

## 시각장애 초등학생의 용해 개념에 대한 사례 연구

김학범 · 백상수<sup>†</sup> · 차정호<sup>\*</sup>

대구대학교 과학교육학부

<sup>†</sup>대구대학교 유아특수교육과

(접수 2013. 4. 3; 게재확정 2013. 7. 8)

### A Case Study on the Visually Impaired Elementary Students' Conception of Dissolution

Hak Bum Kim, Sangsu Baek<sup>†</sup>, and Jeongho Cha<sup>\*</sup>

Division of Science Education, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea. \*E-mail: chajh@daegu.ac.kr

<sup>†</sup>Department of Early Childhood Special Education, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

(Received April 3, 2013; Accepted July 8, 2013)

**요 약.** 이 연구에서는 시각장애를 가진 초등학생의 용해 개념 특성을 조사하였다. 서울시 소재 시각장애 초등학교 5학년 학생 4명(3명은 전맹, 1명은 저시력)을 대상으로 용해 현상, 용액의 균일성, 용해 시 질량의 보존, 그리고 용해 시 부피의 변화에 대하여 반구조화된 인터뷰를 실시하였다. 모든 인터뷰 상황은 녹화되었고 그 자료를 전사한 뒤 분석하였다. 인터뷰를 분석한 결과, 시각장애 학생들은 용해 현상, 용해의 균일성, 용해 시 질량의 보존에 대해서는 잘 알고 있었지만, 용해 시 부피 변화에 대해서는 제대로 설명하지 못하였다. 전반적으로는 같은 학년의 일반 학생과 비슷한 양상을 보였지만, 용해의 균일성에 대해서는 오히려 더 바르게 알고 있었다. 그러나 이들의 설명 수준은 현상적 경험에 기초한 피상적 수준에 불과했다. 일부 시각장애 학생은 입자 수준의 설명을 시도하기도 하였다. 이러한 결과에 기초하여 교육학적 함의를 논의하였다.

**주제어:** 시각장애, 초등학교, 용해, 미시적 수준

**ABSTRACT.** In this study, the characteristics of visually impaired elementary students' conceptions on dissolution were investigated. The semi-structured interviews about phenomenon of dissolution, uniformity of solution, conservation of mass on dissolving and volume change during dissolving were conducted with 4 fifth-grade elementary students with visual impairments (three were blind, and one had low-vision). Interviews were recorded and the data were analyzed after transcription. As a result, students with visual impairments knew well about the phenomenon of dissolution, uniformity of solution, and conservation of mass on dissolving, while they couldn't explain volume change during dissolving. Although students with visual impairments were found to have similar level of understanding with students without visual impairments, they had sounder understanding about uniformity of solution. However, students with visual impairments had superficial understanding based on phenomenal experiences. Some of students with visual impairments tried to give micro-level explanation. Based on these results, educational implications were discussed.

**Key words:** Visual impairments, Elementary school, Dissolution, Micro-level

## 서 론

1980년대 많은 나라들에서 '모든 사람을 위한 과학 (Science for All)'이 과학교육의 목표가 된 이래로 과학적 소양(scientific literacy)은 과학 교과의 중요한 목표로 인식되어 왔다.<sup>1</sup> 우리나라에서도 과학은 "기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과"라고 명시함으로써<sup>2-4</sup> 민주시민에게 필요한 기본적인 소양으로서의 과학적 지식과 태도 교육

에 힘쓰고 있다.

모든 이를 위한 과학교육에는 장애학생도 예외일 수 없다. 즉, 장애학생에게도 미래 사회의 일원으로 살아가는데 있어 과학적 소양의 습득은 필수적인 것이다.<sup>1</sup> 이를 위해 우리 나라 과학과에서는 일반학교와 특수학교가 같은 교육과정을 사용하되, 장애학생의 특성 및 수준에 맞게 재진술된 기본교육과정이 운영되고 있다.<sup>5-7</sup>

그러나 현실은 그리 낙관적이지 않아 보인다. 특수학교 교육과정에 과학 교과가 편성되어 있음에도 불구하고, 실제 수업에서는 교과서 내용을 축소해서 가르치거나 심지어

어 과학을 교육과정에서 제외시키는 경우도 보고되고 있다.<sup>8</sup> 따라서 지금까지 우리나라에서 이루어지고 있는 모든 사람을 위한 과학교육에는 진정한 의미의 모든 학생을 포함하고 있지 못하며,<sup>9</sup> 장애학생을 위한 과학교육에 대해서는 아직도 미진한 실정이라고 할 수 있다.<sup>1</sup> 또한 지금까지 국내외에서 특수교육 관련 연구들이 많이 수행되었음에도 불구하고,<sup>8,10-14</sup> 특수교육 현장에서는 국어나 수학과에 비해 과학교육이 충분히 시행되지 못하고 있는 현실이다.<sup>8</sup>

여러 장애 영역 중 시각장애의 경우 학생들의 학습 능력이 정안 학생들과 비슷한 인지적 능력을 가지고 있음이 보고된 바 있어<sup>15,16</sup> 과학교육의 가능성이 높다고 볼 수 있다. 특히 Jones 등<sup>17</sup>은 시각장애 학생들의 경우 적절한 중재(accommodations)를 거치면 고차원의 과학 개념도 습득할 수 있다고 보고하였다. 그러나 이와는 대조적으로 일부 국내 연구들에서 시각장애학생은 시각 정보처리에 어려움 때문에 과학수업을 이해하는데 한계가 있음이 지적되었다.<sup>12,18</sup> 이처럼 연구에 따라 다양한 결과가 보고되는 이유는 같은 시각장애라 하더라도 연구 대상자의 장애 정도에 따라 학습의 결과가 다양할 수 밖에 없기 때문이다. 특히 최근에 중복 장애의 비중이 높아지는 점<sup>19</sup>을 감안한다면 연구 대상자의 상태에 대한 세심한 고려가 함께 이루어질 필요가 있다.

시각장애 학생의 과학교육을 위한 연구는 주로 대학 교육 분야를 중심으로 진행되어 왔으며,<sup>20-23</sup> 최근에는 중등학생을 대상으로 물리,<sup>11</sup> 화학,<sup>17</sup> 생물학<sup>24</sup> 분야에서 연구가 진행되고 있다. 특수교육 분야에서는 시각장애 학생의 과학적 태도<sup>8,25,26</sup>나 STS 수업의 효과,<sup>27</sup> 과학 점자 교과서의 점역 실태,<sup>28</sup> 과학교육 실태 분석,<sup>12,18,29</sup> 시각장애 학생을 위한 과학 교구 개발<sup>30</sup>에 관한 연구가 진행되었지만 대부분 실태 조사 수준에 머무르고 있다. 따라서 장애학생들의 과학 개념특성과 그에 기초한 연구 개발이 절실한 상황이다.

초·중학교 수준에서 시각장애 학생들의 과학교육은 장애로 인해 상실되는 관찰 정보의 제한성을 최소화하는데 초점을 맞추고 있으며,<sup>25</sup> 시각장애 학생이 가진 다른 감각을 활용하는 방식으로 대체할 수 있다.<sup>11</sup> 실제로 이윤정과 임성민<sup>11</sup>은 시각장애 중학생들을 대상으로 청각을 활용한 관찰 능력을 조사한 바 있다. 소리 관련 실험 상황에서 진행된 이 연구에서는 5개 영역의 관찰 능력 평가 척도에서 관찰의 정확성과 정교성 측면에 있어서는 다소 부족함을 보고하였다. Supalo 등<sup>31</sup>은 용액에서의 화학적 변화를 확인하기 위해 물 속에서 빛의 세기에 따라 소리의 음색이 변하는 장치를 제작하기도 하였다.

한편 일상 생활에서 흔히 볼 수 있는 용해 현상은 초등

학교에서부터 대학교 수준까지 폭넓게 다뤄지고 있으며<sup>32</sup> 여러 번의 교육과정 개정에도 불구하고 꾸준히 포함되고 있는 주제이다.<sup>33</sup> 그러나 용해 개념을 정확히 이해하기 위해서는 분자나 이온과 같은 미시적인 입자 개념에 대한 이해가 필요하기 때문에, 용해는 고등학생들에게 조차 이해하기 쉽지 않은 개념 중 하나이다.<sup>32</sup> 심지어 시각 정보에 접근할 수 없는 시각장애 학생에게 있어 용해 개념에 대한 이해는 도전적인 과제일 수 있다. 그러나 시각장애 학생도 정안 학습자와 마찬가지로 공간지각 인식을 통한 시각 개념을 가질 수 있다는 점<sup>14</sup>을 고려할 때 시각장애 학생의 미시적 개념에 대한 이해 가능성 또한 배제할 수는 없다.

따라서 시각장애 학생의 추상적인 과학 개념에 대한 연구를 통해 시각장애 학생들의 이해 정도를 밝힐 필요가 있다. 이 연구에서는 시각장애 초등학생의 용해 개념에 대한 이해 정도를 조사하는 데 그 목적이 있으며, 용해 관련 개념 문제에 대한 시각장애 초등학생의 개념 유형을 분석하고자 하였다.

## 연구 방법 및 절차

### 연구 대상

이 연구는 서울 지역에 소재한 시각장애 학교의 초등부 5학년 4명을 대상으로 하였다. 연구대상 학생들의 간략한 배경 특성을 Table 1에 나타내었다. 성별 측면에서는 4명 중 1명만이 여학생이었고, 시각장애 정도 측면에서는 3명은 전맹, 1명은 저시력 학생이었다. 전맹 3명은 모두 선천적으로 시각장애를 가지고 태어났으며, 저시력 학생 1명은 초등학교 3학년때 시력을 잃게 되어 1년 전에 전학을 왔다. 4명 모두 다른 장애는 없어 시각 손상 외에는 학습에 장애가 되는 요인은 없었다.

인터뷰를 통해 과학 및 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과, 4명 모두 과학에 대해 관심과 흥미를 가지고 있었으며, 특히 실험 활동 때문에 과학을 좋아한다고 응답하였다. 학생들은 모두 과학 수업이 필요하며 일상 생활에서도 많은 도움이 된다고 인식하고 있었다. 과학 수업에서 특별히 겪는 어려움은 없으나, 자신이 직접 많은 실험을 하지 못하는 점을 아쉬워하였다. 전맹인 학생들은 점역된 교과서를 사용하였는데, 점역된 교과서에 그림이나 그래프가 생략되어 있는 점을 아쉬워하였다.

Table 1. Subjects of this study.

Subject	Sex	Disability	Origin of disability
Student 1	Boy	Blind	Inborn
Student 2	Boy	Low vision	Acquired
Student 3	Girl	Blind	Inborn
Student 4	Boy	Blind	Inborn

Table 2. Question items

Concept	Main question
Phenomenon of dissolution	There are a sugar cube and a cup of water (if necessary, you can take a look by your hands). Can you explain what happens when you put a sugar cube in the water?
Uniformity of solution	There are a sugar cube and a cup of water. Put the sugar cube in the water and dissolve it completely. One week later, you can taste various parts (top, middle and bottom). Where is the sweetest part among them?
Conservation of mass on dissolving	A sugar cube and water weigh about 6 g and 70 g, respectively. Compare the weights before and after dissolution? Is there any difference?
Volume change during dissolving	There are two same-sized beakers. Fill the half of one beaker with water and another beaker with sugar (if necessary, you can take a look by your hands). What happens when the sugar is dissolved in the water?

반면 저시력 학생은 정안 학생과 동일한 교과서를 사용하고 있었다.

**용해 개념 인터뷰**

시각장애 학생들의 용해 개념을 조사하기 위하여 초등학생들의 용해 개념 이해를 조사했던 선행 연구<sup>34-36</sup> 들에 기초하여 인터뷰 문항을 개발하였다. 기존의 지필 검사 문항을 참고로 시각장애 학생에 맞게 재구성하였다. 인터뷰 질문 항목은 용해의 정의, 용해의 균일성, 용해시 질량 보존, 용해 시 부피 변화에 대한 내용으로 이루어져 있으며 Table 2와 같다. 이 질문들은 모두 용해와 관련된 현상을 예측해 보게 하고, 그렇게 생각하는 이유를 지식의 출처와 더불어 설명하는 방식으로 이루어져 있다. 개발된 문항들은 화학을 전공하지 않은 비장애 대학생에 대상으로 예비 조사를 실시하여 질문의 내용과 문장 진술 등을 수정하였다. 이후 특수교육을 전공하는 시각장애 대학생 1명을 대상으로 2차 예비 조사를 실시하여 시각장애 학생의 입장에서의 이해 정도를 점검하였다. 예비조사를 통해 완성한 질문 항목은 다시 한 번 연구진의 검토를 통해 초등학생의 수준에 맞게 수정하는 과정을 거쳤다.

**자료 수집 및 분석**

연구 자료 수집을 위해 연구자 중 1명이 서울 지역에 소재한 시각장애 학교에 방문하여 학생들과 직접 인터뷰를 실시하였다. 5학년 전체 학생인 6명을 대상으로 인터뷰하였는데, 응답 내용이 성실하지 않은 2명은 제외하고 최종적으로 4명의 인터뷰 내용을 분석하였다. 이 당시 학생들은 이미 ‘용해’ 단원에 대한 학습이 이루어진 상태였다. 인터뷰를 시작하기에 앞서 학생들에게 연구 내용에 관해 구두로 설명하고 연구 참여에 대한 허락 받고 이후의 과정을 진행하였다. 인터뷰는 질문 항목을 통한 반구조화된 방식으로 진행되었으며, 전 과정은 비디오로 촬영되었다. 인터뷰에 걸린 시간은 학생별로 15-20분 정도 소요되었다. 자료 분석을 위해 촬영한 인터뷰 내용을 전사한 후, 학생별로 용해 관련 개념의 특성을 분석하면서 선행연구들과

비교 검토하여 시각장애 학생의 개념 유형을 분석하였다. 분석에는 과학교육 전문가 2인과 특수교육 전문가 1인이 참여하였으며, 전사 자료를 반복적으로 읽으면서 유의미하게 포착되는 내용을 해석적 관점에서 분석하였다. 이 과정에서 과학교육 전문가와 특수교육 전문가의 의견을 교차확인하였으며, 분석이 일치하지 않는 경우 협의의 통틀 결정함으로써 내용 분석의 타당성을 높이고자 하였다.

**연구 결과 및 논의**

**용해 현상에 대한 이해**

용해 현상에 대한 개념을 조사하기 위하여 각설탕을 물에 넣었을 때 일어나는 현상에 대해 설명하게 하였다. 그 결과 네 학생 모두 각설탕이 물에 ‘녹는다’는 표현을 사용하여 답하였다. 비록 용질, 용매, 용액이라는 용어는 사용하지 않았지만, 고체인 각설탕이 액체인 물을 만나 녹아서 사라지더라도 맛이 남아있는 것을 통해 그 존재를 확인할 수 있음을 언급하였다. 그러나, 녹는 과정에 대해 보다 구체적인 설명을 요구했을 때 대부분은 상세한 설명을 제시하지 못하였다.

다음에 제시한 대화를 살펴보면, 학생 1은 녹는 현상에 대해 나름대로 설명을 시도하기 위해 포화 용액이라는 용어를 언급했지만 곧 설명을 포기하고 말았다. 학생 3의 경우에도 설명을 하려 노력하였으나 곧바로 포기하고 말았다. 결국 두 학생은 맛, 촉감이라는 감각기관을 통해 용해 현상을 경험하고 수업 시간에 학습한 내용과 관련 지으려 시도했지만, 용해 현상에 대한 이해는 단순히 ‘녹는다’는 용어를 사용하는 피상적인 수준에 머물고 있음을 알 수 있다.

연구자: 그럼 선생님이 이제 용해에 대해서 물어볼게요. 만약에 각설탕이랑 물이 있어요. 그런데 각설탕을 물에 넣으면 어떤 일이 일어날까요?

학생 1: 찰찰찰 녹아요.

연구자: 찰찰찰 녹아요? 녹는다는 게 어떤 뜻일까요? 설명할 수 있어요?

학생 1: 그냥 물... 액체가 없어지고... 고체 같은 게 없어지고, 물에 녹으니깐... 포화용액... 까먹었어요.

연구자: 괜찮아요. 그러면 포화 용액 되는 게 어떻게 되는 건지 자세하게 설명해 줄 수 있어요?

학생 1: 그냥... 음... 물체....아니 물체래... 자세하게는 설명.. 하튼...

연구자: 자세하게는 설명 안 해도 어떻게 설명할 수 있을까요?

학생 1: 그냥 고체가 뭐 녹으면서 무슨 여러 가지 색깔이 나기도 하고, 맛 같은 거 보면은 고체의 맛이 나기도 하고.

학생 4의 경우에도 고체 가루가 물과 섞이는 것이 녹는 현상이라고 설명하였으며, 일상 생활의 경험을 통해 알게 되었다고 대답하였다. 이 학생의 용해 현상에 대한 이해 역시 미각적 경험에 의존하고 있음을 알 수 있다.

연구자: 그럼 이제 용해에 대해서 물어볼게요. 각설탕이랑 물이 있는데 각설탕을 물에 녹였어요. 어떻게 될까요?

학생 4: 녹죠.

연구자: 녹죠? 그럼 녹는다는 걸 ○○가 설명해 줄 수 있을까요?

학생 4: 그 고체 가루가 물을 만나가지고 그 가루가 형태가 점점 녹아 들어간다는 게 물이랑 섞이면서 섞이는 거요. 물이랑 섞이고 녹는 거요.

연구자: 물이랑 섞이고 녹는 거.. 그럼 이런 사실을 어떻게 알게 되었죠?

학생 4: 뭐 여러 가지 우리가 먹을 때 녹차나 아니면 뭐 그 네스퀵 같은 거 있잖아요. 그런 거 가루 같은 거 타면은 그리고 커피 같은 거 탄다면 물에 녹아가지고 맛이 나는 거잖아요. 가루 같은 것도. 일상생활에서 알게 되었어요.

학생 2의 경우, “각설탕이 물에 녹아서 없어져요. 근데요 각설탕은 물에 녹아 있기 때문에 맛은 나요. 근데 녹아서 안보여요”라고 응답함으로써 녹는 과정에 대해 비교적 자세하게 설명하였다. 특히 미각적 경험을 통해서도 용해라는 현상을 설명하였지만 다른 연구 참여 학생들에 비해 시각적 경험으로 용해 현상을 설명하려는 경향이 두드러지게 나타났다. 이 학생의 경우 저시력자로서 시각적 정보 처리가 가능한 특성을 감안할 필요가 있다.

연구자: 그럼 이제 용해에 대해서 물어볼게요. 아까랑 똑같으니깐 각설탕이랑 물이 있는데 각설탕을 물에 넣어서 녹이면 어떤 현상이 일어나는지 설명할 수 있나요?

학생 2: 각설탕이 물에 녹아서 없어져요. 근데요 각설탕은 물에 녹아 있기 때문에 맛은 나요. 근데 녹아서 안보여요.

연구자: 그것을 똑같이 실험을 해보면은 학생 말처럼 녹아서 안보여요. 그걸 좀 더 자세히 설명할 수 있어요?

학생 2: 각설탕을 넣으면요. 그냥 설탕이나 소금 같은 것은 잘 녹잖아요. 그래서 각설탕을 물에 넣으면 녹는데요. 원래는 녹아있는데 보이지 않는 거.

연구자: 그럼 이런 거 어떻게 알게 되었어요?

학생 2: 이런 거요? 그럼 각설탕을 넣으면 없어지잖아요. 그냥 없다는 것 보다는요. 맛을 보면은요. 맛이 나잖아요. 그럼 있다는 거잖아요.

네 학생의 응답을 종합해 볼 때, 공통적으로 고체 물질이 액체 물질에 녹는 현상을 용해라고 이해하고 있음을 확인할 수 있었다. 참여학생 마다 용해 현상에 대한 설명은 다양했지만, 모두 용해 현상을 미각적 경험에 근거하여 이해하고 있음을 알 수 있다. 이러한 경향성은 용해를 골고루 섞이는 현상 혹은 용질이 점점 작아지거나 없어지는 현상으로 이해하는 일반 학생들<sup>32,35,37</sup>과 다소 차이가 있는 것으로 보인다. 즉, 시각장애 학생과 일반 학생 모두 경험 가능한 현상에 기초하여 용해 현상을 이해하고 있는데, 본 연구에 참여한 시각장애 학생들은 용해를 설명하는데 있어서 시각적 설명보다는 미각 및 촉각적 경험으로 습득한 정보에 의존함을 알 수 있었다. 특이한 점은 참여자 중 저시력 학생 한 명만이 시각적 경험을 바탕으로 용해 개념에 대한 설명을 시도하고 있었다. 결국, 시각장애 학생들에게 있어 시각적 정보 경험의 부재는 이들의 용해에 대한 이해를 완전하게 설명하는데 다소간 어려움을 초래하여 학생 1과 같이 “그냥... 음... 물체....아니 물체래... 자세하게는 설명.. 하튼...”과 같이 설명을 끝까지 하지 못하는 경향을 보여주기도 했다.

#### 용액의 균일성에 대한 이해

용해 시 용질과 용매가 균일하게 섞여 있는 상태를 빠르게 이해하고 있는지 알아보기 위하여 각설탕을 물에 완전히 녹인 후에 위치별로 단맛에 차이가 나는지 질문하였다. 네 학생 모두 용액 전체적으로 맛이 비슷하거나 같다고 설명하였는데, 보다 자세한 설명을 요구하고 그 이유에 대해 답하는 과정에서 이해 정도에 다소 차이가

있는 것을 확인할 수 있었다.

학생 1의 경우, 비슷하다는 표현을 사용하여 용액의 균일성에 대해서는 인정하고 있었다. 위아래 부분의 맛에 차이가 없는지 추가로 질문하였을 때 설탕이 가라앉아 있는 경우에 한해 아래쪽이 더 달다는 설명을 추가하였다. 그러나 용해 현상에 대한 추가적인 질문에 대해서는 학습 경험에 근거했음을 언급할 뿐 구체적인 설명을 제시하지는 못하였다. 학생 3의 경우에도 “설탕 양을 다르게 했으면은 (다르다고) 볼 수 있을텐데, 똑같이 똑같이 했으니까 똑 같은 양으로 했으니까 똑같”다고 응답함으로써 용액의 균일성을 인정하는 한편, 그 이유에 대해서는 더 이상의 설명을 하지 못하였다.

연구자: 아까 똑같이 각설탕이랑 물이 들어있는 비커가 있는데요. 여기에 각설탕을 완전히 녹였어요. 그리고 일주일 동안 둔 다음에 이 설탕이 녹아있는 물에 여러 부분의 맛을 봤는데요. 그때 여러 부분의 설탕물맛은 어떨까요?

학생 1: 거의 비슷할 것 같은데.

연구자: 거의 비슷하다? 그럼 어디가 더 달고 그런 건 없을까요?

학생 1: 음 설탕이 이렇게 가라앉거나 그러면은 밑에가 뭐 더 좀 밑바닥이 좀 더 달고 위에는...

연구자: 그럼 그렇게 된다는 것을 어떻게 알 수 있을까요?

학생 1: 맛을 보거나 아니 면은 얘기를 듣거나 아니면.. 그냥 여러 가지 난 볼 수가 없으니까.

연구자: 그럼 이런 것에 대해서 어떻게 알게 되었나요?

학생 1: 용액 같은 거요?

연구자: 용액 같은 거?

학생 1: 그냥 배웠는데요. 그냥 만지고.

후천적 저시력자인 학생 2의 경우 “다 녹았으니까 군데 군데 퍼져있을 거 아니에요. 그러니까 위에나 중간이나 밑에나 맛은 다 똑같은 것 같아요”라고 말로 설탕물의 부위에 관계없이 단맛이 일정한 이유를 제시하였다. 이러한 설명은 용질이 물 속에 골고루 섞인다는 미시적 개념을 가지고 있는 일반 학생의 용해 개념<sup>32,35,37,38</sup>과 유사한 것으로 볼 수 있다. 학생 4의 경우, 설탕물의 부위에 관계없이 단맛이 일정한 이유를 “전체적으로 다 녹아 있기 때문”이라고 설명하였는데, 용해 현상에 대한 설명에서 설탕이 물이랑 섞인다는 표현을 사용했던 점을 고려한다면, 학생 4 역시 일반 학생들과의 유사한 개념을 보유할 가능성이 있다.

연구자: 그러면 두 번째 질문할게요. 똑같이 아까 각설탕을 물에 녹였잖아요. 물에 완전히 설탕을 녹인 후에

일주일이지났어요. 그 다음에 맛을 봤어요. 위에도 보고 아래도 보고 중간에도 보고 그랬을 때 이 맛들이 다 어떨 것 같아요?

학생 2: 맛들이요?

연구자: 네.

학생 2: 음. 똑같은 것 같아요.

연구자: 어디가 제일 달 것 같아요?

학생 2: 밑에 부분이에요. 왜냐면 설탕이 좀 가라앉는 것도 있을 거 아니에요.

연구자: 밑에 가라앉으면? 그럼 밑에 안 가라앉고 다 녹으면?

학생 2: 다 녹으면요. 다 녹았으니까 군데 군데 퍼져있을 거 아니에요. 그러니까 위에나 중간이나 밑에나 맛은 다 똑같은 것 같아요.

일반 초등학생들을 대상으로 한 연구에서는 많은 학생들이 용해 시 결정의 무게 때문에 용질이 가라 앉는다고 생각하고 있으며,<sup>37,38</sup> 일상적 상황에서 용액의 균일성에 대한 학생들의 정답률이 낮은 것으로 보고된 바 있다.<sup>35,38,39</sup> 이와 달리 본 연구에서 인터뷰에 응한 네 명의 시각장애 학생들은 용해 시 용질과 용매가 균일하게 섞이는 것에 대해서는 알고 있었으며, 일부는 미시적 관점에서의 이해 가능성도 보여주었다. 저시력을 가진 학생만이 미각적 경험뿐 아니라 시각적 경험에 의존한 설명을 시도했을 뿐, 나머지 학생들은 시각적 경험의 제약성을 미각적 경험으로 극복하면서 용액의 균일성을 이해하려는 경향을 보였다. 용해 현상에 대한 이해에 있어서 눈에 보이는 현상에만 의존하여 해석하려고 하는 경향성이 문제로 지적되고 있는데,<sup>35</sup> 시각의 제한이 어떤 면에서는 오히려 불필요한 오개념의 발생을 차단하는 요인으로 작용할 가능성도 있다.

### 용해 시 질량 보존에 대한 이해

용해 전후의 질량 보존에 대한 이해 정도를 알아보기 위하여 각설탕을 물에 완전히 녹였을 때 질량이 얼마가 되는지 질문하고 그 현상에 대해 설명하게 하였다. 그 결과 네 학생 모두 용해 후의 질량이 용해 전의 질량과 같다고 대답하였다. 그러나 용해시 질량이 보존되는 이유에 대해서는 다르게 대답하였다.

학생 3은 용해 전과 후의 질량 보존에 대해서는 정확히 알고 있었지만 “그렇게 된다는 원리만 알고 이유는 자세히 모르겠어요”라고 응답함으로써 질량 보존의 법칙을 하나의 공식으로 이해하고 있는 것으로 나타났다. 학생 1도 용해 시 질량이 보존되는 이유를 용매에 용질을 아무리 녹여도 용매 안에 용질이 스며들기 때문이라고 대답하였다. 학생 4는 질문을 끝까지 듣기도 전에 용해 후의

질량을 대답하였고 그 이유에 대해 용해된다 하여 용질의 무게가 없어지는 것이 아니라 용매와 함께 다 섞여 있어서라고 하였다. 이것은 학교 수업 시간에 실험을 통해 용해 전후 질량이 보존 된다는 것을 배웠다는 학생의 응답을 고려할 때 과학 수업을 통해 학생들이 무게라는 개념에 대해 정확히 이해하고 있음을 알 수 있다.

연구자: 그럼 이번엔 각설탕 무게가 10 g, 그리고 물의 무게가 80 g.

학생 4: 90 g 이요.

연구자: 왜. 녹이면 90 g이 된다는 거죠?

학생 4: 예.

연구자: 왜 그렇게 생각해요?

학생 4: 녹인다고 해가지고 그 물체의 무게가 아예 없어지는 게 아니라 물이랑 어차피 다 섞여 있기 때문에 그렇게 때문.

연구자: 이러한 사실은 또 어떻게 알 수 있었어요?

학생 4: 일상생활에서요.

연구자: 어떻게 알 수 있었어요? 경험? 어떤 경험에서 알 수 있었어요?

학생 4: 제가 뭐.. 는다고 해서 한번 해봤는데요. 물 같은데.. 그냥 들었다가요, 뭐.. 가루 같은 거 많이 섞이면요 그 빵 같은 거 만들 때, 믹스 같은 거 넣으면요 무게가 무거워져요.

학생 2의 경우, 용질은 용매에 용해되어 눈에 보이지는 않지만 녹아있기 때문에 용매의 무게에 용질의 무게를 더해주는 것이라고 설명하였다. 일반적으로 시각장애인들도 사용되는 ‘~해 본다, 보인다’와 같은 보조 동사나 ‘본다’라는 표현을 사용하지만, 이 상황에서 저시력 학생은 ‘보이지 않는다’는 시각적인 경험을 통해 용해 전후의 질량 보존을 설명하고 있음을 알 수 있다.

연구자: 그럼 이번에 다른 것을 물어볼게요. 하나는 각설탕은 6 g 이고요. 그리고 물은 70 g 이예요. 이 두 개를 녹여서 무게를 재면은 얼마가 될까요?

학생 2: 설탕이 6 이예요?

연구자: 설탕이 6. 물은 70.

학생 2: 76 g 이요.

연구자: 왜 그렇게 생각해요?

학생 2: 왜냐하면 각설탕은 안보이지만 원래는 녹아 있잖아요. 그래서 무게에서 6 g를 더해주는 거랑 똑같은 거예요.

연구자: 그러면 이러한 사실을 어디서 어떻게 알게 되었나요?

학생 2: 이런 사실이요? 이런 사실은요 학교에서 배웠어요.

연구자: 학교에서 어떻게 배웠어요?

학생 2: 학교에서는 그냥 설탕이랑 물이랑 그냥 비커에 넣어 가지고요. 무게를 재는데 올려놓은 다음에요 설탕을 녹여봤더니 더한 무게가 나오는데요.

### 용해시 부피 변화에 대한 이해

인터뷰 당시 학생들은 용해 시 부피가 변하는 현상에 대해서 배운 상태는 아니었다. 그러나 유사한 상황에서 진행된 선행연구<sup>34</sup>와의 비교를 위해 본 연구에서도 용해 시 부피변화에 대한 학생들의 개념을 조사하였다. 용해가 일어날 때 부피가 변화하는 현상에 대한 질문에 앞서 우선 부피 개념의 생성 여부를 확인하였다. 이를 위해 같은 크기의 두 개 비커에 물을 반씩 준비한 뒤 한 쪽 비커에 다른 쪽 비커의 물을 모두 부었을 때 전체 부피에 대해 질문하였을 때 네 학생 모두 비커에 물이 가득 찰 것이라고 대답하였다. 이를 통해 네 학생 모두 같은 종류의 물질을 합하면 그 부피가 두 배가 된다는 개념이 있음을 확인하였다. 이후 용해 시 부피 변화에 대한 이해 정도를 알아보기 위해 같은 크기의 비커에 물과 설탕을 반씩 준비한 뒤 설탕을 물에 모두 녹였을 때 물의 부피 변화에 대해 질문하였다. 그 결과 대부분의 학생들이 같은 양의 물과 설탕을 물에 녹였을 때 물의 부피는 그대로일 것이라고 대답하였다. 이러한 설명은 특히 ‘부피’가 시각적 경험에 주로 근거하여 이루어지는 속성임을 감안할 때, 용해 시 부피 변화에 대한 시각장애 학생들의 이해가 부족한 원인이 시각적 경험의 부재 및 제약성에서 기인한다고 볼 수 있다.

예를 들면 학생 2의 경우 설탕이 물에 녹았을 때 전체 질량은 커지지만 물의 높이(부피)는 커지지 않는다고 대답하였다. 즉, 다른 질문에 대해서는 비교적 과학적 개념에 가깝게 이해하고 있었던 것과는 달리 대조적으로 용해 시 부피 변화에 대해서는 이해가 매우 제한적임을 알 수 있다.

연구자: 똑같은 크기의 50 mL 비커, 50 mL 비커인데 둘 다 물도 반 설탕도 딱 반이 들어있는 거예요. 근데 설탕 반을 다른 물이 들어있는 비커에 다 부었어요, 그리고 녹였거든요? 그러면은 다 부은 물이랑 설탕이랑 섞여있는 이 비커는 어떻게 될 것 같아요? 아까랑 똑같이 넘칠 것 같아요? 똑같은 것 같아요? 딱 찰 것 같아요? 줄어 들 것 같아요?

학생 2: 녹였으니깐 그대로 있겠죠.

연구자: 그대로? 딱 차있을 것 같아요?

학생 2: 아니요.

연구자: 그러면요?

학생 2: 그대로 그냥 있을 것 같아요. 녹잖아요.

연구자: 녹으니깐 그냥 물 반 있는 것만큼만?

학생 2: 네.

연구자: 왜 그렇게 생각해요?

학생 2: 그냥 녹으니깐요. 양은.. 녹았으니깐요, 양은 안 커지지만요. 물론 설탕이 들어갔으니깐 양은 커지지만요. 높이는 안 커지고요. 그래서 녹아서요.

학생 4의 경우에도 설탕이 물에 섞일 때 “설탕이 물을 더 만들게 하지는 않고”, “그냥 물이랑 섞”이더라도 “설탕 때문에 부피가 늘어나는 거 같지는 않는” 것으로 이해하고 있었다. 학생 1 역시 “물 양은 그대로고 설탕만 부었으니깐 좀 단맛이 날 것”으로 답하였다. 학생 3의 경우 설탕을 물에 녹였을 때 부피가 조금 증가하는 것으로 ‘추측’ 하였지만, 다른 학생들과의 이해 수준은 크게 다르지 않았다. 전반적으로 설탕이 물에 녹을 때 시야에서 사라지게 되므로, 그로 인해 물의 부피가 증가하지 않을 것이라는 “단순한 현상적 관찰에 의존한 생각”<sup>34</sup> 이 지배적인 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서도 이러한 현상적 관찰에 의존한 제한적 이해를 살펴볼 수 있었는데, 이러한 현상적 관찰에서도 참여자들의 시각 장애의 특성상 ‘부피’라는 현상의 변화를 감지하기에는 더욱 더 제한적 경험이 이루어질 수 밖에 없는 것으로 보인다.

### 결론 및 제언

본 연구에서는 인터뷰를 통하여 시각장애 초등학생들의 용해 관련 개념을 조사하였다. 시각장애 초등학생들은 설탕이 물에 녹으면 사라지고, 설탕물의 부위에 관계없이 맛은 동일하며, 용해 전과 후의 질량에 변화가 없음을 비교적 정확하게 설명하였다. 그러나 용해 후 부피가 줄어드는 현상에 대해서는 이해도가 낮은 편이었다. 이는 시각장애 학생들이 부피에 대한 시각적 경험이 없거나 제한되어 있어 부피 변화를 이해하는 데 근본적인 한계를 가지고 있는 것으로 보인다. 참여 학생의 시각 장애 정도에 따라서 각 현상에 대한 이해 정도에는 다소 차이가 있었다. 대부분의 참여학생들은 미각이나 촉각을 통해 용해 현상을 이해하는데 그쳤으나, 저시력 학생의 경우 미각과 촉각 이외에 시각 정보와 연관지어 이해하고 있음이 확인되었다.

시각장애 학생들의 용해 현상에 대한 이해는 일반 학생과 대체로 유사하였으나, 일부 개념에서는 차이를 보이기도 하였다. 특히 용액의 균일성에 대해서는 일반 학생을 대상으로 한 선행연구에서 보고되었던 설탕 입자가 중력

에 의해 아래쪽으로 가라앉는다는 오개념이 나타나지 않았다. 이러한 차이가 나타난 이유로 일반 학생들에게 오개념의 원인이 되는 시각 정보<sup>35</sup>가 차단된 점을 생각해 볼 수 있다. 그러나 시력의 유무가 개념 형성에 미치는 영향에 대해서는 보다 심층적인 연구가 필요하다. 한편, 한두 학생이 부분적으로 미시적 수준에서의 개념 설명을 시도하였는데, 비록 입자라는 단어를 직접 사용하지는 않았지만 용매와 용질이 섞이는 현상을 이해하고 있었다. 이는 적절한 도움이 주어진다면 시각장애 학생도 미시적 수준에서 개념을 이해할 가능성을 보여준다고 할 수 있다.

본 연구 결과를 통해 시각장애 학생들의 용해에 대한 이해는 그들의 장애 특성과 밀접하게 관련되어 있음을 살펴볼 수 있었다. 시각장애 학생들의 특성상 시각적 경험이 제한되기 때문에 시각 정보를 이용한 모방학습이나 우발적 경험 등의 측면에서 불리할 수 있다. 그러나 본 연구에 참여한 학습자들의 용해에 대한 다양한 인식이 시각적 정보 처리 대신 미각과, 촉각이라는 경험에 뒷받침되어 있다는 점을 고려한다면, 시각장애 학생들의 개념 이해를 도와줄 수 있는 실물 모형<sup>9,40,41</sup>과 같은 보조 자료의 개발이 절실히 필요하다. 특히 추상적인 개념뿐만 아니라 일상 생활에서 경험하기 힘든 구체적 개념에 대해서도 관심을 가지고 수업 자료를 개발할 필요가 있다. 이렇게 개발된 자료들은 일반 학생들의 개념 이해에도 도움을 줄 수 있으므로 과학 학습에 유익할 것으로 기대된다. 마지막으로 시각장애 학생들의 과학 개념이 인지 수준이 높아짐에 따라 어떻게 변해가는지 초중고등학교 과정 및 성인에 이르는 과정을 추적하여 시각장애 학생의 과학교육에 대한 정보를 체계적으로 수집하는 연구가 진행될 필요가 있다. 이 과정에서 다양한 과학 개념별 시각장애 학생들의 이해에 대한 정보를 수집하고 실험 과제에의 참여 정도나 과제 수행 능력에 대해 조사한다면, 이들의 과학교육을 위한 유익한 자료를 얻을 수 있을 것이다.

### REFERENCES

1. Chung, D. Y. *Journal of Special Education for Curriculum and Instruction* **2010**, 3, 1.
2. Ministry of Education, Science and Technology *2009 National Curriculum of Science*; Seoul, Korea, 2009.
3. Ministry of Education, Science and Technology *National Curriculum of Science*; Seoul, Korea, 2011.
4. Ministry of Education & Human Resources Development *Middle School Curriculum*; Seoul, Korea, 2007.
5. Ministry of Education *Special School Curriculum*; Seoul, Korea, 1998.
6. Ministry of Education & Human Resources Development *Special School Curriculum*; Seoul, Korea, 2008.

7. Ministry of Education, Science and Technology *Special Education Curriculum*; Seoul, Korea, 2010.
8. Park, T. S.; Lee, H. G. *The Korean Journal of Visual Impairment* **2008**, *24*, 99.
9. Special Science Education Research Group *Science Education for Students with Specialism*; BolloKMedia: Seoul, Korea, 2011.
10. Im, S. M.; Kim, S. A. *J Korea Assoc. Sci. Edu* **2009**, *29*, 79.
11. Lee, Y. J.; Im, S. M. *Sae Mulli* **2009**, *58*, 138.
12. Kim, S. Y. Analysis on the of Science Education for Students with Visual Impairment. Master's Thesis, Graduate School of Education, Daegu Uuniversity, Gyeongbuk, Koera, 2005.
13. Sahin, M.; Yorek, N. *US-China Education Review* **2009**, *6*, 19.
14. Jones, M. G.; Broadwell, B. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*; Gilbert, J. K., Reiner, M., Nakhleh, M., Eds.; Springer: 2008, p 283.
15. Kumar, D. D.; Ramasamy, R.; Stefanich, G. P. *Electronic Journal of Science Education* **2001**, *5*, 1.
16. Kumar, D. D.; Ramasamy, R.; Stefanich, G. P. *Science Instruction for Students with Visual Impairments*; Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education: 2001.
17. Jones, M. G.; Minogue, J.; Oppewal, T.; Cook, M. P.; Broadwell, B. *Journal of Science Education and Technology* **2006**, *15*, 345.
18. Yoo, J. Y. Study of the Science Education in Korea for Visually or Hearing Impaired Students. Master's Thesis, Graduate School of Education, Yonsei University, Seoul, Korea, 1998.
19. Park, E. S.; Park, K. O. *Korean Jounarl of Physical and Multiple Disabilities* **2011**, *54*, 211.
20. Asher, P. *Journal of Geoscience Education* **2001**, *49*, 166.
21. Brazier, M.; Parry, M.; Fischbach, E. *Journal of College Science Teaching* **2000**, *30*, 114.
22. Baughman, J.; Zollman, D. *The Physics Teacher* **1977**, *15*, 339.
23. Durre, I. *Success for Blind Students in Mathematics and Science: The Importance of Thinking Outside the Box*; Seventh International Conference on Higher Education and Disability: Innsbruck, Austria, 2010.
24. Butler, C.; Bello, J.; York, A.; Orvis, K.; Pittendrigh, B. R. *The Science Education Review* **2008**, *7*, 52:1.
25. Kim, J. H.; Park, H. O. *The Korean Journal of Visual Impairment* **2010**, *26*, 167.
26. Jin, Y. A. Comparative Study of Interesting and Visually Impaired Students and Normal Students about Science Achievement; Master's Thesis, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea, 1990.
27. Lee, H. G.; Park, S. H. *The Journal of Special Education: Theory and Practice* **2005**, *6*, 1.
28. Gim, S. H.; Cha, J. H.; Kim, I. W. *The Journal of Special Education: Theory and Practice* **2008**, *9*, 457.
29. Shin, Y. J. Current Status of Science Education in Korea for Visually Impaired Students. Master's Thesis, Graduate School of Education, Sungky Unkwan University, Seoul, Korea, 2005.
30. Cha, H. S. Development of a Horizontal Balance for Visually Handicapped. Master's Thesis, Graduate School of Education, Chinju National University of Education, Gyeongnam, Korea, 2009.
31. 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.
32. Kang, D. H.; Paik, S. H.; Park, K. T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2004**, *48*, 399.
33. Kang, D. H.; Paik, S. H. *The Korean Elementary Sciecne Education Society* **2003**, *22*, 138.
34. Kang, D. H. Patterns of Students' Conceptions and Teachers' Teaching Practices on Dissolution. Doctor's thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, Koera, 2001.
35. Noh, K. J.; Kim, H. N.; *The Korean Elementary Sciecne Education Society* **1996**, *15*, 233.
36. Kang, D. H.; Paik, S. H.; Park, K. T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2001**, *45*, 83.
37. Kim, Y. G.; Lee, K. J. *Research of Science Eduation* **1998**, *23*, 269.
38. Kim, Y. D. *Jounarl of the Seoul National University* **1987**, *20*, 211.
39. Park, H. J. Korean Elemantary School Children's Conceptions of Solubility. Master's thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 1996.
40. Kim, S. G. *Blind Children in Sciecne Teaching Methods*; History of Science Education: Seoul, Korea, 1999.
41. Lee, G. L. *Visually Impaired Students and Practical Understanding of the Education*; Seohyeonsa: Gyeonggi, Korea, 2008.