

생활 소재를 활용한 수학 문제 만들기 활동¹⁾

최혜진²⁾ · 김상룡³⁾

수학 문제 만들기를 통한 학생들의 사고와 태도를 알아보는 방법으로 본 연구에서는 5학년 학생들을 대상으로 하여 '생활 소재를 활용한 수학 문제 만들기'에 대해 연구를 하였다. 이를 위해 3가지의 생활 소재의 그림을 선정하여 문제 만들기 단계에 따라 문제 만들기를 실시하여 적용하였다.

생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동을 통해 학생들의 수학적 사고와 수학적 태도가 어떻게 변하는지 알아보기 위해서 대구광역시 달서구에 위치한 N초등학교 5학년 1개 학급을 연구반으로 선정하였다. 질적 사례 연구를 실시하였으며, 결과보다는 과정에 초점을 두었으며, 교사의 관찰, 피드백, 질문, 학생의 문제 만들기 결과물을 분석하여 학생들의 수학적 사고와 수학적 태도의 변화를 살펴보았다.

생활 소재를 활용한 문제 만들기 과정을 통해 학생들이 수학에 흥미를 가지고, 생활 속의 수학을 발견하고 능동적으로 해결할 수 있는 수학적 경험이 이루어졌다는 것을 알 수 있다. 연구의 결과 문제 만들기 활동에 처음 접한 학생들은 각자의 경험과 학습 수준에 따라 문제 만들기 능력이 차이가 있었으며, 문제 만들기를 어려워하였다. 아이들은 새로운 문제 상황을 찾아내어 문제를 만들고, 문제에 사용하는 수학 용어와 단위, 숫자의 사용이 점차 실제적이고 적절하게 되었다. 만든 문제의 수도 처음 보다 더 많이 만들어 내었고, 조건을 자세히 제시하거나 더 어렵게 만들기 위해서 노력하는 모습이 발견되었다.

[주제어] 문제 만들기, 생활 소재, 수학적 상황

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

제 7차 교육과정 개정의 기본 방향은 활동적인 학습을 중시하는 수학교육, 수학적 힘을 신장하는 수학교육, 수학 학습에 흥미와 자신감을 갖게 하는 수학교육이다(교육인적자원부, 1998). 2007 개정 수학교육과정에서는 나아가 수학적 창의성과 수학적 의사소통을 강조하고 있다(교육과학기술부, 2009). 수학적 힘을 기르기 위해서는 수학의 기본 지식을 이해하고 수학적 정보를 교환하는 학습을 통해 사고의 유연함과 창의력을 길러주는 수학 학습이 이루어져야 한다. 이 때 학습자는 수학 수업에 능동적으로 참여하고 학습자의 사고와 활동을 중심으로 수학 수업이 이루어지며 교사와 학생, 학생과 학생간의 의사소통이 강조되어야 한다. 그리고 이러한 수학 학습을 통해 얻어진 수학적 힘을 이용하여 궁극적으로

1) 이 글은 최혜진(2010)의 석사학위 논문을 요약하여 발췌한 것임.

2) [제1저자] 대구 내당초등학교

3) [교신저자] 대구교육대학교 수학교육과

일상생활에서 일어나는 여러 가지 문제를 수학적으로 해결할 수 있어야 한다.

그러나 학생들과 동료교사들을 대상으로 수학학습과 관련한 면담을 실시한 결과 많은 학생들은 교실에서 시간표에 의해 정해진 수학 시간에 학습하는 수학만을 수학이라고 생각하고, 일상생활에서 다양하게 이루어지는 수학과는 서로 별개라는 생각을 한다는 사실을 알 수 있다. 수학에 대한 학생들의 이분법적인 신념은 수학이 수학 시간에 제시되는 문제를 해결하는 것으로만 한정되며, 생활에서 수학적 상황에 직면했을 때 능동적으로 해결하려는 태도를 지니지 못한다. 또한 실제 수학 교과서에서 다루는 문제는 수학적으로 정형화된 문제 상황이 대부분이다. 학생들은 수학적 삽화, 숫자들, 수식, 빈칸으로만 이루어진 수학적 상황을 맞이하게 되고, 단순 계산의 반복과 수학 지식의 습득에 치중하여 학습자는 수동적으로 반응하게 된다. 이러한 상황은 학생들이 수학적 문제를 적극적으로 해결하려는 태도와 의지를 가지는데 장애물이 되며 수학에 대한 흥미를 떨어뜨리고 실제 생활에 필요한 수학으로 발전시키는 것을 어렵게 한다.

정성향(2007)의 연구결과에 따르면, 이러한 경향들은 세상을 수학으로 바라보는 시각의 부족과 경험 부족이 주요 요인일 수 있다고 보았다. 매 시간 배우는 수학이 독립적이고 개별적인 주제로 가르쳐지고, 수학 내에서조차 수학적 연결성이 제대로 이루어지지 못하는 것이 현실이다. 수식으로만 만들어진 문제, 이미 정형화된 문장제, 수학적으로 정렬된 삽화는 고정되고 협소한 수학적 세계만을 제공할 수밖에 없다.

수학 특히 초등수학은 실생활과 밀접한 관련을 맺고 있다. 이러한 사실을 학생들이 깊이 이해하고 체득하기 위해서는, 학습자 자신의 눈으로 이를 확인하고, 시나브로 세상을 수학적으로 보는 것, 본 것을 바탕으로 수학문제를 만들며, 수학적 탐구심을 높여가는 것이 필수적이라 할 것이다. 이러한 취지를 제대로 현장에서 실행하기 위한 조치가 매우 필요하다.

이를 위한 한 방안으로 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동을 들 수 있다. 즉 현실에서 쉽게 경험할 수 있는 일상생활의 소재를 활용한 자료를 제시하고 학생들이 자유롭게 수학적 활동을 할 수 있도록 물리적 교실 환경을 조성함으로써 학생들에게 수학에 대한 흥미를 일으키고 문제를 해결하는 필요성을 고취시키고자 한다. 문제 만들기 활동이 수학을 더 어렵게 하는 것이 아니라 생활 속에 수학이 녹아 있다는 것을 알게 하고자 하며 삶의 수학적 요소 및 아이디어를 활용하여 집중력과 생활과의 연계를 자연스럽게 함은 물론 실질적인 문제 해결력을 높이고자 한다. 그리고 본 연구가 문제 만들기 활동의 여러 사례 중 하나의 예시적인 지도 자료가 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 학생들이 문제 만들기 활동을 하면서 학생들의 수학적 사고가 어떻게 변하는지 분석하며, 문제 만들기 활동을 하면서 학생들의 수학에 대한 태도가 어떻게 변화하는지 알아보려고 한다.

2. 연구 문제

본 연구는 생활 장면과 관련 있는 자료를 소재로 제시하였을 때 학생들이 실행한 문제 만들기 활동의 과정과 결과를 분석한다. 이를 통해 학생들의 수학적 사고의 변화 및 발달 과정을 살펴보고 학생들의 수학적 태도에서의 변화 정도를 알아보는 데 본 연구의 목적이 있다. 이를 위해서 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

가. 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동을 함으로써 학생들의 수학적 사고는 어떻게 변화하는가?

나. 문제 만들기 활동을 통한 학생들의 수학적 태도는 어떻게 변화하는가?

3. 연구의 제한점

본 연구에는 다음과 같은 제한점이 있다.

가. 주어진 소재와 관련된 수학적 상황에 대해 학생들의 사고의 발달 방향이 교사의 피드백 및 학생들의 선행 경험 등에 따라 융통성 있게 달라질 수 있는 제한점이 있다.

나. 본 연구는 학생들의 수준을 평가하고자 하는 의도로 실시한 것이 아니며, 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동의 과정에서 학생들이 문제를 만드는 사례를 살펴보고 과정 및 결과의 분석을 통해 문제 만들기가 수학적 사고와 태도에 변화를 주는지에 대한 시사점을 얻고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 문제 만들기

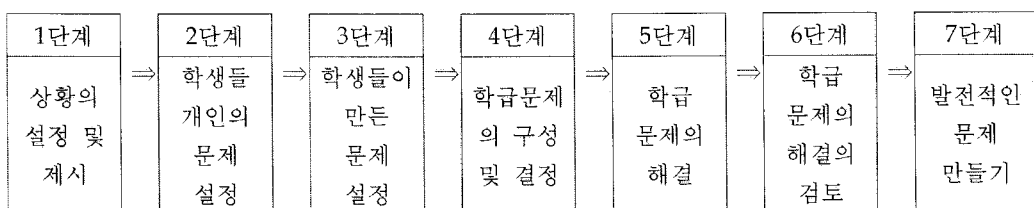
수학 학습에서 ‘문제’는 중요한 역할을 한다. ‘문제’는 연구자들에 따라 여러 정의가 있지만 일반적으로 ‘해답에 이르는 직접적인 방법이 알려져 있지 않은 채 해결이 요구되는 상황’으로 생각한다. 문제 해결의 연속이라 할 수 있는 수학의 교수·학습에서 우선 학생들로 하여금 ‘자신의 문제’를 느껴볼 수 있게 하여야 하며, 생활 속의 문제를 수학적으로 인식하고 해결할 수 있는 능력을 길러야 한다. 이를 위해 당면한 상황에서 스스로 문제를 제기하고 문제를 만들어보는 활동이 중요하다.

문제 만들기는 학자에 따라 Problem posing(문제 설정, Brown & Walter, 1983), Problem generation(문제 생성, Silver, 1993), Problem formulation(문제의 정식화, Kilpatrick, 1987 ; 조재호, 1999 재인용) 등의 다양한 용어로 사용된다.

문제 만들기의 유형에 관해서 제재의 수학적·비수학적 특성에 따라 분류해 보면 다음과 같다. 제시하는 제재가 식이나 수학의 문제 및 정리된 상황과 같은 수학적인 것으로부터 문제를 만드는 것, 제시하는 제재가 아직 수학화되어 있지 않은 실세계적인 것으로부터 문제를 만드는 것으로 나눌 수 있다. 이처럼 문제 만들기는 주어진 수학적·현실적 상황을 수학적으로 해결하는 활동이라고 볼 수 있다(임문규, 1992 ; 박교식, 1995 ; 최윤석, 2004).

이 중 실세계적 상황으로부터 문제 만들기에 대하여 교육적 가치를 두고 있으므로, <자료를 보고 문제 만들기>와 <생활 장면에서 소재를 찾아 문제 만들기>와 관련지을 수 있다. 실세계적인 상황으로부터의 문제 만들기 단계는 <표 1>과 같다.

<표 1> 실세계적인 상황으로부터의 문제 만들기 단계



이 단계를 본 연구를 실행하기 위해 약간 수정 보완하여 제시하면 다음과 같다.

수학 문제 만들기 활동의 실제적인 모형을 설정해보면 5단계로 제시되며 간단히 시술하면 다음과 같다. 1단계는 수학적으로 상상하기, 2단계는 문제를 만들 수학적 상황 설정하기, 3단계는 구체적인 수학 문제 만들기, 4단계는 수학적 타당성 검토하기, 5단계는 수학 문제 완성하기로 나타낼 수 있으며 각 단계의 활동을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

1단계, 수학적으로 상상하기 단계에서의 주요 활동은 주어진 문제 상황에 대해 문제 안에서 보이는 것과 보이지 않는 것들을 최대한 상상해 보는 것이다. Brain Writing 기법을 활용하여 상상한 모든 것들을 가감 없이 적어보고 서로 의견을 공유하는 기회를 제공한다. 수학적 요소인 수, 양, 도형, 단위, 연산 등에 대해 자유롭게 떠올릴 수 있도록 허용적인 분위기를 조성하며 이때 자신의 경험을 떠올려서 관련지을 수 있도록 지도하고 일상생활의 사소한 모든 것에서 수학을 연결시킬 수 있다는 것을 생각하게 한다.

2단계, 문제를 만들 수학적 상황 설정하기 단계에서의 주요 활동은 1단계에서 떠올린 상상의 내용 중에서 하나의 상황으로 구체화 시키는 활동이다. 여러 가지 상상의 내용 중 하나의 상상을 선택하여 좀 더 구체적인 상황을 만들어가는 가운데 필요한 수학적 요소들-수량, 단위 설정, 영역 설정, 연산-을 찾아서 연결 짓는다.

3단계, 구체적인 수학 문제 만들기는 개인적인 수준에서 이루어진다. 2단계에서 설정한 수학적 상황과 필요한 수학적 요소들을 활용하여 구체적인 수학 문제를 만드는 과정이다. 이때 이미 알고 있는 문제유형들과 관계를 짓거나 수학공부시간에 배운 것과 연결 짓는 활동들이 가능하다.

4단계, 수학적 타당성 검토하기는 그룹별 또는 전체적으로 활동할 수 있다. 이 과정에서는 문제 자랑하기, 좋은 문제 투표하기 등이 주요활동이 된다. 다른 학생이 만든 수학 문제를 평가하고 잘된 점을 찾아내면서 문제 타당도를 점검하고, 주어진 문제를 수정, 보완하는데 도움을 주며 문제를 보는 눈을 기르게 된다.

마지막 5단계, 수학 문제 완성하기 단계에서는 4단계에서 점검된 내용을 추가하여 원문제를 수정, 보완하여 보다 잘된 문제를 만드는 활동이다. 문제에 대한 적절한 피드백을 받아 보다 정교하고 타당성이 있는 문제를 제작한다.

2. 수학적 활동

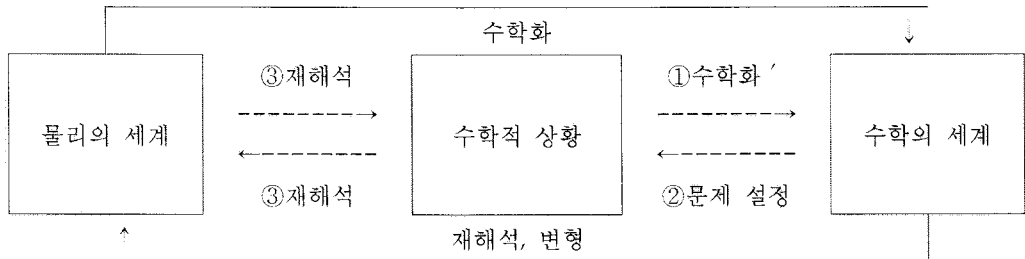
수학적 활동은 학생들이 어떠한 틀에 얽매이지 않고 자신의 생각을 수학적으로 자유롭게 표현하는 모든 활동을 말한다. 제시된 문제를 해결하는 과정에서 문제 해결의 전략을 탐색하고 학생간의 의사소통이 이루어지고 수학적 사고를 자극하고 탐구하는 모든 능동적 활동이다. 수학적 상황은 학생들이 경험한 물리의 세계(실세계)로부터 학생들이 학습해야 할 관념의 세계로 수학화할 수 있는 과정이 강조된 다소 인위적인 장면으로, 문제해결 및 문제 설정을 중심으로 한 수학 수업을 위한 학습 문제 상황이라고 할 수 있다.

학생들과 관련된 수학적 상황을 설명하자. 홍성민·김상룡(2002)의 연구를 소개한다. 학생의 입장에서 수학적 상황을 살펴보면 <표 2>와 같다. 학생은 교사가 제시한 수학적 상황으로부터 수학적 '①:수학적 상황으로부터 수학적 사실, 개념 등을 찾아내고 수학적으로 표현하는 것'의 과정을 거쳐 수학적 개념을 학습하게 된다. 학습한 내용을 바탕으로 새로운 수학적 상황을 만드는 것을 '문제 설정'② 또는 재해석의 과정이라고 할 수 있다. 학생들은 학습한 수학적 상황을 물리의 세계(생활 경험)와 관련지어 재해석③할 수 있다.

충분한 수학적 과정을 통해 학습하여 수학적 지식이 풍부하고 논리적 사고가 가능한 경

우 학습자는 인위적인 ‘수학적 상황’이나 교사의 도움 없이 수학의 세계로부터 물리의 세계로 재해석하거나 물리의 세계로부터 수학의 세계로 수학화(물리의 세계 및 실생활로부터 수학적 사실, 개념 등을 찾아내고 수학적으로 표현하는 것)할 수 있게 된다.

<표 2> 학생의 수학적 상황



학생들이 수학적 상황을 인식하는 예를 살펴보면 다음과 같다. 동물원에 입장하는 장면을 상황으로 제시할 경우, 수학적 상황을 세부적이고 구체적으로 보면 사람이 동물원을 입장하는 값을 묻는 문제를 제작할 수 있다. 반면 좀 더 상황을 전체적으로 넓게 바라본다면, 동물원에 들어가는 사람들이 줄 서 있는 순서를 묻는 문제나 대기하는 사람들의 수에 따른 입장 예정 시간을 소재로 한 문제를 제작할 수 있다. 이처럼 상황을 바라보는 시각과 맥락에 따라서 다양하게 문제를 제작할 수 있다.

수학적 상황과 관련지어 고려되는, 수학적 감상활동이란 수학적 감상활동은 수학을 제대로 느끼고 체득하기 위한 일련의 체계화된 관찰, 수학적 문제 인식, 수학적 요소 찾기 및 그 해결, 구체적으로 실행하고 자기화하는 것에 관련된 전반적인 활동을 일컫는다(정성향, 2007).

수학적 상황을 해결하는 과정 중 감상활동을 통해 상황 속의 문제를 인식하고 수학적 요소를 찾으며, 구체적으로 실행하고 해결할 수 있으며 학생들이 생각하는 수학과 실세계의 수학을 서로 관련짓는데 도움을 주고, 수학 감상활동이 습관화되면 궁극적으로 자신의 삶을 수학적으로 읽어내는 능력을 가질 수 있을 것이며 생활 속에서 자유롭게 수학을 인식하고 유용하게 사용할 수 있을 것이다. 또한 감상활동 전반에 걸쳐 수학적 사고가 이루어지며 수학에 대한 긍정적인 태도가 형성될 것이다(홍성민, 김상룡, 2002).

3. 수학적 사고와 분석 틀

수학적 사고는 한 마디로 명쾌하게 정의 내리기는 어렵다. 그러나 여러 학자들의 의견을 종합해 보면 수학적 사고란 수학 내용에만 한정된 좁은 의미가 아니라 보다 심화되고 발전된 일을 수행하기 위한 논리적이고 수학적인 사고 전체를 이르는 것이라는 점을 알 수 있다. 즉, 다양한 수학적 방법을 효과적으로 사용하여 틀에 박히지 않은 문제를 푸는 능력, 탐구하고 추측하고 논리적으로 추론하는 능력, 수학을 하고 싶어 하고 수학적으로 처리하려는 태도, 자기 반성적 사고 등의 전반적인 수학적 힘을 기르는 데 필요한 것들을 말하며, 학습자가 노력하면 수학적 사고는 함양할 수 있는 것이다.

이러한 수학적 사고에 기초하여 학생들이 문제를 만들었을 때 문제의 완성도와 복잡성, 그리고 제기하는 문제의 수를 분석의 틀로 사용하고자 한다. 문제의 완성도가 높을수록, 사용되는 어휘가 다양할수록, 보다 복잡한 사고를 요구할수록 수학적 사고가 높다고 볼 수

있다.

문제의 완성도는 학생들이 만든 문제를 주어진 자료, 조건, 구하고자 하는 것, 수학 개념의 사용, 문맥 등의 문제 구성 요소가 완전한가를 기준으로 다음과 같이 구분하여 분석한다. 이를 상, 중, 하로 나누어 보면 다음과 같다.

먼저 상 수준에 해당되는 것은, 구성요소가 완전한 문제로 정확한 수학 개념이나 용어, 단위를 적용한 것, 정보의 양이 과부족하지 않고 조건, 구하고자 하는 것이 잘 드러나는 문제, 문맥이 일관성 있고 매끄러운 것을 말한다. 중 수준에 해당되는 것은 구성요소는 완전하지만, 문법적으로 다소 틀린 문제로서 정확한 수학 개념 및 용어, 단위를 적용하였으나 정보의 양이 과부족한 것, 정보의 양은 적합하나 용어의 사용 및 문맥의 일관성이 부족한 것, 문제의 타당도는 있으나 단위 사용이 부정확한 문제를 말한다.

하 수준에 해당되는 문제는 구성요소가 부족하거나 미완성 문제로서 수학 개념 및 용어, 단위의 사용이 불안정한 것, 문맥의 앞뒤가 일치하지 않은 것, 문제를 만들기는 했으나 타당하지 못한 것으로 볼 수 있다.

문제의 복잡성과 관련지어 나타내면 다음과 같다. 학생들이 만든 문제의 복잡성을 외적으로는 문제의 진술에 사용된 단어의 수를 기준으로, 내적으로는 사용된 연산 종류의 수를 기준으로 분석하였다. 단순한 문제, 교과서적인 문제, 답이 즉흥적으로 나올 수 있는 문제로 4학년보다 낮은 수준의 문제와 복잡한 사고를 요하는 문제로서 5학년 수준 이상을 요구하는 문제로 구분할 수 있다.

주어진 소재에서 학생들이 상황을 설정해서 만든 문제의 수를 기준으로 해서 분석하였다. 사용되는 문제의 상황은 한 가지 상황으로 비슷한 유형의 문제를 만드는 경우, 여러 가지 상황으로 비슷한 유형의 문제를 만드는 경우, 여러 가지 상황으로 다른 유형의 문제를 만드는 경우로 나누어 볼 수 있다.

문제만들기와 수학적 태도의 중요성을 살펴보자. 문제만들기는 창의적 활동 능력 또는 특별한 수학적 능력으로 고려된다는 점, 수학분야와 수학적 사고의 본질이며, 학생들의 문제해결능력을 강화한다. 나아가 문제만들기는 학생들로 하여금 수학에 대한 관심과 흥미를 가지게 하며, 학생의 참여가 수학을 덜 어려운 것으로 만들어 수학불안을 감소시키기도 한다(정성진·박만구, 2010).

학생들의 수학적 태도는 학기 초와 문제 만들기 활동 중, 연구가 끝난 후 학생들의 관찰 및 질문을 통해 어떠한 변화를 보이는지 분석한다. 수학학습과 관련한 기분, 자신감, 노력정도, 반성적 사고, 실생활과 수학의 관련성 등과 관련한 내용을 수시로 관찰하고 그 결과를 교사가 기록하며, 다음과 같은 구체적인 내용을 수시로 묻고 그 변화 및 정도를 파악한다. 학생에게 하는 질문의 내용은 다음과 같다.

- 문제 만들기 활동을 하면서 기분이 어땠나요?
- 문제 만들기 활동을 하면서 수학 문제에 예전보다 자신감이 생겼나요?
- 나는 평소에 수학을 잘 하기 위해서 노력하는 편인가요?
- 나는 문제를 풀면서 맞게 풀었는지 반성하나요?
- 나는 일상생활 속의 상황을 수학과 연결시킬 수 있나요? 예를 들어보세요.
- 일상생활 속의 상황에서 수학을 연결시키면 어떤 생각이나 느낌이 드나요?
- 일상생활 속에서 수학이 어떤 가치를 가진다고 생각하나요?
- 수학이 꼭 필요하다고 생각하나요?
- 수학을 어떻게 생각하나요? 수학에 대한 느낌은 어떤가요? 혹시 수학에 대한 내 생각이나 느낌이 변했나요?

4. 선행연구 요약

선행연구들은 주로 문제 만들기 활동에서 문제 상황에 따른 학생들의 반응에 대한 연구, 특정 영역(수와 연산)에 관련된 문제 만들기 연구, 문제 만들기 활동을 수업에 연결시켜 진행하는 연구들이 실시되었으며 문제해결력이나 수학적 태도, 수학적 사고 측면에서 긍정적인 결과를 얻었음을 알 수 있다(황규애, 1999 ; 조제호, 1991 ; 나철영, 2001 ; 송민정, 2004 ; 안영순, 2004 ; 백난영, 2005 ; 김경옥, 2009, 신수진·임문규, 2010). 그러나 문제 만들기 활동은 단지 수학 시간에만 하는 활동이 아닌 일상생활에서 자연스럽게 일어날 수 있는 활동이며, 생활 소재의 장면을 문제 상황으로 설정한다면 모든 영역을 아우르는 문제 만들기를 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 앞서 고찰해 본 선행연구를 바탕으로 하여 실제 생활 소재를 제시하여 문제 만들기 활동을 하고, 그에 따른 학생들의 수학적 사고가 어떻게 변화하는지 분석하는 활동을 계획하여 적용, 실천하였다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구의 방법 및 대상

본 연구는 수학적 상황을 제시하고 학생들의 수학 문제 만들기 활동 과정에서 수학적 사고의 변화 및 수학에 대한 태도의 변화라는 관점을 가지고 학생들의 활동을 관찰하고 분석하는 것이 연구의 목적이므로 탐구적 사례 연구가 적당하다.

본 연구의 대상은 대구광역시에 위치한 N초등학교 5학년 1개 학급을 연구 대상으로 하였다. 연구 대상인 학생들은 남학생 12명, 여학생 12명으로 모두 24명이다. 사례에 해당하는 것은 학생들이 만든 문제 및 그 해결과정 자체가 된다.

2. 연구 절차

본 연구는 2010년 3월 15일부터 12주간 실시하였으며, 아침활동시간, 쉬는 시간, 점심시간을 이용하였으며, 총 세 가지 생활 그림 소재를 활용하여 각각 4주씩 적용하여 문제를 만들었다.

수학적 상황을 이끌어내기 위해 제시한 그림은 실세계의 다양한 내용을 포함하고 있어야 하고 학생들의 경험과 관련이 있으며 흥미가 있어야 하고 수학적 요소를 많이 내포하고 있는 그림 자료를 3가지 선정하여 매 활동을 시작하는 첫날 아침에 게시판에 제시하였다. 아래 [그림 1]에 대한 설명은 다음과 같은 내용을 포함하고 있다. 왼쪽에 제시된 그림은 동물원이라는 장소가 학생들에게 친숙한 장소이며, 여러 가지 동물들이 등장함으로써 동물들의 특성(몸의 크기, 먹이, 무늬, 사는 곳 등)을 다양하게 나타낸다. 그리고 동물 이외의 요소가 등장하고, 동물원의 일부만 나타나 있어 보이지 않는 동물원의 장면을 상상할 여지가 있다. 중간 그림은 '요리'라는 일상생활에서 빠질 수 없는 내용이다. 어머니가 요리를 해주시거나 함께 요리한 경험을 떠올릴 수 있으며, 다양한 재료들도 함께 등장해 생각의 범위를 넓힐 수 있다. 오른쪽 그림은 우리가 생활하면서 늘 이용하는 '마트'가 나타나 있다. 보이는 주요 장면은 아이와 엄마, 진열된 요구르트 등 이지만 보이지 않는 장면에서 마트와 관련되어 평소 경험한 다양한 내용들이 소재로 등장할 수 있다.



[그림 1] 수학적 상황 선정을 위한 그림 자료 (왼쪽부터 ①, ②, ③으로 표현)

그림 자료를 살펴본 뒤, 학생들은 문제 만들기 활동 단계에 따라 상상하기, 상황 설정하기, 문제 만들기를 실시한다. 문제는 학생이 만들 수 있을 만큼 만들게 하여 수에 제한을 두지 않았으나, 자신의 대표 문제를 선정하였다. 교사는 대표 문제에 피드백을 제공하고, 학생들은 교사의 피드백과 다른 학생의 결과물을 관찰하여 자신의 문제를 수정한다. 문제 평가를 하여 가장 잘 만든 문제를 선정한 뒤, 자신의 문제를 최종적으로 수정한다. 이러한 과정으로 세 가지 생활 소재에 대한 문제 만들기 활동을 각각 실시하며, 활동하는 중간 중간 학생에게 필요한 피드백을 제공한 뒤 학생의 활동에 대한 태도를 관찰하고 질문을 하여 학생의 수학에 대한 생각을 살펴본다.

3. 자료 수집

가. 자료의 수집 방법

1) 관찰

교사는 학생들의 일상적인 행동과 대화, 수업태도, 문제 만들기 결과물 등을 관찰함으로써 그들의 수학적 성향을 파악할 수 있다. 연구 대상 학생들의 과제나 행동의 특징을 기록하고, 그들이 만든 문제를 세밀히 관찰하고 피드백 후 학생의 태도 등 학생들의 수학적 태도와 관심의 변화를 기록한다.

2) 학생들이 만든 문제

3가지 생활 소재를 제시하는 가운데 학생들이 어떤 문제 상황을 설정하였는지, 문제에 서 어떠한 오류들이 나타나는지 분석하고 피드백 후 학생의 문제에서 어떠한 변화가 있는지 등을 알아본다.

3) 질문

학생들의 수학에 대한 생각이나 관심이 어떻게 변화되어 왔는지 알아보기 위해 교사는 활동 과정 중 학생들에게 질문을 통해 수학에 대한 태도 및 생각을 알아본다.

나. 문제 만들기 활동에 학생들이 참여하는 방법

교실 뒤편에 있는 학급 게시판에 수학적 문제 상황을 제시하고 그 아래쪽에 자신의 생각을 포스트-잇(post-it)에 써서 자유롭게 붙일 수 있는 공간을 마련하여 학생들이 게시판을 수시로 살펴보고 자유롭게 활동에 참여할 수 있다. 매일 아침활동시간, 쉬는 시간, 점심시간을 자유롭게 이용하여 학생들이 스스로 문제를 제작 또는 수정, 평가하여 게시하도록 하였다. 교사 또는 다른 학생들과 상호작용한 과정이 포스트-잇(post-it)을 순차적으로 사용함으로써 알 수도 있다. 이 내용은 학생 각자가 사용한 일련의 포스트-잇(post-it)에 번호를 부여하여 개인적으로 활용하도록 하였다.

4. 교사의 역할

똑같은 문제 상황을 제시하더라도 학생의 경험이나 평소 집중하고 있던 생각이 무엇이나에 따라 제작한 문제의 양과 질이 크게 달라진다. 모든 학생들이 처음부터 저절로 성공적인 문제 만들기를 하게 되지는 않기 때문에 교사가 적절한 지도를 행함으로써 학생들에게 문제 상황을 파악하고 수학적 요소를 찾아 문제를 구성할 수 있는 능력을 키워주어야 한다. 첫째, 교사는 자연스럽게 문제 만들기를 할 수 있는 허용적인 분위기를 조성하여야 한다. 상황 자체에 호기심을 가지고 새롭게 도전할 수 있도록 학생들을 자극하고 학생들이 자신의 생각을 자유롭게 나타내고 서로 정보를 공유할 수 있는 환경을 조성해주어야 한다. 문제 만들기가 수학 공부라는 인식이 들지 않고 생활 속에서 스스로 수학을 찾아낼 수 있는 습관을 지니도록 해야 한다.

둘째, 문제 만들기 활동에서 보다 창의적이고 독창적인 생각을 해 낸 학생에게 적절한 보상을 해 줄 필요가 있다. 한 학생의 아이디어라도 정교하고 뛰어난 아이디어라면 다른 학생들에게 미치는 영향이 매우 긍정적일 것이기 때문이다. 그리고 이러한 보상은 참여율이 저조한 학생에게도 참여 의욕을 불러일으키는 요소가 될 것이다. 학생들에게 제공할 수 있는 보상에는 교사의 칭찬과 같은 심리적인 것과, 칭찬스티커, 사탕과 같은 물질적인 것이 있다.

셋째, 교사 자신이 먼저 수학적 상황에 대한 문제 만들기 활동을 해보고 학생들로부터 이끌어낼 수 있는 다양한 아이디어와 문제 요소들을 살펴본다. 교사가 가지고 있는 문제 상황에 대한 정보가 풍부하다면 학생들에게 적절한 피드백을 해 줄 수 있으며 학생들이 어려움을 느낄 때 적절한 힌트를 주어 학생들의 활동에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 학생들의 수학적 활동 중 활동원리, 활동방법, 정규수학수업시간과의 연계, 과제 제시 등을 적절한 때에 알려줄 수 있는 교사의 담화 능력을 키워서 학생들의 수학적 활동에 원활한 역할을 할 수 있게 한다.

넷째, 학생들에게 주어지는 피드백은 구체적이어야 하며, 아이의 수학적 생각을 향상시키도록 해야 한다. 주어진 문제의 조건이 분명한지, 상황이 적절한지, 사용되는 수는 상황에 타당한지 등이 주요검토 대상이며, 다른 학생들이 만든 문제에 대한 평가를 내려보고 조언해 보도록 기회를 부여하는 것도 필요하다. 즉 학생들의 참여의 적극성 정도와 수학적 사고에 기초한 구체적 피드백이 되도록 준비하고 실행해야 한다.

IV. 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동의 설계

본 연구에서 활용되는 생활 소재는 3가지이지만 주로 동물원 그림을 활용한 첫 번째 생활 소재를 중심으로 5단계 각각에 대해 진행과정을 전개하여 나가고자 한다.

1. 생활 소재①을 활용한 문제 만들기 활동

<1단계 : 수학적으로 상상하기>

동물원에 차 타고 이동, 동물원 입장, 동물원 구경 순서, 동물원 우리의 크기, 모양, 동물들의 먹이, 동물의 무게와 길이, 풍선장수, 음식점, 관람시간, 돌고래 쇼

이야기자료에서 제시된 내용인 ‘자동차’를 이용하는 상황과 ‘돌고래 쇼’를 보는 상황이 새롭게 추가되었다.

<2단계 : 문제를 만들 수학적 상황 설정하기>

구체적으로 사용되는 수량 정하기 동물들의 특징에 따른 먹이, 우리, 무게, 길이 정하기 상황에 따른 사람의 수, 비용, 시간 등의 요소 정하기 사용할 수 있는 수학적 요소들을 정하기(연산, 도형, 규칙성 및 관계 등)
--

하나의 수학적 상황을 설정하려면 여러 가지 요소들을 고려해야 한다. 문제의 주체가 되는 사람, 사람이 사용하는 도구, 목적이인 동물원과 관련한 조건, 문제의 유형 등도 이때 미리 고려해 놓아야 문제 만들기 활동을 시작할 수 있다.

<3단계 : 구체적인 수학 문제 만들기>

사전 제작 문제에서 대부분의 학생들이 동물의 개체 수에 치중해서 문제를 제작한 것에 비해 이번에는 다양한 상황의 문제가 제작되었다. <동물원까지 이동 시간>이라는 같은 상황에서도 시, 분, 초 단위까지 나타내고 차가 막히는 시간이라는 상황을 설정한 학생, 분단위로만 나타내고 엄마가 지갑을 집에 놔두고 온 상황을 설정하여 총 걸린 시간을 묻는 학생 등 다양하게 상황을 설정하는 것을 발견할 수 있다. 반면에 “집에서 동물원까지 가는데 몇 분이 걸릴까요?”와 같이 상황 자체를 제대로 구체화시키지 못하는 학생도 있었다.

비교적 동일한 유형의 문제 및 동일한 오류 경향을 보이는 문제에 대해 교사가 피드백을 한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

피드백 전	코끼리는 고기 3덩어리를 먹으면 1주일에 똥을 1kg 똥니다. 그러면 코끼리는 5주 동안은 몇 kg의 똥을 똥니까?
피드백 후	사자는 3일에 고기 3덩어리를 먹으면 2주일에 총 5kg의 똥을 똥니다. 3주가 되면 똥은 몇 kg이 됩니까?

이 문제는 문제의 난이도가 5학년의 수준에 못 미치는 문제라고 생각되어 학년 수준에 맞는 문제를 제작할 때 학생들이 참고할 만한 자료로 현재 배우고 있는 5학년 교과서와 작년에 배웠던 4학년 교과서를 교실에 비치해두고 필요할 때 살펴보게 하였다. 학생은 숫자를 바꾸었으나 문제의 형식이나 난이도에서는 크게 달라진 점이 없다. 학생들은 문제의 수준을 크게 고려하지 않고 자기가 원하는 숫자를 사용하거나 자신이 풀 수 있는 문제를 만드는 경향이 있다.

피드백 전	호랑이는 $\frac{4}{6}$, 돌고래는 $\frac{2}{4}$ 그리고 풍선은 $\frac{4}{5}$ 쓰레기의 배출은 $\frac{3}{4}$ 이다. 그런데 쓰레기를 $\frac{2}{6}$ 을 들고 갔다. 분수로 계산해서 분수로 답을 쓰시오.
피드백 후	호랑이는 동물원 전체의 $\frac{4}{6}$ 개, 돌고래는 동물원 전체의 $\frac{2}{4}$ 개, 풍선은 동물원 전체의 $\frac{4}{5}$ 개, 쓰레기 배출은 전체의 $\frac{3}{4}$ kg 이다. 그런데 오늘은 쓰레기를 $\frac{2}{6}$ kg 들고 갔다. 동물과 풍선과 쓰레기를 다 더한 답을 쓰시오.

이 문제는 맥락이 맞지 않은 문제이다. 학생은 각각의 분수에 단위를 붙이고, 마지막에 “다 더한 답을 쓰시오.” 라는 구체적인 문제로 수정하였다. 그러나 문제의 상황을 문장제 문제로 나타내는 것에만 치중해서, 피드백 후에도 문제 안의 수학적 부분만 나타내는 것에 오류가 그대로 있다. 분수의 활용 면에서 여전히 분수가 가지는 의미가 부정확하며 학

생이 단위에 대한 개념을 명확하게 이해하지 못하고 있어 문제가 논리적이지 않다. 동물과 풍선과 쓰레기를 서로 더할 수 있는 대상인지 아닌지 바르게 인식하지 못하고 있으며, 주어진 문제에 나온 분수를 다 더하면 전체의 양이 1이 넘는 것으로 볼 때 양감이 바르게 형성되어 있지도 않다. 이러한 경우에는 2차 피드백이 구체적으로 요구된다.

피드백 전	집에서 출발해서 20분에 25m, 그럼 동물원까지 가는데 820분이 걸렸습니다. 그럼 총 몇 미터를 달려서 동물원에 도착했을까요?
피드백 후	집에서 걸어서 1분에 20미터를 갑니다. 25분이 걸려 동물원에 도착했습니다. 몇 미터 만에 도착했습니까?

이 문제는 실제성, 현실성이 부족한 문제이다. 실제로 25m를 이동하는 데에는 아무리 천천히 걸어도 5분이 채 되지 않는데 20분이나 걸린다는 것은 현실적이지 못하다. 820분은 약 14시간이라는 긴 시간인데, 우리나라에서 14시간 동안 가야하는 동물원을 찾아보기는 매우 어렵다. 학생은 자신의 걸음을 상상해보고 문제의 조건을 수정하여 다시 제작하였다. 수정한 문제는 현실적인 숫자와 조건을 구비한 문제가 되었다.

피드백 전	동물원에 있는 사자조련사 아저씨는 매일 5와 96의 최소공배수의 봉지만큼 먹이를 준다고 합니다. 돌고래들은 사자 먹이의 8/10만큼 먹이를 준다고 하는데 사자와 돌고래의 먹이는 모두 몇 봉지 입니까?
피드백 후	동물원의 사자 조련사 아저씨는 일주일에 사자 10마리에게 각각 5와 25의 최대공약수에 해당하는 봉지만큼 먹이를 준다고 합니다. 돌고래 5마리에겐 일주일에 사자의 2/5만큼 먹이를 준다고 했습니다. 그럼 사자 10마리, 돌고래 5마리가 먹는 하루치 먹이는 몇 봉지 입니까?

이 문제는 숫자의 사용에 있어서 관련성이 부족하다. 5와 96이라는 숫자의 선정에 있어서, 막연히 어려운 문제를 만들기 위해 큰 숫자를 이용하였다. 학생에게 문제에 제시된 숫자들 사이에 어떤 관계가 있는지 생각해보라고 하였고, 문제를 풀었을 때 실제로 사자가 매일 최대공약수에 해당하는 봉지의 양 만큼 먹이를 먹을 수 있었는지 생각해보게 하였다. 수정한 문제에서 학생은 최대공약수를 구하기 위해 5와 25라는 관련이 있는 숫자를 선정하였고 돌고래가 먹는 먹이의 분 수량을 관련성 있게 2/5로 수정하였으며 먹이를 먹는 기간을 일주일로 늘여서 하루치 먹는 양을 계산하는 과정을 더 추가하였다.

피드백 전	동물들이 다 들어갈 수 있는 땅의 크기를 말해보시오.
피드백 후	집에서 동물원까지는 1.5km입니다. 가는데 1분에 30m을 갑니다. 그러면 동물원까지 몇 분이 걸릴까요?

이 문제는 문제의 조건이 불충분하다. 문제를 해결하기 위해서는 다른 조건들이 추가되어야 한다. 학생에게 스스로 만든 문제를 해결해보라고 하였더니 선뜻 답하지 못하였다. 문제를 제작하면서 자기가 스스로 해결할 수 있는 문제를 만들어야 하며, 이를 위해서 문제를 푸는 사람이 반드시 알아야 할 조건들이 어떤 것이 있는지 생각하라고 하였다. 학생은 땅의 크기 대신 동물원까지 이동하는 상황으로 바꾸고 해결을 위한 조건을 추가하여 문제를 제작하였다.

이상 대표적인 문제들에 대해 피드백을 하고 그 결과 수정된 문제들을 살펴보았다. 대부분의 문제들은 한 가지 오류만을 가지는 것이 아니고 조건이나 문맥, 실제성, 단위 등

여러 가지 오류들을 복합적으로 가진다. 난이도가 적절한 문제를 만들려다보니 너무 큰 숫자를 사용하거나 문제와 관련 없는 분수를 사용하게 되고, 덧셈, 뺄셈의 간단한 연산을 여러 번 해야 하는 문제를 만들기도 하였다. 단위를 적절하게 사용하지 못하는 경우도 있었다. 이러한 오류 경향은 1회의 피드백만으로는 쉽게 교정이 되지 않을 것이다.

<4단계 : 수학적 타당성 검토하기>

잘 만든 문제	평가자 수 (명)	그렇게 생각하는 이유
동물원에서 쇼를 하는데 빨간 불빛은 6분마다 파란 불빛은 9분마다 불이 들어옵니다. 빨간 불빛과 파란 불빛은 몇 분마다 함께 들어옵니까?	6	-5학년이 해야 할 문제에 알맞게 적었다. -5학년이 풀기에 적절한 문제를 내었다. -5학년이 풀 수 있도록 어렵지만 쉽게 만들었다. -우리가 풀 수 있는 적당한 문제이다. -5학년에게 딱 맞는 문제이고 문제의 이해가 잘 된다. -문제를 아주 잘 만들었다.
돌고래 쇼에 필요한 물의 양은 1800kg입니다. 돌고래가 들어갈 수조의 크기는 가로 세로 다 합쳐 1100cm입니다. 그리고 입장할 문은 돌고래가 9마리라서 9칸이 있습니다. 이제 물을 넣어야 해서 200kg에 물을 넣을 수 있는 양동이의 물을 부었습니다. 한 번씩 부으면 1/9이 채워집니다. 지금까지 2/9를 부었습니다. 9/9, 즉 1800kg을 다 채우려면 몇 번을 더 부어야 하고, 그 양동이 하나를 몇 명이 나눠 부어야 합니까?	4	-물이 필요한 양과 필요한 것이 잘 나타나 있다. -어렵게 잘 만들었고 5학년 수준에 맞다. -문제를 잘 썼고 어렵고 5학년 문제의 수준이 되고 이해하기 쉽게 만들었다. -단위를 잘 사용하고 문제를 쉽게 아무나 풀 수 있도록 만들었다.
생략		

[그림 2] 생활 소재① 관련 문제 평가

학생들이 생각하는 잘 만든 문제는 현재 5학년 때 배우는 내용의 개념이 들어간 문제이다. 배수, 약수, 최소공배수의 개념이나 분수의 개념이 들어가면 잘 만든 문제라고 생각하는 경우가 다수였다. 또한 문제의 문장이 길고 설명이 자세할 경우에도 잘 만들었다고 생각하였다. 단순 1회의 계산보다는 쉬운 뺄셈이라도 여러 번 반복하는 경우를 더 어려운 문제라고 생각하여 잘 만들었다고 여겼고, 단위를 사용하는 경우나 단위 변환과 같은 문제를 만드는 경우에도 잘 만들었다고 생각하였다. 문제를 5학년 수준인 자신들이 풀 수 있을 만큼 쉽게, 또는 어렵게 내었기 때문에 잘 만들었다고 생각한 경우도 있었다. 그러나 마지막 문제의 경우 상황과 문제가 동떨어진 내용인데도 배수를 이용했다는 이유만으로 잘 만든 문제로 평가된 것을 보면 학생들의 평가는 문제의 완성도나 논리성 보다는 문제 상황의 자세한 설명, 사용한 단편적인 수학적 요소의 파악에 그쳐 학생들의 문제 평가에 타당성이 부족한 것을 알 수 있다.

<5단계 : 수학 문제 완성하기>

동물원에서 쇼를 하는데 빨간 불빛은 6분마다 파란 불빛은 9분마다 불이 들어옵니다. 빨간 불빛과 파란 불빛은 몇 분마다 함께 들어옵니까?

위의 문제가 잘 만든 문제로 선정되어 이 문제를 보고 자신의 문제에서 고쳐야 할 점을 찾아 고치는 활동을 실시하였다. 다수의 학생들은 자신의 문제에서 부족한 점을 스스로 발견해내는데 미숙함을 보였으며, “잘 만든 문제를 보고, 자신의 문제를 고쳐라.”라는 내용을 오해하여 위의 문제의 틀을 그대로 가져오고 단순히 내용만 수정하는 경우가 많이 발생하였다. 이것은 4단계에서 이루어져야 할 타당성 검토하기 단계에서 다른 사람의 문제를 평가할 때 어떤 점을 살펴보고 평가해야 하는지 정확하게 이해하지 못한 채, 막연히 이 문제가 잘 만들어 졌다는 느낌만으로 평가를 했기 때문에, 자신의 문제에서도 고쳐야 할 점이 무엇인지 알아내지 못하고 이전 문제를 그대로 쓰고 숫자를 바꾸거나, 잘못된 문제를 옮겨 쓰는 형태로 결과가 나타난 것으로 생각된다. 더 발전된 수학 문제를 만들고 수정하기 위해서는 상황의 설정 단계에서의 유의점뿐만 아니라 문제를 바라보는 구체적인 시각도 함께 지도해야 한다. 특히 자신의 문제를 스스로 풀어보는 활동을 반드시 실시하여 문제 해결과정에서 이상한 점이나 부족한 점이 있는지 스스로 발견할 수 있게 해야 한다.

이와 같은 방법으로 생활 소재②와 생활 소재③에 대한 문제를 만들고 피드백을 실시하였다.

V. 분석 및 결과

1. 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동 결과 비교

본 논문에서 적용한 3가지 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동을 적용 순서의 흐름에 따라 결과를 비교하면 다음과 같다. 먼저 수학적 사고의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 수학적 상황의 활용 수와 만든 문제의 수, 그리고 학생들의 문제만들기 상황을 구체적으로 분석하면 다음과 같다.

<표 3> 3가지 생활 소재의 문제 만들기 활동 결과 비교

활동결과 그림	수학적 상황 수	만든 문제의 수	문제의 수준
생활 소재①	14	47	중, 하의 수준으로 만든 덧셈, 뺄셈 문제
생활 소재②	17	56	중간수준으로 복합연산문제
생활 소재③	19	64	중, 상의 수준으로 보다 정교화된 문제

먼저 학생들이 소재에서 문제의 내용으로 구체화 시킨 수학적 상황의 수적인 면을 살펴보면, 생활 소재①에서는 14개의 상황으로 47문제를 구성하였다. 학생들이 만든 문제들은 거리, 시간의 면에서 실제적이지 못한 숫자를 사용한 경우가 많았으며 단위를 올바르게 사용하지 못한 문제들도 있었다. 문제의 유형은 대체적으로 덧셈, 뺄셈의 계산문제였다. 연산에 주목하여 문제를 제작하기 보다는 문제 상황에 주목하여 문제를 제작하기 때문이다. 또한 문제 상황과 구하는 것의 관련성이 떨어져 맥락이 연결되지 않는 문제들이 더러 있었다. 조건이 불충분하여 문제를 해결하는데 어려움을 주는 문제들도 많이 나타났다. 이는 대부분이 중, 하의 수준이며 사용한 연산은 덧셈, 뺄셈의 기본적인 수준으로 5학년의 수준

에 적절하지 않다.

생활 소재②에서는 문제 만들기 1단계에서 상상한 내용에 비해 실제로 만든 문제의 수학적 상황의 수는 다소 적은 편으로, 17개의 상황으로 56문제를 구성하였다. 요리 재료의 구입(수량, 가격)의 측면에 초점을 맞추어 문제를 많이 제작하였다. 생활 소재①의 상황과 비교해 볼 때 더 많은 상황이 문제로 만들어졌음을 알 수 있으며 만들어진 문제의 수도 또한 더 많다. 여전히 제시된 숫자에서 실제적이지 못해 양감이 아직 부족한 것을 알 수 있고, 문제의 진술이 매끄럽지 못하고 조건이 부족한 경우가 있다. 이것은 주어진 제재에 대한 수학적 지식이 상대적으로 빈약하기 때문이다. 문장의 길이가 생활 소재①보다 더 길어졌으나 불필요한 내용들이 많이 포함되어 길이가 길어진 것도 있다. 난이도를 높이기 위해서 한 문제 안에 두 개의 질문을 하는 경우도 있으며 문제들이 답이 즉흥적으로 나올 수 있는 문제들보다는 복합적 사고를 요구하는 문제들이 많아졌다. 문제의 수준은 중 수준 이상으로 복합 연산문제가 주류를 이루었다.

생활 소재③에서는 19개의 상황으로 64개의 문제가 만들어졌다. 마트를 올 때, 갈 때, 마트 안에서 발견할 수 있는 여러 가지 소재를 상황으로 적절히 구성하는 모습이 발견되었다. 소재 속에 숨어있는 수학적 요소를 적절히 활용하여 문제 장면을 구체적이고 자세하게 제시하는 측면이 발전하였다. 그리고 다른 학생이 만든 문제에서 자신의 문제로 발전시키기도 하였다. 처음에 문맥이 다소 어색하거나 장황한 경우가 있었는데 차츰 문맥이 다듬어지고 소재의 내용이 다양하게 나타났다. 난이도의 부분에서 수준을 상향시키기 위하여 복합 연산문제로 많이 제작되었고, 조건을 여러 개 나열하여 필요한 답을 구할 수 있도록 제시하였다. 그러나 학생들의 능력이나 사고가 균일하지 않기 때문에 모든 학생들이 완전히 타당한 문제를 만든 것은 아니다. 생활 소재에 대한 학생의 지식이 부족하여 오류가 있는 문제를 만들고, 조건이나 질문이 명확하지 않은 문제도 있었다. 이런 학생들은 다른 학생들의 문제를 모방하거나 똑같은 패턴에 소재만 변경하여 문제를 바꾸는 경우가 많았다. 만든 문제들은 대부분 중, 상의 수준으로 보다 정교한 문제들이 많이 나타났다.

이상에서 살펴볼 때, 학생들마다 개인차가 있어서 발전된 정도는 다르지만 학생들의 문제 만들기 활동 결과 처음 보다 나중으로 갈수록 학생들이 만든 문제에서의 수학적 상황이 다양해지고 정교해졌다. 만든 문제의 수도 늘어났으며 문제의 수준에서도 발전된 모습을 보였다. 문제에서 발견할 수 있는 오류도 처음에는 복합적인 오류가 하나의 문제에서 발생하였는데, 피드백과 스스로의 문제 평가를 통해서 조건이 부족한 오류나 실제적인 숫자의 사용과 관련된 오류는 많이 없어졌다.

2. 문제 만들기의 구체적 사례 분석

성적이 상위권, 중위권, 하위권인 학생을 1명씩 선정하여 문제 만들기의 사례를 분석해 보았다. 성적이 상위권인 학생은 교사가 약간의 정보를 제공하거나 오류에 대한 피드백을 주면 자신이 가지고 있는 지식과 경험들을 연결시켜 다양한 상황의 문제들을 만들어내고, 자신의 문제를 수정하여 비슷한 오류를 다시 범하지 않으려는 점이 발견된다. 문장의 진술도 매끄럽고 만든 문제도 대부분 타당하다. 중위권 학생은 문제에 나타난 연산 과정이 처음에는 단일 연산에서 점차 조건이 추가되고 복잡한 연산이나 분수를 적용한 문제로 발전하는 것을 볼 수 있다. 다른 학생들의 문제를 참고하여 자신의 문제로 만들려고 모방하는 점을 발견하였으며, 활동이 진행되면서 문제를 더 많이 만들려고 노력하였다. 하위권 성적의 학생은 문제 상황의 새로운 소재를 찾아내는 독창성은 발견되나 자신의 문제로 설명하

는 능력, 수학적 용어와 단위, 숫자의 선택에서 적절하지 못하였다. 피드백 후에도 자신의 문제를 완전히 타당하게 고치지는 못하지만 조금씩 문장이 매끄럽게 연결되어간다. 문제도 처음보다는 더 많이 만들게 되었다.

상위권 학생 K의 문제를 살펴보면 문제의 완성도 면에서 문제 만들기를 처음 할 때부터 문제에 사용된 수학 개념이나 용어, 단위의 사용이 정확하였다. 문제를 풀기 위해 제시된 정보(조건)가 빠짐없이 잘 나타나 있고 구하고자 하는 것이 잘 드러났으며 문맥이 자연스럽고 일관성이 있다.

문제의 복잡성 면에서도 생활 소재①에서 사용한 단어의 수보다 생활 소재②에서 사용한 단어의 수가 더 많아졌으며, 이를 통해 문제에서 여러 조건들이 제시되었음을 알 수 있다. 생활 소재③에서는 그림과 문장제를 함께 제시하였기 때문에 사용한 단어의 수가 생활 소재 ①, ②보다는 적다. 또한 문제에 사용된 연산도 기초 덧셈, 뺄셈의 문제에서 시간, 분수, 배수, 단위의 관계, 속력의 활용 등 현재 배우는 5학년 교육과정의 내용을 담거나 복합 연산의 문제를 만들었다.

만든 문제의 수는 각 생활 소재마다 피드백 전에 3문제씩 만들었으며 이것은 다른 학생들이 만든 문제 수보다 1-2문제씩 더 많이 만들어 낸 것이다. 문제 상황의 면에서도 처음에는 제시한 그림에만 보이는 상황으로 문제를 만들었지만 교사의 피드백과 함께 문제 만들기 활동을 하면서 각 소재별로 다양한 상황을 설정하여 문제 만들기를 하였고, 다른 유형의 문제를 만들었다.

중위권 학생 Y의 문제를 살펴보면 문제의 완성도 면에서 문제 만들기를 처음 할 때에는 문맥이 완전히 매끄럽지는 않았으나 점차 자연스러워 졌다. 처음에는 조건을 단순하게 제시하였으나 나중에는 여러 조건을 함께 제시한 문제들이 나타났으며, 조건이 과한 것은 있었지만 부족하지는 않았다.

문제의 복잡성에서는 생활 소재①에서보다 생활 소재②에서 사용한 단어의 수가 평균 10단어 정도 더 많아졌다. 문제의 상황을 자세히 설명하며 조건을 자세히 나타내기 위해서 사용한 단어의 수가 많아지고 문장이 길어졌다. 연산의 측면을 살펴보면 처음 문제 만들기 활동을 할 때 한 자리 수의 덧셈 문제로 문제를 만들었는데 나중으로 가면서 곱셈이나 분수, 조건이 여러 개 추가된 덧셈 문제 등을 제작하였다. 그러나 문제에 따른 연산의 유형이 대체적으로 비슷한 점을 발견할 수 있었다.

만든 문제의 수도 처음에는 2문제씩 만들었는데 생활소재③에서는 피드백 전 3문제를 제작하였다. 문제의 상황 설정이나 문제의 구성에서도 교사의 피드백과 다른 학생들이 만든 문제를 보고 자신의 문제에 적용하면서 다양한 문제의 형태를 익히고 새로운 소재를 추가하는 등 다소 능숙해진 모습이 보였다.

하위권 학생 L의 문제를 살펴보면 문제의 완성도 면에서 처음 문제 만들기를 할 때 용어의 사용이 부적절하고 문제의 조건을 필요한 만큼 제시하는 능력이 부족한 모습을 보였다. 사용하는 숫자에서도 대부분 실제적이지 못한 숫자들을 사용하여 양감이 부족하였다. 문맥의 앞뒤가 일치하지 않았으며 문제를 만들기는 했으나 정확한 용어의 사용에 대한 인식이 부족하고 타당하지 못한 경우가 많았다. 교사의 피드백 후에도 문제가 완전히 구조화되거나 문맥이 완전히 매끄럽게 다듬어지지는 않았으나, 좀 더 조건을 이해하기 쉽게 제시하기 위해 문장을 진술 하는 점이 나타났다.

문제의 복잡성 면에서 문제에 사용된 단어의 수는 생활 소재별로 큰 차이가 없었으며 사용된 연산은 처음의 단순 덧셈에서 차츰 곱셈의 연산을 자신의 문제에 적용하는 모습이 나타났다.

만든 문제의 수도 처음에는 1문제 만들었는데, 나중에 2문제를 만들어냈고, 처음과 비교했을 때 소재에서 다양한 상황을 이끌어내는 모습이 발전되었다. 그러나 아직 문제점들이 많이 발견되므로 좀 더 교사의 피드백이 필요하다.

이런 점들을 살펴볼 때 생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동이 학생들의 문제 만들기에서 수학적 요소를 설정하는 능력, 문제에 사용된 용어, 숫자, 단위, 조건, 문맥 등에서 문제를 타당하게 구성하는 능력, 문제의 연산의 난이도, 문제를 만들어내는 수의 측면에서 살펴보았을 때 학생에 따라 차이는 있지만 학생의 수학적 사고력을 발전시키는 방향으로 도움을 준 것으로 보인다.

3. 학생들의 수학에 대한 태도 변화

문제 만들기 활동을 하면서 교사의 관찰과 활동 중의 질문을 토대로 K, Y, L 학생의 수학에 대한 태도 변화를 살펴보았다. 앞서 기분, 자신감, 노력정도, 반성적 사고, 생활과의 연결 등에 대한 개별적인 질문과 이 문제만들기 활동 과정을 진행하면서 기록한 3명 학생의 개별 자료를 정리 요약하여 전·후 변화를 간략하게 나타내면 다음과 같다.

먼저 K 학생은 관찰 결과 활동 전반에 걸쳐서 제시한 생활 소재에 많은 관심을 보였다. 새로운 생활 소재를 제시하면 가장 먼저 가서 살펴보았고, 다른 학생들이 만든 문제에도 많은 관심을 보였다. 이 학생은 평소에도 수학 학습에 적극적으로 참여하는데, 문제 만들기 활동을 한 후에 다른 학생의 풀이 과정에 더 관심을 가지는 점이 발견되었다. Y 학생은 문제 만들기 활동에 성실하게 참여하였으며, 활동 중반이 지나면서 수학 수업 시간에 문제 해결을 자신감 있게 하는 모습이 발견되었다. L 학생은 맨 처음에는 생활 소재에 비교적 관심이 적었으며 참여가 소극적이었으나, 자신의 경험과 관련지을 수 있는 생활 소재 ③의 경우에는 적극적으로 참여하는 모습이 발견되었다. 또한 수학 수업 시간에 문제를 해결할 때 모르는 문제를 쉽게 포기하지 않고 끝까지 매달려 해결하려는 모습이 발견되었다.

학생들의 답변을 통해 학생들은 문제 만들기 활동에 긍정적인 반응을 보였고, 예전보다 수학에 대해 자신감이 생기고 쉽고 재미있어졌다는 긍정적인 태도를 갖게 된 것을 알 수 있다. 문제 만들기의 경험은 학생들이 적극적이고 자기주도적인 수학 활동을 할 수 있는 밑바탕을 만들어 주었음을 시사한다.

그리고 학생들은 이제 수학책 속의 문제뿐만 아니라 생활 속에서 수학을 자신과 연결 지어 생각할 수 있게 되었다. 문제 만들기 활동에서 제시된 여러 소재에서 발견한 수학 상황들이 자신들의 경험과 관련지어 생각해보고, 수학 상황을 폭넓게 상상함으로써 일상생활 속의 많은 부분에 수학이 숨어 있음을 스스로 발견하였다. 또한 수학이 가지는 가치를 스스로 발견하였다.

VI. 결론 및 제언

학생은 수학 수업에 능동적으로 참여하고 사고와 활동을 중심으로 수업이 이루어지며 수학 학습을 통해 얻어진 수학적 힘으로 일상생활에서 일어나는 여러 가지 문제를 수학적으로 해결할 수 있어야 한다. 그러나 교실 수업에서 학생들에게 학습문제만 제시된다면 학생들은 교실에서의 수학과 생활 속의 수학을 다른 것으로 생각하고, 제 7차 교육과정에서 궁극적으로 목표로 하는 ‘수학적 힘’기르기에 부족하다고 할 수 있다. 수학은 학생의 생활

과 관련이 있고 수학적 개념을 포함한 수학적 상황에서 시작되어야 한다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 연구 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 문제 만들기 활동에 처음 접한 학생들은 경험과 학습 수준에 따라 정도의 차이가 있었으나 대체적으로 문제 만들기를 어려워하는 경향이 있었다. 만든 문제들도 1차원적이고 상황도 일률적이었으며, 문제의 완성도에서 여러 오류가 나타났다. 그러나 활동이 진행되면서 문제를 만든 수학적 상황의 수는 14, 17, 19개로 증가하였고 생활 소재로부터 더 많고 구체적인 상황을 설정하여 문제를 만들었다. 그리고 만든 문제의 수도 47, 56, 64문제로 점차 늘어났다. 문제의 수준도 처음에는 단순 덧셈, 뺄셈의 연산을 이용한 중, 하의 수준이었으나 교사의 피드백을 받고 다른 학생들의 문제를 살펴보면서 자신의 오류를 수정하여 완성도 있고 복잡성이 있는 문제들을 제작하게 되었다. 이를 통해 학생들이 생활 소재에서 상황을 설정하여 문제 만들기 활동을 함으로써 수학적 사고에 발전적인 변화가 일어났음을 알 수 있다.

둘째, 생활 소재를 활용한 문제는 학생이 흥미와 관심을 가지고 능동적이고 적극적으로 참여하도록 하는데 효과가 있다. 수학을 싫어하거나 어려워하며 문제를 만드는데 자신감이 없고 좋은 문제를 만들지 못했던 학생들도 다른 친구의 문제를 보고, 교사의 피드백을 받으면서 어떤 문제를 만들어야 하는지 스스로 발견하게 되고 성취감과 자신감을 가지게 되었다. 즉, 문제 만들기 활동을 함으로써 수학적 태도에 긍정적인 변화가 생겼음을 알 수 있다.

이상의 연구 결과를 종합하여 볼 때, 본 연구의 결론은 다음과 같다.

생활 소재를 활용한 문제 만들기 활동을 통해 학생의 수준에 따라 차이는 있었으나 수학적 사고가 발전적인 방향으로 변화 하였다. 생활 소재는 학생들에게 수학적으로 흥미를 불러일으켰으며, 문제마다 실시한 교사의 피드백은 학생들의 수학적 사고를 정교화 하는데 도움을 주었다. 학생 자신들이 직접 참여하여 수학문제를 만들었다는 점과 실제 문제를 만드는 과정활동, 다른 학생들이 만든 문제를 벤치마킹 하는 등의 자율적인 행위, 문제의 타당도 검토 및 반성적 활동이 수학적 사고를 자극하고 흥미, 자신감으로 이어졌다고 볼 수 있다. 나아가 문제 만들기 활동을 하면서 학생들의 수학에 대한 태도가 긍정적으로 변화 하였다.

이와 같이 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 생활 소재를 선택하여 문제 만들기 활동을 실시하고 교사에 적절한 피드백을 실시한다면, 학생들의 수학에 대한 흥미도와 관심을 증대시키고, 생활과 수학의 연결성을 강화할 수 있으며, 학생들의 수학적으로 사고하는 능력을 신장시킬 수 있다.

이상의 연구 결과를 토대로 하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 대상을 다른 학년에 대해서 시도해 볼 필요가 있다. 물론 제시할 생활 소재를 선정할 때 학년을 고려하고 영역 간, 학년 간의 연결성, 타 교과와의 연결성, 사회 문화적 현상, 학생 주변의 상황을 고려한 소재를 선정하여 더 심도 있는 연구를 통해 수학적 경험을 위한 연구가 뒷받침되어야 한다.

둘째, 우리나라 수학 교과서의 '생활에서 알아보기'처럼 순수하게 한 가지 수학적 지식만이 포함된 소재보다는 관련된 수학적 내용이 함께 다루어질 수 있는 생활소재를 활용한 단원도입삽화에 대한 연구가 이루어지기를 희망한다.

셋째, 본 연구는 정규 수학 수업시간이 아닌 자유롭게 활용할 수 있는 시간에 이루어졌으므로 일반 수업 환경에 적용하여 긍정적인 효과를 얻기 위해서는 어떻게 보완을 해야 하며 교사의 역할에서 더 필요한 것이 무엇인지에 대한 연구가 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- 김경옥 (2009). **상황제시형 수학 문제 만들기 활동이 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 교육과학기술부 (2009). **2009 수학과 교육과정**. 서울 : 교육과학기술부.
- 교육인적자원부 (1998). **초등학교교육과정해설(IV)**. 교육인적자원부.
- 나철영 (2001). **수학 문제 만들기 활동이 문제해결력 및 학습태도에 미치는 효과**. 서울 교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박교식 (1995). **초등수학교육의 내용 구성, 그 방향설정을 위한 한 가지 제언**. **대한수학교육학회 논문집**, 5(2), 71-83.
- 백난영 (2005). **문제 만들기를 활용한 수학과 교수·학습에 관한 연구**. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 송민정 (2004). **문제 만들기 프로그램 개발·적용이 수학 학업 성취도 및 태도·흥미도에 미치는 영향**. 전주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신수진, 임문규 (2010). **연차시 수업을 통한 수학문제만들기 활동 분석 연구 -초등학교 3학년**을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 14(1), 43-64.
- 안영순 (2004). **4학년 아동의 수학 문제 만들기 유형에 따른 활동 분석**. 공주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임문규 (1992). **문제 설정의 교수·학습에 관하여**. **수학교육**, 31(2), 55-62.
- 정성진, 박만구 (2010). **수학문제만들기 활동이 문제해결력과 학습 태도에 미치는 효과**. **한국초등수학교육학회지**, 14(2), 315-335.
- 정성향 (2007). **수학적 감상활동이 초등학교 저학년 학생들의 수 감각 형성에 미치는 영향**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조제호 (1999). **4학년 학생들의 수학적 문제설정 활동의 효과**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 최윤석 (2004). **초등 수학에서 문제 만들기를 적용한 수업이 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 효과**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 홍성민, 김상룡 (2002). **수학적 상황 설정 방법에 관한 연구**. **초등수학교육**, 6(1), 41-54.
- 황규애 (1997). **문제상황 제시 형태에 따른 문제 설정 활동 분석**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- Brown, S. I. & Walter, M. I. (1983). *The art of problem posing*. Philadelphia, PA: Franklin Institute Press.
- Silver, E. A. (1993). *On mathematical problem posing*. Paper presented at the 17th International conference on the psychology of mathematics education, Tsukuba; Japan.

<Abstract>

Activities of Mathematical Problem Posing Using Real-Life Materials

Choi, Hye-Jin⁴⁾; & Kim, Sang-Lyong⁵⁾

This study conducted experimental problem posing activities using real-life materials. This study investigated the changes on students' mathematical thoughts and attitudes through the activities. This study is conducted via participation of students in a 5th grade class of N elementary school located in Daegu city. As a qualitative case study, this study focused on processes of problem posing rather than results.

The problems applying new situations appear, and the used mathematical terms, units, and figures became more practical. The numbers of problems made are increased gradually, and more complex conditions are added as activities are performed. Most of the students revealed interests about problem making activities.

Keywords: problem posing, real-life materials, mathematical situation

논문접수: 2011. 02. 22

논문심사: 2011. 03. 28

게재확정: 2011. 04. 16

4) origogi@hanmail.net

5) silkim@dnue.ac.kr