

초등학교 학생들의 증발과 응결 개념에 대한 연구

이용복 · 이성미*

서울교육대학교, *금북초등학교

Study on students' concepts of evaporation and condensation in elementary school

Lee, Yong-Bok and Seong-Mi Lee*

Seoul National University of Education *Keumbuk Elementary School

ABSTRACT

We study that what kind of the concepts of evaporation and condensation students of elementary school have. The results are following.

- (1) The students have simple concepts of evaporation on natural circumstance. However, they don't understand about various effect on evaporation.
- (2) They don't know where the evaporized water is coming from.
- (3) They have experiences on observing condensation of water (70%), however don't know that the water is evaporized in the air.
- (4) They have more understanding about evaporation, more correct concepts on condensation in circulation of water.

I. 서론

1. 연구의 필요성과 목적

객관주의 교육철학에 기초를 둔 전통적 학습 이론에서는 수업 전의 학습자의 학습 상태를 일종의 백지 상태로 보고, 수업에 의해 쉽게 대치될 수 있는 것으로 간주했다. 그러나 현대 과학 교육에 많은 영향을 주고 있는 구성주의적 관점에서는 학습자의 선행 개념은 쉽게 변하지

않는다고 가정하고 있다.

학생들은 주변의 자연 환경이나 자연 현상을 관찰하면서 자신이 가지고 있는 개념들과 끊임 없이 상호 작용을 일으킨다. 이를 통해서 학습과 관련하여 새로운 개념들을 구성해 나가고 있다. 이렇게 자연스럽게 형성된 선개념들은 개인적인 경험을 통해 발달해 왔기 때문에 쉽게 구별되거나 정정되지 않는다 (Gunstone, Champagne & Klopfer, 1981). 따라서 학습을 계획하기 이전에 학생들이 이미 가지고 있는

선행 개념의 유형을 파악하여 이를 수업에 반영하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 이러한 선개념 중에서 물의 순환을 이해하는 데 기초가 되는 개념인 증발과 응결 현상에 대해서 초등학교 4·5·6학년 학생들을 대상으로 다음과 같은 내용을 조사하려고 한다. 물의 순환에 대한 개념은 날씨의 변화와 관련하여 가장 기본적인 중요한 개념이다. 이미 이용복과 배영부(1994)의 증발, 응결, 구름, 비와 눈 등에 대한 이해 정도의 조사와 연구에서도 이미 많은 오개념을 가질 수 있음을 제시하였다.

본 연구에서는 초등학교 학생들이 이와 관련하여 어떤 유형의 선개념을 가지고 있는지를 조사·분석하고자 한다. 학생들의 선개념에 대한 연구는 이미 많은 연구자들에 의해 이루어지고 있다. 증발과 응결에 대한 선행 연구로서 최근에 이루어진 국내외 연구 자료를 간추려 보면 다음과 같다.

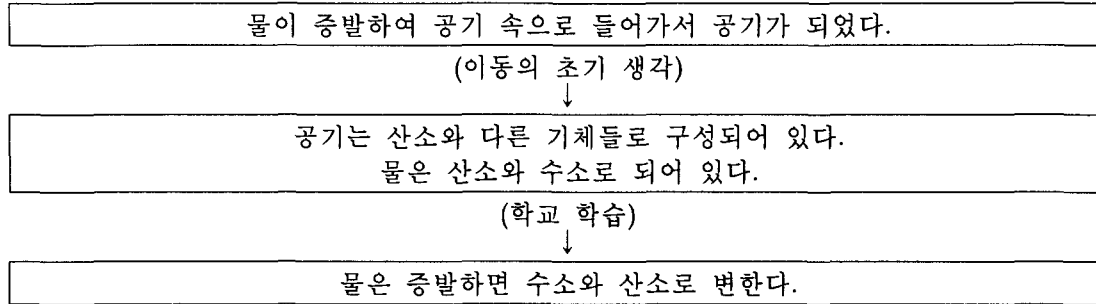
국동식(1988)은 물의 상태 변화에 대한 학생들이 현재 가지고 있는 개념 체계를 조사했다. 대부분의 학생들은 끓음에 대하여 공기나 물 속에 녹아 있던 기체가 빠져 나오는 것으로 보고 있으며, 수증기의 응결에 관하여 학생들의 15% 정도만 올바르게 이해하고 있었다고 한다. 대부분의 학생들이 이처럼 응결 현상을 잘못 이해하고 있는 점을 국동식은 교과서에서 응결의 정의를 뚜렷하게 제시하지 않았기 때문이라고 생각하고 있다. 특히, 학생들은 찬 표면에서의 응결에 관한 실험에서는 수증기가 응결해서 물이 되는 것은 대부분 이해하고 있으나 비커에 맺힌 물이 공기 중의 수증기가 응결해서 된다는 사실은 잘 이해하지 못하고 있다. 이와 유사한 연구로서 김효남(1990)은 초등학교 3·4학년을 대상으로 응결에 관한 개념을 조사한 결과, 컵 표면의 물방울이 공기 중의 수증기에서 왔다고 대답한 학생이 46%인 반면, 얼음에서 왔다는 학생이 37%임을 밝혔다. 온도가 낮아지면 수증기가 응결된다는 것을 약 1/3 정도

의 학생들은 모르고 있었다.

최후남(1991)은 물질의 상태 변화 현상에 대한 학생들의 개념 연구에서 물질의 상태 변화에 대한 학생들의 오개념을 알아보고, 그 오개념이 관련 학습의 정도와 어떤 연관이 있으며 과제 상황이 바뀔 때 따라 각 개념들을 어떻게 적용시키는지 분석하였다. 초등학교 6학년에서 중학교 3학년까지 각 학년 한 학급씩을 선정, 조사한 결과 상태 변화 현상의 경우 어려서부터 물의 상태를 많이 경험함으로써 모든 상태 변화 현상을 물의 상태 변화에 비유해서 설명하려 하고 있다고 한다. 학생들은 고체, 액체, 기체를 표현하는데 얼음, 물, 수증기라는 용어를 사용하며 특히 기체를 나타낼 때는 공기, 수증기, 기체를 혼용해서 사용하고 있었다.

양영민(1992)은 초등학교 4학년 16명을 대상으로 증발과 응결에 대한 학생들의 개념을 인터뷰를 통하여 조사하였다. 선개념 조사를 위한 도구는 영국의 SPACE PROJECT에 사용한 검사지를 한국교원대학교 과학교육 연구소에서 수정·보완한 것을 사용하였다. 학생들은 일상 생활에서 흔히 경험하고 있는 증발과 응결이라는 개념에 대하여 의미는 알고 있었으나 정의는 뚜렷하게 제시하지 못했으며 증발과 응결에 대한 과학적 개념이나 용어에 대하여 학생들이 이해하고 있는 형태는 매우 다양하며 그 표현 양식에 있어서 경험적, 시각적 관점으로 표현하고 있음을 밝혔다.

김영준(1993)은 SPACE 교수 전략이 국민학교 아동들의 증발과 응결 개념 변화에 미치는 영향을 조사한 연구에서 아동들은 같은 현상이라도 상황에 따라 어휘 사용에 큰 차이를 나타내며 증발된 물의 소재에 관해서는 상황에 관계없이 '하늘'을 언급하는 상황 독립적인 개념을 가지고 있음을 밝혀 냈다. 김영준의 연구 결과에 의하면 SPACE 교수 전략을 이용한 수업은 증발의 요인에 대한 인식, 증발된 물의 순환에 관한 생각, 물의 물리적 변화에 관한 생각 등에서 효과를 크게 나타낸다고 한다.



<그림 1> 물의 증발에 대한 아동들의 개념 변화 과정

Bar(1989)는 이스라엘의 유치원에서 9학년까지의 300명 학생에게 물의 순환, 증발에 관한 임상 면담을 실시하여 물의 보존 개념을 4단계로 나누어 연구했다. 또한 Osborne & Cosgrove(1983)는 물의 증발에 대한 아동들의 개념 변화 연구에서 학생들의 개념 변화 과정을 <그림 1>과 같은 과정으로 도식화하였다. 이것은 아동들이 학습 전에 가지고 있는 초기의 생각이 학교에서의 학습 과정에 의해서 어떻게 변화하는가를 보여주고 있다.

이상으로 증발과 응결 현상에 대한 선행 연구를 간단히 살펴보았다. 본 연구에서는 증발과 응결 현상을 관찰할 수 있는 여러 상황을 통해 학생들이 구체적으로 증발 현상을 관찰한 바 있는지의 유무, 증발의 원인, 증발에 영향을 미치는 요인, 증발과 날씨와의 관계, 증발된 물의 소재, 응결 현상의 인식과 원인 등에 대해 어떤 응답 유형을 보이는지 파악하고자 한다. 이 연구를 통해 증발과 응결에 대한 학생들의 선개념을 파악하고자 한다. 또한 물의 순환이라는 주요 개념을 이해시키기 위해 기초 단계를 어떻게 하여 학습을 진행해야 하는지에 대하여 그 효과적인 학습 계획에 도움을 주고자 한다.

2. 연구의 범주와 제한점

본 연구에서는 초등학교 자연과 교과서에 나오는 증발과 응결 개념에 대하여 초등학교 4·5·6학년 학생들이 가지고 있는 개념 유형

과 발달 정도를 알아보기 위하여 다음과 같은 연구의 범주를 설정하였다.

- 1) 증발 개념에 대해 수업 전후 초등학교 학생들은 어떤 유형의 개념을 가지고 있는가?
- 2) 응결 개념에 대해 수업 전후 초등학교 학생들은 어떤 유형의 개념을 가지고 있는가?
- 3) 증발 개념과 응결 개념의 이해 수준에는 유의미한 상관 관계가 있는가?

본 연구를 진행하는데 있어서 몇 가지 제한 조건이 있는데, 이를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 본 연구는 서울시에 소재한 초등학교 학생만을 검사 대상으로 했으므로 이 결과를 우리나라 전체 학생의 수준으로 일반화하는 데에는 제한이 따를 수 있다.
- 2) 본 연구는 검사 도구로 지필 검사지를 사용했기 때문에 학생들의 개념 유형 중 해석이 애매모호한 부분은 연구자의 주관에 개입될 수 있다. 지필 검사, 특히 선다형 검사지의 한계성으로 인하여 학생들이 가지고 있는 개념 중 정확하게 파악되지 않은 부분도 있을 것이다.
- 3) 증발과 응결 개념 문제를 점수화할 때 연구자의 주관에 따라 정답과 오답간의 점수 차를 1점으로 했다. 정답에 대한 가산점을 준다는 점수 간격을 크게 했을 때 상관 관계의 결과에 다소 차이가 있을 것이다.

본 연구의 결과를 해석하고 적용하는 데는 위와 같은 사항을 고려해야 한다.

<표 1> 연구 절차

| 연구 절차 | 연구 내용 |
|-------|---|
| 기초 연구 | 선행 연구 및 자연과 교과서 분석 증발과 응결에 대한 기본 개념 수집 1차 검사 도구 완성(주관식 7문항) 교과 교육 전문가에게 내용 타당도 의뢰 점검 |
| 예비 연구 | 예비 검사 실시 및 결과 분석 문항 내용 수정 보완(주관식 2문항 객관식 8문항) |
| 본 연구 | 개념 검사 실시 검사 결과 통계 처리 검사 결과 분석 |

II. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구의 절차는 크게 기초 연구, 예비 연구, 그리고 본 연구의 3단계로 나누어 진행되었다. 개략적인 연구의 절차는 <표 1>과 같다. <표 1>에서 제시한 연구 절차에 관한 세 가지 단계를 항목별로 그 특징을 알아보면 다음과 같다.

1) 기초 연구

본 연구와 관련된 국내외 문헌과 자료, 초등학교 자연과 교과서와 교사용 지도서를 분석하여 증발과 응결에 관련된 개념을 선정하였다. 선정된 기본 개념에 따라 주관식 7문항으로 검사 문항을 만들고 교과 교육 전문가에게 내용 타당도를 의뢰하였다. 주관식으로만 검사 문항을 만든 이유는 학생들이 사용하고 있는 어휘, 개념을 바탕으로 해서 본 연구에 필요한 검사 도구를 개발하기 위해서이다.

2) 예비 연구

제작된 개념 조사 문항을 서울 K초등학교 4, 5, 6학년 각각 한 학급씩 표집하여 예비 검사지를 투입하였다. 그 결과를 분석하여 문항의

질문 방식이나 사용한 예 등을 수정하고 해석이 애매 모호한 부분을 좀 더 세분화하여 주관식 2문항, 객관식 7문항의 검사지를 다시 개발했다. 객관식 문항에 쓰인 보기는 학생들의 응답을 바탕으로 해서 재구성되었다.

3) 본 연구

최종적으로 완성된 검사 문항으로 검사지를 작성하고 이를 1997년 10월에 서울시에 소재한 K초교, R초교, D초교에 각각 투입하였다. 학교는 지역별로 중구, 북부, 강동에서 추출하여 지역에 따른 편차를 최대한 줄이고자 했다. 검사 시간은 30분으로 했고 각 학급 담임 교사의 감독 하에 검사를 시행했다.

4) 연구 결과 분석

검사 결과는 통계 프로그램 SPSSWIN 6.0으로 분석했고 주로 카이스퀘어 검증을 실시했다.

2. 연구 대상

연구를 위해 선정한 학생은 증발과 응결에 대한 학습을 하기 전인 4학년과 학습을 한 지 몇 개월 지난 5학년, 그리고 1년 이상 지난 6학년이다. 서울시에 소재한 3개 학교에서 가급적 남녀의 비율을 맞추어 각 학년 100여명 씩을 무작위 추출했다. 단, D 초교에서는 청소년단체

<표 2> 연구 대상 학생

| 구 분 | K 초교 | | R 초교 | | D 초교 | | 계 |
|-------|------|----|------|----|------|----|-----|
| | 남 | 여 | 남 | 여 | 남 | 여 | |
| 4 학 년 | 15 | 16 | 20 | 19 | - | 33 | 103 |
| 5 학 년 | 32 | 26 | 20 | 20 | 19 | 16 | 133 |
| 6 학 년 | 16 | 18 | 23 | 17 | 26 | 10 | 110 |
| 계 | 63 | 60 | 63 | 56 | 45 | 59 | 346 |
| | 123 | | 119 | | 104 | | |

<표 3> 문항 구성 관련 기본 개념

| 분류 항목 | 기본 개념 | 문항번호 | 문항 내용 | 문항 형태 |
|-------|-------|------|------------------|-------|
| A | 증발 | 1 | 증발 현상에 대한 인식 | 서술형 |
| | | 2 | 증발된 물의 소재 | 선다형 |
| | | 3 | 증발의 원인 | 선다형 |
| | | 4 | 증발에 영향을 주는 요인 인식 | 서술형 |
| | | 5 | 날씨와 증발과의 관계 | 선다형 |
| B | 응결 | 6 | 응결 현상에 대한 인식 | 선다형 |
| | | 7 | 응결 현상의 관찰 유무 | 선다형 |
| | | 8 | 응결의 원인 | 선다형 |
| | | 9 | " | 선다형 |
| | | 10 | " | 선다형 |

하나를 대상으로 설문 조사를 했기 때문에 남녀 비율에 차이가 있으나, 전체 사례수에 비추어 볼 때는 별로 문제가 되지 않는다고 생각된다.

3. 검사 도구

본 연구에서는 초등 학교 자연과에 나오는 증발과 응결에 관한 내용 중에서 증발된 물의 소재, 증발의 원인, 증발에 영향을 미치는 요인, 날씨와 증발과의 관계, 응결 현상의 원인 등을 주요 개념으로 선정했다. 증발과 응결 개념의 유형과 상관 관계를 알아보기 위해 연구자가 개발한 문항은 총 10문항으로 서술형 2문항과 선다형 8문항이다. 1번부터 5번까지의 문항에서는 증발에 관한 개념을 묻고 있고, 6번부터 10번까지의 문항은 응결에 대해 묻고 있다. 각 문항을 구성하는 기본 개념은 <표 3>에 자세히

제시했다.

III. 연구 결과의 분석

1. 문항별 개념 유형의 분석

1) 문항 1 - 증발 현상에 대한 인식

어머니께서 맑은 날 마당에 빨래를 너셨습니다. 하루가 지난 후 가 보면 젖어 있던 빨래에 어떤 일이 일어났을까요?

이 문제는 주관식으로 출제되어 '빨래가 말라 있다'라고 대답한 어린이는 통과한 것으로, 그 외의 대답을 한 어린이는 실패한 것으로 처리하였다. 우리의 일상 생활 가운데 쉽게 경험 또는 관찰할 수 있는 현상이기 때문에 이에 대한

<표 4> 증발 현상에 대한 인식

| 보 기 학 년 | 실패 | 통과 | 합계 |
|------------|--------------|---------------|----------------|
| 4학년 | 11 (10.7) | 92 (89.3) | 103 (29.8) |
| 5학년 | 5 (3.8) | 128 (96.2) | 133 (38.4) |
| 6학년 | 5 (4.5) | 105 (95.5) | 110 (31.8) |
| 합계 | 21 (6.1) | 325 (93.9) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

인지도는 상당히 높다.

빨래가 마르는 현상에 대해 올바르게 답한 어린이는 전체 346명 중 325명에 이르며 이는 전체 93.9%의 비율을 차지한다. 카이스퀘어로 분석한 결과 학년에 따른 응답 유형의 차이는 없었다. 기타 대답을 한 어린이들의 대답 유형은 전혀 응답을 하지 않거나, '비가 와서 계속 젖어 있다.' 또는 '평평하게 되어 있다.'는 등으로 제시한 문제의 의도에서 빗나간 응답을 한 경우이다. 출제자의 의도를 잘 파악하지 못하거나 장난스러운 답변을 한 경우이긴 하나 젖은 빨래가 시간이 지나면 마른다는 사실은 거의 모든 학생들이 알고 있을 것으로 추측된다.

용어의 사용을 살펴보면 대부분의 어린이들이 '말랐다'라는 말을 사용하고 있으며, 드물게 '사라졌다' 또는 '없어졌다'라는 단어를 쓰는 경우도 있었다. 간혹 '증발되어 하늘로 올라갔다' 또는 '증발되어 수증기가 되었다'와 같이 과학적 용어를 사용하여 증발 현상을 정확하게 설명하고 있는 경우도 있었다. 각 학년에 따른 응답 유형을 분석한 결과는 아래의 <표4>에 자세히 제시했다.

이 결과에 의하면 통과율이 5학년(96.2%)과 6학년(95.5%)은 거의 같은 값이고, 4학년(89.3%)의 경우는 낮게 나타났다. 이는 초등학교 자연 교과서의 내용 구성과 관련이 있다고 본다. 즉, 5

학년 과정에서 날씨의 변화를 다루고 있기 때문이다.

2) 문항 2 - 증발된 물의 소재

빨래에 축축이 젖어 있던 물은 어떻게 되었을까요? (어디로 갔을까요?)

- ① 빨래 속으로 스며든다.
- ② 땅으로 떨어진 후 모두 땅 속으로 스며들었다.
- ③ 말라서 공기로 변한다.
- ④ 공기가 되어 하늘로 올라간다.
- ⑤ 보이지 않는 기체가 되어 공기 속으로 들어간다.

이 문항에 대한 분석 결과는 <표 5>와 같다. 이 문제에서 정답을 맞춘 학생(보이지 않는 기체가 되어 공기 속으로 들어간다)은 모두 175명으로 전체의 응답자 중에서 50.6%를 차지하고 있다.

다음으로 많은 수의 학생들이 '공기가 되어 하늘로 올라간다'로 답한 것을 볼 수 있다. 이러한 개념을 가지고 있는 학생은 정답을 맞춘 50.6%의 학생 보다 약간 낮은 비율인 37.3%에 달한다. 그리고 ③번이나 ④번에 응답하고 있

<표 5> 증발된 물의 소재에 대한 응답 유형

| 학 년 | 보 기 | | | | | | |
|-----|------------|------------|-------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| | 무응답 | 빨래 속으로 스며들 | 땅 속으로 스며들 | 공기로 변함 | 공기가 되어 하늘로 | 수증기가 되어 하늘로 | 합계 |
| 4학년 | 1 (1.0) | 1 (1.0) | 3 (2.9) | 11 (10.7) | 55 (53.4) | 32 (31.1) | 103 (29.8) |
| 5학년 | | 3 (2.3) | 5 (3.8) | 11 (8.3) | 45 (33.8) | 69 (51.9) | 133 (38.4) |
| 6학년 | | 1 (9.0) | 2 (1.8) | 4 (3.6) | 29 (26.4) | 74 (67.3) | 110 (31.8) |
| 합계 | 1 (0.3) | 5 (1.4) | 10 (2.9) | 26 (7.5) | 129 (37.3) | 175 (50.6) | 346 (100.0) |

* p < 0.001

는 이 학생들 중에는 물이 말라서 없어지는 현상이 액체에서 기체로의 상태 변화임을 알고 있다. 그러나 물의 기체 상태가 수증기임을 인식하지 못하고 단순히 공기로 잘못 알고 있는 것이다. 이러한 결과에 비추어 볼 때 어린이들 중 상당수가 수증기와 공기의 개념을 혼동하고 있음을 알 수 있다.

유의도 0.001 수준에서 본 결과는 학년에 따른 응답 유형에 뚜렷한 차이가 있었다. 즉, 학년이 올라갈수록 증발 현상을 정확하게 이해하고 있으며 이는 학습의 효과인 것으로 추측된다.

3) 문항 3 - 증발의 원인

2번 문제에서 물이 없어지게 된 원인이 무엇이라고 생각하나요?

- ① 바람에 실려 날아갔다.
- ② 건조해서 사라져 버렸다.
- ③ 원래 물은 구름 속에 있었으므로 다시 구름으로 올라간다.
- ④ 햇빛으로부터 받은 열 때문에 수증기 상태로 변했다.

다음은 증발한 물이 어디로 갔는가 하는 물의 소재에 대한 물음이다. 이를 분석한 결과는

<표 6> 증발의 원인에 대한 응답 유형

| 학 년 | 보 기 | | | | | |
|-----|------------|------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| | 무응답 | 바람 | 건조함 | 구름 속 | 햇 빛 | 합계 |
| 4학년 | 3 (1.5) | 1 (1.2) | 2 (3.3) | 9 (5.4) | 88 (91.7) | 103 (29.8) |
| 5학년 | 1 (0.8) | 2 (1.5) | 7 (5.3) | 8 (6.0) | 115 (86.5) | 135 (39.0) |
| 6학년 | 1 (0.9) | 1 (0.9) | 2 (1.8) | 1 (0.9) | 105 (95.5) | 110 (31.8) |
| 합계 | 5 (1.4) | 4 (1.2) | 11 (3.2) | 18 (5.2) | 308 (89.0) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

<표 7> 증발에 미치는 조건에 대한 응답 유형

| 학 년 \ 보 기 | 무응답 | 바람 | 열 | 열+바람 | 표면적 | 합계 |
|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|----------------|
| 4학년 | 20 (19.4) | 1 (1.0) | 61 (59.2) | 20 (19.4) | 1 (1.0) | 101 (29.2) |
| 5학년 | 17 (12.8) | 16 (12.0) | 61 (45.9) | 39 (29.3) | | 135 (39.0) |
| 6학년 | 16 (14.5) | 16 (14.5) | 38 (34.5) | 39 (35.5) | 1 (0.9) | 110 (31.8) |
| 합계 | 53 (15.3) | 33 (9.5) | 160 (46.2) | 98 (28.3) | 2 (0.6) | 346 (100.0) |

* p < 0.001.

<표 5>와 같다. 이 문항은 증발의 원인이 무엇 인지를 묻는 내용이다. 보기 중에서 ③번만이 유아적 개념이고 나머지는 모두 통풍, 건조, 열 등으로서 증발에 끼칠 수 있는 영향이 그 속에 내포되어 있다.

(문항 3)에서는 308명 (89.0%)의 어린이가 물이 없어지게 된 원인을 보기의 ④번 내용인 '햇빛으로부터 받은 열 때문에 수증기 상태로 변했다'라고 알고 있다. 이에 대하여 카이스퀘어로 검증해 본 결과 유의도가 0.05로서 학년별 응답 유형에 따른 유의미한 차이는 없었다. 대부분의 학생들이 ④번을 응답하고 있는 것으로 보아 증발의 원인으로서는 햇빛, 즉 열을 가장 먼저 그리고 가장 많은 수의 학생들이 떠올리고 있음을 알 수 있다.

4) 증발에 영향을 미치는 요인

물을 더 빨리 마르게 할 수 있을까요? 어떤 방법을 쓰면 좋을까요? 자신의 생각을 써 보세요.

이 문제는 증발에 미치는 조건에 대해 학생들이 어떻게 인식하고 있는지를 알아보기 위해서 서술형으로 출제했다. 학생들은 빠르게 말리기 위해서 선풍기, 부채, 뜨거운 방바닥, 드라이어

기, 난로, 온풍기 등의 다양한 것들을 예를 들고 있다. 이는 그 특성에 따라 열과 바람(통풍), 표면적, 또는 복합적인 요인 등으로 구분하여 응답 유형을 분석하였다. 그 결과는 아래에 제시된 <표 7>과 같다.

전체 어린이의 46.2%가 증발의 조건으로 열을 들었다. 구체적인 응답 사례는 '햇빛이 쨍쨍 내리쬐게 한다' 또는 '햇빛이 잘 드는 곳으로 빨래를 옮긴다'라는 것과 같이 태양을 언급하고 있는 경우도 많았다. 이러한 응답을 많이 한 이유는 우리 일상 생활에서의 경험과 밀접한 관련이 있기 때문으로 보인다.

두 번째로 많은 빈도를 보이고 있는 것은 열과 바람을 함께 언급하고 있는 것인데 28.3%로 나타났고, 구체적인 기구로서 드라이어를 예로 많이 들었다. 전체 346명 학생 중에서 2명이 '빨래를 펴서 낸다.'는 대답으로 공기와 닿는 표면적이 넓을수록 증발이 더 잘 일어날 수 있다는 것을 알고 있었으나 이는 전체 학생 수의 0.6%로 매우 미미한 비율을 보인다. 공기와 닿는 면적이 넓을수록 증발이 빨리 일어난다는 사실에 대해서는 학생들이 별로 인지하고 있지 못함을 알 수 있다.

유의도 0.001 수준에서 검증해 본 결과 학년별 응답 유형에 유의미한 차이가 있었다. 이러한 통계 분석의 결과로 볼 때 학년이 올라갈수

<표 8> 날씨와 증발과의 관계에 대한 응답 유형

| 학 년 | 보 기 | | | | | |
|-----|------------|--------------|------------|--------------------|---------------------|----------------|
| | 무응답 | 여름 장마철 | 흐린 가을날 | 맑으나 바람없는 가을날 | 덥고 바람도 부는 여름날 | 합계 |
| 4학년 | 2 (1.9) | 8 (7.8) | | 5 (4.9) | 88 (85.4) | 101 (29.2) |
| 5학년 | | 18 (13.5) | | 6 (4.5) | 109 (82.0) | 135 (39.0) |
| 6학년 | 1 (0.9) | 5 (4.5) | 2 (1.8) | 9 (8.2) | 93 (84.5) | 110 (31.8) |
| 합계 | 3 (0.9) | 31 (9.0) | 2 (0.6) | 20 (5.8) | 290 (83.8) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

록 학생들은 증발에 영향을 미치는 조건을 좀 더 복합적으로 인지하고 있음을 알 수 있었다. 저학년일수록 열원에 응답 횟수가 높고 다른 변인은 별로 인식하고 있지 못한 반면, 5학년과 6학년으로 갈수록 비교적 다양한 대답이 나오 고 있었다.

5) 문항 5 - 날씨와 증발과의 관계

다음 중 어느 날 빨래가 가장 잘 마를까요?
 ① 장마철, 더운 여름날
 ② 구름이 많이 낀 가을날
 ③ 구름 한 점, 바람 한 점 없는 맑은 가을날
 ④ 바람이 약간 불고 햇빛이 뜨거운 여름날

이 문제는 증발에 영향을 미치는 조건과 날씨 또는 기후와의 관계에 대해 학생들이 어떻게 인지하고 있는지를 알아보기 위한 목적으로 출제했다. 그 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

이 문항은 대기의 상태가 어떠한가에 초점을 맞추었다. 즉, 대기의 온도와 습도 그리고 바람 (통풍효과) 중에서 증발과 관련하여 가장 큰 요소로 작용하는 것을 물었다. 대부분의 학생이 증발의 중요한 조건으로 대기의 건조한 상태 보다도 온도와 바람의 효과를 더 강하게 여기

고 있다(83.8%).

6) 문항 6 - 응결 현상의 대한 인식

2번 문제에서 사라진 물기가 다시 물방울로 돌아오게 할 수 있을까요?
 ① 돌아오게 할 수 있다.
 ② 다시 물방울이 되는 것은 불가능하다.

(문항 6)은 응결에 대한 개념 정도를 조사한 것이다. 그 분석 결과는 <표 9>와 같다. 이미 앞에서 알아보았듯이 (문항 2)에서는 학생들 중 98.3%가 빨래에서 사라진 물기가 공기든지 또는 수증기든지 어떠한 형태로써 대기 속에 포함되어 있다고 응답했다. 즉, 빨래에서 없어진 물기는 그 존재 자체가 없어진 것이 아니라 물리적인 형태를 바꾸어 어디엔가 존재하고 있다고 인지하고 있는 것이다.

그러나 그 사라진 수증기가 다시 물방울로 돌아오게 할 수 있는가 하는 질문에는 가능하다고 대답한 학생들이 전체 약 70%에 불과하고 30%의 학생들은 이를 불가능하다고 보고 있다. 한 번 기체가 된 물은 다시 액체가 될 수 없다고 생각하는 것이다.

얼음이 녹으면 물이 되고 물은 또한 얼음으

<표 9> 응결 현상에 대한 인식

| 학 년 \ 보 기 | 있다 | 없다 | 합계 |
|-----------|---------------|---------------|----------------|
| 4학년 | 75 (72.8) | 28 (27.2) | 103 (29.8) |
| 5학년 | 92 (69.2) | 41 (30.8) | 133 (38.4) |
| 6학년 | 73 (66.4) | 37 (33.6) | 110 (31.8) |
| 합계 | 240 (69.4) | 106 (30.6) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

<표 10> 응결 현상의 관찰 유무

| 학 년 \ 보 기 | 변화 없음 | 하얀 김 | 작은 물방울 | 합계 |
|-----------|------------|--------------|---------------|----------------|
| 4학년 | 1 (1.0) | 19 (18.8) | 81 (23.4) | 101 (29.2) |
| 5학년 | 3 (2.3) | 17 (4.9) | 115 (85.0) | 135 (39.0) |
| 6학년 | | 19 (17.3) | 91 (26.3) | 110 (31.8) |
| 합계 | 4 (1.2) | 55 (15.9) | 287 (82.9) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

로 만들 수 있으나 수증기가 된 물은 다시 액체 상태로 되돌아 올 수 없다고 하는 오개념을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 기체는 눈에 보이지 않기 때문에 설사 액화 현상을 관찰한다 하더라도 그것이 공기 중의 수증기로부터 유래되었다는 사실은 미처 알지 못하는 것이라 생각된다. 이는 일상 생활 가운데에서 고체에서 액체로, 또는 액체에서 고체로의 상태 변화는 쉽게 관찰이 가능하나, 기체에서 액체로의 상태 변화는 쉽게 관찰 할 수 없기 때문이라 추측된다.

7) 문항 7 - 응결 현상의 대한 인식

더운 여름철 어느 날 영희는 차가운 물을 마시려고 컵에 물과 얼음을 넣었습니다. 잠시 화장실을 다녀와서 다시 관찰했을 때 컵 표면은 어떠했을까요?

- ① 아무런 변화가 없다.
- ② 컵이 너무 차가워서 그 주위에 하얀 김(연기)같은 것이 생긴다.
- ③ 작은 물방울들이 맺혀 있다.

다음은 응결 현상을 잘 알고 있는지에 대한 물음이다. 그 분석한 결과는 <표 10>과 같다. 이 내용은 이미 5학년 1학기 '날씨의 변화'라는 단원에서 차가운 컵 주위에 생기는 물방울을 관찰하는 학습이 이미 이루어져 있었다. 이 때문에 특히 5학년의 정답율이 높기는 하지만 통

<표 11> 응결의 원인에 대한 응답 유형

| 보 기 학 년 | 무응답 | 얼음 | 물 | 공기 | 합계 |
|------------|---------------|--------------|-------------|---------------|----------------|
| 4학년 | 1 (1.2) | 20 (24.7) | 5 (6.2) | 55 (67.9) | 81 (28.4) |
| 5학년 | 1 (0.9) | 41 (36.3) | 8 (7.1) | 63 (55.8) | 113 (39.6) |
| 6학년 | 1 (1.1) | 26 (28.6) | 9 (9.9) | 55 (60.4) | 91 (31.9) |
| 합계 | 108 (31.2) | 87 (30.5) | 22 (7.7) | 173 (60.7) | 285 (100.0) |

* p > 0.05

계적으로 유의미한 차이는 없었다.

위의 결과로 보아 비교적 관찰하기가 용이한 이 응결 현상에 대해서는 전체의 82.9%가 올바르게 대답을 했다.

8) 문항 8 - 응결의 원인

깨끗하던 컵 표면에 생긴 물방울은 어디에서 왔을까요?
(어떻게 해서 생긴 것일까요?)

- ① 차가운 얼음에서 왔다.
- ② 컵 속의 물로부터 왔다.
- ③ 하늘에서 왔다.
- ④ 공기 중에서 왔다. (바깥의 따뜻한 공기)

이 문제는 응결 현상으로 인해 생긴 물방울의 소재에 대해 묻고 있다. (문항 7)에서 정답을 맞춘 학생 285명만 대상으로 해서 (문항 8)을 분석했다. 그 결과는 <표 11>과 같다.

차가운 얼음이나 컵 속의 물로부터 물방울이 왔다고 생각하는 학생은 모두 109명으로 전체의 약 38.2%에 해당하는 숫자이다. 반면, 60.7%의 학생들은 컵 바깥쪽에 맺힌 물방울이 공기 중에서 왔다고 바르게 응답하고 있다. 이 문항의 분석 결과로 보아 상당히 많은 수의 학생들이 컵 표면에 생기는 물방울이 컵의 내부에 물결과 관련을 시키고 있는 오개념을 가지고 있

다.

9) 문항 9 - 응결의 원인

컵 안에 콜라가 들어 있었다면 컵 바깥쪽(컵 표면)에 있는 물방울의 맛은 어떨까요?

- ① 아무 맛도 나지 않는다. 맹물이다.
- ② 달짝지근한 것이 콜라 맛과 비슷하다.

이 문제에서는 컵 안에 물 대신에 콜라가 들어 있다고 가정함으로써 컵 바깥쪽에 생긴 물방울이 과연 컵 안에서 나온 것인지, 컵 바깥쪽에서 생긴 것인지를 다시 한 번 생각하도록 하기 위해 만들었다. 만약 차가운 컵 표면의 물방울이 얼음이나 물에서 나온 것이라는 생각을 하고 있다면 (문항 9)에 대해서는 ②번 보기를 선택하게 될 것이다.

이를 분석한 결과는 <표 12>에 제시하고 있다. 이 분석에 의하면 전체 학생의 71.1%가 컵 바깥쪽의 물방울은 아무 맛이 없을 것이라고 응답했다. 반면에 28.0%의 학생들은 컵 안에 콜라가 들어 있었으므로 컵 바깥쪽의 물방울은 콜라 맛이 날 것이라고 응답했다. 즉, 여전히 컵 바깥쪽의 물방울이 컵 안쪽에서 새어나와 생긴 것이라는 비논리적인 생각을 하고 있는 것이다.

(문항 8)에서는 컵 표면에 생긴 물방울이 얼

<표 12> 응결의 원인에 대한 응답 유형

| 학 년 \ 보 기 | 무응답 | 맹물 | 콜라 | 합계 |
|-----------|------------|---------------|--------------|----------------|
| 4학년 | 3 (2.9) | 67 (6.5) | 33 (32.0) | 103 (29.8) |
| 5학년 | | 97 (72.9) | 36 (27.1) | 133 (38.4) |
| 6학년 | | 82 (74.5) | 28 (25.5) | 110 (31.8) |
| 합계 | 3 (0.9) | 246 (71.1) | 99 (28.6) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

음이나 컵 안의 물에서 비롯되었다고 응답한 학생이 38.2%이었다. (문항 9)에서는 28.6%이다. 조금 오답율이 줄어들기는 했지만 두 문제의 결과가 서로 비슷함을 알 수 있다. 즉, 얼음에서 물방울이 생겼다는 비논리적인 응답이 문제를 잘못 이해해서 생긴 결과가 아니라는 결론을 얻을 수 있다.

10) 문항 10 - 응결의 원인

컵 표면에 물방울이 생긴 까닭은 무엇이라고 생각하나요?

- ① 우리가 더우면 땀을 흘리는 것과 같은 원리이다.
- ② 얼음이 증발하면서 물방울들이 컵 바깥쪽 표면에 붙었다
- ③ 얼음 속에 들어 있던 기체 방울들이 녹으면서 컵 바깥쪽에 붙었다.
- ④ 바깥쪽의 따뜻한 공기가 차가운 컵에 닿아 물방울로 변했다.
- ⑤ 공기 중에 떠다니던 작은 물방울이 컵 바깥쪽에 달라붙었다.
- ⑥ 공기 중에 떠다니던 수증기가 차가운 컵에 닿아 물방울로 변했다.

(문항 10)은 컵 표면에 물방울이 생기는 원인을 묻고 있는 문제이다. 이 문항의 예상되는 보기는 6종류로 열거했다. 이 보기들은 개념의 이

해 수준과 관련을 시켜 만들었다. 보기의 ①, ②, ③은 비논리적인 예들이며, ⑤는 논리성은 있으나 응결의 개념을 가지지 못한 경우에 대한 내용이고, ④와 ⑥은 올바르게 응결의 개념을 가진 내용이다. 이 항목들에 대한 응답한 결과는 <표 13>의 내용과 같다.

보기에서 ①, ②, ③은 일반적으로 너무나 비논리적인 생각인데도 여기에 응답한 학생 수는 무려 전체의 36.5%에 달하고 있다. 이는 이미 앞의 문항 분석에서도 제시한 바와 같이 응결에 대한 개념이 유아적 단계에 있음을 보여준다. 전체 조사 대상인 346명의 학생 중에서 ④, ⑤, 또는 ⑥번을 선택한 학생 수는 63.6%이다. 이는 컵 표면의 물방울이 외부 공기에서 생긴 것이라는 (문항 8)의 정답율과 거의 비슷한 결과이다.

④번 보다는 ⑥번의 보기가 더 정확하게 응결 현상의 원인과 결과를 표현하고 있음에도 불구하고 오히려 ④번을 선택한 학생 수가 더 많음을 볼 수 있다. 이 사실은 이들이 아직 '공기'와 '수증기'의 개념을 혼동하고 있음을 보이고 있는 것이다. 또한 카이스퀘어 분석 결과 유의도 0.05수준에서 학년에 따른 응답 유형에 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다.

2 상관 관계

<표 13> 응결의 원인에 대한 응답 유형

| 보 기 학 년 | 무응답 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 합계 |
|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|----------------|
| 4학년 | 7 (6.8) | 6 (5.8) | 18 (17.5) | 12 (11.7) | 23 (22.3) | 4 (3.9) | 33 (32.0) | 101 (29.2) |
| 5학년 | | 8 (6.0) | 12 (9.0) | 22 (16.5) | 57 (42.9) | 4 (3.0) | 30 (22.6) | 135 (39.0) |
| 6학년 | 3 (2.7) | 4 (3.6) | 20 (18.2) | 14 (12.7) | 41 (37.3) | 4 (3.6) | 24 (21.8) | 110 (31.8) |
| 합계 | 10 (2.9) | 18 (5.2) | 50 (14.5) | 48 (13.9) | 121 (35.0) | 12 (3.5) | 87 (25.1) | 346 (100.0) |

* p > 0.05

<표 14> 증발 개념 이해 정도와 6번 문제와의 상관 관계

| 6번 문제 점수 | 가능함 | 불가능함 | 합계 |
|-------------|-------------|------------|------------|
| 평균 이하 | 110 (65.1%) | 59(34.9%) | 169(48.8%) |
| 평균 이상 | 130 (73.4%) | 47(26.6%) | 177(51.2%) |
| 합계 | 240 (69.4%) | 106(30.6%) | 346(100%) |

* p > 0.05

1) 증발과 응결 개념간의 상관관계

증발에 관한 1번에서 5번까지의 문제에 각각 점수를 부과하여 정량적인 계산을 시도했다. 그 결과 학생들의 점수는 4점에서 만점인 24점의 분포를 보였다. 증발 문항에 대한 학생들의 평균 점수를 구하여 평균 이하의 학생들과 평균 이상의 학생들 간에 응결 현상을 이해하는 데 있어서 어떤 유의미한 차이가 있는지 검증해 본 결과 다음과 같은 결과가 나왔다.

<표 14>는 위에서 구한 학생들의 평균 점수와 (문항 6)에서 제시한 '사라진 물기가 다시 물방울이 될 수 있는지를 묻는 문제'에 대한 서로의 교차 분석한 결과이다. 이에서 보면 증발에 대해 비교적 잘 인지하고 있는 어린이 177명 중 130명(73.4%)이 응결에 대해서도 올바른 개념을 가지고 있다. 반면에 증발에 대한 인지도가 평균 이하인 학생들도 약 65.1%가 응결

현상에 대해 바르게 응답하고 있다. 증발에 대해 인지도가 낮은 학생들보다는 정답을 맞춘 확률이 높지만 카이스퀘어 분석 결과 유의미한 차이는 나타내지 못했다.

이 분석 결과를 보면 증발과 응결의 가역 관계를 학생들이 상당히 혼동하고 있다고 생각된다. 증발에 대해 평균 이상의 높은 이해 수준을 가지고 있는 학생과 그렇지 못한 학생들이 응결의 가능성을 묻고 있는 문제에서의 응답 유형이 서로 비슷하다. 이는 증발과 응결 현상을 각각에 대해서는 잘 인식하고 있어도, 그 가역 관계를 이해하는 수준은 매우 낮다는 사실을 보여주고 있다.

2) 증발과 응결의 개념의 이해 간의 상관관계

이 상관 관계는 증발과 응결 개념에 대한 응

<표 15> 증발과 응결 개념의 이해 정도에 따른 상관 관계 분석

| | 응결 - 상 | 응결 - 하 | 합계 |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| 증발 - 상 | 84 (47.7%) | 92 (52.3%) | 176 (63.6%) |
| 증발 - 하 | 60 (35.7%) | 69 (54.8%) | 168 (36.4%) |
| 합계 | 144 (41.9%) | 200 (58.1%) | 344 (100%) |

* p < 0.05

답 유형을 점수화했을 때, 평균 이상의 점수를 받은 그룹과 평균 이하의 점수를 받은 그룹을 상·하 집단으로 명칭하고, 이 두 집단에 대한 교차 분석을 실시해 얻은 결과이다. <표 15>는 그 결과를 나타낸 것이다.

증발에 대해 높은 이해를 하고 있는 학생들이 응결에 관해서도 역시 높은 수준의 이해를 하고 있으며, 반대로 증발에 대해 낮은 이해를 보이는 학생들은 응결에 대해서도 마찬가지로 이해 수준이 낮았다.

IV. 결론 및 제언

이상으로 증발과 응결에 대하여 초등학교 학생들이 가지고 있는 개념에 대해서 여러 가지 방향으로 분석했다. 특히 초등학교 학생들이 가지고 있는 개념에 따라 응답 유형과 이해 정도를 분석했다. 이들 결과를 종합하여 요약하면 다음과 같다.

첫째, 증발에 대한 일반적 현상에 대해서는 개념의 이해가 높았으나 증발에 미치는 요인을 인식함에 있어서는 다양성을 보이지 못하고 있다. 주로 '열원'에만 집중하고 있는데, 고학년일수록 바람(통풍)이라던가 열과 바람을 함께 가해 주는 등, 좀 더 복합적인 요인을 인식하고 있었다.

둘째, 증발된 물의 소재에 대해서는 많은 수의 학생들이 '하늘' 또는 '공기'라고 대답하고 있다. 그러나 용어의 사용에 있어서 하늘과 공

기를 혼동하고 있으며, 증발된 물이 공기로 변한다는 오개념을 가지고 있다. 즉, 수증기와 공기라는 개념을 서로 혼동하고 있는 것이다.

셋째, 응결 현상에 대해서는 약 70%의 학생이 관찰한 바 있으나 그 응결된 물이 증발되어 공기 속에 수증기 상태로 있던 것이라는 사실을 잘 인지하지 못하고 있다. 즉, 증발과 응결의 가역 반응을 이하지 못하고 두 가지를 독립된 상황으로 인식하고 있다. 물의 순환에 대한 기초 개념으로서, 증발된 수증기가 다시 물로 돌아올 수 있는지에 대한 질문에 증발 개념의 이해 정도는 별로 유의미한 영향을 끼치지 못했다.

넷째, 증발에 대해 인지도가 높은 학생일수록 응결에 대해 바른 개념을 형성할 확률이 높다. 이는 결국 증발 개념이 응결 개념을 형성하는데 기초가 됨을 의미한다.

물의 증발과 응결 개념은 물의 순환, 더 나아가 물질의 순환이라는 커다란 개념을 이해하는데 기초가 된다. 그러나 현 학습 과정이라던가 학습 결과로 나타난 학생들의 개념 조사 연구 결과에 비추어 볼 때 이 현상을 독립적으로 인식하고 있음을 알 수 있다. 순환이라는 거대한 틀 속에서 학생들이 증발 및 응결 현상을 이해할 수 있도록 수업 방법 및 자료에 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

참고 문헌

1. 국동식(1988), 물의 상태 변화에 대한 중·고
등학생의 개념 형성에 관한 연구, 한국과학교
육학회지, 8(1), 33-40.
2. 김영준(1993), SPACE 교수 전략이 국민학교
아동들의 증발과 응결 개념 변화에 미치는
영향, 한국교원대 대학원 석사 논문.
3. 김효남(1990), 국민학교 아동의 과학 개념에
대한 실태 조사 및 교정을 위한 방법 연구,
과학교육학회지, 10(2).
4. 박현주(1996), 초등학교 학생들의 증발에 대
한 개념 생태 연구, 한국초등과학교육학회지,
제15집 제 2호 pp. 215~222.
5. 백현숙(1993), 오개념 교정을 위한 교수 전략
이 아동의 증발과 응결 개념 변화에 미치는
효과, 한국교원대 대학원 석사 논문.
6. 신인철(1992), 증발과 응결에 대한 국민 학교
학생들의 개념 조사, 한국교원대 대학원 석사
논문.
7. 양영민(1992), 증발과 응결에 대한 국민학교
학생들의 개념 조사, 한국교원대 대학원 석사
논문.
8. 이용복 · 배영부(1994), 물의 순환에 대한 아
동들의 인식에 관한 연구, 초등과학교육학회
지, 제 13집 제1호, p. 81-92
9. 최후남(1991), 물질의 상태 변화 현상에 대한
학생들의 개념 연구 - 국민학교 6학년 학생과
중학생을 대상으로, 서울대학교 석사학위 논
문.
10. Bar, V.(1989). Children's views about the
water cycle, science education, 73, pp
481-500.
11. 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), pp. 825-838.
12. Gunstone, R. F., Champagne, A. B., &
Klopfer, L. E. (1981), Instruction for
understanding case study. The Australian
Science Teachers Journal, vol. 27(3), 1981,
27-32.

(1998년 6월 1일 접수)