

## 증발과 응결에 대한 초등학생의 개념 연구

서은지 · 이형철\* · 유병길†  
(모라초등학교 · \*\*부산교육대학교)

### A Study on Elementary School Students' Conceptions of Evaporation and Condensation

Eun-Ji SEO · Hyeong-Cheol LEE\* · Pyoung-Kil YOO†  
(Mora Elementary School · \*\*Busan National University of Education)

#### Abstract

This study was conducted to understand elementary school from third to sixth grade students' conceptions of evaporation and condensation to classified by grade and examples of questionnaires. For this purpose, 1606 students from 3rd grade to 6th grade were involved. They had conceptions of evaporation and condensation questionnaire. The results of this study were as the following: Firstly, students have to know about the basic conceptions to understand conceptions of evaporation and condensation. Secondly, it would appear that these ideas can sometimes be influenced in unintended ways and be not easily changed by science teaching. Thirdly, it would appear that they understood conceptions of evaporation better than that of condensation.

**Key words** : Evaporation, Condensation, Misconception, Science language

#### I. 서론

사람은 누구나 자신의 경험과 생각을 토대로 개념을 정립하고 자신만의 개념으로 주변 환경을 정리, 기억한다. 이것은 학생들도 마찬가지이다. 학교에서 수업시간에 학습하는 활동이 있기 전부터 학생들은 주변 환경에 대한 나름대로의 인식과 개념을 가지고 있다. 이것은 학생들이 깨끗한 백지 상태에서 수업 내용을 100% 그대로 받아들이는 것이 아니라 기존 개념을 토대로 새로운 개념을 받아들인다는 뜻이다. 학생 개개인의 경험이나 환경, 사회적, 물리적 배경은 각기 차이가 있으므로 학생들은 과학자와는 다른 비과학적 개념을 가질 수 있다.

학교의 과학 수업에 있어서도 학생들은 선행 지식과 경험으로부터 새로운 지식을 적극적으로 형성하고 이해함으로써 과학을 배워나간다. 과학 내용을 암기하기 보다는 이해할 때 학생들은 그들의 지식을 다양하게 활용할 수 있게 된다. 학생들의 학습 동기를 유발하려면 '과학'과 학생들의 삶의 관련성을 보여줄 수 있어야 한다. 학교에서 학습한 과학 개념을 실생활 환경으로 전이하는 것은 학교 학습의 궁극적인 목적이기도 하다. 선행 연구에 따르면, 교사가 가르쳤다고 해서 반드시 학생들이 배우는 것은 아님을 알 수 있다. 좋은 수업에서조차 교사가 의도하거나 생각한 것보다 훨씬 낮은 수준에서 학습이 일어나

† Corresponding author : 051-500-7248, pkyoo@bnue.ac.kr

며, 때로 학생들은 왜곡된 이해에 도달하기도 한다(Ministry of Education and Science, 2009).

전통적인 과학교육에서는 과학에 대한 지식의 전달을 중요시했지만, 학생들은 수동적으로 지식을 받아들이는 존재가 아니라 유의미한 학습 환경에서 내용을 이해하고 탐구하는 활동을 통해 지식을 구성하는 존재이다. 그러나 선개념을 바탕으로 한 학습 과정을 통해 오히려 오개념이 생길 수도 있다. 학생들은 자신들의 경험에서 얻어진 개념이 논리적이고 과학적이라고 생각하기 때문에 이러한 생각은 형식적인 과학교육에 의해 변화되지 않고 남아 있을 수 있으며, 또 다음의 과학수업에 예상하지 않은 방법으로 영향을 줄 수도 있다(Kook Dong-Sik, 1988). 학생들이 가지고 있는 선개념들은 학습과정 중 관찰이나 실험 등을 통해 그 결과를 지각하는데 영향을 끼치게 되고, 이는 관찰하려는 현상에 대해 어떤 관점을 가지고 보게 되므로 그 결과를 자신이 생각하는 쪽으로 이끌어갈 수도 있는 것이다. 이와 관련이 된 학습의 상황들이 반복되고 이런 결과들이 모이면 기존에 가지고 있던 오개념을 더 확정지을 수 있다(Martin, 1999). 한 번 형성된 오개념은 쉽게 교정하기 어려우므로 처음부터 학생들이 바른 과학적 개념을 형성하도록 해야 한다. 학생들이 오개념을 갖지 않게 하기 위해서는 교사가 학생들의 선개념을 파악하여 이를 바탕으로 오개념이 생기지 않도록 단어의 선택과 수업의 흐름에 주의하며 교수-학습과정을 구상해 나가야 한다. 더 나아가 이러한 학생들의 오개념이 어떻게 해서 만들어졌으며, 왜 그렇게 개념 형성이 되었는지 충분히 이해하기 위해 학생들의 사고의 흐름에 주목해야 한다. 이를 바탕으로 학생들이 어려워하는 과학적 개념이나 오개념 내용의 원인을 정확히 파악하고 분석하여 효과적인 수업 전략을 세워야 한다.

지금까지 진행된 ‘증발과 응결’에 대한 학생들의 개념 연구는 학생들이 가지고 있는 오개념에 대한 연구와 함께 그에 대한 개념 변화를 중심으

로 진행되어왔다(Yoon Jae-Hwa, 2001). 반면 학생들의 개념이 어떤 형태로 제시되는지, 다른 개념과는 어떻게 연결이 되는지에 대한 연구는 제한적이었다. 또, 기체의 상태와 상태 변화에 대한 개념은 초등학교 3학년부터 배우는 개념이지만 개념이 추상적인 관계로 초등학생들은 고체나 액체 상태에 비해서 많은 오개념을 가지고 있다(Kang Tae-Jeong, 2000; Yang Yung-Min, 1993; Lee Eu-Gen, 2012).

따라서 본 연구는 초등학생들이 가지고 있는 증발과 응결에 대한 개념을 분석하고 이러한 개념이 학년에 따라서 어떤 변화가 있는지 조사하여, 초등학생들의 과학개념 획득에 요구되는 요인들에 대한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 기간

이 연구를 위하여 부산시내에 소재한 5개 초등학교의 3~6학년 학생들을 연구 대상으로 선정하였다. 학년에 따라 유형별로 각 70부씩 총 1,680부의 여섯 가지의 개념조사 검사지를 배부하였고, 총 회수된 검사지는 1,606부였다. 조사 시점은 2012년 10월 하순에 실시하였다. 개념 검사지의 유형에 따른 연구대상 분포는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Configuration of participants

grade type	3	4	5	6	계
A	64	63	67	67	261
B	68	64	67	67	266
C	69	65	64	69	267
D	66	68	69	67	270
E	67	68	69	63	267
F	70	67	70	68	275
계	404	395	406	401	1,606

<Table 2> Questionnaires' type

type	question 1(evaporation)	question 2(condensation)
A	④ It goes into the air as water vapor.	③ Water vapor in the air sticks to the cold glass.
B	④ It goes into the air as wateriness.	③ Wateriness in the air sticks to the cold glass.
C	④ It goes into the air as water.	③ Water in the air sticks to the cold glass.
D	④ It goes into the air as small bits of water.	③ Small bits of water in the air stick to the cold glass.
E	④ It goes into the air as steam.	③ Steam in the air sticks to the cold glass.
F	① It goes into the air as water.	① Water in the air sticks to the cold glass.
	② It goes into the air as wateriness.	② Wateriness in the air sticks to the cold glass.
	③ It goes into the air as water vapor.	③ Water vapor in the air sticks to the cold glass.
	④ It goes into the air as steam.	④ Steam in the air sticks to the cold glass.
	⑤ It goes into the air as small bits of water.	⑤ Small bits of water in the air stick to the cold glass.

## 2. 검사 도구

초등학교 3~6학년 학생들이 가진 증발과 응결에 대한 개념을 분석하기 위해 Osborne과 Grove(1983)이 사용한 검사지를 토대로 변형하여 사용하였고, 이는 과학 전공 전문가 5명에게 타당도를 검증받았다. 검사문항의 내용은 증발과 응결의 개념에서 학생들이 오개념을 가지고 있을 가능성이 있는 개념에 대한 문항을 유형별로 구성하였다. 문제는 증발에 대한 문항 1과 응결에 대한 문항 2, 총 2개의 문항으로 구성하였다.

문항 구성에 있어서 A~E의 유형별로 차이점은 '수증기, 물기, 물, 작은 물방울, 김'으로 달리한 점이다. 즉, 증발 개념을 묻는 문항 1의 경우, ①에서 ③까지는 '① 접시 속으로 스며들었다.', '② 말라서 아무 것도 없어졌다.', '③ 산소와 수소로 되어 공기 속으로 날아갔다.'로 고정하고, A~E의 구분은 ④번 '~가/이 되어 공기 속으로 날아갔다.'에서 A형은 '수증기', B형은 '물기', C형은 '물', D형은 '작은 물방울', E형은 '김'으로 정하였다.

응결 개념을 묻는 문항 2의 경우는 보기 ①은 '그 물은 얼음이 녹아서 병을 뚫고 나온 것이다.', ②는 '공기 속의 수소와 산소가 물로 변한 것이다.', ④는 '냉기(차가운 기운)가 병을 뚫고 나와서 물로 변한 것이다.'로 고정하고, A~E의 구분은 ③ '공기 속의 ~이/가 차가운 병에 달라

붙은 것이다.'에서 A형은 '수증기', B형은 '물기', C형은 '물', D형은 '작은 물방울', E형은 '김'으로 하였다. F형에서는 ①번부터 ⑤번까지 '수증기, 물기, 물, 작은 물방울, 김'을 모두 제시하여 어떤 용어를 가장 선호하는 용어라고 생각하고 있는지를 알아보려고 하였다. 설문지의 유형은 <Table 2>에 나타내었다.

## Ⅲ. 연구 결과 및 해석

### 1. 증발과 응결의 문제 유형에 대한 분석

<Table 3>은 문제유형과 학년에 따른 문항 1의 응답 분포를 나타내었고, <Table 4>는 문제유형과 학년에 따른 문항 2의 응답 분포를 나타내었다.

1번 문항은 ①, ②, ③ 보기의 내용은 모두 같고 ④의 보기만 용어를 달리해서 제시하였다. <Table 3>에서 보는 바와 같이, 응답 패턴이 유사한 것끼리 나누어 보면 A, D 유형이 같고, B, C, E 유형의 응답 패턴이 같았다.

A형의 검사지에서 학년 구분 없이 '④증기가 되어 공기 속으로 날아갔다.', '③산소와 수소로 되어 공기 속으로 날아갔다.', '②말라서 아무 것도 없어졌다.', '①접시 속으로 스며들었다.' 순으로 응답률이 높았다. 특히, 4학년(69.8%)과 6학년

(70.1%)의 ④의 정답률이 높음을 알 수 있다. 이와 비슷한 응답 패턴의 D형도 ‘④작은 물방울이 되어 공기 속으로 날아갔다.’라는 응답을 가장 많이 했으며, 이 역시 4학년(61.8%), 6학년(70.1%)의 정답률이 다른 보기들에 비해 높음을 알 수 있다. 이것은 4학년과 6학년의 학기에서 증발과 관련된 단원을 배웠기 때문이라 분석된다.

<Table 3> Response distribution of question types for evaporation according to grades

item type / grade	① freq.(%)	② freq.(%)	③ freq.(%)	④ freq.(%)	$\chi^2$	P
3	9(14.1%)	12(18.8%)	17(26.6%)	26(40.6)	10.375	.016
4	1(1.6%)	7(11.1%)	11(17.5%)	44(69.8%)	70.778	.000
A 5	7(10.4%)	8(11.9%)	18(26.9%)	34(50.7%)	28.104	.000
6	2(3%)	9(13.4%)	9(13.4%)	47(70.1%)	74.791	.000
tot.	19(7.3%)	36(13.8%)	55(21.1%)	151(57.9)	125.284	.000
3	6(8.8%)	16(23.5%)	30(44.1%)	16(23.5%)	17.176	.001
4	3(4.7%)	2(3.1%)	31(48.4%)	28(43.8)	45.875	.000
B 5	4(6%)	9(13.4%)	37(55.2%)	17(25.4%)	37.776	.000
6	3(4.5%)	9(13.4%)	33(49.3%)	22(32.8%)	32.284	.000
tot.	16(6%)	36(13.5%)	131(49.2%)	83(31.2%)	118.992	.000
3	2(2.9%)	22(31.9%)	35(50.7%)	10(14.5%)	36.101	.000
4	1(1.5%)	10(15.4%)	47(72.3%)	7(10.8%)	80.169	.000
C 5	0(0%)	3(4.7%)	40(62.5%)	21(32.8%)	32.094	.000
6	3(4.3%)	21(30.4%)	28(40.6%)	17(24.6%)	19.290	.000
tot.	6(2.2%)	56(21%)	150(56.2%)	55(20.6%)	162.918	.000
3	2(3%)	13(19.7%)	23(34.8%)	28(42.4%)	24.061	.000
4	2(2.9%)	5(7.4%)	19(27.9%)	42(61.8%)	58.706	.000
D 5	1(1.4%)	2(2.9%)	31(44.9%)	35(50.7%)	58.014	.000
6	0(0%)	9(13.4%)	11(16.4%)	47(70.1%)	40.955	.000
tot.	5(1.9%)	29(10.7%)	84(31.1%)	152(56.3%)	189.644	.000
3	4(6%)	15(22.4%)	43(64.2%)	5(7.5%)	59.269	.000
4	1(1.5%)	12(17.6%)	45(66.2%)	10(14.7%)	65.529	.000
E 5	3(4.3%)	9(13%)	49(71%)	8(11.6%)	79.116	.000
6	1(1.6%)	7(11.1%)	29(46%)	26(41.3%)	36.492	.000
tot.	9(3.4%)	43(16.1%)	166(62.2%)	49(18.4%)	279.425	.000

<Table 4> Response distribution of question types for condensation according to grades

item type / grade	① freq.(%)	② freq.(%)	③ freq.(%)	④ freq.(%)	$\chi^2$	P
3	8(12.5%)	14(21.9%)	12(18.8%)	30(46.9%)	17.500	.001
4	4(6.3%)	18(28.6%)	32(50.8%)	9(9%)	28.746	.000
A 5	4(6%)	16(23.9%)	26(38.8%)	21(31.3%)	15.925	.001
6	0(0%)	8(11.9%)	51(76.1%)	8(11.9%)	55.194	.000
tot.	16(6.1%)	56(21.5%)	121(46.4%)	68(26.1%)	109.529	.000
3	5(7.4%)	25(36.8%)	14(20.6%)	24(35.3%)	15.647	.001
4	0(0%)	19(29.7%)	24(37.5%)	21(32.8%)	.594	.743
B 5	0(0%)	31(46.3%)	16(23.9%)	20(29.9%)	5.403	.067
6	2(3%)	19(28.4%)	30(44.8%)	16(23.9%)	23.806	.000
tot.	7(2.6%)	94(35.3%)	84(31.6%)	81(30.5%)	72.376	.000
3	6(8.7%)	21(30.4%)	10(14.5%)	32(46.4%)	23.812	.000
4	3(4.6%)	30(46.2%)	10(15.4%)	22(33.8%)	26.877	.000
C 5	0(0%)	26(40.6%)	25(39.1%)	13(20.3%)	4.906	.000
6	2(2.9%)	17(24.6%)	36(52.2%)	14(20.3%)	34.478	.000
tot.	11(4.1%)	94(35.2%)	81(30.3%)	81(30.3%)	63.772	.000
3	4(6.1%)	11(16.7%)	23(34.8%)	28(42.4%)	21.879	.000
4	2(2.9%)	31(45.6%)	29(42.6)	6(8.8%)	40.353	.000
D 5	4(5.8%)	17(24.6%)	33(47.8%)	15(21.7%)	24.855	.000
6	1(1.5%)	9(13.4%)	41(61.2%)	16(23.9%)	53.537	.000
tot.	11(4.1%)	68(25.2%)	126(46.7%)	65(24.1%)	98.089	.000
3	7(10.4%)	24(35.8%)	13(19.4%)	23(34.3%)	11.985	.000
4	2(2.9%)	21(30.9%)	29(42.6%)	16(23.5%)	22.706	.000
E 5	1(1.4%)	30(43.5%)	23(33.3%)	15(21.7%)	26.942	.000
6	2(3.2%)	13(20.6%)	36(57.1%)	12(19%)	39.413	.000
tot.	12(4.5%)	88(33%)	101(37.8%)	66(24.7%)	73.535	.000

B, C, E 유형의 경우, 각각 ‘③산소와 수소로 되어 공기 속으로 날아갔다.’를 선택한 학생이 다른 보기를 선택한 학생보다 높은 응답률을 보였다.

B형의 검사지에서 학년에 구분 없이 ‘③산소와 수소로 되어 공기 속으로 날아갔다.’, ‘④수증기가 되어 공기 속으로 날아갔다.’, ‘②말라서 아무 것도 없어졌다.’, ‘①접시 속으로 스며들었다.’ 순으로 응답률이 높았다.

공기 중에서 수증기가 식어 응결되면 작은 물

방울이 만들어지는데, 이 작은 물방울은 눈으로 관찰하기 어렵다. A와 D유형 설문지에서는 수증기와 작은 물방울을 선택한 응답이 많은 반면에 B, C, E유형 설문지에서 응답이 적었던 보기의 물, 물기, 김은 눈으로 관찰할 수 있다. 따라서 B, C, E유형 설문지의 경우 눈에 보이지 않는 대안적인 것으로 산소와 수소로 날아갔다는 응답을 하고 있는 것으로 분석된다. 이런 대안적 개념들은 종종 이전의 과학자들과 철학자들에 의해 제공된 자연 현상의 설명들과 유사하다는 Wandersee et al.(1994)의 연구처럼, 눈에 보이지 않는 현상을 자신이 들었던, 눈에 보이지 않는 것에 대한 과학적인 용어로 바꾸어 설명하려는 경향을 보였다. 이는 Kang Tae-Jeong(2000)에 따르면 지각에 의존하는 사고를 하기 때문이다. 지각 우위적 사고를 하는 아동들은 관찰에 의해 지각되는 것에 대하여 우선적으로 생각하려는 경향을 보인다. 즉, 관찰되지 않은 것에 대해서는 존재를 인식하지 못하거나 존재를 부정하는 사고 형태로 관찰이 가능한 사실만을 받아들여 생각하므로 쉽게 감지되지 않은 현상을 다루는 학습에서 오개념이 생성될 소지가 많게 되는 것이다.

2번 문항의 경우, ①, ②, ④의 보기 내용은 같고, ③의 보기만 용어를 달리해서 제시하였다. <Table 4>에서 보는 바와 같이, 응답 패턴이 유사한 것끼리 나누어 보면 A, C, D유형이 비슷하고, B, E 유형의 응답 패턴이 같게 나왔다.

A, C, D유형의 응답 패턴은 3학년에서는 모두 오답인 ‘④냉기가 병을 뚫고 나와서 물로 변한 것이다.’를 선택한 학생이 가장 많았지만, 모두 비율이 높지 않은 40%대를 나타냈다. 그 외 A유형에서는 4, 5, 6학년 학생들이 각각 50.8%, 38.8%, 76.1%의 비율로 정답인 ‘③공기 속의 수증기가 차가운 병에 달라붙은 것이다.’를 선택했으며 4, 6학년의 정답률이 다른 학년에 비해 높음을 알 수 있다. C유형에서는 4, 5학년에서는 ‘②공기 속의 수소와 산소가 물로 변한 것이다.’를 각각 46.2%, 40.6%의 비율로 가장 많이 선택

했으며, 6학년은 ‘③공기 속의 물이 차가운 병에 달라붙은 것이다.’를 52.2%의 비율로 가장 많이 선택했다. D유형에서는 4학년이 45.6%의 비율로 ‘②공기 속의 수소와 산소가 물로 변한 것이다.’를 가장 많이 선택했고 5, 6학년이 각각 47.8%, 61.2%의 비율로 ‘③공기 속의 물이 차가운 병에 달라붙은 것이다.’를 가장 많이 선택했다.

B, E유형의 응답 패턴은 3, 5학년은 ‘②공기 속의 수소와 산소가 물로 변한 것이다.’를 가장 많이 선택했으며, 4, 6학년은 ‘③공기 속의 물이 차가운 병에 달라붙은 것이다.’를 가장 많이 선택하였다. 하지만 예외적으로 B유형의 4, 5학년은 통계적으로 유의미한 차이가 나지 않는다( $p>.05$ ).

이 결과 A~E 유형과 상관없이 6학년 학생들은 ‘③공기 속의 물이 차가운 병에 달라붙은 것이다.’를 가장 많이 선택하였고, 3학년은 유형과 상관없이 ‘④냉기가 병을 뚫고 나와서 물로 변한 것이다.’를 많이 선택했다.

앞서 본 결과들처럼 학생들이 학년에 상관없이 유형별로 비슷한 응답 패턴을 보이는 것은 Wandersee et al.(1994)이 논의했던 학습자들이 형식적인 과학교수 상황에 가지고 들어온 대안적 개념들은 연령, 능력, 성, 문화를 초월하여 보편적이라는 사실을 알 수 있게 해 준다.

## 2. F 유형 문항의 학년에 따른 분석

F유형과 학년에 따른 1, 2번 문항의 응답 패턴을 분석하면 <Table 5>, <Table 6>과 같다.

<Table 5> Response distribution of questionnaire F type for evaporation according to grades

item grade	① freq.(%)	② freq.(%)	③ freq.(%)	④ freq.(%)	⑤ freq.(%)	$\chi^2$	P
3	3(4.3%)	6(8.6%)	52(74.3%)	2(2.9%)	7(10%)	130.143	.000
4	1(1.5%)	2(3%)	50(74.6%)	1(1.5%)	13(19.4%)	132.627	.000
5	1(1.4%)	4(5.7%)	51(72.9%)	3(4.3%)	11(15.7%)	126.286	.000
6	1(1.5%)	11(16.2%)	52(76.5%)	1(1.5%)	3(4.4%)	36.492	.000
tot.	6(2.2%)	23(8.4%)	205(74.5%)	7(2.5%)	34(12.4%)	521.273	.000

증발의 개념 중 용어의 차이에 대한 학생들의 반응을 알아보려고 하는 F유형 1번 문항의 경우, 학년에 상관없이 증발 상황에서 물의 상태를 가장 잘 설명한 정답으로 ‘③수증기가 되어 공기 속으로 날아갔다.’를 선택한 비율이 72.9%~76.5%의 높은 정답률을 보였다.

응결의 개념 중 용어의 차이에 대한 학생들의 반응을 알아보려고 하는 F 유형 2번 문항의 경우, 학년에 상관없이 응결 상황에서 가장 물의 상태를 잘 설명한 정답으로 ‘③공기 속의 수증기

<Table 6> Response distribution of questionnaire F type for condensation according to grades

item grade	①	②	③	④	⑤	$\chi^2$	P
	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)		
3	5(7.1%)	16(22.9%)	26(37.1%)	10(14.3%)	13(18.6%)	17.571	.001
4	4(6%)	6(9%)	40(59.7%)	5(7.5%)	12(17.9%)	68.896	.000
5	4(5.7%)	10(14.3%)	28(40%)	10(14.3%)	18(25.7%)	24.571	.000
6	5(7.4%)	8(11.8%)	36(52.9%)	6(8.8%)	13(19.1%)	39.413	.000
tot.	18(6.5%)	40(14.5%)	130(47.3%)	31(11.3%)	56(20.4%)	141.745	.000

가 차가운 병에 달라붙은 것이다’를 선택한 비율이 가장 많았다. 하지만 4, 6학년의 정답률이 59.7%, 52.9%인 것에 반해 3, 5학년의 정답률은 각각 37.1%, 40%로 모든 학년의 학생들의 정답률이 72.9% 이상으로 높았던 증발 개념과는 달리, 학생들의 인식이 확실하지 않음을, 특히 3, 5학년의 학생들이 응결에 대한 개념이 확실치 않는 것으로 분석되었다.

### 3. A~E 유형 문항에 대한 분석

각 문항에 대해 학년을 구분하지 않았을 때, 학생들이 응답한 결과를 살펴보면 <Table 7>, <Table 8>과 같다.

<Table 7>의 A유형에서는 학생들이 ‘수증기’라는 용어를 인식하며 수증기를 통해 증발과 응결 개념에 있어서 물의 기체 상태를 설명할 수 있음을 알 수 있다. B유형은 ‘물기’라는 용어가 학생

들에게 있어서 증발 개념을 설명할 때 충분치 않으며, 오히려 ‘물이 산소와 수소로 변해서 공기 중으로 날아간다’라는 개념이 학생들에게는 물의 상태를 더 잘 설명한다고 인식하고 있다고 분석되었다. 응결 상태를 설명함에 있어서는 ‘공기 속의 수소와 산소가 물로 변한다.’라는 응답률이 가장 높았지만(35.3%), ‘공기 속의 물기가 차가운 병에 달라붙었다.’(31.6%), ‘냉기가 병을 뚫고 나왔다.’(31.2%)로 ②, ③, ④의 응답률이 비슷하였다.

C유형 역시 B유형과 마찬가지로 ‘물이 산소와 수소로 변해서 공기 중으로 날아간다’라는 개념

<Table 7> Response distribution of question types for evaporation and condensation

item type/Q	①	②	③	④	$\chi^2$	P	
	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)			
A	Q1	19(7.3%)	36(13.8%)	55(21.1%)	151(57.9%)	125.284	.000
	Q2	16(6.1%)	56(21.5%)	121(46.4%)	68(26.1%)	109.529	.000
B	Q1	16(6%)	36(13.5%)	131(49.2%)	83(31.2%)	118.992	.000
	Q2	7(2.6%)	94(35.3%)	84(31.6%)	81(30.5%)	72.376	.000
C	Q1	6(2.2%)	56(21%)	150(56.2%)	55(20.6%)	162.918	.000
	Q2	11(4.1%)	94(35.2%)	81(30.3%)	81(30.3%)	63.772	.000
D	Q1	5(1.9%)	29(10.7%)	84(31.1%)	152(56.3%)	189.644	.000
	Q2	11(4.1%)	68(25.2%)	126(46.7%)	65(24.1%)	98.089	.000
E	Q1	9(3.4%)	43(16.1%)	166(62.2%)	49(18.4%)	279.425	.000
	Q2	12(4.5%)	88(33%)	101(37.8%)	66(24.7%)	73.535	.000

Q1: evaporation, Q2: condensation

이 학생들에게는 더 물의 상태를 잘 설명한다고 인식하고 있음(56.2%)을 알 수 있다. 응결 상태를 설명함에 있어서도 ‘②공기 속의 수소와 산소가 물로 변한다’라는 보기가 응답률이 가장 높았지만(35.2%), ‘③공기 속의 물기가 차가운 병에 달라붙었다’(30.3%), ‘④냉기가 병을 뚫고 나왔다’(30.3%)로 응답률이 비슷함을 알 수 있다.

D유형의 경우, A유형과 비슷한 응답률로 증발 개념에서는 ‘작은 물방울이 되어 공기 중으로 날아갔다.’(56.3%), 응결 개념에서는 ‘공기 속의 작은 물방울이 차가운 병에 달라붙었다.’(46.7%)를

선택하였다. 이것으로 보아 학생들이 물의 기체 상태를 설명하는 용어로서 수증기와 작은 물방울을 비슷한 개념으로 인식하고 있다고 분석할 수 있다.

E유형의 경우에는 증발을 설명함에 있어서 ‘김’이라는 용어보다는 ‘물이 산소와 수소로 되어 날아갔다.’라는 설명이 물의 상태 변화를 더 잘 나타낸다고 생각(62.2%)했으나, 응결 개념을 설명함에 있어서는 ‘공기 속의 김이 차가운 병에 달라붙었다’라고 응답한 학생의 비율이 37.8%로 가장 많았다.

학생들의 응답 패턴을 살펴보면 A유형에서 1번 문항의 ④가 57.9%의 응답률을 보였고, 2번 문항의 ③이 46.4%의 응답률을 보였다. D유형에서는 1번 문항의 ④가 56.3%, 2번 문항의 ③이 46.7%의 응답률을 보였다. 이를 통해 수증기와 작은 물방울로 진술하였을 때는 학생들이 문제를 인식하고 증발에 대한 개념을 문제에 적용하는데 거의 차이가 없다는 것을 알 수 있었다.

<Table 8> Response distribution of questionnaire F type for evaporation and condensation

Q	item	①	②	③	④	⑤	$\chi^2$	p
		freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)	freq.(%)		
Q1		6(2.2%)	23(8.4%)	205(74.5%)	7(2.5%)	34(12.4%)	521.273	.000
Q2		18(6.5%)	40(14.5%)	130(47.3%)	31(11.3%)	56(20.4%)	141.745	.000

Q1: evaporation, Q2: condensation

<Table 8>과 같이, 용어 간의 응답률을 알아보는 F유형의 결과를 분석하여 보면 증발과 응결 개념에서 모두 학생들이 ‘수증기’의 용어를 인식하고 이것이 물의 상태 변화를 설명해 준다고 응답을 했으나 그 정답률은 차이가 있었다. 증발 개념에서는 물이 수증기로 변한다는 사실을 74.5%의 학생들이 인식하고 있었으나, 응결 개념에서 공기 속의 수증기가 차가운 병에 달라붙어 물이 된다는 사실은 47.3%의 학생들만이 인식하고 있음을 알 수 있다.

또한 응답 패턴에서 1, 2번 문항 모두 ‘수증기’라는 단어가 포함된 ③이 가장 높은 응답률을 보이고, 그 다음으로 높은 응답률을 보인 보기가 ‘작은 물방울’의 단어가 포함된 ⑤였다. 이를 통해 학생들은 수증기 다음으로 작은 물방울이 기체 상태의 물을 설명하는데 가장 적합한 용어라고 여기고 있으나, 그 둘의 차이점을 확실히 구분하지 못하고 있었다. 수증기와 작은 물방울의 정확한 정의를 알기 위해 교과서와 교사용 지도서를 살펴보면 수증기의 정의는 ‘4학년 1학기 4. 모습을 바꾸는 물’, ‘6학년 2학기 1. 날씨의 변화’에서 제시되어 있다. 하지만 작은 물방울은 다른 용어를 설명하는 중에만 제시되고 있다(Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, 2010a, 2010b).

교과서와 교사용 지도서를 살펴보면 수증기의 응결 상태를 설명하는 김, 안개, 구름의 개념을 설명할 때 ‘작은 물방울’의 용어를 사용하는데, 정작 작은 물방울이 무엇인지 정확한 정의를 하지 않아 학생들이 수증기와 작은 물방울이 동시에 제시될 때에는 수증기를 많이 택하지만, 따로 제시된 개념조사검사지에서는 수증기와 작은 물방울의 선택 빈도가 비슷하고 응답 패턴도 비슷함을 알 수 있다(<Table 7> 참고).

개념조사검사지 중 수증기 보기를 포함하고 있는 A유형의 정답과 오답 형태를 더 자세히 살펴보면 <Table 9>와 같다.

<Table 9> Answer distribution of evaporation and condensation according to grades

correct grade	only Q1(%)	only Q2 (%)	both(%)	both incorrect(%)	tot.
3	18(28.1%)	4(6.3%)	8(12.5%)	34(53.1%)	64(100%)
4	17(27%)	5(7.9%)	27(42.9%)	14(22.2%)	63(100%)
5	19(28.4%)	11(16.4%)	15(22.4%)	22(32.8%)	67(100%)
6	7(10.4%)	11(16.4%)	40(59.7%)	9(13.5%)	67(100%)
tot.	61(23.4%)	31(11.8%)	90(34.5%)	79(30.3%)	261(100%)

Q1: evaporation, Q2: condensation

3학년의 경우, 문항 1, 2번 모두 맞춘 학생은 12.5%인 데에 반해 1, 2번을 모두 틀린 학생은 53.1%로, 절반 이상의 학생들이 증발과 응결의 개념에 대해서 ‘잘 모른다’고 할 수 있다. 증발의 개념을 묻는 1번 문제만 맞춘 학생은 28.1%로, 1/4 이상의 학생들이 증발의 개념은 알고 있으나 반대의 개념인 응결의 개념은 정확하게 인지를 못하고 있으며, 응결의 개념을 묻는 2번 문제만 맞춘 학생은 6.3%로 아주 낮게 나옴을 알 수 있다.

4학년의 응답을 살펴보면, 문항 1, 2번 모두 맞춘 학생은 42.9%이고 1, 2번을 모두 틀린 학생은 22.2%로, 3학년 보다는 절반 이상으로 오답률이 떨어지고 정답률은 올랐다는 것을 알 수 있다. 증발의 개념을 묻는 1번 문제만 맞춘 학생은 27%로, 역시 1/4 이상의 학생들이 증발의 개념은 알고 있으나 반대의 개념인 응결의 개념은 정확하게 인지를 못하고 있으며, 응결의 개념을 묻는 2번 문제만 맞춘 학생은 7.9%로 여전히 낮게 나옴을 알 수 있다.

5학년의 응답을 살펴보면, 1, 2번 모두 맞춘 학생은 22.4%로 1, 2번을 모두 틀린 학생은 32.8%로, 오히려 4학년보다 오답률이 높고 정답률은 낮다.

6학년의 응답을 살펴보면, 여전히 증발과 응결의 개념을 각각 따로 이해하며 연결하지 못하는 학생들이 있지만(10.4%, 16.4%) 1, 2번 모두 맞춘 학생은 59.7%로 조사한 학년들 중 정답률이 가장 높을뿐더러 반 이상의 학생들이 증발과 응결의 개념을 이해했다고 볼 수 있다. 1, 2번을 모두 틀린 학생은 13.5%로 증발과 응결의 개념을 잘 이해하지 못하는 학생이 학년이 올라감에 따라 많이 줄었다는 것을 알 수 있다.

학년에 따라 응답 형태를 분석한 결과, 증발과 응결의 개념에 대해 확실히 배우는 4, 6학년 같은 경우에는 정답률이 높지만, 증발과 응결의 개념을 언급만 할 뿐 주로 배우는 단원이 없는 3, 5학년 경우에는 정답률이 현저히 떨어짐을 볼 수

있다. 특히 5학년의 경우에는 3, 4학년 때 증발과 응결의 개념에 대해 계속 배우고 들어왔음에도 불구하고 증발과 응결에 대한 개념이 4학년보다 떨어지는 결과를 보여주었다. 또한 증발과 응결이 가역적인 과정임에도 불구하고, 모두 맞춘 학생이 3~6학년을 통틀어 평균 34.5%밖에 되지 않고 있으며, 증발현상(23.4%)이 응결현상보다(11.8%) 상대적으로 이해도가 높은 것으로 나타났다.

Osborne & Cosgrove(1983)는 증발과 응결개념에 대해 뉴질랜드의 8세에서 17세 학생들을 대상으로 조사된 바가 있다. 그들의 조사결과는 증발개념의 경우, 문항 1의 ③과 ④를 선택한 학생이 주를 이루고 있으며, 12세에서 각각 약 40%를 선택하고 있으며, 연령이 증가함에 따라 점진적으로 ④를 선택한 학생이 증가하여 17세가 되면 약 70%에 도달하고, ③번을 선택한 학생은 20%까지 감소하는 것으로 되어있다. 응결개념의 경우, 문항 2에 대해 12세 학생이 ②번을 약 60%로 선택하고 있으며, 14세부터 급격히 감소하여 17세가 되면 35%까지 낮아진다. 대신에 ③번을 선택한 학생은 12세에서 10%이던 것이 15세를 기점으로 급격히 증가하여 17세가 되면 약 60%에 달한다. 같은 문항에 대해 Yea Jong-Sung(1999)의 경우와 비교할 때, 그 변화 양상은 비슷하지만, 증발개념의 경우는 9세부터 60% 이상이 ④번을 선택하여 19세까지 거의 변화가 없으며, 응결개념의 경우도 ②번을 선택한 학생이 9세부터 60%이상으로 19세까지 거의 변화가 없다는 점이 다르다. 또한 Park Eun-Ju(2011)의 연구를 보아도 응결 원인에 대하여 차가운 물이 수증기로 변해서, 수증기가 찬 곳으로 모여서 등 잘못된 물의 상태 변화에 대해 오개념을 갖고 있는 학생들은 수업 후에도 여전히 과학적 개념으로 변하지 않았다고 한다. 증발의 개념을 묻는 1번 문제만 맞춘 학생은 28.4%로, 역시 1/4 이상의 학생들이 증발의 개념은 알고 있으나 반대의 개념인 응결의 개념은 정확하게 인지를 못하고 있으며, 응결의 개념을 묻



는 2번 문제만 맞춘 학생은 16.4%로 증발과 응결을 연결해서 이해하지는 못하나 각각의 개념을 따로 인식하고 있는 학생들은 늘어났다고 할 수 있다. 이는 Wandersee et al.(1994)이 말한 ‘대안적 개념들은 변하기 어렵고 전통적인 교수 방략에 의한 처치에 저항한다.’의 의미를 이해할 수 있는 결과라고 볼 수 있다. 즉, 학생이 가지고 있던 오개념은 수업 후에는 잠시 과학적 개념으로 변한 것 같아 보이지만 시간이 가면 다시 본래 자신이 가지고 있던 오개념으로 돌아가는 경향이 많다는 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 부산시내 초등학교 3~6학년 1,606명을 대상으로 ‘증발과 응결’에 대한 개념을 알아보기 위해 개념 검사지를 투입하고 분석하였다. 본 연구의 결과를 바탕으로 결론 및 제언을 밝히면 다음과 같다.

##### 1. 결론

증발과 응결의 개념은 과학과 교육과정에 등장하는 3학년부터 꾸준히 교육과정 속에서 학생들에게 제시된다. 하지만 4, 6학년의 경우, 거의 한 단원 내내 증발과 응결에 대하여 수업하는 반면, 3, 5학년에서는 기본 개념만 간단히 언급되는 정도에 그친다. 이러한 교육과정의 상황에서 초등학교 3~6학년 학생들이 가지는 증발과 응결에 대한 개념을 연구한 결과는 다음과 같다.

첫째, 증발과 응결현상을 설명하는데 사용되는 용어로서는 ‘물기, 물, 김’보다는 ‘수증기나 작은 물방울’이 더 타당한 용어라고 학생들이 인식하고 있었다. 하지만 많은 학생들이 용어들 사이의 차이점, 특히 김과 수증기의 차이점을 잘 모르며 둘을 혼용하는 태도를 보였다. 또한 6학년 학생들조차도 물의 상태개념과 물질의 보존개념을 알지 못하는 학생이 많았으며, 기체 상태의 물(수증

기)에 대한 오개념이 많았다.

둘째, 학년에 따라 증발과 응결 개념을 학습한 후에는 정답률이 높아지지만, 시간이 지남에 따라 정답률은 다시 낮아짐을 알 수 있었다. 이러한 사실은 4학년 때 증발과 응결개념을 학습한 5학년 학생들이 4학년 학생들보다 오히려 정답률이 현저히 낮음을 보면 알 수 있다.

셋째, 학생들은 응결의 개념보다는 증발의 개념을 더 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 증발의 개념은 학생들이 일상생활에서도 잘 관찰할 수 있고, 교과서에도 제시되고 있는 단원이 많은 반면, 응결의 개념은 증발개념보다는 단원 배분이 적기 때문에 학생들이 접하는 정도의 차이로 개념 이해의 차이가 발생하는 것으로 보인다.

##### 2. 제언

첫째, 일반적으로 생각하였을 때 한 교실 안에서 수업 시간에 교사는 가르치고 학생들은 그 내용을 배웠으므로 모든 학생들이 그 개념을 잘 이해하고 있을 것으로 생각하지만, 수업 이전에 가지고 있던 개념은 쉽게 변하지 않는다는 것이 잘 알려져 있다. 이를 위해 교육과정을 계획할 때 교사가 수업에 임하기 전 학생들의 선개념을 파악하고 오개념의 유형을 분석하여 수업의 방향을 정할 수 있도록 지원할 수 있는 방법에 대한 연구가 요구된다.

둘째, 증발과 응결같이 비가시적인 현상에 대한 학생들의 오개념이 큰 것으로 나타났는데, 이런 눈에 보이지 않는 현상들을 잘 학습할 수 있도록 교재와 자료 등 교수·학습 방법에 대한 연구가 필요하다.

셋째, 이 연구에서는 증발과 응결에 대한 개념만을 조사하여 학년별 경향성만 다루었는데, 성별에 따른 차이점 여부, 학년별 경향성에 대한 보다 심층적인 파악 등을 통하여 교육과정과의 적절성 및 연계성을 다루는 후속 연구가 요구된다.

## References

- Kang Tae-Jeong(2000). A study on elementary student's conceptions on the state and the state change of matters. Master Degree, Korea National University of Education.
- Kook Dong-Sik(1988). A study on the secondary school students' conceptions about the changes of state of water. J. of the Korean Association for Research in Science Education, 8(1), 33-42
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2010a). Science 4-1, Kumsung.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2010b). Science 6-2, Kumsung.
- Lee Eu-Gene(2012). A Research of the 4th Grade Students' Degree of Understanding on Terms of Material Domain in Elementary School Science Textbooks. Master Degree, Korea National University of Education.
- Martin, D. J.(1999). Elementary Science Methods: A Constructivist Approach, Wadsworth(Translator: Lim Cheong-Hwan et al., 2001, Sigma Press).
- Ministry of Education and Science (2009). Primary Science Framework.
- Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M.(1983). Children's conception of the change of State of Water. Journal of Research in Science Teaching, 20(9), 825~838.
- Park Eun-Ju(2011). A study on elementary school third grade students' conception on the state and change of matters. Master Degree, Korea National University of Education.
- Wandersee, J. H. · Mintzes, J. J. & Novak, J. D.(1994). Research on Alternative Conceptions in Science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, 177-210. New York: Macmillan Publish.
- Yang Yung-Min(1993). Children's conceptions on evaporation and condensation. Master Degree, Korea National University of Education.
- Yea Jong-Sung(1999). A study on elementary students' alternative conceptions of evaporation and condensation. Master Degree, Busan National University of Education.
- Yoon Jae-Hwa(2001). A study on changes in the elementary school students' conception on evaporation and condensation. Master Degree, Seoul National University of Education.

- 
- 논문접수일 : 2014년 10월 29일
  - 심사완료일 : 1차 - 2014년 11월 04일
  - 게재확정일 : 2014년 11월 12일