



우리 과학 문화 해설사 되어보기 활동을 통한 전통 과학 지식의 교육적 활용 방안 탐색

이지혜, 신동희*
이화여자대학교

Exploring the Use of Traditional Science Knowledge by 'Being a Commentator on Korean Traditional Science Culture' Activities

Jihye Lee, Donghee Shin*
Ewha Womans University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 August 2016

Received in revised form

19 September 2016

25 February 2017

Accepted 27 February 2017

Keywords:

Korean traditional scientific knowledge(TSK), commentator, World Cultural Heritage site, communication

ABSTRACT

This study was carried out to identify the reality of students' understanding of Korean traditional scientific knowledge (TSK), the educational contexts influenced their understanding of TSK, and their sense of value of TSK, through the science activity 'Being a commentator on Korean traditional scientific culture' as a way of finding direction to apply TSK to science education while maintaining the inherent meaning of our traditional science. Seventh grade students have discovered TSK contents in Changdeok Palace, prepared their own scripts for seven months, and finally, explained to fifth to sixth grade students. The video recordings of all lessons, scripts of explanation, reports of field activities, and individual interviews were all analyzed. Students understood TSK in four viewpoints: the traditional view of nature, the traditional science and technology, the traditional life using science, and the natural science contents. During their activities, communication with peers or elders both in classroom and in Changdeok Palace, the interaction with place, and the sense of responsibility as a commentator helped students understand the scientific aspects of TSK, form contextual and sensible scientific knowledge, and apprehend various scientific explanations of contents. Depending on their internalization of experiences, the students' experiences produced three types of interpretation: delivery, persuasion, and understanding. Students formed their TSK sense of value as scientific characteristics, the need of new perspective about science, the need to protect and maintain TSK as our culture. The results of this study show that TSK can provide integrated and actual contextual education in science education and can be used to understand the cultural diversity of scientific and scientific methods and the characteristics of oriental scientific thinking. In addition, the simultaneous approach of TSK and school science to traditional culture can contribute to ideal concept formation and subjective attitude toward our traditional culture.

1. 서론

최근 '과학적'이라는 말은 어느 영역에서나 사용된다. 경영, 요리, 스포츠, 디자인, 농업 등 인간 생활과 관련한 모든 분야에서 과학적 방법이 선호된다. 과학적인 것은 그것의 정확한 의미와 관계없이 일반적으로 '좋은 것, 옳은 것, 정확한 것, 유익한 것, 편리한 것'으로 받아들여진다(Kwon *et al.*, 2015). 객관성과 합리성을 내세운 과학적 방법이 유익하고 편리해 보이는 것은 부정할 수 없으나, 과학적이라는 판단에 내포된 '비과학적인' 것에 대한 개념은 다른 오해를 불러일으킨다. 실증주의에서 말하는 객관적이고 합리적인 과학 지식은 인간적 관점을 배제하고 현상을 바라보는 '편견 없는 공정한 관찰자'에 의해 얻어진 것으로(Cleminson, 1990), 탈맥락적이고 가치 중립적인 것으로 여겨진다. 과학에 대한 이러한 관점은 자연을 해석하는 다른 많은 관점들, 예를 들면 전통 생태 지식(traditional ecological knowledge:

TEK)과 상식을 과학으로 인정하지 않는다(Mattews, 1998). 보편주의자들이 주장하는 과학 지식을 '서양 근대 과학(western modern science: WMS)'이라고 한다(Eijck & Roth, 2007). 이런 관점에서 과학 지식은 자연에 대한 절대 불변 진리이며, 학습은 개인의 머릿속에 지식을 축적해 가는 과정이다. 그러나 Kuhn(1962)에 따르면 과학 지식은 개인적인 동시에 사회적이고 패러다임으로 받아들여진다. 또한 과학 지식이 객관적, 보편적, 가치 중립적이라기보다 주관적, 맥락적, 규범적, 정치적이라는 견해가 구성주의자들을 중심으로 받아들여지고 있다(Carr & Kemmis, 1986; Suh, 2007).

사회문화적 구성주의에서 지식은 인지 구조를 가진 개인이나 자연 세계 속에 존재하거나 그로부터 발생하기보다는 사회로부터 생겨나는 것이고, 학습은 수동적이기보다는 능동적 과정이기 때문에 개인과 개인을 둘러싼 사회 문화적 환경이 지식 형성에 있어 가장 중요하다는 점을 강조한다(Suh, 2007). 과학 지식이 사회적으로 구성된다면 지식 형성에 다양한 사회 문화가 맥락을 제공하기 때문에 동일한 현

* 교신저자 : 신동희 (donghee@ewha.ac.kr)

** 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014S1A5B6037290).

*** 본 논문은 이지혜의 2016년도 박사 학위 논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0193

상이라도 그것을 표현하고 활용하는 모습은 상대적일 수 있다. 문화는 구성원들 사이에 ‘의미를 형성하고 공유하는 체제’로(Jo, 2011), 우리가 살아가는 세상에서 공기와 같이 사람들이 스스로 의식하기 어렵다(Choi & Kim, 2011). 과학은 처음부터 학문을 위해 발달된 것이 아니라 자연과 세계를 바라보는 인간을 통해 자연스럽게 생겨난 것으로 전 세계 모든 문화권에 존재하는 문화의 일부고, 모든 문화권은 나름대로의 독특한 시각과 사상을 내포한 과학을 가지고 있다(Elkana, 1981; Lee & Shin, 2015). WMS는 그것의 정체성이 서양 과학이든 근대 과학이든 간에, 과학 수업에서 언급될 필요가 있는 많은 과학 중 하나일 뿐이다(Elkana, 1981; Snively & Corsiglia, 2001). 학교에서 WMS를 획일적이고 배타적인 과학으로 가르치는 것을 비판하는 과학 교육 학자들은 과학 지식의 문화적 다양성과 맥락성을 강조한다. TEK는 수천 년 동안 인간이 환경과 상호작용하며 얻은 경험에 대해 과학 공동체에서 사용하는 이름으로 이런 경험들은 특정한 지역 환경과 생태계 시스템에 유리한 지식이다(Berkes, 1993; Cruikshank, 1998). 이런 특정 자연 환경에서 적응하고 살아가는데 유리한 지식으로서의 TEK는 토착 지식(indigenous knowledge: IK) 혹은 특정 문화권에서 과학으로 발달되어 온 역사적 지식의 의미로 전통 과학 지식(traditional science knowledge: TSK)과 의미를 같이 하고, 그 문화에서 자연을 바라보는 독특한 방식인 세계관(world view)과도 밀접하게 연관된다. Lee & Shin(2015)의 연구에서는 유럽을 중심으로 한 서양에서 발달되어 온 WMS가 비서구 국가들의 과학 수업에서 전통적인 것과의 연계 없이 가르쳐지는 것에 따른 문제를 보고하는 연구들(Allen & Crawley, 1998; Glasson *et al.*, 2010; Kawagley *et al.*, 1998; Lemmer *et al.*, 2003; Shumba, 1999; Snively & Corsiglia, 2001; Waldrip & Taylor, 1999)을 통해 WMS에 학교 과학과 학생들이 가지고 있는 세계관의 충돌로 인한 갈등과 혼란, 전통 지식의 외면, 자국 문화의 평가 절하 등이 있음을 드러냈다. Elliott(2009)는 전통 과학에 내재된 은유적 의미(metaphoric meaning)를 파악해 전통 과학을 이해할 것을 제시했고, 우리나라와 비슷한 문화 전통을 가진 일본의 Ogawa(1986, 1995)는 과학 교실에서 WMS를 가르칠 때 자연을 보는 관점과 생각하는 방식에서 전통적인 것과의 비교가 필요함을 주장했다. 이런 연구들을 통해 인간이 그들을 둘러싼 자연 환경과 밀접하게 상호작용하는 과정에서 형성된 삶의 방식과 전통 사상, 세계관 등이 개인의 과학 학습 과정에 깊이 관여하고 있는 것을 알 수 있다.

한국의 전통 사회에서도 오늘날의 ‘과학’의 엄격한 기준을 적용해도 인정받을 수 있는 과학이 분명히 존재하기 때문에 우리 전통 과학에 담겨 있는 ‘과학성’을 분명히 인식하는 것이 전통과의 단절을 넘을 수 있는 시작이다(Yi, 2012). Kim & Jung(2003)은 우리 과학 문화의 바람직한 형태를 찾아내기 위해 현대 과학의 성과와 특징을 충분히 살펴봄과 동시에 전통 문화 속에 담겨 있던 과학 기술의 실제 모습과 성격에 대해서도 바르게 이해해야 한다고 주장했다. 학교 과학에 대한 이런 관점들을 토대로 과학 교실에서 우리 전통 과학 지식을 확인하고 가르치는 것의 교육적 의미를 찾을 수 있다. 먼저, 우리 전통 문화와 유리된 우리 과학 교육의 현장에서 그것의 연결점을 찾는 것이다(Park, 1991). 전통 문화의 구조 위에서 과학을 보는 경험은 세계관의 차이를 극복하는 하나의 방법이 될 수 있다(Ogawa, 1986). 두 번째는 우리 고유의 과학 문화에 대한 이해와 가치 발견이다. 오늘날

과학 기술의 발전에 따른 환경 오염 등 인류 생존을 위협하는 심각한 문제들을 해결하기 위한 중요한 방법으로 동양적 사유가 주목받고 있다(Choi *et al.*, 2006). 또한 서양의 분석적이고 단순한 사고보다 동양의 종합적이고 복잡한 사고가 현대 과학의 발전에 핵심 역할을 한 예를 찾을 수 있는데, 20세기 저명한 물리학자인 닐스 보어는 양자 역학에서 자신이 이룬 업적은 동양 사상을 물리학에 접목시킨 덕분이라고 주장하기도 했다(Nisbett, 2004). 이런 동양 사상의 장점을 단순한 비교 우위의 관점으로 보는 것이 아니라 자연을 보는 다양한 관점이라는 균형 잡힌 시각으로 이해해야 할 것이다. 세 번째는 문화를 보는 올바른 시각의 형성이다. 국제화 시대, 세계화 시대에 맞춘 세계 시민적 자질이 요구되는 시대에 전통 및 자기 문화의 보전과 재발견을 위해 자기 문화에 대한 올바른 이해를 바탕으로 세계를 구성하는 하나의 요소로 우리 문화를 이해할 필요성이 있다(Jang, 2001). 또한 다른 나라의 문화를 자기 중심적 시각으로 바라보는 것이 아니라 그 문화의 시각에서 바라 볼 수 있는 균형 잡힌 태도, 그리고 편협하지 않은 가치관 형성이 필요하다(Kyung, 2006).

우리 전통 과학을 가르치는 방법에는 전통 문화를 소재로 활용해 학교 과학을 가르치거나 학교 과학 지식을 이용해 전통 문화의 새로운 과학적 의미를 찾아내는 것이 있다. Lackovic *et al.*(2015)은 이와 같은 문화 유산의 교육적 활용법을 ‘동화적 접근(assimilative approach)’과 ‘조절적 접근(accommodative approach)’으로 구분했고, Oh(2000)는 과학 문화재 자체에 초점을 맞춘 것과 과학 문화재의 탐구를 부차적으로 활용하는 것으로 구분했다. 역사, 미술, 언어, 과학 등의 여러 교과 분야에서 전통 문화를 활용한 교육적 시도가 다양한 목표로 진행되고 있는데, 전통 문화를 교육에 활용할 때 경험, 맥락, 협동, 의사소통, 스토리 등의 교육 요소가 중요함을 지적한다. Yi & Kim(2005)은 자연과의 상호작용을 통해 전통 미술을 직접 경험한 학생들이 경험을 내재화하고 자발적 표현을 이끌었음을 보였다. 또한 현장 체험 학습이 문화 유산의 활용 효과를 가장 크게 얻을 수 있는 수업 방법이라고 주장하는 Hong(2014)은 현장 학습을 통한 전통 문화 교육이 교실 수업에서 느낄 수 없었던 측면들을 생생하게 느끼게 해주고 문화 유산을 넘어서서 다양한 역사, 문화, 예술 등에 관한 인식의 폭이 확대되는 효과가 있으며 사물을 바라보는 또 다른 관점을 지니게 해주는 결과를 발표했다. 우리 전통 문화 교육은 한국인의 생활 양식과 사고, 가치, 그리고 믿음과 관련한 다양한 관점을 제공한다. 학생들은 전통 문화 속에서 국가의 자연 환경, 토지 조성, 기후, 생활 양식 그리고 사회 문화적 맥락을 이해하는 방식을 배우고 그것은 가시적 이해를 넘어 인간 생활에 대한 깊은 통찰을 제공한다(Yi & Kim, 2005). 과학 교육은 학생들의 삶과 사회에 기반을 둔 실제 세계의 문제들(real world issues)에 더 초점을 두어야 하는데(Chinn, 2007), 전통 삶과 관련된 문화의 맥락은 이런 실제성에 도움을 줄 수 있다. Emdin(2010)은 학생들이 교실 밖에서 서로 묻고 답하고, 생각을 동료들과 나누고, 다른 사람의 말을 귀 기울여 듣는 등 현장에서 더욱 활발한 의사소통이 가능함을 보였다. Kim & Lee(2008)와 Emdin(2010)은 학생들이 사회 안에서 문화 활용에 참여를 통해 배울 때 의사소통과 협동이 중요한 요소라고 주장했다. 또한 전통 문화에 포함된 TEK는 본래 스토리텔링과 구두 언어로 전해지는 특성을 가지고 있기 때문에(Eijck & Roth, 2007), 다양하고 풍부한 스토리 활용은 사실에 재미와 상상이 덧붙여진 좋은 교육 소재가 될 수 있다(Huh, 2010).

Table 1. Background of participants

참여자	성별	지망	지원 동기	관심 분야
S1	남	1지망	문화 유산에 담긴 과학 원리를 알고 싶고, 직접 견학하고 싶어서	환경, 국어
S2	남	1지망	우리나라 여러 문화 유산 속에서 과학적 요소들을 찾는 활동이 재미있을 것 같아서	종교
S3	남	1지망	아버지가 사학을 공부하시고 강의도 하셔서 옛날 어렸을 때부터 역사에 관심이 많고 좋아했고 TV에서 문화를 과학적으로 설명하는 분들이 멋지고 나도 그렇게 설명해보고 싶어서	천문학자
S4	남	2지망	스토리텔러와 관련된 프로그램에 먼저 지원했다. 2지망으로 선택했는데 전통 과학이나 해설에 대한 욕심보다는 자신이 못하는 말하기 능력을 키우고 싶어서	로봇 공학
S5	남	2지망	학업 성적을 올리고 싶어서 그것과 관련된 프로그램을 지망했다. 2지망으로 선택한 이유는 우리 문화에 관심이 많아서	과학자, 변호사
S6	남	1지망	우리 과학 문화를 직접 배울 수 있는 기회를 가질 수 있어서	과학 기술
S7	여	1지망	몸을 움직여서 하는 활동을 좋아하기도 하고 내가 보지 못한 문화 유산도 볼 기회가 될 것이므로	연예인, 작가

이상의 선행 연구들은 우리 전통 문화 소재를 교과 교육에 활용하여 드러낼 수 있는 교육적 효과와 활용 방법에 대해 논의하고 있다. 그러나 이런 논의에서 과학 교육에 전통 문화를 직접 적용하여 나타나는 구체적 교육 맥락과 효과를 드러내는 연구는 드물다. 그리고 과학 교육에 활용된 TSK 소재는 TSK 자체의 의미 발견이기보다는 학교 과학 개념과 탐구 학습을 위한 소재로 이용되었다. 본 연구에서는 우리 전통 과학 고유의 의미를 유지하며 TSK를 과학 교육에 접목할 수 있는 합리적 방안을 탐색하고자 한다. 열린 공간으로의 문화 유산 현장에서 주체적으로 TSK 지식을 구성하는 우리 과학 문화 해설사 활동 과정에서 학생들이 무엇을 경험했는지 밝히고자 한다. 본 연구의 연구 목적에 따른 구체적 연구 문제는 첫째, 한국 전통 문화적 맥락에서 학생들이 찾을 수 있는 전통 과학의 소재는 무엇인가, 둘째, 학생들의 전통 과학 문화에 대한 이해를 구성하는데 영향을 준 학습 맥락은 무엇인가, 셋째, 전통 과학 문화를 경험한 학생들이 갖는 우리 전통 과학의 가치관은 무엇인가 등이다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

우리 과학 문화 해설사 되어보기 프로그램은 대학교 과학교육과에서 주관했고, 과학에 흥미를 가진 중학교 1학년생들을 대상으로 주제별 과학 체험 교육으로 실시되었다. 정규 과학 프로그램을 벗어나 과학 탐구, 한국 전통 과학, 과학 스토리텔링, 맞춤 과학 학습 등 다양한 주제와 탐구·체험 활동으로 과학을 배우는 4개 프로그램 중 하나인 본 프로그램은 우리나라의 전통 과학을 소재로 현장 체험과 의사소통을 통해 과학을 학습하는 과정이다. 프로그램의 신청과 참여는 자발적으로 이루어졌으며 22명의 전체 학생들 중 본 프로그램에 1지망으로 신청한 학생 수는 5명이었고, 2지망으로 신청한 학생 수는 2명이었다(Table 1). 학생들의 참여 동기는 우리 역사와 문화에 호기심, 야외 활동의 선호, 해설사 활동에 대한 기대 등으로 다양하게 나타났다. 최종적으로 본 프로그램에 참여한 학생들은 서울에 위치한 4개 중학교를 통해 남학생 6명, 여학생 1명이었다. 이들의 학업 성취 수준과 관심 분야 그리고 가정의 사회 문화적 배경 등은 다양하다. 프로그램에 참여한 학생들의 개인적 성향과 흥미, 관심, 장래 희망 등은 프로그램의 참여 동기, 태도와 연관된다. 참여 학생들은 전반적으로 과학을 좋아하고 다른 과목에 비해 과학을 잘한다고 생각했다. 전통 문화

나 전통 과학에 대한 관심은 학생들마다 다양했지만 전반적으로 긍정적인 인식과 호기심을 가지고 있어 본 프로그램에 지원했다.

본 연구는 한국 전통 과학의 소재와 의미를 찾아가는 중학생들의 과학 활동을 보여준다. 우리 과학 문화 해설 활동을 위해 모인 중학교 1학년 7명 학생들은 7개월 동안 창덕궁에서 찾을 수 있는 전통 과학 소재를 발굴하고 자신만의 과학 해설을 만들어가는 과정을 통해 전통 과학을 표현하는 과정을 경험했다. 전통적 사상과 한국적 삶의 모습을 가장 잘 반영한 것으로 평가되어 유네스코 세계문화유산으로 지정된 창덕궁은 전통 사상, 생활, 과학, 예술, 상징 등의 전통 문화를 총체적으로 확인할 수 있는 교육 현장으로 적합하다. 학생들은 이런 열린 문화 공간에서 경험을 통해 스스로 전통 과학 소재와 의미를 찾고 이야기로 표현한다. 학생들의 활동 과정은 크게 전통 과학 소재 발굴, 대본 만들기, 해설 연습, 실전 해설 활동 등으로 구성된다. 수업은 교실과 창덕궁 현장을 병행해 진행되고 학생들이 개별적으로 조사하는 정보, 교실에서의 전체 토론 내용, 창덕궁 현장에서의 경험과 상호작용이 대본을 구성하는 중요한 요소이고 학습 과정이다. 학생들은 학습의 능동적 주체로 동료, 교사, 해설의 청자, 전문가, 일반인 등과 만나 소통하고 협력한다. 해설은 청자와의 직접적인 의사소통 과정으로 의사소통 기술, 상호작용 방법, 과학의 맥락적 설명 등을 고려한 스토리가 필요하다. 학생들은 교실 안과 밖에서 만나는 많은 사람들과 의사소통하고 주변과 상호작용하며 실제 현장에서 우연한 상황들을 경험해 나가며 학습한다. 이런 요소들은 학생들이 전통 과학을 찾고 의미를 구성해 나가는데 구체적 맥락을 제공한다.

2. 우리 과학 문화 해설사 되어보기 프로그램 개요

본 프로그램은 5월부터 11월까지 7개월 동안 총 18회 진행됐다. 수업 시간은 한 회당 3~5시간의 범위 내에서 수업 내용에 따라 다르게 적용되었고, 장소는 교실과 창덕궁을 병행해 진행되었다. 전체 교육 과정은 첫 만남, 전통 과학 소재 발굴, 이야기(대본) 만들기, 해설 연습, 실전 해설, 반성 등의 순으로 진행되었다. 첫 만남에서는 서로 인사를 나누고 자신에 대해 소개했다. 자신의 장래 희망, 좋아하는 과목이나 활동, 전통 문화의 경험 그리고 과학 문화 해설사 과정에 지원한 이유와 우리 전통 과학에 대한 자신의 생각을 공유했다. 학생들은 창덕궁에 대한 역사나 문화 등 주로 알려진 내용을 해설하는 것이 아니라 과학을 해설하기 때문에 새로운 전통 과학 소재와 내용을 개발하는 것이 주요한 과정이 되었다. 두 번째 시간에 교사가 창덕

궁의 역사와 문화 전반에 대해 강의했다. 앙부일구와 같은 조선의 과학 기기에만 소재를 한정짓지 않도록 하기 위해 창덕궁의 역사, 예술, 상징, 생활 등의 전반적인 내용을 다양하게 학생들에게 소개했다. 교사의 최초 안내를 시작으로 학생들은 주체적으로 소재를 발굴했다.

자료 조사와 대본 작성은 매시간의 과제로 진행되었고, 과제에 대한 교실 논의와 현장 활동을 반복하며 과학 소재를 발굴하고 내용을 구성했다. 교사는 논의를 중재하고 대본을 구성하고 해설하는데 필요한 피드백을 제공하는 등의 조력자 역할을 했다. 해설 준비 과정은 전통 소재 발굴, 대본 만들기, 해설 연습하기 등의 세 단계다. 소재 발굴과 대본 만들기는 주로 교실에서 전체 논의를 하며 진행되었는데, 해설을 듣게 될 초등학교 4~5학년 학생들을 고려한 적절한 내용 수준과 이해 가능한 설명 전략이 주요하게 논의되었다. 대본 만들기 과정에서 전문 해설사 1인을 초청해 해설 대본에 대한 피드백을 받고 해설 방법도 학습했다. 해설 연습은 교실과 창덕궁 현장을 번갈아가며 진행되었는데 해설할 내용의 현장 맥락을 고려하는 과정이다. 이 과정에서도 전문 해설사 1인이 초청되어 피드백을 주었다. 학생들이 1~2개씩 각자의 주제를 가지고 모두 모여 전체 창덕궁 해설을 구성하므로 해설 장소와 동선, 시간, 전체 해설 내용의 통일성과 분산성을 전반적으로 조절했다.

실제 해설 연습은 주로 창덕궁에서 이루어졌는데, 각자 자신의 대본을 모두 암기하도록 했으며 현장에서 내용을 자연스럽게 전달하는 것, 적절한 목소리 크기와 해설 속도, 청자를 대하는 태도 등을 함께 연습했다. 첫 현장 연습 모습을 영상으로 담아 교실에서 보며 자신의 해설 모습을 점검했다. 두 번째 현장 연습에서 다른 전문 해설사 1인이 동행해 해설 태도와 과정을 점검했다. 실전 해설은 10월 25일 오전 10~12시까지 약 두 시간 가량 진행되었다. 청자는 초등학교 고학년 과학 영재반 학생들로 10여 명 씩 두 집단으로 나누어 해설 동선에 따라 순차적으로 이동했다. 각 학생들은 15~20분의 해설을 2회 진행했다. 창덕궁 해설 후 학생들은 다시 교실에서 만나 해설 동영상을 보며 당시의 느낌과 경험을 공유하고 반성하는 시간을 가졌다. 본 프로그램의 일정과 개요, 구체적인 학습 내용은 Table 2와 같다.

3. 전통 과학 교육 소재로서의 창덕궁

본 프로그램의 해설 장소는 경복궁과 함께 조선시대 궁궐을 대표하는 창덕궁이다. 창덕궁은 조선 정치사의 중심이고 조선 왕조 최고의 문화 전당이었다(Ji & Oh, 2015; Kim *et al.*, 2012). 조선의 5대 궁궐 가운데 그 원형이 가장 잘 보존되어 있고 주변 자연 경관과의 완벽한 조화와 배치로 가장 한국적인 궁궐로 평가받으며, 1997년 유네스코 세계문화유산으로 등재되었다(Kim, 2012). 세계적으로 그 가치를 인정받은 창덕궁은 문화적, 예술적 가치뿐만 아니라 다양한 학문적 가치를 가지고 있어 다학문적 교육 소재로서 활용이 가능하다. 창덕궁은 서울시 종로구 와룡동에 위치하며 만 24세 이하 내국인에게 무료로 개방하고 있어 학교 현장 학습 장소로 접근성이 좋은 편이다. 본 프로그램에서 전통 소재 발굴의 장소로 창덕궁을 선택한 것은 이런 창덕궁이 우리 조상의 전통 사상과 예술, 생활, 과학 등의 다양한 가치를 자연스럽게 포함하기 때문이다. 일부 전통 과학 기기에 국한된 전통 과학의 이미지를 벗어나 조상의 삶과 문화 속에 녹아 있는 다양

한 전통 과학 지식을 발굴하기 위해 다양한 문화적 요소가 포함된 열린 문화 공간을 선정했다. 특히 궁궐은 당시의 정치, 사회, 문화의 중심지로 다양한 역사 문화적 사료를 포함한다. 그 중에서도 창덕궁은 중국 규범을 따른 권위적인 배치법의 경복궁에 비해 자유분방하고 탈규범적인 자연 지형에 순응하는 우리의 건축 관념이 잘 반영되어 있어(Jo, 2012), 유교적 질서에 따른 궁궐 배치의 원칙과 자연과의 어울림을 함께 존중한 궁궐로 우리 전통 사상을 잘 표현한다(Choi, 2006). 창덕궁의 건물들은 다른 궁에서 볼 수 없는 독특한 형태들을 포함하고 있다. 과학적 마당 설계의 인정전과 민가의 특성을 지닌 낙선재, 근대 문물의 흔적을 볼 수 있는 회정당과 대조전, 그리고 자연스러운 건물 배치는 우리 전통 건축의 특성을 잘 보여줌과 동시에 형식적이고 부자연스러운 것을 싫어하는 우리 정서를 잘 보여준다. 도심 속 작은 자연이라 표현되는 창덕궁 후원과 전각의 나무들 그리고 궁 전체와 조화를 이루는 자연 환경도 창덕궁만의 특성이다. 창덕궁은 우리 전통 문화의 화려함과 일상적 측면 그리고 고도의 기술과 자연 환경이 공존하는 공간이기 때문에 과학 지식과 전통 소재의 교차점인 전통 과학 발굴의 장소로 적합하다.

4. 우리 과학 문화 해설 과정

본 프로그램에 참여한 일곱 명의 학생들은 열린 문화 공간인 창덕궁에서 ‘과학적인 것’을 찾으며 전통 과학 소재를 발굴했다. 학생들은 일차적 관심 소재를 중심으로 정보를 찾고 전체 논의를 통해 각자가 가장 흥미 있는 소재를 선택해 서로 중복되지 않게 주제를 정했다. 학생들이 발굴한 우리 전통 과학 소재와 해설의 주제는 창덕궁의 특성을 잘 보여주는 동시에 과학적인 면을 드러내는 것이다. 해설 내용에 대한 전체 논의와 현장 조사를 통해 주제를 가장 잘 표현할 수 있는 해설 장소로 구역을 나누고 전체 스토리에 따라 순서를 구성했다. 해설 장소가 정해진 뒤 자신의 해설 장소(건물)의 용도와 특징을 소개하는 글을 추가했고, 첫 번째로 해설하는 S1이 창덕궁의 전반적인 역사적, 문화적 배경을 소개했다. Table 3은 해설자, 해설 장소, 해설 소재, 해설 주제를 해설 순서에 따라 정리한 해설 개요다.

학생들이 활동 전반에서 작성하는 대본은 독자를 위한 글쓰기가 아닌 청자를 대상으로 한 해설을 위한 것이다. 해설은 일방적인 정보 전달이 아닌 의사소통 과정이므로 해설 대본은 현장성과 청자와의 상호작용 맥락을 고려해 작성되어야 한다. 해설을 들을 대상은 해설하는 학생들의 학령과 인지 수준을 고려해 초등학교 4~5학년 학생들이 선정되었다. 우리 전통 과학을 학습하기 위한 방법으로 우리 전통 과학 문화 해설사라는 역할 활동을 설정한 이유는 첫째, 해설사의 역할 수행 과정에서 과학 지식의 현장성을 고려할 수 있다는 점이다. Ahn & Park(2016)은 문화 관광 해설사들이 경험을 통해 ‘그곳만의 특징’을 설명해 줄 수 있는 능력인 현장지식을 무엇보다 중요하게 여기고, 실제 현장에서 직접 체험하고 느꼈던 것을 전달할 수 있는 해설 방법에 대한 필요성을 절실히 느끼고 있음을 보였다. 학생들이 조사한 추상적, 탈맥락적 과학 지식은 맥락적 상황과 마주할 것이다. 학생들이 설명할 과학 정보들은 창덕궁에서 의미가 있고 확인할 수 있어야 한다. 학생들의 해설 주제와 내용은 교실에서 수집된 정보와 현장에서 구성된 경험적 지식의 복합적 결과다. 학생들은 해설을 구성하는 동안 자신이 구성한 해설 내용을 현장에서 확인하거나 현장에

Table 2. Program outline

과정	차시 (날짜)	주제	구체적 내용	장소
전통 과학 소재 발굴	1회 (5/17)	첫 만남과 인사, 수업 및 일정 안내	처음 만나 서로 인사를 나누고, 우리 과학 문화에 대한 생각을 나눈다. 앞으로 진행될 수업 일정과 내용을 소개한다.	교실
	2회 (5/24)	창덕궁에 대한 강의	교사가 창덕궁의 역사와 문화 전반에 대한 소개를 한다.	교실
	3회 (5/31)	창덕궁 1차 조사	아이들이 창덕궁 전반에 대한 조사를 해서 발표한다. 이야기 형식으로 글을 써서 발표하는 경험을 한다.	교실
	4회 (6/14)	창덕궁의 '과학적인 것'에 대한 1차 조사와 논의	창덕궁의 '과학적' 소재를 중심으로 전반적 대본을 구성한다. 서로 자신의 조사 내용을 발표하고 궁금한 점을 물으며 이야기를 나눈다. 모든 학생들의 과학 소재들을 모아 목록화한 후 주제를 나눈다.	교실
	5회 (6/21)	1차 창덕궁 탐방	아이들은 2집단으로 나누어 창덕궁에 있는 과학 소재를 찾는다. 미션 활동지를 통해 평소 알지 못했던 창덕궁에 대한 이야기를 풀어본다.	창덕궁
	6회 (7/12)	1차 창덕궁 과학 해설 내용 발표	지금까지 조사한 내용과 창덕궁에 방문한 경험을 토대로 첫 번째 과학 해설 대본을 작성해 발표하고 의견을 나눈다.	교실
	7회 (7/26)	내 주제 깊게 알기1	각자 맡은 과학 주제에 대해 자료를 만들어 내용을 발표한다. 다른 학생들과의 논의를 통해 더 추가해야 할 내용을 정리한다.	교실
	8회 (8/9)	내 주제 깊게 알기2	발표 자료를 구체화하여 각자 주제에 대해 설명한다. 자신의 해설 대본을 어느 정도 이해하고 있는지 확인하고 내용이 적절한지 논의한다.	교실
해설 대본 만들기	9회 (8/16)	전체 해설 계획하기	각 해설사들의 내용을 중심으로 해설 스토리를 맞춘다. 각자의 해설 내용과 분량을 중심으로 해설 순서, 장소, 시간을 정한다.	교실
	10회 (8/23)	해설 대본 작성과 연습	지금까지 준비된 과학 내용을 중심으로 실제 해설 대본을 작성하고 발표한 후 논의한다.	교실
	11회 (8/30)	해설 대본 수정과 연습	해설 대본을 반복적으로 발표하면서 실제 해설 상황에 적합한지 검토한다.	교실
	12회 (9/13)	전문 해설사와 만남1	전문 해설사 1 앞에서 자신의 해설 대본을 발표한다. 전문 해설사로부터 피드백과 해설 방법을 듣는다.	교실
	13회 (9/20)	이야기 전략 활용하기	딱딱한 설명이 아닌 재미있는 해설을 하기 위해 이야기 전략들을 활용하여 재미있는 해설 대본을 구성한다.	교실
해설 연습	14회 (10/03)	창덕궁 현장 연습1	창덕궁에 해설 대본을 가지고 나가 실제 해설을 연습한다.	창덕궁
	15회 (10/11)	해설 모니터링과 평가	지난 시간 창덕궁에서 녹화한 자신과 친구들의 해설 동영상을 보고 자기평가, 동료 평가를 실시한다. 평가 자료를 바탕으로 해설 내용, 전략을 보완한다.	교실
	16회 (10/18)	창덕궁 현장 연습2 전문 해설사와 만남2	창덕궁에 나가 리허설을 진행한다. 전문 창덕궁 해설사 2와 동행하며 조언을 듣는다.	창덕궁
실전	17회 (10/25)	창덕궁 '우리 과학 문화' 해설	초등학교 4, 5학년 두 집단을 상대로 창덕궁 해설을 2회 진행한다.	창덕궁
반성	18회 (11/8)	해설 경험 나누기	자신들의 창덕궁 해설 동영상을 보면서 경험과 생각을 나누고 정리한다.	교실

Table 3. Outline of Commentation by order

해설자	해설 장소	해설 소재	해설 주제
S1	돈화문	돈화문/ 풍수지리	· 창덕궁의 역사·5간 돈화문의 역사적 배경 · 창덕궁의 풍수지리와 배산임수 설계
S6	금천교	금천교	· 금천교의 역사·금천교의 크기(규모)·아치 다리의 과학성 · 금천교 생나무 말뚝·금천교의 재료(화강암)·금천교가 놓인 방향
S4	인정전	박석	· 박석과 배수 구조·옛날 박석과 오늘날의 박석·박석의 암석과 광물 · 박석의 난반사
S7	인정전	소리 울림	· 품계석과 쇠고리·소리 울림 구조
S3	희정당	단청/그랭이질/환풍구	· 단청의 방법·단청의 종류·그랭이질의 방법·환풍구의 위치와 필요성
S2	대조전	양부일구/자격루/공포	· 용마루의 부재·장영실의 출생과 업적·양부일구의 구조 · 양부일구 시간 읽기·양부일구의 장점·자격루의 원리와 구조 · 공포의 역할과 기능
S1	선정전	처마/지붕	· 처마의 구조와 남중고도의 관계·처마로 인한 대류 현상 · 지붕의 종류와 기능·지붕의 사이클로이드 곡선 구조
S5	낙선재	온돌	· 온돌의 역사·온돌의 원리(대류, 복사, 전도)·온돌의 구조·온돌의 효과 · 온돌의 단점과 창호와 흙·함실 아궁이의 특징·굴뚝의 소개

서 발견한 것을 찾아 내용으로 구성하는 과정을 반복적으로 거친다. 둘째, 자신의 과학 지식에 책임감을 가진다. 이런 주제적 지식 전달

자로서 해설사나 도슨트와 같은 활동은 해설이 일방적이 아닌 상호방식으로 이루어져야 한다는 것을 경험으로 느끼고, 지식을 재구조화해

서 자신의 언어로 표현해야 함을 알게 한다(Min, 2007). 해설을 들을 대상을 초등학교 고학년으로 정한 것은 해설을 할 중학교 1학년 학생들과 연령 차이가 적은 초등 고학년의 지식과 사고 수준을 예상할 수 있기 때문이다. 학생들은 초등학교 고학년을 대상으로 한 해설에서 자신이 전달하는 과학 정보에 대한 신뢰와 확신을 바탕으로 해설 대상이 이해할 수 있는 언어로 바꾸는 과정에서 도서나 인터넷의 많은 정보들 중 의미 있는 것을 선택하고 이해할 수 있는 지식으로 소화해 자신의 언어로 바꾸어 표현했다.

셋째, 과학적 의사소통 과정을 경험한다. 해설사 역할에는 무엇보다 의사소통 능력이 강조된다. 해설하는 사람에게는 많은 내용을 전달하는 것보다 그것을 관람자들의 수준에 맞게 설명하는 것이 더 어렵다. 이런 역할에서는 일방적 해설이 아닌 듣는 이와 상호작용을 통해 그들이 무엇을 알고 싶어 하는지 파악하여 해결해야 하고, 미처 생각하지 못했던 것을 생각나게 하는 기회를 제공할 필요성도 있다(Ryu, 2005). 학생들은 더 쉽고 재미있는 해설을 위해 눈에 보이지 않는 과학 개념과 원리를 이해시키는 설명 전략과 도구를 고안한다. 더 쉬운 설명과 예를 들거나 비교하는 등의 언어적 설명과 관찰, 체험, 실험 등의 경험적 활동이 과학적 의사소통을 위한 도구가 될 수 있음을 이해한다.

5. 자료 수집 및 분석

본 연구는 전통 과학 문화 활동에 참여한 학생들이 한국 전통 과학에 대해 이해하고 생각한 것과 그것에 영향을 준 문화 유산 현장과 TSK 소재의 교육적 맥락을 파악하고자 현상학적 질적 연구 방법으로 접근했다. 현상학은 인간의 체험을 있는 그대로 살펴보고, 그 체험을 있게 한 그 본질적 구성 요소를 파악하여 이를 분명히 기술하고 이를 통해 체험의 본질을 탐구하는 것이다(Kim, 2016, p. 90). 각 학생들의 프로그램 참여 경험과 학습 과정을 총체적으로 파악하기 위해 활동 전 학생들의 다양한 관심과 성향, 생각, 경험과 그리고 전통 문화 관련 경험과 지식 정도 등을 파악 할 수 있는 다양한 자료를 수집했다. 프로그램 지원서를 통해 개인적 동기를 파악하고, 우리 문화와 과학에 대한 흥미와 생각, 개인적인 관심과 흥미 요소, 장래 희망과 포부, 개인의 문화적 경험과 인식 정도를 묻는 사전 질문지를 작성하게 했다. 학생들은 프로그램의 첫 수업 시간에도 프로그램에 대한 이야기를 나누며 자연스럽게 서로에 대해 알아가고 과학과 문화에 관련된

경험 그리고 활동에 대한 기대감 등에 대해 자유롭게 얘기하며 공유했다. 18회 프로그램의 모든 수업은 녹화되었으며 연구자 1인이 멘토 교사로 현장에 참여했다. 교사는 학생들의 특성을 잘 알고 있었으며 그날의 특이 사항을 매 차시 서술했다. 분석이 이루어지는 동안 연구자는 자신의 주관적 경험을 ‘판단중지’(epoche) 함으로써 자료를 있는 그대로 보고자 했다(Creswell, 2015). 매 수업 전에 각 학생들이 온라인으로 제출하는 해설 대본과 모든 자료를 모은 포트폴리오, 창덕궁 탐방 활동지, 최종 해설 연습에서 작성한 자기·동료 평가지, 해설 당일의 경험을 담은 감상문 등도 자료 분석에 포함되었다. 실전 해설 활동 후 마지막 수업에서 학생들은 해설 영상을 함께 보며 당시 경험 회상하고 느낌을 공유했다. 이날 사후 질문지를 통해 해설 경험과 성장 요소를 구체적으로 파악 했으며, 활동 후에는 개별 심층 면담을 통해 학생들의 개인적 경험과 생각을 들었다. 또한 프로그램 설계와 분석의 전 과정은 공동 연구자인 과학교육 전문가 1인과 지속적인 논의를 통해 진행되었다. 자세한 분석 자료는 다음과 같다(Table 4).

1차 분석은 모든 수업과 활동이 끝난 후, 개별 심층 개별 면담 질문의 근거 자료 생성을 위해 모든 수업의 관찰, 사전·사후 질문지, 최종 해설 대본 등을 전반적으로 읽고 파악했으며 간략한 과정으로 분석했다. 분석에서 두드러지게 파악되는 수업 장면과 담화를 통해 학생들에게 추가적으로 파악해야 할 내용, 학생의 의견이나 담화에서 그것의 정확한 의미나 진정성을 확인이 필요한 부분을 확인해 질문했다.

2차 분석은 프로그램 진행과 학생들의 의식 구조의 흐름을 따라가 고자 프로그램 지원서에서부터 면담에 이르기까지의 전 과정을 시간에 흐름에 따라 읽으며 파악했다. 학생들의 수업 상황, 체험과 그것의 학습 효과는 수업 전 학생들이 제출하는 해설 대본에서 확인될 수 있다. 수업 관찰은 매 차시 학생들이 제출한 해설 대본이나 발표 자료와 함께 검토되며 이전 수업과 다음 수업의 과정에서 나타나는 변화를 각 학생별로 스토리 형식으로 파악했다. 예를 들어 수업 상황에서 오고 간 의미 있는 상호작용이 다음 차시의 해설 대본에 반영되지 않다가 동일한 상호작용이 반복적 혹은 다른 형태로 전개된 후 학생이 그 내용을 반영했을 때 그 상황과 학생 행동 간의 관계를 파악했다. 자료 분석 과정에서 의미 있는 부분을 찾아 개방 코딩했으며 귀납적인 방법으로 주요 코드를 도출했다.

3차 분석은 연구 문제에 따른 답을 찾기 위한 본격적인 분석 단계로 연구 문제 별로 다른 과정으로 진행되었다. 첫 번째 연구 문제인 학생들이 찾은 우리 전통 과학 소재의 유형을 찾는 것은 학생들의 최종 산출물인 최종 해설 대본을 기초로 했다. 각 학생들이 해설한

Table 4. Analysis materials

분석 자료	자료에 포함된 내용
프로그램 지원서	본 프로그램의 지망 순위와 지망 이유를 적음
수업 녹화 자료	수업 교실 14회(1회 3시간), 창덕궁 수업 4회(1회 3~5시간)를 포함한 모든 수업을 녹화 후 전사한 자료
해설 대본·발표 자료	3~18회까지 매시간 작성한 학생들의 해설 대본, 학생들의 대본의 변화 과정, 발표 자료와 최종 대본 포함
나의 궁궐 경험 에세이	2회 수업의 과제물, 본 프로그램 이전의 궁궐 경험
창덕궁 활동지	창덕궁 첫 탐방 활동(5회 수업)에서 창덕궁의 주요 장소에 대한 관찰과 탐구를 안내한 활동지
학생 자료 포트폴리오	모든 과정에서 학생이 스스로 혹은 교사의 도움으로 수집하고 정리한 참고 자료 등의 개인 자료집
해설의 자기·동료 평가지	해설 최종 연습(14회) 후 교실 수업에서(17회) 동영상을 통해 서로의 해설 모습을 파악하고 평가한 자료
사전·사후 질문지	과학에 대한 흥미, 우리 전통 과학과 문화에 대한 관심과 이해 정도, 우리 과학 문화 해설사에 대한 인식 등을 파악함
해설 경험 소감문	실전 해설 후(17회) 해설 당시의 상황, 해설할 때 느꼈던 기분, 해설 후 느낀 점 등을 자유로운 형식으로 작성함
개별 면담 자료	개인에게 영향을 준 학습 상황들을 파악하기 위해 모든 활동 종료 후 개별적으로 진행됨(1인 1시간 가량 소요)

연구 문제	TSK 소재 유형	의미 있는 학습 맥락	TSK 가치 형성
1차 분석	수업 관찰, 질문지, 해설 대본 자료의 검토 → 사후 면담을 위한 추가 질문 근거 생성		
2차 분석	매 차시 해설 대본과 발표 자료와 함께 수업 관찰 → 프로그램의 전반적인 흐름과 느낌 파악		
	개방 코딩을 통한 주요 코드 도출		
3차 분석	최종 해설 대본으로 TSK의 소재 파악	수업 관찰을 통해 의미 있는 장면과 담화 도출	질문지, 면담 자료를 통해 TSK 가치 부분 도출
	연구문제 별 결과의 의미를 연결, 일관성 확인 수업 장면-해설 대본 반영-면담(질문지)의 진술 일치도 확인		
	TSK 소재 유형으로 분류 면담 진술로 타당성 확인	의미 있는 학습 체험에 영향을 준 맥락 요인 도출	TSK에 대한 가치 형성 요소 도출
	연구문제 별 유형(주제)만들기		
	선행 연구와의 비교, 해석과 의미 부여		
	장면이나 담화 선정, 기술하기		

Figure 1. Analysis process

창덕궁 소재는 그것을 맡은 학생의 개인적 의지와 전통 과학에 대한 인식 그리고 전체 활동에서의 경험을 통해 다른 해설 내용으로 전개된다. 우리는 학생들의 전체 해설 대본에서 하나의 과학 정보를 전달하는 단락을 단위로 삼아 분석하여 유형을 도출했다. 그 유형들이 대본의 전체 흐름을 대변할 수 있는지 또한 대본의 소재 사이를 분별할 수 있는지 여부를 재검토했다. 유형의 적합성은 개별 면담 자료를 통해 학생의 의도를 재확인한 후 판단했다. 두 번째 연구 문제인 학생들의 의미 있는 학습 체험 맥락의 파악은 모든 분석 자료가 복합적으로 활용되었는데, 분석의 가장 기초가 된 자료는 학생들의 수업 관찰과 해당 차시의 해설 대본, 학생들의 최종 해설 대본 그리고 면담 자료다. 수업 관찰은 학생들이 마주하는 혹은 스스로 구성하는 상황과 경험을 위주로 의미 있는 담화의 상황을 분석 단위로 삼아 일련의 장면들을 도출했다. 세 번째 연구 문제인 학생들이 생성한 TSK 가치 분석은 주로 사전·사후 질문지와 면담 자료를 통해 학생들이 TSK에 대한 가치를 드러내는 부분을 확인했다. 먼저 학생들의 TSK에 대한 생각들이 사전·사후 질문지를 통해 수집되고 이것의 명확한 의미와 생각의 일관성을 개별 면담을 통해 파악했다. 이렇게 연구 문제 별로 도출된 분석 내용들을 연구 결과별, 자료 유형별, 학생별로 비교해 검토하고 사건들 간의 인과 관계를 탐색하기 위해 심층 분석되었다. 수업 관찰, 최종 해설 대본, 면담 자료를 통해 확인된 의미 있는 학습 상황들은 세 자료를 반복적으로 비교하며 확인되었는데, 수업 관찰을 통해 의미 있는 학습 맥락이라고 확인된 상황이 최종 해설 대본에 영향을 주었는지 그리고 면담에서 학생 진술을 통해 확인 되었는지 여부를 확인하거나 면담 질문을 통해 학생에게 의미 있었다고 진술된 학습 상황을 수업 관찰과 해설 대본에서 다시 확인하는 등의 과정을 거쳤다. 무엇보다 자료 유형과 시간의 흐름에 따라 보이는 의미의 일관성을 확인했다. 이렇게 확인된 자료는 연구 문제 별로 의미 있는 유형, 맥락, 요소로 도출되었다. 이 과정에서는 구체적인 수업 장면에서 우리 전통 과학 문화 소재와 장소의 특성으로 인한 학습 상황들을 추상화하고 범주화하여 의미를 가장 잘 드러낼 수 있는 주제를 찾았다. 도출된 주제들을 선행 연구의 결과와 비교하며 검토하고 반복적인 원자료 분석과 연구자간 심층 논의를 통해 재검증했다. 또한 연구 문제를 고려해 해석하고 의미를 부여하며 다양한 경험의 복합적인

관계를 파악할 수 있도록 시간 순서에 따라 또한 사건의 인과적 과정에 따라 분류해 정리했다. 전체 분석 과정을 정리하면 Figure 1과 같다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 전통 과학 지식(TSK)의 소재와 유형

학생들이 발굴한 전통 과학 해설의 소재와 내용은 과학과 전통 소재의 교차점인 TSK 영역이다. 창덕궁의 해설 대상은 해설자가 해석하는 관점을 통해 다양한 과학 소재로 전개된다. 학생들의 과학 해설은 우리 전통 과학 지식에 대한 그들의 생각과 해석을 반영하고 그들이 선택한 대상의 특성에도 관련된다. 학생들이 TSK 대상과 관련된 전통 과학 지식을 어떻게 이해하고 전개했는지에 따라 TSK 소재의 유형을 구분했다. 창덕궁 해설에 사용된 TSK의 대상, 소재, 유형, 해설 사례 등을 Table 5에 구체적으로 나타냈다.

가. 전통 자연관

창덕궁은 자연에 대한 우리의 관점을 반영해 건축되었다. 일반적으로 왕조 국가의 궁궐은 왕조의 위엄을 높이는 상징물로 웅장한 궁궐을 건축하기 위해 막대한 국력을 쏟아 부은 사례가 많지만 조선은 유교 이념을 바탕으로 사치스러움을 경계하고 검소함을 추구했다(Choi, 2012). 또한 다른 궁궐과 대조되는 창덕궁의 자유로운 건물 배치)와 자연과 조화를 이루며 인위적인 것을 배제한 후원은 자연과 더불어 사는 조상들의 삶의 방식을 보여준다. 북악산을 뒤로하고 앞으로 한강을 마주하며 자리를 잡은 창덕궁은 배산임수와 음양의 조화

- 1) 창덕궁은 정문(돈화문)이 서남쪽 모서리에 놓이고 문을 들어서면 북쪽으로 나아가다 한 번 오른쪽으로 방향을 틀어 금교 다리를 건너게 되고 대문인 진선문을 지나면서 다시 방향을 왼쪽으로 틀어서 중문(인정문)을 지나 정전인 인정전으로 향할 수 있었다. 왕이 정사를 보는 편전(선정전)은 정전의 동편에 놓였고 다시 편전의 동편으로 침전인 대조전이 펼쳐졌다. 이런 건물 배치는 정문, 대문, 중문과 정전, 편전, 침전이 남북 일직선상에 배열된 경복궁과 크게 달랐다(Kim, et al., 2012).

Table 5. Types of TSK and their examples

TSK 유형	TSK 대상 (해설자)	TSK 소재	해설 내용 예시
전통 자연관	창덕궁 건물과 길 배치 (S1)	전통 자연관으로서의 풍수지리와 배산임수	풍수지리의 뜻은 기후, 지형과 같은 자연적인 것들을 인간의 행복과 불행에 연관 지어 생각하는 가치관을 말합니다. (중략) 우리가 원하는 장소에 집을 짓는다고 한번 생각해 볼까요? 이 친구는 책을 좋아해서 도서관이 가까운 곳에 집을 짓는 등 각자의 우선 순위에 따라 집을 지을 것입니다. 옛날 조상들도 이와 비슷하게 자신만의 우선 순위가 있었고, 그 우선순위가 바로 자연이었고, 좋은 자연 환경을 차지하고 싶었습니다. 바로 그래서 자연 환경을 인간의 행복 등과 관련짓는 풍수지리가 점차 자리 잡게 된 것이지요.
		전통 자연관을 반영한 건축 설계	여기서 창덕궁을 살펴보면 뒤로 보이는 산은 북악산이고 창덕궁에는 곧 알게 될 금천을 포함한 많은 냇물이 있고, 여기서 보이지는 않지만 남쪽으로 내려가면 한강이 흐르는 배산임수의 자리입니다. (중략) 우리 조상들은 땅 기운의 흐름을 고려했기 때문에 그 흐름을 무리하게 끊지 않겠다는 의지의 표시로 궁궐 배치를 반듯하게 하지 않았습니다. 아마 일직선으로 반듯반듯하게 길을 내면 역지로 자연을 무시하는 느낌이 들었다 봅니다. 그것이 바로 창덕궁의 길이 이리저리 복잡하게 나 있는 이유입니다.
전통 과학과 기술	양부일구 (S2)	태양의 고도를 이용한 해시계의 원리	태양이 가장 높이 떠 있을 때 해 그림자는 길어질까요? 아니면 짧아질까요? 태양이 가장 높이 떠 있을 때, 낮에는 그림자가 짧아지고 저녁이 되면 그림자가 길어지는 것처럼 우리 조상들은 그 원리를 이용하여 이 양부일구를 제작했습니다. 그림자는 항상 태양에 위치의 반대편에 나타나기 때문에 양부일구는 해 그림자를 나타낼 때 해가 동쪽에서 뜨는 아침이라면 서쪽에 그림자가 나타나고 해가 서쪽으로 질 때에는 동쪽에 그림자가 나타나게 됩니다. 지금은 해가 어디쯤 위치해 있나요? 오후 1시쯤이라 거의 중간 위치에 있습니다. 그럼, 그림자는 짧고 가운데 위치하게 되지요.
과학을 이용한 삶	금천교 (S6)	아치형 다리의 힘의 분산 원리	모래와 잘게 썬 돌을 섞어 깔은 후 1m가 넘는 기다란 화강암을 두 단으로 엇갈려 쌓아 기초를 완성하고 그 위에 아치형 기둥을 쌓았다고 합니다. 그리고 금천교 기둥을 받치는 토대를 보호하기 위하여 세찬 물이 흐르지 않게 금천교 위에 돌을 쌓아 물을 가두어 두는 보를 만들었습니다. 이러한 장치들이 금천교가 밀리거나 휘지 않고 균형을 이루며 600년을 버텨내게 하였습니다.
	인정전 마당 (S7)	소리의 반사와 이동의 적용	그런데 그 소리가 밖으로 다 나가 분산 되어 버리면 멀리까지 듣기 힘들 것입니다. 그런 사태가 발생하지 않게 하려고 이 소리를 인정전 안으로 모아 주는 장치들이 있습니다. 무엇일까요? 세 가지예요. 인정전 처마, 행각, 박석. 자, 제일 먼저 소리가 인정전 처마 끝에서 반사됩니다. 인정전 처마 끝이 살짝 들린 모양 보이시죠? 임금님 목소리는 이 모양을 따라 양 옆으로 퍼져나갑니다. 소라 껍질이나 확성기처럼요. 그 다음 옆으로 퍼져나간 소리는 박석과 행각에서 반사됩니다. 연속적으로 반사되어(튀기면서) 저 끝까지 전달됩니다. 탕탕볼이 여러 번 튀기면서 저 끝까지 가는 것처럼요. 그래서 저 끝까지 소리가 잘 전달될 수 있는 원리입니다.
	환풍구 (S3)	환풍구를 이용한 습도 조절	자 여러분 여기 제가 있는 곳으로 모여 주세요. 여기 구멍 뚫린 것 보이시나요? 이것이 바로 목조 건물의 필수 장치 환풍구입니다. 환풍구가 왜 필요했을까요? 목조 건물에서는 습기가 치명적이었습니다. 그런 이유 때문에 환풍구는 꼭 필요한 장치였지요. 그럼 여기에만 환풍구가 있을까요? 아니죠? 저기 지붕 위에도 있습니다.
자연 과학 소재	처마 (S1)	계절별 남중 고도를 고려한 처마 깊이	지구는 알다시피 자전축을 중심으로 23.5도 기울어져 있습니다. 그래서 사진과 같이 계절에 따라 햇빛이 뜨는 위치가 달라지고, 따라서 남중고도도 달라집니다. 우리나라 남중고도는 겨울 동짓날 한낮에는 30도의 높이를 나타내고, 겨울 하짓날은 약 7도 정도를 나타냅니다. 조상들은 사계절 남중고도를 자세히 조사해서 처마의 깊이에 적용했습니다. 여름에는 시원해야 하니까 높이 뜬 해가 내리 쬐는 햇빛을 처마에서 반사시켜 방 안에 들지 않게 하고, 겨울에는 따뜻해야 하니까 낮게 뜬 해가 방 안으로 들어올 수 있게 했습니다.
	지붕 (S1)	사이클로이드 곡선 원리를 적용한 기와	우리 민족은 이 사이클로이드 곡선을 오래 전부터 알고 기와 지붕에 적용했습니다. 기와의 오목한 부분이 사이클로이드 곡선으로 되어 있기 때문입니다. 그래서 빗물이 기와의 오목한 부분을 따라 최대한 빨리 땅으로 떨어질 수 있게 하였습니다.
	온돌 (S5)	온돌에 사용된 열의 전달 원리	온돌의 원리는 열의 전도와 복사 그리고 대류를 동시에 이용하는 방법으로 방바닥에 깔린 돌에 온도가 전달되는 것은 열의 전도 원리이고, 바닥의 온도로 방 전체에 복사열을 전달하는 것은 복사 현상입니다. 전반적으로 공기가 대류 되는 현상을 통해 따뜻한 온도를 유지하는 난방 방법입니다.
자연 과학 소재	박석 (S4)	화강암의 성질과 조암광물	여러분 박석이 왜 이렇게 환해 보일까요? 박석이 무슨 암석인지 아시나요? 네, 화강암입니다. 화강암은 우리나라에 가장 많은 암석이지요. 여러분 암석을 이루는 물질을 무엇이라고 하는지 아시나요? 광물이라고 합니다. 암석이 빵이라면 빵의 재료 같은 것이지요. (중략) 화강암을 이루는 주요 광물은 석영, 백운모, 장석입니다. 이 3가지가 90% 이상입니다.

를 고려한 풍수지리 사상에 영향을 받았다. 인위적으로 길을 내기보다 자연 그대로의 흐름에 맞춰 집을 얹은 창덕궁은 다른 어느 궁궐보다 이런 전통 자연관을 잘 반영한다.

S1은 창덕궁 해설 도입에서 풍수지리와 배산임수 개념을 소개했다 (Table 5). 과학 교과서의 과학에 대한 정의를 인용해 ‘과학은 자연 환경에 대한 지식을 얻기 위한 탐구 과정’의 관점에서 풍수지리를 과학이라고 주장했다. 인간의 삶에는 자연을 해석하고 바라보는 관점이 반영되는데 우리 조상들은 자연 그대로의 모습을 중시했다는 것이다. 풍수지리 관점에서 보면 땅과 물의 자연 기운이 인간사와 밀접하게 연관된다. S1이 소재 발굴 과정에서 풍수지리를 처음 소개했을 때 동료들 사이에서 풍수지리와 배산임수 개념을 과학 해설 소재로

포함할 수 있는가에 대한 논쟁이 있었다. 학생들의 의견은 풍수지리가 과학이 맞다, 아니다, 모른다 등으로 나뉘었는데, 대부분의 학생들이 구체적인 이유보다는 느낌에 의존하여 자신의 의견을 주장했다. 동료들의 의견이 구체적이지는 않지만 풍수지리의 이해에 대한 몇 가지 단서인 ‘물과 바람에 관한 것’, ‘자연을 측정하는 방법 중 하나’, ‘우리가 믿는 것’ 등이 S1의 생각에 영향을 준 것으로 보인다. 처음에 S1은 풍수지리가 과학이라 했으나 이유를 설명하지 못했다. 창덕궁 건축에 풍수지리가 중요했음을 조사했으나 전통 과학으로서의 타당성을 고려하지 못했다. 이후 S1은 풍수지리 해설을 발전시켜 나갔다. 사후 면담에서 S1은 자연을 보는 조상들의 관점이 전통 과학 지식이 될 수 있음을 다시 설명했다.

그냥 우리 조상들이 자연을 훼손시키지 않겠다는 자연을 중요시했다는 것을 보여주는 하나의 증거가 될 수 있기 때문에 하나의 과학이라고, 과학은 자연에 탐구 과정, 자연은, 과학은 탐구하는 탐구 과정까지 포함한다고 했으니 그것도 과학이라고 할 수 있다고 생각했어요.

(141125 S1 사후 면담 중)

나. 전통 과학과 기술

조선시대에는 천문학을 중심으로 과학 활동이 이루어졌다. 특히 천문 관측 기기, 기상 측정, 시계의 발명을 통해 자연 현상을 탐구하고 지식을 얻었다. 세종 시대에는 이런 천문학적 지식을 바탕으로 우리만의 책력을 만들기도 했을 만큼 당시로서는 높은 수준의 과학 지식을 가지고 있었다. 그러나 현재 조선의 전통 과학은 기술과 도구의 발명 위주로 기억된다. 조선의 어떤 과학 도구가 서양보다 얼마나 앞서 발명되었는가가 중요하게 평가된다. 이런 과학 기술과 도구는 과학 지식의 바탕 없이 불가능하다. 과학 기술사를 학습한다는 것은 과학 기술 속에 내재된 합리성과 객관성 그리고 실용성이 어떻게 발전되어 왔는지를 배우는 것이기도 하다(Jang, 2008). 창덕궁은 우리 전통 과학과 기술을 보여주는 매개체다. 그 시대의 과학자, 과학 지식, 과학 기구들이 궁 안에 있었다. 과학자 장영실이 발명한 해시계 양부일구는 창덕궁에 현재 조선 후기 복원된 것이 남아있다. S2는 조선의 과학과 기술에 관심을 가지고 조사했다. 학생들은 양부일구, 자력루, 일성정시의 등의 과학 기구를 조사했으나 창덕궁에서 직접 활용할 수 있는 양부일구에 초점을 두었다. 처음 대본을 작성할 때 S2는 양부일구의 외형적 특성과 역사적 배경만 설명했으나 수차례 논의와 현장 방문을 통해 양부일구에 적용된 과학 지식을 이해했고, 구체적 내용을 설명했다. Table 5에서 S2의 전통 과학과 기술 해설 예시는 양부일구가 계절과 시간에 따른 태양의 움직임을 이해하고 반영했음을 설명한다. S2는 전통 과학 기구를 통해 당시 전통 과학 지식의 내용과 수준을 알 수 있음을 알았다. S2는 사후 면담에서 당시 전통 과학 지식의 수준을 높게 평가했다.

맨 처음에 선생님이 (교실에서) 설명을 했을 때는요. 양부일구가 '이런 거다'라는 정도를 알았어요. 그런데 이렇게 직접 공부하다 보니까 자세히, 굉장히 자세히 알아야 되잖아요. 다른 사람에게 설명을 해줘야 되니까요. 그러니까, 처음에는 양부일구를 되게 만만하게 봤거든요. 공부를 하다보니까 과학적 가치가 되게 많은 거예요.

(141125 S2 사후 면담 중)

다. 과학을 이용한 삶

조상들의 생활 공간인 창덕궁은 전통적인 삶의 모습을 보여준다. 우리나라 자연 환경에 맞는 나무, 흙, 돌 등의 건축 소재와 계절적 특성을 고려한 건축 설계와 기술은 우리 조상들이 지혜롭게 과학을 생활에 적용했음을 알 수 있다. 더욱이 창덕궁은 당대 최고 수준의 과학 기술이 발휘된 건축이고(Kim *et al.*, 2012), 민가 형식으로 지어진 낙선재도 있어 조선의 과학적 생활상을 폭넓게 들여다 볼 수 있다. 창덕궁 건축에 포함된 과학 요소는 학생들이 가장 큰 관심을 가진 소재다. Table 5의 과학을 이용한 삶 영역에 힘의 분산 원리를 이용한 아치형 다리 금천교, 소리의 반사와 이동 원리를 적용해 설계한 인정

전 마당, 각 건물마다 설치해 건물의 습도를 조절한 환풍구, 우리나라 여름과 겨울의 남중고도를 적용해 설계한 처마, 사이클로이드 곡선 원리로 설명될 수 있는 기와 모양, 열의 전달 원리를 이용해 효율적으로 설계된 온돌 등의 생활 과학 소재를 설명한 S1, S3, S5, S6, S7의 해설 예시를 나타냈다. 금천교와 인정전의 설계는 창덕궁에서만 찾을 수 있는 소재고 환풍구, 처마, 지붕, 온돌은 민가에서도 찾아볼 수 있는 일반적 소재다. 공적인 공간과 사적인 공간을 모두 포함한 궁궐이기 때문에 더욱 다양한 소재를 제공한다. 학생들은 전통 문화로만 여겼던 소재들을 과학적으로 해석하고 표현하면서 당시의 과학 수준을 재평가했다. S5의 사후 면담에서는 전통 과학 소재를 통해 한옥의 과학적 우수성을 새롭게 인식했음이 드러났다.

제가 온돌 조사했잖아요. 온돌 조사하면서 다른 나라와 비교해 보려고 다른 나라에 대한 난방방법도 조사했어요. 그런데 미국 조사했는데. 미국은 지금 우리나라보다 더 선진국이잖아요 솔직히. 그런데도 과거에는 진짜 우리나라가 선진국이라고 할 정도로 미국보다 난방 방식이 더 뛰어났어요. (중략) 뭐 한옥을 지을 때, 그때 당시에는 뭐 드릴도 없고 이렇게 뭐랄까 딱히 지금 같이 집을 짓는 철근도 없었잖아요. 그래 가지고 옛날에는 대체 어떻게 튼튼한 집을, 옛날 한옥 같은 건 지으면요 백년 이상 가잖아요. 어떻게 그렇게 튼튼하게 만들었는지? 그리고 나중에 커서 집을 지을 땅이 있다면요 한옥을 지어서 살고 싶어요.

(141125 S5 사후 면담 중)

라. 자연 과학 소재

창덕궁의 건축 재료는 우리나라에서 흔히 볼 수 있는 돌, 나무, 흙 등의 자연 재료로 우리나라 자연 환경의 특성을 보여주는 역할을 한다. 또한 후원을 비롯한 궁궐 전역의 조경으로 활용된 나무와 새, 돌들은 도심에서 보기 힘든 과학의 소재를 제공한다. 창덕궁 인정전 바닥에 깔린 박석은 화강암의 일종으로 편평하게 쪼개지는 특성이 있어 궁궐에 주로 깔렸다. 우리나라에서 흔한 암석인 화강암은 박석이 아니더라도 문화 유산 곳곳에서 쉽게 접할 수 있다. 우리 조상들이 화강암을 많이 사용한 이유를 화강암의 특성에 대한 과학적 설명을 통해 유추할 수 있다. Table 5의 자연 과학 소재 영역에서 S4는 화강암의 조암광물 분석을 통해 화강암을 궁궐의 마당에 깔 이유를 설명했다. S4의 박석 해설은 화강암의 과학적 특성을 자세히 설명함으로써 건축적 이용 가치를 자연스럽게 드러냈다. S4는 사후 면담에서 "박석 해설을 준비하면서 잘 몰랐던 화강암의 특성을 자세히 알게 되었다"고 말했다.

2. 소통을 통한 학습 맥락

프로그램의 적용을 통해 우리 전통 과학의 학습의 주요 학습 맥락은 소통(intercommunication)임이 드러났다. 소통은 장애와 막힘이 없이 오고갈 수 있음을 뜻하는 상호적 의미로 본 프로그램에서는 교사와 학습자 간, 학생들 간의 상호성과 인격성을 전제로 한 구두적, 비구두적 소통(Jeon, 2009) 뿐만 아니라 사람들 사이의 경험과 정서의 공유하는 체계나 사람과 환경 혹은 공간 사이의 상호작용 그리고 개인 내부에서 일어나는 다른 감각들 간의 교류 등을 포함하는 넓은 의미를 포함하였다. 우리 과학 문화 해설사 되어보기 활동에서 학습에

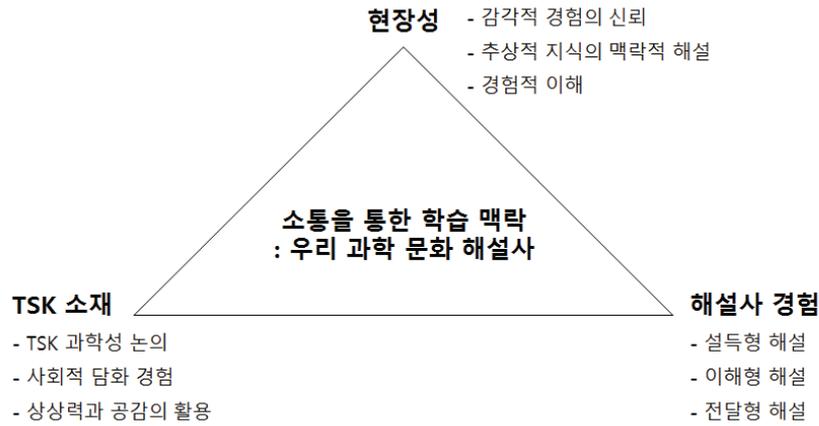


Figure 2. The structure of educational contexts through intercommunication

의미 있는 경험을 주는 학습 맥락은 현장성, TSK 소재, 해설사 경험으로 인한 소통 상황으로 각 맥락의 주요 학습 상황을 Figure 2과 같이 몇 가지 주제로 나타낼 수 있다. 창덕궁이라는 문화 유산 현장 측면에서 학생들이 감각적 경험을 신뢰하고, 추상적 지식을 맥락적으로 해석하고, 경험적으로 이해하는 등의 현장과의 소통 경험이 유의미한 학습 상황으로 제공되었다. 문화 유산 현장에서 찾을 수 있는 TSK를 소재로 과학을 공부하는 것은 학생들이 TSK의 과학성에 대해 논의하고, 현장에서 낯선 사람들과 사회적 담화를 경험하며 친구들끼리 상상력과 공감을 활용한 논의를 가능하게 하는 의사소통 상황을 제공했다. 또한 우리 과학 문화 해설사라는 역할의 측면에서 해설사로서의 책임감 그리고 청자와의 소통 경험은 학생들이 다른 사람을 설득하기 위한, 다른 사람을 이해시키기 위한, 다양한 정보 전달을 위한 과학적 설명을 만들어가는 과정을 경험하게 했다. 이 세 가지 유형의 소통 맥락은 학생들의 과학 학습에 유의미한 영향을 주었다.

가. 현장성을 통한 의사소통 과정

창덕궁 현장에서 진행되는 과학 해설의 특성상 과학 지식의 현장성과 맥락성이 매우 중요하게 고려되었다. 과학적 설명에 있어 현장에서 볼 수 있는 것, 현장에서 느낄 수 있는 것, 현장에서 확인할 수 있는 것 등을 찾아 활용하려고 노력했다. 교실 논의 과정에서 과학적 개념과 함께 그것을 확인시켜 줄 실험, 관찰, 측정 등의 활동이 계획되었다. 그러나 현장에서의 상황은 교실에서 예상한 것과 달랐고 효과나 측정 결과에도 차이가 있었다. 학생들은 현장과의 상호작용을 통해 이런 계획된 지식들을 조금씩 수정해 나가는 모습을 보였다.

1) 감각적 경험의 신뢰

S7은 인정전에서 소리가 멀리까지 울리는 과학적 원리에 대해 해설했다. 소리 울림 현상으로 인정전 월대에서 낸 소리가 팔각지붕 구조에 의해 널리 퍼지고 인정전을 둘러싼 회랑과 바닥의 박석에 반사되며 인정문까지 도달한다는 것을 설명했다. 창덕궁에 가보기 전 학생들은 이런 현상이 눈에 보이지 않기 때문에 이론적이고 정밀한 측정을 통해서만 확인할 수 있다고 생각했다. 방문 전에는 소리 울림 현상을 확인하기 위해 소음 측정기를 이용할 것을 논의했다. 인정전과 인정전 밖 다른 장소를 선정해 일정한 간격을 두고 소리 울림을 측정해 두 곳의 음량을 비교하는 방법이 논의되었다. 그러나

실제 인정전에 갔을 때 주변에 너무 많은 사람들이 있어 주변 소음 통제가 어려움을 알았고, 일정한 음량의 소리를 만드는 것과 타인의 창덕궁 관람에 피해를 줄 수 있다는 것을 인식했다. 또한 인정전에 도착한 학생들은 마당에 들어서자마자 소리 울림 현상을 경험했다. 지금까지 지나 온 다른 장소에 비해 소리가 분산되지 않고 맴돌아 더 크게 들리는 것을 확실히 체험할 수 있어 놀라워했다. 학생들은 소리 울림 현상을 확인하기 위해 그냥 소리를 한번 질러보는 것으로 변경했다.

교사: 애들이 그럼 너희 여기서 소리 울림 설명할 때 어떻게 설명한다고 했었지?
 S3: 여기. 여기 위에 올라가서 소리 약 지르고.
 교사: 그러면 그게 소리가 울리는지 안 울리는지 어떻게 알아?
 S3: 알죠.
 S7: 아까 (해설사가) 설명할 때도 울렸는데요.
 S2: 아까 엄청 울리던데.
 교사: 다른 장소보다?
 S6: 아까 어떤 사람이 혼나는데요. 그 소리가 울리잖아요. 저쪽에서 저쪽까지 들렸어요.
 S2: 모를 수가 없어요.

(140621 5회 창덕궁 수업 중)

학생들은 이런 감각적 경험이 복잡하고 불확실한 실험보다 설명에 효과적임을 주장했다. S7은 실험 과정이 복잡하고 오류가 발생할 가능성이 크다고 판단했고, 무엇보다 소음 측정기의 숫자보다 직접 소리를 질러서 소리 울림을 감각적으로 경험해 보는 것이 더 확실한 이해하라고 설명했다. 실제 해설 당일에도 해설을 듣는 초등학생 중 몇 명이 월대에 서서 소리를 지르자 소리가 메아리처럼 울렸고 아이들은 매우 놀라워하고 흥미를 보였다. 초등학생 또한 인정전의 이러한 원리가 놀랍다고 평가했고 가장 재미있는 해설로 평가하기도 했다. 두 집단의 학생들 모두 현상을 과학 지식으로 받아들임에 있어 오감에서 비롯되는 감각적 증거와 상식을 신뢰하는 경향을 보였고 (Nisbett, 2014), 기억 효과도 좋았다. 이와 반대로 학생들이 해설 대상으로 조사했던 것들 중 이론상으로 정확하더라도 실제 현장에서 그 효과를 느끼지 못하는 것들의 경우 학생들의 흥미를 끌지도 못했고 의미 있는 지식으로 받아들여지지 않아 제외된 경우가 많았다. 예를 들면, 마사토의 탁월한 흡수성, 창호의 통풍과 빛 조절, 팔각지붕 모양

의 효율성 등은 현장에서 눈으로 직접 확인하기 어려워 초기 조사 단계에서 멈추었다. 이런 사례에서 보듯 학교 과학 지식이던 전통 과학 지식이던 간에 실제 생활 혹은 문화 현장에서 감각적으로 확인하고 신뢰할 수 있는 것과 연결시키는 것은 의미 있는 과학 학습을 위해 매우 중요하다고 판단된다.

2) 추상적 지식의 맥락적 해석

한옥 처마의 구조와 기능을 해설하는 S1은 처마가 만드는 그늘에 의해 음식과 양지의 온도에 차이가 생기고 이로 인해 대류 현상이 있음을 설명했다. 창덕궁 현장에서 학생들은 처마 그늘 아래 있을 때 온도가 더 낮아 시원하고 잔잔한 바람이 불고 있음을 경험했다. S1은 대류 현상에 대한 추상적인 과학 개념을 사용해 이런 현상을 자세히 설명했다. S1은 이론적 지식에 근거에 실제 온도계로 두 곳의 온도를 측정했을 때 확인한 차이가 있을 것을 예상했다. 창덕궁 해설 연습 날(14회 수업) S1은 관련 개념을 설명하며 마당과 처마 밑에서 각각 온도를 잴는데, 두 곳의 온도 차는 1°C 정도로 예상보다 작아 당황하는 모습을 보였다.

자, 실제로 온도 차이를 보여드리겠습니다. 먼저 처마 밑의 온도를 측정해 보겠습니다. (저쪽으로 가 처마 밑에서 온도를 본다.) 처마 밑의 온도는 24도입니다. 하지만 처마 밖의 온도는 (밖으로 나간다.) 아, 1도 차이 나네요(당황한다). 어쨌든 차이가 납니다.

(141003 14회 창덕궁 수업 중)

S1은 처음 온도를 잴던 처마 밑 장소가 양지에 근접한 위치였고 온도 변화를 보이기까지 충분한 시간이 아니었다고 판단해 건물의 더 깊숙한 처마로 가 온도를 측정할 결과 0.8°C가 더 낮아졌다. 이런 현상에 대해 S1과 친구들은 자연에서 1~2°C 가량의 온도 차이가 체감으로는 더 크게 느껴질 수 있다는 것과 측정 시각과 대기 조건에 따라 다른 결과를 보일 수 있음으로 해석했다. 실제 조선시대 궁궐 건축의 자연 통풍 효과를 측정한 연구에 따르면 낙선재 앞마당과 뒷마당에서의 음영에 의한 온도 차의 경우 최대 3.8°C였다(Choi, 2009). S1은 추상적 과학 지식에 근거해 예상한 규모와 실제 측정값의 규모가 맞지 않아 혼란스러운 모습을 보였지만 곧 실제 측정된 1~2°C 값을 신뢰하고 자신의 추상적 지식을 현장에 맞게 수정하는 모습을 보였다. S1은 실제로 이날의 상황에서 실제 과학 지식을 학습했다. 지식은 사용하는 맥락 속에서 의미를 갖게 되고, 지식을 얻는다는 것은 그것을 실천하는 과정에서 사용하는 것을 의미한다(Lave & Wenger, 1991; Park, 2008). 추상적 지식을 현장에 적용해 맥락적으로 해석하는 경험은 지식을 더욱 실재적이고 견고하게 만든다. 실제 해설 당일 온도 측정에서도 비슷한 온도 차가 나오자 자신의 경험에 비추어 청자들의 이해를 돕는 설명을 할 수 있었다. 다음은 실제 해설 당일 S1의 처마에 대한 해설 내용이다.

그것을 한번 증명해 보이겠습니다. (햇빛에 있는 학생을 가리키며) 이 친구는 지금 처마 밖에 있고, (그늘에 있는 학생을 가리키며) 이 친구는 처마 안에 있죠? 온도 차이를 한 번 봅시다. (처마 안쪽을 보며) 20.3도, (처마 바깥쪽을 보며) 21.7도. 네, 지금은 아주 더운 여름철이 아니어서 (예상보다) 차이가 별로 안 날지 모르지만 더운 여름날에는 더욱 차이가 나기 때문에 처마 밑에 있으면 더욱 시원함을 유지할 수 있습니다.

(141025 17회 창덕궁 해설 중)

3) 경험적 이해

창덕궁은 이방자 여사와 덕혜옹주가 1989년까지 낙선재에서 머물면서 가장 최근까지 삶의 공간으로 이용된 궁이다. 창덕궁 각 건물들의 서로 다른 명칭과 용도 그리고 삶의 모습은 현대의 삶을 사는 학생들에게는 다소 생소하지만 각 부분의 구조와 생김새를 보고 그 쓰임과 원리를 추론하는 것은 우리 학생들에게 그리 어렵지 않다. 겉모습은 지금의 모습과 많이 달라 보이지만 다양하게 남아 있는 삶의 흔적들이 우리의 현재 생활과 닮아 있기 때문이다. 학생들은 온돌을 이용한 난방, 지붕과 처마가 만들어 주는 그늘, 공간을 비우고 바람 길을 뚫으로써 얻는 시원함, 남향을 취함으로써 얻는 편안함 등의 과학적 원리에 대해 경험적으로 이해할 수 있는 부분이 있다. 예를 들어, 온돌은 우리 민족만의 독자적인 전통 난방방법으로 우리에게 익숙하지만 다른 민족에게는 생소하다. 창덕궁의 온돌은 직접 땀감을 넣는 민간 온돌과 달리 화기에 불을 붙인 솥을 담아 함실 아궁이에 넣는 방식으로 사용했으므로 아궁이가 없다(Jo, 2012). 창덕궁에서 온돌을 확인할 수 있는 방법은 마루 아래 작은 창 크기의 함실 아궁이 구멍뿐이지만 학생들은 건물 내의 함실 아궁이 위치와 온돌의 단면도를 통해 아궁이에서 시작된 열기가 어느 경로를 통해 이동하고 방을 데운 뒤 빠져나가는지 추론할 수 있었다. 뜨거워진 공기가 온돌을 데우는 방식, 온돌의 열기가 방 구석구석에 전달되는 방식 등의 열의 이동 원리는 그것을 해설한 S5에 의해 설명되었는데, 설명을 들은 친구들 일부는 온돌을 경험한 적이 없음에도 불구하고 이 현상을 잘 이해했다. 온돌의 열 전달 원리와 유사한 찜질방, 보일러, 비닐하우스, 고기 돌판 등을 생활에서 많이 경험했기 때문에 경험적으로 이해할 수 있다. 경험적 이해의 또 다른 예는 마루 구조다. 창덕궁을 처음 방문했을 때(5회 수업) 학생들은 석복헌 마루에 걸터앉아 오랜 활동 후 더워진 몸을 시원한 바람으로 식혔다. 학생들은 인공 바람이 아니더라도 건물의 구조에 따라 이런 바람을 일으키는 건축 요소를 경험적으로 알고 있다. 다음은 창덕궁 석복헌에 앉아 한옥이 시원한 이유에 대해 교사와 학생들이 대화하는 부분이다.

S7: 아, 이런 데서 살아보고 싶다 진짜.

교사: 왜 살아보고 싶어?

S6: 나 이런데서 한번 살아본 적 있는데 진짜. 저희 식구 중에 (누군가) 한옥에 살았는데요, 거기서 누가 벌집을 풀어놔서요. 그리고 밤이 되면 나방이 몰려들어서 살 수가 없어요.

교사: 시원한건 어떤 것 같아? 여기 한옥에 어떤 구조가 시원한 것 같아?

S4: 처마?

S2: 처마

교사: 처마의 어떤 면이?

S4: 그늘.

S6: 마루. 마루의 아래쪽이 비어있는 면?

S2: 여기. 건물 밑이 다 비어 있어요.

교사: 그런데 여기는 아까 저 옆 건물보다 상대적으로 조금 덥지 않나?

S3: 여기 사방이 막혀서. 여긴 좁고 그렇잖아요.

(140621 5회 창덕궁 수업 중)

학생들은 한옥이 시원한 이유로 처마의 그늘, 마루 아래의 빈 공간, 사방이 트인 구조 등의 세 가지를 언급했다. 이 세 가지는 모두 한옥의 통풍을 위해 중요한 건축 구조다. 학생들이 이런 요소를 언급한 것은 상식 수준의 통찰이기도 하지만 일상 경험에서 쌓은 감각을 통한 직

관적 추리로 볼 수 있다. 전통 삶의 공간은 현대의 기계적이고 복잡한 삶의 구조에 비해 단순하고 기본적인 원리를 이용한 구조로, 관련 과학 현상을 적용하고 설명하는데 더 효과적인 장소다. 자연 과학적 원리를 이용한 예는 현재 우리가 사는 아파트보다 한옥 구조에서 더 쉽고 간단하게 찾을 수 있다. Yi & Kim(2005)은 현장에서 실제 경험들이 쌓이면 학생들은 과학 지식에 대해 더욱 개방되어지고 사고가 깊어짐과 동시에 직관력이 넓고 깊어질 수 있음을 주장했다. 전통 생활 공간은 복잡한 현대 생활 구조와 자연 환경 사이의 중간 역할인 반(半) 자연적 공간의 특성을 가지고 있고 우리가 가진 생활 경험들과 공유할 수 있는 부분이 많기 때문에 과학 원리를 적용해 이해하고 직관력을 기르기에 적합한 공간이다.

나. 전통 과학 소재의 특성을 통한 의사소통 과정

1) TSK의 과학성에 대한 논의

창덕궁의 과학에 대한 논의에서 S1은 창덕궁과 관련한 과학 주제로 풍수지리를 소개했다. 창덕궁의 입지와 건물 배치, 자유분방한 길 등에 영향을 준 풍수지리는 창덕궁의 대표적 특성으로 중요한 내용이지만 풍수지리가 과학 주제인가에 대한 의견이 갈렸다. 대부분의 학생들이 풍수지리의 개념적 정의를 정확하게 알지 못하더라도 우리의 전통 사상과 깊숙이 관련된 만큼 내용을 모르는 학생은 없었다. 풍수지리를 과학 해설 내용에 포함해야 하는지에 대한 의견은 찬성, 반대, 보류의 의견 등으로 나뉘었다. 다음 상황은 풍수지리의 과학성에 대한 논의 과정을 보여준다.

교사: 풍수는 어떤 것 같아? 풍수도 과학인 것 같아? 아닌 것 같아?

S3: (자신 있게) 과학적이네요.

교사: 왜?

S3: 아. 물과 바람이 어찌고 저찌고 하니깐요 그냥. 느낌상.

S5: 넣을 것 같아요! 자연, 자연이 관련되어 있으니까.

S2: 바람이란 물. 자연을 보고 과학적인 면을 찾아서 조상들이 한 거니까. 과학?

S3: 그런데 풍수가 뭐예요?

S5: 바람과 물.

S7: 그게 뭐예요?

S6: 과학은 아닌 것 같아요. 과학이라고 하기에는 뭔가 좀 빠진 것 같아 과학은 아닌 것 같아요.

S5: 과학에서 보면요, 측정하기가 과학이잖아요. 근데 여기는 분명히 조선 사람들이 바람의 움직임과 물의 흐름을 보고서 여기다가 해놓았잖아요. 그렇다면 그런 말은 이것들이 측정했다는 건데, 측정했다는 것은 과학적으로 볼 수 있잖아요. (중략) 넣을 수 있을 것 같아요! 왜냐하면 지금 우리나라 사람들이 몇몇 사람들은요, 풍수지리를 믿고 있잖아요.

교사: S1은? 자, S1이 조사해 왔으니까 S1의 생각을 들어보자. 어떻게 생각해?

S1: 음. 물과 바람의 흐름이기 때문에?

(140614 4회 교실 수업 중)

이날 풍수지리를 발표해 논의의 발단이 된 해설자 S1은 정작 자신의 풍수지리에 대한 생각을 표현하지 못했다. 모든 것이 서로 연관되어 있다는 상호 관련성에 대한 믿음의 하나인 ‘풍수’ 개념은 우리에게

보편적인 믿음이다(Nisbett, 2004). 학교에서 배우는 과학과 이런 일상적인 믿음은 매우 다른 것이어서 해설자 S1을 포함한 다른 학생들도 이런 믿음, 혹은 TSK가 과학이 될 수 있는지 고민한 경험이 없었다. 전통 과학 소재로서 풍수지리에 대한 개념은 우리 전통 과학의 의미와 함께 과학의 의미에 대해 고찰하는 기회를 제공한다. 이날 논의에서 풍수지리 해설에 필요한 몇 가지 핵심 단서가 도출되었다. 풍수지리가 바람과 물과 관련된 어떤 것이지만 그 개념을 잘 알지 못한다는 것, 자연을 관찰하고 측정한 결과라는 것, 우리 조상들의 신념과 관련된다는 것 등이 그것이다. S1은 이날의 논의를 통해 풍수지리를 이해하기 위해 설명해야 할 개념과 과학에 대한 정의가 필요함을 인식하고 해설에 적용했다. Table 5에 제시된 풍수지리의 해설 내용을 보면 위의 동료들과의 논의 내용이 반영되었음을 알 수 있다.

2) 사회적 담화 참여 경험

해시계 양부일구 해설을 맡은 S2는 주로 인터넷과 과학 도서를 통해 양부일구의 정보를 수집했다. S2는 양부일구로 실제 시각을 읽는데 필요한 지식을 알지 못했고, 외형적인 특성 위주로 설명했다. 다른 수업에서 모형 양부일구로 시각을 읽는 실습을 했음에도 불구하고 양부일구의 원리를 중요하게 생각하지 않았다, 양부일구에 대해 S2가 가진 지식은 추상적이었고 글로 쓰고 읽는 지식일 뿐이었다.

양부일구는 해가 움직이는 위치를 통해 시간을 알려줍니다. 해시계는 설치하기가 비교적 간단해 대부분의 민족이 오래전부터 만들어 써온 물건입니다. 하지만 다른 민족의 해시계에 비해 양부일구는 월등히 뛰어난 과학적 원리를 담고 있습니다. 다른 민족의 해시계는 대부분 평평한 돌 위에 시간을 나타내는 선들을 표시하고 한 가운데에 쇠나 나무 막대기 하나만 달랑 세워놓은 것이지만, 양부일구는 그 생각새와 원리가 전혀 다릅니다. 우선 모양부터 크게 다릅니다. 양부일구는 반구형의 대접 모양을 네 발이 받치는 형태로 되어 있습니다. 이 반구의 내부에는 동지에서 하지에 이르는 24절기가 13줄의 계절선으로 구분되어 바둑판처럼 촘촘하게 표시되어 있습니다. 여기에 시각선이 수직으로 7개 그어져 있으며, 시표는 북극을 향해 비스듬히 세워졌습니다. 따라서 이 양부일구를 보면 현재의 시각뿐 아니라 현재의 절기도 정확하게 알 수 있는 굉장한 과학적 원리가 담긴 해시계입니다.

(140614 4회 교실 수업 중 S2의 해설 내용)

일반 과학 교실에서 의사소통은 교사와 학생 집단 사이의 제한된 구조로 진행된다. 문화 유산인 창덕궁은 다양한 사람들이 모이는 장소로 학생들은 자연스러운 상황에서 사회적 담화를 경험할 수 있다. 학생들에게 과학 교사가 아닌 주변의 어른, 즉 사회 연장자로부터 전달되는 지식도 일상생활에서 더 큰 영향을 준다는 점에서 의미가 크다. 학생들은 연장자가 설명하는 이런 지식이 일상적인 삶과 생활 속에서 경험하고 사용하는 실용 지식이라는 것을 경험적으로 파악하기 때문이다. 창덕궁 탐방(5회 수업)에서 S2와 동료들은 양부일구 앞에서 우연히 일반 관람객과 만나 양부일구에 대한 지식을 습득한다. 당시 S2와 동료들은 양부일구의 시각을 읽으라는 활동지의 문제를 해결하지 못해 고민하고 있었다. S2가 해설을 위해 준비한 양부일구에 대한 지식은 시각을 읽는 데 도움이 되지 못했다. 현재 시각을 참고하려고 시도했지만 해시계의 그림자와 맞지 않아 고민하는 중이었다. 수업 시간에 이미 배운 내용이었지만 학생들은 양부일구의 태양시와 우리가 쓰는 표준시가 다르다는 것을 기억하지 못했다. S2와 친구들이 양부일구 앞에서 고민하고 있을 때, 우연히 일반 관람객

두 분이 양부일구에 대해 이야기하는 것을 듣게 되는데 양부일구 시각과 현재 시각이 다르다는 내용이었다. S2와 친구들은 이 말에 큰 관심을 가지고 들었다.

S2: (양부일구 앞에서) 모르겠어. 이걸 읽어야 되는데.
 S4: 지금 12시 50분 다 되었어.
 S2: 11시 50분이면 틀리는데?
 S4: 아, 아니 12시.
 S6: 12시 11분이야.
 남성1: 이게 (양부일구) 11시 30분이거든 여기는? 30분에서 45분 사이에 있으니까 한 35분이구만. 11시 35분이야. (학생들을 보며) 이거는 11시 35분이고 너희 시간은 12시 11분이지. 한 30분 차이 날거야.
 S6: 왜 차이가 나요?
 남성1: 여기는 대한민국이잖아. 우리 시간은 동경에 맞춰져 있고.
 (140621 5회 창덕궁 수업 중)

이 날의 경험 이후 S2는 양부일구의 시각을 읽는 것과 관련된 정보를 추가하여 내용을 다시 구성한다. 또한 양부일구의 시각이 현재 우리가 쓰고 있는 시각과 다를 것이라는 말도 덧붙인다. 해시계 양부일구에 대해 전달하는 정보가 이전보다 더 실제적이고 유용해져서 내용을 전달하는 데는 문제가 없어 보였지만, S2는 다시 양부일구 앞에서 시각 읽는 것을 어려워했다. 지식을 가지고 있더라도 이것을 적용하기까지는 더 오랜 시간이 걸렸다. S2의 해설은 양부일구에 대한 지식을 활용하는 것이라기보다는 드러내는 것이었다. 실제 해설을 2주 앞두고 창덕궁에 실전 해설 연습을 나갔을 때(14회 수업), S2는 양부일구 앞에서 또 다른 사회적 담화를 경험한다. 이번에는 연장자로부터 지식을 전달받는 것이 아닌 전달하는 경험이다. 양부일구 해설 연습을 하던 S2와 동료들 근처로 이를 궁금하게 생각한 관람객들이 몰려들었고 사람들은 S2의 해설을 재촉했다. 우연히 많은 사람들 앞에서 해설해야 하는 상황에 놓인 S2는 당황했지만, 조사한 지식들 가운데 직감적으로 양부일구의 시각을 읽는데 필요한 지식들을 선별했고 일상의 언어로 바꾸어 설명했다.

남성2: 이 해시계! 해시계 설명 좀 해줘 아저씨한테!
 S2: (쑥스러운 듯 어쩔 줄 몰라 한다.)
 S6: 계속하세요.
 S7: 하세요, 빨리. 해설사님 빨리 하세요.
 (이때 사람들이 이 모습을 보고 모여든다.)
 S6: 야, 다 몰려온다.
 S2: 여기 보이는 이 세로선이 시각선이고, 여기 이 큰 한 칸이 한 시간을 나타내는데 이 작은 칸이 15분을 나타냅니다. 그래서 이 15분 네 칸으로 총 한 시간을 나타내는 거고요. 여기 있는 가로선은 절기를 나타내는 겁니다. 이제 여름에는 해가 높이 뜨기 때문에 그림자가 짧게 나타나게 되는데요. 그렇기 때문에 여름에는 짧은 이 아래쪽에 그림자가 나타나게 되고 겨울에는 남중고도가 낮기 때문에 그림자가 길어집니다. 그렇기 때문에 이 끝 쪽에 겨울에 나타나게 되고요, 봄과 가을에는 지금처럼 이 중간 부분에 그림자가 나타나게 되는데요. 어후.
 남성2: 천천히 해.
 S2: 이제 우리 저희가 쓰고 있는 표준시와 이 양부일구의 시간은 거의 한 삼십 분 정도 차이가 있습니다. 그 이유는 저희가 쓰는 시간은

일본과 같이 쓰고 있고 이 시계는 한양의, 서울에 있는 지역 시간을 쓰기 때문에 거의 삼십분 정도 차이가 나는 건데요. 어, 지금 하 (친구를 보고 한번 웃는다).

남성2: (S2에게 동조하며) 그림자가 여기 있네. (사람들이 웅성대자) 조용조용.
 S2: 이제 해가 동쪽에서 서쪽, 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지기 때문에 그림자는 항상 반대쪽으로 나타나게 됩니다. 그렇기 때문에 서쪽 아침에는 그림자가 서쪽에 나타나고 저녁에는 동쪽에 나타나게 되는 거죠. 그래 가지고 아침에 떠서 지금은 거의 오후, 아니 여기가 이제 동쪽이 이쪽이기 때문에 이쪽에서 그림자가 나타나서 아침에 이렇게 떠서 이렇게 지게 되는 거예요.
 남성3: 지금 시간 몇 시예요, 그림?
 남성2: 30분 차이난다고 했잖아 학생이. 그러니까 지금 이 시계로 볼 때 (양부일구 그림자를 가르키며) 두 시가 다 되었는데, 우리는 동경부터 시간을 따지니까 삼십분 차이가 난다는 거야. 여기서 보면 개념이 딱 나오는 거야.
 남성3: 그러니까 지금 두시인데 이건 두시 반이야, 이건 두시 반이네.
 S2: 네. 그래서 삼십분 차이가 나게 되는 거죠.
 여성: 참 잘했어요.

(141003 14회 창덕궁 실전 연습 중)

친구들은 나중에 S2의 양부일구 해설을 가장 자연스러운 해설 중 하나로 평가했다. S2 본인과 친구들은 양부일구 앞에서 일반 사람들과 소통했던 이런 경험이 최종 해설에 큰 도움을 주었다고 말했다. S2는 자신이 다니는 교회에서도 동생들을 상대로 성경을 가르쳐 본 경험이 있지만, 창덕궁과 같은 사회·문화적 현장에서 모르는 사람들, 특히 어른들을 대상으로 해설 한 것은 매우 떨리고 특별한 경험이라고 말했다. 교실에서 조사한 내용을 발표하던 S2는 암기한 정보를 읽는 모습이었지만, 실제 상황에서 사회적 담화로 지식 전달을 경험한 후 동생들에게 해설할 때는 자연스럽고 여유로운 모습을 보였다. 창덕궁에서 이런 사회적 담화로의 지식 공유가 가능한 이유는 우리 사회의 연장자들이 가진 전통 과학 지식이 아이들에게 필요한 과학 지식과 연결되는 부분이 있기 때문이다. 이렇듯 문화 유산 현장은 우리의 전통 과학 지식을 과학 교육 상황으로 가져오는 자연스러운 상황을 제공할 수 있었다.

3) 상상력과 공감을 활용한 논의

우리 문화 유산 중 궁궐을 통한 학습은 학생들에게 큰 흥미를 불러 일으킨다. 궁궐 건축의 아름다움과 궁궐 생활에 대한 관심은 화려하고 고급스러운 현대의 상류층 문화에 대한 것과는 다른 호기심을 자아내 전통 문화 소재로서 궁궐이 가지는 의미는 더욱 크다. 특히 역사 이야기 소재로 대중에게 많이 알려진 조선의 궁중 문화는 학생들에게 친숙한 편이다. 학습 소재로서 역사 이야기와 역사적 장소가 가진 장점은 허구가 아닌 실제 이야기로 과거의 실재를 추적하는 ‘추체험’이 가능하다는 것이다(Jang, 2008; Ji & Oh, 2015). 창덕궁에 있는 상상력과 감정 이입의 소재, 전통 문화의 상징성을 통한 공감적 소재는 문화 유산 현장을 통한 과학 학습의 흥미 요소다. 과거 우리 조상들은 당시의 사회, 문화, 자연적 환경에서 현재 우리와 같거나 혹은 다른 방식으로 사고하고 행동했을 것이라고 추측할 수 있다. 특히 과학 기술 분야에서 인간의 경험과 사고 과정은 합리성을 바탕으로 하기 때문에 다른 분야에 비해 명확한 추체험의 기회를 준다(Jang, 2008).

전통 문화 유산의 또 다른 특징은 그것의 건축, 조경, 예술, 과학 등의 요소에서 상징성을 내포한다는 것이다. 궁궐에 관한 다양한 상징적 요소를 설명한 Heo(2011)는 그의 책 서문에 다음과 같이 기술했다.

궁궐은 전체가 하나의 거대한 유교적 상징 체계다. 이 매력적이고 환상적인 세계 속에서 여러 가지 유·무형의 상징들이 저마다의 의미를 드러내고 있다. 상징은 항상 기호보다 겉으로 보이는 것 이상의 많은 의미를 표현한다. 예컨대 정전 천장 중앙에 장식된 용과 봉황은 단순한 동물 장식이라기보다는 제왕의 권위라든가, 하늘이 내린 상서의 징표로서 존재한다. (중략) 상징에 대한 공통된 이해는 인식과 체험을 공유하는 바탕 위에서만 가능하다. (p. 5)

우리가 상징적 요소에 재미를 느끼는 이유는 상징적 의미를 알았을 때 이해하고 공감할 수 있기 때문이다. 조상들의 삶을 직접 체험하지 않았더라도 선조들의 정신 세계나 욕망의 내면, 혹은 제작 동기나 목적 등을 미루어 짐작하면 상상할 수 있다(Heo, 2011). 전통 과학은 이런 상징성과 직결되는데 우리 조상들은 전통 자연관을 왕의 상징으로 표현하고 과학 기기에 왕을 상징하는 요소를 담았다. 이는 같은 문화적 뿌리를 바탕으로 하는 전통과 현대가 어느 정도의 인식과 체험을 간접 공유하고 있기 때문이다. 간접적으로 공유된 문화 현상은 우리의 상상력을 자극한다. 전통 문화와 전통 과학이 생소하면서도 친근하게, 어려우면서도 재미있게 느껴지는 이유는 이런 상상적 요소 때문이다. 본 프로그램에 참여한 학생들도 우리 전통 과학과 관련한 배경을 추리하는데 상상력과 공감적 요소를 활용했다. 학생들은 창덕궁 곳곳에 있는 상징적 요소들에 재미를 느끼고 내용을 추리함에 있어 합리성과 상징성을 함께 고려하는 모습을 보였다. 학생들이 조사해 온 내용 이외의 궁금한 점에 대해 논의하는 과정에서 조상들이 고려했을 과학적 합리성과 상징성을 함께 고려하는 모습을 아래 대화에서 볼 수 있다. 단청의 색, 그랭이질 방법에 대한 논의가 그 예를 보여준다.

교사: 그런데 저 가칠 단청은 빨간색과 초록색만 넣었잖아. 그럼 빨강 초록이 다른 색보다 방부제 역할에 더 탁월하다는 건가?
 S3: 아니죠. 차이를 좀 넣은 거죠. 방부제에는 여러 가지가 있어요. 공기 림도 바르고.
 S2: 그 초록색도?
 S5: 선생님, 행성도 크면 클수록 빨리 죽잖아요. 그러니까 화려할수록 빨리 죽는다는 뜻에서.
 S2: 그 재료가 제일 싼 거 아니에요?
 (140809 8회 교실 수업 중)

S3: 그랭이질은요. 이렇게 (기동 아래가) 반듯반듯 하잖아요 다른 나라는 여기 돌을 깎잖아요. 그랭이질은 다른 나라와 다르게 돌의 모습을 그대로 놔두고 나무를 잘라서 하는 것입니다.
 S2: 아, 왜 그러는지 알겠다. 돌을 자를 기술이 없으니까 나무를 잘랐나 봐.
 S3: 아니 왜 없겠어. 신라시대에는 돌로 건축했는데. 여기 보시면 한 쪽은 이렇게 되고 이쪽에 먹을 문힌.
 S5: 그건 이해했는데 어떻게 자르고 면적이 어떻게 저렇게 되었으면 나무하고 돌을 아예 붙이는 거잖아. 곁에 부분은 맞춰 지는 게 이해가 가는데 안쪽은 어떻게 하나요?
 S2: 가장자리는 맞출 수 있는데 그 안에도 울퉁불퉁할 것 아냐. 그럼 그 안에는 어떻게 할 거냐구.

S3: 그러니까 제가 설명할게요. 제가 여기 중간 부분에 백반과 소금을 넣는다고 했잖아요. 그 인부분도 자르고 백반과 소금을 넣는 것이었어요. 공간은 조금 남게. 완벽하게는 못하지만 공간이 조금 있어야 소금과 백반을 넣을 거 아니에요.

S2: 소금과 백반은 왜 넣는 거야?

S3: 나무의 부패를 막으려고.

(중략)

S6: (나무를) 어떻게 잘라요? 여기는 울퉁불퉁하고. 가장자리 맞추는 건 알겠는데.

S2: 그게 더 힘들 것 같은데. 차라리 평면으로 자르는 게.

(140920 13회 교실 수업 중)

단청의 색으로 오방색을 사용한 이유, 특히 초록색과 빨간색을 가장 기본으로 사용한 이유에 대해 추측하고 논의했다. 그랭이질을 이용해 나무를 돌의 표면과 동일하게 깎아 붙이는 그랭이질 방법에 대해서도 다양한 논의가 이어졌다. 학생들은 그들이 가진 지식을 활용해 상상하고 옛 사람들의 입장에서 생각해 보려고 노력했다. 이런 논의들은 주제를 설명하는데 구체적 정보를 제공하지는 않지만 주제의 내용을 풍부하게 할 수 있는 단서를 제공한다.

다. 해설사 역할을 통한 의사소통

학생들은 프로그램에 참여하면서부터 해설사 역할에 대해 흥미와 동시에 부담과 걱정을 드러냈다. 자신이 해설하는 내용을 듣는 사람들이 지루해 하거나 이해하지 못하는 경우가 생길 것을 염려했다. 프로그램 참여 초반에 모든 학생들의 전통 과학에 대한 해설 대본은 소재 관련 일반적 정보들을 조사해 나열하는 수준이었다. 프로그램이 진행되면서 학생들은 해설사로서의 역할을 뚜렷하게 인식해갔다. 친구들과 상호작용하며 공동체 안에서 자신의 역할을 실감하고 해설을 듣는 동생들의 수준, 창덕궁 현장의 맥락적 상황 등을 인식했다. 또한 해설 대본의 구조가 갖춰지면서 학생들은 해설사로서의 역할과 책임을 실감하고 해설 전략에 대해 구체적으로 논의했다. 해설 대상이 초등학생이기 때문에 학생들은 내용을 이해하기 쉽게 전달하는 것과 재미있게 해설하는 것을 가장 중요하게 고려했다. 학생들이 그 내용을 완전히 이해하지 못했다면 그것을 다른 말로 혹은 예로 표현하는 것은 불가능할 것이다. 자신이 이해했다고 생각한 내용이라도 다른 사람이 이해할 수 있는 형태의 다른 표현으로 바꾸는 과정은 그 내용에 대한 자신의 실제 이해 정도를 파악할 수 있는 기회가 된다. 최종 산출물인 해설 대본은 서로 다르게 경험한 교육적 상황, 동료들과의 상호작용, 해설 주제에 따른 특성, 개인적 성향 등의 복합적인 환경이 영향을 주어 개성 있는 형태로 구성되었다. 학생들의 해설 대본은 한국 전통 과학 지식에 대한 그들의 생각과 해설 역할에 대한 이해를 반영했다. 따라서 해설 대본의 내용을 그들이 전통 과학 지식을 이해한 수준과 전달하려는 방식에 따라 설득형, 이해형, 전달형 등의 세 가지 유형으로 나누었다. 이런 해설 유형은 앞서 언급한 학생을 둘러싼 다양한 환경이 복합적 영향을 주었는데, 특히 학생별로 활동 과정에서 의미 있는 학습 경험이 해설의 핵심 내용에 큰 영향을 주었다. 학생들의 해설 대본은 오랜 시간 동안 학생들의 노력과 상호작용의 결과로 완성되었고, 해설사 역할에 대한 그들의 이해를 반영해 의미 있게 도약되었다.

1) 설득형 해설

설득형 해설은 전통 과학 지식이 과학적이라는 것을 알리고 설득하려는 목적으로 전통 과학 지식에 대한 충분한 이해를 바탕으로 재해석하여 과학적 의미를 부여한 경우다. 풍수지리를 주제로 한 S1의 해설이 이 유형에 해당된다(Figure 3). S1은 자연과 조화를 중시하는 우리 조상들의 자연에 대한 사상인 풍수지리를 설명했다. 처음 풍수지리를 소개하는 자리에서 대부분의 친구들처럼 S1도 풍수지리를 과학 소재로 인정해야 할지 확신이 없었다. S1은 많은 자료를 이용해 풍수지리에 대한 정보를 모았고 구체적으로 이해하려고 노력했다. 동료들은 S1의 성실함과 정보 구성력을 인정했으나 내용이 너무 어려워 이해하지 못한다는데 의견을 모았다. 이런 동료들의 의견을 내용을 풍부하게 구성하던 S1에게 자극이 되었고, 이후부터 S1은 풍수지리에 대해 더 많은 자료를 제공하기 보다 사람들을 이해시킴으로써 설득력을 갖고자 노력했다. 해설 내용이 가장 어렵고 딱딱하다고 평가된 S1은 새로운 설명 전략을 이용함으로써 동료들을 감탄하게 했다. S1이 사용한 설명 전략은 유추(analogy making)로 생소한 풍수지리 개념을 자세히 설명하는데 적극 활용했다. 유추란 유사체에서 확보된 정보를 다른 유사체에 전이(transfer)하고자 할 때 발생하는 추론으로, 많은 과학적 활동들이 축적된 지식과 유추하기에 의해 이루어졌다고 할 수 있을 만큼 과학 지식의 이해와 적용에 중요한 방법이다(Kim, 2006; Jo, 2001). 풍수지리에 대한 S1의 유추적 설명은 우리가 현재에도 개인의 필요와 선호도에 따라 자연을 해석하고 이용하도록 조상들이 창덕궁을 지을 때 배산임수의 입지를 고려했고 자연과 어울리게 길을 배치해 둔 것이 풍수지리 사상임을 보여준다.

조상들도 자연을 훼손시키지 않겠다는 의지 표현으로 길을 자유분방하게 배치해 놓았습니다.

(141018 17회 창덕궁 해설 중)

유추는 친숙한 영역을 통해 친숙하지 않은 영역을 이해하는 것이다(Kang, 2004). 낯설고 추상적인 언어와 개념으로 이루어진 과학 교과는 유추가 가장 많이 사용되고 그 효과를 크게 얻을 수 있는 과목이다(Kim, 1997). 사후 면담에서 S1은 풍수지리 설명에 대한 아이디어를 국어 시간의 '설득하는 방법'을 통해 얻었다고 했다. 풍수지리가 과학 이론인가에 대해 논의했지만 해설 후 많은 친구들이 S1의 해설 전략이 인상적이었으며 다른 사람을 설득하기에 충분했다고 평가했다. 풍수지리를 하나의 과학 개념으로 볼 수 있는가에 논란의 여지가 있더라도 어린 학생들에게 생소한 개념인 풍수지리를 설명하기 위해 S1이 활용한 유추 전략은 이해에 효과적이라는 것을 알게 되었다. 또한 풍수지리도 과학이라는 것을 주장하기 위해 연역적 추론을 사용했다. 과학 교과서에 제시된 '과학은 자연 환경에 대한 지식뿐 아니라 그 지식을 얻기 위한 탐구 활동까지 포함한다'는 과학의 정의를 인용해 전제를 확인시켰다. 그리고 '풍수지리 역시 자연 환경에 대한 지식을 얻으려는 노력 속에서 만들어졌다'는 사례를 통해 '풍수지리는 과학이다'라는 결과를 이끌어냈다. 이런 설득형 해설이 가지는 의미는 전통 과학 지식의 과학성에 대한 고민을 통해 과학을 보는 다른 관점을 형성했다는 것과 전통 과학 지식에 대한 주체적인 태도를 드러냈다는 것이다. S1이 이런 설득하는 해설을 하게 된 것은 동료들과 과학 해설에 풍수지리의 포함 여부를 논쟁한 경험이 계기가 되었다. S1의 해설 내용은 이 논의에서 드러난 핵심 요소를 중심으로 구성되었다. S1은 개인 면담에서 "어디에서 배운 것이든 다른 곳에 적용하고 활용하려고 한다"고 말했고, 동료들과 교사의 의견을 모두 해설에 적용하려고 노력했음이 보였다. 또한 학교 국어 수업 시간에 배운 '설득하는 방법'과 과학 교과서에 나온 '과학의 정의'를 이용하는 등의 적극성을 보였다. 친구들은 초반에 풍수지리에 대한 많은 정보를 모아온 S1의 정보력보다, 전통 과학 지식에 대한 자신의 생각을 논리적이고 자신감 있게 표현하는 모습을 많이 칭찬했다.

창덕궁은 배산임수의 자리인 것입니다. 한 번 원하는 장소에 집을 짓는다고 생각해 봅시다. 이 친구는 책을 매우 좋아하기 때문에, 집을 지을 때 도서관이 근처에 있는지 고려할 것입니다. 이와 같이 집을 지을 때 각자의 우선 순위가 있고 우리 조상들은 자연 환경을 우선 순위로 삼았고, 그렇기 때문에 자연 환경과 풍수지리는 밀접한 관련이 있다고 생각했습니다. (중략) 다시 한 번 예를 들겠습니다. 이 친구는 빵을 매우 좋아하기 때문에, 다른 친구들과 다르게 집을 빵 모양으로 짓고 싶어 합니다. 왜냐하면 빵을 좋아한다는 의지 표현이지요. 이와 같이 우리

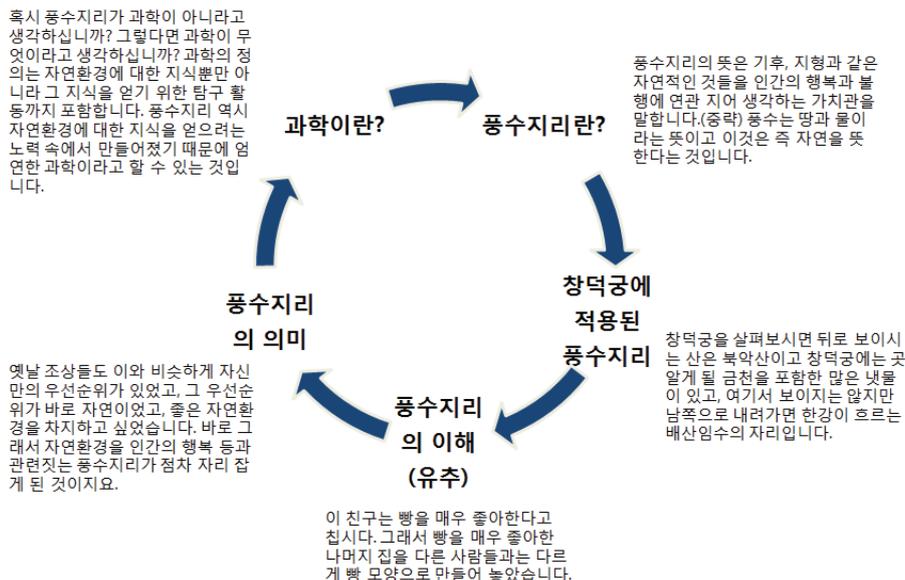


Figure 3. The persuasion type of interpretation

2) 이해형 해설

이해형 해설은 전통 과학 소재에서 과학 지식의 내용을 확인하고 거기에 포함된 ‘과학적 원리’를 듣는 사람이 잘 이해하고 공감할 수 있도록 설명을 구성한 경우이다. 이 유형의 해설 소재들은 주로 조상들의 과학적 지혜가 돋보이는 전통 생활에 포함된 과학으로 인정전의 소리 울림 현상, 처마의 과학적 구조, 온돌 난방의 원리, 해시계 앙부일구의 제작 원리 등이다. 이것은 우리 전통 문화의 과학적 우수성을 드러냄과 동시에 우리 전통 문화 소재를 이용해 과학적 개념을 이해하는 전략을 가진다. 다시 표현하면, 과학적으로 우수한 전통 소재를 발굴해 이해 단계를 구성함으로써 전통 과학 교육 소재로 발전시키는 과정이다. 이해형 해설에서 학생들은 전통 과학 소재에 적용된 과학 개념을 과학 교과서적 표현을 벗어나 자신의 표현으로 바꾸어 표현했다. 과학 개념을 현장의 언어로 바꾸거나 일상 경험으로 바꾼 뒤 현장에 적용해서 설명하기도 했다. 온돌을 주제로 해설하는 S5는 난방 시설로서 온돌이 열을 전달하는 방식을 중점적으로 설명한다. S5는 열의 대류, 복사, 전도 등의 개념을 초등학교에서 이미 배웠지만 정확히 구분해 알지 못했고, 해설 대본을 쓰며 공부하는 과정에서 정확히 알게 되었다. 실제로 처음 개념을 설명할 때 대류, 복사, 전도에 대한 사전적 정의를 나열했기 때문에 S5 자신은 물론 듣는 학생들도 이해가 어려웠다. 교사가 실제 해설을 듣는 아이들을 위해 이 개념의 예를 들어 설명하도록 했을 때, S5는 다음과 같이 교과서에 실린 실험 상황을 떠올려 대답했다.

교사: 전도가 뭐니? S5야?

S5: 열이 물체를 따라 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 옮겨가는 현상이요.

교사: 응. 물체가 있어야 하지. 예를 들면 어떤 것?

S5: 예를 들어서 쇠막대기가 있으면 쇠막대에 양초를 이렇게 붙여 놓고 쇠막대에 열을 가해주면 이렇게 (양초가) 차례로 녹는 것.

(140913 12회 교실 수업 중)

이 날, S5의 대류, 복사, 전도의 사례에 대해 친구들은 ‘물이 끓는 것, 태양 빛이 오는 것, 공기가 이동하는 것’과 같은 몇 가지 아이디어

를 제시했고, S5는 이것을 참고해 대류, 복사, 전도를 다시 이해한 후 자신만의 예를 찾으려고 노력했다. 그 예들은 해설 당일까지 조금씩 수정되었는데, 해설 당시 S5는 열의 대류, 복사, 전도에 대해 실생활에서 체험할 수 있는 ‘라면 국물’이나 ‘에어컨의 설치 위치’ 등의 예로 들었다. 또한 이렇게 이해한 개념을 온돌에 적용해 동생들에게 설명할 수 있었다. 이 설명을 듣는 초등학생들은 흥미를 보이고 내용도 잘 이해했다.

S5: 여러분, 집에서 라면이나 국이나 찌개를 드셔보신 적 있으신가요?

아이들: 네.

S5: 그럴 때 (국물) 안데다가 수저를 넣어 보신 적 있으세요?

아이들: 네.

S5: 그 때 수저를 좀 담갔다가 빼면 어떤가요?

아이들: 뜨거워요.

S5: 뜨겁죠. 이게 바로 열의 전도예요.

아이들: 아아, 하하.

(중략)

S5: 이렇게 온돌은 처음에 부넝기. 부넝기의 입구를 좁게 만들어서 열 기운을 빠르게 흡수. 열 기운이 빠르게 이동하게 됩니다. 그러면은 고래하고 구들개자리, 고래개자리에서 열의 대류. 열이 대류가 되어서 구들장을 따뜻하게 데워줍니다. 그 후 마지막 이 굴뚝을 통해 열은 밖으로 나가게 됩니다. 어. 여기서 열의 전도와 대류, 복사를 찾으실 수 있으신가요?

학생 1: 어. 열이 그 구들장에 구들장으로 열이 전도돼요.

학생 2: 대류 때문에 뜨거운 열은 위로 가고 차가운 것은 아래로 내려가요.

(141025 17회 창덕궁 해설 중)

S5를 비롯한 몇몇 학생들은 일상생활에서 볼 수 있는 것보다 과학 교과서와 같이 표현되고 묘사되는 과학 지식이 더 중요하다고 생각하는 것 같았다. 새로운 개념이 나오면 학교에서 배운 것들과 먼저 연결시키고 교과서 언어로 표현하려고 했다. 그러나 학생들은 동생들에게 어려운 과학 개념을 이해시키기 위해서는 해설자 자신이 완전하게 이해해야 하며, 교과서 실험이 아닌 다른 일상 상황에서도 이것을 적용

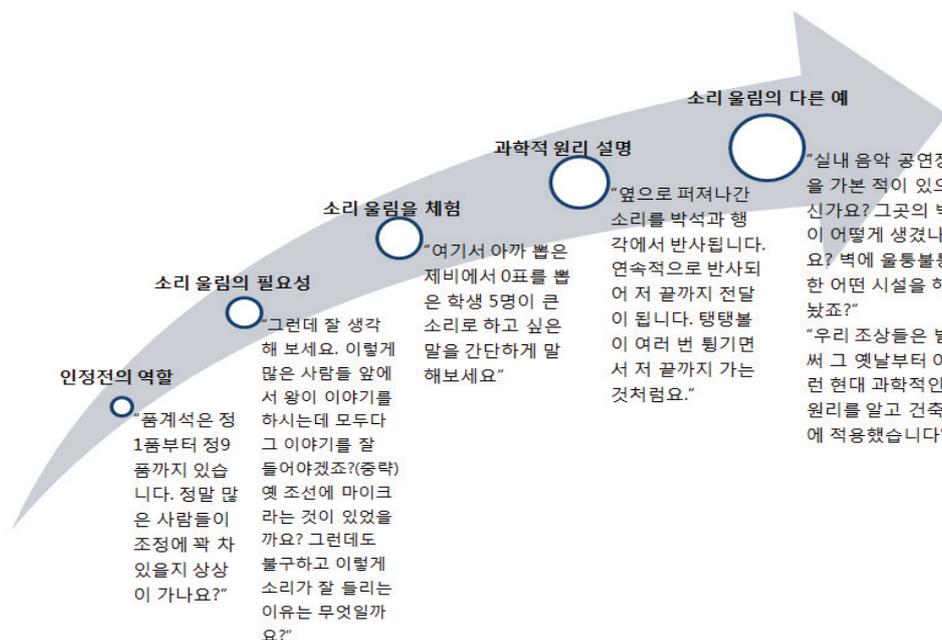


Figure 4. The understanding type of interpretation

해 이해할 수 있어야 함을 이해했다. Han(2005)은 과학 지식이 학생들에게 받아들여지기 어려운 원인들을 지적하며, 교실 상황에서 교사는 학생들의 마음을 읽을 수 있는 능력인 '간주관성'(intersubjectivity) '을 확보해야 한다고 제안했다. 이런 간주관성은 언어적 상호작용에서 의미 있는 거래(negotiation)를 가능하게 한다는 것이다(Han, 2005). 해설의 예를 찾은 학생들은 무의식적으로 설명에 이런 간주관성을 포함하려 노력했고 일부의 경우 이것의 성공적 사례로 해석될 수 있다.

이해형 해설의 단계는 해설마다 조금씩 차이가 있지만, 전반적으로 해설 주제에 대한 역사적, 문화적 의미를 제시하고, 적용된 과학적 개념과 원리를 설명한 후 설명을 뒷받침할 수 있는 체험, 실험, 예시 등의 구체적인 경험 전략을 사용했다. 인정전의 소리 울림을 해설한 S7은 인정전이 소리 울림에 탁월한 구조라는 것을 동생들에게 이해시키기 위해 인정전의 역할을 소개, 소리 울림의 필요성을 제시, 소리 울림을 체험으로 확인, 소리 울림의 과학적 원리를 설명, 소리 울림의 다른 예를 제시의 순으로 전개해 나갔다(Figure 4). 이런 이해형 해설 전략의 의미는 한국 전통 과학 지식이 가진 과학성을 구체적으로 드러내고 가시적인 방법으로 확인하려 했다는 점이다. 이 유형에 속한 학생들은 활동 과정에서 이런 구체적인 해설 전략 관련 학습 경험이 확인 되었다. 창덕궁의 전통 문화적 맥락과 현장성, 그리고 해설 활동의 특성이 이런 의미 있는 경험 환경을 제공한 것으로 볼 수 있다.

3) 전달형 해설

전달형 해설은 주제와 관련한 다양한 정보들을 인과관계 없이 나열하며 설명하는 방식이다. S6의 금천교, S3의 단청과 환풍구, S4의 박석 해설이 여기에 속한다. 이 유형에서는 해설 주제와 관련한 역사, 예술, 상징 등의 다양한 정보와 함께 과학 정보를 제시함으로써 해당 소재가 다양한 학문적, 문화적 의미 이외에 과학적 측면도 가지고 있음을 드러낸다. 전달형 해설 유형은 많은 학생들이 활동 초기에 작성한 해설 형태로 소재에 대한 다양한 정보를 수집하고 배열한 것이다. 논의 과정에서 소재의 특정 과학성을 부각시켜 발전시키는 것에 대한 논의가 있었으나 이 유형에 속한 학생들은 과학적인 부분에만 집중하기보다 더 광범위한 지식을 전달하려는 의지가 강했다. 단청을 해설한 S3은 단청의 색이 원료의 어떤 특성과 관련 있는가에

대해 동료들과 논의했지만 “단청은 우리나라 목조 건물을 병충해와 부패로부터 보호하는 역할을 한다” 정도의 과학 정보만을 전달하고 건물의 특성에 따른 단청 유형을 자세히 설명했다. 금천교를 해설한 S6는 아치형 다리의 힘의 분산 원리에 집중해 해설하는 것을 권유받았지만 아치 형태에 대해서는 ‘금천교의 아치 형태는 사다리꼴 모양의 돌을 무지개 모양으로 쌓아 더 강하고 더 안정적으로 다리를 지탱하였다’ 정도의 설명과 아치형태의 또 다른 예인 발바닥, 뚱뚱한 사람의 흰 다리 등의 예를 제시하는데 그치고, 금천교의 규모, 역사, 석상 산예의 의미, 그리고 금천교 재료인 화강암의 특성 등 자신이 공부한 자료의 내용을 모두 포함해 설명했다. 인정전의 박석을 해설한 S4 또한 활동을 통해 알게 된 박석의 모든 정보를 전달하고자 했는데, 인정전에 박석을 깬 이유와 관련한 모든 장점, 특성 그리고 박석에 얽힌 역사적인 사건 등을 골고루 제시했다(Figure 5).

3. TSK의 가치 형성

본 프로그램이 우리 전통 과학 지식을 소재로 하고 있지만 교사는 우리 전통 과학 지식을 명시적으로 전달하지 않았다. 학생들은 문화 유산인 창덕궁을 통해 직접 전통 과학 소재를 발굴하고 그 속에 포함된 전통 과학 지식에 대해 설명하면서 전통 과학 지식에 대한 의미를 만들어 갔다. 학생들의 우리 전통 과학에 대한 생각은 활동 참여 모습과 해설을 통해 드러났고, 이런 정보를 기초로 창덕궁 해설 후 학생들과의 개별 면담을 통해 우리 전통 과학에 대한 학생들의 생각을 자세히 확인할 수 있었다. 학생들은 스스로 한국 TSK에 대한 정보를 찾고 의미를 만들어 나감과 동시에 동료들과 의견을 나누고 현장과 상호작용하는 과정에서 TSK에 대한 가치관이 형성되었다.

가. 전통 과학 지식은 과학적이고 학교 과학과 많이 연관된다는 생각

본 프로그램에 참여한 학생들은 전통 문화에 대한 관심과 경험 정도가 모두 달랐지만, 창덕궁에서 배우고 확인한 내용은 대부분 처

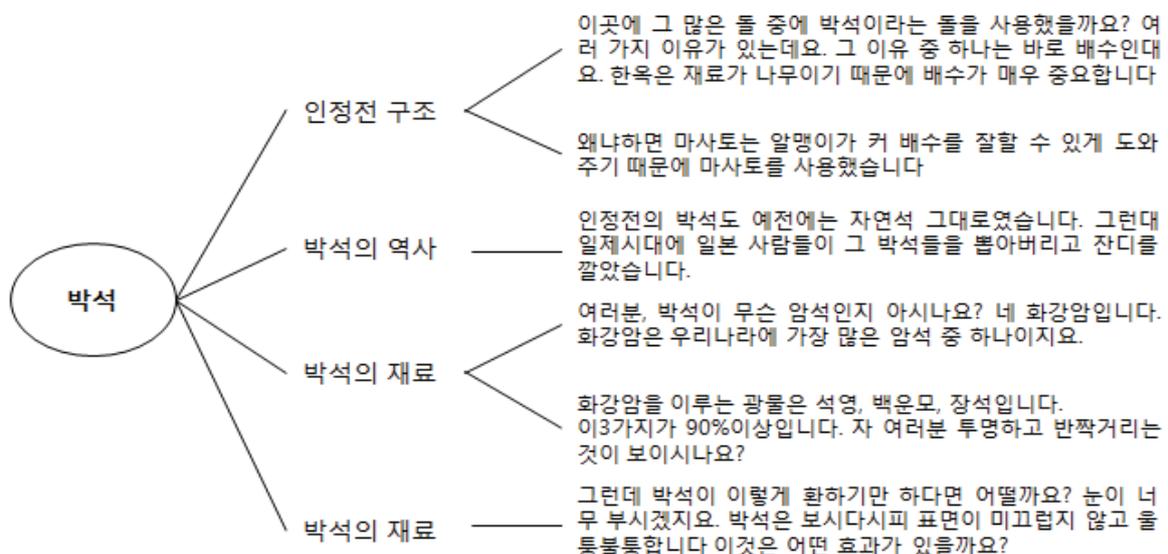


Figure 5. The delivery type of interpretation

음 알게 된 것이라고 말했다. 학생들마다 자신의 주제를 깊게 공부하면서 전통 과학 지식 내용이 예상보다 과학적이었다고 언급했다. 전통 과학과 관련된 내용을 공부할 때 쉽지 않았고 어려운 과학 개념들을 담고 있음을 알게 되었다. 또한 이런 전통 과학 지식들은 문화적 이해, 역사 공부, 일상생활 등에서 활용될 수 있으며 경험의 폭을 넓혀 주었다고 했다. S1, S4, S5 등의 학생들은 해설에서 다른 전통 과학 지식을 학교 과학에서도 경험했고, 이런 과학 개념을 담고 있는 전통 과학이 우수하다고 느꼈다. 양부일구를 해설한 S2는 양부일구가 지구와 태양의 운동, 우리나라에서의 태양 남중고도 등의 과학 개념을 복잡하게 담고 있기 때문에 이를 학습하는 것이 쉽지 않았지만 학교 과학 학습에 도움이 되었다고 했다. S5는 해설 과정을 통해 스스로 “온돌 마스터”가 되었다고 자부심을 드러내며, 우수한 과학 원리로 만들어진 온돌이 우리나라에서는 이미 신석기 시대부터 쓰였다는 사실이 자랑스러웠고, 우리 전통 과학이 우수하다는 것에 공감했다.

어, 뭐랄까 우리나라 사람들이 진짜 똑똑한 것 같아요. 그 신석기 시대 때 어떻게 온돌의 난방 방식을 만들 생각을 했는지 알게 되가지고 많이 놀라고 그랬었어요. 거짓말 같았어요. 신석기 시대 때 온돌이요. (중략) 아니 그런 생각 한번 해본 적 있어요. 옛날에는요, 사람들이 발표할 때마다 해설 들으러 갈 때 마다요. 우리나라 전통 과학은 매우 우수합니다. 뛰어난겁니다. 그러는데 전혀 우수한 점이나 뛰어난 점을 몰랐거든요. 그냥 거기서 거기지 (생각했고), 그런데 요즘 들어 알게 된 게 많으니까 그렇게 말하는 이유를 알게 됐어요.

(141125 S5 개별 면담 중)

S1은 전통 과학에 대해 학습 내용이 역사 공부에 도움을 줄 것이라고 기대했는데, 우연히 열의 이동과 관련한 과학 심화 문제에서 S5가 해설한 온돌의 예가 나온 것을 보고 큰 도움이 되었다고 했다. 이런 경험을 통해 우리 전통 과학 지식이 학교 과학 개념과 직접적으로 연관될 수 있음을 알았고, 앞으로 학교 과학 공부에 지속적인 도움이 될 것이라 기대했다. S6 또한 해설 과정에서 배운 전통 과학 내용들이 서양 과학 문화 못지않은 우수한 과학 문화라고 평가했다.

나중에 역사 배울 때, 창덕궁 나오게 된다고 생각했었는데, 과학 문화에서 온돌, 온돌이 열의 이동에서 나왔어요. 심화 문제에서. 그래 가지고 앞으로 이런 것에서 많이 중등 학교 과정에서 많이 여기에서 배웠던 것들이 많이 도움이 되겠다. 그렇게 생각이 들었어요.

(141125 S1 개별 면담 중)

우리나라 과학이 서양 과학보다 좀 떨어지는 줄 알았는데 그게 아니라 우리나라도 우리나라 나름대로 과학 문화가 있었고 다른 나라 못지않게 훌륭한 과학 문화를 갖고 있었다는 걸 알게 되었어요. 예를 들면 뭐 금천교 아치 형태라던가, 그 박석의 소리 울림이라던가, 난반사라던가, 그리고 또 그 양부일구의 과학 원리와 그런 것, 여러 가지요.

(141125 S6 개별 면담 중)

나. 우리 전통 과학은 인간적이고 소박한 모습을 가지고 있다는 생각

S2는 사후 질문지에서 우리 전통 과학을 배운 경험에 대해 “현대인 들처럼 머리는 빠르고 지식은 풍부하지만 지혜가 없고 마음이 없는

과학만 발전한 시대가 아니라 조금 못살았더라도 마음 쓸 줄 알고 하나하나의 깊은 뜻이 담긴 우리 선조들의 마음을 엿보고 배우는 시간이 되었다”와 같이 서술했다. 이 글에서 S2는 무분별하게 발달시켜 온 현대 과학의 비인간적인 면을 비판하며 전통 과학은 이와 다른 마음의 측면을 가지고 있다고 이야기했다. S6도 사후 질문지에서 현대 과학을 친환경적 전통 과학과 비교하면서 “전통 과학은 현대 과학에 비해 환경 오염이 적고 자연과 더불어 살아갈 수 있지만 현대 과학은 기술에만 의지하다보니 환경 오염이 심해지는 것이 아쉽다”라고 썼다.

개별 면담을 통해 S2가 앞서 언급한 ‘전통 과학의 마음’이 전통적으로 과학과 기술을 이용함에 있어 사람과 자연을 먼저 생각하는 인간적이고 자연주의적인 특성이었음을 파악했다. 또한 S2는 전통 과학은 소박함을 가지고 있는데, 이것은 전통 과학과 기술이 모자랐기 때문이 아니라 필요 이상의 물질에 집착하지 않고 자연을 훼손과 변형을 최소화하려는 우리 조상의 삶의 모습이라고 이야기했다. S5 또한 이런 전통적 삶의 소박한 측면을 이야기했다. S5는 온돌의 위치와 형태를 파악하기 위해 낙선재의 앞마당과 뒷마당을 오가며 주의 깊게 관찰했다. S5는 민가 형식으로 소박하게 지은 낙선재에서 많은 시간을 보내면서 한옥의 매력에 푹 빠졌다고 이야기했다. 특히 온돌은 매우 효율적이면서도 친환경적이고 서양 난방 기구에 비해 건강에도 해롭지 않은 장점을 가지고 있고, 여름에는 문을 열어 앞뒤로 바람을 통하게 하는 통풍 구조도 같은 이유로 인위적인 냉난방법을 쓰는 현재 아파트보다 살기 좋은 환경이라고 생각하게 되었다.

다. 우리 전통 과학 지식은 과학에 대한 새로운 관점을 통해 이해된다는 생각

전통 과학 지식에 생소한 학생들은 학교 과학의 지식과 사고를 통해 전통 과학 지식을 해석한다. 전통 소재에 ‘과학성’의 의미를 부여하고 이를 표현할 때도 학교에서 배운 과학 개념을 이용한다. S1이 풍수지리를 전통 과학으로 소개했을 때 많은 학생들이 풍수지리를 과학 지식으로 볼 수 있는지에 대해 고민했다. 풍수지리는 학교 과학에서 배우는 내용과 관련이 없고, 이런 종류의 눈에 보이지 않는 힘에 대한 동양인들의 믿음은 미신이라고 표현되는 경우가 많기 때문이다. 그러나 학생들의 의견은 이후 긍정적인 방향으로 기울었다. 특히 S1은 풍수지리 이론이 창덕궁의 입지 선정과 설계에 있어 매우 중요하게 적용되었고, 자연에 대해 탐구하는 하나의 다른 방법이고 이론이기 때문에 과학이라고 주장했다. 이런 주장을 위해 S1은 과학 교과서에 나온 과학에 대한 정의를 인용하기도 했다. 이런 S1의 전통 과학 지식에 대해 수동적으로 받아들이지 않고 적극적으로 의미를 찾아 나가려는 태도는 친구들에게 깊은 인상을 남겼고 그들의 생각에 영향을 주었다. 사후 면담에서 S2, S5 등이 S1의 풍수지리 해설에 대해 언급했는데, 새로운 관점을 통해 과학을 재해석한 S1의 노력을 칭찬했다. 학생들은 이런 사례를 통해 우리 전통 과학 지식을 더 넓게 이해하기 위해 학교 과학을 벗어나 과학에 대한 다양한 관점을 가져야 할 필요성을 인식했다.

풍수지리가 처음에 과학인가 아닌가를 이야기 했었잖아요. 그래도 (S1이) 자연, 바람이나 물을 이용해서 한 것이기 때문에 과학이라고 했잖아요. 그래서 집터를 고를 때 그런 사상을 보고 풍수지리 사상에 기초해서

집을 짓는데, 그것을 들고 그 주변에 모든 것들이 과학이 될 수 있다고 생각했어요. (중략) 지난번에 다른 데 갔었을 때도 그 앞, 그 때 앞에는 산이 있고, 아니 뒤에는 산이 있고 앞에 물이 있다고 했잖아요. 그래서 그것도 그런 게(배산임수) 있나 하고 보고 그랬어요.

(141125 S2 개별 면담 중)

S1이 풍수지리였잖아요, 주제가. 그런데 제일 처음에 풍수지리라고 했을 때, 풍수지리가 무슨 과학적 원리랑 연결되어 있어? 이렇게 생각했는데 막상 S1이 조사해 온 거 보고 약간 연관이 되어 있는 것 같기도 하고 S1이 이게 논리적으로 설명을 잘하는 것 같아요. (중략) 왜 (S1이) 과학이라고 생각한다면. 과학은 자연과 관련된 것들을 관찰하고 측정하면서 하는 것이기 때문에 풍수지리도 이런 것을 이용했기 때문에 과학이라고 했어요.

(141125 S5 개별 면담 중)

라. 전통 과학은 우리 문화의 일부이며 우리의 생각과 존재를 대변한다는 생각

S1은 평소 우리 전통 문화에 관심이 많았는데, 프로그램에 참여하면서 전통 과학이 자연과의 조화를 추구하는 자연관을 가지고 있었고, 이런 사상이 생활 속에 그대로 적용되어 있음을 자랑스럽게 여겼다. 그러나 현대 사회에서는 과학을 포함한 일상생활은 물론 문화 전체가 서구화되어 가고 있고, 이런 추세가 지속된다면 우리 전통 문화와 과학을 지킬 수 없을 것이라고 우려했다. 또한 세대가 내려갈수록 전통 문화의 중요성에 대한 의식은 더 약해질 것이기 때문에 이를 지키기 위한 특별한 노력이 필요하다고 주장했다.

서양 (문화)을 많이 받아들여 가지고, 지금 우리나라 옛날 문화들을 거의 잊어버리지 않았어요? 그렇지요? 한옥도 별로 안 좋아하고. 지금 보니까 한옥이 점점 없어지고 있잖아요. 안 쓰고, 별로 (전통적인 것을) 안 써먹고 있는 것 같은데, 지금 거의 우리 과학 문화를 아는 사람이 (없고), 생소하잖아요. 점점 더 없어지고 있고 사라질 거라고 생각하는데, 저는 사라질 것 같아요. 네, 지금도 없어지고 있고 외국에서 외국의 문화를 계속 받아들이고 있고, 그러니까 저는 우리나라의 전통 문화를 멀리하는 경향이 있고 다들 우리 문화가 약간 서양 문화에 비교해 봤을 때, 뭐라고 해야 되지? 약간 서양 문화를 더 우리나라가, 우리나라 아이들이 많이 접하고 있기 때문에 지금 아이들을 보면 우리 전통 과학을 알고 있는 애들이 적잖아요. 다 서양, 다른 나라의 문화에 익숙해져 있으니까. 대부분 보면 주위에서 쉽게, 그러니까 이게 특별한 노력이 없으면 사라질 것 같아요. 점점 없어질 것 같아요.

(141125 S1 개별 면담 중)

평소 환경 문제에 관심이 많은 S1은 친환경적 건축인 한옥이 사라져가는 현실을 안타까워했다. 한옥은 현대 주거 형태의 문제점들을 보완해 줄 수 있는 친환경성을 가지고 있으므로 이런 점들을 발굴해 활용해야 한다고 주장했다. 그러나 우리 전통 문화는 이미 오랫동안 우리 생활과 단절되어 왔기 때문에 전통 문화의 활용을 위한 제도적, 교육적 노력이 필요하다고 이야기했다. S1은 과학도 문화의 일부고 문화는 그 민족이 가진 자연관 또는 가치관을 포함한다는 것을 인식했다. 따라서, 우리 전통 과학은 우리 전통 문화의 일부로 그 자체로도 중요하다. 우리 고유의 언어와 문화를 지키는 것은 우리 자신의 존재를 표현하는 것이고 사회를 유지할 수 있는 힘이라 주장했다.

친환경적인 부분을 좀 더, 우리나라 전통 문화가 친환경적인 부분을 많이 포함하고 있는 것을 제가 조사하면서 많이 느껴 가지고. 그 점을 이 현대에 알맞게 조금 어떻게 그대로 받아들이면 시대에 차이가 있기 때문에 현대에 좀 알맞게 약간 바꿔가지고. 차마는 친환경적인데 아파트인데 차마를. 그런 점을 어떻게 잘 이용을 해가지고 도입을 해야 돼요. 그러려면 일단 그런 정책을 실시하고 과학자들이 한편으로는 어린이들한테 전통 문화에 대한 교육과 우리나라 전통 문화가 없어지는 현실을 알려주고. (중략) 음. 국가적인 차원이요. 우리나라 고유의 언어가 있어야 되고, 고유의 언어가 있고. 고유의 문화가 있어야 하나의 나라로 인정 받을 수 있기 때문에 우리나라 문화를 잃어버리면 나라의 고유한 문화를 잃어버리게 되니까 나라가 점점 약해진다? 한 나라로 인정을 받으려면 다시 말해 문화가 있어야 돼요. 그렇기 때문에 전통 문화가 사라지면 안돼요.

(141125 S1 개별 면담 중)

IV. 결론 및 시사점

본 연구의 목적은 우리 전통 과학의 고유한 의미를 유지함과 동시에 TSK를 과학 교육에 접목할 수 있는 방안을 찾고자하는 것이다. 이것을 위해 우리 전통 과학에 관심 있는 중학교 1학년 7명의 학생들과 함께 문화 유산 현장인 창덕궁에서 ‘우리 과학 문화 해설사’라는 과학 활동을 7개월 동안 진행했다. 우리는 학생들이 활동을 통해 스스로 발견한 한국 전통 과학의 소재의 유형을 밝히고, 학생들의 전통 과학 문화에 대한 이해에 의미 있는 영향을 준 학습 맥락 그리고 학생들이 생성한 TSK의 가치를 현상학적 관점으로 분석했다. 본 연구의 결과를 요약하면 첫째, 학생들은 우리 전통 과학 지식의 소재를 전통 자연관, 전통 과학 기술, 과학을 이용한 삶, 자연 과학 소재 등의 네 가지 유형으로 이해했다. 전통 자연관 소재로는 풍수지리 사상, 전통 과학과 기술의 소재는 앙부일구, 과학을 이용한 삶의 소재는 금천교의 아치형 다리, 인정전의 소리 울림, 환풍구의 습도 조절, 계절별 남중 고도가 적용된 처마 각, 사이클로이드 곡선 원리를 적용한 기와, 온돌의 열 전달 원리, 자연 과학 소재로는 화강암인 박석 등이 활용되었고 학생들은 각자가 맡은 해설 주제를 통해 전통 과학의 과학적 의미를 이해했다.

둘째, 우리 과학 문화 해설사 되어보기 활동을 통한 우리 전통 과학의 이해와 표현에 의미 있는 영향을 준 학습 맥락은 소통이며, 주요 소통의 맥락은 현장성, TSK 소재, 해설사 경험 등이다. 현장성을 통한 소통의 측면에서 학생들은 창덕궁 현장과 직접 상호작용 하면서 복잡하고 불확실한 실험 결과보다 직접 느끼고 체험한 감각적 경험이 과학 원리를 이해하는데 더 유용하다고 판단하는 모습을 보였다. 교실에서 구성한 추상적 과학 지식을 현장에 적용하면서 추상적 지식에 의거한 예상과 다른 결과를 보이자 당황하는 모습을 보였지만, 자신의 추상적 지식을 경험에 맞게 수정해 나가며 더욱 실재적이고 견고한 지식을 구성했다. 또한 학생들은 창덕궁 현장에서 과학적 원리를 상세히 알지 못해도 경험적으로 파악하고 이해하는 모습을 보였는데, 이것은 현재 우리 삶과 많이 닮아 있는 전통 문화 현상이 학생들의 실생활 경험과 연결되어 공유할 수 있는 부분이 많기 때문인 것으로 해석된다. TSK 소재를 통한 소통의 측면에서 학생들은 의사소통을 통한 상호작용으로 친구들과의 풍수지리의 과학성에 대한 논의를 통해 학생들은 우리 전통 과학 지식의 의미를 생각하고 과학의 정체성에 대해 고찰할 수 있었다. 창덕궁 현장에서 유연히 연장자들과 만나

사회적 담화에 참여한 경험은 학교에서 배운 추상적 지식과 사회에서 통용되는 실제적 지식을 연결하는 자연스러운 상황이 되었다. 또한 드러나지 않은 전통 과학의 배경에 대한 친구들 간 논의는 학생들의 상상력과 공감을 활용할 수 있는 기회를 제공했다. 해설사 경험을 통한 소통의 측면에서 학생들은 해설사로서 TSK에 대한 이해와 역할 인식에 따라 설득형, 이해형, 전달형 해설 등의 다른 해설 유형을 나타냈다. 설득형 해설은 전통 과학 지식이 과학적이라는 것을 알리고 설득하려는 형태로 이것의 내용을 고민해보고 과학을 보는 다른 관점을 형성했다는 것과 전통 과학 지식에 대한 주체적인 태도를 드러냈다는데 의미가 있다. 이해형 해설은 전통 소재에 포함된 전통 과학 지식의 내용을 확인하고 그것의 과학적 원리를 이해하고 공감할 수 있는 해설로 전통 소재를 전통 과학 소재로 발전시키는 과정이다. 이 유형의 해설에서 학생들은 우리 전통 문화의 과학적 우수성을 드러냄과 동시에 전통 문화 소재를 이용해 과학적 개념을 이해할 수 있는 전략으로 체험, 실험, 예시 등의 구체적인 체험 전략을 사용했다. 전달형 해설은 소재와 관련한 과학, 문화, 역사 등의 다양한 정보에 중요성을 인식하고 복합적으로 전달하고자 한 것이다.

셋째, 본 프로그램에 참여한 학생들은 전통 과학과 문화에 대한 다양한 경험과 상호작용을 통해 우리 전통 과학 지식에 대한 가치관을 형성했다. 그 내용은 우리 전통 과학 지식이 학생들이 예상했던 것보다 수준이 높았고 학교 과학과도 연관되는 부분이 많다는 것, 인간적이고 소박한 특징을 가지고 있다는 것, 우리 전통 과학 지식 중 일부는 과학에 대한 새로운 관점을 통해 이해될 수 있다는 것, 그리고 전통 과학도 우리 문화의 일부이며 우리의 생각과 존재를 대변하기 때문에 이것을 지키고 유지하기 위해 노력해야 한다는 것 등이다.

위의 연구 결과를 바탕으로 본 연구의 결론을 다음과 같이 제시할 수 있다. 우리 전통 과학의 소재를 과학 학습에 활용하는 것은 학습의 통합적이고 실제 맥락적인 현장을 제공하는데 기여할 수 있다. TSK 소재는 그것이 어떤 형태이건 현재 우리의 생활과 밀접하게 관련된 실제 생활(real life)와 연관된 것이 많다. 전통적으로 동양 과학은 자연 세계 자체에 대한 호기심은 서양에 비해 약하더라도 그 실용 정신은 더욱 뛰어났다는 점(Nisbett, 2004) 그 이유일 수 있다. 실제로 본 프로그램에서 가장 많이 발굴된 TSK 영역은 ‘과학을 이용한 삶’이었다. 본 연구 결과에서는 학생들이 우리 전통 문화 장소에서 맥락적 사고, 상상력, 공감, 직관력 등의 사고를 자연스럽게 발휘했음을 확인했다. 학교에서 배운 이론적, 추상적 지식을 현실 세계의 문제들과(real world issues) 연결시키는 것은 매우 중요한데, 이런 지식의 전환적 경험(transformative experience)은 저절로 이루어지지 않는다(Chinn, 2007; Lee & Kim, 2011). Akatugba & Wallace(1999)는 학생들이 수학이나 과학 시간에 배운 지식들이 일상의 문제 해결 상황에 적용되려면 이것을 연결할 수 있는 영역을 찾아야 한다고 언급했다. 본 연구의 결과를 통해 우리나라의 상황에서 학교에서 배운 과학 지식을 실제 생활 맥락에 적용할 수 있는 교육 소재로 TSK를 포함한 전통 문화 공간도 적합함이 드러났다. 또한 TSK를 포함한 전통 문화 소재는 과학과 역사, 예술, 사회 등의 인문학이 접목된 통합 교육 소재로 과학 교육에 인문학적 내용과 방법을 결합함으로써 학생들의 호기심과 흥미를 자극할 수 있음은 물론, 사고의 균형 있는 성장에 도움을 줄 수 있다. 실제로 과학 연구에서도 다양한 관점의 결합이 더 큰

성과를 나타냄을 확인할 수 있다(Han, 2005). TSK는 서구 과학 지식에서 만들어진 것이 아닌, 스토리텔링과 일상의 언어로 전해지며 맥락적, 경험적, 은유적 특성 등을 포함한다. 이런 TSK가 가진 다양한 측면은 자연스러운 통합 교육의 소재를 제공할 것이다.

과학 교육에 TSK를 포함하는 것은 과학과 과학적 방법의 문화적 다양성뿐만 아니라 서양의 과학적 사고와는 다른 동양 과학적 사고의 인식이라는 측면에서 의미가 있다. 우리는 ‘미술, 종교, 민족, 정치의 문화적 비교 연구는 풍부하지만 ‘비교 과학’(comparative science)이라 불리는 분야는 없는(Elkana, 1981) 획일화된 과학의 시대를 살아왔다. 학교에서 서양 과학을 배우더라도 민족마다 가진 삶의 지혜는 여전히 전해지고 응용되어야 한다. 과학은 그들을 둘러싼 자연 환경을 이해하고, 해석하고, 설명하는 방식으로, 각 문화가 가진 고유한 자연관을 반영하고 있으며, 비교하고 평가할 수 없는 것임을 인식할 필요가 있다. 특히 문화 유산은 이런 다면적, 다의적 함의를 내포하고 있어 과학적 방법의 다양성을 전달하기 좋은 소재다. 본 활동에서 학생들은 우리 TSK가 실용적, 친환경적, 인간적인 측면이 있음을 인식했다. 이것은 과학 활동을 통해 우리 과학 문화를 여러 번 친숙하게 경험하는 과정을 통해 자연스럽게 얻어진 생각으로 볼 수 있다. 대상을 분석적이고 탈맥락적으로 보는 서양의 사고에 비해, 동양의 종합적, 맥락적 사고는 과학 발전에 불리한 것으로 해석되기도 한다(Nisbett, 2004) 그러나 현대 과학으로의 패러다임 전환의 주역인 상대성 이론과 양자 역학과 같은 이론들은 ‘모든 것이 서로 연관되어 있다’는 동양적 사고와 더욱 가깝다. 실제로 서양인들의 ‘단순성 추구 경향’으로부터의 모델들은 그 사물의 속성에만 지나치게 편중해 맥락의 역할을 놓치고 있다는 점(Nisbett, 2004) 현대 과학 기술의 문제로 드러난다. 앞서 학생들이 발견한 TSK의 실용적, 친환경적, 인간적 특성과 함께 맥락적, 종합적 등의 특성은 우리의 TSK를 비롯한 동양 사상의 장점으로 인식되어야 하고, 단순히 동양 과학 대 서양 과학이라는 비교적 시각이 아닌 관점의 균형과 조화의 측면에서 접근해야 할 것이다.

또한 전통 문화를 TSK와 학교 과학의 연결을 통해 접근하는 것은 우리 전통 문화를 바라보는 올바른 시각 형성과 주체적 태도에 기여할 수 있다. 어떤 문화재건 소중하고 훌륭하지 않은 것은 없고, 문화재의 가치는 미리 정해진 것이 아닌 우리들이 그 가치를 발견했을 때 더 의미가 있다(Kyung, 2006). 우리는 문화재에 대한 기존의 정형화된 가치를 일방적으로 전달할 것이 아니라 학생들 스스로의 관점에서 그것을 감상, 이해하고 독창적인 생각을 가질 수 있도록 북돋아야 한다(Lee, 2009). 본 연구에서 나타난 학생의 풍수지리에 대한 독창적 해석과 주장은 학생들이 우리 과학 문화를 바라보는 주체적인 태도를 가졌기 때문이다. 이런 주체적 태도를 위해서는 학습 과정에서 학생들의 자율성이 확보되어야 하고, 협동, 상호작용, 의사결정 등의 과정이 포함되어야 한다. 인간은 각자 신념과 생각을 가질 수 있으며, 이는 토론과 상호작용을 통해 공유할 수 있는 어떤 가치로 승화될 수 있다(Han, 2005). 한국 학생들은 문화적으로 서로 질문하고 답하는 토론 환경에 익숙하지 않기 때문에(Kang & Go, 2001) 전통 문화적 장소와 TSK를 이용한 교육은 우리 학생들이 주체적인 자세로 사회적 담화와 의사결정에 참여할 수 있는 형태로 제시되는 것이 바람직할 것이다. 자기 문화에 대한 주체적 관점을 갖는 것과 다른 문화에 대해 자기 중심적인 시각을 갖는 것은 매우 다르다. 다른 나라의 문화를 자신의

문화적 시각으로 바라보고 평가하는 오류를 범하지 않고, 자신의 문화를 세계 문화를 구성하는 하나의 요소로 이해할 수 있는(Jang, 2001; Kyung, 2006) 상대주의적이고 다문화적인 시각은 국제화 시대를 살아가는 세계 시민으로서 필수 요소다. 이를 위해서 문화를 배울 때 단순히 결과물로 접하는 것이 아니라 시대와 장소에 따라 문화가 어떻게 그런 생각, 필요 가치를 담고 있는지 이해하는 과정을 거쳐야 한다(Yi & Kim, 2005). 우리가 TSK를 과학 소재로 접할 때, 그 문화재의 과학적 목적, 그 목적을 달성하기 위한 과학적 원리, 그 당시의 기술 수준에 비추어 보았을 때의 의미와 당시 사회, 혹은 현대에 주는 영향력 등의 준거를 사용하는 것이 바람직한 교육 방향이다(Choi & Park, 2004).

본 연구에서는 문화 유산 현장에서의 과학 활동을 통해 학생들이 전통 과학 문화에 대해 이해하고 가치관을 구성하는 과정을 보았다. 문화 유산 교육은 과거의 지식이 과거의 문화로 머무르는 것이 아니라 현재의 삶을 가치 있게 하고 미래를 준비하기 위한 능력을 갖추기 위한 방향으로 진행되어야 한다(Hong, 2014). 본 연구를 통해서 전통 문화라는 틀에 문헌 우리 전통 과학 지식을 과학 교육적 가치 측면에서 재발견했다. 과학교육에서 TSK 소재가 권유의 대상이 아니라 핵심 학습 내용이 될 수 있음을 확인했고, 추후 국내 과학 교육에서 TSK에 대한 적극적인 활용이 뒤따라야 할 것이다.

국문요약

본 연구는 우리 전통 과학의 고유한 의미를 유지하며 TSK를 과학 교육에 접목할 수 있는 방향 모색의 방법으로 '우리 과학 문화 해설사'라는 과학 활동을 통해 중학교 학생들이 이해한 TSK의 소재는 무엇인지, TSK의 이해에 영향을 준 학습 맥락은 무엇인지, 학생들이 구성한 TSK 가치관은 무엇인지 파악하기 위해 수행되었다. 7명의 중학교 1학년 남·여 학생들은 7개월 동안 창덕궁의 전통 과학 소재를 발굴하고 전통 과학 문화 해설 대본을 만들어 초등학교 고학년들을 대상으로 해설을 실시했다. 분석 대상으로 학생들의 수업 과정, 해설 대본, 활동지, 조사지, 활동 후 개별 면담 등이 포함되었다. 연구 결과, 학생들은 TSK의 소재를 전통 자연관, 전통 과학 기술, 과학을 이용한 삶, 자연 과학 소재 등의 네 가지 유형으로 이해했다. 학생들의 전통 과학 학습 경험에서의 주요 학습 맥락은 소통으로 현장과의 상호작용을 통한 소통, 활동 과정에서 동료 혹은 어른들과의 의사소통, 해설사 역할로써 동생들과의 소통 등은 학생들의 TSK에 대한 경험적 이해와 맥락적이고 감각적인 과학 지식 형성, 과학의 다양한 형태와 표현에 대한 이해 그리고 과학의 설득적, 이해적, 전달적 설명 방법에 대한 경험 등에 도움을 주었다. 학생들은 TSK의 과학성, 인간적이고 소박한 특징, 과학에 대한 새로운 관점의 필요성, 문화로서 TSK를 지키고 유지할 필요성 등의 가치관을 형성했다. 본 연구의 결과를 통해 TSK가 과학 교육에서 통합적이고 실제 맥락적인 교육 현장을 제공하고 과학과 과학 방법에 대한 문화적 다양성과 동양 과학적 사고의 특성 이해에 활용될 수 있음을 보였다. 또한 전통 문화에 대한 TSK와 학교 과학의 동시적 접근은 우리 전통 문화를 바라보는 올바른 시각 형성과 주제적 태도에 기여할 수 있다.

주제어 : 한국 전통 과학 지식, 해설사, 세계문화유산, 의사소통

References

- Ahn, J. H & Park, H. S. (2016). Interpretation of history contents from the perspective of history education by culture tourism interpreters - focused on the Hongseong area, Sa Chong: The Historical Journal, 88, 211-243.
- Akatugba, A. H., & Wallace, J. (1999). Sociocultural influences on physics students' use of proportional reasoning in a non-Western country, *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 305-320.
- Allen, N. J., & Crawley, F. E. (1998). Voices from the bridge: worldview conflicts of Kickapoo students of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 111-132.
- Berkes, F. (1993). Traditional ecological knowledge in perspective. In J. T. Inglis (Ed.), *Traditional ecological knowledge: Concepts and cases* (pp. 1-9). Ottawa, ON: International Development Research Centre.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming critical: Education, knowledge and action research*. PA: The Falmer Press.
- Chinn, P. W. U. (2007). Decolonizing methodologies and indigenous knowledge: the role of culture, place and personal experience in professional development, *Journal of Research in Science Teaching*, 44(9), 1247-1268.
- Choi, E. S. (2009). Airtightness and natural ventilation of royal palaces in Joseon dynasty, Master's thesis, Hanyang University, Seoul.
- Choi, J. D. (2012). *The real palace of Chosun, Changdeokkung*. [조선의 참궁궐 창덕궁], Seoul: Nulwa Publication Co.
- Choi, J., & Pak, S. (2004). The development of students' scientific perspectives on historical heritages through the science field trip of Hwasong, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(5), 930-936.
- Choi, S. C., & Kim, K. B. (2011). *Cultural psychology: understanding Korean people and culture*, Paju: Jisic-sanup Publishing Co.
- Choi, Y. (2006). A study of inquiring methods in traditional science of the Orient, Master's thesis, Kyungpook National University, Daegu.
- Choi, Y. J., Lee, W. B., Chung, W. W., Kim, Y. S., Moon, J. S., Bang, K. K., & Kim, K. J. (2006). A study of inquiring methods in traditional science of Orient, *Journal of Science Education Kyungpook National University*, 29, 109-147.
- Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and how children learn science, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 429-445.
- Cruikshank, J. (1998). *The social life of stories: narrative and knowledge in the Yukon territory*. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Eijck, M. V., & Roth, W. M. (2007). Keeping the local local: recalibrating the status of science and traditional ecological knowledge (TEK) in education, *Science Education*, 91(6), 926-947.
- Elkana, Y. (1981). A programmatic attempt at an anthropology of knowledge. In E. Mendelshohn & Y. Elkana (Eds.), *Science and culture: Anthropological and historical studies of the sciences*(pp. 1-77). Dordrecht, The Netherlands: Reidel.
- Elliott, F. (2009). Science, metaphoric meaning, and indigenous knowledge, *The Alberta Journal of Educational research*, 55(3), 284-297.
- Emdin, C. (2010). Dimensions of communication in urban science education: interactions and transactions, *Science Education*, 95(1), 1-20.
- Glasson, G. E., Mhango, N., Phiri, A., & Lanier, M. (2010). Sustainability science education in Africa: negotiating indigenous ways of living with nature in the third space, *International Journal of Science Education*, 32(1), 125-141.
- Han, S. H. (2005). On the nature of inference and emotion in narrative and scientific contexts, *The Journal of Curriculum Studies*, 23(2), 39-64.
- Heo, K. (2011). *The decoration of Palace[궁궐 장식]*, Paju: Dolbegae Co.
- Hong, A. R. (2014). Exploring the possibility of culture and art education utilized cultural heritage, *The Korean research journal of dance documentation*, 32, 257-274.
- Huh, K. (2010). UNESCO's World Cultural Heritage: analyses and their utilization, Master's thesis, Hanyang University, Seoul.
- Jang, H. J. (2001). Study on the content design for the global perspective in elementary social studies : A case of the world heritage, Master's thesis, Seoul National University, Seoul.
- Jang, S. O. (2008). The instructional design of science & technology history for learning 'thinking process of scientific invention · discovery' ['과학적 발명 · 발견의 사고 과정' 학습을 위한 과학기술사 수업설계], *History and history education*, 15, 121-150.
- Jeon, S. K. (2009). A study on the educational communication, *The Korean Journal of Philosophy of Education*, 45, 199-220.
- Ji, Y. J., & Oh, Y. C. (2015). The development of the teaching-learning scheme for the mobile based field experience learning on

- Changdeokgung palace in history class, *Research institute of curriculum and instruction*, 19(2), 621-644.
- Jo, I. R. (2001). Analogy as a scientific method, *The Society of Philosophical Studies*, 54(1), 375-404.
- Jo, J. M. (2012). Palaces, Tell the Chosun Dynasty[궁궐, 조선을 말하다], Paju: Artbooks Publication Co.
- Jo, Y. H. (2011). Qualitative research, Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Kang, G. O. (2004). Effects of analogical presentations on learning scientific concepts, Master's thesis, Ewha womans university, Seoul.
- Kang, J., & Go, Y. (2001). Development of middle school students' scientific perspectives through the science field trip folk villages in Jeju-do, *College of Education Cheju National University*, 3(2), 1-24.
- Kawagley, A. O., Norris-Tull, D., & Norris-Tull, R. A. (1998). The indigenous worldview of Yupiaq culture: its scientific nature and relevance to the practice and teaching of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 133-144.
- Kim, D. W., Park, J. H., You, H. J., Hwang, J. Y., Park, S. J., Choi, J. H., Kim, Y. U., Kwon, S. J., Yang, J. S., Park, S. H., & Suh, Y. H. (2012). An in-depth reading of Changdeokgung Palace[창덕궁 깊이 읽기], Paju: Geulhangahri Publication Co.
- Kim, J. B. (2006). Learning strategies for scientifically gifted children, *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, 6(2), 19-32.
- Kim, J. Y. (1997). The science concept learning using analogy[유추를 이용한 과학 개념 학습], *Korean Association of Private Secondary School Principals*, 82, 94-101.
- Kim, Y. S. & Jung, W. (2003). Korean scientific culture[한국의 과학문화], Seoul: Saenggagui-namu Publication Co.
- Kim, J., & Lee, M. (2008). The development of science learning materials based on Korean folklore for elementary school students, *Journal of the Society for the International Gifted in Science*, 2(2), 175-182.
- Kuhn, T. S. (1962). *The strubcture of scientific revolutions*. IL: University of Chicago Press.
- Kwon, J. S., Kim, B. G., Kang, N. W., Choi, B. S., Kim, H. N., Paik, S. H., Yang, I. H., Kwon, Y. J., Cha, H. Y., Woo, J. O., Jeong, J. W. (2015). *The theory of science education[과학교육론]*, Paju: Kyoyookbook, Publication Co.
- Kyung, S. M. (2006). A study on art and guidance through a cultural property: centering on the castle 'Hwasung', Suwon, Korea, Master's thesis, Hongik University, Seoul.
- Lackovic, N., Crook, C., Cobb, S., Shalloe, S., & D'Cruz, M. (2015). Imagining technology-enhanced learning with heritage artefacts: teacher-perceived potential of 2D and 3D heritage site visualisations, *Educational Research*, 57(3), 331-351.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning : legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press, pp.40~41.
- Lave, J. & Wenger, E. (2010). *Situated learning : legitimate peripheral participation*. (Son, M., Trans.). Seoul: Ganghyeon Publication Co, pp.4~5. (Original work published in 1991)
- Lee, H. (2009). Exploring the application method of World Cultural Heritage in high school Korean history[고등학교 국사수업에서 세계문화유산 활용 방안 모색], *History and history education*, 18, 101-120.
- Lee, J. H. & Shin, D. H. (2015). High school students' perception of value building about Korean traditional science knowledge, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(1), 143-157.
- Lee, M. J. & Kim, H. B. (2011). Exploring middle school students' learning development through science magazine project with focus on the perspective of participation, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(2), 256-270.
- Lemmer, M., Lemmer, T. N., & Smit, J. J. A. (2003). South African students' views of the universe, *International Journal of Science Education*, 25(5), 563-582.
- Matthews, M. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 161-174.
- Min, S. Y. (2007). The meaning of docents' experiences as adult learners in a museum, *Journal of Lifelong Education*, 13(3), 143-168.
- Nisbett, R. E. (2004). *The geography of thought: How asian and westerners think differently and why*, Seoul: Gimm-Young Publication Co.
- Ogawa, M. (1986). Toward a new rationale of science education in a non-western society, *European Journal of Science Education*, 8(2), 113-119.
- Ogawa, M. (1995). Science education in a multisience perspective, *Science Education*, 79(5), 583-593.
- Oh, I. J. (2000). Introducing of traditional science to science subject matter, Master's thesis, Dankook University, Youngin.
- Park, D. S. (2008). Situated learning as an alternative epistemological perspective regarding action, cognition and learning, *The journal of elementary education*, 21(1), 177-203.
- Park, S. R. (1991). Finding the root of ethnic science[민족 과학의 뿌리를 찾아서], Paju : Dusandongga Publication Co.
- Ryu, J. M. (2005). A Study of Docent for Children, *Journal of art education*, 18, 49-68.
- Shumba, O. (1999). Relationship between secondary science teachers' orientation to traditional culture and beliefs concerning science instructional ideology, *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 333-355.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous science: implications for science education, *Science Education*, 85(1), 6-34.
- Suh, Y. W. (2007). A study of investigating the nature of science and characteristics of science education from constructivists' perspective, *Journal of educational studies*, 38(2), 267-289.
- Waldrup, B. G., & Taylor, P. C. (1999). Permeability of students' worldviews to their school views in a non-western developing country, *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 289-303.
- Yi, M. K. (2012). A science cultural understanding of traditional astronomy in East Asia, *Science and Technology studies*, 12(2), 159-183.
- Yi, S. D., & Kim, H. S. (2005). A movement toward eastern ethnocentric art education: The Value of Korean Art and Cultural Heritage, *Art Education*, 58(5), 18-24.