

# 국가수준 학업성취도 평가의 화학 문항에서 나타난 초·중학교 학생의 성취수준별 특징 비교

최 원 호\*  
국립순천대학교

## Comparison of the Characteristics of each Educational Achievement Level of Elementary and Middle School Students Shown in the Chemistry Items of the National Assessment of Educational Achievement

Choi, Wonho\*  
Suncheon National University

**Abstract:** We investigated student's characteristics in each educational achievement level using the results of the NAEA (National Assessment of Educational Achievement) in 2009, 2010, and 2011 for Grade 6 students, and compared the characteristics between elementary and middle school students. The analysis of representative items for each educational achievement level of elementary and middle school students revealed that (a) advanced level students from both elementary and middle school could exactly understand the achievement criteria of the curriculum, (b) proficient level students from both elementary and middle school were understanding the achievement criteria of the curriculum superficially, for example, they could not understand concepts exactly but could memorize terms, and so should have compensational education under situations that ask for short answer or essay type items instead of multiple choice items, and (c) basic level students from both elementary and middle school almost could not understand the achievement criteria of curriculum, and so should have compensational education under situations that only deal with a simple situation. Science concepts treated in science curriculum are hierarchically organized by level of school, and simple compensational education for the students of below basic level will not solve learning deficits in science education. Differentiated education by educational achievement should be largely expanded instead.

**Key words:** educational achievement level, advanced level, proficient level, basic level

### I. 서 론

교육과정은 학습자에게 제공할 학습 경험을 선정하고 조직한 문서(교육과학기술부, 2009a)로, 국가수준의 교육과정을 운영하는 우리나라의 경우는 교육과정이 학습자에게 끼치는 영향력은 매우 크다. 우리나라는 제7차 교육과정(교육부, 1997)에서 수준별 교육과정을 제시하였고, 2007년 개정 교육과정(교육인적자원부, 2007)과 2009년 개정 교육과정(교육과학기술부, 2009b)에서도 학생들의 수준에 맞는 수준별 수업을 명시적으로 제시하고 있다.

현재 우리나라의 많은 학교에서는 수준별 수업을

실시하고 있으나(진경애 등, 2009), 주로 수학, 영어 교과에 한정되며, 과학 교과의 수준별 수업은 소수에 머물고 있다(김대석, 조호제, 2013; 홍후조 등, 2012; 진경애, 송미영, 2009). 수학, 과학 교과와 같이 과목 내에서 학생의 개인차가 큰 교과에서 수준별 수업을 많이 실시하는 미국, 영국(김대석, 조호제, 2013)과 달리 우리나라의 과학 수업에서 수준별 수업의 실시 비율이 낮은 현상(홍후조 등, 2012)은 심각하게 고민해볼 필요가 있다.

2007, 2009년 개정 교육과정부터 명시적으로 제안된 수준별 수업에서는 학습 내용, 학생 수준 등을 고려하여 적절한 학습 지도계획을 세우고 학생들의 능

\*교신저자: 최원호(stensil@sunchon.ac.kr)

\*\*2013.08.03(접수), 2013.08.19(1심통과), 2013.09.03(2심통과), 2013.09.10(최종통과)

\*\*\*이 논문은 2013년 순천대학교 학술기반조성비로 연구되었음.

력과 흥미 등 개인차를 고려하여 지도하도록 하고 있지만(교육인적자원부, 2007; 교육과학기술부, 2009b) 수준별 수업의 분반 준거로서의 평가 기준이나 도구의 부재(이범홍 등, 2006; 최승현, 이대현, 2005)와 수준별 반편성과 수업에 대한 체계적 평가 부재(김석우 외, 2004)의 문제점을 가지고 있다.

학생들의 개별적 수준을 수업에서 고려하는 수준별 수업과 함께 교육과학기술부는 국가수준 학업성취도 평가를 2008년부터 전수 평가 체제로 전환하였고(김성열 등, 2009; 정은영 등, 2008), 한국교육과정평가원에서는 좀 더 구체적인 정보 제공 차원에서 2009년 국가수준학업성취도 평가 결과 보고서(최원호 등, 2010)부터 문항별 전체 정답률과 함께 성취수준별 정답률을 제공해오고 있다. 하지만 이러한 정보가 학교에서 수준별 수업을 위한 구체적 자료로 재해석되어 제공되지 못하고 있었다. 학교 현장에서 요구하는 수준별 학습을 하기 위한 평가 방안(김석우 등, 2004; 장종득, 2000)과 수준별 교재 개발(정영숙, 강미광, 2008)을 충족하기 위해 초등학교 수학에서 수준별 학생들의 특징을 분석한 연구(권점례, 2012; 도중훈, 고정화, 2008; 조영미, 2005)와 중학교 과학에서 수준별 학생들의 특징을 분석한 연구(최원호, 2013)가 있었지만 학교 현장의 수준별 수업 기준 마련을 위한 연구 결과가 충분하지 못한 실정이다.

과학과의 교육과정은 초, 중, 고등학교 사이에 개념이 위계적으로 구성되어 있기 때문에 하위 개념에 대한 이해가 정확하지 않을 경우 상위 교육과정을 이해하기 어렵다. 본 연구는 과학에서 성취수준별 학생들의 특징을 이해하는데 도움을 제공하기 위해 초등학교 과학의 화학 영역을 중심으로 성취수준별 학생들의 수준을 파악하고자 하였으며, 이 결과를 중학교 화학 영역에서의 성취수준별 학생들의 특징을 연구한 선행 연구 결과와 비교하여 다른 학교급의 동일 중영역에서 학생들은 어떤 공통점과 차이점이 있는지 조사하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 분석 대상 문항의 선정

국가수준 학업성취도 평가 문항은 평가가 실시된 해에, 정답률은 그 다음 해에 공개되고 있어 현재까지

2011년 국가수준 학업성취도 평가의 정답률이 공개되었다(김동영 등, 2012). 본 연구는 초등학교 과학의 화학 영역에 해당하는 문항을 분석 대상으로 하였으며, 분석 연도는 성취수준별 정답률이 공개된 2009, 2010, 2011년을 대상으로 하였다(김동영 외, 2012; 김현경 외, 2011; 최원호 등, 2010). 그리고 초등학교 과학의 화학 영역의 문항 분석 결과와 중학교 화학 영역의 문항 분석 결과를 비교하였는데, 중학교 화학 영역의 문항 분석 결과는 선행 연구 결과를 이용하였다(최원호, 2013).

### 2. 분석 대상 문항의 중영역별 재분류

기존 국가수준 학업성취도 평가 연구 결과에서는 각 문항이 속한 단원과 함께 정답률이 제시되어 있는데(김동영 등, 2012; 김현경 등, 2011; 최원호 등, 2010), 본 연구에서는 단원별로 분류된 문항을 중영역(정은영 등, 2010) 기준으로 재분류하였다. 중영역은 교육과정이나 성취기준의 변화에 상관없이 연도별 성취도 평가 결과를 비교하기 쉽게 유사한 개념들을 묶어 놓은 개념(정은영 등, 2010; 최원호, 2013)인데, 연도별로 다른 단원에서 출제되는 국가수준학업성취도 평가의 여러 연도별의 문항을 동시에 비교하기 위해서는 중영역이라는 공통의 기준을 이용하면 편리하다(최원호 등, 2011; 최원호, 2013). 기존 연구(정은영 등, 2010)에서 제안한 중영역은 물질의 상태와 상태 변화, 물질의 구조, 물질의 특성과 혼합물의 분리, 화학 반응 등 총 4개인데, 초등학교 대상의 성취도 평가의 특성상 물질의 구조 중영역에 해당하는 문항은 없어 물질의 상태와 상태 변화, 물질의 특성과 혼합물의 분리, 화학 반응만 이용하였다.

중영역을 기준으로 분류된 문항은 성취기준에 근거하여 다시 분류하였고, 동일한 성취기준에 속하는 문항은 그 문항이 대표하는 성취수준에 따라 다시 분류하였다. 즉, 출제된 연도와 상관없이 우수학력, 보통학력, 기초학력의 순서로 각 문항이 대표하는 성취수준별로 문항을 분류하였다. 4가지로 구분한 성취수준의 의미는 국가수준 학업성취도 평가의 정의를 따르는데(김동영 등, 2012; 김현경 등, 2011; 최원호 등, 2010), 우수학력은 평가 대상 학년급 학생들이 성취하기를 기대하는 기본 내용을 대부분(교육과정의 80% 이상) 이해한 수준으로, 보통학력은 평가 대상

학년급 학생들이 성취하기를 기대하는 기본 내용을 상당부분(교육과정의 50~80%) 이해한 수준으로, 기초학력은 평가 대상 학년급 학생들이 성취하기를 기대하는 기본 내용을 부분적으로(교육과정의 20~50%) 이해한 수준으로 규정하고 있다. 각 성취수준의 의미는 국가수준 학업성취도 평가의 비교 기준인 2003년 국가수준 학업성취도 평가(이미경 등, 2004)부터 일관되게 사용하고 있다.

국가수준 학업성취도 평가에서는 대표 문항을 선정하는 기준으로 미국의 국가수준 학업성취도 평가에 해당하는 NAEP의 기준을 사용하고 있지만, NAEP의 기준은 IRT 모형에 근거(문항 정보를 도출할 때 문항 정보의 양이 최대가 되는 기준이 선다형은 정답률이 74%, 서답형은 정답률이 65%임)하고 있으며(Huynh, 1994, 김혜숙 등, 2009에서 재인용), 본 연구에서 사용한 각 문항의 성취수준별 정답률은 고전검사이론에 바탕하여 도출한 정답률이므로 새로운 기준을 사용하기로 했다. 일반적으로 고전검사이론을 이용할 경우는 각 문항의 정답률이 50~80% 이상일 경우 학생들이 해당 문항을 숙달하였다고 보기 때문에(이미경 등, 2003, p48) 본 연구에서는 성취수준별 학생들의 특징을 기술하기 위해 그 성취수준에 속하는 학생들의 문항 정답률이 70% 이상이고 그 아래 성취수준에 속하는 학생의 문항 정답률이 70% 미만이면 그 문항을 그 성취수준에 속하는 대부분의 학생들이 해당 문항을 해결할 수 있다는 의미의 대표 문항으로 선정하였다. 예를 들어 특정 문항에 대하여 우수학력에 속하는 학생들의 평균 정답률이 75%이고 보통학력에 속하는 학생들의 평균 정답률이 50%일 경우 그 문항을 우수학력 대표문항으로 분류하였다. 이 기준에 대한 엄격한 기준은 없으나 국가수준 학업성취도 평가의 기준 연도가 된 2003년 국가수준 학업성취도 평가에서도 해당 성취수준의 70% 정도의 학생이 정답을 맞출 경우 대다수 해결하였다는 견해를 보여주고 있는 점을 고려하였다(이미경 등, 2003).

본 연구에서 사용한 초등학교 6학년 대상의 국가수준 학업성취도 평가의 과학에서 성취수준별 비율은 2009년의 경우 우수학력 58.5%, 보통학력 31.1%, 기초학력 9.2%, 기초학력 미달 1.3%이었다(최원호 외,

2010). 2010년의 경우 우수학력 40.9%, 보통학력 43.5%, 기초학력 14.1%, 기초학력 미달 1.5%이었다(김현경 등, 2011). 2011년의 경우 우수학력 43.4%, 보통학력 43.8%, 기초학력 12.0%, 기초학력 미달 0.8%이었다(김동영 등, 2012).

각 문항의 각 성취수준별 평균 정답률<sup>1)</sup>과 대표하는 성취수준은 음영 표시하여 Table 1에 제시하였다.

### 3. 문항 분석

문항 분석은 중영역별로 구분한 뒤에 실시하였으며, 중영역 내에서는 동일한 성취기준과 성취수준에 속하는 문항별로 분석하였다. 성취수준은 우수학력, 보통학력, 기초학력의 순서에 따라 분석하여 그 결과를 제시하였다.

문항별 분석 방법은 선행연구(최원호, 2013)와 마찬가지로 문항에서 묻는 내용과 보기의 정답을 중심으로 대표 문항이 속한 성취수준의 학생들이 수행할 수 있는 능력을 진술하였다. 그리고 대표 문항이 속한 성취수준 아래의 성취수준에서는 학생들은 그 문항을 해결할 수 있는 능력이 없다고 가정하고 문항을 해결하지 못하는 이유를 반응율이 가장 높은 오답을 중심으로 추론하였다.

문항 분석을 통하여 각 문항의 상황별로 성취수준별 학생들의 능력을 정리하였고, 이를 성취기준별로 통합하여 성취수준별 학생들의 능력을 재진술하였다. 성취기준별로 진술된 성취수준별 학생들의 능력은 이후 동일한 중영역별로 통합하였다. 그리고 초등학교 학생의 성취수준별 능력을 중영역별로 도출한 뒤에 선행연구(최원호, 2013)에서 제시한 중학교 학생의 성취수준별 능력과 비교하였다. 비교 과정에서는 동일한 중영역에서 초, 중학교 학생들의 화학영역에서의 능력에 어떤 차이와 공통점이 있는지를 중심으로 분석하였다.

### 4. 연구의 제한점

본 연구에서 도출한 성취수준별 학생들의 능력은 성취수준별 문항의 전국 평균값(김동영 등, 2012; 김현경 등, 2011; 최원호 등, 2010)에 근거한 것이며, 성

1) 각 문항의 성취수준별 정답률은 국가수준 학업성취도 보고서(최원호 외, 2010; 김현경 외, 2011; 김동영 외, 2012)를 참고하기 바란다.

**Table 1**  
Reclassified items in each achievement level

대영역	중영역	성취기준	연도-문항 번호	정답률(%)			
				우수	보통	기초	
물질	물질의 상태와 상태 변화	물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다.	09_7	85.6	62.4	32.5	
			09_8	95.8	79.3	47.0	
			10_8	96.1	81.5	46.3	
			11_8	98.4	92.5	69.8	
			11_9	99.7	98.3	89.5	
			09_9	98.7	93.7	73.7	
	물질의 특성과 혼합물의 분리	기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다.	10_9	99.0	96.9	89.2	
			힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체 의 부피 변화를 설명할 수 있다.	09_4d	88.3	67.4	38.8
				09_6	90.6	72.0	55.2
		10_7		98.9	95.7	82.6	
		물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리 할 수 있다.	11_10	99.3	96.6	85.1	
			11_11	99.0	95.6	74.9	
			11_13	99.2	96.8	82.3	
			용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.	09_3d	87.2	63.8	35.8
				10_2d	76.8	42.9	21.7
11_2d	98.9			89.7	57.3		
용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변 하지 않음을 안다.	11_14	96.7	94.7	77.1			
	10_12	75.3	50.5	24.0			
	11_12	91.8	66.5	40.2			
일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도 를 성질과 관련하여 안다.	10_11	94.6	77.3	48.0			
	화학 반응	산성 용액과 염기성 용액의 성질을 비교 할 수 있다.	10_10	73.5	33.1	16.4	
			09_10	96.7	81.0	50.6	

\*grey colour means achievement level of representative item

\*\*d means Descriptive Item

취수준별 대표 문항의 선정 시 각 성취수준별 평균 정답률이 70% 이상인 문항을 선정하였으므로 특정 개인이 해당 성취수준에 속할지라도 그 문항을 반드시 해결하는 것은 아니므로 개인적 능력과 일치하는 것은 아니다. 또한 문항 분석 시 평균 정답률, 오답의 평균 반응률에 근거하여 학생들의 반응을 추론한 것이므로 문항별 학생들의 반응에 대한 구체적인 원인을 파악하는 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

### Ⅲ. 연구 결과

연구 결과는 세 가지 중영역인 물질의 상태와 상태 변화, 물질의 특성과 혼합물의 분리, 화학 반응의 순서로 제시하였다.

#### 1. ‘물질의 상태와 상태 변화’ 중영역의 성취수준별 특징

● ‘물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다’ 성취기준

‘물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다’ 성취기준에 속한 대표 문항을 분석하였다. 2009년 7번 문항(Fig. 1 참조)은 우수학력 대표 문항으로 분석 결과는 다음과 같다. 우수학력 학생들은 실온의 물이 냉동실에서 얼음으로 변하는 현상을 보고 냉동실 안의 얼음이 실온의 물보다 온도가 낮다는 사실과 함께 냉동실 안의 온도가 0℃보다 낮다는 사실을 알고 있었다(우수학력의 85.6%). 보통학력 학생들의 정답률은 62.4%이었으며 가장 반응률이 높은 오답을 중심으로 분석해보면, 보통학력 학생들 중 일부는 실온의 물이 냉동실 안에서 얼어 얼음으로 변한 현상을 보면서 냉동실 안의 얼음이 냉장고 밖의 물보다 온도가 낮다는 것은 알지만 냉장고 안의 얼음의 온도가 0℃보다 낮다는 것을 알지 못했다(보통학력의 13.4%). 또한 보통학력 학생들 중 일부는 물이 얼음으로 변할 때 부피가 줄어든다고 오해하고 있었다(보통학력의 12.6%).

이후 모든 문항의 분석 과정은 2009년 7번 문항(Fig 1 참조)의 형식을 따랐으며, ‘물질의 상태와 상태 변화’ 중영역을 구성하는 ‘물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다.’ 성취기준의 대표 문항 분석을 통해 도출한 학생들의 이해 수준을 성취수준

별로 정리한 것은 Table 2와 같다.

‘물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 우수학력 학생들은 물이 어는 현상을 관찰하면서 얼음이 물보다 온도가 낮으며, 그 온도가 0℃보다 낮다는 사실을 알고 있었다. 보통학력 이상의 학생들은 얼거나 끓을 때의 온도와 같은 구체적 데이터를 기억하지 못하지만 물이 얼 때 얼음의 온도가 물보다 낮거나 물이 얼거나 끓을 때 물에서 관찰되는 현상을 알고 있었다. 기초학력 이상의 학생들은 물이 끓거나 얼 때의 여러 현상을 구체적으로 알지 못하지만 물이 얼 때 물통이 깨지는 이유가 부피가 늘어나기 때문이라는 사실과 같이 일상생활에서 경험하기 쉬운 현상은 알고 있었다. 기초학력 미달 학생들은 일상생활에서 경험하기 쉬운 현상의 원인을 눈에 보이는 현상으로 설명하려는 경향이 있음을 짐작해볼 수 있다.

● ‘기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다’ 성취기준

‘기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다’ 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 3과 같다.

‘기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 기초학력 이

7. 식탁 위에 놓여 있던 물병에서 물을 컵에 따라 냉동실에 넣었더니 물이 얼었습니다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은 어느 것입니까?						
— < 보 기 > —						
가. 냉동실 안의 온도는 0℃보다 낮다. 나. 냉동실 안의 얼음은 식탁 위에 있던 물보다 온도가 낮다. 다. 물이 얼음으로 변하면 부피가 줄어든다.						
	①가	②나	③다	④가, 나	⑤나, 다	
정답률(%)	성취수준	①	②	③	④	⑤
	우수학력	3.2	7.3	0.4	85.6	3.5
	보통학력	8.4	13.4	2.9	62.4	12.6
	기초학력	12.9	18.1	14.0	32.5	21.8
	기초미달	13.3	20.6	27.1	17.5	20.0
	전체	5.9	10.3	2.7	72.7	8.2

Fig. 1 Example of item and information of item

**Table 2**

Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of 'To know how the change of weight and volume is in the phase change of water' \*

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다.	2009-7	실온의 물이 냉동실 안에서 얼음으로 변함	냉동실 안의 온도가 0℃보다 낮다는 사실을 안다.			
			냉동실 안의 얼음이 실온의 물보다 온도가 낮음을 안다.			
	2009-8	물을 가열할 때 비커 바닥에서 기포가 격렬하게 발생하는 현상	국을 끓이면 냄비 속에서 부글부글 소리가 나는 현상이 제시된 현상과 같이 끓는 현상임을 안다.	사이다를 흔들면 기포가 발생하는 현상을 끓는 현상으로 오해한다.		
	2010-8	얼음과 소금이 든 비커에 물이 든 시험관을 꽂아 시험관 안의 물이 얼음으로 변함	얼고 있는 물에서 고체가 생기며, 부피가 늘어나는 현상과 물의 온도가 올라가지 않는다는 사실을 안다.	시험관 안의 물이 얼음으로 변하고 있음에도 불구하고 얼음과 소금이 든 비커 안의 온도가 0℃보다 낮지 않다고 오해한다.		
	2011-8	물을 가열하여 끓는 동안 일어나는 변화	물이 끓는 동안 발생하는 대표적 현상을 알며, 물의 온도가 낮아지지 않음을 안다.	물이 끓는 동안 기포가 물 표면으로 올라와서 터지는 현상이 옳지 않다고 오해한다.		
2011-9	물이 가득 담긴 물통을 냉동실에 넣어 두었더니 물통이 깨짐	물통이 깨진 이유가 물이 얼음이 되면서 부피가 늘어나기 때문이라는 사실을 안다.			물통이 깨진 이유가 물이 수증기가 되거나 무게가 증가하기 때문이라고 오해한다.	

\*white parts of table are written with the use of incorrect answer which is related to some students' thinking in that educational achievement level, and vacant parts mean that we can not get information with the analysis of incorrect answer

**Table 3**

Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of 'To know that gas occupies space and has weight'

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다.	2009-9 2010-9	공기가 가득 찬 공과 공기를 모두 뺀 공 무게를 비교함	공기는 무게가 있다는 성질을 확인하는 실험임을 안다.			공기의 부피가 있다는 성질을 확인하는 실험으로 오해한다.

상의 학생들은 공기가 무게가 있다는 성질을 확인하기 위해 공에 공기를 넣거나 빼는 활동과 무게를 측정하여 비교하는 활동을 보고 이 실험이 공기는 무게가

있다는 성질을 확인하는 것임을 알고 있었다. 하지만 기초학력 미달 학생의 일부는 공의 무게를 측정하는 활동과 같이 각 활동이 어떤 의미를 가지는지 고려하

지 못하고 공기를 채웠을 때 공이 부풀어 있다는 구체적인 현상만 고려하여 실험이 ‘공기의 부피가 있다는 성질을 확인하려는 것이라는 것과 같이 제시된 현상을 자의적으로 해석하는 경향이 있었다.

● ‘힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체의 부피 변화를 설명할 수 있다.’ 성취기준

‘힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체의 부피 변화를 설명할 수 있다.’ 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 4와 같다.

‘힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체의 부피 변화를 설명할 수 있다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 우수학력 학생들은 주사기로 기체에 힘을 가했다가 펴 때 앞으로 어떤 현상이 나타날지 예상하여 서술할 수 있으며, 실험의 목적에 포함되는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 서술할 수 있었다. 보통학력 학생들은 실험의 목적에 포함되는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 서술할 수 있었지만 실험에서 일어날 현상을 예상하여 문장으로 서술하는 능력은 부족하였다. 즉, 교과서에서 흔하게 등장하는 대표적인 실험의 목적을 주요 용어로 나타내는 수준에서 이해하는 것으로 보이나 실험 결과를 예상하지 못하는 것으로 보아 실험에 포함되는 활동들이 어떤 의미를 가지는지 정확히 이해하지 못하는 것으로 보인다.

‘물질의 상태와 상태 변화’ 중영역을 구성하는 각 성취기준의 성취수준별 특징을 종합하면 Table 5와 같다.

‘물질의 상태와 상태 변화’ 중영역을 구성하는 문항 분석을 통하여 다음과 같은 점을 알 수 있었다. 우수학력 학생들은 물이 끓거나 얼 때의 온도를 기억하고

있으며, 기체에 힘을 가했다가 펴 때 어떤 현상이 일어날 지 예상하여 문장으로 서술할 수 있다. 보통학력 이상의 학생들은 물이 끓거나 얼 때 일어나는 현상을 구분하거나 기체에 힘을 가했다가 펴는 실험을 보고 실험의 목적을 나타내는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 표현할 수 있다. 기초학력 이상의 학생들은 물이 얼 때 물통이 깨지는 이유가 부피가 늘어나기 때문이라는 사실을 알며, 그림 등을 이용하여 조작 및 측정 활동이 명확히 드러난 실험 과정을 보고 실험의 목적을 판단할 수 있다. 기초학력 미달 학생들은 제시된 활동의 의미를 전혀 파악하지 못하고 두드러지게 관찰되는 한 가지 현상만 고려하여 판단하는 경향이 있다.

2. ‘물질의 특성과 혼합물의 분리’ 중영역의 성취 수준별 특징

● ‘물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.’ 성취기준

‘물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.’ 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 6과 같다.

‘물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 보통학력 이상의 학생들은 섞이지 않는 물과 식용유를 분리할 수 있는 적절한 방법을 주어진 답지 중에서 찾을 수 있었다. 기초학력 이상의 학생들은 두 액체가 든 시험관을 보고 두 액체가 섞이는지 섞이지 않는지 판단할 수 있으며 특히 물과 식용유가 섞이지 않는다는 사실을 알고 있었다. 또한 부피가 동일하지만 액체가

Table 4

Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of ‘To explain volume change of gas when potentiating and changing temperature’

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체의 부피 변화를 설명할 수 있다.	2009-서4	끝이 막힌 주사기의 피스톤을 밀어보는 실험에서 피스톤을 밀던 손을 떼는 때	피스톤이 뒤로 밀려난다고 예상하여 서술할 수 있으며, 이 실험의 목적에 포함되는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 서술할 수 있다.	일어날 현상을 예상하여 서술하지는 못하지만, 이 실험의 목적에 포함되는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 서술할 수 있다.		

**Table 5**

*Understandings of each educational achievement level students in each achievement criteria in the middle region of 'state of matter and change of matter'*

성취기준	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다.	물이 어는 현상을 관찰하면서 얼음이 물보다 온도가 낮으며, 그 온도가 0℃보다 낮다는 사실을 알고 있다.	물이 얼거나 끓을 때의 온도와 같은 구체적 데이터를 기억하지 못하지만 물이 얼 때 얼음의 온도가 물보다 낮거나 물이 얼거나 끓을 때 물에서 관찰되는 현상을 알고 있다.	물이 끓거나 얼 때의 여러 현상을 구체적으로 알지 못하지만 물이 얼 때 물통이 깨지는 이유가 부피가 늘어나기 때문이라는 사실을 알고 있다.	일상생활에서 경험하기 쉬운 현상의 원인을 눈에 보이는 현상으로 설명하려는 경향 있다.
기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다.	공기가 무게가 있다는 성질을 확인하기 위해 공기를 넣거나 빼는 활동과 무게를 측정하는 활동을 보고 주어진 답지 중에서 공기의 어떤 성질을 확인하려고 하는지 판단할 수 있다.			무게 측정 등의 주요 활동을 고려하지 않고 공이 부푸는 등 구체적인 현상만 고려하여 실험의 목적을 해석하려는 경향 있다.
힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체의 부피 변화를 설명할 수 있다.	주사기로 기체에 힘을 가했다가 뿔 때 앞으로 어떤 현상이 나타날지 예상하여 서술할 수 있으며, 실험의 목적에 포함되는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 서술할 수 있다.	주사기로 기체에 힘을 가했다가 떼어보는 현상을 보고 실험의 목적에 포함되는 주요 용어를 괄호 채우기 형식으로 서술할 수 있다.		

**Table 6**

*Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of 'To separate mixture into the substances with the use of characteristics of matter'*

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.	2009-6	물과 식용유가 섞이지 않고 층을 이루고 있을 때 식용유 분리 방법 찾기	주어진 답지 중에서 스포이트로 빨아들이는 것이 가장 적절하다고 판단할 수 있다.		출제 의도와 상관없이 문항의 소재와 관련하여 기억 위주로 응답한다.	
	2010-7	서로 섞이지 않은 두 액체 모습	두 액체로 물과 식용유가 적절함을 안다.			
	2011-10	흙탕물에서 물을 얻기 위한 가장 적절한 실험 방법 고르기	주어진 답지 중에서 거름 장치가 흙탕물에서 물을 얻는 방법임을 안다.			
	2011-11	부피가 동일한 세 종류 액체의 무게가 서로 다르게 측정된 모습	결과를 보고 서로 다른 액체는 부피가 같아도 무게가 서로 다르다고 판단할 수 있다.			
	2011-13	물과 여러 가지 액체를 넣어 충분히 흔든 후 한참 놓아둔 시험관의 모습	두 액체가 섞이는지 섞이지 않는지 판단할 수 있다.			



다르게 표시된 모습을 보고 서로 다른 액체는 부피가 같아도 무게가 서로 다를 수 있으며, 그림으로 제시된 담지 중에서 거름 장치가 흙탕물에서 물을 분리할 수 있음을 알고 있었다. 즉, 두 액체의 섞임 현상과 같이 간단한 실험을 해석하거나 거름 장치로 흙탕물을 분리할 수 있음을 알며, 제시된 결과의 의미를 문장으로 재진술할 것 중 옳은 것을 고를 수 있으나, 교과서에서 경험하지 못한 실험의 의미를 묻는 경우는 출제 의도를 오해하여 소재와 관련하여 기억 위주로 응답하는 경향이 있었다.

● ‘용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.’ 성취기준

‘용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.’ 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 7과 같다.

‘용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 우수학력 학생들은 실험 결과를 바탕으로 용질을 더 녹이거나 석출시키기 위한 조건을 추리하여 서술할 수 있었다. 보통학

력 이상의 학생들은 실험 결과를 명사 또는 술어를 괄호 채우기 형식으로 표현할 수 있으며, 지시약에 의한 색 변화를 이용하여 용액을 둘로 분류하고, 특정 지시약에 의한 용액의 색을 기준에 다른 지시약으로 분류된 용액의 색을 참조하여 말할 수 있었다. 기초학력 이상의 학생들은 어떤 물질이 어떤 용매에 대한 용해 유무가 제시된 표의 의미를 문장으로 재진술할 수 있었다.

● ‘용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변하지 않음을 안다.’ 성취기준

‘용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변하지 않음을 안다.’ 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 8과 같다.

‘용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변하지 않음을 안다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 우수학력 학생들은 용질을 용매에 녹이더라도 전체 질량은 변하지 않으며, 용해되었다가 다시 석출된 용질은 성질이 변하지 않음을 알고 있었다. 보통학력 이하 학생들은 용질이 용매에 용해되면서 전체 질량이 증가한다고 오해하는 경우가 있었으며, 다소 복잡하

Table 7

Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of ‘To know the factor affecting the amounts of solute when dissolving some substances’

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.	2009-서3 2010-서2	찬물과 따뜻한 물에 녹은 용질의 양이 다르게 표시됨	실험 결과를 바탕으로 용질을 더 녹이거나 석출시키기 위한 조건을 추리하여 서술할 수 있다.			
			실험 결과의 의미를 명사 또는 술어를 괄호 채우기 형식으로 표현하여 결론을 진술할 수 있다.			
	2011-서2	몇 가지 용액에서 지시약에 의해 색 변화 결과	지시약에 의한 색 변화를 이용하여 용액을 둘로 분류하고, 특정 지시약에 의한 용액의 색을 기준에 다른 지시약으로 분류된 용액의 색을 참조하여 말할 수 있다.			
	2011-14	여러 가루 물질이 물과 아세트산에 녹거나 녹지 않은 실험 결과	표로 제시된 결과의 의미를 이해할 수 있다.			

**Table 8**

*Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of 'To know that the characteristics and weight of matter do not change when dissolving'*

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변하지 않음을 안다.	2010-12	물에 설탕을 용해시키는 과정 중 비커, 물, 설탕 전체 질량 측정	설탕을 녹이기 전과 후의 질량이 동일함을 알고 있다.	설탕이 물에 더 녹아들어갈수록 전체 질량이 증가한다고 오해한다.		
	2011-12	물에 용해되기 전후의 황산구리의 특징을 조사하는 여러 단계의 실험 과정이 문장으로 제시됨	물에 녹이기 전후의 황산구리가 같은 물질임을 추론할 수 있다.	제시된 실험 과정이나 황산구리의 일반적 특징을 바탕으로 결과를 자의적으로 해석한다.		

게 제시된 고체 물질의 용해 실험 결과를 자의적으로 해석하는 경향이 있었다.

● ‘일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도를 성질과 관련하여 안다.’ 성취기준

‘일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도를 성질과 관련하여 안다.’ 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 9와 같다.

‘일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도를 성질과 관련하여 안다.’ 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 보통학력 이상의 학생들은 이산화 탄소를 부으면 양팔 저울에서 무거워지는 실험과 키 작은 양초가 키 큰 양초보다 먼저 꺼지는 두 실험의 공통점이 이산화 탄소가 공기보다 무겁다는 사실을 알고 있었다. 기초학력 이하 학생들은 출제 의도를 파악하지 못하고 제시된 물질과 관련된 일반적 성질을 선택하는 경향이 있었다.

‘물질의 특성과 혼합물의 분리’ 중영역을 구성하는 각 성취기준의 성취수준별 특징을 종합하면 Table 10

과 같다.

‘물질의 특성과 혼합물의 분리’ 중영역을 구성하는 문항 분석을 통하여 다음과 같은 점을 알 수 있었다. 우수학력 학생들은 용해와 온도의 관계를 나타낸 실험 결과를 이해하여 변인을 어떻게 조작해야 원하는 결과를 얻을 수 있는지 문장으로 서술할 수 있으며, 용해 과정에서 물질의 보존 개념을 가지고 있어 용해 과정에서 질량이 보존되며, 용질의 성질이 변하지 않음을 알고 있다. 보통학력 이상의 학생들은 섞이지 않은 두 액체의 분리 방법 찾기, 지시약에 따른 용액의 색변화를 이용하여 용액의 분류, 이산화 탄소를 이용한 두 실험에서 공기보다 무겁다는 공통점 찾기 등 현상적 수준에서 실험을 이해하고 있다. 그리고 실험 결과의 의미를 괄호 채우기 형식의 문장으로 표현할 수 있다. 기초학력 이상의 학생들은 표나 그림으로 용해 등의 현상을 간단하게 나타난 자료를 문장으로 재기술한 것 중 옳은 것을 고를 수 있으며, 혼합물 분리를 위해 그림으로 표현된 거름 장치를 고를 수 있다.

**Table 9**

*Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of 'To know the usage of gas which is familiar in the normal life together with the properties of gas'*

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도를 성질과 관련하여 안다.	2010-11	이산화 탄소를 부으면 빈 컵보다 무거워지는 실험과 높이가 다른 양초 중에서 키가 더 작은 양초의 불이 먼저 꺼지는 실험	이산화 탄소의 공통 성질로 공기보다 무겁다는 것을 찾을 수 있다.		제시된 두 실험의 공통점을 고려하지 않고 이산화탄소의 일반적 성질을 선택한다.	

Table 10

Understandings of each educational achievement level students in each achievement criteria in the middle region of 'Characteristics of Matter and Separation of Mixture'

성취기준	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.	섞이지 않는 물과 식용유를 분리할 수 있는 적절한 방법을 주어진 답지 중에서 찾을 수 있다.		두 액체의 섞임 현상과 같이 간단한 실험을 해석하거나 흙탕물 분리를 위해 그림으로 표현된 거름 장치를 고를 수 있으며, 제시된 결과의 의미를 문장으로 재진술한 것 중 옳은 것을 고를 수 있다.	
			교과서에서 경험하지 못한 실험의 의미를 묻는 경우는 출제 의도를 오해하여 소재와 관련하여 기억 위주로 응답 한다.	
용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.	실험 결과를 바탕으로 용질을 더 녹이거나 석출시키기 위한 조건을 추리하여 서술할 수 있다.	실험 결과를 명사 또는 술어를 괄호 채우기 형식으로 표현할 수 있으며, 지시약에 의한 색 변화를 이용하여 용액을 돌로 분류하고, 특정 지시약에 의한 용액의 색을 기존에 다른 지시약으로 분류된 용액의 색을 참조하여 말할 수 있다.	어떤 물질이 어떤 용매에 대한 용해 유무가 제시된 표의 의미를 문장으로 재진술한 것 중 옳은 것을 고를 수 있다.	
용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변하지 않음을 안다.	용질을 용매에 녹이더라도 전체 질량은 변하지 않으며, 용해되었다가 다시 석출된 용질은 성질이 변하지 않음을 안다.	용질이 용매에 용해되면서 전체 질량이 증가한다고 오해하는 경우가 있으며, 복잡하게 제시된 고체 물질의 용해 실험 결과를 자의적으로 해석한다.		
일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도를 성질과 관련하여 안다.	이산화 탄소를 부으면 양팔저울에서 무거워지는 실험과 키 작은 양초가 키 큰 양초보다 먼저 꺼지는 두 실험의 공통점이 이산화 탄소가 공기보다 무겁다는 사실을 안다.			

3. '화학 반응' 중영역의 성취수준별 특징

● '산성 용액과 염기성 용액의 성질을 비교할 수 있다.' 성취기준

'산성 용액과 염기성 용액의 성질을 비교할 수 있다.' 성취기준에서 학생들의 이해 수준을 성취수준별로 정리하면 Table 11과 같다.

'화학 반응' 중영역을 구성하는 '산성 용액과 염기

성 용액의 성질을 비교할 수 있다.' 성취기준으로 출제된 문항을 분석한 결과 우수학력 학생들은 산성 물질이 마그네슘이나 대리석 조각과 반응하여 기포가 발생함과 산성 물질의 이름 예를 알고 있었다. 보통학력 이상의 학생들은 3가지 지시약에 따라 나타나는 여러 가지 용액의 색깔 변화 결과를 이용하여 용액을 돌로 분류할 수 있었다.

Table 11

Understandings of each educational achievement level students in the achievement criteria of 'To compare properties between acid and base solution'

성취기준	연도-번호	상황	우수학력	보통학력	기초학력	기초미달
산성 용액과 염기성 용액의 성질을 비교할 수 있다.	2010-10	마그네슘 조각과 대리석 조각에 용액을 각각 떨어뜨려 기포가 발생	산성 물질이 마그네슘이나 대리석 조각과 반응하여 기포가 발생한다는 사실과 산성 물질의 이름 예를 안다.			
	2009-10	3가지 지시약에 따라 각각 나타나는 5가지 용액의 색깔 변화 결과	용액을 둘로 분류할 수 있다.			

#### 4. 각 중영역의 성취수준별 특징 종합

지금까지 문항별, 성취기준별, 중영역별로 구분하여 성취수준별 학생들의 특징을 알아보았다. 중영역별로 정리된 성취수준별 학생들의 특징을 종합하면 Table 12와 같다. 이때 '물질의 상태와 상태 변화', '물질의 특성과 혼합물의 분리' 중영역에서 초, 중학교의 성취수준별 특징을 비교하기 위해 선행 연구에서 분석된 중학교의 특징(최원호, 2013)을 함께 제시하였다.

초, 중학교의 성취수준별 특징을 비교하기 전 먼저 중학교 화학 영역에서 학생들의 성취수준별 특징을 분석한 선행 연구(최원호, 2013)를 참조하여 두 학교급의 문항 분석 시 동일하게 이용한 중영역인 '물질의 상태와 상태 변화', '물질의 특성과 혼합물의 분리' 영역에서 초등학교와 중학교 사이에 교육과정에서 어떤 차이가 있는지 비교하였다(Table 13 참조)

'물질의 상태와 상태 변화' 중영역에서는 물질의 상태 변화와 같이 일상생활에서 쉽게 관찰할 수 있는 물질 현상을 다루는데(정은영 외, 2010), 초등학교에서는 주로 물질 현상 위주로 내용을 다루다가 중학교에서는 모형을 이용하여 물질 현상을 다룬다. 본 연구의 중영역에서 다른 성취기준은 초등학교에서는 물의 상태 변화와 물질의 상태의 특징만을 다루지만 중학교에서는 물질의 상태 변화를 분자 운동 및 열에너지와 관련지어 다루면서 이를 입자 모형으로 설명하는 내

용을 다루고 있다. '물질의 특성과 혼합물의 분리' 중영역에서는 물질을 구별하는 물질의 고유 성질로 물질의 특성을 다루고 이를 이용하여 혼합물을 분리하는 내용을 다룬다(정은영 외, 2010). 본 연구의 중영역에서 다른 성취기준은 초등학교에서는 물질의 특성 보다는 물질을 구별하는 성질의 수준에서 구체적 현상 위주로 내용을 다루고 있고 중학교에서는 물질의 특성을 분자의 성질과 관련지어 다루고 있다.

두 학교급의 성취기준을 참고하여 '물질의 상태와 상태 변화' 중영역에서 학생들의 성취수준별 특징을 학교급별로 비교해보았다. 초등학교의 우수학력 학생들은 현상의 이해 위주로 구성된 초등학교 교육과정의 성취기준에 모두 도달하고 있었다. 또한 물이 얼거나 끓는 현상에서 발생하는 현상을 끓는점과 어는점 등의 구체적 데이터를 기억하는 것을 포함하여 그 현상을 정확히 알고 있으며, 교과서에서 다루는 실험에서 어떤 조작을 했을 때 어떤 결과가 발생할지 정확히 예상하고 예상한 것을 문장으로 서술할 수 있었다. 보통학력 학생들은 현상의 이해 위주로 구성된 교육과정의 성취기준에는 도달해 있었으나 변인 사이의 관계 이해를 목적으로 하는 현상이나 실험에서는 그 의미를 단순히 용어를 기억하는 수준에서 이해하고 있어서 실험에서 일어날 현상을 예상하여 서술하지는 못했다. 기초학력 학생들은 현상의 이해 위주로 구성된 초등학교 교육과정의 모든 성취기준에 도달하지 못했으며, 단지 물통이 깨지는 현상을 보고 부피가 증

Table 12

Comparison of understandings of each educational achievement level students between elementary and middle school in each middle region of chemistry

중영역	학교급	우수학력	보통학력	기초학력
물질의 상태와 상태변화	초	물이 끓거나 얼 때의 온도를 기억하고 있으며, 기체에 힘을 가했다가 뿔 때 어떤 현상이 일어날 지 예상하여 문장으로 서술할 수 있다.	물이 끓거나 얼 때 일어나는 현상을 구분하거나 기체에 힘을 가했다가 때는 실험의 목적을 괄호 채우기 형식으로 표현할 수 있다.	물이 얼 때 물통이 깨지는 이유가 부피가 늘어나기 때 문이라는 사실을 알며, 그림 등을 이용하여 조작 활동이 명확히 드러난 실험 과정을 보고 실험의 목적을 판단할 수 있다.
	중	상태 변화 현상을 물질의 입자 모형 및 열에너지 출입과 관련 지어 설명할 수 있다.	상태 변화없이 온도 변화에 의한 물리적 변화 현상의 경우 물질의 입자 모형으로 설명할 수 있다.	액체가 기체로 변하는 현상과 기체가 액체로 변하는 현상이 서로 다름을 구분할 수 있는 수준에서 상태 변화 현상을 설명할 수 있다.
물질의 특성과 혼합물의 분리	초	용해와 온도의 관계 실험 결과를 이용하여 변인을 어떻게 조작해야 원하는 결과를 얻을 수 있는지 이해하고 있으며, 용해 과정에서 질량 보존, 물질의 성질 보존 등 물질의 보존 개념을 가지고 있다.	섞이지 않은 두 액체의 분리 방법 찾기, 지시약에 따른 용액의 색변화를 이용하여 용액의 분류, 이산화 탄소를 이용한 두 실험에서 공기보다 무겁다는 공통점 찾기 등 현상적 수준에서 실험을 이해하고 있다. 그리고 실험 결과의 의미를 괄호 채우기 형식의 문장으로 표현할 수 있다.	표나 그림으로 간단하게 나타난 자료를 문장으로 재진술 한 것 중 옳은 것을 고를 수 있으며, 후탕물 분리를 위해 그림으로 표현된 거름 장치를 고를 수 있다.
	중	물질의 특성이 물질을 구별하는 고유한 성질임을 이해하고 물질을 구별하거나 혼합물을 분리할 때 물질의 특성을 어떻게 이용해야할지 이해하고 있다.	몇 가지 대표적 물질의 특성이 물질을 구별하는데 이용될 수 있음을 알고 있다.	

Table 13

Achievement criteria used to compare ability between elementary and middle school in each middle region

중영역	초등학교	중학교
물질의 상태와 상태변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물의 상태 변화에서 무게와 부피 변화가 어떠한지 안다.</li> <li>• 기체가 공간을 차지하고 무게가 있음을 안다.</li> <li>• 힘을 가하거나 온도를 변화시킬 때 기체의 부피 변화를 설명할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질의 상태 변화를 입자 모형으로 설명할 수 있다.</li> <li>• 분자의 운동을 입자 모형으로 설명할 수 있다.</li> <li>• 물질의 상태 변화를 열에너지와 관련지어 설명할 수 있다.</li> </ul>
물질의 특성과 혼합물의 분리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질의 특징을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.</li> <li>• 용질의 녹는 양에 영향을 주는 요인을 안다.</li> <li>• 용해 전과 후의 물질의 성질과 무게가 변하지 않음을 안다.</li> <li>• 일상생활에서 접하기 쉬운 기체의 용도를 성질과 관련하여 안다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질의 특성을 이해한다.</li> <li>• 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다.</li> </ul>

가하였음을 직관적으로 판단하거나 주어진 그림 자료를 그대로 문장으로 재진술하거나 그림에서 나타난 조작 활동이 무엇인지 직관적으로 판단하는 경우처럼 과학적 지식 없이도 판단이 가능한 문제만 해결할 수 있었다.

중학교의 우수학력 학생들은 상태 변화 현상을 물질의 입자 모형 및 열에너지 출입과 관련지어 설명하는 중학교 교육과정의 성취기준에 모두 도달하고 있었다. 보통학력 학생들은 상태 변화 없이 온도 변화에 의한 물리적 변화 현상의 경우 물질의 입자 모형으로 설명할 수 있는 수준에서 중학교 교육과정의 성취기준을 부분적으로 이해하고 있었다. 기초학력 학생들은 상태 변화 현상을 입자 모형으로 설명하는 중학교 교육과정의 성취기준에 전혀 도달하지 못했으며, 액체가 기체로 변하는 현상과 기체가 액체로 변하는 현상이 서로 다름을 구분할 수 있는 수준에서 상태 변화 현상을 설명할 수 있었다.

초, 중학교의 성취수준별 능력을 비교하여 분석하면 다음과 같았다. 우수학력의 경우, 초·중학교 모두 교육과정에서 다루는 내용을 정확히 이해하고 있음을 알 수 있으며, 보통학력의 경우, 초등학교에서는 일부 성취기준에 도달하는 경우가 있었으나 중학교에서는 모두 도달하지 못했다. 그리고 초·중학교 모두 교육과정에서 제시된 내용을 충분히 이해하지 못하고 현상적으로 나타나는 수준에서만 이해하는 경향이 있었다. 기초학력의 경우, 초·중학교 모두 해당 교육과정에서 요구하는 성취기준에 전혀 도달하지 못했으며, 과학 지식 없이 상식적 수준에서 판단이 가능한 문제만 해결할 수 있었다. 또한 중학교 기초학력 학생들은 초등학교 보통학력 수준에서 발견되는 능력과 유사하였다.

‘물질의 특성과 혼합물의 분리’ 중영역에서 학생들의 성취수준별 특징을 학교급별로 비교해보았다. 초등학교 우수학력 학생들은 초등학교 교육과정의 성취기준에 모두 도달하고 있었으며, 용해와 온도의 관계 실험 등 변인 사이의 관계를 다루는 실험을 이해하여 변인을 어떻게 조작해야 원하는 결과를 얻을 수 있는지 알고 있었다. 그리고 용해 과정에서 물질의 질량이 보존되고 물질의 성질이 변하지 않음을 알고 있었다. 보통학력 학생들은 현상의 이해 위주로 구성된 초등학교 교육과정에 거의 도달하여 섞이지 않는 액체의 분리 방법을 찾거나 이산화 탄소를 이용한 실험의 현

상적 특징에서 나타나는 공통점을 찾을 수 있었으며, 지시약에 의해 나타나는 용액의 색변화를 이용하여 용액을 둘로 분류할 수 있었다. 하지만 변인 사이의 관계를 다루는 실험에서는 관련된 용어를 기억하여 괄호를 채우는 수준에서만 실험을 부분적으로 이해하고 있었다. 기초학력 학생들은 흙탕물 분리에 그림으로 나타난 거름장치를 고를 수 있었으며, 표나 그림으로 간단하게 나타난 자료를 문장으로 재진술한 것 중 옳은 것을 고르는 것과 같이 과학 지식 없이 상식적 수준에서 판단할 수 있는 문제만 해결할 수 있었다.

중학교의 우수학력 학생들은 물질의 특성이 물질을 구별하는 고유한 성질이며, 혼합물을 분리할 때 이용할 수 있다는 중학교 교육과정의 성취기준에 모두 도달하고 있었다. 보통학력 학생들은 몇 가지 대표적인 물질의 특성이 물질을 구별하는데 이용할 수 있다는 것을 아는 수준에서 교육과정의 성취기준을 부분적으로 이해하고 있었다.

초, 중학교의 성취수준별 능력을 비교하면 다음과 같았다. 우수학력의 경우, 초·중학교 모두 교육과정에서 다루는 내용을 정확히 이해하고 있었으며, 보통학력의 경우, 초·중학교 공통적으로 교육과정에서 다루는 일부 내용을 이해하고 있었으나 대부분 정확히 이해하지 못하고 있었다. 즉, 주어진 상황을 현상적 수준에서는 잘 이해하지만 변인을 조작하는 활동이나 주어진 개념을 새로운 상황에 적용하는 문제는 해결하지 못했다. 초등학교 교육과정은 주로 현상적 상황 위주로 구성되어 우수학력과 보통학력의 수준 차이가 크지 않은 것으로 보여지나, 중학교 교육과정의 경우는 현상적 상황을 미시적 관점에서 접근하고 있기 때문에 우수학력과 보통학력의 수준 차이는 초등학교에 비해 그 차이가 더 크게 나타남을 알 수 있었다. 기초학력의 경우 중학교에서 분석할 문항이 없어 초중학교를 비교하지 않았다.

#### IV. 결 론

성취수준별 학생들의 특징을 비교 분석한 본 연구를 통하여 다음을 알 수 있었다.

초, 중학교 우수학력 학생들은 공통적으로 해당 교육과정의 성취기준을 모두 달성하고 정확히 이해하여 변인의 조작 활동이나 개념의 적용까지 할 수 있었다.

보통학력 학생들은 중영역에 따라 일부 차이는 있

지만 전반적으로 교육과정을 정확히 이해하지 못하고 피상적으로 이해하는 경향이 있었다. 초등학교는 현상적 내용 위주로 구성된 초등학교 과학 교육과정의 특성상 보통학력 학생들도 우수학력 학생들과 같이 교육과정의 성취기준에 달성하는 경우가 많았으나, 변인의 관계를 다루거나 개념을 서술하는 형태의 능력은 초, 중학교 모두 부족한 것으로 나타났다. 해당 교육과정에서 요구하는 개념을 정확히 이해하지 못하고 관련 용어를 단순히 기억하는 수준에서 학습이 계속 이뤄질 경우는 학습 결손이 누적되어 상위 학교급의 교육과정의 이해에 지속적으로 부정적 영향을 줄 수 있다. 따라서 보통학력 학생들을 대상으로 한 수업에서는 교사의 설명을 피상적으로 이해하고 넘어가지 않도록 학생들이 이해한 바를 정리하여 발표하는 경험을 제공할 필요가 있으며, 평가에서는 피상적으로 이해만해도 해결이 가능한 선다형 문항보다는 정확한 이해를 해야만 답안을 구성할 수 있는 서술형 문항의 비중을 늘릴 필요가 있다.

기초학력 학생들은 초, 중학교 모두 해당 교육과정에서 요구하는 과학 개념을 거의 이해하지 못하며 구체적인 현상 수준으로 제공되는 개념도 이해하지 못하고 있었다. 특히 물질의 상태와 상태 변화 중영역에서는 중학교 기초학력 학생들이 초등학교 보통학력 수준에서 나타나는 특징과 유사했는데, 이는 낮은 학교급에서 시작된 학습 결손이 보정되지 않을 경우 상위 학교급에서 해당 능력 수준을 유지한 상태로 남아 있을 가능성을 보여준다. 그리고 상위 학교급에서 개념의 수준이 높아지기 때문에 학생들의 성취 수준은 상대적으로 더 낮아질 가능성이 있으며, 이는 교육과정의 목표와의 격차가 더 벌어짐을 의미한다.

우리나라에서는 국가수준 학업성취도 평가를 전수 평가로 확대하고 개별 학생에 대한 학교의 책무성을 강조하면서 기초학력 미달 학생을 대상으로 한 보정 교육과 그에 대한 예산이 증가하였으며, 기초학력 미달 학생 비율도 지난 정부 동안 지속적으로 감소해왔다. 하지만 기초학력과 보통학력 수준의 학생들도 교육과정의 목표에 도달하지 못한 상황이기 때문에 보정 교육이 적절히 이뤄지지 못할 경우 학습 결손이 누적될 수 있다. 따라서 보정교육을 보통학력과 기초학력 수준의 학생에게 까지 확대할 필요가 있지만 주로 방과 후에 이뤄지는 보정 교육의 특성 상 기초 및 보통학력 학생들에게 까지 보정 교육을 확대 실시하는

것은 현실적으로 간단한 문제가 아니다. 그 대신 성취 수준별 과학 수업을 제안한다. 본 연구에서 보았듯이 학생들의 성취 수준별로 과학 개념의 이해도와 능력에 차이가 나기 때문에 정규 과학 수업을 성취수준별로 구분하여 진행하는 것을 고려할 필요가 있다. 과학은 개념이 학교급에 따라 위계적으로 구성되어 있고 하위 학교급의 개념은 상위 학교급에 누적적으로 영향을 주기 때문에 하위 학교급에서의 학습 결손이 상위 학교급에 영향을 주지 않기 위해서는 각 학교급의 과학 수업을 성취수준별로 나눠 이동 수업을 실시할 필요가 있다.

## 국문 요약

우리나라 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 실시한 2009, 2010, 2011년 국가수준 학업성취도 평가 결과를 이용하여 학생들의 성취수준별 특징을 조사하였고, 초·중학교 학생들의 특징을 비교하였다. 초·중학생의 성취수준별 대표 문항 분석을 통하여 다음과 같은 내용을 알았다. 초·중학교 공통적으로 우수학력 학생들은 모두 교육과정의 성취기준을 정확히 이해하고 있었지만 보통학력 학생들은 용어를 단순히 기억하는 수준과 같이 교육과정의 성취기준을 피상적으로 이해하고 있었다. 그래서 보통학력 학생들은 교육과정 목표 달성을 위해 수업 및 평가에서 내용을 정확히 이해하도록 돕는 방안을 늘릴 필요가 있다. 예를 들어 선다형 평가 대신 서술형 평가를 요구하는 교육 환경은 개념을 정확히 이해하는 습관을 길러줄 수 있을 것이다. 기초학력 학생들은 교육과정의 성취기준을 거의 이해하지 못하고 있었기 때문에 단순한 상황에서 성취기준을 다루는 보정 교육을 실시할 필요가 있다. 교육과정에서 다루는 과학 개념은 학교급별로 위계적으로 구성되어 있기 때문에 기초학력 미달 수준을 위한 보정 교육만으로는 과학교육에서 학습 결손 문제를 해결할 수 없다. 이를 위해서는 과학에서 수준별 수업을 대폭 확대할 필요가 있다.

주제어: 성취수준, 우수학력, 보통학력, 기초학력

## 참고 문헌

교육부 (1997). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호.

- 교육인적자원부 (2007). 2007년 개정 교육과정-과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호.
- 교육과학기술부 (2009a). 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 교육과정 해설 총론.
- 교육과학기술부 (2009b). 2009 개정 교육과정-과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2009-41호.
- 권점례 (2012). 우수학력과 기초학력 미달 학생들의 수학과 학업성취도 특성 분석. *수학교육*, 26(1), 29-50.
- 김대석, 조호제 (2013). 수준별 수업이 학업성취도에 미치는 영향 - 수학교과 수준별 이동수업을 중심으로. *교육문제연구*, 26(2), 1-24.
- 김동영, 이인호, 김미경, 정은영, 강훈식, 최요한 (2012). 2011년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석-과학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2012-2-5.
- 김석우, 김정섭, 정성아 (2004). 수준별 교육과정의 효율적 운영을 위한 학생평가 방안 연구. *교육과정연구*, 22(1), 45-74.
- 김성열, 남명호, 정은영, 김성숙 (2009). 국가 경쟁력 제고를 위한 국가수준 학업성취도 평가의 발전 방향. 한국교육과정평가원 포지션페이퍼 ORM 2009-5-1.
- 김현경, 이인호, 김미경, 정진수, 신명경 (2011). 2010년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석-과학. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2011-3-5.
- 김혜숙, 박가나, 최준채, 백길남, 정은영, 최인봉, 김희경, 김소영, 유진은 (2009). 2008년 국가수준 학업성취도 평가 연구-사회. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2009-9-2.
- 도종훈, 고정화 (2008). 성취수준별 대표문항의 개념 및 수준별 수업에의 활용 방안. *수학교육*, 22(2), 109-124.
- 이미경, 신일용, 백승용, 이기영, 김나현, 정구향, 김경희, 김재철, 반재천, 민경석 (2004). 2003년 국가수준 학업성취도 평가 연구-과학. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-1-5.
- 이봉훈, 김주훈, 이양락, 홍미영, 이미경, 이창훈, 신일용, 심재호, 곽영순, 정은영, 전영석, 김동영, 장재현 (2005). 과학과 교육과정 개선 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2005-7.
- 장종득 (2000). 수준별 이동수업을 통한 영어수업의 효율성 고찰. *언어과학연구*, 51, 277-300.
- 정영숙, 강미광 (2008). 수월성 교육을 위한 수준별 이동수업. 한국수학교육학회, 제41회 전국수학교육연구대회 프로시딩, 3-13.
- 정은영, 김재우, 이기영, 최선영 (2002). 2002년도 국가수준 학업성취도 평가 연구(I) -과학. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2002-1-5.
- 정은영, 김명화, 상경아 (2008). 국가수준 학업성취도 평가 체제 개선 연구(I). 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2008-2.
- 정은영, 남민우, 김도남, 김혜숙, 박가나, 이봉주, 권점례, 최원호, 이인호, 조보경, 송민영, 최인봉, 김희경, 김소영 (2010). 국가수준 학업성취도 평가의 교과별 평가를 개발 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2010-7.
- 조영미 (2005). 우리나라 초등학교 6학년 학생들의 수학 성취수준별 특징 탐색-2003년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석. *학교수학*, 7(1), 33-54.
- 진경애, 송미영, 김화경, 고성희 (2009). 수준별 수업에 따른 학생평가방안: 수학, 영어 교과를 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고, RRE 2009-5.
- 최승현, 이대현 (2005). 수학과 단계형 수준별 교육과정 운영 실태 분석 및 개선 방안 탐색. *수학교육*, 44(3), 325-336.
- 최원호, 이인호, 이창훈, 정은영, 박재근, 신명경, 김진국 (2010). 2009년 국가수준 학업성취도 평가 연구-과학. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2010-6-5.
- 최원호, 이인호, 김진국, 정은영 (2011). 과학과 국가수준 학업성취도 평가 틀 개발. *교육과정평가연구*, 14(2), 217-240.
- 최원호 (2013). 국가수준 학업성취도 평가에서 중학생의 성취수준별 특징 분석: 화학 영역을 중심으로. *대한화학회지*, 57(1), 127-137.
- 홍후조, 김대석, 조호제, 민부자, 조형정, 김정일, 류호섭 (2012). 학교 맞춤형 교과교실제 운영 모형 개발. 한국교육개발원 CR2012-41.
- Huynh, H. (1994). Some technical aspects of standard setting. Paper presented at the Joint Conference on Standard Setting for Large-Scale Assessments. Washington, D.C.