

초등학교 교사의 시스템 사고를 적용한 과학 교수 경험에 대한 현상학적 연구

김형욱¹ · 이효녕^{2,*}

¹하주초등학교, 38409, 경상북도 경산시 하양읍 무학로 48
²경북대학교 지구과학교육과, 41566, 대구광역시 북구 대학로 80

A Phenomenological Study of Elementary School Teachers' System Thinking-based Science Teaching Experiences

Hyunguk Kim¹ and Hyonyong Lee^{2,*}

¹Haju Elementary School, 38409, Gyeongsangbuk-do, 38409, Korea

²Department of Earth Science Education, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Abstract: The purpose of this study was to understand science teaching experiences of elementary school teachers who taught the system thinking-based science inquiry class. The phenomenological methods were applied to analyze four elementary teachers' meaningful experiences. The four step methods of phenomenological experience research proposed by Giorgi (1985) and interview questions developed by Seidman (1998) and Schuman (1982) were used in order to collect qualitative data. The major findings of this study were as follows: First, teachers intentionally tried to ask divergent thinking questions which promoted the system thinking in classes. The teachers used divergent thinking questions to promote their students' thinking activities and to induce students' system thinking. In addition, the receptive mood created by teachers and interactive environments had a positive effect on promoting system thinking skills. Second, teachers remarked lack of teaching and learning materials and difficulties in selecting themes of their classes in order to teach the system thinking-based science inquiry class effectively. In addition, it was very difficult for teachers to evaluate the contents and processes of students' learning correctly because there were little evaluative tools and methods readily available. The findings indicated that there were some limitations in maximizing the effects of system thinking-based science inquiry instruction due to elementary students' inappropriate process skills of inquiry activities. Findings of this study revealed significant insights about elementary school teachers' experiences regarding the system thinking-based science class.

Keywords: system thinking, science inquiry class, phenomenological study, elementary school teacher

요약: 이 연구는 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 진행한 초등학교 교사들의 경험을 현상학적 연구 방법을 사용하여 이해하는 것이다. 4명의 초등 교사가 참여했으며, 심층 면담을 실시하였다. 사용한 질문은 Seidman(1998)과 Schuman(1982)이 제시한 면담법을 재구성하였으며, Giorgi(1985)의 현상학적 체험 연구 방법 4단계를 적용하였다. 연구

*Corresponding author: hlee@knu.ac.kr
Tel: +82-53-950-5917

**이 논문은 김형욱의 2018년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

의 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 교사들은 수업 중에 시스템 사고를 증진시키는 확산적 발문을 많이 하였고, 학생 중심의 물리적, 심리적인 환경을 조성하여 시스템 사고를 향상시켰다. 둘째, 교사들은 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 진행하는 과정에서 교수학습 예시 자료의 부족과 수업 주제 선정의 어려움을 언급하였다. 또한, 평가 도구와 측정 방법이 부족하여 학생들의 학습 내용과 과정을 올바르게 평가하는 것이 어렵다고 지적하였다. 초등학교생들의 탐구 활동 능력 부족으로 시스템 사고를 기반으로 한 과학 탐구 수업의 효과를 극대화 시키는 데 한계가 있는 것으로 나타났다. 이 연구를 통해 초등학교 교사들은 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 진행하는 과정에서 여러 역할을 수행하고, 어려움을 겪으면서도 더 나은 수업의 방향을 찾고 있었다. 이 연구 결과는 앞으로 초등학교 수업 현장에서 시스템 사고를 적용하는 데에 가치 있게 활용될 것으로 기대된다.

주요어: 시스템 사고, 과학 탐구 수업, 현상학적 연구, 초등 교사

서 론

시스템 사고(Systems Thinking)는 어떤 시스템을 구성하는 하위 요소와 그 요소 사이의 상호 작용을 직관적으로 파악하고, 이를 통해 학습한 원리, 현상에 적용할 수 있는 능력이다(Lee et al., 2013; Senge, 2006). 이러한 시스템 사고는 시스템 다이내믹스(Dynamics)에 뿌리를 두고 있으며, 직관적 사고를 토대로 정치학, 경영학, 교육학 등 다양한 분야에 적용하고 있다(Kim, 2005; Lee et al., 2011). 특히 교육학 분야에서는 고등 사고 능력 중 하나의 유형으로 시스템 사고를 분류하여 학교 현장과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다(Ben-Zvi Assaraf and Orion, 2005a, 2005b, 2010a, 2010b; Kali et al., 2003; Kim and Kim, 2002; Sohn, 1995). 최근에는 4차 산업 혁명과 21세기 지식 기반 정보화 사회를 주도적으로 이끌어 가기 위해 융합적이고 종합적인 사고 능력이 필요함에 따라 ‘시스템’ 개념이나 ‘시스템 사고’가 더 주목받고 있다(Kim, 2007).

이러한 경향은 2015 개정 과학과 교육과정에 적용되고 있다. 고등학교 통합과학 교과서의 영역, 핵심 개념, 성취기준을 살펴보면, ‘시스템과 상호작용’, ‘역학적 시스템’, ‘지구 시스템’, ‘생명 시스템’ 등 시스템과 시스템을 구성하는 하위 요소 사이의 상호작용을 중요하게 다루고 있다. 이는 학생들이 각각의 시스템을 학습함에 있어 지식 통합 활동을 강조하고 있으며 직관적인 피드백 변화 예측 등의 통합 교육을 지향하고 있는 것이다(Lee and Lee, 2017; MOE, 2015). 전체를 이해하기 위한 부분과 부분 간의 상호 작용까지도 고려하여 사고하는 방법(Mayer and Kumano, 1999; O’Connor and McDermott, 1997)인 시스템 사고는 문제 상황을 전체적으로 파악하고 각 요인들에 대한 체계적인 이해를 바탕으로 근본적인

해결 방안을 도출하는데 기여한다(Senge, 1990). 즉, 과학적 추론 능력과 과학적 사고 활동 및 다양한 상황에서 문제를 해결하고 의사를 결정해야 하는 과학 탐구 수업의 특징(NRC, 1996)을 토대로 고려해보면 시스템과 시스템 사고는 과학 탐구 수업에 중요한 영향을 줄 수 있다.

이 연구에서는 과학 탐구 교육의 체계성과 학생들의 문제 해결력을 향상시키는 대안의 한가지로 시스템 사고를 활용하는 학교 현장 교사에 대해 초점을 두고 있다. 과학 현상을 거시적인 측면에서 이해하고 이를 바탕으로 문제를 해결하며, 전체와 부분들 사이의 상호작용, 순환적 인과 관계 또는 역동적 관계를 인지하는 시스템 사고를 활용한다면, 과학 탐구를 효과적으로 지도할 수 있다(Jeon and Lee, 2015; Park and Lee, 2014). 국내의 경우 시스템 사고의 교육 분야 적용에 대한 연구는 제한적으로 수행되었다(Jeon and Lee, 2015; Kwon et al., 2011; Lee and Lee, 2013; Lee et al., 2011; Lee et al., 2013). 대부분의 선행 연구는 중등학교 과학 교과, 지구과학, STEAM 교육에 국한되어 있으며, 초등학교 과학과를 대상으로 수행된 연구는 매우 미비하다. 이는 과학 탐구 능력의 교육과정 상의 연계성, 관련성 측면에서 볼 때, 초등학교에서도 시스템 사고를 적용한 과학 탐구 수업에 대한 연구 수행이 필요한 시점이다.

교수·학습의 질을 좌우하는 큰 요인은 교사의 교수 능력이다. 과학 탐구 수업에서는 교육과정이나 학습 자료보다 탐구를 실제로 지도하는 교사의 능력이 가장 중요한 것이다(Cho et al., 2008; Colburn, 2000). 초등 교사들이 시스템 사고를 과학 탐구 수업에 적용하면서 겪은 다양한 경험과 그 경험에서 나타나는 문제점을 우선적으로 해결 할 수 있는 방안의 모색은 시스템 사고를 학교 현장에 확산시키는 데 반드시 필요하다. 앞서 살펴본 것처럼, 시스템 사

고 기반의 과학 탐구 수업에 대한 초등학교 교사들의 경험을 연구해 보는 것은 중요한 의미가 있다고 할 수 있다. 이에 이 연구에서는 초등학교 교사들이 시스템 사고 기반의 과학 탐구 수업(STSIC, Systems Thinking-based Science Inquiry Class)을 적용하면서 경험한 것을 찾고 그 의미를 발견하는 현상학적 연구(Giorgi, 1985)를 수행하였다.

이 연구에서는 현상학적 질적 연구의 분석으로 연구에 참여한 교사들의 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업 경험에 대해 심층 면담을 실시한 후 내용을 분석하였고, 교사들의 다양한 경험의 본질과 현상을 규명하였다. 이 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업에서 필요한 교사의 역할은 무엇인가?

둘째, 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업에서 교사가 겪는 어려움은 무엇인가?

셋째, 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업이 교사에게 어떤 의미를 주는가?

연구 방법

연구 참여자

이 연구는 교육대학교를 졸업하였고, 과학교육과 대학원 석사과정에 재학 중이며 교사 과학 동아리 및 STEAM 교사 연구회에서 시스템 사고를 연구한 초등학교 교사가 수행하였다. 연구자는 과학 탐구 수업 기반 STEAM 프로그램을 개발한 경험이 있으며, A 교육지원청 영재학급에서 STSIC를 진행하였다. 또한, 국제 학술대회에 참여하여 시스템 사고 기반 학습 프로그램을 발표하였다.

연구 참여자들은 특별한 사례를 의도적으로 선택하는 질적 연구의 표본 추출 전략인 의도적 표본 추출 전략(purposeful sampling)을 사용하여 STSIC 경험이 있는 교사 중 연구에 참여하기를 희망한 교사 4명을 선정하였다. 이들은 모두 과학 탐구 수업에 관심이 있으며, 도 지역에 근무하고 있다. 연령은 25-40세로

분포하고 있으며, 여성 2명, 남성 2명이다. 교직 경력은 3-10년으로 Lee(1996)의 교직 생애주기론에 볼 때 초임기(교사 B, 교사 C)에서 향상기(교사 A, 교사 D)까지 분포되어 있고, 선정된 4명의 연구 참여자는 연구자와 함께 근무하거나 같은 교사 연구회, 교사 동아리를 함께하면서 충분한 래포(rapport)가 형성되어 있는 상태이다. 연구 참여자들의 시스템 사고 관련 사전 경험은 교사 연구회를 통하여 접하기 전에는 전혀 없었으나 연구회 활동 중 정기적으로 만나 문헌 연구 및 시스템 사고에 대한 내용 학습을 하였고, 그 결과 시스템 사고에 대한 식견이 높아지게 되었다. 또한, 연구자와 함께 연구 참여자들은 시스템 사고 기반 STEAM 프로그램을 개발하는 경험을 함께 공유하고 있다. 이들 연구 참여자에 대한 구체적인 정보는 Table 1에 제시 하였다.

자료 수집

현상학적 질적 연구 분석에서 문제의 본질을 파악하기 위하여 개인이 가지고 있는 선입견으로부터 먼저 벗어나는 것이 현상에 대한 본 모습을 보기 위해 연구자가 가장 먼저 취해야 할 태도이다(Bac, 2014). 이 연구에서는 연구자가 연구 참여자들과 교사 연구회 및 교사 동아리의 방식으로 지속적인 교류를 하고 있었으나, 원활한 연구 진행과 객관적 연구를 위하여 기존에 가지고 있던 선입견을 배제할 수 있도록 자료 수집 과정에서 철저하게 현상학적 판단 중지 과정을 거치고자 하였다.

우선, 연구자의 시스템 사고 연구 관련 경험을 간략하게 소개하면 2016년 STEAM 교사 연구회의 책임자를 맡으면서 시스템 사고를 처음 접하게 되었고 시스템 사고 기반 프로그램을 개발하였다. 수업을 진행할 때에는 많은 학생이 시스템 사고를 이해하기 힘들어하는 모습을 관찰하였고, 초등학교를 대상으로 한 연구 결과 및 참고 자료가 부족한 탓에 연구자도 어려운 점이 많았다. 하지만 그럴 때마다 스스로의 노력으로 이겨내는 과정이 연구자를 성장하는 계기로

Table 1. Information of the subjects

교사	성별	연령	교직 경력	담임 유무	기타 교과 경험 관련 특이 사항
A	남	38세	10년	담임	SW 교육 프로그램 활용 경험 다수, 정보통신교육 박사과정
B	남	32세	4.5년	담임	영재학급 지도교사, 과학대회 출전 경험 다수, SW 교육과 과학교육 융합 연구
C	여	26세	3년	담임	초임기 교사, 상담 및 초등 실과 교과 관련 연구교사
D	여	29세	6년	과학전담	2년째 과학 전담교사, 과학 수업 연구교사로 과학과 교육과정 이해도 높음

작용하였다. 그 후 연구 성과를 논문으로 발표하기도 하였으며, 국제 학술대회에서 구두 발표도 하였다. 또한, 현재는 시스템 사고를 초등학교생들에게 거부감 없이 원활하게 적용하기 위하여 게임 형태로 접근한 방법을 개발 중이다.

자료 수집은 연구 참여에 동의를 얻은 연구 참여자 4명을 대상으로 개별 심층 면담의 방법으로 진행하였으며 자연스럽게 편안한 상태에서 1회 면담에 30-80분 정도 진행하였다. 추가로 연구에 필요한 자료 수집 및 보안을 위하여 수시로 전화 통화, 이메일, SNS 등을 활용하여 1-2회 정도 추가 면담을 실시하였다. 면담이 진행되면서 연구 참여자 간 의견 교환을 위하여 집단 면담도 부가적으로 이루어졌다. 면담 장소는 연구 참여자의 편의를 고려하여 원하는 장소를 선택할 수 있도록 하였다. 또한, 연구 참여자들이 충분히 답변 내용을 생각해보고 면담을 실시하기 위해 질문지를 사전에 제공하였다. 연구자는 교사들의 면담 전사본 및 녹취록의 자료를 만들었으며, 자료를 서로 비교 분석하고 2회 이상의 검토 및 분석으로 면밀하게 내용을 정리하였다.

면담에 사용한 질문지는 대학교수로 재직 중인 과학교육 전문가 1명, 현상학 관련 교육학 전공자 1명

및 초등학교 과학 지도 경력 20년 차 이상의 교사가 검토하였고, 반복된 수정으로 타당도를 확보하게 되었다. 면담에 사용한 질문은 Seidman (1998)과 Schuman (1982)이 제시한 3단계 면담법인 생애사적 이해 (Focused Life History), 경험에 대한 상세한 이해 (Detail of Experience), 의미와 반성(Reflection on the Meaning) 단계를 연구 상황에 맞도록 재구성하였다(Table 2).

연구자는 연구 참여자들의 면담 이외에 교사들이 과학 탐구 수업을 진행하면서 사용한 학생용 학습지, 교육과정을 재구성한 교재, 교사들의 시스템 사고 관련 이론적 배경 안내서 등 다양한 부가 자료를 수집하고 분석하여 그 속에 담긴 의미를 파악하였다. 그리고 STSIC에 참여했던 학생들과도 심층 면담을 실시하여 교사들의 경험에 대한 추가적인 자료를 얻을 수 있었다.

자료 분석

이 연구에서는 여러 가지 현상학적 연구 방법 중 Giorgi(1985)의 현상학적 체험 연구 방법을 활용하였다. 이는 여러 가지 질적 연구 방법 중에서도 있는 그대로의 현상을 이해하기 위해 참여자의 기술을 중

Table 2. Stage of the interview and interview questionnaire

단계	세부 범주	면담질문내용
생애사적 이해	과거경험	1. 평소에 과학 교과 수업에 관심이 많았는가? 2. 과거에 참관하거나 진행하였던 과학 탐구 수업 중에 기억에 남는 수업(내용, 방법, 환경)은 무엇인가? 3. 선생님만의 효과적인 과학 탐구 수업 지도방법이나 노하우가 있는가? 4. 어떠한 계기로 시스템 사고를 접하게 되었는가? 5. 시스템 사고에 대하여 개인적인 관심이 있는가? 6. 시스템 사고에 관하여 사전에 얼마나 알고 있었는가? 7. 이전에 STSIC 경험이 있는가?
		1. STSIC에서 수업 단원 및 주제 선정은 어떻게 하였는가? 2. STSIC를 진행할 때 필요한 교수·학습 자료는 어떻게 제작하였는가? 3. STSIC에서 특별하게 필요한 수업 환경 조성에는 어떤 것이 있는가? 4. 선생님은 어떤 방법으로 학생들의 개인차를 고려하여 STSIC를 진행하였는가? 5. 선생님이 사용한 STSIC 중 활동에는 어떤 것들이 있었는가? 6. 과학 수업이 끝난 후 과제 제시는 어떻게 하였는가? 7. 학생들에게 시스템 사고에 관련된 기본 이론교육은 어떻게 진행하였는가? 8. STSIC를 하시면서 어떤 점을 강조하며 학생들에게 인과지도 그리기를 지도하였는가?
경험에 대한 상세한 이해	현재의 시스템 사고 기반 과학 교과 수업경험	1. STSIC를 진행하면서 힘들었던 점은 무엇인가? 그리고 그 원인은 어디에 있다고 생각하는가? 2. STSIC를 진행하면서 부딪친 어려움을 어떻게 해결하고 극복하였는가? 만약 해결하지 못하였다면 이유는 무엇인가? 3. 시스템 사고가 교육 현장에 정착하려면 어떤 지원을 필요로 하는가? 4. STSIC 지도에서 내용적으로 아쉬운 점은 무엇이 있는가? 또 보완해야할 방향은 어떤 것인가? 5. 선생님이 STSIC 지도를 하기 전 모습과 지도 후 모습에서 달라진 점은 무엇인가? 또 어떤 의미가 있는가? 6. 시스템 사고 기반 수업 방법을 다른 선생님에게 추천해주고 싶은가? 7. 효과적인 STSIC 지도를 위해 어떤 자료가 개발되어야 한다고 생각하는가? 8. 앞으로 STSIC를 하려는 교사들에게 조언하자면 어떤 것들이 있는가? (시행착오 및 경험을 바탕으로)
의미와 반성	경험의 의미 반성 및 숙고	

시하며, 참여자 체험의 개별적 의미와 그 개별적 체험을 관통하는 일반적 체험의 본질을 발견할 수 있는 방법으로(Joh, 2011) STSIC를 진행한 교사들의 경험을 분석하고 그 의미를 심층적으로 이해하는데 적절한 방법으로 판단되어 선정하였다.

이와 같은 연구 과정을 따르고자 연구자는 STSIC를 진행한 교사들의 경험에 대한 이야기를 녹취하였다. 그리고 이 내용을 전사한 자료를 반복적으로 읽으면서 연구 참여자들의 수업에 대해 의미 있게 진술한 목록을 만들었다. 그리고 연구자는 각 진술에 동등한 가치로 반복되거나, 중복되지 않는 진술을 선정하여 의미 단위로 묶어 몇 개의 범주로 분류하며 해석하였다.

연구 결과

STSIC를 진행한 연구 참여자와의 수차례에 걸친 개별 면담 및 집단 면담을 통해 수집된 자료를 전문가와 협의하여 주제를 범주화하였다. 연구 참여자들은 수업에서 어려운 점, 학생들의 반응, 과학 탐구 수업 운영의 문제 등 다양한 의견을 제시하였다. 이러한 문제들은 연구의 타당성을 높이기 위하여 자료 분석과정에서 다양한 논의의 과정을 거쳤고, 이 연구에서 연구 문제로 선정된 3가지 하위 범주로 요약할 수 있었다. Table 3은 선정된 하위 범주 및 주제, 의미 단위를 나타낸 것이다.

Table 3. Sub categories and subjects

하위 범주	주제	의미 단위
STSIC에서 교사의 역할	확산적 발문	<ul style="list-style-type: none"> · 유연한 사고 · 창의적
	학생 중심 물리적, 심리적 환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> · 의견 수용의 자세 · 발표기회 및 토의, 토론 기회 · 소극적인 학생을 적극적으로 만들기
	사전 교육의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 사고 기본 요소 교육 · 시스템 사고 사전 교육 · 원활한 수업을 위해 꼭 필요한 과정 · 별도의 수업시간 할당
	교육과정 재구성으로 수업 적용 원활화	<ul style="list-style-type: none"> · 다른 교과와의 연계로 교육과정 재구성 · 프로젝트 수업 계획 · 학기 초 사전 계획으로 원활한 재구성 진행 가능
STSIC에서 겪는 어려움	예시 자료 부재	<ul style="list-style-type: none"> · 참고할 자료의 부족에 따른 어려움 · 과학 수업에서 자료 · 예시 자료 보급의 활성화
	주제 선정의 어려움	<ul style="list-style-type: none"> · 교육과정의 올바른 실행 · 초등과학에서의 주제 선정
	평가의 어려움	<ul style="list-style-type: none"> · 교육과정 성취기준과 시스템 사고 평가의 괴리 · 평가 도구 부재 · 평가 도구 개발
	학생들의 탐구 능력 부족	<ul style="list-style-type: none"> · 인과지도 그리기 어려움 · 연결고리 찾아내지 못함 · 순환과정 이해 부족
STSIC이 교사에게 주는 의미	즐거운 분위기 형성	<ul style="list-style-type: none"> · 교사-학생 상호작용 · 학생과의 교류 · 피드백
	교사 효능감 증가	<ul style="list-style-type: none"> · 교육과정을 바라보는 통찰력 · 전문성 향상 · 자신감 · 효율적인 과학 수업
	구성주의 수업 활용 가능성	<ul style="list-style-type: none"> · 조력자 · 인지적 혼란

STSI에서 교사의 역할

일반적인 과학 탐구 수업이 학교 과학 학습에 성공적으로 도입되고 학생들이 탐구들 통하여 의미 있는 학습을 경험하기 위해서는 과학 교사가 탐구를 가르치기 위한 전문성을 갖추어야 한다(Kim, 2007). 교사는 학생에게 탐구 과정에서 발생하는 효과적인 의사소통을 학습시키기 위하여 논변의 기회가 일어날 수 있는 토의 시간을 많이 제공해야 한다고도 주장하고 있다(Jean, 2009). 이를 토대로 단순한 선형적 관계가 아닌 전체를 인지하고 구성 요소들 사이의 순환적 관계를 지속적으로 이해해야 하는 시스템 사고의 특성(Senge, 1996)에 대해 교사의 인지 여부가 학생들의 능동적인 참여를 요구하는 STSI에서 특히 중요하다고 할 수 있다. 따라서 아직까지 교육 현장에서 잘 알려져 있지 않은 시스템 사고 기반 수업은 일반적인 과학 탐구 수업과의 차별화된 교사 역량을 요구하게 된다.

가. 시스템 사고를 촉진 시키는 교사의 확산적 발문

교사의 확산적 발문은 학생들이 현상에 대해 좀 더 논리적으로 분석할 수 있고, 왜 그와 같은 판단을 하였는지 근거를 제시할 수 있도록 도와주는 역할을 하며, 학생들의 비판적 사고를 신장시키는 데 기여한다. 이와 같은 정보를 분석할 수 있는 상위 수준의 발문은 비판적 사고력과 기능을 발달시키기 위해서 필요한 것이다(Back, 2008; Gall, 1970). 확산적 발문이 학생의 창의적 사고 신장에 도움을 준다는 결과는 선행 연구에서 검증되었다(Back, 2008; Kim, 2000; Moon, 1997; Park, 1990). 연구 참여자들은 학생들의 시스템 사고를 촉진시키는 확산적 질문을 많이 사용하였다.

“시스템 사고 기반 과학 탐구 수업에서 학생들의 생각을 유연하게 만들 수 있는 발문을 계속해서 사용하였습니다. 이를테면 왜 그렇게 생각하나요? 다르게 생각하는 학생 있나요? 순환 고리를 찾은 학생은 왜 그렇게 생각하였나요? 여러 가지 인과 관계를 이야기로 만들어 가며 설명해볼까요? 와 같은 발문입니다. 이러한 열린 발문으로 학생들은 좀 더 창의적인 사고를 할 수 있고 결국 부분이 아닌 전체를 볼 수 있는 안목인 시스템 사고를 기를 수 있는 것 같았습니다.” (교사 A)

“시스템 사고를 과학 탐구 수업에 올바르게 적용하기 위해서는 발문이 중요하다고 생각했습니다. 교사의 말 하나하나가 학생의 사고를 유연하게 할 수도 있고, 경직시킬 수도 있는데 시

스템 사고 기반 수업에서는 창의적이고 확산적인 사고를 중요하게 생각하기 때문입니다.” (교사 B)

“인과지도나 그림 그리기와 같은 활동으로 시스템 사고를 표현할 때 저는 예를 들어보거나 끊임없이 이유를 나타내라고 요구하였습니다. 이렇게 되면 자신의 생각을 간략하게 표현하는 학생도 논리적으로 자신의 생각을 표현하며 적절하게 뒷받침하는 이유와 예를 많이 찾는 것을 보았습니다...(중략)...어떤 예시가 있는지 다시 한번 이야기해 줄 수 있나요? 에너지가 순환한다고 생각하는 이유를 말해보고 한번 그림으로 표현해볼까요? 와 같은 방법입니다. 이를 통해 어렵게 생각할 수 있는 시스템 사고를 학생들이 좀 더 쉽게 접근하도록 도와줄 수 있는데 그 열쇠가 교사의 발문이라 생각합니다.” (교사 C)

“발문의 유형은 크게 수렴적 발문과 확산적 발문, 평가적 발문으로 나눌 수 있다고 알고 있습니다. 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업에서는 분석된 요소들을 재구성하고, 추론하게 하는 확산적 발문이 필요합니다. 학생들이 원인과 결과의 관계를 파악하고 부분에서 전체를 구성하는 시스템 사고 기반 수업은 수렴적 발문이 올바른 역할을 하지 못할 것이라 생각하기 때문입니다.” (교사 D)

정리하면, 교사의 효과적인 발문은 학생의 사고 활동을 자극하는 특성을 가지고 있다. 그리고 교사의 발문은 사용하는 양과 형태에 따라 학생들에게 다양한 영향을 미친다. 또한 교사의 발문은 단지 의문 형태만 취하는 것이 아니라, 언어적 반응을 이끌어 내는 의문 기능을 하는 것이며, 학습자의 지식 정도를 알아보기 위한 수단에 국한된 개념이 아니라 교수의 출발점으로써 흥미를 유발하고 사고를 촉진하며 토의를 이끄는 중요한 역할을 한다(Oh, 1997). STSI를 진행한 연구 참여자들은 확산적 발문으로 학생들로 하여금 끊임없이 사고하게 하여 수업 주제와 내용에 집중을 시키고, 학생들의 의사소통을 촉진 시켰으며, 학생들의 인과 관계 사고를 자극하기 위하여 발문을 다양하게 하였다.

나. 학생 중심의 물리적, 심리적 환경 조성

과학 지식과 정보의 증가가 급속하게 이루어지면서 단편적인 지식을 중심으로 한 암기 위주의 교육이나 교과서에만 의존하는 지식 전수 위주의 교육이 아니라 창의적이고 자기 주도적인 능력을 갖춘 학생을 양성하기 위한 학생 중심 교육이 강조되고 있다(Yeo et al., 2007). 특히 시스템 사고를 적용한 수업에서는 전체를 인지하고 부분들 사이의 순환이나 인과 관계

를 학생들이 스스로 파악해야 한다는 점에서 학생 중심 교육의 적용이 필수적이라 할 수 있다.

“시스템 사고는 학생들이 많이 어려워하는 경우가 있기 때문에 기본 개념 형성에 교사의 설명이 불가피 하지만 학생들의 유연한 사고의 확장과 창의적인 아이디어를 이끌어 내려면 학생 중심 활동 수업이 되어야 합니다.” (교사 A)

“시스템 사고를 학생들이 창의적으로 표현하고 자신 있게 자신의 의사를 결정하기 위해서는 자기 주도적이고 존중받을 수 있는 학습 환경을 조성해야 합니다…(중략)…시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 진행할 때에는 가능한 모든 의견을 수용하려고 노력하였고 학생 스스로 주도적으로 결정할 수 있는 기회를 많이 제공하였습니다. 그 결과 학생들의 자신감이 고취되고 창의성이 향상된 것을 느꼈습니다. 아울러 인과지도 그리기와 같은 시스템 사고 역량도 강화되는 모습을 보였습니다.” (교사 B)

“저는 학생들에게 활동 기회를 많이 부여했습니다. 시스템 사고와 같이 자신의 생각을 시각화하여 나타내는 수업 방법에 교사의 역할은 축소되어야 한다고 생각했기 때문입니다…(중략)…필요할 경우 이해도가 빠른 학생이 떨어지는 학생에게 알려주는 학생 선생님 방법을 활용하기도 하였는데, 아무래도 선생님께 배우는 것보다 가르쳐주는 학생, 배우는 학생 모두 적극적인 태도를 보였습니다.” (교사 C)

“탐구 수업의 기본 형태는 3-4명으로 구성된 모둠학습 형태로 진행하였습니다. 개인적 활동으로 인과지도 그리기와 단어 관계 찾기, 그림 그리기와 같은 활동을 어려워하는 학생들도 더러 있었기 때문입니다. 이로 인하여 교사중심 수업이 아닌 학생 중심의 교육으로 시스템 사고를 신장할 수 있었으며, 수업 환경 조성의 중요성을 느끼게 되었습니다.” (교사 D)

Yeo(2005)는 학생들의 자기 주도성을 증진 시키고 학생들이 스스로 학습할 수 있는 기회를 주기 위해서는 수업에서 소수 인원으로 활동을 구성한 환경을 조성해야 한다고 하였다. 소수 인원으로 활동을 하는 경우 자신의 의견을 말하기 쉽고 즉각적인 반응이 가능하기에 학생 중심의 수업 환경이 되는 것이며, 이는 시스템 사고 활동의 원활화 및 시스템 사고의 신장으로 이어질 수도 있다. 요약하면, 사고력 신장에 필요한 심리적 환경은 실패에 따르는 결과나 타인의 조롱에 대한 두려움 없이 창의적인 아이디어를 자유롭게 개진할 분위기를 조성해 주는 일이다(Lee, 2007; Rogers, 1961). 이런 환경을 조성하기 위해서는 어떠한 과정을 거친 아이디어라도 교사는 넓은

수용 자세로 이를 허용해야 하며, 학생을 중심으로 인정하고 상호작용하는 분위기 조성이 필요하다.

다. 시스템 사고를 학생들이 이해할 수 있는 사전 교육 실시

시스템 사고는 현재 교육과정에서 다루고 있지 않은 사고 방법이다. 지금까지의 시스템 사고는 인문, 사회, 경제 등의 분야에서 인간 및 학습자의 사고 과정과 접목하여 시스템 사고 능력에 대한 연구가 수행되어 왔다(Jeon and Lee, 2015). 그러므로 학생들은 물론 교사들 또한 접할 수 있는 기회가 거의 없었다. 이런 환경적 문제로 시스템 사고의 원활한 과학 탐구 수업에서의 적용을 위해서는 별도의 시간을 할당할 필요가 있다. 이 연구에서 연구 참여자들은 시스템 사고를 위한 별도의 교육 시간을 할애하여 학생들에게 기본 소양을 교육하고 있었으며, 중요한 과정이라고 언급하였다.

“우선, 시스템 사고를 과학 탐구 수업에 학생들에게 활용하기 위해서는 별도의 사전 이론교육이 필요했습니다. 저는 과학 수업에서 보충적으로 탐구할 내용이 있으면 교사용 지도서를 활용하여 과학 수업에 필요한 이론을 정리하고 학생들에게 제시합니다. 하지만 시스템 사고는 학생들에게 사전으로 교육할 자료가 미땅하지 않아 여러 논문들의 이론적 배경을 읽고 초등학생 수준으로 변형해서 사용하였습니다. 또한, PPT도 새롭게 제작하여 학생들이 이해하기 쉽도록 하였습니다.” (교사 A)

“학생 중에 ‘인과’, ‘시스템’이라는 말조차도 모르는 학생들이 몇몇 있었습니다. 사실 초등학생들에게 많이 어려운 말입니다. 그래서 저는 과학 수업을 진행하기 전 익숙해지기 시간을 활용하여 학생들에게 용어에 관한 사전 교육을 실시하였습니다.” (교사 B)

“저는 다른 선생님께서 주신 자료를 활용하여 학생들에게 사전 인내를 실시하였습니다. 인터넷을 찾아보니 인과지도를 미리 그려놓은 예시 자료를 찾을 수 있었습니다. 이 예시 자료를 학생들에게 보여주며 따라 그리게 하는 일종의 모방으로 학습 개념 잡기를 시도했습니다...물론 수업 시작 전에 시스템에 관한 기본 개념 잡기도 놓치지 않았습니다.” (교사 C)

요약하면 연구 참여자들은 STSIC를 진행하기에 앞서 별도의 사전 교육을 실시하였다. 이는 현행 교육 과정에 없고 익숙하지 않은 시스템 사고를 수업에 적용하기 위해서는 사전 교육이 필요함을 나타내는 것으로 수업 시간 전과 다양한 자료 및 방법을 사용

하여 진행하였다.

라. 시스템 사고의 원활한 적용을 위한 교육과정 재구성

우리나라는 제5차 교육과정까지 학교 교육과정의 개념 없이 국가 교육과정에서 제시한 내용을 바탕으로 일률적인 수업을 중시하였다(Seo, 2009). 하지만 학생들의 다양한 학습 요구 및 교사들의 능력을 반영하지 못한 문제점으로 인하여 제6차 교육과정 이후 점차 운영의 자율성을 부여하기 시작하였다(Hong, 2011). 그 후 2007, 2009 개정 교육과정을 거치고 2015 개정 교육과정의 경우는 운영의 자율성이 한층 강화되어 교사들의 교육과정 재구성은 점차 활성화되고 있다(Kang, 2016). 이 연구에서 연구 참여자들은 시스템 사고를 과학 탐구 수업에 원활하게 적용하기 위하여 교사 나름의 교육과정 재구성을 실행하고 있었다.

“시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 하기 위해서 교육과정 재구성을 먼저 간단히 공부했습니다. 교사 연수도 이수했고, 유명한 선생님의 서적도 읽어 보았습니다...(중략)...알아보기 쉽도록 마인드 맵 형식으로 개념도를 그렸는데 과정은 복잡하고 힘들었지만 교사로서 의미 있는 활동이며 역할이라 생각합니다.”(교사 A)

“시스템 사고의 적용을 위해서 주제 중심 교육과정 재구성이 필요해 보입니다. 아무래도 초등학생들에게 생소한 사고 과정이며, 어렵다고 느껴지기 때문입니다...(중략)...저는 국어, 수학, 과학 교과와의 교육과정 재구성을 통해 수업을 진행하였습니다. 하지만 교육과정 재구성이 생소하기도 하였고, 학기 초 시수확보가 안되어 약간의 어려움은 있었습니다.”(교사 B)

“교육과정 재구성을 위한 프로젝트 수업은 교사의 교육과정 구성 역량에 달려있습니다. 저와 같은 경우에도 학기 초 교육과정 계획 단계에서 이미 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 할 단원을 찾고 수업 시수를 확보하였습니다...(중략)...특히 저는 교과 간의 경계를 허무는 방식을 사용하였는데 과학 탐구 수업 단원을 중심으로 다른 교과를 결합하는 구성을 하였습니다.”(교사 C)

“아무래도 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 하려면, 주제 중심의 프로젝트 학습이 맞은 경우가 많았습니다...(중략)...최근 새로운 주제 중심 프로젝트 학습을 하나 진행하였습니다. 물의 상태 변화 단원과 북극의 빙하가 녹는 상황을 연결 지어 활동을 해보는 것입니다. 먼저 물의 순환이라는 주제로 인과지도를 그리며 시스템 사고력을 기르고 북극곰의 상황을 미술

교과와 연계시켜 포스터 그리기를 진행합니다. 또 국어 교과와 연계시켜 인과 관계가 분명하게 나타나도록 주장하는 글을 쓰며 북극곰을 구하지는 주제로 과학 글쓰기를 하는 것입니다.”(교사 D)

요약하면, 사회적 변화 및 학교 교육 개혁에 따라 교사들에게 요구되는 가장 핵심적인 능력은 ‘교육과정 구성 및 설계 능력’을 들 수 있다(So, 2003). 실제로 STSIC를 진행한 교사들은 이 점을 인지하고 있었으며, 교육과정을 재구성하면서 수업을 진행하였다. 또한, 교사 나름의 교육과정 재구성 방법을 활용하고 있었는데, 교사 A와 교사 D는 마인드맵을 활용하여 정리를 하였다. 교육과정 재구성은 학기 초의 철저한 계획과 교사의 노력 및 역량을 요구하는 것으로 쉽지 않은 작업이다. 하지만 교육과정 재구성이 이루어진다면, 학생들 수준에 적합한 교육 방안을 찾아 새로운 경험과 마주하게 된다는 점에서 의미가 있다.

STSIC에서 겪는 어려움

과학적 인과 관계를 파악하는 능력의 기초가 성립되는 초등학교 시기는 복잡한 상호 연관성의 이해를 요구하는 시스템 사고 기반 수업이 학생들에게 어렵게 다가올 수도 있다. 이러한 어려움이 교사에게 전달되어 자칫하면 전체적으로 학습 무기력증에 빠질 염려도 있다. 연구 참여자들은 실제로 STSIC에서 많은 어려움을 겪고 있었다.

가. STSIC 교수학습 예시 자료 부재에 따른 어려움

탐구적인 학습 방법을 중요시 하는 초등학교 과학 수업에서는 다양한 학습 자료가 절대적으로 필요하다(Kwon, 2005). 질적으로 우수한 학습 자료의 확보는 내실 있는 과학 수업을 위해 중요한 의미를 지니며, 학습 자료의 질은 교수학습 방법, 발문법, 사고의 방법까지도 변화시킬 수 있기 때문에 과학과 교육과정을 탐구적으로 운영하려면 적절한 학습 자료의 확보는 필수 불가결한 사항이라고 할 수 있다(Kim, 2003). 특히 시스템 사고 같이 고등 사고 능력을 요구하는 방법적인 측면에서 질 높은 교육 자료의 중요성은 더욱 크다고 할 수 있다. 부가적으로 많은 초등학교 교사들은 과학과 탐구 수업에 많은 부담을 느끼고 있다는 것은 익히 알려진 사실이다(Oh, 2011). 그런 의미에서도 초등과학 교수 학습 자료가

지니는 가치는 매우 큰 것이다.

“저와 같은 경우는 중학교나 고등학교에서 사용하는 과학 시스템 수업 방법에 관련된 논문을 참고하여 자료를 만들었습니다. 하지만 제가 만들거나 새롭게 수정한 자료가 올바르게 만든 것인지, 또는 과학에서 중요하다고 할 수 있는 학생들의 탐구력이나 과학적 문제해결 방법을 제한한 것은 아닌지 의문이 들었습니다.” (교사 A)

“과학 수업에서 실험을 한 후 학습지를 통해 배운 내용을 정리하는 방식으로 수업을 진행하였습니다. 기존의 과학 탐구 수업에서 사용할 자료는 큰 어려움 없이 수정하거나 제작이 가능했습니다. 하지만 시스템 사고 기반 과학 탐구 수업을 진행하기 위하여 필요한 학습지 및 기타 자료는 기존에 제작되어 있는 것이 없어 어려웠습니다.” (교사 B)

“과학 수업에서 자료의 중요성은 어려운 개념을 쉽게 접근하는 방법적 측면, 수업이 시작될 때 학생들의 관심과 주의를 끌 수 있는 동기 유발의 측면에서 굉장히 중요한 기능을 합니다. 하지만 시스템 사고 기반 수업의 경우 기존에 개발된 자료의 부족으로 학생들에게 올바른 학습 자료 제시를 못한 것 같습니다.” (교사 D)

Lee et al.(2007)는 초등학교 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 중에 과학 교수학습 자료가 충분하게 제공되지 못할 때 겪는 어려움이 크다고 제시한 바 있다. 위의 진술에서도 STSIC를 진행한 연구 참여자들은 교수학습 자료의 부족을 언급하였다. 교사 A와 교사 B, 교사 D는 예시 자료가 충분하게 제공되지 못하는 점을 들어 수업 적용에 어려움을 언급하였다. 즉, 과학 수업에서의 자료의 중요성을 생각해본다면 STSIC를 진행하는 교사는 점점 부담을 느낄 수 있게 되고, 점점 활용하려는 교사도 줄어들 것이다. “교육의 질은 교사의 질을 능가할 수 없다”는 고전적인 문구를 생각해보다도 초등학교 학생들의 중요한 역할 모델인 초등학교 교사들이 과학 수업을 부담스러워 한다는 점은 그대로 초등학교 학생들에게 투영될 수 있는 중요한 문제인 것이다(Shin et al., 2005).

나. STSIC 주제 선정의 어려움

교육과정의 실행은 개발된 교육과정을 교육 현장에서 수용하고 교실수업을 통해 교육과정 목표를 달성하는 것이다. 이는 단순히 수업을 통해 교육과정을 실현하는 것을 넘어 자신이 가르칠 학생들과 교사 자신의

여러 가지 상황들을 고려하여 교육과정을 의미 있게 해석하고 개발하여 실행해 가는 과정이라고 할 수 있다(Mun, 2017). 이처럼 올바른 교육과정의 실행의 이면에는 올바른 수업 주제 선정이 내포되어 있다고 할 수 있다. 일찍이 수업은 학생을 위해 존재하지만 그것을 디자인하는 가장 중요한 사람이 교사라는 점에서 교사의 역할을 강조하였다(Cheon, 2005). STSIC를 진행한 연구 참여자들은 주제 선정에 대하여 이렇게 언급하였다.

“시스템 사고를 방법적인 측면으로 사용하여 과학 탐구 수업을 진행하는 데 올바른 주제 선정은 어려운 일이었습니다. 우선, 어느 단원을 적용할지부터 주제 선정 뒤 학습목표는 어떠한 방식으로 제공할지 등 수업의 기본적 골격을 세우는 작업에 곤란을 많이 겪었습니다. 또한 지도서와 수업을 할 수 있게 도움을 주는 교육과정 패키지의 부족으로 저조차도 애매한 상태에서 수업 주제를 선정하고 수업에 임하였던 것 같습니다.” (교사 A)

“저는 보통 수업 주제를 선정할 때, 기존에 선정한 수업 방법을 고려하여 교과서 및 지도서 해설서를 참고하고 수업 주제를 선정합니다. 하지만 올바른 수업 방향과 가이드 라인의 부족으로 인하여 선정한 수업 주제가 학생들의 시스템적 사고 향상에 도움을 주는지 확신이 들지 않았습니다. 또한, 요즘 학교 현장에서는 학생 스스로 수업 주제를 선정하는 학생 중심의 활동이 많이 적용되고 도입되었습니다. 학생들에게 생소한 시스템 사고를 가지고 이 활동을 하기에는 너무 어려웠습니다.” (교사 B)

“초등학교 교과서를 살펴보면 중학교나 고등학교처럼 연속되는 인과 관계를 나타낸 단원이 많지 않습니다. 특히 3-4학년의 경우는 더욱 그러했습니다. 아마도 초등학생의 발달 단계가 고려된 교과서 구성이기 때문이라 생각이 듭니다…(중략)… STSIC의 주제 선정은 여전히 어렵다는 생각을 하였습니다. 2015 개정 교육과정이나 앞으로의 교과서나 지도서에서 좀 더 명확하게 통합이나 인과 관계가 제시되었으면 하는 바람입니다.” (교사 D)

요약하면, 교사 A는 STSIC의 주제 선정적인 측면에서 어려움을 지속적으로 느끼고 있었으며, 교사 B와 교사 D는 교과서나 지도서의 안내 부족으로 인하여 주제 선정에 부담을 느끼고 있었다. 최근 학교 현장에서는 아이들이 협력하여 배우는 수업을 지향하고 있다. 이는 수업 주제부터 수업 방법까지 학생들 스스로 결정하고 토의하여 수업에 임하는 것이다. 여기서 학생들은 교사의 설명을 통하여 수업 주제와 내

용을 숙지하는 것이 아닌 활동지와 교과서와 같은 다양한 매체를 중심으로 수업 주제에 관한 내용을 스스로 알아가는 것이다. 이점을 고려해볼 때 STSIC의 올바른 정착을 위해서는 많은 변화와 인식 그리고 자료가 필요하다.

다. STSIC 평가의 어려움

과학과에서는 탐구 학습을 통하여 과학의 핵심 개념 이해 및 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제 해결력’, ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’, ‘과학적 의사소통 능력’ 등과 같은 과학과 핵심역량을 균형 있게 기를 수 있도록 지도한다. 그리고 그 평가는 다양한 방법으로 올바른 평가도구를 사용하여 실시해야 한다(MOE, 2015). 즉, 평가의 목적, 대상과 내용의 특성에 따라 그에 알맞은 평가 방법, 도구, 기법을 적절히 선택하여야 하는 것이다. 연구 참여자들은 다양한 평가를 나름의 방법으로 하고 있었지만 많은 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

“평가하는 것이 힘들었습니다. 일단 시스템 사고를 제대로 평가할 수 있는 평가 도구가 없는 것 같습니다. 그래서 저는 학생들의 인과지도 그리기와 그림으로 표현한 것을 제 주관적인 입장에서 평가하였습니다. 객관적인 기준이 없다 보니 평가를 해도 학생이 시스템 사고를 올바르게 이해한 상태에서 인과 관계를 제대로 파악했는지 정확하게 알 수 없었습니다.”

(교사 A)

“시스템 사고의 양적인 평가 도구가 없는 것이 불편하였습니다. 대부분 관찰 평가를 하거나 인과지도, 그림, 단어 연결과 같은 질적 평가 도구에 의존하였습니다. 그러다보니 교사의 주관이 개입되는 경우가 많았습니다.” (교사 B)

“저는 과학과 평가를 진행할 때 최대한 해설서에 명시된 성취 기준을 활용합니다. 하지만 교육과정 운영 경험도 적고, 전반적인 교직 경력이 짧은 영향으로 재구성하는 경우 평가에 늘 어려움을 겪었습니다. 이번 STSIC 평가의 경우도 마찬가지였는데, 성취기준과 시스템 사고를 어떻게 접목시켜야 하는지 몰라서 당황했습니다.” (교사 C)

“저는 개별 평가보다는 모둠 평가를 진행하였습니다. 지금 생각해보면 시스템 사고를 평가한 것이 아니라 결과물만을 평가한 것과 같은 아쉬움이 있습니다. 제 생각에는 올바른 시스템 사고 평가를 위해서 시스템 사고만을 올바르게 평가할 수 있는 평가 도구가 필요할 것으로 생각합니다.” (교사 D)

시스템 사고는 Lee et al. (2011)에서 적용한 평가 도구와 Jeon and Lee (2015)의 연구에서 분석한 방법을 사용하여 학생들의 시스템 사고 능력을 측정할 수 있다. 하지만, 연구 참여자들은 STSIC의 평가 부분에서 큰 어려움을 느끼고 있었고, 평가 도구의 모호성 개선 및 정확한 평가 기준의 성립이 필요하다고 보았다. 이는 연구 참여자들의 기존 평가 도구에 대한 이해력 부족 및 재구성 능력 부족에 기인한 것으로 보인다. 교사 A와 교사 B는 질적 평가 도구를 사용하여 학생들의 시스템 사고 능력 향상을 평가하고 있었는데, 주관적인 측면이 개입되는 경우가 많아 평가가 어렵다고 하였다. 또한, 교사 C는 교육과정 성취기준과 연계된 평가 도구의 부재에 따른 어려움을 말하였고, 교사 D는 시스템 사고 능력 자체의 평가보다는 결과물 평가에 초점이 맞추어진 것에 아쉬움을 가지고 있었다.

라. 학생들의 시스템 사고 활동 관련 탐구 능력 부족

과학 탐구 능력이란 과학자들이 조사하고 연구하는데 필요한 능력으로, 학생들이 어떤 문제에 부딪혔을 때 과학적 탐구 방법에 의해 스스로 문제를 해결하는 능력이다(Go, 2009). 이는 STSIC의 경우에도 똑같이 요구되는데 과학적 문제에서 나타난 원인과 결과를 학생들이 스스로 찾아 연결고리를 만들고 인과 지도를 그리게 되거나 관계를 찾는 것이다. 여기서 인과지도는 시스템 사고를 이용하여 어떤 문제를 분석하기 위해 사용하는 도구이다. 인과 지도의 구성 요소는 직접 또는 간접적으로 영향을 끼치는 변수, 변수 사이에 인과 관계를 화살표로 나타내는 연결선으로 구성되어 있다. 이러한 시스템 사고를 나타내는 인과 지도는 초등학생에게 어렵게 느껴진다. 이 점에서 연구 참여자들은 다양한 어려움을 언급하고 있었다.

“학생들이 인과지도 그리기에 어려움을 느끼고 있었습니다. 창의적 생각을 하지 못하고 주변의 상황으로만 인과지도도를 그리려는 시도를 하였습니다. 또한, 연쇄적으로 연결되는 피드백 고리(인과지도에 여러 개의 인과 관계들이 하나의 폐쇄된 회로를 형성하는 경우는 더더욱 찾지 못하는 어려움이 있었습니다. 수업을 진행하는 교사로서 학생들의 탐구 능력 부족으로 이런 힘든 점이 있었습니다.” (교사 A)

“현행 과학교육에서는 인과 관계를 파악할 수 있는 과제를 그리 심층적으로 다루고 있지 않습니다. 인과지도 그리기 같은 경우는 저조차도 처음에 생소한 영역이었습니다. 이는 학생들에게도 생소하고 어려워 금방 싫증을 내거나 옆에 잘하는 친구가 있으면 그대로 모방하는 경우가 많았습니다.” (교사 B)

“저희 반 학생들이 학업 성적 편차가 좀 큰 편에 속합니다. 시스템 사고를 곧잘 이해하는 학생이 있었지만 다수의 학생은 한 번에 이해하지 못해 수업을 진행하는 데에 어려움이 있었습니다. 특히 단어 관계 연결이나 순환을 잘 만들지 못하는 모습을 많이 봤습니다. 예를 들어 의문문의 형태로 문장을 만들거나 인과 관계를 생각하지 못한 문장 생성이 가장 많았습니다.” (교사 C)

“시스템 사고를 수업에 적용하면서 활동할 때 학생들은 단편적인 인과 관계만 파악하려는 경향이 많았습니다. 몇몇 학생은 이해도가 부족하여 원인과 결과만 늘어놓기도 했습니다. 이는 시스템 사고의 본질에서 벗어난 것으로 시스템 내 동적 관계를 역동적으로 파악하거나 순환성을 이해하는 능력과는 거리가 멀어 보였습니다.” (교사 D)

연구자는 학생들의 시스템 사고 관련 탐구 활동 능력 부족이 어떻게 교사들에게 어려움으로 작용했는지 심층적으로 알아보기 위하여 추가적으로 교사 A가 수업한 학반 학생들에게서 심층면담을 하고 학생들의 인과지도 자료를 분석하였다. 학생들은 인과지도 그리기를 제대로 수행하지 못하고 있었으며, 심층면담에서와 같이 피드백 고리를 전혀 못 찾거나 주변 상황에 한정하여 인과지도를 그리고 있었다.

T: 인과지도 그리기 활동 기억나지? 좀 어려웠니?

S1: 네, 무지 어려웠어요. 선생님께서 사건의 원인과 결과를 생각하면서 돌고 도는 관계를 찾아보라 하셨는데, 전 잘 모르겠어요.

S2: 선생님이 처음에 학원에 가지 않는 상황을 시작으로 인과 관계를 만들어보라는 것은 재미있게 만들었거든요. 그런데 그 이후 물 부족과 주변 상황을 생각해서 인과지도 그리는 것이 너무 어려웠어요.

S3: 전 부호를 넣는 것이 어려웠어요. 인과지도를 그리다 보니 계속 +만 나오는 상황이 반복되기도 하고, 어떤 것은 계속 -만 반복되어 나왔어요.

T: 혹시 피드백 고리는 찾아보려고 노력했니?

S2: 피드백 고리 전혀 못 찾았어요. 공부 잘하는 친구들 몇 명 빼고 제대로 찾은 애들이 거의 없을 것 같아요.

S3: 전 물 부족에 관련된 주제로 인과지도를 그리면서 잘 생각이 안나 예전 어릴 때 태풍 왔을 때 집에 물이 안 나오는

상황으로 그림 그렸어요.

요약하면, 연구 참여자들이 초등학생들에게 시스템 사고를 기반으로 한 과학 탐구 수업 관련 활동지도에서 어려움을 겪고 있었다. 특히 인과지도 그리기의 교육을 힘들어하는 모습을 보였다. 인과지도는 인과적 사고의 흐름을 시각적으로 나타낸 것으로 사고를 확장하고 의사소통을 촉진하며, 학습자의 흥미를 유발하는 놀이를 통한 학습의 수단으로 사용된다고 Im and Lee(2014)는 제시하였다. 하지만 단순하게 피드백 고리를 찾지 못하는 학생, 단순하게 인과 관계만 나열하는 학생 등으로 연구 참여자들은 초등학생을 대상으로 한 인과지도 그리기 지도에 어려움을 표하였다.

STSIC이 교사에게 주는 의미

최근 과학과 교육과정에서는 학생들이 과학에 흥미를 갖고 학습하도록 돕기 위해, 탐구의 영역과 폭을 넓혀 종합적인 탐구 과정을 경험하게 하고, 학생들의 자기 주도적인 문제 해결력을 향상 시키려는 노력을 하고 있다(Lee, 2011; MOE, 2015). 그 만큼 교사의 역할은 점차 중요해지고 있으며, 교사의 꾸준한 피드백도 요구된다. 특히 시스템 사고라는 새로운 사고의 틀을 교육에 접목하여 얻어낸 교사들의 생각과 경험, 그리고 학생들이 도출한 긍정적인 성과는 과학 탐구 수업을 진행하고, 앞으로 교사로서의 삶을 살아갈 교사들에게 주는 의미는 크다고 할 수 있다.

가. 학생과의 원활한 상호작용으로 즐거운 분위기 형성

과학 수업에서 학습의 과정이나 결과에 작용하는 학습 환경은 학생들에게 과학에 대한 인지적 학습결과나 정의적 특성에 영향을 줄 수 있다(Lee and Kim, 1998). 특히 교사와 학생이 주고받는 다양한 상호작용은 수업의 전체적인 과정, 분위기, 참여 등을 결정하는 중요한 단서가 될 수 있다(Kim, 2002). 일반적으로 교사-학생 간의 상호작용은 주로 교사의 질문에 대한 학생들의 응답과 이에 대한 교사의 피드백 순서로 구성된다(Tunstall and Gipps, 1996). 교사는 학습 문제를 제시한 후 학생 자신의 생각을 이끌어 내는 활동, 학생 자신의 메타인지 사고의 유도적인 측면에서 다양한 교사-학생 상호작용이 필요하게 되는 것이다(Mortimer and Scott, 2000). 즐거운 분위기

기 형성은 교사에게 있어 학생들과의 관계 개선의 점에서 의미가 있으며, 교사들의 만족감 충족 면에서도 의미가 있다.

“시스템 사고 기반 수업은 학생들과 원활한 상호작용이 필수적이었습니다. 가령, 학생이 활동한 것에 대하여 제대로 피드백을 받지 못하고 학습의 어려움을 느낀다면 재미없는 수업이 되고 흥미는 곧 잃어버리게 되어 교사가 계획했던 활동을 하지 못하게 됩니다. 그래서 저는 탐구 활동 시 학생들에게 칭찬 스티커제를 실시하여 수업의 적극적 참여를 유도하였고, 수업 분위기가 훨씬 좋아졌습니다.” (교사 A)

“시스템 사고를 수업에 활용하였을 때는 일반 과학 탐구 수업보다 교사와 학생 간의 교류가 많았습니다. 교사의 일반적인 시범 실험이나 강의식 수업이 아니라 학생들이 주도적으로 참여하는 과정을 통해서 활발한 토의 토론 문화를 심어줄 수 있었던 것 같습니다. 또한 학생들과 인과 관계적 질문을 주고받았는데, 수업 분위기가 활발해지고 학생들과의 관계도 좋아진 것 같습니다.” (교사 B)

“학생들은 자신의 의견이 수업에 반영되지 않고 교사의 일방적인 지도를 받을 때는 무기력해지고 흥미를 느끼지 못합니다. 그래서 저는 학생들이 수업에 적극적으로 참여할 수 있도록 모둠별로 순회하면서 학생들의 어려운 점을 들었습니다. 그 결과, 학생들이 저를 좋은 선생님이로 인식하고 과학과 뿐만 아니라 모든 과목 수업에서 분위기가 좋아졌다는 것을 느끼게 되었습니다.” (교사 C)

“물시계 만드는 활동에서 학생들과의 상호작용 기회가 많이 있었습니다. 학생들 자신이 계획하고 설계한 물시계를 제작 발표하는 과정에서 활발한 토의가 이루어지는 모습을 지켜보았고, 학생들에게 다가가 조언을 하고 대답을 듣는 과정에서 상호 친밀도가 높아졌습니다. 시스템 사고를 정확하게 요구하는 것은 초등학생에게 어려울 수도 있습니다. 하지만 어떤 과학 탐구 수업 안에서 학생들끼리 또는 교사와 학생 간의 상호작용이 활발하고 즐거운 수업 분위기를 형성하는 것만으로도 충분히 좋은 수업이 될 수 있다는 점에서 의미가 있다고 생각합니다.” (교사 D)

STSIC를 진행한 연구 참여자들은 학생들과의 활발한 상호작용과 피드백을 주고받으며 수업을 진행하고 있었다. 모둠별 활동을 하면서 학생들에게 접근하는 경우가 있었고, 개별적으로 학생들에게 피드백을 제공하는 경우도 있었다. 또한, 모든 교사들은 토의, 토론 방법을 적극적으로 도입하여 교실 수업 분위기가 좋아졌다는 반응과 학생들에게 즐거운 수업을 만들어

주었다는 반응을 보였다. 추가적으로 연구자는 교사 D가 수업한 학생들과 면담을 통하여 구체적인 자료를 수집하였다.

T: 선생님과 수업할 때 수업 분위기는 어땠나?

S1: 수업이 어렵긴 했는데, 전체적으로 활발한 분위기였어요.

T: 애들이 많이 떠들어서 시끄러운 분위기였었는데?

S1: 시끄럽긴 했는데, 토의, 토론을 많이 한 것 같아요.

S2: 맞아요. 또, 선생님께서도 우리 모둠으로 오셔서 물시계 만드는 것을 많이 도와주셨어요.

T: 어떤 것을 도와주었는지 말해줄 수 있나?

S1: 우선, 우리 모둠에 인과지도를 못 그리거나 아예 포기한 애들이 많았는데요, 선생님께서 하나하나 설명해주셨어요. 엄청 친절하시게요.

S2: 물시계의 시간을 늦추기 위해 어떤 장치를 설치 해야하는지도 알려주셨어요. 전 장치 계획 부분이 어려웠거든요.

S1: 칼 사용도 무서웠는데 선생님께서 해결해주시니깐 너무 편했어요.

T: 예전에 선생님과 비교하면 어땠는지 말해줄 수 있나?

S2: 저희를 많이 도와주시고, 이야기도 들어주시고

S1: 재밌는 수업도 해주셔서 그런지 시간도 잘 가고 과학 시간이 기다려져요.

교사의 효과적인 피드백은 학생들의 과학적 사고력을 신장시킬 수 있으며, 특히 시스템 사고와 같은 고등사고력의 신장을 위해서는 학생들과의 피드백을 통한 상호작용은 필수이다(Mortimer and Scott, 2000). 실제로 학생들은 연구 참여자와 함께 하는 수업을 즐겁다고 표현하고 있었으며, 수업 분위기에 만족하고 있었다. 또한, 교사의 조력자적 역할에 긍정적인 반응을 보였다. 학생과의 활발한 상호작용과 피드백은 수업을 풍성하게 만들고 학생들의 과학적 사고력을 신장시키는 좋은 방법임을 생각할 때 STSIC는 매우 유용한 과학 수업 방법인 것이다.

나. 교사의 자기 효능감 증가

교사의 자기 효능감은 일반적으로 교사 자신의 수행능력에 대한 믿음이나 학생의 학습에 대한 책임감과 효율적인 생활지도에 대한 확신을 포함하는 개념이다(Lee, 2014). 따라서 교사의 자기 효능감이 높은 교사는 학생을 가르치는 직무를 의미 있는 활동으로 생각하며, 교사 자신이 학생의 학습에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 판단하여 개인적인 성취감을 느낀다. 하지만 OECD가 조사한 교육지표에는 조사에 참여한 23개 나라 중 우리나라 교사들의 보수와 고용

안정성은 상대적으로 높은 반면, 직무 만족도는 조사국 가운데 중간 수준이고 교사의 자기 효능감은 최하위로 나타났다(Kwak and Yoon, 2016). STSIC를 진행한 연구 참여자들은 교사 스스로 인식하는 자기 효능감에 대하여 이렇게 언급하고 있었다.

“시스템 사고를 처음 접하게 되었을 때는 너무 어렵고 생소해서 좌절감이 들기도 하였습니다. 하지만 교사 연구회 활동이나 동아리 활동을 통하여 시스템 사고에 대해 어느 정도 이해한 뒤에는 교사로서의 자질이나 능력이 향상된 것과 같은 기분이 들었습니다...(중략)...앞으로도 새로운 학습이론이나 방법을 익혀 전문성을 가진 교사로 성장하고 싶습니다.” (교사 A)

“시스템 사고의 방법으로 과학 수업을 접근하였을 때 학생들의 긍정적인 변화가 보다 더 많이 느껴졌습니다. 예를 들어 단순히 ‘소화가 되었다’라 이해하는 학생은 점차 줄어들게 되었고, ‘여러 소화 효소들이 작용한 결과 소화가 이루어졌다’는 식으로 높은 차원의 이해를 하는 학생을 보았습니다. 그 과정에서 시스템 사고 교수 방법을 택한 저에게 자신감이 생겼고 앞으로 더욱 연구를 진행하여 효율적인 과학 수업으로 발전시키고자 합니다.” (교사 B)

“초등 과학 교과에서는 단독으로 시스템 사고를 적용할 수 있는 단원이 그리 많지 않습니다. 이를 해결하기 위해선 프로젝트형 수업이나 단원 간 및 교과 간 통합 수업이 필수입니다. 그런 의미에서 교육과정을 제대로 모른다면 시스템 사고 속에 올바르게 성취기준을 녹여 학생들에게 전달할 수 없습니다. 저는 이번 수업으로 교육과정을 바라보는 전문성이 향상된 것 같아 매우 뿌듯하였습니다.” (교사 D)

요약하면, 아직까지 교육 현장에서 시스템 사고의 활용 사례는 매우 적은 편으로 교사들에게 생소한 분야 중 하나이다. 그만큼 교사가 이를 습득하고 수업에서 활용하려면 많은 노력이 들어가야 하는 것이다. 실제로 교사들의 자기 효능감은 교권의 약화와 더불어 날이 갈수록 떨어지고 있다. 이러한 상황에서 반전적인 역할을 할 수 있는 것이 교사의 전문성 향상인데 STSIC를 진행한 교사들은 모두 전문성 향상 및 연구능력 향상에 큰 자신감과 자부심을 가지고 있었다.

다. 교사 개인의 구성주의에 입각한 수업 활용 가능성 확인

구성주의 관점에서 지식이란 인간 내부에서 끊임없이 구성되어 가는 것으로 학습자가 과학적 지식을

단순히 수용하거나 동화하는 데에 그치지 않고 수업에 능동적으로 참여하여 스스로 의미를 재구성하면서 발전해 가는 것이라고 보았다(Lee et al., 2001). 즉, 구성주의에서 학습자는 지식의 능동적인 창조자라고 보았으며, 교사는 지식의 전달자가 아닌 지식의 안내자, 촉진자, 조력자의 역할을 할 뿐인 것이다(Cho and Choi, 2002; MOE, 2014). 하지만 현재 교육 현장에서는 학생의 능력, 교사의 능력, 학습 환경 조성, 학교 업무과다 등의 이유로 구성주의 교육이 활발하게 이루어지지 못하였다. 그러나 STSIC를 진행한 연구 참여자들은 구성주의에 입각한 과학 탐구 수업의 가능성을 확인하였고 다음과 같이 언급하였다.

“학생들에게 저는 쉬운 방법을 통하여 시스템 사고에 대한 지식을 스스로 구성하도록 도움을 주었습니다. 처음에는 제가 시스템 사고에 대한 연구를 하면서 구성주의 수업이 혹시 불가능하지 않을까라는 생각을 하였습니다. 수업 내용이 너무 어려우면 교사는 강의식 수업을 진행할 수밖에 없고 이는 구성주의와 동떨어지는 방식이었기 때문입니다. 하지만 어려운 지식일수록 학생들은 더욱 잘 뭉쳐서 문제를 해결하려는 경향을 보였고, 교사는 구성주의에서 추구하는 역할은 안내자로서의 역할만 하면 되는 과정을 보게 되었습니다.” (교사 A)

“시스템 사고를 과학 탐구 수업에 적용해보니 구성주의에 입각한 수업을 할 수 있는 것 같습니다. 학생들은 나름대로 학교 생활이나 자연현상과의 상호작용을 통하여 주변 현상에 대한 나름의 개념을 가지고 있습니다. 이를 과학 수업으로 확장하여 과학 현상이나 학습 주제에 대해 인지갈등 상황에서 학생들에게 적당한 스캐폴딩이 제시된다면 시스템 사고에 의해 학생 스스로 능동적으로 의미를 구성할 수 있다는 것을 알게 되었습니다.” (교사 B)

“교사가 되고 수업을 하면 할수록 구성주의에서 말하는 교사의 역할 및 수업의 방법을 실천하기가 참 어렵다는 생각이 많이 들었습니다...(중략)...STSIC에서는 학생들에게 많은 기회와 교사의 안내자로서의 역할을 충실히 하려고 했고 그동안 힘들다고 생각했던 구성주의 관점에서의 수업 가능성을 볼 수 있었습니다. 앞으로 교실 수업개선을 위해 노력하는 교사가 될 것입니다.” (교사 C)

“시스템 사고 기반 과학 탐구 수업에서 간혹 학생들의 인지적 혼란이 발생하는 것을 보았습니다. 자칫 잘못하면 오개념을 심어줄 수도 있는 상황이 많았지만 학생들과의 토론 활동, 협동 학습, 문제 해결 학습을 통하여 극복할 수 있었습니다.” (교사 D)

STSIC를 진행한 연구 참여자들은 구성주의에 초점을 둔 과학 수업의 활용 가능성을 나타냈다. 교사 A와 교사 C는 수업을 진행하는 동안 구성주의에서 추구하는 안내자로서의 역할을 충실하게 하는 자신을 보고 어렵게만 생각했던 구성주의 관점의 수업 가능성을 보았다. 교사 B는 학생이 능동적으로 지식을 형성하는 모습에서 구성주의 관점의 수업을 찾았으며, 교사 D는 학생 스스로 토론 활동과 협동학습으로 오개념을 극복하는 모습에서 구성주의에 입각한 과학 수업의 길을 찾았다.

요약 및 제언

이 연구에서는 시스템 사고 기반의 과학 탐구 수업을 진행하며 겪었던 경험들을 현상학적 방법을 통해 드러내며 그 경험의 본질적 의미와 현상을 탐색하였다. 이를 위해 이 연구에서는 연구 참여자들의 경험이 다양함을 인지하고, 그 속에 담겨진 현상을 있는 그대로 연구하고자 하였으며, 연구자와 같은 교사 연구회 및 교사 동아리 활동으로 친밀감이 형성된 교사 4명을 대상으로 하였다. 이 연구의 결과를 바탕으로 결론과 제언을 정리하면 다음과 같다.

첫째, STSIC를 진행한 초등학교 교사는 다양한 역할을 해야 하는 상황에 놓이게 된다. 시스템 사고는 부분과 부분에 초점을 맞추는 것이 아니라 전체를 이해하는 부분과 부분 간의 상호작용을 고려하는 사고 방법(Mayer and Kamano, 1999; O'Connor and McDermmot, 1997)이므로 특히 초등학생을 지도하는 교사는 적절한 역할을 해야 한다. 교사들은 STSIC를 적용하면서 일반 과학 수업보다 더 빈번하게 확산적인 발문을 하였다. 최근 MOE(2015)에서는 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 창의융합형 인재를 기르고자 교육과정을 개정하고 다양한 교수 방법을 교사 연수를 통해 전달하고 있다. 여기서 기본적으로 강조하는 것이 학생들의 비판적 사고력을 자극하는 확산적 발문인데, 교사들은 이 점을 숙지하고 STSIC에서 적절하게 활용하고 있었다. 이를 통해 교사는 학생들이 수업 주제에 대한 몰입도가 증가하고 상호 의사소통이 활발해지는 효과도 얻을 수 있었다. 교사들은 학생 중심의 물리적, 심리적 환경 조성을 위해 많은 역할을 하고 있었는데, 교사 중심의 수동적 전달식 수업에 비하여 학생 중심의 수업이 학습 효과가 우수

하다는 기존의 연구 결과(Jang and Lee, 2009)에 따라 모듈 활동과 자기 주도적인 학습 환경, 긍정적 수용을 통한 심리적 장벽 낮추기 등 다양한 방법들로 역할을 해나가고 있었다.

그러나 시스템 사고 기반 교육이 현행 교육과정에서 체계적으로 이루어지지 않고 있는 이유로 교사들은 별도의 시간을 할당하여 시스템 사고 기본 사전 교육을 해야 한다는 점을 들었다. 실제로 교사들은 다른 교과와의 통합 및 창의적 체험 활동 시간 활용 등으로 학생들이 원활하게 시스템 사고를 교육받을 수 있도록 사전 시스템 사고 관련 이론 교육을 하고 있었다. 마지막으로 분석된 교사의 역할은 교육과정 재구성으로 시스템 사고 수업을 원활하게 적용하려는 교사의 역량 강화적인 측면이었다. 교사의 임무 중 가장 핵심적인 것은 교과 지도이다(Cho, 2001). 따라서 단위 학교의 자율성과 교사들의 역량을 기반으로 한 교육과정 재구성이 장려되는 최근의 학교 현장 분위기를 반영하는 듯, 교사들은 STSIC에서 교육과정 재구성을 활용하여 과학 교과 지도를 하고 있었다.

둘째, STSIC를 진행한 교사는 여러 가지 어려움을 경험하고 있었다. 먼저, STSIC의 교수학습 자료 및 예시의 부재에 따른 어려움을 표출하였다. 과학 탐구 수업에서는 교수학습 자료가 학생들의 개념 형성에 중요한 역할을 하기 때문에 선행 연구자들은 과학과 교수학습자료 개발에 많은 노력을 기울였다(Lee, 2008; Lee, 2010). 하지만 시스템 사고 기반 과학과 교수학습 자료는 매우 부족한 실정으로 교사들은 기존에 개발되어 있던 시스템 사고 기반 STEAM 교육 자료(Jeon and Lee, 2015; Park and Lee, 2014) 및 논문(Lee et al., 2011; Lee and Lee, 2017)들을 참고하여 자료를 제작하고 있었다. 또한, 교사들은 STSIC를 진행하기 위한 수업 주제 선정에서 어려움을 겪고 있었다. 시스템 사고와 과학 탐구 수업에서의 주제를 잘 연결시키지 못하고 있었으며, 현행 교사용 지도서와 교육과정 해설서가 시스템 사고에 대하여 다루고 있지 않은 측면도 교사들의 어려움에 작용하였다. 그리고 학생과의 소통과 협력을 통한 수업 주제 선정 측면에서도 어려움을 나타내어 STSIC에서 좋은 수업 주제를 가지고 수업을 진행하기에 힘들었다. 평가 부분에서도 어떻게 평가를 할 것인지 그리고 어떤 도구를 이용할 것인지에 대해 교사들은 어려움을 언급하였다. 과학과에서 평가는 다양한 방법으로 이루어지며 과학 학습의 전 과정 속에서 무

엇을(What) 학습한 것인지와 어떻게(How) 학습할 것 인지를 결정하는 중요한 역할을 담당하고 있다(Cho, 2014).

그러나 교사들은 시스템 사고 기반의 수업에서 평가 기준과 도구의 부족으로 방향을 찾지 못하는 어려움을 겪었다. 또한, 평가의 방법도 수행평가 수준 이라 학생들이 정확하게 인지 변화를 하였는지, 그리고 사고의 방향을 제대로 설정했는지 분명하게 알 수 없었다. 마지막으로 교사들은 학생들의 탐구 수행 능력 부족을 언급하였다. 시스템 사고는 상호작용하는 요인들의 피드백 관계까지 고려해야하며 전체의 특성을 파악할 수 있는 안목이 필요한 사고 방법이다. 이 점을 고려할 때 구체적 조작기에 머물러 있는 초등학생에게는 시스템 사고 관련 탐구 수행 능력이 부족할 수도 있다. 실제로 교사들은 학생들의 수업 내용 이해 부족 및 인과지도 그리기, 단어 관계 찾기 등에서 지도의 어려움을 느끼고 있었다.

셋째, STSIC를 진행한 교사는 긍정적인 영향을 받았으며 교사의 삶을 살아가는 데 많은 의미를 부여 받았다. 우선, 수업을 진행하면서 학생과의 상호작용은 교사가 수업을 진행하는 데 필수적인 교류 활동이다(Nam et al., 2010). STSIC는 교사들에게 학생과의 원활한 상호작용 기회를 제공하였으며, 이는 즐거운 수업 분위기로 이어졌다. 지속적인 토의, 토론으로 학생들은 자신의 의견을 자연스럽게 표출하는 기회가 많아지게 되었고, 개별 및 모듈별 활동 시 교사의 조력자적 역할로 학생들과 레포를 형성한 경우도 있었다. 이는 교사들에게 있어 학생들과의 관계가 좋아지면 큰 만족감과 교사로서 의미 부여를 하게 된다는 Kwon et al.(2016)의 연구 결과와 맥락을 같이한다. 또한, STSIC는 교사들의 자기효능감 증가를 가져왔다. 교사들은 시스템 사고 기반 수업을 진행하기 위하여 많은 연구와 노력을 하였고 논문을 읽기도 하였으며, 많은 관련 도서도 섭렵하였다. 이와 같은 활동은 곧 자신이 가진 역량에 대한 자신감으로 이어지게 되었고 전문성 향상에 대한 열망으로 자기 효능감을 증가시켰다. 이는 Jeon et al.(2014)에 연구에서와 같이 교사의 개인적 노력으로 인한 전문성 향상은 교사 자기 효능감의 증가로 이어진다는 것과 같은 결과이다. 구성주의는 과학교육에서 학습자 스스로 능동적으로 지식을 구성한다는 의미(Driver, 1983)로 현재 과학과 수업에서 추구하는 가치 중에

하나이다. 시스템 사고는 교사들에게 있어 구성주의에 입각한 수업 활용의 가능성을 보여주었는데, 교사들은 학생이 스스로 시스템의 의미를 구성하는 것을 보았다. 또, 어려움이 있을 때 교사의 적절한 비계 설정으로 그 어려움을 극복하는 것도 확인하였다. 이는 교사에게 있어 학습은 학습자들이 경험을 스스로 의미화하면서 능동적인 인지적 구성을 하도록 도와주어야 한다는 역할적인 측면에서 교사들에게 의미를 부여하였다.

이 연구의 결과를 바탕으로 앞으로의 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 이 연구는 시스템 사고를 기반으로 한 과학 탐구 수업을 진행한 교사들의 경험을 분석하고 본질을 파악하기 위한 연구로 연구 참여자가 초등학교 교사로 제한되어 있다. 하지만 이를 확장하여 STSIC의 경험을 가진 학생들을 대상으로 하는 연구도 필요해 보인다. 교육의 주체는 교사와 학생이며, 이 둘에 대한 이해가 선행되어야 추후 연구도 활발하게 진행될 수 있다. 또한, 교사의 경험과 학생의 경험이 만나야 그동안 알지 못하였던 새로운 문제점을 발견할 수 있게 되고, 나아가 교육 과정 속에서의 시스템 사고 활성화도 이루어질 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

둘째, 다양한 학교급에서 시스템 사고를 기반으로 한 과학 탐구 수업을 진행하고 학교급별 교사들의 경험에 대한 연구도 진행될 필요가 있다. 학교급이 다르면 프로그램의 적용 방법이 다르고 학생 수준도 다르기 마련이다. 그만큼 교사들이 겪는 경험도 다양하고 접근 방법도 다를 것이라 본다. 따라서 중학교, 고등학교, 특수 목적 고등학교 등 다양한 학교급 교사들의 경험에 본질을 밝혀 시스템 사고에 대한 교육적 방법 및 의의를 확인할 필요가 있다.

셋째, 연구 결과 밝혀진 여러 어려움을 보완하여 문제 해결 과정에서 피드백 관계를 통해 최선의 해결책을 찾아가는 시스템 사고로 거듭나야 할 것이다. 이 연구에서는 교수학습 예시 자료의 부재, 평가 도구의 부재와 같은 교육과정 정책 및 연구 측면에서의 어려움이 있었고, 학생들의 수행능력 부족, 교사들의 주제 선정의 어려움과 같은 개인적 측면에서의 어려움이 있었다. 앞으로 다양한 연구 활동으로 어려움을 점차 극복할 수 있는 구체적인 방안이 마련될 필요가 있다.

References

- Bae, S., 2014, The limits and problems of 'Pedagogical Phenomenology' for qualitative research. *Journal of Korea Philosophical Society*, 129, 83-109.
- Baek, E., 2008, An analysis of students' creative thinking and critical thinking illuminated and teachers' role in problem-based learning (PBL) environment: focusing on elementary school science classrooms. Unpublished doctoral dissertation. Ewha Women's University, Seoul, Korea.
- Chang, J. and Song, J., 2015, A case study on the features of classroom norms Formed in Inquiry Activities of Elementary Science Classes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(2), 303-312.
- Cheon, H., 2005, A study of the method of the classroom activities analysis in social studies: Focusing on observation, lesson recording, view of analysis. *Theory and Research in Citizenship Education*, 37(3), 231-253.
- Cho, D., 2001, Reexamining classroom management in the multiple class. *The Journal of Elementary Education*, 14(3), 347-367.
- Cho, H. and Choi, K., 2002, Science education: Constructivist perspectives. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(4), 820-836.
- Cho, H., Han, I., Kim, H., and Yang, I., 2008, Analysis of elementary teachers' views on barriers in implementing inquiry-based instructions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(8), 901-921.
- Cho, K., 2014, A phenomenological study on elementary school teachers' experiences of using a descriptive evaluation in science education. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea.
- Colburn, A., 2000, An inquiry primer. *Science Scope*, 37, 42-44.
- Driver, R., 1983, Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Gall, M.D., 1970, The use of questions in teaching. *Review of Education*. 40(5). 707-721.
- Giorgi, A., 1985, *Phenomenology and psychological research*. Pittsburgh: Duquesne University Press.
- Go, G., 2009, Effect on science inquiry ability and free inquiry process of elementary student applying fundamental inquiry program. Unpublished master's thesis. Cheongju National University of Education, Chungbuk, Korea.
- Hong, W., 2011, Policy efforts for autonomous and diversified school curriculum: Paradoxical results and potential alternatives. *The Journal of Curriculum Studies*, 29(2), 23-43.
- Im, Y. and Lee, H., 2014, Development and analysis of effects of writing educational program for improving system thinking ability. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(12), 407-427.
- Jean, M., 2009, Exploring effective instruction method for self-inquiry in elementary school science. Unpublished master's thesis, Seoul National University of Education, Republic of Korea.
- Jeon, J. and Lee, H., 2015, The development and application of STEAM education program based on systems thinking for high school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(6), 1007-1018.
- Jeon, S., Cho, H., and Lee, I., 2014, An analysis of the relationship among teacher's job motivation, self-efficacy, commitment and teaching expertise. *The Korea Educational Review*, 20(3), 5-30.
- Joh, B., 2011, A phenomenological study on client lived-experiences of counselor self-disclosure. Unpublished doctoral dissertation. Sookmyung Women's University, Republic of Korea.
- Kali, Y., Orion, N., and Eylon, S.B., 2003, Effect of knowledge integration activities on students' perception of the Earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 545-556.
- Kang, S., 2016, A qualitative study based on the elementary school teachers' difficulties of curriculum reorganization. Unpublished doctoral dissertation. Konkuk University, Seoul, Korea.
- Kim, D., 2005, Introspective reflection on applying systems thinking: Toward an incremental systems thinking. *Journal of Institute of Governmental Studies*, 11, 63-85.
- Kim, G., 2000, The effect of storytelling by the experience approach on the young children's vocabulary and thinking ability. Unpublished master's thesis. Daegu, Korea.
- Kim, H., 2007, Requirements of a science teachers' professional development programme and a possible model. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(3), 295-308.
- Kim, J., 2002, An case study on the interaction of physical education class. *The Korean Journal of Physical Education*, 41(2), 227-239.
- Kim, M., 2003, An analysis of the learning materials in the elementary school science under the 7th national curriculum. Unpublished master's thesis. Gyeongju National University of Education, Jeon-nam, Korea.
- Kim, M. and Kim, B., 2002, A comparative study of the trends of current science education and the system thinking paradigm. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(1), 64-75.
- Kwak, S. and Yoon, M., 2016, Development and validation of teacher efficacy scale for elementary school teachers.

- The Korean Journal of Educational Psychology, 31(3), 559-583.
- Kwon, N., 2005, A study on the new teaching and learning method of elementary school. Korean Journal of Teacher Education, 21(3), 48-62.
- Kwon, S., Bong, M., and Kim, S., 2016, Teacher efficacy for positive teacher-student relations as a predictor of student achievement, motivation, and classroom engagement. The Korea Educational Review, 22(3), 265-299.
- Kwon, Y., Kim, W., Lee, H., Byun, J., and Lee, I., 2011, Analysis of biology teachers' systems thinking about ecosystem. Biology Education, 39(4), 529-543.
- Lee, B., 1996, A study on the current training system according to the life cycle of the teaching. Korean Journal of Educational Research, 34(1), 315-345.
- Lee, H., 2008, Development and application of science teaching-learning materials for changing students' science research ethical views. Unpublished master's thesis, Seoul National University of Education, Republic of Korea.
- Lee, H., 2011, Phenomenological study on the teachers' experience supervising science fair. Unpublished master's thesis, Cheongju National University of Education, Republic of Korea.
- Lee, H. and Lee, H., 2013, Revalidation of measuring instrument systems thinking and comparison of systems thinking between science and general high school students. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 33(6), 301-326.
- Lee, H. and Lee, H., 2017, Analysis and effects of high school student's system thinking using Iceberg (IB) Model. Journal of the Korean Association for Science Education, 37(4), 611-624.
- Lee, H., Kwon, H., Park, K., and Lee, H., 2013, An instrument development and validation for measuring high school students' systems thinking. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 33(5), 995-1006.
- Lee, H., Kwon, Y., Oh, H., and Lee, H., 2011, Development and application of the educational program to increase high school students' systems thinking skills: Focus on global warming. Journal of the Korean Earth Science Society, 32(7), 784-797.
- Lee, J. and Kim, B., 1998, Development of the psychological learning environment instrument generated by science teachers in the science instruction. Journal of the Korean Association for Science Education, 18(3), 313-325.
- Lee, J., 2014, The relationships among spirituality, teacher encouragement, and teacher efficacy of secondary school teachers. Teacher Education Research, 53(3), 381-399.
- Lee, K., 2007, A study on factors related to the promotion of higher order thinking. Theory and Research in Citizenship Education, 39(4), 67-90.
- Lee, K., Cho, B., and Kim, J., 2001, Early childhood teachers' science education, based on the constructivism. Seoul: Yangseowon.
- Lee, M., 2010, The development and application of teaching and learning materials for the cognitive acceleration of science classes in 3rd grade elementary school students. Unpublished master's thesis. Jinju National University of Education, Kyung-nam, Korea.
- Lee, S., Jhun, Y., Hong, J., Shin, Y., Choi, J., and Lee, I., 2007, Difficulties experienced by elementary school teachers in science classes. Journal of Korean Elementary Science Education, 26(1), 97-107.
- Mayer, V.J. and Kumano, Y., 1999, The role of system science in future school science curricula. Studies in Science Education, 34, 71-97.
- Ministry of Education [MOE], 2014, Science teacher's guide book 4-1. Seoul: Visang Edu.
- Ministry of Education [MOE], 2015, Science curriculum [no. 9]. Sejong: Author.
- Moon, H., 1997, The effects of types of teacher's questioning on children's creativity and language expression abilities. Unpublished master's thesis. Jeon-nam National University, Jeon-nam, Korea.
- Mortimer, E. and Scott, P., 2000, Analysing discourse in the science classroom. In Miller R., Leach J., and Osbon J. (Eds), Improving science education: The contribution of research (pp. 126-142). Buckingham: Open University Press.
- Mun, S., 2017, A phenomenological study on new teachers' moral education class. Unpublished master's thesis. Daegu National University of Education, Daegu, Korea.
- Nam, J., Lee, S., Lim, J., and Mun, S., 2010, An analysis of change in beginner science teacher's classroom interaction through mentoring program. Journal of the Korean Association for Science Education, 30(8), 953-970.
- National Research Council [NRC], 1996, National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- O'Connor, J. and McDermott, I., 1997, The art of systems thinking: Essential skills for creativity and problem solving. London: Thorsons.
- Oh, P., 2011, "Unfillable Cups": Meanings of science classes to elementary school teachers. Journal of the Korean Association for Science Education, 31(2), 271-294.
- Oh, S., 1997, The effects of teacher's inquiry questioning on interpersonal cognitive problem solving ability. Unpublished master's thesis. Jeon-nam National

- University, Jeon-nam, Korea.
- Park, B. and Lee, H., 2014, Development and application of systems thinking-based STEAM education program to improve secondary science gifted and talented students' systems thinking skill. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(3), 421-444.
- Park, N., and Kim, Y., 2007, Analysis of difference between preferences and practice about science teachers' inquiry based instruction. *Journal of Science Education*. 31(1), 1-10.
- Park, S., 1990, The effect of questions on the story of infant creativity. Unpublished master's thesis. Chung-ang University, Seoul, Korea.
- Rogers, C.R., 1961, *On becoming a person*. Boston: Houghton Mifflin.
- Roth, K.J., Druker, S.L., Garnier, H.E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., and Gallimore, R., 2006, Teaching science in five countries: Results from the TIMSS 1999 the video study. Statistical analysis Report. NCES 2006-011. National Center for Education Statistics.
- Schuman, D., 1982, *Policy analysis, education, and everyday life: An empirical reevaluation of higher education in America*. Lexington, MA: Heath.
- Seidman, I., 1998, *Interviewing as qualitative research*. New York: Teachers College Press.
- Senge, P.M., 1990, *The fifth discipline*. New York: Doubleday.
- Senge, P.M., 1996, *The fifth discipline: Fieldbook*. New York: Broadway Business.
- Senge, P.M., 2006, *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. New York: Crown Business.
- Seo, K., 2009, Teachers' experience of reconstructing national curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 27(3), 159-189.
- Shin, Y., Jang, M., Bae, J., Kwon, N., Yeo, S., Lee, H., and Noh, S., 2005, A survey on the utilization of teaching material for elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(2), 160-173.
- So, G. (2003). Reconceptualization of teacher professionalism: Exploration of new directions. *The Journal of Curriculum Studies*, 21(4), 77-96.
- Sohn, T., 1995, Theoretical backgrounds of learning organization and system thinking. *The Hanyang Journal of Economic Studies*, 16(2), 109-131.
- Tunstall, P. and Grpps, C., 1996, How does your teacher help you to make your work better? Children's understanding of formative assessment. *The Curriculum Journal*, 7(2), 25-31.
- Yeo, R., 2005, Problem-based learning: Lessons for administrators, educators and learners, *International Journal of Educational Management*, 19(7), 541-551.
- Yeo, S., Park, A., and Lim, H., 2007, The influence of student-generated criteria for performance assessment on students' motivation, learning flow, and academic achievement. *The Journal of Elementary Education*, 20(1), 395-412.
- Yoon, H., Kang, N., and Kim, M., 2011, Elementary teachers' conceptions of science inquiry teaching: Cases of South Korea, Singapore and the United States. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 574-588.

Manuscript received: December 27, 2018

Revised manuscript received: February 11, 2019

Manuscript accepted: February 12, 2019