

초등과학 수업에서 메이커교육프로그램의 적용 효과 - ‘식물의 한살이’ 단원을 중심으로 -

김혜란 · 최선영[†]

Effects of the Application of a Maker Education Program to Elementary Science Online Class: Focusing on the Unit “Life Cycle of a Plant”

Kim, Hye-ran · Choi, Sun-young[†]

국문 초록

본 연구는 초등과학 ‘식물의 한살이’ 단원 온라인수업에 적용할 메이커교육프로그램을 개발하고 그 효과로 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 개발된 메이커교육프로그램의 주제는 ‘식물의 한살이를 주제로 동화 오디오북 만들기’이다. 프로그램은 TMI 메이커교육 모형 단계에 따라 학습한 개념을 활용하여 창의적 오디오북을 제작하는 활동으로 구성하였다. 연구 결과, 초등과학 ‘식물의 한살이’ 단원 온라인수업에 메이커교육프로그램은 초등학생의 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미쳤다. 따라서 초등과학 온라인수업에 메이커교육의 적용은 학생들의 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력 향상에 효과적이다. 그리고 초등과학 온라인수업에 메이커교육을 활발하게 적용할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다.

주제어: 초등과학 온라인수업, 식물의 한살이, 메이커교육프로그램, 과학에 대한 흥미도, 창의적 문제해결력

ABSTRACT

This study aims to apply a maker education program in an online class for a unit in elementary science entitled “Life of a Plant.” Furthermore, it aims to investigate the effect of the program on the interest of students in science and creative problem-solving. The theme of the proposed maker education program is “Making a fairy tale audio book with the theme: the life cycle of a plant.” The program consists of activities intended to produce creative audiobooks using concepts learned from the TMI maker education model stage. The result points to the positive effect of maker education on the interest of elementary school students in science and creative problem-solving. Therefore, applying the maker education program to online classes for elementary science is effective in improving the interest of students. In addition, further research is required to effectively apply the maker education program to online classes in science.

Key words: elementary science online class, life cycle of plants, maker education program, interest in science, creative problem solving ability

I. 서론

초등과학 ‘식물의 한살이’ 단원은 강낭콩이 자라는 동안에 일어나는 변화를 관찰하여 생명의 연속성을 이해하고 생명을 소중히 여기는 태도를 함양하는 것이 주된 목표다(MOE, 2020). 그러나 이 단원은 시공간의 제약 때문에 현장에서 주로 강의 위주로 수업이 이루어진다(Lee & Hong, 2020). 그리고 외워야 하는 단순한 지식이 많아서 학생들이 이해하기 어려워하는 단원이다(Kim & Kim, 2013).

이러한 문제를 극복하기 위해 지금까지 교육용 어플리케이션을 개발하고 적용한 연구(Kim & Kim, 2013), 속성배추를 활용한 연구(Kim, Lim, Kim, & Hong, 2016), 최신 과학 기술을 활용한 융합교육 연구(Choi & Hong, 2016; Lee & Hong, 2020)가 이루어졌다.

한편, 코로나바이러스감염증-19 이후 온라인 개학이 실시되면서 과학 수업이 강의 위주로 이루어지고 있다(Kim & Choi, 2021). 실험이나 조작 활동이 이루어지지 않고 영상 자료를 보여주는 온라인 과학 수업은 초등학생의 흥미도와 학업성취도에 부정적인 영향을 미친다(Kim & Lim, 2021). 이러한 문제점을 개선하기 위해 Kim and Choi(2021)는 온라인수업을 적용하기에 용이한 단원을 조사하였다. 그 결과, 초등교사 대다수가 ‘식물의 한살이’ 단원이 대면수업보다 온라인수업에 적합하다고 응답하였다. 그렇게 생각하는 이유로는 ‘식물의 한살이’ 단원에서 강낭콩을 기르고 관찰일지를 작성하는 활동은 수업시간 외에도 이루어지기 때문에, 온라인수업 방법을 활용하면 시공간의 제약을 극복할 수 있기 때문이라고 응답하였다. 따라서 ‘식물의 한살이’ 단원 수업에 학습자가 흥미를 갖고 주체적으로 참여할 수 있는 온라인수업 프로그램을 적극적으로 연구할 필요성이 있다.

그래서 ‘식물의 한살이’ 단원을 학습자가 주체가 되고 흥미롭게 수업할 수 있는 방안의 하나로 메이커교육을 생각해 볼 수 있다. 4차 산업 혁명 이후 창의적 인재 양성을 위해 미국, 중국, 영국, 스웨덴에서 비영리 단체와 정부 주도로 메이커교육을 적용하려는 시도가 활발하게 이루어지고 있다(Lee *et al.*, 2018). 우리나라에서도 2016년 이후 창의·융합형 인재를 양성하기 위해 메이커교육을 도입하고 확산시키기 위한 노력이 적극적으로 이루어지고

있다(Seoul Metropolitan Office of Education, 2017). 메이커교육은 디지털 도구를 사용하여 학생 자신의 머릿속 아이디어를 창의적이고 구체적인 결과물로 구현하는 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공한다(Lee & Kang, 2021). 과학 수업에서 메이커교육은 이해한 과학 개념을 적용하여 창의적인 작품을 만드는 방법으로 진행될 수 있다(Yeo *et al.*, 2021). 메이커교육을 초등과학 온라인수업에 적용하면 학생들이 과학 수업에 흥미를 갖고 적극적으로 참여한다(Jang, 2021). 그리고 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있다(Kim, 2019; Lee *et al.*, 2018). 따라서 ‘식물의 한살이’ 단원의 온라인수업에 메이커교육을 적용하면 학습자의 탐구와 창의적 조작 활동이 중심이 되고 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력의 향상을 기대해 볼 수 있다.

그러나 지금까지 메이커교육은 일반적인 학교 현실상 메이커스페이스를 제공하기 어려워 주로 정규 교육과정보다 동아리 활동 위주로 이루어졌다(Kim *et al.*, 2016). 그리고 3D 프린팅이나 프로그래밍 활동으로 주로 진행돼 어린 학습자들에게 적용이 어려운 문제점이 있었다(Joe & Lee, 2018). 이러한 문제점을 해결하고 온라인 초등과학 정규수업에 효과적으로 메이커교육을 적용하기 위해서는 창의적 디지털 도구 활용과 메이커스페이스에서 활발한 공유와 성찰이라는 메이커교육의 핵심적 가치를 구현하기 위한 방향으로 개발될 필요가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 초등학교 4학년 과학 ‘식물의 한살이’ 단원 온라인수업에 메이커교육프로그램을 개발하고 적용함으로써 초등학생의 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력 향상에 어떠한 변화가 일어났는지 알아보고자 하였다.

II. 연구의 내용 및 방법

1. 연구 대상

경기도 S 초등학교 4학년 실험반(29명)과 비교반(30명)을 대상으로 정하였다. 이 학교는 온라인수업 운영 방법으로 줌을 활용한 실시간 쌍방향 수업과 e학습터 플랫폼을 활용한 콘텐츠 수업 방법을 사용한다. 특히 자기 주도 학습 능력이 부족한 초등학생을 지도하기 위해 매일 4시간 이상 줌을 활용한 실시간 쌍방향 수업을 실시하고 있다. 실험반과 비

교반 학생은 모두 같은 지역의 아파트에 거주하기 때문에 생활환경이 비슷하다. 그리고 온라인수업을 위한 디지털 도구는 실험반과 비교반 모두 가정에서 미리 준비하거나 학교에서 대여하여 완비하였다.

2. 연구 절차

학습자가 실제 생활에서 문제를 발견하고 메이커스페이스에서 창의적으로 디지털도구를 활용하여 문제를 해결하는 메이커교육 프로그램을 개발하기 위해 다음과 같은 순서로 연구가 이루어졌다. 첫째, 메이커교육에 관한 선행연구를 고찰하였다. 그리고 초등과학교육과정 학습내용과 초등학생의 수준을 고려하여 프로그램의 주제를 선정하였다. 둘째, 프로그램의 초안을 개발하고, 초등과학교육 교수 1인과 초등과학교육 석사 이상의 초등교사 3인에게 타당도 검증을 받아 수정 및 보완하였다. 셋째, 수업을 실행하고, 양적 자료(사전·사후 검사 결과)와 정성적 자료(수업 후 실험반 학생들의 소감문)를 수집하였다. 검사와 수업 전에 학생들에게 연구에 대해 안내하고 동의를 구하였다. 넷째, 수집된 자료를 분석하여 결과를 해석하고, 결론을 도출하였다. 사후 면담 결과는 양적 검사 결과의 원인을 파악하기 위한 측면에서 분석하였다.

3. 식물의 한살이 단원 지도를 위한 메이커 프로그램의 개발

1) 프로그램의 주제 선정

‘식물의 한살이’ 단원은 외위야 할 지식이 많고 가르치기 어렵다(Lee & Hong, 2020). 그리고 과학 수업에 메이커교육을 적용하면 과학 수업에 대한 흥미와 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(Lee & Kang, 2021). 따라서 ‘식물의 한살이’ 단원의 온라인수업을 흥미롭고 창의적으로 만들기 위해 메이커교육프로그램을 개발하였다. 그리고 프로그램의 주제는 학습자가 이해한 생명의 연속성과 깨달은 생명의 신비를 창의적으로 표현할 수 있도록 식물의 한살이 동화 오디오북 만들기로 정하였다.

2) 프로그램의 개발 계획

프로그램의 단계와 활동은 Martinez and Stager (2013)의 TMI 모형 ‘생각하기, 만들기, 개선하기’의

단계별 목표, 단계별 활동 세부 내용에 준하였다. 특히 메이커교육은 디지털 도구를 활용한 메이커스페이스에서 창의적 만들기 활동을 강조한다(Kim & Kim, 2020). 그러나 그동안 메이커 운동에 대한 인지도가 낮고, 3D 프린팅 활용이나 소프트웨어 프로그래밍 위주로 이루어져 어린 학생들에게 적용하기 어려운 문제점이 있었다(Joe & Lee, 2018). 그리고 우리나라 대부분의 학교는 메이커스페이스를 갖추기에 현실적으로 많은 어려움이 있었다(Kim, Jung, & Hwang, 2016). 이러한 문제점을 개선하기 위해 메이커교육을 위한 디지털 도구는 핸드폰, 컴퓨터 혹은 텀, 패들렛, 줌, 구글 워크스페이스를 활용하였다. 이 디지털 도구들은 4학년 초등학생도 쉽고 흥미롭게 조작할 수 있다. 특히 줌, 패들렛, 구글 워크스페이스는 학생들이 온라인 공간에서 의견을 자유롭게 나누고 협업이 가능하기 때문에 메이커스페이스를 제공할 수 있는 장점이 있다.

3) 프로그램의 적용

실험반에는 개발한 메이커교육프로그램에 따른 온라인수업을 총 12차시를 시행하였다. 비교반은 일반적으로 이루어지고 있는 초등과학 지도서에 따른 온라인수업을 실시하였다. 수업 처치가 끝난 이후 프로그램의 효과성 검증을 위해 사후 검사가 이루어졌다. 2021년 6월부터 7월까지 5주에 걸쳐 실험반과 비교반에 같은 기간 동안 온라인수업이 진행됐다. 실험반과 비교반의 수업 방법을 제외하고 수업시수, 학습 내용, 탐구 과정 요소는 서로 동일하였다.

4. 검사 도구

1) 과학에 대한 흥미도 검사

과학에 대한 흥미도는 Kang and Kang(2011)이 사용한 검사 도구를 사용하였다. 이 검사 도구는 과학에 대한 흥미, 과학 수업에 대한 자신감, 과학 수업에 대한 만족도의 3가지 영역으로 총 16문항이다. 측정도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 .735이었다.

2) 창의적 문제해결력 검사

창의적 문제해결능력 검사 도구는 Korean Educational Development Institute(2001)의 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발’을 기초로 Jeong(2008)이 사용한 것을 활용하였다. 이 검사 도구의 하위

요소는 특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소로 구성돼 있다. 측정도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 .791이었다.

5. 자료 분석

수집된 양적 자료는 SPSS 21.0을 사용하여 분석하였다. 두 집단의 차이를 알아보기 위해 독립 표본 t-검정을 실시하였다. 그리고 양적 연구의 문제점을 보완하기 위해 실험반 학생들의 소감문을 활용한 정성적 분석을 함께 실시하였다. 학생들의 소감문에는 수업에 대한 생각(좋았던 것, 어려웠던 것), 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력 향상에 도움이 된 것을 포함하여 작성하도록 하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 식물의 한살이 단원 지도를 위한 메이커 교육프로그램 개발

‘식물의 한살이’ 단원 수업에서 메이커 활동을 통해 학습자가 흥미를 갖고 적극적으로 생명의 연속성을 탐구하고, 창의적으로 생명의 신비를 표현할 수 있도록 프로그램을 개발하였다. 프로그램 전체의 내용 구성과 수업 활동 예시는 Table 1과 같다.

1) 생각하기 단계

생각하기 단계에서는 실생활에서 만들기 활동이 필요한 상황을 공감하고 해결할 문제를 정한다. 그리고 만들기 활동에 필요한 지식과 기능을 준비한다. 생각하기 단계의 수업 세부 내용은 다음과 같다. 첫째, 만들기가 필요한 문제 상황 공감하기 활동이다. 줌 화면 공유 기능을 통해 교사가 미리 준비한 여러 가지 식물과 관련된 동화 오디오북을 살펴보고 만들고 싶은 오디오북에 대한 생각을 자유롭게 발표한다. 그리고 식물의 한살이를 주제로 동화 오디오북 만들기의 필요성을 깨닫고 해결할 문제를 정한다. 둘째, 문제를 해결하기 위한 지식과 기능을 파악하는 활동이다. 식물의 한살이를 주제로 동화 오디오북을 만들기 위해서는 과학 지식과 디지털 도구가 필요하다. 이를 위해 과학 교과서를 참고하여 탐구할 문제를 정하고 탐구 계획을 세운다. 그리고 오디오북 원리에 따라 필요한 디지털

도구를 정하고 필요한 기능을 간단하게 익힌다. 셋째, 학생들 스스로 가정에서 식물을 기르고 관찰일지(사진, 관찰 결과)를 작성하여 패들렛에 업로드한다. 줌을 활용한 온라인수업에서는 작성한 관찰일지에 준거하여 탐구 문제를 해결하고 개념을 정리한다.

2) 만들기 단계

만들기 단계에서는 학습한 내용을 적용하여 오디오북을 창의적으로 설계하고 제작한다. 첫째, 교사는 줌 전체 회의실에서 학생들에게 모둠별로 오디오북 만들기 순서와 방법에 대해 안내한다. 둘째, 모둠별로 줌 소회의실과 구글 워크스페이스(구글 문서)에서 오디오북을 설계한다. 구글 워크스페이스(구글 문서)의 순서도에 줄거리를 협의하여 기록한다. 그리고 오디오북 페이지별로 역할을 나눈 후, 각자 페이지를 어떻게 구체화할지 생각하여 스토리보드를 협업하여 완성한다. 셋째, 모둠별로 구글 워크스페이스(구글 프레젠테이션)에서 협업하여 오디오북(음성 입력 전)을 제작한다. 모든 만들기 단계에서는 모둠별로 점검하여 의견을 나누고, 더 나은 작품을 만들기 위하여 수정 및 보완하는 노력이 반복된다. 넷째, 음성을 입력하여 오디오북을 완성한다. 줌 소회의실에서 모둠별로 오디오북 음성 입력을 위해 계획하고 리허설을 실시한다. 그리고 화면 녹화 프로그램을 활용하거나 파워포인트 슬라이드 쇼 녹화기능을 활용하여 식물을 한살이 동화 오디오북을 최종 완성한다.

3) 개선하기

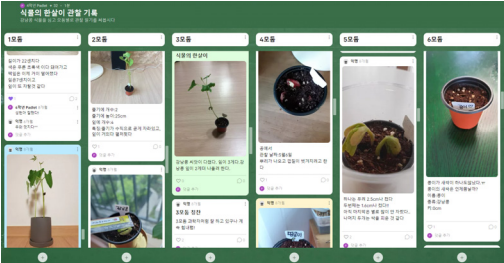
개선하기 단계에서는 오디오북의 제작 과정과 결과를 발표한다. 그리고 평가 및 의견 나누기 활동을 통해 허용적인 분위기에서 서로의 발전을 위한 칭찬과 제언 공유가 이루어진다.

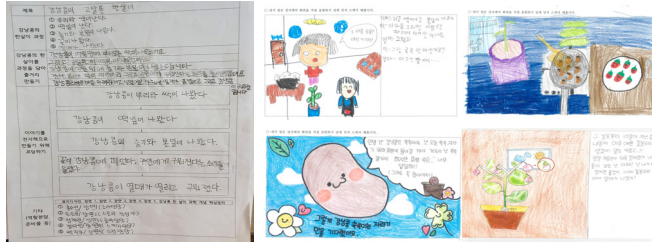
2. 개발한 메이커프로그램의 적용에 따른 효과

1) 과학에 대한 흥미도의 변화

초등과학 온라인수업에 메이커교육프로그램이 초등학생의 과학에 대한 흥미도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위한 검사 결과는 Table 2와 같다. 사전 검사의 경우 실험반의 평균이 비교반의 평균보다 높았으나, 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>.05$). 이는 실험반과 비교반은 사전에

Table 1. The contents of program to class for experimental group

단계	차시	온라인수업 단계별 활동 세부내용	디지털 도구
	1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 만들기가 필요한 문제 상황 공감하기(식물의 한살이를 주제로 동화 오디오북 만들기) - 해결할 문제 찾기 <ul style="list-style-type: none"> · 여러 가지 동화 오디오북 살펴보기 · 만들고 싶은 동화 오디오북 이야기해보기 · 해결할 문제 정하기: 식물의 한살이를 주제로 동화 오디오북을 만들어 봅시다. ○ 문제해결을 위한 지식·기능 파악하기 - 문제해결을 위해 필요한 과학 지식 파악하여 탐구 문제 만들기 <ul style="list-style-type: none"> · ‘씨가 싹 트는 과정은 어떠한가?, 잎과 줄기는 자라면서 어떻게 변할까?, 꽃과 열매가 생기는 과정은 어떠한가?’ 등 - 문제해결을 위해 필요한 디지털 도구와 기능 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> · 오디오북 원리 알아보기 · 오디오북을 만들기 위해 필요한 디지털 도구와 기능 알아보기 	줌, 구글 워크스페이스, 컴퓨터 혹은 태블릿
	2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 씨가 싹 트는 조건 알아보고 관찰 계획 세우기 - 씨가 싹 트는 데 필요한 조건 알아보기 - 관찰 계획 세우기 - 작성한 관찰 계획 패들렛에 게시하기 	줌, 패들렛, 컴퓨터 혹은 태블릿
생각하기	3	<ul style="list-style-type: none"> ○ 씨가 싹 트는 과정 알아보기 <사진 준비> 강낭콩을 키우며 패들렛에 기록한 관찰 일지 - (패들렛에 기록한 관찰 일지를 함께 보면서) 싹 트는 과정 발표하기 - 씨가 싹 트는 과정 정리하기 	줌, 패들렛, 컴퓨터 혹은 태블릿
			
		<p style="text-align: center;"><패들렛에 관찰일지 작성 예시></p>	
	4-5	<ul style="list-style-type: none"> ○ 강낭콩이 자라는 동안에 일어나는 과정 알아보기 <사진 준비> 강낭콩을 키우며 패들렛에 기록한 관찰 일지 - (패들렛에 기록한 관찰 일지를 함께 보면서) 강낭콩이 자라는데 필요한 조건과 자라는 동안 관찰했던 것 발표하기 - 식물이 자라는데 필요한 조건과 자라는 동안에 일어나는 과정 정리하기 	줌, 패들렛, 컴퓨터 혹은 태블릿
	6	<ul style="list-style-type: none"> ○ 꽃과 열매 관찰해보기 <사진 준비> 강낭콩을 키우며 패들렛에 기록한 관찰 일지 - 강낭콩을 키우며 꽃과 열매가 생겼을 때 느낌과 생각 나누기 - (패들렛에 기록한 관찰 일지를 함께 보면서) 꽃과 열매 관찰 결과 발표하기 - 꽃과 열매가 생기는 과정 정리하기 	줌, 패들렛, 컴퓨터 혹은 태블릿
	7	<ul style="list-style-type: none"> ○ 여러 가지 식물의 한살이 알아보기 - 여러 가지 식물의 한살이 조사 및 발표하기 - 여러 가지 식물의 한살이 정리하기 	줌, 패들렛, 컴퓨터 혹은 태블릿
만들기	8-9	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오디오북 설계하기 - 줌 소회의실에서 모둠별로 오디오북을 어떻게 만들지 의견 나누기(줄거리, 제목, 내용, 디자인 등) - 역할 분담하기(각자 제작할 오디오북 페이지 나누기) ○ 스토리보드 제작하기 (개인 활동) - 구글 문서에서 각자 역할 분담된 대로 스토리보드 만들기(배경 그림과 내용 대략적으로 작성하기) (모둠 활동) - 줌 소회의실에서 점검 및 수정의견 나누기 - 구글 문서에서 스토리보드 수정 및 보완하기 	줌, 구글 워크스페이스(구글 문서), 스마트폰, 컴퓨터 혹은 태블릿



<오디오북 설계하기 예사>

<스토리보드 제작하기 예사>

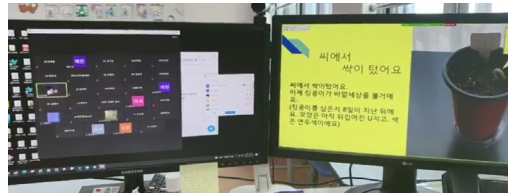
- 오디오북(음성 입력 전) 만들기 (개인 활동)
 - 배경 그림 그리기
 - 배경 그림을 스마트폰으로 사진 찍어 저장하기
 - 구글 프레젠테이션 슬라이드에 배경 그림 파일 삽입하기
 - 직접 식물을 기르고 관찰한 사진을 추가하여 꾸미기(패들렛의 관찰일지 사진 참고)
 - 글 입력하기 (모둠 활동)
 - 줌 소회의실에서 수정하거나 보완할 것 점검하여(배경 그림, 글) 의견나누기
 - 수정의견에 따라 개선하여 완성하기

줌, 구글 워크스페이스(구글 프레젠테이션), 패들렛, 컴퓨터 혹은 탭, A4용지, 색연필, 스마트폰



<협업하여 오디오북(음성 입력 전) 만들기 예사>

- 오디오북에 음성 삽입하기
 - 누가, 어떻게 읽을지 계획하고 리허설하기
 - 화면 녹화 프로그램 혹은 파워포인트 슬라이드 쇼 녹화기능을 활용하여 식물의 한살이 동화 오디오북 완성하기



줌, 컴퓨터 혹은 탭, 화면 녹화 프로그램 혹은 파워포인트

<음성 삽입하여 오디오북 완성하기>

개선하기

12

- 식물의 한살이 출판화하기
 - 모둠별로 오디오북 제작 과정과 결과 발표하기
 - 평가 및 의견 나누기(잘한 점, 개선할 점)



줌, 컴퓨터 혹은 탭

<완성된 오디오북 예사>

동질 집단임을 의미한다. 그러나 사후검사에서 실험반이 비교반의 평균보다 높았고 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($p < .001$). 하위 영역별로 살펴보면, 모든 하위 영역의 사후 검사에서 실험반이 비교반보다 평균이 더 높았고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 특히 다른 영역보다 과학 수업에 대한 만족도 영역에서 실험반의 변화가 크게 나타났다. 따라서 본 연구에서 개발한 프로그램은 과학에 대한 흥미도의 변화에 긍정적 영향을 미침이 확인되었다.

과학에 대한 흥미도에 긍정적인 변화를 미친 까닭을 구체적으로 알아보기 위해 학생들의 소감문을 분석하였다. 소감문 분석은 과학에 대한 흥미도의 하위영역별 의미를 가장 잘 표현하는 응답을 중심으로 유목화하여 학생들의 응답 경향을 파악하였다(Table 3).

Lee and Kang(2021)는 메이커교육이 과학 수업에

긍정적 동기를 형성하고 과학 교과에 대한 흥미를 유발한다고 하였다. 그리고 Jang(2021)은 온라인 과학 수업에 메이커교육을 적용하면 학생들이 과학 수업과 과학 탐구에 더욱 흥미를 갖게 된다고 하였다. 이와 같이 과학 온라인수업에 메이커교육이 기존의 과학 온라인수업과 갖는 차별성은 앞서만 듣고 배우는 것이 아니라 직접 무언가를 만들기 위해 배우고 생각하는 활동에 더욱 즐겁게 참여한다는 것이다. 소감문을 분석한 결과와 같이, 학생들은 오디오북 만들기에 필요한 지식을 배우기 위해 책임감을 갖고 탐구하였다. 더욱 풍부하게 이해를 하기 위해 관련 자료를 찾아보기도 하였다. 무엇보다 오디오북을 설계하고 만드는 과정에 흥미를 느꼈다. 그리고 스스로 발견한 지식을 활용하여 실제 만든 결과에 만족했다. 따라서 ‘식물의 한살이’ 단원의 온라인수업에 메이커교육의 적용은 과학 수업에 만족감과 흥미를 갖게 하고, 과학 교과에 자

Table 2. The results of *t*-test on scientific interest

영역		실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
		M	SD	M	SD		
전체	사전	51.85	12.05	46.83	12.29	1.543	.129
	사후	57.44	7.94	45.72	12.04	4.268***	.000
과학에 대한 흥미	사전	20.33	5.62	17.90	5.45	1.646	.106
	사후	21.89	3.48	17.41	6.14	3.385**	.001
과학 수업에 대한 자신감	사전	15.85	4.28	14.83	4.15	.910	.367
	사후	17.81	3.05	14.52	4.50	3.185**	.002
과학 수업에 대한 만족도	사전	15.67	3.40	14.10	3.30	1.747	.086
	사후	17.74	2.85	13.79	3.18	4.881***	.000

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

Table 3. Results of student responses related to their interest in science

영역	관련 주요 내용
과학에 대한 흥미	<ul style="list-style-type: none"> • 직접 관찰하고 자유롭게 만들기를 하니까 더 과학시간에 관심이 생겼다. • 오디오북을 더 잘 만들고 싶은 마음이 생겨 책을 찾아보거나 인터넷 검색을 했다. • 강낭콩이 갑자기 죽었다. 그래도 친구들과 오디오북을 만들기 위해 협동하여 끝까지 즐겁게 할 수 있었다. • 내가 직접 식물을 관찰하고 발견한 지식을 이용하여 오디오북을 만드니까 모든 과학 수업이 중요하고 새롭게 느껴졌다.
과학 수업에 대한 자신감	<ul style="list-style-type: none"> • 다른 친구들보다 오디오북을 더 잘 만들고 싶었다. 그래서 과학시간에 노력했다. 다음에는 더 잘 할 수 있을 것 같다. • 배운 내용을 이해하는 데에 도움이 됐다. 수업을 마치고 단원 평가를 봤을 때 전보다 점수가 올랐다. • 동영상 보고, 실험관찰 쓰는 것이 아니라, 식물을 기르고, 패들렛에 관찰일지 쓰고, 오디오북 만들고 과학 수업을 계속 이런 방법으로 하면 더 과학이 좋아지고 잘할 수 있겠다는 생각이 들었다.
과학 수업에 대한 만족도	<ul style="list-style-type: none"> • 코로나 때문에 3학년 때부터 과학을 온라인으로 배웠다. 이번에는 내가 주인공처럼 느껴져 특히 재미있었다. • 관찰하고 컴퓨터로 만들기도 하면서 다양한 방법으로 과학을 재미있게 공부할 수 있다니 신기했다.

신감을 갖게 하는 가능성을 확인하였다.

그러나 온라인수업 공간이 교사와 학생 간, 학생과 학생 간에 떨어져 있기 때문에 중간에 식물이 죽거나 만들기를 위한 도구 사용이 어려울 때 도움을 받기 어려웠다. 그리고 구글 워크스페이스에서 협동하여 작업을 할 때 익명으로 다른 모둠의 작품에 접속하여 삭제하는 장난을 치거나 작품 내용이나 디자인을 표절해 가는 소수의 학생들이 있었다. 이러한 아쉬운 점은 향후 자기 주도 학습 능력이 부족한 초등학생을 대상으로 온라인 메이커교육을 준비할 때 사전에 고려해야 할 부분으로 사료된다.

2) 창의적 문제해결력의 변화

사전 검사의 경우 비교반의 평균이 실험반의 평균보다 높았으나, 이는 통계적으로 유의한 차이를

나타내지 않았다($p>.05$). 이는 실험반과 비교반은 사전에 동질 집단임을 의미한다. 그러나 사후검사에서는 실험반이 비교반의 평균보다 높았고, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($p<.001$). 하위 영역별로 살펴보면, 모든 하위 영역의 사후 검사에서 실험반이 비교반보다 평균이 더 높았고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.01$)(Table 4). 특히 다른 영역보다 비판적·논리적 사고와 동기적 요소 영역에서 실험반의 변화가 크게 나타났다.

창의적 문제해결력 변화에 긍정적 영향을 미친 까닭을 구체적으로 알아보기 위해 학생들의 소감문을 분석하였다. 소감문 분석은 창의적 문제해결력의 하위영역별 의미를 가장 잘 표현하는 응답을 중심으로 유목화하여 학생들의 응답 경향을 파악하였다(Table 5).

Table 4. The results of *t*-test on creative problem solving skills

영역	실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>	
	M	SD	M	SD			
전체	사전	65.52	11.93	68.79	9.93	-1.120	.268
	사후	78.78	9.67	63.97	8.74	6.021***	.000
특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부	사전	15.44	3.68	16.62	3.16	-1.286	.204
	사후	18.30	2.93	15.76	2.95	3.227**	.002
확산적 사고	사전	16.48	3.29	17.07	2.98	-.702	.486
	사후	19.00	2.56	16.17	2.69	4.028***	.000
비판적·논리적 사고	사전	17.52	3.85	17.90	2.87	-.419	.677
	사후	21.04	3.37	16.79	2.58	5.313***	.000
동기적 요소	사전	16.07	3.26	17.21	2.66	-1.429	.159
	사후	20.44	3.27	15.24	2.77	6.433***	.000

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

Table 5. Results of student responses related to creative problem solving skills

영역	관련 주요 내용
특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부	<ul style="list-style-type: none"> 이번 수업은 내가 주인이 되는 수업이었다. 첫 시간에 탐구 문제를 만들고, 답을 찾기 위해 관찰하고 조사하여 결과를 발표하는 것을 모든 수업시간동안 계속 하였다. 덕분에 과학을 더 잘하게 됐다. 무엇을 가지고(과학 학습 내용) 재밌고 감동적으로 동화를 만들 수 있을까 고민을 많이 했다.
확산적 사고	<ul style="list-style-type: none"> 오디오북 즐겨리도 배경도 생각을 많이 했다. 상상을 많이 했더니 창의적인 생각이 성숙한 느낌이다. 선생님이 오디오북을 개성 있게 만들면 더 좋다고 하셔서 친구들과 여러 가지 이야기를 많이 나누었다. 시간가는 줄 모르고 재밌었다. 평소 말이 없던 친구가 내놓은 기발한 생각이 기억에 남는다. 글로, 그림으로, 유머로, 컴퓨터로 우리 모두 재능을 발휘하였다.
비판적·논리적 사고	<ul style="list-style-type: none"> 오디오북을 만드는 시간마다 개선할 점 찾기를 했다. 맞춤법, 잘못된 과학 지식, 그림에서 수정해야 할 것을 살피고 개선할 점을 토의하면서 더 꼼꼼해진 것 같다.
동기적 요소	<ul style="list-style-type: none"> 다른 과학 공부한 내용으로도 오디오북을 또 만들어보고 싶다. 원래 만들기를 좋아하는데 과학 수업에 배운 내용으로 오디오북을 만들면서 과학이 좋아졌다.

과학 온라인수업의 가장 큰 문제점은 학습자가 수동적으로 참여하고 흥미가 떨어지는 것이었다(Kim & Lim, 2021). 과학 수업에 메이커교육을 적용하면 동기 유발과 적극적 학습태도를 가져오고 창의적 문제해결력을 향상시킨다(Kim, 2019). 그리고 다양한 아이디어를 재결합하고 재구성하며 기존의 문제점을 개선하고자 하는 사고행위를 통해 창의력에 대한 표현력과 넓은 인식을 갖추게 한다(Moon, 2016). 이와 같이 과학 온라인수업에 메이커교육을 적용하면 과학 수업에 동기를 유발시킬 수 있고 학생들이 적극적으로 재능을 발휘할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 그리고 이해한 과학 지식 뿐만 아니라 독특하고 재미있는 아이디어를 자유롭게 공유할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 상호작용 역량을 강화하고 창의적 사고 기술을 습득할 수 있다. 또한 나만의 아이디어가 아니라 협력하여 서로의 아이디어를 통해 문제를 해결하기 때문에 창의적 문제해결력을 높여 준다. 따라서 ‘식물의 한살이’ 단원의 온라인수업에 메이커교육의 적용은 문제를 해결하는 과정에 동기를 유발하여 적극적으로 참여하게 한다. 그리고 과학 지식의 이해를 돕고 창의적 사고를 성숙하게 하여 궁극적으로 창의적 문제해결력 변화에 긍정적 영향을 미칠 수 있다.

특히 본 연구에서는 디지털네이티브 세대에 속하는 초등학생의 관심과 수준에 맞는 디지털 도구를 사용하여 메이커교육프로그램을 개발하였다. 기존의 메이커교육 연구는 어린학습자들 수준에 어렵고 초등학교 일반 현장에서 구비하기 어려운 디지털 도구를 주로 활용했기 때문에 현장에 일반화하여 적용하기가 매우 어려웠다. 따라서 향후 창의적인 초등과학교육을 위한 온라인 메이커교육을 준비할 때에는 우리나라 초등학생들의 수준과 초등학교 교실 상황을 고려하여야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 ‘식물의 한살이’ 단원 수업을 학습자가 흥미를 갖고 적극적으로 탐구 활동에 참여하고 창의적 문제해결력을 향상시킬 수 있도록 온라인 수업에 메이커교육프로그램을 개발하고 적용하였다. 이를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 학습자가 수동적으로 관찰하고 흥미를 끝까지 유지시키기 어려운 ‘식물의 한

살이’ 단원 수업의 문제점을 해결하기 위해 온라인 수업에 적용할 수 있는 ‘식물의 한살이를 주제로 동화 오디오북 만들기’ 메이커교육프로그램을 개발하였다. 프로그램은 TMI 메이커교육 모형 단계에 준하였다. 그리고 메이커 활동은 과학 수업시간에 학습한 개념을 응용하여 오디오북을 창의적으로 제작하도록 구성하였다. 특히 기존의 메이커교육의 문제점은 디지털 도구와 메이커스페이스를 일반 초등학교 현장에 구비하기 어렵고, 어린 학생들 수준에 비해 어렵다는 것이었다. 이를 개선하는 방법으로 초등학생 수준에 적합하고 온라인 환경에서 메이커스페이스를 제공할 수 있는 디지털 도구를 활용하였다. 특히 디지털네이티브세대이자 구체적 조작기인 초등학생의 특성을 반영한 창의적인 오디오북 메이커 활동을 통해 학습자가 생명의 연속성 탐구에 흥미를 갖고, 창의적으로 생명의 신비를 표현하도록 프로그램을 구성하였다.

둘째, 본 연구에서 개발한 메이커교육프로그램은 과학에 대한 흥미도를 긍정적으로 향상시키기 위한 수업 방법으로 활용될 수 있다. ‘식물의 한살이’ 단원의 온라인수업에 메이커교육을 적용하는 것은 일반적인 온라인수업보다 과학 수업에 자신감을 갖게 하고, 나아가 과학 수업에 대한 만족감과 흥미를 갖게 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 메이커교육에서 학생들이 작품을 만들기 위해 배우고 생각하는 일에 관심과 흥미를 갖고, 수업의 주체가 되어 참여한 것이 원인이라고 사료된다. 그러나 초등학생들이 자기 조절 능력이 부족하기 때문에 메이커 활동 중에 실패나 어려움을 겪었을 때 어떻게 극복해야할지 모르거나 주의력이 산만해지는 문제가 있었다. 따라서 향후 초등과학 수업에 메이커교육을 적용할 때에는 미리 학생들에게 도움구하기 전략이나 행동 조절 전략을 안내하는 것이 효과적이라고 생각된다.

셋째, 본 연구에서 개발한 메이커교육프로그램은 창의적 문제해결력을 긍정적으로 향상시키기 위한 수업 방법으로 활용될 수 있다. ‘식물의 한살이’ 단원의 온라인수업에 메이커교육을 적용하는 것은 창의적인 작품을 만들기 위해 확산적 사고의 사용을 높이고, 결과물을 정교하게 완성하는 과정에서 수렴적 사고를 반복하여 사용하게 한다. 그리고 디지털네이티브이자 구체적 조작기에 속하는 초등학생의 특성을 반영한 만들기 과제를 해결하

기 위해 직접 디지털 도구를 조작하고 만들면서 창의적 문제해결력 향상이 이루어진 것으로 판단된다.

이상의 결론을 바탕으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 12차시 동안 이루어져 메이커 활동이 지속적으로 반복, 개선 활동이 이루어지는데 제한점이 있었다. 그리고 약 한달 동안 연구가 이루어졌기 때문에 프로그램이 과학에 대한 흥미도와 창의적 문제해결력의 효과성을 검증하기에는 짧은 시간으로 사료된다. 따라서 이를 보완하여 한 학기 이상의 기간 동안 효과성을 세부적으로 검증하는 후속 연구가 필요하다.

둘째, 메이커교육에 대한 인지도가 낮고, 과학교육에 메이커교육이 적용된 사례가 적다. 따라서 향후 현장에서 용이하게 적용할 수 있는 다양한 메이커교육프로그램 개발 연구가 필요하다. 특히 초등학교생이 쉽고 즐겁게 참여할 수 있도록 초등학교 수준에 적합한 메이커 활동을 위한 다양한 디지털 도구를 모색해야 할 것이다.

참고문헌

- Choi, Y., & Hong, S. (2016). The development and application effects of “Life cycle of plants” STEAM program using time-lapse based on smart media. *Biology Education*, 44(1), 35-48.
- Jang, S. (2021). Case study of an online maker education program for scientific inquiry experience: Interest and interaction of elementary students. *The Journal of Education*, 41(4), 313-328.
- Jeong, E. (2008). Effects of squeak toys based informatics education on the effects of squeak toys based informatics education on elementary school student’s creative problem solving ability. Master’s thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Joe, G., & Lee, Y. (2018). The development and effects of an early childhood science education program based on maker education. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 38(1), 341-366.
- Kang, I., & Kang, Y. (2011). The effects of a cyber science museum mediated elementary science class in terms of the learner’s satisfaction and interest toward science. *The Journal of Elementary Education*, 24(2), 313-340.
- Kim, H., & Choi, S. (2021). A study of elementary teachers perceptions on the online science class in elementary school. *The Journal of Education*, 41(3), 21-37.
- Kim, J. (2019). Direction of maker education and school education. *Journal of the Edutainment*, 1(1), 1-14.
- Kim, J., & Kim, J. (2020). A theoretical exploration of process model for MBS education. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 26(3), 41-64.
- Kim, K., & Kim, H. (2013). Design and implementation of plant’s life cycle educational application. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 17(3), 357-365.
- Kim, L., & Lim, C. (2021). Effects of online science learning on elementary school students’ interest and academic achievement. *Korean Society of Elementary Science Education Conference*, 80, 88-88.
- Kim, S., Jung, Y., & Hwang, Y. (2016). A study on the composition and characteristic of maker space. *proceedings of Korean institute of interior design conference*, 2016, 203-206.
- Kim, S., Lim, C., Kim, S., & Hong, J. (2016). Effects of a brain-based evolutionary approach using rapid-cycling brassica rapa on elementary school students’ interests in life cycle of plants. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(3), 336-347.
- Korean Educational Development Institute. (2001). A study on the development of a simple creative problem-solving ability test (Ⅰ) [간편 창의 문제해결력 검사 개발].
- Lee, J., & Hong, S. (2020). Application effects of TPACK based STEAM program utilizing animation production: Focusing on ‘Life cycle of plants’ unit. *Biology Education*, 48(3), 356-367.
- Lee, S., & Kang, S. (2021). Research on the development and application of elementary science program based on maker education. *School Science Journal*, 15(3), 295-308.
- Lee, S., Kim, T., & Lee, S. (2018). The development and application of a design thinking-based maker class for improving elementary school students’ collaborative problem solving ability. *The Journal of Education*, 39(3), 19-41.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn. making, tinkering, and engineering in the classroom*. Torrance, Canada: Constructing Modern Knowledge.
- Ministry of Education (MOE). (2020). *Science 4-1 teacher’s guide [4-1 과학 교사용 지도서]*, Seoul:

Chunjae Education.

Moon, C. (2016). An action research on the engineering · design convergence education for the creative developer. *Journal of Cultural Industry Studies*, 16(3), 23-31.

Seoul Metropolitan Office of Education. (2017). *Maker education mid to long term('18~22) development plan*

[메이커교육 중장기 발전계획]. Retrieved from <http://www.sen.go.kr/web/services/bbs/bbsView.action?bbsBean.bbsCd=361&bbsBean.bbsSeq=206>

Yeo, H., Yoon, J., & Kang, S. (2021). Exploratory study on maker education activity based on scientific concept: for university students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 41(5), 359-370.

김혜란, 서재초등학교 교사(Kim, Hye-ran; Teacher; Sujae Elementary School)

† 최선영, 경인교육대학교 교수(Choi, Sun-young; Professor; Gyeongin National University of Education)