

# 초등학교 5-6학년을 위한 바이오에너지를 이용 STEAM 교육프로그램 및 수업 방안

고영해<sup>\*,\*\*</sup>, 박남제<sup>\*\*,†</sup>

\*하도초등학교

\*\*제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육전공

e-mail:{smakor,namjepark}@jejunu.ac.kr

## STEAM Education Program using Bio-Energy for 5rd and 6th Graders in Elementary School

Yeonghae Ko<sup>\*,\*\*</sup>, Namje Park<sup>\*\*</sup>

\*Hado Elementary School

\*\*Dept of Computer Education, Teacher's College, Jeju National University

### 요 약

본 연구에서는 신재생 에너지 Bio-Energy와 STEAM교육의 연구 사례를 살펴보고 이를 토대로 초등학교 5-6학년을 위한 바이오에너지를 이용한 STEAM 교육프로그램과 수업방안을 제시한다. 5-6학년의 지적 발달 수준과 흥미를 고려하여 교육프로그램을 구상하고 이에 따른 교재와 교사용 지도서를 개발하였고, 학습용 미생물 연료전지 교구도 개발하였다. 개발된 교육프로그램의 실효성을 검증하기 위해 제주도내 5-6학년 학생 10명을 대상으로 6차시동안 단계별로 교육을 진행하였다. 향후 추적연구 및 확대 적용이 이루어질 예정이며, 신기술 주제의 STEAM교육을 지도함으로써 좋은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서 론

최근 우리나라 교육의 핵심 이슈는 창의성과 융합적 사고력이다. 창의성은 이전부터 계속 강조되어 왔다는 점을 고려하면 융합적 사고가 최근 각광받고 있는 이슈라고 할 수 있다. 이 융합적 사고를 개발하기 위한 교육 방법이 바로 STEAM 교육이다. STEAM교육은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)의 5개 요소가 문제상황을 해결하는 과정에서 자연스럽게 융합되도록 하는 교육 방법이다. 우리나라에서도 현재 2011년 16개 연구(시범)학교 운영에서 시작하여 매년 그 수가 증가하여 2013년 현재 180개 교사 연구회와 88개 연구(시범)학교를 선정, 운영하는 등 융합인재교육을 지원하고 있고 초등학교에서 교과외의 10%이내에서 STEAM 교육을 구성하도록 권장하고 있다.

STEAM교육에서 교육 주제는 실생활과 관련이 많을 때, 학생의 흥미와 관심을 끌 때, 학습상황에서 융합적인 사고를 할 수 있을 때 교육효과가 높다. 이런 측면에서 바이오에너지를 활용한 STEAM교육은 매우 긍정적인 측면을 가지고 있다. 환경문제와 자원고갈문제 상황은 실생활과 밀접한 관련이 있으며, 바이오에너지라는 새로운 과학기술을 학습할 수 있다. 또한 바이오하우스 디자인을 통해 5개 영역을 자연스럽게 통합하여 지도할 수 있다. 또한 미

래사회의 중요한 핵심 과학기술이자 저탄소 녹색성장과도 연결된 주제이다. 이러한 특성을 고려하여 본 논문에서는 바이오에너지와 STEAM교육을 초등 교육에 적용하여 초등학교 학생들이 친숙하게 접근하고 교과 수업 외에 사용할 수 있는 교재와 교구, 교육프로그램을 개발하고 검증하였다. 그리고 이를 통해 더 나아가 다양한 STEAM교육과정 개발 연구의 기틀을 마련하고자 한다.

### 2. 이론적 배경

#### 2.1 바이오에너지

바이오에너지는 바이오매스(biomass) 즉, 나무나 음식물 쓰레기 또는 동물의 분뇨 등을 에너지원으로 하여 얻어지는 에너지를 말한다. 현재 주로 사용되고 있는 화석연료인 석유의 고갈이 몇십년 안으로 이루어질 것으로 예상되어, 석유 고갈의 실질적 대안으로 각광받고 있다.

바이오에너지는 계속 자라는 식물을 주 원료로 사용하므로 자원 고갈의 문제가 없으며 바이오에너지의 사용에 의해 발생한 이산화탄소는 식물이 자라는 과정에서 다시 흡수되므로 이산화탄소 배출도 매우 적다.[6]

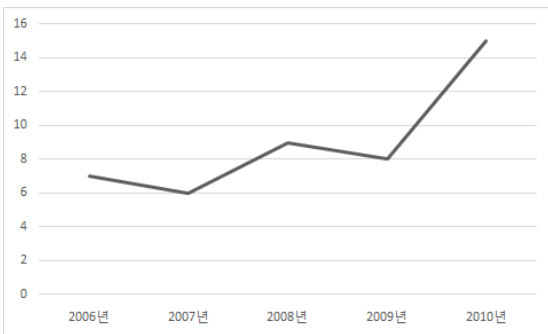
주요 선진국의 총 1차 에너지 중 신, 재생에너지의 비중은 3-7%수준이며 이 중에서 바이오에너지의 비중은 30-60%로 매우 높은 편이다.[1,8] 국내에서도 바이오매스 에너지 기술개발에 대해 많은 연구가 이루어졌다. 일부 기

† 교신저자 : 박남제 (namjepark@jejunu.ac.kr)

술은 실용화 되었으며 다른 기술들은 기초 또는 응용 연구단계에 있다. 대표적인 기술 개발 사례는 유기성 폐기물의 에너지화 기술, 바이오디젤 생산 및 활용이 있다.[6]

## 2.2 STEAM Education

STEAM교육은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)의 이니셜을 가져와 만든 용어이다. 기존에 미국에서 제안되었던 STEM교육에서 예술(Arts)요소를 첨가하여 현재의 STEAM교육이 나타나게 되었다.



(그림 1) 융합 및 통합과학교육 관련 논문 추이

우리나라에서도 2006년 이후 통합과학교육 관련 논문이 계속적으로 증가하는 추세이며 관련 연구도 다양하게 진행되고 있다. 국가적인 지원 속에서 교사 연구회와 연구(시범)학교가 운영되고 있고, 초등학교에서는 교과 10% 이내에서 STEAM 교육을 구성하도록 권장하고 있다.

## 2.3 바이오에너지와 STEAM교육의 관계

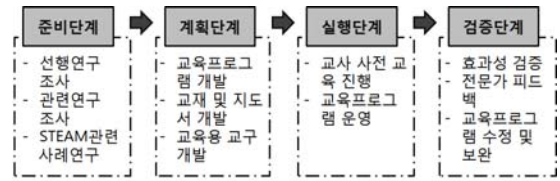
바이오에너지는 향후 우리 생활에 있어서 큰 부분을 차지하게 될 대체에너지이다. 현재 초등학교에서 환경문제는 매우 중요하게 다루어지는 실정이며, 에너지와 환경문제, 그리고 그 문제를 해결하기 위한 새로운 과학기술로서의 바이오에너지는 학생의 흥미와 관심을 끌 수 있는 IT 주제이다.

STEAM교육의 전신인 STEM교육이 이루어지게 된 배경에는 과학과 수학에 대한 낮은 흥미와 관심, 그리고 낮은 성취도가 있었다. 과학과 수학, 기술과 공학에 대한 새로운 접근으로 학생의 흥미도를 높인다는 접근 방법에 비추어볼 때, 바이오에너지는 학생이 흥미와 관심을 가지고 접근할 수 있는 신기술이다. 향후 몇 년 이내에 상용화되고, 주변에서 일어나는 문제와 관련되었기 때문에 학생의 실제 생활에서 과학기술에 대한 인식을 바꿀 수 있고, 가정생활에 적용할 수 있다는 장점이 있다.

## 3. 바이오에너지를 이용한 STEAM교재 개발

## 3.1 연구 단계 절차

본 연구에서는 바이오에너지를 주제로 하는 STEAM교육 프로그램을 개발, 검증하기 위하여 (그림 2)와 같은 연구 단계에 따라 연구를 진행하였다.



(그림 2) 연구 단계

## 3.2 연구 대상

본 연구는 바이오에너지를 활용한 STEAM교육 프로그램이 초등학교 고학년 학생에게 어떠한 교육적 효과가 있는지를 규명하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 제주특별자치도 소재 5~6학년 학생 10명을 대상으로 바이오에너지를 활용한 STEAM교육 프로그램을 적용하였다.

## 3.3 연구 방법

바이오에너지를 이용한 STEAM교육 프로그램은 몇 주 의 기간 동안 총 6차시에 걸쳐 이루어지도록 하였다. STEAM교육이 목표에 맞게 이루어지도록 하기 위하여 교육 프로그램 적용 전, 교사 교육을 실시하여 지도 내용을 충분히 숙지하도록 하였다.

STEAM교육 프로그램이 학생들에게 효과가 있는지 알아보기 위하여 교육프로그램 실시 후에 설문 검사지를 이용하여 교육프로그램의 난이도, 학생의 흥미도, 교과학습 연계도를 확인하도록 하였다.

## 3.4 바이오에너지 주제 STEAM교육 프로그램

차시별 교육 내용은 1차시 주제 확인, 2~5차시 탐색 및 탐구활동 3차시, 6차시 탐구 결과 처리로 주제 중심 학습이 이루어지도록 하였다. 교육은 실생활 사례를 활용하고, 지식측면만이 아니라 정의적 측면의 교육도 이루어질 수 있도록 하였다. 활동 후 토의를 통해 부족한 활동시간을 보충하도록 하였고, 미생물전지 교구를 제작, 활용하여 활동적이며 자기주도적 학습을 하도록 구성하였다.

평가는 자기평가, 동료평가, 포트폴리오, 관찰평가 등 다양한 방법을 통하여 평가할 수 있도록 하였다.

<표 2> 바이오에너지 STEAM 교육 프로그램

차시	단계	소주제	주요 내용	관련 교과
1	주제 확인	에너지의 근원을	도입 (전지내부) 나는 무엇일까요? 전개 활동1: 전지의 구조	과학

차시	단계	소주제	주요 내용	관련 교과
		밝혀라!	활동2: 연료전지와 전기에너지의 발생 활동3: 진흙으로 전지를 만들 수 있을까? 정리 진흙 전지에 대한 생각 정리하기	
			도입 신재생에너지에는 어떤 것이 있는지 이야기 나누기	
2	생명의 힘! 바이오 에너지	전개	활동1: 바이오에너지의 종류 활동2: 바이오에너지의 쓰임 활동3: 나는 생명과학자 정리 진흙이 바이오 연료인가? 이야기 나누기	과학 사회
			도입 진흙으로 전지를 만들 수 있는 이유 이야기 나누기	
			정리	
3 4	탐색 및 탐구 활동	진흙 속 에너지를 만드는 작은 생물들	도입 활동1: 미생물 전지의 원리 활동2: 미생물 전지 만들기 계획 활동3: 미생물 전지 만들기 정리 미생물 전지로 앞으로 기대되는 미래 사회 이야기 나누기	과학 실과 미술
			도입 미생물 전지로 할 수 있는 일? 이야기 나누기	
			정리	
5	미생물 전지의 힘!	전개	활동1: 미생물 전지로 LED 켜기 활동2: 미생물 전지의 전류 측정 활동3: 미생물 전지 흔들인형 만들기 정리 미래 에너지원에 대한 토의하기	과학 실과 수학 미술
			도입	
			정리	
6	탐구 결과 처리	바이오 에너지로 바뀌는 우리의 미래	도입 집에서 활용 가능한 바이오에너지원 전개 바이오에너지 사용 미래 집 디자인 정리 바이오에너지로 바뀔 미래의 생활 발표하기	과학 미술
			도입	
			정리	

### 3.5 바이오에너지 STEAM 교재

연구 대상 초등학생의 바이오에너지를 주제로 한 STEAM학습을 위해 (그림 3)와 같이 학생용 교과서를 제작하였다.

미생물 연료전지 만들기 계획

전지 이름	미생물 파워
준비물	흙, 물, 시리, 통, 전선, 양극판, 음극판
제작과정	1. 양극판과 음극판을 통 두께에 끼운다. 2. 흙에 물을 넣고며 빈축이된 만든다. 3. 바닥에 막안의 흙을 켜다. 4. 음극판을 흙 위에 낀다. 5. 음극판위에 흙을 5cm정도 낀다. 6. 양극판을 위에 넣고 두께를 잘 잡는다.
그림으로 표현	

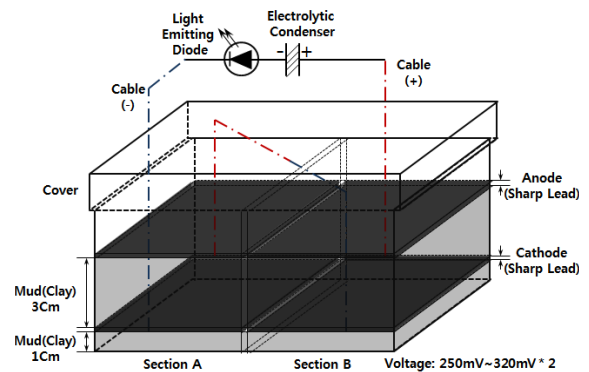
(그림 3) 바이오에너지 주제 STEAM 교재

특히 학생들의 학습에 대한 동기를 높이기 위해 과학 이야기, 그림과 사진자료를 사용하였고, 자기 주도적 학습이 가능하도록 스토리텔링 형식의 교재를 구상하였다. 또한 교사의 지도내용 이해와 효율적인 학습지도를 위해 교사용 지도서도 개발, 제작하였다.

교재 개발 과정에서 전문가의 자문을 통해 교재를 수정, 보완하였고, 개발 후에도 전문가 검증을 통해서 지속적으로 보완하고 있다.

### 3.6 미생물전지 교구

연구 대상 초등학생의 바이오에너지를 주제로 한 STEAM학습을 위해 (그림 4)와 같이 미생물전지 교구를 개발하였다. 진흙을 이용해 미생물을 배양하고, 샤프심을 전극으로 사용하였다. 발생한 전기를 콘덴서를 통해 모은 후 다이오드를 켜서 시각적으로 결과를 확인할 수 있도록 하였다. 미생물 전지 하나당 전압은 250mV~320mV으로 2개를 직렬 구성하였다.



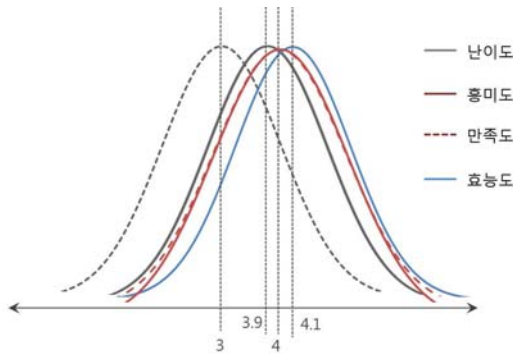
(그림 4) 바이오에너지 교구 개념도

### 4. 교육프로그램 적용 결과 및 효과성 분석

설문지는 5점 만점의 Likert 척도로 구성된 문항 5개와 서술형 문항 5개로 이루어져 있으며, 적용 결과는 <표 2>와 같다.

<표 3> 교육프로그램 적용 결과

항목	빈도 (명)	평균	표준편차
전체 수업 및 교재의 난이도	10	3.90	1.00
교재 및 수업에 대한 흥미도	10	4.00	1.00
프로그램 만족도	10	4.00	1.18
학습 효과 체감도	10	4.10	1.04



(그림 5) 수업 적용 결과 분석그래프

전체 수업 및 교재의 난이도는 평균 3.90으로 적절하다는 응답을 보였고, 교재 및 수업에 대한 흥미도는 평균 4.00으로 교재 및 수업에 대한 흥미와 만족도도 높게 나타났다. 프로그램 만족도도 4.00으로 높게 나타났으며, 학습효과 체감도는 4.10 정도로 학습 효과에 대한 체감을 높게 느낀다는 응답을 보였다.

#### <표 4> 교육프로그램 적용 서술형 결과

서술형 문항
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정말 많은 것을 알게 된 계기가 되었다.</li> <li>• 다음에 또 하고 싶다.</li> <li>• 좋았고 알게 된 점이 많았다. 정말 유익했다. 재미있다.</li> <li>• 바이오에너지에 대해 많이 알게 되었다.</li> <li>• 진흙이 전기가 될 수 있다는 것을 배웠다.</li> <li>• 미생물이 전기를 만들 수 있다는 것을 알게 되어 좋았다.</li> </ul>

서술형 문항에서도 실생활과 IT 신기술, 융합형 교육이 통합적으로 적용된 교육프로그램에 대해서 긍정적인 응답이 많았다. 차시 중에서는 과학과 미술이 융합된 6차시 바이오하우스 디자인 차시가 가장 만족도가 높았다.

## 5. 결론 및 향후과제

STEAM교육은 단순히 5개 영역이 기계적으로 한 수업에 통합되는 것이 아니라, 문제해결 상황에서 자연스럽게 융합되어야 한다. 또한 학습자는 실생활과 관련한 문제일수록, 학습주제가 신기하고 흥미를 끌수록 수업에 더 집중한다. 학생에게 적용된 바이오에너지를 이용한 STEAM교육 프로그램과 교구를 적용해 본 결과 학생의 흥미도와 만족도가 높았고 학습효과 체감도도 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서 제안하는 바이오에너지를 이용한 STEAM교육 프로그램은 통해 학생들은 STEAM교육과 바이오에너지에 대한 흥미와 관심을 증진시켜 주어진 실생활 문제를 해결하여 과학기술에 대한 지식과 태도를 기를 수 있다. 또한 교육프로그램 중에서 학교에서 학습한 내용을 다루기 때문에 학습한 내용을 문제해결 상황에서 통합할 수 있다. 스스로 미생물 전지를 만들고 바이오하우스를 디자

인 하는 과정에서, 스스로 계획, 실행, 평가함으로써 자기 주도적 학습 능력과 문제 해결력을 기를 수 있다.

본 연구는 몇 주라는 짧은 기간에 바이오에너지를 이용한 STEAM교육 프로그램을 적용하였다. 따라서 문제해결력 또는 창의력 같은 고등사고력의 변화를 확인하기엔 시간이 너무 부족하였다. 따라서 흥미도나 만족도, 학습효과 체감도 등 단기간에 변화하는 요소만 확인 가능하다는 한계가 있다. 이런 한계를 극복하기 위해 일정 시간이 지난 후, 추적연구를 통해 학생의 변화 정도를 관찰해보고, 그 결과에 따라 향후 연구에서는 교육과정을 확대 편성하여 적용할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2013년도 정부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 연구임.

## 참고문헌

- [1] 고유상 (2006), 미국에서의 바이오에너지 개발동향, 유기성자원학회지, Vol.14 No.2 pp.22-28
- [2] 김영충, 배선아 (2012), 초등기술기반 STEAM 교육이 초등학생의 기술적 태도에 미치는 영향, 한국실과교육학회지, Vol.25 No.3 pp.195-216
- [3] 김정아, 김병수, 이지훤, 김종훈 (2011), 융합형 인재양성을 위한 IT기반 STEAM 교수. 학습방안 연구, 한국수산해양교육학회지, Vol.23 No.3 pp.445-460
- [4] 김태훈, 김종훈 (2012), 물리학습을 위한 STEAM 기반의 안드로이드 앱 개발, 한국수산해양교육학회지, Vol.24 No.1 pp.25-33
- [5] 이성희 (2012), STEAM기반 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경소양에 미치는 영향, 환경교육, Vol.25 No.1 pp.66-76
- [6] 이진석 (2010), 바이오에너지 기술의 현황과 전망, 대한설비공학학회지, Vol.39 No.1 pp.39-44
- [7] 이철현, 한선관 (2011), 실과 교과 중심의 STEAM 융합인재교육 모형개발, 한국실과교육학회지, Vol.24 No.4 pp.139-161
- [8] 이해경 (2006), 유럽에서의 바이오에너지 발전 동향, 유기성자원학회지, Vol.14 No.2 pp.45-50