

ORIGINAL ARTICLE

초등과학교육에서 차시대체형 STEAM 수업 개발 및 적용

채동현·문병찬·김은정
(전주교육대학교·광주교육대학교)

Development and Application of a Subject Substitute STEAM Lesson in Elementary School Science Education

Chae Dong-hyun · Moon Byoung-chan · Kim Eun-jeong
(Jeonju National University of Education · Gwangju National University of Education)

ABSTRACT

In this research, a subject substitute STEAM program was developed in context of a trend of STEAM education and a new science contents in a 2009 revised curriculum, which can replace the 2009 revised curriculum contents of 'Sound' unit in the third and the fourth grade. The developed program was taught to the 4th graders in a field. After applying the program, how students acknowledge the subject substitute STEAM program was analyzed through questionnaire. The research results were as follows. First, the subject substitute STEAM program of 3 sub programs was developed with centered around 'sound' unit for 4th graders. Second, students made a positive estimation of the STEAM program because of various activities and learning subject related to daily life. Third, they considered difficult term, necessary craft skills in creative design, understanding scientific principle and a lot of necessary time as difficulties of the STEAM program. And they also recognized that making stuff activity and learning aid material like activity sheet, picture and video helped to understand a lesson. Lastly, students had a positive thinking or negative thinking about STEAM program before they learn. But after learning the STEAM program, all of them showed their positive attitude to the STEAM program.

Key words : STEAM, subject substitute STEAM program, elementary science education

I. 서 론

미래사회에서 필요한 개인의 핵심역량으로서, 창의성과 인성의 중요성이 부각됨에 따라 우리나라에서는 2009 개정교육 과정에서 창의·인성교육을 교육의 핵심으로 설정하였다. 한편, 미래사회를 대비한 핵심역량 교육차원에서, 특정교과에 한정된 분과별 지식중심의 교육을 지양하고, 과학·수학 지식을 기반 한 융합 사고력 신장에 효과적인

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) 교육이 크게 주목을 받고 있다. 지식 기반 사회에서는 단편적인 기술이나 지식이 부분적 도구기능을 수행함으로써, 미래사회에서는 창의적이고 융합적 사고력을 발휘하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 인재가 요구된다는 것이다.

STEAM 교육은 흥미와 이해를 높이고, 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제해결력을 배양하는 교육이라고 정의되며, 2011년에 교

육부가 주요 과제로 제시한 이래로 꾸준히 강조되고 있다(Shin, 2013). STEAM 교육은 학교에서 단순히 지식을 수용하는 차원을 벗어나서 지식을 언제 어디에 사용해야 하는지 이해하고, 이 과정에서 지식을 왜 배워야 하는지 체득하게 되는 교육 방안이라고 할 수 있다. 학생들이 실제 생활에서 발생하는 문제를 인식하고, 수학, 과학, 예술 등 여러 관련 과목의 지식을 융합하여 문제를 해결하며 이 과정에서 감성적 보상을 얻게 된다. 이러한 STEAM 교육은 창의성이나 문제해결력, 과학적 사고력 등 여러 분야에서 긍정적인 효과를 보인다.

지금까지 학생들을 위한 STEAM 수업 자료는 다양한 분야에서 개발되고 있으며, 몇몇 연구 결과들은 개발한 STEAM 프로그램의 적용을 통해 창의성 또는 정의적 측면 등에서 학생들의 능력이 향상되었음을 보이고 있다(Kim et al., 2012; Lee et al., 2013; Lee & Moon, 2013; Oh et al., 2012; Seo & Shin, 2012). 이 중에서 초등학교 STEAM 수업 프로그램을 중심으로 살펴보면, 수학 초등 영재 학생을 대상으로 한 STEAM 프로그램(Lee, 2013), 초등학교 2학년을 대상으로 한 Seo와 Shin(2012) 그리고 Oh 외(2012)의 연구에서처럼 초등학교 6학년 학습내용을 STEAM 수업으로 진행한 경우도 있다. 그러나 이 중에서 초등학교 3~4학년을 대상으로 개발된 STEAM 프로그램은 찾아보기가 힘들다. Lee와 Moon(2013)의 연구에서 초등학교 3~4학년의 교과 내용과 연계된 프로그램이 제시되었으나, 이 프로그램은 주제 중심의 로봇 활용 교육으로서 교과 내용과 구체적으로 연계되었다고 보기는 어렵다.

위와 같이 선행연구들을 통해서 STEAM 프로그램의 교육적 효과가 인정되고, 관련 교육 프로그램들이 개발되었지만, 초등학교들의 일반적인 교육과정운영 여건과 상황에 비추어 볼 때 교육 프로그램의 내용적 측면에서 교과내용과 직접적으로 관계되지 않았거나 또는 교과수업이 아닌 별도의 시간을 통해 STEAM 프로그램을 운영하기에는 실질적인 많은 어려움이 있다. 그러므로 초등학교교육에서 융합인재교육을 운영하여 의도한 교육적 목표를 달성해 내기 위해서는 우선 교과 내용과 수업을 대체할 수 있는 구체적인 STEAM 프로그램을 개발할 필요가 있다.

한편, 현재 운영되는 2009 개정 교육과정에서는

초등학교 3~4학년 군 과학교과에 ‘소리의 성질’ 단원이 새롭게 도입되었다. 선행 연구에 따르면, 초등학생들은 소리에 대해 상황 의존적이고 미분화된 오개념을 가지고 있는 것으로 나타났다(Kim, 1993). 이와 더불어 Lee(1999)의 초등학교 교사들의 소리 개념에 대한 연구에서는 초등학교 교사들도 소리, 매질 등에 관한 과학적 개념을 잘 이해하지 못하고 있음을 언급하였다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 4학년 학생을 대상으로 2009 개정 과학교과서의 소리 에너지 단원을 중심으로 학생들에게 교과 수업시간에 적용 가능한 교과 대체형 STEAM 프로그램을 개발 및 적용하고, 프로그램에 참여한 학생들이 일반 과학수업과 비교하여 STEAM 수업을 어떻게 인식하였는지와 STEAM 수업이 교과 내용 이해에 어떤 영향을 끼쳤는지, 그리고 STEAM 수업을 받기 전과 후에 STEAM 수업에 대한 인식의 변화를 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 초등학교 4학년을 대상으로 한 과학 교과 대체형 STEAM 수업을 개발하고 적용하여 그 결과를 알아보는 데 있다. 이를 위해 먼저 관련문헌과 국가 수준 교육과정, 그리고 교과서 등을 분석하였다. 이를 바탕으로 교과 대체형 STEAM 프로그램을 개발하였으며, 연구 대상자를 선정하고 이들을 대상으로 STEAM에 대한 사전인식을 조사하였으며, 개발한 STEAM 수업을 적용한 후, 사후인식조사와 함께 STEAM 수업에서 나타난 결과를 정리 하고 분석하여 결론을 도출하였다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상은 중소도시에 소재한 ○○초등학교 4학년 20명(남:11명, 여:9명)이다. STEAM 수업을 적용하기 위해 연구자는 사전에 연구 참여자에게 연구 목적 및 내용, 과정 등을 공지하였으며, 학생과 학부모들을 대상으로 연구 참여 동의를 통해 연구 참여에 대한 동의 절차를 거쳤다. 본 연구에 참여한 20명 학생들은 총 9개 반에서 연구 참여를 희망한 학생들을 별도로 선정한 것이다.

3. 자료 수집 및 분석

초등학교 4학년 학생을 대상으로 교과내용을 대체할 수 있는 STEAM 수업을 개발하여 적용결과를 알아보는 것이 본 연구의 목적이었으므로 먼저 해당 교육과정인 「초등학교 과학 3~4학년 군 ‘소리의 성질’ 단원을 분석하였으며, 분석결과를 바탕으로 2차시를 한 단위로 한 3개의 프로그램, 총 6차시 분량의 수업모듈인 교과 대체형 STEAM 프로그램을 개발하였다. 본 연구에서 적용 될 프로그램의 타당도와 신뢰도를 확보하기 위해서 과학교육 전문가 2명(박사학위 소지자)들로 부터 프로그램 설계 및 내용 타당도를 검토 받았다. 개발 된 프로그램의 적용은 2주에 걸쳐 토요일에 3시간씩 과학수업의 형식으로 이루어졌으며, 수업운영은 프로그램의 연속성을 고려하여 하나의 하위 프로그램을 연이어 실시하였다. 학교사정상 부득이하게 하루에 3시간씩 수업을 해야 했던 관계로, 두 번째 프로그램은 불록수업으로 진행되지 못하고 2주에 걸쳐 1차시씩 진행되었다.

프로그램 적용이 끝난 후, 교과대체형 STEAM 수업에 참여한 학생들 중 본 연구에 지원한 학생들을 대상으로 설문조사 방법을 통해 STEAM 수업에 대한 인식, 학습 내용에 대한 이해 등의 내용을 중심으로 학생들의 STEAM 수업에 대한 사전·사후의 인식 변화를 조사하였다. 사후 설문지는 초등과학영재를 위한 ‘지구와 달’ 단원 STEAM 교수·학습 프로그램 개발 및 적용(Jeong, 2013)에 제시된 질문지 내용을 바탕으로 수정·보완하였다(Table 1). 설문지 조사 후 20명의 학생을 대상으로 심층면담이

실시되었다. 면담은 교사의 관찰일지와, 학생의 설문지를 바탕으로 구체적인 질문과 답을 하는 식으로 이루어졌다. 연구분석은 연구문제에 따라 이루어졌다. ‘소리 에너지’ 단원 중심의 교과대체형 STEAM 프로그램은 총 6차시(2차시 분량 × 3)이고, 3가지 범주(①눈으로 보는 소리 장치 ②소리 멀리 보내기 ③에코마이크)로 분석했다. 교과대체형 STEAM 수업에 대한 인식은 첫째 긍정적 인식, 둘째 부정적 인식, 셋째 STEAM 수업에 대한 인식변화, 넷째 STEAM 수업에 대한 과학교과 성취도 측면으로 연구참여자들의 면담내용을 삽입하여 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 초등학교 3~4학년 군 ‘소리 에너지’ 단원 중심의 교과대체형 STEAM 수업 개발

본 연구에서 교과대체형 STEAM 프로그램으로 재구성한 ‘소리의 성질’ 단원은 2009 개정교육과정에서 초등학교 3~4학년 군에 해당되는 3학년 2학기 과학 교과의 에너지 관련 단원으로 새롭게 추가된 것이다. 따라서 본 연구에서는 2007 개정 교육과정의 내용을 참고함과 동시에 2009 개정 교육과정에 더욱 큰 비중을 두고 내용을 분석하였다. 분석 결과, 3학년 2학기 4단원 ‘소리의 성질’은 하위 내용적 범주에서 ①소리 내기, ②소리 전달하기, ③간이 악기 연주하기의 3개 하위단위별 구성을 이룬다. 주요 학습내용과 활동으로는 ①소리 내기에서는 ‘여러 가지 방법으로 소리를 내어봄으로써

Table 1. Contents of questionnaire after the application of program

No.	Category	Main question	Sub-question
1	Comparative perception between a general lesson and a subject substitute STEAM lesson	What did you like the most about a subject substitute STEAM program by comparing to a general lesson?	Why did you think so?
2	Understanding of learning concepts	What is the difficult thing about a subject substitute STEAM program by comparing to a general lesson?	Why did you think so?
3	Impression of a subject substitute STEAM lesson	Did you understand learning contents during the STEAM lesson?	Why did you think so?
4	Impression of a subject substitute STEAM lesson	How was your impression of a subject substitute STEAM lesson before taking the lesson?	Why did you think so?
5		How was your impression of a subject substitute STEAM lesson after taking the lesson?	Why did you think so?

소리가 어떻게 나는지를 알아보고 소리의 세기와 높낮이를 다르게 해 봅시다' ②소리 전달하기는 '소리가 어떻게 전달되는지를 알아보고, 소리를 멀리까지 전달하고 소리를 모아봅시다' ③간이 악기 연주하기는 '여러 가지 간이악기를 만들어 연주회를 열어봅시다' 이다. 위와 같은 학습내용과 활동을 바탕으로 두고, 과학 교과의 성취기준을 대체할 수 있을 뿐 만 아니라 미술, 수학 등 타 교과와 내용 및 형식적 융합을 통해 학생들이 STEAM 프로그램이 목표하는 융합적 사고력을 신장시키기 위해서 본 연구에서는 ①눈으로 보는 소리 장치 ②소리 멀리 보내기 ③에코마이크로 내용적 범주를 재구성하였다(Table 2).

Table 2에서 나타난 바와 같이, '눈으로 보는 소리 장치' 수업에서는 학생들이 소리를 내는 물체의 떨림을 관찰하는 2009 개정 교육과정 과학 성취 기준을 만족시킬 수 있도록 의도하였다. 예컨대 스피커를 이용하여 소리를 눈으로 볼 수 있는 장치를 만들면서 물결의 움직임과 관련하여 미술과 교육과정인 조형 요소와 원리를 학습할 수 있다. '소리 멀리 보내기' 수업은 소리의 세기와 높낮이를 다르게 해보고, 소리를 멀리까지 전달하는 방법을 알아보는 과학 차시를 대체할 수 있으며, 교수-학습할

동에서 소리를 멀리 보내는 방법을 창의적으로 고안하고 이를 실험활동으로 연결함으로써 그 과정을 통해 학생들은 '길이에 대한 양감' 개념의 수학과 교육과정의 내용과 연계하도록 하였다. 마지막 '에코마이크' 수업에서는 2009 과학 교육과정에서 사물에 따라 소리가 다르고 소리를 내는 방법이 다양하며, 소리를 멀리까지 전달하는 방법을 고안하는 성취기준을 만족시킬 수 있도록 하였다. 또한 이 수업에서는 중간소음 문제를 도입함으로써 학생들의 일상생활과의 연계성을 강화하였으며, 교수-학습을 통해 도덕교과에서 다루고 있는 '이웃간의 도리와 예절'에 대한 성취기준을 달성하도록 함과 동시에 에코마이크를 만드는 과정에서 재료와 용구에 따른 표현 방법을 창의적으로 탐색하여 표현하는 미술교과 교육과정과 융합하였다.

2. 교과대체형 STEAM 수업 구성

본 연구에서는 Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity(2010)와 Cho(2012)가 제시한 STEAM 교육 기준에 따라 수업 내용을 개발하였다. 이에 따라 수업내용에서 반드시 S, T, E, A, M의 요소 중에 2개 이상의 교과 내용이 반영될 수 있도록 구성하였으며 학생들이 과학에 대한 흥

Table 2. An analyzed curriculum related to a subject substitute STEAM program

Lesson	Program	STEAM factor	2009 revised curriculum
1~2	A sound device to see with eyes	S,A	<p>【Science】 (8) Characteristic of Sound-[Inquiry Activity]-(A)To observe vibration of sound object</p> <p>【Arts】 Expression-formative element and principle-To express freely using formative element and principle</p>
3~4	Delivering sound far way	S,M	<p>【Science】 (8) Characteristic of Sound-[Inquiry Activity]-(B)To make different sound in strength and pitch</p> <p>(8)Characteristic of Sound-[Achievement standard of learning content]-(D)To devise a method to deliver sound far away</p> <p>【Math】 (3) Measurement-Length-(C)To cultivate a sense of length through an activity estimating and measuring length of object or distance</p>
5~6	Eco-microphone	S,A	<p>【Science】 (8) Characteristic of Sound-[Achievement standard of learning content]-(A)To know that it sounds different and to make a sound is different according to object, (D)To devise a method to deliver sound far away</p> <p>【Moral education】 Relationship with us and others-manners and duty among neighbors</p> <p>【Arts】 Expression-Expression method-To express by searching expression method according to material and instrument</p>

미를 가질 수 있는 내용을 수업 자료로 제시하였다. 또한, 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험으로 이루어진 STEAM 학습 준거를 수업의 단계 요소 및 내용 요소로 반영하였다. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity(2010)와 Cho(2012)에 따르면 상황 제시는 학생들이 실제 상황에서 문제로 인식할 수 있을 만한 상황을 제시하거나, 학생들의 흥미를 끄는 구체적인 상황을 제시하는 것으로 구성된다. 창의적 설계는 학생들이 스스로 창의적인 문제 해결 방법을 통해 문제를 해결하는 단계로 이 과정에서 창의성과 협동, 그리고 자기 주도적 학습 능력, 문제해결력 등이 신장된다. 마지막으로 감성적 체험이란 학생들이 문제를 해결하였다면 해결하였다는 성공 경험, 또는 실패하였다면 그 실패를 통해 성공으로 나아가는 극복 경험을 포함하며 더 나아가 심화 문제나 새로운 문제에 도전하는 과정도 포함된다. 이러한 내용을 반영하여 본 연구에서는 각 수업마다 교육과정 분석표, STEAM 요소 및 활동 소개, 수업 연구 자료, 교수-학습 과정안, 평가 계획, 교과대체 학습지, 활동지를 개발하였다(Table 3).

교육과정 분석표는 위의 Table 2에서 제시한 것으로, 각 수업에서 대체가능한 교육과정을 명시한 것이며 내용에서 STEAM 요소 및 활동 소개는 학습 준거 틀에 따른 수업에 대한 간략한 소개와 수업에서 적용된 STEAM 요소를 제시하였다. 수업 연구 자료는 수업을 하는 교사에게 도움이 되는 과학적 용어 정리, 관련 신문 기사 등으로 구성하였

으며, 교과대체형 STEAM 교수-학습 과정안은 앞에서 제시한 STEAM 학습 준거 틀에 따라 단계를 나누어 자세히 작성하였다. 교과대체형 STEAM 프로그램 지도안 예시에서 형성평가 내용은 지필 평가를 지양하고 다양한 방식의 수행평가를 제안하였다. 본 프로그램 운영에서 적용되는 학습 자료는 2가지이며, 첫 번째 자료는 교과대체 학습지이고 두 번째 자료는 활동지이다. 교과대체 학습지는 본 연구에서 개발하는 교과대체형 STEAM 수업이라는 목적에 맞게 교과서에 제시된 핵심 내용이 담겨 있는 STEAM 수업 내용으로 구성하였으며, 활동지는 학생들이 STEAM 수업에서 문제 해결을 할 때 도움이 되는 내용으로 구성하였다.

3. 교과대체형 STEAM 수업에 대한 인식

1) 교과대체형 STEAM 수업의 긍정적 인식

STEAM 수업에 참여하고, 설문조사에 지원한 학생들은 STEAM의 내용과 형식으로 진행된 과학수업에 대해 대체적으로 긍정적인 반응을 보였다. 설문문에 참여한 학생들은 이미 3학년 때 일반적인 과학수업을 통해서 본 단원을 학습한 경험을 가지고 있었으므로 새로운 내용과 형식의 STEAM 수업과 비교할 수 있다. 설문조사와 면담결과에 근거해 볼 때, STEAM 수업의 긍정적 측면에서 두드러진 점은 ‘실험을 비롯한 다양한 활동이 포함된 수업이었다’이다. 또한 여러 활동 중에서 학생들이 스스로 산출물을 제작하는 ‘만들기 활동’은 STEAM 수업에 대한 흥미와 재미를 불러일으켰다는 응답이 주

Table 3. Composition of a subject substitute STEAM program

Area	Sub-area	Contents
Outline of lesson	Analyzed curriculum of lesson	Introduce STEAM factor and related curriculum contents according to lesson
	Introduction of STEAM activities and STEAM factor	Introduce STEAM activities-Context, Creative Design & Emotional touch- and STEAM factor in detail
	Reference materials	Suggest scientific term, principle or related material to help teaching students
Teaching and Learning lesson plan	Teaching and Learning lesson plan	Suggest main examples leading a lesson that teacher and students ask and answer in detail according to the stages of STEAM
	Assessment plan	Assess students' knowledge, ability and attitude by peer assessment, observation and so on
Materials for students	Substitute textbook sheet	Suggest important learning contents related to STEAM lesson
	Activity sheet	Suggest specific stages of activity

를 이루었다. 이러한 결과는 과학완구 만들기 활동이 학생들이 과학에 대한 흥미를 가지는 데 긍정적인 역할을 한다는 Kwon et al.(2007)의 연구 결과와 부합한다. 또한, Park & You(2013)의 연구에서는 학생들이 학교에서 일반적으로 받는 과학 수업에서는 이루어지지 않는, 학생들이 직접 참여하여 신체를 사용하는 여러 활동과 이야기 만들기, 그림 그리기와 같은 다양한 활동이 학생들이 과학 수업에 대해 가지는 부담감을 줄여주고 재미와 자신감을 향상시킨다고 밝혔다. 이 또한 학생들의 만들기 활동이 과학 학습에 대한 정서적 동기 형성에 도움이 된다는 점에서 본 연구 결과를 뒷받침한다. 이러한 입장을 뒷받침하는 연구 참여자들의 실제 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 3: (STEAM 수업은 내가 수업에) 더 재미있고 흥미를 가질 수 있게 하였다. 왜냐하면 일반 수업은 지루한 느낌이 드는데, 스팀 수업은 만들기, 재미있는 표현들이 합쳐져 수업이 재미있게 진행되었다.

연구 참여자 17: 여러 가지 재밌는 활동을 해서 좋았다. 다양한 활동을 하여 신기하고 재밌기 때문이다.

연구 참여자 4: 실험을 많이 했고 만드는 것이 재미있었다.

연구 참여자들은 만들기 활동이 과학에 대한 흥미와 재미를 준다는 점 외에도 배운 내용을 이해하는 데 도움이 되었다고 응답했다. 연구 참여자들은 교사의 설명을 듣는 것뿐만 아니라 이를 실제로 적용한 제작 활동 해봄으로써 원리를 더 잘 이해할 수 있었음을 시사했다. 이와 같은 응답을 한 연구 참여자의 몇몇 답변 내용을 보면 아래와 같다.

연구 참여자 9: 이해하기 쉬웠다. 그 원리를 이용한 물건을 만드니까 원리를 이해하기 쉬웠다.

연구 참여자 10: 직접 체험해보고 만드는 과정이 복잡했지만 직접 만들고 알게 되니까 스팀 수업이 이런 점에서 좋았다.

연구 참여자 16: 직접 만들어 보니까 이해하는 데 도움이 되었다.

연구에 참여한 학생들은 학습 방법 외에 학습의 소재 측면에서도 STEAM 수업의 좋은 점으로 인식

하였다. 물질에 따라 소리의 전달이 다름을 알게 하기 위해서 주변에서 많이 사용하는 에코마이크를 만들어 보고, 이를 통해 학생들이 일상생활에서 겪는 층간소음 문제를 해결할 수 있는 방안을 생각해 보는 본 STEAM 수업 사례에서 알 수 있듯이, 학생들이 단순히 에너지를 학문적으로 접근하여 배우는 것이 아니라 생활에서 자신들이 익히 느끼고 있었던 주제를 해결해 보는 STEAM 수업이 학생들에게 인상적이었던 것으로 분석된다. 아래는 이와 같이 생각한 연구 참여자 11의 설문 답변 내용이다.

연구 참여자 11: 쉽게 응용하거나 주변에서 느낄 수 있는 주제라서 좋았다.

2) 교과대체형 STEAM 수업의 부정적 인식

교과대체형 STEAM 수업을 하는 동안 어려운 점이 있었는지 묻는 질문에 전체의 35%는 어려운 점이 없었다고 대답하였다. 어려움이 있었다고 응답한 연구 참여자들은 어려운 점으로, 수업에서 제시된 용어나 낱말을 이해하는 데 어려움을 겪었다고 대답했다. 이는 소리 에너지에 관한 과학 내용이 기존의 2007 개정 교육과정의 4학년에서는 다루어지지 않아 연구 참여자들에게 일부용어와 학습 내용이 생소했기 때문인 것으로 판단된다. 이에 해당하는 연구 참여자들의 응답 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 3: 문장을 이해하기가 어려웠다. 왜냐하면 안 배운 용어, 어려운 낱말들이 나와 이해하기가 어렵고 힘들었다.

연구 참여자 5: 어려운 용어들이 많았다. 교과서(교과대체 학습지)에 모르는 낱말 때문에 몇 가지 실험이 힘들었다.

위와 같이 교과서에 다루어지지 않는 소리 에너지에 관한 학습 용어 때문에 어려웠다고 응답한 연구 참여자들 외에도 STEAM 수업 중에 이루어진 산출물 제작 과정에서의 어려움을 토로한 연구 참여자들도 있었다. 이들은 산출물 제작에 필요한 공작 기술을 사용하는 데 힘들었던 것으로 보인다. 이를 보여주는 연구 참여자들의 응답은 아래와 같다.

연구 참여자 17: 에코마이크를 만들 때 용수철

을 감을 때가 약간 힘들었다. 왜냐하면 용수철을 철사로 꼼꼼히 감는 것이 힘들었다. 그러나 보람 있는 일이라 생각한다.

연구 참여자 19: 만드는 방법이 힘이 들었다. 왜냐하면 에코마이크를 만들 때 용수철을 감을 때 힘이 들었기 때문이다.

그리고 창의적 설계 활동에서 필요한 원리 이해가 어려운 연구 참여자들도 있었다. 이러한 참여자들은 일반적인 과학 원리 이해와 동시에 제작 과정을 이해하는 데도 힘들어했던 것으로 보인다.

연구 참여자 10: 만드는 것도 과정이 복잡해 이해가 가지 않아서 어려웠다.

연구 참여자 20: 스템 수업은 원리가 좀 어려웠습니다.

마지막으로 연구 참여자들은 STEAM 수업의 어려운 점으로 시간이 많이 걸린다는 점을 지적했다. 이는 STEAM 수업의 연계성과 창의적 설계 활동 중 만들기 활동을 위해 실제로 블록 수업으로 수업이 이루어졌기 때문인 것으로 분석된다. 이와 관련한 연구 참여자 9의 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 9: 다 만들어서 하니까 시간이 많이 걸린다.

3) 학생들의 교과대체형 STEAM 수업에 대한 인식변화

(1) 프로그램 적용 전 STEAM 수업 인식

본 연구에서 STEAM 프로그램을 적용하기 전에, 학생들에게 STEAM 수업과 관련하여 면담방법으로 사전인식을 조사하였다. 사전 인식의 결과는 긍정적으로 응답한 부류와 그렇지 않은 부류로 나뉘었다. 먼저 STEAM 수업을 긍정적으로 인식한 연구 참여자들의 응답을 분석해보면 다음과 같다. 연구 참여자들은 기존에 자신들이 가지고 있던 과학 과목에 대한 선호도 때문에 STEAM 수업을 재미있을 것이라고 예상하며, 수업을 기대하는 모습을 보였다. 이를 보여주는 연구 참여자의 답변 내용은 아래와 같다.

연구 참여자 3: (STEAM 수업이) 기대가 많이 된

다. 왜냐하면 만들기나 과학을 배운다는 걸 좋아하기 때문이다.

연구 참여자들은 기존에 학교에서 배우던 교과를 STEAM 수업을 통해서 더 재미있게 학습할 수 있을 거라는 기대감을 구체적으로 표시하기도 하였다. 재미있는 과학 수업을 기대한 연구 참여자 5의 설문 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 5: (STEAM 수업이) 재미있을 것 같다. 더 재미있게 과학을 배울 수 있을 것 같기 때문이다.

여러 가지 과목을 함께 배우는 STEAM 수업의 특성에 호감을 표시한 연구 참여자도 있었다. 연구 참여자 19는 STEAM 수업에 대한 기대감을 표출했다.

연구 참여자 19: (STEAM 수업이) 어떤 수업인지 궁금하다. 왜냐하면 여러 가지 수업을 하기 때문입니다.

또한 연구 참여자들은 기존에 학교 교육에서 배우지 않았던 새로운 수업에 대한 긍정적인 반응을 보였다. 이들은 구체적인 이유를 답하진 않았지만 새로운 수업에 대한 기대와, 설렘, 궁금함 등을 표출하였다. 이를 대표하는 연구 참여자 1과 14의 응답은 다음과 같다.

연구 참여자 1: 설렌다. 지금까지 배워보지 못한 것을 배울 것이라고 생각하기 때문이다.

연구 참여자 14: 가슴이 두근거리고 떨린다. 왜냐하면 스템교육이 재미있을 것 같기 때문이었다.

이와 같이 STEAM 수업을 하기 전에 STEAM 수업에 대해 긍정적으로 인식한 연구 참여자들도 있는가 하면, 이와 반대로 걱정과 우려, 부담감 등을 느낀 연구 참여자들도 있었다. 앞서 기존 교과에 대한 선호로 인하여 STEAM 수업을 좋게 인식했던 연구 참여자들과는 달리, 특정 교과에 대한 부정적인 생각을 가진 연구 참여자들에게서는 STEAM 수업에 대해서도 좋지 않은 인상이 나타났다. 이를 보여주는 연구 참여자의 응답은 다음과 같다.

연구 참여자 11: (STEAM 수업이) 딱딱하게 느껴진다. 학교에서 하는 과학과 수학은 약간 따분했기 때문이다.

연구 참여자들은 STEAM 수업에 대한 설명을 들으며, 여러 가지 교과를 함께 배워야 한다는 점을 어렵게 느끼기도 했다. 한 시간에 한 교과를 집중적으로 배우는 것이 아닌, 여러 교과를 동시에 배운다는 점이 연구 참여자들에게는 부담으로 다가왔음을 알 수 있었다. 이와 관련한 연구 참여자 8의 응답은 다음과 같다.

연구 참여자 8: (STEAM 수업이) 어려운 것이라고 생각한다. 왜냐하면 5가지 항목 과학, 기술, 공학, 예술, 수학을 한꺼번에 다 할 거라고 생각하기 때문이다.

‘STEAM 수업’이라는 이름 자체에 대해 거부감을 가진 연구 참여자도 나타났다. 학생들에게는 영어로 이루어진 생소한 ‘STEAM 수업’이라는 용어가 쉽게 와 닿지 않았던 것으로 판단된다.

연구 참여자 13: STEAM 수업이 많이 어려운 건 아닌가 걱정이 조금 된다. 왜냐하면 STEAM이라는 이름이 조금 어려웠기 때문이다.

(2) 교과대체형 STEAM 수업 후, 학생들의 STEAM 수업에 대한 인식

총 6차시에 걸친 STEAM 수업을 마치고 난 후, 연구 참여자는 STEAM 수업에 대해 어떻게 생각하는지 물음에 답하였다. 설문 결과, 연구 참여자 모두가 STEAM 수업에 대한 높은 만족도를 나타냈다. 이는 작은 생물의 세계에 대한 STEAM 수업 후, 학생들을 대상으로 한 만족도 조사 결과에서 학생들이 STEAM 수업을 긍정적으로 인식하였다고 밝힌 Choi와 Hong(2013)의 연구 결과와 일맥상통한다. 연구 참여자들은 크게 재미, 학습에의 도움을 STEAM 수업의 장점으로 인식하며, STEAM 수업이 끝나는 것에 대한 아쉬움과 동시에 STEAM 수업을 더 받고 싶다는 열망을 표출하기도 했다. 연구 참여자들의 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 1: 매주 토요일 아침마다 계속 스팀

수업을 하고 싶다. 수업이 일반 수업보다 훨씬 재밌고 도움이 아주 많이 되었기 때문이다.

연구 참여자 17: 정말 유익한 수업이라고 생각했다. 왜냐하면 정말 재밌고 신기하였고, 잘 알지 못했던 것들을 알았기 때문이다.

연구 참여자 20: 아쉬웠습니다. 왜냐하면 재미있고 유익했는데 끝나버려 이제는 할 수 없었기 때문이었습니다.

특히, STEAM 수업을 하기 전, STEAM 수업이 어려울 것이라고 응답한 연구 참여자 13은 수업 후에는 오히려 STEAM 수업을 통해 많은 것을 배웠다고 답했다. 일상생활을 하면서 한번쯤 궁금했던 질문들에 대해 스스로 답을 할 수 있었던 계기로써 STEAM 수업을 좋게 평가하였다. 연구 참여자 13의 설문 답변 내용은 아래와 같다.

연구 참여자 13: 내가 평소애 모르던 것을 알게 되어 좋은 것 같다. 그 이유는 궁금했던 게 많았기 때문이다.

STEAM 수업을 통하여 과학 교과에 대한 흥미를 가지게 된 연구 참여자도 있었다. 이는 과학 중심 프로젝트 기반 STEAM 교육 프로그램이 초등학교생들의 과학 교육에 대한 인식, 흥미, 과학적 태도에 긍정적인 영향을 끼쳤다는 Lee 와 Joe(2012)의 연구 결과와 합치한다. 대표적으로 연구 참여자 14의 응답 내용은 아래와 같다.

연구 참여자 14: 스팀 교육을 해서 과학이라는 과목에 더욱 더 흥미가 더 생기게 되었다.

STEAM 수업을 배우기에 앞서, 여러 교과를 한꺼번에 배우는 것에 대해 부담감을 느낀 연구 참여자 8은 STEAM 수업을 받은 후에는 상반된 입장을 표명했다. 연구 참여자는 STEAM 수업이 종료된 후에는 이전과 달리 STEAM 수업에 대해 재미있고 흥미로운 수업이라는 감상을 남겼다. 그 이유로는 소리 에너지라는 일관된 주제 학습과 만들기 활동을 언급했다. 연구 참여자의 답변 내용은 아래와 같다.

연구 참여자 8: 한 가지 주제에 대해서 공부도

하고 만들기까지 해서 재미있고 흥미로웠다.

STEAM 수업으로 학습을 진행한 후에, 수업 중 직접적인 체험이 좋았다는 연구 참여자도 있었다. 이들은 자신이 스스로 참여할 수 있는 여러 활동들 덕분에 STEAM 수업을 긍정적으로 인식하였다. 이와 관련한 연구 참여자의 응답 내용은 아래와 같다.

연구 참여자 7: 정말 좋았다. 많은 신기한 것을 보고, 느끼고, 체험할 수 있어서이다.

4. 교과대체형 STEAM 수업의 과학교과 성취도 측면

연구 참여자들 중 85%의 학생들은 STEAM 수업에서 학습한 내용이 이해가 잘 되었다고 응답했다. 학습 개념 이해에 대한 질문에 긍정적으로 응답한 학생들의 답변은 크게 두 가지로 대표될 수 있다. 먼저 연구 참여자들은 만들기 활동이 배운 내용을 이해하는 데 크게 도움이 되었다고 답했는데, 이러한 결과는 STEAM을 적용한 초등 과학 수업에서의 구체적인 조작 활동을 포함한 다양한 활동이 학생들의 학습 내용 이해에 도움을 준다는 Bae 외 (2013)의 연구와 맥락을 같이 한다. 연구 참여자들은 STEAM 수업에서 산출물을 자기 손으로 직접 만드는 과정 속에서 배운 내용을 자연스럽게 이해할 수 있었던 것으로 분석된다. 이러한 만들기가 가지는 조작 활동의 이점 외에도 연구 참여자 9 처럼, 만드는 산출물 자체가 주변에서 쉽게 볼 수 있는 물건이기 때문에 만들기 활동이 도움이 되었다고 생각한 연구 참여자도 있었다. 연구 참여자 3, 9, 11의 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 3: (학습 내용이) 잘 이해가 되었다. 말로만 표현하는 게 아니고 직접 만들어서 (소리를) 들어보면서 일반 수업 보다 (학습 내용이) 머리에 잘 들어왔다.

연구 참여자 11: 또 만들기를 해서 직접 체험해 보니 더 좋았다.

연구 참여자 9: 흔히 있는 물건을 만들어서 원리를 설명하니깐 (학습 내용이 이해가 잘 되었다).

또한 연구 참여자들은 STEAM 수업에서 사용된 수업 자료들이 수업 내용을 이해하는 데 효과적이

었다고 생각했다. 이는 STEAM 수업을 진행할 때에, 단순히 수업을 구성하는 것뿐만 아니라 수업을 진행하는 데 필요한 구체적인 자료를 찾고, 이를 만드는 것도 중요함을 시사한다. 연구 참여자들은 STEAM 수업에 사용된 교과대체 학습지와 활동지, 사진, 동영상 등을 학습 이해에 도움이 되었던 자료로 언급했다.

연구 참여자 14: 잘 이해가 되었다. 왜냐하면 스템 선생님이 학습지를 나누어 주었을 때 학습지에 설명이 잘 되어 있었기 때문이다.

연구 참여자 20: 잘 이해가 되었습니다. 사진과 동영상 등을 같이 보여줬기 때문입니다.

교사의 쉬운 설명이나 이전의 학습 경험 덕분에 STEAM 수업 내용을 더 잘 이해할 수 있었다고 대답한 연구 참여자들도 있었다. 학습 내용이 이해가 잘 되지 않았다고 한 연구 참여자들은 그 이유로 어려운 용어를 언급하였다. 앞에서 연구 참여자들이 STEAM 수업의 어려웠던 점으로 꼽았던 어려운 용어 사용이 학습 내용 이해에도 부정적인 영향을 주었을 것으로 판단된다. 이에 해당하는 연구 참여자의 응답은 다음과 같다.

연구 참여자 15: 이해가 잘 되는 것도 있었고 잘 이해가 되지 않을 때도 있었다. 왜냐하면 어려운 용어로 설명하기도 했기 때문이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 2009 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년군 과학 교과서에 새로 도입되는 소리에너지 관련 단원을 대체할 수 있는 교과대체형 STEAM 수업을 개발하고, 이를 현장에 적용하는데 목적이 있다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 2009 개정 교육과정에 제시된 소리 단원 관련 성취기준을 만족시킬 수 있는 교과대체형 STEAM 수업을 개발하였다. 개발된 STEAM 수업은 총 6차시 분량이며 2차시씩 3개의 프로그램으로 나누어졌다. 모든 수업은 상황 제시와 창의적 설계, 그리고 감성적 체험으로 이루어지는 STEAM 학습 준거 틀에 기반을 두고 개발되었으며, 각 프로그램에 과학 이외에 다른 교과의 성취기준을 1

가지 이상 포함시켜 STEAM 교육을 지향하였다. 실제 교사와 학생들의 원활한 수업 진행을 위해 프로그램은 각각 교육과정 분석표, STEAM 요소 및 활동 소개, 수업 연구 자료, 교수-학습 과정안, 평가 계획, 교과대체 학습지, 활동지로 구성되었다.

둘째, 학생들의 설문 답변 내용 분석을 통해 학생들은 STEAM 수업의 좋은 점으로 다양한 활동과 생활과 밀접한 주제 학습을 꼽았다. 이들은 STEAM 수업 중의 여러 활동 중에서도 특히 만들기 활동이 STEAM 수업을 재미있게 만드는 데 큰 역할을 했다고 주장하였다. 그리고 STEAM 수업에서 다루는 주제가 일상생활에서 자주 겪는 문제라서 좋았다고 답했다.

셋째, 학생들은 교과대체형 STEAM 수업이 어려운 용어 사용, 창의적 설계 과정에서 필요한 공작 기술, 원리 이해, 시간 소요 등이 STEAM 수업을 어렵게 했다고 답했다. 이 중에서도 어려운 용어 사용이 많은 비중을 차지하였는데, 이는 수업 중에 사용된 용어들이 학생들이 이전에 교과서에서 접해보지 않은 새로운 용어들이었기 때문인 것으로 판단된다. 이는 STEAM 수업 중에 소리에 관한 과학적인 용어를 다루는 시간을 충분히 할애하여야 한다는 점을 시사한다.

넷째, 대다수의 학생들은 STEAM 수업 중에 배운 내용들을 어렵지 않게 이해한 것으로 보인다. 이들은 STEAM 수업 중의 만들기 활동, 학습지나 사진, 동영상과 같은 학습 보조 자료 등이 개념 이해에 도움을 주었다고 답했다. 이외의 몇몇 학생들은 수업에 등장한 용어 이해에 어려움을 겪기도 했다.

다섯째, 학생들은 STEAM 수업을 하기 전에 STEAM 수업에 대해 긍정적인 인식과 부정적인 인식을 가지고 있었다. STEAM 교과목과 만들기 활동에 대한 선호, 여러 과목을 한 번에 배우는 특성, 새로운 교육 방법이라는 점에서 학생들은 STEAM 수업을 배우길 기대하고 설레는 모습을 보였다. 한편 기존 교과에 대한 부정적 태도, 생소한 STEAM 수업, 여러 교과를 함께 배우는 부담감으로 인해 STEAM 수업을 부정적으로 생각한 학생들도 있었다. 그러나 이들 모두, STEAM 수업 적용 후에는 STEAM 수업에 대해 긍정적인 양상을 보였다. 이들은 STEAM 수업을 통해 교과에 대한 흥미와 직접 체험의 기회를 가지고, 교과 내용 학습을 할 수

있어서 좋다는 반응을 보였다.

이 연구의 결론을 바탕으로 본 연구는 STEAM 교육의 현장 적용 활성화를 위해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구는 2009 개정 교육과정이 시행되기 전에 진행되어 실제 교육과정 시수 내에 연구가 진행되지 못했다. 교과대체형 STEAM 수업이라는 특성을 감안할 때, 2009 개정 교육과정에 따른 교과서를 실제로 가르치는 과정 중에 이 프로그램을 적용하는 후속 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구가 개발한 소리 단원 외에도 많은 단원이 교과대체형 STEAM 수업으로 개발되어 학교에 보급되었으면 하는 바이다. 실제로 현장에서 교사들이 쉽게 STEAM 수업을 할 수 있도록, 다양한 프로그램과 이 프로그램의 세부 사항이 포함된 교육 자료를 학교에 보급한다면 STEAM 교육의 활성화에 많은 도움이 될 것이다.

참고 문헌

- Bae Jin-ho, Yun Bong-hee & Kim Jin-soo(2013). The Effects of Science Lesson Applying STEAM Education on Science Learning Motivation and Science Academic Achievement of Elementary School Students. The Korean Society of Elementary Science Education, 32(4), 557-566.
- Byun Moon-hee & Shin Ae-kyung(2013). Effects on Concepts on Global Warming, Practical Will and Belief on Global Warming Mitigation of Elementary School Students by Experiments Based on Global Warming Program. The Korean Society of Elementary Science Education, 32(4), 452-463.
- Cho Hyang-suk(2012). Policy, Research and Practice of STEAM. STEAM Symposium, 13-28.
- Choi Young-mi & Hong Seung-ho(2013). The Development and Application Effects of STEAM Program about 'World of Small Organisms' Unit in Elementary Science. The Korean Society of Elementary Science Education, 32(3), 361-377.
- Jeollabukdo Institute of Science Education(2013). STEAM basic training material.
- Jeong Sang-yun(2013). The development and application of 'Earth & Moon' unit from the STEAM Teaching-Learning Program for Scientifically Gifted Elementary Students. The Graduate School of Korea National University of Education, Master's dissertation.
- Kim Bang-hee, Lee Hee-jin & Kim Jin-soo (2012). Development of T-STEAM Program in Middle School Technology Subject and Its Application. Korean Technology Education Association, 13(1), 131-151.

- Kim Dong-chun(1993). Children's conceptual change of sound by instructional strategy for correcting misconceptions. Korea National University of Education, Master's dissertation.
- Kim Yeong-sin & Yang Il-ho(2005). Analyzing factor to affect on scientific attitude change of elementary school students. The Korean Society of Elementary Science Education, 24(3), 292-300.
- Kim Jin-soo(2007). Exploration of STEM Education as a New Integrated Education for Technology Education. Korean Technology Education Association, 7(3), 1-29.
- Kim Jin-soo(2011). A cubic model for STEAM education. Korean Technology Education Association, 11(2), 124-139.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity(2010). STEAM outline and teaching model development research.
- Kwon Nan-joo & Bok Yeong-seon(2007). The Effect of Science Toy Making Activities on the Scientific Interest and the Conceptual Understanding of Elementary School Students. The Korean Society of Elementary Science Education, 26(3), 243-251.
- Lee Ho-gil(1999). Elementary school teachers' conceptions of sound. Korea National University of Education, Master's dissertation.
- Lee Seung-hoon & Moon Seong-hwan(2013). The Development of STEAM education program using robot focusing on 'exploring space'. The Korean Association of Science Education 26(3), 129-148.
- Lee Seung-woo, Baek Jong-il & Lee Jeong-gon(2013). The Development and the Effects of Educational Program applied on STEAM for the Mathematical Prodigy. The Korean Society of Mathematical Education, 16(1), 35-55.
- Lee Young-seok & Cho Jung-won(2012). Development and Application of STEAM Education Program based on Topic-specific Project. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 13(12), 5770-5775.
- Oh Jung-cheol, Lee Ji-hwon, Kim Jung-a & Kim Jong-hoon(2012). Development and Application of STEAM based Education Program Using Scratch - Focus on 6th Graders' Science in Elementary School. Korean association of computer education, 15(3), 11-23.
- Park Soung-jin & Yoo Pyoung-kil(2013). The Effects of the Learning Motive, Interest and Science Process Skills using the 'Light' Unit on Science-based STEAM. The Korean Society of Elementary Science Education, 32(3), 225-238.
- Seo Ju-hee & Shin Young-joon(2012). Effects of STEAM Program Development and Application for the Lower Grades of Elementary School. The bulletin of Science Education, 26(1), 1-14.
- Shin Jae-han(2013). Survey of Primary & Secondary school teachers' recognition about STEAM convergence education. The Korean Association for Science Education, 7(2), 29-53.
- Song Jeong-beom & Lee Tae-wuk(2011). The Effect of STEM Integration Education Using Educational Robot on Academic Achievement and Subject Attitude. Journal of the Korean association of information education, 15(1), 11-22
- The Ministry of Education & Human Resources Development (2009). Elementary and Secondary school Curriculum. Notification No. 2007-79 of The Ministry of Education & Human Resources Development.
- The Ministry of Education Science and Technology(2011). 2009 Revised Curriculum. Notification No. 2011-361 of The Ministry of Education Science and Technology.
- The Ministry of Education Science and Technology(2010). Future Korea of Advanced Science technology and Creative Talent. 2011 task report.
- The Ministry of Education Science and Technology(2012). STEAM Action Plan. The Ministry of Education Science and Technology.