

대한기계학회 주최

제9회 전국학생설계경진대회(2019년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (<input type="radio"/>) / 대학부 (<input type="checkbox"/>)				
참가분야	공모주제 (<input type="radio"/>) / 자유주제 (<input type="checkbox"/>)				
참가팀명	에코 아키 퓨리 (ECO-ARCHITECTURE-PURIFY)				
설계제목	사물 인터넷을 이용한 친환경 동물 쉼터 수질 정화 구조물을 제작하여 수질 오염 개선				
지도교수/교사	(소속)신명여자고등학교 (성명)이형경 (연락처) (이메일)uglygoldfish@naver.com				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	최윤아	신명여자고등학교		yuna9972@gmail.com	

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	김유진	신명여자고등학교 2학년	sie0510k@naver.com
2	김예은	신명여자고등학교 2학년	dpdms02v@naver.com
3	최윤아	신명여자고등학교 2학년	yuna9972@gmail.com
4			
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (○) / 자유주제 ()
참가팀명	에코 아키 퓨리 (ECO-ARCHITECTURE-PURIFY)
설계제목	사물 인터넷을 이용한 친환경 동물 쉼터 수질 정화 구조물을 제작하여 수질 오염 개선
대표자명	최윤아
요약문	<p>본 연구에 사용되는 정화 구조물은 모래, 자갈 등의 토양층을 이용하여 제작된다. 제작 시 모터를 부착하여 한곳에 머무르지 않고 곳곳을 돌아다니며 전체적으로 수질을 정화 시킨다. 수생식물을 토양층 주변에 심어서 친환경적인 2중 정화시스템 구조를 설계한다. 또한, 수질오염농도 측정기를 부착하여 현재 있는 곳의 수질을 측정하고 이를 스마트폰과 연동하여 수질 정화 정도를 실시간으로 확인하며 수질오염 수준이 매우 심하다면 미리 채워둔 EM 용액을 스마트폰으로 작동시켜 방출할 수 있는 자동화 시스템을 구축한다. 정화시스템은 추후 실험을 진행하면서 수정·보완하여 제작을 완료한다. 이때 3D 프린팅 기술을 이용하여 토양층 위로 동물 쉼터를 제작한다. 본 연구는 일반적인 수질 환경 및 기후조건을 고려하여 정화 시기 및 측정 기간을 설정한다. 수생식물은 제작 당일에 구입하여 심고, 수질 정화 상태는 정화시스템을 설치하기 전의 수질 상태를 먼저 측정하고 정화된 후 오염 정도를 비교한다. 이때 정화시스템의 가동시간을 측정하여 소비되는 전력도 구하여 비교한다.</p>

1. 설계의 필요성 및 목적

본 연구의 궁극적인 목적은 수질 정화에 있다. 그 중에서도 비점원 오염 문제 해결에 중점을 두고 연구를 진행하려 한다. 이러한 비점원 오염의 특징은 유출경로가 정확하지 않고 기상조건에 많은 영향을 받아 예측이나 관리가 어렵다는 문제점이 있다. 환경부에서 비점원 오염에 대한 홍보와 대책 방안을 내놓고 있지만 눈에 띄게 해결되지 않고, 오염은 점점 심각해지고 있다. 이에 본 연구원들은 비점원오염에 대해 심각성을 느끼고 현재 수질 정화 시스템의 단점을 보완할 수 있는 친환경 수질 정화 시스템 구조를 제작하여 실제로 수질을 정화하는 실험을 하고자 한다. 또한 특정 장소가 아닌 광범위한 장소에서 일어난다는 비점원오염의 특성을 고려해 한 곳에만 머무르지 않고 여러 방면으로 움직이며 정화를 할 수 있는 수질 정화 시스템을 만들려고 한다. 이 외에도 사물인터넷을 활용하여 현재의 수질 상태를 파악하는 동시에 수질 측정 시스템에 구조물을 설치해 동물들이 설 수 있는 쉼터를 제공하려고 한다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

본 연구의 대상이 되는 문제는 친환경 비점원 오염 수질 정화이다. 비점원 오염은 오염물질이 특정한 지점이나 장소에서 배출되어 오염을 일으키는 점원오염과 달리 광범위한 지역에 걸쳐 오염이 일어나는 것을 말한다. 비점원 오염은 오염원이 시가지, 농경지, 산림, 습지, 등 넓은 지역에서 발생하는 오염부하원으로 정의된다. 또한 점원 오염이 BOD 중심의 유기물질 오염을 주 대상으로 하고 있는데 반하여 비점원 오염은 농경지에서 강우에 따른 유출수와 더불어 발생하는 토사와 질소, 인과 같은 영양염류로 인한 수계오염으로 발생하거나, 세균이나 바이러스 등의 미생물류, 유해 화학물질, 도시지역에서 표면에 쌓인 각종 분진, 오물 등이 우천 시 지표수와 더불어 씻겨 하천 등으로 유입되며 발생된다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

본 설계는 에코피스의 녹조 및 비점오염원 처리 장치인 에코비라는 특허 기계를 참고하였다. 에코피스의 수질 정화 장치는 2016년에 특허를 받은 친환경 정화 장치로 오염수를 펌핑하고 녹조를 분리한 후 1차 필터, 2차 필터, 3차 필터, 4차 필터를 거쳐 처리수를 유출하는 방법을 이용한다. 이를 바탕으로 에코비에서 사용하지 않은 사물인터넷을 적용하여 수질오염도와 위치를 확인하고 측정 수치에 따라 자동적으로 정화용액인 EM용액을 분사하는 설계를 진행할 것이다. 하천 내 유기물 증가의 문제점에 대한 영양염 물질의 제거에 초점을 맞추어 수질을 개선한다. 더불어 수질정화장치에 영양염 물질 흡수 기능이 있는 수생식물을 적용하고 하천과 같은 생태지에 설치할 것이기 때문에 그곳에 서식하는 동물들을 위한 쉼터를 제작하여 동식물과 환경을 모두 고려한 기계를 만들고자 한다.

1) 설계 방법 및 배경

본 수질 정화 장치는 기존 다른 장치들과 달리 한 곳에 고정되어 사용하거나 오염된 물을 옮겨 담아 정화하는 방식이 아니라 오염된 곳으로 장치가 직접 이동하며 정화하도록 제작되었다. 그렇기 때문에 최근 문제되고 있는 넓은 지역에 걸쳐 오염이 일어나는 비점원 오염 수를 정화하는데 특화된 장치이다. 또한 세라믹볼, 자갈 등 친환경 소재를 사용하여 제작되었으므로 친환경이라는 주제에 적합하며 3D 프린팅 기술을 사용하여 제작된 만큼 견고하고 가볍다는 장점을 가지고 있다. 또한 본 장치는 수질 정화의 기능 이외에도 동물 쉼터의 역할을 겸하고 있기 때문에 시각적으로나 효과적으로나 우수하다. 그리고 동물 쉼터의 기능으로 수질 정화 장치 위에 올라갈 구조물의 무게가 더해져 3D 프린팅 기술로 제작되어 가벼움의 문제점인 수질 정화 장치의 전복 위험성에 대한

해결방안역할을 한다.

2) 설계의 독창성

본 설계는 에코피스의 녹조 및 비점오염원 처리 장치인 에코비라는 특허 기계를 참고하였다. 에코피스의 수질 정화 장치는 2016년에 특허를 받은 친환경 정화 장치로 오염수를 펌핑하고 녹조를 분리한 후 1차 필터, 2차 필터, 3차 필터, 4차 필터를 거쳐 처리수를 유출하는 방법을 이용한다. 이를 바탕으로 에코비에서 사용하지 않은 사물인터넷을 적용하여 수질오염도와 위치를 확인하고 측정 수치에 따라 자동적으로 정화용액인 EM용액을 분사하는 설계를 진행할 것이다. 하천 내 유기물 증가의 문제점에 대한 영양염 물질의 제거에 초점을 맞추어 수질을 개선한다. 더불어 수질정화장치에 영양염 물질 흡수 기능이 있는 수생식물을 적용하고 하천과 같은 생태지에 설치할 것이기 때문에 그곳에 서식하는 동물들을 위한 쉼터를 제작하여 동식물과 환경을 모두 고려한 기계를 만들고자 한다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

본 설계의 목적은 사물인터넷을 이용한 친환경 동물쉼터 수질 정화 구조물을 제작하는 것이다. 본 기계에서는 수질을 정화시키는 과정에서 수질정화장치가 오염물을 제대로 정화를 해야 하며 수질을 정화시킨 후에 수질정화장치가 다시 사용 할 수 있는 상태로 돌아와야 한다. 또한 본 기계의 문제점인 수질오염원인을 완벽하게 제거할 수 없다는 문제점을 가지고 있다. 이 문제점을 해결하기 위해서 하천수질오염의 주원인인 인을 집중적으로 수질정화장치에 거쳐 제거할 수 있도록 설계한다. 더불어 본 설계 주제와 알맞게 사물인터넷을 기계에 장착시키고 코딩을 통하여 어디서든지 스마트폰을 이용하여 수질오염 정도를 파악 할 수 있어야하고 본 설계의 문제점이었던 위치를 파악할 수 없다는 점을 해결하기 위하여 GPS도 장착시켜 위치를 파악 할 수 있게 설계한다. 수질오염 정도를 파악한 후 모터를 이용하여 수질오염수치가 특히 높은 부분을 찾아가 펌프를 이용하여 물을 끌어올려 수질정화장치에 투입한 후 수질을 정화시킨다. 그러므로 사물인터넷으로 수질 오염된 곳을 찾아 기계가 움직이게끔 설계해야한다.

- 문제점 해결방안

본 설계에서는 영양염 물질을 제거하는 것을 목표로 두었다. 이에 따라 영양염 물질을 조사하는 과정에서 영양염 물질의 개념이 바닷물에 녹아 있는 영양염의 농도라는 것을 알게 되었다. 설계하는 기계의 사용범위는 하천이므로 영양염 물질을 제거하고 측정하는 것은 적절하지 않다는 것을 알게 되었다. 또한 영양염 물질의 측정기준의 부정확함과 측정 장치에 대한 선행연구의 부족으로 인하여 영양염물질에 대한 측정이 한계가 있다는 것을 깨달았다. 이를 통해 영양염 물질 중 인산염과 질산염 등을 집중적으로 제거할 수 있는 수질정화장치의 특성을 살려 인산염의 측정기준과 측정방법을 조사하여 기존의 설계방법을 개선하였다.

(3) 설계 내용

본 연구에 사용되는 정화 구조물은 자갈, 황토볼, 세라믹볼등의 수질정화층을 이용하여 제작된다. 제작시 펌프를 부착하여 오염수가 수질정화층을 통과하여 전체적으로 수질을 정화 시킨다. 수생식물을 토양층 주변에 심어서 친환경적인 2중 정화시스템 구조를 설계한다. 또한, 수질오염농도 측정기를 부착하여 현재 있는 곳의 수질을 측정하고 이를 스마트폰과 연동하여 수질 정화 정도를 실시간으로 확인하며 정화시스템은 추후 실험을 진행하면서 수정·보완하여 제작을 완료한다. 이때 3D프린팅 기술을 이용하여 수질정화층 위로 동물 쉼터를 제작한다. 본 연구는 일반적인 수질 환경 및 기후조건을 고려하여 정화시기 및 측정 기간을 설정한다. 수생식물은 정화실험 이후에 설치한다, 수질 정화 상태는 정화시스템을 설치하기 전의 수질 상태를 먼저 측정하고 정화된 후 오염 정도를 비교한다.



그림 1 설계 사진

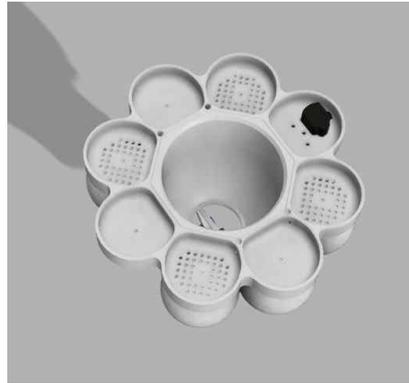


그림 2 설계 사진

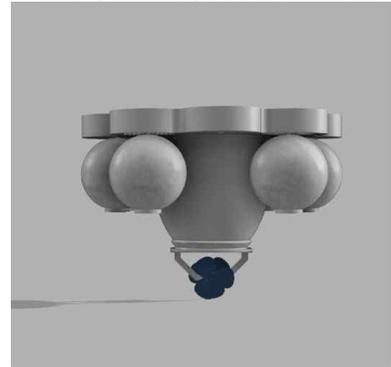


그림 3 설계 사진

3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월	
사전 탐사 및 이론적 연구	■						
설계 및 제작		■					
정화 필터 1차 수질 정화 실시				■			
문제점을 수정 보완 및 재 실험					■		
2차 수질 정화 실시 및 최적의 조건 찾기					■		
수질 정화 장치 성능 비교 및 안전성 측정						■	
최종 보고서 작성						■	

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

1) 장치

3D프린터기를 이용하여 본체의 틀을 제작하였다. 본체에 모터와 펌프를 달고 센서를 부착하여 작동한다. 수질 정화장치 구조는 간이 정수기의 구조를 참고하여 제작하였다. 내부에는 필터스펀지와 황토볼과 더불어 유기물 흡착 기능이 있는 세라믹 볼인 향균볼, 자철광볼, 제올라이트 볼, 카본활성탄볼을 순서대로 투입하고 각각의 재료들 사이에 탈지면을 넣어 이물질도 함께 제거할 수 있도록 하였다. 또한, 펌프를 이용하여 오염수가 수질정화 층 위로 끌어 올라가 층을 통과해 다시 내려가는 순환구조를 형성하였다. 이를 통해 수질을 정화시키며, 본체 하단에 부력을 만들 수 있는 스티로폼 볼을 장착하여 물에 뜰 수 있게 설계하였다. 계속해서 순환되는 과정 속

에서 오염수의 유기물과 영양염 물질들이 흡착된다. 또한, 차후에 제작되어질 센서가 들어갈 수 있는 케이스를 제작하여 분실 및 고장을 방지한다. 이 구조물의 작동원리는 간이 정수기 구조 원리와 하변 식물의 정수 원리를 적용한 것이다. 오염된 혼합물에서 오염물질을 제거해 분리하는 것이 물의 정화 원리이다. 본 정수기 원리는 지표수가 지하로 흘러 들어가면서 정화되는 것과 같은 원리이다. 더러운 물이 땅 속으로 스며들면 크기가 큰 먼지 알갱이들이 걸러지고 깨끗한 모래층이나 석탄층을 느린 속도로 지나면서 물속의 오염 물질들이 제거된다. 또한 이때 이용되는 활성탄은 다공성 물질로 표면적이 넓어 먼지를 비롯한 미세한 물질을 잘 흡착해 오염 물질을 제거하는데 사용된다. 또한, 수생식물을 이용한 수질정화는 생물학적 기법으로 호기적 및 혐기적 미생물 및 기타 거대 생물(동물 및 식물 등)의 주로 오염물질로 된 기질의 산화 환원 작용에 의해 이루어지는 것이다. 이 방법은 유기물과 중금속을 동시에 제거할 수 있고, 수확된 수초는 토양첨가제, 제지원료, 가축사료 및 퇴비 등에 이용할 수 있는 장점을 지니고 있다.



그림 4 실제 장치 앞면



그림 5 실제 장치 옆면



그림 6 수질 정화 작동

2) 사물인터넷

구조물의 이용된 사물인터넷은 Ph 아두이노 센서이다. 수질정화장치에 science# 프로그램의 ph센서를 이용하여 실험장치에 장착하려고 했다. 하지만 사이언스샵 프로그램은 컴퓨터를 이용하여 측정해야하며, 무선 장치가 아닌 유선 장치이기에 본 실험과 적합하지 않다는 결과가 나왔다. 이에 다음 실험 시 science# 프로그램이 아닌 핸드폰과 연결 가능하며 무선장치인 앱인벤터 프로그램을 사용하여 아두이노 코딩을 변경할 예정이다. 이 센서를 통해 현재 수질 오염도를 측정하고 측정된 값은 앱인벤터 프로그램을 통해 스마트폰 앱을 이용하여 실시간으로 받을 수 있는 구조이다.

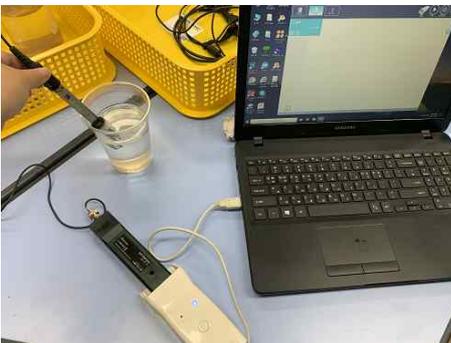


그림 7 science#프로그램 이용 사진

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

본 수질 정화 장치는 기존 다른 장치들과 달리 한 곳에 고정되어 사용하거나 오염된 물을 옮겨 담아 정화하는 방식이 아니

라 오염된 곳으로 장치가 직접 이동하며 정화하도록 제작되었다. 그렇기 때문에 최근 문제되고 있는 넓은 지역에 걸쳐 오염이 일어나는 비점원 오염 수를 정화하는데 특화된 장치이다. 또한 세라믹볼, 자갈 등 친환경 소재를 사용하여 제작되었으므로 친환경이라는 주제에 적합하며 3D 프린팅 기술을 사용하여 제작된 만큼 견고하고 가볍다는 장점을 가지고 있다. 또한 본 장치는 수질 정화의 기능 이외에도 동물 컴퓨터의 역할을 겸하고 있기 때문에 시각적으로나 효과적으로나 우수하다. 그리고 동물 컴퓨터의 기능으로 수질 정화 장치 위에 올라갈 구조물의 무게가 더해져 3D 프린팅 기술로 제작되어 가벼움의 문제점인 수질 정화 장치의 전복 위험성에 대한 해결방안역할을 한다.

5. 활용방안 및 기대효과

수질이 오염된 하천이나 강에서 이 수질정화장치를 사용할 수 있다. 본 장치는 실시간으로 수질 오염 정도를 측정 할 수 있다는 점이 장점이다, 이에 이 장치는 시가지, 농경지, 산림, 습지 등 유기물과 영양염 물질을 통한 비점원 오염지역과 같은 넓은 곳에서 사용하기에 적합하다. 또한, 친환경적인 디자인과 기능으로 하천이나 강에 이 장치를 띄어 두면 시각적인 아름다움과 지속가능한 수질정화까지 추구할 수 있다. 추후에 실험과 기술 적용을 통해 기존의 수질 정화 장치의 문제점인 하층 수 정화 부족의 문제를 개선시킬 수 있는 등 발전가능성을 가지고 있다.

<참고문헌>

- 신정아, 차영일, 박석순, 2001, “하변식물의 수질정화 효과에 관한 연구 ”, 대한환경공학회 학술발표논문집, p. 237 - 238
- 조해용, 2007, “부처꽃, 물상추, 미나리, 달뿌리풀의 수질정화효과에 관한 연구 ”, 한국산학기술학회 논문지, 제 8권, 2호, p. 380 - 384
- 장재수, 2015, “생물증강법을 이용한 도심 오염 소하천의 친환경적 수질정화 및 악취제어 ”, 미생물학회지, 제 51권, 4호, p. 389 - 397