

## 초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 연계성과 중학생들의 화학 개념에 대한 인식 분석

韓有花 · 姜昊勳 · 梁一鎬 · 白盛惠 · 朴國泰\*

한국교원대학교 화학교육과  
(1999. 8. 13 접수)

### The Articulation between Chemistry Contents of Science Textbooks at Elementary and Middle School and the Analysis of Students' Preception on Chemistry Concepts

Yu-Hwa Han, Dae-Hun Kang, Il-Ho Yang, Seoung-Hey Paik, and Kuk-Tae Park\*

Department of Chemical Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea  
(Received August 13, 1998)

**요 약.** 제 6차 교육과정에 따른 초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 연계성을 분석하고, 화학 개념에 대한 중학생들의 인식을 조사하여, 학습자 수준에 맞고 연계성 있는 과학 교과서 제작의 기초를 제공하고자 한다. 이를 위하여 초등학교와 중학교 과학과목의 교육목표와 화학 영역 내용체계간의 연계성을 분석하고, 화학 개념에 대한 중학생들의 인식을 조사하였다. 연구 결과, 제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 교육목표는 거의 반복 진술되어 있음을 알 수 있었다. 또한, 물질의 미시적 세계를 다루고 있는 물질의 구성 영역에서 초등학교와 중학교간의 단원별 목표와 내용체계의 간격이 다소 큰 것으로 보아 연계성이 부족하다는 것도 알 수 있었다. 그리고 연계성이 부족한 영역에 대해 학생들은 대체적으로 이해하기 어렵다는 반응을 보였으며, 연계성 있는 내용조직이 학생들의 내용 이해에 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.

**ABSTRACT.** This study was to analyze the articulation between chemistry contents of science textbooks at elementary and middle school level, to survey students' perceptions on chemistry concepts, to establish guidelines for science textbooks that not only meet the needs of learners but also fit in a coherent way. In order to do this, we analyzed links of the aims and the organization of chemistry contents of elementary and middle school science textbooks, we also surveyed students' perceptions on chemistry concepts students had retained. The study revealed that the 6th middle school curriculum was almost a duplicate of the elementary school syllabus. And there was no interrelation between the organization of chemistry contents and the aim of the chapter which built up a logical picture of the world at a molecular level. It was also found that the lack of coherence between science textbooks in elementary and middle school was a major cause of student difficulty.

## 서 론

최근 과학교육의 국제 비교 평가에 의하면 학생들의 과학 성취도가 고등학교로 올라갈수록 낮아지고 있다. 또한, 과학 교과에 대한 태도가 학교급별로의 미 있는 차이를 보이고 있는데 초등학교보다 중학생, 고등학생으로 올라갈수록 부정적인 태도를 보이고 있다.<sup>1,2</sup> 이에 대한 원인 중의 하나로 학생의 인지

수준에 따른 과학 교과 내용의 적합성, 초·중·고등학교 교육과정의 학교급별 적절한 안배 등의 연계성면을 지적할 수도 있을 것이다. 즉, 각급 학교별 교육목표에는 그 단계에 맞는 완성교육뿐만 아니라, 단계교육의 역할도 필요하므로 각급 학교의 교육과정은 적절한 연계성을 가져야 한다. 교과서의 내용이 학년간 또는 학교급간에 연계성 있게 조직되는 것은

학습 시간의 낭비를 줄이고 학생들의 지적 호기심을 적절하게 자극하여 교육의 효율성을 높일 수 있는 방법이 될 수 있다.<sup>3</sup>

본 연구에서 연계성이라 함은 수직적 연계성만을 의미하며, 여기서 수직적 연계성이란 Tyler의 계속성과 계열성, Bruner의 나선형 교육과정, Tabata의 누적 학습 등을 종합해 볼 때, 동일한 학습내용이 학년 간과 학교급간에 어느 정도 반복되어 점차 더 높은 수준으로 심화 확대되어 제시되는 원리라고 할 수 있다.<sup>4</sup> 즉, 선행학습 과정에서 다룬 내용이 후속학습 과정에서 발전시켜 심화된 것을 연계성이 있다고 보되, 학습내용이 단순히 중복되거나 학습자의 지적 발달 수준을 넘어선 것은 연계성이 없다고 본다.

교육내용은 진술된 교육목표를 효과적으로 달성하기 위해 그 선정과 조직의 과정이 필요하다. 교육내용을 선정할 때는 교육과정의 관점에 따라 차이가 있지만, 대개 타당성과 유의미성, 사회적 유용성, 학습 가능성, 내용의 내적 외적 관련성, 확실성의 원리, 중요성의 원리, 인간다운 발달의 원리, 흥미의 원리, 학습 가능성의 원리 등을 따르는 것이 좋다.<sup>5</sup> 이러한 기준에 따라 선정한 교육내용을 조직하는 원리로는 통상적으로 종적 조직과 횡적 조직이 고려된다.<sup>6</sup> 종적 조직은 시간적 측면으로 보아서 먼저 학습해야 할 것과 나중에 학습할 것의 순서를 정하는 것이고, 횡적 조직은 동일한 수준의 교실 수업이나 교과목 또는 학교들 사이에서 어떠한 관계성을 맺도록 할 것인가를 고려하는 것이다. 교육과정이 이렇게 종적으로나 횡적으로 연결되어 있으면, 학습내용이 상호강조되어서 학습자가 그것들을 깊이 있고 폭넓게 이해하는데 도움을 줄 수 있게 된다. 또한, 학습자의 신체적, 정신적 발달 과정에 따른 심리적 조직을 중요시하는 입장에서 학습자들의 발달 단계에 따른 학습내용상의 고려가 따라야 한다.<sup>7</sup>

그 동안 과학 교과서의 교과내용에 대한 연계성 분석의 선행 연구를 살펴보면, 제 4차 교육과정의 초등학교, 중학교, 고등학교 과학 교과서내의 화학 영역에 관한 교재 내용의 비교 연구<sup>8</sup>에서 초등학교 자연과 중학교 과학은 심화학습 발달 단계로 연속성을 유지하고 있으나, 중학교에서 고등학교로의 전이과정에서는 연속성이 결여되어 있음이 지적된 바 있다. 제 5차 교육과정의 초등학교, 중학교, 고등학교 각 교과서의 지구과학 분야의 실험을 대상으로 한

연계성 분석<sup>9</sup>에서 실험수가 부족하고 단원간의 안배가 되어 있지 못해 실험 내용에 심한 단절 현상이 나타나 연계성을 이루지 못하고 있음이 지적되었다. 제 5차 교육과정 중등학교 과학 교과서 내용 중 화학 영역의 연계성 고찰<sup>10</sup>에서 단원 설정에 있어서는 학생들의 사고 발달 수준과 과학 지식의 형성 과정을 고려하여 잘 되어 있음에도 불구하고, 구체적인 학습내용에서는 수준의 격차가 크게 나타나므로, 학습내용 설명 방법의 개선을 요구했으며 특히 용액, 원소, 열화학, 화학반응, 산과 염기, 중화반응, 전기화학 등에서 학습내용의 수준 격차가 심하게 나타남을 지적하였다. 제 5차 교육과정에 따른 중학교 5종 교과서와 고등학교 7종 물리 교과서의 실험을 단원별과 실험 항목별로 연계성을 비교 분석한 연구<sup>11</sup>에서는 실험 내용간의 연계성이 50% 이하이기 때문에 생소한 내용을 처음 접하게 된 학생들이 그 내용을 올바르게 이해하는데 많은 어려움이 있다고 보고하였다. 이러한 선행 연구들은 주로 제 4차와 5차 교육과정에 따른 과학 교과서의 내용 중심으로 연계성을 분석하였으며, 분석 내용도 학습내용이나 실험제목 자체의 반복 여부로 연계성의 준거로 보았기 때문에 실질적인 연계성을 논의하는데 다소 무리가 있었다.

본 연구에서는 제 6차 교육과정에 따른 초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 연계성과 화학 개념에 대한 중학교 학생들의 인식을 분석하여, 학습자 수준에 맞고 연계성 있는 과학 교과서 제작의 기초와 교육 현장에서 과학 교사들의 학습 지도에 도움이 될 수 있는 자료를 제공하고자 한다. 이를 위하여 다음과 같은 내용을 알아보았다.

- (1) 제 6차 교육과정에서 제시한 초등학교와 중학교 과학과 교육목표의 연계성을 알아보았다.
- (2) 제 6차 교육과정에 따른 초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 단원별 목표와 내용 체계간의 연계성을 알아보았다.
- (3) 제 6차 교육과정에 따른 교육을 받고 있는 중학교 학생들의 화학 개념에 대한 인식을 조사하였다.

## 연구 방법

**과학과 교육목표 및 내용체계의 연계성 분석.** 제 6차 교육과정(교육부 고시 제 1992-11호, 1992. 6. 30)에 따른 초등학교 교육과정 해설<sup>12</sup>과 중학교 교육과

정 해설<sup>13</sup>에 제시되어 있는 과학과 교육목표를 비교 분석하여, 초등학교와 중학교의 과학과 교육목표가 어느 정도 연계성 있게 조직되어 있는지를 알아보았다. 또한 제 6차 교육과정에 따른 초등학교 3, 4, 5, 6학년 자연 교과서<sup>14</sup>와 8종의 중학교 1, 2, 3학년 과학 교과서 중 임의로 2종<sup>15,16</sup>을 선택하여, 화학 영역의 단원별 목표 및 내용체계 사이의 연계성을 분석하였다.

**학생 인식 조사.** 교육부에서 제시한 중학교 교육과정상의 화학 영역 학습내용 중 거시적 개념을 주로 다루는 1학년 내용과 미시적 개념을 주로 다루는 2학년 내용에 대하여 학생들의 이해 정도를 정성적으로 알아보기 위해 설문 조사를 실시하였다. 구체적인 대상 표집은 인천 지역에 위치한 1개 중학교 3학년 학생 90명과 천안 지역에 위치한 1개 중학교 3학년 학생 132명으로 하였다. 설문 조사를 실시한 시기는 중학교 3학년 학생이 3학년 교과서 내용 중 화학 영역을 아직 배우지 않은 7월에 이루어졌다. 설문 내용은 중학교 1, 2학년 과학 교과서의 화학 영역 내용 중 초등학교의 내용과 연계성이 있다고 판명된 7개의 내용과 연계성이 적다고 판명된 4개의 내용에 대한 기본적인 개념과 간단한 설명을 먼저 제시한 다음, 그 중에서 이해하기 어려웠던 것들과 쉽게 이해할 수 있었던 것들을 자유롭게 선택하도록 하였으며 또한, 선택한 이유를 함께 적도록 하였다. 따라서 각각의 학생들이 선택한 화학 개념들은 학생 개인별로 서로 달라서, 각 화학 개념별 응답률에 서로 차이가 난다. 학생들이 진술한 내용은 유형별로 범주화하였으며, 필요한 경우 그대로 인용하였다.

## 결과 및 고찰

**과학과 교육목표의 연계성 분석 결과.** 제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 교육목표는 1개의 총괄목표와 이 총괄목표를 구체화하고 있는 4개의 하위목표로 이루어져 있다. 제 6차 교육과정에 기술되어 있는 초등학교와 중학교 과학과 총괄목표의 연계성을 비교 분석한 결과는 Table 1과 같다. 제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 총괄목표는 과학이라는 학문의 대상을 초등학교에서는 포괄적으로 자연현상에 두었는데, 중학교에서는 자연현상 중 특히 탐구를 강조하여 구체화하였으며, 탐구 방법에서는 의미적으로 크게 다르지 않은 “초보적인” 것을 “기본적인” 것으로 한 것을 제외하면 거의 대부분의 목표 진술이 글자의 배열도 틀리지 않고 반복되어 있음을 알 수 있다.

제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 하위목표의 연계성을 비교 분석한 결과는 Table 2와 같다. 제 6차 교육과정의 과학과 하위목표도 총괄목표와 같은 경향을 보이고 있다. 즉, 하위목표 나 향에서 초등학교에서는 단순히 사실과 개념 학습만을 하도록 하였으나, 중학교에서는 “탐구 활동을 통한 과학 지식의 이해”로 찾는 과정과 사고 과정을 중요하게 보았다는 점을 제외하고는 대부분이 반복적으로 나열되어 있다.

과학과 교육목표는 초등학교에서부터 중학교 또는 고등학교까지 계속적으로 추구해야 할 공통적인 목표도 있겠고, 총괄목표의 경우 포괄적으로 표현할 수밖에 없는 제한이 따를 수도 있을 것이다. 그러나

Table 1. 제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 총괄목표 비교

학교	초등학교	중학교
총괄목표	자연 현상에	자연 현상의 탐구에 구체화
	흥미와 호기심을 가지게 하고	흥미와 호기심을 가지고 반복
	초보적인 탐구 방법과	기본적인 탐구 방법과 반복
	과학 지식을 습득하여	과학 지식을 습득하여 반복
	창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르게 한다.	창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르게 한다. 반복

Table 2. 제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 하위목표 비교

학교 목표	초등학교	중학교
	가. 자연을 탐구하는 초보적인 방법을 습득하게 하고 문제 해결에 이를 활용하게 한다.	가. 기본적인 탐구 방법을 습득하여 실생활 문제 해결에 이를 활용할 수 있게 한다.
	반복	
	나. 자연 현상에 관한 사실과 개념을 알게 하고 자연현상을 설명하는데 이를 적용하게 한다.	나. 탐구 활동을 통하여 기본적인 과학 지식을 이해하고 자연현상을 설명하는데 이를 적용하게 한다.
	사실과 개념 이해 → 탐구활동을 통한 지식 이해	
하위목표	다. 자연 현상과 과학 탐구에 흥미와 호기심을 가지게 하고 과학적 태도를 기르게 한다.	다. 자연 현상과 과학 학습에 흥미를 가지고 계속하여 탐구하려는 태도를 기르게 한다.
	반복	
	라. 과학이 기술 발달에 영향을 끼치며 우리 생활과 깊은 관계가 있음을 알게 한다.	라. 과학이 기술의 발달과 사회 발전에 미치는 영향을 인식하게 한다.
	반복	

제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교의 과학과 교육목표가 이처럼 거의 동일하다는 것은 학교급별에 따른 학생들의 능력을 고려하지 않은 목표의 설정이라는 문제점으로 지적될 수 있으며, 학교급별로 수준에 맞는 목표의 설정이 필요하다고 생각된다. 또한, 하급학교와 상급학교 사이에 적절한 심화를 이루는 교육목표로 연계되어야만, 학교급별의 교육목표에 부합하는 효율적인 학습내용의 선정과 조직이 이루어질 수 있어 보다 효과적인 과학교육을 수행할 수 있다고 생각된다.

**화학 영역의 단원별 목표 연계성 분석.** 초등학교와 중학교 화학 영역의 단원별 목표의 연계성을 분석하기 위해 우선적으로 초등학교와 중학교의 화학 영역을 분석한 결과 모든 학년에 계속적으로 다루어지는 내용은 없지만 Table 3과 같이 크게 3종류의 영역이 학년별과 학교급별로 조직되어 있다.

물질의 특성과 분리 영역의 단원별 목표의 연계성 분석의 결과는 Table 4와 같다. 물질의 특성과 분리

영역은 초등학교 3, 4, 5학년 그리고 중학교 1학년에서 다루고 있다. 초등학교의 각 단원별 목표 사이에는 물질의 성질이라는 내용을 계속적으로 다루면서도, 주변 물질의 일반적인 성질에서 용해라는 구체적인 성질로, 물질 확인이라는 정성적인 해설에서 무게 보존에 대한 정량적인 해설로 심화되어 있다. 그러나 중학교 1학년에서는 초등학교에서 이미 제시되어 있는 물질의 성질 이해와 분리라는 목표가 다시 한번 단순 반복되었으므로, 초등학교와 중학교 교육목표 사이에는 연계성이 부족함을 알 수 있다.

물질의 구성 영역의 단원별 목표의 연계성 분석의 결과는 Table 5와 같다. 물질의 구성 영역은 초등학교 6학년과 중학교 2학년에서 다루고 있다. 이 영역의 목표 사이에는 미시 세계를 다룬다는 공통점은 있으나 내용의 반복이 전혀 없이 초등학교에서는 분자를 학습하고, 중학교에서는 화합물, 원소라는 새로운 개념을 학습하도록 하였으며 여기에 물질 세계의 규칙성 이해라는 원리 학습까지 필요로 한다. 따라

Table 3. 초등학교와 중학교 화학 영역 내용의 분석

영역	학년	초등학교			중학교			
		3	4	5	6	1	2	3
물질의 특성과 분리		○	○	○		○		
물질의 구성					○		○	
물질의 반응				○	○			○

○: 교과서에서 다루고 있음.

Table 4. 물질의 특성과 분리 영역의 단원별 목표 연계성 분석

영역	학년	단원별 목표	연계성 분석 증거
물질의 특성과 분리	초등학교	3 물질은 각각 독특한 성질을 가지고 있음을 알고, 이 성질로 물질을 구별할 수 있다.	물질 성질 조사, 물질 구별 (정성적) ↓ 물질 성질 조사, 물질 확인, 분리 (정성적) ↓ 용해 현상 이해 (구체화, 정량적) ↓ 물질의 성질 이해, 분리 (반복)
		4 물질의 성질을 조사하고, 그 성질을 이용하여 혼합물에 들어 있는 각각 물질을 확인하고 분리할 수 있다.	
		5 용해 현상을 이해하게 하고 물질이 용해되어도 그 무게는 변하지 않음을 이해하게 한다.	
		6	
중학교	1 물질의 특성을 이해하게 하고 이를 활용하여 혼합물을 분리할 수 있다.		
	2		
	3		

Table 5. 물질의 구성 영역의 단원별 목표 연계성 분석

영역	학년	단원별 목표	연계성 분석 증거
물질의 구성	초등학교	3	분자, 분자운동 이해(개념 도입) ↓ 화합물, 원소 이해, 물질의 규칙성 발견 (개념 도입, 개념 확립)
		4	
		5	
		6 용해와 확산 현상 등을 통해 분자의 크기를 이해하고 분자들이 스스로 운동하고 있음을 알 수 있다.	
중학교	1	화합물과 원소의 차이점을 알게 하고 모형을 사용해서 물질 구성의 규칙성을 이해할 수 있다.	
	2		
	3		

Table 6. 물질의 반응 영역의 단원별 목표 연계성 분석

영역	학년	단원별 목표	연계성 분석 증거
물질의 반응	초등학교	3	산성과 염기성 용액의 성질 (현상의 관찰) ↓ 물질의 연소 반응 (현상의 관찰) ↓ 전해질 용액(현상의 원인) 산과 염기 반응(현상의 결과) 산화와 환원 반응(개념 확대)
		4	
		5 산성 용액과 염기성 용액의 성질을 이해할 수 있다.	
		6 산소와 이산화탄소를 발생시켜 이들의 성질을 알고 물질의 연소를 이해할 수 있다.	
중학교	1		
	2		
	3 전해질 용액의 특성, 산과 염기의 반응, 산화와 환원을 반응물 알 수 있다.		

서 중학교 단원별 목표는 초등학교 목표와 관련지어 볼 때 간격이 다소 크므로 연계성이 부족하다고 할 수 있다.

물질의 반응 영역의 단원별 목표의 연계성 분석의 결과는 Table 6과 같다. 물질의 반응 영역은 초등학교 5학년과 6학년, 중학교 3학년에서 다루고 있다. 초등학교 5학년에서는 산성과 염기성 용액의 성질을

학습하도록 하고, 6학년에서는 현상의 관찰을 통하여 산소와 이산화탄소의 성질과 연소 반응을 이해하도록 한 점으로 보아 이들 사이에는 연계성이 거의 없다. 그러나 이들 내용의 학습은 중학교 3학년에서 한 단계 더 발전되어 심화된다. 즉, 초등학교 5학년에서 다루어졌던 산성과 염기성 용액의 후속학습으로 중학교에서 전해질 용액에 대한 학습과 산과 염

기 반응의 이해로 개념이 확대되었으며, 연소 반응의 후속학습으로 산화와 환원 반응을 이해하도록 한 점은, 기본 개념은 그대로 유지되면서도 좀 더 심화되도록 구성되어 있으므로, 초등학교와 중학교 단원별 목표 사이에는 연계성이 유지되어 있다고 볼 수 있다.

**화학 영역 내용체계의 연계성 분석.** 초등학교와 중학교의 과학 교과서에서 화학 내용들이 어떻게 연계되어 있는지 각 영역별로 분석한 결과는 다음과 같다.

물질의 특성과 분리 영역에 대한 초등학교와 중학교 간 내용의 연계성 분석 결과는 Table 7과 같다. 물질의 특성과 분리 영역은 초등학교 3학년의 여러 가지 물질, 4학년의 혼합물의 분리, 5학년의 용해 등의 영역이 중학교 1학년의 단원과 밀접하게 관련되어 있다. 이 영역에 해당되는 중학교 교육과정에서 반드시 다루도록 제시된 내용에는 끓는점, 밀도, 용해도, 크로마토그래피 등이다.

(1) 끓는점의 경우, 초등학교 3학년에서 가열에 의한 물의 변화를 단순히 관찰하고, 4학년에서 같은 현상에 대한 원인과 결과를 분석해 보도록 하였으며, 6학년에서는 이 현상과 분자운동을 관련시켜 미시적 개념을 도입했다. 중학교 1학년에서는 개념을 확대

적용하여 물 이외의 여러 가지 물질이 상태 변화할 때 부피와 질량 관계를 찾고, 끓는점 차이를 이용하여 혼합물을 분리할 수 있도록 하였다. 따라서 초등학교에서부터 중학교까지 정성적 관찰에서 정량적 해석으로, 개념 형성에서 개념 적용으로, 단계적으로 심화되므로 연계성이 유지되어 있다고 볼 수 있다.

(2) 밀도의 경우, 초등학교 3학년에서 공기름이 물 위에 뜨는 현상을 관찰하고, 4학년에서 이 현상을 적용하여 물질을 분리하도록 하였으며, 중학교 1학년에서 물체의 부피와 질량 측정으로 고체, 액체, 기체의 밀도를 구하도록 되어 있다. 따라서, 초등학교에서 배운 현상 위주의 학습을 바탕으로 중학교에서 개념 도입과 정량적 학습이 이루어지도록 구성되어 있는 것으로 보아 적절히 심화가 이루어져 있으므로 연계성이 유지되어 있다고 볼 수 있다.

(3) 용해도의 경우, 초등학교 3학년에서 가루 물질의 녹는 정도를 비교하는 간단한 현상을 관찰한 후, 4학년에서 이 현상을 적용하여 혼합물을 분리하도록 구성되었다. 5학년에서는 단순히 고체 물질이 아닌 액체, 기체 물질의 용해 정도를 비교해 보도록 하여 좀더 복잡한 현상을 관찰하도록 하고, 중학교 1학년에서는 용해도라는 개념 도입과 정성적, 정량적 해석을 하도록 하였으므로 연계성이 있다고 볼 수 있다.

Table 7. 물질의 특성과 분리 영역의 내용체계 연계성 분석

내용	초등학교			중학교		
	3	4	5	6	1	2 3
끓는점	열에 의한 물의 변화	열과 온도와의 관계, 열에 의한 부피변화		물의 상태변화와 분자운동	상태 변화시의 온도, 부피와 질량관계, 분별증류	
현상 관찰 → 현상에 대한 원인 결과 → → 좀 복잡한 원인 → 개념 확대, 정량적 해석						
물질의 밀도	액체를 섞었을 때의 변화	물과 식용유의 분리			고체, 액체, 기체의 밀도 측정, 밀도를 이용한 분리	
현상 관찰 → 현상을 이용한 분리 → → → 개념 도입, 복잡한 현상의 정량적 해석						
특성과 용해도	가루 물질의 녹는 정도 비교	흑탕물 분리, 소금과 모래 분리	소 고체, 액체, 기체 물질의 용해, 온도, 물의 양에 따른 용해량 비교		용해도 그래프의 정량적 해석, 용해도를 이용한 분리	
현상 관찰 → 현상을 이용한 분리 → 좀 복잡한 현상 관찰, 원인 → 개념 도입, 정량적 해석						
크로마토그래피		사인펜 잉크 색소 분리			크로마토그래피를 이용한 분리	
현상 관찰 → → → → → 현상 관찰, 현상의 원인						

(4) 크로마토그래피는 초등학교 4학년에서 시인젠 색소를 분리하는 간단한 현상을 관찰 학습한 후, 중학교 1학년에서는 개념 도입과 이 현상의 원인을 알아보도록 한 점으로 보아 적절히 연계되어 있다는 것을 알 수 있다.

따라서, 물질의 특성과 분리 단원은 초등학교에서부터 중학교까지 학년간, 학교급간에 무리 없이 점차적인 심화과정으로 연계되어 있다고 볼 수 있다. 이것은 이 영역이 구체적 조작에 적합한 소재가 풍부하고 내용 수준도 평이하며, 초등학교나 중학교 학생의 발달 수준에 적합하기 때문<sup>17</sup>이라 생각된다.

물질의 구성 영역에 대한 초등학교와 중학교간 내용의 연계성 분석 결과는 Table 8과 같다. 물질의 구성 영역은 초등학교 6학년의 분자 단원과 중학교 2학년의 물질의 구성 단원에서만 다루어지고 있다. 이 영역은 이론화학의 가장 중요한 부분이지만 다루고 있는 내용이 너무나도 미시적이고 추상적이기 때문에, 인지발달 수준이 낮은 학생들에게 제공할 수 있는 내용이 제한될 수밖에 없어<sup>17</sup> 초등학교 6학년에서 처음으로 제시되었으며, 교육과정상 중학교에서 다루도록 제시되어 있는 내용에는 화합물, 일정 성분비의 법칙, 원자, 아보가드로의 법칙, 분자운동, 간단한 화학반응식 등이다.

(1) 화합물의 경우, 초등학교에서는 증발, 용해, 확산 등의 현상을 분자운동과 관련시켜 분자의 존재를

학습하도록 하였는데, 중학교에서는 불꽃 반응 등 새로운 개념이 갑자기 도입되고 있다. 또한, 일정 성분비의 법칙에서는 물질 구성에 따른 법칙의 정성적인 이해와 실험을 통한 정량적인 계산으로 법칙이 성립함을 확인하도록 구성되어 있다. 따라서, 초등학교 내용의 분자라는 개념과 연관짓기에는 다소 간격이 있으며, 여기에 물질 구성의 규칙성이 처음으로 제시되는 상황에서 정량적인 해석까지 요구하는 것은 초등학교 내용과 비교할 때, 심화의 폭이 크기 때문에 화합물과 일정 성분비의 법칙은 연계성이 적다고 할 수 있다.

(2) 원자의 경우, 초등학교에서 현상적으로 학습한 분자에 대한 개념을 바탕으로 중학교에서는 모형을 통하여 원자의 성질과 분자가 원자로 구성되어 있음을 영상적·상징적으로 표현하도록 되어있다. 따라서, 중학교에서는 초등학교 내용보다 좀 더 심화된 내용을 다루면서도 미시적 세계에 대한 이해를 돕기 위해 표현방법을 적절하게 활용하였기 때문에 연계성이 있다고 볼 수 있다.

(3) 아보가드로의 법칙은 기체 반응의 법칙을 설명하기 위하여 필요한 분자 개념을 도입한 법칙으로, 기체 반응의 법칙과 원자설에 모두 만족한다는 사실로부터 법칙으로 받아들일도록 구성되어 있다. 또한, 이 법칙에 대한 정량적인 해석까지 다루고 있다. 미시 세계를 배경으로 기체들이 반응을 한다는 사실

Table 8. 물질의 구성 영역의 내용체계 연계성 분석

내용	학년	초등학교			중학교		
		3	4	5	6	1	2
화합물		분자			화학변화와 화합물, 원소의 불꽃반응		
		미시적 개념 도입			→	개념의 심화(새로운 개념 도입)	
일정성분비의 법칙		분자			화합물의 성분비		
		미시적 개념 도입			→	현상의 정량적 이해	
물질의 원자		분자			원자모형, 분자와 분자식		
		미시적 개념 도입			→	개념의 심화(영상적, 상징적 표현)	
아보가드로의 법칙		분자			기체 반응과 아보가드로의 법칙		
		미시적 개념 도입			→	개념의 정성적, 정량적 해석, 가설 연역적 사고	
분자운동		물의 상태변화, 분자운동			분자운동과 확산, 기체 압력과 부피, 온도와의 부피		
		현상 관찰로 인한 개념 도입			→	복잡한 현상 관찰, 현상의 원인 결과	
간단한 화학반응식		분자			간단한 화학반응식 꾸미기		
		미시적 개념 도입			→	현상의 상징적 표현, 정량적 해석	

자체도 이해하기 어려운 상황에서 아보가드의 법칙 소개는 가설 연역적인 사고를 요구하며, 그 동안의 현상 위주의 학습과 비교해 볼 때 간격이 다소 크므로 연계성이 적음을 알 수 있다.

(4) 분자운동의 경우, 초등학교에서 증발, 용해, 확산, 승화 등의 현상을 분자운동과 관련시켜 분자의 존재를 암시시키며, 중학교 2학년에서는 확산 현상으로 분자운동을 확인하고 분자운동과 온도, 압력과의 관계를 학습하도록 구성되어 있다. 따라서, 초등학교 내용과 반복을 이루면서도 이 내용에 대한 원인과 결과 관계로 심화되어 있으므로 연계성이 유지되어 있다고 볼 수 있다.

(5) 간단한 화학반응식의 경우, 분자식을 이용해 간단한 반응식을 꾸며 볼 수 있도록 되어 있으나, 초등학교 내용과는 거의 연계성이 없으며, 미시 세계에 대한 이해를 돕기 위해 모형을 가지고 이해할 수 있는 수준에서 상징화된 기호로 반응 과정을 나타내어 물질 사이의 반응을 이해하도록 한 점은, 이제까지의 학습과 비교해 볼 때 상당한 간격이 있으므로 연계성이 적다고 생각된다.

중학교 2학년에 제시되어 있는 물질의 구성 영역은 거시적 물질 세계와 현상 위주의 학습으로 구성되어 있는 선행학습과 비교해 볼 때, 눈으로 확인할 수 없는 미시 세계를 주로 다루고, 과정보다는 결과만 가지고 생각해야 한다는 점과 여러 가지 법칙에 따른 정량적인 계산까지 요구하는 점, 그리고 용어 자체의 어려움 등으로 인하여 그 동안의 학습과 간

격이 다소 큰 것으로 보아진다. 따라서, 학습자에게는 매시간 새로운 내용을 접한다는 부담감으로 내용에 대한 정성적인 이해보다는 기계적인 암기학습을 요구하는 결과를 초래할 것으로 생각된다. 그러므로 물질의 구성에 대한 내용은 미시 세계에 대한 정성적인 이해와 모형으로 표현할 수 있는 정도로만 학습하게 하는 것이 오히려 내용을 정확하게 이해할 수 있도록 도울 수 있으리라 생각된다.

물질의 변화 영역에 대한 초등학교와 중학교간 내용의 연계성 분석 결과는 Table 9와 같다. 물질의 변화 영역은 물질의 거시적 특징과 순수한 물질을 구성하는 기본적인 입자에 대한 개념을 갖고, 물질이 가지고 있는 성질보다는 원자가 모여 이루어진 물질이 서로 만날 때 어떻게 될 것인가에 대한 물질과 물질의 반응 등에 대해서, 초등학교 5학년의 산성과 염기성 용액, 6학년의 연소 반응, 중학교 3학년의 물질의 변화 등에서 다루고 있다.

(1) 전해질, 비전해질, 이온의 경우, 초등학교 5학년에서 배운 산성과 염기성 용액의 후속학습으로 현상을 통해 구별했던 산성과 염기성 용액의 원인을 분석해 보기 위해, 전해질과 비전해질의 개념을 실험을 통해 알아보고, 좀 더 발전되어 이온들 사이의 반응으로 이온을 검출할 수 있도록 구성되었다. 따라서 초등학교와 중학교 내용 사이에는 현상에서 원인과 결과 분석하기로 적절히 심화된 연계성을 유지하고 있다고 볼 수 있다.

(2) 산과 염기의 성질, 중화 반응의 경우, 초등학교

Table 9. 물질의 반응 영역의 내용체계 연계성 분석

내용	초등학교			중학교			
	3	4	5	6	1	2	3
전해질과 비전해질	산성 염기성 용액의 성질 현상 관찰			→	→	→	전해질과 비전해질 좀더 복잡한 현상의 관찰
이온	산성 염기성 용액의 성질 현상 관찰			→	→	→	이온, 이온반응과 검출 현상에 대한 원인, 복잡한 현상
	산과 염기의 성질 현상 관찰			→	→	→	산과 염기의 성질 현상의 영상적·상징적 표현, 현상의 확대 적용
반응	중성 용액 만들기 현상 관찰			→	→	→	중화 반응과 열, 염 현상의 영상적·상징적 표현
	산화와 환원 현상 관찰			→			금속과 산의 반응 산소, 이산화탄소 발생과 성질, 연소 전지이동에 의한 산화와 환원, 화학 전지 → 좀더 복잡한 현상 관찰 → 현상의 원인, 결과, 영상적·상징적 표현



5학년에서 지시약을 이용하여 산성 용액과 염기성 용액을 구별하고, 중성 용액을 만드는 현상을 실험을 통해 확인하도록 되어 있다. 그 후 중학교 3학년에서 좀 더 일반적인 산과 염기의 개념을 정의하고, 중화 반응을 영상적·상징적으로 표현하여 중화의 개념과 염을 확인할 수 있도록 하였다. 따라서, 이 영역은 초등학교 내용과 반복성을 보이면서도 중학교 2학년에서 학습한 화학반응식을 기초로 하여, 적절한 표현방법을 사용하여 학습하도록 하였으므로 연계성을 이루고 있다고 볼 수 있다.

(3) 산화와 환원 반응은 초등학교 6학년에서 기체 발생 실험을 통해 학습한 산소와 이산화탄소에 대한 성질의 심화 단계로, 중학교 3학년에서 산화와 환원의 개념을 도입하고, 초등학교 5학년에서 학습한 산과 금속의 반응과 관련시켜, 중학교 3학년에서 산화와 환원 반응을 전자의 이동으로 설명하도록 되어 있다. 또한, 산화 환원 반응의 예로 영상적·상징적으로 표현된 볼타전지를 학습하도록 되어 있으므로 연계성을 유지하고 있다고 볼 수 있다.

따라서, 물질의 변화 영역은 초등학교의 내용과 중학교 1, 2학년의 학습을 기초로 중학교 3학년에서 개념의 반복과 적절한 표현 방법 및 실험을 통한 학습으로 심화되었으므로 연계성을 이루고 있음을 알 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 내용체계 사이에서는 거시적 개념을 다루는 물질의 특성과 분리 영역에서는 비교적 연계성 있게 구성되어 있으나, 물질의 구성 영역에서 다루어지는 내용이 미시적 세계로 바뀌면서 내용의 심화 정도가 너무 커지고 학습량의 과다로 학년 간과 학교급간에 다소 큰 단절 현상을 보이는 것으로 생각된다. 따라서 물질의 반응 영역을 다루는 중학교 3학년 내용 중 화학반응식을 필요로 하는 중화 반응과 산화와 환원 반응 등의 학습에도 연계적으로 영향을 미칠 것으로 생각된다. 그러므로 중학교 2학년에서 학습하도록 되어있는 물질의 구성 영역 내용은 학습자의 지적 발달 수준을 고려한 교과서의 재구성과 교수방법의 개선을 필요로 한다고 생각된다. 또한, 교과서 집필시 미시 세계에 대한 정성적인 이해와 모형으로 표현하는 정도로만 학습하게 하고, 물질 세계의 규칙성과 이에 따른 정량적인 학습은 후속학습으로 미루는 방안을 검토해 볼 수도 있을

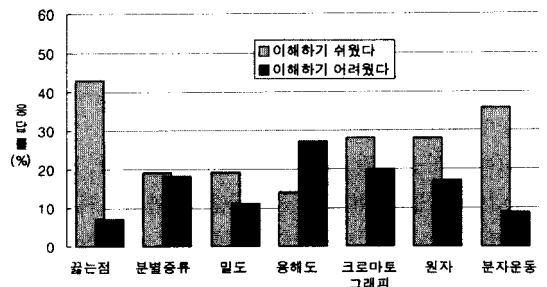


Fig. 1. 연계성이 있는 화학 개념들에 대한 중학생들의 인식.

것이다.

#### 중학생들의 화학 개념에 대한 인식 조사 분석.

초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 연계성 분석에서 초등학교와 중학교간에 연계성이 있는 것으로 판단된 7가지의 화학 개념에 대한 중학생들의 인식을 설문 조사한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 과학 교과서의 연계성 분석에서 초등학교와 중학교간에 연계성이 있는 화학 개념 7가지 중 6가지에서 이해하기 어렵다는 반응보다는 이해하기 쉽다고 응답한 학생들의 비율이 높았다. 다만, 용해도의 경우는 과학 교과서 분석에서 연계성이 있는 화학 개념인데도 이해하기 어렵다고 생각하는 학생들의 수가 많았다. 학생들이 어려워하는 이유로는 용해도는 그래프를 보고 분석하는 문제가 많은데 "그래프 해석이 어렵다", "계산 과정이 어렵다", "용해도 곡선 자체를 이해할 수 없다" 등으로 주로 용해도 곡선에 대한 정량적인 계산 문제에 대한 이해의 어려움을 호소하였다. 그러나 교육부에서 제시한 교육과정 해설에서는 용해도의 경우, 용액 상태의 계를 정성적으로 설명하여 용해도가 물질의 특성임을 알 수 있도록 하는데 주력하도록 하고 있으므로, 과학 교사들이 수업 시간에 용해도 개념을 설명할 때 평가에서 이러한 점을 고려해야 할 것이라고 생각된다.

초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 연계성 분석에서 초등학교와 중학교간에 연계성이 부족한 것으로 판단된 4가지의 화학 개념에 대한 중학생들의 인식을 설문 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 과학 교과서의 연계성 분석에서 초등학교와 중학교간에 연계성이 부족한 화학 개념들에 대해서는 어렵다고 응답한 학생들의 비율이 높게 나타났다. 특히, 아보가드로의 법칙과 간단한 화학반응식

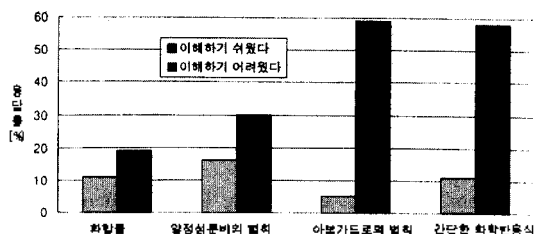


Fig. 2. 연계성이 부족한 화학 개념들에 대한 중학생들의 인식.

꾸미기에 대해서는 설문 조사에 응답한 학생들의 반 이상이 어렵다는 반응을 보였다. 아보가드로의 법칙을 이해하기 어렵다고 생각하는 이유로는 “개념 이해가 안 된다”, “원자 개념과 연결시키기 어렵다”, “법칙 자체가 이해되지 않는다” 등이었다. 이러한 반응들은 아보가드로의 법칙이 학생들이 이제까지 배운 화학 개념들과 너무 큰 간격을 이루기 때문에 기계적인 암기 학습을 유도할 수도 있다는 예상을 갖게 한다. 그리고 간단한 화학반응식 꾸미기를 어렵다고 생각하는 이유로는 “분자 이름도 모르고 이해도 안 가는데 화학반응식까지 꾸며야 하니 너무 힘들다”, “처음으로 다루어 보는 것으로 화학 변화를 화학반응식으로 나타내기가 너무 어렵다” 등으로 주로 이제까지의 화학 개념들에 대한 학습내용과 심한 격차를 이루기 때문에 이해하기 어렵다는 경향을 보였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 학생들은 선행학습의 내용과 연계성 있는 학습내용은 연계성이 적은 학습내용보다 쉽게 이해하고 있음을 알 수 있다. 따라서 앞으로의 교육과정 편성과 운영에서는 학년간과 학교급간의 교육목표는 물론 학습내용의 연계성에 대해서 충분히 고려되어야 할 것이다.

### 결론 및 제언

본 연구에서 제 6차 교육과정에 제시되어 있는 초등학교와 중학교 과학과 교육목표와 과학 교과서의 화학 영역에 대한 단원별 목표 및 내용체계 사이의 연계성을 분석하고, 화학 개념에 대한 중학생들의 인식을 조사하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째: 제 6차 교육과정의 초등학교와 중학교 과학과 교육목표는 과학이라는 학문의 대상을 초등학교에서는 전반적인 자연 현상에 두었고, 중학교에서는

자연현상의 탐구를 특히 강조했다는 점을 제외하고 거의 반복되는 점으로 보아 연계성이 부족하다는 것을 알 수 있다. 물론, 교육목표를 포괄적으로 표현할 수밖에 없는 제한 때문에 중복될 수도 있겠지만, 학교급별로 세분화되고 차별화된 교육목표가 제시되어 질 때, 각급 학교별로 이 교육목표에 부합되는 교과 내용 선정과 조직은 물론 효과적인 교육활동이 이루어질 수 있을 것으로 생각된다.

둘째: 물질의 거시적 세계를 다루고 있는 물질의 특성과 분리 영역에서는 교육과정에 진술되어있는 초등학교와 중학교의 단원별 목표는 단순히 반복적이지만, 내용체계 사이에는 점차적인 심화과정으로 연계되어 있다고 볼 수 있다.

셋째: 물질의 미시적 세계를 다루고 있는 물질의 구성 영역에서는 초등학교와 중학교의 단원별 목표 사이에 다소 연계성이 부족하며, 학습내용 중 특히 화합물, 일정성분비의 법칙, 아보가드로의 법칙, 화학반응식 꾸미기 등에서 전 단계 학습내용과 다소 큰 간격을 이루고 있는 점으로 보아 연계성이 부족하다는 것을 알 수 있다.

넷째: 물질의 반응 영역에서는 초등학교와 중학교 단원별 목표와 학습내용 체계사이 모두에서 반복을 이루면서 적절한 심화로 구성된 점으로 보아 연계성이 있다고 볼 수 있다.

다섯째: 중학생들은 선행학습과 연계성 있는 개념은 연계성이 적은 개념보다 이해하기 쉽다는 반응을 보였는데, 이는 중학생들의 화학 개념 이해에 영향을 주는 요소로 전 단계 학습과 연계성 있는 학습내용의 조직이 필요함을 알 수 있다. 즉, 연계성의 부족은 중학생들의 화학 개념에 대한 이해를 어렵게 하며, 기계적인 암기 학습을 하게 하는 요인으로 작용할 수 있는 것이다.

이상의 결론으로부터 본 연구와 관련된 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째: 교육과정과 교과서 개발을 할 때는 단순히 반복되거나 심한 간격이 생기지 않도록, 각급 학교 사이에 유기적인 협조체제가 이루어질 수 있도록 하는 제도적 보완이 필요하다.

둘째: 교과서 분석상 전 단계 학습내용과 다소 큰 간격을 이루어 연계성이 부족한 내용에 대해서는 학습자의 지적 발달 수준을 고려한 교수방법의 개발이 요구된다. 또한, 학생들이 능력에 맞는 수업을 받을

수 있도록 수준별 반편성이 함께 이루어질 필요가 있다.

셋째: 중학생들의 화학 개념에 대한 인식 조사의 경우, 연구 결과를 일반화하기 위해서는 보다 광범위한 연구 대상이 필요하며, 선행학습과 연계성 있는 내용의 선정 및 조직이 학생들의 과학 개념 이해에 미치는 영향에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

### 인 용 문 헌

1. Hur, M. *Journal of Korean Science Education* **1993**, *13*, 334.
2. Choi, Y. N. M. Ed. Thesis; Seoul National Univ.: Seoul, Korea, 1996.
3. Song, S. H.; Lee, Y. H.; Lee, J. R.; Kim, S. W.; Kang, S. H.; Park, J. Y.; Kang, S. J.; Kim, K. H.; Yoo, K. H. *Journal of Korean Science Education* **1991**, *11*, 119.
4. 여환진; 김진현 *경북대학교 교육연구지* **1987**, *29*, 83.
5. 유봉호 *현대교육과정: 교학연구사*: 서울, 1993.
6. Tyler, R. W. *Basic Principles of Curriculum and Instruction*; University of Chicago Press: Chicago, U. S. A., 1969.
7. 광명선 *교육과정*; 배영사: 서울, 1993.
8. Han, B. H. *Chemical Education* **1985**, *12*, 22.
9. Yoo, Y. K. M. Ed. Thesis; Kongju National Univ.: Chungnam, Korea, 1991.
10. Kim, D. Y. M. Ed. Thesis; Ewha Womans Univ.: Seoul, Korea, 1989.
11. Kim, H. J. M. Ed. Thesis; Wonkwang Univ.: Chonbuk, Korea, 1994.
12. *교육부 초등학교 자연과 교육과정 해설*; 대한교과서주식회사: 서울, 1992.
13. *교육부 중학교 과학과 교육과정 해설*; 대한교과서주식회사: 서울, 1992.
14. *교육부 초등학교 자연 3, 4, 5, 6학년 교과서*; 대한교과서주식회사: 서울, 1996.
15. 강영희; 조완규; 권숙일; 나일성; 소현수; 조희구; 이민호; 윤길수; 하효명; 서평웅; 김종권; 이영만; 목창수 *중학교 과학 1, 2, 3학년 교과서*; 동아출판사: 서울, 1996.
16. 송인명; 이춘우; 오계직; 최석남; 박영철; 문형태; 우영균; 광종흡 *중학교 과학 1, 2, 3학년 교과서*; 교학사: 서울, 1997.
17. 노석구 *인천대학교 과학교육논총* **1996**, *9*, 39.