

물의 취득 및 정수와 관련된 적정기술 교육 프로그램 개발 및 적용

김형욱* · 정소진¹ · 정소리¹ · 문성윤²

하주초등학교 · ¹하양초등학교 · ²안동송현초등학교

Development and Application of an Appropriate Technology Educational Program Related to Water Acquisition and Purification

Hyunguk Kim* · Sojean Jeong¹ · Sori Jeong¹ · SungYun Mun²

Haju elementary school · ¹Hayang elementary school · ²Andong Songhyun elementary school

Abstract : This study aims to explore the effect of an appropriate technology program related to water acquisition and purification on scientific attitudes and creative problem-solving skills in elementary school students. Thus, this study developed a learning program related to the appropriate technology composed of 8 sessions, and some were for exploring water acquisition-related scientific principles and the appropriated technology of Warka Tower, and the others were for conducting water purification-related inquiry experiments, such as Life Straw and Drinkable Book, and the last two sessions were for presenting practical tasks through creative ideas and designs and carrying out the relevant campaign activities. For research subjects, this study selected 51 students from two sixth-grade classes, and after modifying the scientific attitude questionnaire and the creative problem-solving skill questionnaire fit for the environment and situation, this study conducted a paired-sample t-test by applying both the questionnaires before and after this program. In addition, while looking into the correlation between scientific attitudes and creative problem-solving skills, based on the post-test results, this study examined relationships between sub-domains perceived by the students after this program was applied. The results can be summarized as below. Out of all the scientific attitudes, curiosity, openness, cooperation, and creativity showed statistically significant results with an increase in the average value when their overall averages of the pre-test were compared with those of the post-test. With creative problem-solving skills, the domain of mastering a specific area and the domain of divergent thinking showed statistically significant results. The correlation analysis results showed that cooperation out of the scientific attitudes had a significant correlation with all the domains of creative problem-solving skills, especially showing the highest correlation coefficient with such sub-domains as critical and logical thinking. All the four domains of creative problem-solving skills showed a number of significant correlations with the sub-domains of scientific attitudes. Through the research results above, this study has several implications on how and where to apply such appropriate technology-related topics in the future and various responses from students.

keywords : appropriate technology, water acquisition and purification, scientific attitudes, creative problem-solving ability

I. 서론

물은 인간을 포함하여 생태계를 구성하는 모든 생물체의 생존에 있어 필수적인 자원 중 하나이다. 그러나 기후변화에 의한 자연재해와 경제 성장에 따른 도

시화 및 인구 증가로 물 수요 급증에 의한 물 부족과 물 오염 현상으로 국민보건 위생에 위협을 받고 물 관련 질병과 생태계 파괴가 심화되고 있다. 안전한 물과 위생에 대한 접근성은 인간다운 삶을 위한 가장 중요한 요소로서 개인 보건위생, 사회 활동 및 경제발

* 교신저자: 김형욱 (hhwwkk322@naver.com)

** 이 논문은 한국과학창의재단의 재원으로 수행한 ‘2023년 지속가능발전교육 실천연구회 활동’ 연구보고서의 데이터를 바탕으로 재구성하였음.

*** 2023년 10월 23일 접수, 2023년 12월 13일 수정원고 접수, 2023년 12월 13일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2023.47.3.238>

전을 위해서 필수적이므로 UN 등 세계기구들은 깨끗한 음용수의 공급과 시설 제공을 위해 노력할 것을 요구하고 있다(Yoon & Park, 2021). 그만큼 안전하고 먹을 수 있는 물에 대한 접근성은 인간다운 삶을 위한 가장 중요한 요소이자 기본적인 인권으로 정의될 수 있다. 물 부족과 물 오염에 따른 지역, 국가 사이의 분쟁의 위험이 높아짐에 따라 각 지역의 현재적 상황에서 각자의 상황을 고려한 물 오염 감지와 제거를 위한 적절한 기술적 대비책이 필요하게 되었다(Park *et al.*, 2015). 이에 대한 대안 기술로서 자연스럽게 저비용, 현지 재료 사용, 소규모, 재생 가능한 에너지를 활용한 적정기술(Appropriate Technology)이 안전하고 먹을 수 있는 물의 안정적 확보 측면에서 중요한 기술적 아젠더(Agenda)로 부상하게 되었다(Han *et al.*, 2015).

경제학자인 슈마허는 기술의 발달을 가져온 대량생산 체제에 대해 기술로 인한 자연환경의 파괴와 인간성을 잃어가고 있는 세태에 대해 경고하며 해법으로 중간기술(Intermediate Technology)을 제안하였다(Choi, 2013). 슈마허가 주창한 중간기술은 해당 지역 사람들이 사용 가능할 정도로 충분히 저렴하면서 상대적으로 간단한 기술과 현지 재료를 사용하여 제품을 만들고, 일자리를 창출할 수 있는 작업장을 만드는 것으로 정의될 수 있다(Go, 2014). 중간기술은 서구의 대량 생산기술과 제3세계의 토착 기술의 중간 정도 되는 기술로, 지역의 문화나 자연적, 사회적, 경제적 환경에 적합하게 설계되어 누구나 사용할 수 있지만 기존의 토착 기술보다 생산력이 높은 기술을 의미하고 적정기술로 이어지는 개념이라 하였다(Choi, 2012). 국경 없는 과학기술로 불리기도 하는 적정기술은 지속가능성에 대한 지향, 개개인의 자유로운 개발에 기여하며 고액의 투자 비용 없이 현지 사회의 자연재료를 활용해 누구나 배워서 쓸 수 있고 소규모의 사람들이 모여서 제품 생산이 가능한 현지인의 삶의 질을 향상시키는 데 가깝게 다가설 수 있는 생활 친화형 기술을 의미한다(Shin, 2018). 생명 빨대, 세라믹 정수기, 족동식 양수기, Q 드럼 등 화석 연료나 인공적인 에너지가 필요하지 않고 쉽게 사용할 수 있는 위의 제품들이 물과 관련된 적정기술의 예이다.

JMP 보고서에 따르면 전 세계 인구의 약 5.79억 명이 최소한의 먹는 물에 대한 기본적인 서비스를 받지 못하고 있다. 그리고 이들 대부분은 사하라 사막 이남 아프리카(Sub-Saharan Africa, SSA) 등 개발도상국에 해당되고 아프리카 신흥개도국은 아직까지 불평등한 물 공급 혜택을 받는 것으로 나타나고 있다(WHO, 2019). 세계적인 관점에서의 지속가능한 발전은 개발도상국과 제3세계를 위한 기술을 고민하는 과정 속에서 가능하다. 이에 국제사회는 지속가능 개발목표

(Sustainable Development Goals)아래 개도국의 보건·환경의 질을 높이고자 적정기술의 개발 및 보급 사업을 활발히 추진 중이다. 지속가능발전은 지구생태계가 유한하며 모든 성장에는 한계가 있음을 인식하며 지구촌 사회의 공존 가능성을 염두에 둔 신 사회패러다임으로 볼 수 있다(Chung, 2016). 적정기술은 스스로 진화하고 역동적인, 곧 발전에 관한 완전한 시스템적 접근이며 정보화 시대의 화려한 기술은 아니지만 환경과 상황의 적합성을 바탕으로 인간을 위한 과학기술의 인본주의적 속성을 회복시켜 공동체적 발전을 지향한다(Choi, 2013; Chung, 2016; Leem, 2013).

적정기술은 자본을 위한 기술이 아닌 인간과 환경을 위한 인간 친화형 기술개발과 적용을 통해 개발도상국과 제3세계의 빈곤 문제부터 물·에너지·식량·질병 문제까지 아우를 수 있는 해결책으로서 지속가능성을 지향한다. 또한 인간 중심 적정기술의 의미와 가치에 대한 인식이 확산 되면서 지속가능 개발목표 아래 적정기술의 지속가능성을 높일 수 있는 방안에 대한 고민과 함께 적정기술에 대한 교육적 필요성도 높아지고 있다(Lee & Kim, 2016; Shin, 2017; Nam, 2014). 적정기술이 담고 있는 의미와 가치는 인간성과 공동체의 회복을 지향하고 환경적으로 건전하고 지속가능한 발전을 추구한다는 측면에서 교육적으로 의미를 가질 수 있고, 세계화의 흐름 속에서 나눔과 배려를 바탕으로 한 다원적 가치를 이해하며 발전 시켜나가는 교육을 실천하기 위한 적합한 방안이 될 수 있다(Kim & Moon, 2017).

이에 교육부에서도 교원을 대상으로 하는 지속가능한 발전교육 연수에 적정기술의 내용이 포함되고 STEAM과 적정기술을 연계한 프로그램이 개발되는 등 교육 분야에서도 부분적이지만 적정기술의 교육적 활용 가능성을 모색하고 있다(Choi, 2013). 학교 교육 현장에서 이루어지는 적정기술과 관련된 선행연구 활동을 살펴보면 실과나 발명 교육을 중심으로 교육 활동이 수행되고 있음을 알 수 있다. 하지만 적정기술 전체를 학습 주제로 삼는 경우가 많아 학생들이 느끼기에 분산적이고 집중도가 낮으며 무엇인가를 만드는 활동에 중점하여 비판적으로 적정기술을 바라보지 못한다는 한계점이 있다. 따라서 본 연구에서는 물의 취득 및 정수라는 한정된 주제를 가지고 프로그램을 개발하여 적정기술의 여러 측면을 과학적으로 탐구하고자 하였다. 그리고 프로그램 적용 전과 후의 과학적 태도 및 창의적 문제해결력 차이를 비교하고 상관관계를 분석하여 학생들의 변화를 탐색하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 K시에 소재한 A초등학교 6학년 2개 학급 학생 51명(남 24명 여 27명)을 대상으로 하였다. 학년 초 교육과정을 계획할 때, 학년군 별로 프로젝트 학습의 주제를 정하였고, 5~6학년군은 적정기술 탐구로 하였다. 그중 6학년은 물의 정수를 주제로 탐구를 수행하였다. 프로그램을 투입하기 전 학생들에게 적정기술 관련 학습 경험을 조사하였는데 32명의 학생은 적정기술이 무슨 뜻인지 잘 몰랐으며, 한 번 들어보았거나 약간의 개념 정도를 아는 학생이 10명, 적정기술 관련 수업을 들어보았거나 관련도서를 읽어 개념을 잘 알고 있는 학생이 9명이었다.

2. 검사 도구

1) 과학적 태도 검사

본 연구에서는 학생들의 과학적 태도를 알아보기 위하여 Jung & Bae (2021)의 연구에서 활용한 검사지를 활용하였다. 이 검사지는 과학 탐구를 수행하는 학생들의 정의적 영역을 평가하기 위한 것으로 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성 7개의 하위영역으로 구성되어 있다. 각 영역당 3개의 문항으로 총 21개의 문항이다. 각 문항은 5점 리커트 척도로 이루어져 있으며 부정적 문항이 있는 경우 역채점을 하여 결과 처리에 반영하였다. 같은 학년군에 소속된 동료교사 3인과 문항을 검토하였으며 표현이 모호한 일부 문항은 수정하였다. 해당 검사지의 Cronbach's α 의 값은 0.886이다.

2) 창의적 문제해결력 검사

학생들의 창의적 문제 해결력을 측정하기 위하여 Ko & Hong (2021)의 연구에서 활용한 것과 같은 창의적 문제 해결력 검사지를 활용하였다. 이 검사지는

Korean Educational Development Institute (2001)에서 발간한 '간편 창의적 문제 해결력 검사 개발 연구'를 기반으로 개발된 것이다. 하위영역으로는 특정 영역의 지식·사고 기능·기술의 이해 및 숙달여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소 4가지로 이루어져 있으며 각 영역별 5문항씩 총 20문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 기존 검사지를 과학교육 박사과정 1인 및 경력 10년차 이상의 동료교사 1인과 함께 검토하였으며, 연구 대상의 특성과 환경에 맞게 일부 표현을 수정하였다. 전 문항 모두 5점 리커트 척도로 이루어져 있으며 Cronbach's α 의 값은 0.908이다.

3. 연구 설계

본 연구는 읍·면 지역에 위치한 학교에서 연구가 수행된 특성상 비교집단을 설정하기 어려웠다. 따라서 Table 1과 같이 단일 집단 사전-사후 검사 설계를 활용하였다. 물의 정수와 관련된 적정기술 프로그램을 학생들에게 적용하기 이전에 과학적 태도 검사와 창의적 문제해결력 검사를 수행하였고 적용 이후에 다시 검사를 수행하였다.

수집된 데이터는 R 프로그램을 활용하여 대응표본 t -검정을 실시하였다. 이를 위하여 정규성 검정 작업을 수행하였으며 사전, 사후 검사 모두에서 정규성이 이상이 없음을 확인하였다. 아울러 프로그램 적용 후 과학적 태도와 창의적 문제해결력 사이의 상관관계를 살펴보기 위하여 Pearson 상관관계 분석을 사후 검사 후에 실시하였다. 또한 검사지를 통한 설문조사에서 나타나지 않는 부분을 탐색하기 위하여 면담을 수행하였다. 면담은 프로그램 적용이 모두 끝난 후에 진행되었으며, 프로그램 처치 효과에 대한 면밀한 분석을 위해 사전-사후 검사 결과 차이가 많은 학생을 대상으로 하였다. 면담은 질문지를 구성하지 않은 자유형식의 면담이었으며, 주로 이 프로그램에 참여하면서 느낀 점은 무엇이었는지, 어려운 점은 없었는지, 앞으로 과학 및 환경 탐구 활동에 어떠한 영향을 미치는지 등을 질문하였다.

Table 1. Research Design

| 연구 설계 | |
|----------------------------|-----------|
| 01 · 02 | X 03 · 04 |
| 01 : 사전 과학적 태도 검사 | |
| 02 : 사전 창의적 문제해결력 검사 | |
| 03 : 사후 과학적 태도 검사 | |
| 04 : 사후 창의적 문제해결력 검사 | |
| X: 물의 정수와 관련된 적정기술 프로그램 적용 | |

4. 프로그램의 개발 계획 및 타당화연구 설계

적정기술은 경제적으로나 산업적으로 낙후된 지역에서의 소외된 계층의 사람들이 저비용으로 각각의 여건에 맞추어 활용 가능한 기술로 바꾸는 일련의 작업을 뜻한다. 그리고 적정기술 관련 주제는 지속가능발전의 한 축을 담당하는 것으로 인식되어(Shin, 2018), 지금까지 환경교육 분야에서 주로 다뤄온 주제이다. 하지만 본 연구에서는 적정기술의 탐구를 과학과 교육과정에서 지향하는 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결능력, 과학적 의사소통 능력 등과 같은 핵심역량 증진과 관련하여 프로그램을 개발하고자 하였다. 그리고 적정기술이 환경적·사회적으로 미치는 영향을 탐색하는 것보다는 각각의 적정기술 속에 포함된 과학적 원리와 한계점·개선점을 위주로 학생들이 탐구하고 토의하도록 하였다. 필요할 경우 직접 적정기술 기기를 실제로 활용하여 실험을 수행하는 방식의 체험형 프로그램이 될 수 있도록 하였다.

프로그램 개발은 프로젝트 수업 주제를 정한 같은 학년군 교사 2인이 참여하였으며 우선 연구자 중 1인이 과학 영재교육원 파일럿 프로그램으로 시범 적용을 하였고 그 결과를 개발에 반영하였다. 개발된 프로그램은 총 8차시의 프로그램으로 물의 정수 및 취득과 관련된 적정기술 기기 탐구, 캠페인 활동 등으로 구성되어 있다. 타당화를 위해 과학교육 전공 박사 1인 및 경력 10년 이상의 초등학교 교사 1인, 과학교육 전공 박사과정 학생 1인에게 자문을 받았으며, 수정 사항으로 지적한 내용에 대하여 보완 작업을 수행한 뒤, 다시 프로그램 전체에 대한 타당화 작업을 수행하였다. 2회에 걸친 반복적인 세미나와 수정을 통해 최종 프로그램이 완성되었고 학생들에게 적용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 물의 취득 및 정수와 관련된 적정기술 교육 프로그램 개발

본 연구에서 개발한 프로그램은 학년군별 프로젝트 학습으로써 창의적 체험활동 시간을 활용하여 적용되었다. 8차시의 수업을 1주에 4차시씩 할애하여 2주에 걸친 수업을 진행하였고 학생들은 차시별 준비물을 사용하여 과학적이고 창의적인 문제해결 학습을 수행하였다. 적정기술 도구의 활용과 관련해서는 다양한 기능을 상시 조작하고 관찰할 수 있도록 교실 내에 배치하여 접근성을 높였다.

본 연구자는 활동에 앞서 적정기술의 필요성과 의

의, 그리고 개발도상국의 현실과 관련된 기초 교육을 진행하였으며 학생들이 충분히 프로젝트 수업을 이해할 수 있도록 관련 도서를 교실에 비치하였다. 프로그램의 주요 내용은 Table 2와 같다.

1차시에서는 과학적인 물의 정수 과정에 대한 학습을 수행한다. 우선 수돗물과 생수의 위생상태와 관련된 여러 가지 뉴스 및 언론 보도자료를 검색하고 실제 수돗물과 생수 회사에서 과학적인 수치로 제공하고 있는 자료를 보면서 깨끗하고 마실 수 있는 물에 대한 기준을 정립한다. 또한 우리가 가정에서 사용하고 음용하고 있는 수돗물의 취득과정과 정수과정에 대한 학습과 이해를 통해 물을 얻고 정수하는 과정이 얼마나 힘들고 과학적인 방법으로 이루어지고 있는지를 탐색하고 느낄 수 있도록 한다. 가정용 정수기의 변전 과정과 필터를 통한 정수 원리를 알아보고 수돗물 속에 있는 잔류염소와 pH 조절의 중요성과 원리를 알아본다.

2차시에서는 물의 취득 과정과 관련된 적정기술을 알아보는 첫 번째 학습을 수행한다. 적정기술이 되기 위한 조건을 탐색하고 다국적 기업들이 내어놓고 있는 적정기술 관련 제품들의 공통적인 특징을 탐구한다. 개발도상국 지역에서 물을 길러 가는 것의 문제점을 생각해보고 실제 적정기술 제품 중 하나인 Q 드럼을 직접 끌어보는 활동을 해본다. 그리고 물의 취득을 위한 여러 가지 적정기술을 검색하면서 와카타워에 대한 개발 내용과 간단한 개요를 학습한다.

3차시에서는 물의 취득과 관련된 두 번째 학습으로 와카타워의 구조적인 특성과 더불어 4D 프레임을 활용하여 간단한 와카타워 구조를 제작하여 본다. 또한 물의 상태 변화에 대한 과학적 원리와 특성, 용어에 대한 학습을 수행하고 와카타워를 실제 활용하고 있는 개발도상국의 기후 탐구를 통해 물의 상태 변화가 얼마나 될 수 있을지 생각해 본다.

4차시는 물의 정수와 관련된 첫 번째 학습으로 퓨리라이트 발명품에 대하여 원리를 알아보고 직접 퓨리라이트를 작동시켜 본다. 그리고 라이프 스트로우에 대한 홍보 자료와 함께 개발 배경과 사용하는 방법을 학생들에게 소개한다. 라이프 스트로우는 들고다니며 언제든지 물을 정수하고 마실 수 있도록 개발된 발명품인데 하나의 간이정수기라 할 수 있으므로 페트병 간이정수기 제작과 연계하여 내부구조를 탐구한다. 그리고 사이즈를 줄일 수 있었던 응집된 기술에 대하여 알아본다.

5차시는 물의 정수와 관련된 두 번째 학습으로 드링커블북에 대하여 알아본다. 드링커블북은 읽은 책의 용지를 재활용하면서 물을 정수할 수 있는 적정기술의 한 종류인데 이를 통한 수질개선을 효과를 여러 용액을 통한 실험으로 탐구한다. 사용하는 용액에는

Table 2. The composition and main contents of Appropriate technology related to water acquisition and purification process

| 차시 | 차시명 | 주요 학습 내용 |
|----|---------------------|---|
| 1 | 과학적인 물의 정수 과정 | <ul style="list-style-type: none"> · 수돗물과 생수의 위생상태 비교 · 물의 취득과정과 정수과정 이해 · 가정용 정수기의 정수 원리 · 잔류염소를 줄이기 위한 방법 및 PH의 조절 |
| 2 | 물의 취득과 적정기술 1 | <ul style="list-style-type: none"> · 적정기술이 되기위한 조건 · Q드럼 직접 끌어보기 · Q드럼이 움직이기 위한 적절한 물의 양 탐구 · 물을 얻기위한 적정기술의 종류와 와카타워 |
| 3 | 물의 취득과 적정기술 2 | <ul style="list-style-type: none"> · 와카타워의 구조적 특성 · 와카타워 구조 만들기 · 물의 상태 변화와 기후 · 와카타워의 개선점 |
| 4 | 물의 정수와 적정기술 1 | <ul style="list-style-type: none"> · 퓨리라이트와 수질개선 · 라이프 스트로우의 개발과 사용 · 라이프 스트로우 내부구조 · 숯과 자갈을 활용한 페트병 간이정수기 제작 |
| 5 | 물의 정수와 적정기술 2 | <ul style="list-style-type: none"> · 드링커블북과 수질개선 · 드링커블북과 관련된 수질개선 실험 · 간이 솔라블 만들기와 수질개선 실험 · 증발을 활용한 수질개선 작업의 효능 |
| 6 | 생존을 위한 적정기술의 창의적 활용 | <ul style="list-style-type: none"> · 가상의 상황을 통한 식수 취득 문제 해결(무인도에서 살아남기) · 토의 토론을 위한 창의적인 활동 계획 및 실행(무인도 생존을 위한 식수 취득과 정수 방법) · 조별 탐구 내용 공유 |
| 7 | 적정기술의 한계점 | <ul style="list-style-type: none"> · 물과 관련된 여러 적정기술의 한계점 · 경제적, 지역적 문제 |
| 8 | 물의 정수와 캠페인 | <ul style="list-style-type: none"> · 정수된 물을 얻고 보존하기 위한 캠페인 자료제작 및 활동 |

콜라, 우유, 주스, 소금물, 식초로 하며 물의 정수 효과를 알아보기 위해 직접 맛을 보는 방식으로 한다. 또한 간이 솔라블을 페트병을 활용하여 제작하고 수질 개선을 위한 간단한 실험으로 물의 증발을 통한 수질 개선의 효과를 알아본다.

6차시에서는 생존을 위한 적정기술의 창의적인 활용 방법에 대한 내용으로 무인도에 혼자 남은 가상의 상황 제시를 통해 창의적인 방법으로 식수 취득의 문제와 정수의 문제를 해결할 수 있는 방안을 탐색한다. 토의 및 토론을 통하여 계획서를 제작하고 생존을 위한 설계도를 그리는데 조별로 탐구한 내용을 공유하고 발표하는 과정을 거친다.

7차시에서는 물과 관련된 적정기술의 한계점을 알아본다. 지금까지 학습을 통하여 여러 가지 적정기술 제품에 대한 개발 배경과 사용 방법, 기타 실험을 수행하였다. 이 과정에서 학생들이 느낀 적정기술의 한

계점과 개선할 점, 경제적인 문제, 지역적인 문제를 종합하여 발표하고 공유하도록 한다.

8차시는 본 연구에서 개발한 학습 프로그램의 마지막 차시로 물의 정수와 관련된 캠페인 자료를 제작하고 학교에서 간이 캠페인 활동을 수행하는 실천의 과정이다. 학생들은 제작한 자료를 통해 현재 우리가 영위하고 있는 환경의 소중함을 깨닫고 깨끗한 물을 보존하기 위한 마음과 다짐을 한다.

2. 물의 취득 및 정수와 관련된 적정기술 교육 프로그램 적용이 과학적 태도와 창의적 문제해결력에 미치는 영향

본 연구에서 개발한 적정기술 교육 프로그램 적용은 과학적 태도 전체로 볼 때, 유의미한 영향을 미쳤다($t = -2.925, df = 50$)(Table 3). 사전 검사 전체 평

Table 3. The result of paired *t*-test on Scientific attitudes

| 과학적 태도 | 사전 | 사후 | 분석 사례 수 | <i>t</i> |
|--------|--------------|--------------|---------|-----------|
| | 평균값(표준편차) | 평균값(표준편차) | | |
| 호기심 | 2.73 (.807) | 3.22 (1.008) | 51 | -3.556** |
| 개방성 | 2.90 (.618) | 3.69 (.678) | 51 | -5.831*** |
| 비판성 | 2.57 (.853) | 2.79 (.801) | 51 | -2.225 |
| 협동성 | 2.89 (1.218) | 3.48 (1.092) | 51 | -4.882*** |
| 자진성 | 3.01 (.744) | 3.15 (.691) | 51 | -1.944 |
| 끈기성 | 2.76 (.812) | 2.84 (.841) | 51 | -1.719 |
| 창의성 | 3.01 (.765) | 3.68 (.647) | 51 | -4.338*** |
| 전체 | 2.83 (.709) | 3.26 (.711) | 51 | -2.925** |

** : $p < .01$, *** : $p < .001$

균 2.83 ($SD = .709$)에서 사후 검사 전체 평균 3.26 ($SD = .711$)로 0.43 상승하였다. 이러한 결과는 적정 기술을 주제로 프로그램을 개발하여 학생들에게 적용 하였을 때, 과학적 태도에 긍정적인 영향을 미쳤다는 여러 선행 연구들과 맥락을 같이한다(Chae, 2013; Hong & Jo, 2015). 그러나 과학적 태도 하위 영역에 영향을 미치는 것은 연구마다 다르게 나타나는 것이 특징인데, 이는 연구 프로그램의 개발 방향성이 조금씩 다르고 적용하는 학생들의 환경적인 특성도 다르며, 학년도 상이하기 때문으로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 호기심, 개방성, 협동성, 창의성에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

호기심의 경우는 사전 검사 평균 2.73 ($SD = .807$)에서 사후 검사 평균 3.22 ($SD = 1.008$)로 0.49 증가하였다($t = -3.556$, $df = 50$). 선행연구 결과에 의하면 호기심은 신기한 것, 새로운 것 등을 생각하고 탐구하려는 열망, 그리고 이를 알아내려고 노력하는 특성을 의미한다(Kim, Chung & Jeong, 1998). 따라서 본 프로그램의 주제와 활동은 학생들의 호기심을 자극했음을 나타낸다. 실제로 학생들과의 프로그램 적용 종료 후 진행했던 인터뷰에서 호기심과 관련된 아래와 같은 응답을 하였다.

- 학생 1: (예전보다) 체험을 할 수 있는 활동이 많아서 더욱 재미있게 느껴졌어요.
- 학생 5: 적정기술의 여러 기기를 직접 사용해서 실험을 하는 것이 신기했어요. 특히 종이를 찢어서 물을 깨끗하게 만드는 것이 생각나요.
- 학생 30: 라이프 스트로우를 실제로 만져볼 수 있는 것이 좋았어요. 그리고 빨대처럼 빨아보면서 정수된 물을 마셔도 보았는데 짹짹하기도 하면서 신기했어요.

학생들의 응답에서 알 수 있듯이 체험활동을 통해 얻을 수 있는 경험에 대한 호기심이 많았으며 특히 인터넷이나 TV에서만 보던 적정기술 기기들을 조작하면서 얻는 즐거움과 탐구가 학습 의욕을 어느 정도 자극한 것으로 보였다.

개방성은 사전 검사 평균 2.90 ($SD = .618$)에서 사후 검사 평균 3.69 ($SD = .678$)로 0.79 상승하였으며 가장 큰 폭의 변화를 보였다. 그리고 통계적으로도 유의미한 결과를 가졌다($t = -5.831$, $df = 50$). 이는 프로그램을 적용하는 과정에서 학생들은 새로운 과학 지식을 받아들이거나 잘못된 과학 지식에 대해서 수정하는 태도를 견지하였음을 나타내는 것이다. 흔히 사람이 개방적인 태도를 취하고 있으면 학습에 대한 거부감이 없어지고 어려운 활동에 대하여 학습동기가 부여된다. 또한 여러 활동에 관심과 호기심을 가지고 정보에 대한 기억 및 깊이의 향상을 가져와 창의적인 생각을 발휘할 수 있게된다(Gruber *et al.*, 2014; Krapp & Prenzel, 2011; McGillivray *et al.*, 2015; Silvia, 2006). 이와 같이 선행연구에서 논의한 것에 따르면 본 연구에서의 호기심과 창의성은 높은 개방성 향상에 영향을 받았음을 알 수 있다. 학생들은 개방적인 태도와 관련하여 아래와 같이 언급하였다.

- 학생 21: 적정기술이 늘 좋은 것이고 장점만 많이 가진 줄 알았어요. 하지만 직접 사용해 보니 단점도 많다는 것을 알게 되었어요.
- 학생 29: 물의 복잡한 정수 과정과 과학적 원리가 되게 관심이 갔어요. 어려운 단어들도 공부하면서 나왔지만 검색하면서 하나 하나 살펴보니 괜찮았어요.
- 학생 40: 라이프 스트로우와 드링크버블의 가격이 너무 비싼 것 같아요. 이러면 과연 아프리카에 도움이 될까요?

학생들은 응답을 통해 새롭고 어려운 과학 지식을 적극적으로 수용하고자 하는 개방적인 태도를 가지고 있었다. 무엇보다도 본 프로그램 적용을 통해 지금까지 걱정기술의 장점만 생각하는 관점을 단점까지 생각하게 하여 학생들의 생각의 폭이 넓어졌다는 사실이 의미 있었다. 학생 21은 직접 사용하는 과정을 통해 불편한 단점에 대하여 인지하게 되었고 학생 40은 경제적인 측면의 문제를 지적하고 인지하였다. 이러한 것으로 볼 때, 학생들은 다양한 의견을 가지고 비판적인 태도를 가진 학생들이 늘어났음으로 해석 할 수 있다.

협동성은 사전 검사 평균 2.89 ($SD=1.218$)에서 사후 검사 평균 3.48 ($SD=1.092$)로 0.59 증가하였으며 통계적으로도 유의미한 것으로 나타났다($t=-4.882, df=50$). 이는 본 프로그램의 차시별 주제를 적용할 때 기본적으로 학생들의 조별활동과 토의·토론 활동을 장려한 것에 대한 결과로 보인다. 특히 학생들의 응답 중에 마지막에 진행한 캠페인 활동의 의의와 과정에서의 협동적인 측면을 언급한 경우가 많았다.

- 학생 18: 캠페인 활동이 가장 기억에 남아요. 친구들과 자료를 만들면서 의견을 이야기하고 서로를 존중하게 된 것 같아요.
- 학생 26: 우리가 만든 표어를 낼 수 있는 공모전을 발견했어요. 그리고 같은 조 친구들과 그렇게 하기로 했어요. 같이 협동해서 한 만큼 상도 받았으면 좋겠어요.
- 학생 50: (캠페인 활동을 할 때) 혼자 하면 어려운 것도 같이하면 능숙하게 잘 할 수 있는 것 같아요.
- 학생 51: 저보다 좋은 (활동) 아이디어를 00이가 가지고 있는 것 같았어요. 이야기해서 아이디어를 얻었어요.

협동학습은 학생 하나하나의 능력과 아이디어가 단순히 계산적으로 합쳐지는 것이 아니라, 더 큰 시너지 효과를 낼 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 특히 사회적 공익 측면의 활동을 협동학습으로 수행하는 것은 다양한 구성원의 의견을 들을 수 있고 종합적 측면의 해결책을 내어놓을 수 있는 방안이다. 따라서 프로그램의 계획하고 적용할 때 협동학습의 기회를 자주 만들어 내는 것이 필요할 것이다.

창의성은 사전 검사 평균 3.01 ($SD=.765$)에서 사후 검사 평균 3.68 ($SD=.647$)로 0.67 증가하였으며 통계적으로도 유의미한 것으로 나타났다($t=-4.338, df=50$). 특히 본 프로그램에서는 활동을 수행하면서 학생들에게 새로운 것을 설계하고 제작하도록 하는 창의적인 측면에 대한 강조를 하였다. 와카타위의 제작과 간이솔라볼, 간이정수기를 만들어 보면서 학습하게 되는 구조적인 특성과 나만의 창의적인 설계 발전 방안에 대한 고찰이 바로 그것이다. 이 중에서 학생들은 특히 6차시 생존을 위한 걱정기술의 창의적 활용 주제를 가장 흥미롭게 생각하고 있었다.

- 학생 7: 무인도에 있다고 생각하고 그곳에서 살아남는 여러 가지 아이디어와 설계도를 만드는 것이 재미있었어요. 실제 무인도에 가서도 살아남을 수 있을까? 하는 의문이 처음에 들었는데, 이제는 살 수 있을 것 같아요.
- 학생 14: 걱정기술을 응용하면 생존 기술이 되더라고요. 앞으로 재해 재난이 와도 충분히 생존할 수 있는 자신감과 아이디어를 얻게 되었어요.
- 학생 33: 실제 학교에서 생존 캠핑 같은 것도 해보고 싶어요. 저는 최후까지 살아남을 거예요. 이번에 배운 아이디어를 응용해서요.

Table 4. The result of paired *t*-test on creative problem-solving ability

| 창의적 문제 해결력 | 사전 | 사후 | 분석 사례 수 | <i>t</i> |
|-----------------------------------|-------------|--------------|---------|-----------|
| | 평균값(표준편차) | 평균값(표준편차) | | |
| 특정 영역의 지식·사고 기능·기술의 이해 및 숙달 여부 | 2.81 (.634) | 3.54 (.755) | 51 | -5.774*** |
| 확산적 사고 | 2.79 (.961) | 3.38 (1.046) | 51 | -4.713*** |
| 비판적 논리적 사고 | 3.10 (.561) | 3.25 (.591) | 51 | -1.922 |
| 동기적 요소 | 2.54 (.843) | 2.83 (.812) | 51 | -1.611 |
| 전체 | 2.81 (.776) | 3.25 (.801) | 51 | -3.477** |

** : $p < .01$, *** : $p < .001$.

학생들은 본 프로그램을 진행하며 적정기술과 더불어 여러 아이디어를 얻었다. 특히 중심 주제인 물은 생존을 위한 필수적인 요소이다. 학생들 또한 이를 인지하고 있었으며 물과 관련된 적정기술이 주로 물의 취득과 정수에 있다는 것에 착안하여 생존 기술과 관련되어 있음으로 생각을 발전시켰다. 또한 학생 14와 같이 재해와 재난이 와도 이번에 배운 학습 내용을 전이시켜 충분히 가치있는 생존 도구로 삼을 수 있을 것이라는 생각은 현재 다방면으로 연구되고 있는 재난을 위한 과학교육과 안전교육에서 적극적으로 활용할 수 있는 주제임을 알 수 있다. 학생 33은 학교에서의 가상의 체험활동과 연계시키기도 하였는데 과학 및 적정기술과 관련하여 다양한 학교 행사 개최에 바탕이 될 수 있는 잠재성을 가지고 있다고도 해석할 수 있다.

반면에 비판성, 자진성, 끈기성은 사전 검사 평균보다 사후 검사 평균에서 점수가 모두 상승하였으나 통계적으로 유의미하지 못한 것으로 나타났다. 선행연구에서는 개방성으로 인하여 새로운 것에 대한 관심이 높아지게 되고 이를 명확하게 탐구하려는 끈기와 관련된 요인이 상승한다고 이야기하고 있지만(Bishop *et al.*, 2004), 본 연구에서는 그렇지 못하였다. 이와 같은 결과는 본 연구의 프로그램 적용 시간이 짧고 한 주제가 한 차시에 끝나는 경우가 대부분이기 때문에 학생의 끈기를 유의미하게 발현시키기에는 부족한 구성이었다고 해석할 수 있다. 하지만 차시가 끝났음에도 끝까지 주제와 관련한 문제해결을 수행한 학생도 인터뷰 응답을 통해 확인할 수 있었다.

학생 19: 4D 프레임을 다루는 것에 익숙하지 못해서 시간이 오래 걸렸습니다. 와카타워를 만드는 것이 힘들기도 하였지만 쉬는 시간 그리고 점심시간까지 해서 완성했어요.

학생 25: 종이로 하는 실험이 오래 걸렸지만, 집에 가서도 동생과 함께 해보았어요. 그리고 학교에서 한 것보다 다양한 액체를 활용해 보았어요.

학생 19는 기능 조작의 문제로 시간 소요가 많은 점이 문제였지만 특유의 끈기로 쉬는 시간과 점심시간을 할애하여 완성한 모습을 보였다. 또한 학생 25는 학교에서 실험한 것을 가정으로 연계하여 재실험을 하였으며 오히려 더욱 여러 가지 액체를 추가하여 발전시킨 모습을 보였다.

창의적 문제 해결력은 과학교육의 중요한 목표 중 하나이다. 특히 과학을 배우는 학생들이 장차 국가의 인재로 성장할 때, 향후 여러 가지 과학적 문제에 맞닥뜨리게 될 것인데 이에 대한 해결은 창의적인 아이디어

의 생산으로 해야하기 때문이다(Kim & Jeon, 2020).

본 연구에서의 적정기술 교육 프로그램은 창의적 문제 해결력에 유의미한 영향을 미쳤다($t = -3.477$, $df = 50$)(Table 4). 사전 검사 전체 평균 2.81 ($SD = .776$)에서 사후 검사 전체 평균 3.25 ($SD = .801$)로 0.44 증가하였다. 이는 선행연구에서 적정기술 프로그램을 학생들에게 적용하였을 때, 창의적 문제 해결력 향상에 유의미한 영향을 끼친 것과 같은 맥락을 지닌다(Namgung & Kang, 2018). 그리고 4개의 하위영역 중 2개의 하위영역에서 유의미한 통계적 결과를 얻었다. 특정 영역의 지식·사고, 기능·기술의 이해 및 숙달 여부 영역은 가장 증가 폭이 큰 것으로 나타났는데 사전 검사 전체 평균 2.81 ($SD = .634$)에서 사후 검사 전체 평균 3.54 ($SD = .755$)로 0.73 증가하였다. 또한 확산적 사고는 사전 2.79 ($SD = .961$)에서 사후 3.38 ($SD = 1.046$)로 0.60 증가하였다. 하지만 비판적 사고와 동기적 요소는 평균이 증가하였지만 통계적으로 유의미하지는 못하였다. 학생들은 창의적 문제 해결력 증가와 관련하여 인터뷰에서 아래와 같은 응답을 하였다.

학생 27: 여러 가지 조사를 하고 새로운 도구를 만들 때, 잘 모르는 것은 옆의 친구들과 함께 협력하면서 해보았어요. 어려운 문제도 협력하니 새롭고 좋은 아이디어가 잘 떠오르는 것 같았어요.

학생 37: 무인도에서 살아남기 아이디어를 만들 때 역할 분담을 철저하게 해보았어요. 그랬더니 일을 빨리빨리 할 수 있었고 새로운 생각을 할 수 있는 힘이 길러진 것 같아요.

학생들은 새로운 아이디어를 떠올리고 생각을 다양하게 바꾸는 것은 협력하는 과정 중에 더욱 활성화되고 있다고 언급하였다. 적정기술과 같이 사회적, 경제적인 측면의 요소가 융합되어 있고 관련된 과학기술의 내용이 학습하는 학생들이 가진 지식보다 어려울 때, 개인적인 생각으로 아이디어를 확장 시키기에는 한계가 있다. 실제로 여러 선행연구에서 창의성 발현에 협동학습을 강조하고 있으며, 특히 과학과 수업에 있어서 생각의 공유는 매우 중요하다고 밝히고 있다(Kim & Lee, 2015; Park & Ryu, 2004). 따라서 본 프로그램의 구성이 다른 적정기술 프로그램보다 과학적 탐구를 강조하였고 창의적인 설계와 아이디어의 확장을 추구하는 것이 강하기에 학생들의 응답이 위와 같이 협동학습과 연관된 창의성을 드러내고 있는 것이다.

한편, 학생들은 활동에 있어서 적정기술의 기본

이론과 도구의 작동 원리와 관련된 설명이 창의적인 생각의 발전에 도움이 되었음을 드러내는 응답도 있었다.

학생 5: 적정기술 각 도구의 과학적 원리 설명이 도움이 많이 되었어요. 원리를 대충이라도 알고 있으니 새로운 곳에 적용을 할 수 있게된 것 같아요.

학생 17: 저는 처음부터 선생님의 이론 설명 말씀을 차근차근 잘 들었어요. 평소 관심을 가지던 것이기도 하며 나중에 친구들과 조별 활동을 할 때 큰 도움이 될 것 같았기 때문이에요. 그런데 진짜로 도움이 많이 되었어요.

학생 25: 관심가고 더 알고 싶은 내용이 생기면 집에 가서 유튜브를 통해 검색해 보았어요. 그리고 본 내용을 바탕으로 새로운 생각을 해보았어요.

위의 응답 결과와 같이 새로운 과제와 학습을 수행함에 있어서 반복적 훈련과 관련 이론에 대한 성찰은 성공적인 성취에 귀인할 수 있으며, 창의적인 과제에도 능히 도전하는 자신감을 준다(Wolters, 2003). 본 프로그램의 적용은 학생들의 응답과 같이 과학적 원

리와 이론적인 측면에서도 많은 강조를 하였다. 본격적인 제작 활동을 하기 전 학생들에게 충분한 원리를 설명하였으며, 교육과정의 내용을 넘어선다고 하더라도 최대한 이해하기 쉽도록 재구성하여 전달하였다. 이러한 점은 학생들의 창의적인 생각의 발현으로 전이되어 추후 여러 활동에 영향을 미친 것으로 보인다. 하지만 이론적인 배경과 관련된 이해를 제대로 하지 못한 학생들은 다음과 같은 응답을 대조적으로 하였다.

학생 30: 원리를 제대로 모르니 친구들과 협력하고 새로운 것을 만드는 것이 너무 어려웠어요.

학생 49: 저는 솔직히 조별로 과제를 수행하는 활동이 매우 어려웠어요. 토의에 잘 참여하지 못했고 친구들 말에 듣기만 했어요. 제 생각에 아마 첫 시간부터 제대로 이해 못한 것 때문인 듯 해요.

위의 학생들은 충분하지 못한 이론적 배경과 지식의 이해 부족으로 프로그램 자체를 따라가는 것이 힘들다고 토로하고 있었다. 따라서 학생들에게 프로그램을 도입하고 창의적인 아이디어 생산과 설계를 요구한다면 철저한 이론적 배경 교육과 더불어 학생들의

Table 5. The Pearson correlation among variables of Scientific attitudes and creative problem-solving ability

| | 호기심 | 개방성 | 비판성 | 협동성 | 자진성 | 끈기성 | 창의성 | 특정 영역 숙달 여부 | 확산적 사고 | 비판적 논리적 사고 | 동기적 요소 |
|--------------------------------------|-----|--------|--------|-------|--------|---------|---------|-------------------|-----------|------------------|-----------|
| 호기심 | 1 | .565** | .689** | .357 | .633** | .774*** | .776*** | .198 | .519** | .466 | .490 |
| 개방성 | - | 1 | .548** | .449 | -.060 | .225 | .702*** | .530** | .569** | .633** | .596** |
| 비판성 | - | - | 1 | -.064 | -.412 | .296 | .596** | .037 | -.669** | .581** | -.194 |
| 협동성 | - | - | - | 1 | .326 | .422 | .350 | .519** | .700*** | .788*** | .509** |
| 자진성 | - | - | - | - | 1 | .531** | .404 | .721*** | .556** | .702*** | .368 |
| 끈기성 | - | - | - | - | - | 1 | .609 | .779*** | .533** | -.021 | .137 |
| 창의성 | - | - | - | - | - | - | 1 | .769*** | .644** | .635** | .255 |
| 특정 영역의 지식·사고 기능·기술의 이해 및 숙달 여부 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | .237 | .223 | .685** |
| 확산적 사고 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | .389 | .523** |
| 비판적 논리적 사고 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | .503** |
| 동기적 요소 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |

** : p<.01, *** : p<.001.

이해를 수시로 점검하는 지도자의 태도가 필요할 것이다.

3. 적정기술 교육 프로그램 적용 후, 과학적 태도와 창의적 문제 해결력과의 상관관계

본 연구에서는 개발한 적정기술 프로그램의 적용 후, 학생들이 견지하게 된 과학적 태도와 창의적 문제 해결력 간의 상관관계를 살펴보기 위하여 Pearson 상관관계 검증을 실시하였다. Table 5를 살펴보면 과학적 태도의 개방성과 창의적 문제 해결력의 4개의 하위영역 모두 유의미한 상관이 있었다. 과학적 태도의 호기심은 같은 과학적 태도 내 영역에서 개방성, 비판성, 자신성, 끈기성, 창의성과 유의미한 상관이 있었으나 창의적 문제 해결력의 영역과는 확산적 사고와의 유의미한 상관관계가 유일하였다. 반면 창의적 문제 해결력의 하위영역은 과학적 태도의 하위영역과 많은 유의미한 상관관계를 가졌다. 먼저 특정 영역의 지식·사고, 기능·기술의 이해 및 숙달 여부 영역은 개방성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성과의 상관관계를 확인할 수 있었으며, 확산적 사고는 과학적 태도 하위영역 모두와 유의미한 상관관계를 가지고 있었다. 비판적 논리적 사고는 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성과의 상관관계를 가졌는데, 그중 협동성과의 상관관계수가 .788로 모든 영역의 상관관계수 중 가장 높은 값을 나타내었다. 특히 과학적 태도의 협동성은 창의적 문제 해결력 영역과 모두 유의미하고 높은 상관관계수를 가진 것으로 드러났다. 이는 위의 학생들의 인터뷰 결과에서 알 수 있는 것과 같이 협동학습으로 인한 활동의 구성이 창의적인 아이디어 생산과 발전에 영향을 줄 수 있음을 나타내는 것이다.

IV. 요약 및 제언

본 연구는 물의 취득과 정수와 관련된 적정기술 프로그램이 초등학생의 과학적 태도와 창의적 문제 해결력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 수행되었다. 우선 연구자는 초등학교 6학년 2개 학급 51명을 대상으로 연구 수행에 대한 계획을 수립하였다. 적정기술에 대한 사전 연구와 문헌들을 비교하였고 물의 취득과 정수와 관련된 적정기술 도구들에 대한 다양한 검토를 수행하였다. 그리고 학생들에게 적용할 수 있는 교육 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 8차시로 물의 취득과 적정기술, 물의 정수와 적정기술, 생존을 위한 적정기술의 활용, 적정기술의 한계점, 캠페인 활동 등으로 구성되어 있다. 프로그램

적용 전과 후의 과학적 태도와 창의적 문제 해결력 비교를 위하여 검사지를 연구 대상의 학년과 환경적인 특성에 맞게 수정하여 사용하였으며, 대응표본 t-검정을 활용하여 하위영역별로 통계적인 유의성을 판단하였다. 아울러 사후 검사 결과를 활용하여 프로그램 적용 후의 과학적 태도와 창의적 문제 해결력 사이의 상관관계를 파악하여 하위영역 간의 관계를 알아보고자 하였다.

연구 결과 적정기술 프로그램을 적용하면서 전체적인 과학적 태도는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 사전 전체 평균 2.83에서 사후 전체 평균 3.26으로 0.45 상승하였다. 하위영역별로 살펴보면 호기심, 개방성, 협동성, 창의성의 하위영역에서 통계적으로 유의미한 결과가 나타났다. 특히 개방성의 영역에서 사전과 사후 검사를 비교할 때 가장 큰 폭의 상승이 보였으며 가장 유의미한 결과를 띄는 것으로 확인되었다. 실제로 학생들을 대상으로 한 인터뷰 응답 내용을 살펴보면, 적정기술의 장점과 단점에 대한 넓은 시야와 비판적인 태도를 가지게 되었고 새로운 지식을 적극적으로 수용하고 잘못된 지식은 수정하는 태도를 가진 것으로 나타났다. 또한 협동성과 관련하여 학생들은 협동학습의 의의와 장점에 대한 언급을 하였고 특히 마지막 차시에 수행한 캠페인 활동에 대한 소감을 적극적으로 드러냈다. 창의성은 사전 검사 평균 3.01에서 사후 검사 평균 3.68로 0.67 증가하였는데 솔라볼, 간이정수기, 와카타위의 디자인적인 측면의 수업 내용을 생존기술과 연관지어 창의적인 문제 해결로 전이하고 있음을 알 수 있었다.

창의적 문제 해결력에 미치는 영향은 사전 전체 평균 2.81에서 사후 전체 평균 3.25로 0.44 증가하였고 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 창의적 문제 해결력을 구성하는 4개의 하위영역 중 2개가 유의미한 것으로 드러났다. 특히 특정 영역의 지식·사고, 기능·기술의 이해 및 숙달 여부 영역이 0.73 증가로 가장 증가 폭이 컸으며, 확산적 사고는 0.59 증가하여 그 뒤를 따랐다. 학생들은 차시를 학습하고 여러 가지 적정기술과 관련된 도구의 과학적 원리 탐구하면서 다양한 지식을 쌓았고 지적인 성장을 하였다. 그리고 새로운 아이디어를 생성하고 적용하는 데 필요한 창의적 문제 해결력을 배양한 것으로 해석되었다.

과학적 태도와 창의적 문제 해결력 사이의 상관관계는 창의적 문제 해결력의 4개 영역이 과학적 태도의 하위영역들과 유의미한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 확산적 사고는 과학적 태도의 모든 영역과 유의미한 상관관계를 가졌으며, 나머지 영역들도 높은 유의미한 상관관계를 가진 것으로 확인되었다. 특히 협동성과 비판적 논리적 사고 사이의 상관관계수가 .788로 가장 높은 것으로 나타났다.

국문 요약

다가오는 미래 사회에 대비하기 위하여 융합과 통합이라는 단어가 학계에 등장한 지 오래되었다. 그만큼 분과형 학문 전통에 의해 해결하기 어려운 제반의 문제들에 대처하기 위해 간학문적 연계가 필요하다는 의미이다(Hong, 2008). 이중 적정기술은 대표적인 융합 지향적 학문으로 과학기술의 본질적인 역할에 대하여 생각해 보면서 과학기술이 인간을 위해 긍정적으로 기여할 수 있는 부분에 대해 직접적으로 학습하고 과학적 태도를 기를 수 있는 의미있는 주제이다(Yoo *et al.*, 2016). 그리고 적정기술을 구현하는 기반의 철학과 이론적 배경에는 창의성을 앞세운 새로운 아이디어의 발현을 추구하고 있다. 그만큼 본 연구의 프로그램 적용과 효과성 탐색을 위한 방향성 설정에 의미는 깊다고 할 수 있다. 하지만 본 연구의 결론을 통해 더욱 발전적인 방향을 제시하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 과학적 태도와 창의적 문제 해결력의 하위영역 중 통계적으로 유의미하지 못한 것들이 있었다. 그 원인에 대한 면밀한 탐구와 프로그램을 보완할 수 있는 방안을 찾아야 할 것이다. 다양한 교과교육 분야에서 적정기술을 주제로 한 융합 프로그램을 적용하였고, 그중 상당수가 창의성과 관련된 변인의 변화를 살펴보았다. 이들 중 본 연구에서 충족시키지 못한 하위영역을 유의미하게 변화시킨 연구를 찾고 프로그램의 특성을 분석하여 본 연구에서 적용한 프로그램을 더욱 발전적인 방향으로 개선해야 할 것이다.

둘째, 본 연구 프로그램을 초등학생들에게 적용하면서 심화적인 내용의 과학 개념을 학생들에게 학습시키지 못한 문제점이 있었다. 교육과정 상의 문제였는데, 이는 상위 학교급 학생으로의 적용 범위를 넓히면 충분히 과학적으로 확장된 논의를 할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구의 프로그램을 상위 학교급에 적용 가능하도록 다른 형태로의 개발이 필요할 것이다. 그렇게 된다면 초등학생에게 적용한 본 연구의 결과와 비교가 가능하며 학생들의 의견도 더욱 넓게 받을 수 있을 것이다.

셋째, 여러 가지 적정기술 도구를 학생들에게 소개할 수 있는 다양한 기회가 많아야 한다. 본 연구 프로그램을 진행하면서 적정기술 관련 도구를 구매 과학적인 방법으로 실험도 하고 그 원리에 대한 탐색을 수행하였다. 하지만 대부분의 제품이 해외 배송을 통해 수령한 것이고 그 가격도 적정기술이라는 취지에 무색할 정도로 고가의 제품이 많아 교육적 활용에 어려움이 있었다. 따라서 적정기술의 교육적 활용을 도모하고 접근성의 향상을 기대하려면 과학 기구 관련 기업들의 관련 제품 개발 의지와 교육용 교구로서의 상용화가 필요하다고 볼 수 있다.

본 연구는 물의 취득과 정수와 관련된 적정기술 프로그램이 초등학생의 과학적 태도와 창의적 문제 해결력에 미치는 영향을 탐색하고자 한 것이다. 이를 위해 총 8차시의 적정기술과 관련된 학습 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 물의 취득과 관련된 과학적 원리 및 와카타워 적정기술에 대한 탐구를 수행하는 차시와 물의 정수와 관련된 라이프 스트로우 및 드링커블북 탐구 실험이 포함된 차시, 창의적인 아이디어와 설계를 통한 실천적 과제를 제시한 차시, 캠페인 활동을 수행하는 차시로 구성하였다. 연구 대상은 초등학교 6학년 2개 학급 학생 51명으로 하였으며, 환경과 상황에 맞도록 수정한 과학적 태도 검사지와 창의적 문제 해결력 검사지를 사전, 사후에 투입하여 대응표본 *t*-검정을 수행하였다. 또한 사후 검사지를 대상으로 과학적 태도와 창의적 문제 해결력 사이의 상관관계를 알아보면서 프로그램 적용 후 학생들이 견지하게 된 하위영역 간의 관계를 알아보았다. 연구결과 과학적 태도 중 호기심, 개방성, 협동성, 창의성은 사전 검사 전체 평균과 사후 검사 전체 평균을 비교하여 보았을 때, 평균값의 상승과 통계적으로 유의미한 결과를 나타내었다. 창의적 문제 해결력의 경우에는 특정영역 숙달 여부 영역 및 확산적 사고의 영역은 통계적으로 유의미한 결과를 나타내었다. 아울러 상관관계 분석 결과, 과학적 태도의 협동성은 창의적 문제 해결력 모든 영역과 유의미한 상관관계를 가지고 있었으며 비판적 논리적 사고 하위영역과 가장 높은 상관계수를 나타내었다. 창의적 문제 해결력의 4개 영역은 과학적 태도의 하위영역과 다수의 유의미한 상관관계를 가지고 있었다. 본 연구를 통해 앞으로 적정기술과 관련된 주제의 적용과 방향 그리고 학생들의 다양한 반응에 대하여 시사점을 얻을 수 있었다.

주제어: 적정기술, 물의 취득과 정수, 과학적 태도, 창의적 문제 해결력

References

- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., Segal, Z. V., Abbey, S., Speca, M., Velting, D., & Devins, G. (2004). Mindfulness: A proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice, 11*(3), 230-241.

- Chae, H. I. (2013). *The effect of the STEAM activities on the elementary student's science process skills and science-related attitudes* (Master's thesis). Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea.
- Choi, J. (2012). Development of Green Technology Education Program Using Appropriate Technology. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 18(4), 109-136.
- Choi, J. (2013). Application and Verification of Green Technology Education Program Using Appropriate Technology at the Elementary Level. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 19(4), 129-151.
- Chung, Y. (2016). A Study on Application and Performance of Appropriate Technology for Sustainable Society: focusing on a Case of Laos. *Journal of Ethics*, 108(0), 299-327.
- Go, I. (2014). Development of Multi-cultural Education Program Using Appropriate Technology on Adolescents. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 20(4), 39-60.
- Gruber, M. J., Gelman, B. D., & Ranganath, C. (2014). State of curiosity modulate hippocampus-dependent learning via the dopaminergic circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496.
- Han, S., Kim, N., & Moon, J. (2015). A Study on Development of Appropriate Technology Education Programme. *Journal of Appropriate Technology*, 1(1), 1-8.
- Hong, K., & Jo, J. (2015). A learning effect of the STEAM education in terms of an upper grade students of elementary school students scientific attitude and creative problem solving. *Korean Education Inquiry*, 33(7), 77-99.
- Hong, S. W. (2008). *Human face of science*. Seoul, Korea: Seoul University Press.
- Jung, K., & Bae, J. (2021). The Effect of Maker Education on Elementary School Students' Scientific Attitude and Energy Literacy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(4), 510-519.
- Kashdan, T. B., Gallagher M. W., Silvia, P. J., Winterstein B. P., Breen W. E., Terhar, D., & Steger M. F. (2009). *The curiosity and exploration inventory-II: Development, factor structure, and psychometrics*.
- Kim, D., & Jhun, Y. (2020). The Analysis of Creative Problem Solving of Science Gifted Students in Elementary Schools using Science Book Report. *Journal of Science Education for the Gifted*, 12(1), 49-62.
- Kim, H. N., Chung, W.-H., & Jeong, J.-W. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, K., & Moon, S. (2017). Development of Invention Program using Appropriate Technology based on Real Life for Elementary School Students' Invention Attitude. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 7(2), 161-169.
- Kim, Y., & Lee, Y. (2015). The Effects of Science Lessons Using Jigsaw Cooperative Learning on Academic Achievement and Creative Personality. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 8(2), 218-226.
- Ko, D., & Hong, S. (2021). The Effect of Problem-Centered Learning Based STEAM Field Experience Learning Program on Science Process Skills, Creative Problem Solving Ability, and Scientific Attitude of Gifted Students in Elementary Science. *Journal of Korean Elementary Science Education*. 40(1), 113-125.
- Korean Educational Development Institute. (2001). *A study on the development of a simple creative problemsolving ability test* (I) [간편 창의 문제해결력 검사 개발].
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
- Lee, S., & Kim, S. (2016). Assessment of Appropriate Technology Sustainability through Human-centered Design - Focused on Water Appropriate Technology

- in Cambodia -. *Journal of Communication Design*, 57, 521-532.
- Leem, S. (2013). A Study on the Sustainability of Appropriate Technology in terms of Energy Policy. *Korean Journal of Local Government & Administration Studies*, 27(1), 19-38.
- Nam, M. (2014). A Study on an Access Method and a Subject in the Future of Human-centered Product Design Utilized by Appropriate Technology. *JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY DESIGN CULTURE*, 20(2), 137-148.
- Namgung, T., & Kang, H. (2018). Development and Application of Appropriate Technology-Based Confluent Gifted Education Programs for Elementary School Students. *The Journal of Education*, 38(2), 171-194.
- Park, J., Oh, J., Shin, H., Vymazal, J., & Cho, J. (2015). Case Studies of Appropriate Technologies: portable water purifier, constructed wetland, and eco-toilet. *Journal of Appropriate Technology*, 1(1), 36-42.
- Park, Y., & Ryu, I. (2004). Effects of a Cooperative Learning on Creativity in Science Instruction. *SECONDARY EDUCATION RESEARCH*, 52(2), 309-328.
- Shin, Y. (2017). Analysis on Contents related to Appropriate Technology, Sustainable Development, Climate Change and Energy of the 2015 Revised National Curriculum. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 7(1), 15-23.
- Shin, Y. (2018). Comparative Analysis of Appropriate Technology Presented in High School 'Science Inquiry and Experiment' Textbook. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 8(1), 1-10.
- Shin, Y. (2018). Comparative Analysis of Appropriate Technology Presented in High School 'Science Inquiry and Experiment' Textbook. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 8(1), 1-10.
- Silvia, P. J. (2006). What is interesting? Exploring the appraisal structure of interest. *Emotion*, 5(1), 89-102.
- Wolters, C. A. (2003). Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 179-187.
- World Health Organization (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: special focus on inequalities*.
- Yoo, M., Park, G., Choi, J., Lim, M., Lee, J., Shin, M., Lee, J., Lee, Y., Yu, H., Chung, H., Lee, A., & Kang, Y. (2016). The Development of Appropriate Technology theme STEAM Program for the Elementary Students and its Application Effects on Creative Thinking Activity, Scientific Attitude and Leadership. *Journal of Science Education*, 40(2), 144-165.
- Yoon, Y., & Park, J. (2021). Review of Fluoride Removal Appropriate Technology for Securing Safe Drinking Water in Africa. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 43(12), 689-699.

저 자 정 보

- | | |
|-------|---------------|
| 김 형 욱 | (하주초등학교 교사) |
| 정 소 진 | (하양초등학교 교사) |
| 정 소 리 | (하양초등학교 교사) |
| 문 성 윤 | (안동송현초등학교 교사) |