한다는 점에서 문장제 유형 간 계열성을 확보하고 있는 것으로 평가된다.

그러나 명사화의 문법적 실현 방식의 측면에서는 ‘넓이, 인구’처럼 비교적 쉬운 어휘에 의한 명사화 구문을 선행시키지 않는다는 점이 개선될 필요가 있다. 한편, 5차시의 ①, ②, ③은 속력, 인구 밀도, 농도의 개념을 다루는데, 각각에 대한 개념적 이해를 동반하는 상황을 설정하지 않는다는 교육과정의 지침을 준수하여 풀어서 기술한 결과이다¹⁶⁾. 그렇지만 명사화의 문법적

Table 5. The result of analysis (Period 4 & 5)

차시	핵심 내용	개체에 대한 표현	문장제 유형	명사화 실현 방식
4차시	비율의 개념	① 처음에 있던 도넛 수에 대한 판매한 도넛 수의 비	[유형 2']	절 구성
		② 세로에 대한 가로 ¹⁵⁾ 의 비율	-	-
		③ 어느 모듬이 방울 더 넓다고 느꼈을지 → 방의 정원에 대한 방울 사용한 사람 수의 비율	[유형 1] → [유형 2']	구 구성 절 구성
5차시	비율의 활용 상황	① 고속 철도가 서울에서 광주까지 가는 데 걸린 시간에 대한 간거리의 비율	[유형 2']	절 구성
		② 두 지역의 넓이에 대한 인구의 비율	[유형 2']	어휘 ¹⁴⁾
		③ 누가 만든 회색 물감이 더 어두운지 비교 → 회색 물감에서 흰색 물감 양에 대한 검은색 물감 양의 비율	[유형 1] → [유형 2']	구 구성

- 14) 5차시 ②의 명사화 실현 방식을 구 구성이 아닌 어휘로 파악한 것은 ‘두 지역의’가 ‘넓이’만을 수식하는 구조가 아니라 ‘넓이에 대한 인구의 비율’ 전체를 수식하기 때문이다.
- 15) 4차시의 ②에서 ‘가로’와 ‘세로’는 대응하는 동적 표현이 존재하지 않는다는 점에서 ‘명사화’를 거친 표현이 아니다. 이를 감안하여 본 연구에서는 4차시의 ②는 분석 대상에 포함하지 않는다. 반면 5차시 ②의 넓이와 인구는 각각 ‘넓다’와 ‘몇 명’이라는 동적 표현이 있기 때문에 명사화된 표현에 해당한다.
- 16) 2015 개정 교육과정에서는 교수·학습 방법 및 유의 사항으로 ‘비율의 의미를 다룰 때 타 교과 및 실생활에서 비율이 적용되는 간단한 사례를 사용할 수 있다.’라고 제시하면서도, 평가 방법 및 유의 사항에서 ‘비율을 평가할 때 속력, 인구 밀도, 축적, 농도 등을 구하는 문제는 다루지 않는다.’라고 제한한다. 이는 2009 개정 교육과정에 따른 교과서에서 해당 개념들이 비율의 사례로 동원되기보다는 차시 주제로 다루어졌다는 비판을 반영한 결과이다.

Table 6. The result of analysis (Period 6 & 7)

차시	핵심 내용	개체에 대한 표현	문장제 유형	명사화 실현 방식
6차시	백분율의 개념	① 티셔츠와 바지의 <u>판매율</u> 을 비교	[유형 2]	어휘
		② <u>덧발 넓이</u> 에 대한 <u>화단 넓이</u> 의 비율	[유형 2']	구 구성
7차시	백분율의 활용 상황	① 모자와 양말의 <u>할인율</u> 을 비교	[유형 2]	어휘
		② 각 후보의 <u>득표율</u> 을 비교	[유형 2]	어휘
		③ 누가 만든 <u>소금물</u> 이 더 진한지 비교 → <u>소금물 양</u> 에 대한 <u>소금 양</u> 의 비율	[유형 1] → [유형 2']	구 구성

실현 방식이라는 관점으로만 보면, 오히려 이러한 개념들을 해당 개념 어휘로 표현하는 것이 학생들이 보다 용이하게 개체화의 대상을 파악할 수 있음은 물론 비율이라는 수학적 개념이 실생활과 만나는 지점을 가시적으로 확인할 수 있다는 점에서 향후 이 지점에 대한 숙고가 필요해 보인다¹⁷⁾.

3. 백분율 관련 차시 분석 결과

백분율을 다루는 6차시와 7차시에 대한 분석 결과는 Table 6처럼 나타난다.

문장제의 유형 측면에서 Table 6은 Table 5와 전체적으로 유사한 양상을 보이는데, 7차시의 마지막 문장제인 ③을 ‘[유형 1] → [유형 2]’로 구성한 것은 학습 활동의 계열성 측면에서 긍정적으로 평가할 수 있다. 다만, Table 6에서는 백분율 개념의 도입으로 인해 ‘판매율, 할인율, 득표율’과 같은 어휘에 의한 명사화가¹⁸⁾ 등장하는데,

Table 5에서 의도적으로 배제한 ‘속력, 인구 밀도, 축적’ 등에 비해 오히려 이들 어휘가 학습자의 입장에서 익숙하지 않게 느껴질 수 있다는 점에서 보다 정련화된 접근이 요구된다.

4. 정리 차시 분석 결과

마지막으로, 단원 정리의 성격을 지니는 8차시, 9차시, 10차시를 동일 분석틀로 분석한 결과는 Table 7과 같다.

먼저, 단원에서 배운 지식을 바탕으로 문제 해결 능력을 함양하는 차시인 ‘도전 수학’에서는 [유형 2']와 [유형 2]로 문장제를 구성하였는데, 해당 차시의 거시적 목표를 감안하면 [유형 1]을 혼용하여 수학적 모델링의 과정을 학생이 단계적으로 경험할 수 있게 하는 구성이 요구된다. 그에 비해 명사화 실현 방식에서는 ‘출고량, 회수량, 보증금, 인상률’ 등처럼 학생들에게 익숙하지 않은 한자어에 기반하여 명사화를 실현하

17) 이는 2009 개정 교육과정에 따른 교과서에서처럼 해당 개념들을 차시 주제의 층위에서 다루는 것이 아니라 이미 타 교과를 통해 노출된 개념어의 경우 의도적으로 회피하는 것이 학생들에게 또 다른 인지적 부담을 야기할 수 있음을 지적하는 것이다.

18) ‘00율(률)’의 경우 ‘XX의 00율(률)’의 문형을 취한다는 점에서 구 구성으로 볼 여지도 있다. 그러나 ‘00율(률)’은 비와 비율 단원에서 등장하는 특수한 표현으로, 그 자체로 백분율이라는 수학적 개념을 지시한다는 점에서 ‘00 넓이’와는 차이가 있다. 또한, ‘00 넓이’의 경우 ‘00이 넓다’라는 동적 표현과 비교할 때 ‘00의 넓이’라는 구를 구성하여 명사화를 거치지만, ‘XX의 00율(률)’은 XX가 동적 표현의 주체로 환원되기 어렵다는 언어적 특성도 고려할 필요가 있다. 이러한 점들을 고려하고, 특히 비와 비율 단원에서 ‘00율(률)’이라는 표현을 보다 세심하게 주목할 필요가 있음을 강조하기 위해 본 연구에서는 어휘에 의한 명사화로 분류하였다.

Table 7. The result of analysis (Period 8, 9, & 10)

차시	내용	개체에 대한 표현	문장제 유형	명사화 실현 방식
8차시	도전 수학	① 상점용 병과 가정용 병의 <u>출고량</u> 에 대한 <u>빈 병 회수량</u> 의 비율을 백분율로	[유형 2']	어휘 ²⁰⁾ 구 구성
		② 빈 병의 원래 보증금을 기준량, 원래 보증금과 오른 보증금의 차를 비교하는 양으로 하는 비율을 백분율로 나타내어 빈 병 보증금의 <u>인상률</u> 을 구해 보세요.	[유형 2]	구 구성 ²¹⁾ 어휘
9차시	단원 평가	① 빨간색 종이의 수와 초록색 종이의 수를 비교	[유형 2]	구 구성
		② 전체 자원봉사자 수에 대한 남자 자원봉사자의 수의 비	[유형 2']	구 구성
		③ 두 친구의 <u>성공률</u>	[유형 2]	어휘
		④ 전체 인형 수에 대한 불량품 수의 비율을 백분율로	[유형 2']	구 구성
		⑤ 연수와 동생의 키에 대한 <u>그림자 길이</u> 의 비율	[유형 2']	어휘 구 구성
		⑥ 지우개와 풀의 <u>활인율</u> 을 백분율로	[유형 2]	어휘
10차시	탐구 수학	자음자 'ㅍ'에서 <u>가로</u> 에 대한 <u>세로</u> 의 비율	-	-

고 있다는 점에서 계열성이 확보되지 않았다고 볼 수 있다¹⁹⁾.

다음으로, 단원 형성 평가의 성격을 띠는 9차시의 ‘얼마나 알고 있나요’에서 역시 [유형 1]이 부재한 가운데 [유형 2]와 [유형 2']로 6개의 문장제를 제시하고 있다. 물론, 단원 전체의 내용을 요약적으로 제시해야 하는 차시이지만 [유형 1]의 노출을 통해 형성 평가를 위한 학습 활동간의 계열성을 확보했어야 할 것이다. 이러한 문제는 명사화의 실현 방식 측면에서도 드러나는데, 절 구성에 의한 명사화가 제시되지 않는다.

끝으로, 실생활과 연계하면서 수학의 유용성을

인식하도록 하기 위한 10차시의 ‘탐구 수학’의 문장제는 그 목적상 전면적으로 [유형 1]로 표현했어야 하지만, ‘가로, 세로’라는 비교적 쉬운 어휘를 택하여 제시되어 명사화를 기준으로 한²²⁾ 계열성이 전혀 확보되지 않는다. 이 문제는 ‘가로와 세로의 비율에 따른 글꼴’이라는 상황적 소재를 선택한 데에서 기인하는데, [유형 1]이 개입되지 않다 보니 글꼴의 비율을 수학적으로 도출하는 일이 궁극적으로 어떠한 일상 사태와 연계되는지를 학생들이 쉽게 체감하기 어려울 것으로 보인다.

19) 물론, 이는 ‘수학으로 환경을 읽어 볼까요’라는 소재에 따른 결과이다. 그렇지만, 학습자가 느끼는 문장제의 난도는 비단 친숙한 소재의 문제일 뿐만 아니라 문장제가 포함하는 언어 형식이 크게 좌우한다는 것이 본 연구의 판단이다.
 20) 각주 14)에서도 밝혔듯이, ‘상점용 병과 가정용 병의’가 ‘출고량’만을 수식하는 것이 아니라 ‘출고량에 대한 빈 병 회수량의 비율’ 전체를 수식하는 구조이다.
 21) 구 구성 내부에서는 ‘빈 병’, ‘오른 보증금’처럼 절 구성을 보이기도 하지만, 수학적 대상화가 요구되는 개체를 기준으로 분석하였다.
 22) 앞서 언급하였듯이, ‘가로, 세로’는 명사화된 표현은 아니다. 그렇지만, 학습자의 입장에서는 ‘어휘에 의한 명사화’에 가깝게 해당 문장제를 수용할 가능성이 높다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 문장제의 수학적 모델링 과정에서 발생하는 일상어와 수학적 표현 사이의 간극을 좁히기 위한 언어적 접근의 일환으로 ‘명사화’의 문제를 다루었다. 명사화는 사태를 개체 및 개체 간의 관계로 변환하기 쉽게 한다는 점에서 수학의 수식과 상당히 가까운 언어 형식이며, 따라서 문장제에서 의도적으로 명사화된 표현을 노출하는 일은 일상어로부터 수학적 표현으로 나타내는 수학적 과정을 위한 매개 기능을 할 수 있다.

이러한 관점을 기반으로, 본 연구에서는 ‘비와 비율’ 단원에서 문장제 유형 간의 계열성을 분석하여, [유형 1], [유형 2], [유형 2'] 간의 계열성을 보다 긴밀하게 확보해야 한다는 점, 특히 ‘도전 수학’, ‘탐구 수학’ 차시에서 의도하는 활동 목표를 감안하여 [유형 1]을 전면적으로 도입할 필요가 있다는 점을 주장하였다. 무엇보다 문장제의 언어적 표현 과정에서 수학적 대상화를 위한 개체를 보다 쉽게 파악할 수 있게 하는 명사화의 문제를 고려할 때, 일정한 위계적 조직(hierarchic organization) 원리로서의 계열성을 학습 활동 층위에서도 담보할 수 있음이 강조될 필요가 있다.

또한, 본 연구에서는 [유형 2], [유형 2']의 문장제에 나타난 명사화의 문법적 실현 방식도 동시에 분석하였는데, 모종의 의도나 원리를 확인하기 어려울 만큼 ‘절 구성에 의한 명사화’, ‘구 구성에 의한 명사화’, ‘어휘에 의한 명사화’가 계열성이 없이 출현함을 확인하였다. 특히, ‘속력, 인구 밀도, 농도, 축적’ 등은 의도적으로 배제하면서도 학생들의 입장에서는 이들보다 훨씬 더 익숙하지 않은 한자어를 통해 명사화를 실현한 문제도 함께 지적하였다. 물론, ‘비와 비율’이라는 단원의 특수성에서 기인하는 점도 있지만 어

휘에 의한 명사화가 학생들에게 보다 쉽게 다가갈 수 있으리라는 일반적인 기대와 다르게 해당 어휘가 어려운 한자어라면 또 다른 인지적 부담을 야기하기 때문이다. 이 점에서, 장기적으로는 어휘 의미의 난도에 따른 문장제의 계열성 문제도 논의될 필요가 있다.

결국 본 연구에서 파악한 문장제의 언어적 문제는 보다 근원적으로 문장제의 상황 혹은 소재를 어떠한 교육적 관점에서 선정하는가와 직결된다고 할 수 있다. 대체로 학습자의 친숙성, 일상과의 연계성, 타 교과와의 통합성 정도 등이 고려되지만, 보다 궁극적으로 ‘수리 언어로 표상되기’에 적절한 정보를 파악해야 하는 텍스트(Joo, 2015)인가의 여부를 따질 필요가 있다. 명사화가 가능한지, 가능하다면 어떠한 문법적 실현이 가능한지 등에 근거하여 상황이나 소재를 선정하여야 언어적 표현을 기반으로 한 문장제 간의 계열성을 확보할 수 있기 때문이다.

끝으로, 수학교육학계 전반에서 문장제에 대해 학습자가 느끼는 어려움이 어느 지점에서 기인하는지를 따져 물을 필요가 있다. 사실, 문장제에서 수학적 대상화가 요구되는 개체를 포착하는 일은 숙련가나 성취 수준이 높은 학습자에게는 너무도 쉽고 당연한 일일 수 있다. 별다른 인지적 부담이 없이 암묵적, 무의식적으로 자동화되어 전개되기 때문이다. 그러나 문장제의 어려움을 호소하는 적지 않은 학생들의 목소리가 수학적 대상화가 요구되는 개체를 포착하는 과정에서 높음을 감안하면, 단순히 문장제를 간결하고 친숙하게 표현하는 차원이 아니라 학생들이 주목해야 하는 개체를 어떠한 언어 형식에 실어 표현해야 하는가의 문제에 초점을 맞추어야 한다. 본 연구에서는 이 문제를 명사화라는 언어 형식을 통해 탐색하고자 한 것이다.

참고문헌

- Chang, H. (2002). A study on the homogeneity of objects and the variety of contexts in addition word problems. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 12(1), 17-27.
- 장혜원(2002), 덧셈 문장제에서 대상의 동질성과 상황의 다양성에 대한 소고. **수학교육학연구**, 12(1), 17-27.
- Chang, H., & Lim, M. (2019). The analysis of 2nd graders' expressions using □ on addition and subtraction word problems. *School Mathematics*, 21(2), 441-457.
- 장혜원, 임미인(2019), 덧셈 뺄셈 문장제에 대한 초등학교 2학년 학생들의 □를 사용한 식 표현 분석. **학교수학**, 21(2), 441-457.
- Chang, H., Lim, M., & Yu, M. et al. (2017). A comparative analysis of ratio and rate in elementary mathematics textbooks. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 21(1), 135-160.
- 장혜원, 임미인, 유미경, 박혜민, 김주숙, 이화영(2017), 비와 비율에 대한 초등 수학 교과서 비교 분석. **한국초등수학교육학회지**, 21(1), 135-160.
- Cheng, L. (2018). A study on grammatical metaphor of Korean based on systemic functional linguistics. *Korean Literature & Language Education*, 26, 97-126.
- 정려란(2018). 국어 문법적 은유에 대한 체계 기능언어학적 접근. **한국어문교육**, 26, 97-126.
- Halliday, M. A. K. (1985). *An introduction to functional grammar*. Baltimore.
- Halliday, M. A. K. (2004). *The language of science*. Continuum.
- Heh, N., & Shin, H. (2013). Analysis on sentence error types of mathematical problem posing of pre-service elementary teachers. *Journal of the Korean School Mathematics*, 16(4), 797-820.
- 허난, 신호철(2013). 초등학교 예비교사들의 수학적 '문제 만들기'에 나타나는 문장의 오류 유형 분석. **한국학교수학회논문집**, 16(4), 797-820.
- Hwang, H., Na, G., Choi, S., Park, K., & Lim, J. (2016). *New mathematics education*. Seoul: Mooneum.
- 황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈 (2016). **수학교육학 신론**. 서울: 문음사.
- Jo, J. (2018a). A convergence education of grammar and mathematics. *A Convergence education based on the language education*, 225-279. Seoul: Sawheipyongron.
- 조진수(2018a), 문법과 수학의 융합 교육. 구본관, 윤여탁, 김종철, 유준희, 구자현, 고정희, 윤대석, 서명희, 이지수, 조진수(편). **언어 중심의 교과 융합 교육**, (pp. 255-279). 서울: 사회평론.
- Jo, J. (2018b). A study on the process of understanding the word problem from the viewpoint of grammatical metaphor. *Textlinguistik*, 45, 279-306
- 조진수(2018b). 문법적 은유를 활용한 수학 문장제 텍스트의 이해 과정 연구. **텍스트언어학**, 45, 279-306.
- Joo, S. (2015). The role of Korean grammar education in the convergence age. *280th Conference of the Society of Korean Language Education*, 21-41.
- 주세형(2015). 융복합 시대 국어 문법교육학

- 의 역할. 제280회 학술대회 발표 자료집, 한국어교육학회, 21-41.
- Jun, S., & Cho, J. (2015). A study on the written texts of a high school mathematics textbook and teacher's classroom discourse. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 25(4), 525-547.
- 전수경, 조정수(2015). 고등학교 수학 교과서의 설명 텍스트와 교사 설명 담화에 대한 체계기능언어학적 비교 분석. *수학교육학연구*, 25(4), 525-547.
- Kang, H., & Baek, S. (2009). Problem solver's responses according to the sentence structures of mathematical word problems. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 19(1), 63-80.
- 강화나, 백석윤(2009). 수학 문장제의 문장 구조에 따른 초등학교의 문제해결 반응 비교 분석. *수학교육학연구*, 19(1), 63-80.
- Kim, D., Koh, H., Baek, S., An, Y., & Kim, B. (2015). Analysis of error types in fraction word problems according to achievement levels: focusing on the 5th grade elementary students. *The Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 15(5), 207-227.
- 김동일, 고희정, 백서연, 안예지, 김봉년 (2015). 성취수준별 분수 문장제 문제의 오류 유형 분석: 초등학교 5학년 학생을 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 15(5), 207-227.
- Kim, J. (1998). *Study on the word problems in the Korean elementary school mathematics textbooks from a problem solving point of view*. Unpublished doctoral dissertation, Ewha Womans University.
- 김진숙(1998). *초등학교 수학 교과서 문장제에 대한 문제해결 관점에서의 연구*. 이화여자대학교 박사학위논문.
- Kim, S., & Kim, H. (2005). Analysis on word problems of elementary mathematics textbooks -Focusing on syntax and semantics-. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 8(1), 197-226.
- 김성준, 김한나(2005). 초등 수학 교과서에 제시된 문장제의 구문론·의미론 분석. *교육과정평가연구*, 8(1), 197-226.
- Lee, H. (2006). *The structure of knowledge and subjects*. Paju: Kyoyookbook.
- 이홍우(2006). *지식의 구조와 교과*. 파주: 교육과학사.
- Maeng, S., Shin, M., Cha, H., Ham, S., Shin, H., & Kim, C. (2010). Understanding of the linguistic features of earth science treatises: Register analysis approach. *The Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(7), 785-797.
- 맹승호, 신명환, 차현정, 함석진, 신현정, 김찬중(2010). 지구과학 논문의 언어 특성 이해: 레지스터 분석. *한국지구과학회지*, 31(7), 785-797.
- Ministry of Education (2014). *Science 3-1*. Seoul: Miraen.
- 교육부(2014). *과학 3-1*. 서울: 미래엔.
- Ministry of Education (2015). *Mathematics curriculum*. Notification of the Ministry of Education No. 2015-74 [vol. 8].
- 교육부(2015). *수학과 교육과정*. 교육부 고시 제2015-74호 [별책8].
- Ministry of Education (2019). *Mathematics teacher's guidebook 6-1*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2019). *수학 6-1 교사용 지도서*. 서울: (주)천재교육.

- Nam, J. (2008). *Construction of mathematical knowledge*. Seoul: Kyungmoon.
- 남진영(2008). *수학적 지식의 구성*. 서울: 경문사.
- O'Halloran, K. L. (2003). Intersemiosis in mathematics and science: Grammatical metaphor and semiotic metaphor, In A. M. Simon- Vandenberg, M. Taverniers, & L. Ravelli (eds.), *Grammatical metaphor: Views from systemic functional linguistics*. John Benjamins Publishing Company.
- Park, J., Kang, H., & Cho, J. (2017). A study on the communication and composition of curriculum knowledge from the perspective of grammar education. *284th Conference of the Society of Korean Language Education*, 291-309.
- 박진희, 강효경, 조진수(2017). 문법교육의 관점에서 본 교과 지식의 소통 및 구성에 관한 연구. *제284회 학술대회 발표 자료집*, 한국어교육학회, 291-309.
- Polya, G. (1957), *How to solve it*. Princeton University Press
- 우정호 역(2007). *어떻게 문제를 풀 것인가*. 서울: 교우사.
- Ra, W., & Baek, S. (2009). Teaching the comprehension of word problems through their mathematical structure in elementary school mathematics. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 13(2), 247-268.
- 라우성, 백석윤(2009), 초등수학에서 문장제의 수학적 구조 파악을 통한 문장제 이해 지도 방안. *한국초등수학교육학회지*, 13(2), 247-268.
- Radford, L. (2012). *Mathematics teaching and learning from a cultural semiotic perspective: the theory of objectification*.
- 권오남 외 7인 역(2016). *사회기호학적 관점의 수학 교수-학습: 대상화 이론*. 서울: 경문사.
- Shin, S. (2009). Language of science. *Ratio et Oratio*, 2(1), 36-60.
- 신선경(2009). 과학의 언어. *사고와 표현*, 2(1), 36-60.
- So, J. (2020). *A study on grammar education from the functional metalanguage perspective for improving disciplinary literacy*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University.
- 소지영(2020). *학문 문식성 신장을 위한 기능적 메타언어 관점의 문법 교육 연구*. 서울대학교 박사학위논문.
- So, J., & Joo, S. (2017). Exploring the instrument-based essence of Korean language education with a focus on “grammatical metaphor” in science textbooks. *Journal of Korean Language Education*, 39, 119-158.
- 소지영, 주세형(2017). 과학 교과서의 ‘문법적 은유’를 중심으로 본 국어과의 도구 교과적 본질 탐색. *국어교육연구*, 39, 119-158.
- So, J., & Joo, S. (2018). A study on the linguistic characteristics of elementary and middle school history textbooks -Focusing on the essence of the instrumental subject of Korean language-. *Journal of Elementary Korean Education*, 65, 77-108
- 소지영, 주세형(2018). 초등학교 중학교 역사 교과서의 언어적 특성 연구: 국어과의 도구 교과적 본질을 중심으로. *한국초등국어교육*, 65, 77-108.
- So, J., Sung, K., & Joo, S. (2018). A study of the linguistic characteristics of middle school learners' descriptive answers. *Korean Language Education*, 161, 159-187
- 소지영, 성경희, 주세형(2018). 중학교급 학습

- 자 서술형 답안의 언어적 특성 연구. **국어교육**, **161**, 159-187.
- Taverniers, M. (2013). *Grammatical metaphor as a construct*. Gardners Books.
- Yang, M. (2003). *Curriculum and teaching method*. Paju: Kyoyookbook.
- 양미경(2003). **교육과정 및 교수방법**. 파주: 교육과학사.
- Yoo, H. (2017). The analytic study on the structure of the sentences in the math textbooks of an elementary school. *Grammar Education*, **31**, 311-340.
- 유혜원(2017). 초등 수학 교과서 문장 구조 분석 연구. **문법교육**, **31**, 311-340.