

얼음의 분자구조에 대한 암실 속 과학탐구 활동에서 시각장애학생의 학습상황에 대한 예비 화학교사들의 인식

김학범 · 차정호*

대구대학교 과학교육학부

(접수 2017. 5. 15; 게재확정 2017. 8. 18)

Pre-Service Chemistry Teachers' Awareness of Visually Impaired Students' Learning Situation through Scientific Inquiry about Molecular Structure of Ice in Darkroom

Hak Bum Kim and Jeongho Cha*

Division of Science Education, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea. *E-mail: chajh@daegu.ac.kr

(Received May 15, 2017; Accepted August 18, 2017)

요약. 이 연구에서는 예비 화학교사들이 암실 속 과학탐구 활동을 통해서 시각장애학생의 학습상황에 대한 탐색과정과 이해를 조사하고, 이로부터 시각장애학생의 과학 교수 학습지도에의 활용 방안을 제안하고자 하였다. 경북 지역의 사범대학 3학년에 재학중인 예비 화학교사 21명에게 ‘얼음의 분자구조’에 대한 모형을 암실 속에서 탐색하게 하였다. 암실에서 이루어진 연구자와의 개방적 대화와 끝난 다음의 자유토론을 녹음하여 전사한 뒤 분석하였다. 분석결과, 예비 화학교사들은 암실 속에서 ‘얼음의 분자구조’ 모형을 탐색하고 학습내용을 구상하면서 시각장애학생의 학습상황이 자신의 생각과 다르다는 것을 인식하게 되었다. 또한, 얼음의 분자구조는 잘 알고 있는 내용이지만 자신의 암실활동 경험에 비추어 시각장애학생이 학습과정에서 겪는 어려움을 짐작할 수 있게 되었다. 이러한 인식에 기초하여 예비 화학교사들은 연구자가 제시한 분자모형을 개선하는 아이디어를 제시하였다.

주제어: 예비 화학교사, 분자 모형, 시각장애학생, 암실 속 과학탐구

Abstract. The purpose of this study is to investigate the perspective of pre-service chemistry teachers on the learning situations of visually impaired students through scientific inquiry in a darkroom and to propose a teaching and learning method for students with visual impairments. Twenty-one pre-service chemistry teachers from college of education in Gyeongbuk were encouraged to explore individually hands-on model for the molecular structure of ice freely, and had a discussion with a one of the researchers during the activity. All the conversation and discussion were audio-taped and transcribed for analysis. As a result, pre-service chemistry teachers realized that learning situation of the visually impaired students was quite different with their perception while exploring and figuring out hands-on model of the molecular structure of ice in the darkroom. They already learned and could see this model by themselves but also recognized that visually impaired students had inconvenience and difficulty in learning science concepts. Based on these reflections, some pre-service chemistry teachers suggested directions for modification to fit visually impaired students' needs more.

Key words: Pre-service chemistry teacher, Molecular structure model, Visually impaired student, Scientific inquiry in the darkroom

서론

시각에 손상을 입은 학생들은 지식 습득에 있어 가장 중요한 감각기관인 시력이 손실되어 있기 때문에 학습에 있어 불리한 조건에 놓여 있다. 그러나 이들의 지적 능력은 일반 아동과 다르지 않다. 따라서 시각장애학생들의 특수성을 배려하여 그들에게 적절한 학습경험을 제공해 주기

만 한다면 일반 학생들과 똑같은 양질의 과학 내용을 학습할 수 있는 잠재력을 가지고 있다.¹

국가 수준 교육과정인 ‘2015 특수교육 교육과정’에서도 시각장애학생들에게 과학 교과는 일반 학교의 교육과정을 준용하면서 1학년에서 10학년까지는 국민 공통 기본 교육과정으로, 그 이후는 선택 중심 교육과정으로 운영하고 있다.² 또한, 시각장애학생들을 위해 일반 교과서를 점자 교과서나 확대 교과서의 형태로 변환하여 제공하고 있다.

그러나 점자로 점역된 과학 교과서에서는 복잡한 그림,

이 논문은 김학범의 2015년도 박사학위 논문에서 발췌 정리한 것임.

삽화, 도표 등을 모두 담을 수 없고 전달할 수 있는 정보의 질도 제한되어 있어서 이들을 가르치는 대부분의 교사들이 시각장애 학생용으로 제작된 교과서에 만족하지 못하고 있는 실정이다.^{1,3-6}

일반적으로 시각장애학생의 교수학습과정은 주로 언어를 매개로 하여 지도하는 것이 대부분이다.⁷ 특히, 과학 교과에서 시각적 제한을 가지고 있는 학습자에게 자연의 현상이나 법칙 및 이론에 대해 언어를 사용하여 이론적인 설명이나 문답만의 지도방법으로는 학습의 효율성을 높이기 어렵다. 따라서 교과서 이론중심의 지도방법을 지양하고, 실제 경험을 통한 개념 학습을 실시하며, 이들 개념의 통합을 위해 다양한 교재 및 교구를 개발·제작하여 활용해야 한다.^{2,5,8-13}

시각장애학생을 위한 과학 교수학습자료는 장애로 인해 상실되는 관찰 정보의 제한성을 최소화하는 데 초점을 맞추고 있으며,¹⁴ 시각장애학생이 가진 다른 감각을 활용하는 방법들을 제안하고 있다.^{8,15} 실제로 시각장애학생을 위해 물리 분야에서 수평잡기 실험도구를 개발하였고,¹⁶ 화학 분야에서 용액에서의 화학적 변화를 확인하기 위해 물 속에서 빛의 세기에 따라 소리의 음색이 변하는 장치를 제작하기도 하였다.¹⁷ 또한, HyperChem, ChemDraw Pro, Chem 3D, and Chem Windows와 같은 프로그램을 이용하여 화학 반응을 나타낸 분자구조를 점자 및 촉각적 그림으로 표현하여 유기화학 과목의 강의와 평가에 활용할 수 있도록 새로운 기술을 생성하였다.¹⁸

그러나 과학 교수학습자료는 과학 내용에 대한 전문 지식과 함께 교수학습자료를 사용할 학습자의 학습상황을 이해하여 고려되어야 한다.¹⁹ 과학교육전문가의 경우 과학 지식에 대해 전문성을 갖추었지만 시각장애학생의 학습 상황에 대해서는 단순히 시력 손실로 인해 학습에 어려움이 있을 것이라고 막연히 생각하는 수준에 머무르고 있어 제대로 이해한다고 보기 어렵다.²⁰ 또한, 대부분이 정안인 연구자가 특정 학습상황에서 장애학생의 행동을 관찰자의 입장에서 관찰하거나,^{15,16,21} 설문조사나 관련 도서 및 교재에 대한 문헌 연구와 같이 참고하는 간접적인 방법을 통해 과학 교수학습자료를 개발 및 제안하고 있다.^{5,8,22}

직접적인 방법으로는 수업의 실천과정에서 교사의 깨달음이 일어나게 되는데 이를 ‘실천적 지식’이라 한다. 교사는 배울 것을 먼저 이해하고 있는 것이 아니라 그가 이해하지 못하고 있는 것을 그 자신이 수업을 하는 과정에서, 그리고 행동을 하는 과정에서 배울 수 있다. 이론이나 기술에만 의존하기 보다는 각자가 겪는 자신의 경험에 근거하여 자신만의 이론을 재구성하게 된다. 또한 행위 중 반성을 통해 폭넓은 교수 전략이나 기법 종목들을 개발할 수 있을 뿐만 아니라 구체적인 교실 상황에서 자신의 행동과 의사 결정을 점검할 수 있다.²³

이러한 맥락에서 많은 연구들이 반성의 과정을 보다 효과적으로 만드는 방법을 찾아내려고 노력하고 있으나 아직까지 예비교사교육이나 교사 연수에서 전문적인 연구가

드문 실정이다.²⁴ 더불어 학습자를 직접 만나 경험할 수 있는 학교현장실습의 경우에도 시각장애학생을 직접 대면할 기회 조차 예비 화학교사의 경우 매우 제한적이기 때문에 시각장애학생의 학습상황을 충분히 고려한 교수학습자료를 개발하고 활용하기란 어려운 실정이다.

따라서 이 연구에서는 예비 화학교사들에게 시각장애학생들의 학습상황으로 볼 수 있는 암실에서의 과학탐구를 경험하게 함으로써 시각장애학생들의 과학 수업상황을 이해하고 그에 적합한 과학 교수학습자료를 개발하는 데 있어 구체적인 방안을 강구할 수 있는지 조사하였다.

연구방법 및 절차

연구 대상 및 맥락

이 연구는 경산 지역에 위치한 사범대학의 화학교육과에 재학중인 3학년 중, 2015년 2학기에 개설된 화학교육 관련 강의의 수강하는 예비 화학교사를 대상으로 하였다. 이 강의의 처음 4주 동안에는 장애학생을 대상으로 한 과학 체험 활동에 대비하여 시각장애학생을 위한 과학 체험 프로그램을 개발하는 과제가 부여되었다. 시각장애 및 시각장애학생에 대한 개략적인 안내 후 조별로 자료 개발 아이디어를 정하고 개발을 시작하였다. 매주 두 차례의 수업 시간에 조별로 진행 상황을 점검하였으며, 그 중 시각장애학생의 학습상황에 대한 체험으로 암실 활동을 진행하였다. 이 활동에 참여한 21명(여자 12명과 남자 9명)의 예비 화학교사들은 장애학생에게 과학을 지도해 본 경험이 없었으며 안대 및 암실의 경험이 없었다.

암실 속 과학탐구 활동

이 연구에서는 예비 화학교사들이 시각장애학생의 학습 상황을 경험해 볼 수 있는 공간으로 암실을 사용하였는데,^{20,25} 사진 인화 실습을 위해 조성된 공간이다. 내벽은 검정색으로 칠해져 있고, 출입구 주변의 틈은 암막 커튼이 이중으로 설치되어 있어 미세한 빛까지 차단된다. 13×10 m² 크기의 공간에 Fig. 1과 같이 책상 1개와 의자 7개를 준비하였다.

암실 속에서의 과학탐구 활동으로는 ‘얼음의 분자구조 모형’을 활용하였다. 이 모형은 탁구공과 압정, 자석으로 만들어졌으며 고체 상태의 물 분자의 구조를 나타내기 위해 연구자가 고안하였으며, 선행연구^{20,26}에서도 사용된 바 있다. 하나의 물 분자는 산소 원자를 나타내는 탁구공 1개와 결합 위치를 나타내는 압정 4개, 그리고 수소를 나타내는 자석 2개로 제작하였다(Fig. 2). 총 20개의 탁구공 물 분자를 이용하여 15×13×10 cm³인 얼음 분자구조 모형을 예비 화학교사들이 활동할 수 있도록 상자에 담아 준비해 두었다.

예비 화학교사들이 암실로 입장할 때에는 빛이 새어 드는 것을 최소화하기 위하여 입장 전 대기 공간부터 조명을 전혀 사용하지 않았으며 한 명씩 순차적으로 입장하게 하였다.



Figure 1. Setting of darkroom.



Figure 2. Model of molecular structure of ice.

암실 안에서 원활한 착석을 위해 예비 화학교사마다 자리 번호를 지정하였고, 입장 전에 각자의 책상, 의자 배치 및 이동경로 등의 암실 내부 사항에 대해 간략히 설명하였다. 암실 안으로 입장하여 착석하기까지는 연구자 중 1인이 먼저 자리에 앉은 상태에서 목소리로 안내하였고, 예비 화학교사들은 촉감을 이용해 이동하여 자리를 잡았다. 암실 속에서의 실제적인 탐구를 위하여 예비 화학교사들에게는 사전에 활동 내용에 대한 정보를 제공하지 않았으며, ‘얼음의 분자구조 모형’을 만져가며 스스로 탐색해가도록 안내하였다. 연구자 1명은 암실 속 과학탐구 활동을 진행하면서 준비된 면담 질문을 하였다.

암실 속 과학탐구 활동은 예비 화학교사 5-6명을 1개조로 총 4회 실시하였다. 한 회마다 어둠 속에서의 활동은 대략 20분이 걸렸고 활동 전 예비 화학교사들의 착석과 인사 및 안내 시간으로 10분, 활동 후 불 켜고 다 같이 논의하는 시간으로 10분이 소요되어 총 40분 정도가 걸렸다.

면담 개발과 구성

예비 화학교사의 탐구활동을 중심으로 다양한 대담을 얻기 위해 반구조화된 면담을 하였다. 질문 항목은 활동자료의 탐색, 학습내용의 선택 및 구성, 교수방법의 고안, 활동자료의 수정 및 보완, 경험 후 느낌에 대한 내용으로 전반적인 틀은 선행연구^{20,26}에서 사용한 질문들과 유사하다. 그러나 예비 화학교사들이 시각장애학생을 위한 체험활동을 개발 중인 점을 고려하여 암실활동 경험이 자신의 자료개발에 미친 영향에 대한 질문을 추가하였다(Table 1).

어둠 상황에서 예비 화학교사들이 준비된 활동자료를 탐색하고 무엇으로 구성되어 있는지, 무엇을 배울 수 있는지, 무엇을 가르칠 수 있는지에 대한 생각들을 대담할 수 있도록 구성하였고 활동자료의 학습목표를 스스로 인식할 수 있도록 심층면담을 하였다. 예비 화학교사들이 얼음의 분자구조 모형에 대한 개선점과 암실에서의 경험을 말할 수 있도록 하였고 밝음 상황에서 암실과 모형을 눈으로 확인하게 하고, 그 느낌과 자신의 자료개발에 미친 영향에 대해 설명하도록 하였다. 이 질문들은 활동 내용에 대해 예측 혹은 묘사하게 하고, 그렇게 생각하는 이유를 설명하는 방식으로 구성되어 있다.

활동이 끝난 뒤, 자료 분석을 위해 녹음한 암실 속 과학탐구 내용을 전사한 후 특징을 분석하였다. 전사 자료에 유의미한 내용을 해석하면서 과학교육전문가 3인과 협의하였고 특수교육전문가의 검토를 통해 분석의 타당성을 높이고자 하였다.

연구 결과 및 논의

암실에서의 얼음의 분자구조 모형에 대한 이해

암실에서 활동자료에 대한 탐색이 시작된 지 오래지 않아

Table 1. Main questions and question items for science inquiry in the darkroom

Conditions	Items	Main questions
Dark	Exploration of the material	What is this? What is it composed of?
	Selection of content	What can you learn by this? What can you do with this?
	Design of teaching method	What can you teach to students by this method? How can you teach it?
	Modification of the material	What does it modify?
	Thoughts	What do you feel about the activity?
Light	Reaction	How do you feel?
	Impact of developing the material	How does this affect this experience to develop materials in the future?

예비 화학교사들은 활동자료의 재료가 탁구공, 자석, 압정으로 이루어졌다는 것을 비교적 쉽게 알아 내었다. 그러나 20개의 탁구공이 입체적으로 연결된 것을 얼음의 분자구조와 연결 짓지는 못하였다. 연구자가 얼음의 분자구조 모형임을 알아낼 힌트를 제공하였지만 예비 화학교사들은 활동자료와 연결하여 생각하기를 어려워하였다. 연구자의 계속된 안내에 따라 예비 화학교사들은 활동자료가 ‘물의 상태 변화’와 관련된 것을 차차 알게 되었는데, 손으로 만지고 있는 활동자료가 얼음의 분자구조 모형임을 이해하는 데에는 연구자와의 수차례 대화가 필요하였다. 그러나 이 과정에서 흔히 육각형 구조라 불리는 고체 상태의 물의 입체 구조를 정안인 예비 화학교사들이 촉각만으로 이해하는 데에는 한계가 명확해 보였다.

암실활동 4회차, 어둠 속에서의 면담

연구자: 그럼 이거 가지고 무엇을 배울 수 있을 것 같아요?

예비 화학교사18: 잘 모르겠어요.

예비 화학교사19: 잘 모르겠어요.

예비 화학교사20: 저도 잘 모르겠어요.

예비 화학교사21: 탄소요. 자석 붙이는 데가 4개가 있어 가지고요.

연구자: 제가 힌트를 주자면 화학단원 처음 배울 때 나오는 물질 뭐예요?

예비 화학교사들: 물이요.

연구자: 물. 혹시 물이랑 이거랑 매칭이 좀 되나요? 그러면 지금 만지는 게 물 분자 모형이라면 이건 어떤 상태인 것 같으세요?

예비 화학교사17: 물? 기체? (모형의 모양이) 제가 만지는대로 변하고 있어서요.

예비 화학교사16: 기체요. 원자가 좀 많은 거 같고 자유롭게 여행도 할 수 있으니까요.

예비 화학교사18: 기체처럼 퍼지는 것도 아니고 만지는 데로 흐물거린다는 것은 액체인 것 같아요.

예비 화학교사19: 액체인 것 같아요. 다 연결될 수 있고 좀 규칙적인 거 같아요.

예비 화학교사20: 저도 액체인 것 같아요. 기체처럼 퍼져 있는 게 아니고 고체라고 하기엔 너무 험렁거리는 것 같아서요.

예비 화학교사21: 액체라고 생각합니다. 저절로 퍼지지도 않고 고체도 아닌 것 같아서요.

계속된 연구자와의 토론을 통해 예비 화학교사들은 활동자료가 얼음의 분자구조 모형을 나타낸다는 것을 알게 되었다. 그 후 이 활동자료를 이용한 교수방법을 고안하도록 요청하였는데, 예비 화학교사들은 초등학교에서 고등학교에 이르기까지 다양한 수준의 사용 방안을 제안하였다. 예를 들면, 물의 상태변화(예비 화학교사8), 액체인 물

이 고체인 얼음이 될 때 생기는 부피 변화(예비 화학교사9), 물 분자의 결합과 수소 결합(예비 화학교사10) 등의 지도에 활용할 수 있겠다는 의견을 제시하였다. 그 중에서도 중학교 수준에서 물의 분자구조와 물의 상태변화에 대한 교수방법을 제안한 것이 가장 많았다.

암실활동 2회차, 어둠 속에서의 면담

예비 화학교사6: 고1? 수소 결합 가르칠 때요.

예비 화학교사7: 중학교 2학년? 물이 수소는 산소랑 결합을 하면서 수소결합을 이루고 고체화되면 부피가 더 커지니까 육각수..

예비 화학교사8: 중학교 과정으로 고체, 액체, 기체 상태변화를 보여주는데 사용하면 될 꺼 같아요.

예비 화학교사9: 고1, 물의 상태변화로 물로 있을 때랑 얼음으로 있을 때 부피가 분자들이 모여서 줄어드는 거 보여줄 때 쓸 수 있을 거 같아요.

예비 화학교사10: 전 중학생이요. 물 같은 거 얼음 설명할 때요. 자석이 작아서 수소 결합 같은 건 설명하기 어려울 것 같아요.

다음으로 활동자료로 제시된 얼음의 분자구조 모형의 수정 및 보완할 점에 대한 의견을 조사하였다. 이에 대해 예비 화학교사들은 전반적으로 활동자료에 대해 긍정적인 반응을 보인 한편(예비 화학교사13, 14), 끝이 표족한 압정과 작지만 강력한 네오디뮴 자석이 사용된 분자 모형의 안정성에 대해 의문을 제기하기도 하였다(예비 화학교사11).

암실활동 3회차, 어둠 속에서의 면담

연구자: 여러분들 모형을 만져 봤잖아요? 나라면 어떻게 고치거나 수정하면 더 좋을 것 같더라는 거 좀 얘기해 줄래요?

예비 화학교사13: 자석은 다 떨어져서 망가뜨려지니까요, 본드로 붙이던지 모양이 안 움직여지게 만들 꺼 같아요.

예비 화학교사11: 위험해요. 압정이 밖으로 나와있어서 위험해요.

예비 화학교사12: 굉장히 완벽한 것 같아요.

예비 화학교사13: 저도 나쁘지 않다고 생각하는데요, 결정도 보여줄 수 있고

예비 화학교사14: 모양이 한두 개가 있는 게 아니라 여러 개가 있으니까 자석으로 떼어서 잘 보여줄 수 있을 것 같아요.

이상의 내용을 정리하면, 예비 화학교사들은 암실 속에서 활동자료의 재료는 쉽게 알아낸 반면, 이것이 물의 분자 모형이고, 얼음의 입체적인 구조를 나타낸 것임은 연구자의 힌트에도 불구하고 쉽게 알아채지 못하였다. 그러나 제시한 모형이 얼음의 입체 구조임을 알고 난 뒤에는 예비 화학교사로서 이 활동자료를 수업에 활용할 뿐 아니라 수

정 및 보완할 부분에 대한 의견도 제시하였다.

암실 속에서 정안의 예비 화학교사들이 활동자료에 대한 탐색을 어려워하는 것은 시각 정보 수집상의 한계 때문으로 보인다. 즉, 평소 대부분의 정보 수집을 시각을 통해 하던 방식에서 익숙하지 않은 대체 감각(촉각)을 활용하는 것은 얼음의 입체 구조를 파악하는 데 역부족이었던 것으로 볼 수 있다. 이러한 경향은 과학교육자 및 특수교사 대상의 선행연구^{20,25}에서도 보고된 바 있다. 과학교육자들 역시 물 분자들이 입체적으로 연결되어 있는 얼음의 구조를 파악하는 데에는 어려움을 겪었으나, 얼음의 구조임을 알고 난 뒤에는 이 모형을 이용한 다양한 교수방법을 제안하는 모습이 보고된 바 있다. 이것으로 보아 과학교육자나 예비 과학교사에게 암실과 같은 상황을 지속적으로 제공해 준다면 보다 시각장애학생을 위한 다양한 교수 방법을 고안하고 적합한 활동자료를 활용할 수 있는 능력이 보다 왕성하게 일어날 것으로 기대된다.

시각장애학생의 학습상황에 대한 이해

얼음을 입체적으로 표현한 분자 모형을 스스로 탐색해 가면서 어려움을 겪은 예비 화학교사들은 이 자료를 활용한 수업을 구상하는 과정에서 시각장애학생의 보이지 않는 상황에 대해 체감하게 되었다. 즉, 보이지 않는 시각장애학생의 상황이 자신이 기존에 생각했던 것과 다르다는 것을 알게 된 것이다. 평소 시각장애학생의 학습상황에 대해 고민할 기회조차 갖지 못했던 예비 화학교사들에게 암실에서의 경험은 시각이 제한된 상태에서의 활동이 답답하게 다가왔고, 이러한 경험을 통해 시각장애학생들이 얼마나 답답하고 힘든 상황에서 학습에 임하게 될 지 이해하게 되었음을 면담을 통해 확인할 수 있었다.

암실활동 2회차, 어둠 속에서의 면담

예비 화학교사7: 처음으로 암실에 와봤는데요. 완전 새까만 것도 처음 경험해봤는데 무섭기도 하고 너무 답답할 것 같다는 생각이 들었어요. 아무것도 안보이니깐요.

예비 화학교사9: 그냥 눈으로 봤으면 분자모형을 이렇게 손으로만 촉각으로만 의존하고 추측하는 것 보다 쉽게 뭔지 알아 차릴 수 있었을 텐데, 눈으로 못 보니까 답답하고 얼마나 힘들지 조금 이해가 가요.

암실활동 3회차, 어둠 속에서의 면담

예비 화학교사11: 소리는 다 들리는데 하나도 안보이니깐 너무 답답하고요, 시각장애인들이 좀 무서울 것 같아요.

예비 화학교사12: 너무 답답해요. 손으로 만지는 게 위험한 것일 수도 있는데 우선 손으로 만져봐야 하잖아요. 안보이니깐 그게 너무 무서울 것 같아요. 시각장애학생들이 이해가 많이 되요.

연구자: 예전에 생각했던 거랑 지금이랑 똑같아요?

예비 화학교사12: 아니요, 달라요. 그렇게 힘든 건 없을 거라 생각했어요.

특히 한 예비 화학교사의 경우 시각장애인의 교육이 점자책과 같은 교육 도구나 자료를 활용하고 있어 크게 어려움이 없을 것이라는 막연한 생각을 가지고 있었지만 암실 경험을 통해 시각장애학생의 학습상황이 어렵고 그들의 입장에서 생각해 볼 수 있었다고 대답하였다.

암실활동 4회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사20: 저는 그냥 보이는 상태에서는 시각장애인들이 교육할 때 점자책이나 이런 걸 쓰면 일반적으로 보고 배우는 것처럼 쉽게 배울 수 있다고 느꼈었는데 해보니까 정말 더 어렵다고 느꼈고 시각장애인의 입장에서 그런 것이 좀 생긴 것 같습니다.

연구자: 그 전에 갖고 있었던 시각장애학생의 학습상황 또는 입장이라 지금 직접 본인이 암실에서 체험한 거랑 차이가?

예비 화학교사20: 차이가 많이 납니다.

암실에서의 탐구활동은 기본적으로 예비 화학교사들에게 시각이 제한된 상황에서 촉각을 통해 학습자료를 검토하게 하는 활동이다. 평소 촉각을 통한 탐구에 익숙하지 않은 정안의 예비 화학교사들에게는 시각을 대신한 대체 감각(촉각)을 활용하는 것 자체에도 어려움을 겪었다(예비 화학교사 9, 10, 19, 20). 이는 시각장애학생과 달리 촉각을 통한 감각 인지에 예민하지 않을 뿐 아니라 감각된 내용을 분석하고 해석하는 것에 익숙하지 않기 때문인 것으로 볼 수 있다.

암실활동 2회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사9: 저도 눈으로 보니까 한번에 알 수 있는 건데 손으로만 추측하려니까 너무 힘들고 시각장애학생들이 뭐 하나를 이해하는 데도 답답하고 어려울 것 같아요.

예비 화학교사10: 불 켜고 보니까 뭔지 바로 알고 이해가 가는데 불 끄면 뭔지도 모르겠고 시각장애학생들이 과학을 이해하는 데 오래 걸릴 것 같아요.

암실활동 4회차, 어둠 속에서의 면담

예비 화학교사19: 일반인 같은 경우에 시각적으로 학습하는 경우가 많은데 시각장애학생 같은 경우는 대부분 감각기관에 의존해야 하니까 학습하면서 많은 불편함이 있을 것 같습니다.

예비 화학교사20: 보면 쉽게 알 수 있는 건데 만지는 거로만 알려고 하니까 너무 힘들고 시각장애학생들이 학습을 하는데 어려운 게 많은 것 같습니다.

정안인으로서 자신이 겪은 어려움이 컸기 때문인지, 예비 화학교사들은 시각장애학생들의 학습상황에 대해 걱정을 보이거나 경이로움을 표하기도 하였다. 예비 화학교사17의 경우, 자신은 시각을 통한 정보 수집을 통해 주변환경과 학습내용에 대한 시각 정보를 가지고 있지만, 시각에 의한 정보 입력이 전혀 없는 전맹 학생의 경우 원활한 과학학습이 가능할 것인지에 대해 염려하는 의견을 제시하였다(예비 화학교사17). 이와는 반대로 어려운 환경에도 불구하고 대학에서 학습을 이어가는 동료 시각장애학생들에 대한 존경심을 표현하는 경우도 있었다(예비 화학교사8, 10). 자신의 주변에서 함께 공부하는 시각장애 대학생들이 얼마나 노력하고 있는지를 새롭게 인식하는 계기가 되었음을 볼 수 있다. 시각장애학생들의 실제로 활동과정에서 어떻게 학습하는지에 대한 추가적인 연구를 통해 밝혀야 할 것이다.

암실활동 4회차, 어둠 속에서의 면담

예비 화학교사17: 시각장애학생들이 이런 개념을 학습할 때 저희들은 봐서 알고 있잖아요, 대략적으로. 그런데 그런 걸 못 보고 아예 처음부터 이걸 만지면 거의 어떤 건지 갈피 잡기가 어렵지 않을까..

암실활동 2회차, 어둠 속에서의 면담

예비 화학교사8: 학교에서도 교직 듣거나 하면 시각장애학생들 자주 보는데 저희랑 같이 배우고 시험도 같이 치르는 거보면 정말 대단하다는 생각이 들어요.

예비 화학교사10: 저희 제일 처음에 자리 들어오는 것도 시간이 오래 걸렸는데 시각장애인들을 보면 자기자리 잘 찾아가고 점자판으로 글도 빨리 읽고 하는 걸 보면 정말 시각장애인들이 얼마나 노력하고 힘든지 잘 알 수 있을 것 같아요.

종합해보면, 암실에서의 예비 화학교사들은 보이지 않는 상황에 대해 답답함을 느끼게 되었으며 시각장애학생이 얼마나 힘들고 불편했는지 깨닫게 되었다. 기존에 알고 있었던 시각장애학생의 학습상황이 암실의 경험을 통해 다르다는 사실을 깨닫게 되었고 시력의 손실로 대체감각을 활용해야만 하는 학습상황의 어려움을 알게 되었다. 또한, 얼음의 분자구조 모형을 볼 수 있고 학습했던 내용이어서 알 수 있었던 자신과는 달리 시각장애학생은 학습하기 불편하고 이해하기도 어려웠을 것이라 생각하게 되었다. 더 불어 시각이 제한됨에 불구하고 주변의 또래 시각장애 대학생들이 공부하는 것에 대해 대단함을 알게 되는 계기가 되었다. 이러한 결과는 암실 속 탐구활동을 통해 자신이 가르치는 학생들을 지도할 때 보다 사려깊은 지도를 다짐했던 과학교육자 대상의 연구²⁰나 시각장애학생을 직접 가르치면서도 이해하지 못했던 학생들의 특이 행동을 이해할 수 있게 되었다는 특수교육자 대상의 연구 결과²⁶와 같은

맥락으로 이해할 수 있다. 이처럼 암실에서의 탐구활동 경험은 시각장애학생의 학습상황을 다각적으로 이해할 수 있도록 해주어 다양한 교수학습방법을 고안하거나 적용할 때 시각장애학생의 학습상황을 고려하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

시각장애학생을 위한 과학 교수학습자료 개발 방향의 이해

암실 속 과학탐구 활동을 하면서 예비 화학교사들은 시각장애학생의 과학 학습상황에 대해 이해하게 되었고 이를 통해 시각장애학생을 위한 과학 교수학습자료 제작에 대한 동기가 높아진 것을 확인할 수 있었다. 예를 들어 “처음에 하기 전에는 별 생각 없었는데 막상 체험해 보니까 정말 시각장애인들을 위해서 교육자료 같은 것들을 많이 만들어야겠다 라는 것을 느꼈어요(예비 화학교사15)”라거나 “일단 저희가 체험하지 못한 부분을 체험하다 보니까 조금 더 시각장애인에 대한 생각도 많이 달라지고 앞으로 많이 도와주어야겠다는 생각을 했어요(예비 화학교사16)”라는 답변처럼 시각장애학생들의 과학 학습지도에 관심을 표현하였다.

이러한 구체적이고 새로운 다짐들은 교수학습자료 개발에 대한 구체적인 전략들이 제시되었다. 예비 화학교사들은 시각장애학생의 학습상황을 고려하여 학습자료 및 교수방법에 대한 아이디어들을 제시하였다. 가장 대표적인 전략이 대체감각을 활용하는 것으로, 촉각을 활용하여 체험할 수 있는 학습자료를 제작하는 것이다(예비 화학교사8, 10). 좀 더 구체적으로는 학습자료를 제작할 때 보다 섬세하게 표현하거나 특징을 부각하여 제작할 수 있을 것이다(예비 화학교사7). 그러나, 예비 화학교사9는 자신의 암실 속 활동 경험에 비추어 볼 때 단순히 촉각을 활용하는 것만으로는 부족하며 시각장애학생의 학습상황을 고려하여 보다 세밀한 제작이 필요함을 언급하기도 하였다. 더 나아가 학습자료의 재료도 신중하게 접근할 필요가 제시되었다(예비 화학교사15, 16, 17). 시각장애학생들이 쉽게 파악하여 배우고 이해할 수 있게끔 그들에게 익숙한 재료로 안전하게 만들 것을 언급하였다. 재료 선택은 시각장애학생에게 친숙한 것인지와 관련이 있지만, 무엇보다도 안전과도 연관되어 있어 중요한 고려사항이 되어야 할 것이다.

암실활동 2회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사8: 불을 켜고 눈으로 보면 쉽게 알 수 있는 건데 불 끄면 시간도 오래 걸리고 잘 알지도 못하니까 시각장애인들이 더 쉽게 배울 수 있도록 개선해야 할 게 많은 것 같아요.

예비 화학교사7: 시각 자료를 만들 때 좀 더 특징적인 것을 부각을 해서 만들어야겠다는 생각을 했어요.

예비 화학교사9: 손으로만 만져서 이해할 수 있도록만 하면

되겠지라고 했는데 막상 해보니가 어려운 걸 알아서 더 보완이 필요한 것 같아요.

예비 화학교사10: 촉각 같은 것만 의존해서, 실제 모양만 비교했을 때 크기를 따져서 자세하게 만들어야겠다는 생각을 했어요.

암실활동 3회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사15: 익숙한 재료로 안전하게 만들어야겠어요.

예비 화학교사16: 눈에 안보이니까 만질 수 있는 것을 준비해야 하고 위험하지 않은 것을 잘 확인해보고 준비하고 하기 전에 시각장애인이라는 생각을 해보고 이런 조건에서 실험을 한 번해 보고 고칠 점 있으면 고칠 것 같아요.

예비 화학교사17: 먼저 만들기 전에 어떻게 시각장애인들에게 잘 가르칠지 연구도 많이 해봐야 할 것 같고요. 또 안전하게 해야 할 것 같고 간편하게 준비해야 할 것 같아요. 체험을 해보니까 더 필요성을 느껴요.

시각장애학생을 위한 학습자료와 교수방법을 고안하고 제안하는 데 있어 그들의 입장을 먼저 고려해야 한다고 언급하였다. 비장애인인 자신이 암실 속 과학탐구 활동을 경험하고 나니 자신이 생각했던 시각장애학생의 입장이 다름을 깨닫게 되면서 교수학습자료를 사용할 시각장애학생들의 입장이 더 중요하다고 생각하게 되었다(예비 화학교사2, 17, 18). 이러한 자각은 시각장애학생을 위한 수업 준비에 있어 중요한 출발점이 될 수 있을 것이다.

암실활동 1회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사2: 계속 설계할 때, 만들 때 편리한 위주로 했는데 만드는 사람을 위해서 만드는 것이 아니고 학생 입장에서 만들어야 할 것 같아요. 만들기 쉽더라도 이해를 못하면 소용이 없으니까 생각을 더 해봐야겠어요.

암실활동 4회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사17: 일반인 시점으로 생각하기보다 일단 안 보인다는 것을 항상 생각하고 시각 외에 다른 감각으로 개념에 대해 확실히 가르치고 그 다음부터 조금씩 인지시키는 그런 방법으로 가야 할 것 같습니다.

예비 화학교사18: 특수학생 수업 같은 경우 참 힘들구나 생각도 하고 이 체험을 통해서 특수학생들의 학습할 때의 입장을 한번 더 접하게 되었습니다.

일부 예비 화학교사들은 학습자료 개발의 방법론으로써, 시각장애학생과 함께 학습자료 및 교구를 개발할 것을 제안하기도 하였다(예비 화학교사3, 5). 암실 경험을 통해 예비 화학교사들은 장애와 비장애의 차이가 크다는 것을 인식하게 되었고 진정으로 시각장애학생을 위한 교수학습자

료가 되기 위해서는 시각장애인도 함께 논의하여 개발되어야 한다고 언급하였다.

암실활동 1회차, 밝음 속에서의 면담

예비 화학교사3: 시각장애 기구를 만들 때에도 비장애인과 장애인 차이가 크니까 장애인이 직접 와서 만들어야 할 거 같아요 어느 정도는, 같이 만들어야지.. 비장애인 혼자 만들면 장애인은 이해 못하고 또 장애인은 만들기가 어려울 거 같아요.

예비 화학교사5: 저도 시각장애학생들을 위한 기구가 어떤 것이 있는지 알아보면서 주로 자석이나 막대를 많이 알아봤는데 처음에는 이 정도로 쉽게 아이들을 가르칠 수 있겠구나 생각을 했는데 직접 겪어보니까 힘들다라는 것을 알고는 진짜 시각장애인들을 위한다면 시각장애인들과 함께 만들어야지 정확한 도구를 만들 수 있을 거 같아요.

이상에서 예비 화학교사들은 시각장애학생의 과학 학습 상황을 고려하여 교수학습자료를 개발하려는 모습을 볼 수 있었다. 암실활동을 경험한 과학교육자와 특수교사의 연구에서도 시각장애학생의 과학 교수학습자료 개발 의견으로 모형을 활용할 것과 함께 본 연구에 참여한 예비 화학교사와 같이 시각 정보의 제한을 극복할 대체감각을 활용하고 그들에게 익숙한 재료로 교구를 제작할 것을 제안하였으며 시각장애학생의 입장에서 교육이 이루어져야 한다고 대답하였다.²⁵ 그러나 예비 화학교사의 경우 과학교육자와 특수교사와는 달리 교사 혼자가 아니라 교육을 제공 받을 시각장애학생과 함께 직접 자신의 학습자료와 교구 개발하는 과정에 참여시킬 것을 제안하기도 하였다.

암실 속 과학탐구 활동의 경험은 예비 화학교사가 부족하게 이해하고 있었던 시각장애학생의 과학 학습상황에 대해 반성하게 하고 그들의 과학교육을 위해 과학내용 중심으로 시각장애학생의 과학 학습상황에 대해 새로운 인식을 형성하게 하였다. 또한, 포괄 시각장애인들의 학습상황에 대한 인식 수준이 향상되는 계기로 볼 수 있다. 이러한 분석을 통해 암실 속 과학탐구 활동이 반성적 사고를 불러일으키는 경험으로 적합하며 예비 화학교사의 상황 및 환경에 따라 새로운 실천적 지식으로 변형됨을 알 수 있다. 즉, 시각장애학생을 위한 과학 교수방법 및 학습자료를 개발하는 데 있어 시각장애학생의 과학 학습상황을 이해하는 것은 중요하며 필요하다고 할 수 있다.²⁵

결론 및 제언

이 연구에서는 예비 화학교사들의 암실 속 과학탐구 활동을 통하여 시각장애학생의 학습상황에 대한 인식과 교수학습자료를 개발하는 데 미치는 영향을 조사하였다.

예비 화학교사들은 암실 상황에서 제시된 얼음의 분자

구조 모형의 탐구를 어려워하였지만 시각장애학생에게 적합한 교수방법과 수정 및 보완 사항에 대한 다양한 의견을 제시하였다. 예비 화학교사들은 대체감각 및 시각장애학생에게 익숙한 재료를 활용하여 교구를 제작할 것과 시각장애학생의 입장에서 가르칠 것을 언급하였다. 더불어 시각장애학생과 함께 학습자료 및 교구를 개발할 것을 제안하기도 하였다. 암실 상황을 통해 시각 제한에 대한 불편함을 체감하면서 이를 대체하기 위해 촉각만을 활용하기 어려울 것이라고 인식하게 되었다. 이것으로 예비 화학교사들은 보이지 않음의 답답함을 인식하게 되었고 시각장애학생의 학습상황이 자신이 생각한 것보다 더 어려울 것이라는 것을 알게 되었다.

이와 같이 암실 속 과학탐구 활동은 직접 체험을 통해 시각장애학생의 학습상황을 공감하게 하여 더 깊게 이해하도록 도와주며 예비 화학교사가 시각장애학생을 위한 과학 교수학습자료를 개발하는 데 긍정적인 도움을 제공한다고 할 수 있다.²⁰ 암실에서의 경험은 시각장애학생의 물리적 상태에 대한 기존의 정보가 다르다는 것과 함께 새로운 정보를 제공함을 알 수 있었다. 또한, 시각장애학생의 학습상황을 고려하여 과학 교수학습자료를 제안하는 것으로 보아 시각장애학생에게 적합한 교수방법 및 교구 개발과 적용에 색다른 가능성을 볼 수 있었다. 특히, 실물이나 모형을 통해 대체감각을 활용한 교육이 필요하며,²⁷⁻²⁹ 시각장애학생 중심의 화학 교육 및 교수학습자료 개발이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

본 연구 결과를 통해 시각장애학생과 같은 상황 속에서 그들을 위한 교수방법을 개발하고 교구를 고안하는 것이 가능하며, 필요하다는 것을 알 수 있었다.^{5,8,10,19,28,30-33} 또한, 시각장애학생의 과학 학습상황이 예비 화학교사의 생각과 차이가 있음을 인식하고 반성하게 되면서 새로운 시각장애학생의 과학 학습상황을 형성시켜줌과 동시에 이를 고려한 과학 교수학습자료를 개발하도록 다짐을 불러일으키고 제안하려는 실천적인 모습을 발생시켰다. 동일한 암실 속 과학탐구를 경험한 과학교육자와 특수교사와는 다르게 예비 화학교사 자신의 상황 및 환경에 따라 시각장애학생의 과학 학습상황을 이해하고 이를 고려한 교수방법과 활동자료를 제안하는 것을 볼 수 있었다. 암실과 같은 실제 경험은 실제로 실천할 수 있는 지식을 형성시키는 것으로 볼 수 있었다.

다만, 암실 속 과학탐구 활동이 시각장애학생을 위한 과학 교수학습자료 개발의 도구로써 국한될 것이 아니라 사범대학의 화학교사 양성 교육과정의 일부분으로 예비 화학교사가 장애학생에 대한 지식을 가지는 데 도움이 되는 교육의 일환이 될 수 있는지 조사할 필요가 있다.³⁴ 더불어 사범대학의 교사 양성 교육과정의 일부분으로 예비교사가 시각장애학생에 대한 지식을 획득할 수 있는 행정적·재정적 지원 체계를 마련하는 것도 필요할 것이다.

REFERENCES

1. Park, H.; Baek, Y.; Shim, J.; Sohn, Y.; Han, H.; Byun, S.; Seo, Y.; Kim, E. *Basic Research for Enhancing Effectiveness of STEAM Program and Advancement of Field Utility*. Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity: Seoul, 2014.
2. *Special education curriculum* (Notice No. 2015-81); Ministry of Education: Seoul, 2015.
3. Kim, J. H.; Oh, S.; Lee, W. *The Korean Journal of Visual Impairment* **2007**, *23*, 97.
4. Park, W. S. *The Korean Society of Special Education Conference* **1987**, *50*, 91.
5. Lee, H. *Job Training* **2003**, 117.
6. Pak, S.; Kim, M.; Kim, I.; Seo, H.; Song, J.; Oh, S.; Lee, K.; Lee, M.; Lee, Y.; Lee, H.; Im, S.; Hyun, J. *Comprehensive Development Plan for Youth Science Education*. Korea Science Foundation: Seoul, 2002.
7. Pak, S.; Im, S.; Kim, H.; Park, J.; Yoo, J. Yoon, J.; Jeon, W. *Policy Research on the Advancement of Preference for Science of Elementary and Secondary Students*. Presidential Advisory Council on Science and Technology: Seoul, 2002.
8. Lee, H. *The Field of Special Education* **1996**, *3*, 118.
9. Im, A. S. *Basics of Vision Education*, Paodi: Seoul, 2000.
10. Im, A. S. *Visual disabilities education*, Hakjisa: Seoul, 2008.
11. Lee, H.; Lee, Y. *The Korean Association For Children with Special Needs* **2006**, *8*, 1.
12. Lowenfeld, B. *The Visually Handicapped Child in School*, The John Day Company: New York, 1973.
13. Yoshiko Toriyama. *Research Institute of the Korea Special Education Conference Presentations* **2015**, *2015*, 33.
14. Kim, J.; Park, H. *The Korean Journal of Visual Impairment* **2010**, *26*, 167.
15. Lee, Y. J.; Im, S. M. *Sae Mulli* **2009**, *58*, 138.
16. Cha, H. *Development of a Horizontal Balance for Visually Handicapped*. Master's thesis, Graduate School of Education, Chinju National University of Education: Korea, 2009.
17. Supalo, C. A.; Kreuter, R. A.; Musser, A.; Han, J.; Briody, E.; McArtor, C.; Gregory, K.; Mallouk, T. E. *Assistive Technology Outcomes and Benefits* **2006**, *3*, 110.
18. Schleppebach, D. *Information Technology and Disabilities E-Journal* **1996**, *3*.
19. Seo, Y. H. *A Video Study in Conceptual Understanding and Perception about Sound Lessons in Science Class for Elementary Students of Hearing Impairment*. Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul national University of Education: Korea, 2007.
20. Kim, H. B.; Pak, S. J.; Cha, J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2015**, *35*, 609.
21. Bak, S.; Jeong, G. S. *Korean Journal of Special Education* **2009**, *43*, 135.
22. Kang, B. S. *The Korean Journal of Visual Impairment* **2011**, *27*, 107.

23. Schön, D. A. *The reflective practitioner*, Jossey-Bass: San Francisco, 1983.
 24. Kwak, Y.; Kim, K. J. *Development and Effectiveness of National Level Scholarship Training Program for Developing Teacher Expertise*, Korea Institute for Curriculum and Evaluation: Seoul, 2010.
 25. Kim, H. B. *Perceptions about the Science Learning Situation of Visually Impaired Students through the Scientific Inquiry in the Darkroom*. Doctor's thesis, Department of Science Education Graduate School, Daegu University: Korea, 2015.
 26. Kim, H. B.; Pak, S. J.; Cha, J. *The Journal of Special Education: Theory and Practice* **2015**, *16*, 323.
 27. Kwon, H. J. *The Journal of Special Education: Theory and Practice* **2012**, *13*, 471.
 28. Kim, Y. *Qualification training* **2004**, 137.
 29. Jeong, J.; Yoo, J.; Kim, S. G.; Yun, S. G. *Biology Education* **2009**, *37*, 38.
 30. Yoo, J. *The Study of the Science Education in Korea for Visually or Hearing Impaired Students*. Master's thesis, The Graduate School of Education, Yonsei University: Korea, 1998.
 31. Lee, H. *The Field of Special Education* **1995**, *2*, 22.
 32. Im, A. S. *The journal of Visual Handicaps* **1991**, *7*, 3.
 33. Han, S. H. *Special Education Education* **1989**, *6*, 1.
 34. Shin, Y. J. *Current Status of Science Education in Korea for Visually Impaired Students*. Master's thesis, Graduate School of Education, Sungkyunkwan University: Korea, 2005.
-