

# 용해 현상에 대한 초등학교 과학 교과서의 내용 분석 및 지도 실태

강대훈 · 백성혜\*

(서울중화고등학교) · (한국교원대학교)\*

## A Textbook Analysis and Teaching Practices on Dissolution in Elementary School

Kang, Dae-Hun · Paik, Seung-Hey\*

(Seoul Jung-Hwa High School) · (Korea National University of Education)\*

### ABSTRACT

This study was to analyze how elementary school science textbooks explain dissolution and to examine the patterns of elementary school teachers' conceptions on dissolution and the teaching practices on dissolution of elementary school teachers. According to the result of the textbook analysis, the textbooks based on the 7th curriculum didn't explain dissolution very differently from those based on the 6th curriculum. The contents dealing with dissolution in the textbooks of 7th curriculum became difficult gradually as the year went up, but the connected organization of the contents made students learn it easily. For example, in order to learn dissolution introduced first in the 3rd year 2nd semester textbook, students would tell soluble substance in water from insoluble substance in water as they put powdered substance in water. In the 5th year 1st semester textbook students were supposed to acquire the knowledge related to dissolution through the designed activities such as comparing solubility produced by different solvents and defining a solvent, a solute, dissolution, and a solution. In addition, teachers' guide for 5th year 1st semester textbook elucidated the principle of dissolution using attraction concept that was scientific. The result of the survey on teachers showed that 90% of elementary school teachers understood the dissolution of salt in water just as millet particles' filling the space between bean particles and they responded that they demonstrated millet particles' filling the space between bean particles when they taught the dissolution of salt in water. When it comes to teachers who had the right idea on dissolution as the attraction conception, understanding was one thing and teaching was another, because they often instructed dissolution as the space conception in the real teaching.

**Key words :** elementary school, dissolution, attraction conception, space conception

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

용해 현상은 일상에서 흔히 볼 수 있는 현상으로 우리의 생활과 밀접한 연관을 맺고 있으며 교육과정의 개편에도 불구하고 꾸준히 다루어지는 주요 내용이다. 그러나 용해 현상에 대한 이해 정도가 낮으며 학생은 물론 교사들에게서도 다양한 유형의 오개념이 발견되고 있다(강대훈 등, 2001; 박종윤 등, 1996).

조희형(1998)은 학생들이 가지는 오개념의 제공자

로서 교사의 역할과 모형과 은유 및 비유의 사용 등을 지적하였는데 이는 무엇보다도 교사들의 과학적 개념의 정립이 중요성을 강조한 것이라 하겠다. 아울러 초등학교에서 가지게 된 개념은 후속 학습에 영향을 미칠 뿐 아니라 초등학교 때 가진 옳지 못한 개념은 중·고등학교에서도 수정되지 못하는 경우가 많으므로 초등학교에서 올바른 과학적 개념을 가지도록 지도하는 것은 매우 중요할 것이다.

용해 현상과 관련된 선행 연구들을 살펴보면 한유화 등(1999)은 초등학교 교육과정에서 용해와 관련된

내용은 학년간 연계성이 유지되고 있어 후속 학습을 하는데 무리가 없다고 한 반면 많은 연구들에서 학생들이 용해 현상을 제대로 이해하기 위해서는 분자나 이온과 같은 미시적인 입자 개념에 대한 이해 및 입자 상호간의 인력 개념 등에 대한 이해가 요구되며 학생들의 이해를 돕기 위한 입자성이 강조된 영상적 표현의 보조자료 개발의 필요성을 강조하고 있다(김주현 등, 2000; 백성혜, 1999; 김선자, 1998; 박현주, 1996).

권재술 등(1994)은 과학 교사가 갖추어야 할 두 가지 중요한 조건은 교과 내용에 대한 지식을 이는 일과 그 교과를 학생들에게 효과적으로 전달하는 방법을 이는 일이라고 할 수 있다고 하였다. 따라서 이 연구에서는 제 7차 교육과정에 따른 초등학교 과학 교과서에서 다루는 용해 현상을 분석하여 제 6차 교육과정에 따른 초등학교 과학 교과서의 용해 관련 내용과 비교하고, 초등학교 교사들이 용해와 관련된 현상에 대한 지도 실태를 파악해 봄으로써 교사들이 교육 현장에서 학생들을 지도할 때 올바른 과학 개념으로 용해 현상을 지도할 수 있는 토대를 마련하는데 목적이 있다.

## 2. 연구 문제

이 연구에서는 용해 현상에 대한 초등학교 교사들의 개념 이해 및 지도 실태를 알아보기 위하여 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 제 6차와 제 7차 교육과정에 따른 초등학교 과학(자연) 교과서에서 용해 현상과 관련된 내용 요소와 교과서의 설명은 어떤 차이가 있는가?

둘째, 초등학교 교사들의 용해 현상에 대한 이해 정도와 지도 실태는 어떠한가?

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 내용

이 연구는 중학생 및 중등교사를 대상으로 한 연구(강대훈 등, 2001; 2000)의 후속 연구로 용해 현상 및 그와 관련된 내용에 대한 초등교사들의 이해 정도를 파악하여 이에 대한 적절한 지도 방법을 모색하고자 한다. 이를 위하여 제 6차와 제 7차 초등학교 과학(자연)과 교육과정을 분석하였으며 교육과정에 따른 초등학교 자연(과학) 교과서에서 다루는 내용의 차이를 알아보았다. 또한, 초등학교 교사들을 대상으

로 용해 관련 내용의 지도 실태를 알아보았다.

### 2. 연구 방법 및 절차

교육과정의 변화에 따라 용해와 관련된 현상의 교과서 설명 내용의 차이를 알아보기 위하여 제 6차, 제 7차 교육과정에 따른 초등학교 자연(과학)과 교육과정과 교과서, 교사용 지도서를 분석하였다. 또한, 초등학교 교사들의 지도 실태를 파악하기 위하여 초등학교 교사들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 이 연구에 사용한 설문지는 연구자들이 선행 연구(강대훈 등, 2001; 2000)에서 사용한 설문지를 수정 보완한 것으로 용해 현상과 관련된 문항 2개, 포화 용액과 관련된 문항 2개, 용해도와 관련된 문항 2개 등 총 여섯 문항으로 선택형 문항과 자유 반응형 문항이 짝을 이루도록 구성되어 있다.

설문 결과는 선택형 문항의 경우 같은 답을 한 응답자의 수를 전체 응답자에 대한 백분율로 나타내었고, 자유 반응형 문항의 경우는 연구자들이 함께 응답 내용을 분석하여 같은 유형의 답을 범주화하여 그 수를 전체 응답자에 대한 백분율로 나타내었다. 설문 결과 분석 과정에서 응답자의 생각을 자세히 알아볼 필요가 있는 경우에는 면담을 실시하였다. 설문 조사는 3년 이상의 교육 경력을 지닌 초등학교 교사 41명을 대상으로 실시하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 용해 현상과 관련된 제 6차와 제 7차 초등학교 과학과 교육과정의 비교

초등학교 교육과정 중 제 6차 교육과정과 제 7차 교육과정의 표면적 차이로는 우선 교과목 명이 변경된 것을 들 수 있다. 제 6차에서는 자연이었던 교과목이 제 7차 교육과정에서는 과학으로 변경되었다.

(1) 제 6차 교육과정의 초등학교 자연과의 내용 중 화학 영역의 용해 관련 단원

제 6차 교육과정의 초등학교 자연과의 내용 중 화학 영역의 용해 관련 단원을 보면 표 1과 같다.

표 1에서 보는 바와 같이 제 6차 교육과정에서는 초등학교의 자연과에서 용해 현상과 관련된 내용은 4학년부터 6학년까지 계속 다루어지고 있다. 4학년에서는 물에 여러 가지 물질을 녹여 보면서 물에 녹는

표 1. 제 6차 교육과정에 따른 초등학교 자연과 교육과정의 용해 관련 내용

학년 학기	단원명	소단원명	내 용	비 고
4학년 1학기	3. 혼합물의 분리	(1) 물질의 성질	· 가루 물질을 물에 넣었을 때의 변화	7차에서 3학년으로 이동
		(2) 혼합물의 분리	· 흙탕물의 분리 · 소금과 모래의 혼합물 분리 · 철가루, 흑설탕, 밀가루의 혼합물 분리 · 우유 속의 물질 분리 · 물과 식용유의 혼합물 분리	
5학년 1학기	2. 용해	(1) 용해	· 물과 알코올에서 소금의 분해 · 고체의 용해 · 알코올에 녹는 고체 · 물과 알코올에 소금을 넣은 액체 거르기 · 공기층의 용해 · 기체의 용해도 · 우리 주위의 여러 가지 용액	
		(2) 액체에 녹는 물질의 양	· 물의 양에 따른 봉산의 녹는 양 · 온도에 따른 봉산의 녹는 양 · 백반 용액에서 백반 덩어리 만들기 · 용액의 진하기에 따른 성질 · 용액의 진하기 알아보기 · 용해 후의 용액의 무게	
6학년 1학기	3. 분자	(1) 분자	· 설탕을 물에 녹여 맛보기 · 설탕물엿 설탕 덩어리 만들기 · 물과 알코올을 섞었을 때의 부피 변화	7차에서 분자는 8학년에서 다룸

것과 녹지 않는 것을 구별하고, 물질을 빨리 녹이는 방법 알아보기 등을 간단한 실험을 통해서 용해 현상을 알아보도록 하고 있다. 4학년에서는 주로 혼합물의 분리에서 용해를 학습하며, 5학년에서는 용해도, 용액의 진하기 등에 대해서 학습한다. 6학년에서는 설탕을 물에 녹였을 때 맛의 변화가 없는 것을 통해 분자가 용해 후에도 변하지 않는다는 것과 물과 알코올을 섞을 때 부피가 줄어드는 것을 통해 분자의 크기가 물질마다 서로 다르다는 것을 학습하도록 되어 있다.

제 6차 교육과정에서는 4학년 1학기 물질의 단원에서 가루 물질을 물에 넣어보고 녹는 것과 녹지 않는 것을 구분해보도록 하던 내용을 제 7차 교육과정에서는 3학년으로 이동하여 지도하도록 하고 6학년 1학기 분자 단원은 제 7차 교육과정에서는 8학년(중학교 2학년)에서 물질을 이루는 입자로서의 분자를 다루도록 한 것이 제 6차 교육과정과 제 7차 교육과정의 변화로 볼 수 있다.

(2) 제 6차 교육과정에 따른 자연과 교과서의 용해 현상 관련 내용

제 6차 교육과정에 따른 초등학교 자연과 교과서

에서 다루고 있는 용해 현상과 관련된 내용을 학년 별로 살펴보면 표 2와 같다.

표 2에서 보는 바와 같이 4학년에서는 단순히 물질이 녹는 것과 녹지 않는 것의 구별만 하도록 되어 있다. 또, 5학년에서 처음으로 용해를 정의하고 같은 용질이라도 용매에 따라 용해가 되거나 되지 않는다는 사실과 용액의 농도 등에 대해서 학습하며, 포화 용액이나 과포화 용액에 대한 용어를 사용하지는 않지만 내용은 다루고 있음을 알 수 있다.

6학년에서는 설탕의 용해를 통해서 용해 후에도 분자는 변하지 않는다는 사실과 물과 에탄올을 각각 40 mL씩 섞을 때 부피가 80 mL가 되지 않는 이유를 좁쌀과 콩의 모형을 사용하여 분자의 크기가 서로 다르다는 사실을 학습하는 것으로 되어 있다.

4, 5, 6학년 자연과 교과서의 용해 현상과 관련된 내용을 살펴보면 전체적으로 관찰에 의한 현상적인 차이 정도를 알아내는 수준의 학습이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 그리고 4, 5, 6학년에서 공통적으로 용질을 가한 다음에는 “우리막대로 저어보자”라는 표현을 찾아볼 수 있는데 이는 학생들로 하여금 젓는 조작이 용해의 필수 조건으로 인식하게 할 우려가 있음을 알 수 있다.

표 2. 제 6차 교육과정에 따른 초등학교 자연 교과서의 용해 관련 내용

학년·학기(단원)	용해 관련 내용
4-1(물질의 성질)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 소금, 밀가루, 설탕, 탄산수소나트륨을 물이 든 비커에 각각 넣고, 유리 막대로 저으면서 관찰하여 보자.</li> <li>· 물에 녹는 물질은 어느 것인가?</li> <li>· 물에 녹지 않는 물질은 어느 것인가?</li> <li>· 가루 물질을 넣었을 때 일어나는 변화를 비교하여 이야기해 보자.</li> </ul>
5-1(용해)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 소금을 두 개의 형겅 주머니에 넣고, 두 비커에 물과 아세톤을 각각 반쯤씩 넣자.</li> <li>· 소금을 넣은 주머니를 물과 아세톤에 동시에 담그고, 어떤 변화가 일어나는지 관찰하여 보자.</li> <li>· 얼마 후, 두 비커에 넣었던 소금 주머니를 꺼내어 비교하여 보자.</li> <li>◎ 비커 두 개에 물과 아세톤을 각각 1/3쯤 넣자. 두 비커에 소금을 한 숟가락씩 넣고, 유리 막대로 저어보자.</li> <li>· 소금은 어떻게 되는가?</li> <li>◎ 소금을 물에 넣었을 때와 같이, 물질이 액체에 녹는 현상을 용해라고 하며, 소금물처럼 물질이 액체에 녹아 있는 것을 용액이라고 한다.</li> <li>◎ 물의 양에 따라 봉산이 용해되는 양은 어떻게 다른지 알아보자.</li> <li>◎ 물의 온도에 따라 봉산이 용해되는 양은 어떻게 다른지 알아보자.</li> <li>· 시험관에 물을 1/3쯤 넣자.</li> <li>· 봉산이 물에 더 이상 녹지 않을 때까지 넣어 보자.</li> <li>· 녹지 않고 가라앉아 있는 봉산을 어떻게 하면 녹일 수 있을까?</li> </ul>
6-1(분자)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 비커에 물을 반쯤 넣고, 여기에 약숟가락으로 2숟가락 정도의 설탕을 넣어, 유리 막대로 잘 저어서 모두 녹이자.</li> <li>· 물에 설탕을 조금씩 넣어, 더 이상 녹지 않고 밑에 설탕이 남아 있을 때까지 녹이자.</li> <li>· 이 용액의 윗부분에 설탕이 들어 있다고 할 수 있는가?</li> <li>◎ 두 개의 메스 실린더에 물을 각각 40 mL씩 넣자. 두 메스 실린더의 물을 합한 다음, 그 부피를 재어보자.</li> <li>· 에탄올에 대해서도 같은 방법으로 섞어, 그 부피를 재어보자.</li> <li>· 이번에는 물과 에탄올을 각각 40 mL씩 섞고, 그 부피를 재어보자.</li> </ul>

(3) 제 7차 교육과정에 따른 용해와 관련된 현상

제 7차 교육과정에 따른 초등학교 과학과 교육과정 중 용해와 관련된 단원의 내용 요소와 교과서의 세부 지도 내용 및 교사용 지도서의 해설 중 주요 사항을 보면 표 3과 같다.

표 3에서 보는 바와 같이 제 7차 교육과정에 따른 용해 관련 내용은 제 6차 교육과정과 커다란 차이는 보이지 않고 있음을 알 수 있다.

제 7차 교육과정에서의 용해 단원의 학습은 학년이 높아질수록 내용이 심화되지만 연계성이 유지되어 학생들이 학습하기에 용이하도록 되어 있다고 할 수 있다. 즉, 3학년 2학기에 처음 용해 관련 내용을 학습 할 때는 여러 가지 가루 물질을 녹이면서 물에 녹는 것과 녹지 않는 것을 구분하게 하고 5학년 1학기에 본격적으로 용해와 관련된 내용을 집중적으로 학습하게 되는데 5학년에서는 3학년 때 단순히 용질을 변화시켜 비교하던 것을 보다 심화시켜 용매를 변화시켜가면서 용해 정도를 비교하게 하고 용매, 용질, 용해, 용액에 대한 구체적인 정의를 내리고 있다. 특히, 5학년 1학기 교사용 지도서에서는 용해의 원리를 과학적 개념으로 자세히 소개하고 있는데 이는 교사들로 하여금 용해 현상에 대한 과학적 개념을 가지고 학생들을 지도할 것을 주문하는 것으로 보인다.

다. 실제 학생 지도에서는 지도서 상의 내용을 실제 지도하기 어렵다 하더라도 교사는 바른 과학적 개념을 가지고 있어야 함을 의미하는 것으로 생각된다.

6학년이 되면 물에 대한 기체의 용해도를 학습하도록 되어 있는데 이는 3학년과 5학년에서 학습한 용매와 용질에 따른 용해 정도의 차이를 바탕으로 상태를 변화시켜 선행 학습을 좀더 심화시키고 개념의 확장을 위한 것으로 보인다. 즉, 6학년에서는 용해 현상에 대해 좀더 과학적인 개념을 형성하도록 하고 있음을 알 수 있다. 용해가 단순한 용질과 용매의 섞임뿐 아니라 다양한 요인 중 온도의 영향을 받는다는 사실을 기체의 용해도를 예를 들어 설명하고 있는 것이다. 결국 6학년에서는 용해도에 미치는 온도의 영향을 지도하여 분자 운동과 열의 관계를 자연스럽게 지도하여 후속 학습의 준비를 하도록 하고 있는 것으로 생각된다.

표 2의 제 6차 교육과정에 따른 초등학교 자연 교과서의 용해 관련 내용과 표 3의 제 7차 교육과정에 따른 초등학교 과학 교과서의 용해 관련 내용을 비교해 보면 내용적으로는 커다란 차이를 보이고 있지 않지만 제 6차 교육과정의 6학년 1학기에서 다루던 분자 단원이 중학교 교육과정으로 이동한 것은 매우 의미 있는 것으로 생각된다. 선행 연구(강대훈 등,

표 3. 제 7차 교육과정에 따른 용해와 관련된 현상을 다루고 있는 내용

학년(학기)	교육과정상의 내용 요소	교과서의 세부 지도 내용	교사용 지도서
3학년 2학기	물에 가루 물질 녹이기	4. 여러 가지 가루 녹이기 · 가루를 물에 넣어 관찰하기 · 소금을 물에 계속 녹이기 · 가루를 빨리 녹이는 방법 · 각설탕을 빨리 녹이는 방법 · 빨리 녹이기 경기	4. 여러 가지 가루 녹이기 · 소금을 물에 계속 녹이기 (용해도 개념) · 용해 속도에 영향을 주는 요인 (젓기, 물의 온도, 알갱이 크기 등) · 변인 통제
4학년 1학기	여러 가지 액체의 성질 알아보기	2. 우리 생활과 액체 · 액체의 색깔과 냄새 알아보기 · 구슬이 가라앉는 빠르기 비교 하기 · 액체의 증발 알아보기 · 서로 섞이는 액체 찾아보기 (물에 알코올과 식용유 섞어보기) · 부피가 같은 액체의 무게 비교 하기	2. 우리 생활과 액체 · 서로 섞이는 액체 찾아보기(용해 개념) · 옷에 묻은 기름때를 지울 수 있는 방법 · 매니큐어 지울 때 아세톤 사용 · 부피가 같은 액체의 무게 비교하기
	혼합물 분리하기	5. 혼합물 분리하기 · 흙탕물 분리하기 · 소금물 분리하기 · 소금과 모래의 혼합물 분리하기 · 물과 식용유의 혼합물 분리하기 · 시인펜 잉크 색소의 혼합물 분리하기	5. 혼합물 분리하기 · 소금과 모래의 혼합물 분리하기-소금은 물에 녹고 모래는 물에 녹지 않는 성질을 이용한다. (용해도 차이를 이용) · 물과 식용유의 혼합물 분리하기-밀도차를 이용 하여 분리
5학년 1학기	용액 만들기	2. 용해와 용액 · 소금을 물과 아세톤에 넣어보기 · 물에 녹는 가루는 아세톤에도 녹을까요? · 물과 아세톤에 잉크 녹이기 · 용해 전과 후의 무게 비교하기	2. 용해와 용액 · 소금을 물과 아세톤에 넣어보기(용해와 용액 정의) · 물에 녹는 가루는 아세톤에도 녹을까요?(용질 과 용매에 따라 용해되는 정도가 서로 다름) · 물과 아세톤에 잉크 녹이기 (유성 잉크, 수성 잉크의 차이) 용액과 용해의 원리: 자세히 설 명하고 있음
	용액 만들기	6. 용액의 진하기 · 용액의 진하기 비교하기 · 기구를 이용하여 용액의 진하기 비교하기 · 물의 온도에 따른 봉산의 녹는 양 비교하기 · 여러 가지 결정 만들기 · 여러 가지 결정 관찰하기	6. 용액의 진하기 · 용액의 %농도, 포화 용액 · 비중계 · 온도에 따른 용해도의 차이 · 물의 증발에 따른 결정의 생성 · 여러 가지 결정 모양의 차이점 비교
6학년 1학기	기체의 성질	2. 기체의 성질 · 공기가 무게를 가지는지 알아보기 · 기체에 힘을 가할 때의 부피 변화 · 물에 대한 기체의 용해 · 바람으로 움직이는 장난감 만들어 경주하기 (심화)	2. 기체의 성질 · 물에 대한 기체의 용해 · 사이다에서 이산화탄소를 얻는 실험을 통하여 기체도 액체에 녹는다는 사실을 유추할 수 있 는지 실험 관찰의 기록을 통해 평가한다.

2001)에서 중학생들이 소금이 물에 녹는 현상을 물과 소금의 입자 크기로 설명한 배경에 초등학교 6학년 때 분자의 크기에 대한 학습 내용 중 콩과 좁쌀을 섞어보는 실험이 작용하고 있었음을 지적한 바 있는데 제 7차 교육과정에서는 분자 단위를 중학교과정

으로 이동시킴으로써 이와 같은 오류를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 초등학교 교사들의 용해와 관련된 현상의 이해 정도와 지도 실태

표 4. 설문에 응답한 교사의 구성

(단위: 명)

경력 별	3~5년	6~10년	11~15년	16~20년	21~25년	26년 이상	계
	4	13	8	9	4	3	41
담임학년	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년	계
	7	8	4	1	8	13	41

초등학교 교사들의 용해 현상의 이해 및 지도 실태를 파악하기 위해 설문을 실시하였으며 설문에 응답한 교사는 3년 이상의 교육 경력을 지닌 초등학교 현직 교사로서 그 구성은 표 4와 같다.

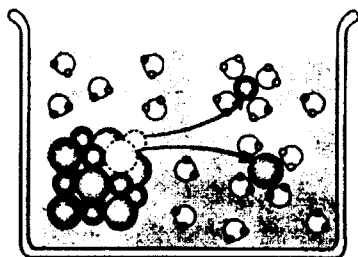
(1) 용해 현상의 이해 정도

초등학교 교사의 용해 현상에 대한 이해 정도를 알아보기 위한 1번 문항 “선생님께서 소금이 물에 용해되는 현상에 대해서 어떻게 생각하시나요?”에 대한 응답 결과는 표 5와 같다.

표 5. 문항 1에 대한 응답 결과

보	기	응답자수 (%)
①	소금 알갱이가 물분자와 충돌한다.	2 (4.9%)
②	소금 알갱이가 물분자로 둘러싸인다.	1 (2.4%)
③	소금 알갱이가 물분자 사이로 들어간다.	37 (90.2%)
④	기타	1 (2.4%)
계		41 (100%)

문항 1의 정답은 ②번으로 소금이 물에 녹는 현상에 대한 과학적 개념은 수화 개념을 가지고 있어야 한다. 그러나 표 5에서 보는 바와 같이 설문에 응답한 초등교사 중 1명(2.4%)만이 수화 개념을 가지고 있으며 90.2%가 소금이 물에 녹는 현상을 소금 알갱이가 물분자 사이로 들어가는 것으로 생각하고 있는 것으로 응답하였다. 이와 같은 응답 결과는 매우 의외의 결과인데 용해 현상에 대한 교사들의 이와 같이 잘못된 이해는 학생들의 용해 현상에 대한 오개념 형성에 커다란 영향을 미칠 것으로 생각된다. 제 7차 교육과정에 따른 초등학교 5학년 1학기 과학과 교사용 지도서에는 그림 1과 같은 그림과 함께 용해의 원리에 대해서 과학적인 개념으로 자세히 설명하고 있는데 이는 교사들이 용해의 원리에 대한 바른



□ : H<sub>2</sub>O ● : Na<sup>+</sup> ○ : Cl<sup>-</sup>  
NaCl의 용해

그림 1. 염화나트륨의 용해 과정(5학년 1학기 교사용 지도서)

이해의 필요성을 강조한 것으로 보인다.

조희형(1998)은 학생들이 가지게 되는 오개념의 제 공자로서 교사의 역할을 지적하였는데 초등학교 교사들의 용해 현상에 대한 이해가 이처럼 낮은 것은 학생들로 하여금 오개념을 갖게 하는 원인으로 작용하지 않을까 우려된다.

(2) 용해 현상 설명 시 사용하는 모델의 유형

용해 현상을 설명할 때 초등학교 교사들은 주로 어떠한 모형을 사용하는지를 알아보기 위한 “선생님께서 소금의 용해 현상을 학생들에게 지도하실 때(지도하신다면) 주로 사용하시는 비유나 모형은 무엇인가요?”라는 주관식 2번 문항의 응답 결과는 표 6과 같다.

표 6. 문항 2에 대한 응답 결과

설명 유형	응답자수 (%)
공과 좁쌀, 모래와 물 등 입자의 크기 차이로 설명	37 (90.2%)
기타, 무응답	4 (9.8%)
계	41 (100%)

표 6에서 보는 바와 같이 초등학교 교사들은 용해 현상을 설명할 때 90.2%의 교사들이 그림 2와 같은 입자의 크기 차이로 인해 생기는 공간(구멍)을 채우는 모형을 많이 사용한다고 응답하였다.

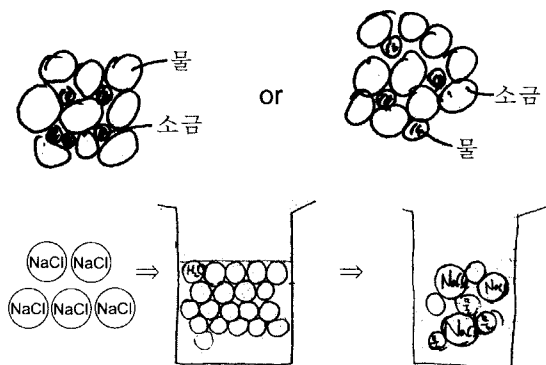


그림 2. 입자의 크기 차이로 설명하는 유형

그림 2와 같은 모형을 이용하여 용해 현상을 설명한다는 응답 비율은 문항 1에서 소금이 물에 녹는 현상을 소금 알갱이가 물분자 사이로 들어가는 것으로 지도한다고 응답한 것과 같은 결과로 설문에 응답한 초등학교 교사들의 대부분이 용해 현상을 입자 사이의 인력 개념 없이 잘못 이해하고 있으며 적절

하지 않은 개념의 모형을 사용하여 지도하고 있는 것으로 생각된다.

그림 2의 모형에서 많은 초등학교 교사들은 소금(NaCl)을 분자로 잘못 알고 있는 듯 하며 물과 소금 알갱이의 크기 차이에도 확신이 없는 듯한 모형을 제시하였다.

설문에 응답한 교사들의 교육 경력이 최소 3년 이상(표 4)이라는 점을 고려한다면 이와 같이 옳지 못한 모형에 의한 지도가 오래 전부터 이루어져 왔음을 짐작할 수 있는데 이는 커다란 문제점으로 생각된다.

이러한 결과는 여러 선행 연구에서 교사와 교과서 저자들이 의도한 것과는 달리 과학 개념과 비유물을 혼동하거나 비유와 모형을 통해 새로운 오개념을 유발하는 등 비유의 사용이 오히려 과학 개념의 이해에 방해가 되는 경우가 있다고 지적하고 있는데(노태희 등, 1997; Harrison, 1993; Duit, 1991) 우리의 교육 현장에 시사하는 바가 크다고 생각된다.

초등학교 교사들이 이와 같이 잘못된 개념으로 용해 현상을 지도하게 된 배경을 알아보기 위하여 면담을 실시하였다. 다음은 초등학교 교사들과의 면담 내용의 일부이다.

연구자: 선생님께서는 소금 알갱이와 물분자의 차이가 어떤 것이라고 생각하십니까?

교사 1: 소금 분자가 물분자보다 조금 크지 않나요?

연구자: 그럼 소금이 물에 녹는 현상을 학생들에게 어떻게 설명하시나요?

교사 1: 콩과 좁쌀을 섞고 막 흔들면 콩 사이로 좁쌀이 들어가는 것을 예로 들어 설명하지요.

연구자: 또 다른 예는 없을까요?

교사 1: 글썬요. 큰 구슬과 작은 구슬을 섞으면 작은 구슬이 큰 구슬 사이로 들어가는 것을 예로 들 수도 있겠지요.

연구자: 선생님께서는 소금 덩어리를 이루는 입자가 무엇이라고 생각하나요?

교사 2: 분자 아닌가요? 소금 분자.

연구자: 예, 선생님께서는 소금이 물에 녹는 현상을 아이들에게 지도하신 적이 있나요?

교사 2: 물론이지요. 제가 교직 경력이 18년입니다.

연구자: 그렇군요. 그럼 선생님께서는 소금이 물에 녹는 현상과 설탕이 물에 녹는 현상이 어떻

게 다르다고 생각하시나요?

교사 2: 글썬요. 둘 다 물에 고르게 섞이지 않나요?

연구자: 좀더 구체적으로 말씀해주시겠습니까?

교사 2: 소금이나 설탕 분자들이 물분자 사이로 들어가 고르게 섞이므로 전체가 짠맛이나 단맛을 내는 것 아닌가요?

연구자: 그럼 선생님께서는 소금이 물에 녹는 현상을 학생들에게 어떻게 설명하시나요?

교사 2: 콩과 좁쌀을 섞는 것을 예로 들어 설명하지요.

연구자: 콩과 좁쌀 중 어느 것이 소금인가요?

교사 2: 아무래도 소금이 클테니까 콩을 소금에, 좁쌀을 물에 비유할 수 있겠지요.

연구자: 선생님께서 콩과 좁쌀을 비유로 소금이 물에 녹는 현상을 설명하시게 된 배경이나 근거가 될 만한 것은 무엇인가요?

교사 2: 교과서에 나와요.

연구자: 몇 학년 교과서에 나오지요?

교사 2: 6학년 1학기 자연 교과서에 나옵니다.

연구자: 그 내용을 말씀해 주시겠습니까?

교사 2: 6학년 1학기 자연 교과서에 콩과 좁쌀을 섞으면 섞기 전의 콩과 좁쌀의 부피보다 섞은 후의 부피가 줄어든다는 내용이 나옵니다.

연구자: 예, 선생님께서는 콩과 좁쌀을 섞을 때 섞기 전보다 섞은 후에 부피가 감소한다는 내용을 소금이 물에 녹는 현상을 설명하는데 비유로 사용하신다는 말씀이신가요?

교사 2: 그렇습니다.

연구자: 콩과 좁쌀의 비유가 소금이 물에 녹는 현상을 설명하는데 적절한 비유라고 생각하십니까?

교사 2: 예

연구자: 선생님께서는 초등학생들이 소금이 물에 녹는 현상을 잘 이해한다고 생각하십니까?

교사 3: 글썬요.

연구자: 선생님께서는 소금이 물에 녹는 현상을 학생들에게 어떻게 설명하시나요?

교사 3: 자갈과 모래를 섞는 것이나 콩과 좁쌀을 섞는 것 등을 예로 들어 설명합니다.

연구자: 그럼, 선생님께서는 큰 알갱이 사이로 작은 알갱이가 들어가는 것을 녹는 현상으로, 즉 용해 현상으로 설명하신다는 말씀이시군요.

교사 3: 그렇지요.

연구자: 선생님께서는 물이나 소금의 입체적 모양에

대해서 생각해보신 적이 있으신가요?

교사 3: 보통 소금은 육면체, 물은 공모양으로 말하지 않나요?

연구자: 그런가요? 그렇다면 소금은 입자 사이에 공간이 없고, 물은 분자 사이에 공간이 있다는 것이군요.

교사 3: 그렇지요. 그렇다고 소금 사이에 공간이 전혀 없는 것은 아니겠지만 물분자 사이의 공간보다는 작기 때문에 물분자 사이로 소금이 녹아 들어갈 수 있는 것 아닙니까?

연구자: 그렇다면 물에 녹지 않는 물질은 왜 녹지 않을까요? 예를 들어 나프탈렌 같은 물질은 물에 녹지 않는데 그 이유는 무엇인가요?

교사 3: 글썬요. ....

연구자: 물분자 사이에는 항상 공간 그러니까 분자 사이의 빈 구멍이 있을텐데 소금은 물에 녹고, 나프탈렌은 물에 녹지 않는다니 이상하지 않나요?

교사 3: 글썬요. 나프탈렌은 물분자 사이의 공간보다 알갱이가 더 큰가? ...

이상의 면담 내용을 분석해 보면 세 명의 교사 모두 용해를 입자 사이의 공간을 채우는 현상으로 지도하고 있음을 알 수 있다. 교사 1은 소금을 분자로 지칭하였는데 이 교사는 분자 개념이 불확실함을 알 수 있다. 교사 2는 소금과 설탕이 물에 녹는 현상을 물에 고르게 퍼지는 것으로 응답하여 용해와 확산을 혼동하고 있음을 알 수 있었으며, 제 6차 교육과정의 6학년 1학기 자연 교과서에 분자의 크기를 설명하기 위한 그림 3과 같은 콩과 좁쌀을 섞는 비유를 용해 현상을 설명하는 모형으로 이용하고 있었다.

제 6차 교육과정의 6학년 1학기 자연 교과서에서

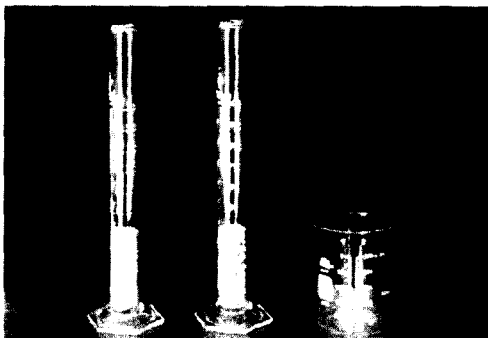


그림 3. 좁쌀과 콩을 섞을 때의 부피 변화

좁쌀과 콩을 섞어보는 실험은 알코올 분자와 물분자의 크기가 서로 다르다는 것을 설명하기 위한 것인데 교사 2는 이를 용해 현상을 설명하는데 이용하고 있음을 알 수 있다. 문항 1에서 90.2%의 교사들이 소금이 물에 녹는 현상을 소금 알갱이가 물분자 사이로 들어간다고 응답한 배경에는 이와 같은 교과서 내용의 잘못된 해석과 적용 때문이 아닌가 생각된다.

또한, 교사 3을 통해서 용해 현상을 입자 사이의 공간(구멍) 채우기로 설명하는 것이 얼마나 잘못된 것임을 잘 알 수 있다. 즉, 용매나 용질 사이에는 항상 공간이 존재하기 마련이므로 어떤 용매에 녹지 않는 용질이 있다는 것은 구멍 개념으로는 설명이 불가능하게 된다.

(3) 포화 용액에 대한 이해 정도

초등학교 교사들의 포화 용액에 대한 이해 정도를 알아보기 위한 3번 문항 “선생님께서 어떤 용질이 물에 녹아 포화 용액이 되는 이유를 어떻게 생각하십니까?”에 대한 응답 결과는 표 7과 같다.

표 7. 문항 3에 대한 응답 결과

응답 유형	응답자수 (%)
용질과 물 사이의 공간이 꽉 찼기 때문에	36 (87.8%)
용질을 둘러쌀 물분자가 없어서	1 (2.4%)
용질과 물이 더 이상 충돌할만한 에너지가 없어서	1 (2.4%)
기타, 무응답	3 (7.3%)
계	41 (100%)

표 7에서 보는 바와 같이 초등학교 교사 중 87.8%가 포화 용액이 되는 이유를 용질과 용매 사이의 공간이 꽉 찼기 때문으로 응답하였는데 이는 문항 1에서 소금이 물에 녹는 이유에 대해서 90.2%의 교사들이 입자 사이의 구멍 개념으로 설명했던 것과 비슷한 응답 비율이다.

초등학교 교사들의 응답 유형이 구멍 개념으로 단순함을 보이는 것은 교사들이 용해 현상이나 포화 용액에 대한 이해가 확실하지 못함을 반증하는 것으로 생각되며, 포화 상태에서의 동적 평형이나 용해에 따른 엔탈피와 엔트로피의 변화와 같은 이론적 체계를 제대로 갖추지 못한 채 학생들을 지도하고 있는 것으로 보인다.

(4) 용해시 부피 변화에 대한 설명 유형

용액이 될 때 질량은 변하지 않는데 부피가 감소



하는 이유를 어떻게 설명하는지를 알아보기 위한 주관식 4번 문항 “소금을 물에 녹여 용액으로 만들면 질량은 변하지 않는데 부피는 감소합니다. 그 이유를 학생들에게 지도하실 때(지도하신다면) 선생님께서는 어떻게 설명하십니까?”에 대한 응답 결과는 표 8과 같다.

표 8. 문항 4에 대한 응답 결과

설명 유형	응답자수 (%)
큰 입자 사이로 작은 입자가 들어가기 때문에 (입자의 크기 차이로 설명)	28 (68.3%)
물에 녹기 때문에	2 (4.9%)
기타, 무응답	11 (26.8%)
계	41 (100%)

표 8에서 보는 바와 같이 설문에 응답한 초등학교 교사들 중에는 용해시 부피 감소 이유를 용매와 용질 입자의 구조적 특징이나 이들 사이에 작용하는 인력 개념으로 설명하고 있는 교사가 한 명도 없으며, 68.3%의 교사들이 그림 4와 같이 입자의 크기 차이에 의해 작은 입자가 큰 입자 사이로 들어가기 때문에 부피가 줄어든다고 응답하였다.

분자사이의 공간이 크기가 다른 또다른 분자로 메꾸어 지면서, 단순히 '+' 해지는 것이 아니라, 서로의 남은 공간을 채워간다.

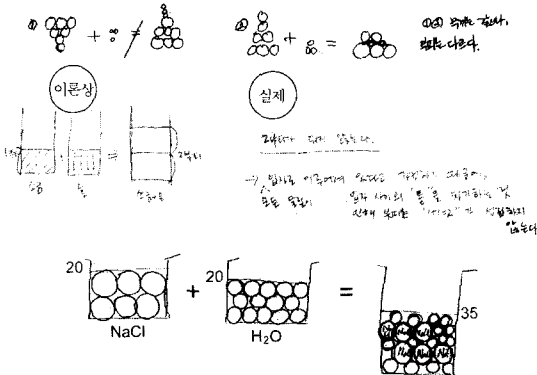


그림 4. 입자의 크기 차이로 부피 감소를 설명하는 유형

초등학교 교사의 68.3%가 입자의 크기가 서로 다르므로 이 공간이 메워지기 때문에 용해가 될 때 부피가 줄어든다고 응답한 결과는 문항 3에서 포화 용액이 되는 이유를 입자 사이의 공간(구멍)이 모두 찼기 때문이라고 응답한 비율이 87.8% 이었던 것이나 문항 1에서 소금이 물에 녹는 현상을 90.2%의 교사들이 소금 알갱이가 물분자 사이로 들어가는 것으로 응답했던 것보다는 응답율이 낮으며 문항 4에서의

무응답 비율이 8명(19.5%)으로 다른 문항에서보다 높은 것은 교사들이 설문에 응답하는 과정에서 스스로 모순을 발견했음을 나타낸 것으로 보인다.

문항 1, 2번에서 90.2%의 교사들이 용해 현상을 입자 사이의 공간 채우기 개념이 올바른 것으로 확신하고 있었다면 문항 3, 4번에서도 같은 비율로 포화 용액이 되는 이유와 용해시 부피 감소 이유를 입자 사이의 공간 채우기 개념으로 설명했어야 한다. 그러나 교사들은 용해 현상의 설명과는 달리 용액이 될 때 부피가 감소하는 이유를 묻는 문항에서는 구멍 개념의 응답율이 낮아지는 것을 볼 수 있다.

이와 같은 응답 결과는 콩과 좁쌀을 섞을 때 부피가 줄어드는 현상을 정작 용해가 될 때 부피가 감소하는 이유를 설명하는데 활용하지 못함을 드러내는 것으로 교사들 스스로 용해 현상을 콩과 좁쌀의 예에서와 같은 입자의 크기 차이로 설명하는데 모순을 느낀 것이 아닌가 생각된다.

문항 4에서 기타 응답으로 “소금이 액체로 변해서”라는 응답이 있었는데 이는 용해를 상태 변화와 혼동하고 있는 교사도 있음을 알 수 있다.

(5) 용해도에 미치는 용질 상호간의 영향에 관한 이해 정도

용해도에 미치는 용질 상호간의 영향에 대해서 어떻게 이해하고 있는지를 알아보기 위한 5번 문항 “50°C의 물 100g에 용질 A를 녹여 포화 용액을 만든 다음 물에 녹는 용질 B를 가하면 어떻게 될까요?”에 대한 응답 결과는 표 9와 같다.

표 9. 문항 5에 대한 응답 결과

보기	응답자수 (%)
① 용질 B는 전혀 녹지 않는다.	8 (19.5%)
② 50°C 용질 B의 용해도만큼 녹는다.	6 (14.6%)
③ 용질 A가 석출되고 용질 B는 용질 A가 석출된 양만큼 녹는다.	10 (24.4%)
④ 50°C에서 용질 B의 용해도보다 더 녹을 수도 있고, 덜 녹을 수도 있다.	14 (34.1%)
⑤ 기타	3 (7.3%)
계	41 (100%)

표 9에서 보는 바와 같이 용질 사이의 상호 작용을 고려하고 있는 초등학교 교사는 34.1%에 불과한데 이 응답율도 앞의 문항에 대한 응답 결과와 비교하여 보면 일관성이 없음을 알 수 있다.

문항 3에서 87.8%의 교사들이 입자 사이의 공간이 모두 찬 것을 포화 용액으로 응답하였다면 용질 A로 포화된 용액에 용질 B를 가하면 이미 공간이 다 채워졌으므로 문항 5에서도 문항 3과 유사한 비율로 ①을 선택했어야 한다. 하지만 문항 5에서 ①을 선택한 교사는 19.5%에 불과하고 응답 유형도 여러 가지로 다양함을 보이는데 이는 초등학교 교사들이 문항 1에서 문항 5까지 응답을 하는 과정에서 용해 현상을 입자 사이의 구멍 채우기로 설명하는 것의 한계를 드러낸 것으로 생각되며, 용해 현상에서 용매와 용질 사이의 인력 관계는 물론 용질과 용질 사이의 상호 작용에 대한 이해가 낮음을 반증하는 것으로 생각된다.

이와 같이 용해를 입자 사이의 구멍 채우기로 이해하고 있는 교사들은 생활 속에서 경험했던 진한 설탕물에 소금이 녹는 경우와 같이 한 용매에 두 가지 이상의 용질이 녹는 것과 같은 현상을 제대로 설명할 수 없을 것으로 생각된다.

(6) 용해도와 관련된 석출량 계산 문제의 이해 정도 초등학교 교사들의 석출량 계산 문제에 대한 이해 정도를 알아보기 위한 6번 문항 “35.5g의 소금과 35.5g의 질산칼륨이 섞인 혼합물을 물 100g에 완전히 녹인 다음 이 용액을 0°C까지 냉각시킨 후 거르면 무엇이 얼마나 걸러질까요?(단, 0°C에서 소금의 용해도는 35.5이고 질산칼륨의 용해도는 13.3이다.)”에 대한 응답 결과는 표 10과 같다.

표 10. 문항 6에 대한 응답 결과

응답 유형	응답자수 (%)
질산칼륨 22.2 g	9 (22.0%)
질산칼륨 22.2 g보다 적은 양	13 (31.7%)
알 수 없다.	11 (26.8%)
기타	8 (19.5%)
계	41 (100%)

문항 6은 중학교 과정에서 다루는 내용으로 질산칼륨 22.2g이 석출된다고 응답하는 경우를 정답으로 인정하고 있다.

표 10에서 보는 바와 같이 초등학교 교사들 중 질산칼륨 22.2g이 석출된다고 응답한 교사들은 22.0%로 무응답 교사의 비율 19.5%와 비슷한 수준이며 응답을 다양하게 하고 있음을 알 수 있다.

문항 5에서 두 용질 사이의 상호 작용을 고려하고 있는 교사가 34.1%이었던 것과 문항 6에서는 이보다 더 낮은 26.8%의 교사만이 “무엇이 얼마나 걸러질지 알 수 없다”고 응답한 것으로 보아 초등학교 교사들 중 두 용질 사이의 상호 작용을 제대로 이해하고 있는 교사의 비율이 매우 낮음을 알 수 있다.

기타의 응답으로 “초등학교에서는 가르치지 않는다”거나 “모르겠다” 등의 응답이 있었는데 이와 같이 “가르치지 않기 때문에 모른다”거나 “가르치지 않으므로 몰라도 된다”는 유형의 응답은 교사가 “알고 있지만 교육과정상 다루지 않는다”는 응답과는 거리가 있는 것으로 생각된다.

이상에서 알아본 바와 같이 많은 초등학교 교사들이 용해와 관련된 여러 현상에 대해서 인력 개념보다는 구멍 개념으로 이해하는 비율이 높으며 실제 지도시에도 구멍 개념의 모형을 선호하고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 교사의 이해와 지도는 결국 학생들의 용해 현상에 대한 올바른 개념 형성에 걸림돌로 작용할 것이므로 문제점으로 생각된다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구를 통해서 얻은 결론과 용해 현상과 관련한 학생들의 올바른 개념 형성을 돕기 위한 제언은 다음과 같다.

제 6차 교육과정과 제 7차 교육과정의 초등학교 과학과의 지도 내용 요소를 비교해 보면 커다란 차이는 보이지 않지만 제 7차 교육과정에서는 초등학교 전과정을 거쳐서 보다 연계성이 있게 구성되어 있음을 알 수 있었다. 그러나 교과서 분석을 통해서 초등학교 교과서에서 제시하고 있는 용해와 관련된 내용의 설명이 충분하게 되어 있지 않기 때문에 학생들이나 교사들이 교과서 자체만으로는 과학적 개념을 형성하는데 어려움이 있을 것으로 생각된다.

또한, 현재의 교육과정에 따른 교과서 체계에 의하면 저학년에서는 학생들의 인지 수준을 고려하여 이론적인 설명보다는 현상적인 관찰에 의한 학습을 하게 되는데 이는 자칫 학생들에게 옳지 못한 선개념을 심어줄 가능성이 크다고 생각된다. 그러므로 학생의 수준에 맞는 인력 개념에 의한 용해 현상의 설명에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 아울러 학생들의 이해를 도울 수 있는 보조 자료의 개발이 이루어져야 할 것으로 보이는데 교과서 개발 단

계에서 관련 동영상을 함께 제작하여 보급하는 방안도 검토할 필요가 있으며 교과서 관련 규정에 보조 자료의 개발도 포함하는 것도 좋은 방안으로 생각된다.

교사들을 대상으로 한 설문 조사에서 많은 교사들이 용해와 관련된 현상을 구멍 개념으로 이해하고 있으며 실제 학생들을 지도할 때에도 콩과 좁쌀과 같은 모형을 이용한 구멍 개념으로 지도한다고 응답한 비율이 높았다. 이와 같이 교사들이 형성하고 있는 개념이 학생들의 개념 형성에 미칠 영향을 미루어 볼 때 교사들이 올바른 개념을 형성할 수 있도록 연수를 통한 교사들의 재교육과 함께 예비교사 교육에 있어서도 과학의 전 영역을 심도 있게 이수하도록 하는 방안이 강구되어야 할 것이다.

이 연구를 통해서 초등학교 학생들이 용해 현상에 대해서 보다 과학적인 개념을 형성하도록 하기 위해서는 교과서의 풍부한 설명과 함께 적절한 모형의 개발, 교사들의 재교육 및 예비교사 교육의 강화 등이 절실하게 요구된다 하겠다.

## 참고문헌

강대훈, 백성혜, 박국태(2001). 중학생들의 용해 현상 이해에 대한 연구. 대한화학회지, 45(1), 83-89.  
 강대훈, 백성혜, 박국태(2000). 중등학교에서의 용해 현상의 지도 실태 조사. 대한화학회지, 44(5), 460-469.  
 교육부(1992). 초등학교 교육과정 해설. 교육부.  
 교육인적자원부(1997). 과학과 교육과정 해설. 교육인적자원부.  
 교육인적자원부(2002). 과학 5-1 교사용 지도서. 교육인적

자원부.  
 권재술, 김범기, 우중옥, 정완호, 정진우, 최병순(1999). 과학교육론. 교육과학사.  
 김선자(1998). 초등학교 자연과 용해 단원 학습에서 입자성을 강조한 컴퓨터 애니메이션 자료의 교수 효과. 청주교육대학교 석사학위 논문.  
 김주현, 이동준, 김선경, 강성주, 백성혜(2000). 입자론적 관점에서 본 확산과 용해 개념에 관한 화학 교과서 및 인터넷 자료 분석과 컴퓨터 수업 보조 자료의 개발. 대한화학회지, 44(6), 611-624.  
 노태희, 권혁순, 이선옥(1997). 중학교 과학 수업에서 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 17(3), 323-332.  
 박중윤, 강순희, 최혜영(1996). 용해에 관한 중학교 학생들의 선개념과 수업을 통한 개념 변화 연구. 화학교육, 23(6), 436-450.  
 박현주(1996). 초등학교 아동들의 용해에 관한 개념 연구. 한국교원대학교 석사 학위 논문.  
 백성혜(1999). 용해 현상을 구멍 이론으로 가르치십니까? 화학교육, 26(3), 39-42.  
 조희형(1998). 잘못 알기 쉬운 과학 개념, 전파과학사. pp. 11-12, pp. 184-187.  
 한유화, 강대훈, 양일호, 백성혜, 박국태(1999). 초등학교와 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 대한 연계성과 중학생들의 화학 개념에 대한 인식 분석. 화학교육, 43(3), 340-350.  
 Duit, R.(1991). Students' conceptual frameworks: Consequences for learning science. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 65-85.  
 Harrison, A. G. & Treagust, D. F.(1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.