

유치원, 초등, 중등학교 과학 교재의 '물질의 성질' 관련 학습 내용 전개에 대한 특징 분석

백성혜 · 조부경* · 김호남**

(한국교원대학교 화학교육과 · 유아교육과* · 초등교육과**)

An Analysis of the Characteristics of Learning Contents Structure related to 'Properties of Matter' of K-12 Science Textbooks

Seoung-Hey Paik, Boo-Kyung, Cho*, Hyo-Nam Kim**

(Department of Chemical Education, Department of Early Childhood Education*,
Department of Elementary Education** of Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to find out the characteristics of learning contents structure of K-12 science textbooks. The characteristics are related to 7 main concepts of matter properties; reaction rate, other reaction, density, solution, state change, absorption, and surface property. The contents are analyzed into 5 types of characteristics; type of concept extension, type of concept deepness, type of same level concept, type of confusion with other concepts, and type of concept interruption. First two types are positive content structures, but the others are negative structures. The findings are as follows. First, a lot of learning contents have the characteristic of 'type of same level concept'. There are few which have the characteristic of 'type of concept deepness'. Second, there are a lot of concepts related to 'properties of matter' which are not represented any more in middle and high school science textbooks. Those concepts are importantly taught in early childhood education and elementary school science. Most of the learning contents don't represent 'type of concept deepness'. Therefore the science textbooks needs to be restructuring.

Key words : K-12 science textbooks, properties of matter, characteristics of learning contents structure

I. 연구의 목적 및 필요성

유치원부터 고등학교까지 과학 교재를 통하여 학생

들은 배워야 할 많은 학습 내용들을 학년별로 습득하게 된다. 학생들은 성장하면서 이러한 교재에 큰 영향을 받으며 그들의 과학 관련 지식을 형성해 나갈

• 2000년 5월 9일 받음.

• 이 연구는 2000년도 교과교육공동연구소의 연구비 중 일부로 수행되었습니다.

것이다. 그러나 실제 유치원, 초등, 그리고 중등 과학 교재들은 각각 개별적으로 개발되기 때문에 학습 내용의 전개 방식에 있어서 서로의 균형이 맞지 않을 가능성이 높다. 이러한 불균형으로 인해 학생들이 과학 학습 내용을 배우는 과정에서 많은 혼란을 겪을 수 있으며, 그 결과로 비효율적인 학습이 야기될 가능성이 크다.

현재까지 과학교육 영역에서는 중학교와 고등학교의 교육과정 연계성을 분석하거나(김대영, 1989; 오근주, 1985), 초등과 중등교육과정의 연계성(김영은, 1991; 박종윤, 김성희, 1988; 송인명, 우영균, 김천중, 1976; 유영근, 1991; 정완호, 최돈희, 1993; 진수경, 1987; 한병희, 1985)을 분석한 연구들은 있었다. 그러나 아직까지 유치원, 초등, 중등학교 과학의 교재들의 전체적인 학습 내용 전개의 특징을 고찰한 연구는 이루어지지 않았다.

유치원, 초등, 중등학교 과학 교재 내에서 학습 내용 전개에 관련된 특징을 알아보기 위한 첫 단계로 선행 연구(백성해 등, 2000)에서는 교육과정 분석 도구를 개발하였다. 이 연구에서는 선행연구에서 개발한 도구를 근거로 유치원부터 중등학교까지 과학 교재의

학습 내용을 분석하고, 이를 토대로 학습 내용 전개 방식의 특징을 파악해 보고자 한다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

- (1) 유치원부터 고등학교까지 과학 교재 중 '물질의 성질'에 관련된 학습 내용 구성의 경향성을 파악한다.
- (2) 구체적인 학습 내용을 분석하여 학습 내용 전개 방식의 특징을 파악한다.
- (3) 유치원부터 고등학교까지 연계성을 가지고 다루어지는 개념을 중심으로 학년별 학습 내용 전개 유형의 분포와 경향성을 파악한다.

II. 연구 방법 및 절차

이 연구에서는 선행연구(백성해 등, 2000)에서 개발한 교육과정 분석도구를 사용하였다. 첫째 도구는 개념 전개 방식을 파악하기 위하여 주요 과학 개념들 간의 미시적 시각과 거시적 시각과의 관련성을 표현해 주는 개념도이다(Fig. 1).

이 개념도에 따르면 '물질의 성질'에 관련된 과학

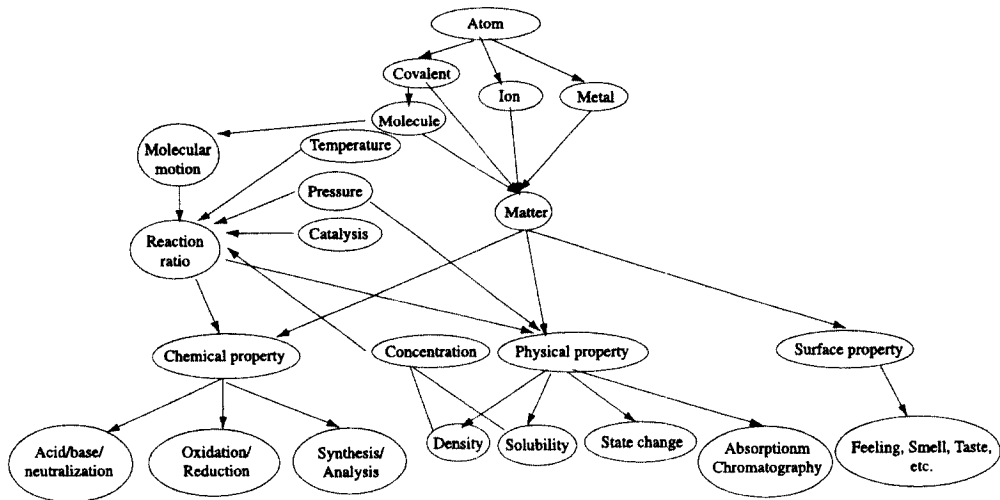


Fig. 1. The Map of concepts related to 'Properties of Matter'

개념들은 거시적 시각과 미시적 시각(Johnstone, 1992)으로 구분될 수 있으며, 거시적 시각은 미시적 시각과 긴밀한 관련을 가지지만 보다 하위 개념이다. 따라서 거시적 시각을 그 자체적 현상으로만 제시할 수도 있고, 상위 개념인 미시적 시각과 관련지어 제시할 수도 있다. 예를 들어, 물질의 상태변화나 산염기 반응 등을 단순히 변화를 관찰하는 수준인 거시적 시각으로 제시할 수도 있고, 이를 입자 운동이나 변화의 시각인 미시적 시각과 연결지어 제시할 수도 있다. 이 연구에서는 '물질의 성질'에 관련된 14개의 주요 과학 개념을 추출하여 거시적 시각과 미시적 시각으로 구분하였다. 이 연구에서 거시적 시각으로 구분한 개념은 여러 가지 물질의 성질들(산염기 반응, 산화환원 반응, 기타 화학반응, 밀도, 용해, 상태 및 상태변화, 흡착, 겔보기 성질 등)에 해당하는 것으로 미시적 시각 없이도 단순히 관찰함으로써 그 변화를 지각할 수 있는 내용들이다. 그리고 미시적 시각에 해당하는 것으로는 물질의 입자론과 결합론(원자, 금속, 이온, 분자, 분자운동 등)을 구분하였다. 미시적 시각에 해당하는 과학 개념의 특징은 거시적 시각의 관찰과 유의미하게 연결될 수 있다.

이러한 개념도의 개념을 세로축으로 풀어 제시하고, 가로축에 학년을 제시한 표(Table 1)도 이 연구의 분석 도구로 활용되었다. 따라서 세로축의 분석을 통해 각 교육과정에서 다루는 학습 내용이 어느 수준의 개념에 해당하는지 판단할 수 있다. 이 도구의 가로축에는 유치원부터 중등학교까지 각 학년과 학기가 순서적으로 나열되어 있다. 따라서 가로축의 분석을 통해 각 교재에서 학습내용이 얼마나 반복적으로 다루어지고 있는지 판단할 수 있다. 마지막으로 이 도구의 가로축과 세로축을 동시에 2차원적으로 분석함으로써 각 교재의 학습 내용에 대한 시각의 변화를 분석할 수 있다.

대상 분석 자료는 세 명의 연구자들에 의해 추출된 유치원부터 고등학교까지의 교재(교육부, 1996b; 1998c; 권재술 등, 1994; 1995; 송인명 등, 1994; 신은수 등, 1994; 오재직 등, 1995; 이경우 등, 1999; 정구조 등, 1995)였다. 추출한 내용이 보편적이고 타당한지를 검증하기 위하여 교재의 구성 근간인 유치

원 교육과정, 초등, 중등학교 과학교육과정(교육부, 1986; 1992a; 1992b; 1997a; 1998a) 및 교사용 지도서(교육부, 1996a; 1998b)도 같이 분석하였다.

분석 대상의 자료들을 반복적으로 검토하면서 연구자 간의 이견이 있을 경우 의견 조정의 과정을 거쳐 내용 분석을 하였다. 자료분석 과정에서 연구자의 오류를 줄이고 타당도를 높이기 위하여 삼각측정법(Stake, 1995), 연구 대상 교사와 예비 교사의 확인 과정(member check)과 현장 경험이 있는 과학교육 전공 대학원생 4인의 검토과정(Lincoln & Guba, 1985)을 거쳤다. 분석 기간은 1999년 2월부터 시작하여 2000년 3월까지였으며, 매주 정규적인 모임을 통해 분석이 이루어졌다.

III. 연구 결과 및 논의

1. '물질의 성질'에 관련된 학습 내용 구성의 경향성

교육과정 분석 도구로 현 교육과정(유치원은 제 5차 교육과정, 초, 중등학교는 제 6차 교육과정)에 의하여 개발된 유치원 교재 및 과학 교과서를 분석하여 Table 1에 제시하였다. Table에서 10학년은 공통과학, 11학년은 화학I을, 12학년은 화학II를 의미한다.

Table 1에 의하면, 유치원, 초등, 중등 과학교육과정 중 '물질의 성질'에 관련된 학습 내용의 구성은 다음과 같은 경향성을 가진다.

첫째, 유치원과 초등학교 저학년에서는 주로 거시세계의 현상들을 다루고, 고학년으로 갈수록 미시세계의 관점으로 시각이 이동하는 경향이 있다. 즉 원자, 이온결합, 금속결합, 공유결합, 분자, 분자운동 등의 개념은 초등학교 6학년 이상에서만 다룬다. 이 개념들은 관찰 가능한 현상이 아니라 미시세계의 사고이기 때문에 이러한 능력과 경험이 부족한 저학년 학생들에게는 적합하지 않다고 판단되었기 때문에 볼 수 있다.

둘째, 물질의 화학적 성질에 해당하는 '산, 염기, 중화 반응'과 '산화, 환원 반응', '기타 화학 반응'도 역시 초등학교에서는 고학년에서만 다룬다. 그런데 특

Table 1. Analysis Tool for Articulation of K-12 science textbooks

Concept	Grade		1		2		3		4		5		6		7	8	9	10	11	12
	K		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2						
Micro -scopic	Atom															○		○	○	○
	Metal												○				○	○		
	Ion																○		○	
	Molecule												○			○			○	○
	Molecular motion												○			○				
	Reaction rate	○		○		○		○		○	○								○	
	Acid, Base											○						○		○
	Redox															○		○	○	○
	Other reaction	○						○	○							○		○	○	○
	Density	○									○					○				
Macro -scopic	Solution	○						○	○		○					○				○
	State change	○		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○					○
	Absorption	○						○	○							○				
	Surface property	○	○	○				○	○						○	○				

이한 점은 '기타 화학 반응'을 유치원 교재에서 주요 내용으로 다루고 있다는 점이다. 유치원에서는 가열, 발효 등의 요리 활동을 통해 물질의 성질이 변화하는 것을 다루고 있는데 비해, 초등학교에서는 이러한 물질의 화학적 변화를 고학년에 가서야 취급한다. 이와 같이 유치원에서는 그 내용이 다루어지는데 초등학교 저학년에서는 전혀 언급되지 않다가 고학년에 가서야 다루어지는 경향성은 물질의 물리적 성질에 해당하는 '밀도' 개념에서도 나타난다. 이러한 점에서 볼 때, 초등학교 저학년에서도 유치원과 마찬가지로 물질의 화학 변화를 거시 세계의 관찰 수준으로 다루는 것이 가능할 수도 있다고 본다. 이러한 논의의 가능성을 확인하기 위해서는 앞으로 이에 대한 아동의 반응을 심도있게 분석한 현장 연구가 이루어져야 할 것이다.

셋째, 물질의 물리적 성질에 관련된 '용해', '상태변화', '흡착'의 개념과 물질의 겉보기 성질에 관한 개념들은 유치원과 초등학교 교재에서 연계성을 가지고 꾸준히 다루어지고 있다. 이에 비해 중등학교 과학

교재에서는 중학교 1학년을 마지막으로 이러한 개념들은 거의 다루고 있지 않다.

넷째, 중학교 1학년에서는 물질의 물리적 성질, 중학교 2학년에서는 원자, 분자 개념과 화학반응, 중학교 3학년에서는 금속, 이온 개념과 산염기 반응, 산화 환원 반응을 다루면서 개념의 영역 구분이 뚜렷이 나타난다. 따라서 중학교 3년 동안 중복된 내용을 거의 다루지 않는다.

즉, 유치원과 초등학교와 중학교 과학 교재의 구성에 있어서 큰 시각의 차이가 있다. 이는 유치원과 초등학교에서는 다루는 내용의 범위가 좁으니까 개념의 순환이 가능하지만 중등학교에서는 물질의 성질, 구성, 변화 등 많은 양의 개념이 한 학년에서 다루어지기 때문에 상대적으로 개념의 순환이 쉽게 관찰되지 않는 것일 수도 있다. 과학 교재의 전개 방식에서 나타나는 이러한 시각의 차이에 대한 원인 진단과 학습에서의 효율성에 대한 논의는 앞으로 구체적인 현장 연구를 통해 이루어질 필요가 있을 것이다.

다섯째, 고등학교에서는 미시세계의 입자 개념과 화학 반응을 집중적으로 다루는 경향이 있다. 따라서 고등학교 과학교육과정의 시각과 중학교 과학교육과정의 시각은 미시세계와 화학 변화를 집중적으로 다룬다는 점에서 유사하지만, 이러한 시각은 유아나 초·중·고등학교교육과정의 시각과는 매우 다름을 알 수 있다.

여섯째, 미시세계의 입자관(원자, 분자, 분자 운동 등)과 거시 세계의 현상(화학적 성질, 물리적 성질, 겔보기 성질)을 연계하는 부분이 전 교육과정상 매우 취약하다. 유아와 초·중 교육과정의 대부분은 물질의 물리적 성질과 겔보기 성질을 다루고 있다. 그러나 이러한 물질의 성질과 중·고등학교교육과정에서 집중적으로 다루는 미시세계의 입자관과의 연계성이 나타난 학년은 초등학교 6학년이 처음이자 마지막이다. 그것도 다양한 물질의 성질 중에서 상태변화에 관련된 개념에서만 유일하게 이러한 연계성이 나타난다.

2. '물질의 성질'에 관련된 학습 내용 전개 방식의 특징

유치원부터 고등학교까지의 교재에서 다루는 '물질의 성질'에 관련된 학습 내용을 분석한 결과, 다음의 5가지 유형으로 학습 내용의 전개 방식이 분석되었다.

- 가. 개념의 확장 유형
- 나. 개념 수준의 심화 유형
- 다. 동일한 개념 수준 제시 유형
- 라. 다른 과학 개념과 뒤엉킨 유형
- 마. 학년간 혹은 학년 내 연계의 단절 유형

개념의 확장 유형은 학습 내용으로 다루는 개념이 학년을 거듭할수록 점차 관련된 다른 개념들과 연결되면서 확장되어 가는 형태를 의미한다. 개념 수준의 심화 유형은 저학년에서는 거시세계의 현상 수준으로 개념을 제시하고 학년이 올라갈수록 미시세계의 관점으로 동일한 개념을 심화해 나가는 형태를 의미한다. 동일한 개념 수준 제시 유형은 단순히 다루는 소재나 진술 형태 등에만 차이가 있을 뿐 학습자에게 요구하는 학습 능력이 동일한 경우를 의미한다. 다른 과학

개념과 뒤엉킨 유형은 과학적으로 볼 때 다른 두 개념이 단순히 현상적으로 유사성을 가지기 때문에 학습 내용에서 이 두 개념이 불분명하게 뒤엉켜 제시된 경우를 말한다. 학년간 혹은 학년 내 연계의 단절 유형은 개념의 확장 유형이나 개념 수준의 심화 유형에 위배되는 역전 현상이 일어나거나 일정 학년 이상에서 관련 학습 내용이 더 이상 제시되지 않는 경우를 의미한다. 교육과정 전개 방식에 있어서 개념 확장 유형과 개념 심화 유형은 긍정적인 방식으로 판단할 수 있으나, 나머지 세가지 유형은 부정적인 방식이라고 말할 수 있다.

이 연구에서는 유치원부터 연계성을 가지고 다루어지는 주요 개념 7개(반응 속도, 기타 화학반응, 밀도, 용해, 상태변화, 흡착, 겔보기 성질)를 중심으로 학습 내용 전개의 특징을 살펴보았다. 해당 개념에 관련된 학습 내용은 다양한 형태로 전개되기 때문에 동일 학년에서도 위의 5가지 유형 중 일부가 중복될 수 있다.

가. 개념의 확장 유형

(가) 반응 속도에 관련된 학습 내용

보편적으로 반응 속도는 화학변화에 해당되는 내용에서 제시되지만, 이 연구에서는 물리변화에서의 속도와 관련된 내용, 예를 들면 증발 속도, 용해나 용해 속도 등의 개념을 이 항목에 포함시켜 분석하였다. 연구자들은 기본적으로 물리변화나 화학변화에서 모두 변화의 속도에 영향을 주는 요인이 온도, 농도, 표면적의 증가 등 공통적인 항목이기 때문에 같은 개념으로 묶는 것에 큰 무리가 없다고 판단하였다.

유치원부터 초등학교 3학년까지는 얼음을 열로 녹이는 내용(고체에서 액체로의 변화)을 주로 다루었으나 초등학교 4학년에서는 물을 빨리 증발시키는 실험(액체에서 기체로의 변화)을 제시하였다. 따라서 학습 내용의 확장이 일어났다고 볼 수 있다.

반응속도의 개념은 중학교에서는 다루지 않고 고등학교 공통과학에서 다시 나오는데, 이 때에는 농도, 온도, 촉매 등의 조건에 따라 반응속도가 달라지는 것을 학습함으로써 다시 한번 개념의 확장이 이루어졌다.

(나) 기타 화학반응에 관련된 학습 내용

유치원부터 초등학교 4학년까지는 몇 가지 고체 물질에 열을 가하면서 변화를 관찰하는 내용으로 비슷한 수준이었다. 그러나 초등학교 6학년에서는 열을 가하지 않고 두 물질이 만나 자발적으로 화학 반응이 일어나는 것을 관찰한다. 또한 중학교 2학년에서는 촉매, 전기 등에 의해서 일어나는 화학 반응도 다루었다. 중학교 3학년에서는 전해질 용액으로부터 이온이 침전하는 화학반응도 다루었다. 따라서 이 학습 내용은 학년이 증가하면서 개념의 확장이 이루어진 예로 볼 수 있다.

(다) 용해에 관련된 학습 내용

유치원부터 초등학교 4학년까지의 내용은 물에 여러 가지 고체 물질을 녹여보는 활동으로 거의 동일한 수준이었다. 그러나 초등학교 5학년에서는 용해, 용액과 같은 용어가 소개되고, 용매로 물 외에 아세톤을 이용하여 고체 물질을 녹이는 활동을 한다. 그리고 기체 물질을 녹이는 활동, 더 이상 녹지 않는 포화 상태 관찰, 가열이나 냉각을 통해 더 녹거나 석출하는 현상 관찰, 용액의 진하기에 따른 성질 관찰, 용해 전 후 물질의 질량 변화 관찰 등을 한다. 다른 과학 개념과 뒤엉킨 유형에서 지적하였듯이 농도와 밀도의 개념을 뒤섞어서 액체 층 쌓기 실험도 제시하고 있다.

중학교 1학년에서는 용해도의 개념을 학습한다. 그리고 온도나 압력에 따라 용해도가 변화하는 것에 대해서도 학습한다. 고등학교 화학 II에서는 기체의 용해도와 부분 압력과의 관계에 대한 헨리의 법칙, 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압, 콜로이드 용액 등에 대해 학습한다.

이러한 점 때문에 용해에 관련된 학습 내용은 학년이 증가함에 따라 개념의 확장이 이루어졌다고 할 수 있다. 하지만 초등학교 4학년까지 거의 내용의 변화가 없다가 초등학교 5학년에서 갑자기 폭발적으로 심화된 내용이 쏟아졌다는 점이 눈에 띈다. 고등학교 화학 II에서도 이러한 경향이 나타나지만, 이 과목은 특성상 앞으로 과학관련 분야를 전공할 학생들을 대상으로 하기 때문에 크게 문제되지 않을 수도 있다.

그러나 초등학교 5학년의 경우에는 학습 내용 전개 방식에 문제를 제기할 수 있다.

(라) 상태에 관련된 학습 내용

유치원에서는 물놀이, 물의 느낌, 물을 뿜어 옮겨 담기, 얼음과 물의 비교 등의 활동을 통해 다양하게 고체 및 액체 물질의 상태 및 상태변화를 경험하도록 한다. 그러나 기체의 상태 및 상태변화에 대한 활동은 거의 포함되지 않는다.

초등학교 2학년 1학기에는 기체에 대해 집중적으로 다루고 있다. 고무풍선이나 종이를 이용하여 바람을 일으켜 공기의 존재를 확인하는 실험 이외에도 빨대를 물 속에서 넣고 공기를 불어넣는 활동, 공기가 든 풍선을 물 속에 넣고 공기를 빼면서 물 속의 변화를 관찰하는 것, 컵을 엮어서 물 속에 넣어 공기의 부피를 확인하는 실험, 주사기 두 개에 비닐관을 연결하여 공기를 이동시키는 실험, 물 속에서 한 컵의 공기를 다른 컵으로 옮기는 실험 등을 통해 공기는 부피를 가지는 물질임을 알게 한다. 2학년 2학기에는 액체와 고체 상태로 물질을 구분하는 탐구도 한다.

초등학교 5학년에서는 기체의 한 종류인 공기가 무게가 있음을 확인하는 실험을 한다. 그리고 초등학교 6학년에서는 다른 여러 기체(산소, 이산화탄소)의 성질을 확인하는 실험을 한다.

액체와 고체의 상태에 대한 학습은 유치원과 초등학교 저학년에서 일부 이루어지고 있지만, 기체의 상태에 대한 학습과 비교할 때 체계적이지 못하다. 그러나 기체의 상태에 대한 학습 내용은 상대적으로 개념의 확장이 이루어졌다고 할 수 있다.

(마) 흡착에 관련된 학습 내용

유치원과 초등학교 3학년에서는 종이나 천 등에 콩기름, 알코올, 물 등을 떨어뜨려 흡수되는 모습을 관찰한다. 그리고 초등학교 4학년과 중학교 1학년에서는 혼합물인 사인펜의 잉크를 종이나 분필에 묻히고 물 등을 통해 혼합물이 여러 가지 색으로 분리되는 과정을 관찰한다. 흡착 성질을 이용한 혼합물의 분리 개념은 유치원이나 초등학교 3학년에서 배우는 단순한 물질의 흡착 성질에 대한 학습 내용보다 확장된

것이라고 볼 수 있다.

(바) 겉보기 성질에 관련된 학습 내용

유치원부터 초등학교 4학년까지는 주로 고체나 액체 상태의 물질을 관찰한다. 그러나 초등학교 6학년에서는 산소, 이산화탄소 등 기체의 겉보기 성질을 관찰한다. 즉 산소나 이산화탄소가 색이 없고, 냄새도 없으며, 맛도 없다는 것을 학습한다. 따라서 개념의 확장이 일어났다고 말할 수 있다.

나. 개념 수준의 심화 유형

(가) (산, 염기, 산화, 환원 반응 이외의) 화학반응에 관련된 학습 내용

초등학교 6학년까지는 거시세계의 현상 관찰 수준으로 학습 내용이 구성되었다. 그러나 중학교 2학년에서는 원소 기호를 사용하여 화학 반응을 식으로 표현하였다. 원소 기호는 미시세계의 입자(원자나 분자)에 대한 상징적 표현이라고 볼 수 있기 때문에, 이러한 시각에서 볼 때 초등학교에서 중학교로 올라가면서 학습 개념의 심화가 일어났다고 할 수 있다.

(나) 상태 및 상태변화에 관련된 학습 내용

유치원과 초등학교 5학년까지는 거시세계의 현상(고체, 액체, 기체, 액화, 기화, 용해 등)으로 상태 및 상태변화의 내용을 학습한다. 그러나 초등학교 6학년에서는 미시세계의 분자와 분자의 운동 개념으로 이러한 거시세계의 현상을 설명한다. 즉 고체는 물질을 구성하는 분자들이 촘촘하게 모여있는 상태로, 액체는 보다 자유롭게 움직이는 상태로, 기체는 매우 먼 거리로 분자들이 떨어져 활발하게 움직이는 상태로 설명한다. 또한 증발이나 승화의 현상을 분자가 움직이는 미시세계의 모습으로 표현하는 학습 내용도 있다. 따라서 초등학교 5학년까지의 상태 및 상태 변화에 관련된 거시세계의 현상에 관련된 학습 내용은 초등학교 6학년에 가서 미시세계의 관점으로 심화가 일어났다고 할 수 있다.

다. 동일한 개념 수준 제시 유형

(가) 반응속도에 관련된 학습 내용

유치원에서는 얼음이나 눈을 녹지 않게 하는 방법 탐색, 얼음을 빨리 녹이는 방법 탐색, 장소나 기구(가열기구나 냉장고 등)에 따라 얼음이 녹는 정도의 차이를 비교 관찰하는 등의 활동을 한다. 또한 얼음과 주스를 함께 넣고 주스의 양에 따라 얼음이 녹는 속도를 비교하는 활동과 가루물질을 더운물과 찬물에 녹여 녹는 속도를 비교하는 활동도 있다.

초등학교에서는 1학년 때 얼음을 빨리 녹여 구멍을 먼저 뚫는 시험이 있다. 그리고 2학년에서는 같은 크기의 얼음을 빨리 녹이는 방법을 찾는 활동을 한다. 3학년에서는 가루물질을 물에 빨리 녹이는 방법으로 물의 온도를 높여 보게 한다. 4학년에서는 비닐 주머니에 든 얼음을 빨리 녹이기 시험을 하는 내용이 나온다.

유치원에서는 주로 얼음이나 가루물질을 소재로 온도에 따른 반응속도의 변화를 관찰한다. 그런데 초등학교 1학년부터 4학년까지 제시된 학습 내용도 이와 크게 다르지 않다.

(나) (산, 염기, 산화, 환원 반응 외의) 화학반응에 관련된 학습 내용

유치원에서는 감자 삶기, 팝콘 튀기기, 기름으로 달걀 요리하기, 송편 만들기 등의 활동을 통해 물질에 열을 가하면 생기는 변화를 관찰시킨다. 이때 관찰시키는 대부분의 물질은 실생활에 친근한 고체 혼합물이다.

초등학교에서는 3학년에 설탕을 가열하면서 변화를 관찰하는 내용과, 4학년에 설탕, 밀가루, 탄산수소나트륨을 가열하면서 변화를 관찰하는 내용이 제시되어 있다. 초등학교 3학년과 4학년의 차이란 단지 몇 가지 가루물질이 더 첨가된 것뿐이고, 제시된 개념의 수준은 거의 동일하다고 할 수 있다.

(다) 용해에 관련된 학습 내용

유치원에서는 소금, 설탕, 코코아, 탈지분유, 밀가루, 크레파스 가루, 톱밥, 기름, 비누 등 다양한 실생활 물질을 물에 녹여보고 녹는 것과 녹지 않는 것을 구분하는 활동을 한다. 온도에 따른 효과도 관찰한다. 초

등학교 3학년과 4학년에서도 설탕, 소금, 녹말, 기름, 알코올, 탄산수소나트륨 등을 물에 넣고 변화를 관찰하는 실험을 하는데, 유치원과 학습 내용의 수준이 동일하다고 할 수 있다. 다루는 소재에 있어서는 오히려 확장이 아니라 축소가 일어난 것처럼 보인다. 중학교 1학년에서는 설탕, 질산칼륨, 질산나트륨, 황산구리, 염화나트륨, 요오드 등을 물, 에탄올, 식용유 등에 용해시키는 활동이 있다. 역시 다루는 소재에서만 차이가 있다.

물질의 성질을 이해하기 위하여 다루는 소재에서 유치원의 경우와 초등학교 이상의 경우에 뚜렷한 차이점이 나타난다. 그 중 하나는, 유치원에서는 일상생활에서 친근한 혼합물을 자유스럽게 제시하지만, 초등학교부터는 순물질만을 소재로 선정한다는 점이다.

순물질의 성질을 관찰하는 시각은 순수한 과학자의 시각일 것이다. 혼합물은 두 물질 이상의 성질을 모두 포함하기 때문에 학문적으로 볼 때 순물질을 이해한 후에 혼합물을 이해하는 과정(예를 들면 혼합물을 순물질로 분리하는 과정)이 뒤따른다. 학생들에게는 낮은 순물질들이 학년이 증가함에 따라 증가하는 이유를 이러한 과학자적 시각에서 찾아볼 수 있다. 또한 유치원에서는 풍부하게 제시되었던 물질들이 초등학교에서 사라지고 설탕, 소금, 탄산수소나트륨, 녹말 등으로 한정된 매우 빈약한 소재(물론 실생활에 친근한 소재임은 틀림없지만)가 등장하는 이유는 이 때문일 것이다.

(라) 상태 및 상태변화와 관련된 학습 내용

유치원에서는 하는 '얼음 동굴 만들기' 활동은 초등학교 1학년에서 하는 '빨대에 입김을 불어 얼음에 구멍을 내는' 실험과 유사하다. 또한 고무풍선의 바람을 이용하여 공기의 존재를 확인하는 실험도 유치원과 초등학교 2학년에 유사한 수준으로 제시되어 있다.

초등학교 3학년에서는 물의 증발과 얼음물이 든 비커의 표면에 생기는 물기로부터 공기 중에 있는 물의 존재를 알아보는 실험을 한다. 이 내용은 물질의 상태 변화 중 기화와 액화의 개념에 해당한다. 초등학교 4학년에서도 물이 수증기로 변하는 예와 수증기가

물로 변하는 예를 학습하는데 역시 액화와 기화의 개념이다. 초등학교 5학년에서도 역시 물의 증발, 이슬과 안개, 구름과 비 등의 생성 과정을 통해 액화와 기화의 개념을 학습한다.

따라서 다루는 소재에 약간의 차이가 있을 뿐, 학습 내용에서 요구하는 개념 수준은 동일하다고 할 수 있다.

(마) 흡착과 관련된 학습 내용

유치원에서는 종이, 휴지, 옷감 등에 물이 흡수되는 정도를 관찰하는 활동을 한다. 초등학교 3학년에서는 종이에 콩기름, 알코올, 물 등을 떨어뜨려 흡수되는 모습을 관찰한다. 따라서 다루는 소재에 약간의 차이가 있을 뿐 동일한 개념 수준을 요구한다고 할 수 있다.

초등학교 4학년에서는 혼합물인 사인펜의 잉크를 종이나 분필에 묻힌 후 물에 의해 잉크가 여러 가지 색으로 분리되는 과정을 관찰한다. 중학교 1학년에서도 거의 동일한 내용이 제시되었다. 단지 이러한 분리 방법을 크로마토그래피라는 용어로 소개한 점만 다르다. 따라서 동일한 개념 수준 제시 유형이 해당한다고 할 수 있다.

(바) 겉보기 성질에 관련된 학습 내용

유치원에서는 여러 가지 씨, 화초, 돌, 동식물, 흙과 모래 등 주변의 친근한 대상의 겉보기 성질을 관찰하는 활동이 빈번히 제시된다. 초등학교 1학년에서도 거의 동일한 활동들이 반복된다. 이 경우에는 다루는 소재에도 차이가 없어 보인다.

초등학교 3학년에서는 설탕, 소금, 녹말, 탄산수소나트륨 등의 가루 물질과 물, 알코올, 콩기름 등의 액체 물질의 겉보기 성질을 관찰하는 학습 내용이 제시되는데, 역시 소재의 차이만 있을 뿐 개념의 수준은 동일하다고 할 수 있다. 초등학교 4학년에서도 역시 소금, 설탕, 밀가루, 탄산수소나트륨의 겉보기 성질을 비교한다. 초등학교 3학년과 4학년의 학습 내용은 개념 수준 뿐 아니라 다루는 소재도 동일하기 때문에 교육과정 구성에 심각한 문제가 드러나는 부분이라고 할 수 있다.

중학교 1학년에서도 초등학교 1학년에 제시되었던 오감을 반복하고 여러 가지 물질들의 겉보기 성질을 제시하는데, 다루는 소재에 약간의 차이가 있을 뿐 전 학년의 학습 내용 수준과 동일하다. 그 이유에 대해 다음과 같은 해석도 가능할 것이다. 중학교의 경우에는 물질의 물리적 성질과 화학적 성질을 설명하는 것이 주된 학습 내용이다. 그 도입부에서 물질의 겉보기 성질에 대한 학습 내용이 제시된다. 학문적인 입장에서 보았을 때 겉보기 성질로 물질을 구분할 때 생기는 한계점을 인식하고(예를 들면 흰 색이라고 다 설탕은 아니다), 물질의 물리, 화학적 성질을 이해할 필요성을 알려 주기 위해 제시한 것이라고도 볼 수 있다.

물질의 겉보기 성질은 유치원과 초등학교의 여러 학년에 다루어지는 학습 내용인데, 개념의 위계가 거의 없고 학년에 상관없이 동일한 내용을 제시하는 가장 대표적인 것이라고 할 수 있다.

라. 다른 과학 개념과 뒤엉킨 유형

(가) 밀도와 농도(용해)에 관련된 학습 내용

유치원에서는 물 위에 나무, 코르크, 폴리스틱, 접시, 종이 등을 넣고 뜨는지 관찰하는 실험을 한다. 또한 동일한 나무토막을 작은 그릇의 물과 큰 그릇의 물에 넣어 뜨는 것의 차이도 관찰시킨다. 그리고 물과 소금물에 달걀을 넣어 뜨는 것의 차이도 관찰한다.

이러한 학습 내용은 초등학교 저학년에서는 다루지 않다가 5학년에 가서 다시 나온다. 소금 용액의 농도를 다르게 한 후 비중계를 띄워 뜨는 차이를 관찰하고, 진하기가 다른 설탕 용액의 층쌓기 활동을 한다. 그리고 바로 다음에 밀도가 다른 순물질인 글리세롤, 물, 식용유로 액체 층쌓기 실험을 한다.

이러한 학습 내용은 두 가지 과학 개념을 포함하고 있다. 그 중 하나인 밀도는 순물질의 고유한 성질이다. 식용유와 물과 같이 밀도가 다른 두 순물질을 섞으면 가벼운 물질이 무거운 물질 위로 가게 된다. 농도를 달리한 설탕물이나 소금물은 비록 순물질이 아닌 혼합물이지만 역시 유사한 현상이 관찰된다. 그러나 학문적인 입장에서 볼 때 밀도와 농도는 매우 다

른 개념이다. 밀도는 순물질의 고유한 성질이라면 농도는 혼합물에 적용되는 개념이기 때문이다. 따라서 농도는 용해의 개념에 관련된다고 할 수 있다. 이러한 점에 있어서 유치원과 초등학교 5학년의 학습 내용은 농도 개념과 밀도 개념이 뒤엉켜 있다고 할 수 있다.

중학교 1학년에서는 밀도와 농도의 개념이 뚜렷이 구분하여 제시한다. 밀도를 질량/부피로 정의하고, 여러 가지 고체, 액체, 기체 물질의 밀도를 제시한다. 농도의 경우 용해에 관련된 학습 내용에서 % 농도 등을 제시한다. 고등학교에서는 밀도의 개념은 더 이상 제시되지 않지만, 농도의 개념은 % 농도, 몰농도, 몰랄농도, 몰분율 등의 내용으로 개념이 확장되어 제시된다.

중학교 이상에서는 뚜렷이 구분하여 제시된 농도와 밀도의 개념이 유치원과 초등학교에서는 뒤엉켜 제시되는 이유는 아마도 액체 층 쌓기와 같은 유사한 현상이 관찰되기 때문인 것으로 생각된다.

(나) 용해와 상태변화의 학습 내용

초등학교 5학년에서 처음으로 용해와 용액에 대한 정의가 나오는데, 용액은 '물질이 액체에 녹아있는 것'으로, 용해는 '물질이 액체에 녹는 현상'으로 정의한다. 그런데 중학교 1학년과 고등학교에서는 용액을 '한 물질이 다른 물질에 균일하게 섞여 있는 혼합물'로, 용해를 '용질이 용매에 녹아 골고루 섞이면서 용액이 되는 현상'으로 정의하고 있다.

용해를 설명하는데 초등학교에서는 '녹는다'는 표현을 쓰고 있다. 녹는다는 표현은 두 경우에 쓰이는데, 하나는 상태변화를 할 때이다. 우리는 얼음이 녹는다고 표현한다. 다른 하나는 용해될 때이다. 학문적으로 볼 때 상태변화와 용해는 다른 개념이다. 상태변화는 순물질 내의 입자의 거리 변화이고, 용해는 두 물질을 구성하는 입자들이 상호작용을 하면서 고르게 섞이는 것을 말한다. 중학교에서의 표현도 정확히 분석하면, 단지 입자들이 상호작용하지 않고 고르게 섞이는 확산의 현상과 상호작용을 고려해야 하는 용해의 경우가 구분되지 않았다는 점에서 문제점을 지적할 수 있으나, 이 연구에서는 유, 초, 중등 과학

교재의 비교 분석에 초점을 두었기 때문에 확산과 같은 과학 개념은 공통 개념으로 추출되지 못하였다. 따라서 이 연구의 논의에서는 제외하고자 한다. 초등학교 과학 교재에서 녹는다는 표현으로 용해를 설명하는 것은 상태변화의 개념과 혼동될 수 있다는 문제가 있다.

'물질이 액체에 녹는다'는 것은 혼합물이 된다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 따라서 용해는 두 물질이 골고루 섞인다는 표현을 사용하는 것이 적절할 것이다. 중학교에서는 이러한 표현으로 용해를 정의하였지만, '녹는다'는 표현도 같이 사용하고 있다.

마. 학년간 혹은 학년 내 연계의 단절 유형

(가) 기체 상태에 관련된 학습 내용

유치원에서는 공기의 존재를 확인하는 실험을 한다. 그러나 이 때는 물질의 한 형태로서 기체의 개념을 가르치지 않는다. 초등학교 2학년에서는 물질의 한 형태로서 기체의 개념을 가르치는데, 주로 공기가 부피를 가지는 물질이라는 점에 초점을 맞춘다. 그러나 기체가 물질임을 확인하기 위해서는 부피 뿐 아니라 질량을 가진다는 점도 알아야 한다. 초등학교 4학년까지는 이러한 내용이 제시되지 않는다. 초등학교 5학년에 가서야 '날씨의 변화' 단원에서 고무풍선의 무게를 비교하여 공기의 무게를 확인하는 실험을 한다. 그러나 이 때 공기가 부피를 가진다는 초등학교 2학년 때의 내용이 연결되지 않는다.

학생들이 스스로 이 두 학습 내용을 연결시키기도 너무 긴 시간적 공백이 있다. 학문적인 측면이나 내용의 난이도 측면에서 볼 때에도 이 두 개념에 큰 차이가 있다고 보기 어렵다. '공기가 부피를 가진다'는 학습 내용과 '공기가 무게를 가진다'는 학습 내용은 둘 다 관찰 수준을 요구하는 것인데, 전자가 후자보다 훨씬 저학년에서 제시되어야 할 타당한 이유가 있는 것일까? 이러한 점에 있어서 기체 상태에 관련된 학습 내용 전개 방식은 문제가 있다고 판단된다.

(나) 상태변화에 관련된 학습 내용

상태변화에 관련된 내용은 유치원과 초등학교 1, 3,

4, 5, 6학년, 그리고 중학교 1학년에서 계속적으로 나오는데, 초등학교에서는 대부분의 학년에서 주로 액체에서 기체로의 상태변화(기화)나 그 반대의 액화 현상만을 반복적으로 다루고 있다. 얼음이 물로 녹는 용해 현상은 초등학교 1학년 2학기에 다루는 계절 단원에서 잠깐 언급되었는데, 앞서 '동일한 개념 수준 제시 유형'에서 언급하였듯이 이는 유치원의 수준과 동일하다. 그리고 승화와 같은 개념은 초등학교 6학년에서만 다루었다. 그 외에도 응고 등의 상태변화가 있으나, 이러한 여러가지 상태변화가 초등학교에서는 타당한 연계성을 가지고 다루어지고 있지 않다.

물질의 상태변화를 이해하기 위해서는 우선적으로 물질의 상태에 대한 개념이 선행되어야 한다. 예를 들어 증발하여 물이 수증기로 변하는 것(상태변화)을 이해하려면, 기체 상태의 수증기와 액체 상태의 물에 대한 이해가 선행되어야 한다. 그런데, 유치원에서는 기체라는 상태의 개념에 대한 이해를 요구하지 않는다. 초등학교에서는 2학년과 5학년에 잠깐 공기에 대한 이해를 부분적으로 다루고, 6학년에 산소와 이산화탄소 기체에 대한 이해를 다룬다. 따라서 대부분의 초등학교 학생들은 수증기가 기체 상태로서의 성질을 가진다는 내용을 학습하지 못한 채, 물이 수증기로 변하는 상태변화 혹은 수증기가 응결되어 물방울로 변하는 상태변화의 개념을 학습하게 된다. 따라서 학습 내용의 전개에 문제가 있다고 할 수 있다.

중학교 1학년에서는 물질의 상태에 대한 학습 내용은 없고, 상태 변화에 대한 내용만이 제시되어 있다. 이 때 다루는 개념은 주로 물질의 녹는점, 어는점, 끓는점에 관한 내용이다. 그러나 초등학교 6학년에서는 다루었던 학습 내용, 즉 물질을 이루는 분자의 운동으로 상태변화(어는 현상, 녹는 현상, 증발 현상, 끓는 현상 등)를 설명하는 내용과 연계가 이루어지지 않는다. 그리고 단순히 실험을 관찰함으로써 현상적으로 물질의 어는점이나 녹는점, 끓는점이 고유한 성질임을 학습한다. 따라서 미시세계의 관점으로 상태변화를 이해하는 학습 내용의 연계가 끊어지고, 다시 더 낮은 수준으로의 학습 내용으로 돌아가는 문제점이 나타난다.

다시 미시세계의 입자 관점으로 돌아오는 시기는

고등학교 화학 II를 배울 때이다. 그러나 이 과목은 앞으로 과학을 전공할 학생들이 자의적으로 선택하는 과목이기 때문에, 대다수의 학생들에게는 필수적으로 배우는 내용이 아니다. 따라서 많은 학생들이 미시세계의 관점을 유지하지 못한 채, 상태변화의 개념에 대한 학습을 마치게 될 것이다.

(다) 돋보기 성질에 관련된 학습 내용

유치원에서는 여러 가지 씨앗, 돌, 동식물 등을 관찰할 때 돋보기를 사용하는 활동이 있다. 그리고 초등학교 4학년에서는 현미경으로 물질을 관찰한다. 현미경이라는 도구를 조작하는 능력이 돋보기를 조작하는 능력보다 높은 수준으로 본다면 유치원보다 초등학교

4학년의 학습 내용이 확장된 것이라고 할 수 있다. 그러나 초등학교 저학년과 중학교에서는 이러한 도구 없이 눈으로 물질을 관찰하는 학습 내용이 제시되므로 개념의 연계에 단절이 있는 경우로 분류할 수 있다. 만약 현미경이나 돋보기의 사용은 요구하는 개념 수준에 영향을 미치지 않는다고 본다면, 유치원부터 중학교 1학년까지의 학습 내용은 모두 동일한 수준으로 분류될 것이다.

3. 학년별 학습 내용 전개 유형의 분포와 경향성

앞서 분석한 학습 내용 전개 유형을 학년별로 정리하면 Table 2와 같다.

Table 2. The characteristics of learning contents structure in K-12 science curriculum

Concept \ Grade	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reaction rate													
Type of concept extension													
Type of same level concept													
Other Reaction													
Type of concept extension													
Type of concept deepness													
Type of same level concept													
Density													
Type of confusion with other concepts						solution							
Solution													
Type of concept extension													
Type of same level concept													
Type of confusion with other concepts													
State Change													
Type of concept extension													
Type of concept deepness													
Type of same level concept													
Type of concept interruption													
Absorption													
Type of concept extension													
Type of same level concept													
Surface Property													
Type of concept extension													
Type of same level concept													
Type of concept interruption													

Table 2에 의하면 학습 내용 전개 측면에서 바람직하다고 판단할 수 있는 '개념의 확장 유형(□)'과 '개념 수준의 심화 유형(▨)' 중에서 '심화 유형'은 많지 않은 것으로 나타났다. 그리고 학습 내용 전개에 있어서 부정적이라고 판단할 수 있는 '동일한 개념 수준 제시 유형(▨)', '다른 과학 개념과 뒤엉킨 유형(□)', '학년 간 혹은 학년 내 연계의 단절 유형(▨)'도 많은 것으로 분석되었다. 특히 '동일한 개념 수준 제시 유형'은 유치원과 초등학교 전반에 걸쳐서 광범위하게 분석되어, 이러한 형태의 학습 내용 전개가 보편적임을 보여주었다.

또 다른 특징으로는 '물질의 성질'에 관련하여 유치원부터 제시되는 많은 학습 개념이 중학교 1학년을 마지막으로 더 이상 제시되지 않고 있다는 점을 들 수 있다.

왜 '물질의 성질'에 관련된 많은 개념들이 중학교 1학년 이상에서는 더 이상 제시되지 않는지에 대한 이

유를 찾기 위해서는 이 개념들 간의 공통점과 다른 경향을 나타내는 개념들과의 차이점을 찾아볼 필요가 있다.

공통점 중 하나는 모두 물질의 물리적 성질과 겉보기 성질의 영역에 해당하는 개념이라는 점이다. 다른 하나는, 상태 및 상태변화의 개념을 제외한다면, 거시세계의 현상으로부터 미시세계의 관점으로 개념의 심화가 이루어지지 못하였다는 것이다. 예를 들면, 밀도는 중학교 1학년에서 질량/부피라는 거시세계의 척도로만 제시되어 있다. 그리고 물질을 구성하는 입자의 크기와 질량이 고유하기 때문에 물질의 고유한 성질로서 밀도의 개념이 형성되는 것에 대해서는 학습하지 않는다(Fig. 2).

흡착도 입자와 입자 사이의 고유한 인력의 개념으로 제시되어 있지 않다. 중학교 1학년에 제시된 용해 역시 한 종류의 입자가 다른 종류의 입자 사이에 골고루 퍼져나가는 현상으로 설명(Fig. 3)되지 않고, 단

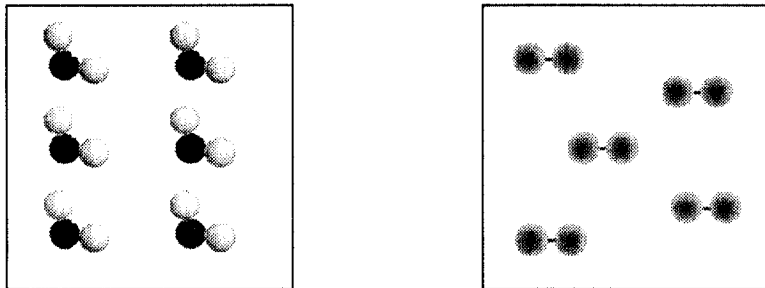


Fig. 2. Microscopic view of density as a property of matter

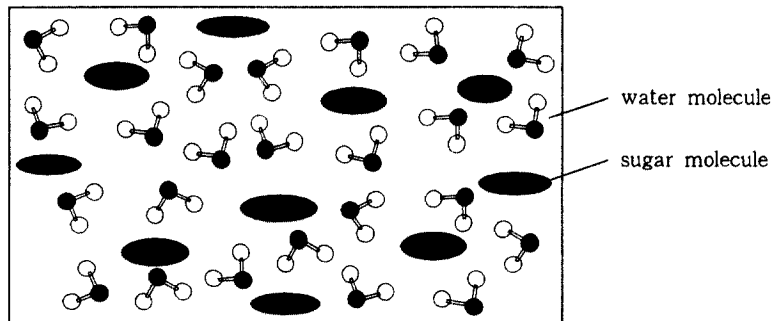


Fig. 3. Microscopic view of sugar solution

순히 거시세계의 현상으로 설명된다. 예를 들면 '녹는다'와 같은 현상으로 설명되거나, 물 100g에 용질이 몇 g 녹는 지에 대해서만 학습한다.

이에 반해 물질의 화학적 성질에 대한 개념들(산·염기 반응, 산화·환원 반응, 그 외의 화학반응)은 중·고등학교에서 계속적으로 거시세계와 미시세계의 관점으로 다루어진다. 교육과정 내용 구성에 있어서의 이러한 시각이 타당한 것인지에 대해서는 논의가 계속되어야 할 부분이라고 생각한다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 유치원 제 5차 교육과정과 초등학교부터 고등학교까지의 제 6차 과학교육과정에 근거한 교재들을 분석하고, 제시된 학습 내용의 전개 유형을 파악하고자 하였다. 구체적으로는 유치원부터 고등학교까지의 과학 교재에 제시된 '물질의 성질'에 관련된 학습 내용을 분석하였으며, 그 결과 학습 내용 전개 유형을 크게 5가지로 구분하였다. 즉, 개념의 확장 유형, 개념 수준의 심화 유형, 동일한 개념 수준 제시 유형, 다른 과학 개념과 뒤엉킨 유형, 학년간 혹은 학년 내 연계의 단절 유형으로 구분하였다. 이 중에서 '개념의 확장 유형'과 '개념 수준의 심화 유형'은 학습 내용 전개가 바람직한 것이라고 판단할 수 있지만, 나머지 유형들은 부적절하다고 할 수 있다.

유치원부터 초등, 중등 과학 교재에서 공통적으로 다루는 '물질의 성질'에 관련된 7개의 개념을 중심으로 학습 내용 전개 유형을 분석한 결과, 바람직한 유형보다는 부적절한 유형이 더 많이 나타났다. 특히 '동일한 개념 수준 제시 유형'은 유치원과 초등학교 전반에 걸쳐서 광범위하게 나타났다. 따라서 과학 교재의 내용 구성에 대한 재고찰이 필요하다고 생각한다. 그리고 바람직한 유형 중에서는 '개념의 심화 유형'보다는 '개념의 확장 유형'이 더 많은 것으로 분석되었다.

또한 '물질의 성질'에 관련하여 유치원부터 제시되는 많은 학습 개념이 중학교 1학년 이상에서 거의 다루지 않는 것으로 나타났다. 본 연구자는 이러한 개념들이 중학교 이상에서 '심화 유형'으로 전개된다면

학생들이 주요 과학 개념을 연계성을 가지고 배우게 되어 보다 효율적인 과학 학습이 이루어지리라고 생각한다.

앞으로 직접 학생들을 대상으로 학년에 따라 주요 과학 개념들이 어떠한 수준으로, 어떠한 학습 내용 전개 방식에 따라 제시되는 것이 효율적인 지에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다. 이러한 연구 결과를 근거로, 앞으로는 보다 효율적인 과학 교재 구성이 이루어져야 할 것이다.

이 논문에서는 과학 교재의 내용 전개에 대한 분석에만 초점을 두었지만, 앞으로 탐구과정이 함께 분석되어야 학습 내용 전개의 특징을 폭넓게 이해할 수 있으므로 이에 대한 후속 연구가 필요하다.

적 요

이 연구에서는 유치원 제 5차 교육과정과 초등학교부터 고등학교까지의 제 6차 과학교육과정에 근거한 교재들을 분석하고, 제시된 학습 내용의 전개 유형을 파악하고자 하였다. 구체적으로는 유치원부터 고등학교까지의 과학 교재에 제시된 '물질의 성질'에 관련된 학습 내용을 분석하였으며, 그 결과 학습 내용 전개 유형을 크게 5가지로 구분하였다. 즉, 개념의 확장 유형, 개념 수준의 심화 유형, 동일한 개념 수준 제시 유형, 다른 과학 개념과 뒤엉킨 유형, 학년간 혹은 학년 내 연계의 단절 유형으로 구분하였다. 이 중에서 '개념의 확장 유형'과 '개념 수준의 심화 유형'은 학습 내용 전개가 바람직한 것이라고 판단할 수 있지만, 나머지 유형들은 부적절하다고 할 수 있다.

유치원부터 초등, 중등 과학 교재에서 공통적으로 다루는 '물질의 성질'에 관련된 7개의 개념을 중심으로 학습 내용 전개 유형을 분석한 결과, 바람직한 유형보다는 부적절한 유형이 더 많이 나타났다. 특히 '동일한 개념 수준 제시 유형'은 유치원과 초등학교 전반에 걸쳐서 광범위하게 나타났다. 그리고 바람직한 유형 중에서는 '개념의 심화 유형'보다는 '개념의 확장 유형'이 더 많은 것으로 분석되었다. 또한 '물질의 성질'에 관련하여 유치원부터 제시되는 많은 학습 개념이 중학교 1학년 이상에서 거의 다루지 않는

것으로 나타났다. 특히 이러한 특성을 가지는 개념들은 '개념의 심화 유형'으로 내용이 전개되지 않는 공통점이 있었다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 과학 교재의 내용 구성에 대한 재고찰이 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- 교육부(1986). 초·중·고등학교 교육과정 과학과. 대한교과서 주식회사:서울.
- 교육부(1992a). 중학교 과학과 교육과정 해설. 교육부 고시 제 1992-11호. 대한교과서 주식회사:서울.
- 교육부(1992b). 제 6차 교육과정 고등학교 교육과정. 교육부고시 제 1992-19호. 대한교과서 주식회사:서울.
- 교육부(1996a). 초등학교 교사용 지도서 자연(3, 4, 5, 6학년). 국정교과서주식회사:충남.
- 교육부(1996b). 자연(3, 4, 5, 6학년). 국정교과서주식회사:충남.
- 교육부(1997a). 바른생활, 슬기로운 생활, 즐거운 생활, 우리들은 1학년 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호. 대한교과서주식회사:서울.
- 교육부(1997b). 제 7차 교육과정 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호. 대한교과서주식회사:서울.
- 교육부(1998a). 유치원 교육과정. 교육부 고시 제 1998-10호. 대한교과서주식회사:서울.
- 교육부(1998b). 초등학교 교사용 지도서 슬기로운 생활(1, 2학년). 국정교과서주식회사:충남.
- 교육부(1998c). 슬기로운 생활(1, 2학년). 국정교과서주식회사:충남.
- 권재술, 김범기, 최병순, 현종오, 이길재, 임건일, 정진우, 이연우, 홍성일(1994). 중학교 과학(1, 2, 3학년). 한샘출판(주):서울.
- 권재술, 김범기, 최병순, 현종오, 이길재, 최진복, 정진우, 홍성일(1995). 고등학교 공통과학. 한샘출판(주):서울.
- 김대영(1989). 중등학교 과학교과서(화학영역)의 연계성 고찰. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 김영은(1991). 초·중·고등학교 과학교과서의 물리 내용 연계성에 관한 연구. 공주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박영동 번역(1994). Oxtoby, D. W., & Nachtrieb, N. H. 저서. 현대일반화학. 자유아카데미:서울.
- 박종윤, 김성희(1988). 초·중·고 과학교과서의 화학영역에 관한 연계성 분석(제 1보). 화학교육, 15(2), 137-149.
- 백성해, 김효남, 조부경(2000). 유아, 초등, 중등 과학 교육과정의 연계성 고찰을 위한 개념도도 추출. 한국과학교육학회지, 20(3), 262-273.
- 송인명, 우영균, 김천중(1976). 국민학교 및 중학교의 과학과 교육과정의 연계성에 관한 연구. 공주사범대학 과학교육연구, 제 8집, 1-19.
- 송인명, 이춘우, 오제직, 최석남, 박영철, 문형태, 우영균, 박종홍(1994). 중학교 과학(1, 2, 3학년). 교학사:서울.
- 신은수, 안경숙, 유윤영, 김은정(1994). 유아과학교육. 양서원:서울.
- 오근주(1985). 중·고등학교 과학과 교육과정에 반영된 화학내용의 연계성에 관한 분석 연구. 충북대학교 석사학위논문.
- 오제직, 김종희, 박병빈, 최석남(1995). 고등학교 화학(I, II). (주)교학사:서울.
- 우영균(1991). 초·중·고등학교 지구과학 실험의 연계성 분석. 공주대학교 석사학위논문.
- 이경우, 조부경, 김정준(1999). 구성주의 이론에 기초한 유아과학교육. 양서원:서울.
- 정구조, 류재홍, 이대형(1995). 고등학교 화학(I, II). 동아서적(주):서울.
- 정완호, 최돈희(1993). 초·중·고등학교 생물 용어의 연계성 비교 분석. 한국생물교육학회지, 21(1), 71-78.
- 진수경(1987). 초·중·등 천문 교육 내용간의 연계성 고찰. 서울대학교 석사학위논문.
- 한병희(1985). 초·중·고등학교 교과서내의 화학 영역에 관한 교재 내용의 비교 연구. 화학교육 12(1), 22-24.
- 한유화, 강대훈, 양일호, 백성해, 박국태(1999). 초등학교

〈연구논문〉 유치원, 초등, 중등학교 과학 교재의 '물질의 성질' 관련 학습 내용 전개에 대한 특징 분석 : 백성혜·조부경·김효남

교와 중학교 과학교과서의 화학영역에 대한 연계성과 중학생들의 화학 개념에 대한 인식 분석. 대한화학회지, 43(3), 340-350.

Johnstone, A. H.(1992). Thinking about thinking-A practical approach to practical work. In Kempa, R. F. & Waddington, D. J. (Ed.): *Bringing Chemistry to Life. Proceedings of the Eleventh International*

Conference on Chemical Education, 69-76. Lincoln, Y.S., & Guba, E. G.(1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, California: Sage Publications Inc.

Stake, R. E.(1995). *The art of case study research*. New York: Holt, Rinehart & Winston.