

ORIGINAL ARTICLE

2009 개정 및 2015 개정 초등 과학교과서에 제시된 안개 발생 실험에 대한 초등 예비교사의 이해

정정인
(청주교육대학교 교수)

Pre-service Elementary School Teachers' Understanding of the 'Fog' Generation Experiment Presented in the 2009 and 2015 Revision Elementary Science Textbooks

Jung-In Chung
(Cheongju National University of Education)

ABSTRACT

This study investigated the understanding of pre-service teachers in relation to the 'fog experiment' in the 5th grade 'Weather and Our Daily Life' unit of the 2009 and 2015 revised elementary school science textbooks. Pre-service teachers who participated in this study were 100 students, who are attending the university of education and taking courses in teaching research. After pre-learning about the 2009 and 2015 revised elementary school science textbooks and guide book, pre-service teachers conducted the experiment in groups. After that, the pre-service teachers individually presented answers to three questions, and the results of analyzing the answers are as follows. First, there were 24 (24%) preservice teachers who explained the difference in fog generation in the 2009 and 2015 revised curriculum with related scientific concepts such as condensation and water vapor, and only 1 (1%) of them explained the difference using the concept of saturation. Second, there were 48 (48%) pre-service teachers who found out the reason for the change in the fog experiment method according to the change in the curriculum. Third, pre-service teachers valued the reproduction and success of experiments rather than the importance of scientific knowledge, and such pre-service teachers suggested the use of alternative experiments or website.

Key words : pre-service elementary school teachers, fog generation experiment, the weather and our daily life, 2009 revision elementary science textbooks, 2015 revision elementary science textbooks, scientific concepts

I. 서론

자연 현상에 대한 직접적인 경험은 과학 학습에서 빼놓을 수 없는 중요한 요소이다. 그러나 자연현상에

는 관찰의 단순성과는 달리 숨어 있는 전체적인 과학적 내용을 파악하기가 쉽지 않은 경우가 많다(Gilbert, 2004). 예를 들어 안개 현상은 간단한 탐구 활동을 통해 쉽게 재현 및 관찰을 할 수 있지만, 왜 이러한 현상

이 일어났는지 원리를 알고 탐구 활동을 이해하려면 포화, 온도에 따른 수증기의 증발과 응결, 향의 역할, 기체의 성질 등에 대해 잘 알고 있어야 하며 이러한 과학적 개념들이 어떻게 연결되어 있는지 고찰해보아야 한다. 단편적인 자연 현상의 내부에는 꼬리를 무는 과학개념들의 인과 관계가 담겨 있기 때문이다(김한제 외, 2013). 그러므로 교사들은 안개 현상을 지도하고 깊이 있게 이해하기 위해서는 지도에 필요한 교수법뿐 아니라 관련 내용을 잘 이해하고 있어야 한다.

초등 과학과 교육과정에서 안개 내용은 이슬 및 구름 내용과 더불어 제 2차 교육과정부터 2015 개정 교육과정까지 계속 다루어져 왔으며, 실험 활동이 꾸준히 적용되어 온 주제이다. 이렇게 교육과정의 변천에 상관없이 교과서에서 지속하여 다루어지는 주제들은 항구성과 중요성이 크고 사회적 요구를 충족시킬 가능성이 큰 내용이므로 교육적 가치가 높고, 앞으로도 이에 관한 내용이 일정 수준 이상 반영될 것이다(최성희와 권치순, 2005). 그러므로 안개 실험처럼 앞으로 교육과정에서 지속하여 다루어지는 탐구 활동은 교과서에 그 구체적인 구성 방법이나 내용을 어떻게 제시하느냐가 매우 중요해질 것이며, 교육과정의 내용 구성에 있어서 중요한 요인은 학습자들의 이해일 것이다.

초등학생들을 대상으로 하여 안개 관련 개념 연구를 한 선행연구들(김진범, 2003; 신지영, 2017; 한태현, 2015)에 의하면, 안개 발생 실험에서 응결에 의해 생성된 물방울이 안개라고 생각하는 학생은 일부에 불과하였고, 많은 초등학생들은 그 근원이 수증기라고 생각하지 못하거나 응결 현상을 이해하지 못한다고 하였다. 이에 대해 한태현(2015)은 초등학생들의 안개 학습에 대한 이해의 어려움을 해소하기 위해서는 무엇보다도 초등학생들을 지도하는 교사의 과학적 이해와 교수방법이 매우 중요하다고 하였다. 교사의 과학적 내용 지식이 효과적인 교수실행에 필수적인 것은 여러 연구들(김영민 외, 2010; 박영순, 2009; 이기영, 2013; 이송연 외, 2010)과 맥락을 같이 한다. 특히, 과학적 지식이 높거나 확고한 교사와 예비교사일수록 학생들이 오개념을 학습하는데 겪는 어려움을 더 구체적으로 파악하고 있으며 특정한 효과적인 교수전략을 사용하는 경향이 있다고 하였다(윤혜경, 2015; 이기영, 2013).

그러나 과학적 지식이 부족하거나 자신감이 없는 교사 혹은 초임교사일수록 수업을 진행하는데 있어 교

과서나 교사용 지도서 외에 예비교사교육 단계에서 습득한 내용과 인터넷에서 검색한 자료들을 활용하는 등 많은 수업자료를 준비하며(나지연과 문재원, 2020), 이러한 자료들을 실제 수업에 적절하게 활용하지 못해 수업을 계획하고 실행하는 데 많은 어려움을 겪는 것으로 나타났다(고미례 외, 2009; 민희정 외, 2010). 노태희 외(2010)에 의하면 예비교사들 또한 학습 내용을 구성할 때, 수업 모형을 이용한 수업 조직과 진행에 대해서는 많은 고려를 하는 경향은 있지만, 학습 내용과 관련한 학생의 선지식에 대한 고려는 부족하며 교수전략에도 어려움을 겪고 있다고 하였다. 이렇게 학습자에 대한 이해나 과학적 지식에 대한 전문성이 부족한 초임교사나 예비교사들의 경우 학생들의 오개념을 진단하거나 교수전략을 실행하기는 쉽지 않을뿐더러 불완전한 과학적 개념의 습득은 교과서에 제시된 탐구 활동 속 과학적 내용이나 지도 내용을 깊이 있게 이해하지 못하거나 일부 개념에 대해서는 잘못된 인식을 하게 한다(성승민 외, 2016; 이송연 외, 2010; 하성자 외, 2005). 이러한 잘못된 이해나 인식은 학생에 대한 충분한 피드백을 제공하지 못하게 하며, 학생들의 과학적 개념 습득이나 사고 능력 향상에 곤란함을 초래하게 된다.

교사들의 과학적 지식이나 교수방법에 대한 문제점의 시작이 교사 양성과정에 있다면(Gess-Newsome & Lederman, 1993), 예비교사들을 대상으로 한 교사 양성 교육에 대한 반추와 점검이 필요하다. 이러한 점에 근거하여 본 연구에서는 2009 개정 및 2015 개정 과학교과서에 제시된 5학년 ‘날씨와 우리생활’ 단원의 탐구 중 안개 실험을 수행하고, 안개 발생과 관련한 예비교사들의 과학적 개념 및 교육과정에 따른 실험 방법 변화에 대한 이해 정도를 알아보고 지도 방법에 대한 예비교사들의 제안을 살펴보고자 한다.

2015 개정 과학교과서에 제시된 안개 실험 방법은 2009 개정 과학교과서에 제시된 방법과 거의 유사하나 집기병에 넣는 따뜻한 물의 양이 다르기 때문에 교육 과정을 비교 설명하려면 포화수증기나 수증기에 대한 올바른 과학적 지식이 없으면 설명하기 힘들다. 여상인(2001)에 의하면 수증기와 포화 상태에 대해 잘 이해하지 못하는 예비교사들은 증발과 응결에 대한 이해에서 어려움을 겪는다고 하였다. 그러므로 수증기, 포화, 응결 등 과학적 개념 간의 관련성을 제대로 이해하

지 못하고 있는 예비교사들은 교사용 지도서에 제시된 간단한 설명만으로 안개 발생 원리를 이해하기 힘들 수도 있다. 이에 본 연구에서는 예비교사들이 교육과정 에 따른 안개 실험 방법의 비교를 통해 어떤 과학적 개념들을 관련지어 안개 발생을 설명하는지 살펴보고, 이를 통해 교육적 시사점을 얻고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 충청지역 소재 교육대학교에서 초등과학 교재연구를 수강하는 3학년 예비교사 100명을 대상으로 하였다. 연구 대상 예비교사들은 과학 심화 수업을 수강하지 않는 실과, 영어, 초등, 미술 심화전공 학생들로 구성되어 있다. 2021년도에는 코로나19로 인하여 일부 수업은 비대면으로 일부 수업은 대면으로 이루어졌다. 그중 일부 대면 기간에 연구 대상인 예비교사들에게 2015 개정 과학과 교육과정 5학년 2학기 3단원 ‘날씨와 우리 생활’ 단원의 3차시 수업인 ‘이슬과 안개는 어떻게 만들어질까요?’ 차시의 안개 발생 실험을 2009 개정 교육과정에 제시된 실험 방법과 비교하여 실행하게 하였다. 실험 후, 각자 제시된 문제에 대한 각자의 생각을 제출하도록 하였다. 이 연구에서는 전공이나 남녀 변인에 따른 분석은 하지 않았다.

2. 연구 절차

본 연구의 절차는 Fig. 1과 같이 연구 주제와 관련한 선행 연구 고찰, 안개 발생 실험과 관련된 2009 개정 및 2015 개정 교육과정 분석, 참여자를 대상으로 한 안개 발생 수업, 자료 수집 및 분석으로 이루어졌다. 참여자를 대상으로 한 안개 발생 수업은 안개 발생 실험과 관련된 사전 학습 안내, 초등과학 교재연구 과목의 대면 수업에서의 자율적 교재연구 실험, 개별적 의견 제시 및 공유, 비대면 수업을 통한 이론 수업 및 탐구 활동 피드백, 과제 제출의 순서로 진행되었고 구체적인 내용은 다음과 같다.

본 연구에 참여한 예비교사들에게 수업에 참여하기 전에 2009 개정 및 2015 개정 과학교과서와 교사용 지도서에 제시된 안개 발생 실험의 내용을 충분히 읽고

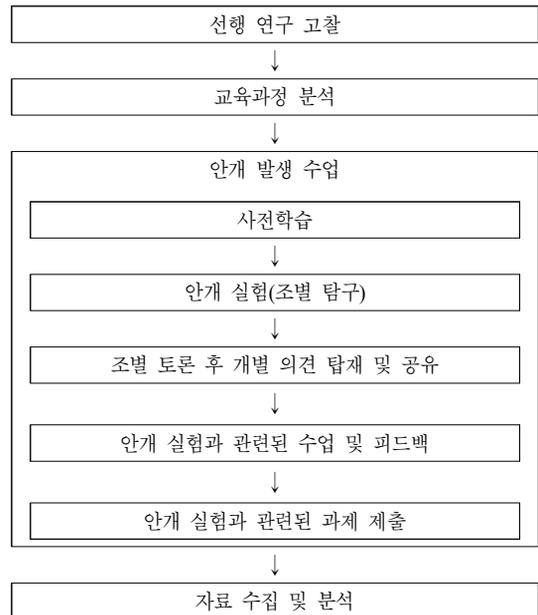


Fig. 1. Research procedure.

숙지도하도록 안내하였다. 수업을 시작하면서 예비교사들에게 안개 발생과 관련된 과학적 지식을 설명하게 하는 문제를 제시하였고, 문제에 대한 답을 도출할 수 있도록 논의하거나 자료를 찾으면서 실험을 진행하도록 하였다. 문제는 2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정에서 제시된 실험 방법 중 어느 쪽이 안개가 더 잘 발생하는지 관찰하고 그 이유에 관해 설명하도록 하는 것과 2009 개정과 2015 개정 교육과정에서 제시된 실험 방법의 차이점을 생각해보도록 하는 것이다. 한 조당 2~3명씩 구성하여 자율적으로 실험을 진행하였고, 수업 시간인 50분 동안 조별로 실험을 반복하거나 관찰된 사항을 논의하도록 하였다. 또한 스마트폰을 이용하여 관련 정보를 검색하도록 하는 등 자율적으로 교재 연구를 진행하도록 하였다.

수업 후, 문제에 대한 답은 개별적으로 LMS(Learning Management System)의 토론방에 제출하여 공유하도록 하였다. 이후, 안개 관련 강의 수업을 동영상으로 진행하였고, 예비교사들에게 안개 실험에 대한 지도 방법을 성찰과 개선의 측면에서 자유롭게 기술하여 과제로 제출하도록 하였다.

3. 안개 발생 실험 교육과정

2009 개정 및 2015 개정 과학교과서에 제시된 안개 발생 실험은 Table 1에서 제시한 것과 같이 집기병에

Table 1. Comparison of the ‘fog generation experiment’ method presented in 2009 and 2015 revised science textbooks (Ministry of Education, 2015a & 2019a)

교육과정	2009 개정	2015 개정
실험 순서	① 집기병에 따뜻한 물을 담아 집기병 안을 데운 뒤에 물을 버립니다. ② 향에 불을 붙이고 집기병에 향 연기를 2초 동안 넣습니다. ③ 얼음이 담긴 페트리 접시를 집기병에 올려놓습니다. ④ 집기병 안에서 어떤 변화가 나타나는지 관찰하여 봅시다.	① 조각 얼음을 페트리 접시에 담습니다. ② 집기병에 따뜻한 물을 가득 넣어 집기병 안을 데운 뒤에 물을 버립니다. ③ 향에 불을 붙이고 집기병에 향을 넣었다가 뺏니다. ④ 조각 얼음이 담긴 페트리 접시를 집기병 위에 올려놓고, 집기병 안에서 나타나는 변화를 관찰해 봅시다.

넣는 물의 양 이외에는 실험 방법이 거의 같다. 2009 개정 과학교과서에 제시된 실험 방법의 설명에는 물의 양을 제시하지 않았지만, 물의 양을 집기병 부피의 1/5 정도 넣는 삽화를 제시하고 있다. 2009 개정 과학교과서에 제시된 방법으로 실험을 하면, 수증기의 포화가 발생하여 따뜻한 물이 닿지 않은 집기병 내부 벽면에 응결 현상이 일어난다. 그러므로 벽면의 응결 현상인 김서림으로 인해 집기병 내부에서 맺히는 안개를 관찰하기가 어렵다. 그런 이유로 교사용 지도서에서는 ‘집기병 안쪽 면이 뿌옇게 흐려져 안개가 발생하는 현상을 관찰하기 어려울 수 있으므로 실험하기 전에 집기병의 벽면을 비눗물로 닦아 둔다.’라는 팁을(교육부, 2015b) 제시하고 있다.

그에 비해 2015 개정 과학교과서에서는 따뜻한 물을 집기병에 가득 넣었다 버리도록 설명이 되어 있으며, 교사용 지도서에 ‘집기병에 따뜻한 물을 넣는 까닭은 집기병 안에 수증기를 채우기 위한 것이다.’라는 팁을(교육부, 2019b) 제시하고 있다. 그러나 집기병에 따뜻한 물을 가득 넣으면 수증기가 존재할 공간이 없어 2009 개정 과학교과서에 제시된 실험에 비해 집기병 내 수증기량이 적기 때문에 발생하는 안개의 양이 적다. 그러나 집기병 내부의 김서림이 없으므로 관찰은 더 용이하다. 그러므로 따뜻한 물을 집기병에 가득 넣는 이유는 수증기를 채우기 위함이라기보다 집기병을 전체적으로 따뜻하게 데워 집기병의 벽면에 김서림이 일어나지 않도록 하는 이유가 더 크다고 할 수 있다.

4. 자료 수집 및 분석

안개 발생에 대한 예비교사들의 설명 유형 및 교육 과정에 따른 실험 방법의 차이점은 LMS의 토론방에 제출하여 예비교사들이 서로 읽고 공유하도록 하였다.

연구자는 LMS 토론방에 제출한 자료를 수집하여 정리하였고, 정리된 자료를 반복하여 읽고 검토하는 과정을 통해 과학적 개념과 비과학적 개념 설명 유형으로 분류하였다. 과학적 개념 설명 유형은 수증기, 온도차, 포화수증기량, 응결 등의 개념을 연계하여 안개 발생을 설명하고 있었다. 비과학적 개념 설명 유형은 안개 발생 관련 개념에 대한 오개념을 가지고 있거나 관련 개념들을 연계하여 설명하지 못하고 1~2개의 개념으로 불완전하게 안개 발생을 설명한 경우이다. 비과학적 개념 설명 유형은 연구자가 자료를 상세히 읽으면서 개념을 추출하고 그 개념에 따라 분류하였다. 예를 들어 ‘집기병 내에서도 위, 아래의 온도 차이로 대류현상이 발생하고, 아래쪽에 위치한 따뜻한 공기가 위로 올라오면서 안개가 발생함’이라고 안개 발생 원인을 설명한 경우, 온도 개념과 대류 개념을 추출하였다. 그러나 온도는 대류를 발생시키는 원인으로 설명하고 있고 안개 발생의 직접적인 원인은 대류로 생각하고 있기 때문에 최종적으로 ‘대류’라는 세부 범주로 분류하였다. 이렇게 분류된 비과학적 개념 설명 유형은 수증기, 온도차, 기체 분자의 운동, 대류, 기타의 5개로 범주화하였다. 기타로 분류된 비과학적 설명 유형은 공간, 향, 공기 등으로 설명한 소수의 사례들로 구성되어 있다.

이와 같은 방법으로 예비교사들이 제안한 안개 실험 지도에 관한 개선안 자료도 수집하여 정리하였고, 정리된 자료를 반복하여 읽고 검토하는 과정을 통해 분석하고 9개의 범주로 분류하였다. 9개의 범주도 반복 검토하면서 정교화 하는 과정을 거쳤다. 예를 들어 2009 개정 과학교과서에 제시된 실험으로 대체하는 의견과 새로운 실험으로 대체한다는 의견을 하나의 상위 범주로 합하고, 실험설명, 동영상 사용, 실험 팁도 하나의 상위범주로 합하여 총 5개의 범주로 분류하였다.

5개의 범주는 대체실험, 추가적 설명이나 자료, 시범 실험, 탐구의 중요성, 예비실험의 필요성, 무응답이다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 안개 발생 실험에 대한 예비교사들의 설명 유형

2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정에서 제시된 실험 방법 중 어느 쪽 방법으로 했을 때 안개가 더 잘 발생하는지에 대한 분석 결과는 Table 2와 같다. 2009 개정 과학교과서에 제시된 실험 방법을 선택한 76명(76%) 중 안개가 더 잘 발생하는 이유를 과학적으로 설명한 예비교사는 24명(24%), 비과학적으로 설명한 예비교사는 52명(54%)이었다. 2015 개정의 안개 실험에서 안개가 더 잘 발생하는 이유를 과학적으로 설명한 경우는 없었고, 비과학적으로 설명한 예비교사는 24명(24%)이었다.

Table 2. Curriculum thought to be more foggy and description types

선택 교육과정	설명 유형	응답자 수(%)
2009 개정	과학적 개념으로 설명한 경우	24(24)
	비과학적 개념으로 설명한 경우	52(52)
2015 개정	과학적 개념으로 설명한 경우	0(0)
	비과학적 개념으로 설명한 경우	24(24)
합		100(100)

안개가 더 잘 발생하는 이유를 과학적 개념으로 설명한 예비교사는 수증기, 온도차, 포화수증기량, 응결 등의 개념을 사용하여 설명하고 있었다. 과학적으로 진술한 예시를 살펴보면 다음과 같다.

2009 개정 실험의 집기병에는 뜨거운 물을 적게 넣어 남은 집기병 공간에 수증기 입자가 있을 공간이 더 많게 된다. 뿌옇게 보이는 안개는 집기병의 수증기와 얼음의 페트리접시 사이의 온도차에 의해 발생하는 것인데, 집기병의 수증기가 더 많은 2009 개정 실험의 집기병에서 그 차이가 더 극명하게 보이기 때문에 안개가 더 잘 발생한다. (PT28)

집기병에 물을 적게 담았을 때가 가득 담았을 때보다 집기병의 온도가 낮아 포화수증기량이 작다. 따라서 포화수증기량을 넘어 응결되는 수증기량이, 물을 가득 담아 버렸을 때 보다 적게 담았을 때가 더 많다. (PT89)

PT28 예비교사 사례와 같이 2009 개정 과학교과서에 제시된 실험에서 안개 발생이 더 잘 된다고 하는 예비교사들의 설명 유형은 포화라는 개념을 사용하지 않았지만 수증기, 증발, 응결, 공간, 온도차 등을 사용하여 안개 발생을 설명하고 있었다. 따뜻한 물의 양을 적게 넣음으로 인해 집기병 내 수증기의 공간이 생기고, 따뜻한 물에서 증발된 수증기 양이 많아지면 얼음이 든 페트리접시와의 온도차로 인한 응결양이 많아져 안개 발생이 더 잘 된다고 설명하고 있었다. 과학적 개념으로 설명한 24명의 예비교사 중 1명만이 포화수증기량으로 설명하고 있었는데(PT89), 초등 예비교사들은 포화 개념에 대한 이해가 매우 부족하다는 여상인(2001) 연구와 맥락을 같이 한다.

Table 3은 안개가 더 잘 발생하는 이유에 대해 비과학적으로 설명한 사례를 범주화한 결과이다. 예비교사들은 수증기, 온도차, 기체 분자의 운동, 대류 등의 개념을 이용하여 설명하고 있었다. 비과학적 개념으로 안개 발생을 설명한 학생 중에 온도차로 설명한 학생들이 가장 많았는데, 수증기량과 관계없이 온도 차이만 있으면 안개가 발생한다고 생각하는 예비교사들이 36명(36%)이나 되었다. 또한 ‘따뜻한 수증기가 차가운 유리병에 달라붙어 있다.’, ‘물의 양이 적기 때문에 데워진 수증기가 적다.’, ‘수증기가 대류를 한다.’ 등 수증기를 김과 혼동하거나 증발과 포화수증기 개념 간의 관계를 올바르게 이해하지 못하여 비과학적 개념으로 안개 발생을 설명하고 있는 것을 알 수 있다. 비과학적 개념 설명 유형의 대부분은 여러 개념을 연계하여 설명하지 못하고 한두 가지 개념만으로 불완전하게 설명하고 있는 경우가 많았다.

2009 개정과 2015 개정 교육과정에서 제시된 실험 방법의 차이점인 집기병에 넣는 따뜻한 물의 양은 왜 달라졌는지 그 이유를 알아낸 예비교사들은 48명이며 알아내지 못한 예비교사는 52명이다(Table 4). 2009 개정 혹은 2015 개정 교육과정의 실험 방법에서 안개가 더 잘 발생하는 이유를 비과학적으로 설명한 예비교사

Table 3. Examples of unscientific explanations

설명유형	사례	응답자 수
수증기	- 2009 실험의 경우 적게 넣었던 물의 따뜻한 수증기가 차가운 유리병에 달라붙어 있다가, 차가운 냉기를 만나 응결하여 내려왔기 때문에 안개가 많이 생성. (PT2) - 2009 실험의 경우 물의 양이 적기 때문에 데워진 수증기가 적어서 금방 다 집기병 위쪽으로 올라가는데 얼음을 덮으면 안개가 많이 생성. (PT10)	15
온도차	- 2009 실험은 온도차가 발생하는 공간이 더 넓어서 안개가 더 잘 보이지만, 2015 실험은 온도차가 발생하는 집기병 입구 좁은 공간에서만 온도 차가 발생. (PT49) - 2015 실험이 병 내부의 온도와 병 외부의 온도 차이가 더 크기 때문에 안개가 더 잘 발생. (PT65)	36
기체분자 운동	- 2015는 기체분자 운동이 활발하여 입자가 병 밖으로 많이 나간다. 그래서 향을 넣고 응결이 일어날 수 있는 입자가 비교적 적어 안개가 잘 발생하지 않음. (PT47) - 뜨거운 물을 많이 넣은 2015 실험에서는 비커 온도가 높아서 기체분자의 운동이 더 활발해지고 그에 따라 얼음에 활발하게 부딪혀 연기가 더 많이 생기는 것. (PT68)	8
대류	- 물을 아래쪽에만 채웠던 집기병(2009)은 집기병 내에서도 위 아래의 온도 차이가 있어서 대류현상이 발생하고, 아래쪽에 위치한 따뜻한 공기가 위로 올라오면서 안개가 더 잘 발생함. (PT23) - 2009 실험에서는 아래만 데워져 대류현상을 활발히 일으키기 때문에 안개가 더 잘 발생함. (PT 42)	12
기타	- 2009 실험에서는 뜨거운 공기와 차가운 공기의 차이가 나타날 여유 공간이 더 있음. (PT25) - 2015 실험에서는 집기병의 내부가 팽창돼 있어서 향의 연기가 들어가기 힘들어서 안개가 발생하기 어려움. (PT51)	5
합		76

들도 따뜻한 물의 양이 변경된 이유를 알아낸 경우가 많았는데 그 이유로는 조별 탐구여서 관찰 결과나 답을 공유했을 가능성이 있다.

Table 4. Number of respondents who found out why they added different amounts of water to the container

선택 교육과정	응답자 수	
	설명함	설명하지 못함
2009	39	37
2015	9	15
합	48	52

2015 개정 교육과정의 안개 실험에서 물을 가득 넣은 이유를 알고 있는 예비교사들은 아래와 같이 서술하고 있었다.

2009의 경우 유리병의 안쪽 벽이 차가운 상태이기 때문에 벽면에 김이 많이 서려 안개가 잘 발생해도 관찰이 어려웠는데, 2015의 경우 유리병 전체를 데우기 때문에 벽에 응결이 일어나지 않아 유리병이 투명한 상태가 유지되어 안개 발생을 관찰하기 쉬워서 변경된 것이다. (PT81)

2009 개정 교사용 지도서에서 ‘집기병 안쪽 면이 뿌

렇게 흐려져 안개가 발생하는 현상을 관찰하기 어려울 수 있으므로 실험하기 전에 집기병의 벽면을 비눗물로 닦아 둔다.’라고 설명하고 있어 교사용 지도서를 잘 읽어보거나 관찰을 통해 집기병 안쪽에 김이 서린다는 사실을 알게 될 수도 있었지만, 2015 개정 교육과정 실험과의 차이점을 설명하지 못하는 예비교사들이 52명이나 되었다.

2. 안개 발생 실험 지도에 대한 예비교사들의 제안

예비교사들이 안개 실험에 대한 지도 방법을 성찰과 개선의 측면에서 자유롭게 기술한 의견을 분석하여 범주화한 결과는 Table 5와 같다. 대체실험을 제안한 의견이 55명(55%), 추가적 설명이나 자료와 관련된 의견이 34명(34%), 시범실험이 8명(8%), 탐구의 중요성이 10명(10%), 예비실험의 필요성이 3명(3%), 무응답이 2명(2%)이었다.

현재의 안개 실험을 대체 실험으로 변경해서 지도하면 좋겠다는 의견이 가장 많았는데(36명), PT69 예비교사처럼 AR과 같은 실감형 콘텐츠를 도입하자고 하는 의견이나 안개를 직접 경험하게 하는 의견 등의 대체 실험을 제안하는 개선안도 있었지만, 드라이아이스를 이용하는 실험 등 안개 발생과 관련된 개념을 전혀 고려하지 않고 현상만을 관찰하는 대체 실험을 제

Table 5. An improvement plan for the fog generation experiment suggested by preservice teachers

범주	사례의 일부 내용	응답자 수
대체 실험	새로운 실험 AR과 같은 실감형 콘텐츠를 도입으로 안개를 관찰하여 실제 실험을 대체한다. (PT69)	36
	2009 개정 실험 2009실험의 오류를 보정하기 위해 바뀐 것은 알고 있으나, 현상에 대해 잘 설명할 수만 있다면 2009실험으로 대체하여 지도하는 것이 더 좋다고 생각한다. (PT39)	19
추가적 설명이나 자료	실험설명 실험 전 충분한 탐구 설명이나 개념을 가르쳐 학생들이 탐구를 진행하는 데 있어 도움이 되도록 한다. (PT1)	15
	동영상 사용 안개 실험과 같은 경우 선생님이 시범을 보여도 적절한 결과가 나오지 않는 경우가 있다. 이럴 때는 유튜브나 아이스크림 등에서 모범 실험 예시를 보여주고, 이후에 학생들과 실험을 진행하는 방법도 좋을 것이다. (PT66)	10
	실험 팁 안개 실험을 할 때 향 연기를 더 넣어주거나, 집기병 뒤에 검은색 종이를 대고 보면 더 잘 보일 수 있다. (PT78)	4
시범 실험	실험 기자재의 크기를 키우는 교사의 시범 실험을 하면 좋을 것 같다. 큰 사이즈의 실험 자체가 아동들의 호기심을 더 자극하기도 하고 (인기 유튜버 ‘허팝’ 등의 실험에서 힌트를 얻음) 교사가 실험 상황을 직접 통제하기 때문에 실패의 확률이 낮다는 장점이 있다. (PT91)	8
탐구의 중요성	탐구수행이 어렵거나 관찰지식을 얻기 어려운 경우 학생과 교사는 시간과 노력을 더 들여 탐구를 극복해야 한다. 탐구가 어렵다고 해서 교육과정 안에 있는 탐구를 변형하는 것은 옳은 방법이 아니라고 생각한다. 탐구 학습은 결과뿐만 아니라 과정에서도 분명히 배울 것이 있는 학습이다. (PT64)	3
예비실험의 필요성	교사의 예비 실험이 필수적이다. 직접 해보니 실험이 원활히 진행되지 않는 경우가 발생하였다. 따라서 교사는 예비 실험을 통해 실험이 잘 되지 않는 원인을 찾아 보완할 필요가 있다. (PT68)	3
무응답		2
합		100

안하는 의견도 있었다. 또한 구체적인 실험 방법은 모르겠지만 현행 교육과정보다 쉬운 대체 실험이 있으면 좋겠다는 의견도 있었다. 이러한 대체 실험을 제시하는 설명에는 아래 사례처럼 여전히 수증기에 대한 비과학적 개념을 나타내는 예비교사들이 있었다.

따뜻한 수증기를 병 안에 직접 더 넣을 수 있다면 관찰이 더 원활할 것 같다고 예상한다. 지도서와 같은 순서대로 진행되되 미니 가슴기로 수증기를 집기병에 직접 더 넣어서 병 안의 수증기를 최대한 많이 조성하면 좋을 것 같다. (PT66)

대체실험과 관련된 의견으로는 2009 개정 교육과정에 제시된 실험을 다시 도입했으면 좋겠다는 의견도 있었는데, PT39 예비교사처럼 현상과 과학적 원리를 잘 설명해야 한다는 조건을 제시하고 있었다.

추가적인 설명이나 자료를 활용하는 하위범주에는 실험 설명이나 개념을 충분히 지도할 수 있는 시간을 확보하는 것이 좋겠다는 의견이 15명으로 가장 많았고, 특정 웹사이트의 이용 및 실험 팁을 활용하자는 의

견이 10명, 실험 팁을 제시하는 의견으로 4명이 있었다. 특정 웹사이트로 유튜브나 아이스크림을 많이 언급하고 있었는데, 이런 웹사이트의 동영상을 이용하여 실험 예시를 보여 준 후 안개 실험을 진행하는 것이 좋겠다는 의견이 있었다(PT66). 또한 일부 예비교사들은 유튜브나 아이스크림 동영상을 모범 실험이라고 표현하고 있어 동영상 매체에 대한 예비교사들의 의존도가 높은 것을 알 수 있었다.

그 외 PT91 사례와 같이 시범실험을 제안한 예비교사들은 실험 실패를 줄이고 성공적인 실험 결과만을 고려한 지도법에 초점을 맞추어 기술하고 있었다. 이러한 의견과 반대로 실험의 결과보다는 과정이 중요하고 학생과 교사가 시간과 노력을 더 들여 탐구를 수행해야한다는 의견도 있었다(PT64). 탐구의 중요성과 관련된 의견을 제시한 예비교사들은 실험 방법이나 관련 지식을 이해하기 위해 좀 더 노력해야 한다는 의견을 제시하거나 실험의 성공과 실패보다는 교사에게 필요한 교과내용 지식의 습득의 중요성이나 탐구의 본질을 언급하고 있었다.

예비실험을 통해 실험의 원인을 찾거나 관련 개념

을 더 이해해야 한다는 의견을 제시한 예비교사(PT68)와 같이 초등학생들을 지도하기 위해서는 관련 과학적 개념을 좀 더 이해하고 학습해야 한다는 성찰에 초점을 맞춘 의견을 제시한 예비교사는 소수에 불과하였다.

IV. 결론

본 연구에서는 초등 예비교사들을 대상으로 2009 개정 및 2015 개정 초등 과학교과서에 제시된 ‘날씨와 우리생활’ 단원의 안개 발생 실험에 대한 이해 및 그들이 제안한 지도 방법을 살펴보았다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 예비교사들은 안개 발생 실험의 원리에 대해 수증기의 응결, 온도에 따른 포화수증기량의 차이, 기체의 성질 등을 이용하여 과학적으로 설명하고 있었지만, 포화 개념을 활용하여 설명한 예비교사는 1%에 불과했다. 사전에 교과서와 교사용 지도서 등을 충분히 읽고 학습할 시간이 주어졌고, 조별로 논의할 시간이 있었음에도 과학적인 개념으로 안개 발생 실험을 설명하는 예비교사들보다 1~2개의 개념으로 불완전하게 설명하는 예비교사들이 더 많았다. 또한 안개 발생 실험에 대한 강의가 끝난 후에도 일부이지만 수증기에 대한 비과학적 개념을 나타내는 예비교사들이 있었다.

선행연구(여상인, 2001; Chang, 1999) 또한 대부분의 예비교사들이 포화수증기에 대한 개념을 가지고 있지 않았으며, 과학을 전공해도 일부의 학생만 포화를 설명할 수 있고, 공기 중 수증기에 대한 비과학적 개념을 가지고 있다고 하여 본 연구의 결과와 맥락을 같이 한다. 선행연구(백성혜와 조미정, 2005; 양기창과 백성혜, 2007; 여상인, 2001; Chang, 1999)에 의하면, 교사들의 비과학적 개념 형성의 한 요인으로는 충분하지 않은 과학수업 때문에 학교 교육을 통하여 기화, 액화, 승화와 같은 기본적인 상태변화 현상을 비롯하여 응결, 대기압, 포화, 분자운동에너지, 열역학법칙 등 여러 영역에 걸친 다양한 개념들에 대하여 충분한 이해가 제공되지 않기 때문이라고 하고 있다. 그러므로 교사 양성 과정에서 자연현상을 설명하기 위한 간단한 탐구활동이라도 그 현상과 관련된 과학적 개념을 유기적으로 지도하도록 노력해야 할 것이다. 교사 스스로 과학적 개념이 올바르게 형성되어 있지 않으면 학생들에게 그

영향이 미치게 된다. 심지어는 교사가 개념을 바르게 이해하고 있더라도 다르게 설명하면 학생들은 과학적 개념과는 전혀 다른 개념을 재구성할 수 있는데 (Barrass, 1984), 그 이유는 학생들이 교사가 수업한 내용을 바탕으로 자신이 이미 지닌 경험에 의한 지식과 사고방식에 따라 개별적으로 해석하고 있기 때문이다 (배태수와 최병순, 1991).

둘째, 교사들은 교사용 지도서를 적극적으로 활용하지 않는다는 이신애와 임희준(2016)의 연구 결과처럼 본 연구에서도 예비교사들은 교사용 지도서를 꼼꼼히 읽어보거나 그 안에서 답을 찾는 사례를 찾기가 어려웠다. 물론 교사용 지도서를 참조한다고 하더라도 교육과정 변화에 따른 안개실험 방법의 변화에 대해 이해하려면 예비교사 스스로 어느 정도 과학적 개념을 가지고 있거나 개념들을 재구성하여 생각해야 한다. 2015 개정 교사용 지도서에 제시된 ‘집기병에 따뜻한 물을 넣는 까닭은 집기병 안에 수증기를 채우기 위한 것이다.’라는 함축적 설명은 과학적 지식이 부족한 예비교사들에게 다른 의미로 해석될 수 있으며 비과학적 개념을 형성할 수도 있다.

교육과정이 바뀔 때마다 교사들은 연수를 통해서 재교육을 받기도 하지만 교사 스스로 교재 연구를 통해 수업 전문성을 갖추는 것이 바람직한 것이다. 그를 위해서는 교사의 수업 준비 및 실행을 위한 의미 있고 활용도가 높은 교사용 지도서를 개발하는 것은 물론 교사들이 필요로 하는 교사용 지도서를 개발해야 할 것이다. 또한, 교사 양성 대학도 교사의 실천적 교수 지식 향상을 위해 개념적 통합이 이루어진 배경지식을 제공해 주어야 할 것이다(이송연 외, 2010).

셋째, 본 연구에서는 안개 발생 실험에 대한 불완전한 과학적 지식에 대한 성찰보다는 지도 방법에 대한 개선안을 제시하는 예비교사가 많았으며, 과학적 지식의 중요성보다는 실험의 재현과 성공을 중요시하는 예비교사들이 더 많았다. 실험의 재현과 성공을 중요시하는 예비교사들은 대체실험, 교사 시범실험, 동영상 등을 이용한 실험, 사전 설명 등을 선호하였다. 대체실험이나 동영상 자료 활용으로 웹사이트를 언급한 예비교사들이 있었는데, 그 이유로는 초등교육 현장에서는 다양한 웹사이트에서 과학 교수·학습 자료를 다운받아 사용하고, 공유하는 교사들이 많아지고 있기 때문이다(나지연과 문재원, 2020). 그러므로 차기 교육과정

에서는 교사들의 요구에 부응하는 다양한 수준의 온라인 과학 교수·학습 자료를 개발하여 제공할 필요가 있으며, 온라인 자료를 통합적으로 쉽게 활용할 수 있도록 방안을 마련해야 한다. 그러나 무엇보다도 교사 스스로 과학 교수·학습 자료를 탐색할 때에 과학적 지식을 올바르게 획득하고 전문성을 가질 수 있도록 교사 자신의 개선 노력이 필요할 것이다.

추후, 안개 주제 이외에도 교육과정의 변천에 상관없이 교과서에서 지속적으로 다루어지며 항구성이 있는 주제들에 대해서는 여러 과학 개념 및 그 개념 간의 연결을 예비교사들이 어떻게 이해하고 있는지 교과서 및 교사용 지도서의 내용과 함께 살펴보는 후속적인 연구가 더 필요할 것이다. 과학적 개념의 유기적인 관계에 대한 교사들의 이해 과정은 교사 양성 교육 뿐 아니라 차기 교육과정을 논의하는 기초적인 자료에도 도움이 되기 때문이다.

국문요약

본 연구에서는 2009 개정 및 2015 개정 초등 과학교과서에 제시된 5학년 ‘날씨와 우리생활’ 단원의 탐구 중 ‘안개 실험’과 관련하여 예비교사들의 이해를 알아보았다. 연구 대상은 교육대학교 학생 100명으로 초등과학 교재연구 강의에 참여한 학생들이다. 예비교사들은 두 교육과정에 대해 사전학습 후, 실험을 비교수행하고 논의하는 자율적인 교재연구를 하였다. 그 후 예비교사들이 개별적으로 답한 결과와 과제를 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 2009 개정과 2015 개정 교육과정에서의 안개 발생 차이를 응결, 수증기 등의 관련 과학적 개념으로 설명한 예비교사는 24명(24%)이었고 그중 1명(1%)만이 포화개념을 이용하여 설명하고 있었다. 둘째, 교육과정 변화에 따른 안개실험 방법의 변화에 대해 그 이유를 알아낸 예비교사들은 48명(48%)이었다. 셋째, 예비교사들은 과학적 지식의 중요성보다는 실험의 재현과 성공을 중요시하였으며, 그런 예비교사들은 대체실험이나 동영상 자료 활용을 제안하였다.

주제어: 초등 예비교사, 안개 생성 실험, 날씨와 우리 생활, 2009 개정 과학교과서, 2015 개정 과학 교과서, 과학 개념

References

- 고미례, 남정희, 임재항(2009). 신임 과학교사의 교과교육학 지식 (PCK) 의 발달에 관한 사례 연구. 한국과학교육학회지, 29(1), 54-67.
- 곽영순(2009). 교실 수업에서 초임 과학교사의 교과내용 지식이 내용교수지식에 주는 영향에 대한 연구. 한국지구과학회지, 29(6), 611-625.
- 교육부(2015a). 초등학교 5-6학년군: 과학 5-2. 서울: 미래엔.
- 교육부(2015b). 초등학교 5-6학년군: 과학 교사용지도서 5-2. 서울: 미래엔.
- 교육부(2019a). 초등학교 5-6학년군: 과학 5-2. 서울: 비상교육.
- 교육부(2019b). 초등학교 5-6학년군: 과학 교사용지도서 5-2. 서울: 비상교육.
- 김영민, 문지선, 박정숙, 임길선(2010). 과학교사양성과정 에 대한 심층면담을 통한 경력과학교사들과 초임과학교사들의 인식 비교. 한국과학교육학회지, 30(8), 1002-1016.
- 김진범(2003). 물의 순환에 대한 초등학생의 선개념과 개념 변화에 대한 연구. 춘천교육대학교 석사학위논문.
- 김한재, 정용재, 장명덕(2013). ‘어느점 내림’에 대한 초등 예비교사들의 인식 조사 및 설명 모형 제안. 초등과학교육, 32(2), 206-224.
- 나지연, 문재원(2020). 초등 교사는 왜 그 사이트에서 과 학수업자료를 찾는가? 과학 교수·학습 자료 지원 웹 사이트를 중심으로. 초등과학교육, 39(1), 69-83.
- 노태희, 윤지현, 김지영, 임희준(2010). 초등 예비 교사들 이 과학 수업 시연 계획 및 실행에서 고려하는 교과 교육학지식 요소. 초등과학교육, 29(3), 350-363.
- 민희정, 박철용, 백성혜(2010). 교수 실재를 통한 초임 과 학교사의 PCK 분석. 한국과학교육학회지, 30(4), 437-451.
- 배태수, 최병순(1991). 원자/분자에 관한 중등학교 학생 과 과학교사의 오인 분석. 화학교육, 14(2), 116-127.
- 백성혜, 조미정(2005). 대기 중의 수증기량이 증발과 끓음 에 미치는 영향에 대한 고등학생과 화학 전공 교사 들의 인식 조사 및 관련 교과서 내용 분석. 한국과학 교육학회지, 25(7), 775-782.
- 성승민, 이규호, 여상인(2016). “화석 모형 만들기” 탐구 활동에 대한 초등교사의 인식 분석-6차, 7차, 2007

- 개정, 2009 개정 초등과학 교과서를 중심으로-. 초등 과학교육, 35(2), 229-242.
- 신지영(2017). 날씨 현상에 관한 논증 수업에서 나타나는 초등학생 개념의 특징. 경인교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 양기창, 백성혜(2008). 대기 중의 증발 현상에 대한 중등학교 화학전공 교사들의 개념 변화 과정에 대한 연구. 대한화학회지, 52(1), 88-93.
- 여상인(2001). 초등학교 예비교사의 증발과 응결 현상에 대한 이해. 과학교육논총, 13, 209-224.
- 윤혜경(2015). 학생의 과학 개념에 대한 초등 예비교사의 교육적 추론. 초등과학교육, 34(1), 58-71.
- 이기영(2013). 과학 교사의 교과내용학지식과 교과교육학지식의 연관성 분석: 지구과학 교사의 대기압 수업 사례. 한국과학교육학회지, 33(6), 1219-1236.
- 이송연, 김성혜, 백성혜(2010). 물은 용액의 성질에 대한 화학전공 예비교사들의 이해 및 화학교사 양성교육에 대한 인식 사례 연구. 대한화학회지, 54(6), 787-798.
- 이신애, 임희준(2016). 수업준비와 전문성 함양을 위한 초등학교 과학 교사용 지도서 활용 실태-2009 개정 과학과 3-4학년 을 중심으로-. 초등과학교육, 35, 205-215.
- 최성희, 권치순(2005). 교육과정 변천에 따른 초등학교 과학과 대기와 날씨에 관한 내용 분석. 초등과학교육, 25(1), 15-26.
- 하성자, 김범기, 백성혜(2005). 어는점 내림 현상에 대한 교과서 내용 및 중등 과학 교사들의 개념 분석. 한국 과학교육학회지, 25(2), 88-97.
- 한태현(2015). 날씨변화에 대한 초등학생의 개념 유형과 개념 형성 요인에 대한 연구. 서울교육대학교 석사 학위논문.
- Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 18, 201-206.
- Chang, J. Y. (1999). Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83(5), 511-526.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. G. (1993). Preservice biology teachers' knowledge structure as a function of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Education*, 77, 25-45.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modeling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.