

## 초등학교 2학년 학생들의 물질에 관한 이해

구영옥\* · 김호남

대전복수초등학교\* · 한국교원대학교

### The Second Grade Students' Understanding about Matter

Koo, Young-Ok and Kim, Hyo-Nam

*Boksoo Elementary School, Korea National University of Education*

#### ABSTRACT

The purposes of this study were to investigate children's preconception about matter, to analyze children's conceptual change of matter by science learning activities, and to investigate understanding possibility about matter.

The subjects of this study were the second grade students of an elementary school and science learning activities were conducted to 2 boys and 3 girls for investigating their conceptual change. Video tape recording, interview, drawing pictures and writing statements were used to collect data. The concepts in this study were properties of matter, states of matter, uses of matter and origins and changes in matter. Then, the collected data were analyzed by the way of categorization and qualitative method.

The conclusions of this study are as follows:

science learning activities were effective for changing misconceptions of matter to scientific concepts. Conceptual changes of high achievers happened easier and more than of low achievers.

In the ideas about matter, some children had supernatural ideas and animism, which were most second grade students' characteristics.

## 1. 서론

아동들은 학교에서 계획적인 과학 수업을 받기 이전에 주의 환경 세계 즉, 그들 주변의 자연 환경, 사회·문화적 환경, 주위 사람들과의 상호작용에 의해 선개념을 형성하며 그들 주변의 자연 환경을 설명할 때 이와 같은 선개념을 사용한다(Driver et al., 1985). 그리고 일상적인 상황에 접했을 때, 과학적 상황에서 배운 내용들을 올바르게 적용하고 있지 못함을 볼 수 있다. 이것은 학생들이 동일한 여러 현상을 통합할 수 있는 능력이 없기 때문에 동일한 물리적 상황에서도 일상 생활과 과학적 상황에서 서로 다르게 설명하는 상황 의존성을 나타내기 때문이다(노근자, 1997). 아동이 가지고 있는 선개념이 과학적 개념이 아닌 오인 개념일 경우, 교사가 가르치는 내용은 아동들이 가지고 있는 직관적 개념과 상호작용에 의해 교육의도와는 다르게 이해될 수 있다(Ausubel, 1968). 따라서 올바른 개념을 습득시키기 위해서는 교사가 가르치고자 하는 내용과 관련된 학생의 선개념을 미리 파악하고 이해하여 적절한 수업 프로그램이나 개념 변화 학습의 전략을 도입하여야 한다.

물질에 대한 선개념을 파악하는 것은 교수-학습의 효율을 높이고 학습 지도의 기준을 정하는데 있어서 매우 중요한 일이다. 또한 학생들의 사고 방식을 이해함으로써 그에 적절한 대처 방법을 모색할 수 있다.

물질 개념에 대한 선행 연구로서 국내외 연구 자료를 간추려 보면 다음과 같다.

물질 개념과 관련된 연구는 Osborne과 Cosgrove(1983)의 변형에 대한 아동사고의 연구가 있다. 8세에서 17세의 학생들에게 물의 끓음, 증발, 응결, 얼음의 용해에 관한 예를 보이고 그들에게 무슨 일이 일어났다고 생각하는지를 질문하여 변형에 대한 아동의 사고를 연구한 결과, 학생들이 가지고 있는 관념이 과학자의 관념과 매우 다름을 발견하였다. 끓는 물의 기포 성분에 대한 학생의 관념은 열, 공기, 수소와 산소 등으

로 생각하는 경향이 높으며, 다른 현상에 대한 관념들도 이와 같이 과학자의 개념과는 매우 다른 관념들을 가지고 있다고 보고했다.

Stachel과 Stavy(1985)는 이스라엘에 있는 유치원생들 48명의 '고체'와 '액체'의 개념에 대한 연구를 보고하였다. 아동들은 30개의 물질을 두 그룹(9개의 액체 그룹과 21개의 고체 그룹)으로 분류하도록 요청 받았다. 약 65%는 액체를 정확하게 분류할 수 있었고, 50%는 단단한 물질을 정확하게 분류할 수 있었으며, 30%는 단단하지 않은 물질을 고체 그룹과 관련시켰다. 그리고 약 20%는 가루를 고체 그룹으로 분류하였다. 대다수는 모든 물질을 분류하기 위해 일관되고 체계적인 준거 세트를 사용하지 못했다. 게다가, 그들은 분류의 과정동안에 그들의 준거를 바꾸려는 경향이 있었다. 그들은 색깔, 무게, 기능, 용도, 그리고 장소 관련성과 같은 준거를 사용하였다.

물질 개념과 관련된 질적 연구에 관한 선행 연구는 다음과 같다.

Nakhleh와 Samarapungavan(1999)은 학문 영역에서의 어떤 형식적인 교육을 받기 전인 어린 아동들(7-10세)의 물질의 미립자 특성에 대한 자발적으로 구성된 또는 소박한 이해를 연구하였다. 15명의 아동들을 상태변화와 용해에 대한 거시적/미시적 이해뿐만 아니라, 물질의 상태(고체, 액체, 기체)에 대한 거시적 특성과 미시적 특성에 대한 그들의 이해와 관련하여 면담하였다. 아동들은 macrocontinuous, macroparticulate, microparticulate로 범주화되는 물질의 상태에 대한 사고를 나타냈다. 9명의 아동들(60%)은 자연에서 macroparticulate라는 물질에 대한 신념을 진술했고, 3명의 아동들(20%)은 물질에 대한 microparticulate 신념을 표현했다. 나머지 3명의 아동들(20%)은 물질에 대한 macrocontinuous 신념을 가지고 있었다. 게다가 많은 아동들은 그들의 신념과 일치하는 특성과 과정에 대한 설명을 제공했다. 이러한 아이들의 물질에 대한 신념은 연속적인 고체로부터 미립자 고체로, 액체로, 기

체로 물질의 연속체를 가로질러 완전하고 일정하게 발달되지 않았다. 아동들은 처음에 물질의 특정한 다른 분류에서 협소한 체계를 발달시키고 그리고 나서 물질의 넓은 범위와 녹는 과정, 어는 과정과 같은 물질의 특성을 포함하는 이러한 체계를 천천히 확장시킨다고 생각했다.

Dickinson(1987)은 아동들의 물질 개념의 발달을 연구하였다. 유치원생, 1학년, 4학년, 7학년 학생들을 면담하여 아동들이 물질에 관하여 말하고 생각하는 능력을 연구하였는데, 몇 년동안 극적인 향상을 나타냈다.

영국의 Liverpool University, Kings College, London을 중심으로 하는 SPACE Project(Science Processes And Concept Exploration Project)(Russell et al., 1990)에 의해 폭넓은 연구가 이루어지고 있고 국내에서도 SPACE Project를 적용한 연구가 많이 발표되었으나, 물질 단원을 적용한 사례는 김현재와 남희정(1997)이 물질에 대한 아동의 선개념 및 수업효과를 연구한 것이 있으며, 그다지 많지 않은 편이다. 이에 본 연구에서는 SPACE Project의 물질 단원만을 적용함으로써 초등학교 2학년 학생들의 물질에 대한 선개념을 파악하고 과학학습활동에 의한 물질 개념의 변화를 분석하여 물질 개념의 이해 가능성을 알아보고 나아가서는 보다 효율적인 개념 변화 학습 지도 방법의 자료를 개발하기 위한 시사점을 얻으려는 데 있다. 따라서 학생들에게 어느 수준의 과학적 개념의 이해를 바라는 것이 바람직한가를 결정하는 중요한 기초 자료가 될 뿐만 아니라, 물질에 대한 학생들의 개념 이해 정도를 정성적으로 분석함으로써, 학생들의 과학에 대한 관심과 흥미를 저하시키지 않고 과학 학습을 효과적으로 할 수 있는 과학교육과정의 보완을 위하여 본 연구가 필요하다고 본다.

본 연구에서는 SPACE Project에서 사용한 도구를 수정, 보완하여 2학년 학생들이 가지고 있는 물질의 성질, 물질의 상태, 물질의 용도, 물질의 원천과 변형성을 포함하는 물질에 대한 선개념을 조사하고, 과학학습활동에 의한 물질 개념

의 변화를 분석해보고자 한다. 이에 따르는 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 초등학교 2학년 학생들의 물질에 대한 선개념은 무엇인가?
- 2) 과학학습활동에 의한 물질 개념의 변화는 어떠한가?

## II. 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 초등학교 2학년 학생들의 물질에 대한 선개념을 파악한 후, 물질 개념의 변화 및 이해 가능성 정도를 분석하기 위해 유목별 분석 및 정성적 연구방법을 적용하였다.

### 1. 연구 대상

본 연구는 대전광역시 소재하는 초등학교 2학년 5명을 대상으로 하였으며, 탐구활동과 사전 면담을 통하여 학력수준별로 즉, 상위 집단에서 2명(남, 여), 중위 집단에서 1명(남), 하위 집단에서 2명(여)을 의도적으로 선정하여 수업 외 과학학습활동을 실시한 후, 사후 면담을 수행하였다.

### 2. 연구 과정

본 연구는 다음과 같은 과정을 거쳐 이루어졌다.

#### 1) 탐구활동 제공

연구대상 학생들이 면담 내용을 경험하지 못할 우려가 있어서 학생들에게 나름대로의 경험을 시키기 위해서 여러 가지 물건들을 관찰하게 하고 그 물건의 재료, 성질 등을 조사하게 하여 물질의 비교, 고체·액체·기체에 대한 생각, 물질의 원천에 관한 생각 등을 관찰장에 기록하게 하였으며, 그 자료는 면담할 때 활용하였다. 이때 연구자는 학생들에게 안내만 할 뿐 개입하지 않았다. 그러나 연구 대상 학생들이 아직 고체, 액체, 기체에 대한 개념이 형성되지 않은 상태였기 때문에 탐구활동을 통하여 이러한 개념에 자연스럽게 접근할 수 있도록 유도하였다. 아침자습시간을 활용하여 2주일 동안 실시하였다.

#### 2) 사전 면담 실시

물질에 대한 학생들의 선개념을 알아보기 위

해 사용된 도구는 영국의 SPACE Project에서 사용된 것을 일부 수정 및 보완하여 반구조화된 면담 절차안을 개발하여 실시하였다. 자기의 생각을 잘 표현할 수 있도록 글이나 그림으로 진술하게 하였고 아동의 설명이 모호한 것은 면담을 통해 명확히 설명되도록 하였다.

3) 과학학습활동 적용

과학학습활동은 여름방학기간을 이용하여 하루에 2시간씩 2주일 동안 수행하였다. 이 기간에는 여러 가지 실험과 토론, 조사학습 등이 이루어졌고, '한발교육박물관'을 관람하였다. 과학학습활동 과정은 정성적 분석을 위해 소형 비디오 카메라로 녹화되었고, 아동들로 하여금 글과 그림 등으로 보고서를 작성하게 하였다. 과학학습활동은 현행 교육과정 내용, SPACE Project의 활동 내용, 영국의 National Curriculum의 내용, SCIS 교재의 내용, 미국의 Halt Science 교재 내용 등을 참고하여 선정하였다(Abruscato et al., 1989; Department of Education and the Welsh Office, 1989; Russell et al., 1990; Thier et al., 1992).

4) 사후 면담 실시

사후 면담은 사전 면담 질문 내용을 약간 변형하여 수행하였고 아동들로 하여금 글과 그림으로 표현하게 하였을 뿐만 아니라, 면담의 자세한 내용은 연구자에 의해 기록되었다.

3. 자료 수집 및 분석 방법

연구를 위한 자료 수집은 VTR촬영, 면담, 학생들이 작성한 보고서를 통해 이루어졌고, 수집된 자료를 중심으로 유목별 분석 및 정성적 분석을 하였다.

1) 자료 수집 방법

본 연구에서 탐구활동과 과학학습활동은 적당한 위치에 소형 비디오 카메라를 설치하여 녹화되었으며, 녹화된 내용은 가능한 한 빠른 시간 내에 전사하여 분석하였다. 과학학습활동에서는 연구자가 직접 수업을 진행해 나갔기 때문에 현장기록(fieldnotes)은 수업 중에 즉석으로 메모하거나 수업이 끝난 후 기록하였고, 비디오 테이프

를 전사하면서 연구자의 개인적인 생각이나 느낌도 첨가하는 방식(O.C. : observer comment)을 택하였다. 면담은 사전 면담과 사후 면담으로 이루어졌고, 아동이 직접 면담 질문지에 글과 그림으로 자신의 생각을 표현하도록 하였으며 아동의 반응 중에서 불명확한 부분은 연구자가 보충 질문을 하여 추가로 기록하였다. 탐구활동과 과학학습활동 중에 아동들이 작성한 관찰장 및 실험보고서를 수집하여 자료 분석에 이용되었다.

2) 자료 분석 방법

분석 기법으로는 유목별 분석 및 정성적 분석이 이루어졌고 분석 내용은 물질의 성질, 물질의 상태, 물질의 용도, 물질의 원천과 변형성 등 4가지이며, 연구결과에 사용된 분석 코드는 다음과 같다.

- |                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| < 성별 >         | < 학력수준별 >                   |
| · B - 남자(Boy)  | · H - 상위집단(High Achiever)   |
| · G - 여자(Girl) | · M - 중위집단(Medium Achiever) |
|                | · L - 하위집단(Low Achiever)    |

탐구활동과 사전 면담을 통하여 의도적으로 선정된 사후 면담자 5명은 임현정(G H), 서형민(B H), 이동훈(B M), 이한솔(G L), 김소진(G L)으로 이 이름은 가명이다.

영국의 SPACE Project의 연구 보고서를 기준으로 하여 분석 방법에 따른 기법과 분석틀을 마련하였다. 면담 자료와 비디오 테이프 전사 자료를 가지고 분석을 실시하였다. 분석의 타당성을 점검하기 위해 분석틀에 대하여 과학교육 전공자 2명과의 협의를 거쳐 수정 및 보완하였고, 신뢰도를 높이기 위해 분석의 일치도를 점검하고 일치된 의견을 기준으로 하여 분석을 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

본 장에서는 아동들이 가지고 있는 물질에 대한 선개념을 4가지 개념에 대하여 유목별 분석

을 한 후, 과학학습활동에 의한 물질 개념의 변화를 조사하기 위해 정성적 분석을 하였다.

1. 물질의 성질

1) 재료에 따른 물질의 분류

탐구활동에서 아동들이 탐구했던 처음 문제 중의 하나는 그들 주위에 있는 물건이 무엇으로 만들어졌는가에 따라 여러 가지 물건을 분류해 보게 하는 것이었다. 아동들은 각각의 물건을 구성하고 있는 물질의 유사성을 인식하고 있는지, 물건을 만든 물질의 성질을 깨닫고 있는지, 물건을 분류할 때 어떤 용어를 사용하는지를 알아보기 위해 다음과 같은 질문을 하였다.

· 여러 가지 물건들을 '그것이 무엇으로 만들어졌는가?'에 따라 분류하여라.

아동들에게 제시된 여러 가지 물건들은 그림 1과 같다.

강철막대	모래	플라스틱 가방	솜
사과	플라스틱 컵	신문	공책
못	감자	쌀	대팻밥
벽돌	병 뚜껑	조약돌	실
면 옷감	술가락	상추	클립
토마토	식빵	풍선	자석
알루미늄 호일	찰흙	툽밥	밀가루
나무토막	강철솜	플라스틱 자	

그림 1. 물질의 분류를 위한 물건들

과학학습활동 이후에 여러 가지 물질의 분류 기준에 대한 응답의 변화는 <표 1>과 같다.

<표 1>을 보면, 대부분의 아동들은 사전면담에서 구성에 관한 것과 기능에 관한 것으로 분류하였으나, 사후 면담에서 구성에 관한 것으로 분류하려는 경향이 증가하였다. 임현정은 사전 면담에서 여러 가지 물질을 기능, 장소, 지각에

관한 것으로 분류하였으나, 사후 면담에서는 구성에 관한 것으로 분류하려는 경향이 강하였다. 서형민은 사전 면담에서 '강철'과 '쇠'그룹을 따로 분류하여 다른 물질로 생각하였으나, 사후 면담에서는 '철'의 그룹으로 함께 분류함으로써 같은 물질로 인식하였다.

사전 면담에서 혼동을 일으켰던 강철솜과 솜의 분류에서, 임현정, 서형민, 이동훈은 강철솜을 철의 그룹에, 솜을 면옷감·실의 그룹에 분류하였으나, 이한솔과 김소진은 여전히 강철솜과 솜을 함께 분류하여 '솜'으로 인식하였다.

과학학습활동 동안에 한 아동이 여러 가지 물질을 이용하여 분류기준을 정하여 분류한 것을 다른 사람이 그 분류기준을 알아맞히어 보게 하는 활동이 있었다. 그 때 한 아동이 강철솜과 솜을 함께 분류해 놓았는데, 그것에 대한 아동들의 사고를 알아보았다. 참고로 말하면 '강철솜'이라

는 용어는 2학년 아동들에게는 생소한 것이었고 탐구활동 동안에 처음 접하게 된 물질이었다.

연구자 : 선생님이 여기에서 참 궁금한 것은 왜 강철솜과 솜을 같이 놓았는지? 지금 현정이는 같은 물건으로, 같은 물질로, 어... 무엇으로 만들어졌는가에 따라서 나누어 보았다고 했죠? 그럼, 지금 선생님이 궁금한 것은 왜 강철솜과 솜을

<표 1> 물건의 분류 기준에 대한 응답의 범주(응답수)

응답의 범주	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
구성에 관한 것	-	5	7	9	3	7	1	5	1	5
기능에 관한 것	4	1	3	2	1	4	3	3	3	1
장소에 관한 것	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지각에 관한 것	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1
제조에 관한 것	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
그 외	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-

같이 놓았지?

(현정이는 선생님이 질문하자 강철솜을 쇠로 분류한 곳에 다시 옮겨 놓는다.)

연구자 : 아니, 선생님이 궁금해서 그래....

현정 : 강철솜이지만요, 솜은 솜이니까요.

연구자 : 강철솜이지만 모양이 솜 모양이라서?

형민 : 똑같은 솜이라서.

연구자 : 자, 그러면 강철솜과 솜은 같은 물질로 이루어졌을까?

소진 : (자신 있게)예.

한솔 : 솜이니까요.

소진 : 솜은 솜이잖아요. 강철솜하고 솜은요, 두 글자에 모두 솜이 들어가잖아요.

현정 : 다른 물질!

연구자 : 소진이와 한솔이는 같은 물질이다? 현정이는 다른 물질이라고 했고 형민이는?

형민 : 똑같은 솜이니까 같은 물질인 것 같아요.

연구자 : 현정이는?

현정 : 이것은 솜이지만 수세미처럼 생겼고 강철로 되어 있으니까.

소진이는 강철솜과 솜이라는 글자에 모두 '솜'이라는 단어가 들어가기 때문에 강철솜과 솜을 같은 물질이라고 인식하였다. 현정이는 처음에 강철솜과 솜을 함께 분류해 놓았으나 연구자가 왜 그렇게 분류하였냐고 질문하자, 자기가 실수했다는 듯이 즉시 강철솜을 철의 그룹에 옮겨 놓았다. 현정이의 마지막 언급에서 알 수 있듯이, 현정이는 부엌에서 흔히 볼 수 있는 수세미를 연상시키면서 강철솜이 모양만 다를 뿐, 철로 이루어져 있다는 것을 인식하고 있었다. 따라서 현정이를 제외한 다른 아동들은 강철솜과 솜을 같은 물질로 인식하였다.

한솔 : 강철솜은 양털로 만들었는데요, 철을 합한 것 같아요.

연구자 : 아, 강철솜은 양털로 만들긴 만들었는데 철을 합한 것 같다... 강철솜이니까 철로 만든 것 같아요?

한솔 : 예, 솜하고 섞어서...

연구자 : 자, 과연 강철솜이 철로 만들어졌는지 알아보기 위해 어떤 실험을 할 수 있을까? 철로 만들어졌는지 알아보기 위해 무엇을 이용하면 될까?

한솔 : 자석이요.

연구자 : 자석에 대보아서 붙으면 철로 이루어진 것이고 안 붙으면 철로 이루어지지 않은 거지요? 강철솜을 조금 떼어서 붙여 보자.

한솔 : 붙었어요. 그래도 솜인 것 같아요.

(O.C 실험을 통해 강철솜이 자석에 붙는 것을 확인하고도 강철솜이 솜이라는 자기 생각을 바꾸려고 하지 않았다.)

한솔이는 강한 오개념을 가지고 있어서 실험으로 확인하고도 개념 변화가 쉽게 일어나지 않았다.

## 2) 물질의 성질

사전·사후 면담에서 아동들에게 다음과 같은 질문을 하였다.

### <사전 면담>

- 철과 납 중에서 어느 것이 더 단단한가? 그것이 더 단단한지 어떻게 알았는가?
- 플라스틱 컵과 유리컵 중에서 어느 것이 더 강한가? 그것이 더 강한지 어떻게 알았는가?

### <사후 면담>

- 철과 납 중에서 어느 것이 더 단단한가? 그것이 더 단단한지 어떻게 알았는가?
- 면실과 모실 중에서 어느 것이 더 강한가? 그것이 더 강한지 어떻게 알았는가?

사전면담에서 상위 아동들은 단단함과 강함의 성질을 잘 구별하였으나, 중·하위 아동들은 잘 구별하지 못하였다. 사후에 면담하였던 모든 아동들은 두 가지 금속 즉, 철과 납 중에서 어느 것이 더 단단한가를 판단할 때, 실험적 준거를 사용하여 힘을 가해 구부러지는가, 그렇지 않은

가로 판단했다. 또 4명은 못으로 굽어보는 실험으로 구조적인 단단함을 판단하였다. 이것은 과학학습활동 중에 활발하게 이루어졌던 실험중의 하나였기 때문인 것으로 생각된다. 다음은 아동들의 응답을 제시한 것이다.

구부러 보거나 못으로 굽어서 잘 안 되는 쪽이 단단해요. (임현정, G H)

납과 철을 구부러 봐서... 못으로 박아서 잘 안 박아지는 것은 단단하고 잘 박아지는 것은 약하다고 할 수 있어요. (서형민, B H)

철은 구부러지지 않는 데, 납은 잘 구부러져요. 또 못으로 굽어 보아서... (이동훈, B M)

구부러 보거나 뽀족한 것으로 굽어 보아요. (이한솔, G L)

구부러봐서... (김소진, G L)

면실과 모실의 강도를 어떻게 결정한 것인가를 아동들에게 질문했을 때, 관찰적 준거의 응답은 거의 없었다. 이동훈은 '실의 두께'와 '잡아당겨서 잘 끊어지는가'로 판단한다고 응답하여 관찰적 준거와 실험적 준거를 함께 제안하였다.

손으로 끊어지게 해서, 더 오래 버티거나 잘 안 끊어지는 것... (임현정, G H)

뜯어 봐서... 잡아당겨서 끊어지는 것은 강하지 않고 끊어지지 않는 것은 강해요.

(서형민, B H)

두껍기를 보고... 당겨보아서 잘 끊어지는가, 그렇지 않는가를 보고... (이동훈, B M)

이빨로 끊어봐요... (이한솔, G L)

당겨보아서 잘 끊어지는가에 따라서 결정해요. (김소진, G L)

대부분의 아동들은 손으로 실을 잡아당기는 간단한 실험으로 실의 강도를 판단하였다.

물질의 성질 중 단단함과 같은 성질을 알아보기 위해 '여러 가지 금속 중 어느 것이 가장 잘 구부러지는가?', '어느 금속이 가장 잘 굽히는

가?'와 같은 질문에 초점을 두어 실험을 하였다. 아동들은 금속들을 구부리기 위해 힘이 필요하다는 것을 깨달았고, 그들은 어느 것이 더 많이 구부러지고, 어느 것이 더 쉽게 구부러지는가로 단단함을 결정했다. 아동들은 철과 납에 대해서 구부러짐의 정도를 눈으로 쉽게 확인할 수 있었다.

아동들은 물질의 성질에 대하여 기술할 때 '부드러움'과 '매끄러움'이라는 용어를 혼동하여 사용하였다. 이것은 아동들이 물건을 만져본 후에 그 물질의 성질에 대해 기술할 때 나타났다. 촉감과 단단함의 구별은 표면의 느낌과 표면을 눌러 보는 것의 직접적인 비교를 통하여 아동들에게 더 명확하게 이해될 수 있다. 유리로 된 물건의 성질을 언급하는 과정에서 '부드럽다'와 '매끄럽다'라는 용어가 서로 바꾸어 사용됨을 발견하였다. 한솔이는 돋보기 렌즈의 촉감을 묻는 질문에서 유리의 매끄러운 느낌에 대한 표현을 "부드러운데..."라고 언급하였다.

### 3) 물질의 성질에 대한 연구 결과 요약

아동들로 하여금 물질을 재료에 따라 분류하게 하였을 때 기능에 관한 것과 구성에 관한 것으로 분류하려는 경향이 강했으나, 과학학습활동 이후 구성에 관한 것으로 분류하려는 경향이 증가하였다. 사전 면담에서 혼동을 일으켰던 강철 솜과 솜에 대하여 사후 면담에서는 중·상위 아동들은 강철솜을 철의 그룹에, 솜을 옷감·실의 그룹에 분류하였으나, 하위 아동들은 여전히 강철솜과 솜을 같은 물질로 인식하였다.

사후 면담에서 모든 아동들은 단단함과 강함에 대한 물질의 성질을 비교할 때 주로 실험적 준거를 사용하였으며, 과학적인 개념으로의 변화가 일어났다. 물질의 성질에 관하여 기술할 때 '부드러움'과 '매끄러움'이라는 용어의 사용에서 혼동하였으나, 과학학습활동 이후에는 중·상위 아동들은 잘 구별하였고 하위 아동 2명은 용어의 구별에 어려움을 나타냈다.

### 2. 물질의 상태

과학학습활동 전과 후에 아동들에게 고체, 액

체, 기체의 예에 해당하는 물질을 그려보게 하였다. 아동들이 제시한 정확한 고체, 액체, 기체 수의 변화를 살펴보면 <표 2>와 같다.

다. 사후 면담에서 아동들이 가장 많이 언급한 기체의 성질은 '볼 수 없다', '잡을 수 없다', '바람은 공기의 움직임이다', '무게가 있다(가볍다)'

<표 2> 아동들이 제시한 정확한 고체, 액체, 기체 그림의 수(응답수)

물질의 상태	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
고체의 수	8	16	9	20	5	10	8	12	7	9
액체의 수	8	11	7	10	2	8	8	10	9	8
기체의 수	1(6)	2(5)	1(3)	2(5)	1(1)	2(2)	0(8)	1(9)	0(3)	2(8)

( ) 공기가 이용되는 예

<표 2>를 보면, 과학학습활동 이후 물질의 각 상태에 대한 정확한 예의 수가 늘어났음을 알 수 있다. 사전 면담에서는 고체를 나타내는 그림에 가루 물질이나 유연한 물질이 전혀 포함되어 있지 않았으나, 사후 면담에서는 밀가루, 철가루, 옷감, 톱밥 등이 포함되어 있었다. 기체의 예에는 여전히 공기가 이용되는 예를 제시하였다.

1) 기체에 대한 인식

사전 면담과 사후 면담에서 기체의 성질에 대한 아동들의 응답을 살펴보면 <표 3>과 같다. 사전 면담에서는 공기의 성질에 대하여 질문하였고 사후 면담에서는 기체로의 확장된 개념을 알아보기 위해 기체의 성질에 대해 질문하였다.

<표 3>을 보면 알 수 있듯이, 사후 면담에서는 기체의 성질에 대하여 다양한 응답이 나타났다

등이었다. 김소진은 사전면담에서 공기의 성질에 대해 '무게가 없다'라고 응답하였는데, 사후면담에서는 '무게가 있다'라고 응답하여 과학적인 개념으로 바뀌었음을 볼 수 있다. 임현정은 실험을 통하여 알게 된 공기의 성질인 '공기는 움직일 수 있다', '공기는 공간을 차지한다' 등을 언급하여 과학적인 개념을 획득하였음을 볼 수 있다. 상위 집단의 아동인 임현정과 서형민은 '공기 안에는 산소가 있다'라고 응답하여 공기 속에는 산소가 포함되어 있다는 사실을 인식하고 있었다.

기체에 관한 실험을 하면서 공기의 성질을 보고서에 작성하게 하였는데, 이 때에도 비슷한 응답을 하였다.

공기 안에는 산소가 들어 있다. (서형민, B H)

<표 3> 기체의 성질에 대한 인식

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
볼 수 없다(색깔이 없다)*	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○
냄새가 없다		-	○	-	-	○	-	-	-	○
만질 수 없다, 잡을 수 없다*	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-
일정한 형태가 없다*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
수증기와 김을 포함함	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
바람은 공기의 움직임*	-	○	-	○	-	○	-	-	-	○
숨쉬는 데 필요	○	-	-	○	○	-	○	○	○	○
무게가 있다(가볍다)	-	○	-	-	○	○	-	○	△	○
맛이 없다	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
공기 안에는 산소가 들어있다*	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
공기는 얼음을 녹일 수 있다	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
공기는 움직일 수 있다*	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
풍선을 볼 수 있게 해준다	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
공간을 차지한다*	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
우리 주위에 많이 있다*	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-

\* 과학적인 개념, △'무게가 없다'라는 응답

나무에서 생겨난다. (임현정, G H)  
 형민이는 '산소'라는 단어를 언급하면서 공기는 한 종류가 아니라는 것을 인식하고 있었고, 현정이는 '나무에서 생겨난다'라고 표현함으로써 '산소'의 발생에 관하여 어느 정도 인식하고 있었다.

과학학습활동 동안에 기체에 관한 더 직접적인 경험을 제공하기 위해 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 사이다의 기포를 관찰하게 하였다. 아동들은 사이다의 기포에 대하여 다양하게 표현하였다. 현정이는 사이다의 색깔에 대한 표현이나 사이다에서 나오는 기포에 관하여 비교적 정확하게 인식하고 있었다. 소진이는 투명한 색깔을 '흰색'이라고 표현했고 기포를 '색소'라고 표현하였는데, 나중에 다시 질문하였을 때에도 '색소'라고 표현하여 정확한 용어 사용에 어려움을 나타냈다.

사이다를 흔들어서 뚜껑을 열었을 때 기포가 올라오는 현상을 관찰하게 하고 그것에 관하여 질문을 하였다. 다음은 그 질문에 대한 아동들의 응답을 기술한 것이다.

한솔 : 열면서 공기가 이렇게 올라온 것 같아요.

형민 : 사이다 병 속에 공기가 들어 있다가 뚜껑을 열자 갑자기 빠져 나와서...

현정 : 공기가 안에 갇혀 있어서 답답해 하다가 여니까 너무 신나서 막 나오잖아요, 거품이랑 같이 나오니까...

위의 현정의 언급을 보면 알 수 있듯이, 현정은 사물을 의인화하여 표현하는 물활론적인 사고를 가지고 있었다.

2) 고체에 대한 인식

사전 면담과 사후 면담에서 고체의 성질에 대한 아동들의 응답을 살펴보면 <표 4>와 같다.

사전 면담에서는 아동들이 고체의 성질에 대하여 명확하게 인식하고 있지 않았다. 사후 면담에서 모든 아동들은 고체의 성질을 묻는 질문에서 고체 개념에 대한 조작적인 정의라고 할 수 있는 "담는 그릇에 따라 모양이 변하지 않는다"라고 응답하였다. 대부분의 아동들은 사후 면담에서 '단단하다, 딱딱하다'라고 응답하여 부드러운 물건을 고체로 인식하지 못하는 경향이 있었다. 그러나 김소진은 사전 면담에서 고체의 특징에 대해 전혀 언급하지 못했는데, 사후 면담에서는 "어떤 것은 딱딱하고 어떤 것은 말랑말랑해요, 찰흙 같은 것....."이라고 응답하여 부드러운 물질도 함께 고체로 인식하였다.

연구 대상 학생들은 아직 고체, 액체에 대한 정확한 개념이 형성되지 않은 상태였기 때문에 탐구활동 동안에 고체와 액체에 해당하는 물질과 직접 접하게 하면서 교사의 안내된 실험을 하였다. 과학학습활동단계에서는 고체와 액체의 다른 점을 실험을 통하여 발견하게 함으로써 고체와 액체에 대한 개념을 명확하게 인식하도록 조장했다.

아동들은 고체 또는 액체라고 부르기 위한 이유를 제시하였는데, 그 때 액체가 되기 위한 이

<표 4> 고체의 성질에 대한 인식

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
단단하다(굳은 것)	○	○	-	-	-	○	-	○	-	○
일정한 모양이 있다*	-	-	-	○	○	○	-	○	-	-
흐르지 않는다	-	○	-	○	-	-	-	○	-	○
만질 수 있다*	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
눈으로 볼 수 있다	-	○	-	-	-	○	-	○	-	-
담는 그릇에 따라 모양이 안변한다*	-	○	○	○	-	○	-	○	-	○
스스로 움직이지 못한다*	-	○	-	○	-	-	-	-	-	○
집을 수 있다(잡을 수 있다)*	-	○	-	○	-	○	○	○	-	-
무게가 있다(가볍다, 무겁다)	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○

\* 과학적인 개념

유 즉, 모든 액체의 성질을 말하였는가, 동시에 그 근거는 액체가 아닌 것을 배제하고 있는가를 생각해 볼 필요가 있었다. 한솔이는 액체에 대하여 일반적이고 보편적인 성질을 언급하는 것이 아니라 물이나 음료수에 국한해서 생각하려는 경향이 있었다. 그들에게 마실 수 없는 어떤 액체를 생각할 수 있는지를 질문했고, 그들은 모든 액체가 마실 것은 아니라는 것을 깨달았다. '무게'나 '색깔' 또한 액체만의 성질이라고 할 수 없는데, 이 경우에는 아동들 스스로의 상호작용을 통하여 서로의 의견을 논박하면서 깨닫게 되었다.

아동들은 고체를 범주화하는데 어려움을 느꼈던 것으로 나타나, 범주의 경계에 해당하는 물질을 제공했다. 즉, 밀가루가 고체인지 액체인지에 대하여 토론을 하였다.

연구자 : 형민이는 밀가루를 왜 액체라고 생각했지?

형민 : 답는 그릇에 따라 모양이 변해서....

소진 : 액체인 것 같아요.... 밀가루를요.... 삼각... 플라스크에 넣으면 모양이 이렇게 바뀔 것 같아요.

한솔 : 액체일 것 같아요.(소진의 말을 듣고) 맞아요, 그래서 액체예요.

현정 : 전, 기체예요.

연구자 : 왜 기체인 것 같애?

현정 : 왜냐면요. 그것은 액체같이 흐르지도 않고요...잡긴 잡을 수 있는데요, 굳지가 않았어

요... 그러니까 기체예요, 가루잖아요.

연구자 : 기체는 무엇이라고 알고 있지?

한솔 : 여기, 공기 같은데...

현정 : (한참 생각하더니) 아니, 액체다! 다른 그릇에 담으면요, 모양도 변하고요.... 액체는 물같이 흐르고요..... 기체는요, 바람 같은 거예요.

아동들이 밀가루를 고체라고 생각하지 않는 이유 중의 하나는 그것을 담은 그릇에 따라 모양이 변하므로 다른 고체와 같은 성질을 가지고 있다고 생각하지 않았기 때문이다. 아동들로 하여금 밀가루를 좀 더 주의 깊게 관찰하도록 하기 위해 돋보기를 사용하게 하였다. 비록 밀가루 전체가 전형적인 고체와 비슷하게 보이지는 않을지라도 각각의 알갱이는 다른 고체와 함께 범주화할 수 있을 정도로 충분히 유사하다는 것을 깨닫게 하였고, 물과 밀가루를 다른 그릇에 따를 때, 그 흐르는 모양이 다름을 발견하게 하였다. 그 다음에는 솜이나 면직물과 같은 부드럽고 유연한 물질도 고체에 포함된다는 사실을 인식하게 하여 고체 개념에 대한 확장이 이루어지게 하였다. 솜이나 면직물은 전형적인 강하고 단단한 고체와는 그 성격이 달라서 그것의 부드럽고 유연한 성질은 고체로의 인식에 도전이 되었고, 고체로 포함하는데 다소 어려움을 나타냈다.

3) 액체에 대한 인식

사전 면담과 사후 면담에서 액체의 성질에 대한 아동들의 응답을 살펴보면 <표 5>와 같다.

<표 5>를 보면, 사후 면담에서 아동들이 제시

<표 5> 액체의 성질에 대한 인식

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
흘러내린다*	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○
일정한 모양이 없다*	-	-	-	○	-	○	-	○	-	-
집을 수 없다*	-	○	-	○	○	○	-	○	-	-
마실 수 있다	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-
출렁 출렁거린다	-	○	-	○	-	-	-	○	-	○
답는 그릇에 따라 모양이 변한다*	-	○	○	○	-	○	-	○	-	○
볼 수 있다	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-
흘러내리면 자국이 생긴다	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
물로 된 것(물 같은 것)	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-
무게가 있다	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-
색깔이 있다(투명한 것도 있다)	-	○	-	-	-	-	-	○	-	○

\* 과학적인 개념

한 응답수는 사전 면담보다 증가하였고 액체의 성질에 대한 다양한 응답이 나왔다. 모든 아동들은 액체 개념에 대한 조작적인 정의라고 할 수 있는 '담는 그릇에 따라 모양이 변한다'라는 응답을 하여 액체의 성질을 확실하게 인식하고 있었다.

4) 물질의 상태에 대한 연구 결과 요약

과학학습활동 이후, 아동들은 고체, 액체, 기체

<사후면담>

- 나무는 왜 의자를 만드는 데 좋은 재료인가?  
그 이유는?
- 금속은 왜 못을 만드는 데 좋은 재료인가?  
그 이유는?

나무라는 물질의 성질과 용도를 관련시키는 아동들의 인식 수준을 살펴보면 <표 6>과 같다.

<표 6> 의자를 만드는 나무의 성질

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
<b>&lt;기능적&gt;</b>										
강하다, 튼튼하다(구조상)	-	○	-	-	-	-	○	○	○	○
단단하다(딱딱하다)	-	-	○	-	-	-	-	○	○	○
부서지지 않는다	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
<b>&lt;제조적&gt;</b>										
못을 박기 쉽다	-	-	○	○	○	-	○	-	-	-
모양을 새길 수 있다	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
잘라진다	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
만들기가 쉽다	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-
고장났을 때 고치기가 쉽다	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
<b>&lt;미학적&gt;</b>										
색칠할 수 있다	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
무늬, 색이 아름답다, 소리가 맑다	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-
깨끗하다(흙집이 나지 않는다)	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>&lt;경제적&gt;</b>										
구하기 쉽다, 싸다	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
시간이 적게 걸린다	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-

의 예를 그림으로 제시하였을 때, 고체의 예로 일정한 형태가 있는 물건, 단단하고 강한 물건뿐만 아니라 가루 물질이나 유연한 물질도 포함하여 제시하였다.

3. 물질의 용도

1) 물질의 성질과 용도와의 관련성

물질의 성질과 그 용도와의 관련성에 대한 아동들의 사고를 알아보기 위해 사전·사후 면담에서 다음과 같이 질문했다.

<사전면담>

- 나무는 왜 가구를 만드는 데 좋은 재료인가?  
그 이유는?
- 금속은 왜 동전을 만드는 데 좋은 재료인가?  
그 이유는?

사전 면담에서 대부분의 아동들은 기능적 성질을 언급하였으나, 사후면담에서 현정, 형민, 동훈이는 '나무는 왜 의자를 만드는 데 좋은 물질인가?'에 대한 응답에서 영역별로 다양한 반응을 보인 반면에, 소진이는 사전과 사후 응답에서 차이가 별로 없었다.

특징적인 것은 사전 면담에서 경제적 성질을 언급한 아동이 한 명도 없었는데, 사후 면담에서는 2명이 '구하기 쉽다'와 '시간이 적게 걸린다'라고 응답하였다.

금속이라는 물질의 성질과 용도를 관련시키는 아동들의 인식 수준을 살펴보면 <표 7>과 같다.

사후 면담에서 '금속이 왜 못을 만드는 데 좋은 물질인가?'라는 질문에 대해 강철로 된 못을 사용하였기 때문에 '박기 쉽다'라는 제조적 성질

<표 7> 못을 만드는 금속의 성질

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
<b>&lt;기능적&gt;</b>										
안 부서진다(부러지지 않는다)	○	-	-	-	○	○	○	○	-	-
단단하다(딱딱하다)	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○
강하다(튼튼하다)	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○
깨지지 않는다	-	-	○	○	-	-	-	-	○	-
안 찢어진다	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
잘 뚫어진다	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-
<b>&lt;제조적&gt;</b>										
여러가지 모양을 새길 수 있다	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
박기 쉽다	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-
<b>&lt;미학적&gt;</b>										
<b>&lt;경제적&gt;</b>										

을 언급하려는 경향이 나타났다. 서형민은 그 물건이 다른 물질로 만들어졌을 때의 나쁜 점과 비교하면서 언급하였다. 다음은 형민이의 응답을 제시한 것이다.

“딱딱해서... 단하지 않으면 벽에 박아지지 않아요. 유리로 만들면 망치로 두드렸을 때 깨져서 박을 수 없고, 얼음으로 만들면 녹아서 박아지지 않아요. 칼을 얼음으로 만들면 자를 수는 있지만, 녹아서 하루밖에 쓸 수 없어요.”

(서형민, B H)

특정 물질이 왜 특정 용도로 사용되는지에 관하여 아동들에게 질문했을 때 대부분의 아동들은 다른 물질과 비교하면서 언급하였는데, 이 경우에 아동들은 적당한 물질과 적당하지 않을 것 같은 물질을 대조하면서 말하였다. 다음은 그러한 경우의 아동들의 대화를 기술한 것이다.

소진 : 만약에 옷장을 자석으로 만들면, 철이 열쇠라면요, 따면서, 뭘 때 붙어서 좀 불편해요.

한솔 : 만약에 유리 같은 것으로 만들면요, 도둑이 들어서... 창틀 안에 돈이나 금 같은 것들이 들어 있을 거 아니에요? 그것을 깨면 물건들을 다 훔쳐갈 수 있는데, 나무로 만들면 잘 깨지지 않아요.

.....

한솔 : (타이어를) 나무로 만들면 잘 굴러가지

않고 나중에 거칠거칠해지면 금방 기울어 가지고 깨질 수도 있는 데, 고무로 만들면 펑크가 나도 갈을 수 있기 때문에...

형민 : 자전거 타이어를 나무로 만들면, 톱으로 잘리면 잘린 부분을 나무로 바꿀 수 없는 데 고무로 만들면 고무를 빼고 다시 바꿀 수가 없어요.

소진이는 자석과 철의 성질을 알고 있으면서 그것을 나무와 대조하여 생각하였다. 한솔이는 우리의 ‘깨짐성’과 나무의 ‘단단함’을 비교하면서 언급하였다.

2) 물질의 용도에 대한 연구 결과 요약

물질의 성질과 용도를 관련시키는 아동들의 사고에 대하여 사전 면담에서는 대부분의 아동들이 기능적 성질을 언급하였으나, 사후 면담에서는 영역별로 다양한 반응을 나타냈다. 사전 면담에서 경제적 성질에 관하여 응답한 아동은 한 명도 없었는데, 사후 면담에서는 의자를 만드는 나무에 대해서 언급할 때, ‘구하기 쉽다’와 ‘시간이 적게 걸린다’라는 응답도 나타났다.

아동들은 특정 물질이 왜 특정 용도로 사용되는지에 관하여 생각할 때 다른 물질과 비교하면서 언급하였는데, 이 때 적당한 물질과 적당하지 않을 것 같은 물질을 대조하면서 언급하였다.

4. 물질의 원천과 변형성

1) 물질의 원천

과학학습활동 전과 후에 면담을 통하여 면적

물의 원천에 대한 아동들의 사고를 조사한 결과는 <표 8>에 제시되어 있다.

과학학습활동 중에 면직물의 원천과 제조과정을 알아보기 위해 '한밭교육박물관'을 관람하여 옛날 조상들이 옷감을 어떤 과정을 거쳐 만들었는지에 관하여 학습하였다.

<표 8> 색깔 있는 면직물의 원천

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
양털	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
목화*	○	○	-	-	-	○	-	○	-	○
끈, 줄, 실	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
공장	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
천, 옷감	-	-	-	○	-	-	○	-	○	-

\* 과학적인 개념

사전 면담에서는 면직물의 원천에 대하여 임현정만이 '목화솜'이라고 응답하였는데, 과학학습활동 후에는 서형민을 제외한 모든 아동들이 '목화'라고 응답하였다. 이것은 과학학습활동 중에 토론을 통해서 다루어진 내용이었지만, 형민이는 한밭교육박물관을 관람하지 못했기 때문인 것으로 생각된다. 다음은 아동들이 나타낸 글을 제시한 것이다.

목화솜에서 씨아로 씨를 뺀다→베틀로 실을 만든다→실로 옷을 지은다→색깔을 입힌다.  
(임현정, G H)

씨아로 목화솜에서 씨를 뺀다→물레로 실을 만든다→실을 짜서 옷감을 만든다→색깔이 있는 면직물  
(이동훈, B M)

과학학습활동 이후 사후 면담을 통하여 금속 손가락의 원천에 대한 아동들의 사고를 조사한 결과는 <표 9>에 제시되어 있다.

<표 9> 금속 손가락의 원천

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
광석 또는 바위*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광산, 지하(명속)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
금속(쇠) 덩어리	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
원래 액체 형태의 금속	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
공장	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-

\* 과학적인 개념

과학학습활동 이후 금속 손가락의 원천에 대해서 땅 속의 '철광석'이라고 언급한 아동은 없었다. 다음은 아동들이 글로 표현한 것을 제시한 것이다.

쇠(금속)를 산다.→녹인다.→모양을 만든다→공  
게 1시간 동안 있다. (임현정, G H)

금속 덩어리를 불에 녹인다→모양의 틀에 붓는다→손가락 앞면을 구부린다. →손가락  
(서형민, B H)

쇠를 녹인다.→모양을 만든다.→말린다.→손가락  
(이동훈, B M)

쇠판에 풍선 모양을 낸다.→그 쪽(손가락 위쪽)을 구부린다.→손가락을 상자에 담는다→시장에 판다.  
(이한솔, G L)

쇠덩어리에서 불에 가열하고→덩어리는 흘러 내리기 때문에 손가락 모양에 넣는다→손가락 모양(틀)에서 손가락을 빼면 된다. (김소진, G L)

대부분의 아동들은 사후 면담에서 가장 과학적인 사고라고 할 수 있는 '불에 녹인 후 틀에서 찍어낸다'라는 표현을 사용하여 설명하였다. 하지만 이한솔은 열에 의한 방법보다는 여전히 기계적 방법을 이용하여 설명하였다.

2) 금속의 변형가능성

금속이 한 형태에서 다른 형태로 변형될 가능성에 초점을 두어 다음과 같이 질문을 하였다.

- 강철막대로 철사를 만들 수 있을까?  
그렇게 생각한 이유는?
- 강철막대로 철가루를 만들 수 있을까?  
그렇게 생각한 이유는?
- 강철막대로 강철솜을 만들 수 있을까?  
그렇게 생각한 이유는?

<표 10>은 강철막대에서 철사로의 변형 가능성에 대한 아동들의 사고의 변화를 보여주고 있다.

5명의 아동들은 강철막대에서 철가루로의 변형에 '대한' 가능성을 인정하였으나, 전부 기계적인 방법을 이용해서 즉, '갈아서' 만들 수 있다고 응답했다.

강철막대에서 강철솜으로의 변형 가능성에 대한 아동들의 사고의 변화를 살펴보면 <표 12>와 같다.

사후면담에서 4명의 아동들은 강철막대에서 강철솜으로의 변형 가능성을 인식하였으나, 소진이는 "강철막대는 솜이 아니니까"라고 언급하면

<표 10> 강철막대에서 철사로의 변형 가능성에 대한 사고

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
<b>&lt;변형이 가능하다&gt;</b>										
열의 이용	-	○	-	○	○	○	-	○	-	-
기계의 이용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
열과 기계의 이용*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구체적인 방법 제시 못함	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
<b>&lt;변형이 불가능하다&gt;</b>										
다른 성질	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-
다른 종류의 물질	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
다른 종류의 금속	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
모른다	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-

\* 과학적인 개념

<표 10>을 보면, 사후 면담하였던 모든 아동들은 강철막대에서 철사로의 변형이 가능하다고 응답하였고, 김소진은 기계를 이용해서 만들 수 있다고 응답한 반면에, 다른 아동들은 열을 이용한다고 응답했다.

강철막대에서 철가루로의 변형 가능성에 대한 아동들의 사고의 변화를 살펴보면 <표 11>과 같다.

서 변형이 불가능하다고 생각했고 강철솜은 강철막대를 갈아서 솜에 붙여서 만들었을 것 같다고 응답하여 개념 변화가 일어나지 않았다.

과학학습활동 동안에 아동들로 하여금 여러 가지 물질에 대해 그것이 무엇으로 만들어졌는지를 생각하게 하였다. 종이, 옷감, 연필, 밀가루, 도자기 등이 어떤 물질들로 만들어졌는지에 관하여 학습할 때, 직접적인 실험 대신 책, 비디오

<표 11> 강철막대에서 철가루로의 변형 가능성에 대한 사고

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
<b>&lt;변형이 가능하다&gt;</b>										
열의 이용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
기계의 이용	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○
열과 기계의 이용*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구체적인 방법 제시 못함	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
<b>&lt;변형이 불가능하다&gt;</b>										
다른 성질	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
다른 종류의 물질	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
다른 종류의 금속	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* 과학적인 개념

와 같은 2차적인 자료가 이용되었다. 아동들은 특정한 물건이 처음에 무엇으로 만들어졌는가와 어떻게 만들어졌는가에 대하여 토론하였다. 한발 교육박물관을 관람하여 옛날에는 옷감이 어떤 과정을 거쳐 만들어졌는지에 대하여 조사하였고,

여서 집어넣은 다음 섞여지게 해서 한 시간 후에 꺼내면 이렇게 돼요.

현정이는 강철솜을 실과 철이 합쳐진 물질로 생각하여 강철막대와 강철솜은 실제로 다른 물

<표 12> 강철막대에서 강철솜으로의 변형 가능성에 대한 사고

개념 유형	임현정		서형민		이동훈		이한솔		김소진	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
<b>&lt;변형이 가능하다&gt;</b>										
열의 이용	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-
기계의 이용	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
열과 기계의 이용*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구체적인 방법 제시 못함	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
<b>&lt;변형이 불가능하다&gt;</b>										
다른 성질	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
다른 종류의 물질	○	-	-	-	○	-	○	-	-	○
다른 종류의 금속	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
모른다	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-

\* 과학적인 개념

실제로 목화솜을 관찰하게 하였다. 이러한 직접적인 경험이나 2차적인 자료들은 물질이 어떻게 변화되는지, 어떤 과정을 거쳐 변화되는지를 인식하게 하였고 그 밖의 다른 물질들도 여러 가지 과정을 거쳐 만들어진다는 것을 아동들로 하여금 깨닫도록 도와주었다.

금속의 변형 가능성에 대한 학습에서는 실제로 실험을 할 수 없었기 때문에 주로 자료를 통한 토론이 주로 이루어졌다.

현정이는 금속의 변형 가능성에 관한 사고에서 “녹은 것을 판에 부어서 굳게 한다”라고 언급하여 비교적 과학적인 개념을 가지고 있었다. 소진이와 한솔이는 텔레비전에서 본 경험을 언급하면서 유리나 도자기의 변형과 관련지어 생각하였다. 다음은 강철막대에서 강철솜으로의 변형 가능성에 대한 현정이의 언급을 제시한 것이다.

연구자 : 강철솜이나 철가루도 만들 수 있을까?  
 현정 : 이것(철가루)은 강철막대를 갈아서 만들고요, 강철솜은.... 실에다가 이것(강철막대)을 녹

질이라고 인식하였다.

3) 물질의 원천과 변형성에 대한 연구 결과 요약

물질의 원천과 관련하여 면직물의 원천에 대해서는 개념 변화가 잘 일어났지만 금속 손가락의 원천에 대해서는 큰 개념 변화가 없었고, 제조과정에 대해서는 열의 과정과 기계적 과정을 함께 언급하려는 경향이 증가하였다. 금속의 변형 가능성에 대해서는 중·상위 아동들은 과학적인 개념 변화가 잘 일어났지만 하위 아동들은 개념 변화가 쉽게 일어나지 않았다.

대부분의 아동들은 물건들이 집안으로 오는 형태로 항상 있는 것이 아니라 다양한 과정을 거쳐 다양한 방식으로 변할 수 있다는 것에 대한 인식이 부족했다. 물질의 원천은 뚜렷하지 않고 제조과정은 본래 방문하기 어려운 공장 환경에 놓여져 있기 때문에 직접적인 경험을 통하여 제조 과정 동안에 발생하는 물질의 변형성에 대하여 아동들의 이해를 발달시키도록 하는 것에 한계가 있었다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 2학년 학생들의 물질에 대한 선개념을 파악하고 과학학습활동에 의한 물질 개념의 변화를 분석해보면서 물질 개념에 대한 이해 가능성을 고찰하였다. 앞 장에서 밝혀진 결과와 논의할 바탕으로 결론을 제시하고 몇 가지 제언을 하고자 한다.

##### 1. 결론

본 연구의 결과를 종합하면 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

학생들이 현상을 관찰하거나 결과를 해석하는 과정은 자신의 기대 또는 직관적 개념에 의하여 획득된 개념의 영향을 받아 자신의 방식대로 구성하게 되므로, 물질에 대해서 과학적 개념과는 다른 선개념을 가지고 있었고 학생들이 가지고 있는 물질에 대한 오개념은 과학학습활동에 의하여 과학적인 개념으로 변화하였다. 학력수준에 따라서는 학력 수준이 높을수록 과학적인 개념으로의 변화가 높았고, 물질의 성질, 물질의 상태, 물질의 용도에 대해서는 학생들의 개념 변화가 많이 일어났으나, 물질의 원천과 변형성에 대해서는 학생들이 이해하는 데 다소 어려움을 나타냈다. 과학학습활동 동안에 저학년 학생들의 특징이라고 할 수 있는 초자연적이고 물활론적인 사고가 많이 나타났다.

본 연구는 2학년 학생들이 물질에 대한 선개념을 가지고 있어 학습환경의 중요성과 미분화된 개념을 보다 분화된 개념으로 변화, 발달시키는 방향으로 학습 경험이 이루어져야 함을 시사하고 있다.

##### 2. 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 앞에서 살펴본 바와 같이 초등학교 2학년 학생들의 물질에 대한 선개념은 미분화되고 경험에 의한 나름대로의 개념을 가지고 있으며, 과학학습활동 이후에는 학생들의 개념이 변화됨을 보여주고 있다. 그러나 단 며칠 동안의 과학

학습활동에 의하여 학생들이 과학적인 개념으로 변화하는 것으로 나타났으나, 시일이 지난 다음의 파지된 개념이 지속적인지를 살펴봄으로써 학생들의 개념 변화를 더 연구해 볼 필요가 있다.

둘째, 학습 상황에서 교사는 학생들에게 지적 호기심을 유발시킬 수 있는 것을 제시하여 학생들이 학습에 능동적으로 참여하도록 조성해야 하고, 학습의 결과를 학생들이 경험한 여러 현상에 적용, 토의해보는 일반화 과정과 용어에 대한 지도를 통하여 학생들의 경험에서 비롯된 개념들의 의미가 명확해지고 분화될 수 있도록 조성해야 한다.

셋째, 현행 교육과정의 교과서 단원 배열은 내용간의 관계를 고려하여 긴밀한 구성이 되도록 해야 한다. 현행 교육과정에서는 기체 개념(공기)이 먼저 나오고 고체, 액체 개념을 다루고 있는 데, 이를 함께 다룸으로써 물질의 상태에 관한 개념이 서로 연결되어야 한다고 본다. 그리고 고체의 개념을 다룬 후에 여러 가지 가루 물질을 학습하게 되는 데, 고체의 개념을 다룰 때 가루 물질이나 부드러운 물질도 포함된다는 사실을 인식시켜줄 필요가 있다고 생각된다.

#### 참 고 문 헌

1. 김현제, 남희정(1997). 물질에 대한 아동의 선개념 및 수업효과. 한국초등과학교육학회지, 16(1), 135-152.
2. 노금자(1997). 과학적 상황과 일상적 상황에 따른 초등학생들의 용해 개념. 한국교원대학교 석사학위 논문.
3. Abruscato, J., Fusco, J., Hassard, J., Peck, D., & Strange, J. (1989). Holt Science. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
4. Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston.
5. Department of Education and Science and

- the Welsh Office (1989). Science in the National Curriculum, London: Her Majesty's Stationery Office.
6. Dickinson, D. K. (1987). The development of a concept of material kind. *Science Education*, 71(4), 615-628.
  7. Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985) Children's ideas and the learning of science. *Children's ideas in Science*. Open University Press. Milton Keynes, Philadelphia.
  8. Nakhleh, M. B., & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.
  9. Osborne, R. J., & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
  10. Russell, T., Longden, K., & McGuigan, L. (1990). *Materials: Primary SPACE project research report*: Liverpool University press.
  11. Stachel, D., & Stavy, R. (1985). The effect of teaching on the understanding of the concepts "solid" and "liquid" by kindergarten children. *European Journal of Science Education*, 7(4), 407-421.
  12. Thier, H. D., & Knott, R. C. (1992). *Material Objects: SCIS 3-Teacher Guide, level 1*. Delta Education.
- 

( 2000년 2월 접수 )