

초등 수학교과서에 제시된 조작 자료에 대한 교사들의 인식 및 사용 실태

황 현 미 (용담초등학교)[†]

김 상 화 (산양초등학교)

방 정 속 (한국교원대학교)

조작 자료의 사용은 초등학교 수준에서 가장 중요한 교수·학습 방법의 하나로, 모든 학년에 걸쳐 모든 수학 영역에서 권장되고 있다. 본 연구는 우리나라 초등 수학교과서에서 제시하고 있는 구체적 조작 자료를 살펴보고 실제로 각 학년 수학교과서를 사용했던 교사들을 대상으로 조작 자료에 대한 인식과 사용 실태를 분석하였다. 그 결과 대부분의 교사들은 조작 자료를 활용할 수 있는 수학학습 주제를 잘 알고 실제로 사용하고 있었으나, 조작 자료의 효율성에 대한 인식이나 사용 방법에 관한 지식에 있어서는 다소 부족한 양상을 나타냈다. 이는 조작 자료에 대한 교사의 지식을 강화하고 효과적인 사용을 지원할 수 있는 적극적인 방안이 필요함을 시사한다.

I. 서론

일반적으로 수학은 추상을 다루는 학문이다. 이에 수학 학습에서 구체적 환경과 수학의 추상적 수준 사이의 틈새를 연결하도록 도와주는 구체적 조작 자료나 교구의 사용은 매우 중요하다(Fennema & Romberg, 1999; Reys, Lindquist, Lambdin, & Smith, 2009). 특히, 초등학생의 인지 발달은 구체적 조작 활동을 통하여 이루어지기 때문에 새로운 개념이나 내용의 학습·지도 과정에서 구체적 조작 모델이나 교구를 활용하는 것을 적극 권장할 필요가 있다(교육과학기술부, 2008). 이에 그 동안 많은 연구들은 다양한 조작 교구들의 교육적 효과와 활용 방안을 제시하고 있다(Cain-Caston,

1996; Caswell, 2007; Kosko & Wilkins, 2010).

그러나 몇몇 연구들은 실제로 많은 교사들이 조작 자료를 사용하지 않는다고 지적한다(Puchner, Taylor, O'Donnell, & Fick, 2008). 교사들은 조작 자료를 개발할 충분한 시간도 없으며 조작 자료를 사용하여 실제적으로 눈에 띄는 교육적 효과를 경험하지 못하기 때문에 이의 사용을 꺼려한다는 것이다. 이는 조작 자료의 효과적인 사용이 매우 어렵다는 것을 의미한다. 따라서 조작 자료가 반드시 의미 있는 학습을 보장하는가에 대해 의문을 갖고 조심스럽고 신중하게 사용해야 할 것을 제안한다(Boggan, Harper, & Whitmire, 2010). 즉, 조작 자료의 사용이 자동적으로 효과적인 교수·학습을 이끄는 것이 아니라 교사가 어떤 조작 자료를 언제, 어떻게 사용하는지가 중요하다는 것이다.

우리나라의 경우 1997년부터 수학 수업에서 다양한 활동을 강조한 수업을 권장해 오고 있다. 특히 초등학교 수학교과서는 활동 중심으로 구성되어 직접적으로 각 수학 주제에 알맞은 다양한 구체적 조작 자료를 제시하고 있으며, 교사용 지도서에 이에 대한 구체적인 안내를 포함하고 있다. 또한 주변에서 손쉽게 구할 수 있는 자료를 제시하거나 가능한 경우 책의 뒤쪽에 붙임자료로 제공하여 교사들이 따로 조작 자료를 개발하지 않아도 되도록 구성되어 있다. 이와 같이 우리나라 수학교과서의 가장 큰 특징이 구체적 조작 자료를 활용한 활동 중심이라는 점을 고려해 본다면, 이러한 조작 자료에 대한 교사들의 인식과 사용 실태를 분석하는 것은 의미가 있을 것으로 생각된다. 수학교과서에 적합한 조작 자료를 제시하는 것에서 더 나아가 교사가 실제 수학 교실에서 이를 어떻게 사용하는지가 학생 학습에 큰 영향을 미치기 때문이다.

이러한 배경에서 본 연구는 우선 초등 수학교과서

* 접수일(2013년 3월 15일), 게재확정일(2013년 4월 10일)

* ZDM분류 : U62

* MSC2000분류 : 97U60

* 주제어 : 수학교과서 분석, 조작 자료 사용, 교사 인식

* 본 논문의 일부 분석 내용은 ICME-12에서 발표되었음.

[†] 교신저자

에 제시되어 있는 구체적 조작 자료들을 분석하고자 하였다. 즉, 현행 수학교과서에 어떤 조작 자료가 어떤 목적으로 제시되어 있는지를 분석하였고, 이를 바탕으로 실제로 각 학년 수학교과서를 사용했던 교사들을 대상으로 조작 자료에 대한 인식과 사용 실태를 조사하였다. 이를 통해 수학 교실 내에서 조작 자료의 효율적인 사용에 관한 시사점을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 조작 자료의 정의

조작 자료는 매우 다양한 형태를 띠 수 있으며, 조작 자료가 무엇을 의미하는지에 대한 정의는 여전히 어려운 문제이다(Boggan, Harper, & Whitmire, 2010; Swan & Marshall, 2010). Hynes(1986)는 수학적 개념을 포함하고 있고, 여러 가지 감각에 호소하며, 학생들이 만지고 움직일 수 있는 구체적인 모델을 조작 자료라고 정의하였다. 또한 Boggan, Harper, 그리고 Whitmire(2010)는 학생들이 손으로 조작하는 수학 학습에 참여하도록 하기 위한 교수 도구로서 사용되는 물리적 물체를 조작 자료라고 정의하였다. 이러한 정의들은 학생들이 여러 가지 감각을 사용하여 만지고 이동 및 재배열할 수 있다는 점을 강조한다. 이에 더해 Moyer(2001)는 추상적인 수학적 아이디어를 명확하고 구체적으로 표현하기 위해 사용되는 도구로 정의하고 있어, 앞의 두 정의와 마찬가지로 수학적 개념 또는 아이디어를 포함하고 있어야 한다는 점에 초점을 맞추고 있다.

그러나 Swan과 Marshall(2010)은 학생들이 손으로 조작하는 학습에 참여하도록 하는 것에 기초한 이러한 정의만으로는 충분하지 않다고 지적한다. 즉, 학생들이 조작 자료를 가지고 활동해야 하며 사고가 자극되어야 한다는 아이디어가 포함되어야 한다는 것이다. 이에 Swan과 Marshall(2010)은 개인의 여러 가지 감각에 의해 조작될 수 있으며 그 과정에서 의식적으로 또는 무의식적으로 수학적 사고가 강화될 수 있는 물체를 조작 자료라고 정의하였다.

이와 같이 여러 연구자들의 정의를 살펴보았을 때, 조작 자료란 수학적 아이디어를 포함하고 있어야 하며,

학생들의 여러 가지 감각을 자극하고 만지고 이동할 수 있어야 하고, 학생들의 수학적 사고를 강화할 수 있는 것이어야 한다고 종합할 수 있다. 결국 조작 자료란 학생들이 수학적 아이디어와 개념을 알아가고 발달시켜 나갈 수 있는 잠재력을 가진 것으로 볼 수 있다. 이러한 기준에서 본다면 십진블록이나 지오보드와 같이 수학 학습을 위해 특별히 고안된 것뿐만 아니라 병 뚜껑, 돈 등과 같이 주변 환경에서 얻을 수 있는 것도 조작 자료의 범주에 포함시킬 수 있을 것이다(김수미, 2000; Boggan, Harper, & Whitmire, 2010).

2. 조작 자료의 필요성

가장 의미 있는 학습은 학생들이 자신의 수학적 이해를 활동적으로 구성할 때 발생하며, 이는 바로 조작 자료의 사용을 통해 이루어진다(Boggan, Harper, & Whitmire, 2010). 많은 연구들은 학생들이 내적 표상을 형성하도록 도와준다는 점에서 수학에서 조작 자료의 사용을 적극적으로 권장하고 있다(Reys, Lindquist, Lambdin, & Smith, 2009; Swan & Marshall, 2010). 즉, 교사들은 조작 자료를 사용하여 다양한 모델과 표상을 통해 수학적 아이디어를 여러 가지 방법으로 보여줄 수 있고, 학생들은 활동적인 참여로 자신의 아이디어를 테스트하고 확인하는 과정에서 추상적인 모델을 만들어낼 수 있게 된다(Reys, Lindquist, Lambdin, & Smith, 2009). 이에 모든 학년, 모든 수준의 학생들에게 조작 자료의 사용이 권장되어 오고 있다. 또한 조작 자료를 통한 실제적인 활동은 학생들의 동기와 흥미를 유발하는 효과도 거둘 수 있어(김수미, 2000), 특히 수학에 대한 흥미가 낮은 우리나라 학생들에게 보다 중요하다고 할 수 있다.

남승인, 권민성(2007)은 교구(조작 자료)의 필요성을 수학교육의 목표 달성 측면, 교수·학습의 이론 측면, 학생의 사고 수준 측면, 교수 활동의 효율성 측면에서 정리한 바 있다. 이를 간략히 요약하여 제시하면 다음과 같다. 첫째, 교구는 수학과 교육과정에서 제시된 목표인 ‘지식과 기능을 습득’하는 수단으로서, 그리고 ‘여러 가지 생활 현상을 수학적으로 고찰하는 경험’의 대상인 동시에 수단으로서 고려될 수 있다. 둘째, 듀이, 던즈, 프리벨 등의 여러 교육학자들에 의해 교구의 필요

성이 지지되어 왔으며, 구성주의나 현실주의 수학교육 이론에서도 구체물의 사용을 강력히 권고하고 있다. 셋째, 전조작기 또는 구체적 조작기로 분류되는 유치원생에서 6학년 수준에서는 새로운 개념이나 원리·법칙을 이해하고 이를 기호화하는 과정에서 교구를 이용하는 것이 효과적이다. 넷째, 교구는 학습 과정에서 교사의 개입을 최소화하고 학생 활동을 최대화할 수 있으며, 학생이 스스로 탐구 활동에 참여하여 자신의 사고 과정을 반영해 봄으로써 학습의 자율성과 능동성을 지원할 수 있다.

이와 같이 조작 자료의 사용은 수학 교수에 있어 중요한 흐름으로 자리 잡은 바, 우리나라에서도 십진 블록이나 퀴즈네어 막대와 같은 조작 자료의 사용 방안과 활용 효과에 관한 연구들이 활발하게 이루어지고 있는 실정이며(예, 김수정, 방정숙, 2007; 윤선미, 김민경, 2005), 수학교과서에서도 다양한 조작 자료들을 제시하여 사용하도록 하고 있다.

3. 조작 자료의 효과적인 사용

단지 조작 자료를 제시하는 것만으로 학생들의 개념적 이해가 보장되는 것은 아니다(Baroody, 1989; Moyer, 2001; Robert, 2007). Boggan, Harper, 그리고 Whitmire(2010)는 조작 자료를 올바르게 사용하기 위해서는 우선 학생들 수준에 적합하며 수학 목표에 부합되는 조작 자료를 선택해야 한다고 하였다. 또한 학생들에게 조작 자료를 가지고 놀 수 있는 자유 시간을 허용해 주어야 조작 자료가 장난감이 아니라 교육과정에서 중요한 위치를 차지하는 것임을 깨닫게 된다고 하였다. 또한, Swan과 Marshall(2010)은 조작 자료가 어떻게 학생들의 학습을 도와줄 수 있는지에 대해 교사가 명확한 이해를 가지고 있지 않다면 오히려 학습을 방해할 수 있다고 지적하였다.

실제 전문성 신장 프로그램에 참여했던 교사들을 대상으로 조작 자료의 사용을 분석한 연구를 살펴보면(Moyer, 2001; Puchner, Taylor, O'Donnell, & Fick, 2008), 전혀 조작 자료를 사용하지 않는 교사들도 있었으며 조작 자료를 사용하더라도 이미 알고리즘을 알고 있는 상황에서 조작 자료를 사용하거나, 매우 절차적인 방식으로 지도하거나, 일반적인 수학 교수가 아니라 놀이로서 조작 자료를 사용하고 있음을 알 수 있었

다. 이러한 연구들은 교사가 수학에서 조작 자료의 역할을 제대로 이해하지 못하고 있거나 조작 자료를 적절히 사용하면 학생들이 자신만의 수학적 표현을 구성할 수 있다는 것을 알지 못하고 있기 때문이라고 짐작한다.

Baroody와 Coslick(1998)은 조작 자료를 통한 의미 있는 학습을 위해서는 교사가 다음과 같은 사항을 고려해야 한다고 제시하였다. 첫째, 모든 연령의 학생들이 새로운 아이디어나 문제에 직면할 때 구체물을 사용할 수 있도록 장려해야 한다. 둘째, 학생 각자의 의미 있는 방식으로 조작 자료를 이용함으로써 패턴이나 관계를 발견할 수 있다. 셋째, 학생들이 단순히 조작 자료의 사용 절차를 기억한 것이 아니라 수학적 개념을 충분히 이해했는지를 확인하기 위해서는 새로운 조작 자료를 이용하여 문제를 해결하도록 해야 한다. 넷째, 학생들은 물리적으로뿐만 아니라 정신적으로도 조작 활동이 필요하다. 또한 남승인(2003)도 교구에 대해 과신해서는 안 되며, 교사 자신이 교구의 교육적 효과를 확인하고 인정해야 하며 새로운 교구의 기능과 특성을 알고 활용 시기와 방법에 대해 면밀한 계획을 설정해야 한다고 제시한 바 있다.

이와 같은 연구들은 조작 자료가 본래의 목적을 달성하기 위해서는 교사의 역할이 매우 중요하다는 것을 보여준다. 즉, 교사가 조작 자료의 필요성을 인식하고 사용할 조작 자료에 대해 잘 알고 있어야 하며 조작 자료를 언제 어떻게 사용할지에 대한 신중하고 구체적인 계획을 가지고 있어야 학생들의 의미 있는 학습을 촉진할 수 있다는 것이다.

III. 연구방법

본 연구의 목적은 초등학교 수학교과서에 제시된 조작 자료에 대한 교사들의 인식과 사용 실태를 분석함으로써 수학 교실 내에서 조작 자료의 효율적인 사용에 대한 시사점을 제공하는 데 있다. 이를 위해 본 연구는 크게 두 부분으로 나누어서 진행되었다. 먼저 수학교과서에 어떤 조작 자료가 어떤 목적으로 제시되어 있는지를 자세히 분석하였고, 다음으로 이러한 조작 자료에 대한 교사들의 인식과 사용 실태를 조사하였다. 이에 연구 방법은 두 부분으로 나누어서 제시하

고자 한다.

1. 수학교과서에 제시된 조작 자료 분석

가. 연구 대상

본 연구는 2007 개정교육과정에 의한 초등학교 1~6학년 수학교과서와 수학익힘책에 제시된 조작 자료를 연구 대상으로 한다. 이론적 배경에서 살펴본 여러 연구자들의 조작 자료에 대한 정의를 바탕으로, 본 연구에서는 학생들의 수학 학습을 촉진하기 위해 사용하는 것으로 공책과 연필 이외에 만지고 움직일 수 있는 모든 자료를 조작 자료라고 정의한다. 따라서 단순한 숫자카드, 시계, 자, 무, 당근, 패턴블록, 탱그램 등 모두 본 연구 대상에 포함된다. 또한 본 연구의 초점은 수학 교실 내에서의 조작 자료의 사용에 있으므로, 수학 익힘책의 경우는 보조 교과서로서 학교 정규 시간에 반드시 지도하도록 되어 있는 것은 아니기 때문에(교육과학기술부, 2012) 본 학습에 포함되어 있는 ‘문제 해결’, ‘놀이마당’ 부분만 본 연구의 대상으로 하였다.

나. 분석 기준 및 방법

초등학교 수학교과서에 제시된 조작 자료를 분석하기 위해 먼저 분석 기준을 마련할 필요가 있었다. 수학 학습에서 조작 자료의 사용에 관한 선행 연구들(예, Moyer, 2001)을 살펴보았을 때 어떤 조작 자료를 선택하여 이를 어떤 목적으로 사용하는지가 매우 중요하게 다루어지고 있었기 때문에 본 연구에서는 이를 바탕으로 다음 두 가지 분석 기준을 마련하였다.

첫째, 어떤 조작 자료가 제시되고 있는가? 이를 위해 1학년부터 6학년까지의 수학교과서와 익힘책에 제시된 조작 자료를 모두 살펴보면서 각 차시별로 어떤 조작

자료가 제시되어 있는지를 분석하였다.

둘째, 조작 자료가 어떤 목적으로 제시되고 있는가? Moyer(2001)의 연구에서 나타났듯이, 조작 자료는 다양한 수학적 개념과 목적에 따라 사용될 수 있는데, 새로운 개념을 도입할 때 사용되는 경우, 절차를 발견하기 위해 사용되는 경우, 이미 배운 내용을 익히기 위해 사용되는 경우, 모든 학습이 끝난 후 게임을 위해 사용되는 경우 등이 있다. 이를 기초로 하여 각 차시별로 수학교과서에 제시된 조작 자료의 사용 목적을 분류하였다.

이와 같은 분석 기준을 바탕으로 먼저 [표 1]과 같이 영역, 구성, 사용방법, 교과서/익힘책, 부록 여부를 코드화하였고, 1~6학년 수학교과서 및 익힘책을 대상으로 [표 2]와 같은 분석표를 완성하였다. 1학년부터 6학년까지의 수학교과서와 익힘책에 제시된 조작 자료를 모두 살펴보면 매우 다양한 조작 자료가 제시되어 있음을 확인할 수 있었는데 이를 비슷한 것끼리 묶어보면 [표 3]과 같이 총 50가지의 조작 자료로 정리할 수 있었다. 이와 같은 분석표를 바탕으로 다음과 같은 두 가지 분석을 실시하였다.

첫째, 수학교과서에서 어떤 조작 자료를 사용하는지 분석하였다. 먼저 전 학년에 걸쳐 어떤 조작 자료가 가장 많이 사용되고 있는지를 파악하고 학년별로 가장 많이 사용되는 조작 자료를 비교·분석하였다. 또한 이러한 조작 자료의 특징 및 효과를 살펴보았다.

둘째, 수학교과서에서 어떤 목적으로 조작 자료를 사용하고 있는지 분석하였다. 각 학년별로 제시된 조작 자료가 개념 소개, 절차 발견, 기능 연습, 게임 등 어떤 방식으로 사용되는지 분류하고 이를 통해 나타난 특징을 분석하였다.

[표 1] 수학교과서 분석을 위해 코드화한 내용
[Table 1] The content code for the analysis of mathematics textbooks

영역	구성	사용 목적	교과서/익힘책	교과서 부록 여부
1. 수와 연산	1. 교과서 본 학습	1. 개념 소개	1. 교과서	1. 있는 것
2. 도형	2. 교과서 탐구 활동	2. 절차 발견	2. 익힘책	2. 없는 것
3. 측정	3. 수익 문제 해결	3. 기능 연습		
4. 확률과 통계	4. 교과서 단원 평가	4. 게임		
5. 규칙성과 문제해결	5. 수익 놀이마당			

[표 2] 수학교과서에 제시된 조작 자료 분석표 예시(1학년 일부분)
 [Table 2] The sample of analysis sheets about manipulative materials in mathematics textbooks(part of Year 1)

학년	학기	단원	영역	차시(주제)	교과서/익힘책	(시작)쪽	구성	조작 자료	사용 목적	부록 여부
1	1	1	1	2. 1, 2, 3, 4, 5 알기	1	7	1	1	1	1
1	1	1	1	3. 수의 순서 알기	1	11	1	1	1	1
1	1	1	1	4. 하나 더 많은 것 알기	1	12	1	1	1	1

2. 교사들의 인식 및 사용 실태 분석

가. 연구 대상

본 연구에 포함된 설문 조사는 2012년 2~3월에 실시한 것으로, 2007 개정 수학과 교육과정에 의한 교과서가 전면 시행되었던 2011학년도에 초등학교 1~6학년을 담당한 교사들을 연구 대상으로 하였다. 이는 1년 동안 해당 학년의 수학교과서를 사용한 경험이 있는 교사들을 대상으로 수학교과서에 제시된 조작 자료에 대한 인식과 사용 실태를 알아보기 위함이었다. 서울 및 경기 지역의 초등학교 교사들을 임의로 선정하여 설문 조사를 실시한 결과, 총 116명의 교사들이 조사에 참여하였다.

나. 검사도구

수학교과서에 제시된 조작 자료에 대한 교사들의 인식 및 사용 실태를 분석하기 위해 연구자가 개발한

설문지를 사용하였다. 설문지를 만들기 위해 먼저 각 학년별 수학교과서에서 가장 많이 사용되고 있는 조작 자료 5개를 선정하였다. 선정된 조작 자료와 이 자료가 포함된 활동의 예를 수학교과서에서 발췌하고, [그림 1]과 같이 다음의 질문을 제시하였다.

- 이 자료는 어떤 수학 주제를 가르치기 위해 사용될 수 있습니까?
- 이 수학 주제를 가르치기 위해 효율적인 자료라고 생각하십니까?
- 실제 수업 시간에 이 자료를 사용하십니까?
- (만약 사용하였다면) 이 자료를 사용했을 때의 좋은 점, 어려웠던 점, 주의해야 할 점 등이 있다면 간략하게 기술해 주십시오.
- (만약 사용하지 않았다면) 이 자료를 사용하지 않은 이유는 무엇입니까?

[표 3] 수학교과서와 익힘책에 제시된 조작 자료의 종류
 [Table 3] The kinds of manipulative materials in mathematics textbooks and workbooks

1. 붙임딱지(스티커)	11. 입체도형모형	21. 자	31. 거울(은박거울)	41. 리본테이프
2. 카드 (숫자, 그림, 연산 등)	12. 구체물(물건)	22. 각도기	32. 막대(임의단위)	42. 저울
3. 주사위	13. 놀이판	23. 성냥개비(이쑤시개)	33. 사진	43. 양팔 저울
4. 패턴블록	14. 전개도	24. 100 수 배열표	34. 컴퓨터	44. 신문이나 잡지
5. 탱그램	15. 비커(컵)	25. 가위	35. 수직선	45. 나무젓가락
6. 색종이	16. 빨대	26. 컴퍼스	36. 달력	46. 바둑판
7. 수모형	17. 바둑돌	27. 투명 종이	37. 계란판	47. 테트리노(도형퍼즐)
8. 도형(모양)	18. 계산기	28. 투명 도형조각	38. 동전(모형 동전)	48. 편
9. 시계(모형시계)	19. 수조	29. 공깃돌	39. 칼	49. 초시계
10. 쌓기나무	20. 클립	30. 모눈종이	40. 곱셈표	50. 두꺼운 종이



[그림 1] 1학년 담당교사 대상 설문지의 예
[Fig. 1] The sample of questionnaires for teachers of Year 1

첫 번째 질문은 교사들이 제시된 조작 자료를 사용하여 가르칠 수 있는 수학 주제들을 얼마만큼 알고 있는지를 알아보기 위한 질문이었으며, 두 번째 질문은 이러한 조작 자료의 효율성에 대해 교사들이 어떻게 생각하고 있는지를 알아보기 위한 질문이었다. 또한 세 번째 질문은 교사들이 실제로 수업 시간에 이러한 조작 자료를 사용했는지를 묻는 질문이었다. 네 번째와 다섯 번째 질문들은 교사들의 조작 자료 사용에 대한 부가 정보를 얻기 위한 질문들로, 조작 자료를 사용한 경우 교사들이 조작 자료의 사용에 대해 어떤 생각을 가지게 되었는지를 알아보려고 하였고, 사용하지 않은 경우 그 이유를 파악하고자 하였다.

다. 자료 수집 및 분석

116명의 교사들에게 2011학년도에 담당했던 학년을 선택하고 해당하는 5개의 조작 자료에 대한 질문에 충실히 답하도록 요구하였다. 수집된 자료는 필요에 따라 각 교사별, 자료별, 학년별로 분류하여 빈도 및 비

율을 비교하였으며 이를 통해 조작 자료를 사용할 수 있는 수학 주제에 대한 지식, 조작 자료의 효율성에 대한 인식, 조작 자료의 사용 여부, 조작 자료의 사용 과정에서 알게 된 점, 조작 자료를 사용하지 않은 이유 등을 파악하였다.

IV. 결과 분석

1. 수학교과서에 제시된 조작 자료 분석

우리나라 초등학교 수학교과서에 제시된 조작 자료를 검토한 결과, 1학년부터 6학년까지 총 수업의 약 45%가 조작 자료를 이용한 활동으로 이루어져 있었다 ([표 4] 참고). 특히 1, 2학년에서는 50% 이상의 수업에서 조작 자료가 제시되었으며 이는 학년이 올라감에 따라 다소 감소하는 경향이 있었다.

[표 4] 조작 자료가 제시된 수업의 비율
[Table 4] The ratio of the lesson containing manipulative materials

	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년	전체
총 차시 수	115	124	141	140	137	138	795
조작 자료가 제시된 차시 수	74	66	66	60	44	45	355
비율(%)	64.3	53.2	46.8	42.8	32.1	32.6	44.6

이러한 결과는 우리나라 수학교과서가 조작 자료를 포함한 활동 중심으로 구성되어 있다는 특징을 보여주는 것이다. 그러나 고학년으로 갈수록 다루어지는 수학 내용이 많아지고 어려워지면서 조작 자료의 비중이 줄어들고 있는 점은 주목할 필요가 있다. 수학이 추상을 다루는 학문이라 점차 조작 자료에 대한 의존도를 줄여가는 것이 바람직하다고 볼 수 있으나, 새로운 수학적 개념이나 원리를 학습하는 과정에서 조작 자료를 사용한 구체적 활동은 학생들이 스스로 의미를 구성해 갈 수 있는 중요한 과정이기 때문에 학년이 높아질수록 그에 맞는 조작 자료의 제시가 이루어질 필요가 있다. 우리나라 학생들이 학년이 올라감에 따라 수학에 대한 흥미가 낮아지고 싫증을 내는 경향이 있는데 이

와 같이 조작 자료를 사용한 수업이 적어지는 것도 하나의 요인이 될 수 있을 것이다. 각 학년별로 많이 제시되는 조작 자료와 조작 자료의 사용 목적을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

가. 학년별로 많이 제시되는 조작 자료

초등학교 수학교과서에 제시된 조작 자료를 검토한 결과, 유사한 것들끼리 묶어 총 50가지의 매우 다양한 조작 자료를 발견할 수 있었다. 이 중 수학교과서에서 많이 사용되는 조작 자료의 특징을 살펴보기 위해 학년별로 가장 자주 제시되는 조작 자료들을 1위부터 5위까지 분석해보았다([표 5] 참고). 가장 큰 특징은 2~6학년에 걸쳐 가장 많이 사용되는 자료가 “자”라는 것이다. 자는 길이를 측정하기 위한 도구로서, 초등학교에서 학습하는 많은 수학 주제들을 위한 기본적이고도 중요한 자료로 사용되고 있다. 예를 들면, 2학년에서 사각형, 삼각형, 길이계기를 학습할 때, 3학년에서 각, 직각, 직각삼각형, 직사각형, 정사각형, 원을 학습할 때, 4학년에서 여러 가지 삼각형, 수직과 평행, 여러 가지 사각형, 다각형, 대각선, 꺾은선 그래프를 학습할 때, 5학년에서 도형의 합동, 직육면체 겨냥도와 전개도 그리기, 도형의 대칭을 학습할 때, 6학년에서 각기둥과 각뿔, 원기둥, 회전체를 학습할 때 제시된다.

두 번째 특징으로는 1학년에서 4학년까지 붙임딱지가 많이 제시되고 있다는 것이다. 붙임딱지는 수학교과서나 수학익힘책의 맨 뒤에 부록으로 첨부되어 있는 것으로 다양한 수학 주제에서 사용되고 있다(예, 수의 순서 알기, 곱셈 구구 알기, 여러 가지 모양 알기, 규칙 찾기, 덧셈과 뺄셈, 그림그래프 등). 특히 1학년의 경우 형식적인 기호보다는 친숙한 그림을 스티커의 형태로

제공함으로써 학생들이 보다 쉽고 재미있게 수학에 접근할 수 있도록 해 준다는 점에서 가장 많이 사용되고 있는 것으로 보인다. 또한 교사들의 입장에서 따로 자료를 준비해야 하는 노력을 덜어준다는 의미에서 붙임딱지를 보다 많이 제공하려고 하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 이러한 편리성과 더불어 이와 같은 붙임딱지의 효율성에 대한 논의도 필요할 것으로 사료된다.

세 번째로 전 학년에서 걸쳐 카드가 많이 사용되고 있음을 알 수 있다. 카드 또한 붙임딱지와 마찬가지로 수학교과서나 수학익힘책의 맨 뒤에 부록으로 첨부되어 있는데, 간단한 숫자카드(0~9)뿐만 아니라 수학 주제에 따라 분수와 소수 카드, 비율 카드, 전개도 카드 등 다양한 형태로 제시되고 있다. 이렇게 카드가 많이 사용되는 까닭은 매 단원의 중요한 파트인 수학 놀이 마당이 주로 카드를 활용한 놀이 활동으로 구성되어 있기 때문이다.

네 번째로 저학년과 고학년에 주로 사용되는 조작 자료를 비교해 보면 저학년에서는 수모형과 구체물이, 고학년에서는 각도기, 쌓기나무, 주사위, 놀이판이 많이 제시되고 있었다. 1~3학년에서는 수의 개념과 자릿값 개념, 간단한 덧셈과 뺄셈의 원리를 학습하기 위해 수모형이 의미 있게 사용될 수 있으며, 여러 가지 도형을 도입하거나 측정 활동을 할 때 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 구체물을 이용함으로써 보다 친숙하게 수학적 개념에 접근할 수 있다. 4학년부터는 평면도형(삼각형~다각형)의 개념이 가장 중요하게 다루어지는 시기이기 때문에 자와 각도기, 도형 조각이 많이 제시되고 있으며 5학년에서는 도형의 합동과 대칭 개념의 이해를 돕기 위해 자와 각도기뿐만 아니라 투명종이가 많이 제시된다. 6학년에서는 쌓기나무로 쌓은

[표 5] 수학교과서 및 익힘책에 많이 제시되는 조작 자료
[Table 5] Manipulative materials often suggested in mathematics textbooks and workbooks

학년 순위	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년
1위(회)	붙임딱지(25)	수모형(18)	붙임딱지(12)	자(25)	자(17)	카드(10)
2위(회)	카드(14)	자(13)	자(9)	각도기(13)	각도기(9)	자(9)
3위(회)	수모형(9)	붙임딱지(7)	카드(8)	도형조각(8)	투명종이(7)	쌓기나무(7)
4위(회)	구체물(8)	카드(7)	구체물(7)	카드(7)	주사위(6)	주사위(6)
5위(회)	빨대(6)	놀이판(6)	수모형(6)	붙임딱지(4)	카드(6)	놀이판(5)

도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 알아볼 때와 부피의 단위를 이해하기 위해 쌓기나무가 많이 사용되고 있다. 또한 고학년으로 갈수록 주사위나 놀이판이 자주 제시되는 것은, 특히 6학년의 경우 새로운 개념을 학습할 때 조작 자료를 사용하기보다는 학습이 모두 끝난 후에 수학 놀이마당에서 주사위, 놀이판 등을 이용하기 때문이다.

이를 종합해 보면 1~3학년은 수와 연산 개념 형성, 4~5학년은 도형의 개념 형성에서 집중적으로 조작 자료가 제시되고 있음을 알 수 있다. 6학년은 쌓기나무 외에는 거의 놀이에서만 조작 자료가 제시되고 있어 새로운 수학적 개념 및 원리에 대한 이해를 촉진시킬 수 있는 조작 자료가 더 필요한 것으로 보인다.

나. 조작 자료의 사용 목적

조작 자료는 다양한 수학적 목적에 따라 사용될 수 있는데, 새로운 개념을 도입할 때 사용되는 경우, 절차를 발견하기 위해 사용되는 경우, 이미 배운 내용을 익히기 위해 사용되는 경우, 모든 학습이 끝난 후 게임을 위해 사용되는 경우 등이 있다. 수학교과서에서 조작 자료가 사용되는 방식을 분류해 보니 [표 6]과 같은 결과가 나왔다.

가장 많이 제시되는 방식은 새로운 개념을 소개할 때 조작 자료를 사용하는 경우이다. 이는 전체 조작 자료를 사용하는 활동의 40% 이상을 차지하는 것으로, 특히 처음 수학을 배우는 1학년에서 이러한 경우가 많이 나타난다. 예를 들면, 네모 모양, 세모 모양, 동그라미 모양을 도입하기 위해 여러 가지 물건이 그려진 붙임딱지를 모양별로 붙여보는 활동이 제시되어 있다. 이러한 활동은 학생들에게 친숙한 물건을 분류하는 과정에서 공통점과 차이점을 발견하도록 하고 이를 통해

수학적 개념을 구성해 갈 수 있는 좋은 기회를 제공한다고 볼 수 있다.

두 번째로 많이 제시되는 방식은 기능을 연습하기 위한 경우이다. 이는 새로운 개념과 원리를 학습한 후에 이를 익히고 적용하는 과정에서 조작 자료를 사용하는 경우로, 전체 조작 자료를 사용하는 활동의 약 30% 정도를 차지한다. 예를 들면, 4학년에서 각도를 학습한 후 각도를 직접 재어 보거나 제시된 각을 그려 보도록 하는 다양한 익히기 문제를 제시함으로써 학생들이 각도의 개념을 더욱 강화할 수 있도록 하고 있다.

세 번째는 모든 학습이 끝난 후 게임을 위해 조작 자료가 사용되는 경우이다. [표 6]에서 보듯이 1학년부터 6학년까지 학년별로 큰 차이 없이 비슷한 비율로 나타나는데 이는 매 단원의 마지막에 놀이마당이라고 하는 게임 활동이 일관되게 제시되어 있기 때문이다. 게임을 위해 조작 자료가 사용되는 예를 살펴보면 카드 놀이나 주사위 놀이가 대부분으로 다소 단순로운 경향이 있다. 그러나 연산과 같이 다소 지루할 수 있는 수학 내용을 보다 재미있고 다양한 상황에서 학습할 수 있다는 점에서는 바람직하다고 할 수 있다.

마지막으로 가장 적게 사용되는 방식은 절차를 발견하기 위해 사용되는 경우이다. 이는 약 5%로 앞의 세 가지 경우보다 상당히 작은 비중을 차지하고 있다. 특이한 사항은 4, 5, 6학년에서는 전혀 나타나지 않는 방식이라는 것이다. 절차를 발견하기 위해 조작 자료가 사용되는 경우는 1, 2, 3학년에서 거의 대부분 기본적인 연산의 절차를 발견하고 이해하기 위한 것이다. 예를 들면, [그림 2]에서 보듯이 세 자리 수의 덧셈을 하기 위한 방법을 알아보기 위해 수모형을 사용하도록 하고 있다. 4~6학년에서는 더 큰 자연수의 사칙 연산이나 분수·소수의 사칙연산에 대한 학습이 이루어지

[표 6] 조작 자료가 사용되는 목적
[Table 6] The purpose of using manipulative materials

학년 \ 사용 목적	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년	합계
개념 소개	9.5%	6.3%	7.9%	7.3%	6.3%	5.4%	42.7%
절차 발견	1.3%	2.5%	1.4%	0	0	0	5.2%
기능 연습	4.3%	3.2%	5.6%	7.9%	7.0%	2.8%	30.8%
게임	2.5%	3.6%	3.4%	4.1%	3.6%	4.1%	21.3%
합계	17.6%	15.6%	18.3%	19.3%	16.9	12.3%	100%

는데 이 때 수학교과서에서는 이미 학습한 기본적인 연산 절차를 바탕으로 발전시키거나 막대 모델, 직사각형 모델과 같은 그림을 통해 연산 절차를 알아보도록 하고 있어 따로 구체적인 조작 활동을 제시하지는 않고 있다.

2 수 모형으로 $467+284$ 를 어떻게 계산하면 되는지 알아봅시다.

- 467 과 284 를 수 모형으로 놓으시오.
- 낱개 모형 10개를 십 모형으로 바꾸시오.
- 십 모형 10개를 백 모형으로 바꾸시오.
- $467+284$ 는 얼마입니까?



[그림 2] 절차 발견을 위해 수모형이 제시되는 예
[Fig. 2] The case of suggesting base-ten blocks for finding a procedure

앞에서 언급하였듯이, 수학이 추상화된 개념을 다루는 학문으로서 학습 내용에 대한 이해가 깊어짐에 따라 조작 자료에 대한 의존도를 점차 줄여나가는 것이 바람직하다고 볼 수 있으나 새로운 수학적 개념이나 원리를 학습하는 과정에서 조작 자료를 사용한 구체적 활동은 학생들이 스스로 의미를 구성해 갈 수 있는 중요한 과정이고, 여러 문헌에서 분수나 소수의 연산을 학습하기 위한 효과적인 조작 자료가 제시되고 있으므로 이에 대한 고려가 필요할 것으로 보인다.

2. 조작 자료에 대한 교사들의 인식 및 사용 실태 분석

가. 조작 자료에 대한 교사들의 인식

먼저 제시된 조작 자료를 사용하여 가르칠 수 있는 수학 주제들에 대한 교사들의 반응을 분석해 보면 크게 3가지로 구분되어 나타났는데, 세부적인 수학 주제들을 제시하거나, 크게 수학 영역으로 간단히 제시하거나, 아예 답하지 않은 경우가 있었다. 주어진 5개의 조작 자료들 중 3개 이상의 조작 자료에서 나타난 반응을 기준으로 각 교사들의 반응 유형을 분류해 보니

[표 7]과 같은 결과가 나타났다.

[표 7] 조작 자료가 사용될 수 있는 수학 주제들에 대한 교사들의 반응

[Table 7] Teachers' responses regarding mathematical topics which manipulatives can be used for

반응 유형	세부적인 수학 주제			수학 영역	무응답	합계
	평균 3개 이상	평균 2개 이상	평균 1개 이상			
교사 수 (명)	23	41	31	10	11	116
비율 (%)	19.8	35.3	26.7	8.6	9.6	100

전체 116명의 교사들 중 95명의 교사들(81.8%)이 제시된 조작 자료를 사용할 수 있는 세부적인 수학 주제들을 알고 있었다. 예를 들면, 숫자카드에 대해 “수(자연수, 분수)의 사칙연산, 수 만들기, 수(자연수, 분수)의 크기 비교, 배수 만들기, 경우의 수” 등을 지도할 때 사용할 수 있다고 답하였다. 더욱이 평균 3개 이상의 수학 주제들을 답한 교사들도 23명이나 되었다. 앞서 [표 5]에서 보았듯이 교사들에게 제시된 조작 자료들은 수학교과서에서 4회 이상 제시된 자료들이라 많은 교사들이 조작 자료를 사용하기에 적합한 수학 주제들에 대해서 잘 알고 있는 것이라 생각된다.

한편 소수이기는 하나, 하나도 답하지 못한 교사들이 11명인 것에 주목할 필요가 있다. 물론 해당 문항이 열린 형태의 주관식 문항이라 답하기 어렵고 번거로웠을 것으로 짐작되나 수학교과서에서 상당히 자주 사용되는 조작 자료들에 대해 하나라도 답하는 것이 어려웠다는 것은 이에 대한 수학적 지식이 충분하지 못한 것으로 파악할 수 있다.

다음으로 조작 자료의 효율성에 대한 교사들의 인식을 살펴보기 위해, 제시된 각 자료에 대해 (1)효율적이다, (2)효율적이지 않다, (3)효율적인지 아닌지 잘 모르겠다로 나누어 교사들의 반응을 분석해 보았다. [표 8]에서 볼 수 있듯이, 다섯 개의 조작 자료 각각에 대해 효율적이라고 답한 교사들이 가장 많았다. 그런데 수학교과서에서 더 많이 사용되고 있는 자료 1~3의 경우 상당히 많은 교사들이 효율적이라고 답한 반면, 자료 4, 5의 경우는 그보다 적은 수의 교사들이 효율적이라고 답한 것을 알 수 있다. 게다가 자료 4, 5의

경우는 효율적인지 아닌지 잘 모르겠다고 답한 교사들도 각각 32명, 33명이나 되었다.

[표 8] 조작 자료의 효율성에 대한 교사들의 반응
[Table 8] Teachers' responses about the efficiency of manipulative materials

	자료1	자료2	자료3	자료4	자료5
(1)효율적	78	93	84	52	52
(2)비효율적	22	12	20	30	30
(3)잘 모르겠다.	16	11	12	32	33
무응답	0	0	0	2	1

각 학년별로 자료 4, 5에 해당하는 조작 자료는 주사위, 카드, 놀이판 등([표 5] 참고)으로 이는 주로 학습 활동이 모두 끝나고 난 후 게임 활동에서 사용될 수 있는 자료들이다. 각 조작 자료가 효율적인지 아닌지의 판단은 개별 교사의 신념이나 가치관에 따라 다르게 나타날 수 있으나 효율적인지 아닌지 잘 모른다는 것은 조작 자료의 효율성에 대한 교사의 인식이 충분하지 못하여 나타난 결과라고 볼 수 있다.

나. 교사들의 조작 자료 사용 실태

조작 자료와 그것의 효율성에 대한 교사의 인식에 이어, 실제 교실 수업에서 조작 자료의 사용에 대해 살펴보고자 한다. 먼저 각 교사별로 제시된 5개의 조작 자료의 사용 여부를 분석해 보니 [표 9]와 같은 결과가 나왔다.

[표 9] 교사별 사용한 조작 자료의 수
[Table 9] Number of manipulative materials used by teachers

사용한 조작 자료의 수	교사 수(명)	비율(%)
5개~4개	57	49.1
3개~2개	48	41.4
1개~0개	11	9.5
합계	116	100

약 50%의 교사들이 실제 수업에서 대부분의 조작 자료를 사용하였다고 답하였으며, 약 40%의 교사들은

2~3개 정도의 조작 자료를 사용하였다고 답하였다. 그리고 나머지 약 10%의 교사들은 1개의 조작 자료를 사용하였다고 답하였다. 제시된 조작 자료를 모두 사용하지 않았다고 답한 교사는 단 1명뿐이었다. 이는 많은 교사들이 수학교과서에 제시된 조작 자료를 실제 수업에서 대체로 사용하고 있음을 보여주는 결과이다.

보다 구체적인 사용 실태를 살펴보기 위해 이번에는 조작 자료별, 학년별 사용 여부를 살펴보고자 한다. [표 10]은 학년별로 각각 다르게 제시된 자료 1~5에 대한 교사들의 사용 실태를 제시한 것이다. 우선 자료 1~3의 경우 상당히 많은 교사들이 사용했다고 답한 반면, 자료 4, 5의 경우는 사용하지 않은 교사가 절반 이상인 것으로 나타났다. 이는 앞에서 살펴본 조작 자료의 효율성에 대한 교사의 인식과 일맥상통하는 결과이다. 자료 4, 5의 경우 조작 자료의 효율성에 대해 약 60명의 교사가 비효율적이라고 생각하거나 효율적인지 아닌지 모른다고 답하였는데 이러한 인식이 실제 수업에서 조작 자료를 사용하지 않도록 이끈 것으로 보인다. 한편, 대부분의 교사들이 사용했다고 답한 자료는 자, 각도기와 같은 측정 도구들이다.

다음으로, 학년별 자료 사용 여부를 살펴보면 유독 3학년과 5, 6학년에서 해당 조작 자료를 사용하지 않은 교사들이 사용한 교사들보다 훨씬 많은 경우가 나타났다(색칠한 부분 참고). 이 자료들은 각각 구체물, 수모형, 주사위, 놀이판이다. 특이한 점은 수모형의 경우 1학년과 2학년 교사들은 대체로 사용하였다고 답한 반면(1학년에서 자료 3, 2학년에서 자료 1) 3학년 교사들은 상당수가 사용하지 않았다고 답했다는 것이다(3학년에서 자료 5). 이는 1, 2학년에서 처음 기본 연산을 학습할 때에는 수모형을 사용하여 지도하다가 3학년에 보다 큰 수의 연산을 학습할 때에는 이미 연산의 개념을 알고 있다고 생각하여 수모형을 사용하지 않고 지도하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 6학년의 경우는 다른 학년에 비해 대부분의 자료에서(자료 3 제외) 사용하지 않았다고 답한 교사들이 상당히 많은 것으로 나타났는데, 학년이 올라감에 따라 학습량이 많아지고 어려워지면서 조작 자료의 사용을 꺼려하는 것으로 볼 수 있으나 수학교과서에 제시된 조작 자료의 분석에서 드러났듯이 주로 놀이에서만 조작 자료가 제시되어 있어 교사들이 이를 필수적인 활동으로 생각하지 않는 것으로 이해될 수 있다.

[표 10] 조작 자료별 사용 여부
[Table 10] Use of each manipulative material

학년	응답자	자료1		자료2		자료3		자료4		자료5	
		사용	미사용	사용	미사용	사용	미사용	사용	미사용	사용	미사용
1	8	8	0	7	1	6	2	8	0	3	5
2	18	13	5	17	1	17	1	10	8	10	8
3	17	15	2	16	1	12	5	3	13	4	12
4	23	19	4	22	1	21	2	14	9	22	1
5	24	24	0	23	1	22	2	9	15	13	11
6	26	14	12	12	14	23	3	8	18	8	18
합계	116	93	23	97	19	101	15	52	63	60	55

조작 자료를 사용했다고 답한 교사들에게 조작 자료를 사용했을 때의 좋은 점, 어려웠던 점, 주의해야 할 점 등에 대해 자유롭게 기술해 달라고 하자 우선 많은 교사들이 다음과 같이 조작 자료의 효과적인 면에 대해 언급하였다.

“도형을 작도할 때는 대충 모양만 비슷하게 그리는 것이 아니라 정확한 과정을 거쳐야 한다는 것을 깨닫게 할 수 있다.”(5학년 교사, 자)
 “추상적인 수를 눈에 보이도록 하여 학습 이해도가 높아진다.”(1학년 교사, 수모형)
 “모양조각을 이용하면 학생들이 뒤집기, 밀기, 돌리기를 더 쉽게 이해하며 다양한 무늬를 만들 수 있다.”(4학년 교사, 도형 조각)
 “교과서에 첨부된 자료가기 때문에 따로 준비하지 않아도 수업을 진행할 수 있어 편리하다.”(1학년 교사, 붙임딱지)

이는 조작 자료를 사용해 본 대다수의 교사들이 구체적 조작 활동을 통해 학생들의 수학 개념에 대한 이해를 촉진할 수 있음을 알고 있다는 것을 보여준다. 그러나 이와 같이 조작 자료의 효과에 대해 인정하면서도 다음과 같이 여러 가지 어려운 점에 대해 토로하고 있었다.

“수업 내용보다는 붙임딱지에 더 집중하는 경향이 있다.”(1학년 교사, 붙임딱지)
 “수학교과서의 부록에 첨부되어 있는 숫자카드를 떼어내는 데 시간이 오래 걸린다.”(3학년 교사, 숫자카드)
 “각도기 사용법을 모르는 학생들이 많아 교사의 개별 지도가 필요하다.”(4학년 교사, 각도기)
 “쌓기나무를 이용하여 학습 과제를 수행하기 보다는 놀

이 활동으로 생각하는 학생들이 많다.”(6학년 교사, 쌓기나무)
 “자료 사용에 대한 구체적인 설명이 어려웠다.”(1학년 교사, 구체물)

교사들은 주로 시간이 너무 오래 걸린다거나, 학생들이 수학 내용이 아니라 조작 자료 자체에만 관심을 기울인다거나, 본인이 조작 자료를 이용하여 설명하는 것이 어려웠다는 점에 대해서 언급하고 있었다. 이는 실제 수업에서 조작 자료를 효과적으로 잘 사용하는 것이 교사들에게 상당히 어려운 과정임을 보여준다. 그러나 이러한 과정을 통해 교사들은 조작 자료의 효과적인 사용 방법에 대해 배워가고 있음을 알 수 있었다. 예를 들면, 일부 교사들은 조작 자료를 사용할 때의 어려움과 함께 주의해야 할 점에 대해서 기술하였는데, 여기에는 시간을 절약할 수 있는 방법, 조작 자료를 사용하기에 앞서 미리 지도해야 할 내용, 학생들이 조작 자료를 사용하는 데 있어 불편할 수 있는 부분들, 학생들의 수준 및 다양한 반응들에 대한 대처 방법 등이 포함되어 있었다.

한편 조작 자료를 사용하지 않았다고 답한 교사들에게 그 이유를 물어보았을 때, 해당 수학 주제를 가르치는 데 효율적이거나 적합하지 않다고 생각했기 때문이라거나 자료를 사용하기에는 시간이 부족했기 때문이라는 응답이 가장 많이 나타났다. 이는 여전히 조작 자료의 사용은 비효율적이며 시간이 오래 걸린다는 인식이 남아있으며 이로 인해 교사들이 조작 자료의 사용을 꺼려하고 있음을 보여주는 결과이다. 반면 일부 교사들은 수학교과서에 제시되어 있는 조작 자료를 사용하지 않고 보다 효율적이라고 생각하거나 사용 및

준비가 용이한 다른 조작 자료를 사용하였다고 답하였다. 예를 들면, 입체도형의 전개도 카드 대신 지오픽스를 사용하거나 줄자 대신에 실이나 끈을 사용한 경우이다. 기타 소수 의견으로는 수학교과서에 제시된 조작 자료가 학교에 미리 준비되어 있지 않아서 사용하지 못했다는 응답이 있었으며 학생들이 선행 학습을 통해 이미 답을 알고 있어서 재미가 없다는 응답도 있었다. 이와 같이 교사들이 조작 자료를 사용하지 않는 이유를 파악함으로써 수학 교실 내에서 조작 자료의 사용을 촉진시킬 수 있는 방안을 탐색해 나갈 필요가 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 초등학교 수학수업에서 조작 자료의 사용에 관한 시사점을 이끌어내고자 수학교과서에 제시된 조작 자료들을 살펴보고 조작 자료에 대한 교사들의 인식과 사용 실태를 분석하였다. 본 연구의 결과를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 수학교과서에 제시된 조작 자료를 분석한 결과, 자, 각도기와 같은 측정도구에서부터 수모형, 쌓기 나무와 같은 수학 교수들, 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 구체물들, 그리고 수학교과서나 익힘책의 부록으로 첨부되어 있는 붙임딱지나 도형 조각 등 다양한 조작 자료들이 제시되어 있는 것을 알 수 있었다. 조작 자료의 사용에 대한 연구들에서 적절한 조작 자료의 선택 및 사용 시기, 방법 등에 관한 세심한 주의와 연구가 필요하다고 언급한 바(남승인, 권민성, 2007), 초등학교 수학교과서에 이와 같은 다양한 조작 자료들이 제시되어 학생들이 여러 가지 활동에 참여하면서 수학을 학습할 수 있도록 구성되어 있다는 점은 매우 긍정적이라고 볼 수 있다. 특히, 붙임딱지나 도형조각, 게임판 등의 자료들은 수학교과서나 익힘책의 부록으로 첨부되어 있어서 교사가 따로 준비해야 하는 노력이나 시간을 줄여줄 수 있다. 이는 보다 적극적으로 교사들이 조작 자료를 사용할 수 있도록 하기 위한 지원 방안이 된다.

다만, 학년이 올라갈수록 제시되는 조작 자료의 비중이 적어진다거나 특정 영역에 편중되어 있는 점은 재고할 필요가 있다. 이는 특히 고학년에서 적합한 조작

자료, 다양한 수학 영역에서 사용될 수 있는 조작 자료에 대한 연구가 더 필요함을 시사한다. 또한 수학교과서의 부록에 제시되어 있는 붙임딱지나 도형 조각, 카드 등의 비중이 상당히 큰 만큼 이러한 자료들이 실제적으로 수학 학습에 효과적인지에 대한 논의도 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

둘째, 수학교과서에 제시된 조작 자료의 사용 방식을 분석한 결과 새로운 개념을 도입하거나 이미 배운 내용을 익히기 위한 경우가 가장 많은 것으로 나타났다. 이에 비해, 절차를 발견하기 위한 경우는 상당히 적었다. 일반적으로 교사들은 조작 자료를 사용하는 활동을 'real math'가 아닌 'fun math'라고 하여 단순히 흥미나 재미를 위해서 하는 활동으로 생각하는 경향이 있다(Moyer, 2001). 이에 적절한 활동에 대한 보상으로서 조작 자료를 사용한다거나 일반적인 수학 학습이 모두 끝난 다음에 놀이로서 사용하는 경우가 많다고 지적되어 왔다. 그러나 본 연구에서 분석한 결과와 같이 수학교과서에 개념을 도입하는 과정에서, 배운 내용을 익히는 과정에서 조작 자료를 사용할 수 있도록 제시해 주는 것은 교사들이 언제, 어떻게 조작 자료가 실제 수학 교수·학습 과정에서 사용될 수 있는지를 안내해 준다는 점에서 매우 긍정적으로 작용할 것으로 기대된다.

다만, 절차를 발견하는 과정에서 조작 자료가 제시된 경우는 상당히 적은 것으로 나타나 이에 대한 고려가 필요한 것으로 생각된다. 절차 발견을 돕기 위한 조작 자료는 1~3학년에 제시된 수모형 정도이며, 4~6학년에서는 전혀 나타나지 않았다. 이 결과 고학년에서는 수와 연산 영역에서 원리 탐구를 돕는 조작 자료는 거의 없다는 것을 알 수 있다. 사람에 따라서는 조작 자료의 사용이 어린 학생들에게는 적합할지 모르나 초등학교 고학년으로 갈수록 이에 대한 의존도를 줄여야 한다고 생각할 수 있다. 그러나 수학의 발생 과정을 살펴보았을 때, 수학적 개념뿐만 아니라 원리·법칙은 실세계에 존재하는 물리적 대상이나 현상에 대한 구체적 활동을 통해 얻어진 산물이므로 초기 단계의 수학적 활동에는 조작 자료의 사용이 권장되어야 한다(남승인, 권민성, 2007). 또한 조작 자료의 사용은 학생의 연령을 초월하여 어떤 조작 자료를 어떻게 사용하는지의 문제이기 때문에(김수미, 2000), 고학년에서 수와 연산 영역의 복잡한 계산 원리를 학생들이 스스로

탐구할 수 있도록 도움을 줄 수 있는 조작 자료에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 예를 들면, 십진 블록을 활용한 소수의 곱셈 지도(김수정, 방정숙, 2007), 패턴블록이나 퀴즈네어 막대를 활용한 분수 학습(구미중, 김민경, 2002; 윤선미, 김민경, 2005) 등의 연구들을 참고할 수 있을 것이다.

셋째, 수학교과서에 제시된 조작 자료에 대한 교사들의 인식을 분석한 결과, 많은 교사들이 제시된 조작 자료를 사용하여 지도할 수 있는 수학 주제들에 대해 잘 알고 있는 것으로 나타났으나 조작 자료의 효율성에 대한 인식에서는 다소 부족한 양상을 나타냈다. 일반적으로 우리나라 교사들은 수학교과서에 대한 의존도가 높은 것으로 알려져 있는 바(신성균, 고정화, 권점례, 박선화, 이대현, 이봉주, 최승현, 조영미, 2005), 수학교과서에 자주 제시되고 있는 조작 자료들이 어떤 수학 내용을 위해서 사용되고 있는지를 잘 알고 있는 것으로 이해될 수 있다.

그러나 제시된 조작 자료를 사용함에 있어 그러한 자료들이 실제 다양한 수학 교수·학습 과정에서 효율적으로 사용될 수 있는지를 판단하는 것은 교사의 몫임에 반해 이에 대해 잘 모르겠다고 답한 교사들이 다소 많이 나타난 결과에 대해서는 주의를 기울일 필요가 있겠다. 교사들은 특정 상황에서 어떤 조작 자료가 유용한지 또는 유용하지 않은지를 알고 있고 있어야 하고(Moyer, 2001), 이와 관련한 지원을 받아야 한다(Puchner, Taylor, O'Donnell, & Fick, 2008; Swan & Marshall, 2010). 따라서 제시된 조작 자료를 수동적으로 사용할 것이 아니라 교사 스스로가 특정 조작 자료의 효율성에 대한 판단이 필요함을 인식하고 이에 대한 능력을 키워나갈 수 있도록 적극적인 지원 방안이 마련되어야 한다.

넷째, 선행 연구에서 지적한 바와 달리(Puchner, Taylor, O'Donnell, & Fick, 2008) 교사들은 수학교과서에 제시된 조작 자료를 대체적으로 사용하는 경향이 있었으나 학년별, 조작 자료별로 분석한 결과 몇 가지 특징이 드러났다. 먼저 수모형의 경우 1, 2학년 교사들은 대부분 사용한다고 답한 반면 3학년 교사들은 상당수가 사용하지 않았다고 답했다. 연산의 기본 개념을 강화해야 하는 시기에 수학교과서에 자주 제시되고 있는 수모형의 필요성을 교사가 별로 인식하지 못하고 있는 것은 주목해야 할 결과라고 생각된다. 또한 학습

량이 많아지고 어려워지는 6학년 교사의 경우 쌓기나 무를 제외하고는 조작 자료를 사용하지 않는 교사들이 더 많은 것으로 나타났다. 고학년의 경우 주로 카드나 주사위 등 매 단위 놀이마당에 제시되는 조작 자료가 많은데, 실제 교사들이 놀이마당 코너를 생략하고 지나가거나 학생들이 간단히 해보고 넘어가는 과정으로 진행되는 경향이 있어(황현미, 2013) 여기에 제시된 조작 자료를 충분히 활용하지 않는 것으로 볼 수 있다.

실제로 교사들이 조작 자료를 사용하지 않은 이유를 살펴보면 대부분 해당 조작 자료가 비효율적이라고 생각하거나 준비하고 지도하는 데 시간이 부족하기 때문이다. 심지어 학교에 조작 자료가 준비되어 있지 않아서 사용하지 못하였다는 응답도 있었다. 이는 조작 자료의 필요성에 대한 교사들의 인식과 조작 자료의 효과적인 사용 방법에 대한 안내가 보다 더 강화될 필요가 있으며, 이와 더불어 학교에서 조작 자료의 충분한 구입이 이루어져야 함을 보여주는 결과이다. 한편, 조작 자료를 사용한 교사들은 조작 자료를 사용하면서 겪는 어려움을 토로하면서도 조작 자료의 효과적인 면에 대해 인식하고 있었으며 조작 자료 사용 시에 주의해야 할 점에 대해 알아가고 있음을 알 수 있었다. 이는 모두 수학교과서에 조작 자료를 제시하는 것 이상으로 교사들이 실제로 그러한 조작 자료를 사용할 수 있도록 지원해 줄 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다는 것을 시사한다.

본 연구는 수학교과서에 제시되어 있는 조작 자료에 한하여 교사들의 인식과 사용 실태를 분석하였으나 이것이 수학교과서에 제시된 조작 자료를 반드시 사용해야 한다는 의미는 아니다. 우리나라 교사들이 교과서에 대한 의존도가 높음을 감안한다면 가장 기본적으로 수학교과서에 제시되어 있는 조작 자료들에 대한 교사들의 인식과 사용 실태를 파악할 필요가 있었고, 이를 통해 조작 자료의 효율성에 대한 교사들의 적극적인 인식과 조작 자료의 사용에 필요한 지식을 강화해야 할 필요성을 제기하고자 한 것이다.

최근 우리나라는 잦은 교육과정 개정과 교과서 개발이 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 2013년 1월에 교육과학기술부와 한국과학창의재단 주관으로 전국적으로 시·도별 1·2학년군 수학 교사용도서 활용 연수를 실시한 점은 매우 고무적이다. 이러한 연수를 진행할 때에 교육과정과 교과서 집필 의도뿐만

이 아니라 교과서에 제시된 조작 자료의 의도와 필요성, 활용 방안 등을 파악할 수 있도록 지원해준다면 교사들이 수학 교실 내에서 적극적으로 조작 자료를 사용하는 데 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2008). 초등학교 교육과정 해설 IV: 수학, 과학, 실과. 서울: 미래엔.
- Ministry of Education, Science and Technology (2008). *Elementary school curriculum manual IV: Mathematics, Science, Practical Course*. Seoul: Mirae N.
- 교육과학기술부 (2012). 수학 지도서 6-1. 서울: 두산동아.
- Ministry of Education, Science and Technology (2012). *Mathematics teachers' guide 6-1*. Seoul: Doosan-Donga.
- 구미중, 김민경 (2002). 초등학교 4학년 아동의 패턴블록 활용 분수학습에 관한 연구. 교과교육학연구, **6(2)**, 37-56.
- Koo, M.J. & Kim, M.K. (2002). A study of elementary school 4th graders in fraction learning using pattern blocks. *Journal of the Research Institute of Curriculum Institution*. **6(2)**, 37-56.
- 김수미 (2000). 수학교육에서의 조작교구에 관한 연구. 학교수학, **2(2)**, 459-474.
- Kim, S.M. (2000). A study of manipulative materials in mathematics education. *School Mathematics*. **2(2)**, 459-474.
- 김수정, 방정숙 (2007). 십진블록을 활용한 소수의 곱셈 지도에서 초등학교 5학년 학생들의 개념적 이해과정 분석. 한국초등수학교육학회지, **11(1)**, 1-21.
- Kim, S.J. & Pang, J.S. (2007). An analysis on the process of conceptual understanding of fifth grade elementary school students about the multiplication of decimal with base-ten blocks. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*. **11(1)**, 1-21.
- 남승인 (2003). 초등학교 수학교육에서 교구활동에 관한 연구(치교관 활용을 중심으로). 대구교육대학교 논문집, **38**, 109-134.
- Nam, S.I. (2003). A study on the using of manipulative material in the elementary school mathematics education: Based on tangram. *Thesis Collection of Taegu National University of Education*. **38**, 109-134.
- 남승인, 권민성 (2007). 수학 이해력 증진을 위한 교구 활용 방안에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, **10(2)**, 125-139.
- Nam, S.I. & Kwon, M.S. (2007). A study on the method of using educational aids for improving mathematical understanding. *Education of Primary School Mathematics*. **10(2)**, 125-139.
- 신성균, 고정화, 권점례, 박선화, 이대현, 이봉주, 최승현, 조영미 (2005). 수학과 교육과정 개선 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2005-6.
- Shin, S., Ko, J., Kwon, J., Park, S., Lee, D., Lee, B., Choe, S., & Cho, Y. (2005). *A study on the improvement of the national school curriculum in mathematics*. Korea Institute of Curriculum & Evaluation RRC 2005-6.
- 윤선미, 김민경 (2005). 퀴즈네어 막대의 활용을 강조한 TAI 분수 학습 프로그램 개발. 교과교육학연구, **9(1)**, 37-60.
- Yoon, S. & Kim, M.K. (2005). Developing a TAI fraction-learning program using cuisenaire rods. *Journal of the Research Institute of Curriculum Institution*. **9(1)**, 37-60.
- 황현미 (2013). 초등학교 교사들의 수학교과서 사용 실태 분석 및 수준 모델 개발. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- Hwang, H.M. (2013). *An analysis and level development of mathematics textbooks use by elementary teachers*. Doctoral dissertation, KNUE.
- Baroody, A.J. (1989). Manipulatives don't come with guarantees. *Arithmetic Teacher*. **37(2)**, 4-5.
- Baroody, A.J. & Coslick, R.T. (2005). 수학의 힘을 길러주자. 왜? 어떻게? (권성룡 외 11인 공역), 서울: 경문사. (원저 1998년 출판)
- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*. **3**, 1-6.

- Cain-Caston, M. (1996). Manipulative queen. *Journal of Instructional Psychology*, **23**(4), 270-274.
- Caswell, R. (2007). Fraction from concrete to abstract using "playdough mathematics". *Australian Primary Mathematics Classroom*, **12**(2), 14-17.
- Kosko, K.W. & Wilkins, J.L. (2010). Mathematical communication and its relation to the frequency of manipulative use. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, **5**(2), 79-90.
- Fennema, E & Romberg, T.A. (1999). *Mathematics classrooms that promote understanding*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hynes, M. (1986). Selection criteria. *Arithmetic Teacher*, **33**(6), 11-13.
- Moyer, P.S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, **47**(2), 175-197.
- Puchner, L., Taylor, A., O'Donnell, B., & Fick, K. (2008). Teacher learning and mathematics manipulatives: A collective case study about teacher use of manipulatives in elementary and middle school mathematics lessons. *School Science and Mathematics*, **108**(7), 313-325.
- Reys, R.E., Lindquist, M.M., Lambdin, D.V., & Smith, N.L. (2009). *Helping children learn mathematics* (9th Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Robert, S.K. (2007). Not all manipulatives and models are created equal. *Mathematics Teaching in the Middle Schools*, **13**(1), 6-9.
- Swan, P. & Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *Australian Primary Mathematics Classroom*, **15**(2), 13-19.

Korean Elementary Teachers' Perceptions and Use of Manipulative Materials in Mathematics Textbooks

Hwang, HyunMi[†]

Seoul Yongdap Elementary School
Yongdap-dong 29, Seongdong-gu, Seoul 133-847, Korea
E-mail: cromity@hanmail.net

Kim, SangHwa

Sanyang Elementary School
Sanyang-ro 2, Kiheung-gu, Yongin 446-598, Korea
E-mail: exit90@dreamwiz.com

Pang, JeongSuk

Korea National University of Education
Gangnae-myeon, Cheongwon-gun, Chung-buk 363-791, Korea
E-mail: jeongsuk@knue.ac.kr

The use of manipulative materials is one of the most important teaching-learning methods at primary level, and is recommended across all grade levels and for all areas of mathematics. This study looked into specific manipulative materials suggested in Korean elementary mathematics textbooks and analysed perceptions and actual use of the manipulative materials according to the teachers. As a result, although most teachers were fully familiar with mathematical topics for which manipulative materials can be used and actually used those materials in lessons, but their knowledge on the efficiency of manipulatives and the way to use them efficiently was found somewhat insufficient. This suggests that teachers' knowledge on manipulative materials must be enhanced and there should be active measures taken to support the use of it.

* ZDM classification : U62

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U60

* Key Words : analysis of mathematics textbooks, use of manipulative materials, teachers' perceptions

† Corresponding Author