

초등학생과 초등 교사의 인식을 통한 과학교육과정에서 추구하는 목표 성취 정도 분석

백성혜 · 우수경 · 김효남 · 원정애
(한국교원대학교)

An Analysis on Achievement Degree of Goals of Science Curriculum through Elementary School Students' and Teachers' Perceptions

Paik, Seung-Hey · Woo, Su-Kyung · Kim, Hyo-Nam · Won, Jeong-Ae
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to confirm achievement of goals in science curriculum. The questionnaires related to 'solution' chapter of 5th grade were developed. The subjects were 69 sixth grade elementary school students and four elementary school teachers. 5 students were selected for deep interviews. Each interview was progressed separately, and all the contents of the interviews were recorded. As results, it is revealed that most of the students could not understand basic concepts of 'solution' chapter. The teachers and the students recognized that explanations in the textbook were insufficient. Many inquiry activities were introduced in textbooks, but the students could not acquire inquiry abilities, especially data interpretation and generalization abilities. Inadequate pictures in the textbook also disturbed the students' learning of inquiry ability. Using materials of real life in textbook could not attract the elementary school students' interests effectively.

Key words : goal of science curriculum, elementary school student, elementary school teacher, scientific concept, inquiry ability, interests

I. 서 론

우리나라 학교 교육과정은 1955년 고시된 제1차 교육과정 이래, 2009년 개정 고시된 교육과정에 이르기까지 짧게는 2년, 길게는 10년 사이로 크고 작은 개정 작업을 거치면서 변모해왔다(양미경, 2008). 그러나 수차례의 교육과정 개정에도 불구하고 적용 과정에서 여러 가지 문제점이 드러나고 있으며, 이에 대한 개선은 여전히 해결해야 할 문제로 남아 있다. 특히 우리나라는 과학과 교육과정과 학교 교육의 개혁을 통하여 지속적으로 과학 교육의 질을 높이는데

초점을 맞추고 있으며, 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하고자 하는 주요 목표는 큰 변화가 없이 추진되고 있다. 그러나 이러한 목표가 학교 현장에서 제대로 구현되고 있는 지에 대한 연구는 지속적으로 이루어지지 못하고 있다.

최근까지의 연구를 통해 과학 교육과정에서 추구하는 목표를 구현하기에 적합한 현장의 교육 환경이 구비되지 않아 적용 과정에서 여러 한계점이 지적되었으며, 이공계 기피 현상과 맞물려 학교 현장에서 과학교육의 문제 제기가 크게 확산되면서 각계

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0005225).

2010.12.31(접수), 2011.1.9(1심통과), 2011.1.31(최종통과)

E-mail: nontropo@paran.com(원정애)

각층으로부터 많은 비판을 받아왔다(곽영순, 2007). 이로부터 창의성과 소양 교육을 강조하는 2007년 개정 교육과정의 만들어졌으나, 제7차 교육과정의 개발 과정에서 문제점으로 지적되었던 시간, 예산, 인력, 기초 연구 등의 절대적 부족 현상은 제7차 교육과정 이후 10년이 지나 고시된 2007년 개정 교육과정에서도 거의 개선되지 못한 한계를 보였다(홍후조, 2007). 이러한 문제 제기 때문에 공표된 지 2년 만에 새로운 교육과정인 2009 개정 교육과정이 다시 등장하게 되었다. 그러나 교육과정을 아무리 자주 개정한다고 할지라도 그 때마다 왜, 어떻게 개정을 해야 하는가에 대한 치밀하고 절실한 근거가 마련되지 않는다면, 그 개정은 '개정을 위한 개정'에 지나지 않게 된다(양미경, 2008).

교육과정에 관련된 연구는 교수 학습 이론 등과 관련된 연구에 비해 그리 많지 않은 편이고, 10년 가까이 지속된 제7차 교육과정과 관련된 선행 논문들도 많지 않은 편이다. 지금까지 제7차 과학과 교육과정과 관련하여 이루어진 논문을 살펴보면 다음과 같다. 민경란(2008)은 국민 공통 기본 교육과정을 중심으로 2007년 개정 교육과정과 제7차 교육과정을 비교, 분석하였으며, 그 결과 관련 개념의 통합으로 인해 단원이 커지면서 학습 분량과 난이도에 대한 전문적인 연구의 필요성을 주장하였다. 김성수(2006)는 미국과 우리나라의 제7차 교육과정에서 개발한 과학 교과서를 중심으로 두 나라의 초등과학교육을 비교하였다. 미국의 과학 교과서(Harcourt Science, 4~6학년)와 우리나라 초등 과학 교과서(4~6학년)의 외형적 특징, 전개 체제, 영역별·학년별 구성 체계 및 학습 분량, Romy 정량적 분석법을 통한 교과서의 탐구 성향을 비교·분석하였다. 그 결과, 미국 교과서와 우리나라 교과서 모두 탐구주의적 성향이 강조되었으며, 우리나라 과학 교과서는 탐구 실험 중심형이지만 지나치게 단편적이며, 단순한 실험 내용을 다루는 한계가 있음을 지적하였다.

노석구(2002)는 제7차 교육과정의 시행 초기에 현장 교사들에게 보이는 제7차 교육과정을 파악하고 효율적인 운영 방안을 모색하고자 이에 대한 초등 교사의 인식을 조사하였다. 연구 결과에 따르면, 초등 교사들은 교육과정의 개발 주기를 현재보다 길게 하기를 바라고 있었으며, 학습 내용의 어려움과 단원 수 증가로 인한 수업 부담, 수준별 과학 교육과정 운영에 대한 안내가 불충분한 것으로 인식하고 있

었다. 이를 통해 새로운 교육과정에 대해 교사 연구, 교육대학에서의 충분한 교육 및 실습의 강화, 수준별 심화 보충 자료의 적극적 제시에 대한 필요성을 제시하였다.

이러한 선행 연구들은 대부분 문헌 연구나 설문을 이용한 양적 연구로, 교육과정이 교육 현장에서 어떻게 발현되고 있는가에 대해 학생과 교사의 입장에서 심층적으로 분석한 질적 연구 논문은 드문 실정이다. 교육과정의 성공과 관련하여 핵심적인 역할을 담당하는 사람은 교사와 학생이다(최승현 등, 2007). 따라서 과학 교육과정에서 추구하는 목표의 성취 정도를 확인하고, 이를 바탕으로 교육과정 개정의 근거를 알아보고, 이를 바탕으로 교육과정을 개정해 나가려는 노력이 선행되어야 한다. 이를 위해 교육과정을 구현하는 주체로서의 교사와, 구현된 교육과정을 이수하고 있는 학생의 인식을 통해 교육과정의 성공 여부를 점검해 보는 것은 의미 있는 일이라 생각된다.

이 연구에서는 초등학교 5학년에서 다루는 '용해'에 관련된 단원을 중심으로 교육과정의 의도가 교실 현장에서 제대로 발현되고 있는지 알아보고자 한다.

2010년 현재까지 초등학교 5, 6학년은 제7차 과학과 교육과정에 의해 배우고 있으며, 제7차 과학과 교육과정의 목표는 '가. 자연의 탐구를 통하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 실생활에 이를 적용한다.', '나. 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 실생활에 이를 활용한다.', '다. 자연 현상과 과학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 실생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.', '라. 과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.' 등이었다(교육부, 1997). 2007년 개정 교육과정에서도 초등학교 5학년에서 용해에 관련된 단원이 제시되어 있으며, 목표와 내용의 구성도 크게 변화하지 않았다. 예를 들어 2007년 개정 과학과 교육과정의 목표는 '가. 과학의 기본 개념을 이해하고, 자연 탐구와 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다.', '나. 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 일상생활의 문제 해결에 이를 활용한다.', '다. 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양한다.', '라. 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 인식한다.' 등(교육인적자원부, 2007)으로 제7차 교육과정의 과학과 목표와 유사한 부분이 많다. 따라서 이 연구는 앞으로 적용될 2007년 개정 교육과정에도

의미 있는 시사점을 줄 수 있을 것이라고 생각된다. 연구 문제를 구체적으로 진술하면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 5학년에 제시된 용해 단원을 통해 기본 개념이 획득되는가? 이에 대한 초등학생과 초등 교사의 인식은 어떠한가?

둘째, 용해 단원의 학습을 통해 탐구 능력이 신장되는가? 이에 대한 초등학생과 초등 교사의 인식은 어떠한가?

셋째, 용해 단원을 통해 학생들의 흥미와 호기심이 유발되는가? 이에 대한 초등학생과 초등 교사의 인식은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 절차

과학 교과서 및 과학 교육과정 분석을 통해 초등학교 5학년 용해 단원의 내용에서 추구하는 목표와 내용을 과학교육 전문가 1인이 현직 초등학교 교사 2인과 함께 5회 동안의 회의를 거쳐 분석하고, 교사들과 학생들에게 투입할 설문지를 개발하였다. 설문지의 기본 틀은 2008년도 D 광역시 교육청에서 주관한 5학년 학업 성취도 평가 문항 중에서 용해에 관련된 문항을 기초로 하였다. 개발한 설문지의 Pilot Test를 위해 이미 용해 관련 내용을 학습한 초등학교 6학년 학생들에게 각각 5월 중순에 독립적으로 실시하였다. 수거한 설문지의 학생 응답을 토대로 문항을 보다 명료하게 수정하거나 보완하여 완성하였다. 완성된 설문지는 연구 대상인 초등학교 학생들에게 실시하였으며, 이들의 응답 결과를 토대로 면담 대상자를 선정하였다. 또한 초등학교 5학년을 지도한 경험을 가진 교사들과 반구조화된 심층 면담을 실시하였다.

2. 연구 대상자

설문에 응답한 연구 대상 학생은 중부 지역에 위치한 대도시, 중소도시, 면 소재지에서 각각 한 개의 초등학교 6학년 한 학급씩을 선발하여 총 69명에게 실시하였으며, 이 중에서 5명을 심층 면담 대상자로 선발하였다. 교과서 내용 편성상 용해 관련 단원이 5학년 1학기말에 지도하도록 되어 있어서 학습 후 바로 5학년 학생들의 인식을 조사하는 시기를 정하기 어려웠기 때문이다. 심층 면담 대상자는 설문 응답 유형별로 분류한 후에 학급 담임과 상의하고 학

생들의 특성을 고려하여 자발적인 참여 의사를 밝힌 학생들로 선발하였다. 문항에 대한 응답 유형별로 두세 명씩 선정하고자 하였으나, 학생들의 일정과 자발적 참여 의사 존중 등을 고려하는 과정에서 한 명만 유층 표집이 된 경우도 있었다(표 1).

초등학교 5학년 지도 경험을 가진 초등 교사 4인을 심층 면담 대상으로 선정하였다(표 2). 이들은 경기와 서울 지역에 근무하고 있었으며, 교육 경력은 2~8년 정도로 다양하였다. 질적 연구의 원활한 자료 수집을 위해 연구자와 면담자 간에 충분한 공감대 형성이 가능한 대상으로 선정하였다.

3. 자료 수집 및 분석

초등학생들이 용해 단원과 관련된 기본 지식 습득, 탐구 과정 이해, 학습 목표 이해 등에 대한 인식을 알아보기 위한 설문지를 투입하였다. 이 설문지의 문항은 선다형과 서술형 문항으로 구성되었다. 특히 서술형은 선다형 설문의 단점을 보완하고(박승재와 조희형, 1998), 연구자의 선입견을 최대한 배제한 후에 응답자의 다양한 생각을 충분히 알아보기 위한 방법(김희경과 송진웅, 2003)으로 활용하였다. 설문지의 내용은 표 3과 같다.

설문 결과를 토대로 이루어진 심층 면담은 반구조화된 방법(semi-structured interview)으로 실시되었다. 면담 시간은 학생의 경우 약 40분에서 60분, 교사는 60분 정도 소요되었으며, 연구자와 면담자가 일대일로 자유로운 대화 형식을 취하여 실시하였다. 초등학생 면담자의 경우 아침 자습 시간을 활용하였으

표 1. 초등학생 면담자

맞은 문항수	초등학생(ES)
상(4~6개)	ES1
중(2~3개)	ES2, ES3
하(0~1개)	ES4, ES5

표 2. 초등 교사 면담자

교사	교육 경력	학부 전공	심화 또는 부전공
ET1	5년	초등교육	컴퓨터
ET2	2년	초등교육	체육
ET3	2년	초등교육	사회
ET4	8년	초등교육	사회

표 3. 설문지 문항 내용

문항	문항 제작 의도	문항 유형	평가 내용
1	기본 지식 습득	선다형	물과 아세톤에서 소금 용해 유무
2	기본 지식 습득	서술형	용매에 따라 다른 소금 용해의 이유
3	탐구 과정 이해	서술형	백반 결정 만들기에서 철사에 털실을 감는 이유
4	탐구 과정 이해	서술형	백반 결정 만들기에서 형질을 덮어두는 이유
5	기본 지식 습득	서술형	백반 결정의 생성 원인
6	학습 목표 인식	선다형	백반 결정 만들기를 통해 배워야 할 가장 중요한 내용

며, 추가 면담이 필요한 경우 학생의 집에서 이루어 지기도 하였다. 초등 교사의 경우, 담당 교실이나 연구실 등 편안한 분위기를 유도할 수 있는 장소에서 면담을 실시하였다. 면담 내용은 학생과 교사가 대체적으로 비슷하지만, 학생의 경우 학습자의 입장에서 용해에 대한 학습 경험 및 개념 이해에 대해 중점적으로 면담하였으며, 교사는 가르치는 입장에서의 용해 관련 개념과 이해에 초점을 두고 면담하였다. 주요 면담 내용은 표 4와 같다.

연구 과정에서 수집된 면담 자료는 모두 전사하여 문서화하였으며, 기타 문서 자료와 함께 분석하였다. 자료는 곽영순(2003)의 연구에 따라 반복적 비교 분석법(constant comparative analysis), 삼각 측정법(triangulation)과 동료 검증(peer checking)의 방법으로 타당성을 확보하였다.

이 연구에서 다루는 ‘용해’ 관련 단원의 내용 중에는 ‘과학, 기술, 사회의 상호관계의 인식을 다루는 내용이 구체적으로 제시되지 않았으므로, 이 목표는 연구에서 배제하였다. 또한 이 연구는 연구 범위 및 연구 방법에 있어서 질적 연구로서의 제한점을 가진다. 즉, 용해 관련 내용을 중심으로 자료를 얻었기 때문에 이 결과가 과학 교육 과정에서 추구하는

목표로 일반화시킬 때, 전체적인 교육과정의 영역을 대변한다고 말할 수 없을 것이다. 그리고 면담자의 학습 또는 교수 경험을 알아보는 과정에서 ‘과거’에 일어난 일을 회상하는 자료가 요구되었으므로, 시간의 공백으로 인해 면담자가 명확히 기억하지 못하거나 기억이 왜곡 혹은 누락되는 문제가 발생하였을 수 있다.

III. 연구 결과 및 논의

초등학교 5학년에서는 물질의 성질이 서로 다른 물과 아세톤을 용매로 사용하여, 여러 가지 용질을 용해시키는 활동 경험을 바탕으로 온도를 낮추면서 용해도 변화로 인해 생성되는 재결정 과정을 관찰하도록 내용이 구성되어 있다. 이를 위해 백반을 사용하여 철사 등으로 다양한 형태의 결정을 만들어 보는 활동 중심의 내용이 제시되었다. 그러나 주로 현상 관찰 중심의 내용으로 구성되어 있으며, 용해의 원리에 대해서는 다루지 않는다.

조희형(1998)은 초등학교에서 습득한 개념은 후속 학습에 영향을 미칠 뿐 아니라 잘못 습득한 경우 중·고등학교에서도 수정되지 못하는 경우가 많으므로

표 4. 심층 면담 주요 내용

학생	교사
· 어떻게 배웠는가?	· 어떻게 가르쳤는가?
· 용해 단원에서 중요하게 생각하는 내용 및 이유	· 용해 단원에서 중요하게 가르친 내용 및 이유
· 학습 과정에서 어려웠던 점과 좋았던 점	· 교수시 어려웠던 점과 학생 반응 및 이해도
· 교과서 내용 구성	· 과학과 교육 과정과 교과서 내용 구성
· 교과 내용의 연계성	· 교과 내용의 연계성
· 실생활 소재 도입	· 실생활 소재 도입

초등학교에서 올바른 과학적 개념을 형성하는 것이 중요하다고 하였다. 강대훈과 백성혜(2003)도 초등학교 교육의 중요성을 언급하면서 용해에 관한 초등학교 학생의 개념은 중·고등학교는 물론 대학교까지도 지속됨을 보고하였다. 이 연구에서 연구자들은 학생들이 용해에 관한 다양한 오개념을 가지고 있음을 밝혔는데, 이는 초등학교와 중학교에서 용해를 다룰 때 기본 원리에 대한 설명이 누락되어 있기 때문이라고 보았다.

제7차 과학과 교육과정의 주요 교육 목표는 기본 개념의 이해 및 탐구 능력 습득, 그리고 흥미와 호기심 육성 등이다. 따라서 용해 현상에 관련하여 학생들이 어떠한 개념 이해를 가지고 있으며, 관련된 탐구 과정을 얼마나 이해하는지 알아보기 위하여 설문 자료와 면담 자료를 분석하였다. 설문지 응답 결과는 표 5에 제시하였다.

특히 서술형 문항인 ‘백반 결정이 만들어지는 이유’를 알아본 설문 결과에서 과포화된 용액을 냉각시키면 용해도가 감소하여 결정이 석출된다는 것을 이해하는 학생이 매우 적었으며, 다양한 오개념을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 ‘용액의 증발’ 혹은 ‘물의 증발’이라고 응답한 학생들이 많아서 백반 결정이 만들어지는 이유를 온도에 따른 용해도 감소가 아닌, 물의 증발로 이해한 경우가 있음을 알 수 있었다. 이는 용해에 대한 개념 없이 현상 중심의 학습으로 인해 야기될 수 있는 문제라고 본다. 그 외에도 ‘굳어서’ 혹은 ‘응고해서’ 등과 같이 상태 변화로 이해하는 경우도 있었는데, 이 역시 개념의 이해 없이 현상의 유사성으로 관련지은 경우라고 볼 수 있다. 소수의 학생들은 ‘백반 결정의 성질’, ‘털실이 끌어당겨서’ 등을 이유로 제시하였다. 이는 원정애 등(2008)의 연구에서도 관찰되었던 유형이었다. 그러나 대부분의 학생들은 무응답을 하거나, ‘백반 결정이 석출되었다’ 수준의 문제 반복의 서술만을 하였기 때문에 현상에 대한 이해가 매우 부족함을 확인할 수 있었다.

표 5. 초등학생 설문지 정답률 명(%)

수준	응답자	초등학생
0~1개		25(36.2)
2~3개		42(60.9)
4~6개		2(2.9)

제7차 과학과 교육과정에서 초등학교 5학년은 현상 중심의 교육을 제공하도록 되어 있으며, 원인에 대한 설명을 포함하는 개념은 그 후 학년에서 다루도록 되어 있다. 따라서 초등학교 과학 교과서에는 그 원인에 대한 설명은 제공되지 않는다.

과학 교과서에서 자연 현상의 원인에 대한 설명을 제공하지 않는다고 해도 학습자가 현상을 아무런 사고 없이 받아들이는 것은 아니다. 구성주의 학습이론에서는 학습자의 능동적 개념 변화 과정을 정의하면서 학생들은 학습 이전에 이미 자신만의 개념을 가지고 수업에 임한다고 하였다(정미영, 2005; 고광병, 1997; Vosniadou, 1999). 따라서 교과서에 원인에 대한 명확한 설명이 제공되지 않는 경우, 용해에 대해 학생들 스스로 다양한 유형의 원인 설명을 가지게 될 가능성이 있다. 이를 확인하기 위하여 면담을 통해 학생들과 교사들의 인식을 알아보았다.

1. 과학 개념의 이해

초등학생 ES3은 소금이 아세톤에는 녹지 않고 물에서 녹는다고 응답하여 문항 1은 맞았으나, 그 이유를 묻는 문항 2는 틀렸다. 그러나 자신의 의견을 분명하게 제시하며, 면담 내내 자신감 있는 모습을 보였다.

ES3 : 음..... 이거는 (아세톤의) 무슨 물질이 소금을 더 단단하게 만들 수 있다고 생각했어요.

연구자: 아세톤이 단단하게 만든다고?

ES3 : 네.

연구자: 그럼 물은?

ES3 : 흐무러지게.

연구자: 아. 아세톤에는 무슨 물질이 나와서 소금을 단단하게 만들고, 물은 소금을 흐무러지게 한다고 생각하는구나?

ES3 : 네.



그림 1. 제7차 과학과 교육과정 구성 방향(교육부, 1997)

연구자: 그럼 혼자서 그렇게 생각을 한 거야? 아니면 선생님님이 그렇게 설명을 해 주셨어?

ES3 : 제 생각이요.

연구자: 그럼 선생님은 뭐라고 하셨는지 기억이 나니?

ES3 : 결과 만요.

연구자: 결과만 가르쳐 주셨어?

ES3 : 네.

연구자: 그럼 결과만 가르쳐 주실 때 궁금하지 않았어?

ES3 : 네. 어차피 과학이나 이런 거는 중학교에 들어가면 폭 더 넓어져서 (나오니까 그 때) 더 잘 알게 될 거라고 생각했어요.

연구자: 아. 어차피 중학교 때 또 나오니까 지금은 이 정도만 나와도 괜찮다고 생각한 거야?

ES3 : 네.

초등학생 ES3은 아세톤으로부터 어떤 물질이 나와서 소금을 단단하게 만들며, 물에서는 소금을 흐물러지게 한다고 생각하였다. 이러한 독자적인 자신의 생각에 자신감을 나타내었으며, 중학교에 가면 원리를 제대로 이해할 것이라고 기대하고 있었다. 그러나 선행 연구(원정에 등, 2008; Won *et al.*, 2008)에 따르면, 중학생들조차 용해의 원인에 대한 응답을 제대로 한 경우는 많지 않았다. 초등학생 ES3과 달리 면담에 응한 다른 학생들은 실험 결과에 대해 궁금해 하며, 교과서에 실험 결과에 대해 이해할 수 있는 설명이 기술되기를 바라고 있었다. 초등학생 ES1은 초등학생 ES3과 달리 설문지에서 대부분의 문항에 정답을 하였다. 따라서 용해의 원인에 대한 과학적 사고를 가지고 있었다.

연구자: 그럼 왜 그런지에 대해 설명이 (교과서에) 들어가면 어떤 것 같아?

ES1 : (작은 목소리로) 더 쉬울 것 같아요.

연구자: 어? 조금만 더 크게 말해 줄래?

ES1 : (보다 크고 정확하게) 교과서에 왜 그런지 이유가 나와 있으면 더 쉽고 공부하기 편할 것 같아요.

연구자: 아……. 그렇구나. 그런데 지금 교과서는 그 이유에 대해서 안 나와 있잖아. 그래서 어때?

ES1 : 공부하기가 좀 힘들었어요.

용해를 배우면서 그 원리를 고민하던 초등학생 ES1은 용해가 되는 이유에 대한 설명이 제시되면 더 쉬울 것 같다고 인식하고 있었다. 그러나 성취도가 높은 학생들만이 원리를 궁금해 하는 것은 아니었다. 면담 결과, 과학을 잘 하거나 과학 과목의 학업 성취도가 높지 않은 초등학생 ES5도 역시 원리를 이해

할 필요가 있음을 인식하고 있었다. 이 학생은 설문지에서 용해의 원리에 대한 이해가 부족한 것으로 나타났다. 초등학생 ES5는 면담 내내 작은 목소리로 응답하였으나, 교과서의 설명 방식과 관련된 생각을 알아보는 면담 부분에서는 큰 목소리로, 실험 결과에 대한 원리가 필요하다는 자신의 생각을 명확하게 전달하였다.

ES5 : (큰 목소리로) 자세한 내용을 넣어서 애들이 쉽게 이렇게 되는 걸 알아야 할 것 같아요.

연구자: 아. 자세히 넣어서 왜 그런지를…….

ES5 : 알아야 해요.

연구자: 알아야 할 것 같아?

ES5 : 네.

연구자: 지금은 교과서에 나와 있지 않잖아. 지금 교과서는 어때?

ES5 : 너무 딱딱해요.

연구자: 너무 딱딱해? 아……. 딱딱하다는 게 뭐지?

ES5 : 그냥 물에는 설탕이 녹는다고 하고, 아세톤에는 그냥 안 녹는다고 하니까 재미없고 딱딱해요.

연구자: 아…….

ES5 : 자세한……그러니까 설명이 있어야 해요.

연구자: 아. 자세한 설명이 있으면 덜 딱딱하다는 거야?

ES5 : 네.

연구자: 설명이 있어서 좀 더 알았으면 좋겠어?

ES5 : 네.

초등학교 5학년 과학 교과서 및 실험 관찰에 나온 내용은 물과 아세톤에 여러 가지 가루물질을 녹여 보고, 관찰 결과를 기록하는 것이다. 따라서 관찰 사실을 기억할 수는 있으나, 용매나 용질에 따라 용해도가 달라지는 이유에 대한 설명은 제시되어 있지 않다. 온도가 낮아지면 용해도가 작아지는 현상을 이용한 백반 결정 만들기 실험의 경우에도 실험 과정과 함께 현상 관찰만으로 내용이 구성되어 있으며, 이 현상이 온도에 따른 용해도 감소 때문에 일어나는 것임을 설명한 부분은 없다. 따라서 과학 교과서는 학생들이 인식한 바와 같이 현상 중심으로 구성되어 있어 실험 결과에 대한 단순 암기에 머무를 수밖에 없음을 확인할 수 있었다.

교사는 교과서의 내용을 전달하는 매개자인 동시에 교육과정 구현에 있어 중요한 역할을 한다. 따라서 비록 교과서에서는 현상의 제시만으로 되어 있으나, 제7차 과학과 교육과정의 교육목표 중 하나인 과학의 기본 개념을 학생들이 이해하도록 도와주고 있

는지 확인하기 위하여 초등학교 5학년을 지도한 경험을 가진 초등 교사와 면담을 하였다.

연구자: 그럼 어떻게 가르쳤어요?

ET1 : 원리는 가르쳐 주지 않았는데, 원리를 설명 안 하니까 애들한테 어떻게 해야 할지 솔직히 모르겠어요. 근데, 어떤 규칙적인 현상을 보여주고 그 원리를 모른 채 현상을 이해한다는 게. 음……. 이해를 시킨다는 것 자체가 좀 모순이지 않나요?

연구자: 모순이지요.

ET1 : (학생한테는) 그냥 암기 밖에 안 될 것 같아요.

초등 교사 ET1은 초등학교 5학년 학생들에게 용해 현상을 가르치면서 이유에 대한 설명이 빠져 있는 것에 불편함을 느끼고 있다. 이유를 이해하지 못하면 현상을 암기하는 수준에서 벗어나기 어렵다고 생각하였기 때문이다. 이러한 초등 교사의 인식은 면담을 통해 확인한 초등학생들의 인식(ES3, ES5)과 깊은 관련을 가진다. 교사의 지도 방식과 학생들이 인식하는 교육 방식이 일치하는지 초등학생 ES3에게 확인하여 보았다.

연구자: 그럼 선생님은 뭐라고 하셨는지 기억이 나니?

ES3 : 결과만요.

연구자: 결과만 가르쳐 주셨어요?

ES3 : 네.

초등 교사 ET1은 과학이 암기 과목으로 변질되지 않으려면 실험으로 관찰되는 현상을 설명하는 원리의 도입이 필요하다고 생각하였다. 초등 교사 ET4 역시, 학문은 ‘Why’를 찾아가는 과정이라고 인식하고 있었으며, 초등학교 수학 교과서에서는 이러한 사고를 중요시하는데 과학 교과서에서는 ‘왜 그렇게 되는지?’에 대해 생각해 볼 기회를 제공하지 않는 것에 대해 불만을 나타내었다. 그러나 이러한 현상에 대한 이해가 깊이 있는 원리의 제시가 아니라, 초등학생들이 이해할 수 있는 수준으로 풀어서 제시해 주는 것임을 분명히 하였다.

ET4 : 수학은 ‘왜 그렇게 생각합니까?’가 있어요.

연구자: 네 맞아요. 중간 중간에.

ET4 : 수학은 ‘왜 그렇게 생각합니다.’라는 설명을 하게 하는데 과학은 왜 없지?(웃음).

연구자: 그렇죠(웃음).

ET4 : 수학은 되게 많아요. 당연한데도 이게 왜 필요하니? 뭐라고 써야 하지? 왜 그렇게 생각하지? 그렇지만, 너무 깊게는 들어가지 말고 아이들이 이해할 수 있는 쉬운 말로 풀어서 해 주는 게 필요하지 않을까? (중략) 왜냐면 음... 어떤 부분을 지도하는 지가 수학책에는 있어요. 책에 아이들이 쓰도록 되어 있어요. 과학도... 좀 필요하지 않을까?

연구자: 왜 그런지에 대한?

ET4 : 네. 왜 그런지에 대한.

초등 교사 ET4가 수학과 비교하여 과학의 문제점을 지적한 부분은 그림 2에 제시하였다. 예를 들어, 초등학교 수학 교과서에서는 배수의 원리, 약수의 원리를 학생들이 생각해 보도록 유도하는 질문이 포함되어 있어서 배수와 약수를 기계적으로 암기하여 적지 않도록 유도하고 있다. 이는 수학을 단순한 공식 암기 수준이 아니라 기본 원리를 이해하는 수준으로 제시하고자 하는 노력의 결과라고 볼 수 있다.

4명의 초등 교사들은 과학 교과서에 대해 모두 유사한 인식을 하고 있었다. 초등 교사 ET2도 초등학교에서 현상에 관련된 원리를 가르치지 않으면 학생들은 기계적 암기 밖에 할 수가 없어 교육적 효과가 적다고 인식하고 있었다.

ET2 : 그게(현상만 암기하는 것이) 초등학교 수준일 수도 있어요. 근데 그게 기억을 얼마나 오래 할 수 있을까? 원리를 모르는 상태에서 현상만을 보고서……. 알 수는 있지만, 그걸 기억해서 실생활에 얼마나 쓸 수 있을까 하는 거죠. 근데 제가 보기에는 원리를 알 때 기억에 오래 남는다고 생각을 하거든요.

연구자: 원리를 알 때 기억에 오래 남는다고?

ET2 : 네. 기계적 암기보다는……. 원리를 모르는 상태에서 그 현상만을 가지고 공통적인 요소를 뽑

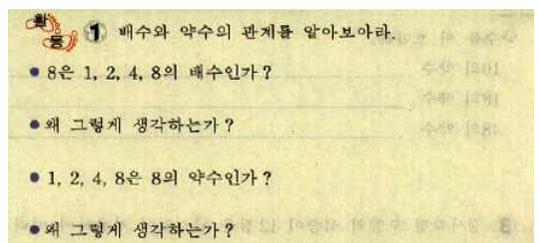


그림 2. 초등학교 5학년 수학 교과서(교육인적자원부, 2007)

아서 이해를 시키고자 하는 게 지금의 교육과정인데, 이해를 했다 하더라도 그 기억이 얼마나 오래 갈까 하는 거죠.

연구자: 음…….

ET2 : 그러니까 수업을 기껏 다 했어요. 근데 시험 기간이 되면 다 까먹어 버리는 거예요. 몰라요. 애들이, 전혀 기억을 못 해요. 그거(관찰한 현상)를 시험 기간이 돼서 학습지나 보충자료를 가지고 외우게 해야지만 그 때 잠깐 기억하고 또 까먹고.

연구자: 음…….

ET2 : 그게 문제인 거 같아요.

연구자: 그럼 여기서도 어느 정도 원리는 들어가야 될 것 같다는 말어네?

ET2 : 네. 어느 정도는…5,6학년이니까 어느 정도는 이해를 할 수 있지 않을까 라는 생각이 들어요. 그러니까 (초등학생들이) 이해를 못 할 것이라고 생각을 해서 설명을 안 하는 거잖아요.

초등 교사 ET2는 이해하지 못할 것이라고 생각하고 무조건 원리 설명을 빼는 것보다 초등학교 고학년의 경우에는 원리를 가르쳐 기억을 오래 할 수 있도록 도와주는 것이 더 필요하다고 생각하였다. 과학 교과서에서는 학생들이 실험을 통하여 스스로 규칙성을 찾을 것이라고 기대하지만, 학생들이 실험 결과의 규칙성을 찾는다고 해도 ‘왜 그러한 일이 일어나는가?’라는 현상에 대한 설명은 알 수 없다는 문제점이 여전히 남게 되므로(원정애 등, 2008), 학생들에게 과학을 이해시키기 위해서는 현상에 대한 설명이 필요하다.

2. 탐구 능력의 신장

과학 탐구 능력이란 자연 현상에 관련된 문제에 부딪혔을 때 과학적 탐구 방법에 의해 스스로 문제를 해결하는 능력이다(권재술과 김범기, 1994). 제3차 교육과정 이후 제7차 교육과정에 이르기까지 탐구는 과학교육의 중요한 목표로 설정되어 강조되어온 결과, 초등학교는 70.2%, 중학교 51.0%가 과학 목표 중 탐구를 가장 중요하게 인식하며(이범홍 등, 2005), 2007년 개정 교육과정에서도 ‘자유 탐구’ 활동을 통해 탐구의 중요성을 더욱 강조하고 있다. 이렇게 다양한 탐구 활동 중 실험 수업은 과학교육에서 중요한 위치를 차지하고 있다(김석민, 2006).

과학은 ‘실험’이 이론과 결합되어 이루어지는 활동이다. 과학 이론은 경험과 긴밀한 연관을 지니기 때

문에 오늘날 실험은 과학을 하는 핵심적인 방법이 되었으며, 실험 기능은 점점 강화되어 왔다(이상원, 2004). 그래서 다른 교과와는 구별되는 독특한 교수 방법인 실험은 과학교육에서 거의 200여 년 전부터 학습 방법의 하나로 자리매김하게 되었으며(Lazarowitz & Tamar, 1994), 과학을 다른 분야와 구분짓는 중요한 특징으로 과학교육에서의 실험의 목적과 역할에 대한 많은 연구와 논의가 이루어져 왔다(김희경과 송진웅, 2003). 본 연구에서는 초등학교에서 행해지는 과학 수업이 탐구 능력을 향상시키는 지에 대해 백반 결정 만들기 활동을 중심으로 초등학생 및 초등 교사들의 인식을 알아보았다.

초등학생인 ES2는 면담 내내 결정이 만들어지는 이유에 대해 혼란스러워 하였으며, 이 단원을 통해 알아야 하는 가장 중요한 내용을 백반의 성질과 백반 결정을 관찰하는 것으로 인식하였다. 백반 결정이 만들어지는 이유를 묻자 처음에는 결정이 되는 것이 백반 고유의 성질이라고 인식하였으나, 면담 과정에서 백반이 고체로 변환 것이라고 수정하였다. 왜 다시 고체가 되었냐는 면담자의 질문에, 형질으로 덮었기 때문이라는 독특한 생각을 제시하기도 하였다. 그러나 이 세 가지 인식은 모두 백반 결정이 만들어지는 이유라고 볼 수 없다.

연구자: 그럼 이 활동을 통해서 배워야 할 내용이 무엇 일까?

ES2 : 백반의 성질이란 음……. 백반 결정이 만들어졌을 때 관찰하는 것이요.

연구자: 그럼 백반 성질이 뭐야?

ES2 : 백반 성질이요? 음……. 백반가루는… (다른 가루들은) 웬만하면 가라앉는 상태에서 그냥 있는데, 여기 위에까지 붙으려면 스스로 올라와야 하잖아요.

연구자: 다른 것들은 가라앉는다고?

ES2 : 가루를 넣는데 대부분은 가라앉잖아요.

연구자: 여기 안 가라앉았잖아. 녹았잖아.

ES2 : 그럼 등등 떠 있어서 그런 거예요?

연구자: 아니. (교과서에 사진으로 제시된 실험 방법을 가리키면서) 여기 충분히 녹였잖아.

ES2 : 네.

연구자: 충분히 녹인 상태에서 오래 두면 이렇게 결정이 생긴 거잖아.

ES2 : 녹이고 나서. 어……. 그럼 녹인 상태에서 이렇게 결정이 생긴다는 것은……. 다시 얼었다는 것인가? 다시 고체로 변해서 되었다는 것인가?

연구자: 음. 그럼 왜 다시 고체로 변했을까?

ES2 : (자신 있게) 형질 때문에.

연구자: 형질으로 덮어났기 때문에?

ES2 : 네.

연구자: 만약 종이나 책으로 덮어났으면 어땠을까?

ES2 : 종이로 덮어났으면... 네. 안 됐을 것 같아요.

연구자: 안 됐을 것 같아? 왜 꼭 형질이어야 하는 거야?

ES2 : 다시 고체로 되기 위해서는 환경이 필요한데, 그 환경을 만들려면 형질이 필요한 것 같아요. 근데 왜 필요한지는 모르겠어요.

백반 결정 만들기 활동 바로 전 시간에 온도에 따른 봉산의 녹는 양을 실험으로 알아보는 내용이 제시되어 있다. 따라서 학생들은 온도가 올라감에 따라 봉산의 녹는 양이 많아짐을 관찰하고, 온도가 내려갔을 때 봉산이 비커 바닥에 가라앉는 것을 관찰하여, 온도에 따라 봉산의 녹는 양이 다름을 학습하였다. 이 학습 내용의 연장선에서 백반 결정 만들기 활동이 제시되었으나, 면담 학생들의 대부분은 앞 차시의 활동과 관련짓지 못하였다.

연구자: (교과서를 보여주며) 여기 앞 페이지 보면 '물의 온도에 따라 봉산의 녹는 양이 어떻게 달라지는지 알아봅시다.'라고 되어 있잖아. 이 실험 결과가 어땠지?

ES2 : 뜨거운 물에 봉산이 많이 녹죠.

연구자: 그럼 이 실험이랑 백반 결정을 만드는 실험이랑 연결이 되니?

ES2 : 네?

연구자: 높은 온도에서 많이 녹았던 것이 온도가 낮아지면 덜 녹으니까 이렇게 결정으로 나오는 거거든. 이 두 실험이 별개처럼 보이는 거야? 아니면 연장선으로 보이는 거야? 배우는 입장에서 봤을 때.

ES2 : 아하. 제 생각에는 이어지는 것 같지는 않아요. 앞에 있는 '물의 온도에 따라 봉산의 녹는 양을 알아봅시다.'랑 '여러 가지 결정을 만들어 봅시다.'는 우리가 보기엔..... 결정을 단정 지어 버리거든요.

연구자: 아. 여기서 끊이고 결정이라는 새로운 내용이 시작되는 걸로 생각되는구나?

ES2 : 네. 봉산 녹는 거랑 결정 만들어지는 거랑 이어진다고는...(자신 없게) 전혀.

연구자: 그렇게 이어진다고 연결이 안 되는구나?

ES2 : 지금 생각해 보니 조금 그런 것 같기도 해요.

연구자: 선생님 설명 들어보니까 연결이 되는 거야?

ES2 : 네. 처음에는... 별로.

연구자: 그럼. 이제 결정 만들어지는 이유가 무엇인 것 같아?

ES2 : 결정 만들어지는 이유는 녹아 있던 백반(용액)이 천천히 식어서?

ES2는 처음에 백반 결정이 만들어지는 이유에 대해 혼란스러워 하였으며, 백반 결정 만들기는 결정을 만드는 활동 자체로 생각하고 있었다. 그러나 면담을 통해 앞 차시와 백반 결정 만들기를 연결시켜 주었을 때, ES2는 백반 결정이 만들어지는 이유가 온도의 변화 때문이라는 과학적 개념을 스스로 인식할 수 있었다.

면담 초기에 ES2가 드러내었던 사고와 마찬가지로 ES3은 백반 결정이 만들어지는 이유를, 녹지 않고 가라앉은 백반가루들이 올라와서 털실에 달라붙었기 때문이라고 생각하였다.

연구자: 그러면, 이걸 백반 결정 만들기인데, (백반 결정이) 만들어지는 이유가 뭐라고 생각해?

ES3 : 백반이 더 녹지 않아서, 녹지 않았던 것이 다 거기로(털실로 감싼 철사에) 달라붙어요.

연구자: 녹지 않았던 게?

ES3 : 아니, 녹지 않을 때까지 녹였던 것 중에서 녹지 않은 게 위로 올라와서 털실로 달라붙어요.

연구자: 녹지 않은 게 올라온 거야? 그게 왜 올라올까?

ES3 : 더 이상 녹지 않으니까, 그냥 가라앉아 있을 텐데, 여기에 털실을 넣으니까 털실이 이걸 잡아당겨서.

연구자: 아, 털실이 잡아당겨서 거기에 백반이 붙는 거구나.

ES3 : 네.

연구자: (중략) 다 녹았던 게 왜 결정으로 나오는 걸까?

ES3 : 털실이 녹았던 걸 잡아당기는 성질이 있기 때문에.

연구자: 아. 털실이 녹았던 걸 잡아당기는 성질이 있기 때문에?

ES3 : 네.

ES3은 백반이 모두 녹은 후에 결정이 만들어진 것임을 인식시킨 후에도 ES2와는 달리 털실의 작용 때문이라는 사고를 변화시키지 않았다. 이와 유사한 사고들을 다른 면담 학생들과의 면담 자료에서도 확인할 수 있었다.

설문 조사에서는 '털실을 감는 이유'에 대한 학생들의 응답 중 '결정이 잘 붙게 하기 위해'라는 답을 정답으로 보았다. 그리고 면담 대상인 5명의 학

생들은 모두 이 문항에서 정답을 하였다. 그러나 백반 결정이 생기는 원인을 알아보는 면담 결과, 상위 학생인 ES1만이 백반 결정 생성 원인을 온도 때문이라고 이해하고 있었으며, 나머지 학생들은 대부분 탈실이나 철사, 형광 때문에 백반 결정이 만들어진다고 생각하였다. 따라서 온도를 낮추면서 결정 생성을 확인하는 실험 결과에 대한 해석이 제대로 이루어지지 못하였음을 확인할 수 있었다. 이러한 학생들의 학습 상황에 대한 이해는 단순히 지필 검사를 통해 이루어지기 어려우며, 심층 면담 등을 통해서만 확인할 수 있었다. 또한 형광을 덮는 이유도 온도를 천천히 식히기 위해서라는 것을 이해하는 학생은 ES1 한 명 뿐이었다.

학생들은 교사나 교과서에 의해 제시된 정보를 자신의 생각에 바탕을 두고 해석하고 의미를 부여하는 특성이 있으며(박승재와 조희형, 1999), 이러한 학생들의 사고 과정에 대한 이해가 없다면 동일한 탐구 활동 후에도 교육과정에서 의도하였던 올바른 결과 해석이나 개념 형성 등이 이루어지지 않을 수 있을 수 있다.

과학 교과서에서는 학생들의 탐구 능력을 향상시키기 위해 다양한 실험 활동을 제시하고 있지만, 탐구 과정과 이를 해석함으로써 획득하고자 하는 개념 사이에 관련성이 약하다는 연구 결과도 있다(이양락 등, 2005). 이는 초등학생들이 관찰 결과를 통해 결론을 내리는 능력이 매우 부족하기 때문일 수 있다. 따라서 일반적으로 생각하는 것처럼, 학생들이 실제 체험 활동을 하면 항상 탐구 능력이 향상될 것이라는 관점을 경계해야 한다는 주장(곽영순, 2003)도 의미 있게 받아들일 필요가 있다. 또한 교과서에서 활동 과정에 대한 구체적 안내나 활동으로 인해 얻게 되는 결론 등에 대해 과학적으로 생각해 볼 수 있는 탐구 과정 요소들을 명확하게 제시하지 않는다면 교육적 의미를 가지기 어렵다는 점(서예원, 2007)을 교과서 개발 과정에서 고려할 필요가 있음을 알 수 있다.

용해 단원을 지도한 초등 교사들의 인식을 알아보기 위한 면담 결과, 학생들과 마찬가지로 교사들도 백반 결정 만들기과 온도와 용해도의 관계를 다룬 앞 차시와의 연계성을 바르게 인식하지 못하는 것으로 나타났다.

ET1 : (중략) 결정을 만들었거든요. 예뻐요. 색깔이. 예뻐던 것 같고. 그 현상에 대해서만 (아이

들에게) ‘이거 봐. 결정이 만들어졌잖아.’(라고 전달하고) 증발이 되고 이런 거는 깊이 생각하지 않았던 것 같아요. (중략) 별로 생각을 안 해봤거든요. 그냥 결정이 만들어진다. 이런 것에만 초점을 맞췄거든요.

연구자: 아. 결정 자체에만.

ET1 : 네네.

면담에 참여한 대부분의 초등 교사들이 ET1 교사처럼 결정 만들기 자체에만 초점을 둔 활동을 하였을 뿐 아니라, 결정이 만들어지는 원인을 온도 변화에 따른 용해도 변화가 아닌, 물의 증발에 의한 현상으로 이해하는 것을 확인할 수 있었다. ET4 교사 역시 백반 결정 만들기 활동에서 실험의 목적이 상실된 채 활동 위주의 수업으로 진행된다는 점을 문제점으로 지적하였다.

ET4 : 이 실험 왜 하는지 아이들도 모르고. 이것도 하고 저것도 하고 실험을 많이 하는데, 아이들은 이 실험을 정작 왜 하는지도 모르고, 실험만 하다가 끝나는 경우가 많은 것 같아요. (중략) 활동 자체가 목적인 것처럼.

연구자: 아. 그럼 여기 백반 결정 만들기요?

ET4 : 그렇죠. 그 안에 숨어있는 과학의 원리나, 그 안에 숨어 있는 것들을 배우기보다는. 음……. 미술시간이나 만들기 시간처럼 백반 결정을 만드는 거에만(목적은 두지요). 그러니까 주하고 부가 좀 약간(바뀌었다)…….

연구자: 아. 백반 결정 만들기 자체가 목적인양 (생각하신다고요)?

ET4 : 네. (강조하며) 목적인 양. ‘왜 이런 결정이 만들어지고, 왜 크게 생기고, 작게 생기고, 왜 그랬을까?’ 보다 눈에 보이는 활동 위주의, 그런 것이 많아지니까…….

연구자: 그렇구나.

ET4 : 활동이 너무 많아요. 활동을 좀 줄이고 좀 깊게, 아이들이 생각할 수 있는 기회를 줘야 하는데…….

특히 ET4는 초등과학에서 실험의 목적을 상실하는 경우가 많음을 지적하고, 실험을 하면서 원리를 제대로 이해하지 못하면 활동 자체에 목적을 두게 되는 문제점이 발생한다고 생각하였다. 또한 초등과학에서 활동이 너무 많은 것도 깊게 있게 활동의 의미를 생각해 볼 시간을 가지지 못하게 하는 원인으로 지적하였다. 교육과정에서는 과학에서 탐구

학습을 강조하면서 과학적 내용에 대한 접근보다는 가능한 한 많은 탐구 활동이 이루어지도록 하고 있다(교육부, 1997). 그러나 이러한 접근 방식이 이를 지도하는 초등 교사와 학습하는 학생들에게 적절하지 못할 가능성이 높음을 알 수 있었다.

초등 교사를 면담하는 과정에서 대부분의 교사들이 ‘백반 결정이 만들어지는 원인’으로 물의 증발을 생각하고 있음을 발견하였다.

ET2 : 이게……. 백반가루가 포화상태가 됐는데, 물이 증발하면서 포화량이 줄어드니까. 백반 결정이 나오는 거…….(자신 없게) 맞나요?

연구자: (설문지 보여주며) 이 문제의 답이 4번(물의 온도에 따라 물질의 녹는 양이 달라진다)이라고 생각이 돼요?

ET2 : 아뇨.

연구자: 아! 이 활동(백반 결정 만들기)으로 배워야 할 가장 중요한 내용이 4번인지 잘(모르겠어요?)…….

ET2 : 네. 증발로… 생각되는데.

ET4 : 결정이 나오는 것은, 액체 상태에 있던 것이 물이 날라 가면서 고체로 다시 돌아오는 것 아닌가요? 소금 만들면 그…….

연구자: 염전?

ET4 : 염전 만드는 것처럼. 네. 증발…증발이 일어나죠.

연구자: 증발. 그럼 여기서 여러 가지 결정을 관찰하는 게 나오잖아요. 교과서에 ‘결정이 생기는 까닭을 무엇일까요?’라고 했는데, 뭐라고 말씀들…….

ET4 : 대부분 관찰이랑, ‘결정이 만들어진다.’까지만 하고, ‘결정이 만들어지는 이유는 무엇일까요?’에 대해서는 얘기하지 않아요.

연구자: 얘기하지 않고. 그럼 결정이 만들어지는 것을 중요하게 생각하신 거예요?

ET4 : 음……. 결정이 만들어진 것을 서로 관찰하고, ‘아. 결정이 만들어졌구나.’라고 그 상태로 수업이 끝난 거예요.

연구자: 아. 결정이 만들어졌구나. 이 상태로 수업이 끝난 거구나.

ET4 : 네네.(웃음) 어떤 때는 실험을 하는 이유를 모르고 실험을 하고 끝나는 경우가 많은 것 같아요.

백반 결정을 잘 만들기 위해서 천천히 식혀야 한다는 주의사항(한국교원대학교 과학교육연구소, 2005) 등을 인지하고 있었던 교사들조차도, 이를 실험 결과가 잘 나오도록 하기 위한 Tip 정도로 인식하고

있었으며, 온도 변화가 결정이 만들어지는 원인이라는 점을 인지하지 못하였다. 비록 교사가 수업을 통해 자신의 오개념을 직접 전달하지 않고 활동 중심의 수업을 진행한다고 해도, 이를 통해 학생들이 올바른 자료 해석 및 일반화 과정을 통해 목적하였던 과학 개념을 획득하리라고 기대하기는 어려운 일이다. 특히 학생들에게 잘못된 개념을 유발시킬 수 있는 가능성 때문에 교사가 가지고 있는 인식은 매우 중요하다(최승헌 등, 2007; 김선경, 2002). 이 연구를 통해 학생들이 백반 결정 만들기 활동의 초점을 제대로 이해하지 못하는 원인 중에는 교사 변인도 클 수 있음을 확인할 수 있었다. 특히 교사가 앞 차시와의 연계성을 제대로 인식하지 못하면 이를 학생들에게 지도할 수 없으며, 따라서 탐구 활동이 그 의미를 상실할 수 있음을 알 수 있었다.

탐구 활동이 과학 지식과 연계되지 못하면 활동 자체로 끝나게 되며, 배워야 할 과학 개념과 유리될 수 있다. 특히 과학을 지도할 교사는 관련된 과학 내용에 대한 이해를 가지고 단원의 전개 내용 사이의 연계성을 파악할 능력을 갖추어야 한다. 가르치는 교사가 충실한 내용 지식을 지녀야 한다는 요구 사항은 초등학교 교사라고 해서 예외일 수는 없다(곽영순, 2003).

초등학생과 초등 교사들이 공통적으로 백반 결정 생성 원인으로 물의 증발을 생각한 원인을 알아보기 위하여 교육과정과 교과서를 분석해 보았다. 결정 만들기에 대한 제7차 과학과 교육과정 내용은 그림 3과 같이 용해도 차에 의한 결정을 만들어 보는 것이다.

그림 4는 여러 가지 결정을 관찰해 보는 내용으로, 백반 결정 만들기 단원의 마무리에 해당하는 부분이다. 그런데 관찰할 여러 가지 결정의 예로 황산구리와 소금이 제시되어 있다.

소금의 경우는 온도에 따른 용해도 차이가 거의 나타나지 않는다(표 6). 따라서 백반 결정 만들기 단원의 마무리 사례로 적절하지 않으며, 염전 등의 예를 통해 소금 결정은 증발로 인해 만들어졌다는 점

(2) 결정만들기

(가) 뜨거운 물에 물질을 최대한으로 녹인 후 식히면서 결정을 만들고, 만들어진 여러 가지 결정을 비교, 관찰한다.

(나) 우리 물의 질과 기관과 간단한 기구를 이용하여 용액의 진하기를 비교한다.

그림 3. 결정만들기 교육과정 내용(교육부, 1997)



그림 4. 부적절한 소금 결정 삽화(교육인적자원부, 2007)

표 6. 소금의 온도에 따른 용해도

온도(°C)	0	20	40	60	80
염화나트륨(g)	35.7	36.0	36.6	37.3	38.4

을 연결하게 되면 학습 내용이 잘못 정리될 가능성이 높다. 중학교에서 제시되는 물질의 특성으로서의 용해도 내용에서는, 소금과 같이 온도에 따라 용해도의 차이가 나지 않는 물질과 온도에 따라 용해도 차이가 큰 물질의 혼합물을 온도 변화로 분리하는 내용이 제시되어 있다.

면담에 참여한 초등 교사들도 대부분 소금 삽화가 백반 결정이 만들어지는 이유를 증발로 생각하도록 만들 가능성이 있음을 인정하였다.

연구자: 아. 소금은 결정이 만들어지는 원인이 다른데, 온도에 따른 용해도 얘기를 하다가 소금을 넣어 아이들이 헷갈리지 않을까요?

ET1 : 음……. 제 생각에 그 정도까지 깊이 있게 생각하지 않고, 소금 같은 경우도 온도를 높이면 많이 녹을 수 있으니까. 그냥 같이 생각할 것 같아요.

연구자: 그럼 선생님은 소금을 넣어도 큰 무리는 없다고 생각을 하시는 거네요.

ET1 : 그렇긴 한데, 선생님이 질문을 하니까. 사실 이것은(소금) 빠져야 할 것 같아요.(웃음). 그렇죠?

연구자: 저도 크게 생각을 안 했는데, 설문지에서 백반 결정이 만들어지는 이유에 많은 아이들이 증발이라고 했더라고요. 그래서 ‘왜 증발이라고 썼을까?’를 생각하다 보니까, ‘교과서에 있는 소금 때문이 아니었을까?’라는 생각이 들더라고요.

ET1 : 그러네요. 그렇죠? 대개가 소금은 일상에서 많이 쓰고, 황산구리는 그보다 덜 하잖아요. 그러니까 아이들은 쉽게 소금을 생각할 테고, 소금 같은 경우에는 이 실험이 아니어도 염전 같은 곳에서 소금을 많이 만들어내니까, 증발이 됐다는 얘기는 많이 들었을 것 아니에요, 아이들도. 그러니까 아마 증발이라고 답을 많이 했을 것 같아요.

과학 수업에서는 과학 현상과 원리, 개념 등에 대한 이해를 돕기 위해 글, 그림 애니메이션, 실험, 공식, 그래프 등의 다양한 외적 표상들을 활용하고 있으며, 우리나라에서는 교과서를 교육과정 목표를 구현하는 일차적 자료로 사용하므로, 교과서에 활용된 외적 표상의 파급 효과는 매우 크다(강훈식 등, 2008). 따라서 실험 내용과 다른 상황의 그림, 도표 등은 학습에 장애를 일으킬 수 있으며, 오개념의 원인이 될 수 있다(오원근 등, 2005). 특히 초등학생은 상급학생보다 정보 처리 능력 및 추론 능력이나 분석력 등의 사고력이 부족하고, 직관적 사고와 시각적 정보에 의존하는 경향이 크기 때문에(임청환과 남진수, 1999), 부적절한 표상을 제시할 경우 의도하지 못하였던 문제가 발생할 가능성이 높다.

3. 흥미와 호기심 유발

우리나라 과학교육과정에서는 실생활과의 연관성을 강조하고 있으며, 따라서 교과서의 내용으로 실생활에 친숙한 소재가 많이 등장한다(조희형, 1998). 실생활 소재의 도입은 과학에 대한 학생들의 흥미 유발을 목적으로 한다(김지나, 2008). 용해 단위에서는 실생활에서 흔히 사용하는 물과 소금, 설탕, 백반, 아세톤 등을 사용하여 용해 현상을 관찰하도록 구성되어 있다. 이에 대한 학생들의 인식을 설문지를 통해 알아본 결과, 실생활 소재가 오히려 흥미 유발에 감소 요인일 수 있음을 확인할 수 있었다.

연구자: 이 실험 생각나니?

ES1 : 네.

연구자: 여기(설문지)를 보면, 이미 알고 있는 내용이라서 궁금하지 않다고 썼는데, 왜 궁금하지 않거나 싫어서.

ES1 : 너무 당연해서요.

연구자: 그럼 혹시 물 대신 묽은 염산이나 황산 같은 걸로 실험했다면 어땠을까?

ES1 : 재밌었을 것 같아요.

ES1은 물에 소금이 녹는 현상을 많이 보았고 실제 경험도 했기 때문에, 다시 학교에서 과학 실험으로 하는 것에 대해 흥미를 느끼지 못하였다. 그리고 일상생활에서는 경험해 보지 못한 물질로 묶은 염산이나 황산의 용해성을 알아보는 실험이었다면 오히려 흥미를 가질 수 있었을 것이라고 인식하였다. 또 다른 면담 학생인 ES5도 유사한 반응을 나타내었다.

연구자: 만약 물 대신, 예를 들어 묶은 염산이나 황산 같은 것에 설탕이나 소금을 녹여 봤다면 어떨까?
 ES5 : 궁금했겠죠.
 연구자: 그럼 물에 했을 때는 별로야?
 ES5 : 네. 물에 설탕이나 소금을 녹이는 것은 일상생활에서 하는 거라.
 연구자: 아. 물에 녹이는 건 일상생활에서 하는 거라 궁금하지 않았는데, 황산이나 다른 것으로 하면 궁금했을 것 같아?
 ES5 : 네.

그러나 이러한 학생들의 반응과 달리 초등 교사들은 대부분 물 대신 다른 물질을 사용하는 것에 대해 부정적인 반응을 보였다.

ET1 : 물을 사용한 이유는, 생활에 많이 쓰니까 이걸 넣은 거잖아요. 황산이나 염산을 가지고 했으면……. 제 생각에는 애들이 더 어려워하지 않았을까요? 그런 거는 많이 접하는 게 아니니까.

아마도 초등 교사인 ET1의 사고와 같은 맥락에서 교육과정에서는 실생활 소재를 도입해야 학생들의 흥미도 유발하고, 학생들이 과학을 어려워하지 않을 것이라고 가정하였을 것이다. 그러나 이러한 가정이 학생들에 대한 이해 부족에서 나온 것일 가능성도 있다는 점을 이 연구에서 확인할 수 있었다. 다른 교사인 ET3은 교과서 내용을 바꾸면 내용을 가르쳐야 할 교사 자신의 혼란 때문에 안 된다고 생각하였다. 또한 혼하지 않은 새로운 물질의 도입이 흥미를 유발하기 보다는 녹고 안 녹는 개념을 학습하는 것 자체에 학생들이 흥미를 가질 것이라고 생각하였다.

연구자: 물은 너무 흔해서 아이들이 궁금해 하지 않는 것 같아서, 만약 매우 묶은 황산 같은 것으로 내용을 바꾼다면 어떨까?

ET3 : 그러면 안 될 것 같아요.
 연구자: 학생들 때문에?
 ET3 : 학생들도 그렇고, 선생님도 그렇고, 교사는 개념이 이미 다 머릿속에 들어가 있는 상태잖아요. 그런데 갑자기 묶은 황산을 가져다가 쓰면…….
 연구자: 무슨 개념?
 ET3 : 그러니까, 우린 그렇게 배워 왔으니까, 물과 아세톤을 가지고 실험하는 게 너무 일반화되어 있잖아요.
 연구자: 아. 교대에서도 배우고, 미리 실험도 해 보고?
 ET3 : 네네. 글썄요. 전 모르겠어요. 왜 황산을? 황산을 써도 '왜 녹을까?'가 궁금할 것 같지는 않아요.
 연구자: 애들은 별로 궁금해 할 것 같지 않아?
 ET3 : 네. 그냥……. 녹고 안 녹고? 그런 것만 궁금해 할 것 같아요.

학습자에 대한 이해나 가르칠 내용에 대한 이해 등이 부족한 교사일수록 교과서의 의존도가 높으며, 학습자에게 적절한 수준의 내용 재구성을 어려워한다. 박영순(2003)은 초등 교사의 과학 내용 재구성이 어려운 이유로, 업무 과다로 인한 시간 부족, 교과서에 실린 대로 가르쳐야 한다는 학생과 학부모의 잘못된 인식, 교사들의 재구성 개념이 익숙하지 않음 등을 들면서, 교사 차원에서 교육과정을 주도적으로 해석할 수 있는 안목이 필요함을 강조하였다. 실생활에서 흔히 사용하는 물대신 다른 물질을 용매로 사용하는 것에 대해 유일하게 ET4만 긍정적인 반응을 보였다.

연구자: 물 대신 안전하게 많이 묶힌 황산이나 염산을 사용했다면 어땠을까요? 선생님 입장에서는 어떻게 생각하세요?
 ET4 : 음. 크게 무리가 없을 것 같아요.
 연구자: 크게 무리가 없을 것 같아요?
 ET4 : 네. 일단 초등 같은 경우에는 실험 하는 것 자체가 위험하다는 기본적인 사고가 너무 큰데…….
 연구자: 네. 너무 크죠.
 ET4 : 그래서 다른 걸로 바꾸는 것에 대해 생각을 못하는 것 같아요. 근데 뭐 안전하다면 별로 문제가 없을 것 같아요.
 연구자: 그럼 바꾼다면 애들이 궁금해 할까요? 선생님 입장에서 생각해 보시면.
 ET4 : 바꾼다면 궁금해 할 것도 같아요.
 연구자: 그러면 바꾸는 것에 대해 긍정적이신 건가요?
 ET4 : 매일 보던 것에 대해서는 호기심을 갖지 않으니까…….

ET4 교사가 이러한 생각을 하게 된 원인으로, 일상생활에서 사용하는 소재가 오히려 학생들의 흥미를 떨어뜨릴 수 있다는 이야기를 들었다고 응답하였다.

ET1 : 제가 어디, TV 이었나? 들었던 기억이 나요. 생활에서...그 땐 이거랑 초점이 다르긴 한데, '생활에서 많이 쓰는 것을 도입하면, 아이들이 많이 쓰니까 동기유발도 잘 되어 그런 걸 쓴다고 하는데, 사실 일상생활에서 많이 쓰는 것은 아이들이 너무 많이 봤기 때문에 오히려 동기유발에 적절하지 않다.' 이런 얘기를 들은 적이 있거든요.

따라서 학생들의 흥미 유발을 위해 실생활 소재를 도입하는 것이 필요하다는 교육과정의 시각은 앞으로 검토될 필요가 있다고 본다. 특히 물에 녹이는 현상과 같이 흔히 관찰할 수 있는 내용을 교육과정에 도입할 때에는 이를 토대로 보다 깊이 있는 사고가 가능한 수준으로의 확장을 포함하거나, 아니면 새로운 물질이나 관찰 현상을 도입하여 학생들의 흥미를 유발할 수 있도록 교육 내용을 구성할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학과 교육과정의 목표 중 기본 개념의 이해, 탐구 능력 향상, 흥미와 호기심 유발이 교실 현장에서 그 의도대로 발현되고 있는지 알아보기 위해 초등학교 5학년 용해 단원을 중심으로 초등학생과 초등 교사의 인식을 분석하였다.

연구 결과, 학생들의 과학 기본 개념에 대한 이해 수준은 미흡한 것으로 나타났다. 특히 현상 중심으로 구성된 현 교과서를 통해서는 적절한 기본 개념의 습득에 어려움이 있었다. 또한 학생들과 교사들은 현상에 대해 이해 가능한 설명이 필요하다고 인식하였다. 원리가 없다면 실험은 다만 그 결과에 대해 외우기 쉬운 도구로 인식될 뿐이다(김희경과 송진웅, 2003). 따라서 초등학교에서는 주로 현상 중심으로, 고학년으로 올라갈수록 점차 개념 중심으로 구성된 제7차 과학과 교육과정의 전개 방식은 학생들의 개념 이해라는 입장에서 볼 때 타당하지 않을 수도 있다고 본다. 과학은 자연 현상을 이해하는 학문이므로, 자연 현상 자체만 제시하는 것으로 과학 내용을 구성하는 것은 학생들이 과학의 기본

개념을 학습하는데 부적절하다고 할 수 있다. 왜 그렇게 되는지에 대한 설명이 빠져 버린 과학 수업은 가르치는 사람이나 배우는 사람 모두에게 매우 곤혹스러울 수밖에 없기 때문이다(백성혜 등, 2008). 따라서 초등학교 학생들의 수준을 고려하여 관련 개념을 삭제하고 현상만 제시하는 것보다는, 학생들의 수준에서 이해 가능한 설명의 도입이 이루어지는 것이 필요하며, 이를 위한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

용해 단원에서 다양한 탐구 활동이 이루어지고 있었으나, 학생들은 활동을 통해 적절한 수준의 자료 해석 및 일반화 능력을 획득하지 못하는 것으로 나타났다. 탐구 활동은 수업 '활동' 그 자체로 끝나는 상황으로 분석되었으며, 교사들도 실험 활동을 이와 같이 인식하고 있었다. 조난심 등(2001)은 수업 집중도를 높이기 위한 가장 효과적인 방법으로 학생들이 직접 참여하는 체험 위주의 활동이 바람직하다고 제안하였으나, 학생들이 체험 활동을 한다고 해서 반드시 의미 있는 교육 활동을 경험하게 되는 것은 아니다(윤덕근 등, 2004). 즉, 신체적으로도 활동에 참여하고 있지만, 적극적인 인지적 참여(minds-on)가 결여될 수 있음(곽영순, 2003)에 유의해야 한다.

이러한 문제를 극복하기 위해서는 교사의 적절한 지도가 필수적이지만, 이 연구에서 학생들 뿐 아니라 교사들도 활동을 통한 자료 해석에 어려움을 가지는 것으로 나타났다. 그 원인 중 하나는 부적절하게 도입된 소금 결정에 대한 사진이 교과서에 제시되었기 때문이었다. 이 때문에 백반 결정이 만들어지는 이유를 물의 증발 때문으로 이해하는 현상이 나타났다. 교사는 가르치는 단원의 전체 맥락에서 해당하는 탐구 활동의 의미를 파악할 수 있는 능력을 갖추어야 하지만, 이 연구에 참여한 교사들 중에서 앞 차시에서 다른 '온도에 따른 봉산의 녹는 양'에 대한 실험과 '백반 결정 만들기' 활동 내용의 연계성을 제대로 인식하는 교사는 없었다. 이는 교과서 내용 구성의 초점이 불분명하기 때문일 수도 있지만, 교과서 내용을 제대로 해석하고 재구성하여 가르칠 수 있는 교사의 능력이 필요하다. 따라서 탐구 활동에 대한 교사 교육이 강화되고, 교육 내용의 연계에 대한 교사의 이해를 향상시켜, 초등학생들에게 탐구 능력을 제대로 길러 줄 수 있어야 할 것이다.

STS 교육과정과 더불어 학생들의 흥미와 호기심을 길러주기 위해 강조되고 있는 실생활 소재의 도

입은 용해 단원에서 소금, 설탕 등을 물에 녹이는 실험 활동에서도 나타났다. 그러나 이러한 실생활 내용의 도입은 오히려 과학에 대한 학생들의 흥미와 호기심을 떨어뜨릴 수 있음을 확인할 수 있었다. 학생들의 반응과 달리 교사들은 실생활 소재가 흥미나 호기심을 떨어뜨릴 것이라고 인식하는 경우가 거의 없었다. 그리고 교사 교육 등을 통해 고착화된 교육 내용을 변형하는 것에 대해 긍정적으로 인식하지 않았으며, 학습자에게 보다 흥미로운 현상을 제시할 필요성을 인식하는 경우도 거의 없었다. 학습자에 대한 이해 부족은 궁극적으로 교육과정에서 발견하고자 하는 목표의 달성을 어렵게 할 수 있다. 따라서 교육과정 및 교과서 개발 과정에서 학습자의 눈높이에 맞추어 교육 내용을 전개하고자 하는 노력을 기울일 필요가 있으며, 이를 전달하는 교사들도 학습자의 수준에 적절하게 내용을 재구성하고 교육과정에서 추구하는 목표를 제대로 전달할 수 있는 전문성을 기를 필요가 있다.

참고문헌

강대훈, 백성혜(2003). 용해 현상에 대한 초등학교 과학 교과서의 내용 분석 및 지도 실태. *초등과학교육*, 22(2), 138-148.

강훈식, 윤지현, 이대현(2008). 제7차 초등학교 3-6학년 과학 교과서에 제시된 외적 표상들의 활용 실태 분석. *초등과학교육*, 27(2), 158-169.

고광병(1997). 빛 개념에 대한 초등학교 교사와 학생의 수업 전 · 후의 개념 조사. *한국교원대학교 대학원 석사학위 논문*.

곽영순(2003). 질적연구로서 과학수업비평. 서울: 교육과학사.

곽영순(2007). 과학과(7-10학년) 차기 교육과정 개정의 주요 특징 및 개정 의의. *Korean Journal of Teacher Education*, 23(1), 185-199.

교육부(1997). 제7차 과학과 교육과정. 대한교과서주식회사.

교육인적자원부(2007). 2007년 개정 과학과 교육과정. 대한교과서주식회사.

교육인적자원부(2007). 초등학교 과학 교과서(5-1). 대한교과서주식회사.

교육인적자원부(2007). 초등학교 수학 교과서(5-가). 대한교과서주식회사.

권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학 탐구 능력 측정도구의 개발. *한국과학교육학회지*, 14(3), 251-264.

김석민(2006). 초·중등학교 및 대학교의 실험수업 유형

분석, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

김선경(2002). 물리변화와 화학변화에 대한 중·고등학교 과학교사들의 인식 조사 및 과학교과서 개념 분석. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.

김성수(2006). 한국과 미국의 초등학교 과학 교육의 비교 연구: 교육과정 및 교과서를 중심으로. *연세대학교 석사학위논문*.

김지나(2008). 과학교과에서 과학의 본성에 대한 명시적 교수효과 분석. *한국교원대학교 석사학위논문*.

김희경, 송진웅(2003). 과학 실험의 목적에 대한 중학생의 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 24(3), 254-264.

노석구, 장병기, 여상인, 임채성, 송민영(2001). 제7차 과학과 교육과정에 관한 초등 교사의 인식과 효율적 운영 방안. *교육인적자원부*.

민경란(2008). 2007년 개정 과학과 교육과정과 제7차 과학과 교육과정 비교 분석: 국민공통기본 교육과정을 중심으로. *이화여자대학교 대학원 석사학위논문*.

박승재, 조희형(1998). *과학교육연구*. 서울: 교육과학사.

박승재, 조희형(1999). *교수-학습 이론과 과학교육*. 서울: 교육과학사.

백성혜, 원정애, 이은경(2008). 교실 친화적(classroom-friendly) 교원이 되려면 - 과학교육에 대한 전통적 시각의 변화 요구 -. *한국교원대학교 교육연구원*, 24(1), 170-186.

서예원(2007). 한국과 미국의 초등학교 과학 교과서 비교 연구: 3학년 물질 영역의 과학적 개념 및 탐구 과정을 중심으로. *초등과학교육*, 26(5), 509-524.

양미경(2008). *교육과정 및 교수방법*. 서울: 교육과학사.

오원근, 강지영, 박은정(2005). 열의 전도 및 상태 변화에 대한 중학생들의 선개념이 교과서의 삽화 이해에 미치는 영향. *새물리*, 50(6), 363-374.

원정애, 이은경, 백성혜(2008). 7차 과학교육과정에 제시된 용해, 빛, 전기 단원의 초등학교, 중학교 교과서 및 학생들과 교사들의 인식을 통한 내용 구성의 문제점 분석. *교원교육*, 24(4), 318-343.

윤덕근, 김성하, 차희영, 이길재, 정완호(2004). 과학고 학생들의 창의력과 과학적 사고력 향상을 위한 생물 실험 모듈의 적용 효과. *한국과학교육학회지*, 24(3), 556-564.

이범홍, 김주훈, 이양락, 홍미영, 이미경, 이창훈, 신일용, 심재호, 곽영순(2005). *과학과 교육과정 개정(시안) 연구 개발*. 연구보고 CRC 2005-10.

이상원(2004). *실험하기의 철학적 이해*. 서울: 서광서.

이양락, 박재근, 이봉우, 한인옥(2005). 제7차 초등학교 과학과 교육과정 내용의 적정성 분석 및 평가. *초등과학교육학회지*, 24(3), 214-225.

임정환, 남진수(1999). 초등학교 학생의 정신용량과 인지양식에 따른 과학 탐구 능력. *한국과학교육학회지*, 19(3), 441-447.

정미영(2005). 다중 인지갈등 상황에서 전구의 밝기에 관한 개념 일관성 정도에 따른 초등학교 학생들의 개념변화

- 과정. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 조난심, 양종모, 유정애, 정미경, 강연자, 김수천, 김희란 (2001). 학교교육 내실화 방안 연구(1)-학교 교육과정과 수업 운영을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2001-10.
- 조희형(1998). 잘못 알기 쉬운 과학 개념. 서울: 전파과학사. 11-12, 184-187.
- 최승현, 광영순, 강호선, 김동영, 남경식, 박상대, 방소윤, 백종민, 소영무, 안종제, 이규호, 이현주, 정은영, 정주혜(2007). 교육과정 개정에 따른 과학과 내용 교수 지식(PCK) 연구. 한국교육과정평가원.
- 한국교원대학교 과학교육연구소(2005). 초등학교 5학년 과학 탐구수업 지도자료.
- 홍후조(2007). 우리나라 국가교육과정기준의 연구 개발: 교육과정 상식의 빈곤, 일시개정, '권력투쟁'의 연쇄. 2007년도 한국교육과정학회 춘계학술대회.
- Lazarowitz, R. & Taimr, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel(Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan, 94-128.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou and M. Carretero(Eds.), *New perspective on conceptual change*, 3-13.
- Won, J. A., Kang, D. H. & Paik, S. H. (2008). 7th -12th grade students, pre-service teachers and science teachers' views on the dissolution of salt in a liquid. *Journal of Korea Association Research in Science Education*, 28(3), 187-196.