

입체도형에 관한 초등학교 수학 교과서 분석

방정숙¹⁾ · 황현미²⁾

본 논문은 2007년 개정 수학과 교육과정에서 제시된 입체도형에 관한 내용을 바탕으로 세 가지 측면에서 개정 교과서를 면밀하게 분석하였다. 첫째, 전반적인 지도 내용을 살펴본 결과 교육과정과의 연계성, 단원 제시 방식, 지도 내용의 적절성, 교과서에 제시된 입체도형의 정의에 대해 유의할 측면이 부각되었다. 둘째, 입체도형의 지도 방법에 대한 분석 결과 각 단계별 활동이 잘 구현되지 않은 도형이 있었는데, 주로 탐구하기의 활동이 부족한 것으로 드러났다. 셋째, 입체도형을 활용한 공간감각의 지도 방법을 분석한 결과 기존에 비해 예측하기와 표현하기 활동이 상대적으로 강화되었음을 알 수 있었다. 이와 같은 분석 결과를 토대로 입체도형과 관련된 교과용도서 개발 및 적용에 기초적인 자료 및 시사점을 제공하고자 한다.

주요용어 : 입체도형 지도방법, 공간감각, 초등수학 교과서 분석

I. 시작하는 말

도형 영역은 초등수학교육에서 큰 비중을 차지하는 영역이다. 우리는 2차원 또는 3차원의 모양에 둘러싸여 살아가므로 학생들에게 도형은 친숙한 대상이라 할 수 있다. 도형에 관한 지식은 자연, 예술, 건축, 그래픽 등 일상생활의 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 할 수 있으며, 다른 수학 영역 및 교과 학습에도 활용될 수 있다(NCTM, 2000). 특히 초등학교에서 도형 영역은 다른 영역과 잘 연결되는데, 예를 들어 도형의 개념 및 표현은 수와 측정(길이, 면적, 부피)에 관한 사고를 하는 데 상당한 기여를 할 수 있다(강완, 김현미, 2010).

도형 영역은 크게 평면도형과 입체도형의 개념과 성질을 다루는 것으로 이루어져 있는데(교육과학기술부, 2008), 그동안 평면도형에 대한 연구는 상당히 이루어진 반면 입체도형에 대한 연구는 상대적으로 적다. 그러나 입체도형의 기하학적 성질을 학습하는 것은 초등학교 고학년 도형 학습의 핵심적인 부분으로, 학생들에게 기하에 대한 과정 측면의 목적을 강조할 기회를 제공한다는 면에서 중요하다(Reys, Lindquist, Lambdin, & Smith, 2009). 예를 들어, 입체도형에서 대상을 묘사하고 분류하기, 구성하기, 탐구하고 발견하기, 입체도형을 평면도형과 관련짓기 등의 활동을 통해 학생들의 공간능력을 더욱 발달시킬 수 있다.

입체도형에 관한 선행 연구를 살펴보면, 대부분 교구 활용에 관한 연구(예, 심상길, 황선

1) 한국교원대학교 (jeongsuk@knue.ac.kr)

2) 서울용답초등학교 (cromity@hanmail.net)

욱, 2009), 컴퓨터 및 인터넷을 활용한 입체도형 지도에 관한 연구(예, 권성룡, 2006; 김종민, 주영진, 2008; 이혜숙, 권성룡, 2009), 쌓기나무 지도 방안에 관한 접근법(예, 장혜원, 강종표, 2009), 입체도형과 관련한 학생들의 공간감각에 관한 연구(예, 김남균, 오은선, 2008; 김유경, 방정숙, 2007; 류현아, 정영옥, 송상현, 2007)가 주를 이루고 있다. 이에 비해 입체도형 지도에 관한 교과용 도서 분석은 별반 없다. 다만 우리나라와 다른 나라의 교육과정이나 교과서를 분석하는 연구에서 도형 영역을 일부 포함하여 분석하기도 했으나(예, 신항균, 황혜정, 2006; 윤제진, 강홍재, 2008; 최근배, 김해규, 2005; 최병훈, 방정숙, 송근영, 황현미, 구미진, 이성미, 2006), 대부분 전반적인 지도 내용과 흐름을 비교·분석한 것이기 때문에 입체도형의 여러 가지 개념 및 지도 방법에 대한 상세한 분석을 찾아보기는 어렵다.

이와 같은 연구 배경을 바탕으로, 본 연구는 2007년 개정 교육과정에 제시된 입체도형 관련 지도 내용을 살펴보고, 이를 토대로 교과서를 중심으로 입체도형의 개념 정의와 지도방법을 상세히 분석하고자 한다. 특히, 입체도형을 주로 다루는 5·6학년 교과서의 실험본 교과서가 현재 개발되어 실험·적용되는 시기에 있으므로, 이를 면밀히 분석하여 교과용 도서 개발 및 적용에 기초적인 자료 및 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 2007 개정 수학과 교육과정에 제시된 입체도형 지도 내용 분석

초등 수학 교과서를 분석하기 전에 우선 교육과정의 관련 내용을 살펴볼 필요가 있다. 2007 개정 교육과정의 도형 영역에서는 평면도형과 입체도형의 개념과 성질을 다룬다(교육과학기술부, 2008). 제7차 교육과정에서는 ‘공간감각’이라는 별도의 세부 영역을 명시하였으나, 개정 교육과정에서는 공간감각과 관련된 내용들을 평면도형과 입체도형의 세부 내용으로 포함시켜 교수·학습의 효과를 극대화하고자 하였다(김상미, 2008). 이에 본 연구에서는 개정 교육과정의 도형 영역 중 입체도형에 해당하는 내용을 주된 분석 대상으로 한다.

개정 교육과정의 주요 내용을 제7차 교육과정과 비교하기 위해 각 교육과정에서 제시한 입체도형 관련 내용을 학년(단계)별로 정리하면 [표 1]과 같다(교육부, 1998; 교육인적자원부, 2007). 입체도형은 1학년과 2학년에서 학생들에게 친숙한 언어로 선행 경험을 제공한 후에 5학년과 6학년에서 다루어지는데, 그 내용을 학년별로 제시하면 다음과 같다. 먼저 1학년에서는 학생들이 생활에서 흔히 접하게 되는 것이 3차원의 물체이기 때문에 직육면체, 원기둥, 구의 모양을 생활에서 찾고 감각을 익히는 활동을 평면도형보다 먼저 제시하고 있다. 2학년에서는 쌓기나무로 만들어진 입체도형을 보고 똑같이 만들거나, 주어진 쌓기나무로 여러 가지 입체도형을 구성해 보는 활동을 한다. [표 1]에서 보듯이 1, 2학년에서의 입체도형 관련 내용은 제7차 교육과정과 개정 교육과정 사이에 거의 차이가 없다.

3학년과 4학년에서는 입체도형과 관련한 내용을 학습하지 않고, 평면도형의 개념과 성질을 파악하는 데에 주력한다. 5학년에서부터 입체도형의 개념과 성질을 본격적으로 학습하게 되는데, 구체적으로 직육면체와 정육면체의 구성 요소를 알아보고 그 성질을 찾아보며, 전개도와 겨냥도를 이해하는 활동을 한다. 제7차 교육과정에서 “직육면체와 정육면체의 전개도를 그릴 수 있다”로 제시되었던 것이 개정 교육과정에서 “직육면체와 정육면체의 전개도와 겨냥도를 그릴 수 있다”로 수정됨으로써 학습내용이 보다 상세화된 것을 알 수 있다.

6학년에서는 각기둥과 각뿔, 원기둥과 원뿔의 구성요소와 성질을 알아보고, 각기둥과 원기

입체도형에 관한 초등학교 수학 교과서 분석

등의 전개도를 학습한다. 이 때 각기둥의 전개도는 간단한 경우만을 다루어 그려보도록 하나, 원기둥의 전개도의 경우는 “원기둥의 전개도를 이해한다”라고 하여 정확하게 그리는 활동은 하지 않는다. 또한 원기둥, 원뿔, 구를 통해 회전체의 개념도 학습한다. 여기서 제7차 교육과정에서는 원기둥과 원뿔에 관련된 내용이 <여러 가지 입체도형> 하에 제시되었으나, 개정 교육과정에서는 <원기둥과 원뿔의 성질>로 수정되어 <각기둥과 각뿔의 성질>과 함께 일관성을 갖추는 동시에 학습 계열이 보다 명확해짐을 알 수 있다.

[표 1] 제7차 교육과정과 2007 개정 교육과정에 제시된 입체도형 관련 내용

단계	제7차 교육과정	학년	2007 개정 교육과정
1-가	<입체도형의 모양> ▪ 여러 가지 물건을 관찰하여 직육면체, 원기둥, 구의 모양을 찾을 수 있다. ▪ 여러 가지 재미있는 모양을 만드는 활동을 통하여 기본적인 입체도형에 대한 감각을 익힌다.	1	<입체도형의 모양> ▪ 여러 가지 물건을 관찰하여 직육면체, 원기둥, 구의 모양을 찾을 수 있다. ▪ 여러 가지 모양을 만드는 활동을 통하여 기본적인 입체도형에 대한 감각을 익힌다.
2-나	<입체도형의 구성> ▪ 쌓기나무로 만들어진 입체도형을 보고 똑같이 만들 수 있다. ▪ 주어진 쌓기나무로 여러 가지 입체도형을 만들 수 있다.	2	<입체도형의 구성> ▪ 쌓기나무로 만들어진 입체도형을 보고 똑같이 만들 수 있다. ▪ 주어진 쌓기나무로 여러 가지 입체도형을 만들 수 있다.
5-가	<직육면체와 정육면체의 성질> ▪ 직육면체와 정육면체의 구성 요소를 알고, 여러 가지 성질을 찾아 낼 수 있다. ▪ 직육면체와 정육면체의 전개도를 그릴 수 있다.	5	<직육면체와 정육면체의 성질> ▪ 직육면체와 정육면체의 구성 요소를 알고, 여러 가지 성질을 찾을 수 있다. ▪ 직육면체와 정육면체의 전개도와 겨냥도를 그릴 수 있다.
6-가	<각기둥과 각뿔의 성질> ▪ 각기둥과 각뿔을 이해하고, 구성 요소와 성질을 알 수 있다. ▪ 각기둥의 전개도를 그릴 수 있다. <공간 감각> ▪ 주어진 모양을 보고 쌓기나무로 만들 수 있다.	6	<각기둥과 각뿔의 성질> ▪ 각기둥과 각뿔을 이해하고, 구성 요소와 성질을 안다. ▪ 각기둥의 전개도를 그릴 수 있다. <원기둥과 원뿔의 성질> ▪ 원기둥과 원뿔을 이해하고, 구성 요소와 성질을 안다. ▪ 원기둥의 전개도를 이해한다. ▪ 회전체를 이해한다.
6-나	<여러 가지 입체도형> ▪ 원기둥과 원뿔을 알고, 구성 요소와 성질을 이해한다. ▪ 원기둥의 전개도를 이해한다. ▪ 회전체를 이해한다.		<여러 가지 입체도형> ▪ 쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 사용된 쌓기나무의 개수를 구할 수 있다. ▪ 쌓기나무로 여러 가지 모양을 만들고 규칙을 찾을 수 있다. ▪ 쌓기나무로 만든 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 표현할 수 있다. ▪ 여러 가지 물체의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 표현할 수 있다.

여기에 더해 6학년에서는 쌓기나무로 만든 입체도형의 구조를 파악하거나 쌓기나무로 여러 가지 입체도형을 만들어 보는 활동을 하면서 입체도형에 대한 공간 감각을 기를 수 있도록 하고 있다. 제7차 교육과정에서는 이러한 내용이 <공간감각>이라는 하위 영역에 포함되었으나 개정 교육과정에서는 <여러 가지 입체도형>하에 포함되면서 공간감각을 따로 구분하지 않고 입체도형 관련 내용과 통합하여 제시하고 있음을 알 수 있다. 또한 그 내용이 제7차 교육과정에서 한 문장으로 제시된 것에 비해 보다 상세히 제시되고 있으며, 특히 여러 가지 물체의 위, 앞, 옆에서 본 모양 표현하기를 추가함으로써 공간감각의 신장을 더욱 강조하고 있다.

Ⅲ. 입체도형에 관한 수학 교과서 분석의 개요

1. 분석 대상과 범위

본 논문은 입체도형에 관한 교과서의 지도 내용을 자세히 분석하려는 의도를 가지고 있으므로, 교과서에서 입체도형을 다루는 1, 2, 5, 6학년의 교과서를 분석 대상으로 삼았다(교육과학기술부, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2010c). 연구 시기 및 목적을 고려하여 1, 2학년은 2007 개정 교육과정에 의한 교과서로, 5, 6학년의 경우는 개정 교육과정에 의한 실험본 교과서를 대상으로 하였다. 특히 입체도형의 대부분의 내용은 1, 2학년에서의 선행경험을 바탕으로 5, 6학년에서 주로 다루어지기 때문에, 고학년의 지도 내용을 자세히 분석하였다. 또한 앞장의 교육과정 분석에서 알아본 바와 같이 개정 교육과정에서는 입체도형에 대한 개념과 지도방법 뿐만 아니라 입체도형과 관련된 공간감각도 입체도형의 영역 내에서 다루므로, 이를 포함하여 분석하였다.

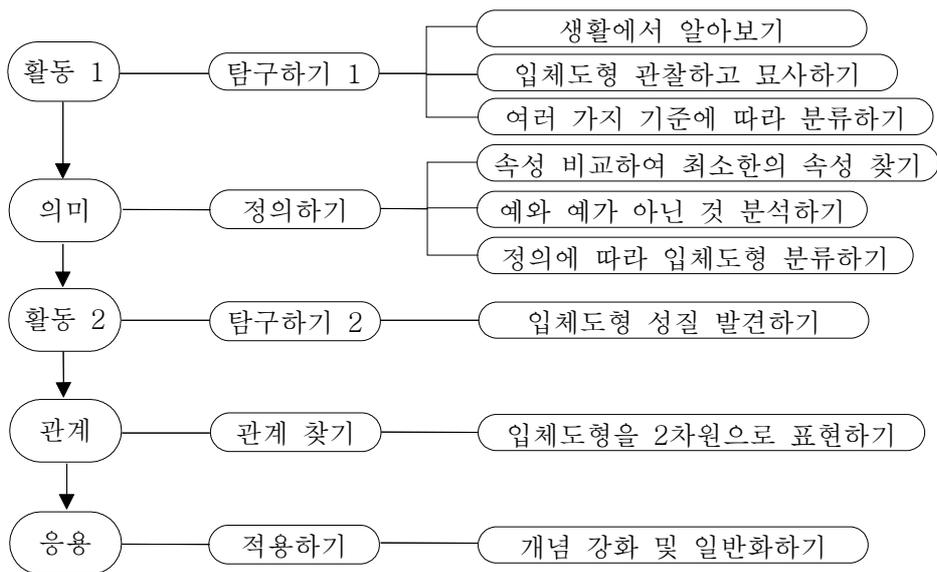
한편, 교과서를 중심으로 분석하되, 필요한 경우 익힘책의 관련 내용을 부가적으로 살펴보았다(2010d, 2010e, 2010f). 이는 특히 입체도형에 관한 지도방법을 분석할 때 교과서에서 충분히 제시되지 못한 측면이 익힘책을 통해 보완되는 경우가 있기 때문에 함께 분석할 필요가 부각되었기 때문이었다. 또한 필요한 경우 제7차 교과서와 비교함으로써 분석의 깊이를 더하고자 하였다(교육과학기술부, 2009c, 2009d, 2009e).

2. 분석 방법과 근거

입체도형에 대한 교과서 분석은 다음과 같이 세 가지 측면에서 이루어졌다. 첫째, 전반적인 지도내용을 분석하였다. 구체적으로, 수학과 교육과정에 제시된 입체도형 관련 내용이 해당 학년의 교과서에서 어떻게 구현되었는지를 알아보고자 교과서의 단원 구성 및 전반적인 지도 내용을 요약하고, 이에 기초하여 교육과정과의 연계성, 지도 시기, 단원 제시 방식, 지도 내용의 적절성 측면에서 해당 내용을 분석하였다. 또한 주요 입체도형에 대한 ‘정의’를 분석하였다. 이는 주요 지도 내용이 입체도형의 정의와 성질에 관한 것이기 때문에 그에 대한 지도방법을 자세히 분석하기 전에 주요 입체도형에 대해서 어떻게 정의하는지를 살펴보는 것이 중요하다고 판단되었기 때문이다. 많은 입체도형의 개념이 교과서에서 ‘약속’의 형태로 제시되는데, 학교수학에서는 순수수학에서 사용하는 정의의 방법을 그대로 사용하기

보다는 교수학적 의도에 따라 덜 엄밀한 형태로 제시되기 때문에(우정호, 조영미, 2001), 교과서의 ‘약속’을 살펴봄으로써 초등학교에서 관련 내용을 지도할 때 교사가 특히 유의할 점에 대해 생각해보고자 하였다.

둘째, 입체도형에 대한 지도방법을 자세히 분석하였다. 분석 방법은 선행 연구 결과를 토대로 방정숙, 김상화, 박금란(2006)이 제시한 입체도형의 지도방법을 사용하였다([그림 1] 참조). 입체도형의 지도에서는 학생들이 살고 있는 3차원의 공간 세계를 기하적 감각으로 탐구하는 것이 중요하기에 활동 위주의 비형식적 기하학을 토대로 충분히 도형을 다루고 접해 보는 탐구의 과정을 경험하는 것이 중요하다(NCTM, 2000; Reys et al., 2009). 그런데, 방정숙 외(2006)의 지도방법은 입체도형을 탐구하는 과정인 기술과 분류, 구성, 탐구와 발견, 입체도형과 평면도형의 관계에 중점을 둔 것으로 최근의 입체도형 지도방법에서 강조된 점을 반영한 것으로 판단되었기 때문에 본 논문에서 활용하였다. 구체적으로 지도 방법을 살펴보면, ‘탐구하기 1’은 우리 주변의 물체들을 살펴보고 그 물체들을 여러 가지 입체도형과 짝지어 보면서 생활 속에서 수학을 느끼게 한 후, 입체도형을 다양한 활동을 통해 탐구하도록 하는 단계이다. 여기에는 ‘생활에서 알아보기’, ‘입체도형 관찰하고 묘사하기’, ‘여러 가지 기준에 따라 분류하기’ 활동이 포함된다. ‘정의하기’에는 ‘속성 비교하여 최소한의 속성 찾기’, ‘예와 예가 아닌 것 분석하기’, ‘정의에 따라 입체도형 분류하기’ 활동이 포함된다. 다음으로, ‘탐구하기 2’는 활동을 통해 입체도형의 성질을 발견하는 단계이다. 탐구하기 1이 입체도형에 익숙해지는 단계라면 탐구하기 2는 정의를 바탕으로 입체도형을 자세히 분석하는 단계이다. 이 단계는 다양하고 구체적인 활동을 하면서 입체도형의 성질을 학습하는 것이 중요하다. ‘관계 찾기’는 3차원의 도형과 2차원의 도형을 서로 관련짓는 단계로 3차원 물체를 2차원 표현과 연결시키는 많은 활동을 해 보면서 관계를 익히고 감각을 기르는 것이 중요하다. 마지막으로, ‘적용하기’는 응용 단계로써 지금까지 배운 도형을 생활이나 여러 가지 문제에 적용해 보면서 개념을 강화하고 일반화하는 단계이다.



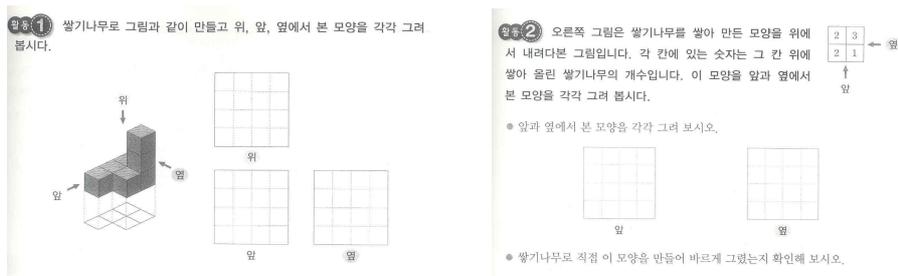
[그림 1] 입체도형 지도 방법

한편, 현행 교과서에서 다루고 있는 모든 입체도형의 지도방법을 각각 분석하는 것은 소

논문의 지면상 한계가 있으므로, 입체도형의 지도방법에 따라 대체로 충실하게 지도되는 것으로 판단되는 직육면체와 원기둥, 이에 비해 다소 충실하지 못한 것으로 판단되는 각뿔과 원뿔로 나누어 분석 내용을 제시하였다. 이는 입체도형의 지도방법에 대한 이해를 촉진하고 효과적인 지도 방법에 대한 논의를 촉진할 수 있다는 점에서 의미 있을 것으로 기대된다.

셋째, 입체도형을 활용한 공간감각의 지도방법을 분석하였다. 이에 관한 선행 연구를 검토해보면 예측하기, 조작하기, 표현하기가 강조된다(방정숙 외, 2006). 여기서 예측하기 단계는 직접 활동을 해 보면 어떻게 될지를 예측·상상해 보면서 머릿속으로 사물을 조작·변환해 보는 단계이다. 조작하기 단계는 머릿속으로 예측한 결과를 확인해 보기 위해서 구체적 조작물을 가지고 과제를 해결하거나, 제시된 지시에 따라 직접 변환 또는 조작해 보는 단계이다. 마지막으로 표현하기 단계는 예측한 후에 조작하여 확인한 결과나 규칙을 그림이나 언어로 나타내는 단계이다.

본 논문에서는 이 세 단계를 분석 기준으로 하여 공간감각 지도방법이 얼마나 잘 구현되고 있는지를 살펴보았다. 구체적으로 교과서의 활동을 중심으로 각각 예측하기, 조작하기, 표현하기에 해당하는 내용이 제시되는 횟수를 분석하였다. 분석의 정확도를 높이기 위해서 하나의 활동 안에 여러 개의 질문이 있는 경우 각 질문 하나하나를 분석의 대상으로 하였다. 또한 질문의 외형적인 측면보다는 전체적인 활동의 본질과 성격을 고려하여 분석하였다. 예를 들어, 쌓기나무로 그림과 같이 만들고, 위, 앞, 옆에서 본 모양을 각각 그려보는 활동이 있고([그림 2]의 왼쪽), 그림을 보고 앞과 옆에서 본 모양을 그려 본 후 쌓기나무로 똑같이 만들어 확인해 보는 활동이 있다([그림 2]의 오른쪽). 두 활동 모두 그려보는 내용을 똑같이 포함하고 있으나 그 활동의 본질은 다르다. 따라서 전자의 경우에, 쌓기나무로 만드는 활동은 조작해보기 단계에, 위, 앞, 옆에서 본 모양을 그려보는 활동은 표현하기 단계에 해당하는 것으로 분석하였다. 반면 후자의 경우는 앞과 옆에서 본 모양을 그리는 활동은 예측하기 단계에, 그리고 난 후 쌓기나무로 만들어 확인해 보는 활동은 조작해보기 단계에 해당하는 것으로 분석하였다.



<6-1> 4 여러 가지 입체도형(p. 61)

[그림 2] 교과서에 제시된 예측하기, 조작하기, 표현하기의 예

IV. 입체도형에 관한 수학 교과서 분석

1. 전반적인 지도 내용 분석

교과서의 입체도형 관련 단원명과 그 단원의 지도 내용을 지도 순서에 따라 정리하면 [표 2]와 같다(교육과학기술부, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2010c).

[표 2] 입체도형 관련 교과서의 단원과 지도 내용

학년	단원	지도 내용
1-1	3. 여러 가지 모양	상자 모양, 둥근 기둥 모양, 공 모양 알아보기 → 여러 가지 모양 찾아보기 → 여러 가지 모양 만들기
2-1	3. 여러 가지 모양	(선분과 직선 알아보기 → 사각형 알아보기 → 삼각형 알아보기 → 원 알아보기 → 색종이로 사각형, 삼각형, 원 만들기 →) 쌓은 모양 보고 똑같이 쌓기 → 쌓기나무로 여러 가지 모양 만들기
5-1	6. 직육면체와 정육면체	직육면체 알아보기 → 정육면체 알아보기 → 직육면체의 면 사이의 관계 알아보기 → 직육면체의 겨냥도 그리기 → 직육면체의 전개도 그리기
6-1	3. 각기둥과 각뿔	입체도형과 각기둥 알아보기 → 각기둥의 구성요소 알아보기 → 각뿔의 개념과 구성요소 알아보기 → 각기둥의 전개도 알아보기 → 각뿔의 전개도 알아보기
	4. 여러 가지 입체도형	쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 개수 구하기 → 쌓기나무로 여러 가지 모양을 만들고 규칙 찾기 → 쌓기나무로 만든 것의 위, 앞, 옆에서 본 모양 알아보기 → 여러 가지 물체를 위, 앞, 옆에서 본 모양 나타내기 → 여러 가지 건축물을 위, 앞, 옆에서 본 모양 나타내기
6-2	2. 원기둥과 원뿔	원기둥 알아보기 → 원기둥의 전개도 알아보기 → 원뿔 알아보기 → 회전체 알아보기 → 회전체의 단면 알아보기

이를 분석해 보면 다음과 같은 특징이 드러난다. 첫째, 교육과정과의 연계성 측면에서 기본적으로 개정 교육과정에서는 학년별로 지도 내용을 제시하고 있어 교육과정과 교과서 간의 연계성이 잘 이루어지고 있다. 대체적으로 교육과정에서 제시하는 하나의 주제가 교과서에서 하나의 단원으로 구현되는 것이 일반적이나, 예외적으로 2학년에서 <입체도형의 구성>이 하나의 단원으로 구성되지 않고 <기본적인 평면 도형>을 다루는 단원인 '3. 여러 가지 모양'에 포함되어 있음을 알 수 있다. 이는 쌓기나무로 만드는 활동이 5~6개의 쌓기나무를 사용하는 간단한 활동이라 난이도가 낮다는 지적에 따라(한국교육과정평가원, 2004), 하나의 단원으로 구성하지 않고 평면도형의 단원과 통합하여 구성한 것으로 해석할 수 있다.

한편 교육과정에서는 6학년에서 각기둥의 전개도만을 언급하고 있으나 교과서에서는 각기둥과 각뿔의 전개도를 모두 다루고 있다. 지도 순서를 살펴보면 각기둥과 각뿔의 개념을 각각 먼저 다루고 이에 대한 전개도를 차례로 알아보고 있다. 그러나 입체도형의 종류에 초점을 맞춰보면 각기둥과 각뿔이 네 차시에 걸쳐 서로 번갈아가면서 제시되고 있어서 학습의 흐름이 부자연스러울 수도 있음에 유의해야 할 것 같다.

둘째, 지도시기 측면에서 입체도형에 관한 내용은 1학년 1학기에서 입체도형에 대한 감각을 익히는 것으로 시작하여 2학년 1학기에서 쌓기나무를 이용한 활동을 다루고 시간상 떨어져서 5학년 1학기, 6학년 1, 2학기에서 다루고 있음을 알 수 있다. 3학년과 4학년에서 입체도형을 다루지 않는 이유는 평면도형에 대한 내용을 집중적으로 학습하기 때문인 것으로 볼 수 있다. 이와 관련하여 외국 교과서와의 비교 연구를 살펴보면, 싱가포르의 경우는 4학년에서 부피를 도입하기 위해 직육면체와 정육면체를 도입하기도 하고(최병훈 외, 2006), 미국 Harcourt 수학 교과서의 경우는 3-4학년에서 여러 가지 방법으로 입체도형을 식별하는 활동을 다루고 있기도 하다(최근배, 김해규, 2005). 또한 우리나라에서 제7차 교과서 분석과 관련하여 쌓기나무를 이용한 활동은 2학년 1학기과 6학년 1학기에서 지도하고 있는데 동일한 내용임에도 불구하고 시간 상 너무 떨어져 있어서 관련성을 파악하기가 어렵다는 지적이 있기도 하였다(이종영, 2005; 한국교육과정평가원, 2004). 이런 측면에서, 1학년 1학기에 지도되는 기본적인 입체도형에 관한 감각을 어떻게 연계하여 고학년에서 제시할 것인지, 2학년 1학기에 지도되는 쌓기나무 활동에 대한 선행 경험을 어떻게 연계하여 고학년에 제시할 것인지, 그리고 중학년에서 입체도형에 관련된 비형식적 경험을 지속적으로 제공할 필요가 있는지 등에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

셋째, 단원 제시 방식 측면에서 ‘직육면체와 정육면체’, ‘각기둥과 각뿔’, ‘원기둥과 원뿔’ 등과 같이 지도되는 대표적인 입체도형의 이름을 단원명으로 사용하고 있으나, ‘여러 가지 모양’이나 ‘여러 가지 입체도형’과 같은 보다 포괄적인 단원명을 병행하고 있기도 하다. 그런데 ‘여러 가지 모양’의 경우 1학년 1학기과 2학년 1학기에서 중복되는 단원명이기 때문에 이 단원명으로는 해당하는 지도 내용의 차이를 짐작하기 어렵다. 또한 5학년 1학기의 단원명인 ‘직육면체와 정육면체’의 경우, ‘직육면체’로 제시했던 제7차 교과서에 비해 지도 내용을 잘 반영하게 된 반면에 정육면체가 직육면체에 포함된다는 측면에서는 이러한 병렬적인 단원명 사용에 주의할 필요도 있다.

한편, 제7차 6-나 단계의 교과서에서는 ‘입체도형’이라는 매우 포괄적인 단원명을 사용하여 원기둥과 원뿔, 회전체의 학습 내용을 구성하였었는데, 개정 교육과정에서는 이러한 내용이 <원기둥과 원뿔>이라는 주제 안에 들어 있기 때문에 ‘원기둥과 원뿔’이라는 단원명으로 제시된다. 이는 6학년 1학기의 ‘여러 가지 입체도형’의 경우도 마찬가지이다. 개정 교육과정에서 쌓기나무 뿐만 아니라 여러 가지 물체에 대한 공간 감각을 강조하다 보니 단원명도 ‘쌓기나무’에서 ‘여러 가지 입체도형’으로 바뀌었으며 내용 구성도 생활 주변의 물건이라든지 여러 가지 건축물을 통해 입체도형에 대한 공간감각을 키울 수 있도록 이루어져 있다.

넷째, 지도 내용의 적절성 측면에서 6학년의 입체도형 지도 내용에 주목할 필요가 있다. 한국교육과정평가원(2004)의 『수학과 교육내용 적정성 분석 및 평가』에 따르면 ‘각기둥과 각뿔’ 단원은 다소 쉬운 내용으로 여겨지고 있으나 이후의 초등학교 수학 내용과 연계되지 않아 다른 단원에 비해 그 중요도는 크지 않은 것으로 인식되고 있다고 한다. 미국, 일본, 영국에서도 각기둥과 각뿔에 관한 내용을 중학교 1학년 수준에서 본격적으로 다루고 있는 바, 이를 중학교 1학년에서 한꺼번에 다루도록 하는 학년 이동을 검토할 것을 제안하였다. 마찬가지로 회전체에 관한 내용도 7-나 단계에서 다루는 내용과 큰 차이가 나지 않는다고 지적하면서 6학년 2학기의 내용을 중학교 1학년의 내용과 통합하여 다루는 방안을 고려해 보도록 하였다. 그러나 여전히 개정 교육과정에서도 이러한 내용들을 6학년에서 제시하고 있어, 이에 대한 지속적인 고려가 필요하다.

또한 쌓기나무 단원은 그 내용의 난이도 및 중요도가 도형 영역 중 가장 낮다고 인식되고

있어(한국교육과정평가원, 2004), 이에 대한 교과서의 내용 구성을 재고할 필요가 있다. [표 1]에서 6학년 쌓기나무 관련 교육과정 지도 내용을 비교해 보면 개정 교육과정에서는 제7차 교육과정에 비해 쌓기나무에 해당하는 내용이 더욱 다양하게 제시되어 있음을 볼 수 있다. 그러나 실제적으로 그 내용은 제7차 교과서의 내용 구성과 유사함을 알 수 있다. 따라서 쌓기나무를 활용한 지도 방법에 대한 연구와 실험본 교과서의 현장 적용 결과를 면밀히 검토하여 정본 교과서의 쌓기나무 관련 단원은 6학년 학생들의 수준과 흥미에 맞게 보다 다양하고 수준 높은 활동으로 구성될 필요가 있다.

마지막으로, 입체도형에 대한 ‘약속’을 분석한 결과는 다음과 같다. 수학 교과서의 ‘약속’에 제시된 입체도형 관련 용어를 일반적인 수학적 정의와 비교해 봤을 때, 몇 가지 경우에 차이가 있었다. 일반적으로 수학적 정의는 다소 어려운 용어와 개념들이 많이 사용되므로, 초등학교 교과서에서는 ‘그림과 같이 ~’의 예시적 방법을 사용하거나, 쉬운 표현으로 초등학교 수준의 내용에 맞는 내용만을 다루고 있다. 예를 들어, 내포적 정의 방법을 사용하여 원뿔을 ‘밑면이 원이고 옆면이 곡면인 뿔 모양의 입체도형’이라고 정의한다(우정호, 조영미, 2001). 이러한 방식은 용어로부터 그 의미나 대상을 연상하는 것이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 또한 각뿔의 경우, 제7차 교과서에서는 외연적 정의 방법을 사용하여 대표적인 예를 제시하면서 ‘그림과 같은 입체도형’이라고 정의함으로써, 주어진 개념을 완전히 규정하고 있지 않다는 점에서 논리적으로 불완전하다는 지적을 받을 수 있었다. 그런데 개정 교과서에서는 각뿔을 ‘밑면이 다각형이고 옆면이 모두 삼각형인 입체도형’으로 초등학교 수준의 내용에 맞게 간단히 제시함으로써 이러한 부분을 보완하였다고 볼 수 있다.

그런데 이와 같이 초등학생들에게 적합하도록 교수학적 변환을 거친 정의들로 인해 그 정의의 표현만으로는 명확한 개념 이해에 문제가 발생할 수도 있다는 점에 주의를 기울일 필요가 있다. 예를 들면, 각기둥은 교과서에서 ‘위와 아래에 있는 면이 서로 평행이고 합동인 다각형으로 이루어진 입체도형’으로 정의하는데 여기에는 옆면에 해당하는 정의가 나타나 있지 않다. 각기둥에 대한 수학적 정의는 ‘합동인 다각형으로 이루어진 두 개의 평행한 밑면을 가지고 옆면은 평행사변형인 다면체’이다((Bassarear, 2001; Billstein, Libeskind, & Lott, 1990; Musser, Burger, & Peterson, 2006). 그런데, 학생들은 교과서에 제시된 그림만으로 각기둥의 옆면은 직사각형이라고 잘못 생각하기 쉽다. 즉, 직각기둥만을 각기둥이라고 생각한다는 것이다. 이는 각뿔, 원기둥, 원뿔의 경우도 마찬가지이다. 교과서에서 각기둥, 각뿔, 원기둥, 원뿔을 다룰 때 직각기둥, 직각뿔, 직원기둥, 직원뿔만을 제시하고 있어, 기울어진 입체도형(예, 빗각기둥, 빗각뿔, 빗원기둥, 빗원뿔)은 각각 각기둥, 각뿔, 원기둥, 원뿔인지 아닌지에 대한 의문이 생기게 된다(김수희, 2009; 방정숙, 2009). 교육과정의 지침에 따라 교과서에서 직각기둥, 직각뿔, 직원기둥, 직원뿔만을 다루더라도, 교사용 지도서에서는 다양한 예를 제시함으로써 교사들이 이러한 입체도형에 대한 정확한 개념을 알고 필요에 따라 적절히 지도할 수 있도록 해야 할 것이다.

2. 입체도형에 대한 지도방법 분석: 직육면체와 원기둥

1) 탐구하기 1

먼저 직육면체와 원기둥은 1학년에서부터 상자 모양과 둥근 기둥 모양이라는 일상생활과 친근한 용어를 사용해서 도입하고 있다. 이후 5학년 1학기에서 직육면체의 개념을 이끌기

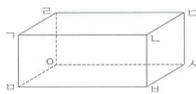
한 면은 직사각형이고 이러한 직사각형이 6개가 생긴다는 것을 관찰하고 직사각형 6개로 둘러싸인 도형을 직육면체라고 약속하는 것이다.

한편 정의를 내리기 위해 예와 예가 아닌 것을 분석하는 활동은 앞의 탐구하기 1에서 언급했듯이 원기둥을 정의하기 전에 원기둥과 원기둥이 아닌 것을 보고 속성을 비교하여 원기둥이 갖는 특징을 찾고 어떻게 이름 붙이면 좋을지를 생각해 보는 활동으로 제시되어 있다. 이를 통해 두 면이 서로 평행이고 합동인 원으로 되어 있는 기둥 모양의 입체도형을 원기둥이라고 약속하게 된다. 다음으로 정의에 따라 입체도형을 분류하는 활동은 교과서뿐만 아니라 수학 익힘책에 제시되어 있는데, 이는 여러 가지 입체 도형 중 정의에 따라 직육면체나 원기둥을 찾아보는 활동으로 나타난다.

3) 탐구하기 2

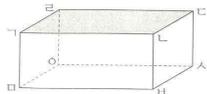
이 단계에서는 다양하고 구체적인 활동을 하면서 입체도형의 성질을 학습하는 것이 중요하다. 먼저 교과서에서 직육면체의 성질을 다루는 부분을 살펴보면, [그림 4]에서 보듯이 “직육면체에서 면 $ABCD$ 와 면 $EFGH$ 를 계속 늘이면 그 두 면이 서로 만날 수 있다고 생각합니까?” 또는 “직육면체에서 면 $ABCD$ 와 면 $EFGH$ 이 만나 이루는 각의 크기는 몇 도라고 생각합니까?”의 질문을 통해 학생들이 직육면체에서 평행인 면과 수직인 면에 대해 사고할 수 있도록 하고 있다. 이는 제7차 교과서에서 “면 $OOOO$ 에 평행(수직)인 면은 어느 것입니까?”와 같은 간단한 질문에 답을 하는 방식으로 제시되었던 것이 보다 탐구의 측면을 강화한 것으로 변화되었다고 볼 수 있다([그림 5] 참고).

- 직육면체에서 면 $ABCD$ 와 면 $EFGH$ 를 계속 늘이면 그 두 면이 서로 만날 수 있다고 생각합니까?



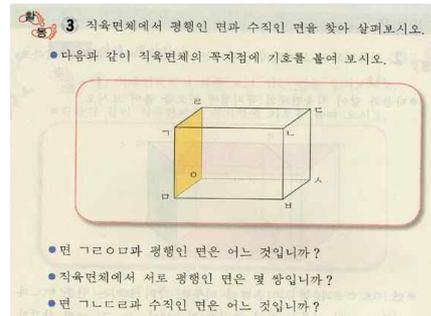
<5-1> 6. 직육면체와 정육면체(p. 86)

- 직육면체에서 면 $ABCD$ 와 면 $EFGH$ 이 만나 이루는 각의 크기는 몇 도라고 생각합니까?



<5-1> 6. 직육면체와 정육면체(p. 87)

[그림 4] 직육면체의 성질 발견하기

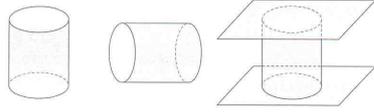


<5-가> 4. 직육면체 p.58

[그림 5] 제7차 교과서에서 직육면체의 성질 발견하기

다음으로 교과서에서 원기둥의 성질을 다루는 부분을 살펴보면, [그림 6]에서 보듯이 원기둥의 두 밑면을 본 떠 모양과 크기를 비교해 보는 활동과 두 밑면에 자를 대고 여러 곳에서 밑면 사이의 거리를 재어보는 활동을 제시하고 있다. 이러한 구체적인 활동을 통해 밑면의 성질을 스스로 탐구하고 발견할 수 있는 기회를 제공하는 것이다. 이 또한 제7차 교과서에서 단순히 간단한 질문에 답하는 방식으로 제시되던 것이 보다 활동 위주의 방식으로 변화된 것으로 볼 수 있다([그림 7] 참고)

활동 3 원기둥에서 밑면의 성질을 알아봅시다.

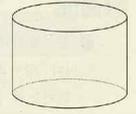


- 두 밑면을 본떠서 모양과 크기를 비교하여 보시오.
- 두 밑면에 자를 대고 여러 곳에서 밑면 사이의 거리를 재어 보시오.
- 원기둥의 밑면은 어떤 성질이 있습니까?

<6-2> 2. 원기둥과 원뿔(p. 20)

[그림 6] 원기둥의 성질 발견하기

- 원기둥에서 서로 만나지 않는 두 면을 색칠하시오.
- 원기둥의 두 밑면이 합동인지 알아보시오.



<6-나> 2. 입체도형(p. 21)

- 원기둥의 두 밑면의 모양은 이고, 옆면의 모양은 입니다. 밑면의 둘레의 길이는 옆면의 와 같습니다.
- 원기둥의 높이는 옆면의 와 같습니다.

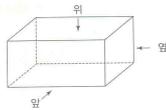
<6-나> 2. 입체도형(p. 22)

[그림 7] 제7차 교과서에서 원기둥의 성질 발견하기

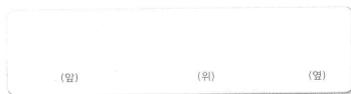
4) 관계 찾기

교과서에서 입체도형을 2차원으로 표현하는 활동으로는 겨냥도와 전개도 그리기가 있다. 직육면체의 경우 5학년에서 겨냥도와 전개도를 그리는 방법이 제시된다. 겨냥도는 [그림 8]의 왼쪽에서 보듯이 직육면체를 위, 앞, 옆에서 본 모양을 그려봄으로써 직육면체를 잘 알 수 있게 그려야 할 필요성을 느끼게 하고 보이는 모서리와 보이지 않는 모서리, 보이는 면과 보이지 않는 면을 탐색해보도록 하고 있다. 이를 통해 직육면체의 겨냥도를 약속하고 그리는 방법을 제시한다. 또한 전개도는 직육면체 모양의 상자를 펼치면 어떤 모양이 되는지 탐색해보는 활동을 통해 직육면체를 펼쳐서 평면에 그린 그림이라고 약속한다. 이 때 [그림 8]의 오른쪽에서 보듯이 특정 모양의 전개도를 제시하면서 “그림은 직육면체를 펼쳐서 잘라지지 않은 모서리는 점선, 잘라진 모서리는 실선으로 나타낸 것 중의 하나입니다.”라고 설명함으로써 이 외에도 다양한 모양의 전개도를 그릴 수 있음을 내포하고 있다. 이는 제7차 교과서에서 특정 모양의 전개도를 제시하며 “아래 그림은 직육면체를 펼쳐서 접했던 부분은 점선으로 나타낸 것입니다”라고 설명했던 것과 차이가 있는 것으로, 한 가지 모양의 전개도만을 직육면체의 전개도로 생각할 우려를 해소함과 동시에 직육면체를 잘라서 펼친 그림이 전개도라는 개념을 보다 명확하게 하는 설명이라고 할 수 있다.

활동 1 직육면체 그리는 방법을 알아봅시다.



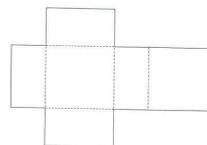
- 직육면체를 위, 앞, 옆에서 보고 그 모양을 그리 보시오.



<5-1> 6. 직육면체와 정육면체(p. 88)

[그림 8] 직육면체를 2차원으로 표현하기

약속 그림은 직육면체를 펼쳐서 잘라지지 않은 모서리는 점선, 잘라진 모서리는 실선으로 나타낸 것 중의 하나입니다. 이와 같이 직육면체를 펼쳐서 평면에 그린 그림을 직육면체의 전개도라고 합니다.



<5-1> 6. 직육면체와 정육면체(p. 91)

원기둥의 경우 겨냥도는 따로 제시하거나 설명하지 않고 전개도만을 학습하는데, 원기둥을 펼친 모양을 직접적으로 제시하며 원기둥의 전개도라고 약속한다. 또한 학생들이 직접 원기둥의 전개도를 그리기는 어렵기 때문에 그리는 활동이 따로 제시되지 않고 원기둥의 전개도를 보고 밑면과 옆면의 모양이나 크기를 알아보거나, 원기둥의 전개도가 아닌 그림을 제시하며 왜 원기둥이 되지 않는지를 논리적으로 설명해보도록 하고 있다.

5) 적용하기

이 단계는 교과서의 익히기 문제나 ‘탐구활동’ 내용이 해당된다고 볼 수 있다. 직육면체의 경우 한 모서리의 길이가 2cm인 정육면체의 전개도를 서로 다른 5가지 방법으로 그리는 활동이 ‘탐구활동’으로 제시되어 있다. 원기둥의 경우는 ‘탐구활동’에 직접적으로 제시되지 않고 회전체에 관한 학습에 포함되어 앞에서 본 모양, 옆에서 본 모양, 단면 등을 좀 더 알아보도록 하고 있다. 교과서에서 직육면체는 한 단원 전체로 다루고 있는 반면, 원기둥은 ‘원기둥과 원뿔’이라는 단원 안에서 여러 입체도형 중 하나로 다루기에 원기둥에 대한 개념 강화 및 일반화하기 부분은 직육면체에 비해 다소 적음을 알 수 있다.

한편, 익힘책은 교과서에서 탐구한 개념이나 성질을 강화하기 위해 활동이나 문제 위주로 구성되어 있어, ‘적용하기’ 단계가 가장 많이 반영되어 있다고 볼 수 있다. 예를 들어 직육면체와 관련하여, 실제 물건을 보고 겨냥도 그리기, 다양한 형태의 전개도 경험하기, 주사위를 만들기 위한 전개도 알아보기 등이 있다. 또한 원기둥과 관련하여서는 원기둥을 다양한 위치로 제시하여 명칭 이해하기, 원기둥의 전개도가 아닌 것을 찾고 그 이유 쓰기, 원기둥과 그 전개도의 관계를 탐구하기 등이 있다.

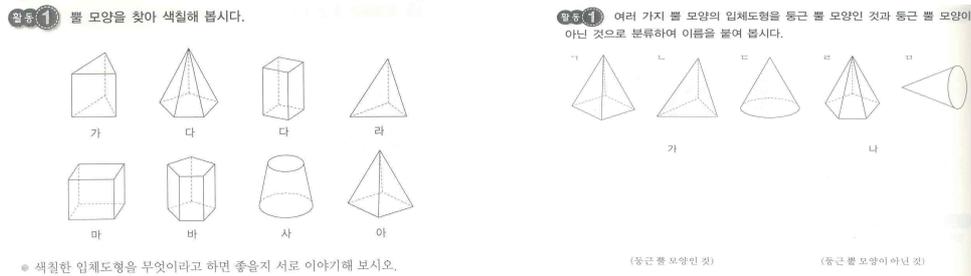
3. 입체도형에 대한 지도방법 분석: 각뿔과 원뿔

1) 탐구하기 1

각뿔과 원뿔의 경우는 직육면체나 원기둥과는 달리 1학년에서 일상생활을 통해 탐구하는 활동이 제시되지 않는다. 이는 1학년에서 상자모양, 공모양, 둥근기둥모양만을 다루고 있기 때문이다. 따라서 6학년에서 각뿔과 원뿔을 처음 도입하게 되는데, 제7차 교과서에서는 ‘생활에서 알아보기’를 통해 뿔 모양의 물건이나 고깔모자와 같은 모양의 물건을 생활에서 찾는 활동으로 시작하나 개정 교과서에서는 이러한 단계 없이 바로 활동으로 시작하고 있다.

또한 각뿔과 원뿔의 정의를 내리기 전에 각뿔과 원뿔을 충분한 활동을 통하여 관찰하고 다루어 보는 활동이 특별히 제시되어 있지 않다. 이는 교과서의 지면의 한계 상 핵심적인 활동 위주로 각뿔과 원뿔의 지도를 시작한다고 판단할 수 있으나, 다른 입체도형의 지도에 비해 이 단계의 지도가 축약되어 있다는 점을 적어도 교사가 인식할 필요는 있어 보인다.

마지막으로 각뿔이나 원뿔을 여러 가지 기준에 따라 분류하는 활동을 살펴보면, 각뿔에서 다양한 입체도형 중 뿔 모양을 찾아 색칠해 보는 활동과 원뿔에서 여러 가지 뿔 모양의 입체도형을 둥근 뿔 모양인 것과 둥근 뿔 모양이 아닌 것으로 분류하는 활동을 제시하고 있다 ([그림 9] 참고). 학생들 스스로 여러 가지 기준에 따라 분류해 보는 활동이 아니라 분류 기준이 먼저 정해져서 안내된 활동이기는 하나 각뿔이나 원뿔의 개념을 도입하기 위해 분류하기 활동을 보다 강조했다라는 점은 바람직한 것으로 보인다.



<6-1> 3. 각기둥과 각뿔 p.42

<6-2> 2. 원기둥과 원뿔 p.24

[그림 9] 각뿔과 원뿔에서 여러 가지 기준에 따라 분류하기

2) 정의하기

정의를 내리기 전에 다양한 각뿔이나 원뿔을 보고 속성을 비교하고 최소한의 속성을 찾는 활동은 교과서에 제시되어 있지 않는 것으로 보인다. 다만, [그림 9]에 제시된 바와 같이, 예와 예가 아닌 것 분석하기 활동으로 각뿔을 정의하기 전에 뿔 모양을 찾아 이름 지어 보는 경험과, 원뿔을 정의하기 위해 등근 뿔 모양인 것과 등근 뿔 모양이 아닌 것으로 분류하여 서로 다른 점을 찾고 이름 짓는 활동이 제시되고 있다. 이와 같이 예와 예가 아닌 것을 통해 각뿔과 원뿔을 정의하게 된다.

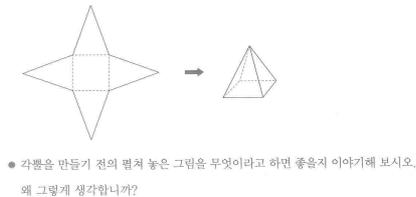
또한 정의에 따라 입체도형 분류하기 활동으로 각뿔과 원뿔을 정의한 후 여러 가지 입체도형 중 각뿔이나 원뿔을 찾아보는 활동이 제시된다. 각뿔의 경우 교과서에는 이 활동이 제시되어 있지 않으나 익힘책에 다양한 입체도형 중 각뿔의 정의에 따라 분류해 내는 활동이 제시되어 있다. 원뿔의 경우는 교과서의 활동에서 여러 가지 입체도형 중 원뿔을 찾아보는 활동이 제시되어 있으며 익힘책에도 다양한 입체도형 중 원뿔의 정의에 따라 분류해 내는 활동이 제시되어 있다.

3) 탐구하기 2

탐구하기 2는 다양하고 재미있는 활동을 하면서 입체도형의 성질을 학습하는 단계이다. 교과서에서는 몇 가지 활동을 통해 각뿔과 원뿔에서 찾을 수 있는 구성요소나 성질들을 간단히 발견하게 하고 있다. 예를 들면, 제시된 준비물을 가지고 여러 가지 각뿔을 만들어 본 후 “만든 각뿔에서 면과 면이 만나는 선을 무엇이라고 하면 좋을지 서로 이야기해 보시오”라는 질문을 제시한다거나, 원뿔에서 “뿔의 반대쪽에 있는 면과 옆을 둘러싼 면을 각각 무엇이라고 하면 좋겠습니까?”의 질문을 제시하여, 각뿔의 구성요소(모서리, 꼭짓점, 각뿔의 꼭짓점, 높이)와 원뿔의 구성요소(원뿔의 꼭짓점, 모선, 높이)를 학습하도록 한다. 그런데 이러한 과정에서 각 구성요소의 이름을 약속하는 데 그쳐, 그 구성요소들의 특징(예, 각뿔의 옆면은 각각 몇 개인지, 원뿔에서 모선의 길이는 어떠한지 등)을 탐구해 볼 수 있는 충분한 경험이 제시되지 않는 것으로 보인다. 반면, 원뿔의 학습 과정에서 원뿔과 각뿔의 같은 점과 다른 점, 원뿔과 원기둥의 같은 점과 다른 점을 탐구해 볼 수 있도록 하는 활동은 각뿔, 원뿔, 원기둥의 특징을 탐구하고 서로의 관계를 파악해 볼 수 있는 기회를 제공한다는 점에서 바람직할 것으로 기대된다(윤제진, 강홍재, 2008).

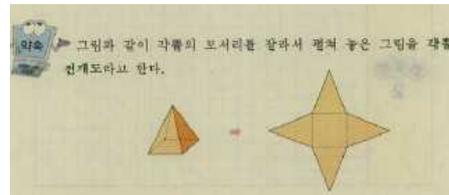
4) 관계 찾기

입체도형을 2차원으로 표현한 것은 겨냥도와 전개도로 볼 수 있다. 그러나 각뿔과 원뿔의 경우는 모두 겨냥도를 따로 학습하지 않으며, 전개도는 각뿔에서만 제시한다. 즉 [그림 10]과 같이 사각뿔을 만들기 전의 펼친 그림을 보고, 각뿔의 모서리를 잘라서 펼쳐 놓은 그림을 각뿔의 전개도라고 약속한다. 이 때 제7차 교과서에서는 [그림 11]과 같이 사각뿔 → 펼친 그림의 순으로 제시하였는데, 개정 교과서에서는 펼친 그림 → 사각뿔의 순으로 제시하여, 전개도를 접으면 각뿔이 된다는 측면을 보다 강조하려 하는 것으로 이해된다. 이후, 제시된 전개도로 각뿔을 만들어본다던가 각뿔의 전개도를 직접 그려보는 활동을 하게 된다.



<6-1> 3. 각기둥과 각뿔(p. 48)

[그림 10] 각뿔을 2차원으로 표현하기



<6-가> 2. 각기둥과 각뿔(p. 32)

[그림 11] 제7차 교과서에서 각뿔을 2차원으로 표현하기

5) 적용하기

‘적용하기’ 단계에 해당하는 활동을 교과서에서 찾아보면, 각뿔의 경우 각뿔을 넣어 문장 만들기, 삼각뿔, 사각뿔, 오각뿔을 넣어 문장 만들기 등의 내용이 간단히 제시되어 있으며, 탐구활동에서 각뿔을 포함한 입체도형의 꼭짓점, 면, 모서리의 개수 사이의 규칙을 발견하는 활동을 제시하고 있다. 원뿔의 경우도 교과서에서 원뿔 모양의 물건을 찾아 밑면의 지름, 원뿔의 높이, 모선의 길이를 재어보는 활동이 제시되어 있다.

한편 익힘책에는 다양한 각뿔의 특성을 체계적으로 정리해본다던가 원뿔의 밑면, 높이, 모선을 재는 방법을 알아보고 이를 응용한 문제를 해결해 보도록 하고 있다. 이는 교과서를 보완하여 여러 활동이나 문제를 통해 각뿔이나 원뿔에 대한 이해를 강화하고 일반화할 기회를 다소 제공하고 있는 것으로 여겨진다. 이에 교사는 각뿔이나 원뿔과 관련하여 교과서에서 구현하기 어려운 활동이나 교과서와 다른 형태의 문제 유형 등에 착안하여 학생들에게 관련 개념에 대한 이해를 강화하고 일반화할 기회를 좀 더 많이 제공할 수 있도록 힘써야 할 것으로 보인다.

4. 입체도형을 활용한 공간감각의 지도방법 분석

입체도형과 관련하여 교육과정에서 제시하고 있는 공간감각 내용은 6학년 1학기의 ‘여러 가지 입체도형’ 단원이다. 이 단원의 세부 내용은 쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 쌓기나무의 개수 구하기, 쌓기나무로 여러 가지 모양 만들고 규칙 찾기, 쌓기나무로 만든 것의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 알아보기, 여러 가지 물체를 위, 앞, 옆에서 본 모양 나타내기, 여러 가지 건축물을 위, 앞, 옆에서 본 모양 나타내기로 이루어진다([표 2 참조]). 이 각각의 내용

에 대해서 앞에서 제시한 공간감각 지도 방안을 바탕으로 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] 공간감각 지도 방안 분석

학년	단원	세부내용	예측하기	조작해보기	표현하기	합계
6-1	4. 여러 가지 입체도형	쌓기나무의 개수 구하기	3	7	2	12
		쌓기나무로 여러 가지 모양 만들고 규칙 찾기	0	4	6	10
		위, 앞, 옆에서 본 모양 알아보기	10	8	4	21

[표 3]을 보면 한 단원에 걸쳐 조작해보기가 다소 많은 것을 알 수 있다. 그러나 이는 단원의 특성상 쌓기나무를 직접 조작해보는 활동을 포함하고 있기 때문에 당연한 결과처럼 보인다. 보다 중요한 것은 예측하기와 표현하기에 대한 분석인데, 제7차 교과서에서 쌓기나무의 지도시 예측하기 단계가 매우 소홀히 다루어지고 있다는 지적이 있었던 것을 고려하면 (방정숙 외, 2006), 개정 교과서에서는 상대적으로 예측하기와 표현하기가 좀 더 강조된 것으로 볼 수 있다. 또한 활동 순서도 예측하고 조작해본 후 표현해보는 방식을 대체로 잘 따르고 있다고 볼 수 있다.

구체적으로 살펴보면, ‘쌓기나무의 개수 구하기’에서는 먼저 생각열기를 통해 쌓기나무로 만든 복잡한 입체도형을 제시하고 이 모양을 만들기 위해 쌓기나무가 몇 개 필요할지를 예측해보도록 하고 있다. 이를 통해 쌓기나무의 개수를 정확히 알기 위한 방법을 생각하도록 하는 것이다. 다만, 이어지는 활동에서 제시된 그림과 같은 모양을 만들기 위해 쌓기나무가 몇 개 필요할지를 예측해보는 과정 없이 바로 ①번 자리, ②번 자리, ③번 자리, …에 쌓을 쌓기나무의 개수를 알아보도록 하거나, 1층, 2층, 3층, …에 필요한 쌓기나무의 개수를 분석적으로 파악하도록 안내하고 있고 여기서 예측하기의 단계가 소홀해질 우려가 있다.

다음으로 ‘쌓기나무로 여러 가지 모양 만들고 규칙 찾기’에서는 표현하기에 해당하는 내용이 상대적으로 많은 것을 알 수 있다. 이는 쌓기나무로 모양을 만드는 것은 조작해보기 단계에, 규칙을 말해보도록 하는 것은 표현하기 단계에 해당하기 때문에, 학생들이 규칙을 발견하고 말해보는 과정이 강조됨으로써 이런 분석 결과가 나온 것으로 이해된다.

마지막으로 ‘위, 앞, 옆에서 본 모양 알아보기’에서는 상대적으로 예측하기 활동이 많았다. 이는 쌓기나무로 만든 입체도형을 보고 위, 앞, 옆에서 본 모양이 어떤 모양일지를 예측해보게 하거나, 쌓기나무로 만든 입체도형을 위에서 내려다보고 각 칸에 쌓아올린 쌓기나무의 개수에 대한 정보를 주고 앞과 옆에서 본 모양을 각각 예측하도록 하는 활동이 많았기 때문이었다.

V. 맺는 말

본 연구는 2007년 개정 교육과정에 제시된 입체도형 관련 지도 내용을 살펴보고, 전반적인 지도 내용, 입체도형의 지도 방법, 입체도형을 활용한 공간감각을 주된 내용으로 교과서

를 면밀하게 분석한 것이다. 또한 분석의 깊이를 더하기 위해 필요한 경우 익힘책은 물론 제7차 교과서도 비교분석하였다. 분석 결과 다음과 같은 측면을 강조할 필요가 있다. 첫째, 입체도형을 다루는 단원구성 및 전반적인 지도내용 측면에서 교육과정과의 연계성, 단원 제시 방식, 지도 내용의 적절성 측면을 재고할 필요가 있다. 이는 비단 현재 이루어지고 있는 실험본 교과서의 현장 적용 결과에만 국한되는 것이 아니라 추후 정본 교과서를 적용하면서 지속적으로 관심을 가지고 살펴보아야 할 부분으로 사료된다.

둘째, 지도내용 분석 측면에서 특히 교과서의 ‘약속’에 제시된 입체도형 관련 용어를 분석한 결과 초등수학교육의 특성상 수학적 정의와 다소 차이를 보이는 용어들이 있다는 점에 주의를 기울여야 한다. 이에 교사용 지도서에서 정확한 수학적 정의를 소개하고 관련 지식을 풍부하게 제시함으로써 적어도 교사는 이러한 차이를 제대로 이해하고 학생들이 관련 입체도형에 대해서 오개념을 가지지 않도록 주의해서 가르칠 수 있도록 도와줘야 할 것이다.

셋째, 입체도형의 지도방법에 따른 교과서 분석 결과 각 단계별 활동이 잘 구현된 경우도 있지만 그렇지 못한 경우도 있었다. 예를 들어, 각뿔과 원뿔을 6학년에서만 다루고 있는데, 탐구하기 1 단계(생활에서 알아보기, 입체도형 관찰하고 묘사하기, 여러 가지 기준에 따라 분류하기)의 활동이 많이 부족한 것으로 드러났다. 고학년의 특성과 전체 교과서 분량을 고려해 볼 때 이 단계의 내용을 고학년에서 충분히 제시하기는 어려울 것이다. 이와 관련하여 일본 6학년 교과서의 경우는 더 적은 분량으로 관련 내용을 다루고 있으며 각뿔의 개념을 심화학습 단계에서 간단히 제시하고 있기도 하다(윤제진, 강홍재, 2008). 그러나 입체도형의 지도 방법에서 탐구하기 단계의 중요성을 고려해 볼 때, 관련된 활동을 학생들이 경험할 수 있는 기회를 재고하는 것도 필요해 보인다. 이런 측면에서, 각뿔과 원뿔을 포함하여 다양한 입체도형을 1학년에서부터 제시하는 영국의 사례(신향균, 황혜정, 2006), 여러 가지 분류 기준이나 성질에 따라 다양한 입체도형을 구별하거나 분류하는 활동을 저학년에서부터 지속적으로 강조하는 미국의 사례(최근배, 김해규, 2005), 많은 구체적 활동 및 직관적 접근 방법과 통합적 접근 방법을 활용하여 여러 학년에 걸쳐 도형을 지도하는 네덜란드의 사례(정영옥, 2007)는 우리에게 생각할 거리를 제공해 준다. 이런 측면에서 우리나라에서도 저학년에서부터 입체도형에 대해 기초적이면서 풍부한 선행 경험을 제공한다는 측면에서 직육면체와 원기둥뿐만 아니라 각뿔과 원뿔도 다룰 필요가 있는지, 그리고 이런 선행 경험이 고학년의 입체도형 학습에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있는지에 대한 연구가 필요하다.

마지막으로 입체도형을 활용한 공간감각의 지도방법에 따른 분석 결과 제7차 교과서에서 보다 예측하기 단계가 상대적으로 상당히 강조되었음을 알 수 있었다. 공간감각을 신장시키기 위해서는 활동을 하기 전에 물체가 어떻게 변화되는지를 머릿속으로 예측해 보고, 그 예측이 맞는지 사물을 조작하고 변환해서 확인하고, 그것으로부터 얻은 결론이나 규칙을 그림이나 언어로 표현해 보는 과정이 매우 중요하다(Reys et al., 2009). 예측하기가 없다면 조작 활동이 무엇을 하기 위한 활동인지에 대한 목표를 상실하기 쉬우며, 표현하기가 없다면 활동을 통해서 배운 감각을 더욱 확고히 다져주지 못할 것이다. 이에 실제 수업에서도 교과서의 의도를 살려서 보다 적극적으로 활동을 하기 전에 미리 예측해 보는 과정과, 조작 활동을 토대로 자신이 확인한 결과를 그림이나 언어로 표현해 보는 과정을 더욱 강조해야 할 필요가 있을 것이다.

본 연구는 입체도형과 관련하여 개정 수학과 교육과정을 토대로 교과서를 면밀하게 분석하였다. 1, 2학년 교과서의 경우는 최근에 현장에 적용되기 시작하였고, 5, 6학년 교과서의 경우는 현재 실험본 교과서에 대한 현장 적합성 검토와 심도 있는 논의가 이루어지고 있는

과정이기 때문에, 본 분석 결과를 토대로 부족하나마 개발 중인 교과용 도서 구성에 기초적인 자료를 제공할 수 있고 추후 이를 적용하는 교수·학습 과정에서 유의해야 할 점에 대해 생각거리를 제공할 것으로 기대된다.

참고문헌

- 강완, 김현미 (2010). 초등학교 수학과 교육과정에 근거한 도형영역 교수단위 추출 연구, 수학교육학연구, 제20권 3호, 323-338.
- 교육과학기술부 (2008). 초등학교 교육과정 해설(IV): 수학, 과학, 실과. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육과학기술부 (2009a). 수학 1-1. 서울: 두산동아(주).
- _____ (2009b). 수학 2-1. 서울: 두산동아(주).
- _____ (2009c). 수학 5-가. 서울: 두산동아(주).
- _____ (2009d). 수학 6-가. 서울: 두산동아(주).
- _____ (2009e). 수학 6-나. 서울: 두산동아(주).
- _____ (2010a). 수학 5-1(실험본). 서울: 두산동아(주).
- _____ (2010b). 수학 6-1(실험본). 서울: 두산동아(주).
- _____ (2010c). 수학 6-2(실험본). 서울: 두산동아(주).
- _____ (2010d). 수학익힘책 5-1(실험본). 서울: 두산동아(주).
- _____ (2010e). 수학익힘책 6-1(실험본). 서울: 두산동아(주).
- _____ (2010f). 수학익힘책 6-2(실험본). 서울: 두산동아(주).
- 교육부 (1998). 초등학교 교육과정 해설(IV): 수학, 과학, 실과. 서울: 대한 교과서 주식회사.
- 교육인적자원부 (2007). 초등학교 교육과정 (교육인적자원부 고시 제2007-79호, 별책2). 서울: 대한 교과서 주식회사.
- 권성룡 (2006). Polyhedron'을 활용한 다면체 학습에 관한 연구, 수학교육, 제45권 2호, 191-204.
- 김남균, 오은선 (2008). 초등학생의 공간능력에 대한 조사 연구, 초등수학교육, 제11권 1호, 21-38.
- 김상미 (2008). 2007 개정 수학과 교육과정 이행에 따른 학년간 내용 이동 분석, 초등수학교육, 제11권 2호, 95-103.
- 김수미, 정은숙 (2005). 범례 제시를 통한 도형 개념 지도 방안, 수학교육학연구, 제15권 4호, 401-417.
- 김수희 (2009). 초등학교 6학년 학생들의 평면도형과 입체도형에 대한 오개념 및 원인 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김유경, 방정숙 (2007). 초등학교 6학년 학생들의 공간감각과 공간추론능력 실태조사, 학교수학, 제9권 3호, 327-352.
- 김종민, 주영진 (2008). JAVA 3D를 이용한 웹 기반 입체도형 학습 프로그램의 개발, 한국수학사학회지, 제21권 1호, 121-138.
- 류현아, 정영옥, 송상현 (2007). 입체도형에 대한 6~7학년 수학영재들의 공간시각화 능력 분석, 학교수학, 제9권 2호, 277-289.

- 방정숙 (2009). 오개념 탈출 프로젝트: 수학 2. 서울: 아울북.
- 방정숙, 김상화, 박금란 (2006). 초등교사의 수학과 교수법적 내용 지식 정립을 위한 교수·학습 자료 개발. 2005년도 교과공동연구 결과보고서. (과제번호: KRF-2005-030-B00045)
- 신항균, 황혜정 (2006). 영국과 우리나라의 수학과 교육과정 비교 분석 연구 -도형과 측정 영역을 중심으로-, 수학교육, 제45권 4호, 407-438.
- 심상길, 황선욱 (2009). 소마큐브 활동에서 포함-배제 방법의 활용에 대한 연구, 수학교육, 제48권 1호, 33-45.
- 우정호, 조영미 (2001). 학교수학 교과서에서 사용하는 정의에 관한 연구, 수학교육학연구, 제11권 2호, 363-384.
- 윤제진, 강홍재 (2008). 한국과 일본의 초등학교 수학교과서 비교 연구: 6학년을 중심으로, 한국일본교육학연구, 제13권 1호, 165-197.
- 이종영 (2005). 초등학교에서 지도하는 공간감각 내용에 관한 고찰, 학교수학, 제7권 3호, 269-286.
- 이혜숙, 권성룡 (2009). 디지털 교과서 활용 효과에 관한 영향 -6학년 수학 쌓기나무 단원을 중심으로-, 한국초등수학교육학회지, 제13권 1호, 97-114.
- 장혜원, 강종표 (2009). 쌓기나무 지도를 위한 부분제거법의 적용, 수학교육학연구, 제19권 3호, 443-459.
- 정영옥 (2007). 네덜란드의 초등학교 기하 교육과정에 대한 개관: 현실적 수학교육을 중심으로, 학교수학, 제9권 2호, 197-222.
- 최근배, 김해규 (2005). 한국과 미국의 초등수학 교과서(Harcourt Math) 비교 연구 -도형영역을 중심으로-, 수학교육, 제44권 2호, 179-200.
- 최병훈, 방정숙, 송근영, 황현미, 구미진, 이성미 (2006). 한국과 싱가포르의 초등 수학 교과서 비교 분석 -도형과 측정 영역을 중심으로-, 학교수학, 제8권 1호, 45-68.
- 한국교육과정평가원 (2004). 수학과 교육내용 적정성 분석 및 평가. (연구보고 RRC 2004-1-5).
- Bassarear, T. (2001). *Mathematics for elementary school teachers* (2nd ed.). Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
- Billstein, R., Libeskind, S., & Lott, J. W. (1990). *A problem solving approach to mathematics for elementary school teachers* (4th ed.). Redwood City, CA: The Benjamin/Cummings.
- Musser, G. L., Burger, W. F., & Peterson, B. E. (2006). *Mathematics for elementary teachers* (7th Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author. 류희찬 외 5인 공역 (2007). 학교수학을 위한 원리와 기준. 서울: 경문사.
- Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., & Smith, N. L. (2009). *Helping children learn mathematics* (9th Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

An Analysis of Elementary Mathematics Textbooks on Three-Dimensional Figures

Pang, JeongSuk³⁾ · Hwang, HyunMi⁴⁾

Abstract

This paper analyzed the topics dealing with three-dimensional figures in most recently revised mathematics textbooks on the basis of the national mathematics curriculum announced in 2007. First, the overall content was analyzed with regard to how textbooks were aligned to the curriculum as well as how the main elements including the definitions of specific solid figures were introduced and developed in different units across grades. Second, the instructional methods of three-dimensional figures were analyzed, which specifically revealed the lack of inquiry phase before introducing cones and pyramids. Third, the instructional methods to foster students' spatial sense with solid figures were analyzed, which showed the increased focus on the prediction and representation of figures. It is expected that the issues and suggestions from this study are informative revising curricular materials and applying them to the classroom.

Key Words: Instructional methods of three dimensional figures, Spatial sense, Analysis of elementary mathematics textbooks

3) Korea National University of Education (jeongsuk@knue.ac.kr)

4) Seoul YongDap Elementary School (cromity@hanmail.net)