



양부일구(仰釜日晷) 활동에서 드러난 탈북 학생들의 과학 학습

이지혜, 신동희*
이화여자대학교

North Korean Defector Students' Science Learning in Angbuilgu Activity

Ji-Hye Lee, Dong-Hee Shin*
Ewha Womans University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 October 2014

Received in revised form

9 December 2014

19 January 2015

Accepted 22 January 2015

Keywords:

Korean traditional science knowledge, Angbuilgu, North Korean defector students, everyday-life knowledge, intercultural field

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine North Korean defector students' characteristics in science learning through their voice in an "Angbuilgu" program, one of the Korean traditional science knowledge (TSK). We compared them with two other groups of contrasting backgrounds. The Angbuilgu program contains meaningful questions of time, everyday-life knowledge, Korean TSK, and western modern science (WMS). The teaching strategy consists of interactions between teacher and students, and scientific experiments. We applied this program to three groups and analyzed: North Korean defector students, elementary science gifted students, high school students in an advanced class. The characteristics of their science learning show the following: First, their interpretation of time as nature itself in their everyday life. They have rich experience and are familiar with time in nature. Second, they prefer science with complementary, caring, and humanist perspectives, which is in contrast to other groups with preference to the updated and practical science. Third, they lack scientific concepts but possess an abundance of everyday-life knowledge. Their linguistic expressions are ordinary rather than scientific. Fourth, they are familiar with narrative thinking more than scientific thinking. The results show that the science program using Korean TSK can help them accept new scientific knowledge as well as cultural pride, which plays a role in reconfirming their identity as one ethnicity. We expect that the contents of Korean TSK can be an intercultural field between North Korean defector students and our science curriculum.

1. 서론

힘든 시간을 극복하며 우리 사회에서 비교적 성공한 탈북자들의 사례를 찾기는 어렵지 않다. 우리 사회로 넘어 온 탈북자들은 이전보다 더 풍요로운 삶을 영위하고 있는 것처럼 보이지만 실상은 그렇지 않은 경우도 많다. 2014년 현재 2만 명이 넘는 탈북자들은 아직도 사회적 부적응, 경제적 결핍과 같은 고통을 안고 살고 있다. 우리가 주목해야 하는 것은 우리의 미래 사회 주요 구성원이 될 탈북 청소년들이다. 탈북 청소년들의 학습 결손과 학교 생활 부적응, 진로 문제 등을 우려하는 연구들은 이미 진행되어 오고 있다(Kim, 2013; Kim *et al.*, 2012; Koh *et al.*, 2010; Lee, 2012; Nam, 2013; Noh & Oh, 2013; Park *et al.*, 2014). 우리 사회가 탈북 청소년의 교육 문제에 집중해야 하는 이유에 대한 논의는 여러 차원에서 제기된다. Koh *et al.*(2010)은 차세대 주체인 학생들이 장차 사회에 구성원으로 역할을 잘 수행하도록 돕는 인재 양성이 우리의 교육 목표이기 때문에, 탈북 학생 또한 피교육자로서 교육을 지원받을 권리가 있음을 논했다.

탈북 청소년을 다문화 사회의 문제 중 하나로 보는 연구들도 많은데, Kim(2013)은 외국인 노동자 다문화 자녀와 탈북 학생들이 우리 사회와 학교 현장에 점점 늘어가는 문화, 사회, 경제적 측면의 다양화가 학교에서 교육적 요구의 다양화를 초래함을 말했다. Nam(2013)

또한 소수자, 문화적 배경이 다른 "다문화주의 시각"으로서 탈북 학생을 인정해야 할 필요성을 제기하고, 이들을 위한 교육적 배려의 필요성을 주장했다. 탈북 청소년 문제를 긍정적 시각으로 바라보는 연구도 있는데, Han *et al.*(2009)은 탈북 학생들을 지원하는 것이야말로 그들의 잠재적 역량을 개발하여 우리 사회의 역량 있는 인력으로 활용하도록 하는 것이라고 주장했다. 탈북 청소년 문제를 어떠한 맥락에서 논의하든 탈북 청소년은 이미 우리 사회가 품고 가야 할 구성원이자 미래 인재들이기 때문에, 탈북 청소년만의 교육적 실태와 문제를 파악해 해결책을 마련할 필요성이 제기된다.

탈북 청소년 문제를 인류적, 사회적, 문화적 측면으로 접근할 수 있다. 그들의 교육 수준은 우리 기준을 갖대로 하면 '낮다'고 평가할 수 있지만, 문화적 다양성 측면에서는 '우리보다 다르다, 그래서 어려움을 겪는다'고 할 수 있다. 탈북 청소년의 인지적 사고는 남한 학생들에 비해 부족하지만 이들은 정의적 태도 측면에서 바람직한 수업 태도, 적극적인 과학 수업 참여, 높은 지적 호기심, 긍정적인 자세, 그리고 자아 존중감이 특히 높다는 평가가 있다(Noh & Oh, 2013). 또한 탈북 청소년의 예절과 인성 교육 수준은 남한 청소년보다 높다(Lee, 2012). Lee(2012)는 청소년기를 남한에서 보낸 탈북 청소년 대상의 내러티브 연구에서 긍정적인 모습을 보았는데, 그들은 학교 경험을 삶에서 가치 있는 것으로 평가하며 미래를 긍정적으로 전망했다. 이들은 자신의

* 교신저자 : 신동희 (donghee@ewha.ac.kr)

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

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.1.0001

삶과 경험으로부터 스스로 배우는 자발적 학습자였다. 사실 탈북 청소년들의 대한민국 생활에 있어 학습에서의 부족함보다 더 힘겨워 하는 것은 우리 국민들의 편견과 무관심이다. 탈북 청소년의 정체성 혼란 문제는 사회적 적응과 부정적 측면에서 중요하다. 이들이 대한민국 국민으로서의 정체성을 재구성하고 우리 사회에 잘 적응하는 문제에 대한 연구(Cho, 2014; Cho, 2010; Choi & Cho, 2010; Lee, 2012)가 북한학과 인류학 분야에서 활발히 진행되고 있다.

교육계 역시 탈북 청소년들의 문화적, 교육적 차이를 인정하고 학교라는 문화 속에서 우리가 이들의 정체성을 확인하고 인정할 필요성이 제기된다. Nam(2013)은 탈북 학생과 남한 교사와의 만남을 ‘간문화적 교류’라 하고, 탈북 청소년들의 정체성 인정 의식이 진행될 수 있는 교육적 고려가 이루어져야 함을 주장했다. 탈북 청소년들의 문화 적응 스트레스(Koh *et al.*, 2010)는 학교 현장에서의 교육적, 인간적 배려로 완화될 수 있을 것이다. 무엇보다 탈북 청소년과 우리가 ‘공유할 수 있는 것’을 확인하는 것이 중요하다는 Kim(2009)의 의견에 전적으로 동의한다.

한 국가의 분단은 공유된 전통과 언어를 문화적 단절이라는 특수한 상황을 통해 다른 국가에는 없는 ‘탈북 청소년’이라는 소수 계층을 만들었다. 우리나라와 외국의 다문화 상황은 그 구조가 근본적으로 다르지만, 교육적으로 우위에 있는 절대 다수와 소외되는 여러 소수 계층의 갈등이 존재한다는 현실은 같다. 과학 교육의 측면에서 교육 소외 계층 문제의 원인을 찾고 이것을 사회적 문제로 이끌어내고자 하는 연구들은(Ainleya & Ainleyb, 2011; Basu, 2008; Boykin, 1986; Hodson, 1999; Jones *et al.*, 2007; Kurth *et al.*, 2002; Lawreanz *et al.*, 2001; Simpson & Parsons, 2009) 우리 사회의 탈북 청소년 교육에도 시사하는 바가 크다. 특히 미국 흑인들의 공통적인 문화 경험과 그들의 특성을 파악해 정신성(spirituality), 조화(harmony), 움직임(movement), 열정(verve), 감정(affect), 표현적 개인주의(expressive individualism), 공동체 의식(communalism), 구술성(orality), 시간의 사회적 측면(social perspective of time) 등의 9가지로 정리하고(Boykin, 1986), 이 특성들을 교육에 적용하고 활용하고자 한 연구(Simpson & Parsons, 2009)는 소수 집단의 차이에 대해 이해하고 이것을 교육적 적용으로 시도했다는 점에서 의미가 있다. Basu(2008)는 저소득, 소수 집단으로 특징지어지는 캐리비안 청소년들의 물리 수업을 통해 그들이 어떻게 ‘자신의 목소리’를 내는지에 주목했다. 그는 학생들의 목소리를 키우고 그것을 과학 교육 목표와 내용에 연결시키는 것이 그들의 과학 참여에 영향을 줄 것이라고 주장했다.

국내에서 이루어진 탈북 학생들의 과학 교육 입장에서 문제를 보고한 연구들은 먼저 이들의 과학 학습 결손을 지적한다(Kim, 2013; Kim *et al.*, 2012; Park *et al.*, 2014). 북한 과학 교육 과정은 우리와 많이 다르기 때문에(Kwon & Jang, 2004; Park *et al.*, 2014), 북한에서 배운 선행 지식으로 남한에서 학업을 따라가기 힘들다는 것이다. Noh & Oh(2013)은 초등학교 탈북 학생들이 남한 학생들에 비해 논리적 사고, 즉 인지적 능력이 떨어진다고 평가했다. 또한 탈북 청소년을 소외 계층 또는 다문화 배경의 하나로 보는 관점에서, 그들의 낮은 사회, 경제적 배경과 언어적 차이를 학습 부진과 직접적으로 연관시킬 수 있다(Kim, 2013; Kim *et al.*, 2012). 다른 다문화 가정 자녀들과는 달리 탈북 청소년들은 우리와 같은 언어를 쓰기 때문에 일상생활에서의 의사소통 문제가 전혀 없음에도 불구하고 언어 문제가 언급되는 것은, 과학 교육에

서도 언어가 중요함을 시사한다. Kim *et al.*(2012)의 연구에서는 순환 학습과 읽기 전략을 통한 과학 학습 프로그램을 통해 이들의 과학 개념 이해도를 향상시킨 바 있다.

이와 같은 연구들에서 탈북 청소년들의 학습 결손 원인으로 지적된 과학 개념, 언어, 과학적 경험의 부족 그리고 문화적 경험의 차이는 우리의 과학 교육 상황 하에서 이루어진 탈북 청소년들의 능력 평가 결과다. 남한과 북한은 과학 교육 목표(Park *et al.*, 2014)와 내용에서 뚜렷한 차이를 보이고 있고 북한에서의 과학 교육 동기는 남한의 것과 다르기 때문에 탈북 학생들의 과학적 태도는 남한 학생들과 다르다. Koh *et al.*(2010)의 연구에서 과학 교사들이 탈북 학생들의 용어나 개념에 대한 이해 부족과 실생활에서 과학적 사례를 접하기 어려운 경험이 부족하다고 지적했는데, 이것 역시 우리나라 과학 교육의 목표와 내용에 근거한 교사의 기대와 평가에 의한 것이다.

본 연구에서는 과학 교육 현장에서 탈북 학생들이 보여주는 본연의 과학 학습 특성에 초점을 두었다. 과학 학습에서 탈북 청소년들의 학습 의욕을 떨어뜨리고 개념 이해를 힘들게 하는 원인인 사회 문화적, 교육적 경험의 차이를 해소하고자 그들을 위한 과학 교육의 소재로 ‘공유할 수 있는 것’을 제공하고자 했다. 남한과 북한 청소년 모두에게 공통인 우리의 전통 문화 중 ‘앙부일구’를 활용한 과학 교육 프로그램이 단절된 두 문화 사이에서 다리 역할을 할 수 있을 뿐 아니라 우리의 정체성 확립에도 도움을 줄 수 있을 것으로 기대했다. 탈북 학생들에게 친숙한 내용을 활용한 과학 수업 환경에서 그들의 풍부한 경험과 생각을 드러낼 수 있기 때문에 그들이 가지고 있는 과학 학습의 특징을 잘 파악할 수 있고 나아가 그들을 위한 과학 교육적 배려를 위한 방향 설정에 도움을 줄 것으로 예상된다. 이를 위해 우리나라의 학생들과 비교하여 그들의 과학 학습 특성을 가능한 구체적이면서도 객관적으로 살펴보고자 노력했다. 본 연구에서 이루어진 과학 수업은 교사의 발문과 학생의 답변 위주로 진행되었고, 학생들이 주도적으로 수행하는 활동을 통해 학생 간의 활발한 상호 작용으로 이루어졌다. 이러한 과정에서 드러난 학생들의 사고를 분석함으로써 우리 과학 교육계에서 탈북 청소년들의 과학 학습을 더 본질적으로 이해할 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여 집단의 특성

본 연구는 과학 교육 현장에서 나타나는 탈북 청소년들의 과학 학습 특성을 다각도에서 이해하기 위해 그들의 인지 수준과 연령 측면을 고려하여 고등 과학 심화 집단, 초등 과학 우수아 집단과 비교했다. 이로써 탈북 청소년만을 연구 대상으로 할 때와 비교하여 객관적이면서 다양한 분석이 가능해졌다. 탈북 청소년 집단은 우리나라에서의 교육 경험이 많지 않고 기초 과학 개념 지식이 부족한 특성을 갖는다. 초등 과학 우수아 집단은 탈북 청소년들에 비해 연령은 어리지만 비교적 풍부한 과학 지식을 가지고 있어 탈북 청소년들과 과학 개념 지식 측면에서 비교, 논의될 수 있다. 고등 과학 심화 집단은 탈북 청소년 집단과 큰 과학 지식의 차이를 보이지만 연령대가 비슷하기 때문에 지식 외의 다양한 측면으로 비교될 수 있다. 탈북 청소년 집단의 경우 학교 교육 과정에서 다루는 과학 지식과 과학 경험은 부족하지만 학교

밖 일상생활에서의 경험이 비교적 풍부하다. 한편, 초등 과학 우수아 집단과 고등 과학 심화 집단은 모두 과학에 대해 많은 관심을 가지고 있고, 우리나라 과학 교육에 비교적 잘 적응하고 있는 학생들이다. 따라서, 이들에게 우리 과학 교육의 모습이 전형적으로 나타날 것으로 예상되기 때문에, 두 집단과 탈북 학생들의 과학 학습을 비교함으로써 탈북 학생들의 과학 학습의 특성이 더욱 분명해졌다.

가. 탈북 청소년 집단

서울 소재 대학에서 주관하여 서울특별시 탈북 청소년 대안학교 학생들을 대상으로 이들 간의 과학 캠프가 진행되었고, 총 네 반으로 나누어져 58명의 탈북 청소년이 참여했다. 참여한 탈북 학생들은 여학생 31명, 남학생 27명으로 17~26세까지의 연령으로 구성되었는데, 20대 학생들이 대부분이었다. 대안 학교에서 구성한 학급 그대로 학습 단계에 따라 4개의 반으로 나누어져 이들 동안 오전과 오후로 1회씩 2시간 30분 동안 진행되었다. 같은 대안학교에서 온 탈북 청소년들은 활발하고 적극적인 분위기를 드러냈다. 학교 밖으로 나와 새로운 내용의 과학 수업을 한다는 것이 이들을 더욱 들뜨게 했다. 수업 전 학교 담당 교사에게 들었던 대로 탈북 청소년들은 교사에 대한 신뢰와 존중이 크다는 것을 금방 느낄 수 있었다. 학생들끼리도 돈독한 관계를 유지하며 상호 배려하여 처음 만나는 교사에게도 낯설기보다는 친근하게 대했다. 비슷한 경험을 공유한 학생들끼리 모여 있어서 대부분 밝고 솔직한 태도를 보였고, 자신의 북한과 중국에서의 경험을 서슴없이 말하기도 했다.

수업 전 학생들을 인솔하고 온 담당 교사와 함께 학생들의 배경에 대해 논의했는데, 이 학생들은 개인차는 있지만 우리나라에 입국한 이후 교육받은 시간이 짧고 입국 과정에서의 공백도 있어 남한의 또래 학생들에 비해 학습 수준이 매우 낮고 과학은 “초등학교 수준 또는 그 이하”라고 했다. 연구진의 관찰 결과도 교사의 설명에 부합했는데, 이 학생들이 체계적 과학 지식을 가지고 있지 않음을 알 수 있었다. 일부 학생들은 상식 수준의 과학 지식을 가지고 있기도 했고, 책을 많이 읽은 학생도 몇 명 있었다. 이들이 가진 과학 지식은 우리나라의 과학 교육이 아닌 북한에서 학교 교육 초기에 받은 과학 교육과 가정에서 형성된 것이 대부분이다. 탈북 과정 동안의 교육 공백이 컸던 반면 이들은 풍부한 생활 경험을 가지고 있다. 북한에서 생활할 때 교실에서 학습하기보다는 생계를 위해 산이나 들로 일을 나가는 경우가 많았기 때문에, 자연 속에서 자연스럽게 형성된 경험과 지식을 과학 수업 과정에서 많이 드러냈다. 수업 중에 양부일구에 대한 정보를 접한 경험을 묻자 대부분의 학생들이 듣고 본 적이 있다고 답했다. 그들이 양부일구에 대한 경험한 것은 우리나라에 들어온 후 학교에서 단체로 문화 명소들을 탐방한 경험이다.

연구진은 수업이 진행되는 과정에서 편안한 분위기를 형성하고자 최대한 노력했고, 그들의 생각을 알기 위해 발문을 많이 활용했다. 본 연구에 참여한 탈북 청소년들은 활발하고 편안한 태도로 자신들의 생각과 경험을 있는 그대로 많이 표현했다. 수업에 참여한 탈북 청소년들의 연령은 다양했지만 비슷한 학습 수준과 경험을 공유했기 때문에 우리나라의 청소년들이 보여주는 것과 마찬가지로 적극적인 학생과 소극적인 학생, 더 많이 아는 학생과 발표를 잘하는 학생, 활동과 분위기를 주도하는 학생 등의 특징들이 그대로 드러났다. 또한 이들 중

특히 과학을 좋아하고 관심을 보이는 학생들이 적극적이었으며, 이미 졸업반이라 대학과 진로가 정해진 상태임에도 불구하고 새로운 과학 지식에 흥미를 느끼며 열심히 필기하는 학생들도 눈에 띄었다. 무엇보다 수업 초반에 양부일구를 들어본 적이 있느냐는 질문에 대부분의 학생들이 알고 있다고 답하며 전신된 위치까지 말하여 자신감을 보이면서 활발한 수업을 시작할 수 있었다.

나. 초등 과학 우수아 집단

이 집단은 서울 소재 대학 영재교육원의 초등 과학 영재로 선발된 5~6학년 20명으로 구성되었다. 남학생 13명, 여학생 7명이며, 대부분 6학년 학생들로 이루어졌다. 영재 교육 외에도 학교 밖 교육 경험이 많았고, 가족들과 문화 경험을 많이 해서 여러 방면으로 지식이 많다. 이 초등 과학 우수아 집단은 전형적인 우리나라의 과학교육을 받은 집단이다. 이들의 학교 밖 교육 경험은 남한의 과학 교육과정과 연관성이 높은 과학관, 과학 캠프, 대학교 내 과학 프로그램이 대부분이다. 연령대가 탈북 청소년 집단보다는 훨씬 낮지만 과학 지식과 과학적 사고 측면에서 뒤처지지 않을 것으로 예상되었다. 그들의 과학적 지식과 사고는 남한의 과학 교육과정에서 형성되었고, 이들은 학교 밖 경험보다는 학교 과학 경험에 익숙하다. 일상생활과 관련한 지식과 경험들도 직접 경험한 것이라기보다는 독서나 강의 등을 통해 간접 경험한 것이 많다. 초등 과학 우수 학생들은 이들이 속한 집단에서도 성실하고 과학적인 재능이 많은 집단으로, 실제로 본 프로그램에서도 우리나라 과학 교육에서 지향하는 과학 지식과 과학적 태도를 많이 드러냈다. 이들은 면담에서 과학 활동 중 실험, 손으로 하는 활동을 좋아하고 앞으로 영재 수업에서도 그런 경험이 더 많기를 희망할 만큼 활동 위주의 과학 수업을 좋아했다. 또한, 이 학생들은 모두 적극적으로 발표했는데, 교사의 질문과 동시에 거의 한 사람도 빠짐없이 손을 들고 자신의 생각을 길고 다양하게 표현했다.

다. 고등 과학 심화 집단

이 집단은 총 두개의 반으로 서울특별시 소재 자율형사립고등학교 과학중점고등학교 1, 2학년의 고등과학심화반 또는 대학 부설 과학교실에 선발된 학생들이다. 1학년 반 학생들은 서울특별시 소재 대학에서 진행되는 과학 비교과 활동 프로그램에 참여했던 여학생들이다. 이들은 서울의 과학중점고등학교와 자율형사립고등학교 학생들로 교사 추천을 받아 선발된 고등학교 1학년 학생들이다. 이들의 선발 기준은 자기 소개서와 교사 추천서를 근거로 한 과학에 대한 열정과 성실성이었다. 한 학교당 1~4명의 학생들로 총 5개 학교에서 선발되었다. 이 학생들은 전반적으로 성실하고 수업 태도가 좋았지만 참여도에 있어서는 다소 소극적이었다. 2학년 반 학생들은 서울특별시 소재 자율형사립고등학교에 재학 중인 2학년 이과반 학생들로 매 주말마다 서울 소재 대학에서 진행되는 과학 심화반 수업에 참여하고 있었다. 여학생 6명, 남학생 14명으로 구성되었다. 이 학생들 역시 스스로 과학 심화반에 신청해 들어갈 만큼 과학에 대한 관심과 열정이 높았지만, 학생들의 수업 활동 참여도는 적극적이지 않았다. 이 집단은 탈북 학생들과 연령이 비슷한 집단으로 탈북 학생들의 과학 학습 상태를 더 객관적으로 파악하기 위해 본 연구에서 함께 분석되었다.

2. 앙부일구 프로그램 개발

가. 앙부일구 프로그램 개발 과정

본 연구에 적용된 앙부일구 프로그램은 전통 과학 소재로서 한국 전통 과학과 서양 과학 개념을 아우르는 교육프로그램을 목표로 개발되었다. 앙부일구는 한국의 전통 과학 지식을 포함하고 있는 우리의 과학 문화 유산 중 과학적 지식 측면에서 가치가 있는 교육 소재다. 프로그램 개발에 앞서 동서양의 천문 분야 과학사와 실험·활동 관련 연구들을 추출하여 분석했다. 프로그램 개발의 전 과정에서 과학 교육 전문가 1인과 과학 교육 프로그램 개발 팀의 연구진 5인이 함께 참여했다. 1차 앙부일구 프로그램은 앙부일구의 역사적 측면과 과학 활동의 중요성을 고려하여 개발되었고, 초등학교와 고등학교 4개 집단에 적용되었다. 이 적용 시의 수업 관찰과 분석 결과를 토대로 수정, 보완되어 2차 프로그램이 개발되었고 한 고등학교 집단에 적용되었다. 이후 몇 가지 의미 있는 발문을 추가하고, 수업의 효율성과 질의 향상을 위한 부분들이 보완되어 3차 프로그램이 개발, 4개의 집단에 추가로 적용되어 수정되는 과정을 거쳐 4차 앙부일구 프로그램을 완성했다. 이 앙부일구 프로그램은 과학 활동의 중요성을 크게 인식하고 교육과정과의 연계를 고려한 것이 특징이다. 또한 수업 중 교사가 학생들의 생각을 이해하기 위한 의미 있는 발문들을 포함하고, 각 집단의 과학 지식의 수준에 맞추어 적용할 수 있도록 설계했다. 본 연구에 참여한 세 개 집단들에게는 앙부일구 3, 4차 프로그램이 적용되고 분석되었다.

나. 앙부일구에 포함된 지식의 구조

본 연구에서 개발된 앙부일구 프로그램에 포함된 학습 영역은 크게 4가지로 나누어 볼 수 있다(Table 1). 의미 있는 발문, 일상생활 지식, 역사·문화적 지식, 학교 과학 지식인 서양 현대 과학(western modern science: WMS) 지식 등이 그것이다.

먼저 ‘의미 있는 발문’에서는 ‘시간의 의미’에 대해 생각함으로써 ‘해시계로서의 앙부일구’에 대해 고민하고 평소에 생각하지 않았던 과학과 인간의 관계에 대해 생각할 기회를 가진다. 이런 의미 있는 고찰을 통해 우리가 과학을 지식으로 받아들이기 전에 우리가 갖는 과학에 대한 생각, 선호 그리고 가치관을 표현할 기회를 만들어주고 내가 가진 과학을 바라보는 태도를 표현할 수 있게 한다. 특히 과학사 관련 수업이기 때문에 이러한 의미 있는 질문들을 활용할 다양한 논의가 쉽게 이끌어 질 수 있다.

다음으로 앙부일구는 일상생활 지식과 자연스럽게 연결된다. 시간이라는 개념은 인류의 역사와 함께 시작되었고, 인류는 오랫동안 시간과 함께 생활해 왔기 때문에 시간에 대한 생각은 상식인 동시에 인류의 축적된 지혜를 나타낸다. 예를 들어, 우리가 과학으로서 정답을 얻을 수 있는 ‘밤과 낮이 생기는 이유’에 대한 생각은 교육을 받은 사람이면 누구나 쉽게 아는 상식이고 ‘시계가 없이 시간을 아는 방법’은 정답이 없는 이론적 지식이나 경험이 풍부하면 더 잘 알 수 있는 인류의 지혜다. 앙부일구 프로그램에서는 이러한 일상생활 지식이 앙부일구의 원리를 이해하는데 필수 요소가 된다. 또한 앙부일구 프로그램에서 배운 지식들을 일상의 지식으로 활용하는 것도 가능하다. 계절과 계절의 변화에 따른 밤과 낮의 길이 변화, 24절기, 빛과 그림자의 방향 등의

Table 1. Contents of Angbuilgu knowledge

Category	Contents
Meaningful questions	Why we need the watch in our life?
	What is the strong point of Angbuilgu?
	What is the weak point of Angbuilgu?
Everyday life knowledge	Why King Sejong makes Jang Yeong-sil to invent the Angbuilgu?
	If you were Jang Yeong-sil, what would you make?
	How to know the time without a watch?
	When the sun is highest in the sky?
	Why is the sunrise time changed everyday?
Historical & cultural knowledge	The reason of changing day and night
	The principle of light and shadow
	The equinoxes and solstices the middle of a season
	Meaning of Angbuilgu
	Life story and achievements of scientist Jang Yeong-sil
WMS knowledge	Jang Yeong-sil and King Sejong story in the Chosun Dynasty
	12 animal system and Korean traditional time system.
	24 seasonal divisions of Korea
	Historical background and structure of Angbuilgu
	Principle of the earth's revolution and rotation
WMS knowledge	The standard time and the solar time
	The location of sunrise at the equinoxes and the solstices
	The movement of sun during a day at the equinoxes and the solstices
	The solar altitude at meridian passage at the equinoxes and the solstices
	The latitude of Korea
	The angle of earth rotation axis
	The structure of the celestial sphere

일상생활 지식들이 앙부일구 활동에 활용된다.

셋째, 앙부일구는 한국의 광범위한 역사·문화적 지식을 포함한다. 우리 고유의 해시계로서 앙부일구의 의미, 발명이 장영실, 세종대왕 등의 역사적 배경을 알아야 한다. 앙부일구에 대한 정확한 과학적 이해를 위해서도 앙부일구가 어떠한 배경에서 어떠한 목적으로 만들어졌는지 파악할 필요가 있다. 앙부일구는 12지신과 24절기로 표현되는 우리나라 전통 시간과 날짜 체계를 담고 있다. 학생들은 이러한 시간과 날짜 체계가 생소하지만 앙부일구의 시간을 정확히 읽어내기 위해 이 체계를 알아야 함을 이해하게 된다. 또한 이는 우리 조상들의 시간 개념과 생각을 이해하는데 도움을 준다. 결과적으로 우리 조상들에게 시간과 시계가 어떠한 의미였는지 알게 되어 우리 고유의 문화에 대한 이해의 폭이 넓어질 것이다.

마지막으로 앙부일구의 원리에 포함된 과학 지식은 학교 과학 교육에서 배우는 WMS 지식과 밀접하게 연관된다. 이는 앙부일구를 학교 과학 교육에 자연스럽게 연결될 수 있는 과학 교육 소재로서 전통 과학의 가능성을 시사한다. 학생들이 서양 과학 소재가 아닌 우리 문화 유산인 앙부일구를 통해 WMS 지식을 학습하면서 한국 전통 과학의 과학성을 자연스럽게 인식하고, 한국 전통 과학에 자부심을 느끼며 더욱 긍정적인 시각을 형성할 수 있다.

다. 앙부일구 교육 프로그램의 흐름

본 연구진이 개발한 앙부일구 교육 프로그램은 총 2시간 30분에 걸쳐 진행되는데, 앙부일구의 과학적, 사회적 개념과 의미를 생각해 보는 것으로 시작한다. 학생들에게 던지는 이러한 질문은 열린 탐구로 수업 후반부의 창의적 마무리와 연결된다. 해시계를 학습함에 앞서

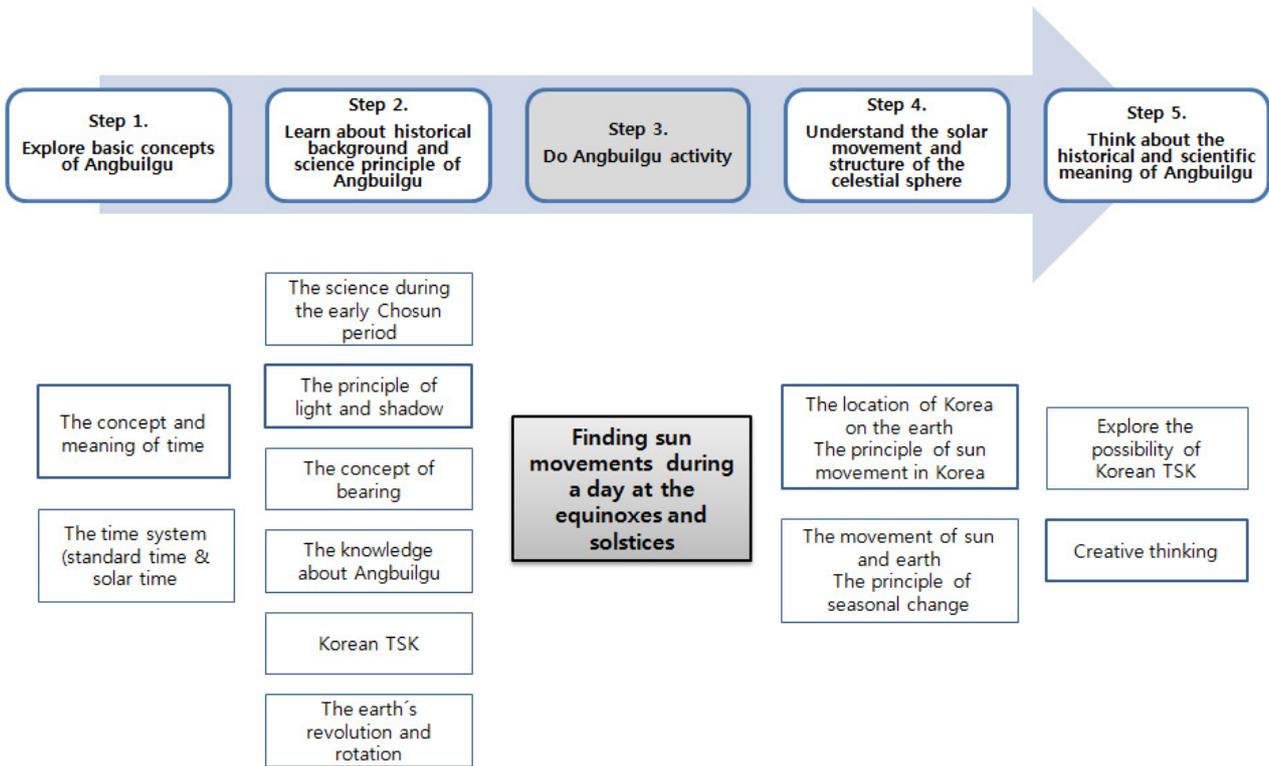


Figure 1. Learning process of Angbuilgu program

Table 2. Participants

Student Group	North Korean defector students				Elementary science gifted students		High school students in advanced class	
	Class	1	2	3	4	1	1(female only)	2
Number of students		15	14	15	14	20	14	20
Total		58				20	34	

우리가 현재 쓰는 시간 체계인 표준시와 해시계를 이용한 태양시의 차이에 대해서 소개한다. 수업은 크게 세 부분으로 나뉜다. 가장 먼저 양부일구와 관련된 기본 과학 개념을 미리 정리하고 넘어가는 것이 필요하다. 조선 전기의 과학 활동 배경, 그림자의 원리와 특성, 지구 위에서의 방위 개념, 양부일구 자체에 대한 배경 지식, 12지와 24절기와 같은 한국 전통 과학 지식, 그리고 지구의 자전과 공전 등의 기본 과학 개념을 소개한다. 무엇보다 그림자의 원리와 특성, 방위 개념, 12지와 24절기에 대한 충분한 이해와 지식이 없으면 이후 양부일구 활동을 수행하기 어렵다. 이런 과학 개념들은 활동과 정리 과정에서 중요하게 다루어지므로 수업 시간 내내 상기시킬 필요가 있다.

다음에는 본격적인 양부일구 실험 활동이 시작된다. 학생들이 4명씩 모둠을 이루어 주어진 탐구 문제를 해결해야 한다. 학생들은 모형 양부일구와 투명 반구, 손전등 등의 재료를 활용한다. 양부일구 위에 그려진 시각선과 절기선을 따라 손전등을 움직이며 동지·하지·춘추분에서의 태양 이동 경로를 추적한다. 양부일구 위를 덮은 천구를 의미하는 투명 반구 위에 네 절기에서의 태양 이동경로 선을 그리면 주어진 탐구 문제를 해결할 수 있다. 이후 실험 활동을 통해 나온 결과를 더욱 확장시키는 기회를 갖는다. 각 태양 경로에서의 남중고도를 각도기로 재어보고 실제 남중고도와 비교해 그러한 결과가 나온 이유를 생각한다. 다만, 이 과정은 관련 학습이 이루어지지 않은 초등 과학 우수아 집단이나 탈북 청소년 집단에서는 대략적인 발문으로 대체되었고, 나

머지 집단에서는 남중고도를 정확하게 계산해 보는 활동으로까지 이어졌다. 이 때 앞에서 확인한 방위 개념이 중요하다. 이 활동에서는 우리나라의 위치와 태양 일주운동의 원리, 태양과 지구의 운동과 계절의 변화와 같은 과학적 개념들과 자연스럽게 연결된다. 마지막 정리 단계에서는 양부일구에 대한 장점과 단점, 그리고 그것의 과학적·역사적 의미를 생각한다. 자신의 생각들을 자유롭게 이야기하면서 학생들의 발산적 사고와 과학을 바라보는 태도를 다시 한 번 드러낸다. 이 때 수업 도입부에서 언급한 시간과 시계에 대한 학생들의 초기 개념과 연결된다(Figure 1).

3. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 탈북 청소년과 그들의 특성을 고려하여 비교할 만한 두 개 집단을 대상으로 자료를 수집했다(Table 2). 탈북 청소년 집단의 경우 4개 반의 총 58명 학생들을 대상으로 각 2시간 30분씩 수업을 진행했다. 다른 집단도 1~2개 반으로 2시간 30분의 양부일구 교육 프로그램을 적용했다. 분석 자료는 양부일구 수업 촬영 전사 자료, 학생 활동지, 면담 등이 포함된다. 탈북 청소년의 경우 수업 전 학교 담당 교사와 만나 학생들의 특성에 대해 자문을 구했다. 양부일구 교육 프로그램을 개발한 연구진 중 한 사람이 모든 수업을 진행했다. 이들 분석 자료는 녹화된 수업 관찰 자료였는데, 본 연구에서 개발한 양부일

구 교육 프로그램에 많은 교사의 발문과 학생 주도 활동이 포함되어 학생들의 사고를 파악할 수 있었기 때문이다.

본 연구는 한국 전통 과학 지식을 이용한 탐구와 실험을 중심으로 설계된 과학 수업의 상황 속에서 연구 참여자가 드러내는 인지적, 태도 측면의 특징을 보고자 한 사례 연구다. 분석 대상은 탈북 청소년과 두 비교 집단으로 각 집단에게는 동일한 주제의 프로그램이 독립적으로 적용되고 분석한 복수 사례 연구(사례 통합) 기법을 사용했다. 특히 본 연구에서 초점을 둔 탈북 청소년들의 특성 파악에 객관성과 통찰력을 주고자 비교 집단들의 사례는 서로 분리되어 시행되고 분석되었다. 모든 사례들은 귀납적으로 분석되었고 그 특징들을 각 사례별로 서술 형태의 20~30개 목록을 만들었다. 이렇게 독립적으로 얻어진 세 집단의 분석 자료는 하나의 큰 틀로 통합되었다. 이 통합적 틀은 사전 지식(과학 지식과 경험 지식을 포함), 언어와 표현적 특징, 태도 특징으로 구분된다. 이 틀은 집단 간의 유사성과 차별성을 파악하기 위해서 사용되었다. 집단 간 비교와 대조를 통한 특징들은 선행 연구 등에서의 연구 결과와 여러 번 비교되고 확인되었다. 이런 과정을 통해 각 집단들을 대변할 수 있는 특징들을 수집했다.

각 집단에서 드러난 특징들 중 의미 있게 발견된 결과들을 중심으로 진술되었다. 결과는 탈북 청소년들의 배경적 상황의 중요성을 고려해 사전 과학 지식, 경험 지식, 언어와 표현적 특징, 과학에 대한 태도를 중심으로 논의되었다. 또한 이러한 결과들이 ‘어떻게’, ‘왜’ 드러났는가에 대한 설명과 설명의 맥락적 이해를 위해 상세한 해석적 관점과 풍부한 근거 자료를 제시하고자 했다.

III. 발견한 내용 및 논의

1. ‘시간의 과학적 의미’의 재고찰을 통해 드러난 학생들의 경험

수업 초반에 학생들에게 ‘시간’이라는 개념에 대해 몇 가지 발문했다. 예를 들어, “시계가 없을 때 우리는 어떻게 시간을 알 수 있을까?”, “시계가 우리 생활에 왜 필요할까?” 등의 발문에 대해 학생들이 자유롭게 답변했다. 학생들은 자신이 가지고 있는 과학적, 사회적 산물로서의 시간의 의미에 대해 재고찰 할 수 있는 기회를 가졌다. 사회·문화적 배경, 학력 수준, 사전 경험 등이 다른 세 개의 집단은 예외 없이 시간을 태양과 가장 먼저 연관시켰다. 이 수업의 주제가 해시계인 ‘양부일구’라는 점이 이런 생각에 영향을 주었거나, 시간이 해의 움직임과 밀접하게 관련이 되어있기 때문에 자연스럽게 이런 반응이 나타난 것으로 추측된다. 세 개 집단 모두 “답이 오는 것을 듣고 시간을 알 수 있다”, “농사, 규칙적인 생활 등을 위해서 시계가 필요하다” 등을 언급했다. 이와 같이 세 개 집단 모두 시간에 대해 비슷한 생각을 가지고 있음과 동시에 집단마다 이를 표현하는 방식이나 바라보는 관점 등에서 많은 차이를 보였다. 먼저, 탈북 청소년들에게 시간 개념은 생활 속에 녹아 있고, 자연 그 자체다. 탈북 청소년들은 사전 경험과 지식, 과학 개념의 이해도 등 여러 가지 측면에서 비교 집단들과 크게 차이난다. 시간에 대한 의미 있는 질문으로 수업을 시작하면서 이들은 수업 전반부부터 활발하게 답변했다. 이는 그들에게 태양과 그림자의 시간은 과학 지식이기 보다 생활 속의 경험이기 때문이다.

이순*: 그림자, 그림자를 이용해서 알 수 있잖아요. 옛날 사람들이 그림자가

어딜 비추는지 대충 그 시간을 알 수 있잖아요.

최유*: 아까 제가 말했듯이 그림자가 이렇게 해가 가는 방향에 따라서 그림자가 변하니까.

교사: 아, 그림자도 해가 가는 방향에 따라서 변하기 때문에. 실제로 그렇게 해서 시간 알아 본 적 있어요?

학생들: (크게) 있어요!

(탈북 청소년 1반 수업 중)

최지*: 해보고 알아요. 중심에 있으면 점심 시간이에요. 조금 가면 두세 시.

교사: 그럼 본인도 해를 보고 어느 정도 다 이렇게 알아요?

최지*: 네.

교사: 그럼 이렇게 해를 이용했던 경험 있어요?

최지*: 네 많아요. 고향에 있을 때요. 저희는 시계 없어도 해보고 알았어요.

허진*: 네 근데 대부분 맞아요.. 시간이 몇 분 차이다.

교사: 어. 시계가 왜 없었어요?

최지*: 그런데 집에 있으면 아는데 저희는 대부분 집을 떠나서 밭에, 아니면 산에 가면 시계 없거든요. 그러면 해를 이용해서 시간을 알고 그랬어요.

(탈북 청소년 3반 수업 중)

문경*: 나뭇가지 꽃아놓으면 보여요. 산에 가서 나뭇가지 꽃아놓으면.

교사: 어, 진짜 그렇게 본적 있어요?

문경*: 네. 나뭇가지 꽃아 놓고서 할 일 다 하고 와가지고 그림자가 뭘..작아졌나 커졌나. 그런 거 보면.

보조 교사: 1조에도 해 본 학생 있대요.

황정*: 해 본 건 아니고요. 산에 가세요. (나무하러 갔을 때) 시계가 없을 때. 나무하러 산에 가서 나뭇가지는 항상 하던 자리니까요. 그래서 하던 자리니까 거기서 보잖아요. 그러면 해지는 방향으로 나무 그림자가 돌아가거든요..

(탈북 청소년 4반 수업 중)

모든 탈북 청소년 반에서 태양과 그림자로 시간을 경험한 이야기가 나왔다. 이 학생들은 시계가 없이 하루를 생활한 경험이 많기 때문에 하루 동안의 태양 움직임으로 시간의 흐름을 읽은 경험이 있다. 그것의 과학적 기준이 정확하던 아니던 또는 그것을 과학적으로 얼마나 잘 설명할 수 있는지 여부와 관계없이 이들의 경험은 매우 생생하고 구체적이다. 심지어 그림자로 시간을 보는 방법을 교사에게 설명한 학생도 있었다.

홍금*: 일상적으로 저희가 시간을 추정하려면 겨울하고 여름에 낮, 일교차가 심하잖아요. 그런데 그걸 대략적으로 볼 때, 여름에는 대략 아침 다섯 시에 (해가) 수평선에 뜬 것을 계산하고, 그 다음에 지는 시간 서쪽, 산, 그 쪽에 맞춰서 뜨는 시간에 맞춰서 대략 짐작할 수가 있어요.

(중략)

그런데 기준, 기준이 정확해야 되요. 저희가 산에 가서 길을 잃잖아요. 길을 잃었을 때, 물길 타는 거. 편평길에서 잃었을 때, 그림자가 생길 때, 어느 방향인지, 시간을 알아야 하잖아요. (펜으로 막대기를 세우며) 이렇게 잡으면 이렇게 생길 수 있고, 이렇게 잡으면 이렇게 생길 수 있고. 그러니까 기준을 잘 알아야 되는데. 아리까리합니다.

(탈북 청소년 1반 수업 중)

생활 속에 녹아 있는 시간을 이용하는 탈북 청소년들이 시간이라는 개념을 보는 관점은 바로 ‘자연’이다. 이들은 여러 가지 자연을 언어로 표현하여 시간을 이야기했다. “닭이 우는 아침이나 보름달이 뜨는 날, 온도로 시간을 알 수도 있다”, “아침 이슬이나 저녁에 우는 개구리 소리도 시간을 말해준다”, “해를 따라 다니는 해바라기”, “민들레를 보고 날씨를 알 수 있다” 등 다양한 자연물들을 이용한 예들을 언급했다. 이는 이들에게 익숙한 시간의 소재들로 다른 집단과 달리 시간의 소재들이 선행 지식으로부터가 아닌 경험으로부터 나온 것이라는 점이 주목할 만하다. 이들에게 시간이라는 개념은 인간이 개념적, 논리적으로 정해 놓은 과학적인 것이 아니라 태양의 주기에 따라 순환하는 자연의 모습에 내재되어 있는 자연 그 자체임을 알 수 있다. 이러한 특성이 과학적인지 여부는 판단하기 어려웠다. 심지어 교사가 확인 불가능한 사실에 근거하여 시간과 연계하는 학생들도 있었다. 다음과 같은 예는 탈북 청소년들이 시간에 대한 개념을 본능적으로 자연 속에서 찾으려 함을 드러낸다.

최지*: 저희는 꽃 가지고도 시간을 알았어요. 이렇게 꺾어가지고 막 떨어지면 몇 시라는 게 나오거든요?

교사: 어떤 꽃이요?

최지*: 시계꽃이라고 저희 고향에 있었어요. 맞더라고요.. 거의 그 꽃이.
(탈북 청소년 3반 수업 중)

한편, 비교 집단들에서는 시간의 의미가 조금씩 다르게 나타났다. 비교 집단들 사이에서도 그 연령과 특성에 따라 다른 양상을 보였다. 먼저 초등 과학 우수아들에게 시간에 대한 질문은 다양한 과학적 이론 지식과 상상력을 담을 수 있는 기회가 되었다. 이 집단은 과학에 대한 열정과 지식이 커서 모든 활동과 수업에서 가장 많이 발표하고 길게 이야기하는 특성을 보였다. 이들은 교사의 질문에 대해 자신이 알고 있는 다양한 지식을 활용해 하고 싶은 말을 충분히 표현했다. 이들에게 시간에 대해 질문했을 때, “해가 가장 위에 올라와 있을 때, 그림자 길이가 짧아지면서, 그림자의 길이를 보면서 시간이 얼마나 지났는지 알 수 있다” 식의 태양과 그림자에 대한 원리를 언급하면서 대답했다. 또한 “생체 시계를 활용해 시간을 알 수 있다”는 등 다양한 과학 지식을 활용해 답변하기도 했다. 특히, 이들은 상황 설정을 근거로 답변하기도 했는데, “우리는 시계가 없을 때 어떻게 시간을 알 수 있을까? 만약 무인도에 있다면 말이에요?”라는 교사의 질문에서 ‘무인도’라는 상황 설정에 몰입했다. 이들의 다양한 상상과 창의력은 이런 상황 설정에서 잘 드러났는데, 다음은 이들 초등 과학 우수아 학생들이 무인도라는 설정에서 상상력을 발휘해서 대답한 사례다.

오형*: 선생님, 질문 있는데요. 그런데 북극 같은데 가면 언제든지 계속 밤이 되고 언제 동안은 계속 낮이 되는데, 그러면 하루가 얼마만큼 되는지 알 수가 없을 것 같은데요. (중략) 무인도에 갔을 때에는 먹고 살기 위해서 뭔가를 심을 거 아니에요. 심으면 그 심은 게 나중에 걸리는 시간 같은 거를 측정해서 후에 그 (자료를 이용해서) 다음에는 그것을 맞춰 가지고 심거나 기를 수 있기 때문에 (시간을 알 수 있게 되요).

육경*: 무인도에서 만약에 자기가 수렵을 하러 가거나 목재를 구하러 갔을

때 시간이 너무 늦은 후에 가면 해가 떨어져서 너무 어두워지고 집으로 돌아올 수 없으니까 낮에 먼저 활동을 할 수 있어야 되니까 그때 시계가 필요해요.

김재*: 그런데, 무인도에 갔는데 시간을 알 필요가 있을까요?

(초등 과학 우수아반 수업 중)

초등 과학 우수아 집단이 풍부하게 가지고 있는 사전 경험은 이전의 학습, 독서, 박물관이나 과학관 견학 등에서 근거한 지식 위주의 경험이었던 반면, 탈북 청소년 집단이 활발하게 답변한 사전 경험은 그들의 실제 삶에서 근거한 생활 지식 위주의 경험이었다. 반면, 남한에서 교육을 받은 고등 과학 심화 집단 학생들에게 시간의 의미는 이론적 지식의 재생산이다. 그들은 10학년까지의 학교 과학 교육 과정에서 ‘계절의 변화’와 ‘태양계와 지구의 운동’ 등의 관련 단원들을 이미 학습했다. 학생들마다 관련 과학 개념 지식 정도는 차이가 있지만 이들의 연령, 학력 수준에서 이러한 발문을 통해 드러나는 그들의 경험적, 실제적, 창의적 지식 정도는 탈북 청소년 집단과 초등 과학 우수아 집단보다 낮았다. 이 집단 학생들의 답변에서는 시간을 아는 방법에 대한 다양한 측면의 고려가 부족했다. 이들은 쉽게 ‘그림자의 길이’, ‘해가 떠 있는 위치’, ‘달이 뜨는 모양’을 설명할 수 있기 때문이다. 그러나 그들이 쉽게 답변한 과학 지식들이 일상생활에서 쉽게 사용할 수 있는 실재적 지식을 의미하지는 않는다. 다음에 소개된 예들은 이 집단 학생들의 답변이 그들이 배운 이론적 지식의 재생산일 뿐 이러한 지식을 활용할 능력이 있는지 여부를 의심하게 한다.

이승*: 태양

교사: 태양, 어떻게요?

이승*: 보고 알아요.

교사: 어떻게? 보고 알 수 있어요?

이승*: 네, 알 수 있어요.

교사: 본인도 태양 보고 몇 시 인지 알 수 있어요?

이승*: 아니요. 전 모르죠. (하하)

교사: 대략적으로라도?

이승*: 대략적으로는 알 수 있을지 몰라요.

(고등 과학 심화 2반 수업 중)

이승*은 시계가 없어도 태양을 보면 시간을 알 수 있다고 자신 있게 대답했다. 그러나 어떤 방법으로 알 수 있는지, 자신이 그 지식을 활용할 수 있을지에 대해서 확실하게 알지 못했다. 그가 태양으로 시간을 알 수 있다고 한 답변은 자신이 실제로 이해하는 방법이 아닌 이론적으로 가능하다고 배운 방법일 뿐이다. 이들은 태양이 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지고, 한 시간에 약 30도씩 움직인다는 것도 알고 있지만 그것을 일상 경험에서 활용해 본 적이 없다. 정은*은 달을 활용해 시간이나 날씨를 알 수 있다는 나름의 방법을 말했다. 그러나, 이런 생각 역시 ‘몇 날 몇 일에 달이 어디서 어떤 모양으로 뜬다’는 정보를 가지고 있어야 한다는 전제를 갖는다. 이와 같이 이 고등 과학 심화 집단의 학생들은 학교에서 배운 과학 지식을 이용해 사고하려는 경향이 컸다.

2. 과학을 바라보는 학생들의 태도

양부일구 수업 과정에서 포함된 몇 가지 질문들, 예를 들어, “시계가 우리 생활에 왜 필요할까?”, “양부일구의 장점과 단점은 무엇일까?”, “세종 임금은 장영실에게 왜 양부일구를 만들도록 했을까?”, “내가 장영실이라면 어떤 시계를 만들고 싶은가?” 등의 질문들은 학생들이 가지고 있는 사전 지식과 경험을 드러내기도 하지만 학생들이 생각하는 과학에 대한 인식을 짐작할 수 있게 한다. 즉, 학생들의 답변에서 그들이 생각하는 이상적인 과학의 모습이나 선호하는 과학의 발전 방향, 삶과 사회에서 중요하게 생각하는 것, 선호하는 과학의 가치가 담겨있고 이 모든 것에는 그들의 과학을 바라보는 태도가 드러난다. 이 과정에 대한 분석은 모든 의미 있는 질문들의 답변으로부터 도출되었다. 시계가 우리 생활에 필요한 이유에 대한 학생들의 답변 중 “시간 약속을 지키기 위해서, 농사를 짓기 위해서 시계가 필요하다”고 한 것은 일반적으로 통용되는 시계의 필요성을 인지하고 있기 때문이고, 이 수업의 주제인 양부일구의 특성을 고려했기 때문일 것이다. 양부일구에 대해 “쉽게 시간을 볼 수 있다”, “시간과 절기를 모두 알 수 있다”, “배터리가 필요하지 않다” 등의 장점뿐만 아니라 “해가 없을 때는 시계를 볼 수 없다”, “무겁고 휴대가 불편하다” 등의 단점도 많이 언급했다.

탈북 청소년 집단에서는 이런 질문에 대해 더 다양한 답변이 언급되었다. 그들은 양부일구와 시간에 대해 과학 이외의 측면에서 다각도로 고려했다. 또한 이 집단에서는 인간에 대한 배려 측면을 찾아 볼 수 있었다. 양부일구의 단점을 언급할 때 “앞을 못 보는 사람들에 대한 이야기”를 여러 번 되풀이했다. 탈북 청소년 남학생은 “내가 만들고 싶은 시계”로 “곤충을 이용한 시계”를 제안했다. “개미가 이렇게 물에서 나왔다 들어가면 비가 온다던지, 그런 곤충들의 생활을 이용해서, 사람이 곤충을 애원용으로 기르면 되니까”라며 곤충의 자연적 본능을 이용한 방법을 설명했다. 이와 비슷한 자연을 이용한 시계 이야기는 비교 집단들에서도 볼 수 있었는데, 고등 과학 심화 집단에서 이야기한 “식물의 굴광성을 뽑아내어 만든 시계”나 초등 과학 우수아 집단에서 이야기한 “밀물과 썰물을 활용한 시계”가 그것이다. 그러나 이것이 자연의 성질의 이용한 시계라는 점에서는 같다 하더라도, 자연에서 어떠한 것을 추출하여 새로운 물질을 만드는 것이 아니라 자연 그대로를 이용하는 방식을 선호한다는 점에서 탈북 청소년 학생들만이 갖는 자연 속 경험에서 근거한 학습 특징을 찾을 수 있다.

“세종 임금은 왜 장영실에게 양부일구를 만들라고 했을까?”라는 교사의 질문에 대해 대부분의 집단에서 “백성들을 위한 시계를 만들려고”, “새로운 시계를 위해서” 식의 답변을 했다. 이와 같이 대부분의 학생들이 “왜 양부일구를 만들라고 했을까”에 초점을 두었던 반면 탈북 여학생 중 한명은 왜 ‘장영실에게’에 질문의 초점을 맞췄다. 장영실이 낮은 신분 출신이기 때문에 백성들의 고충을 누구보다도 잘 이해할 것이라 판단해서 세종이 장영실에게 임무를 준 것이라고 이야기했다. 이것은 어느 집단에서도 나오지 않은 전혀 새로운 초점의 대답이었다. 또한 이 탈북 청소년 집단에서는 ‘내가 만들고 싶은 시계’의 물음에서도 과학적인 측면을 고려한 대답 이외에 장애인들에 대한 배려를 하는 대답을 했다.

고등 과학 심화 집단의 1반 학생들, 즉 여학생만으로 이루어진 반은 탈북 청소년들과 비슷한 태도를 나타내는 답변들이 있었다. 이 여학생들 중 일부는 양부일구의 활용에 대해서 과학적 측면 외에도 “교육적

이용”에 대해 이야기했다. 이 학생들은 인간 중심, 자연 친화적, 배려하고 보완적인 세계 등 다양한 측면을 고려했다. 여학생 반은 양부일구가 해시계라는 것과 동그런 솔 모양이라는 특징을 잘 살려 양부일구가 “태양 집열판이나 조리 기구”로 쓰일 수 있다고 말하기도 했다. 또 양부일구가 태양의 움직임을 잘 담고 있기 때문에 초등학생들에게 과학을 가르치는 수업 도구로 쓸 것을 제안하기도 했다. 이와 같이 이들은 일상생활의 범위 내에서 양부일구를 연결했다. 특히 이 여학생들은 “더 새로운 과학”을 추구하기 보다는 무차별적으로 진진하는 과학과 기술에 대한 경계심을 드러내기도 했다. 한 여학생은 최근 드라마를 예로 들면서 “과학 기술에 너무 의존하는 우리는 언제인가 큰 어려움에 빠질 가능성이 있다”고 우려한 후 자연의 원리를 이용한 양부일구의 장점을 부각했다. 이 고등 과학 심화 여학생들 중 우리 과학이 서양 과학에 편향되어 발전되고 있다는 점과 이러한 발전 과정이 과학의 인간 소외와 자연 파괴적 측면을 증폭시킨다는 점에 대한 우려와 반감을 드러내는 학생들이 많았다. 이들 중 일부 학생들은 동양적 가치를 부각시키면서 인간의 삶을 먼저 고려하는 과학 기술을 선호했다.

한편, 탈북 청소년 집단과 고등 과학 심화 집단 1반을 제외한 나머지 두 집단 학생들은 과학을 바라보는 태도에서 전체적으로 탈북 청소년들과는 다른 모습을 나타내었다. 고등 과학 심화반 집단 2반 학생들과 초등 과학 우수아 학생들은 실용성을 중시하고, 새로운 방법의 과학적 방향을 선호했다. 고등 과학 심화 집단과 초등 과학 우수아 집단은 모두 높은 과학 능력과 흥미를 가진 학생들이기 때문에 사전 지식이 풍부하고 과학 개념 지식이 높는데, 두 집단이 선호하는 과학의 역할과 방향의 초점이 실용적 측면에 있었다. 양부일구의 장점과 단점을 말할 때 과학 지식을 근거로 양부일구가 얼마나 실용적이고 경제적인 것인지, 그래서 얼마나 경쟁력이 있는 물건인지를 구체적으로 나열했다. 초등 과학 우수아들은 양부일구의 장점으로 “일반 시계는 날짜를 표기하기는 하지만 24절기를 표기하지는 않는다”, “국가마다 시간이 다르기 때문에 외국에 나갈 때 불편하지만 양부일구는 어디든 태양이 있는 곳에 가면 몇 시인지 알 수 있다”, “전기를 소비하지 않는다” 등을 말했다. 탈북 청소년들이 양부일구의 장점을 말할 때, “사람이 태어난 때를 알 수 있다”, “자연을 이용했다” 식으로 표현한 것과 비교하면 그 차이가 더욱 두드러진다. 고등 과학 심화 학생들은 우리에게 시계가 필요한 이유와 내가 만들고 싶은 시계 관련 질문에도 실용적 가치가 드러난 답변을 했는데, “산업화되면서 규칙적인 생활을 해야 하기 때문에”, “자연 현상이 언제 일어나는지 알아야 재해에 대비할 수 있기 때문에” 등을 말했다.

의미 있는 질문들에서 탈북 청소년들은 고등 과학 심화 집단의 여학생으로만 이루어진 1반과 비슷한 답변의 경향을 보였고, 이것은 이 두 집단의 과학을 바라보는 태도가 비슷하다는 것을 보여준다. 이들은 비교 집단인 초등 과학 우수아나 고등 과학 심화 2반에서 강조했던 과학의 실용성이나 경제성, 발전성 보다 더욱 정서적이고 인간적인 그리고 안정적인 과학의 발전 방향을 선호한다. 과학의 실용성, 경제성 외의 더 다양한 측면을 고려하는 태도는 탈북 청소년들과 고등 과학 심화 집단의 여학생들의 공통 특성이다. 또한, 탈북 학생들과 다른 비교 집단의 이러한 과학에 대한 태도의 차이는 북한과 남한의 교육과정을 살펴볼 때 남한이 북한보다는 과학적이고 실용적인 생활의 개선과 과학 기술의 발전에 관심을 두고 있음(Koh et al., 2010)을 나타낸 선행 연구 결과와 유사한 예를 보여준다.

3. 학생들의 과학 개념 지식과 과학적 언어

양부일구의 원리를 이해하기 위해서 지구의 자전, 공전, 지구 자전축, 계절 변화 등의 과학 지식이 필요하다. 남중고도 개념 이해를 위해 우리나라가 지구의 북반구에 위치한다는 것과 천구에서의 방위 개념도 필요하다. 탈북 청소년들의 과학 지식은 매우 부족했는데, 지구의 자전과 공전을 “들어본 적이 있는” 수준으로 대충 알고 있어 정확한 지식을 가진 학생은 거의 없었다. 지구의 자전축이 기울어졌다는 것까지도 인해 계절의 변화가 생긴다는 지식을 아는 탈북 학생들은 극소수였다. 특히, 탈북 청소년들은 과학적 어휘 사용 능력이 매우 떨어져 자신이 알고 있는 지식을 과학적으로 표현하는데 어려움을 느끼는 경우가 많았다. 그러나, 이들은 자신 있게 발표하려는 경향이 뚜렷했는데, 비유와 예시 등의 구어적 표현을 물론이고 손짓과 표정 등의 비구어적 표현을 모두 활용해 자신의 생각을 설명했다.

탈북 청소년들은 산에 다닌 경험이 많아 해의 뜨고 짐에 따라 동쪽과 서쪽을 구분할 수 있었지만, 한반도가 북반구에 위치한다는 사실을 정확히 모르는 학생이 많았던 유일한 집단이었다. 북반구에 있다는 것을 알고 있던 일부 탈북 학생도 “우리나라가 북반구에서 조금 동쪽에 위치한다”고 말하기도 했다. 한 탈북 남학생은 방위의 과학적 개념에 대해 전혀 몰랐는데, 자신이 지구상의 어디에 있던 자신이 바라보는 방향이 북쪽이라고 생각했다.

황유*: 산에 가서 동서남북 모르면 앞에 보면 저쪽이(바라보는 쪽) 북쪽 아니에요?

교사: 아니지, 앞에 섰다고 북쪽은 아니지.

황유*: 내가 앞에 서서 4자만 그러면 앞쪽이 북쪽 아니에요?

교사: 아니야. 북쪽을 찾아서 앞을 보고 서서 방위를 찾아야 북쪽이지. 그럼 니랑 같이 산에 갔는데 니랑 반대로 서면 어떻게 해. 그럼 서로 다른 쪽이 북쪽이야?

황유*: 아, 그러면 북쪽만 찾아서면 거기서 알 수 있는 거예요? (손으로 4자를 그리며)

(탈북 청소년 4반 수업 중)

한편 초등 과학 우수아 학생들은 탈북 학생들에 비해 어린 나이지만 이들보다 더 풍부한 양부일구 관련 과학 지식을 충분히 드러냈다. 이들에게 “일출 시간이 계절마다 왜 달라질까?”, “계절마다 태양이 뜨는 위치가 왜 달라질까?” 등의 계절 변화 관련 질문을 했을 때, 많은 학생들이 손을 들고 경쟁적으로 답변했는데, 오형*는 가장 먼저 손을 들고 지구의 자전축 기울기와 태양 입사각의 변화를 비교적 정확하게 설명해 선행 지식이 많이 뒷받침되어 있음을 알 수 있었다. 이들은 발표할 때 일상용어가 아닌 책을 읽는 것 같은 과학 용어를 사용했다.

교사: 계절마다 태양이 뜨는 위치가 달라질까? 그렇다면 왜 그럴까?

오형*: 지구가 공전을 하잖아요. 그런데 약간 자전축이 기울어져 있잖아요. 기울어져 있으면 태양의 빛을 받는 면적이나 그런 부분이 달라지기 때문에 여름일 경우에는 훨씬 더 높아서 일정한 빛을 비출 것이기 때문에 일정한 면적에 그 한 곳에만 줄 수 있기 때문에 뜨겁지만 동지 같은 경우는 태양이 낮게 뜨니까 퍼져서 오기 때문에 에너지가 줄어요.

(초등 과학 우수아반 수업 중)

동지, 하지, 춘분, 추분을 포함한 24절기는 중요한 천문학 개념이면서 동시에 생활 속에서 흔히 듣는 일상 지식이기도 하다. 탈북 청소년들은 24절기에 매우 익숙했다. 그들은 24절기를 과학적 개념보다 계절 변화 속의 상식으로 접하고 있었다. 우수, 경칩, 상강과 같은 24절기 이름과 정확한 날짜를 잘 알고 있었고, “춘분은 날이 따뜻해져서 벌레가 돌아놓는다, 벌레가 땅 속에서 나오려고 꿈틀대는 날”이라는 표현을 사용하기도 했다. 물론 탈북 청소년들도 모든 24절기를 정확히 알고 있지는 않았지만 다른 집단 학생들과 비교할 때 24절기에 대해 편안하게 말했고, 어른들이 이를 얼마나 중요하게 생각하고 이용하는지를 표현했다. 교사가 이들의 답변에 감탄하자 학생들은 더욱 자신감이 생겨 대답했다.

교사: 24절기 (춘분이나 추분) 들어봤어요?

학생들: (다같이) 네.

교사: 언제 들어봤어요?

최지*: 농사짓는 사람들이 거의 많이 중요하게. 옛날에 시간을 모를 때.

홍금*: 오늘이 우수 아니에요? 아니 경칩. 우수는 봄비가 내린다는 거고.

(탈북 청소년 1반 수업 중)

초등 과학 우수아 학생들은 동지, 하지, 춘분, 추분의 정확한 과학적 개념을 잘 알고 있었지만 입춘과 춘분의 차이와 24절기의 개념에 대해 잘 몰랐다. “24절기가 달을 보고 만든 것”이라는 잘못된 지식을 나타내기도 했다. 고등 과학 심화 집단도 상황은 비슷해 몇 가지 절기의 이름과 뜻을 아는 수준이었다.

초등 과학 우수아 학생들과 탈북 청소년들은 생각을 표현하는 방식에서도 차이가 났다. 초등 과학 우수아 학생들은 과학적 언어를 능숙하게 사용하고 더 많은 과학적 언어와 논리적 표현을 하려는 경향이 보인 반면, 탈북 청소년들은 과학적 언어 사용에 매우 서툴렀다. 탈북 청소년들은 초등 과학 우수아 집단보다 나이가 많고 생활 경험이 많았지만, 이를 표현하는데 어려움을 보였다. 양부일구의 장점에 대한 탈북 남학생의 답변 과정에서 “사람의 수고, 노력이, 에너지가 필요하지 않아요” 식으로 적절한 용어를 점차 찾아가는 모습을 보이기도 했다. 과학적 용어 사용을 의식하는 초등 과학 우수아들과는 달리 탈북 청소년들은 자연스럽게 일상용어를 우선 표현했다. ‘해가 남중한다’는 표현은 대부분의 탈북 청소년들에게 생소했고 대신 “해가 중천에 떴다”는 표현을 익숙하게 사용했다.

탈북 청소년들은 발표 시의 언어 표현과 일상적 언어 표현에 있어 크게 차이가 없었다. 구체적이고 일상적 표현을 사용하는 반면, 정확한 단어를 사용하지 못하더라도 의성어나 의태어를 사용해 느낌을 전달하려는 경향도 많이 보였다. 언어로 다 표현하기 힘든 부분은 손동작을 사용했다. 또한, 발표할 때 다른 사람을 의식하지 않고 자신의 생각을 전달하는데 집중했다. 한편 초등 과학 우수아 학생들이 발표하는 모습은 정형화되어 있었다. 이들은 자신의 생각을 이야기할 때 그렇게 생각하는 이유나 그렇게 될 수밖에 없는 원인을 구체적으로 설명해 다른 사람을 설득하려 했다. 이들이 발표할 때의 표현과 일상 언어의 표현에는 큰 차이가 있었다. 양부일구의 단점을 발표할 때, “지구가 점점 시간이 지나서 자전축이 바뀌어서 태양이 소멸할지도 모르는데, 태양이 소멸하거나 이상한 데로 가면 못 쓰고, 오랜 시간 미세한 오차가 합쳐지면 결국 시간이 엄청나게 안 맞게 되어서 못써요” 식의 과학적

문장을 만들려고 노력했다.

이러한 탈북 청소년과 초등 과학 우수 학생들의 언어적 차이는 그들이 가진 과학적 배경 지식 뿐 아니라 그들의 문화와 사회적 배경의 차이를 반영한다. 학교에서 언어(담화)의 차이는 학생들의 관점, 생각, 가치, 행동 방식 등의 차이를 반영한다(Gee, 1996). 탈북 청소년들은 초등 과학 우수 학생들보다 연령이 많고 사회적 경험이 풍부하지만 자신의 생각을 과학적 언어로 표현하는데 어려움을 겪는다. 이는 탈북 청소년들의 배경 문화가 과학의 문화와는 차이가 많다는 것을 의미한다. 과학의 언어는 긴 문장, 더욱 복잡한 문법 형태, 덜 친숙한 단어들, 비인격화, 감정적 분리, 실생활과 동떨어진 특징을 가진다(Hodson, 1999). 이러한 과학의 언어는 학생들의 일상적인 문화와 동떨어지게 생각되어 과학이 실생활과 동떨어지고 어려운 것으로 여겨지게 한다. 학교 밖 경험이 더 많고 일상 언어에 더 익숙한 탈북 청소년들에게 과학 언어를 사용하는 과학 수업은 새로운 문화와의 접촉이다. 중요한 것은 문화의 차이가 학교 과학 교육에서의 성취에 많은 영향을 준다는 것이다. 학생들의 언어(담화)는 성공적인 학습을 위한 중요한 부분으로 집에서의 언어(담화)가 학교 과학과 비슷한 경우에만 성공적이고, 다른 담화적 환경에서 온 학생들은 이런 전통적 학교 과학 교육 방법이 성공적이지 못하다(Kurth *et al.*, 2002). 이는 과학의 언어를 기초로 한 전통적인 과학 수업의 방식이 탈북 학생들과 같은 다른 문화를 배경으로 하는 학습자들에게 효율적이지 못함을 의미한다. Emdin(2011)은 문화적 환경이 다른 빈민층 학생들이 교사와의 사회·문화적 차이 때문에 의사소통에 어려움을 겪고 차츰 적극적인 수업 참여로부터 멀어지는 현상을 보았다. 우리가 탈북 청소년들에게 성공적인 과학 학습을 지원하고 과학 문화를 소개하고자 한다면 그들과 과학의 문화적 차이에서 기인한 언어적 차이를 살펴보고 교육과정에 반영해야 한다. 즉 탈북 학생들의 낮은 학업 성취는 그들의 낮은 과학 선행 지식 뿐 아니라 언어적, 문화적 맥락과 관련해 함께 이해될 필요가 있다.

4. 탈북 학생들의 과학적 사고

본 연구에서 분석한 고등 과학 심화 집단의 학생들은 실험을 통해 나온 결과를 과학적 지식으로 그대로 받아들이지 않고 스스로 판단의 과정을 거쳤다. 실험 과정이 틀렸을 수도 있고, 결과를 잘못 해석했을

수도 있다는 가능성을 염두에 두고 자신의 지식을 바탕으로 실험 결과를 검증하려 했다. 예를 들어, 고등 과학 심화 집단 1반의 임경*은 실험의 결과로 하지점에서 남중고도 70도를 얻었다. 이것은 실제 우리나라에서 하지 때 남중고도 76도와 차이가 크지 않다. 하지만 임경*은 자신이 가진 과학 지식과 자신의 실험 결과가 일치하지 않자 실험 결과를 의심하고 실험 과정에서 뭔가 오류가 있었을 것이라고 확신했다. 한편 탈북 청소년 학생들은 실험에서 드러난 대로 믿는 모습을 보였다. 이들은 앙부일구 활동에서 눈으로 본 현상들을 모두 신뢰했다. 그림자 실험의 빛, 그림자 모양, 앙부일구 실험을 통해 나온 태양 움직임의 결과를 어떤 판단이나 편견 없이 그대로 지식으로 받아들였다. 결국 선지식이 부족한 탈북 학생들에게 실험이나 활동은 지식을 발견하는 과정이 된 셈이다. 탈북 청소년들은 실험을 통해 나온 현상들을 신뢰했고 그것을 통해 과학적 사실을 이해하고 받아들였다. 한 탈북 학생은 동지·춘·추분점, 춘·추분 점·하지점 사이 간격이 같은 것을 우연히 발견하고 자신이 과학적 원리를 알아냈다는 사실에 만족하면서 실험을 통한 발견의 중요성을 강조했다. 고등 과학 심화 집단 학생들의 실험 결과를 받아들이는 입장과 탈북 청소년들이 실험 결과를 받아들이는 입장의 차이를 정리하면 Figure 3과 같다. 선행 과학 지식이 부족한 탈북 청소년들은 실험을 통해 새로운 과학 지식을 발견하려고 했고, 선행 과학 지식이 있는 고등 과학 심화 집단 학생들은 실험 결과를 자신이 알고 있는 과학 지식과 비교해 다시 검증하려고 했다.

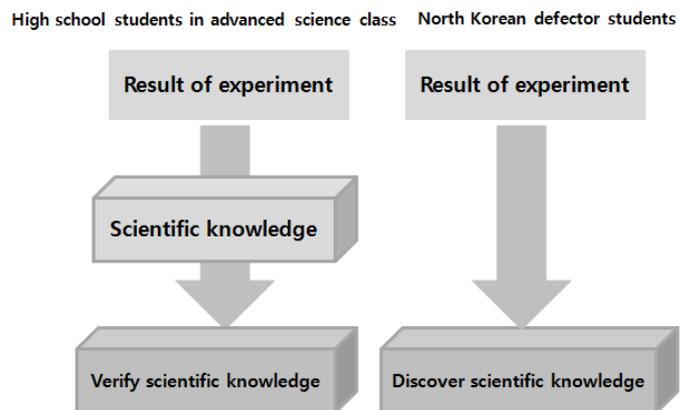


Figure 3. How students accept their experimental results

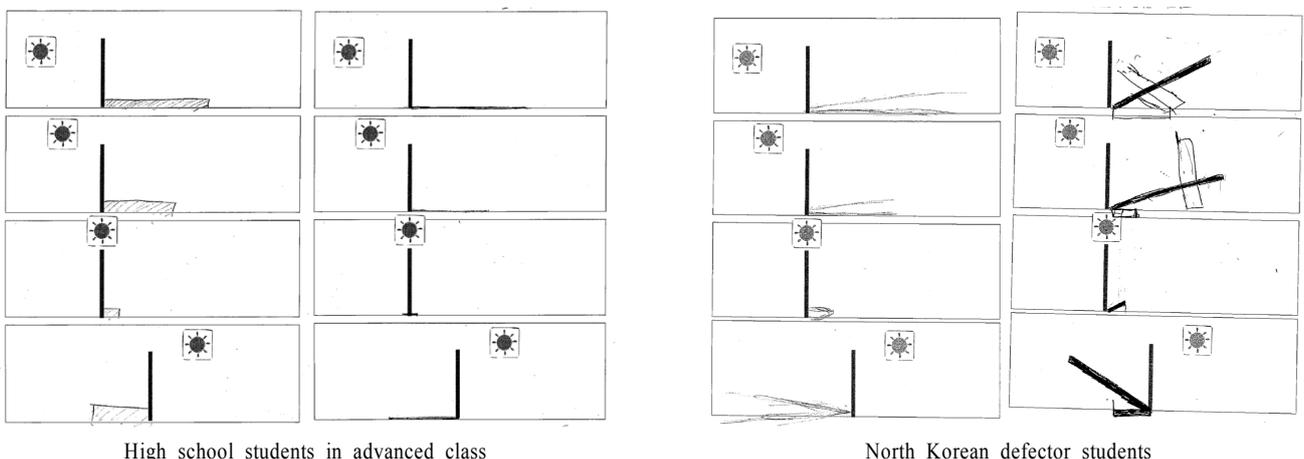


Figure 4. Students's drawing of shadow

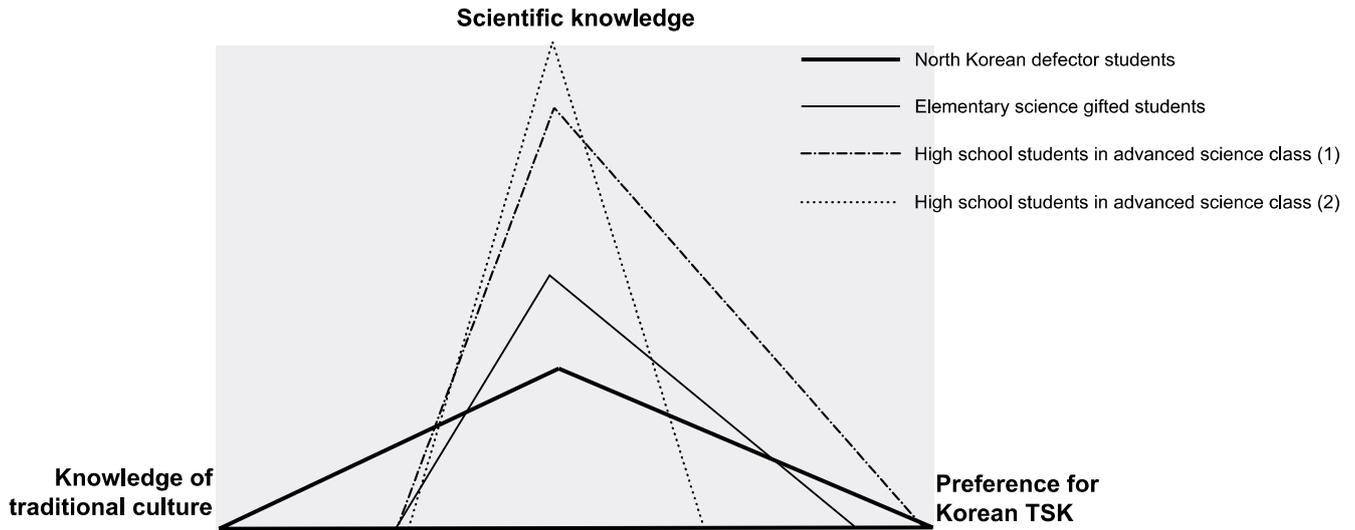


Figure 5. Students' meaning of Angbuilgu class experience

교사가 빛의 위치에 따른 그림자의 길이를 나타내라고 했을 때, 탈북 청소년들은 그림자의 모양을 쉽게 예측하지 못했다. Figure 4는 고등 과학 심화 집단과 탈북 청소년 집단이 그린 그림자를 비교한 것인데, 그들의 눈에 보이는 현상을 어떻게 이해하고 받아들이는지 보여준다. 고등 과학 심화 집단 학생들의 그림은 정형화되어 있어 이 실험을 하지 않아도 그릴 수 있는 전형적인 그림자를 그렸다. 탈북 청소년의 그림은 이들이 관찰한 그림자를 보이는 그대로 그리려고 노력한 흔적을 보여준다. 실험실 안에는 실험에 사용한 손전등 이외에도 형광등과 같은 기타 광원으로 인해 여러 개의 흐린 그림자가 생기기도 했기 때문에 실제 나타난 그림자와 동일하게 여러 갈래의 그림자를 그렸다.

Lee(2008)는 과학적 사고를 일상적 사고와 비교해 설명했다. 여기에서 과학적 사고란 추상적, 탈맥락적이며 엄격한 과학적 추론 과정을 포함하는 것이다. 반면, 일상적 사고 또는 비형식적 사고란 엄격한 논리 체계를 갖추지 않은 내러티브적 사고라고 볼 수 있다. Han(2005)은 내러티브적 사고를 서사적 사고라고 표현했는데, 이는 세계에 대한 우리의 경험과 지식을 조직하거나 구성하는 자연스러운 방법으로서 이야기를 만드는 것이다. 탈북 청소년들이 생각하는 방식은 일상적 사고 또는 서사적 사고에 가까웠다. 탈북 청소년들의 이러한 사고 경향이 과학에서의 객관적, 탈맥락적 사고와 거리가 멀다고 하더라도 그들은 나름의 과학적 추리를 했다. 여기에는 호기심과 창의성이 담겨 있어 이들이 서로 과학적 논쟁이나 추리를 할 때 흥미로운 대화가 오고 갔다. 이들은 수업 시간에 주어진 개념 이외에도 다양한 이야기 소재를 가져왔다. 또한 풍속을 이용한 시계, 바람을 저장할 수 있다는 아이디어, 양부일구가 부식되지 않을까 하는 우려, 양부일구가 뜨거워지는 것을 방지하기 위해 물을 담아 놓았다는 생각 등은 다른 집단의 수업에서 나오지 않았던 틀을 벗어난 아이디어였다. 이와 같이 탈북 학생들의 일상적 사고는 과학 수업에서 한계로 작용하기도 했지만, 역설적으로 무한한 과학적 가능성을 드러내기도 했다.

5. 논의: 양부일구 수업 소재의 과학 교육적 의미

이 연구에서 개발된 양부일구 프로그램은 우리의 전통 문화재를

소재로 과학, 문화, 정서적 내용을 포함한 과학 교육 프로그램이다. 이 프로그램에 포함된 지식은 우리가 사용하는 시간에 대한 철학적인 문제, 일상생활과 관련된 과학, 학교 과학과 관련된 과학, 우리의 전통 과학 등이다. 수업 과정에서 시간과 과학에 대한 의미 있는 고찰을 했고, 과학적 실험과 창의적 탐구도 경험했다. 이러한 과학 활동 경험을 통해 탈북 청소년을 포함한 3개 집단에서 나타난 지식과 선호의 정도와 의미가 달랐다. Figure 5는 양부일구 수업을 통해 드러난 다섯 집단의 과학적 지식, 전통 문화적 지식, 한국 전통 과학에 대한 선호의 정도를 나타낸 것이다.

먼저, 탈북 청소년 학생들은 과학적 지식이 가장 적었던 반면 문화적 지식과 한국의 전통 과학에 대한 선호가 높았다. 그래서 이들에게 양부일구는 새로운 과학 지식이자 문화적 자긍심과 민족적 정체성을 확인할 수 있는 기회가 되었다. 한국에 들어와 과학을 배운지 얼마 되지 않는 탈북 청소년들에게 양부일구 수업에서의 지식과 활동은 새로운 과학 지식 경험이 되었다. 특히, 양부일구는 우리 역사의 하나이기 때문에, 장영실과 세종에 관한 역사적 배경에 대해 탈북 청소년들은 북한에서도 이것을 알고 있었다며 친숙함을 느꼈고 자신감을 보였다. 또한 역사적이고 문화적인 이야기에 흥미가 많아 TV 드라마 중에서도 사극을 특히 즐겨본다고 이야기하기도 했다. 우리 전통 과학 기기를 소재로 과학을 배운다는 것이 이들에게는 문화적 자긍심을 주었는데, 이런 역사적 배경이 우리가 한 조상과 문화유산을 공유하고 있다는 점을 확인시켜 주었다. 양부일구라는 문화적 공감 의식 속에서 탈북 청소년들과 교사는 서로의 생각과 배경을 표현하고 이해할 수 있는 장을 마련했고, 이를 통해 우리의 공유를 확인하면서 ‘우리끼리’라는 민족 정체성도 확인할 수 있었다. 다시 말해, 탈북 청소년들은 양부일구 수업을 통해 과학적, 문화적, 정서적 측면을 모두 충족시키는 기회를 가졌다.

탈북 청소년 학생들은 기초적인 것이라 할지라도 과학적 지식을 묻는 질문에서는 쉽게 대답하지 못하고 자신 없는 경우가 많았지만 장영실, 세종대왕, 양부일구 그리고 절기와 관련된 이야기를 할 때는 모두 적극적으로 활기차게 대답했다. 또 그것의 과학성에 대해 이야기 할 때 자신 있는 모습을 보였다. 양부일구의 장점을 물었을 때, 학생들은 “양부일구가 시간을 정확히 알려주고 매우 과학적”이라는 것을 잘

인식하고 있었다.

최자*: 한번 만들면, 배터리를 필요로 하지 않아요. 그리고 시간이란 계절을 단번에 알 수 있어요.

황지*: 우리나라에만 있다. 그리고 동서남북을 가르치는 것?

박강*: 정확한 시간을 알 수 있다.

(탈북 청소년 3반 수업 중)

또한 탈북 학생들은 이러한 지구과학 지식 내용들을 처음 접하면서 양부일구의 실험 중에도 그것의 과학성을 깊게 인식하는 모습도 보였다. 한 탈북 청소년 남학생은 직접 양부일구 실험을 하며 동지와 춘추분, 춘추분과 하지의 간격이 같은 것을 보고 다음과 같이 감탄했다.

최재*: 내가 그려보고 나니까, 이 칸 간격이랑 요 간격이랑 똑같아. 맞지? 안에 간격이랑 이거랑 똑같지. 과학은 원래 이렇게 발견하는 거야.

(탈북 청소년 2반 수업 중)

초등 과학 우수아 학생들은 양부일구 수업을 통해 과학을 배우고 한국 전통 과학 및 우리 문화의 정서, 정신의 무한한 가능성을 탐색했다. 초등 과학 우수아 집단은 우리의 전통 문화에 대한 지식은 적지만 과학적 지식과 사고력이 풍부하고 과학에 대한 관심과 애정도 많은 집단이다. 또 한국 과학의 전통 과학에 대한 선호도 높았다. 양부일구 수업은 이들에게 우리의 과학 문화에 대한 경험을 제공했는데, 시간에 대한 동서양적 관점에서의 의미 있는 생각, 양부일구의 과학적 우수성 등을 새롭게 경험하는 계기가 되었다. 그들이 실험을 통해 알아낸 양부일구의 원리에는 학교에서 배운 과학 지식과 그대로 연결되어 전통 문화를 통한 서양 과학적 접근을 경험했다. 초등 과학 우수아 학생들은 양부일구 과학 수업을 통해 과학 지식뿐 아니라 우리의 정서와 정신 그리고 한국 전통 과학의 과학적 우수성을 공감할 수 있었다.

고등 과학 심화 집단 학생들은 과학 지식이 가장 많았다. 이들 역시 과학에 대한 흥미와 지식이 높은 집단이어서, 다양한 학교 밖 과학 수업을 배울 기회를 가진 학생들이 많았다. 이들은 양부일구를 역사나 문화로서 배워 왔고 과학의 소재로서는 첫 경험이었다. 여러 가지 의미 있는 질문과 과학 지식에 대한 질문에 대해 이들은 가장 정확하고 자신 있게 반응했다. 그러나, 과학 지식이 가장 풍부한 이 집단의 학생들도 대부분 동지, 하지, 춘분, 추분에 대해서는 “24절기 중 하나”라고 답했다. 학생들은 양부일구 실험 전 절기에 따른 변화에 대한 질문에 “계절마다 해가 뜨는 위치가 달라진다”고 했다. 실제 양부일구 실험에서도 동지, 하지, 춘추분의 절기선을 따라 태양의 이동경로 그림을 그리려면 시작하는 점과 끝나는 점의 위치가 각 절기에서 모두 달라야만 한다. 그러나 많은 학생들이 한 점(정동쪽)으로 시작해 다른 한 점(정서쪽)으로 세 개의 선을 모아 그렸다.

Figure 5에서 알 수 있듯이 탈북 청소년 학생들은 비록 과학 지식에 대해서는 동일한 연령대의 고등학생이나 심지어 초등 과학 우수 학생들보다도 부족했지만 한국 전통 문화에 대한 지식과 선호도는 가장 높게 나타났다. 양부일구라는 남북 공통의 과학 문화 유산에 대한 탈북 학생들의 높은 관심은 그들의 높은 수업 참여도로 이끌었고 우리 전통 문화의 과학적 우수성을 통한 한국 전통 과학 재발견의 기회가 되었다.

IV. 결론 및 제언

탈북 학생들의 학습 결손과 사회 부적응 문제의 심각성을 고려할 때 이들을 위한 교육을 준비함에 있어 탈북 학생들에 대한 다각도의 이해가 선행될 필요성이 있다. 본 연구에서 드러난 탈북 청소년들의 지식과 경험, 언어 그리고 사고 과정은 다른 우리 학생들과 여러 측면에서 차이가 있음을 보여준다. 탈북 학생들의 과학 지식과 사고, 언어 표현 등에 있어서 우리 학생들과 비교할 때 많은 부족함을 보였지만 다양한 일상의 경험, 적극적인 과학 학습 태도 등 과학 지식 외의 측면에서 긍정적이고 발전 가능성을 엿볼 수 있었다. Jones *et al.*(2007)은 미국 백인과 흑인 학생들이 “과학 학습을 보는 관점”이 서로 다르기 때문에 그들의 성취에 차이가 있음을 보였다. 또한 Russell & Atwater(2005)는 흑인 학생들이 대학에 진학했을 때 백인 위주의 환경에서 새로운 곳에 적응하는데 겪는 어려움을 “문화 충격(culture shock)”으로 표현했다. 이러한 외국의 사례는 주류가 아닌 소수 계층 학생들이 학교 교육에서 종종 실패하는 사례의 원인을 ‘문화와 관점’의 차이에서 찾을 수 있음을 보여준다.

이미 우리 교육계에서는 탈북 학생들을 다문화의 한 흐름으로 보는 연구들이 많다(Kim, 2013; Han *et al.*, 2009; Nam, 2013). 이 연구들은 우리가 문화적 상대주의 입장에서 그들을 이해해야 함을 보여준다. 우리는 일반적 적응을 목표로 할 것이 아니라 교육에 대한 반성적 성찰에 기초한 새로운 교육적 시도가 필요하다(Lee, 2012). 탈북 청소년들의 관점을 이해하고 그들의 과학 참여를 장려하기 위해 그들의 목소리를 듣고 그것을 과학 교육의 목표와 내용에 연결시키는 것(Basu, 2008)이 중요하다. 같은 언어를 쓰지만 크게 차이가 나는 남한의 문화와 낯선 교육 환경 속에서 탈북 청소년들은 소외감을 느낀다. 남한 교사 및 학생과 탈북 학생 사이의 만남은 간문화적 교류이다(Nam, 2013). Kurth *et al.*(2002)은 구성원들 사이에 문화적 차이가 있을 때, 그들은 각자 다른 개인적 배경을 통해 말하고 듣기 때문에 한 사람이 말하는 것을 또 다른 사람은 정확하게 듣기 어렵다고 했다. 그는 이들 사이에 “상호 주관성(intersubjectivity)”을 확보하려는 노력이 중요함을 강조했다.

본 연구에서는 탈북 청소년들의 목소리를 낼 수 있는 도구로 한국 전통 과학 지식을 활용했다. 과거의 역사를 공유하는 남한과 북한 사람들에게 전통 과학 지식은 “우리의 공유를 확인(Koh *et al.*, 2010)할 수 있는” 소재가 된다. 탈북 청소년들은 이미 우리 역사와 문화에 익숙하고 관심과 흥미도 높다. 그들에게는 낯선 학교 과학 교육 지식을 벗어난 전통 과학 소재는 탈북 청소년들에게 학습 측면에서 익숙함과 안정감을 제공하여 학습 동기를 상승시킨다. 남한의 학생들도 전통 소재에 관심이 높아 본 연구에 참여한 세 개 집단의 학생들은 대부분 전통 과학에 대한 선호가 높거나 자부심을 가진 것으로 드러났다. 이러한 문화적 소재는 학교 밖 문화를 학교 과학 교육으로 가져와 학생들의 흥미를 높이고 과학 교육에서의 문화적 차이를 해소할 수 있는 기회로 활용될 수 있다. Koh *et al.*(2010) 역시 탈북 초등학생의 문화, 예술 현장 체험 학습이 그들의 학교 적응에 긍정적인 영향을 줌을 보였다. 이는 이미 다문화 흐름에 속한 탈북 청소년들이 우리 민족으로서의 정체성을 확인할 수 있는 기회이기도 하다.

한국 전통 과학 소재에도 서양 과학적 지식으로도 가치 있는 부분이 많아 탈북 청소년과 남한 학생들의 차이가 생길 수 있다. 그러나 우리

보다 한국 전통 문화의 틀에 더 가까이 생활해온 탈북 학생들에게 한국 전통 지식은 곧 일상생활의 지식이기도 하다. 이런 점에서 한국 전통 과학을 소재로 한 과학 교육 기회는 탈북 청소년들과 남한 학생들 사이에 '간문화적 장'이 될 수 있을 것이라 기대된다.

본 연구는 탈북 학생들이 도와주어야 할 대상이고 학습 결손 문제를 해결해 주어야 하는 대상임을 확인하기보다는 우리와 다른 문화 속에서 살아온 대상임을 보여주었다. 탈북 학생들은 남한 학생들에 비해 열등(inferior)한 것이 아니라 다르다(different)는 것을 인식하게 되었다. 그리고 그들의 다름은 한국 전통 문화와 관련한 부분에서는 오히려 남한 학생들보다 문화적으로 우월한(superior) 모습으로 나타남을 확인했다. 본 연구의 결과로 드러나 탈북 학생들이 갖는 자연에서의 풍부한 경험과 지식, 상황적 지식은 남한 학생들의 이론적, 간접 지식 보다 더 의미 있는 과학 지식으로 발전될 수 있다. 또한 인간과 자연에 대한 배려를 포함하는 다양한 시각으로 과학을 보는 탈북 학생들의 태도 또한 그들이 가진 긍정적인 특성으로 볼 수 있다. 이것은 오히려 남한 학생들에게 더 필요한 면으로 과학 교육에서 고려해야 할 점이다. 그들은 자발적인 학습자(Lee, 2012)이며 잠재적인 인력(Han et al., 2009)이다. 그들의 교육적 기회를 위해 선행되어야 할 것은 그들에게 자신의 정체성을 확인할 기회를 제공하고 이것을 교육 목표에 포함시키는 것이다. 탈북 청소년들의 '이후 성장 잠재성(Lee, 2012)'을 고려하고 그들에게 더욱 긍정적인 표현의 경험을 주어야 한다. 본 연구를 통해 한국 전통 과학 소재는 그들의 긍정적 표현 기회에 있어 중요한 계기가 됨이 드러났다. 본 연구에서는 탈북 학생들의 가능성을 발견했고 추후 그들의 잠재적 과학 능력을 발휘시킬 수 있는 더 많은 연구가 이어져야 할 것이다.

국문요약

이 연구의 목적은 한국 전통 과학 소재인 앙부일구 과학 활동에서 나타나는 탈북 청소년들의 목소리를 통해 그들의 과학 학습 특성을 파악하는 것이다. 우리는 탈북 청소년들과 다른 교육적, 문화적 배경과 연령을 가진 다른 두 개 집단을 비교했다. 본 연구에 적용된 앙부일구 프로그램은 시간에 대한 의미 있는 질문, 일상생활 지식, 한국 전통 과학 지식, 서양 현대 과학 지식을 포함한다. 또 수업 과정은 교사와 학생 간 상호 작용과 실험 활동으로 이루어졌다. 이 프로그램은 탈북 청소년 집단, 초등 과학 우수아 집단, 고등 과학 심화 집단의 세 집단에 적용 후 분석되었다. 본 연구에서 드러난 탈북 청소년들의 과학 학습 특징은 다음과 같다. 첫째, 탈북 청소년들에게 시간의 의미는 생활 속에 녹아 있는 자연 그 자체다. 그들은 자연의 시간에 익숙하고 생활 경험이 풍부하다. 둘째, 탈북 청소년은 보완적이고 배려하는, 그리고 인간의 다양한 측면을 고려하는 과학을 선호한다. 이는 새롭고 실용적인 과학을 선호하는 다른 집단들과는 대조적이다. 셋째, 탈북 학생들은 과학 개념 지식이 부족한 반면 일상생활 지식은 풍부하다. 이들의 언어적 표현도 과학적이기 보다는 일상적이다. 넷째, 탈북 학생들은 과학적 사고보다는 일상적 사고에 익숙하다. 이 결과를 통해 한국 전통 과학 소재의 과학 활동 프로그램이 탈북 학생들에게 새로운 과학 지식과 문화적 자긍심을 주고, 그들의 민족적 정체성을 확인할 수 있는 기회를 만드는 계기가 되었다. 한국의 전통 과학 소재는 탈북 학생과 우리 과학 교육 과정의 간문화적 장을 만들어 줄 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 한국 전통 과학, 앙부일구, 탈북 학생, 일상생활 지식, 간문화적 장

References

- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51-71.
- Basu, S. J. (2008). How students design and enact physics lessons: Five immigrant caribbean youth and the cultivation of student voice. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 881-899.
- Boykin, W. (1986). The triple quandary and the schooling of Afro-American children. In U. Neisser (Ed.), *The school achievement of minority children: New perspectives* (pp.57 - 92). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cho, J. (2010). North Korean immigrants' learning experiences and reconstruction of identity. *Unification Policy Studies*, 19(2), 175-211.
- Cho, J. (2014). The experiences of crossing boundaries and identities of North Korean adolescent refugees. *Review of North Korean Studies*, 17(1), 101-155.
- Choi, D., & Cho, E. (2010). The formation and change of the national identity of university students that have defected from North Korea. *North Korean studies review*, 14(2), 215-240.
- Emdin, C. (2011). Dimensions of communication in urban science education: Interactions and transactions. *Science Education*, 95(1), 1-20.
- Gee, J. (1996). *Social linguistics and literacies: Ideology in discourses*. London: Taylor and Francis.
- Han, M., Yoon, J., Lee, H., & Kim, I. (2009). The current educational status of North Korean migrant children and the development of educational support systems in South Korea. *Korean Educational Development Institute*.
- Han, S. (2005). On the nature of inference and emotion in narrative and scientific contexts. *The Journal of Curriculum Studies*, 23(2), 39-64.
- Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science Education*, 83(6), 775-796.
- Jones, M. G., Tretter, T., Paechter, M., Kubasko, D., Bokinsky, A., Andre, T., & Negishi, A. (2007). Differences in African-American and European-American students' engagement with nanotechnology experiences: Perceptual position or assessment artifact?. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 787-799.
- Kim, A., (2013). Discussion paper: The science learning of multicultural family students. *Korean Association for Learner-centered Curriculum and Instruction*, 2013(3), 231-235.
- Kim, A., Shin, D., Kim, S., & Kim, M. (2012). Development and application of a science program for students with diverse needs : Focusing on a science program using the learning cycle model combined with reading strategies. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 16(4), 1253-1275.
- Kim, B., (2009). A study on educational program about the school adjustment of Sa-teo-min elementary school student. *Masters thesis, Sungkonghoe University*.
- Koh, S., Shin, D., & Kim, A. (2010). Some practice in math & science classes found by clinical interview with focus groups of North Korean students who live in South Korea. *The Mathematical Education*, 49(2), 125-148.
- Kurth, L. A., Anderson, C. W., & Palincsar, A. S. (2002). The case of Carla: Dilemmas of helping all students to understand science. *Science Education*, 86(3), 287-313.
- Kwon, C., & Jang, M. (2004). A comparative study on the connection between elementary and secondary science contents of DPRK and Republic of Korea. *Jour. Korean Earth Science Society*, 25(7), 558-564.
- Lawrenz, F., Huffman, D., & Welch, W. (2001). The science achievement of various subgroups on alternative assessment formats. *Science Education*, 85(3), 279-290.
- Lee, B., (2012). Narrative inquiry on the learning experiences and identity reconstruction among North Korean young immigrants. *The Korean Society for the Study of Anthropology of Education*, 15(2), 23-57.

- Lee, S. (2008). The process of elaboration in pre-service science teachers' conception of scientific thinking. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(8), 937-954.
- Nam, H. (2013). The educational approach of North Korean Students as multiculturalism view. *Korean Association for Learner-centered Curriculum and Instruction*, 2013(3), 311-318.
- Noh, S., & Oh, P. (2013). North Korean immigrant elementary students' cognitive and affective characteristics related to science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 495-502.
- Park, H., Noh, S., Oh, P., & Kim, J. (2014). Developing supplementary studies of K-9 science education contents for the North Korea defector students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(2), 363-381.
- Russell, M. L., & Atwater, M. M. (2005). Traveling the road to success: A discourse on persistence throughout the science pipeline with African American students at a predominantly white institution. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 691-715.
- Simpson, J. S., & Parsons, E. C. (2009). African American perspectives and informal science educational experiences. *Science Education*, 93(2), 293-321.